

白龙江引水工程 环境影响报告书 (上册)

建设单位：甘肃省水务投资有限责任公司

延安市水务局

编制单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

二〇二二年十一月

打印编号: 1667443033000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	dlvu4t		
建设项目名称	白龙江引水工程		
建设项目类别	51—126引水工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	甘肃省水务投资有限责任公司		
统一社会信用代码	91620000745866570W		
法定代表人 (签章)	徐崇锋		
主要负责人 (签字)	马立科		
直接负责的主管人员 (签字)	张启星		
单位名称 (盖章)	延安市水务局		
统一社会信用代码	116106000160741194		
法定代表人 (签章)	李登然		
主要负责人 (签字)	杨庆普		
直接负责的主管人员 (签字)	冯峰		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中水北京勘测设计研究院有限责任公司		
统一社会信用代码	911201034013600581		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘卫	07351223505120177	BH013162	刘卫
2. 主要编制人员			

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李加水	审查	BH012179	李加水
李建玲	工程概况	BH009577	李建玲
申彦科	白龙江流域开发及环境影响回顾性评价	BH008196	申彦科
菅宇翔	校核	BH008756	菅宇翔
刘卫	审定	BH013162	刘卫
王莉	概述、总则、结论	BH014201	王莉
陆晓华	水源及下游区环境影响预测与评价	BH008742	陆晓华
姜云鹏	环境保护投资估算及经济损益分析	BH008759	姜云鹏
王伟	工程分析、环境保护措施及可行性论证	BH013689	王伟
麻乐乐	环境现状调查与评价、环境风险分析	BH009162	麻乐乐
冯慧娟	环境管理与环境监测计划	BH012930	冯慧娟
蒋旭涛	输水线路及受水区环境影响预测与评价	BH008185	蒋旭涛

专题及专题承担单位

序号	专题	承担单位
1	白龙江引水工程受水区水污染防治规划专题	中水北方勘测设计研究有限责任公司、河南江河环境科技有限公司、甘肃省水利水电勘测设计研究院有限责任公司、陕西省水利电力勘测设计研究院
2	白龙江流域环境影响回顾性评价专题	长江水资源保护科学研究所
3	白龙江引水工程水源及下游区地表水环境影响专题	
4	白龙江引水工程生态流量及保障措施研究专题	
5	白龙江引水工程受水区地表水环境影响评价专题	河南江河环境科技有限公司
6	白龙江引水工程陆生生态环境影响评价专题	
7	白龙江引水工程土壤环境影响评价专题	
8	白龙江引水工程水生生态环境影响评价专题	水利部中国科学院水工程生态研究所
9	白龙江引水工程地下水环境影响评价专题	北京中地泓科环境科技有限公司
10	白龙江引水工程对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区生物多样性影响评价报告	古浪金叶绿化工程有限公司
11	白龙江引水工程对甘肃多儿国家级自然保护区生物多样性影响评价报告	
12	白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告	甘肃盛源生态生物体系咨询公司

目 录

概述	1
1 总则	1-1
1.1 评价原则.....	1-1
1.2 评价目的.....	1-2
1.3 评价依据.....	1-2
1.3.1 法律法规.....	1-2
1.3.2 部门规章.....	1-3
1.3.3 相关规划区划.....	1-5
1.3.4 技术规范.....	1-6
1.3.5 相关技术报告及文件.....	1-7
1.4 功能区划.....	1-10
1.4.1 主体功能区划.....	1-10
1.4.2 生态功能区划.....	1-15
1.4.3 水环境功能区划.....	1-17
1.5 评价标准.....	1-22
1.5.1 环境质量标准.....	1-22
1.5.2 污染物排放标准.....	1-27
1.6 评价工作等级.....	1-29
1.6.1 地表水环境.....	1-29
1.6.2 地下水环境.....	1-31
1.6.3 生态环境.....	1-35
1.6.4 土壤环境.....	1-36
1.6.5 大气环境.....	1-37
1.6.6 声环境.....	1-38
1.6.7 环境风险.....	1-38
1.6.8 评价等级一览表.....	1-38

1.7 评价范围.....	1-38
1.7.1 地表水环境.....	1-38
1.7.2 地下水环境.....	1-41
1.7.3 生态环境.....	1-41
1.7.4 土壤环境.....	1-41
1.7.5 大气环境.....	1-42
1.7.6 声环境.....	1-42
1.8 评价时段.....	1-42
1.9 环境保护目标.....	1-42
1.9.1 环境功能保护目标.....	1-42
1.9.2 环境敏感目标.....	1-43
1.10 环境影响评价程序.....	1-67
2 工程概况	2-1
2.1 流域规划及规划环评概况.....	2-1
2.1.1 流域综合规划概况.....	2-1
2.1.2 嘉陵江流域综合规划环评概况.....	2-3
2.2 工程概况.....	2-6
2.2.1 工程地理位置.....	2-6
2.2.2 工程建设必要性.....	2-6
2.2.3 工程任务及规模.....	2-12
2.2.4 水资源配置及引水方案.....	2-15
2.2.5 水源枢纽初期蓄水方案.....	2-19
2.2.6 项目组成.....	2-20
2.2.7 工程布局.....	2-25
2.2.8 水源水库工程布置及主要建筑物.....	2-30
2.2.9 输水工程布置及主要建筑物.....	2-39
2.2.10 灌区概况.....	2-56
2.2.11 配套工程概况.....	2-61

2.2.12 施工组织.....	2-63
2.2.13 建设征地与移民安置.....	2-154
2.2.14 水库工程管理区.....	2-158
2.2.15 工程调度运行.....	2-159
2.2.16 工程特性.....	2-162
2.2.17 投资估算.....	2-170
3 工程分析	3-1
3.1 与相关法律、产业政策及相关规划的符合性分析.....	3-1
3.1.1 与国家相关政策的符合性.....	3-1
3.1.2 与法律法规的符合性分析.....	3-9
3.1.3 与上层相关规划符合性.....	3-17
3.1.4 与相关功能区规划的符合性.....	3-22
3.1.5 与流域规划的符合性.....	3-26
3.1.6 与“三先三后”原则符合性分析	3-30
3.1.7 与“三线一单”的符合性分析	3-34
3.1.8 与其他相关政策、文件的符合性分析.....	3-39
3.2 方案环境比选.....	3-42
3.2.1 工程总体布局环境比选.....	3-42
3.2.2 水源水库坝址环境比选.....	3-47
3.2.3 输水总干线线路环境比选.....	3-54
3.3 工程环境合理性分析.....	3-69
3.3.1 调水规模环境合理性分析.....	3-69
3.3.2 调水过程环境合理性分析.....	3-76
3.3.3 受水区各行业用水配置的环境合理性.....	3-78
3.3.4 施工布局环境合理性分析.....	3-107
3.3.5 移民安置规划环境合理性分析.....	3-111
3.3.6 末端备用水库环境合理性.....	3-112
3.3.7 与南水北调西线工程的关系.....	3-119

3.4 工程分析.....	3-119
3.4.1 施工期环境影响分析.....	3-119
3.4.2 运行期环境影响分析.....	3-128
3.4.3 工程占地环境影响.....	3-133
3.4.4 移民安置工程环境影响.....	3-133
3.4.5 白龙江引水工程配套工程影响分析.....	3-134
3.5 项目可研阶段环评对主体设计的环境优化成果.....	3-135
3.5.1 工程线路优化调整.....	3-135
3.5.2 施工布置优化调整.....	3-137
3.5.3 下闸蓄水过程优化调整.....	3-144
3.6 环境影响识别及评价因子筛选.....	3-144
3.6.1 环境影响识别.....	3-144
3.6.2 评价因子筛选.....	3-145
3.6.3 重点环境要素筛选.....	3-146
4 环境现状调查与评价	4-1
4.1 水源及下游区环境现状调查与评价.....	4-1
4.1.1 流域概况.....	4-1
4.1.2 自然环境概况.....	4-2
4.1.3 地表水环境质量现状.....	4-15
4.1.4 地下水环境质量现状.....	4-29
4.1.5 陆生生态现状.....	4-29
4.1.6 水生生态现状.....	4-106
4.1.7 土壤环境质量现状.....	4-158
4.1.8 大气环境质量现状.....	4-163
4.1.9 声环境质量现状.....	4-167
4.1.10 环境敏感区.....	4-168
4.1.11 水源及下游区存在的主要环境问题.....	4-181
4.2 输水线路区及受水区环境现状调查与评价.....	4-182

4.2.1 流域概况.....	4-182
4.2.2 自然环境概况.....	4-186
4.2.3 地表水环境质量现状.....	4-229
4.2.4 地下水环境质量现状.....	4-259
4.2.5 陆生生态现状.....	4-336
4.2.6 水生生态现状.....	4-403
4.2.7 土壤环境质量现状.....	4-435
4.2.8 大气环境质量现状.....	4-442
4.2.9 声环境质量现状.....	4-452
4.2.10 末端备用水库环境现状调查.....	4-453
4.2.11 环境敏感区.....	4-462
4.2.12 输水线路区及受水区存在的主要环境问题.....	4-486

概述

1、项目建设背景

水资源短缺且时空分布不均，与经济社会发展、人口及耕地分布不匹配是甘肃省的基本水情。甘肃省长江流域水资源量约 100 亿 m^3 ，但开发利用率低，只有 1.5%；内陆河流域水资源总量最少，仅有 61 亿 m^3 ，开发利用率高达 120%；黄河流域水资源量约 128 亿 m^3 ，开发利用率 32%。

甘肃省黄河流域是水资源矛盾问题最为突出的区域。黄河流域集中了甘肃省 70% 的人口及 GDP，但人均水资源量仅为全省平均水平的 61%，不足全国平均水平的 1/3。从上世纪 70 年代开始，甘肃省相继建设了景泰川电力提灌、引大入秦、引洮供水一期等一批水资源配置工程，保障了兰州、兰州新区、白银、定西、临夏、甘南等甘肃中部黄河干流和支流洮河流域有关市州经济社会发展用水需求。但黄河流域的平凉、庆阳两市和天水市的部分区域所在的泾渭河流域，人均水资源量不足 400 m^3 ，仅为全省平均水平的 1/3，不足全国平均水平的 1/6，且河流含沙量高、水质差、矿化度高，水资源利用条件极差，是典型的资源型、水质型缺水问题并存的区域，该区域城乡生活供水严重不足，限时、分区供水现象较普遍，甚至经常出现供水危机，严重制约当地革命老区乃至甘肃省经济社会的稳定与发展。

为解决天、平、庆地区水资源短缺危机，提高区域水安全保障水平，同时优化全省水资源配置格局，甘肃省委省政府从战略高度、全局角度谋划提出了白龙江引水工程。

2012 年，白龙江引水工程前期论证工作正式启动，甘肃省委省政府高度重视，国家相关部委大力支持，已列入《黄河流域综合规划》、《长江流域综合规划》、《全国水利改革发展“十三五”规划》等规划，并成功纳入国务院 172 项节水供水重大水利工程项目名录，为工程顺利推进前期工作和工程建设奠定了坚实基础。

2018 年 10 月以来，在得知甘肃省正在推进白龙江引水工程前期的相关信息后，陕西省延安市水务局与水利厅相关人员先后赴甘肃省对接商讨白龙江引水工程向延安 4 县区供水事宜。2019 年 6 月，甘肃省明确表示支持白龙江向延安供水将延安供水纳入白龙江引水工程同步上报可研。

2019 年 9 月，水利部水利水电规划设计总院下发了《关于印送甘肃省白龙江引水工程方案设计报告技术讨论会议纪要的函》（以下简称《纪要》），《纪要》认为“从布局方案的经济合理性角度分析，新建代古寺枢纽首部调蓄方案基本合适”。

2019 年，白龙江引水工程列入国家发展改革委和水利部制定的 2020~2022 年重大水利工程建设实施方案项目清单。

2022 年 6 月，水利部水规总院出具《水规总院关于报送白龙江引水工程可行性研究报告审查意见的报告》（水总设〔2022〕165 号），认为“工程规模基本合适，工程技术方案基本可行，环境方面不存在重大制约因素”。

2022 年 8 月，水利部出具《水利部关于报送白龙江引水工程可行性研究报告审查意见的函》（水规计〔2022〕318 号），正式向国家发改委报送可研。

作为上级流域，《嘉陵江流域综合规划》于 2008 年 12 月、2016 年 12 月两次征求有关部委意见，将本项目纳入规划的跨流域调水工程，目前规划已编制完成，待报水利部审批。

生态环境部于 2022 年 8 月出具《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见（环审〔2022〕119 号）。

白龙江引水工程实施后，可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通，优化水资源配置，缓解区域水资源时空分布不均矛盾，有效解决黄河流域甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺问题，提高区域水资源保障水平，巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起、乡村振兴战略的实施和生态文明社会建设，对于促进受水区经济可持续发展以及黄河流域生态保护和高质量发展具有重大的战略意义，因此，建设该工程是十分必要的，也是迫切的。

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）供水，工程任务为“以城乡生活供水为主，结合工业供水，兼顾高效农业灌溉，并为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件”。工程设计水平年多年平均调水量 7.74 亿 m^3 ，受益总人口约 955 万人，其中甘肃省约 825 万人，延安市约 130 万人，高效农业灌溉面积约 39.55 万亩。

白龙江引水工程是在甘肃省甘南藏族自治州迭部县洛大乡境内白龙江干流现有代古寺电站大坝下游新建代古寺水库，自代古寺水库坝前取水后通过输水总干线穿越西秦岭、六盘山两座屏障输水至总干线末端华池县鸭儿洼，总干线沿线设武山、张家川、庄浪、华亭、崆峒、镇原、庆阳、庆城、延安共 9 个分水口，输水干线及分干线自总干线分水口引水后输水至受水区。本工程由水源工程、输水工程两部分组成。代古寺水库为水源工程，水库正常蓄水位 1804m，总库容 4.08 亿 m^3 ，调节库容 3.13 亿 m^3 。输水工程包括输水总干线、干线、分干线及其附属建筑物，线路总长 1328.90km。输水总干线从代古寺水库至华池县鸭儿洼，全长 492.07km，总干线全部在甘肃境内，渠首设计流量 $32\text{m}^3/\text{s}$ 。输水干线共 9 条，总长 409.93km，输水分干线共 18 条，总长约 426.90km；干线及分干线中甘肃供水部分总长约 608.32km，延安供水部分总长约 228.51km。输水线路共设 5 座泵站，其中干线 2 座，总装机 7040kW，分干线 3 座，总装机 7080kW。工程静态总投资 636.10 亿元，总工期 98 个月。

2、环境影响评价工作过程

(1) 工作过程

2019 年 11 月，甘肃省水务投资有限责任公司和延安市水务局委托中水北方勘测设计研究有限责任公司（以下简称“我公司”）承担环境影响评价及专题编制工作。接受委托后，我公司在认真分析项目特点的基础上，委托长江水资源保护科学研究所开展了生态流量及保障措施研究专题、白龙江流域环境影响回顾性评价专题和水源及下游区地表水环境影响专题等相关工作。分别委托了水利部中国科学院水工程生态研究所和北京中地泓科环境科技有限公司开展了水生生态环境影响评价专题和地下水环境影响评价专题的工作。委托古浪金叶绿化工程有限公司开展了阿夏省级自然保护区、多儿国家级自然保护区生态环境影响论证专题的工作。委托甘肃盛源生态生物体系咨询公司开展了白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区生态环境影响论证专题的工作。河南江河环境科技有限公司承担了本项目陆生生态环境影响评价专题、土壤环境影响评价专题、受水区地表水环境影响评价专题等工作。现状监测工作由郑州谱尼测试技术有限公司、博慧检

测技术（北京）有限公司承担。在以上工作基础上，依据现行法律法规、规程规范，编制完成本环境影响报告书。

（2）手续办理情况

1）环境敏感区手续办理情况

本项目涉及的 18 个环境敏感区，均已取得主管部门同意建设的意见。

本项目涉及多儿国家级自然保护区、阿夏省级自然保护区，2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意在两个保护区的实验区内实施代古寺水库建设及项目前期工作”。目前，白龙江引水工程对多儿国家级自然保护区、阿夏省级自然保护区的生物多样性影响专题论证报告已编制完成，待本工程项目立项批复后，报主管部门审查。

本工程代古寺坝址及库区淹没涉及白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区，农业农村部以“长渔函字〔2022〕99 号文”出具了影响专题论证报告的审查意见。白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区位于代古寺坝下 8.8km，甘肃省农业农村厅以“甘农渔函〔2020〕44 号文”复函同意白龙江引水工程对舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告主要结论及水生生物保护和补偿措施。

本项目涉及甘肃省腊子口国家森林公园、官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园等 5 个森林公园，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越 5 个森林公园，原则同意在腊子口森林公园风景游赏区内蓄水建设代古寺水库”。同时工程还涉及陕西省吴起省级退耕还林森林公园，陕西省林业局以陕林场字〔2020〕330 号表示“原则同意工程穿越吴起省级退耕还林森林公园”。

本项目输水线路涉及庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区 2 个风景名胜区，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越风景名胜区三级保护区”。两个风景名胜区总体规划经甘肃省人民政府以甘政函〔2022〕44 号文正式批复，白龙江引水工程已纳入总体规划中。

本项目输水线路涉及庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园 2 个地质公园，2020 年 10 月 26 日，甘肃省林业和草原局下发《关于白龙江引水工程穿越庄浪云崖寺省级地质公园影响程度评价报告审查的意见》及《关于白龙江引水工程穿越武山水帘洞省级地质公园影响程度评价报告审查的意见》。2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越庄浪县云崖寺和武山县水帘洞 2 个省级地质公园三级保护区”。

本项目输水线路涉及甘肃省武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、鸭儿洼饮用水水源保护区，甘肃省生态环境厅以甘环函〔2021〕119 号、120 号原则同意工程穿越 3 个水源地方案。同时，针对项目输水线路涉及的红庄水库饮用水水源保护区，延安市红庄水库管理处和市生态环境局复函表示在做好污染防治的前提下，同意工程建设。

本项目吴起分干线以压力管道形式穿越陕西北洛河湿地，陕西省林业局以陕林场字〔2020〕330 号文“原则同意穿越陕西北洛河湿地吴起段”。

2) 生态保护红线手续办理情况

针对工程涉及的生态保护红线，甘肃省自然资源厅以甘资规划函〔2021〕70 号回函表示工程符合生态保护红线管控要求。延安市自然资源局以延市自然资便字〔2021〕99 号复函同意工程建设。

本报告编制过程中得到了甘肃省重大水利工程项目前期工作协调推进领导小组、甘肃和陕西省生态环境厅、甘肃和陕西省水利厅、甘肃和陕西省自然资源厅、甘肃省林业和草原局、陕西省林业局、延安市生态环境局、水利局、林业局、各专题单位、项目设计单位的热情帮助和大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

3、关注的主要环境问题

白龙江引水工程由于水源水库和输水工程修建改变了库区及坝址以下河段水文情势，将会对环境敏感目标多儿国家级自然保护区、阿夏省级自然保护区、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区以及工程影响河段保护鱼类齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鳟、圆筒吻鮡等产生一定的影响。同时

工程占地区域周边分布有官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起退耕还林省级森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、华池县鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库饮用水水源保护区等敏感保护目标，工程建设将会对其产生一定的影响；另外，工程实施后受水区水污染防治规划以及工程施工期环境影响等也是关注的主要环境问题。

本次环评中，采用模型预测了代古寺水利枢纽调蓄、水资源配置引发的河流水文情势、水温及水环境的变化；重点关注了工程实施对水生生态及鱼类的影响，分析了水资源及水文情势变化对下游水环境、水生态的影响，下泄生态供水流量满足程度；分析受水区新增排污、消减量以及施工期的污染源预测等；并有针对性地提出了各类不利影响防治、减缓、恢复等措施。

4、环境影响评价主要结论

白龙江引水工程为解决甘肃省天水、平凉、庆阳以及陕西省延安市等地水资源短缺危机，提高区域水安全保障水平，改善革命老区生产生活环境，巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起和乡村振兴的实施，促进当地经济社会的可持续发展具有重要意义。

工程运行后对环境的不利影响主要为代古寺水库蓄水淹没自然保护区、水产种质资源保护区等环境敏感区及敏感生境的影响，大坝阻隔、径流调节及引调水对河流下游水文情势、水环境及水生态的影响，受水区退水对区域水环境的影响，输水线路建设对自然保护区、风景名胜区及森林公园等环境敏感区的影响，施工占地对土地资源及陆生生态的影响，移民安置对环境的影响，施工期“三废”噪声及水土流失对周边环境的影响等。针对工程建设对环境的不利影响，采取相应的环境保护对策、措施后，所产生的不利影响会进一步减少或消除，不构成对环境的制约因素，从环境角度分析，工程建设是可行的。

1 总则

1.1 评价原则

白龙江引水工程环境影响评价工作应遵循以下原则：

- (1)符合环境法律法规和产业政策原则：本工程建设应符合国家及甘肃省、陕西省有关环境保护法律法规和产业发展政策的相关要求。
- (2)与相关规划协调性原则：本工程建设应与当地国民经济和社会发展规划、环境保护规划、流域综合规划等协调一致。
- (3)符合调水“三先三后”的原则：应在水源工程选址、输水线路布置、受水区选择、下游生态用水保障、水资源配置方案拟定、受水区水污染防治规划等方面，充分体现“先节水后调水、先治污后引水、先生态后用水”的原则，处理好工程规划建设与节水、治污及生态环境保护的关系。
- (4)符合国家水资源管理“三条红线”原则：本工程需全面协调水源区及受水区的水资源开发利用程度，全面推进节水行动方案，并确保水源区及受水区水域满足当地水功能要求，不突破水域的纳污能力，充分体现国家水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线和水功能区限制纳污红线要求。
- (5)科学、客观、公正原则：环境影响评价必须科学、客观、公正评价工程实施后对各种环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，为决策提供科学依据。
- (6)生态保护原则：本工程属于生态影响类建设项目，报告书应重点论述工程建设是否存在重大生态和景观破坏等环境敏感问题，尽量避免和减少工程建设对生态环境造成的破坏和影响。
- (7)开发与保护并重原则：本工程建设应在落实切实可行的环境保护措施的前提下进行，并在工程建设时尽量降低对生态环境的不利影响，将环境保护放在与工程同等重要的地位。
- (8)一致性原则：环境影响评价的工作深度应当与工程可研设计的层次、详尽程度相一致。

1.2 评价目的

(1) 开展工程建设区和影响区环境现状调查，评价工程影响区域环境现状并分析发展趋势，提出存在的主要环境问题，确定环境保护目标及保护要求。

(2) 开展白龙江流域环境影响回顾评价，重点分析水利水电开发实施以来生态流量泄放情况及对水生生态及陆生生态环境影响回顾性评价。

(3) 依据相关环境保护法律法规、技术规程规范要求，结合流域水资源配置、拟定的工程施工、运行方案，全面系统地分析工程施工过程中和投入运行后对环境可能产生的影响。

(4) 提出预防或减轻不利环境影响的对策措施，提出施工期环境监理、环境监测和环境管理计划。

(5) 从环境角度出发，论证工程布置及建设规模的环境合理性、可行性，为项目决策和工程环境管理提供科学的依据。

1.3 评价依据

1.3.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月修订)；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月修正)；
- (3) 《中华人民共和国长江保护法》(2021 年 3 月)；
- (4) 《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月修订)；
- (5) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月修正)；
- (6) 《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月修订)；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月修正)；
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》(2019 年 8 月修正)；
- (9) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月修订)；
- (10) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日施行)；
- (11) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月修订)；
- (12) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月修订)；
- (13) 《中华人民共和国森林法》(2019 年 12 月修订)；

- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018 年 10 月修订);
- (15) 《中华人民共和国湿地保护法》(2021 年 12 月);
- (16) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018 年 3 月修正);
- (17) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016 年 2 月修订);
- (18) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013 年 12 月修订);
- (19) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017 年 10 月修订);
- (20) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017 年 10 月修订);
- (21) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月修订);
- (22) 《风景名胜区条例》(2016 年 2 月修订);
- (23) 《甘肃省环境保护条例》(2020 年 1 月);
- (24) 《甘肃省大气污染防治条例》(2019 年 1 月);
- (25) 《甘肃省自然保护区条例》(2019 年 1 月);
- (26) 《甘肃省河道管理条例》(2014 年 12 月);
- (27) 《甘肃省水污染防治条例》(2020 年 12 月);
- (28) 《陕西省湿地保护条例》(2006 年 6 月);
- (29) 《陕西省森林公园条例》(2018 年 5 月修订);
- (30) 《陕西省渭河流域管理条例》(2018 年 5 月修订);
- (31) 《陕西省大气污染防治条例》(2017 年 7 月修订)。

1.3.2 部门规章

- (1) 《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号);
- (2) 《国务院办公厅关于加强长江水生生物保护工作的意见》(国办发〔2018〕95 号);
- (3) 《国务院办公厅关于健全生态保护补偿机制的意见》(国办发〔2016〕31 号);
- (4) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号);
- (5) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》(厅字〔2019〕48 号);

- (6) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）；
- (7) 《关于进一步加强生物多样性保护的意见》（2021年10月）；
- (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（2021年1月）；
- (9) 《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月）；
- (10) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令〔2016〕3号修订）；
- (11) 《环境保护部、农业部关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86号）；
- (12) 《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50号）；
- (13) 《中华人民共和国水生动植物自然保护区管理办法》（2014年4月修订）；
- (14) 《湿地保护管理规定》（2018年1月）；
- (15) 《森林公园管理办法》（国家林业局令第42号修改）；
- (16) 《国家级森林公园管理办法》（国家林业局令第27号）；
- (17) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月修订）；
- (18) 《地质遗迹保护管理规定》（1995年5月）；
- (19) 《国家重点保护野生动物名录》（2021年2月）；
- (20) 《国家重点保护野生植物名录》（2021年8月）；
- (21) 《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》（环评函〔2006〕4号）；
- (22) 《甘肃省人民政府关于进一步加强环境保护工作的意见》（甘政发〔2012〕17号）；
- (23) 《甘肃省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（甘政发〔2020〕68号）；
- (24) 《甘肃省实施〈中华人民共和国水法〉办法》（2020年6月修订）；
- (25) 《甘肃省实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》（2019年1月）；

- (26) 《甘肃省人民政府办公厅关于水电站生态环境问题整治工作的意见》(甘政办发〔2019〕39号);
- (27) 《甘肃省人民政府办公厅关于加强长江水生生物保护工作的实施意见》(甘政办发〔2019〕57号);
- (28) 《甘肃省贯彻落实〈国务院办公厅关于健全生态保护补偿机制的意见〉实施意见》(甘政办发〔2017〕127号);
- (29) 《甘肃省环境保护厅关于进一步加强饮用水水源地环境保护工作的通知》(2014年11月);
- (30) 《甘肃省人民政府办公厅关于进一步加强重大基础设施建设项目穿越集中式饮用水水源保护区管理有关工作的通知》(甘政办发〔2017〕85号);
- (31) 《甘肃省生态环境厅关于贯彻落实集中式饮用水水源保护区环境管理有关意见的通知》(甘环函〔2019〕312号);
- (32) 《甘肃省环境保护厅关于进一步加强全省自然保护区综合管理的意见》(甘环发〔2017〕57号);
- (33) 《甘肃省重点保护野生动物名录》(1990年10月);
- (34) 《甘肃省重点保护野生动物名录(第二批)》(2007年8月);
- (35) 《陕西省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》(陕政发〔2020〕11号);
- (36) 《陕西省渭河流域生态环境保护办法》(2018年1月修订);
- (37) 《陕西省重点保护野生动物名录》(陕政发〔2001〕49号);
- (38) 《陕西省重点水生野生动物保护名录》(陕政发〔2004〕9号);
- (39) 《陕西省地方重点保护植物名录(第一批修订)》(陕政发〔2009〕71号);
- (40) 《陕西省实施<中华人民共和国环境保护法>办法》(2020年6月修订)。

1.3.3 相关规划区划

- (1) 《全国生态环境保护纲要》(国发〔2000〕38号);
- (2) 《全国主体功能区规划》(国发〔2010〕46号);

- (3) 《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部中国科学院公告 2015 年第 61 号）；
- (4) 《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030 年）》（国函〔2011〕167 号）；
- (5) 《全国水资源综合规划（2010-2030 年）》（国函〔2010〕118 号）；
- (6) 《长江流域综合规划（2012~2030 年）》（国函〔2012〕220 号）；
- (7) 《黄河流域综合规划（2012~2030 年）》（国函〔2013〕34 号）；
- (8) 《嘉陵江流域综合规划》（2017 修订本）；
- (9) 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》（2021 年 10 月）；
- (10) 《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》（2021 年 10 月）；
- (11) 《甘肃省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（甘政发〔2021〕18 号）；
- (12) 《甘肃省主体功能区规划》（2012 年 7 月）；
- (13) 《甘肃省生态功能区划》（2004 年）；
- (14) 《甘肃省地表水功能区划（2012-2030）》（甘政函〔2013〕4 号）；
- (15) 《甘肃省水资源综合规划》（2012 年 6 月）；
- (16) 《甘肃省打赢蓝天保卫战三年行动作战方案（2018-2020 年）》（甘政发〔2018〕68 号）；
- (17) 《甘肃省水污染防治工作方案》（甘政发〔2015〕103 号）；
- (18) 《陕西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》（2021 年 12 月）；
- (19) 《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（陕政发〔2021〕3 号）；
- (20) 《陕西省水功能区划》（陕政办发〔2004〕100 号）；
- (21) 《陕西省生态功能区划》（陕政办发〔2004〕115 号）；
- (22) 《陕西省主体功能区规划》（陕政发〔2013〕15 号）；
- (23) 《陕西省水污染防治工作方案》（陕政发〔2015〕60 号）。

1.3.4 技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

- (2) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- (3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022);
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021);
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境 (试行)》(HJ 964-2018);
- (8) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003);
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018);
- (10) 《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008);
- (11) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002);
- (12) 《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020);
- (13) 《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006);
- (14) 《水利水电工程环境保护设计规范》(SL492-2011);
- (15) 《饮用水源保护区划分技术规范》(HJ 338-2018);
- (16) 《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T 712-2021);
- (17) 《水域纳污能力计算规程》(GB/T25173-2010)。

1.3.5 相关技术报告及文件

- (1) 委托书;
- (2) 甘肃省生态环境厅关于明确白龙江引水工程环境影响评价执行标准的函 (2022 年 7 月);
- (3) 延安市生态环境局关于环境评价执行标准有关问题的复函 (2022 年 6 月);
- (4) 《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》(2022 年 6 月);
- (5) 关于《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》的审查意见 (环审 (2022) 119 号);
- (6) 《嘉陵江水量分配方案》(水利部水资源 (2016) 261 号);
- (7) 《陕西省水利厅关于白龙江引水工程延安市受水区范围及水资源配置意见的报告》(陕水函 (2019) 61 号);

- (8) 《白龙江引水工程可行性研究报告》(2022 年 6 月);
- (9) 水利部关于报送白龙江引水工程可行性研究报告审查意见的函(水规计〔2022〕318 号);
- (10) 《白龙江引水工程甘肃受水区水污染防治规划(2019-2040 年)》(2022 年 5 月);
- (11) 甘肃省人民政府关于白龙江引水工程甘肃受水区水污染防治规划(2019—2040 年)的批复(甘政函〔2022〕80 号);
- (12) 《白龙江引水工程(延安段)受水区水污染防治规划》(2022 年 5 月);
- (13) 延安市人民政府关于白龙江引水工程(延安段)受水区水污染防治规划的批复(延政函〔2022〕89 号);
- (14) 《白龙江引水工程对甘肃多儿国家级自然保护区生物多样性影响评价报告》(2020 年 9 月);
- (15) 《白龙江引水工程对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区生物多样性影响评价报告》(2020 年 9 月);
- (16) 《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(2022 年 8 月);
- (17) 农业农村部长江流域渔政监督管理办公室关于《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》的审查意见(长渔函字〔2022〕99 号);
- (18) 《白龙江引水工程对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(2020 年 10 月);
- (19) 甘肃省农业农村厅关于白龙江引水工程对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告的复函(甘农渔函〔2020〕44 号);
- (20) 《白龙江引水工程穿越平凉市庄浪县云崖寺省级地质公园影响程度评估报告》(2020 年 10 月);
- (21) 甘肃省林业和草原局关于白龙江引水工程穿越庄浪云崖寺省级地质公园影响程度评价报告审查的意见(2020 年 10 月);

(22) 《白龙江引水工程穿越甘肃武山水帘洞省级地质公园影响程度评估报告》(2020年10月);

(23) 甘肃省林业和草原局关于白龙江引水工程穿越武山水帘洞省级地质公园影响程度评价报告审查的意见(2020年10月);

(24) 甘肃省林业和草原局关于白龙江引水工程涉及自然保护地的意见(甘林保函〔2022〕731号);

(25) 甘肃省自然资源厅关于白龙江引水工程穿越生态保护红线的意见(甘资规划函〔2021〕70号);

(26) 《白龙江引水工程穿越武山县饮用水水源保护区工作方案》(2021年5月);

(27) 甘肃省生态环境厅关于白龙江引水工程穿越天水市武山县城区饮用水水源保护区意见的函(甘环函〔2021〕120号);

(28) 《白龙江引水工程穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区工作方案》(2021年5月);

(29) 《白龙江引水工程穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区工作方案》(2021年5月);

(30) 甘肃省生态环境厅关于白龙江引水工程穿越庆阳市西峰区巴家咀水库、华池县鸭儿洼饮用水水源保护区意见的函(甘环函〔2021〕119号);

(31) 关于《白龙江引水工程延安段建设意见》的回复函(延红库函〔2020〕01号);

(32) 延安市生态环境局关于《白龙江引水工程延安段建设意见》的意见(2020年1月);

(33) 关于征求白龙江引水工程延安段建设意见的复函(陕林场字〔2020〕330号);

(34) 延安市自然资源局关于《白龙江引水工程延安段建设意见》征求意见的复函(延市自然资便字〔2021〕99号)。

1.4 功能区划

1.4.1 主体功能区划

根据《全国主体功能区规划》、《甘肃省主体功能区规划》和《陕西省主体功能区规划》，白龙江引水工程涉及的主体功能区详见表 1.4-1。

表 1.4-1 白龙江引水工程涉及主体功能区规划情况

主体功能区	涉及区域	功能定位	发展方向/管制原则
全国主体功能区规划			
国家层面重点开发区域： 关中-天水区域	天水市	西部地区重要的经济中心，全国重要的先进制造业和高新技术产业基地，科技教育、商贸中心和综合交通枢纽，西北地区重要的科技创新基地，全国重要的历史文化基地。	壮大陇海沿线发展主轴，扩大交通通道综合能力，强化产业配套功能，壮大宝鸡、铜川、渭南、商洛、杨凌、兴平、天水等城市的规模，形成西部地区重要的城市群。 加强渭河、泾河、石头河、黑河源头和秦岭北麓等水源涵养区的保护，加强地下水保护，修复水面、湿地、林地、草地，构建以秦岭北麓、渭河和泾河沿岸生态廊道为主体的生态格局。
国家层面限制开发区域（重点生态功能区）：秦巴生物多样性生态功能区	甘南州：迭部县； 陇南市：宕昌县	保障国家生态安全的重要区域，人与自然和谐相处的示范区。	减少林木采伐，恢复山地植被，保护野生物种。
国家层面限制开发区域（重点生态功能区）：黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区	定西市：通渭县； 天水市：张家川回族自治县； 平凉市：庄浪县、静宁县； 庆阳市：庆城县、环县、华池县、镇原县； 延安市：安塞县、志丹县、吴起县		控制开发强度，以小流域为单元综合治理水土流失，建设淤地坝。
国家层面禁止开发区域： 多儿国家级自然保护区、 官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、 腊子口国家森林公园	甘南州：迭部县； 陇南市：宕昌县； 平凉市：庄浪县	我国保护自然文化资源的重要区域，珍稀动植物基因资源保护地。	依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，严格控制人为因素对自然生态和文化自然遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，引导人口逐步有序转移，实现污染物“零排放”，提高环境质量。

主体功能区	涉及区域	功能定位	发展方向/管制原则
甘肃省主体功能区规划			
国家重点开发区域：关中—天水区域的天成（天水—成县、徽县）地区	天水市：秦州区、麦积区	甘肃东部重要的经济文化中心和交通枢纽，西陇海兰新经济带上的重要节点城市，西部重要的装备制造业基地、有色金属资源开发加工基地、历史文化旅游胜地、特色农产品生产加工基地，参与区域合作、承接人口转移、支撑和带动区域经济发展的重要增长极。	突出天水区域中心城市的作用，加快东西交通通道和南北交通、能源通道建设，完善配套基础设施，优化城镇布局，扩大城市规模，促进产业集聚，承接人口转移。
省级重点开发区域：平庆（平凉—庆阳）地区	平凉市：崆峒区、华亭县、泾川县； 庆阳市：西峰区、宁县	国家重要的石油、天然气、煤炭等能源化工基地，甘肃东部重要的城市化、工业化地区，区域性交通枢纽和物流集散地，特色农畜产品加工和出口基地，文化（民俗）产业示范基地，历史文化和红色旅游胜地，支撑全省经济发展和参与区域竞争的新兴工业化地区。	加强基础设施建设，完善城市服务功能，着力培育和发展区域性中心城市，促进产业和人口集聚。 加大水资源和环境保护力度，推进流域综合治理，促进节水型社会建设。
限制开发区域（农产品主产区）：中部重点旱作农业区	定西市：漳县、岷县 天水市：甘谷县、武山县、秦安县、清水县	坚持最严格的耕地保护制度，严格控制建设占用耕地，加强农业基础设施建设，提高农业装备水平，合理确定区域内中小城市和城镇功能定位。	加强农田水利建设，推广节水灌溉技术；采用地膜覆盖等旱作农业技术，培肥地力，提高土地产出能力。
限制开发区域（农产品主产区）：陇东农产品主产区	庆阳市：合水县、正宁县； 平凉市：灵台县、崇信县		以粮食生产为主体，以林牧业和特色农产品加工为两翼，以旱作农业和小流域治理为重点，稳定粮食生产，发挥特色农产品生产优势，建立名优和创汇农产品基地，发展现代农业。

主体功能区	涉及区域	功能定位	发展方向/管制原则
限制开发区域（重点生态功能区）：长江上游“两江一水”流域水土保持与生物多样性生态功能区	甘南州：迭部县； 陇南市：宕昌县	长江上游水源涵养和生态屏障、秦巴生物多样性生态功能区的重要区域。	坚持严格保护、合理利用、休养生息的方针，以构建长江上游生态屏障为重点，加强生态保护，减少与主体功能定位不一致的开发活动。
限制开发区域（重点生态功能区）：陇东黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区	庆阳市：庆城县、镇原县、环县、华池县； 平凉市：庄浪县、静宁县； 天水市：张家川县； 定西市：通渭县	国家黄土高原丘陵沟壑水土保持和重要的生态功能区。	坚持“防治结合、保护优先、强化治理”的水土保持方针，加快林草植被恢复和生态系统的改善；加强基础设施和公共服务设施建设。
禁止开发区域：各类环境敏感区	甘南州：迭部县； 陇南市：宕昌县； 定西市：漳县； 平凉市：崇信县、庄浪县； 天水市：武山县； 庆阳市：西峰区、华池县	点状分布的生态功能区，文化自然遗产保护的重要区域，珍稀动植物基因资源保护地。	完善相关法规、政策和加强管理，严格禁止人类活动对自然文化遗产的干扰与破坏，实施强制性保护，有限发展与禁止开发区域功能定位相容的相关产业，保护自然遗产和文化遗产。
陕西省主体功能区规划			
省级重点开发区域：延安区块	延安市：宝塔区	陕北能源化工基地重要组成部分，区域性石油化工服务基地、特色农产品生产加工基地，全国重要的红色旅游及陕北民俗文化旅游中心，全省统筹城乡发展示范区。	构建以延安为中心，以甘泉县城及区域内部分重点乡镇为支撑，以主要交通走廊为轴线的空间开发格局。巩固和扩大退耕还林（草）成果，加大公益林建设力度，构建延河及交通干线绿色生态景观带，改善区域生态环境。
限制开发区域（国家层面重点生态功能区）：黄土高原丘陵沟壑水土流失防治区	延安市：吴起县、志丹县、安塞县	防治水土流失、维护生态安全。	开展小流域综合治理和淤地坝系建设，实施封山禁牧，恢复退化植被。加强幼林抚育管护，巩固和扩大退耕还林（草）成果，促进生态系统恢复。

主体功能区	涉及区域	功能定位	发展方向/管制原则
禁止开发区域：陕西省吴起退耕还林森林公园、陕西北洛河湿地、红庄水库水源地保护区	延安市：吴起县、志丹县、宝塔区	保护自然文化资源的重要区域，珍稀动植物基因资源保护地。	依据法律法规和相关规划实施强制性保护，严格控制人为因素对自然生态和文化自然遗产原真性、完整性的干扰，严禁不符合主体功能的开发活动，引导人口逐步有序转移，实现环境污染“零排放”，提高生态环境质量。

1.4.2 生态功能区划

(1) 全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划（修编版）》，白龙江引水工程涉及的生态功能区详见表 1.4-2。

表 1.4-2 白龙江引水工程涉及全国生态功能区划情况

一级区	二级区	三级区	主要生态问题	主要保护方向	备注
I 生态调节功能区	I -01 水源涵养功能区	I -01-37 六盘山水源涵养与生物多样性保护功能区	人类活动干扰强度大；生态系统结构简单，生态系统质量低，水源涵养功能衰退；森林资源过度开发、天然草原过度放牧等导致植被破坏、水土流失与土地沙化严重；湿地萎缩、面积减少；冰川后退，雪线上升。	对重要水源涵养区建立生态功能保护区，加强对水源涵养区的保护与管理，严格保护具有重要水源涵养功能的自然植被，限制或禁止各种损害生态系统水源涵养功能的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、过度放牧、道路建设等。	
	I -02 生物多样性保护功能区	I -02-12 秦岭山地生物多样性保护与水源涵养功能区	人口增加以及农业和城镇扩张，交通、水电水利设施建设、矿产资源开发，过度放牧、生物资源过度利用，外来物种入侵等，导致生物资源退化，以及森林、草原、湿地等自然栖息地遭到破坏，栖息地破碎化严重；生物多样性受到严重威胁，部分野生动植物物种濒临灭绝。	开展生物多样性资源调查与监测，评估生物多样性保护状况、受威胁原因。禁止对野生动植物进行滥捕、乱采、乱猎。保护自然生态系统与重要物种栖息地，限制或禁止各种损害栖息地的经济社会活动和生产方式，如无序采矿、毁林开荒、湿地和草地开垦、道路建设等。防止生态建设导致栖息环境的改变。	属于全国重要生态功能区 “秦岭一大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区”
	I -03 水土保持功能区	I -03-18 陕北黄土丘陵沟壑水土保持功能区 I -03-20 陇东-宁南水土保持功能区	不合理的土地利用，特别是陡坡开垦、森林破坏、草原过度放牧，以及交通建设、矿产开发等人为活动，导致地表植被退化、水土流失加剧和石漠化危害严重。	全面实施保护天然林、退耕还林、退牧还草工程，严禁陡坡垦殖和过度放牧。 在水土流失严重并可能对当地或下游造成严重危害的区域实施水土保持工程，进行重点治理。	属于全国重要生态功能区 “黄土高原水土保持重要区”

一级区	二级区	三级区	主要生态问题	主要保护方向	备注
II 产品提供功能区	II-01 农产品提供功能区	II-01-37 陇中-宁南农产品提供功能区	农田侵占、土壤肥力下降、农业面源污染严重；在草地畜牧业区，过度放牧，草地退化沙化，抵御灾害能力低。	严格保护基本农田，培养土壤肥力。 加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。 加强水利建设，大力发展节水农业；种养结合，科学施肥。	

(2) 甘肃省和陕西省生态功能区划

根据《甘肃省生态功能区划》和《陕西省生态功能区划》，白龙江引水工程共涉及 13 个生态功能区，详见表 1.4-3。

表 1.4-3 白龙江引水工程涉及省级生态功能区划情况

编号	生态功能区	区域位置	主导功能	生态敏感性	保护与发展
甘肃省生态功能区划					
III-07-01-01	白龙江上游针叶林水源涵养与生物多样性保护生态功能区	迭部，舟曲	水源涵养	生物多样性保护极敏感区	该区目前受人类活动影响较小，自然环境保持较完整，是重要的水源涵养和生物多样性保护区。
III-04-02-05	临潭—卓尼山地农牧业与森林恢复生态功能区	临潭，岷县	其他	生物多样性保护极敏感区	应合理调整农林牧用地的比例，搞好水土保持工作，在建设基本农田同时，积极封山育林，植树造林，促使森林植被的恢复。
I-15-01-02	北秦岭西部水源涵养生态功能区	岷县东部，礼县西部和武山南部	水源涵养	土壤侵蚀中度敏感区	水源涵养。
I-15-01-3	天水南部农林业生态功能区	北道区和秦州区的北部	其他	东部为土壤侵蚀重要地区	林区应进一步保护和抚育现有的次生林；低山丘陵区大力发展多种经营，保持水土，改善生态环境；川地以提高土地生产力和推广农业先进技术，实行集约经营，保障对城市粮、菜、副食品的供应。
I-12-07-01	黄土丘陵东部强烈侵蚀农业生态功能区	秦安、甘谷、清水、武山等县区的全部或部分，静宁、庄浪，通渭、安定、陇西，会宁等	土壤保持	土壤侵蚀极敏感或高度敏感区	应以控制水土流失为重点，开展生态环境综合治理，建设高标准的基本农田，发展集雨农业，积极退耕还林还草。

编号	生态功能区	区域位置	主导功能	生态敏感性	保护与发展
I -12-06-03	六盘山、关山森林水源涵养生态功能区	庄浪东部，张家川东部，华亭西部和北部	水源涵养	水源涵养极敏感区	积极保护和恢复次生林，营造人工林，提高植被覆盖率。
I -12-06-05	华亭农业生态功能区	华亭县	水源涵养	水源涵养极敏感区	华亭矿区要积极做好植被的恢复和煤矿废弃物的处置，恢复生态环境。
I -12-04-02	环县黄土丘陵、滩地强烈水土流失牧农生态功能区	庆阳市的环县和华池县	土壤保持	土壤侵蚀极敏感	建设基本农田，禁止随意开垦土地，大力营造灌木防护林和人工草地，发展舍饲和半舍饲养殖，恢复天然草原植被，控制土壤侵蚀。
I -12-04-09	黄土残塬旱作农业强烈水土流失生态功能区	合水西部，庆城县东部，镇原县南部，西峰区，泾川和灵台县	土壤保持	土壤侵蚀极敏感	发展旱作农业为主，提高农作物抗旱能力和增强土壤肥力，塬边和沟谷应根据地形特征大力营造各类防护林、经济林和人工草地，控制水土流失。
I -15-01-04	岷宕山地农业与水土保持生态功能区	岷县中部和宕昌县北部	土壤保持	土壤侵蚀中度敏感区	保护耕地，恢复和发展森林，控制水土流失。
I -15-01-01	漳县、武山农林与水土保持生态功能区	漳县以及武山北部	土壤保持	土壤侵蚀中等敏感区	南部应以次生林的保护和恢复为主，中北部营造人工林，发展经济林，保持水土，改善农业生态环境。
陕西省生态功能区划					
I -12-02-11	白于山南侧水土保持控制生态功能区	吴起县、志丹县	土壤保持	水土流失极-高度敏感	延河、洛河的上游，开展生态建设，沟谷壩地建设基本农田，坡地退耕还林还草，发展人工草地和特色经济林木。
I -12-02-09	黄土梁峁沟壑水土流失控制生态功能区	志丹县、安塞县、宝塔区	土壤保持	土壤侵蚀极敏感-高度敏感	实施不同尺度流域综合治理，控制水土流失，发展以旱作农业和林果为主的特色经济。

1.4.3 水环境功能区划

(1) 水源及下游区水功能区划

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030）》和《甘肃省地表水功能区划（2012-2030年）》，白龙江干流及其主要支流白水江、达拉河、腊子沟、岷江、拱坝河共划分 16 个水功能区，水源及下游区共涉及 6 个水功能区。水功能

区划分情况及水质目标详见表 1.4-4，其中坝址和淹没区涉及序号 1 和 6、减水影响河段涉及序号 2~5。

表 1.4-4 水源及下游区水功能区划表

序号	水功能区		河流/湖库	起始断面	终止断面	长度(km)	水质目标	工程涉及情况
	一级	二级						
1	白龙江迭部舟曲保留区		白龙江	达木	立节	149	II~III	坝址和淹没区
2	白龙江舟曲、武都开发利用区	白龙江舟曲、宕昌、武都工业、农业用水区	白龙江	立节	两水镇	83	III	坝下减水河段
3		白龙江武都饮用、农业用水区	白龙江	两水镇	灰崖子	9.5	III	
4		白龙江武都工业、农业用水区	白龙江	灰崖子	东江	4.5	III	
5	白龙江武都广元保留区		白龙江	东江	昭化	243	III	
6	腊子沟迭部源头水保护区		腊子沟	源头	入白龙江口	43	II	坝址和淹没区

(2) 输水线路区和受水区水功能区划

根据《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030）》和《甘肃省地表水功能区划（2012-2030 年）》、《陕西省水功能区划》，输水线路区和受水区涉及的水功能区详见表 1.4-5 和表 1.4-6。

表 1.4-5 甘肃段输水线路和受水区水功能区划表

序号	水功能区		河流/湖库	起始断面	终止断面	长度(km)	水质目标	工程涉及情况
	一级	二级						
1	岷江宕昌源头水保护区		岷江	源头	南河	31	II	输水线路
2	渭河定西、天水开发利用区	渭河陇西、武山工业、农业用水区	渭河	秦祁河入口	榜沙河入口	60	III	受水区
3		渭河武山工业、农业用水区	渭河	榜沙河入口	大南河入口	30	III	输水线路+受水区
4		渭河武山、甘谷工业、农业用水区	渭河	大南河入口	渭水峪	45	III	输水线路+受水区
5		渭河甘谷、秦城工业、农业用水区	渭河	渭水峪	藉河入口	65	III	受水区
6		渭河秦城、麦积排污控制区	渭河	藉河入口	社堂	10	III	受水区
7		渭河秦城过渡区	渭河	社堂	伯阳	14	III	受水区

序号	水功能区		河流/ 湖库	起始 断面	终止 断面	长度 (km)	水质 目标	工程涉 及情况
	一级	二级						
8		渭河秦城农业用水区	渭河	伯阳	太碌	30	III	受水区
9	渭河甘陕缓冲区		渭河	太碌	颜家河	83	III	受水区
10	榜沙河岷县、漳县 源头水保护区		榜沙河	源头	东泉	72	II	输水线路
11	榜沙河漳县、武山 开发利用区	榜沙河漳县、武山 工业、农业用水区	榜沙河	东泉	入渭口	30.6	III	输水线路 +受水区
12	漳河漳县、武山开 发利用区	漳河漳县、武山农 业用水区	漳河	殪虎桥	入榜沙 河口	45	III	输水线路 +受水区
13	山丹河岷县、武山 保留区		山丹河	源头	入渭口	50	III	受水区
14	大南河岷县、武山 保留区		大南河	源头	入渭口	60	III	受水区
15	散渡河通渭、甘谷 开发利用区	散渡河通渭、甘谷 农业用水区	散渡河	锦屏	入渭口	126	III	输水线路
16	葫芦河静宁、庄	葫芦河静宁、庄浪 工业、农业用水区	葫芦河	静宁水 文站	高家峡	93	III	输水线路
17	浪、秦安、秦城开 发利用区	葫芦河静宁、秦 安、秦城工业、农 业用水区	葫芦河	高家峡	入渭口	85	III	受水区
18	水洛河庄浪、静宁 开发利用区	水洛河庄浪、静宁 农业用水区	水洛河	良邑	入清水 河口	44.6	III	输水线路 +受水区
19	耨河甘谷、秦城源 头水保护区		耨河	源头	耨口	44	II	输水线路 +受水区
20	耨河秦城开发利用	耨河秦城饮用水源 区	耨河	耨口	西十里	16	II	受水区
21	区	耨河秦城工业、农 业用水区	耨河	西十里	入渭口	21.2	III	受水区
22	南沟河秦城源头水 保护区		南沟河	源头	皂郊	16	II	受水区
23	南沟河秦城开发利 用区	南沟河秦城工业、 农业用水区	南沟河	皂郊	入耨河 口	12	III	受水区
24	牛头河清水源头水 保护区		牛头河	源头	白沙	29.4	II	受水区
25	牛头河清水、麦积 开发利用区	牛头河麦积工业、 农业用水区	牛头河	白沙	入渭口	56.5	III	受水区
26	汤浴河张家川、清 水保留区		汤浴河	源头	入牛头 河口	37.9	III	受水区

序号	水功能区		河流/ 湖库	起始 断面	终止 断面	长度 (km)	水质 目标	工程涉 及情况
	一级	二级						
27	樊河张家川、清水 保留区		樊河	源头	入牛头 河口	53.2	III	受水区
28	后川河张家川开发 利用区	后川河张家川饮用 水源区	后川河	源头	东峡水 库	12	II	受水区
29		后川河张家川工 业、农业用水区	后川河	东峡水 库	入牛头 河口	49.6	III	输水线路 +受水区
30	永川河麦积源头水 保护区		永川河	源头	甘泉镇	14	II	受水区
31	永川河麦积开发利 用区	永川河麦积饮用 水源区	永川河	甘泉镇	入渭口	11	II	受水区
32	通关河甘陕缓冲区		通关河	源头 (马鹿 乡)	入渭口	60	III	受水区
33	千河甘陕源头水保 保护区		千河	源头	固关	41.1	II	受水区
34	泾河甘肃开发利用 区	泾河崆峒、泾川工 业、农业用水区	泾河	崆峒峡	泾川桥	75.5	III	输水线路 +受水区
35		泾河泾川、宁县农 业用水区	泾河	泾川桥	长庆桥	59.5	III	输水线路 +受水区
36	泾河甘陕缓冲区		泾河	长庆桥	胡家河 村	43.1	IV	受水区
37	小路河崆峒保留区		小路河	源头	入泾河 口	45	III	输水线路 +受水区
38	大路河崆峒保留区		大路河	源头	入泾河 口	45	III	输水线路 +受水区
39	汭河华亭源头水保 保护区		汭河	源头	蒲家庆	25	II	受水区
40	汭河华亭、崇信、 泾川开发利用区	汭河华亭、崇信、 泾川农业用水区	汭河	蒲家庆	入泾河 口	70	III	输水线路 +受水区
41	石堡子河华亭开发 利用区	石堡子河华亭工 业、农业用水区	石堡子 河	源头	入汭河 口	36	III	受水区
42	洪河镇原、泾川保 留区		洪河	惠沟	入泾河 口	117	III	输水线路 +受水区
43	蒲河宁甘源头水保 保护区		蒲河	源头	三岔	72.9	II	受水区
44	蒲河镇原、西峰、 泾川、宁县开发利 用区	蒲河镇原、西峰饮 用水源区	蒲河	三岔	巴家咀 水库	68.9	III	输水线路 +受水区
45		蒲河西峰、镇原、 泾川、宁县农业用 水区	蒲河	巴家咀 水库	入泾河 口	62.2	III	受水区

序号	水功能区		河流/ 湖库	起始 断面	终止 断面	长度 (km)	水质 目标	工程涉 及情况
	一级	二级						
46	大黑河环县、庆城、西峰开发利用区	大黑河环县、庆城、西峰饮用水源、农业用水区	大黑河	源头	入蒲河口	52	II	输水线路+受水区
47	茹河宁甘缓冲区		茹河	城阳	王风沟坝址	29.6	IV	受水区
48	茹河镇原保留区		茹河	王风沟坝址	入蒲河口	65.1	III	输水线路+受水区
49	马莲河定边源头水保护区		马莲河	源头	洪德站	99.7	III	受水区
50	马莲河环县、庆城、合水、宁县开发利用区	马莲河环县、庆城、合水、宁县工业、农业用水区	马莲河	洪德站	入泾河口	275.1	IV	输水线路+受水区
51	柔远川华池、庆城开发利用区	柔远川华池、庆城工业、农业用水区	柔远川	源头	入马莲河口	80	III	输水线路+受水区
52	元城川华池开发利用区	元城川华池工业、农业用水区	元城川	铁角城	入柔远川口	50	III	输水线路+受水区
53	四郎河正宁开发利用区	四郎河正宁农业用水区	四郎河	源头	罗川	46	III	受水区
54	四郎河甘陕缓冲区		四郎河	罗川	入泾河口	30	III	受水区
55	黑河华亭源头水保护区		黑河	源头	神峪	23	III	输水线路+受水区
56	黑河华亭、崇信、灵台、泾川开发利用区	黑河华亭、崇信、灵台、泾川农业用水区	黑河	神峪	梁河	100.8	III	受水区
57	黑河甘陕缓冲区		黑河	梁河	达溪河入口	30	III	受水区
58	达溪河崇信、灵台开发利用区	达溪河崇信、灵台工业、农业用水区	达溪河	源头	灵台	67	III	受水区
59	达溪河甘陕缓冲区		达溪河	灵台	甘陕省界	17	III	受水区

表 1.4-6 延安段输水线路和受水区水功能区划表

序号	水功能区		河流/ 湖库	起始 断面	终止 断面	水质 目标	工程涉 及情况
	一级	二级					
1	吴旗源头水保护区		北洛河	源头	吴旗	III	受水区
2	延安保留区		北洛河	吴旗	富县	III	受水区
3	志丹保留区		周河	源头	入洛口	III	输水线路+受水区
4	安塞源头水保护区		延河	源头	龙安	III	受水区

序号	水功能区		河流/ 湖库	起始 断面	终止 断面	水质 目标	工程涉 及情况
	一级	二级					
5	延安开发利用区	延安饮用、工业、 农业用水区	延河	龙安	西川入口	III	受水区
6		延安景观用水区	延河	西川入口	川口	III	受水区
7		延安排污控制区	延河	川口	朱家沟	IV	受水区
8		延安工业、农业用水区	延河	朱家沟	姚店	III	受水区
9		延安排污控制区	延河	姚店	房子沟	IV	受水区
10		延安过渡区	延河	房子沟	甘谷驿	III	受水区
11	安塞保留区		杏子河	源头	杏河镇	III	受水区
12	安塞开发利用区	安塞饮用、工业、 农业用水区	杏子河	杏河镇	入延河口	III	输水线路 +受水区
13	延安开发利用区	延安饮用、农业用水区	西川河	源头	入延河口	III	输水线路 +受水区

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

(1) 地表水

根据甘肃省生态环境厅和延安市生态环境局关于本项目环境影响评价执行标准确认函，评价范围内水源及下游区白龙江干流水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，腊子沟水质执行II类标准；输水线路及受水区岷江、榜沙河源头、藉河源头、南沟河源头、牛头河源头、后川河源头、永川河、千河、汭河源头、蒲河源头、大黑河水质执行II类标准，渭河、泾河、延河等其他河流水质执行III类~IV类标准。相关标准值详见表 1.5-1。

表 1.5-1 地表水环境执行标准值

单位：mg/L

序号	项目	II类	III类	IV类
1	水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在： 周平均最大温升≤1 周平均最大温降≤2		
2	pH 值（无量纲）	6~9		
3	溶解氧≥	6	5	3
4	高锰酸盐指数≤	4	6	10
5	化学需氧量（COD）≤	15	20	30
6	五日生化需氧量（BOD ₅ ）≤	3	4	6
7	氨氮（NH ₃ -N）≤	0.5	1	1.5

序号	项目	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类
8	总磷（以 P 计）≤	0.1 （湖、库 0.025）	0.2 （湖、库 0.05）	0.3 （湖、库 0.1）
9	总氮（湖、库，以 N 计）≤	0.5	1	1.5
10	铜≤	1	1	1
11	锌≤	1	1	2
12	氟化物（以 F 计）≤	1	1	1.5
13	硒≤	0.01	0.01	0.02
14	砷≤	0.05	0.05	0.1
15	汞≤	0.00005	0.0001	0.001
16	镉≤	0.005	0.005	0.005
17	铬（六价）≤	0.05	0.05	0.05
18	铅≤	0.01	0.05	0.05
19	氰化物≤	0.05	0.2	0.2
20	挥发酚≤	0.002	0.005	0.01
21	石油类≤	0.05	0.05	0.5
22	阴离子表面活性剂≤	0.2	0.2	0.3
23	硫化物≤	0.1	0.2	0.5

（2）地下水

评价范围内地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅲ类标准，相关的水质指标及限值详见表 1.5-2。

表 1.5-2 地下水环境执行标准限值 单位：mg/L（pH 除外）

序号	指标	Ⅲ类标准限值
1	pH	6.5≤pH≤8.5
2	总硬度（以 CaCO ₃ 计）≤	450
3	溶解性总固体≤	1000
4	硫酸盐≤	250
5	氯化物≤	250
6	铁≤	0.3
7	锰≤	0.10
8	挥发性酚类（以苯酚计）≤	0.002
9	耗氧量（COD _{Mn} 法，以 O ₂ 计）≤	3.0
10	氨氮（以 N 计）≤	0.50
11	亚硝酸盐（以 N 计）≤	1.0
12	硝酸盐（以 N 计）≤	20.0
13	氰化物≤	0.05
14	氟化物≤	1.0
15	汞≤	0.001

序号	指标	III类标准限值
16	砷 \leq	0.01
17	镉 \leq	0.005
18	铬（六价） \leq	0.05
19	铅 \leq	0.01

(3) 土壤

评价范围内农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中风险筛选值，见表 1.5-3；建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值，见表 1.5-4。

表 1.5-3 农用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH \leq 5.5	5.5<pH \leq 6.5	6.5<pH \leq 7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300
9	六六六总量		0.10			
10	滴滴涕总量		0.10			

表 1.5-4 建设用地土壤污染风险筛选值 单位：mg/kg

序号	污染物项目	筛选值
		第二类用地
1	砷	60
2	镉	65

序号	污染物项目	筛选值
		第二类用地
3	铬（六价）	5.7
4	铜	18000
5	铅	800
6	汞	38
7	镍	900
8	四氯化碳	2.8
9	氯仿	0.9
10	氯甲烷	37
11	1,1-二氯乙烷	9
12	1,2-二氯乙烷	5
13	1,1-二氯乙烯	66
14	顺-1,2-二氯乙烯	596
15	反-1,2-二氯乙烯	54
16	二氯甲烷	616
17	1,2-二氯丙烷	5
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8
20	四氯乙烯	53
21	1,1,1-三氯乙烷	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8
23	三氯乙烯	2.8
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5
25	氯乙烯	0.43
26	苯	4
27	氯苯	270
28	1,2-二氯苯	560
29	1,4-二氯苯	20
30	乙苯	28
31	苯乙烯	1290
32	甲苯	1200
33	间-二甲苯+对-二甲苯	570
34	邻二甲苯	640
35	硝基苯	76
36	苯胺	260
37	2-氯酚	2256
38	苯并[a]蒽	15
39	苯并[a]芘	1.5

序号	污染物项目	筛选值
		第二类用地
40	苯并[b]荧蒽	15
41	苯并[k]荧蒽	151
42	蒽	1293
43	二苯并[a,h]蒽	1.5
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15
45	苯	70

(4) 大气环境

评价范围内多儿国家级自然保护区、阿夏省级自然保护区、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区等需特殊保护区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准,其他区域环境空气质量执行二级标准,见表 1.5-5。

表 1.5-5 环境空气质量执行标准值

项目	单位	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
SO ₂	μg/m ³	年平均	20	60
		24 小时平均	50	150
		1 小时平均	150	500
NO ₂	μg/m ³	年平均	40	40
		24 小时平均	80	80
		1 小时平均	200	200
CO	mg/m ³	24 小时平均	4	4
		1 小时平均	10	10
O ₃	μg/m ³	日最大 8 小时平均	100	160
		1 小时平均	160	200
PM ₁₀		年平均	40	70
		24 小时平均	50	150
PM _{2.5}		年平均	15	35
		24 小时平均	35	75
TSP		年平均	80	200
		24 小时平均	120	300

(5) 声环境

声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的相应标准,其中:农村执行 1 类标准,乡镇及居住、商业、工业混杂区执行 2 类标准,交通干线两侧执行 4 类标准。各标准值见表 1.5-6。

表 1.5-6 声环境质量评价执行标准限值

单位: dB (A)

标准类别		昼间	夜间
1		55	45
2		60	50
4	4a	70	55
	4b	70	60

1.5.2 污染物排放标准

(1) 废水

工程建设区涉及的水体为Ⅱ类~Ⅳ类,涉及Ⅱ类水体的工程禁止排放废污水,废污水经处理达标后全部综合利用。涉及Ⅲ类和Ⅳ类水体的工程施工期废污水原则上经处理达标后综合利用,不外排,处理后综合利用的参照执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2021);对超出消纳量的,甘肃段排入Ⅲ类水体执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准,排入Ⅳ类水体执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)二级标准,延安段排放执行《陕西省黄河流域污水综合排放标准》(DB 61/224-2018)。相关标准值详见表 1.5-7~表 1.5-10。

表 1.5-7 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》限值

用途	项目	标准值
车辆冲洗	pH	6.0~9.0
	浊度/NTU≤	5
	BOD ₅ / (mg/L) ≤	10
	氨氮/ (mg/L) ≤	5
	阴离子表面活性剂/ (mg/L) ≤	0.5
道路清扫、建筑施工	pH	6.0~9.0
	浊度/NTU≤	10
	BOD ₅ / (mg/L) ≤	10
	氨氮/ (mg/L) ≤	8
	阴离子表面活性剂/ (mg/L) ≤	0.5

表 1.5-8 《农田灌溉水质标准》限值

用途	项目	标准值
水田作物灌溉	pH	5.5~8.5
	悬浮物/ (mg/L) ≤	80
	BOD ₅ / (mg/L) ≤	60
	COD _{Cr} / (mg/L) ≤	150

用途	项目	标准值
	阴离子表面活性剂/ (mg/L) ≤	5
旱地作物灌溉	pH	5.5~8.5
	悬浮物/ (mg/L) ≤	100
	BOD ₅ / (mg/L) ≤	100
	COD _{Cr} / (mg/L) ≤	200
	阴离子表面活性剂/ (mg/L) ≤	8

表 1.5-9 《污水综合排放标准》最高允许排放浓度

项目	一级标准值	二级标准值
pH	6.0~9.0	6.0~9.0
悬浮物/ (mg/L) ≤	70	150
BOD ₅ / (mg/L) ≤	20	30
COD/ (mg/L) ≤	100	150
石油类/ (mg/L) ≤	5	10
氨氮/ (mg/L) ≤	15	25
阴离子表面活性剂/ (mg/L) ≤	5	10

表 1.5-10 《陕西省黄河流域污水综合排放标准》排放限值

项目	标准值
COD/ (mg/L) ≤	50
BOD ₅ / (mg/L) ≤	20
氨氮/ (mg/L) ≤	8
总氮/ (mg/L) ≤	15
总磷/ (mg/L) ≤	0.5
石油类/ (mg/L) ≤	3

(2) 废气

工程仅施工期产生大气污染物, 执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中的无组织排放监控浓度限值。具体见表 1.5-11。

表 1.5-11 大气污染物排放标准 单位: mg/m³

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度
二氧化硫	周界外浓度最高点	0.4
氮氧化物		0.12
颗粒物		1.0

(3) 噪声

施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 具体见表 1.5-12。

运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)

1、2 类区标准，具体见表 1.5-13。

表 1.5-12 建筑施工场界环境噪声排放标准限值

项目	昼间	夜间
标准值 (dB(A))	70	55
	夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB(A)。	

表 1.5-13 工业企业厂界环境噪声排放限值

项目	昼间	夜间
1 类区标准限值 (dB(A))	55	45
2 类区标准限值 (dB(A))	60	50

(4) 固体废物

一般固体废物执行《一般固体废物分类与代码》(GB/T39198-2020) 和《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020); 危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其 2013 年修改单。

1.6 评价工作等级

1.6.1 地表水环境

本工程施工期产生废污水，运行期将产生水文情势、水质的影响，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)，工程地表水环境影响属于水污染影响型和水文要素影响型两者兼有的复合影响型，故按水污染影响型和水文要素影响型分别确定评价等级并开展评价。水污染影响型建设项目根据排放方式和废水排放量划分评价等级，见表 1.6-1；水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定，见表 1.6-2。

表 1.6-1 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/ (m³/d); 水污染物当量数 W/ (无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

表 1.6-2 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容之比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$ ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 $R/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 $A1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A2/\text{km}^2$	
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A1 \geq 0.3$ ；或 $A2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A1 \geq 0.5$ ；或 $A2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $10 > R > 5$	$0.3 > A1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A1 > 0.15$ ；或 $3 > A2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ；或混合型	$\beta \leq 2$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.05$ ；或 $A2 \leq 0.2$ ；或 $R \leq 5$	$A1 \leq 0.15$ ；或 $A2 \leq 0.5$

本项目施工期生产废水主要来自砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌合系统冲洗废水、机械车辆维修冲洗含油废水、隧洞排水和基坑排水等，生活污水主要来自施工人员日常生活。砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌合系统冲洗废水、机械车辆维修冲洗含油废水、基坑排水和生活污水经处理后全部综合利用；隧洞排水排水量较大，经处理后优先回用，不能回用的经处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）和《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB 61/224-2018）后排放，经估算隧洞排水最大排放量约为 $56275.82\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为悬浮物，水污染物最大当量数 W 约为 3.5×10^5 。因此，工程按照水污染影响型评价等级为一级。

水源工程为新建代古寺枢纽，总库容 4.08 亿 m^3 ，坝址多年平均径流量为 21.65 亿 m^3 ，年径流量与总库容比值 α 为 5.31；兴利库容 3.25 亿 m^3 ，兴利库容与年径流量百分比 β 为 15.01；取水量 $7.74 \text{ 亿 m}^3/\text{a}$ ，取水量占多年平均径流量百分比 γ 为 35.8； $A1=0.033 < 0.05$ ， $A2=0.078 < 0.2$ 。因此，水源及下游区地表水环境按照水文要素影响型评价等级为一级。

受水区主要河流渭河径流量变化占多年平均径流量百分比 γ 约为 1，小于 10，评价等级应为三级，但工程影响范围涉及饮用水水源保护区，评价等级不应低于

二级；由于本工程输水沿线及受水区涉及县市较多，部分受水区河流现状水质较差，且工程涉及饮用水水源保护区。因此，受水区地表水环境评价等级为一级。

1.6.2 地下水环境

根据地下水环境影响识别结果，确定本次评价对象主要为水库、隧洞及埋管等，参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）评价工作等级分级表，确定项目评价工作等级。

（1）项目类型

依据项目的类型，参照地下水导则附录 A，白龙江引水工程属于水利行业中的引水工程，为Ⅲ类建设项目。

（2）各工程内容涉及敏感区情况

1) 水源水库环境敏感情况

表 1.6-3 水源水库工程敏感程度表

工程内容	名称	总库容 (m ³)	敏感程度
水源水库	代古寺水库工程	4.08 亿	不敏感

2) 隧洞环境敏感情况

根据项目工程总布置结合野外工作调查成果，隧洞工程环境敏感程度情况见表 1.6-4、表 1.6-5。

表 1.6-4 总干线隧洞敏感程度汇总表

工程内容	隧洞编号	长度 (m)	环境敏感程度
总干线	DZ-1#隧洞	99352	较敏感
	DZ-2#隧洞	1359	较敏感
	DZ-3#隧洞	17200.29	较敏感
	DZ-4#隧洞	26637	较敏感
	DZ-5#隧洞	4703	较敏感
	DZ-6#隧洞	10425	较敏感
	DZ-7#隧洞	17223	较敏感
	DZ-8#隧洞	3185	较敏感
	DZ-9#隧洞	2374	较敏感
	DZ-10#隧洞	2283	较敏感
	DZ-11#隧洞	8052	较敏感
	DZ-12#隧洞	3196	较敏感
	DZ-13#隧洞	2914	较敏感
	DZ-14#隧洞	2547	较敏感

工程内容	隧洞编号	长度 (m)	环境敏感程度
	DZ-15#隧洞	857	不敏感
	DZ-16#隧洞	1072	较敏感
	DZ-17#隧洞	6511	较敏感
	DZ-18#隧洞	6556	较敏感
	DZ-19#隧洞	4535	较敏感
	ZQ-1#隧洞	1848.54	较敏感
	ZQ-2#隧洞	55928.67	较敏感
	ZQ-3#隧洞	17626.4	较敏感
	ZQ-4#隧洞	3179.81	较敏感
	ZQ-5#隧洞	1508.7	不敏感
	ZQ-6#隧洞	875.29	不敏感
	ZQ-7#隧洞	208	不敏感
	ZQ-8#隧洞	547.01	不敏感
	ZQ-9#隧洞	645.2	较敏感
	ZQ-10#隧洞	4835.57	较敏感
	ZQ-11#隧洞	293.16	不敏感
	ZQ-12#隧洞	1175.13	较敏感
	ZQ-13#隧洞	855.21	不敏感
	ZQ-14#隧洞	321.89	不敏感
	ZQ-15#隧洞	289.25	较敏感
	ZQ-16#隧洞	499.7	较敏感
	ZQ-17#隧洞	640.11	不敏感
	ZQ-18#隧洞	1079.41	不敏感
	ZQ-19#隧洞	111.8	不敏感
	ZQ-20#隧洞	1003.47	不敏感
	ZQ-21#隧洞	656.79	较敏感
	ZQ-22#隧洞	350.09	不敏感
	ZQ-23#隧洞	349.7	较敏感
	ZQ-24#隧洞	1009.1	较敏感
	ZQ-25#隧洞	847.88	较敏感
	ZQ-26#隧洞	2665	较敏感
	ZQ-27#隧洞	3164.8	较敏感
	ZQ-28#隧洞	2608.61	较敏感
	ZQ-29#隧洞	977.3	较敏感
	ZQ-30#隧洞	2339.5	较敏感
	ZQ-31#隧洞	698.8	较敏感
	ZQ-32#隧洞	2177.4	不敏感
	ZQ-33#隧洞	314.79	较敏感

工程内容	隧洞编号	长度 (m)	环境敏感程度
	ZQ-34#隧洞	306.62	不敏感
	ZQ-35#隧洞	481.38	不敏感
	ZQ-36#隧洞	970.5	不敏感
	ZQ-37#隧洞	1239.5	不敏感
	ZQ-38#隧洞	729.4	不敏感

表 1.6-5 干线隧洞敏感程度汇总表

工程内容	隧洞编号	长度 (m)	环境敏感程度
天水一干线及分干	TS1#隧洞	389.01	不敏感
	TS2#隧洞	1521.53	不敏感
	TS3#隧洞	854.32	不敏感
	TS4#隧洞	400.94	不敏感
	TS5#隧洞	352.3	不敏感
	TS6#隧洞	994.86	不敏感
	TS7#隧洞	1841.45	不敏感
	TS8#隧洞	4854.44	不敏感
	TS9#隧洞	8736.6	不敏感
	1#穿管隧洞	247.978	不敏感
天水二干线及分干	ZQ 隧洞	1838.77	不敏感
	QS1#隧洞	2287.638	不敏感
	QS2#隧洞	6009.367	不敏感
	QS3#隧洞	1402.178	不敏感
平凉一干线及分干	PLY1#隧洞	2.32	不敏感
	PLY2#隧洞	1.43	不敏感
	PLY3#隧洞	0.99	不敏感
	PLY4#隧洞	1.83	不敏感
	PLY1#穿管隧洞	567	不敏感
	PLY2#穿管隧洞	1667	不敏感
	PLY3#穿管隧洞	1659	不敏感
华池干线	HC1#隧洞	575	不敏感
	HC2#隧洞	510	不敏感
延安干线及分干	YA1#隧洞	3364	较敏感
	YA2#隧洞	1060	不敏感
	YA3#隧洞	959	不敏感
	YA4#隧洞	1415	不敏感
	YA5#隧洞	1680	不敏感
	YA6#隧洞	3245	较敏感
	YA7#隧洞	525	不敏感
	YA8#隧洞	835	较敏感

工程内容	隧洞编号	长度 (m)	环境敏感程度
	YA9#隧洞	778	不敏感
	SYA1#隧洞	27960	较敏感
	SYA2#隧洞	975	较敏感
	1#穿管隧洞	2530	不敏感
	SYA3#隧洞	13315	较敏感
	SYA4#隧洞	5320	不敏感
	SYA5#隧洞	1065	不敏感
	SYA6#隧洞	250	不敏感
	SYA7#隧洞	1215	不敏感
	SYA8#隧洞	405	不敏感
	SYA9#隧洞	440	不敏感
	SYA10#隧洞	18903	较敏感
	SYA11#隧洞	1215	不敏感
	WQ1#隧洞	2185	较敏感
	AS1#隧洞	4105	较敏感
	AS2#隧洞	3400	较敏感
	BT1#隧洞	385	较敏感
	BT2#隧洞	1015	不敏感
	BT3#隧洞	1550	不敏感
	BT4#隧洞	3560	不敏感

3) 埋管环境敏感情况

表 1.6-6 埋管敏感程度汇总表

工程内容	桩号	长度 (m)	环境敏感程度
天水一干线	TS02+020~TS03+715 TS03+715~TS06+780 TS07+276~TS09+848	7332	敏感 (穿越武山县饮用水 水源保护区的准保护 区及二级保护区)
其他埋管段	其他		不敏感

(3)根据以上项目类型及敏感性分别进行等级判定,本工程水源水库工程、总干线隧洞工程、干线隧洞工程地下水评价等级均为三级,埋管工程评价等级为二级。详见表 1.6-8。

表 1.6-7 地下水环境影响评价工作等级表

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三

项目类别 环境敏感程度	I 类项目	II 类项目	III 类项目
不敏感	二	三	三

表 1.6-8 地下水环境影响评价工作定级表

工程内容	项目类别	敏感程度	评价等级
水源水库工程	III 类（引水工程）	不敏感	三级
总干线隧洞工程		较敏感/不敏感	三级
干线隧洞工程		较敏感/不敏感	三级
埋管工程		敏感/不敏感	二级

1.6.3 生态环境

（1）陆生生态

白龙江引水工程由水源工程、输水工程组成，水源工程为代古寺水库，输水工程包括输水总干线、干线、分干线及其附属建筑物。本项目陆生生态评价按照水源区和输水线路区分别确定评价等级。

按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）评价等级划分标准，水源区涉及甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区，评价等级为一级；输水线路区占地面积 55.86 km²，且涉及多个生态敏感区，综合确定评价等级为一级；故项目总体评价等级定为一级。详细情况见表 1.6-9。

表 1.6-9 陆生生态评价工作等级划分表

工程区域	评价等级划分标准	本项目情况	评价等级
水源区	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级	代古寺水库淹没多儿国家级自然保护区实验区 2.53hm ² ；部分坝体占压阿夏省级自然保护区实验区 59.23hm ² ，淹没实验区 79.28 hm ² 。	一级
输水线路区	涉及自然公园时，评价等级为二级	输水线路区涉及腊子口国家森林公园、官鹅沟国家森林公园、庄浪云崖寺国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、武山县水帘洞省级地质公园、庄浪云崖寺省级地质公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区。	二级
	当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级	输水线路区占地规模为 55.86 km ² ，且涉及 11 个生态敏感区。	一级

工程区域	评价等级划分标准	本项目情况	评价等级
	线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级	输水工程以隧洞和埋管形式穿越崇信县五龙山省级森林公园、龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、陕西吴起退耕还林森林公园、北洛河重要湿地，在 4 个公园内均有占地；其余 7 个生态敏感区均以隧洞形式下穿，在敏感区范围内无永久和临时占地。	不调级
	综合确定评价等级为一级		

(2) 水生生态

水源区引水后，将对代古寺库区及坝址以下白龙江河段水生生态产生一定影响，且影响区分布有白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区等，均属于重要生境。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）相关规定，确定本工程水生生态环境评价等级为一级。

1.6.4 土壤环境

根据项目特点，对照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目影响类型为生态影响型。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 的分类，项目属于水利类跨流域调水的引水工程，新建代古寺水库库容大于 1 亿 m^3 ，因此属于“Ⅰ类”项目。

通过工程分析，项目区包括水源区与输水线路区，空间跨度较大，因此分别进行敏感程度判别。其中降水量、蒸发量数据来自各地区志介绍，土壤 pH、盐度数据来自实测。

(1) 水源工程区

水源区主要为代古寺水库及周边地区。水源区位于迭部县山区，其干燥度大于 2.5；地下水水位平均埋深大于 1.5m；土壤含盐量为 0.41g/kg；pH 为 8.40；属于“较敏感”。详见表 1.6-10。

(2) 输水线路区

输水线路区包括了输水总干线与输水干线工程,属于线性工程。输水区平均干燥度为 2.35~2.8,地下水水位埋深大于 1.5m;参照水源区土壤环境质量监测结果,土壤含盐量小于 0.637 g/kg; pH 大于 8.5。属于“较敏感”。详见表 1.6-10。

表 1.6-10 工程环境敏感程度及工作等级评判表

序号	工程名称	市	年蒸发量 (mm)	年降水量 (mm)	干燥度	地下水位 埋深(m)	含盐量 (g/kg)	pH	敏感程度
一	水源工程区	甘南	1444.2	568.8	2.54	>1.5m	0.41	8.40	较敏感
二	输水干线	天水	1409.5	600	2.35	>1.5m	0.637	8.7	较敏感
		平凉	1283.6	546.4	2.35	>1.5m	0.406	8.9	较敏感
		庆阳	2000	300	6.67	>1.5m	0.375	8.7	较敏感
		延安	1601.9	572.3	2.80	>1.5m	0.544	8.7	较敏感

根据生态影响类型评价工作等级划分表(表 1.6-11),对于较敏感的“Ⅰ类”项目,本项目评价工作等级为“二级”。

表 1.6-11 土壤评价工作等级划分表

项目类别		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类
评价工作等级	敏感程度			
敏感		一级	二级	三级
较敏感		二级	二级	三级
不敏感		二级	三级	可不开展土壤环境影响评价工作

1.6.5 大气环境

本工程产生的大气污染主要来源于土石方开挖、填筑、弃渣和爆破等施工活动,主要污染物为 TSP。本工程的大气污染源具有污染源分布较分散、源强小、无组织排放、间断性、移动排放等特性。工程施工区域空旷、污染物稀释扩散条件较好,大气污染物的影响范围和程度有限。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)估算模式计算,在实施各项大气保护措施后,施工期间 TSP 最大地面浓度占标率 $P_{\max} < 1\%$,对照导则判定,大气环境影响评价工作等级定为三级。

工程运行期无大气污染物产生,因此,运行期大气环境不作评价。

1.6.6 声环境

根据区域噪声类别和环境功能区划，本项目所在区域主要适用《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1、2 类标准，项目建成后声级值增加量小于 5dB（A）。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）规定，确定声环境影响评价工作等级二级。

1.6.7 环境风险

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目涉及的危险性物质主要为施工机械、车辆燃油，其储存用量低于临界量，即 $Q < 1$ ，由此判定本项目环境风险潜势为 I，仅需进行简单分析。由于本工程天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区，属地下水高度敏感区；延安干线和华池干线穿越鸭儿洼饮用水水源保护区，总干线和庆阳一干线穿越巴家咀饮用水水源保护区，延安干线宝塔分干线穿越红庄水库饮用水水源保护区，属地表水高度敏感区，故参照三级要求开展环境风险评价工作。

1.6.8 评价等级一览表

综上，本项目环境影响评价等级汇总详见表 1.6-12。

表 1.6-12 本项目环境影响评价等级汇总表

环境要素		评价等级
地表水		一级
地下水		二级/三级
生态环境	陆生生态	一级
	水生生态	一级
土壤环境		二级
大气环境		三级
声环境		二级
环境风险		三级

1.7 评价范围

1.7.1 地表水环境

（1）水源及下游区

水源及下游区地表水环境评价范围为花园（新建代古寺枢纽回水末端，位于坝址上游约 20km）~入嘉陵江河口约 394km 的白龙江干流及代古寺库区腊子沟、多儿沟、达拉河等主要支流。

（2）输水线路区及受水区

输水沿线及受水区地表水环境评价以白龙江引水工程输水线路区和受水区为主要工作范围。

①输水沿线区

根据工程设计，本工程输水工程主要包括总干线及输水干线工程。其中输水线路区受施工废水影响的范围主要为白龙江支流岷江水系、渭河水系、泾河水系、北洛河水系、延河水系等输水线路穿越河段上游 500m 至下游 1000m 范围，工程输水线路涉及河流情况见表 1.7-1。

表 1.7-1 工程输水线路涉及河流情况表

工程	涉及河流
总干线	榜沙河、渭河、散渡河、葫芦河、水洛河、泾河、汭河、黑河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、柔远川等
天水干线	渭河、藉河等
张清干线	水洛河、通关河、后川河等
华崇干线	黑河、汭河等
平凉干线	泾河、汭河等
镇原干线	无
西峰干线	蒲河、大黑河、马莲河、固城川、九龙河等
庆阳北干线	马莲河等
庆阳南干线	马莲河等
延安干线	北洛河、周河、西川河、杏子河等

②受水区

工程受水区主要退水河流共计 27 条，均分布在黄河流域，分布在甘肃、陕西两省，受水区河流可分为渭河水系、泾河水系、北洛河水系和延河水系等。其中，渭河水系主要包括渭河干流、渭河、榜沙河、散渡河、藉河、葫芦河、颖川河、后川河、牛头河、通关河等；泾河水系主要包括泾河干流、汭河、达溪河、黑河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、柔远川、四郎河等；北洛河水系主要包括北洛河干流、葫芦河（北洛河）、周河等；延河水系主要包括延河干流、西川河、杏子河等。白龙江引水工程受水区退水河流概况见表 1.7-2。

表 1.7-2 白龙江引水工程受水区退水影响河流概况

省份	流域	水系	河流	河流起点	河流终点	河长 (km)
甘肃	黄河	渭河	渭河	甘肃省定西市渭源县鸟鼠山	通关河汇入口	225.2
			榜沙河	岷县境西秦岭岷峨山	武山县鸳鸯镇汇入渭河	102
			散渡河	甘肃天水甘谷县巩家山村	甘谷县大王家村汇入渭河	35
			耨河	甘肃天水甘谷县秦岭北麓龙台山	甘肃天水麦积区花牛镇汇入渭河	81.2
			葫芦河	甘肃天水庄浪县张家塬	麦积区石佛乡白家村汇入渭河	195
			颍川河	麦积区麦积镇	麦积区马跑泉镇汇入渭河	25
			后川河	张家川回族自治县张家川镇	清水县红堡镇汇入牛头河	50
			牛头河	天水市清水县境旺兴乡牛头山	麦积区社棠镇西南注入渭河	84.6
			通关河	张家川回族自治县以东之草川	麦积区三岔乡汇入渭河	72.2
		泾河	泾河	宁夏六盘山东麓	达溪河汇入口	211.1
			纳河	华亭市西华镇关山东麓	泾川县城关镇汇入泾河	120
			洪河	宁夏固原市新集乡六盘山东麓	泾川县罗汉洞乡汇入泾河	187.2
			茹河	宁夏固原市大湾乡六盘山东侧	镇原县太平镇汇入蒲河	171
			蒲河	环县毛井乡	庆阳市宁县长庆桥镇镇区汇入泾河	204
			大黑河	环县吴城子乡源头	柳家咀汇入蒲河	52
			马莲河	宁夏盐池县境内	宁县中村乡汇入泾河	374.8
			柔远川	华池县界乔河乡小马岔村张家沟	庆城县庆城镇镇区汇入马莲河	49
			达溪河	灵台县百里镇	陕西省长武县南汇入黑河	78
			黑河	华亭市陈家河村	达溪河汇入口	153
			四郎河	庆阳市正宁县艾蒿店子	长武县雅口流入泾河	80
陕西		北洛河	北洛河	金汤断面	马老庄断面	77.3
			葫芦河	省庆阳市华池县子午岭紫坊畔	葫芦河合水出境断面	32.6
			周河	靖边县周家嘴白于山南麓	延安市志丹县永宁乡川口汇入洛河	85.1
		延河	延河	龙安断面	甘谷驿断面	97.6
			西川河	志丹县双河乡麻家河	延安市宝塔区枣园乡汇入延河	65.8
			杏子河	靖边县境内白于山南麓	安塞县沿河湾附近汇入延河	104
			蟠龙河	宝塔区下坪乡	宝塔区姚店镇汇入延河	47

1.7.2 地下水环境

本次工作评价范围的划定，按照工程项目的相关设施进行划定，依据为总干线、干线、分干线管线工程为沿管线向外扩 200m 的范围进行划定；水源水库评价范围的划定按照最小水文地质单元进行划定，重点为水库淹没区和枢纽工程占地区。评价区面积约为 332.43km²。

1.7.3 生态环境

1.7.3.1 陆生生态

水源及下游区评价范围为：代古寺水库评价范围为库区两岸第一层山脊线之间的区域，下游评价范围为代古寺水库大坝至嘉陵江口河道两岸外扩 1km。由于代古寺水库大坝下游梯级电站分布密集，支流较多，很大程度上弱化了本工程对下游的影响，因此下游重点分析代古寺水库大坝至第一个梯级电站（大容立节坝址）之间的区域，其他区域仅做简要分析。重点调查料场、弃渣场、施工道路、施工营地、水库淹没等施工占地区及水库淹没区域。

输水线路区评价范围为：输水线路占地红线两侧外扩各 1km。重点调查料场、弃渣场、施工道路、施工营地等施工占地区。

涉及生态敏感区时，评价范围外扩包含全部生态敏感区范围。

陆生生态评价区面积约为 2990.21km²。

1.7.3.2 水生生态

（1）水源区为白龙江全流域干支流，其中干流全长约 576km，主要支流达拉河、腊子沟、腊子沟、岷江、拱坝河、白水江、大团鱼河、清水河，并在嘉陵江白龙江汇口上下设置两个对照断面，分别位于白龙江入嘉陵江汇口上下游约 5km 处。重点范围为九龙峡坝址至苗家坝库尾干支流，干流河段长约 255km。

（2）受水区主要包括渭河、泾河、北洛河、延河干支流。

1.7.4 土壤环境

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），结合工程分析确定的项目建设运行对土壤可能造成的影响，本次评价范围划定为代古寺水库周边 2km、输水线路两侧 0.2km 范围内。

1.7.5 大气环境

评价范围为代古寺水库主体施工场地外扩 200m 范围、输水线路两侧 200m 范围、主要运输线路和施工临时道路两侧 200m 范围以及料场和渣场外扩 200m 范围。

1.7.6 声环境

评价范围为代古寺水库、输水线路两侧及施工场地征地边界向外 200m 范围，主要运输线路两侧 200m 内的范围。

1.8 评价时段

（1）现状水平年

与工程可研报告一致，现状水平年为 2019 年；同时根据环境影响分析工作需要，不同评价环境因子的现状评价扩展到近 3 年（2019 年～2021 年）为现状水平年。

（2）影响预测水平年

结合水利工程建设的特点，影响预测评价分施工期和运行期两个时段。其中，施工期预测水平年为施工高峰年；运行期预测水平年为设计水平年 2040 年。

1.9 环境保护目标

1.9.1 环境功能保护目标

（1）地表水环境

维持工程水源区及下游河段现有水环境功能，保护工程输水线路及退水受纳河流水体水质达到相应功能区水质管理目标，保证集中式地表水水源保护区的水量和水质要求。

（2）地下水环境

保护工程区域地下水环境，使其不因工程建设和运行引起区域地下水位显著变化，不降低地下水环境水质类别。

（3）生态环境

维护白龙江引水工程涉及区域生态系统结构和功能的完整，维持区内生物多样性；重点保护野生动植物及其生境得到有效保护。

确保工程施工不对区域水生生态结构和功能、水生生境造成较大影响。

保护工程涉及区域相关自然保护区、森林公园、风景名胜区、水产种质资源保护区、重要湿地、地质公园等生态敏感区结构与功能的完整。

(4) 土壤环境

防止工程运行后区域土壤酸化、碱化或盐化的发生，保护工程影响区域土壤环境质量不因工程的建设和运行而降低。

(5) 环境空气和声环境

保护工程区域环境空气质量和区域声环境质量，使各功能区环境空气质量和声环境质量满足相应管理目标要求。

(6) 移民安置

保障移民的生产条件、生态环境、生活环境和生活质量，使移民的生产、生活不低于现状水平，并得到改善和逐步提高。移民生产安置人均耕地不低于现状水平、人均年纯收入高于现状水平。

(7) 人群健康

加强工程施工区、移民安置区医疗卫生防疫体系的建设，防止与水库蓄水和工程施工活动有关的病媒生物滋生，使有关的疾病发病率不高于现状水平。保护施工人员和库区、移民安置区居民身体健康。

1.9.2 环境敏感目标

1.9.2.1 环境敏感区

经核实，白龙江引水工程直接涉及 18 个环境敏感区，分别为：甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库水源地保护区，其中自然保护区 2 个、森林公园 6 个、风

景名胜区 2 个、地质公园 2 个、水产种质资源保护区 1 个、重要湿地 1 个、水源保护区 4 个。

此外，水源区代古寺坝址至嘉陵江汇口分布有白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区、甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区、舟曲杜坝川下坝饮用水水源保护区、武都后坝饮用水水源保护区、武都钟楼滩饮用水水源保护区、甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区、甘肃白水江国家级自然保护区、文县碧口镇壹号井饮用水水源保护区、白龙湖国家级风景名胜区、利州区广元市白龙水厂饮用水水源保护区、利州区三堆镇饮用水水源保护区等 11 个环境敏感区；输水线路沿线附近 1km 范围内分布有朝那湫省级森林公园、米家沟省级森林公园、庆城县纸坊沟饮用水水源保护区、庆城县马岭东沟饮用水水源保护区等 4 个环境敏感区。

本工程直接涉及的环境敏感区情况详见表 1.9-1 和图 1.9-1。

表 1.9-1 白龙江引水工程直接涉及的环境敏感区一览表

序号	环境敏感区名称	涉及情况		涉及行政区
		水源区	输水线路	
1	甘肃多儿国家级自然保护区	代古寺枢纽回水淹没实验区 2.53hm ²		甘肃甘南迭部县
2	甘肃白龙江阿夏省级自然保护区	代古寺坝体占压实验区 59.23hm ² ，淹没实验区 79.28 hm ²		甘肃甘南迭部县
3	官鹅沟国家森林公园		总干线隧洞下穿大庙滩景区 3.8km	甘肃陇南宕昌县
4	庄浪县云崖寺国家森林公园		总干线隧洞下穿生态保育区 4.9km、一般游憩区 5.47km	甘肃平凉庄浪县
5	腊子口国家森林公园	代古寺枢纽回水淹没风景游赏区 3.23hm ²	总干线隧洞下穿生态保护区 1.416km、生态与景观恢复区 0.484km	甘肃甘南迭部县
6	榜沙河省级森林公园		总干线隧洞下穿生态保育区 970m	甘肃定西漳县
7	崇信五龙山省级森林公园		平凉一干线隧洞穿越一般休息区 1.6km，埋管穿越一般休息区 0.5km	甘肃平凉崇信县
8	吴起省级退耕还林森林公园		延安干线吴起段隧洞下穿一般游憩区 2.185km，埋管穿越一般游憩区 3.815km	陕西延安吴起县

序号	环境敏感区名称	涉及情况		涉及行政区
		水源区	输水线路	
9	庄浪云崖寺省级风景名胜景区		总干线隧洞下穿三级保护区 10.37km	甘肃平凉庄浪县
10	崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜景区		平凉一干线隧洞穿越三级保护区 1.6km, 埋管穿越三级保护区 0.5km	甘肃平凉崇信县
11	庄浪云崖寺省级地质公园		总干线隧洞下穿三级保护区 0.21km	甘肃平凉庄浪县
12	武山县水帘洞省级地质公园		总干线隧洞下穿三级保护区 860m	甘肃天水武山县
13	白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区	代古寺坝址位于实验区, 淹没实验区长度 31.3km, 面积 250.4hm ²		甘肃甘南迭部县
14	陕西北洛河湿地		延安干线吴起段埋管穿越陕西北洛河湿地 2.7km	陕西延安吴起县、志丹县
15	武山县饮用水水源保护区		天水一干线埋管穿越二级保护区 5.6km 和渭河上游准保护区 1.7km	甘肃天水武山县
16	西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区		总干线埋管穿越准保护区 15.175km, 庆阳一干线埋管穿越二级保护区 13.27km、准保护区 3.06km	甘肃庆阳西峰区
17	华池县鸭儿洼饮用水水源保护区		延安干线隧洞穿越二级保护区 910m, 华池干线穿越二级保护区 5.12km	甘肃庆阳华池县
18	红庄水库水源地保护区		延安干线宝塔分干线隧洞穿越准保护区 1.9km、埋管穿越准保护区 1.4km、埋管穿越二级保护区 0.7km	陕西延安宝塔区

水源区下游及输水线路沿线附近的环境敏感区情况详见表 1.9-2。

表 1.9-2 水源区下游及输水线路附近环境敏感区分布情况

序号	环境敏感区名称	与本工程的位置关系		涉及行政区	备注
		水源区下游	输水线路		
1	白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区	新建代古寺坝址下游约 8.8km		甘肃甘南舟曲县	白龙江干流为实验区, 共 2 段总长 14km
2	甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区	新建代古寺坝址下游约 20km		甘肃甘南舟曲县	主要分布于支流, 不涉及白龙江干流

序号	环境敏感区名称	与本工程的位置关系		涉及行政区	备注
		水源区下游	输水线路		
3	舟曲杜坝川下坝饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 61km		甘肃甘南舟曲县	地下水水源保护区范围包括白龙江干流地表水域
4	武都后坝饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 133km		甘肃陇南武都区	地下水水源保护区范围包括白龙江干流地表水域
5	武都钟楼滩饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 147km		甘肃陇南武都区	地下水水源保护区范围包括白龙江干流地表水域
6	甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区	新建代古寺坝址下游约 206km		甘肃陇南文县	主要分布于碧口电站库区
7	甘肃白水江国家级自然保护区	新建代古寺坝址下游约 220km		甘肃陇南武都区、文县	仅实验区涉及白龙江干流 9km
8	文县碧口镇壹号井饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 274km		甘肃陇南文县	地下水水源保护区范围包括白龙江干流地表水域
9	白龙湖国家级风景名胜區	新建代古寺坝址下游约 280km		四川广元青川县	主要分布于宝珠寺电站库区
10	利州区广元市白龙水厂饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 348km		四川广元利州区	地表水水源保护区分布于白龙江干流
11	利州区三堆镇饮用水水源保护区	新建代古寺坝址下游约 349km		四川广元利州区	地下水水源保护区范围包括白龙江干流地表水域
12	朝那湫省级森林公园		距总干线隧洞 0.73km	甘肃平凉庄浪县	
13	米家沟省级森林公园		距平凉一干线埋管 250m	甘肃平凉华亭县	
14	庆城县纸坊沟饮用水水源保护区		距环县分干线埋管 0.92km	甘肃庆阳庆城县	
15	庆城县马岭东沟饮用水水源保护区		距总干线隧洞、埋管 220m	甘肃庆阳庆城县	

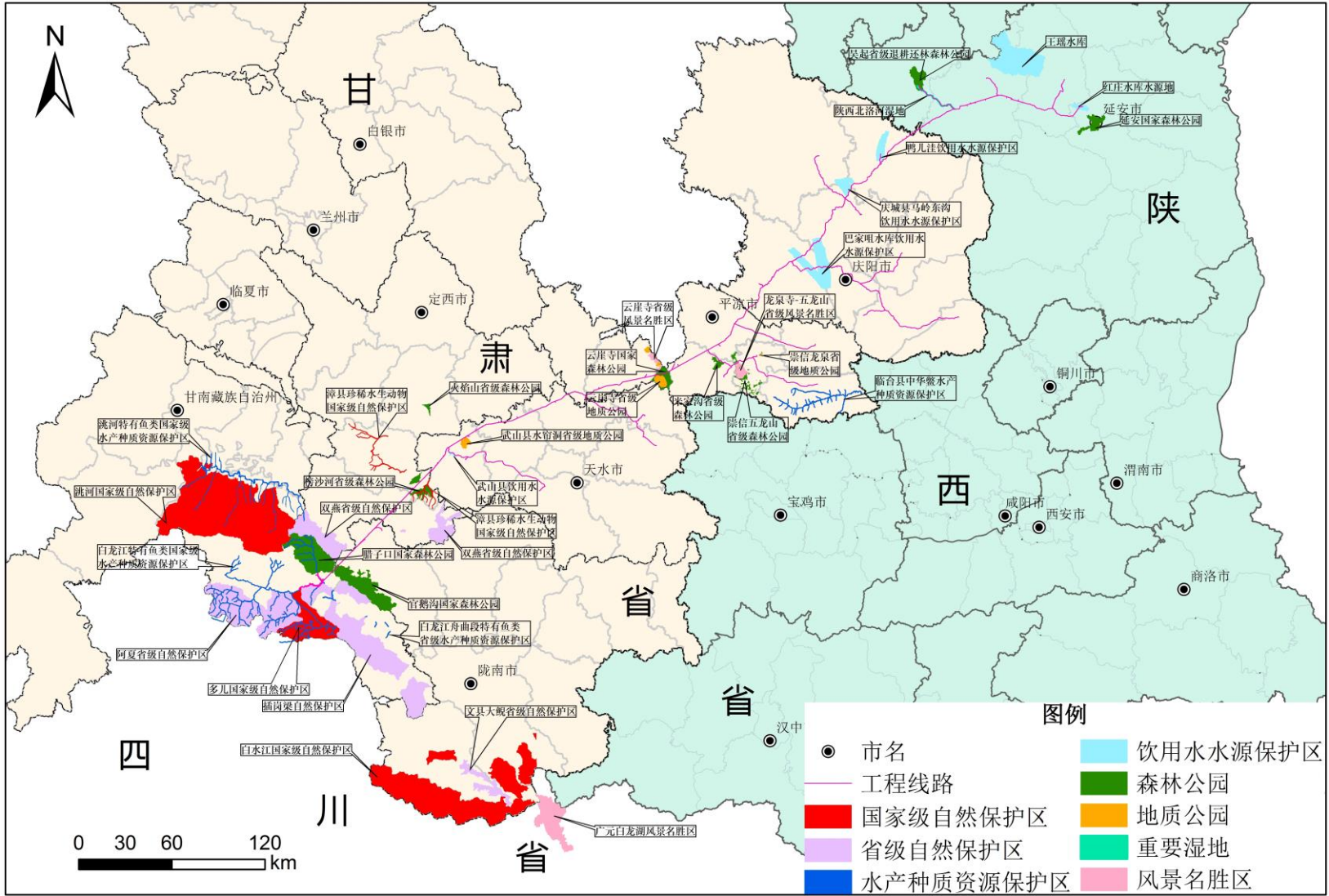


图 1.9-1 白龙江引水工程与环境敏感区位置关系图

1.9.2.2 生态保护红线

经对比甘肃省生态保护红线划定成果，推荐方案工程线路穿越一般控制区 26.25km，淹没一般控制区 143.64hm²，穿越方式为隧洞和埋管，涉及的生态保护红线类型主要是“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线，不涉及核心保护区。

经对比延安市生态保护红线划定成果，推荐方案涉及延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线（陕西吴起省级退耕还林森林自然公园 1.8km），穿越方式为隧洞，不涉及核心保护区。

工程涉及生态保护红线情况详见表 1.9-3 和图 1.9-2、图 1.9-3。

表 1.9-3 白龙江引水工程涉及生态保护红线情况表

序号	生态保护 红线名称	自然保护 地名称	保护 级别	涉及情况		涉及 行政区
				水源区	引水线路	
甘肃省生态保护红线						
1	“两江一水”流域 生物多样性-水土保持生态保护红线	甘肃多儿国家级自然保护区	一般控制区	代古寺枢纽淹没 2.53hm ²		甘肃甘南迭部县
2		甘肃白龙江阿夏省级自然保护区	一般控制区	代古寺枢纽占压、淹没 138.51hm ²		甘肃甘南迭部县
3		腊子口国家森林公园	一般控制区	代古寺枢纽淹没约 2.6hm ²	总干线隧洞下穿 1.70km	甘肃甘南迭部县
4		官鹅沟国家森林公园	一般控制区		总干线隧洞下穿 5.30km	甘肃陇南宕昌县
5		科学评估区	一般控制区		总干线隧洞下穿 3.9km	甘肃陇南宕昌县
6		省级双评价生态极重要区	一般控制区		总干线隧洞下穿 2.4km	甘肃陇南宕昌县
7	西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线	武山县水帘洞省级地质公园	一般控制区		总干线隧洞下穿 0.48km	甘肃天水武山县
8	六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养	庄浪县云崖寺国家森林公园	一般控制区		总干线隧洞下穿 10.37km	甘肃平凉庄浪县
9		崇信五龙山省级森林公园	一般控制区		平凉一干线埋管、隧洞穿越 2.10km	甘肃平凉崇信县
延安市生态保护红线						
1	黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线	陕西吴起省级退耕还林森林自然公园	一般控制区		吴起分干线隧洞穿越 1.8km	陕西延安吴起县

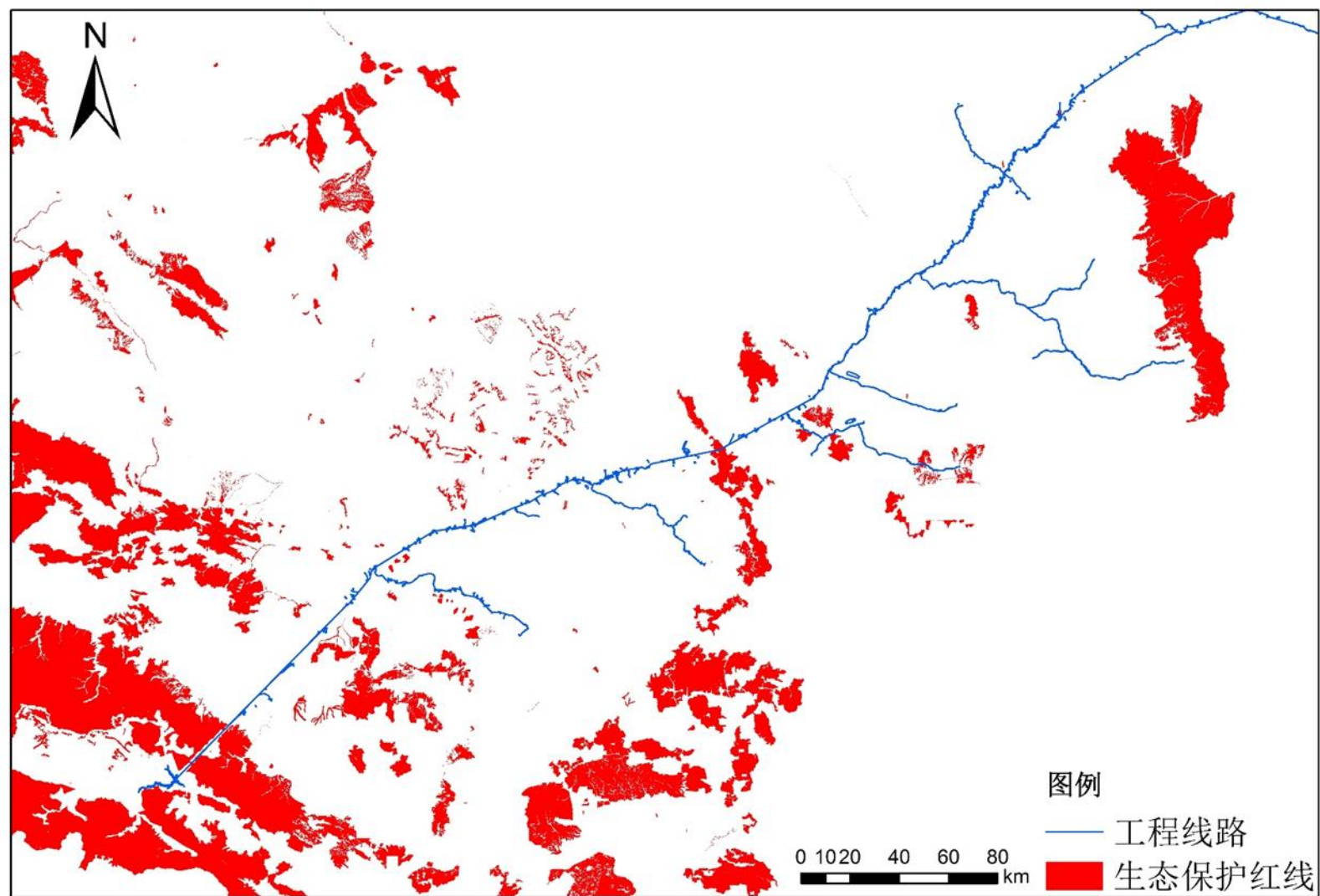


图 1.9-2 工程与甘肃省生态保护红线位置关系图

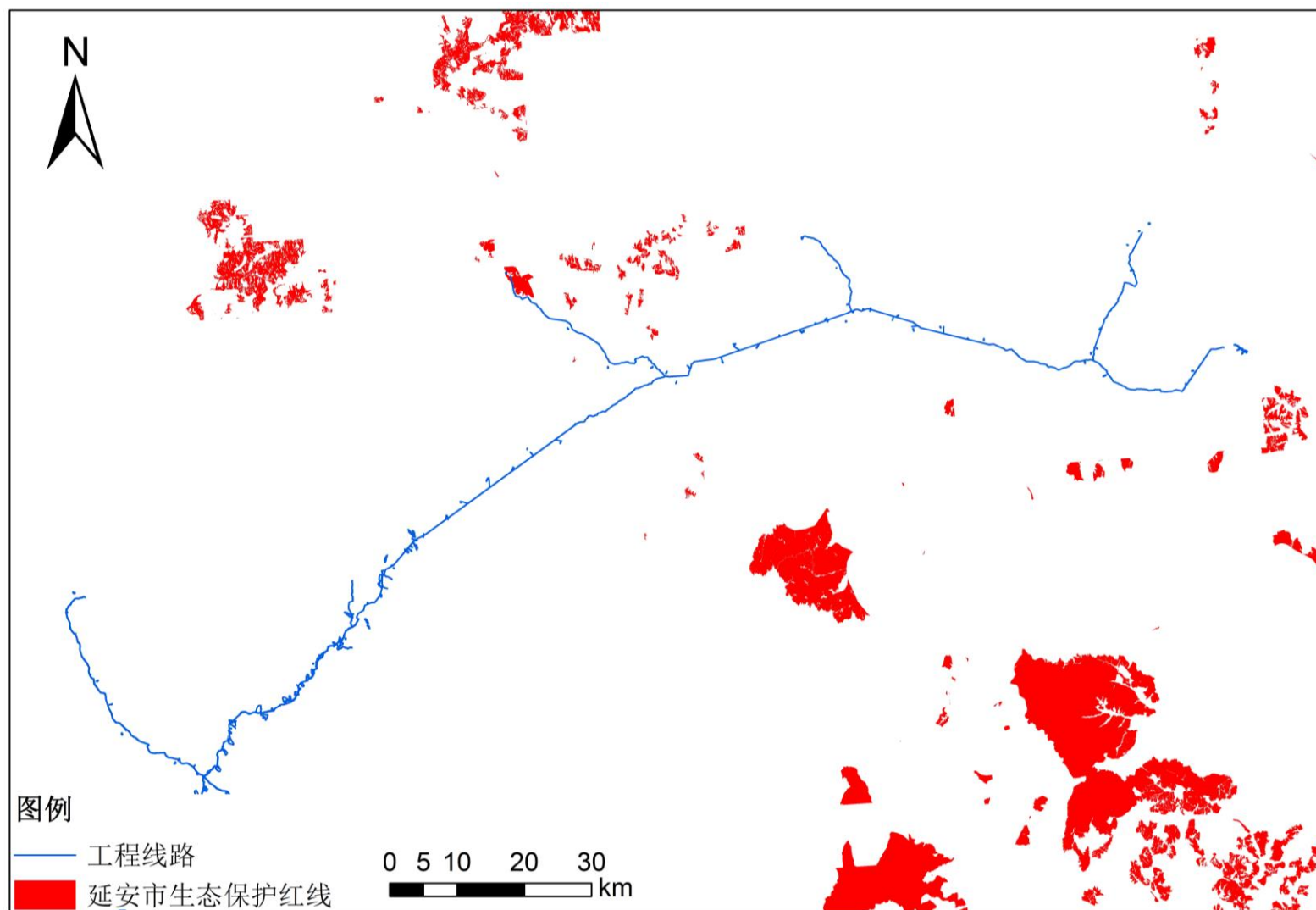


图 1.9-3 工程与延安市生态保护红线位置关系图

1.9.2.3 陆生生态

(1) 重要野生动物物种

评价区共有重要野生动物物种 63 种，包括：国家重点保护野生动物 56 种；省级重点保护野生动物 6 种；纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危种 6 种，濒危种 10 种，易危种 13 种。详见表 1.9-4。

表 1.9-4 野生动物重要物种情况表

保护种类及级别		物种数量	物种
国家级	一级	18	金雕、秃鹫、草原雕、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、大熊猫、豹、豺、马麝、林麝、贡山羚牛、金猫、喜马拉雅斑羚、梅花鹿、雪豹、胡兀鹫、猎隼
	二级	38	黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、红隼、游隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰鹤、斑头鸨鹑、雕鹗、灰林鹗、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、云雀、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、青鼬、水獭、豺、猯、豹猫、毛冠鹿、马鹿、中华鬣羚、岩羊、赤狐、大鲵、西藏山溪鲵
甘肃省		6	红头潜鸭、雪鸽、渡鸦、戴胜、大白鹭、果子狸
中国生物多样性红色名录	极危	6	豹、林麝、金猫、马麝、梅花鹿、大鲵
	濒危	10	豺、喜马拉雅斑羚、石貂、水獭、豺、猯、马鹿、绿尾虹雉、猎隼、雪豹、黑眉锦蛇
	易危	13	大熊猫、贡山羚牛、小熊猫、黑熊、棕熊、中华鬣羚、豹猫、毛冠鹿、金雕、大鵟、红喉雉鹑、草原雕、西藏山溪鲵

(2) 重要野生植物物种

评价区共有重要野生植物物种 23 种，包括：国家一级重点保护野生植物 2 种，国家二级重点保护野生植物 18 种；陕西省重点保护植物 3 种；纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 5 种，均为易危种。输水线路工程区外扩 100m 范围内有古树名木 10 株。详细情况见表 1.9-5。

表 1.9-5 野生植物重要物种情况表

保护种类及级别		物种数量	物种
国家级	一级	2	红豆杉、珙桐
	二级	18	连香树、水青树、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、西康玉兰、水曲柳、桃儿七、玫瑰、软枣猕猴桃、紫芒披碱草、毛披碱草、大果青杆、榉树、鹿角蕨、独叶草、野大豆
陕西省		3	秦岭党参、凹舌兰、沼兰
中国生物多样性红色名录	易危	5	红豆杉、独叶草、岷江柏木、秦岭冷杉、水曲柳
古树名木		10 (株)	杨树 (1 株)、国槐 (1 株)、毛泡桐 (1 株)、侧柏 (1 株)、油松 (2 株)、枣树 (4 株)

1.9.2.4 水生生态

(1) 珍稀、濒危、特有鱼类

评价区分布的珍稀、濒危、特有鱼类详见表 1.9-6。

表 1.9-6 重要鱼类物种情况表

保护种类及级别		物种数量	物种
国家级	一级	1	北方铜鱼
	二级	5	胭脂鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、长薄鳅、秦岭细鳞鲑
四川省		4	重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡、鳅
甘肃省		5	齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鳟、圆筒吻鮡
陕西省		1	秦岭细鳞鲑
中国生物多样性红色名录	极危	3	胭脂鱼、黑尾鳅、北方铜鱼
	濒危	5	日本鳗鲡、四川白甲鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅、青石爬鮡
	易危	7	嘉陵裸裂尻鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、红唇薄鳅、白缘鳅、黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
中国濒危动物红皮书 (鱼类)	濒危	2	北方铜鱼、平鳍鳅鮠
	易危	4	胭脂鱼、长薄鳅、黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
中国物种红色名录	极危	1	青石爬鮡
	濒危	3	白缘鳅、北方铜鱼、平鳍鳅鮠
	易危	4	胭脂鱼、长薄鳅、黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
	近危	1	陕西高原鳅

保护种类及级别	物种数量	物种
长江中上游特有鱼类	17	安氏高原鳅、昆明高原鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、张氏鳅、汪氏近红鲃、圆筒吻鲃、嘉陵颌须鲃、四川白甲鱼、异鳔鳅鲃、中华裂腹鱼、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、中华金沙鳅、青石爬鮡、白缘鮡
黄河水系特有鱼类	5	似铜鲃、北方铜鱼、黄河裸裂尻鱼、平鳍鳅鲃、陕西高原鳅

(2) 鱼类重要生境

①产卵场

产粘沉性卵鱼类产卵场：白龙江各支流汇口、水库库尾流水段、巴藏河段；

产漂流性卵鱼类产卵场：白龙江苗家坝、碧口、宝珠寺、紫兰坝等水库库尾。

②索饵场

白龙江各梯级水库库尾、支流汇口等。

③越冬场

白龙江各梯级水库库区。

1.9.2.5 环境空气和声环境敏感目标

本工程的水源工程、输水线路沿线局部段分布有村庄，本工程将引水线路两侧 200m 范围内的村庄作为本次环境空气和声环境保护目标，详见表 1.9-7。需加强施工期机械噪声及扬尘等污染治理，避免对其生活产生明显不利影响，运行期对上述敏感点无影响。

表 1.9-7 工程建设区环境空气和声环境敏感目标概况表

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
水源工程	1	尖藏村	约 15 户 53 人	代古寺水库附近	42
输水工程	1	大庄村	约 33 户，125 人	施工工区,东南方向	172.52
	2	晋坪村	约 187 户，692 人	施工工区,西南方向	148.40
	3	红崖下	约 15 户，48 人	施工工区,东南方向	68.00
	4	民武村	约 213 户，746 人	输水线路,东北方向	120.28
	5	包坪村	约 246 户，910 人	施工工区,东南方向	152.57
	6	颌门村	约 225 户，743 人	施工工区,西北方向	197.56
	7	车川村	约 83 户，324 人	施工工区,西北方向	156.30
	8	老庄村	约 92 户，276 人	施工工区,西北方向	195.55
	9	坡儿村	约 276 户，1021 人	输水线路,西南方向	149.94
	10	上街村	约 135 户，405 人	施工工区,西北方向	18.35
	11	李尧村	约 34 户，105 人	施工工区,西南方向	45.73

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	12	李家坪	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	42.89
	13	居湾	约 20 户, 80 人	施工工区,西北方向	60.11
	14	武山县	约 90 户, 324 人	输水线路,东北方向	122.09
	15	董庄村	约 166 户, 515 人	输水线路,东北方向	111.21
	16	裴家村	约 147 户, 515 人	输水线路,西北方向	137.88
	17	上贾家沟	约 10 户, 31 人	施工工区,西北方向	27.80
	18	上街村	约 15 户, 51 人	施工工区,东北方向	61.53
	19	东坡峪村	约 158 户, 474 人	施工工区,东北方向	173.85
	20	尉家沟村	约 214 户, 813 人	输水线路,西北方向	147.56
	21	张家窑村	约 91 户, 273 人	施工工区,东北方向	169.90
	22	毛家村	约 124 户, 409 人	施工工区,西北方向	179.51
	23	洞子门	约 2 户, 8 人	施工工区,东南方向	174.98
	24	碌罇滩	约 13 户, 39 人	施工工区,西北方向	43.00
	25	冰滩村	约 18 户, 54 人	施工工区,东南方向	79.07
	26	崔家台子	约 6 户, 20 人	输水线路,西南方向	88.76
	27	南山村	约 10 户, 33 人	施工工区,东北方向	32.19
	28	温水沟	约 20 户, 66 人	施工工区,东南方向	22.77
	29	姚家湾村	约 67 户, 261 人	输水线路,西北方向	123.18
	30	半家山	约 5 户, 16 人	施工工区,东北方向	95.06
	31	王家窑村	约 72 户, 230 人	施工工区,东南方向	103.27
	32	温岷村	约 12 户, 43 人	施工工区,西南方向	146.55
	33	常家咀	约 25 户, 75 人	施工工区,西北方向	86.85
	34	王窑村	约 17 户, 51 人	施工工区,东北方向	173.15
	35	石方村	约 9 户, 27 人	施工工区,西北方向	144.92
	36	张窑	约 29 户, 107 人	施工工区,西南方向	161.27
	37	上罗家峡	约 21 户, 63 人	施工工区,西南方向	141.21
	38	下罗家峡	约 18 户, 54 人	施工工区,西北方向	44.98
	39	阳山寺村	约 58 户, 209 人	施工工区,东北方向	79.53
	40	杨家坪	约 21 户, 74 人	施工工区,西北方向	111.74
	41	蔺家窑	约 18 户, 59 人	施工工区,西南方向	36.08
	42	药山里	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	118.59
	43	马家河沟村	约 96 户, 317 人	施工工区,西南方向	141.76
	44	珂罗沟	约 22 户, 81 人	施工工区,东北方向	115.48
	45	斜坡村	约 87 户, 261 人	施工工区,西北方向	150.65
	46	麻茨湾	约 8 户, 30 人	输水线路,东北方向	81.08
	47	梨下湾	约 6 户, 21 人	施工工区,东北方向	140.19
	48	上石咀村	约 25 户, 93 人	施工工区,西南方向	163.15
	49	老虎湾	约 5 户, 18 人	施工工区,西南方向	146.58
	50	米家湾	约 18 户, 63 人	施工工区,西南方向	38.36
	51	庄科洼	约 2 户, 6 人	输水线路,西南方向	190.11

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	52	坪道山	约 9 户, 33 人	施工工区,西南方向	168.97
	53	北灵村	约 174 户, 679 人	施工工区,东南方向	168.62
	54	崔家磨村	约 15 户, 48 人	施工工区,西北方向	109.04
	55	下磨村	约 69 户, 248 人	输水线路,东南方向	182.51
	56	上川村	约 173 户, 571 人	施工工区,东南方向	131.59
	57	何赵村	约 27 户, 97 人	输水线路,东南方向	32.07
	58	朱湾村	约 111 户, 400 人	施工工区,西北方向	166.18
	59	冯员村	约 78 户, 234 人	施工工区,西南方向	108.90
	60	阴山湾	约 9 户, 36 人	施工工区,东北方向	163.69
	61	槐川村	约 147 户, 470 人	施工工区,西北方向	171.64
	62	任家沟	约 17 户, 65 人	施工工区,西北方向	95.71
	63	窑上	约 3 户, 11 人	施工工区,东北方向	125.08
	64	邵咀村	约 156 户, 608 人	施工工区,东南方向	96.45
	65	张家坡村	约 69 户, 221 人	施工工区,东南方向	182.81
	66	双石村	约 16 户, 58 人	施工工区,西南方向	154.37
	67	张家岔	约 60 户, 198 人	施工工区,西北方向	17.63
	68	员湾村	约 128 户, 410 人	施工工区,西北方向	63.47
	69	蒋台村	约 4 户, 15 人	施工工区,东北方向	149.48
	70	峡门下	约 13 户, 42 人	施工工区,东南方向	128.12
	71	川子地	约 23 户, 87 人	输水线路,东北方向	128.74
	72	孙阴岳村	约 62 户, 198 人	施工工区,东南方向	129.09
	73	杨李家	约 3 户, 11 人	施工工区,东南方向	189.86
	74	陈寨村	约 107 户, 385 人	施工工区,东南方向	144.84
	75	坑草坪	约 34 户, 109 人	输水线路,西南方向	110.22
	76	侯山村	约 25 户, 98 人	施工工区,西南方向	92.27
	77	马家阴湾	约 19 户, 61 人	输水线路,西南方向	94.53
	78	陈家咀	约 11 户, 44 人	输水线路,西南方向	152.09
	79	三道沟	约 13 户, 51 人	施工工区,西北方向	77.70
	80	董家坪	约 9 户, 30 人	施工工区,西北方向	68.33
	81	郭家坪	约 9 户, 34 人	施工工区,西南方向	110.40
	82	关门咀	约 9 户, 31 人	施工工区,东北方向	44.71
	83	杨家沟	约 5 户, 15 人	施工工区,东南方向	121.07
	84	扁湾	约 6 户, 18 人	施工工区,东北方向	30.32
	85	刘家川	约 18 户, 70 人	施工工区,东南方向	85.97
	86	解放村	约 25 户, 95 人	输水线路,东南方向	45.87
	87	李家坪	约 8 户, 32 人	施工工区,西北方向	88.98
	88	扯弓塬村	约 83 户, 324 人	输水线路,西北方向	166.36
	89	炭王	约 18 户, 58 人	施工工区,西北方向	55.36
	90	炭王	约 15 户, 51 人	施工工区,东南方向	153.04
	91	白家湾	约 12 户, 41 人	施工工区,东南方向	59.06

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	92	王家磨	约 3 户, 9 人	施工工区,东北方向	200.47
	93	连山村	约 43 户, 163 人	施工工区,西北方向	33.35
	94	张家河湾	约 35 户, 133 人	施工工区,东南方向	63.94
	95	胡岔村	约 19 户, 61 人	施工工区,西北方向	111.97
	96	仁义村	约 210 户, 714 人	输水线路,西北方向	97.65
	97	川子里	约 23 户, 69 人	施工工区,西南方向	86.18
	98	桑川村	约 106 户, 350 人	输水线路,西北方向	164.82
	99	高家咀	约 11 户, 40 人	输水线路,西南方向	131.91
	100	张山	约 15 户, 59 人	施工工区,东北方向	76.93
	101	余家湾	约 34 户, 102 人	输水线路,西北方向	133.88
	102	王家湾	约 22 户, 79 人	施工工区,西南方向	33.43
	103	青龙沟	约 14 户, 53 人	施工工区,西南方向	106.61
	104	高湾村	约 33 户, 119 人	施工工区,西南方向	98.35
	105	高山顶湾	约 15 户, 54 人	施工工区,东南方向	70.01
	106	南湾村	约 109 户, 436 人	输水线路,东北方向	102.59
	107	王洼村	约 43 户, 172 人	施工工区,东南方向	123.66
	108	连王村	约 11 户, 40 人	施工工区,西南方向	158.57
	109	刘沟村	约 52 户, 203 人	输水线路,西南方向	95.41
	110	王沟村	约 82 户, 271 人	施工工区,西南方向	68.72
	111	刘家村	约 112 户, 426 人	施工工区,西北方向	100.24
	112	冯湾村	约 17 户, 63 人	施工工区,西北方向	161.13
	113	张堰村	约 46 户, 156 人	施工工区,东南方向	70.68
	114	柳李村	约 20 户, 76 人	施工工区,西北方向	52.48
	115	万柳村	约 6 户, 21 人	输水线路,东北方向	160.20
	116	柳家滑沟	约 15 户, 45 人	施工工区,西南方向	54.89
	117	杏花坪	约 14 户, 52 人	施工工区,东南方向	89.03
	118	红土壑峴	约 15 户, 53 人	施工工区,东北方向	147.29
	119	赵家崖湾	约 60 户, 222 人	施工工区,西南方向	30.67
	120	河北村	约 11 户, 40 人	施工工区,东南方向	103.23
	121	东街村	约 105 户, 378 人	施工工区,东南方向	45.44
	122	阎家河湾	约 16 户, 56 人	施工工区,西南方向	135.07
	123	三合村	约 96 户, 307 人	施工工区,东南方向	28.02
	124	毛柳村	约 35 户, 133 人	施工工区,西南方向	23.19
	125	凤尾村	约 23 户, 76 人	施工工区,西北方向	86.78
	126	李家坪	约 30 户, 102 人	施工工区,西南方向	88.92
	127	鸾沟阴坡村	约 88 户, 264 人	施工工区,东北方向	12.73
	128	刘家庄	约 12 户, 42 人	施工工区,东南方向	141.01
	129	高庄	约 33 户, 119 人	施工工区,西北方向	136.09
	130	河李新村	约 8 户, 31 人	施工工区,西北方向	98.36
	131	阎庄村	约 156 户, 577 人	施工工区,西北方向	159.79

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	132	太愿村	约 135 户, 459 人	施工工区,西北方向	134.50
	133	阳湾村	约 37 户, 111 人	施工工区,东南方向	168.52
	134	太原新村	约 25 户, 98 人	输水线路,东南方向	103.89
	135	大杨村	约 223 户, 714 人	输水线路,西北方向	91.18
	136	小杨新村	约 36 户, 144 人	施工工区,东北方向	99.82
	137	下马家	约 35 户, 140 人	施工工区,东北方向	113.52
	138	大阳乡	约 235 户, 917 人	施工工区,东南方向	119.34
	139	庄子	约 66 户, 224 人	施工工区,西北方向	76.55
	140	史坪村	约 84 户, 294 人	输水线路,西南方向	166.81
	141	史湾村	约 52 户, 172 人	施工工区,东南方向	77.55
	142	豁岷村	约 6 户, 22 人	输水线路,西北方向	166.06
	143	中庄新村	约 21 户, 74 人	输水线路,西北方向	51.55
	144	尹家庄	约 23 户, 81 人	输水线路,东南方向	33.44
	145	蒲家庄	约 30 户, 111 人	输水线路,西北方向	159.19
	146	焦湾村	约 108 户, 367 人	输水线路,西南方向	31.00
	147	宁马村	约 87 户, 348 人	施工工区,西南方向	175.59
	148	中庄	约 21 户, 84 人	施工工区,西南方向	83.63
	149	赵吴家阳山	约 12 户, 43 人	施工工区,东北方向	145.13
	150	王店村	约 134 户, 509 人	施工工区,西南方向	134.23
	151	韩家峡	约 8 户, 32 人	施工工区,西南方向	103.12
	152	刘房沟村	约 76 户, 228 人	施工工区,东北方向	126.94
	153	黄家堡村	约 21 户, 63 人	施工工区,西南方向	29.44
	154	崔湾村	约 34 户, 129 人	施工工区,西北方向	128.73
	155	刘山村	约 18 户, 54 人	施工工区,西北方向	166.42
	156	护林沟	约 22 户, 84 人	施工工区,西南方向	20.33
	157	试雨村	约 175 户, 420 人	施工工区,东南方向	26.90
	158	瓦泉村	约 162 户, 535 人	施工工区,东南方向	165.81
	159	蒲魏村	约 56 户, 224 人	输水线路,西北方向	17.06
	160	刘村	约 20 户, 72 人	施工工区,东北方向	139.50
	161	刘咀村	约 75 户, 263 人	输水线路,西南方向	146.11
	162	西门村	约 30 户, 102 人	施工工区,西北方向	43.14
	163	杜家庄	约 33 户, 116 人	输水线路,东北方向	139.71
	164	西门村	约 286 户, 1144 人	施工工区,西南方向	96.85
	165	方湾新村	约 12 户, 36 人	输水线路,西北方向	141.60
	166	赵湾村	约 31 户, 124 人	施工工区,东南方向	185.57
	167	李湾村	约 17 户, 56 人	输水线路,西北方向	44.54
	168	上庄	约 6 户, 20 人	施工工区,东北方向	185.12
	169	岔岔沟村	约 44 户, 167 人	施工工区,东北方向	107.30
	170	包家窑	约 5 户, 20 人	施工工区,西南方向	169.63
	171	朱家湾村	约 5 户, 16 人	施工工区,东北方向	57.73

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	172	碾盘湾	约 14 户, 52 人	输水线路,西南方向	116.52
	173	庞家沟村	约 12 户, 46 人	输水线路,西南方向	96.28
	174	红崖山	约 10 户, 36 人	施工工区,东南方向	72.87
	175	水草沟	约 10 户, 38 人	施工工区,东南方向	134.55
	176	文家崖	约 15 户, 53 人	施工工区,西北方向	96.31
	177	庄家梁	约 8 户, 30 人	输水线路,西南方向	13.26
	178	上沟	约 25 户, 85 人	施工工区,东北方向	75.59
	179	傅家沟	约 45 户, 140 人	施工工区,东北方向	64.09
	180	王家堰	约 12 户, 41 人	施工工区,东北方向	41.41
	181	阳庄	约 31 户, 102 人	施工工区,东南方向	130.05
	182	车头沟	约 16 户, 50 人	施工工区,西北方向	31.30
	183	石坪子	约 38 户, 137 人	施工工区,西北方向	23.26
	184	关家庄	约 32 户, 102 人	施工工区,西南方向	60.77
	185	石堡子村	约 30 户, 117 人	施工工区,东南方向	34.04
	186	立新村	约 83 户, 307 人	施工工区,西南方向	41.64
	187	安回中学	约 1 户, 3 人	施工工区,东北方向	31.19
	188	鸿福家园	约 28 户, 90 人	施工工区,东北方向	22.07
	189	高镇村	约 157 户, 628 人	施工工区,东北方向	51.01
	190	纪家庄	约 56 户, 207 人	施工工区,东南方向	25.50
	191	小庄	约 16 户, 61 人	施工工区,西南方向	14.22
	192	杨源村	约 48 户, 178 人	施工工区,西南方向	46.25
	193	没道庄	约 10 户, 33 人	施工工区,西北方向	42.43
	194	洪岳村	约 5 户, 20 人	施工工区,东北方向	138.94
	195	阴岫庄	约 24 户, 74 人	施工工区,西南方向	163.66
	196	观音殿村	约 13 户, 47 人	施工工区,东北方向	15.90
	197	观殿村	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	97.20
	198	段湾	约 4 户, 14 人	施工工区,西北方向	169.41
	199	铜城村	约 64 户, 211 人	施工工区,西南方向	77.81
	200	庙庄	约 35 户, 116 人	施工工区,西南方向	174.23
	201	高堡村	约 215 户, 817 人	施工工区,东南方向	28.03
	202	十庄村	约 56 户, 179 人	施工工区,东北方向	149.13
	203	唐湾	约 52 户, 203 人	施工工区,西南方向	137.37
	204	扁岫	约 17 户, 61 人	施工工区,西南方向	135.22
	205	狮子庄	约 2 户, 5 人	施工工区,西南方向	35.17
	206	大陈村	约 176 户, 563 人	施工工区,西北方向	59.18
	207	朱家河滩	约 6 户, 23 人	施工工区,东北方向	52.23
	208	东庄村	约 56 户, 174 人	施工工区,东南方向	36.65
	209	黄岭子	约 7 户, 23 人	施工工区,东南方向	74.85
	210	董家沟	约 33 户, 122 人	施工工区,西北方向	126.63
	211	焦庄村	约 255 户, 791 人	施工工区,西北方向	88.17

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	212	鼻梁山	约 51 户, 153 人	施工工区,西南方向	15.71
	213	平头村	约 36 户, 130 人	施工工区,西北方向	18.59
	214	吴家庄	约 45 户, 162 人	施工工区,东南方向	45.06
	215	彦家坡	约 18 户, 65 人	施工工区,西北方向	53.56
	216	白崖沟泉	约 62 户, 192 人	施工工区,东南方向	78.35
	217	高庄子村	约 117 户, 374 人	施工工区,西南方向	62.53
	218	凉水泉村	约 23 户, 87 人	施工工区,西北方向	51.01
	219	枣林村	约 63 户, 246 人	施工工区,西南方向	98.98
	220	黑家沟	约 19 户, 67 人	施工工区,东南方向	56.74
	221	黄花乡	约 286 户, 1115 人	施工工区,西北方向	38.63
	222	石佛刘村	约 53 户, 207 人	施工工区,西北方向	97.56
	223	石佛刘后庄	约 97 户, 340 人	施工工区,东南方向	122.09
	224	虎儿湾	约 3 户, 12 人	施工工区,西南方向	112.38
	225	仙马沟	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	25.04
	226	黄花塬村	约 14 户, 42 人	施工工区,西北方向	48.73
	227	曹家沟	约 7 户, 26 人	施工工区,东南方向	33.82
	228	王沟圈村	约 36 户, 130 人	施工工区,西北方向	115.92
	229	高年村	约 103 户, 402 人	施工工区,西南方向	27.41
	230	西庄	约 51 户, 199 人	施工工区,西南方向	72.75
	231	横渠村	约 251 户, 979 人	施工工区,东南方向	188.09
	232	李家川	约 5 户, 20 人	施工工区,西北方向	159.26
	233	贾前庄	约 3 户, 12 人	施工工区,东北方向	170.05
	234	温家门前	约 40 户, 160 人	施工工区,东南方向	122.45
	235	解放村	约 56 户, 213 人	施工工区,西南方向	119.36
	236	郭家沟	约 86 户, 327 人	施工工区,东南方向	26.00
	237	兰岔村	约 73 户, 292 人	施工工区,东北方向	13.10
	238	温家沟	约 30 户, 117 人	施工工区,东南方向	142.46
	239	马站	约 40 户, 148 人	施工工区,东南方向	89.69
	240	里山	约 2 户, 8 人	施工工区,西南方向	96.37
	241	魏家坪	约 5 户, 17 人	施工工区,东北方向	55.53
	242	史家老庄	约 74 户, 259 人	施工工区,东北方向	114.58
	243	老庄	约 41 户, 139 人	施工工区,东南方向	40.64
	244	常家地庄	约 76 户, 243 人	施工工区,西南方向	19.00
	245	西庄	约 23 户, 87 人	施工工区,东北方向	33.47
	246	李家地庄	约 54 户, 200 人	施工工区,东北方向	154.84
	247	孟回商庄	约 50 户, 170 人	施工工区,东北方向	135.04
	248	朱家湾	约 8 户, 26 人	施工工区,东北方向	52.97
	249	冉家洼村	约 7 户, 21 人	施工工区,东北方向	12.70
	250	里壕	约 4 户, 13 人	施工工区,西南方向	49.32
	251	新庄村	约 11 户, 39 人	施工工区,东北方向	172.30

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	252	上岭村	约 21 户, 65 人	施工工区,西南方向	19.62
	253	郭家城	约 22 户, 88 人	施工工区,西南方向	120.22
	254	周家岭	约 22 户, 77 人	施工工区,西北方向	107.94
	255	东庄	约 5 户, 17 人	施工工区,西南方向	138.30
	256	水晶崖	约 8 户, 26 人	施工工区,东北方向	114.91
	257	西庄	约 3 户, 10 人	施工工区,西北方向	108.87
	258	寇家庄	约 48 户, 158 人	施工工区,西北方向	186.44
	259	吴塬村	约 36 户, 122 人	施工工区,西南方向	68.62
	260	新庄	约 15 户, 60 人	施工工区,东南方向	62.38
	261	新庄	约 8 户, 29 人	施工工区,东南方向	23.99
	262	凤凰村	约 54 户, 211 人	施工工区,西南方向	15.30
	263	王家前梁	约 8 户, 32 人	施工工区,东北方向	41.30
	264	巴山村	约 11 户, 37 人	施工工区,东南方向	30.91
	265	虎家庄	约 9 户, 28 人	施工工区,西南方向	16.77
	266	梨儿园	约 4 户, 14 人	施工工区,东北方向	16.31
	267	黄老庄	约 17 户, 56 人	施工工区,西北方向	111.08
	268	武家南湾	约 6 户, 23 人	施工工区,东北方向	46.25
	269	北湾	约 2 户, 7 人	施工工区,西南方向	19.79
	270	杨家老庄	约 13 户, 44 人	施工工区,西南方向	133.85
	271	孟家寨村	约 91 户, 328 人	施工工区,东南方向	164.98
	272	峁子	约 10 户, 31 人	施工工区,东北方向	18.88
	273	代家湾	约 4 户, 13 人	施工工区,东南方向	41.90
	274	三河湾村	约 18 户, 56 人	施工工区,东北方向	23.00
	275	三河湾	约 21 户, 78 人	施工工区,东南方向	41.88
	276	马家砭	约 6 户, 22 人	施工工区,西北方向	123.20
	277	白家庄子	约 15 户, 59 人	施工工区,西北方向	45.00
	278	冯家湾	约 4 户, 14 人	施工工区,西南方向	29.35
	279	茆骨堆塬	约 31 户, 93 人	施工工区,东北方向	13.30
	280	观泉头	约 32 户, 125 人	施工工区,东南方向	143.42
	281	北塬头村	约 54 户, 194 人	施工工区,西南方向	95.73
	282	照抓	约 1 户, 4 人	施工工区,西南方向	150.43
	283	李家湾	约 2 户, 6 人	输水线路,东北方向	181.79
	284	梁家岷岷	约 7 户, 25 人	施工工区,东北方向	21.00
	285	罗家沟	约 7 户, 22 人	施工工区,东南方向	142.72
	286	岷岷子	约 9 户, 30 人	施工工区,西南方向	14.23
	287	宗旗	约 3 户, 11 人	施工工区,西北方向	184.02
	288	宗顾村	约 1 户, 4 人	施工工区,西北方向	190.42
	289	白草湾	约 3 户, 11 人	施工工区,东南方向	78.47
	290	塌儿坪	约 19 户, 57 人	施工工区,西北方向	133.61
	291	寺咀子	约 5 户, 19 人	施工工区,东北方向	17.24

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	292	野狐沟	约 7 户, 28 人	施工工区,西北方向	17.05
	293	麻子沟茆	约 7 户, 25 人	施工工区,东南方向	36.05
	294	张家台上	约 14 户, 43 人	施工工区,东南方向	68.82
	295	罗家岷岷	约 5 户, 15 人	施工工区,东北方向	114.39
	296	店户村	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	153.15
	297	米家湾	约 4 户, 14 人	施工工区,东北方向	41.21
	298	前米家湾	约 7 户, 24 人	施工工区,西南方向	17.59
	299	义门底庄	约 60 户, 192 人	施工工区,东南方向	99.29
	300	安咀	约 120 户, 468 人	施工工区,东北方向	110.54
	301	彭原	约 60 户, 240 人	施工工区,西北方向	64.70
	302	任家咀	约 77 户, 277 人	施工工区,西北方向	14.00
	303	长春堡	约 30 户, 111 人	施工工区,东南方向	35.87
	304	野雀茆	约 3 户, 10 人	施工工区,东南方向	82.95
	305	李家咀	约 33 户, 112 人	施工工区,西北方向	90.32
	306	九家掌	约 5 户, 16 人	施工工区,西北方向	77.89
	307	何家新村	约 40 户, 132 人	施工工区,西北方向	13.90
	308	三义庙	约 70 户, 238 人	施工工区,西北方向	87.46
	309	鄂旗坳	约 101 户, 364 人	施工工区,西北方向	111.93
	310	北庄	约 22 户, 66 人	施工工区,东南方向	128.57
	311	李家滩	约 23 户, 83 人	施工工区,东北方向	119.16
	312	任家当庄	约 59 户, 212 人	施工工区,西北方向	65.67
	313	狼刺湾	约 10 户, 36 人	施工工区,西南方向	24.29
	314	前李家庄	约 2 户, 6 人	施工工区,西南方向	174.90
	315	路家掌村	约 24 户, 74 人	施工工区,东北方向	172.87
	316	瓦子湾	约 2 户, 7 人	施工工区,东南方向	31.61
	317	下庄村	约 94 户, 376 人	施工工区,东北方向	111.07
	318	官亭村	约 54 户, 173 人	施工工区,西北方向	77.90
	319	老庄村	约 71 户, 234 人	施工工区,东北方向	126.94
	320	老庄	约 28 户, 109 人	施工工区,西北方向	64.49
	321	二台庄	约 8 户, 25 人	施工工区,东南方向	41.03
	322	岳家堰村	约 13 户, 48 人	施工工区,东南方向	54.01
	323	何西坳	约 36 户, 137 人	施工工区,西北方向	111.05
	324	南庄	约 25 户, 100 人	施工工区,西南方向	152.72
	325	惠家庄	约 25 户, 93 人	施工工区,西北方向	13.00
	326	雷旗村	约 42 户, 139 人	施工工区,西北方向	40.20
	327	史家湾	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	160.56
	328	齐家楼村	约 96 户, 365 人	施工工区,西北方向	165.71
	329	宫家庄	约 62 户, 242 人	施工工区,西南方向	152.53
	330	柳树河村	约 13 户, 52 人	施工工区,西南方向	13.50
	331	焦村	约 58 户, 209 人	施工工区,东北方向	65.23

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	332	脚店庄	约 5 户, 19 人	施工工区,西南方向	145.60
	333	西卜村	约 83 户, 266 人	施工工区,西南方向	176.68
	334	枣林湾	约 13 户, 47 人	施工工区,西北方向	71.35
	335	李岭村	约 65 户, 234 人	施工工区,东南方向	84.18
	336	文家店	约 41 户, 148 人	施工工区,西北方向	29.00
	337	高家坳	约 46 户, 179 人	施工工区,西南方向	36.00
	338	康湾湾	约 1 户, 3 人	施工工区,东北方向	158.43
	339	马家山	约 9 户, 29 人	施工工区,东南方向	76.10
	340	石家岭	约 4 户, 14 人	施工工区,东南方向	154.36
	341	老掌塬村	约 9 户, 29 人	施工工区,东北方向	78.95
	342	范北	约 23 户, 85 人	施工工区,西北方向	85.83
	343	田家坪	约 24 户, 96 人	施工工区,西南方向	87.00
	344	任岭村	约 57 户, 194 人	施工工区,西南方向	180.32
	345	张家拐沟	约 32 户, 112 人	施工工区,西北方向	62.23
	346	西坳	约 33 户, 102 人	施工工区,东南方向	111.04
	347	坳刘村	约 24 户, 82 人	施工工区,东北方向	132.05
	348	水沟塬	约 33 户, 129 人	施工工区,东南方向	58.68
	349	瓦斜乡	约 72 户, 223 人	施工工区,西北方向	86.13
	350	望宁村	约 55 户, 220 人	施工工区,西北方向	59.00
	351	下庄	约 7 户, 23 人	施工工区,东北方向	163.94
	352	庄科	约 25 户, 98 人	施工工区,东北方向	74.00
	353	西茆	约 2 户, 7 人	施工工区,东北方向	67.71
	354	温家前梁	约 4 户, 16 人	施工工区,西北方向	73.52
	355	昔咀村	约 49 户, 157 人	施工工区,东南方向	54.04
	356	温台村	约 12 户, 37 人	施工工区,西北方向	41.07
	357	武纪岔	约 6 户, 19 人	施工工区,东北方向	19.34
	358	温家咀	约 23 户, 76 人	施工工区,西南方向	17.00
	359	店坪村	约 4 户, 13 人	施工工区,东北方向	175.59
	360	南沟门	约 5 户, 16 人	施工工区,西北方向	27.00
	361	土坪村	约 10 户, 39 人	施工工区,东南方向	15.90
	362	底下沟	约 5 户, 16 人	施工工区,西南方向	134.20
	363	沟圈村	约 70 户, 238 人	施工工区,西北方向	158.34
	364	郭家南咀	约 36 户, 119 人	施工工区,西南方向	30.81
	365	焦家湾	约 17 户, 60 人	施工工区,东南方向	114.64
	366	郭家咀	约 14 户, 53 人	施工工区,东北方向	35.09
	367	郭家	约 20 户, 78 人	施工工区,西北方向	13.60
	368	乔庄	约 37 户, 148 人	施工工区,西北方向	30.98
	369	火烟沟	约 30 户, 111 人	施工工区,西北方向	24.99
	370	杨塬	约 10 户, 35 人	施工工区,东北方向	46.67
	371	徐家村	约 57 户, 217 人	施工工区,西北方向	135.30

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	372	黎家庄子村	约 34 户, 122 人	施工工区,西南方向	122.01
	373	掌湾	约 5 户, 19 人	施工工区,西北方向	151.62
	374	李沟门	约 20 户, 62 人	施工工区,东南方向	62.72
	375	柔远川	约 3 户, 11 人	输水线路,西南方向	61.82
	376	南庄寺	约 23 户, 83 人	施工工区,西南方向	71.14
	377	孙家寨沟村	约 55 户, 193 人	施工工区,西南方向	119.91
	378	路家老庄	约 15 户, 47 人	施工工区,东北方向	52.76
	379	老庄	约 8 户, 26 人	施工工区,东南方向	163.55
	380	任老庄	约 3 户, 12 人	输水线路,西南方向	155.62
	381	烂窑沟	约 2 户, 7 人	输水线路,东北方向	263.06
	382	良平村	约 71 户, 227 人	施工工区,西北方向	110.63
	383	佛殿湾	约 19 户, 68 人	输水线路,西南方向	34.00
	384	庙岸	约 9 户, 32 人	输水线路,西南方向	38.00
	385	杨湾	约 2 户, 7 人	输水线路,西北方向	398.15
	386	田新庄	约 7 户, 21 人	输水线路,东南方向	114.69
	387	康沟门	约 1 户, 4 人	输水线路,西南方向	1089.40
	388	碾咀村	约 34 户, 102 人	施工工区,东北方向	55.48
	389	芦角	约 2 户, 8 人	输水线路,西北方向	192.70
	390	道庙	约 3 户, 12 人	输水线路,西北方向	185.27
	391	安子村	约 68 户, 265 人	施工工区,西南方向	21.48
	392	栗家洼	约 18 户, 70 人	施工工区,东北方向	103.45
	393	寨子洼	约 6 户, 19 人	输水线路,西北方向	123.33
	394	王峪洼	约 101 户, 404 人	施工工区,西南方向	57.53
	395	袁石洼	约 12 户, 38 人	输水线路,西北方向	136.57
	396	老庙村	约 72 户, 281 人	施工工区,东南方向	46.50
	397	金汤村	约 41 户, 152 人	输水线路,东南方向	180.61
	398	曹河村	约 13 户, 39 人	输水线路,东南方向	47.59
	399	蔡峪村	约 75 户, 263 人	施工工区,西北方向	57.16
	400	胡兴庄村	约 34 户, 112 人	输水线路,东南方向	199.11
	401	王老庄村	约 15 户, 48 人	输水线路,西南方向	82.87
	402	山河镇	约 410 户, 1476 人	施工工区,东南方向	68.00
	403	正宁县	约 7 户, 24 人	施工工区,东南方向	38.49
	404	山河东关村	约 142 户, 511 人	施工工区,西南方向	16.00
	405	姚庄	约 27 户, 97 人	输水线路,西北方向	164.72
	406	王渠村	约 20 户, 64 人	输水线路,东北方向	108.22
	407	王渠村	约 6 户, 21 人	输水线路,西南方向	49.80
	408	西坡乡	约 243 户, 778 人	施工工区,东北方向	13.70
	409	寨子圪	约 5 户, 17 人	输水线路,东南方向	97.33
	410	刘台	约 2 户, 8 人	输水线路,西北方向	101.86
	411	东新庄	约 14 户, 46 人	施工工区,西北方向	128.09

工程类型	序号	保护对象	规模	与工程位置关系	最近距离 (m)
	412	赵沟门村	约 1 户, 4 人	输水线路,东南方向	144.91
	413	榆树沟	约 3 户, 10 人	输水线路,东南方向	143.43
	414	朱庄	约 9 户, 35 人	输水线路,西南方向	14.36
	415	王兴庄	约 3 户, 11 人	输水线路,西南方向	503.16
	416	双墩村	约 4 户, 13 人	输水线路,西南方向	24.00
	417	麻子沟村	约 5 户, 17 人	输水线路,东北方向	53.95
	418	西武沟村	约 139 户, 431 人	输水线路,西北方向	20.28
	419	沙道子村	约 182 户, 637 人	输水线路,东南方向	98.32
	420	马岔村	约 62 户, 229 人	输水线路,西北方向	87.08
	421	称庄	约 25 户, 100 人	输水线路,西南方向	105.99
	422	米家砭	约 41 户, 160 人	输水线路,东北方向	61.98
	423	麻地坪村	约 78 户, 289 人	输水线路,东北方向	194.58
	424	高新庄	约 6 户, 18 人	输水线路,西北方向	13.60
	425	范台	约 2 户, 7 人	输水线路,西南方向	163.07
	426	石马科	约 16 户, 56 人	输水线路,东南方向	135.74
	427	槐树庄	约 4 户, 12 人	输水线路,东南方向	184.55
	428	砖窑湾镇	约 77 户, 285 人	输水线路,西南方向	140.94
	429	前窑子沟	约 3 户, 12 人	输水线路,西南方向	171.34
	430	后窑子沟	约 2 户, 7 人	输水线路,西南方向	187.82
	431	高桥乡	约 87 户, 313 人	输水线路,东南方向	175.52
	432	小桥沟	约 23 户, 74 人	输水线路,西南方向	14.10
	433	桑塌湾	约 28 户, 95 人	输水线路,东北方向	108.70
	434	李大庄	约 8 户, 32 人	输水线路,东南方向	122.18
	435	李塌村	约 8 户, 27 人	输水线路,西南方向	176.90
	436	龙石头村	约 61 户, 207 人	输水线路,东北方向	104.16
	437	雇塌	约 12 户, 44 人	输水线路,东南方向	157.54
	438	温家沟村	约 14 户, 42 人	输水线路,东北方向	170.42
	439	张天河村	约 10 户, 34 人	输水线路,西南方向	66.44
	440	万庄村	约 83 户, 257 人	输水线路,东南方向	154.16

1.9.2.6 地下水环境敏感目标

考虑隧洞施工会影响地下水水位,影响居民正常取水,将受地下水水位降深影响较大的村庄列为地下水环境敏感目标,详见表 1.9-8。

表 1.9-8 工程建设区地下水敏感目标概况表

工程内容	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	敏感目标
总干线	DZ-1#	DZ36+000	DZ38+000	邓家磨、力藏村
		DZ38+000	DZ40+000	聂仁村
		DZ40+000	DZ42+000	黄家沟、郝藏村

工程内容	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	敏感目标
		DZ44+000	DZ46+000	卧龙
		DZ48+000	DZ50+000	上拉村、中拉村
		DZ60+000	DZ62+000	申都乡
		DZ66+000	DZ68+000	砖塔寨村
		DZ68+000	DZ70+000	元草村
		DZ70+000	DZ72+000	红崖村
		DZ74+000	DZ76+000	大寨
		DZ76+000	DZ78+000	平路、刘家河、小寨子
		DZ78+000	DZ80+000	塔石沟
		DZ82+000	DZ84+000	柴炭山
		DZ94+000	DZ96+000	安沟村、杨家半山
		DZ96+000	DZ98+000	蒲家半山
	DZ-2#	DZ100+208	DZ101+585	马力村
	DZ-3#	DZ108+000	DZ110+000	白家湾、刘家咀
		DZ112+000	DZ114+000	榜罗沟
	DZ-4#	DZ126+000	DZ128+000	马河村
		DZ128+000	DZ130+000	大站里
		DZ136+000	DZ138+000	米家湾、董家沟
		DZ138+000	DZ140+000	杨家那坡
		DZ142+000	DZ144+000	石岷子村
	DZ-5#	DZ148+000	DZ150+000	吊坪
	DZ-6#	DZ152+900	DZ154+000	蒲树湾
		DZ154+000	DZ156+000	崔家台子
		DZ158+000	DZ160+000	常家咀
		DZ162+000	DZ163+380	张窑
	DZ-7#	DZ164+685	DZ166+000	阳山寺
		DZ166+000	DZ168+000	蔺家窑湾
		DZ168+000	DZ170+000	蔺家坪、庄子湾、苏家湾村
		DZ170+000	DZ172+000	麻茨湾
		DZ172+000	DZ174+000	梨下湾、大庄乡
		DZ178+000	DZ180+000	朱权家村、朱权家阳坡
		DZ180+000	DZ181+928	鸳鸯堡
	DZ-8#	DZ182+097	DZ184+000	常家洼
	DZ-9#	DZ185+661	DZ188+050	鹦哥湾、阴山湾
	DZ-10#	DZ188+992	DZ190+000	玉家湾
	DZ-11#	DZ192+000	DZ194+000	张家坡村、张家窑、辛山村
		DZ194+000	DZ196+000	张家寨子下庄
		DZ196+000	DZ198+000	赵家沟

工程内容	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	敏感目标
		DZ198+000	DZ199+500	峡门下
	DZ-12#	DZ199+847	DZ202+000	王马沟、大湾村
		DZ202+000	DZ203+060	坑草坪
	DZ-13#	DZ206+000	DZ206+372	马家阴湾
	DZ-14#	DZ206+523	DZ209+095	后湾、陈家咀、董家坪
	DZ-16#	DZ214+945	DZ216+027	李家坪、扯弓塬村
	DZ-17#	DZ217+995	DZ220+000	连山村
		DZ220+000	DZ224+000	荒湾里、斜路下、毛梢沟塬、黑窑山、高家咀、史家梁、庄廓湾
	DZ-18#	DZ226+000	DZ228+000	南湾子、胡家村、刘沟村
		DZ228+000	DZ230+000	塌山里、丁山村、柳李村
	DZ-19#	DZ232+255	DZ234+000	万柳村
		DZ234+000	DZ236+000	柳窑村
	ZQ-1#	ZQ0+132	ZQ1+980	下庄、吊钩村、鸾沟阴坡村
	ZQ-2#	ZQ2+000	ZQ4+000	上阳山
		ZQ4+000	ZQ6+000	唐家高庄村
		ZQ6+000	ZQ8+000	上湾来
		ZQ8+000	ZQ10+000	史坪村、史湾村
		ZQ10+000	ZQ12+000	焦湾村
		ZQ12+000	ZQ14+000	端湾
		ZQ16+000	ZQ18+000	刘房沟村
		ZQ18+000	ZQ20+000	包家阳山、刘咀村
		ZQ22+000	ZQ24+000	下庄
		ZQ24+000	ZQ26+000	小庄子、朱家湾村
		ZQ26+000	ZQ28+000	碾盘湾
		ZQ42+000	ZQ44+000	上景坪
		ZQ44+000	ZQ46+000	庄家梁
		ZQ56+000	ZQ56+846	傅家沟
	ZQ-3#	ZQ58+623	ZQ76+249	白崖子
	ZQ-4#	ZQ76+868	ZQ80+048	断桥
	ZQ-9#	ZQ185+399	ZQ186+045	何家湾
	ZQ-10#	ZQ186+130	ZQ190+965	关泉头、冯家湾、小南坡、峁骨堆塬、邓家湾、北塬头村
	ZQ-12#	ZQ191+339	ZQ192+515	深岷岷、李家湾
	ZQ-15#	ZQ195+199	ZQ195+488	谢家山
	ZQ-16#	ZQ195+571	ZQ196+070	罗家湾
	ZQ-21#	ZQ212+586	ZQ213+243	贾家峁
	ZQ-23#	ZQ221+817	ZQ222+167	骆家塬
	ZQ-24#	ZQ222+242	ZQ223+251	岳塬村

工程内容	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	敏感目标
	ZQ-25#	ZQ223+322	ZQ224+170	杨家塬
	ZQ-26#	ZQ224+215	ZQ226+880	栾庄科、王其塬、杏树岷岷
	ZQ-27#	ZQ226+898	ZQ230+062	南庄、西畔、上里塬乡、北庄
	ZQ-28#	ZQ230+578	ZQ233+186	湫沟畔
	ZQ-29#	ZQ234+242	ZQ235+219	杜梨咀
	ZQ-30#	ZQ235+332	ZQ237+671	枣树湾、峰子塬
	ZQ-31#	ZQ237+915	ZQ238+614	康湾湾
	ZQ-33#	ZQ241+484	ZQ241+799	宋家阳山
天水二干 线及分干	张清隧洞	ZQ39+841	ZQ41+679	尹家庄、蒲家庄
	QS1#隧洞	QS13+316	QS15+603	蒲魏村
	QS2#隧洞	QS15+836	QS21+845	何家山、赵湾村、李湾村、王家沟里
	QS3#隧洞	QS21+885	QS23+371	碓窝子
天水一干 线及分干	TS3#隧洞	TS38+086	TS38+941	张家窑村
	TS6#隧洞	TS39+066	TS39+467	湫沟寺
	TS7#隧洞	TS46+268	TS48+110	秦家坪村、姚家湾村
	TS8#隧洞	TS51+515	TS56+370	李家那面、武家堡村
	TS9#隧洞	TS56+491	TS65+228	李家湾村、李家阳山、宋家庄村、高家山、洪家湾、马家河沟村、孙家山
延安干线 (子午岭 前段)	YA1#隧洞	YA2+307.43	YA5+671.11	王家塬
	YA6#隧洞	YA12+890.00	YA16+135.00	杨塬
	YA8#隧洞	YA16+730.00	YA17+565.00	李沟门
延安干线 (子午岭 后段)	SYA1#隧洞	SYA0+000	SYA27+960	张庄、佛殿湾、庙岸、橡树咀、樊瓜子、瓦舍村、高庄
	SYA2#隧洞	SYA28+025	SYA29+000	吴堡川
	SYA3#隧洞	SYA49+455	SYA62+770	沙坪庄村
	SYA10#隧洞	SYA76+077	SYA94+980	贺老庄
吴起分干	WQ1#隧洞	WQ29+990	WQ32+175	芦角
安塞分干	AS1#隧洞	AS2+205	AS6+310	窑子沟
	AS2#隧洞	AS20+390	AS23+790	李塌村、顾塔村
宝塔分干	BT1#隧洞	BT15+778	BT16+163	温家沟村

1.10 环境影响评价程序

根据拟建工程特点、区域环境特征,按照《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目管理条例》、《环境影响评价技术导则》相关要求,确定本工程环境影响评价工作分为三个阶段,各阶段主要工作任务如下:

（1）第一阶段

确定环境影响评价文件的类型，根据与环评相关的最新法规及技术规范要求，进行环境现状调查及工程分析，明确工程建设特性和主要环境影响，遵照国家和地方有关法律、法规和技术标准，拟定本工程环境影响评价工作计划、工作内容和工作方法，确定各环境要素的评价工作等级、主要评价内容、评价重点并编制环评工作方案。

（2）第二阶段

结合工程可研设计成果，进一步完善工程分析，对工程环境影响评价范围内的水环境、环境空气、声环境、陆生生态、水生生态、水资源配置等进行详细的现状调查和监测。开展流域回顾性评价、水文情势、地表水、地下水、水生生态、陆生生态、土壤环境、环境敏感区等重大环境影响专题评价。在上述现状调查和专题研究的基础上，进行工程地区环境现状评价和环境影响预测评价。

（3）第三阶段

在上述工作基础上，制定相应的环境保护对策措施和环境监测、监理及管理计划，进行环保投资估算和环境影响经济损益分析。编制《白龙江引水工程环境影响报告书》并给出环境影响评价结论。环境影响评价程序见图 1.10-1。

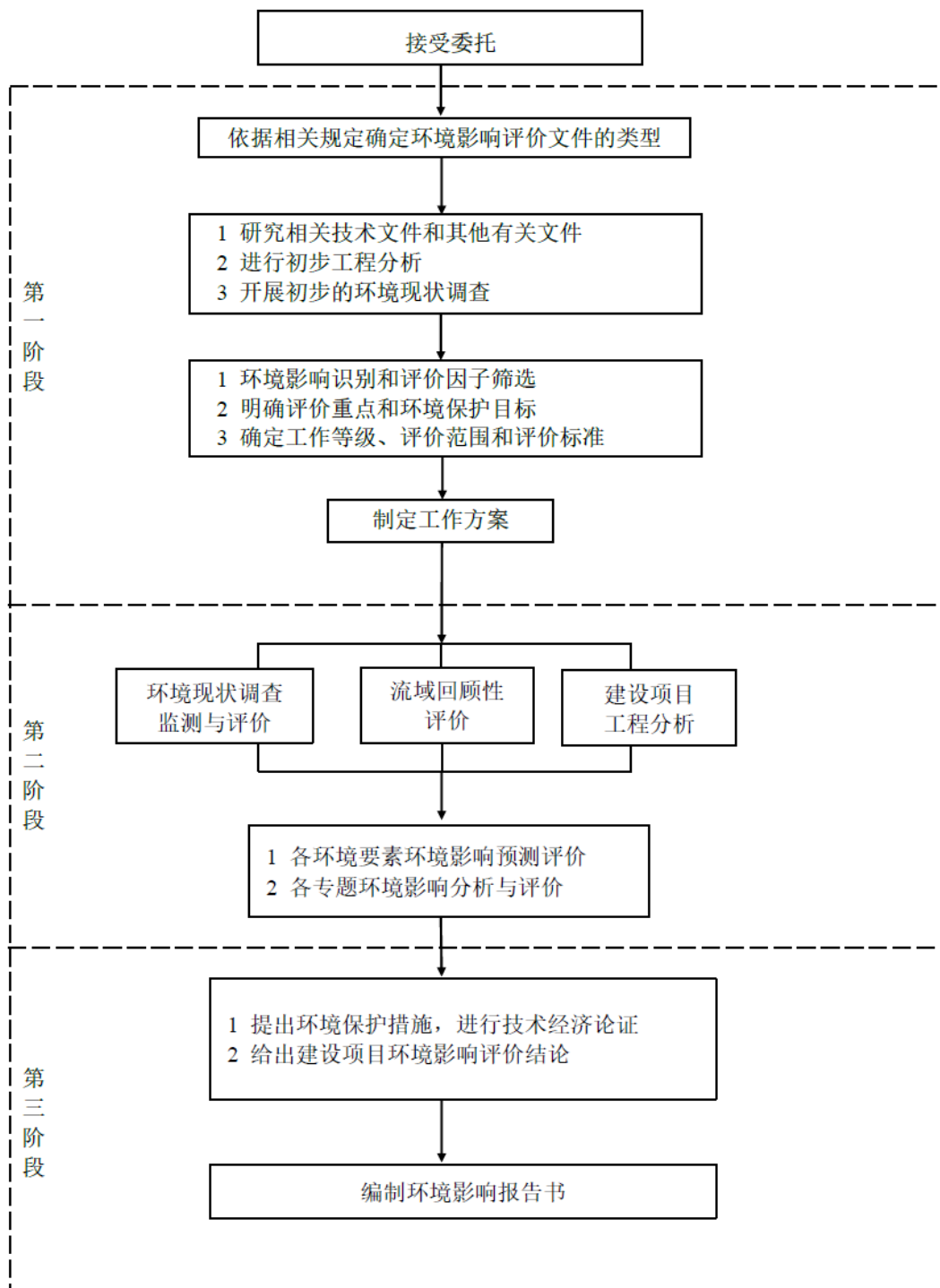


图 1.10-1 环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 流域规划及规划环评概况

2.1.1 流域综合规划概况

2.1.1.1 长江流域综合规划

《长江流域综合规划（2012～2030 年）》由水利部长江水利委员会于 2010 年 8 月修编完成，2012 年 12 月由国务院批复（国函〔2012〕220 号）。《长江流域综合规划（2012～2030 年）》提出，“在抓紧开展嘉陵江流域水量分配的基础上，研究从嘉陵江上游向邻近流域调水的必要性和可能性”。在主要支流开发及保护规划意见中对甘肃省拟开展的省内南水北调有明确支持。

2.1.1.2 黄河流域综合规划

《黄河流域综合规划（2012-2030 年）》由水利部黄河水利委员会于 2013 年 1 月修编完成，2013 年 3 月由国务院批复（国函〔2013〕34 号）。《黄河流域综合规划（2012-2030 年）》提出，“由于黄河水资源总量严重不足，从长远看黄河水资源供需矛盾仍十分突出，除继续开展南水北调西线工程前期工作外，还需要考虑其他外流域调水方案，以满足流域及相关地区经济社会发展和维持黄河生命健康用水需求，如引江济渭入黄方案、白龙江引水工程等”。

2.1.1.3 嘉陵江流域综合规划

按照水利部工作安排，长江水利委员会正在开展《嘉陵江流域综合规划》的编制工作。《嘉陵江流域综合规划》于 2005 年 8 月、2016 年 5 月两次征求嘉陵江流域涉及的陕西、甘肃、四川、重庆等 4 省（市）意见，2008 年 12 月、2016 年 12 月两次征求有关部委意见，于 2020 年 9 月编制完成了《嘉陵江流域综合规划》。目前，《嘉陵江流域综合规划》待报水利部审批。

根据《嘉陵江流域综合规划》，嘉陵江现状水资源开发利用率 14.3%，2030 水平年嘉陵江配置用水量 133.12 亿 m^3 ，扣除外流域调入水量 12.16 亿 m^3 ，水资源开发利用率为 17.3%。就水资源量而言，嘉陵江流域尚有一定的水量可考虑外调，以缓解外流域水资源短缺问题，但考虑本流域经济发展以及生态环境、和谐社会建设，水资源开发利用率应控制在 30% 以内。

目前已建或尚在研究的主要涉及嘉陵江流域的跨流域调水工程如下：

跨水资源一级区的调水工程主要有白龙江引水工程。白龙江引水工程由嘉陵江流域引水至泾渭河流域及陕西省延河流域，解决相关区域缺水问题，保障“关中-天水经济区”、陇东能源基地等重点地区供水安全。嘉陵江流域水量分配方案中，白龙江 2030 年引水规模暂按 9.6 亿 m^3 考虑。结合目前已开展的相关前期论证，白龙江 2040 年引水规模应控制在 7.74 亿 m^3 以内，年内按照汛期多调、枯水期少调的原则调度。白龙江引水工程应坚持“三先三后”原则，在加强前期工作和做好相关省（市）协调基础上，通过科学论证，合理确定工程方案和规模。

关于白龙江流域规划意见如下：

（1）流域治理开发任务

白龙江流域治理开发任务为灌溉与供水、发电、防洪、水土保持、水资源与水生态环境保护等。

（2）规划意见

上游因地制宜开发水能资源，中游优化水电布局，结合水库工程发展灌溉和保障城乡供水，下游建设控制性水库工程，提供灌溉与供水水源和防洪库容，加强水土保持生态与环境建设。

灌溉与供水：解决流域灌溉问题应以完善灌溉工程配套建设，推广节水技术为主，已建的宝珠寺、碧口等水库枢纽能解决部分灌溉与供水需求，后期可利用苗家坝及其他水源工程，进一步满足灌溉及供水要求。

发电：白龙江流域水力资源比较丰富，水力资源理论蕴藏量 5113MW。干流已建尼什峡、尼傲峡、碧口、宝珠寺、紫兰坝、苗家坝等电站工程，根据经济社会发展需要，研究论证后可进一步开发水力资源。

防洪：碧口以下由于碧口与宝珠寺水库的修建，防洪问题基本解决。解决白龙江的防洪问题，应加强水土保持工作，防治山体滑坡，减少由此产生的洪水；局部川坝地区修建堤防、河道及岸坡整治；在岷江、拱坝河等主要较大的支流修建水库，控制洪水。

水土保持：陇南地区以土石山区为主，地形破碎，极易遭受侵蚀，水土流失类型除水蚀外，重力侵蚀和泥石流比较活跃，是嘉陵江流域水土保持重点治理区，

以改善生产基础条件、控制沟蚀、加强滑坡泥石流预警预报为首要目标，以综合治理和预警预报为主，实施坡面整治、沟道防护、水土保持林草、疏溪固堤、治塘筑堰等措施。

水资源与水生态环境保护：落实已建水电站分类整治措施，严控新建水电项目，保障河流生态需水。结合白龙江干支流水生生物种类相似性，将白龙江亚古电站上游河段 40km、腊子沟、大团鱼河、让水河、乔庄河、清江河部分河段，作为流域层面栖息地保护河段，严控治理和开发活动。重点开展白龙江引水工程引水规模、引水过程、工程布局、对生态敏感区环境影响等方面论证，以及结合下游水生生态需求，研究适时开展生态调度。

2.1.2 嘉陵江流域综合规划环评概况

生态环境部于 2022 年 8 月出具《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》（环审〔2022〕119 号）的审查意见。其与项目相关的主要审查意见如下：

在统筹解决现有生态环境问题基础上，规划的白龙江引水等引调水工程应以优先满足和保障水源区生态环境用水需求为目标，统筹考虑水源区生态环境代价和受水区经济社会效益。

鉴于《规划》未明确白龙江引水工程引水规模、引水过程及工程布局，下阶段在落实《报告书》提出的调水规模控制在 7.78 亿立方米以内要求的基础上，统筹研究受水区用水需求和水源区可供水量，加强工程总体布局、调水规模、引水过程等的环境合理性论证；加大输水沿线及受水区调蓄能力，提高雨洪资源利用水平和供水安全保障程度，切实优化引调水过程，保障水源区枯水期和生态敏感期的生态用水需求；受水区在使用相关引调水时，应符合黄河流域生态保护和高质量发展要求；必要时，进一步开展工程规划及规划环评。

《嘉陵江流域综合规划环境影响评价报告书》关于白龙江引水工程的相关要求：

（1）规划方案优化调整建议

考虑白龙江干流立节断面生态需水要求，多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 条件下，白龙江上游立节断面最大可调水量分别为 15.14 亿 m^3 、11.34 亿 m^3 和 7.78 亿 m^3 。其中， $P=95\%$ 偏枯条件下可调水量小于《嘉陵江流域水量分配方案》提出

的 9.6 亿 m^3 调水规模。暂按《嘉陵江流域水量分配方案》9.6 亿 m^3 的调水规模和调水过程分析，白龙江引水工程实施后，典型来水偏枯年份，水源下游区立节断面部分月份生态基流、汛期基本生态水量无法满足相关要求。

因此，下阶段白龙江引水工程调水规模优化应重点考虑对水源下游区生态需水的影响， $P=95\%$ 条件下白龙江上游立节断面最大可调水量应控制在 7.78 亿 m^3 以内，以保障主要控制断面生态流量为目标。其中，白龙江干流立节、白水街（碧口）、三磊坝断面生态基流分别为 $21.1\text{m}^3/\text{s}$ 、 $24.6\text{m}^3/\text{s}$ 、 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 。白龙江引水工程调水规模，应结合受水区生产生活用水与节水、水源区下游生态环境用水和调水工程特性综合考虑，重点分析引调水对下游生态需水量和需水过程的影响，据此优化引水总量和引水过程。

（2）流域规划环评中关于白龙江引水工程环境保护总体的管控要求

白龙江干流分布有铁布梅花鹿省级自然保护区、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、白龙江阿夏自然保护区、文县白龙江大鲵省级自然保护区、甘肃白水江国家级自然保护区、青川毛寨省级自然保护区、白龙湖国家级风景名胜区，应加强保护区不受规划项目扰动，保护河段水生生物。

白龙江已建梯级电站众多且大多为引水式开发，造成河道生境碎片化和减水等环境问题，应严控新建水电项目，保障河流生态需水。建议组织开展白龙江干流已建重点工程环境影响后评价以及水电站水资源论证复评工作，结合评价结果和实际存在的环境问题，提出必要的栖息地保护、过鱼措施和增殖放流等水生生物保护补救措施。

结合白龙江干流水生生物种类相似性，将白龙江亚古电站上游河段 40km、腊子沟、大团鱼河、让水河、乔庄河、清江河部分河段，作为白龙江流域栖息地保护河段。同时加强白龙江流域支流水产种质资源保护区管理。规划期内，上述栖息地保护河段、水产种质资源保护区河段，不再建设水电等拦河闸坝工程，确需建设的重大民生工程需开展对栖息地影响的专题论证。在白龙江上游和下游各规划一座鱼类增殖站，恢复和补充因梯级电站建设损失的流水性或急流种类。

重点开展白龙江引水工程引水规模、引水过程、工程布局对生态敏感区和生态保护红线环境影响等方面论证，以及结合下游水生生态需求，研究适时开展生态调度。

（3）项目环评重点和要求

1) 引水规模方面。《综合规划》提出白龙江 2030 年引水规模暂按 9.6 亿 m^3 考虑，按此规模实施后，在来水偏枯年份，立节断面部分月份生态基流、汛期基本生态水量无法满足相关要求。下阶段白龙江引水工程调水规模论证中， $P=95\%$ 条件下白龙江上游立节断面最大可调水量应控制在 7.78 亿 m^3 以内，水源下游区以保障主要控制断面生态流量为目标，同时结合水生生态需求，维持合理的水文节律，保障生态环境质量；受水区考虑水源水质、地下水超采或挤占河道内生态环境用水、缺水对象的轻重缓急需求，以解决受水区生活缺水为重点，结合受水区工业用水增长及其与区域工业产业政策符合性分析，符合黄河流域生态保护和高质量发展要求基础上，合理确定引水规模和引水工程。

2) 调水工程布局方面。下阶段应从水源水库及其下游、输水线路以及中间调蓄水库等完善工程方案比选。工程设计中进一步加强在线及末端调蓄措施，在充分挖潜受水区其他水源的供水能力的基础上，与当地供水规划相衔接，合理布置末端调蓄水库。

针对输水线路穿越的环境敏感区和生态保护红线，进一步识别是否有地表设施及施工影响，开展工程对环境敏感区影响、生态保护红线不可避让等专题评价。下阶段应详细识别水源工程、输水工程布局与环境敏感区、生态保护红线的关系，分析工程对环境敏感区结构、主要保护对象和功能的影响范围和程度，以及生态保护红线面积和功能的影响，并提出有效的保护措施或补划方案。

3) 水生态保护措施方面。下阶段应加强水源点上下游流水河段栖息地保护方案研究。进一步研究水源下游白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼的产卵繁殖需求，结合工程调度设计，研究营造鱼类产卵繁殖期人造洪峰的必要性和可行性。

2.2 工程概况

2.2.1 工程地理位置

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）供水。

水源区位于甘肃省东南部，南靠四川省，东与陕西省接壤，西与甘肃省甘南藏族自治州为邻，北以甘肃省天水市为界。地理位置介于东经 $103^{\circ}07'$ ~ $106^{\circ}36'$ ，北纬 $32^{\circ}34'$ ~ $34^{\circ}33'$ 之间。

受水区位于甘肃省东部和陕西省延安市西北部，东隔黄河与山西临汾、吕梁相望，西连白银市、定西市，南接陇南、宝鸡、铜川、渭南等市，北靠固原、榆林。地理位置介于北纬 $35^{\circ}21'$ ~ $38^{\circ}21'$ ，东经 $107^{\circ}38'$ ~ $110^{\circ}50'$ 之间。

2.2.2 工程建设必要性

2.2.2.1 破解城乡生活用水困境、提高区域水安全保障水平的迫切需要

受水资源禀赋条件以及开发利用状况限制，受水区季节性缺水与干旱期缺水频频发生，特别是城区中不同程度存在限时限量供水情况，水源地水质难以保护，供水安全得不到保障，利用地下水供水城区地下水位均出现持续下降，部分县区多次变迁水源地，挤占农业水源供水，甚至因水质污染亟需寻找新的供水水源，各县城供水日益紧张，城市水源地供水能力明显不足，亟需水量稳定水质较优的水源替换。

（1）解决用水保证率低、水质合格率低迫切需要

受水区农村人畜饮水基本经历了挑水吃—集雨水窖—地下水的转变过程，但随着农村经济的快速发展，农村饮水从“量”到“质”都有了更高的要求，从目前受水区实施的农村人饮工程来看，总体上仍然薄弱，多数工程建设标准低、工程规模小、水质合格率低，供水保证率低，已建工程多以山泉水、地下水和沟道地表水为主，供水水源不稳定，大的人饮工程也基本无调蓄水源，特别是受水区中受自然地理和农村居民居住位置影响，还有约 140 万人利用集雨水窖、小电井和大

口井等分散型供水工程取水，占农村人口的 30%，一旦遇到干旱年份，将发生季节性缺水，工程水源保证程度普遍较低。

（2）解决区域水资源短缺的迫切需要

受区域水资源短缺及开发利用难度限制，现状年甘肃省受水区人均综合用水量仅为 $121\text{m}^3/\text{人}$ ，明显低于全省平均水平为 $415\text{m}^3/\text{人}$ 。陕西省延安市受水区现状人均用水量约为 $141\text{m}^3/\text{人}$ ，但仍低于陕西省 $239\text{m}^3/\text{人}$ 的水平，甘陕受水区人均用水量均低于邻近的省份青海（ $432\text{m}^3/\text{人}$ ）、宁夏（ $1011\text{m}^3/\text{人}$ ）、内蒙古（ $752\text{m}^3/\text{人}$ ），也低于黄河流域（ $330\text{m}^3/\text{人}$ ）及全国的平均水平（ $431\text{m}^3/\text{人}$ ）。若按照现状年合理的用水需求，将挤占农业用水的水库退还给农业，同时将不合理地下水用水进行压减后，受水区城区生活缺水量达 0.69 亿 m^3 ，缺水率为 59%，其中甘肃省 0.55 亿 m^3 ，陕西 0.14 亿 m^3 ；村镇生活缺水量为 1.26 亿 m^3 ，缺水率高达 72%，其中甘肃 1.23 亿 m^3 ，陕西 0.03 亿 m^3 。受水区城乡生活供水用水形势非常严峻。

随着社会经济水平的提高，居民生活需水量逐渐增大，受水区 2040 年生活需水 6.33 亿 m^3 ，甘肃省受水区为 5.35 亿 m^3 ，陕西省延安市受水区为 0.98 亿 m^3 ，受到地形条件和水源条件等影响，甘肃省和陕西省均已无新供水水源可增加，而甘肃省调水的引洮工程和盐环定扬黄工程水量仅能够满足部分区域用水要求，陕西省延安黄河引水工程只能满足宝塔区部分用水要求，两省受水区均无法从根本上解决逐渐增加的缺水问题。近年来城镇化进程加快、城镇人口增加，预测受水区 2040 年总人口达 955 万人，城镇人口为 674 万人，居民用水水平逐年提高，若没有新增水源向受水区供水，2040 年生活缺水量 4.85 亿 m^3 ，其中，甘肃省居民生活缺水量 4.17 亿 m^3 ，陕西省延安市生活缺水 0.68 亿 m^3 ，居民生活缺水严重，基本生活将会受到严重影响，因此受水区迫切需要新的水源来保障居民生活基本用水的需要。

白龙江引水工程设计水平年可向城乡生活供水 5.09 亿 m^3 ，可从根本上解决城乡居民生活缺水问题。白龙江引水工程可保障居民生活用水安全，提高用水保证率，提高居民生活水平，是解决好与百姓密切相关的生活用水问题的唯一途径，是从根本上解决这一重大民生问题的必要手段。

2.2.2.2 保证区域经济可持续发展，促进国家能源基地建设的需要

由于水资源短缺，受水区工业供水保障水平已不能满足工业发展的需要。

天水市工业以机械制造、电工电器、电子信息、生物医药、烟草工业等工业类型为主。目前天水市工业主要集中在麦积区的社棠工业园区，该园区为国家级工业园区，园区内有企业 60 余家，园区用水水源为慕滩地下水，随着工业的不断发展，用水量逐步增加，慕滩水源地地下水的水位呈逐渐下降趋势，地下水已经出现超采问题。天水市位于关中-天水经济区，经济基础较好，自然条件优越，交通便利，发展潜力较大，但随着经济的不断发展，用水问题逐渐凸显，现有企业及未来新入住企业均需要有稳定水源支撑。

平凉市和庆阳市目前其他工业用水水源基本为企业自备井，出水量有限，影响企业扩展规模，由于缺乏可靠稳定充足的水源，招商引资企业踌躇不定，严重影响了当地其他工业的发展。

甘肃平凉、庆阳两市的能源资源富集地区，两市是陇东能源基地重要组成部分，陇东能源基地是国家五大综合能源基地之一-鄂尔多斯盆地能源基地的重要组成部分，基地是中原地区联系新疆、青海、宁夏、内蒙古的桥梁和纽带，在国家能源战略全局中具有十分重要的地位和作用。加快陇东能源基地开发，对促进国家能源安全供应、缩小区域发展差距、推动革命老区振兴、实现全面建成小康社会目标具有重要意义。《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》提出稳步开展煤制油、煤制气、煤制烯烃等升级示范。建设一批石油天然气生产基地。凡有条件在西部地区就地加工转化的能源、资源开发利用项目，支持在当地优先布局建设并优先审批核准；《甘肃省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出推动陇东综合能源化工基地高质量发展，着力打造以煤炭、电力产业为支撑的国家大型煤炭基地、千万千瓦级火电基地、千万吨级油气生产基地、煤化工基地；《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》提出“构建黄河流域甘肃段“一带一核三基地”发展动力格局。”其中三基地为“天水先进制造业基地、陇东国家综合能源基地、祁连山生态保护和生态价值转化重点试验基地”。陇东国家综合能源基地重点加快传统能源产业转型升级，着力推动新能源基地高质量发展，建设国家现代能源示范区。

现状能源行业用水水源主要为深层地下水、疏干水和再生水。由于深层地下水开采后难以补给，设计水平年深层地下水将不再开采。随着能源产业发展，受水区石油煤炭等产业工业需水量将增加至 2.8 亿 m^3 ，当地水源供水后仍缺水 1.95 亿 m^3 ，无法满足能源产业发展用水需求，如不开发新水源，能源开发将受到严重约束。白龙江引水工程实施后向陇东能源基地供水 1.57 亿 m^3 ，是陇东能源基地能源开发的理想水源。

随着社会经济的不断发展，依托良好的资源优势和国家发展战略支撑，受水区未来工业需水量逐渐增大，预测受水区 2040 年其他工业需水量为 1.4 亿 m^3 ，其中，甘肃省 1.08 亿 m^3 ，陕西省延安市 0.32 亿 m^3 。目前甘肃省其它一般工业主要利用地下水，但地下水已超采严重，无法提供更多水量，而引洮工程和盐环定扬黄工程水量仅能满足部分区域用水要求，无法从根本上解决逐渐增加其他工业用水。若没有新增水源向受水区供水，2040 年受水区其它一般工业缺水量达 0.68 亿 m^3 ，受水区经济发展将会受到严重影响，因此受水区迫切需要新的水源来支撑当地经济社会的其他工业发展。白龙江引水工程实施后可给其他工业供水 0.72 亿 m^3 ，可基本解决其他工业缺水问题。

本次能源基地主要发展煤炭开采、煤电、煤化工和石油产业，各项发展产业均符合相关产业政策，没有限制类和淘汰类项目。

地区经济发展离不开工业的发展，工业的发展离不开可靠稳定充足的水源，白龙江引水工程的建设，可以促进当地其他工业的稳定发展，给当地经济发展带来更多的发展机遇，工程的建设具有重大现实和长远意义。

2.2.2.3 革命老区全面建设小康社会、实现区域乡村振兴的需要

白龙江引水工程受水区所在地是中华文明特别是我国早期农耕文化的重要发祥地之一，庆阳市和延安市是土地革命战争时期陕甘边革命根据地和土地革命战争后期的西北革命根据地，为中华民族解放和新中国的建立做出了巨大牺牲和不可磨灭的贡献，天水市和平凉市是古丝绸之路的重要节点，人文历史悠久，文化底蕴深厚。2012 年 3 月 25 日，国家发展改革委以发改西部〔2012〕781 号印发的《陕甘宁革命老区振兴规划》中，甘肃庆阳、平凉以及陕西延安市受水区均在陕甘宁革命老区范围。

老区的苹果、瓜菜等特色农业以及平凉红牛等特色养殖为革命老区的脱贫攻坚带来了可观的收益，农民人均纯收入从 2010 年的 3009 元增长至 2017 年的 7540 元，特色农业的增收效益显著。但由于水资源短缺所限，产业发展受到严重制约，老区其他工业发展较慢，另外老区能源资源丰富，但能源开发需要的大量水资源亦无着落。任何经济产业的发展都离不开水资源的支撑，然而老区生活用水困难，经济产业的用水更加艰难，因此水资源短缺成为制约老区经济发展很难解决的瓶颈。

为在新形势下加快老区振兴，推进经济社会又好又快发展，依据《中共中央国务院关于深入实施西部大开发战略的若干意见》（中发〔2010〕11 号）有关精神，国家发改委编制了《陕甘宁革命老区振兴规划》。中办、国办印发《关于加大脱贫攻坚力度支持革命老区开发建设的指导意见》中指出要“加快重大基础设施建设，尽快破解发展瓶颈制约”、“优先支持老区重大水利工程”、“加大贫困老区抗旱水源建设”；加快推进老区发展，有利于发挥区域优势，增强老区自我发展能力；有利于发扬革命传统，弘扬延安精神，为经济社会发展提供强大精神动力；有利于缩小区域发展差距，促进区域协调发展，实现全面建设小康社会目标。

2021 年 2 月印发的《国务院关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》更是提出到 2025 年，革命老区脱贫攻坚成果全面巩固拓展，乡村振兴和新型城镇化建设取得明显进展，基础设施和基本公共服务进一步改善，居民收入增长幅度高于全国平均水平，对内对外开放合作水平显著提高，红色文化影响力明显增强，生态环境质量持续改善。到 2035 年，革命老区与全国同步基本实现社会主义现代化，现代化经济体系基本形成，居民收入水平显著提升。

党中央的政策给老区带来了新机遇，而白龙江引水工程的建设，可以加强当地基础设施建设，解决老区发展瓶颈——水资源短缺问题，会极大的推动当地经济发展，工程的建设有不可替代的战略意义。

2021 年中央一号文件明确提出实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接、设立衔接过渡期、持续巩固拓展脱贫攻坚成果。接续推进脱贫地区乡村振兴。实施乡村振兴，必须发展农业，而发展种植业和畜牧业是发展农业的有效手段，受水区城乡生活用水困难，当地农田均为非充分灌溉，因此发展农业只能依

靠外调水，白龙江引水工程可保障乡村供水安全，且为产业振兴（种植业和养殖业）供水 1.13 亿 m^3 ，因此白龙江引水工程是构建乡村振兴新格局的需要，是巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起和乡村振兴战略实施的重要工程，也是关乎百万农民的获得感、幸福感、安全感，关乎全面建成小康社会全局的重大民生工程。

2.2.2.4 改善区域生态环境，助推黄河流域生态保护与高质量发展的需要

受水区属黄河流域，水资源短缺且时空分布不均，与经济社会发展、人口及耕地分布不匹配、不均衡，水资源量少且呈衰减趋势，水质差、矿化度高甚至苦咸；区域地下水赋存条件差，浅层地下水含水层薄，补给量小，调蓄能力弱且过度超采，甚至开采深层地下水，大部分城乡供水井出水量不足甚至干涸，区域内大部分为黄土覆盖的丘陵地形，降水相对较少，但汛期水量集中，水土流失严重，河流含沙量高，水资源开发利用难度很大，是典型的资源型、水质型缺水问题并存的区域。因此，受水区的缺水问题只能依靠外调水来解决。

受水区生态环境脆弱，生态环境用水挤占严重，河流自净能力低，地下水超采严重，地下水水位不断下降，城市生态环境用水非常紧张；白龙江引水工程是稳定可靠的水源，可退还河道生态用水，替换地下水水源，改善城市生态环境用水的紧张局面，有效改善区域生态环境。

白龙江流域水资源相对丰富，满足本流域用水后，在不影响下游河道环境用水的情况下，将白龙江流域的水量调入严重缺水的黄河流域，既可以解决天水、平凉、庆阳、延安地区水资源短缺危机，提高区域水安全保障水平，又可以实现流域之间、地区之间水资源统筹优化配置，优化水资源配置格局，彻底改变甘肃省水资源短缺、时空分布不均、水土资源不匹配的基本水情，可有效增加水资源供给，为全省经济发展注入新的活力，工程实施后，将进一步完善水资源配置，改善流域生态环境，为经济发展提供水资源保障。

2019 年 9 月 18 日上午，习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上强调，要坚持山水林田湖草综合治理、系统治理、源头治理，统筹推进各项工作，加强协同配合，推动黄河流域高质量发展。要坚持绿水青山就是金山银山的理念，坚持生态优先、绿色发展，以水而定、量水而行，因地制宜、分类施策，上下游、干支流、左右岸统筹谋划，共同抓好大保护，协同推进大治理，着

力加强生态保护治理、保障黄河长治久安、促进全流域高质量发展、改善人民群众生活、保护传承弘扬黄河文化，让黄河成为造福人民的幸福河。习近平总书记的重要讲话高屋建瓴，为新时代做好黄河流域生态保护工作提供了根本遵循。黄河流域生态保护和高质量发展，汇同京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展一样，正式升级为国家重大发展战略。

白龙江引水工程，不仅有利于深入实施黄土高原和黄河中上游生态综合治理，加快建设生态文明，促进受水区构建国家生态安全屏障。同时，通过优化水资源配置，替代受水区地下水不合理的开采，可有效促进受水区涵养地下水源，改善区域生态环境、生活环境，对于助推黄河流域生态保护具有重要的作用。

白龙江引水工程实施后，可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通，优化水资源配置，缓解区域水资源时空分布不均矛盾，有效解决黄河流域甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺问题，提高区域水资源保障水平，巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起、乡村振兴战略的实施和生态文明社会建设，对于促进受水区经济可持续发展以及黄河流域生态保护和高质量发展具有重大的战略意义。因此，建设该工程是十分必要的，也是迫切的。

2.2.3 工程任务及规模

2.2.3.1 工程任务

以城乡生活供水为主，结合工业供水，兼顾高效农业灌溉，并为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件。

2.2.3.2 设计水平年及供水保证率

(1) 设计水平年

以 2019 年为基准年，2040 年为设计水平年。

(2) 设计保证率

城乡生活供水保证率为 95%，工业保证率 95%，渠管灌农作物灌溉设计保证率为 50%，微灌农作物灌溉设计保证率为 85%。

2.2.3.3 受水对象

白龙江引水工程受水区为甘肃省天水、平凉、庆阳 3 市 20 县区和陕西省延安市吴起县、志丹县、安塞区、宝塔区，共计 4 市 24 县区。受水对象详见表 2.2-1。

表 2.2-1 白龙江引水工程受水对象

省	地市	县(区)名称	数量
甘肃省	天水市	秦州区(黄河流域)、麦积区(黄河流域)、武山县(渭河以南)、甘谷县(渭河以南)、清水县、张家川县	6
	平凉市	庄浪县、崆峒区、华亭县、崇信县、泾川县、灵台县	6
	庆阳市	西峰区、镇原县、环县、华池县、庆城县、合水县、宁县、正宁县	8
陕西省	延安市	吴起县、志丹县、安塞区、宝塔区	4

2.2.3.4 工程规模

(1) 新建代古寺水库规模

该方案于现状代古寺电站下游新建水库,死水位 1745m,相应死库容为 0.59 亿 m^3 。经计算,满足工程调水要求的调节库容为 3.13 亿 m^3 ,正常蓄水位为 1804m,正常蓄水位以下库容为 3.84 亿 m^3 。代古寺电站装机容量 125MW,年发电量 3.8 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,年平均利用小时数 3044h。

(2) 输水干线规模

输水总干线工程共分为代古寺-武山分水口段、武山分水口-张家川分水口段、张家川分水口-庄浪分水口段、庄浪分水口-华亭分水口段、华亭分水口-崆峒分水口段、崆峒分水口-镇原分水口段、镇原分水口-庆阳分水口段、庆阳分水口-庆城分水口段、庆城分水口-延安分水口段共计 9 段。

表 2.2-2 方案总干线设计流量

单位: m^3/s

分段	设计流量
代古寺-武山分水口	32
武山分水口-张家川分水口	27
张家川分水口-庄浪分水口	25
庄浪分水口-华亭分水口	24
华亭分水口-崆峒分水口	21
崆峒分水口-镇原分水口	17
镇原分水口-庆阳分水口	14
庆阳分水口-庆城分水口	8
庆城分水口-延安分水口	5

(3) 输水干线及分干线工程

考虑到总干线各分水口对应的供水对象经济社会发展的增速存在不确定性，本次分水口的设计流量中在满足正常输水需求以及末端备用水库充库需要的前提下向上取整。

表 2.2-3 总干线各分水口及对应供水区县设计流量

行政区划	分水口	设计流量 (m³/s)	区县	年输水量 (万 m³)	设计流量 (m³/s)
甘肃省	武山分水口	7	秦州	5325	2.19
			麦积	1235	0.41
			武山	2600	1.02
			甘谷	2676	1.07
	张家川分水口	3	张家川	2306	0.90
			清水	1959	0.78
	庄浪分水口	2	庄浪	2708	1.04
	华亭分水口	5	华亭	3787	1.50
			崇信	2198	0.89
			灵台	1890	1.01
	崆峒分水口	7	崆峒	7865	3.01
			泾川	3540	1.36
	镇原分水口	4	镇原	5263	2.32
	庆阳分水口	9	西峰	7000	2.84
			合水	2389	0.96
			宁县	3671	1.50
			正宁	1471	0.63
	庆城分水口	5	庆城	4013	1.54
			环县	3438	1.41
陕西省	延安分水口	7	华池	3097	1.24
			宝塔	5102	2.13
			安塞	1418	0.59
			吴起	1243	0.52
			志丹	1236	0.52

(4) 骨干泵站工程

为满足输水需要，本工程分别在水二干线、张家川分干线、镇原干线、庆阳一干线设提水泵站共 5 座，泵站总装机容量 14120kW。各提水泵站主要规模指标见表 2.2-4。

表 2.2-4 骨干提水泵站主要规模指标汇总表

序号	项目	单位	张清	张家川	镇原	正宁一级	正宁二级
1	设计流量	m ³ /s	1.68	0.9	2.32	0.63	0.63
2	装机容量	kW	4800	1680	2240	2700	2700
3	进水池设计水位	m	1556.00	1643.30	1482.80	1293.00	1400.00
4	出水池设计水位	m	1667.05	1718.30	1523.42	1400.00	1510.60
5	设计扬程	m	117.12	81.00	46.32	144.00	144.00
6	最高扬程	m	121.10	83.50	47.52	146.00	146.00
7	最低扬程	m	111.50	76.00	33.90	142.00	141.40

2.2.4 水资源配置及引水方案

2.2.4.1 受水区水资源总体配置

2040 年受水区总需水量 16.02 亿 m³，总配置水量 14.82 亿 m³，其中当地地表水配置水量 4.93 亿 m³，当地地下水配置水量 1.77 亿 m³，再生水配置水量 0.75 亿 m³，疏干水配置水量 0.10 亿 m³，白龙江引水工程配置水量 7.27 亿 m³。2040 年受水区多年平均水资源总体配置情况见表 2.2-5、表 2.2-6、表 2.2-7。

表 2.2-5 2040 年受水区水资源总体配置表（多年平均） 单位：万 m³

分市	需水	供水量										缺水量
		地表水					地下水	疏干水	再生水	白龙江引水工程	小计	
		水库	引提水	外调水	窖池	小计						
天水市	42527	5030	10742	0	267	16039	6990	0	2360	15128	40517	2011
平凉市	42913	9367	5964	0	260	15591	2960	529	1859	20698	41637	1276
庆阳市	49851	7916	3290	2206	334	13746	4013	429	1651	28512	48352	1499
延安市	24903	1240	940	1731	23	3934	3772	0	1654	8365	17724	7179
合计	160194	23554	20937	3937	883	49310	17735	958	7524	72703	148229	11964

表 2.2-6 2040 年受水区非农业配置表（多年平均） 单位：万 m³

分市	需水	供水量									缺水量
		地表水				地下水	疏干水	再生水	白龙江引水工程	小计	
		水库	引提水	外调水	小计						
天水市	26907	4333	0	0	4333	5605	0	2360	14439	26736	170
平凉市	30066	5331	0	0	5331	1723	529	1859	20201	29643	423
庆阳市	36039	3300	0	1848	5148	2183	429	1651	26315	35725	314
延安市	21227	1045	307	1731	3083	3148	0	1625	8365	16220	5006
合计	114238	14009	307	3579	17895	12658	958	7495	69319	108324	5914

表 2.2-7 2040 年受水区农业配置表（多年平均）

单位：万 m³

分市	需水	供水量									缺水量
		地表水					地下水	再生水	白龙江 引水工程	小计	
		水库	引提水	外调水	窖池	小计					
天水市	15621	698	10742	0	267	11706	1385	0	689	13780	1840
平凉市	12847	4036	5964	0	260	10260	1237	0	497	11994	853
庆阳市	13812	4616	3290	358	334	8598	1831	0	2198	12627	1185
延安市	3676	195	633	0	23	851	624	29	0	1503	2173
合计	45956	9544	20630	358	883	31415	5077	29	3384	39905	6051

2.2.4.2 白龙江引水工程水量配置

设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总配置水量 7.27 亿 m³，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为 1.51 亿 m³、2.07 亿 m³、2.85 亿 m³、0.84 亿 m³，分别占总调水量的 21%、28%、39%、12%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.72 亿 m³、村镇生活 2.06 亿 m³、煤炭开采及煤化工 0.58 亿 m³、石油开采及石油化工 0.9 亿 m³、其他工业 0.68 亿 m³、高效经济林 0.34 亿 m³。各行业配置水量分别占总水量的 37%、28%、8%、12%、9%、5%。

推算至水源区断面，调水量共计 7.74 亿 m³，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市四市调水量分别为 1.61 亿 m³、2.20 亿 m³、3.03 亿 m³、0.90 亿 m³。按用水行业划分，县城生活（含市区）2.90 亿 m³、村镇生活 2.19 亿 m³、煤化工 0.62 亿 m³、石油开采及石油化工 0.95 亿 m³、其他工业 0.73 亿 m³、高效经济林 0.36 亿 m³。

设计水平年 2040 年白龙江引水工程各县多年平均水量配置见表 2.2-8，不同保证率水量配置见表 2.2-9~表 2.2-11，水源区断面分地区各行业调水量见表 2.2-12。

表 2.2-8 白龙江引水工程多年平均水量配置表

单位: 万 m³

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	7420	5532	12952	0	0	0	1487	1487	14439	689	15128
平凉市	6075	5199	11274	5648	1647	0	1632	8927	20201	497	20698
庆阳市	7649	9150	16799	165	7313	0	2038	9516	26315	2198	28512
延安市	6017	677	6694	0	0	0	1671	1671	8365	0	8365
合计	27162	20557	47719	5813	8960	0	6828	21600	69319	3384	72703

表 2.2-9 白龙江引水工程 P=95%水量配置表

单位: 万 m³

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	5594	4742	10336	0	0	0	818	818	11154	1081	12235
平凉市	4463	4189	8651	4588	1455	0	1140	7184	15835	780	16615
庆阳市	6759	8085	14844	145	5927	0	1445	7517	22361	3448	25809
延安市	5316	598	5915	0	0	0	1476	1476	7391	0	7391
合计	22132	17614	39746	4733	7382	0	4879	16995	56741	5309	62050

表 2.2-10 白龙江引水工程 P=85%水量配置表

单位: 万 m³

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	7470	5617	13087	0	0	0	1426	1426	14513	803	15317
平凉市	6214	5266	11480	5718	1667	0	1651	9035	20515	580	21095
庆阳市	7741	9301	17042	167	7400	0	2063	9629	26671	2936	29607
延安市	6089	685	6774	0	0	0	1691	1691	8464	0	8464
合计	27513	20869	48383	5884	9067	0	6831	21782	70164	4319	74484

表 2.2-11 白龙江引水工程 P=50%水量配置表 单位: 万 m³

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	7492	5623	13115	0	0	0	1426	1426	14541	524	15065
平凉市	6230	5266	11496	5718	1667	0	1651	9035	20531	379	20910
庆阳市	7741	9312	17053	167	7400	0	2063	9629	26682	2275	28958
延安市	6089	685	6774	0	0	0	1691	1691	8464	0	8464
合计	27551	20886	48437	5884	9067	0	6831	21782	70219	3178	73397

表 2.2-12 水源区断面分地区各行业调水量表 单位: 万 m³

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	7894	5885	13779	0	0	0	1582	1582	15361	733	16093
平凉市	6463	5530	11993	6009	1752	0	1736	9496	21490	529	22019
庆阳市	8138	9734	17871	175	7780	0	2168	10123	27994	2338	30332
延安市	6470	728	7198	0	0	0	1797	1797	8994	0	8994
合计	28964	21877	50841	6184	9532	0	7282	22998	73839	3600	77439

2.2.4.3 白龙江引水工程引水过程

白龙江引水工程每年 3 月 1 日~3 月 20 日检修, 不引水, 其余时间通过输水线路向受水区供水。在多年平均、枯水年 (P=85%)、特枯水年 (P=95%) 情况下, 输水线路月平均引水流量分别为 24.6m³/s、25.2m³/s、21.0m³/s, 枯水年调水量比多年平均水量大, 特枯水年调水量比多年平均水量小。白龙江引水工程各典型年具体引水过程见表 2.2-13。

表 2.2-13 不同典型年条件下工程供水流量情况表 单位: m³/s

典型年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
多年平均	22.9	23.1	10.0	29.6	29.8	29.8	25.8	26.0	25.5	24.9	23.8	23.6	24.6
P=50%	23.4	23.4	10.1	30.7	30.7	30.7	23.6	27.1	24.5	24.5	24.5	24.5	24.8
P=85%	23.4	23.4	10.1	30.6	30.6	30.6	26.0	27.1	26.6	25.6	24.5	23.4	25.2
P=95%	23.4	23.4	10.1	31.1	31.0	31.0	27.7	15.5	15.5	15.1	13.8	14.4	21.0

2.2.5 水源枢纽初期蓄水方案

(1) 下闸蓄水和封堵

根据施工总进度安排，导流隧洞下闸时间安排在第6年1月上旬进行。导流隧洞下闸标准选择为1月10年一遇月平均流量 $Q=38.00\text{m}^3/\text{s}$ 。导流隧洞下闸水位为1696.29m，闸前水深2.29m，进口闸门设计挡水位取正常蓄水位为1804.00m，挡水水头为110m。

导流隧洞下闸后即进行封堵，采用现浇混凝土堵头，桩号位于导流隧洞与坝轴线相交部位附近。封堵完成后堵头最高档水水位为校核洪水位1806.71m，堵头位置处导流隧洞底高程为1692.61m，堵头的承压水头为114.10m。考虑到本工程水头高，且导流洞断面为城门洞型，封堵体形式采用瓶塞式。本阶段封堵体长度取50m。封堵堵头桩号为导0+151.74~导0+201.74。混凝土浇筑完成后，封堵体必须进行回填灌浆，必要时还要进行二次回填灌浆和围岩的固结灌浆。封堵施工期为第6年2月中旬~第6年5月底。由于封堵期间需经历汛期，封堵施工期防洪标准同大坝施工度汛标准，即200年一遇洪水。

(2) 水库初期蓄水及下游临时供水

水库第六年1月初下闸蓄水，蓄至放空洞底高程需23天，蓄至死水位（最低发电水位）需45天。

根据生态环境保护要求，工程施工期间坝址下游需保障一定流量的生态基流。

工程施工导流期间，由导流隧洞泄流，基本不改变基坑下游河道天然径流量。水库蓄水期，需向下游提供生态流量，见表2.2-14。

表 2.2-14 代古寺水库逐月下泄生态流量

月份	1	2	3	4	5	6
生态流量 (m^3/s)	21.07	21.07	21.07	22.80	27.44	27.44
月份	6	8	9	10	11	12
生态流量 (m^3/s)	27.44	27.44	27.44	27.44	21.07	21.07

本阶段考虑在右岸布置一条临时生态基流隧洞，出口接导流隧洞下泄生态基流，临时生态基流隧洞进口与导流洞进口布置在一起，进口高程为1694.00m，与导流洞接点底高程1692.40m，洞长189.97m，纵坡为0.84%，距进口约90m处布置竖井式控制闸室，安装平台高程为1764.00m，高于死水位（1745.00m）。控制

阀室段长 15m，桩号为生 0+090.15～生 0+105.15，阀室前为有压洞段，洞身断面采用圆洞型，洞径 2.4m，阀室内平行布置两根 1.6m 直径的钢管过流，分别由活塞式调流阀控制流量，闸室后接无压洞段，洞身断面采用城门洞型，洞径尺寸为 $2.4 \times 3.0\text{m}$ 。蓄水期由阀门控泄，确保下游供水量满足要求生态基流隧洞一次支护采用锚喷支护，局部围岩较差洞段架设钢拱架，全断面衬砌厚度 0.2~0.5m。

水库第 6 年 1 月初下闸蓄水，蓄至死水位（最低发电水位）需 45 天。第 6 年 2 月 16 日关闭临时生态基流洞阀门，生态基流由引水发电系统的生态放空管下泄。

2.2.6 项目组成

本工程由主体工程（代古寺水库、输水工程）、辅助工程、施工工程、移民工程、环境保护与水土保持工程等内容组成，详见表 2.2-15。

表 2.2-15 工程项目组成表

工程项目			组成内容
主体工程	水源工程	代古寺水库	在现有代古寺电站枢纽下游新建代古寺水库,总库容 4.08 亿 m ³ ,调节库容 3.13 亿 m ³ ,水库正常蓄水位为 1804.00m,相应的库容 3.84 亿 m ³ 。电站共 3 台机组,总装机容量为 125MW。坝型为面板堆石坝,最大坝高 151.00m。包括挡水建筑物、泄水建筑物及过鱼建筑物(集运鱼系统)。
	输水工程	总干线	输水总干线自代古寺水库取水,线路沿东北方向经迭部县,宕昌县,岷县,漳县,武山县,甘谷县,秦安县,静宁县,庄浪县,华亭县,崆峒区,镇原县,庆城县到达总干线终点华池鸭儿洼附近,总长 492.07km。 总干线沿线跨越西秦岭、陇中、六盘山和陇东四个地貌单元。西秦岭和六盘山主要采用深埋长隧洞(TBM)穿越,陇中段主要采用隧洞(钻爆法)和短倒虹吸穿越,陇东段主要采用长距离有压倒虹吸、无压短涵和无压短洞穿越。沿线设武山分水口、张家川分水口、庄浪分水口、华亭分水口、崆峒分水口、镇原分水口、庆阳分水口、庆城分水口、延安分水口共 9 个分水口。
		干线	9 条干线,总长 409.93km,包括有压管道、隧洞、倒虹吸、无压箱涵、渡槽、渡管、调压池共 96 座。
		分干线	18 条分干线,总长 426.90km,包括有压管道、隧洞、倒虹吸、无压箱(圆)涵共 44 座。
辅助工程	交通工程		水源水库枢纽工程区永久交通主要包括:右岸上坝公路、进厂公路、上调压井公路和至引水洞操作平台公路等。输水工程永久交通主要为沿线各类控制建筑物永久管理运行和检修道路。
	边坡工程		水源边坡工程包括溢洪道、隧洞进出口、电站厂房、坝址区防护网工程。 输水边坡工程包括:隧洞进出口边坡、输水管道陡坡段边坡、永久道路挖方路基形成的永久边坡。
	安全监测工程		水源工程安全监测范围包括坝体、溢洪道、泄洪放空洞、泄洪导流洞、引水发电系统、电站厂房以及边坡。 干线工程监测范围包括隧洞、倒虹吸及箱涵。 分干线工程监测范围包括隧洞、有压埋管、泵站。
施工组织设计	导截流工程		(1) 水源枢纽工程 代古寺水源工程挡水建筑物为面板堆石坝,建筑物级别为 1 级,导流建筑物级别为 4 级,设计洪水标准选定 10 年一遇。采用围堰一次拦断河床,岸边导流隧洞泄流的导流方式。

工程项目		组成内容
		<p>(2) 输水总干线和干线工程</p> <p>输水总干线工程主要建筑物级别为 2 级，导流建筑物级别为 4 级，相应导流洪水标准为 10 年一遇；输水干线工程主要建筑物级别为 2~4 级，导流建筑物级别为 4~5 级，相应导流洪水标准为 5~10 年一遇。涉河（沟）建筑物渡槽、管桥、箱涵和倒虹吸等需在围堰围护下施工，主要采用分期或明渠导流方式。</p>
	交通设施	<p>工程施工所需物资运输可通过铁路运输后，再由公路转运至施工现场。</p> <p>工程共新修永临结合道路 208.04km，整扩修 126.80km；共新修临时道路 915.30km，整扩修 263.70km。</p>
	砂石料料场	水源工程及总干首部砂石料场
		尖藏石料场为代古寺大坝及和 DZ-1#隧洞部分砂石料原料料场。尖藏石料场距上坝址最近距离约 580m。
		<p>DZ 段输水总干工程砂石料场</p> <p>推荐开采青山梁石料场加工砂石料，提供总干线 DZ-1#隧洞 2#、3#、4#施工支洞控制洞段的砂石骨料，即为 DZ-2#、DZ-3#、DZ-4#施工工区提供砂石料。</p> <p>推荐部分 DZ-4#隧洞至庄浪分水口各施工区（即 DZ-17#~DZ-41#施工工区）采用海湾石料场自采加工砂石料。总干线其他施工区的砂石料采用就近采购商品砂石料。</p>
		天水一、二干线、分干线工程砂石料场
		外购方式。
	陕西延安段料场	六盘山及陇东段料场
		推荐 4 个天然砂砾石料场：韩店镇砂砾石料场为输水总干线 ZQ-1~4#工区砂石料原料料场，试雨河砂砾石料场为输水总干线 ZQ-5~9#工区砂石料原料料场，杜家沟砂砾石料场为输水总干线 ZQ-10~12#工区砂石料原料料场，白水镇砂砾石料场为输水总干线 ZQ-13~21#工区砂石料原料料场。
		陕西延安段料场
		料场均为商品料场。
	土料场	土料均利用开挖料。
	弃渣场	工程土石方弃渣总量（松方）为 3565.66 万 m ³ ，沿线共设置 252 个弃渣场，共占地 511.33hm ² 。
施工供应系统	砂石加工系统	<p>西秦岭和陇中段：设置 3 个加工系统，规模分别 600 t/h、300 t/h、480 t/h；</p> <p>六盘山和陇东段：共 4 个砂石加工系统，处理能力分别为 253 t/h、195 t/h、172 t/h、238t/h；</p> <p>陕西延安段：不设置砂石加工系统。</p>
	混凝土加工系统	各工区内均设置 1 座混凝土生产系统，共布置 224 座，其中水源区 1 座、输水线路 223 座。

工程项目			组成内容
		综合加工系统	拟在各工区均设置 1 座钢木综合加工厂、1 座综合保修厂。部分工区设置混凝土构件预制厂、管片堆放场。
	施工 总布置	水源代古寺枢纽工程	设置 1 个工区，主要为施工生产区和施工生活区，其中施工生产区布置有砂石加工厂、钢木加工厂、综合保修厂及仓库等。
		输水总干线工程	布置 84 个工区，其中代古寺～庄浪段 41 个，庄浪～庆阳段 43 个。
		输水干线和分干线工程	布置 140 个工区，其中代古寺～庄浪段 28 个，庄浪～庆阳段 66 个（含延安干线子午岭前段 11 个），延安段 46 个。
环境保护 和水土保持工程	陆生生态保护		实施生态避让与减缓措施，做好施工组织、优化施工时序、划定施工活动范围、加强施工管理与宣传教育、保护占地区熟土资源、加强对重点野生动植物保护等措施等。 生态恢复与补偿措施主要包括选择适宜恢复植物、根据立地条件进行植被恢复、加强监测植被恢复情况、进行生态影响的补偿等。
	水生生态保护		实施栖息地保护措施，重点保护白龙江上游土著种类，重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、白缘鲃、青石爬鮡等 5 种鱼类；在代古寺枢纽建设集运鱼过鱼系统，以中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼为主；在代古寺业主营地建设鱼类增殖放流站，近期放流中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼，远期放流白缘鲃、青石爬鮡；在引水口设置电赶拦鱼机以及生态调度等。
	地表水 环境保护措施	水源区	1、划分饮用水水源保护区，开展饮用水水源保护区达标建设； 2、加强库区污染源治理； 3、加强水源区水环境风险防范； 4、水源水库水环境监督管理； 5、低温水减缓措施：叠梁门分层取水措施； 6、生态流量保障措施：施工期采用导流洞，初期蓄水采用临时生态基流隧洞，运行期采用发电机组下泄生态流量。
		输水线路及受水区	1、输水沿线水质保护措施； 2、落实工程受水区水污染防治规划。
	地下水环境保护措施		涌水量控制措施：采取边钻进边封堵的施工过程，严控隧洞施工涌水量。 居民饮水保障措施：施工期元草村受到影响的居民采取纳入岷县闫井镇人饮工程解决。红崖村影响居民为 1 户，通过在该村民住所南侧约 136m 处泉水作为生活用水。地下水监控计划。

工程项目		组成内容
	环境敏感区保护措施	按照各保护区相关管理规定的措施要求执行。
	施工期环境保护措施	1、大气：洒水抑尘、湿式作业等措施； 2、声环境：噪声源、传播途径、保护对象防护措施等； 3、生产生活废污水：砂石料加工系统、混凝土拌合系统、机修含油废水、隧洞废水等采取沉淀、隔油设施处理后回用于生产或洒水抑尘；生活污水经化粪池、一体化污水处理设施处理后达标排放或回用于绿化、降尘。 4、固废：弃渣运至弃渣场；生活垃圾运至地方垃圾处理场。
	水土保持	枢纽工程区对大坝空闲区域采取绿化和林草恢复措施，施工期采取适当临时防护、拦挡措施；输水工程区采取临时拦挡和临时排水措施、植被恢复措施，施工结束后及时实施土地整治及植物措施；弃渣场采取拦挡、排水、土地整治、植被恢复和临时防护措施；永久道路区采取排水、绿化措施，临时道路施工前进行表层土剥离，在施工完毕后进行土地平整；施工生产生活区周边布设临时排水，对料场采取临时拦挡措施；施工完毕后进行土地整治及植被恢复措施，对剥离无用层采取临时防护，施工完毕后回填并绿化。对工程永久办公生活区采取园林式绿化及施工过程中的临时挡护措施。

2.2.7 工程布局

本工程在现有代古寺电站下游新建代古寺水库，自代古寺水库取水后通过输水总干线穿越西秦岭、六盘山两座屏障至华池甘陕界线附近线路末端延安分水口，沿线设分水口通过输水干线输水至受水区。

2.2.7.1 代古寺水库

代古寺水库工程由拦河坝、溢洪道、导流泄洪放空洞、输水工程取水口、引水发电系统及过鱼设施组成。水库正常蓄水位为 1804.00m，设计洪水位 1805.14m（ $P=0.2\%$ ），校核洪水位 1806.71m（ $P=0.02\%$ ），总库容 4.08 亿 m^3 。电站总装机 125MW。

面板堆石坝坝顶高程为 1809m，坝顶长度 360.00m，最大坝高 151m，上游坝坡 1:1.4，下游综合坝坡 1:1.87。溢洪道、输水工程取水口均布置在左岸，过鱼建筑物、泄洪导流放空洞以及引水发电系统均布置在右岸。溢洪道紧邻左坝肩布置，堰体型式为实用堰，出口采用挑流消能型式；导流泄洪放空洞由导流洞改造而成，为有压洞接无压洞，消能型式为挑流消能；电站型式为岸边式电站，位于下游河道右岸，距坝轴线 670m。

生态放水发电系统采用一洞三机布置形式。根据地形地质条件和工程总体布置要求，将发电引水洞布置在河道右岸。引水建筑物由进水塔、引水隧洞、调压室和压力管道等组成。设计引用流量 $125m^3/s$ ，其中代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07m^3/s$ （占断面多年平均流量 30.71%），5 月~10 月为 $27.44m^3/s$ （占断面多年平均流量 40%），4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44m^3/s$ ，当天然来流小于生态流量时，按天然来流下泄。

2.2.7.2 输水工程

白龙江引水工程输水工程包括输水总干线、干线及分干线，总干线设分水口通过干线、分干线向受水区输水。总干线各分水口中，武山分水口后接天水一干线向天水市秦州区、麦积区、武山县、甘谷县供水；张家川分水口后接天水二干线向天水市清水县、张家川县供水；庄浪分水口后直接接配套工程向平凉市庄浪县供水；华亭分水口后接平凉一干线向平凉华亭市、崇信县、灵台县供水；崆峒分水口后接平凉二干线向平凉市崆峒区、泾川县供水；镇原分水口经镇原干线向

庆阳市镇原县供水；庆阳分水口后接庆阳一干线向庆阳市西峰区、合水县、宁县、正宁县供水；庆城分水口后接庆阳二干线向庆阳市庆城县、环县供水；延安分水口后接华池干线向庆阳市华池县供水，接延安干线向延安市宝塔区、安塞区、吴起县、志丹县供水。

(1) 输水总干线工程总体布局

根据水源工程以及各控制点的位置，输水总干线自代古寺取水口取水，线路一路沿东北方向经迭部县，宕昌县，岷县，漳县，武山县，甘谷县，秦安县，静宁县，庄浪县，华亭县，崆峒区，镇原县，庆城县到达总干线终点华池鸭儿洼附近。输水总干线首端取水口高程 1735m，末端底板高程 1354.55m，全线采用无压隧洞（渡槽、箱涵、圆涵）结合有压倒虹吸的自流输水方式。输水总干线建筑物主要包括隧洞、渡槽、倒虹吸及箱（圆）涵共 155 座，总长 492.07km；其中隧洞 57 座，总长 336.34km，占线路总长 68.35%；渡槽 8 座，总长 0.96km，占线路总长 0.19%；箱涵 15 座，总长 5.22km，占线路总长 1.06%；无压圆涵 29 座，总长 28.94km，占线路总长 5.88%；倒虹吸 46 座，总长 120.61km，占线路总长 24.51%。

根据线路沿线各受水区位置、输水流量、分水要求、分水口布置条件以及干线布置条件等，将线路划分为以下 9 段：代古寺至武山分水口段、武山分水口至张家川分水口段、张家川分水口至庄浪分水口段、庄浪分水口至华亭分水口段、华亭分水口至崆峒分水口段、崆峒分水口至镇原分水口段、镇原分水口至庆阳分水口段、庆阳分水口至庆城分水口段以及庆城分水口至延安分水口段。

1) 代古寺至武山分水口段

输水总干线工程代古寺至武山分水口段线路总长 118.85km，首端进口底高程 1735.00m，末端出口底高程 1661.09m，设计流量 32m³/s，采用无压隧洞结合有压倒虹吸的自流输水方式。

2) 武山分水口至张家川分水口段

输水总干线工程武山分水口至张家川分水口段线路总长 97.91km，首端进口底高程 1661.09m，末端出口底高程 1584.70m，设计流量 27m³/s，采用无压隧洞结合有压倒虹吸为主的自流输水方式。

3) 张家川分水口至庄浪分水口段

输水总干线工程张家川分水口至庄浪分水口段线路总长 22.81km，首端进口底高程 1584.70m，末端出口底高程 1567.02m，设计流量 25m³/s，采用无压隧洞结合有压倒虹吸为主的自流输水方式。

4) 庄浪分水口至华亭分水口段（华亭分水口位于穿六盘山 2#隧洞内）

庄浪分水口至华亭分水口段线路总长 63.84km，首端底板高程 1567.02m，末端底板高程 1529.03m，设计引水流量 24m³/s，采用无压隧洞（箱涵）结合有压倒虹吸为主的自流输水方式。

5) 华亭分水口至崆峒分水口段

华亭分水口至崆峒分水口段线路总长 19.48km，首端底板高程 1529.03m，末端底板高程 1518.83m，设计流量 21m³/s。

6) 崆峒分水口至镇原分水口段

崆峒分水口至镇原分水口段线路总长 39.22km，首端底板高程 1518.83m，末端底板高程 1481.28m，设计流量 17m³/s。

7) 镇原分水口至庆阳分水口段

镇原分水口至庆阳分水口段线路总长 28.25km，首端底板高程 1481.28m，末端底板高程 1452.76m，设计流量 14m³/s。

8) 庆阳分水口至庆城分水口段

庆阳分水口至庆城分水口段线路总长 63.63km，首端底板高程 1452.76m，末端底板高程 1384.59m，设计流量 8m³/s。

9) 庆城分水口至延安分水口段

庆城分水口至延安分水口段线路总长 38.07km，首端底板高程 1384.59m，末端底板高程 1354.55m，设计流量 5m³/s，采用无压隧洞（箱涵、圆涵）结合有压倒虹吸为主的自流输水方式。

输水总干线建筑物统计详见表 2.2-16。

表 2.2-16 输水总干线工程建筑物统计表

建筑物类型	数量 (座)	长度 (km)	占比 (%)
隧洞	57	336.34	68.35
倒虹吸	46	120.61	24.51
箱涵	15	5.22	1.06
渡槽	8	0.96	0.19
无压圆涵	29	28.94	5.88
合计	155	492.07	100.00

(2) 输水干线及分干线工程

输水干线及分干线由天水一干线及分干线、天水二干线及分干线、平凉一干线及分干线、平凉二干线及分干线、镇原干线、庆阳一干线及分干线、庆阳二干线及分干线、华池干线、延安干线及分干线共 9 条干线、18 条分干线组成，输水干线及分干线总长 836.83km（干线总长 409.93km，分干线总长 426.90km），其中甘肃供水部分总长 608.32km，延安供水部分总长约 228.51km，干线及分干线主要采用有压重力流管道，局部采用无压隧洞、无压管道及泵站加压的输水方式。

1) 天水一干线及分干线

天水一干线及分干线包括天水一干线、武山分干线和甘谷分干线；天水一干线取水口位于总干线武山分水口，通过天水一干线及分干线向武山、甘谷、秦州、麦积四县（区）受水区供水，取水口底板高程 1661.09m，线路总长 91.10km。

2) 天水二干线及分干线

天水二干线及分干线包括天水二干线、张家川分干线和清水分干线；天水二干线取水口位于总干线张家川分水口处，在线路末端设分水口通过张家川分干线和清水分干线向张家川、清水两县受水区供水，取水口底板高程 1584.70m，线路总长 76.25km。

3) 平凉一干线及分干线

平凉一干线及分干线包括平凉一干线、华亭分干线、崇信分干线及灵台分干线；平凉一干线从总干线华亭分水口取水，沿线设分水口通过华亭分干线、崇信分干线及灵台分干线向华亭、崇信、灵台三县受水区供水，取水口底板高程 1529.03m，线路总长 102.86km。

4) 平凉二干线及分干线

平凉二干线及分干线包括平凉二干线及泾川分干线。平凉二干线取水口位于总干线崆峒分水口处，向平凉市崆峒区、泾川二县（区）受水区供水，取水底板高程 1518.83m，线路总长 63.66km。

5) 镇原干线

镇原干线取水口位于总干线镇原分水口处，底板高程 1481.28m，线路全长 4.15km。

6) 庆阳一干线及分干线

庆阳一干线及分干线包括庆阳一干线、西峰分干线、合水分干线、宁县分干线及正宁分干线；庆阳一干线取水口位于总干线庆阳分水口处，沿线设分水口通过西峰分干线、合水分干线、宁县分干线及正宁分干线向庆阳市西峰、合水、宁县、正宁四县（区）受水区供水，底板高程 1452.76m，线路总长 202.47km。

7) 庆阳二干线及分干线

庆阳二干线及分干线包括庆阳二干线、庆城分干线及环县分干线。庆阳二干线取水口位于总干线庆城分水口处，在线路末端设分水口通过庆城分干线及环县分干线向庆阳市庆城、环县二县受水区供水，底板高程 1384.59m，线路总长 59.68km。

8) 华池干线

华池干线取水口位于总干线末端延安分水口处，分水点水头高程 1354.55m，线路沿鸭儿洼沟逆流而上经过温家咀、老柳树、陈家河、南沟门至土坪村宋家河水库，线路全长 8.14km。

9) 延安干线及分干线

延安干线及分干线包括延安干线、吴起分干线、志丹分干线、安塞分干线及宝塔分干线。延安干线取水口位于总干线末端延安分水口处，沿线设分水口通过吴起分干线、志丹分干线、安塞分干线及宝塔分干线向宝塔、安塞、志丹、吴起四县（区）受水区输水，取水底板高程 1354.55m，线路总长 228.51km。

2.2.8 水源水库工程布置及主要建筑物

2.2.8.1 工程等别、标准

(1) 工程等别

代古寺水源水库总库容为 4.08 亿 m^3 ，处于 1.0~10 亿 m^3 之间，工程等别为 II 等；供水量为 7.27 亿 m^3 ，处于 3~10 亿 m^3 之间，工程等别为 II 等；供水城市人口数量约受益总人口约 955 万人，供水对象重要性为“特别重要”，工程等别为 I 等。灌溉面积约 39.55 万亩，处于 5~50 万亩之间，工程等别为 III 等；电站装机容量为 125MW，属 50~300MW，工程等别为 III 等。

综合利用的水利水电工程等别应按其中最高等别确定，因此，确定白龙江引水工程的工程等别为 I 等，工程规模大（1）型。

(2) 建筑物级别

大坝、溢洪道、泄洪放空洞等主要建筑物级别为 2 级，其中大坝坝高为 151.0m，超过 90m，按照规范规定建筑物级别提高为 1 级；过鱼设施等次要建筑物级别为 3 级，电站厂房根据装机 125MW 为 3 级建筑物，电站进水口、引水发电洞与电站厂房的级别一致为 3 级，围堰等临时建筑物级别为 4 级。

本工程各建筑物边坡破坏后对建筑物危害严重，故边坡级别与相关建筑物级别一致：大坝左右岸坝肩边坡级别为 1 级，溢洪道、泄洪放空洞边坡级别为 2 级，电站进水口边坡、调压井边坡和厂房后边坡级别为 3 级。

2.2.8.2 洪水标准

大坝建筑物级别提高为 1 级，但防洪标准可不提高，大坝仍按 2 级建筑物取防洪标准。山区、丘陵区水利水电工程永久性 2 级水工建筑物的设计洪水标准（重现期）为 500~100 年，校核洪水标准（重现期）土石坝为 5000~2000 年，消能防冲建筑物的洪水标准（重现期）为 50 年。考虑到代古寺水库作为白龙江引水工程的水源水库，重要性较高，且下游乡镇人口较众多，建筑物洪水标准均按上限确定。混凝土面板堆石坝洪水标准按 500 年一遇洪水设计，5000 年一遇洪水校核，相应的设计洪水洪峰流量为 $2755\text{m}^3/\text{s}$ ，校核洪水洪峰流量为 $4116\text{m}^3/\text{s}$ 。电站进水口、调压井、电站厂房按 50 年一遇洪水设计，200 年一遇洪水校核。过鱼建筑物按 50 年一遇洪水设计，200 年一遇洪水校核。

各建筑物的洪水标准见下表。

表 2.2-17 代古寺水库建筑物级别和设计标准

建筑物		级别	洪水标准（重现期，年）		设计地震 动峰值加速度
			设计	校核	
拦河坝	面板堆石坝	1	500	5000	384.5 gal
泄洪放空洞		2	500	5000	153.5 gal
表孔溢洪道		2	500	5000	
电站进水口		3	50	200	
调压井		3	50	200	
消能防冲设施		2	50		
引水电站厂房		3	50	200	
过鱼建筑物		3	50	200	

2.2.8.3 水源水库工程布置

代古寺水库以混凝土面板堆石坝作为推荐坝型。代古寺水库工程主要建筑包括混凝土面板堆石坝、溢洪道、泄洪放空洞、输水工程取水口、生态放水发电系统、电站厂房、过鱼建筑物及永久道路。水库正常蓄水位为 1804.00m，设计洪水位 1805.14m（ $P=0.2\%$ ），校核洪水位 1806.71m（ $P=0.02\%$ ），总库容 4.08 亿 m^3 。电站总装机 125MW。

生态放水发电系统布置于河道右岸，进口位于白龙江和腊子沟交汇处，采用“一洞三机两根生态放水管”的布置形式，生态放水发电系统由进水塔、引水隧洞、调压室和压力管道组成。

电站厂址位于白龙江右岸，为尽量减少脱流河段以及泄洪雾化对厂房机组的影响，电站紧邻溢洪道消力塘下游侧布置。电站建筑物由主厂房、副厂房、开关站、主变压器平台及尾水渠等组成。主厂房尺寸为 93.80m×23.00m×42.10m（长×宽×高），厂内布置 3 台 41.67MW 混流式水轮发电机组。

生态放水管布置于 3#机组段右侧，通过内径 2.6m 的生态放水总管岔出内径 1.8m 的两根支管，再由内径 1.8m 的支管渐变至内径 1.2m 支管，管道中心线高程为 1658.50m，支管上设置检修阀和调流阀，经过阀的消能后，直接排入尾水渠中。

过鱼建筑物采用集运鱼系统，即“集鱼平台+运鱼车+库尾放流平台”方式。集运鱼系统主要建筑物和设备包括进口闸门、进口段、赶鱼栅池、集鱼斗池（集

鱼槽)、引渠段、闸门控制段、运鱼车及库尾放流平台等。整个系统运行过程为:以诱鱼渠道(集鱼通道)与下游河床相接,鱼类通过集鱼通道上溯游至集鱼池内的运鱼斗中,经过电动葫芦沿水平运鱼排架将鱼斗送至运鱼车上,经运鱼车统一运至上游放流点进行投放。

水源水库枢纽工程区永久交通主要包括:右岸上坝公路、进厂公路、上调压井公路和至引水洞操作平台公路等。右岸上坝公路施工期间作为坝体填筑料上坝道路。

2.2.8.4 挡水建筑物

混凝土面板堆石坝坝顶高程 1809m,坝顶宽度 15m,最大坝高 151m,坝顶长度 360m。坝顶采用混凝土路面,面层厚度 0.2m。坝顶上游布置“L”型钢筋混凝土防浪墙,墙顶高程 1810.20m,墙底高程 1805.20m,墙高 5m,墙顶高出坝顶 1.2m。上游坝坡 1: 1.4,下游坝坡 1:1.4,考虑上坝路后综合坝坡 1: 1.87。下游坝坡结合 8m 宽的“之”字形、纵坡 8%~9.5%的施工和场内永久交通道路布置。

2.2.8.5 泄水建筑物

泄洪采用左岸岸边溢洪道为主,右岸泄洪放空洞为辅的布置格局。

当坝址洪水小于设计洪水标准时,由溢洪道单独参与泄洪,通过调整溢洪道闸门开度泄洪,溢洪道最大泄量为 $2446\text{m}^3/\text{s}$;当坝址洪水大于设计洪水标准时,洪道和泄洪放空洞联合泄洪,溢洪道最大泄量为 $2896\text{m}^3/\text{s}$,泄洪放空洞最大泄量为 $724\text{m}^3/\text{s}$ 。泄洪放空洞敞泄,通过调整溢洪道闸门开度泄洪。放空时,通过控制泄洪放空洞闸门开度放空水库。

(1) 溢洪道

溢洪道轴线与坝轴线夹角 93.6° ,采用开敞式岸边溢洪道型式。由进渠段、控制段、泄槽段、挑流鼻坎段和消力塘段组成,自引渠段到下游消力塘末端,总长 685m。其中,控制段采用 WES 低实用堰,堰顶高程为 1792.00m,共布置 2 孔,孔口尺寸为 $13.0\times 12.0\text{m}$,总宽度 38m,长 40m。泄槽净宽 30m,纵坡 $i=0.455$,泄槽长 245m。下游采用挑流消能方案,最大泄量 $2896\text{m}^3/\text{s}$,消力塘宽 38m,长 245m,底部高程为 1660.00m,两侧采用贴坡混凝土防护,坡脚采用防冲桩防护,出口接原河道。

1) 引渠段 (溢 0-155.00~溢 0+000.00)

引渠段底板高程为 1788.00m, 引渠段全长 155m。溢 0-155.00~溢 0-040.00 引渠段进口为喇叭口型, 底板岩石裸露, 宽为 32m~83m; 两侧边坡防护, 右侧平面为一椭圆段导墙, 迎水面为直立面, 左侧为 1:0.75 贴坡混凝土, 平面为一圆弧段。

2) 控制段 (溢 0+000.00~溢 0+040.00)

控制段顺水流方向长 40m, 闸顶高程为 1809.00m。堰顶高程为 1792.00m, 采用 WES 型实用堰, 堰顶设一扇 13m×12.4m (宽×高) 叠梁检修闸门, 由坝顶单向门机通过自动抓梁操作。堰顶设两扇 13m×13m (宽×高) 弧形工作闸门, 由表孔弧门液压启闭机操作, 一门一机, 一机一泵站布置。

溢洪道控制段左侧靠近山体, 右侧靠近大坝坝体。闸室总宽 38m、过流净宽 26m。右侧布置检修门门库坝段, 门库孔口净宽 14.6m, 顺水流长 21m。

3) 泄槽段 (溢 0+040.00~溢 0+255.00)

泄槽为两孔矩形断面, 平面上为直线布置, 泄槽总长 215.00m, 泄槽净宽 30m, 中间设一隔墙, 宽 2m。泄槽底板纵坡的坡度采取同一坡度, 为 $i=0.455$ 。

4) 挑流鼻坎段 (溢 0+255.00~溢 0+285.00)

泄槽末端接挑流鼻坎, 挑流鼻坎全长 30m。本阶段采用等宽挑坎, 鼻坎反弧半径为 30m, 挑角 30.00° , 鼻坎净宽 30m, 末端高程 1679.24m, 高于下游校核水位 1676.67m。

5) 消力塘段 (溢 0+285.00~溢 0+530.00)

消力塘段全长 245m。岸边溢洪道的设计泄量为 $2446\text{m}^3/\text{s}$, 最大表面流速约 49.6m/s , 冲坑底高程 1638.56m, 冲深 21.44m, 挑距 225.6m。

(2) 导流泄洪放空洞

泄洪放空洞布置于大坝右岸, 由导流洞改建而成。其进水塔与电站进水口进水塔左右布置, 轴线夹角为 28° 。导流洞结合段为泄洪放空洞龙抬头反弧段末端至导流洞出口, 长度为 914.74m, 结合段约占导流洞洞段总长的 79.2%。

泄洪放空洞进口底板高程为 1733.50m, 出口隧洞底高程为 1681.88m。泄洪放空洞由联合引渠段、闸室控制段、龙抬头段、导流洞结合段、扩散段、挑流鼻

坎段、出口防护段、消力塘等部分组成，自引渠段到挑流鼻坎末端，长度（水平投影）为 1267.50m。

1) 联合引渠段（泄 0-079.00～泄 0-029.00）

联合引渠段总长 50.00m。引渠段为泄洪放空洞与电站进口联合引渠段，底板高程为 1733.50m。

2) 闸室控制段（泄 0-029.00～泄 0+000.00）

闸室控制段总长 29m，采用岸塔式，进水口为平底喇叭口型，顶部采用椭圆曲线，后接 1:5.5 压坡，进水塔底板高程为 1733.50m，基础高程为 1730.00m，塔顶高程为 1809.00m，塔高 79m。进水塔工作闸门为弧形门，孔口尺寸 4.5m×5.0m（宽×高），液压设备启闭。塔式进水口顶设门机操作平台，高程 1809.00m，与大坝坝顶同高。塔顶平台通过操作栈桥连接岸边平台和场内道路。

3) 龙抬头段（泄 0+000.00～泄 0+184.78）

龙抬头段全长 184.78m（水平投影）。龙抬头段由渐变段、竖曲线段、斜坡段、反弧段组成。

4) 导流洞结合段（泄 0+184.78～泄 1+145.00）

导流洞结合段总长 960.22m（水平投影），底板纵坡为 $i=0.01$ ，与反弧段衔接。泄洪放空洞为明流洞，洞长为 1145m，考虑到隧洞内水流流速较大，于泄 0+645.00 桩号布置一补气洞。隧洞出口底高程为 1681.88m，断面尺寸为 7.5×9.0m（宽×高），顶拱 120°的城门洞型。

5) 扩散段（泄 1+145.00～泄 1+165.00）

出口扩散段总长 20.00m。为一明流扩散段，连接无压隧洞与挑流鼻坎。底宽由 7.5m 渐变段到 10.0m，扩散角为 3.6°。泄槽断面采用底板挡墙分离式，挡墙采用衡重式挡墙。

6) 挑流鼻坎段（泄 1+165.00～泄 1+188.50）

挑流鼻坎总长 23.50m。挑流鼻坎为一反弧段，挑流鼻坎水平投影长度为 23.50m，挑坎顶高程为 1686.36m，齿墙嵌入微风化岩石中。挑射角取 25°，反弧半径取 30.0m。挑坎段墙顶与泄槽段挡墙相接。挑坎底板设 $\phi 25$ 锚筋，间排距 2m，单根长 6m。

7) 出口防护段 (泄 1+188.50~泄 1+218.50)

出口防护段总长 30.00m。挑流鼻坎下游防护段, 为一段水平护坦加一段 1:0.75 斜坡护坦, 水平护坦底板厚 1.5m, 宽 15m, 底板高程为 1680.00m。斜坡护坦为 1.5m 厚贴坡混凝土, 末端设置一防淘齿墙。下游为消能区, 底板高程为 1660.00m, 两侧采用 1.0m 厚钢筋混凝土护坡。

8) 消力塘段 (泄 1+218.50~泄 1+288.50)

消力塘段全长 70m。消力塘底板高程为 1660.00m, 底宽 14.00m, 出口处溢洪道轴线斜交于原河道, 夹角约为 64° , 消力塘末端接河道, 消力塘两侧开挖边坡采用贴坡混凝土防护。

由于泄洪放空洞参与设计以上标准洪水泄洪, 校核泄量为 $724\text{m}^3/\text{s}$, 鼻坎最大表面流速约 20.1m/s , 冲坑底高程 1639.79m, 冲深 20.21m, 挑距 53.27m。

2.2.8.6 生态放水发电建筑物

生态放水发电系统主要功能是下泄生态流量及代古寺水库满足供水任务后的弃水量。代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 30.71%), 5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 40%), 4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ 。当天然来流小于生态流量时, 按天然来流下泄。

(1) 生态流量下泄方式

施工期、初期蓄水阶段和运行期均需满足生态基流泄放要求。根据各阶段下泄生态流量不同及各阶段工程的特点, 生态流量下泄方式分别为:

1) 工程施工导流期间: 由导流隧洞泄放, 基本不改变基坑下游河道天然径流量。

2) 初期蓄水期间: 考虑在右岸布置一条临时生态基流隧洞, 出口接导流隧洞下泄生态基流, 临时生态基流隧洞进口与导流洞进口布置在一起, 进口高程为 1694.00m, 与导流洞接点底高程 1692.40m, 洞长 189.97m, 纵坡为 0.84%, 距进口约 90m 处布置竖井式控制闸室, 安装平台高程为 1764.00m, 高于死水位 (1745.00m)。控制闸室段长 15m, 桩号为生 0+090.15~生 0+105.15, 闸室前为有压洞段, 洞身断面采用圆洞型, 洞径 2.4m, 闸室内平行布置两根 1.6m 直径的

钢管过流，分别由活塞式调流阀控制流量，闸室后接无压洞段，洞身断面采用城门洞型，洞径尺寸为 $2.4 \times 3.0\text{m}$ 。蓄水期由阀门控泄，确保下游供水量满足要求。水库施工第 6 年 1 月初下闸蓄水，蓄至死水位（最低发电水位）需 45 天。第 6 年 2 月 16 日关闭临时生态基流洞阀门，生态基流由引水发电系统下泄。

3) 运行期：代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 30.71%），5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 40%），4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ ；当天然来水小于生态流量要求时按天然来流下泄。根据 57 年长系列监测数据显示，代古寺水库坝址断面天然流量最小值为 $11.2\text{m}^3/\text{s}$ 。代古寺电站装机三台，单台机组额定流量为 $39.7\text{m}^3/\text{s}$ ，在保证机组运行稳定安全的前提下，按单机出力 45% 控制，每台机组允许通过流量范围为 $17.9\text{m}^3/\text{s} \sim 39.7\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足大部分时段的生态流量下泄要求。同时，三台机组互为备用，保证率进一步提高。当下泄水量小于单台机组允许下泄流量时，为满足生态流量下泄要求，需设置独立的两根生态基流放水管下泄生态流量。独立的生态流量下泄设施仅需考虑在下泄水量小于单机允许下泄流量 $17.9\text{m}^3/\text{s}$ 时的运行工况，考虑此时机组效率较低，且与生态流量 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ 接近，综合确定机组稳定运行的流量区间为 $21.07 \sim 39.7\text{m}^3/\text{s}$ ，生态放水管运行的流量范围为 $11.2 \sim 21.07\text{m}^3/\text{s}$ ，即天然来水低于 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ ，机组停机，启动生态放水管，按天然来水通过生态放水管保证生态水量下泄。

（2）生态放水发电系统

生态放水发电系统采用“一洞三机”的布置形式。引水建筑物由进水塔、生态放水发电洞、调压室和压力管道等组成。满发流量为 $125\text{m}^3/\text{s}$ 。

1) 进水口

进水口为生态进水口，采用岸塔式进水口，进水口前沿布置拦污栅，其后布置分层取水叠梁门、事故闸门。水库正常蓄水位为 1804.00m ，最低发电水位为 1745.00m ，死水位为 1745.00m 。50 年泥沙淤积高程为 1733.00m ，低于引水发电洞进口底板高程 1733.50m 。

进水口顺水流向长 24.50m ，宽度 28.10m ，底板顶高程 1733.50m ，底板厚 4.0m 。塔顶高程根据水库特征水位加波浪爬高、风壅增高及安全加高等确定，取

1809.00m。进水口设3孔拦污栅，底高程1733.50m，通仓布置，孔口宽度5.4m，塔顶设门机进行清污作业。

根据结构要求，考虑到水头损失、分层取水深度等因素，综合确定叠梁门宽度为5.40m，门顶高程1793.00m。在高程1733.50m~1793.00m之间设置三孔5.40m×5.00m（宽×高）叠梁门，由设置在塔顶的门机控制。叠梁门下游侧设门库。叠梁门库下游侧设一孔事故门，其孔口尺寸根据运行水头、设计流量、孔口流速等因素选定为6.4m×6.4m，孔口流速3.05m/s。事故门通过塔内液压启闭机控制。事故闸门下游侧设通气孔，兼做进人孔，尺寸3.0m×1.5m。

2) 生态放水发电洞

生态放水发电洞上游接进水口，下游接调压室，满发流量125m³/s，洞径6.4m，设计流速3.89m/s，钢筋混凝土衬砌。隧洞水平投影长度为608.24m，隧洞自进口至调压室（竖井中心线）共由3个直线洞段和2个圆弧洞段组成。隧洞进口底高程1733.50m，隧洞末端底高程1727.42m，落差6.08m，纵坡为1%。

3) 调压室

调压室最终采用直径12m。调压室竖井顶高程为1826.50m，底板顶高程为1735.82m。调压室井筒采用1.5m厚的钢筋混凝土衬砌，底板厚3.0m，同时兼做阻抗板。调压室上游侧设12.0m长的渐变段与引水发电隧洞相连接，下游侧与压力钢管相连接，渐变段纵坡均为1%。

4) 压力管道

压力管道为一条主管经过四个“卜”型岔管后形成三根内径3.0m支管和两根内径1.8m（后渐变至1.2m）支管。内径3.0m支管后接水轮发电机组，内径1.8m（后渐变至1.2m）支管为生态基流泄放管。

压力管道分为地下埋藏式压力钢管（山体内）和明管段两部分，全部采用钢板衬砌。

2.2.8.7 电站厂房及开关站

发电厂房主要由主机间、安装间、卸货平台、副厂房、GIS开关站、尾水建筑物等组成。主厂房内安装3台单机容量41.67MW水轮发电机，总装机容量为125MW。

主机间内设 3 台 41.67MW 水轮发电机组和两根直径 1.2m 生态放水管。生态放水管布置在 3#机组段右侧。

2.2.8.8 过鱼建筑物

过鱼建筑物采用集运鱼系统，即“集鱼平台+运鱼车”方式。集运鱼系统主要建筑物和设备包括进口闸门、进口段、赶鱼栅池、集鱼斗池（集鱼槽）、引渠段、闸门控制段、运鱼车及库尾放流平台等。

整个系统运行过程为：以诱鱼渠道（集鱼通道）与下游河床相接，鱼类通过集鱼通道上溯游至集鱼池内的运鱼斗中，经过电动葫芦沿水平运鱼排架将鱼斗送至运鱼车上，经运鱼车统一运至上游放流点进行投放。

集鱼通道体型为 U 型槽结构，长 53m，高 14.5m，墙顶高程为 1672.50m，底板底高程为 1658.0m，底板顶高程 1660.50m，底板厚 2.0m。其中进口段长 14m，设一平板检修闸门，门高 3.5m。集鱼斗池段长 15m，其中集鱼斗坑长 2.0m，集鱼池长 13.0m，集鱼斗池上部设混凝土排架，排架高 7.8m。引渠段和闸门控制段长均为 12m，其中闸门控制段设一道平板工作闸门，闸门前设一道拦污栅。

库尾共设两处放流平台，一处设在水库正常蓄水位回水末端，一处设在水库死水位回水末端。放流平台尺寸为 10m×10m（长×宽），与外部道路和放流道路相接。放流道路底坡为 1:10，路宽 4.0m，道路末端低于相应水位 0.5m。放流平台和放流道路均采用 20cm 厚的混凝土路面，平台和道路两侧设不锈钢栏杆，栏杆高 1.2m。

2.2.8.9 交通工程

水源水库枢纽工程区永久交通主要包括：右岸上坝公路、进厂公路、上调压井公路和至引水洞操作平台公路等。

（1）交通道路标准

水源水库枢纽工程右岸上坝公路施工期间作为坝体填筑料上坝道路，平均日设计交通量约 2500 辆小客车，施工期参照三级公路标准设计，运行期按照四级公路标准修复，荷载为公路 II 级，公路路面结构设计使用年限为 10 年。

其它永久道路在水库运行期间，平均日设计交通量均在 400 辆小客车以下，以上公路等级均为四级公路，时速为 20km/h，荷载为公路 II 级，公路路面结构设计使用年限为 10 年。

(2) 交通道路布置

水源水库枢纽工程永久交通均为永临结合道路，路基宽度均为施工期道路宽度，右岸上坝路和电站进厂路面宽 6.5m；其它永久交通路面宽 4.5m。水源枢纽工程永久道路采用水泥混凝土路面，路面厚 22cm。

表 2.2-18 水源水库枢纽工程永久交通汇总表

道路名称	长度 km	路面/路基宽度 m	路面型式	设计标准	备注
R1 (S313~坝后支字路)	1.0	4.5/7.5	混凝土	四级公路	永临结合
R2 (R1~电站)	0.5	6.5/7.5	混凝土	四级公路	
R3 (右岸坝顶~引水洞操作平台段)	0.5	4.5/7.5	混凝土	四级公路	
R4 (至调压井)	1.0	4.5/7.5	混凝土	四级公路	
R5 (S313~坝顶)	2.5	6.5/8.5	混凝土	四级公路	
R12 (左岸坝顶~取水口操作平台)	0.5	4.5/7.5	混凝土	四级公路	
合计	6.0				

2.2.8.10 安全监测

水源水库主要对拦河坝、溢洪道、泄洪放空洞、泄洪导流洞、电站进水口、生态放水发电系统、电站厂房及工程边坡进行监测，各监测建筑物以变形、渗流、应力（压力）监测为主，并进行地震反应、环境量等监测项目，除仪器监测项目外还需要进行人工巡视检查。工程施工期以人工观测为主，运行期以自动化监测为主。

2.2.9 输水工程布置及主要建筑物

2.2.9.1 工程等别、标准

(1) 工程等别

白龙江引水工程的工程等别为 I 等，工程规模大（1）型。

(2) 建筑物级别

1) 输水取水口

本工程输水取水口设计流量为 32m³/s，考虑其作为渠首建筑物，特别重要，失事后影响十分严重，其建筑物级别由 2 级提高至 1 级。

2) 输水总干线

输水总干线设计流量 $32 \text{ m}^3/\text{s} \sim 5 \text{ m}^3/\text{s}$ ，属 2 级~3 级建筑物范畴。

输水总干线西秦岭隧洞（DZ-1#隧洞）和六盘山隧洞（ZQ-2#隧洞和 ZQ-3#隧洞）流量均超过 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ，地质条件复杂，级别由 2 级提高一级至 1 级。

其余建筑物根据设计流量确定建筑物级别为 2 级（流量大于 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ）和 3 级（流量小于 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ）。

3) 输水干线及分干线

干线及分干线主要建筑物级别按供水流量及供水对象重要性综合确定为 3 级。

2.2.9.2 洪水标准

输水工程按照流量确定的建筑物级别范畴确定洪水标准，设计流量不小于 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 的建筑物设计洪水标准重现期为 50 年，校核洪水标准重现期为 200 年；设计流量小于 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 的建筑物设计洪水标准重现期为 30 年，校核洪水标准重现期为 100 年。

2.2.9.3 输水工程布置

白龙江引水工程输水工程由输水总干线 1 条、干线 9 条及分干线 18 条组成，线路总长 1328.9km。主要建筑物包括隧洞、倒虹吸、箱涵、有压埋管、渡槽、无压圆涵、渡管、消能箱、调压池、泵站等。

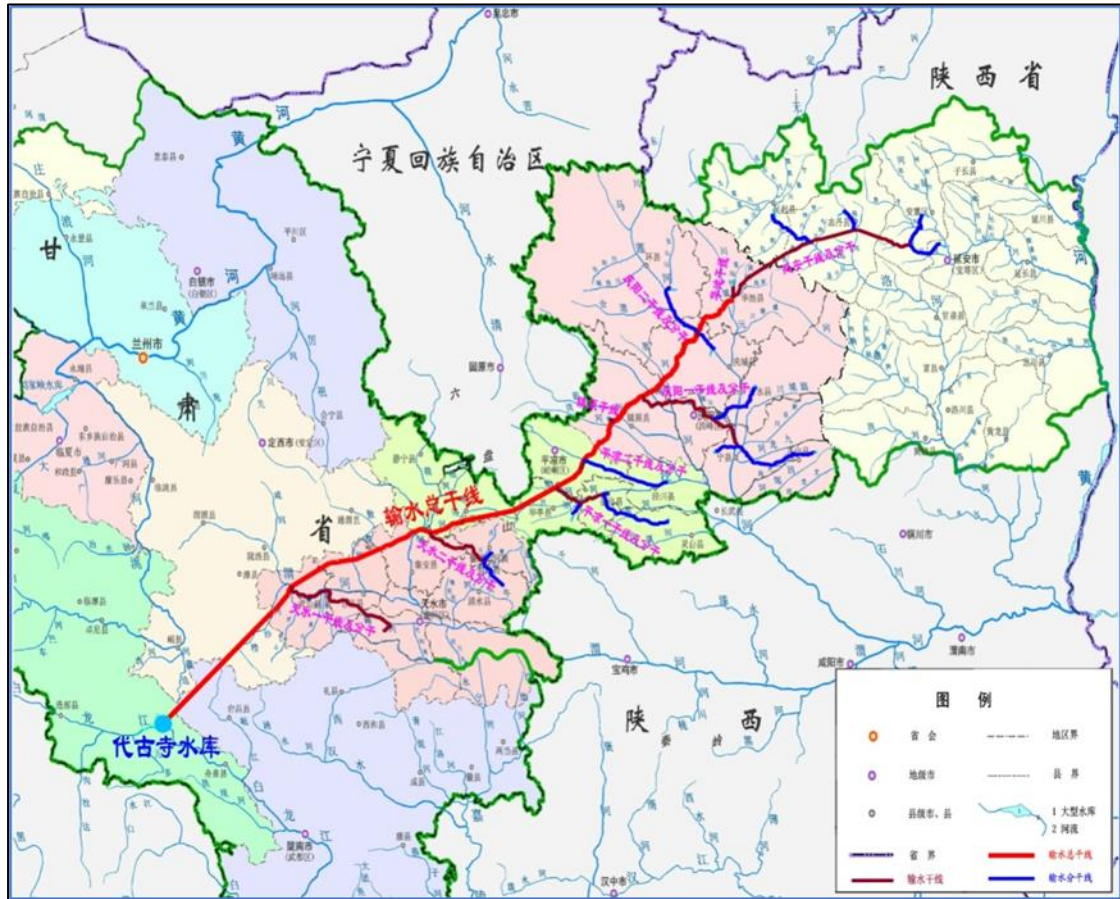


图 2.2-1 输水工程总布置示意图

输水总干线自代古寺水库设取水口取水，线路沿东北方向经迭部县、宕昌县、岷县、漳县、武山县、甘谷县、秦安县、静宁县、庄浪县、华亭县、崆峒区、镇原县、庆城县，依次跨越榜沙河、渭河、清溪河、散渡河、四坪河、显清河、、葫芦河、水洛河、策底河、涧沟河、清水河、泾河、小芦河、大芦河、潘润河、洪河、茹河、交口河、时家河、蒲河、黑河、马莲河、柔远河等河流，到达总干线终点华池县鸭儿洼附近。

总干线沿线设武山分水口、张家川分水口、庄浪分水口、华亭分水口、崆峒分水口、镇原分水口、庆阳分水口、庆城分水口、延安分水口共 9 个分水口，后接天水一干线及武山、甘谷分干线，天水二干线及张家川、清水分干线，平凉一干线及华亭、崇信、灵台分干线，平凉二干线及泾川分干线，镇原干线，庆阳一干线及西峰、合水、宁县、正宁分干线，庆阳二干线及庆城、环县分干线，华池干线，延安干线及吴起、志丹、安塞、宝塔分干线，共 9 条干线、18 条分干线向

各受水区县供水。干线及分干线主要沿各受水区附近的河流滩地以及黄土梁峁塬面布置，局部河流间分水岭采用隧洞跨越。

表 2.2-19 白龙江引水工程输水工程主要对应关系

取/分水口	干线名称	分干线名称	受水区	
武山分水口	天水一干线	武山分干线	天水市	武山县
		甘谷分干线		甘谷县
				秦州/麦积区
张家川分水口	天水二干线	张家川分干线		张家川县
		清水分干线		清水县
庄浪分水口			平凉市	庄浪县
华亭分水口	平凉一干线	华亭分干线		华亭县
		崇信分干线		崇信县
		灵台分干线		灵台县
崆峒分水口	平凉二干线	泾川分干线		泾川县
				崆峒区
镇原分水口	镇原干线		庆阳市	镇原县
庆阳分水口	庆阳一干线	西峰分干线		西峰区
		合水分干线		合水县
		宁县分干线		宁县
		正宁分干线		正宁县
庆城分水口	庆阳二干线	庆城分干线		庆城县
		环县分干线		环县
延安分水口	华池干线			华池县
	延安干线	吴起分干线	延安市	吴起县
		志丹分干线		志丹县
		安塞分干线		安塞区
		宝塔分干线		宝塔区

输水总干线线路总长 492.07km，包括隧洞、渡槽、倒虹吸及箱（圆）涵共 155 座；其中隧洞 57 座，总长 336.34km；渡槽 8 座，总长 0.96km；箱涵 15 座，总长 5.22km；圆涵 29 座，总长 28.94km；倒虹吸 46 座（含管桥 20 座），总长 120.61km。总干线设控制建筑物 130 座，其中节制闸 71 座（其中 23 座兼顾事故闸，69 座兼顾检修闸），分水闸 9 座（全部兼做退水闸），退水闸 30 座（其中专用退水闸 21 座，分水闸兼顾退水闸 9 座），事故闸 52 座（专用事故闸 29 座，节制闸兼顾事故闸 23 座）；附属建筑物 313 座，其中退水通道 21 座，检修通道 45 座（其中 10 座为永久支洞），各类阀门井 247 座。

输水干线共 9 条，总长 409.93km，包括有压管道、隧洞、倒虹吸、无压箱涵、渡槽、渡管、调压池共 96 座。其中有压管道 29 座，总长 282.21km（含管桥 6 座，总长 0.42km；穿管隧洞 5 座，总长 6.67km）；无压隧洞 36 座，总长 114.36km；无压箱涵 7 座，总长 0.52km；倒虹吸 18 座，总长 12.49km（含管桥 7 座，总长 0.25km）；渡槽 2 座，总长 0.17km；渡管 1 座，总长 0.13km；调压池 1 座，总长 0.05km；泵站 2 座，总装机 7040kW；控制建筑物 51 座，其中调流调压阀 14 座，分水阀 30 座，分水闸 1 座，退水闸 4 座，退水阀 2 座；附属建筑物 543 座，其中各类阀门井 522 座（检修阀井 71 座，排水阀井 127 座，空气阀井 302 座，流量计井 22 座），退水通道 6 座，检修通道 15 座（其中 5 座为永久支洞）。

输水分干线共 18 条，总长 426.90km，包括有压管道、隧洞、倒虹吸、无压箱（圆）涵共 44 座。其中有压管道 25 座，总长 393.05km；无压隧洞 10 座，总长 25.90km；无压圆涵 1 座，总长 7.13km；无压箱涵 2 座，总长 0.10km；倒虹吸 3 座，总长 0.73km（含管桥 1 座，总长 0.12km）；泵站 3 座，总装机 7080kW；控制建筑物 43 座，其中调流调压阀 20 座，分水阀 21 座，退水闸 1 座，退水阀 1 座；附属建筑物 702 座，其中各类阀门井 698 座（检修阀井 95 座，排水阀井 170 座，空气阀井 404 座，流量计井 29 座），退水通道 2 座，检修通道 2 座。

2.2.9.4 输水总干线

（1）输水工程进水口

输水工程进水口包括进口引渠段、进水闸段，消力池段和渐变段，沿顺水流向总长 116.70m，其后接 DZ-1#隧洞。

引渠段顺水流向长 23.95m，垂直水流向宽 32.6m。

进水口为岸塔式，垂直水流方向宽 32.6m，顺水流方向总长 36.75m，边墙厚 3.5m。塔基高程 1730.0m，底板厚 5m，进水底板高程 1735.0m。进水口位于代古寺水库内，塔顶高程取 1809.0m，塔高 79m。

进水塔前设置 4 孔拦污栅，拦污栅尺寸为 4.9m×3.0m（宽×高），进水塔中间布置 1 孔 2m 宽弧门，弧门前后设检修闸门；两侧各设 2 台调流调压阀（三用一备），通过管道自上游取水，管径为 1.6m，每条管道进口前设一座事故闸门，调流调压阀后设检修阀，管道末端设阀消力池，阀消力池尺寸为 7.0m×9.8m×10m

(长×宽×高), 消力池侧面设溢流孔, 溢流孔宽 4m, 高 3m。弧门启闭机房上部 1751m 高程处设一平台作为两侧调流阀的安装平台。进水塔弧门后设洞内消力池, 消力池总长 46m, 消力池首部宽度 2m, 尾部宽度 6.5m, 斜坡段长 16m, 消力池段长 30m, 池深 2.0m, 消力池采用城门洞型, 宽 6.5m, 高 8.5m, 消力池后设 10m 渐变段, 与 DZ1#隧洞相接。

(2) 隧洞工程

白龙江引水工程输水总干线工程根据沿线的地形地质条件, 共布置无压隧洞 57 座, 总长 336.34km, 占线路总长 68.35%。其中 TBM 施工隧洞 4 座共 167.55km, 分别为穿西秦岭 DZ-1#隧洞长 99.35km、DZ-4#隧洞 TBM 施工段长 13.89km、穿六盘山 ZQ-2#隧洞 TBM 施工段长 36.68km、穿六盘山 ZQ-3#隧洞长 17.63km; 钻爆法(或铣挖机)施工隧洞 55 座, 共 168.79km。

隧洞工程特性见表 2.2-20。

表 2.2-20 总干线隧洞断面及水力特性表

隧洞编号	设计流量 $Q(m^3/s)$	长度 (m)	设计纵坡 (1/i)	断面型式	净宽 B(m)	净高 h(m)	正常水深(m)	流速 $v (m/s)$	净空率 (%)	净空高 (m)	备注
DZ-1#隧洞	32	99352.00	1650	圆形	5.1	5.1	3.54	2.13	26.07	1.56	TBM 施工
				圆形	4.9	4.9	3.51	2.25	23.71	1.39	钻爆法或悬臂掘进机施工
DZ-2#隧洞	32	1359.00	1550	马蹄形	4.60	4.60	3.41	2.27	19.53	1.19	钻爆法施工
DZ-3#隧洞	32	17200.29	1550	马蹄形	4.60	4.60	3.41	2.27	19.53	1.19	钻爆法施工
DZ-4#隧洞 TBM 段	27	13893.69	1550	圆形	4.70	4.70	3.32	2.09	24.80	1.38	TBM 施工
DZ-4#隧洞钻爆法段	27	12743.31	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-5#隧洞	27	4703.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-6#隧洞	27	10425.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-7#隧洞	27	17223.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-8#隧洞	27	3185.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-9#隧洞	27	2374.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-10#隧洞	27	2283.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-11#隧洞	27	8052.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-12#隧洞	27	3196.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-13#隧洞	27	2914.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-14#隧洞	27	2547.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-15#隧洞	27	857.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-16#隧洞	27	1072.00	1550	马蹄形	4.35	4.35	3.16	2.18	20.94	1.19	钻爆法施工
DZ-17#隧洞	25	6511.00	1550	马蹄形	4.20	4.20	3.10	2.13	19.82	1.10	钻爆法施工
DZ-18#隧洞	25	6556.00	1550	马蹄形	4.20	4.20	3.10	2.13	19.82	1.10	钻爆法施工
DZ-19#隧洞	25	4535.00	1550	马蹄形	4.20	4.20	3.10	2.13	19.82	1.10	钻爆法施工

隧洞编号	设计 流量 Q(m³/s)	长度 (m)	设计 纵坡 (1/i)	断面 型式	净宽 B(m)	净高 h(m)	正常 水深(m)	流速 v (m/s)	净空率 (%)	净空高 (m)	备注
ZQ-1#隧洞	24	1848.54	1550	三心圆	4.32	4.46	2.93	2.07	24.92	1.54	钻爆法施工
ZQ-2#隧洞钻爆法段	24	19249.00	1550	三心圆	4.32	4.46	2.93	2.07	24.92	1.54	钻爆法施工
ZQ-2#隧洞 TBM 段	24	36679.67	1750	圆形	4.60	4.60	3.19	1.95	26.10	1.42	TBM 施工
ZQ-3#隧洞	24	5219.91	1750	圆形	4.60	4.60	3.19	1.95	26.10	1.42	TBM 施工
ZQ-3#隧洞	21	12406.49	2350	圆形	4.60	4.60	3.22	1.69	25.24	1.43	TBM 施工
ZQ-4#隧洞	21	3179.81	1550	三心圆	3.97	4.13	2.95	1.99	19.40	1.24	铣挖机开挖
ZQ-5#隧洞	21	1508.70	1550	三心圆	3.97	4.13	2.95	1.99	19.40	1.24	铣挖机开挖
ZQ-6#隧洞	8	875.29	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-7#隧洞	8	208.00	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-8#隧洞	8	547.01	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-9#隧洞	8	645.20	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-10#隧洞	8	4835.57	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-11#隧洞	8	293.16	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-12#隧洞	8	1175.13	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-13#隧洞	8	855.21	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-14#隧洞	8	321.89	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-15#隧洞	8	289.25	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-16#隧洞	8	499.70	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-17#隧洞	8	640.11	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-18#隧洞	8	1079.41	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-19#隧洞	8	111.80	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-20#隧洞	8	1003.47	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-21#隧洞	8	656.79	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖

隧洞编号	设计 流量 Q(m³/s)	长度 (m)	设计 纵坡 (1/i)	断面 型式	净宽 B(m)	净高 h(m)	正常 水深(m)	流速 v (m/s)	净空率 (%)	净空高 (m)	备注
ZQ-22#隧洞	8	350.09	1700	三心圆	2.76	3.00	2.14	1.52	19.79	0.88	铣挖机开挖
ZQ-23#隧洞	5	349.70	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-24#隧洞	5	1009.10	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-25#隧洞	5	847.88	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-26#隧洞	5	2665.00	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-27#隧洞	5	3164.80	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-28#隧洞	5	2608.61	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-29#隧洞	5	977.30	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-30#隧洞	5	2339.50	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-31#隧洞	5	698.80	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-32#隧洞	5	2177.40	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-33#隧洞	5	314.79	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-34#隧洞	5	306.62	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-35#隧洞	5	481.38	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-36#隧洞	5	970.50	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-37#隧洞	5	1239.50	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖
ZQ-38#隧洞	5	729.40	1700	三心圆	2.30	2.56	1.80	1.36	21.06	0.76	铣挖机开挖

(3) 倒虹吸工程

输水总干线工程沿线共布置倒虹吸 46 座, 总长 120.60km, 占线路总长 24.5%。

输水总干线倒虹吸分段统计见下表。

表 2.2-21 白龙江引水工程总干线倒虹吸统计表

建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	倒虹吸编号	设计流量 Q(m³/s)	最小流量 Q(m³/s)	长度 (m)
DZ99+352.000	DZ100+056.000	DZ-1#倒虹吸	32	17.92	704.00
DZ101+415.000	DZ101+653.000	DZ-2#倒虹吸	32	17.92	238.00
DZ118+853.291	DZ119+407.000	DZ-3#倒虹吸	27	15.12	553.71
DZ146+044.000	DZ147+832.000	DZ-4#倒虹吸	27	15.12	1788.00
DZ152+535.000	DZ152+904.000	DZ-5#倒虹吸	27	15.12	369.00
DZ163+329.000	DZ164+684.000	DZ-6#倒虹吸	27	15.12	1355.00
DZ185+271.000	DZ185+650.000	DZ-7#倒虹吸	27	15.12	379.00
DZ188+024.000	DZ188+981.000	DZ-8#倒虹吸	27	15.12	957.00
DZ199+474.000	DZ199+838.000	DZ-9#倒虹吸	27	15.12	364.00
DZ203+034.000	DZ203+432.000	DZ-10#倒虹吸	27	15.12	398.00
DZ209+059.000	DZ209+982.000	DZ-11#倒虹吸	27	15.12	923.00
DZ210+839.000	DZ214+939.000	DZ-12#倒虹吸	27	15.12	4100.00
DZ224+530.000	DZ225+415.000	DZ-13#倒虹吸	25	14	885.00
DZ231+971.000	DZ232+457.000	DZ-14#倒虹吸	25	14	486.00
DZ236+992.000	DZ239+577.040	DZ-15#倒虹吸	25	14	2585.04
ZQ76+249.560	ZQ76+868.430	ZQ-1#倒虹吸	21	11.76	618.87
ZQ83+325.733	ZQ93+249.423	ZQ-2#倒虹吸	17	9.52	9923.69
ZQ93+249.423	ZQ96+554.764	ZQ-3#倒虹吸	17	9.52	3305.34
ZQ96+554.764	ZQ99+845.404	ZQ-4#倒虹吸	17	9.52	3290.64
ZQ101+424.184	ZQ103+593.704	ZQ-5#倒虹吸	17	9.52	2169.52
ZQ107+866.767	ZQ109+070.867	ZQ-6#倒虹吸	17	9.52	1204.10
ZQ116+980.167	ZQ122+544.000	ZQ-7#倒虹吸	17	9.52	5563.83
ZQ123+601.267	ZQ125+274.067	ZQ-8#倒虹吸	14	7.84	1672.80
ZQ126+104.867	ZQ133+516.367	ZQ-9#倒虹吸	14	7.84	7411.50
ZQ134+061.567	ZQ138+726.067	ZQ-10#倒虹吸	14	7.84	4664.50
ZQ139+106.457	ZQ148+538.277	ZQ-11#倒虹吸	14	7.84	9431.82
ZQ152+534.500	ZQ164+924.090	ZQ-12#倒虹吸	8	4.48	12389.59
ZQ165+643.590	ZQ167+328.220	ZQ-13#倒虹吸	8	4.48	1684.63
ZQ168+252.330	ZQ181+954.120	ZQ-14#倒虹吸	8	4.48	13701.79
ZQ184+682.800	ZQ185+399.800	ZQ-15#倒虹吸	8	4.48	717.00
ZQ197+209.200	ZQ200+333.200	ZQ-16#倒虹吸	8	4.48	3124.00
ZQ201+696.000	ZQ206+102.480	ZQ-17#倒虹吸	8	4.48	4406.48

建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	倒虹吸编号	设计流量 Q(m³/s)	最小流量 Q(m³/s)	长度 (m)
ZQ206+214.700	ZQ206+609.500	ZQ-18#倒虹吸	8	4.48	394.80
ZQ208+103.090	ZQ209+312.090	ZQ-19#倒虹吸	8	4.48	1209.00
ZQ210+315.560	ZQ212+586.910	ZQ-20#倒虹吸	8	4.48	2271.35
ZQ213+813.700	ZQ214+420.300	ZQ-21#倒虹吸	8	4.48	606.60
ZQ214+420.300	ZQ220+622.090	ZQ-22#倒虹吸	5	2.8	6201.79
ZQ230+062.800	ZQ230+578.300	ZQ-23#倒虹吸	5	2.8	515.50
ZQ233+351.300	ZQ234+242.500	ZQ-24#倒虹吸	5	2.8	891.20
ZQ237+671.700	ZQ237+915.700	ZQ-25#倒虹吸	5	2.8	244.00
ZQ238+645.910	ZQ239+274.300	ZQ-26#倒虹吸	5	2.8	628.39
ZQ242+191.320	ZQ243+903.920	ZQ-27#倒虹吸	5	2.8	1712.60
ZQ244+812.000	ZQ246+819.700	ZQ-28#倒虹吸	5	2.8	2007.70
ZQ247+790.200	ZQ249+099.300	ZQ-29#倒虹吸	5	2.8	1309.10
ZQ250+338.800	ZQ251+053.500	ZQ-30#倒虹吸	5	2.8	714.70
ZQ251+782.900	ZQ252+318.400	ZQ-31#倒虹吸	5	2.8	535.50

(4) 箱涵工程

输水总干线沿线共布置箱涵 15 座，总长 5.22km，占线路总长 1.06%。

(5) 渡槽工程

输水总干线工程总体布置以及跨（河）沟处地形地质条件，输水总干线沿线共布置渡槽 8 座，总长 0.96km，占线路总长 0.20%。

(6) 无压圆涵工程设计

在庄浪至庆阳段流量较小，原材料较少的黄土塬顶布置无压圆涵 29 座，总长 28.94km，占线路总长 5.88%。

(7) 控制建筑物

输水总干线沿线布置控制建筑物，主要包括节制闸、分水闸、退水闸、事故闸、检修闸。检修闸可由事故闸、节制闸兼顾，事故闸可由节制闸兼顾。

总干线沿线共布置控制建筑物 130 座。其中节制闸 71 座，箱（圆）涵分水口位置布置 2 座，倒虹吸出水口布置 46 座，倒虹吸（采用双管）进水口布置 23 座；倒虹吸进出口节制闸兼顾事故及检修。分水闸 9 座，分别设置于 9 个分水口处（沿线共 9 个分水口，其中华亭分水口采用洞内分水，隧洞出口设置分水闸），均可兼作退水闸。退水闸 30 座，其中 9 座由分水闸兼顾退水；21 座为单独设置，位于倒虹吸或者渡槽进水口处。事故闸 52 座，其中进水口及倒虹吸进口 23 座由

节制闸兼顾；29 座为单独设置，位于倒虹吸进水口以及渡槽进出口；事故闸均兼顾检修。检修闸 98 座，位于进水口、倒虹吸进出口及渡槽进出口，均由节制闸和事故闸兼顾。

2.2.9.5 输水干线及分干线

(1) 有压管道

输水干线及分干线工程沿线共布置有压管道 54 座，总长 675.26km，占线路总长 80.69%，输水干线及分干线工程有压管道统计见下表。

表 2.2-22 干线及分干线有压管道统计表

所在位置			建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	建筑物	设计流量 Q(m³/s)	长度 (m)
天水一 干 线 及 分 干	天 水 一 干 线	天水段	TS00+000.000	TS10+400.501	TS1#有压管道	4.69	10400.50
		天水段	TS12+939.376	TS18+081.288	TS2#有压管道	4.69	5141.91
		甘秦段	TS18+081.288	TS38+086.924	TS3#有压管道	3.67	20005.64
		甘秦段	TS39+467.242	TS42+897.807	TS4#有压管道	3.67	3430.57
		秦麦段	TS48+110.372	TS51+515.611	TS5#有压管道	2.6	3405.24
		秦麦段	TS65+228.439	TS72+521.555	TS6#有压管道	2.6	7293.12
		秦麦段	TS72+521.555	TS87+953.203	TS7#有压管道	2.6	15431.65
	武山分干线		TS00+000.000	TS02+667.732	WS1#有压管道	1.02	2667.73
	甘谷分干线		TS00+000.000	TS00+463.059	GG1#有压管道	1.07	463.06
天水二 干 线 及 分 干	天水二干线		ZQ00+000.000	ZQ32+512.451	ZQ1#有压埋管	1.68	32512.45
			ZQ32+512.451	ZQ39+841.110	ZQ2#有压埋管	1.68	7328.66
			ZQ41+679.880	ZQ44+097.561	ZQ3#有压埋管	1.68	4911.73
	清水分干线		QS00+000.000	QS13+316.359	有压埋管	0.78	13316.36
	张家川分干线		ZJ00+000.000	ZJ04+646.928	ZJ1#有压埋管	0.9	4646.93
			ZJ04+646.928	ZJ08+772.204	ZJ2#有压埋管	0.9	4125.28
平凉一 干 线 及 分 干	平凉一干线		PLY9+387.21	PLY20+259.16	PLY1#有压管道	3.37	10887.99
	平凉一干线		PLY20+259.16	PLY36+970.16	PLY2#有压管道	1.91	16711
	华亭分干线		HT0+000.00	HT9+763.63	HT1#有压管道	1.46	9763.63
	崇信分干线		CX0+000.00	CX3+061.62	CX1#有压管道	0.90	3061.62
	灵台分干线		LT0+000.00	LT5+171.79	LT1#有压管道	1.01	5171.79
	灵台分干线		LT12+299.96	LT53+069.19	LT2#有压管道	1.01	40769.23
平凉二 干 线 及 分 干	平凉二干线		PLE0+000.00	PLE2+918.09	PLE1#有压管道	4.39	2918.09
			PLE2+918.09	PLE3+844.36	PLE2#有压管道	4.39	926.27
			PLE3+844.36	PLE6+095.63	PLE2#有压管道	4.39	2251.27
	泾川分干线		JC0+000.00	JC46+796.78	JC1#有压管道	1.36	46796.78
	泾川分干线		JC46+796.78	JC57+560.85	JC2#有压管道	1.36	10764.07

所在位置		建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	建筑物	设计流量 Q(m³/s)	长度 (m)	
镇原 干线	镇原干线	ZY0+000.00	ZY4+152.72	ZY1#有压管道	2.32	4137.72	
庆阳 一干 线及 分干	庆阳一干线	QYY0+000.00	QYY36+431.67	QYY1#有压管道	5.92	36431.67	
		QYY36+431.67	QYY38+495.85	QYY2#有压管道	3.08	2064.18	
		QYY38+495.85	QYY59+816.29	QYY3#有压管道	3.08	21320.42	
		QYY59+816.29	QYY87407.57	QYY4#有压管道	2.12	27591.28	
	西峰分干线	XF0+000.00	XF0+710.07	XF1#有压管道	2.84	710.07	
	合水分干线	HS0+000.00	HS39+838.12	HS1#有压管道	0.96	39838.12	
	宁县分干线	NX0+000.00	NX15+917.72	NX1#有压管道	1.50	15917.72	
	正宁分干线	ZN0+000.00	ZN27+350.00	ZN1#有压管道	0.63	27350.00	
		ZN27+350.00	ZN43+600.00	ZN2#有压管道	0.63	16250.00	
		ZN43+600.00	ZN58+597.78	ZN3#有压管道	0.63	14997.78	
庆阳 二干 线及 分干	庆阳二干线	QYE0+000.00	QYE2+896.89	QYE1#有压管道	2.95	2896.89	
	庆城分干线	QC0+000.00	QC16+877.00	QC1#有压管道	1.54	16877.00	
	环县分干线	HX0+000.00	HX39+906.23	HX1#有压管道	1.41	39906.23	
华池干线		HC0+000.00	HC2+740.00	HC1#有压管道	1.24	2740.00	
		HC4+360.00	HC8+140.80	HC2#有压管道	1.24	3780.80	
延安 干线 及分 干	延安 干 线	延安段	SYA29+000.0	SYA43+610.0	SYA1#有压管道	3.75	14610
		志安段	SYA43+610.0	SYA49+455.0	SYA 2#有压管道	3.23	5835
		志安段	SYA72+950.0	SYA73+955.0	SYA 3#有压管道	3.23	1005
		安宝段	SYA73+955.0	SYA76+077.0	SYA 4#有压管道	2.72	2122
		安宝段	SYA96+230.0	SYA105+628.5	SYA 5#有压管道	2.72	9398.5
		安宝段	SYA105+770.5	SYA112+840.0	SYA 6#有压管道	2.72	7069.5
	吴起分干线	WQ0+000.0	WQ29+990.0	WQ1#有压管道	0.52	29990	
	志丹分干线	ZD0+000.0	ZD15+450.0	ZD1#有压管道	0.52	15450	
	安塞分干线	AS0+000.0	AS2+205.0	AS1#有压管道	0.59	2205	
	安塞分干线	AS6+310.0	AS20+390.0	AS2#有压管道	0.59	14080	
	宝塔分干线	BT0+000.0	BT15+778.0	BT1#有压管道	2.13	15778	
	宝塔分干线	BT22+843.0	BT24+910.0	BT2#有压管道	2.13	2067	

(2) 隧洞

白龙江引水工程输水干线及分干线工程根据沿线的地形地质条件,共布置隧洞 51 座,总长 146.75km,其中无压隧洞 46 座,总长 140.26km,占线路总长 16.76%,穿管隧洞 5 座,总长 6.67km,均采用钻爆法施工。干线及分干线隧洞统计见下表。

表 2.2-23 干线及分干隧洞统计表

所在位置	建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	建筑物	设计流量 Q(m³/s)	长度 (m)
天水一干线	TS10+400.501	TS10+789.510	TS1#无压隧洞	4.69	389.01
	TS11+417.851	TS12+939.376	TS2#无压隧洞	4.69	1521.53
	TS38+086.924	TS38+941.246	TS3#无压隧洞	3.67	854.32
	TS39+066.303	TS39+467.242	TS4#无压隧洞	3.67	400.94
	TS42+897.807	TS43+250.112	TS5#无压隧洞	3.67	352.31
	TS44+138.802	TS45+133.666	TS6#无压隧洞	3.67	994.86
	TS46+268.928	TS48+110.372	TS7#无压隧洞	2.6	1841.44
	TS51+515.611	TS56+370.046	TS8#无压隧洞	2.6	4854.44
	TS56+491.842	TS65+228.439	TS9#无压隧洞	2.6	8736.60
	TS80+529.649	TS80+777.627	TS1#穿管隧洞	2.6	247.98
天水二干线	ZQ39+841.11	ZQ41+679.88	ZQ 无压隧洞	1.68	1838.77
清水分干	QS13+316.359	QS15+603.997	QS1#无压隧洞	0.78	2287.638
	QS15+836.437	QS21+845.804	QS2#无压隧洞	0.78	6009.367
	QS21+885.804	QS23+287.982	QS3#无压隧洞	0.78	1402.178
平凉一干线	PLY0+000.00	PLY2+321.67	PLY1#无压隧洞	3.37	2321.67
	PLY4+271.90	PLY5+704.51	PLY2#无压隧洞	3.37	1432.61
	PLY6+423.84	PLY7+409.51	PLY3#无压隧洞	3.37	985.67
	PLY7+542.51	PLY9+371.17	PLY4#无压隧洞	3.37	1828.66
	PLY20+628.06	PLY21+194.76	PLY1#穿管隧洞	1.91	566.7
	PLY21+692.52	PLY23+359.16	PLY2#穿管隧洞	1.91	1666.64
	PLY23+404.96	PLY25+064.16	PLY3#穿管隧洞	1.91	1659.2
华池干线	HC2+740.00	HC3+315.00	HC1#无压隧洞	1.24	575.00
	HC3+850.00	HC4+360.00	HC2#无压隧洞	1.24	510.00
延安干线	YA2+307.43	YA5+671.11	YA1#无压隧洞	3.75	3364
	YA6+175.00	YA7+235.00	YA2#无压隧洞	3.75	1060
	YA7+655.98	YA8+615.00	YA3#无压隧洞	3.75	959
	YA8+955.00	YA10+370.00	YA4#无压隧洞	3.75	1415
	YA10+735.00	YA12+415.00	YA5#无压隧洞	3.75	1680
	YA12+890.00	YA16+135.00	YA6#无压隧洞	3.75	3245
	YA16+165.00	YA16+690.00	YA7#无压隧洞	3.75	525
	YA16+730.00	YA17+565.00	YA8#无压隧洞	3.75	835
	YA18+326.89	YA19+105.00	YA9#无压隧洞	3.75	778
	SYA0+000	SYA27+960	SYA1#无压隧洞	3.75	27960
	SYA28+025	SYA29+000	SYA2#无压隧洞	3.75	975
	SYA44+540	SYA47+070	SYA1#穿管隧洞	3.23	2530
	SYA49+455	SYA62+770	SYA3#无压隧洞	3.23	13315

所在位置	建筑物起始桩号 (km+m)	建筑物末端桩号 (km+m)	建筑物	设计流量 Q(m³/s)	长度 (m)
	SYA63+115	SYA68+435	SYA4#无压隧洞	3.23	5320
	SYA68+565	SYA69+630	SYA5#无压隧洞	3.23	1065
	SYA69+990	SYA70+240	SYA6#无压隧洞	3.23	250
	SYA70+390	SY 71+605	SYA7#无压隧洞	3.23	1215
	SYA71+675	SYA72+080	SYA8#无压隧洞	3.23	405
	SYA72+510	SYA72+950	SYA9#无压隧洞	3.23	440
	SYA76+077	SY 94+980	SYA10#无压隧洞	2.72	18903
	SYA95+015	SYA96+230	SYA11#无压隧洞	2.72	1215
吴起分干	WQ29+990	WQ 32+175	WQ1#无压隧洞	0.52	2185
安塞分干	AS2+205	AS6+310	AS1#无压隧洞	0.59	4105
	AS20+390	AS23+790	AS2#无压隧洞	0.59	3400
宝塔分干	BT15+778	BT16+163	BT1#无压隧洞	2.13	385
	BT16+498	BT17+513	BT2#无压隧洞	2.13	1015
	BT17+573	BT19+123	BT3#无压隧洞	2.13	1550
	BT19+283	BT22+843	BT4#无压隧洞	2.13	3560

(3) 倒虹吸

白龙江引水工程输水干线及分干线工程沿线共布置倒虹吸 21 座，总长 13.22km，占线路总长 1.58%，输水干线及分干线倒虹吸统计见下表。

表 2.2-24 干线及分干线倒虹吸统计表

所在位置			建筑物 起始桩号 (km+m)	建筑物 末端桩号 (km+m)	建筑物	设计 流量 Q(m³/s)	长度 (m)
天水 一干 线及 分干	天水 一干 线	天水段	TS10+789.510	TS11+417.851	TS1#倒虹吸	4.69	628.34
		甘秦段	TS43+250.112	TS44+138.802	TS2#倒虹吸	3.67	888.69
		秦麦段	TS45+133.666	TS46+268.928	TS3#倒虹吸	2.6	1135.26
		秦麦段	TS56+370.046	TS56+491.842	TS4#倒虹吸	2.6	121.80
天水 二干 线及 分干	清水分干		QS15+603.997	QS15+836.437	QS 倒虹吸	0.78	232.44
平凉一干线			PLY2+321.67	PLY4+271.90	PLY1#倒虹吸	3.37	1950.23
			PLY5+704.51	PLY6+423.84	PLY2#倒虹吸	3.37	719.33
华池干线			HC3+315.00	HC3+850.00	HC1#倒虹吸	1.24	535
		延安段子午岭前段	YA0+000.00	YA2+307.43	YA1#倒虹吸	3.75	2307
		延安段子午岭前段	YA5+671.11	YA6+175.00	YA2#倒虹吸	3.75	504
		延安段子午岭前段	YA7+235.00	YA7+655.98	YA3#倒虹吸	3.75	421

所在位置			建筑物 起始桩号 (km+m)	建筑物 末端桩号 (km+m)	建筑物	设计 流量 Q(m³/s)	长度 (m)
延安 干线 及分 干	延安 干线	延安段子午岭前段	YA8+615.00	YA8+955.00	YA4#倒虹吸	3.75	340
		延安段子午岭前段	YA10+370.00	YA10+735.00	YA5#倒虹吸	3.75	365
		延安段子午岭前段	YA12+415.00	YA12+890.00	YA6#倒虹吸	3.75	475
		延安段子午岭前段	YA17+565.00	YA18+326.89	YA7#倒虹吸	3.75	762
		延安段子午岭前段	YA19+105.00	YA19+309.24	YA8#倒虹吸	3.75	204
		志安段	SYA62+770	SYA63+115	麻子沟倒虹吸	3.23	345
		志安段	SYA69+630	SYA69+990	朱家沟倒虹吸	3.23	360
		志安段	SYA72+080	SYA72+510	背梁沟倒虹吸	3.23	430
	宝塔分干		SYA16+163	SYA16+498	庄子沟倒虹吸	2.13	335
	宝塔分干		SYA19+123	SYA19+283	刘家河倒虹吸	2.13	160

(4) 无压圆涵

白龙江引水工程干线及其分干线工程共布置圆涵 1 座，总长 7.13km，占线路总长 0.85%。

(5) 无压箱涵

白龙江引水工程干线及分干工程共布置箱涵 9 座，总长 0.62km，占线路总长 0.07%。

(6) 渡槽

白龙江引水工程干线及分干工程共布置渡槽 2 座，总长 0.17km，占线路总长 0.02%。

(7) 渡管

白龙江引水工程干线及分干工程共布置渡管 1 座，总长 0.13km，占线路总长 0.016%。

(8) 调压池

调压池共 1 座，布置于安塞区砖窑湾镇槐树庄村南 300m 处台地，位于延安干线安宝段桩号 105+628.5~105+770.5 段，由管道段、2 座 1000m³ 标准圆形蓄水池组成。总池长 48.9m，池宽 19.45m。

(9) 埋管式河（沟）交叉

干线及分干线工程以埋管型式穿越较大河道（沟谷）共 251 处，采用河道下埋管穿越的有 217 处，采用排洪箱（圆）涵上埋管 34 处。

（10）管桥

白龙江引水工程干线及分干工程共布置管桥 14 座，总长 0.79km。

（11）泵站

白龙江引水工程干线及分干线在天水二干线（张清泵站）、张家川分干线（张家川泵站）、镇原干线（镇原泵站）、正宁分干线（正宁一级泵站、正宁二级泵站）共布置泵站 5 座，总装机 14320kW。

（12）控制建筑物

干线及分干线工程沿线各布置控制建筑物 51 座和 43 座，其中调流调压阀室分别为 14 座和 20 座，分水阀分别为 30 座和 21 座，干线分水闸 1 座，退水闸（阀）分别为 6 座和 2 座。

2.2.9.6 输水工程附属建筑物

输水总干线沿线附属建筑物主要包括倒虹吸阀室（井）、检修通道以及退水通道共 313 座。输水干线及分干线沿线附属建筑物主要包括倒虹吸阀室（井）、检修通道以及退水通道共 1245 座。

2.2.9.7 输水工程交叉建筑物

（1）穿越铁路建筑物

白龙江引水工程输水线路与铁路存在 29 处交叉。当输水建筑物为管道时，穿越形式尽量利用高架桥，在桥下埋设暗涵，管线在暗涵内穿过，施工时采用直槽开挖，使开口线最小，不影响铁路桥梁的运行安全，在不具备利用桥梁穿越时，拟采用顶管穿越。

（2）穿越公路建筑物

白龙江引水工程输水线路在陇南、定西、天水、平凉、庆阳境内与已建、在建以及待建高速公路、国道、省道平面相交共 100 处，其中高速公路 33 处，国道 24 处，省道 43 处。输水线路在延安境内与高速公路交叉 4 处，国道 9 处。共有五种交叉形式分别为：输水隧洞与公路隧道立交、输水隧洞与公路路基（桥梁）立交、输水管道与公路路基立交（顶管）、输水管道与公路桥梁立交、输水管道与公路路基立交（开挖）。

(3) 跨路顶管

本阶段顶管穿越共 1 处，为 ZQ-2 倒虹吸于泾河河谷内穿越已建青兰高速。

(4) 河道交叉建筑物

输水线路与河道交叉一共 328 处，其中总干线 60 处，干线 127 处，分干线 141 处，交叉建筑物包括渡槽、管桥、渡管、管道下穿河道以及排洪涵（管）上埋管。

2.2.9.8 输水工程交通建筑物

输水工程永久交通主要为沿线各类控制建筑物永久管理运行和检修道路。道路采用四级道路标准，场内永久道路按单车道考虑，路基宽度 4.5m，路面宽度 3.5m，采用混凝土路面。

表 2.2-25 输水工程永久交通道路统计特性

项目	单位	总干线	干线及分干线	输水线路合计
新建	条	137	43	180
	km	170.15	31.89	202.04
改扩建	条	122	22	144
	km	103	23.8	126.8
合计	条	259	65	324
	km	273.15	55.69	328.84

2.2.9.9 安全监测

对输水取水口进水塔、输水总干线隧洞、倒虹吸、埋涵、渡槽等进行监测。输水干线及分干线主要对存在不利地质条件的隧洞、管径和水头较大的埋管以及加压泵站进行监测。边坡级别和相应建筑物级别相同，对失稳后对主体建筑物危害程度“较严重”的永久边坡进行监测。

2.2.10 灌区概况

2.2.10.1 灌溉范围

白龙江引水工程灌溉范围面积 39.55 万亩，其中庆阳市灌溉面积 25.69 万亩，平凉市 5.81 万亩，天水市 8.05 万亩。各片区高程范围分布及灌溉面积情况详见表 2.2-26，灌区分布示意图见图 2.2-2~图 2.2-4。

表 2.2-26 拟灌溉范围表

市	县 (区)	灌区名称	非保证 灌溉面 积 (万 亩)	高程范围 (m)	渠首设计 流量 (m ³ /s)	与输水线路关系				与末端调蓄水库关系				分水位置 选择
						最近输水线 路	与灌面最 近距离 (km)	线路水 面线高 程 (m)	所需最 大扬程 (m)	备用水库名 称	死水位 高程 (m)	与灌面最 近距离 (km)	所需最大 扬程 (m)	
庆阳 市	西峰	董志塬片区	5.02	1300-1350	0.82	肖显支线	两侧	1365	0	杨家坳调蓄池	1399	3	0	输水线路
	镇原	临泾片区	1.71	1310-1350	0.28	庆阳一干线	两侧	1497	0	县调蓄池	1207	10	150	输水线路
		孟坝塬片区	7.49	1380-1400	1.21	庆阳一干线	两侧	1452	0			10	280	输水线路
		吴家沟水库灌区	0.79	1230-1300	0.13	庆阳一干线	西侧	1501	0			35	100	输水线路
	环县	安山川灌区	1.5	1180-1200	0.24	环县分干	两侧	1227	0	庙儿沟水库	1221	18	20	输水线路
		合道川灌区	1.55	1170-1240	0.25	环县分干	两侧	1284	0	庙儿沟水库	1224	30	20	输水线路
	华池	柔远河灌区	1.6	1200-1250	0.26	庆阳一干线	两侧	1290	0	宋家河水库	1274	10	0	输水线路
	合水	西华池塬片区	1.27	1250-1270	0.21	合水分干	两侧	1280	0	黄家寨子调蓄池	1261	5	10	输水线路
	宁县	和盛塬灌区	1.1	1160-1200	0.18	宁县支线	西侧	1304	0	新庄调蓄池	1235	10	0	输水线路
		早胜塬灌区	1.66	1160-1200	0.27	庆阳一干线	两侧	1305	0			15	0	输水线路
	正宁	宫河塬片区	1.15	1300-1400	0.18	宫河塬支线	两侧	1508	0	山河镇调蓄池	1421	20	0	输水线路
		四郎河灌区	0.85	1160-1200	0.14	正宁分干	5	1510	0			5	0	输水线路
平凉 市	崇信	汭河灌区	1.9	1145-1200	0.3	平凉一干线	两侧	1310	0	枣林子水库	1160	3	40	输水线路
	灵台	什字塬区	3.91	1120-1150	0.64	灵台分干	东侧	1382	0	什字水库	1376	5	0	输水线路

市	县 (区)	灌区名称	非保证 灌溉面 积 (万 亩)	高程范围 (m)	渠首设计 流量 (m ³ /s)	与输水线路关系				与末端调蓄水库关系				分水位置 选择
						最近输水线 路	与灌面最 近距离 (km)	线路水 面线高 程 (m)	所需最 大扬程 (m)	备用水库名 称	死水位 高程 (m)	与灌面最 近距离 (km)	所需最大 扬程 (m)	
天水市	秦州	西川灌区	4.6	1350~1450	0.74	西川灌区支 线工程	两侧	1540	0	曲溪水库	1392	43	60	输水线路
	武山	南河灌区	0.7	1450~1500	0.11	武山东部支 线工程	两侧	1610	0	雷口村水库	1466	8	40	输水线路
	甘谷	通广渠灌区	1.5	1280~1300	0.24	甘谷渭河沿 线支线工程	南侧	1350	0	郭家山水库	1465	10	0	输水线路
	清水	南干渠灌区	0.8	1480~1530	0.13	县城及南部	两侧	1540	0	汤峪河水库	1540	5	0	输水线路
	张川	清水河灌区	0.45	1500~1600	0.07	天水二干线	两侧	1630	0	瓦泉沟水库	1708	14	0	输水线路

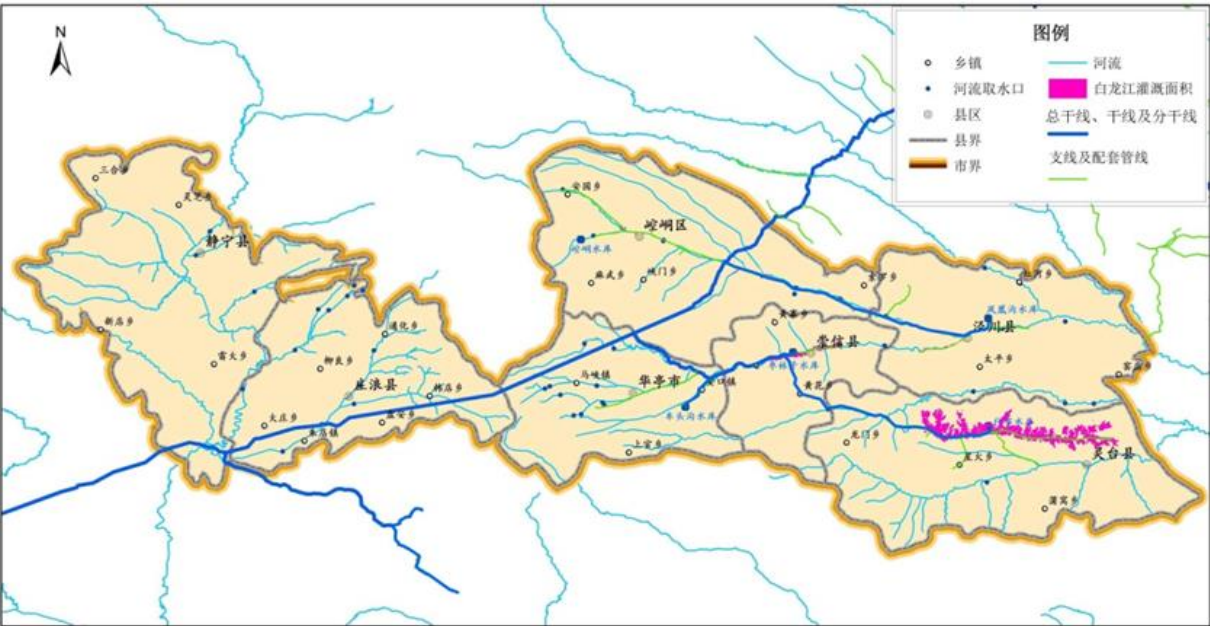
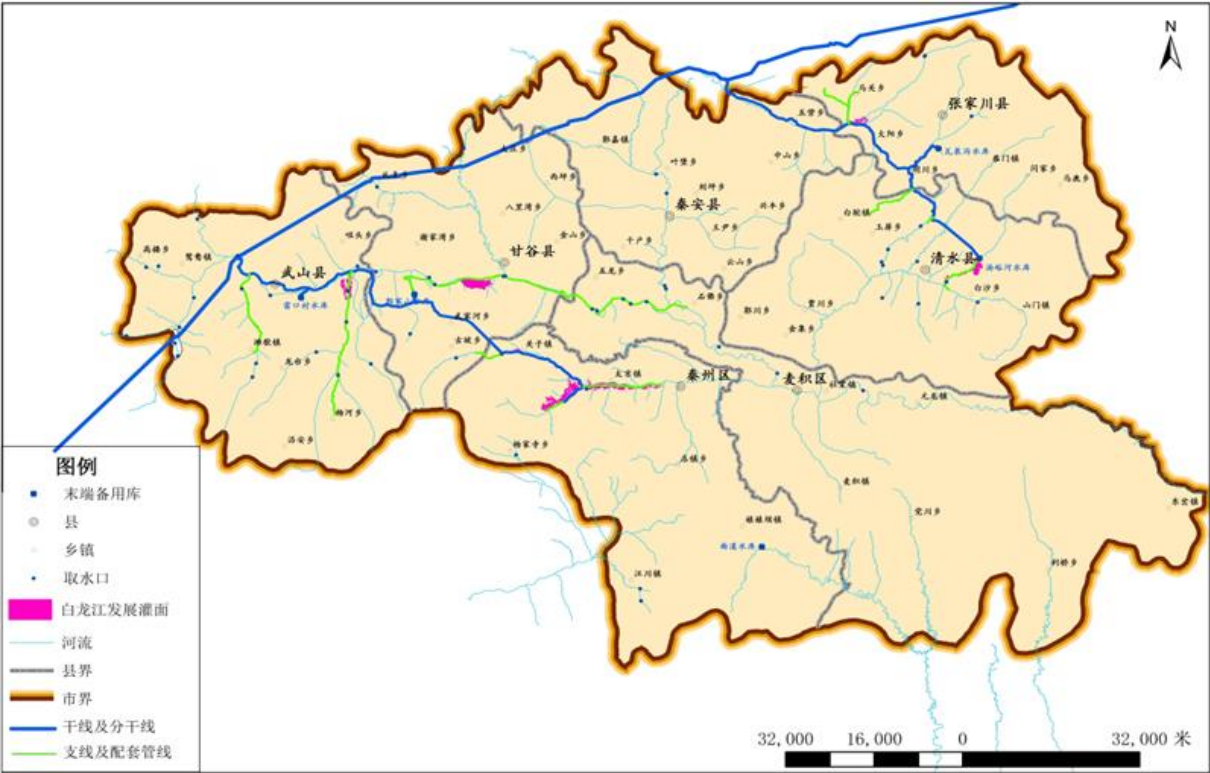




图 2.2-4 庆阳市灌区分布图

2.2.10.2 种植结构

根据相应灌溉发展规划，按照节水优先、以水定产的原则，设计水平年不再发展灌溉面积，各市灌溉面积维持不变。同时随着乡村振兴战略的实施，一批高

附加值的高效经济作物种植面积将不断加大,尤其是当地特色苹果的种植面积将不断加大,因此,设计水平年种植结构高效经济作物的种植比例有所增加。

灌区设计水平年种植比例情况见表 2.2-27。

表 2.2-27 灌区设计水平年种植结构表

分市	小麦	玉米	经济林	蔬菜	油料	烤烟	豆类	马铃薯	合计
天水市	9%	8%	36%	36%	4%	0%	2%	5%	100%
平凉市	9%	10%	48%	24%	3%	0%	1%	4%	100%
庆阳市	6%	7%	49%	24%	5%	1%	2%	6%	100%
合计	9%	9%	44%	29%	4%	0%	2%	5%	100%

2.2.11 配套工程概况

工程配套工程包括两部分,一部分为各区县末端备用水库工程,一部分是末端备用水库或骨干工程输水线路分水口至受水区各县(区)中心城区(含其管网供水的乡镇)、工业园区以及其它乡镇受水点(现状或规划水厂)以及各灌区的配套输水支线工程。

2.2.11.1 末端水库

白龙江引水工程每年 3 月 1 日至 3 月 20 日进行输水线路检修,为了保证工程检修和事故抢修期间受水区正常供水,需要拟定备用供水方案。

本次按照“确有需要,分散备用”的原则,首先就受水区当地供水工程供水能力进行了分析,如当地工程不能承担工程检修和事故抢修期间供水任务,则新建备用水库。

白龙江引水工程共设置末端备用水库 23 座,其中需新建 18 座(其中围封式水库 7 座,拦河式水库共 11 座),利用已建及规划水库共 5 座。23 座水库总库容 21682 万 m^3 ,其中 5 座利用水库总库容 15008 万 m^3 ,18 座新建水库总库容 6674 万 m^3 。

表 2.2-28 白龙江引水工程末端备用水库基本情况表

序 号	所在县(区)	水库名称	新建/利用	总库容(万 m^3)	类型
1	秦州麦积	曲溪水库(在建)	利用	7782	拦河式
2	武山县	雷口村水库	新建	127	围封式
3	甘谷县	郭家山水库	新建	570	拦河式
4	清水县	汤峪河水库(规划)	利用	996	拦河式

序 号	所在 县（区）	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	类型
5	张川县	瓦泉沟水库	新建	449	拦河式
6	崆峒区	崆峒水库（已建）	利用	4700	拦河式
7	庄浪县	竹林寺水库（已建）	利用	577	拦河式
8	华亭市	车头沟水库	新建	283	拦河式
9	崇信县	枣林沟水库	新建	524	拦河式
10	泾川县	凤凰沟水库	新建	762	拦河式
11	灵台县	什字水库	新建	92	围封式
12	西峰区	杨家坳水库	新建	348	围封式
13	镇原县	郭塬水库	新建	235	围封式
14	环县	乔儿沟水库	新建	962	拦河式
15	华池县	宋家河水库	新建	604	拦河式
16	庆城县	小寨水库	新建	526	拦河式
17	合水县	孙家寨子水库	新建	126	围封式
18	宁县	和盛塬水库	新建	259	围封式
19	正宁县	西坡水库	新建	75	围封式
20	吴起县	金佛坪水库	新建	205	拦河式
21	志丹县	湫沟水库	新建	285	拦河式
22	安塞县	雇塌水库	新建	242	拦河式
23	宝塔区	红庄水库（已建）	利用	953	拦河式

2.2.11.2 配套线路

（1）受水区各乡镇供水布局原则

1）现状或者规划纳入县市区中心城区或者工业园区的乡镇

对于纳入县市区中心城区或者工业园区供水的乡镇（含规划），结合受水区县市区中心城区及工业园区现状城乡供水工程（水厂位置），征求地方意愿，选定供水配套工程末端交水点，交水点选择已建水厂或者明确的已规划水厂的，以已建水厂前池作为配套工程末端交水点，对于受水区尚未明确规划水厂位置的，征求地方意见，选取末端交水点位置。

2）不纳入县市区中心城区供水的乡镇供水交水点

如果有骨干工程总干线或者干线附近就近供水的可能，在这些乡镇附近的总干线或干线预留分水口并结合当地建议受水点位置，布置供水线路，不在骨干工程总干线或者干线附近的乡镇，优化现有线路，应在配套支线布置过程中综合考虑（预留分水口并布置分水口至受水点的线路），其末端受水点向当地征求意见

选定。镇区周边农村地区由所在镇水厂统一供水。对无法纳入区域集中供水的农村人口，在保证供水卫生与安全的前提下，优先使用当地水源进行配置。

（2）灌溉配套线路工程布局原则

以白龙江引水工程干线、分干线、支线以及供水配套管线布局为基础，针对沿供水管线分布的灌区，采用预留分水口的方式布局，针对距供水管线较远的灌区，采用新建灌溉管线的方式布局。

（3）配套线路总体情况

根据以上原则，白龙江引水工程共规划新建末端备用水库以下配套支线工程 84 项，配套输水线路总长约 914km，其中甘肃省配套支线工程 73 项，配套线路总长 880km（天水市 16 项，配套线路长度 166.51km；平凉市 23 项，配套线路长度 209km；庆阳市 34 项，配套线路长度 503km），陕西省配套支线工程 11 项，配套线路总长约 34km。输水线路中独立供水线路 58 项、独立灌溉线路 12 项、供水灌溉结合线路 18 项。县城供水工程 25 项，线路长度 224km。

2.2.12 施工组织

2.2.12.1 交通条件

（1）对外交通

1）水源枢纽工程

本工程水源枢纽工程为代古寺水库工程。代古寺大坝位于甘肃省甘南州境内的迭部县洛大乡附近，目前有省道 S313 通过枢纽工程区，通过省道 S313 向西可至迭部县城，公路里程为 81km；通过省道 S313 向北转省道 210 线沿腊子口风景区可连接国道 212 线，经岷县至会川镇上兰临高速可直达兰州，公路里程为 358km。

2）输水工程

白龙江引水工程输水总干线对外铁路运输主要利用宝中（宝鸡—中卫）铁路、陇海铁路、西平铁路、兰州至平凉铁路等运输线路，上述铁路从工程区内的岷县、定西市、武山县、甘谷县、天水市、平凉市、庆阳市等地穿过，工程施工所需的外购设备和物资可考虑在上述市、县区货运站卸货，再由公路转运至工地。

输水干线甘肃段大多可以用总干线对外交通，另外干线沿线有平定高速、G310、G316、S208、S209、S305、S303、X462、X056 以及其它乡村道路等多条道路可利用。输水干线延安段工程沿线有 G65 包茂高速，S34 延吴高速，以及 G210、S303 等多条国道、省道。

(2) 场内交通

1) 水源工程

除利用场内原有道路外，根据坝址地形、临建布置及渣场位置等共新建施工道路 14.9km（其中 6.0km 为永临结合），扩建 3.2km；其中永临结合道路后期改建为混凝土路面，路面厚 22cm。为方便施工，在施工生产生活区附近需架设沟通坝体左右岸桥梁 1 座（贝雷桥，桥长 150m，桥宽 7.5m）。

2) 输水工程

输水总干线工程永临结合道路共新修 170.15km，整扩修 103.00km；其他部分进场道路及场内施工道路、渣场道路及料场运输道路等路段按临时施工道路设计，共计新修临时施工道路 308.50km，整、扩修临时施工道路 167.90km。场内施工道路采用双车道，路基宽 7.5m，路面宽 6.5m，泥结碎石路面，厚 20cm；后期将有永久运行管理要求的部分永临结合道路改为混凝土路面，路面厚 22cm。

输水干线工程永临结合道路共新修 31.89km，整扩修 23.80km；其它部分进场道路及场内施工道路、渣场道路及料场运输道路等路段按临时施工道路设计，临时施工道路共计新修 597.90km，整扩修 92.60km。输水干线工程场内施工道路按单车道考虑，路基宽度 4.5m，路面宽度 3.5m，泥结碎石路面，厚 20cm。

2.2.12.2 材料供应

工程区域内分布有祁连山水泥厂、海螺水泥厂、九连山水泥厂、天水中材水泥厂、甜水堡水泥厂、武山水泥厂等多家水泥厂的销售点，其产量、质量及品种均能满足工程建设需要。工程建设所需的 PCCP 管、钢管及涂塑钢管目前拟选择从宁夏青龙管业采购；钢材和钢筋可从兰州市、西安市生产厂家或就近从附近县市购买；木材、油料等其它材料可从当地的物资供应部门采购供应；炸药从当地民爆公司采购。各区县与工程区之间有省道、国道及乡村水泥路连通，满足主要建材的运输要求。

2.2.12.3 水、电、通讯及修配加工条件

(1) 施工用水

西秦岭中高山区～中山区段，各沟道均有天然径流，水源丰富，水质好，其河水一般能满足生活和生产用水需求，因此，该段用水由就近河道和沟道提取。陇中黄土中山丘陵区，沟道多为暂时性洪水沟道，地下水贫乏且水质较差，施工用水条件较差。六盘山中山区，沟道均有天然径流，水质较好，可满足工程的用水要求。陇东黄土段，所经沟道多为暂时性洪水沟道，地下水贫乏且水质较差，用水条件差。

陕西延安段施工用水由附近河道抽取，生活用水由临近村镇或附近沟道泉水运至施工区。在远离水源施工时由水车运水至工地蓄水池，供生产生活使用。

(2) 施工用电

水源工程代古寺枢纽所处河段上、下游均有已投产的水电站，坝址下游约1.5km建有洛大330kV变电站，施工供电可考虑从该变电站接引；总干线西秦岭段：主洞进、出口及TBM施工区的支洞采用电网供电，其余支洞和交叉建筑物施工区采用电网和柴油发电机组相结合的供电方式；陇中段：沿线村镇较为密集，电力供应条件相对较好，施工时可由附近变电站出线至主要施工区；六盘山段：六盘山隧洞进、出口及TBM施工区的支洞采用电网供电，其余支洞及交叉建筑物施工区采用电网和柴油发电机组相结合的供电方式；陇东段：沿线村镇较为密集，电力供应条件相对较好，施工时可由附近变电站出线至主要施工区。

隧洞施工的通风机、排水泵及照明为一级负荷，TBM、多臂钻及部分空压机为二级负荷，其他设备为三级负荷。ZQ-2#和ZQ-3#TBM施工隧洞采用从不同变电所供电的方式，ZQ-2-2#施工支洞和ZQ-2-4-2#施工支洞口电源互为备用电源；ZQ-2#隧洞出口和ZQ-3#隧洞出口电源互为备用电源；其它隧洞配备足够容量的柴油发电机作为备用电源。

输水干线隧洞自然洞口和支洞口施工区采用电网供电；其余交叉建筑物施工区采用电网和柴油发电机组相结合的供电方式。

(3) 当地机械设备修配加工条件

工程区域内的迭部县、陇南市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市和延安市及下辖各县等均可提供机械设备的维修服务；工程沿线地区劳动力资源充足，可为本工程提供足够的劳务。

2.2.12.4 料场

(1) 西秦岭及陇中段料场

代古寺大坝及和 DZ-1#隧洞部分砂石料场为尖藏石料场。

推荐开采青山梁石料场加工砂石料，提供总干线 DZ-1#隧洞 2#、3#、4#施工支洞控制洞段的砂石骨料，即为 DZ-2#、DZ-3#、DZ-4#施工工区提供砂石料。

推荐部分 DZ-4#隧洞至庄浪分水口各施工区（即 DZ-17#~DZ-41#施工工区）采用海湾石料场自采加工砂石料。

其余均为商品料场。

白龙江引水工程六盘山前的水源工程、输水总干线工程、输水干线工程、分干线工程等工程天然料场情况见表 2.2-29。

表 2.2-29 西秦岭、陇中段料场情况一览表

单位：万 m³

工程 项目	施工 工区	选用 料场	平均 运距(km)	混凝土 骨料量	坝体堆石料量 /块石料量	其他砂 石料量	豆石 料量	占地面积 (万 m ²)
水源工程	代古寺	尖藏石 料场	9	87.58	490.06/8.23	40.40		17.3
输水总干 线工程	DZ-1#	青山梁 石料场	1.5	24.12	0.02		6.17	7.8
	DZ-2#		40	24.91	0.06		6.99	
	DZ-3#		5	27.57	0.06		7.75	
	DZ-4#		50	26.48	0.06		7.51	
	DZ-17#	海湾石 料场	105	5.40	0.02			10
	DZ-18#		104	7.23	0.14	1.15		
	DZ-19#		100	9.24	0.13	0.15		
	DZ-20#		105	8.86	0.02			
	DZ-21#		100	8.08	0.02			
	DZ-22#		80	9.03	0.38	0.80		
	DZ-23#		72	10.48	0.02			
	DZ-24#		70	8.41	0.02			
	DZ-25#		65	9.75	0.02			
	DZ-26#		62	8.10	0.01			
	DZ-27#		40	6.37	0.12	0.22		
	DZ-28#		48	6.02	0.19	0.66		

工程项目	施工工区	选用料场	平均运距(km)	混凝土骨料量	坝体堆石料量/块石料量	其他砂石料量	豆石料量	占地面积(万 m ²)
	DZ-29#		52	6.55	0.01			
	DZ-30#		59	10.11	0.02			
	DZ-31#		36	7.95	0.30	0.09		
	DZ-32#		37	6.99	0.27	0.07		
	DZ-33#		35	5.80	0.01			
	DZ-34#		12	4.68	0.13	0.65		
	DZ-35#		11	4.40	0.24	0.23		
	DZ-36#		24	5.81	0.01			
	DZ-37#		31	8.23	0.02			
	DZ-38#		29	7.89	0.12	0.55		
	DZ-39#		39	9.03	0.03			
	DZ-40#		47	8.76	0.17	0.27		
	DZ-41#		40	5.91	0.27	2.02		

(2) 六盘山及陇东段料场

推荐的 4 个天然砂砾石料场, 韩店镇砂砾石料场为输水总干线 ZQ-1~4#工区砂石料原料料场, 试雨河砂砾石料场为输水总干线 ZQ-5~9#工区砂石料原料料场, 杜家沟砂砾石料场为输水总干线 ZQ-10~12#工区砂石料原料料场, 白水镇砂砾石料场为输水总干线 ZQ-13~21#工区砂石料原料料场。其余均为商品料场。

天然料场情况见表 2.2-30。

表 2.2-30 ZQ 段输水线路天然砂砾石料场开采特性表

工区		选用料场	平均运距(km)	设计开采量(万 m ³)	料场开采占地(万 m ²)
输水总干线	ZQ-1~2#	韩店天然砂砾料场	3	19.7	6.87
	ZQ-3~4#		9	19.3	6.73
	ZQ-5~9#	试雨河天然砂砾料场	45	22.4	9.60
	ZQ-10~11#	杜家沟天然砂砾料场	58	11.6	5.00
	ZQ-12#		43	28.7	12.27
	ZQ-13~14#	白水镇天然砂砾料场	28	15.4	4.47
	ZQ-15~17#		23	13.6	3.93
	ZQ-18~21#		45	7.0	2.00

(3) 陕西延安段料场

延安干线工程各工区所需天然建筑材料主要为混凝土粗细骨料及块石料, 需要石料 6.45 万 m³, 砣粗骨 74.46 万 m³, 砣细骨料 36.58 万 m³。料场均为商品料场。

2.2.12.5 土料场

工程总干线、输水干线工程、分干线工程用土料均利用开挖料解决，不需要另选择土料场开采土料。

2.2.12.6 施工导截流

(1) 水源工程

1) 导流标准

导流建筑物保护对象大坝为 1 级永久性水工建筑物；导流挡水建筑物利用已有的代古寺拱坝，右岸开挖导流洞泄流，导流期间不改变现有拱坝的设计挡水位，超导流洪水标准后开启拱坝泄水建筑物，大坝基坑过水淹没，导致基坑淤积或部分坝体冲毁，大坝工期延长（围堰挡水仅经历一个汛期，后期由坝体挡水度汛），但代古寺水库非本工程工期控制性项目，不会影响工程总工期；围堰挡水经过 1 个汛期；上游围堰利用已建代古寺拱坝，坝高 52m，库容小于 1.0 亿 m^3 ，因此，确定相应导流建筑物为 4 级。

上游围堰利用已建的代古寺拱坝，为混凝土结构，4 级导流建筑物设计洪水标准为重现期 10~5 年。下游围堰为土石结构，4 级导流建筑物设计洪水标准为重现期 20~10 年。导流保护对象面板堆石坝为 1 级建筑物，不宜过水，且上游围堰高度超过 50m，综合考虑，施工导流设计洪水标准采用 10 年一遇，相应洪峰流量为 $708.70 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

坝体筑高超过围堰顶高程后，汛期由坝体拦洪度汛。坝体筑高达到或超过 1755.77m 后，坝体度汛标准采用 100 年一遇，相应洪峰流量 $1850.74 \text{ m}^3/\text{s}$ 。当导流隧洞下闸后，泄洪放空洞改造期间，坝体度汛洪水标准采用 200 年一遇设计，500 年一遇校核，相应洪峰流量分别为 $2233.58 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $2755.03 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

考虑导流隧洞施工工期为 18 个月，不足 2 年，导流隧洞进口混凝土围堰设计洪水采用全年 5 年一遇，相应洪峰流量为 $391.07 \text{ m}^3/\text{s}$ 。导流隧洞进口土石围堰设计洪水采用枯水期 5 年一遇，相应洪峰流量为 $108.79 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2) 导流方式及导流时段

坝址河段枯水期为 11 月~次年 4 月，汛期为 5 月~10 月。

根据坝址地形、地质条件、河道水文特性及建筑物布置形式，拦河坝施工采用围堰一次拦断河床，岸边导流隧洞泄流的导流方式。

由于本工程坝体开挖量和填筑量较大，在一个枯水期内难以将坝体开挖完成并填筑至截流后第一个汛期的度汛高程以上，因此，本工程初期导流时段选取为全年导流。

代古寺水源工程开工时间为白龙江引水工程总体工期的第一年。

根据河道径流特性及工程施工总体进度计划，河道截流选择在第二年 11 月上旬，导流隧洞下闸时间为第六年 1 月初。从河道截流到导流隧洞下闸蓄水，导流时段共 38 个月，经过 3 个汛期。

3) 导流程序

阶段一：第 1 年 5 月～第 2 年 10 月

原河床过流，进行导流隧洞施工。第 1 年 11 月～第 2 年 4 月，在导流隧洞进口土石围堰的保护下，施工导流隧洞进口闸底板、边墙及进口混凝土围堰，第 2 年 5 月初，在导流隧洞进口混凝土围堰的保护下，进行导流隧洞进口上部结构施工。第 2 年 10 月底，完成整条导流隧洞施工。

阶段二：第 2 年 11 月～第 4 年 4 月

围堰挡水，导流隧洞泄流。导流标准为全年 10 年一遇洪水，相应洪峰流量为 $708.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ，上游水位 1709.87m 。

第 2 年 11 月上旬关闭代古寺拱坝泄水通道，由导流隧洞泄流，11 月底前将下游围堰加高培厚至设计高程，第 2 年 12 月～第 3 年 3 月，在上、下游围堰的围护下，进行大坝部分开挖及基础施工。

第 3 年 1 月开始填筑大坝，第 3 年 10 月底（第一个汛期末）大坝填筑达到高程 1711.00m ，低于围堰顶高程 1712.00m 。

第 3 年 11 月～第 4 年 4 月，围堰挡水，大坝施工，第 4 年 4 月底（第二个枯期末）大坝临时断面填筑达到高程 1750.00m ，高于围堰顶高程 1712.00m 。临时断面具备挡水条件，此时大坝拦洪库容为 0.80 亿 m^3 。度汛标准达到 50 年一遇，相应度汛水位为 1743.11m ，大坝临时断面迎水面喷乳化沥青至高程 1745.00m ，以满足大坝度汛要求。

阶段三：第4年5月～第5年12月

坝体临时断面挡水度汛，导流隧洞泄流。大坝临时断面度汛标准为100年一遇洪水标准，相应洪峰流量为 $1850.74\text{ m}^3/\text{s}$ ，度汛水位为 1757.57 m 。第4年5月初继续填筑坝体，第4年10月至第4年12月底施工大坝一期面板（ 1759.00 m 高程以下）。第5年2月底，坝体填筑到达坝顶 1809.00 m 。此时大坝拦洪库容为4.08亿 m^3 ，度汛标准为100年。

第5年3月～第5年9月，为大坝沉降期，大坝断面度汛标准为100年一遇洪水标准，相应洪峰流量为 $1850.74\text{ m}^3/\text{s}$ ，度汛水位为 1757.57 m 。第5年10月开始进行大坝二期面板施工，第5年12月底完成混凝土面板施工。

阶段四：第6年1月～第6年8月

第6年1月上旬导流隧洞下闸，拦河坝导流工程至此结束，水库开始蓄水。第6年2月中旬至第6年5月底开始进行导流隧洞封堵。

第6年6月至第6年8月进行永久泄洪放空洞改造，在此期间永久泄洪放空洞不具备泄流能力，因此导流隧洞封堵改造期间，汛期洪水由左岸溢洪道下泄，坝体度汛洪水设计标准为200年一遇、校核标准为500年一遇，相应洪峰流量分别为 $2233.58\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $2755.03\text{ m}^3/\text{s}$ ，上游水位分别为 1804.37 m 、 1806.23 m 。

（2）输水总干线工程

1）导流建筑物级别及洪水标准

输水总干线工程主要水工建筑物包括包括隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵和无压圆涵，建筑物级别为2~3级，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）规定，其导流建筑物为4~5级，相应设计洪水重现期土石建筑物采用10年一遇洪水。

2）导流方式和导流时段

输水总干跨河建筑物主要为倒虹吸和渡槽，需在围堰保护下干地施工。根据跨河建筑物规模和各河道水文、地形、地质情况，主要采取两种导流方式：

①枯水期分期导流。对于河床较宽的河道，或河床岸边有滩地、矮阶地的河道，采取分期（两期）导流方式，围堰依次围左右侧河床，另一侧束窄河床过流，必要时对过流侧河床进行扩挖，以降低上游水位和明渠流速。

②枯水期断流围堰挡水，河道内铺设导流管道泄流。对于流量较小，河床较窄，两岸较陡的河道，难以布置纵向围堰，拟采取枯水期围堰一次拦断河床，河床内穿围堰铺设导流管道下泄河水的导流方式。

导流时段：对于规模较小跨河建筑物，安排在一个枯水期内完成；一个枯水期难以完成的，安排在两个枯水期内施工，每个枯水期完成一期（分期导流的一侧）。

3）导流程序

输水总干线跨河建筑物均采用枯水期导流，根据跨河建筑物分布情况，河道枯水期分别为 11 月～翌年 4 月、10 月～翌年 4 月及 10 月～翌年 5 月，考虑河床宽度、河道两岸地形情况及施工条件等因素，河道主要采取两种导流方式，其相应导流程序如下：

对于河床宽敞、河道两岸地势平坦的河道采取分期围堰导流的方式，一期填筑土石围堰，上下游和纵向围堰包裹河床左（或右）岸，施工左（或右）岸部分的建筑物，河水从右（或左）岸部分河床下泄；二期填筑土石围堰，上下游和纵向围堰包裹河床右（或左）岸，施工右（或左）岸部分的建筑物，河水从左（或右）岸部分河床下泄。必要时需扩挖河床，扩大过流断面。

对于河床宽度较小，河道两岸地势陡峭，不利用河道施工的河道采取一次拦断河床围堰导流的方式，填筑上游围堰和铺设引水管道，充分利用河道纵坡和管道长度，将河道来水引至施工区下游较远的区域，不再进行下游围堰的填筑。

导流建筑物的施工主要完成土石方开挖、垫层铺筑、敷设管道或涵管、土方回填和防护工程等。完成建筑物施工后，拆除围堰。

（3）输水干线及分干线

1）导流建筑物级别及洪水标准

输水干线及分干线工程主要水工建筑物包括隧洞、渡槽、倒虹吸、有压埋管和箱涵，建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）规定，其导流建筑物为 5 级，相应设计洪水重现期土石建筑物采用 10 年一遇洪水。

2) 导流方式和导流时段

输水干线及分干线跨河建筑物主要为倒虹吸和渡槽,需在围堰保护下干地施工。根据跨河建筑物规模和各河道水文、地形、地质情况,主要采取两种导流方式:

①枯水期分期导流。对于河床较宽的河道,或河床岸边有滩地、矮阶地的河道,采取分期(两期)导流方式,围堰依次围左右侧河床,另一侧束窄河床过流,必要时对过流侧河床进行扩挖,以降低上游水位和明渠流速。

②枯水期断流围堰挡水,河道内铺设导流管道泄流。对于流量较小,河床较窄,两岸较陡的河道,难以布置纵向围堰,拟采取枯水期围堰一次拦断河床,河床内穿围堰铺设导流管道下泄河水的导流方式。

导流时段:对于规模较小跨河建筑物,安排在一个枯水期内完成;一个枯水期难以完成的,安排在两个枯水期内施工,每个枯水期完成一期(分期导流的一侧)。

3) 导流程序

同输水总干线导流程序。

2.2.12.7 施工工艺

(1) 水源工程

水源枢纽工程建设内容主要包括拦河坝、溢洪道、放空洞、引水发电系统及厂房等。

1) 面板堆石坝施工

坝体工程施工主要包括土石方开挖、基础处理、坝体填筑、混凝土浇筑、闸门和启闭机安装等。

①土石方开挖

坝肩及河床碎石土开挖采用 3m^3 挖掘机挖装 20t 自卸汽车运输至弃渣场。

坝坡石方开挖采用液压潜孔钻机钻孔,自上而下分层开挖,梯段爆破,梯段高度 6~9m,周边预裂,石渣翻至坡脚。基础石方及趾板开挖采用液压潜孔钻机钻孔爆破,保护层采用手风钻钻孔,浅孔小药量爆破,基层采用人工撬挖。石渣采用 3m^3 装载机装 20t 自卸汽车运输,利用料运至临时堆料场,弃料运至弃渣场。

②坝基处理

固结灌浆：趾板固结灌浆在趾板混凝土强度达到 70%以上时进行灌浆施工，采用 YQ 型风钻钻孔，CZJ-200 灰浆搅拌机拌制浆液，BW-200/60 型灌浆泵自下而上分段灌浆，机械压浆法封孔。

帷幕灌浆：帷幕灌浆在固结灌浆完毕之后进行，采用 150 型地质钻机钻孔，CZJ-200 灰浆搅拌机拌制浆液，BW-200/60 型灌浆泵孔口封闭孔内循环法灌浆。

③坝体填筑

坝体填筑包括主堆石区、下游堆石区、过渡区、垫层区、盖重区等。

主堆石区、下游堆石区：主堆石区块石料取自石料场，4m³装载机装 32t 自卸汽车运输，132kW 推土机摊铺，平板振动碾碾压，洒水车洒水。坝体下游堆石区主要利用坝肩、坝基、溢洪道等开挖较完整石料，临时堆料场暂时堆存。施工方法同主堆石区填筑。施工程序为：岸坡土石方开挖→截流→河床土石方开挖及主河床土石方开挖→基础处理→趾墙浇筑→一期坝体填筑→一期面板砼浇筑→二期坝体填筑→二期面板砼浇筑→坝顶及下游护坡施工。坝体填料主要通过自卸汽车运输至填筑面，随着坝体填筑高度增加，运输道路也随之调整。

过渡料和垫层料填筑：过渡料和垫层料有级配要求，需要加工掺配，在砂石加工厂进行加工掺配，掺配后用 2m³装载机装 15t 自卸汽车运输到工作面，103kW 推土机摊铺，13.5t 振动碾压实，洒水车洒水。填筑碾压前做碾压试验，以确定碾压参数。

盖重区填筑：盖重区利用开挖料，3m³装载机装 20t 自卸汽车运输到工作面，103kW 推土机摊铺。

下游护坡：从石料场开采，人工砌筑。

④混凝土浇筑

趾板混凝土：由拌和楼生产，采用 6m³混凝土罐车运输，河床趾板采用溜槽入仓，岸坡采用混凝土泵入仓，插入式振捣器振捣。

混凝土面板：混凝土面板最大斜长约 219m，分两期施工，一期面板顶高程 1745.00m，每一期面板需待沉降满足要求后开始面板浇筑。面板混凝土采用无轨滑模施工，先浇筑河床段、后浇筑岸坡段，采用隔块跳仓浇筑。混凝土在搅和楼

拌制，6m³混凝土搅拌车运输，卸入溜槽入仓，50mm 插入式振捣器和平板振捣器联合振捣。混凝土浇筑分层厚度 30cm~50cm。

2) 溢洪道施工

溢洪道位于左岸，由进水渠段、控制段、泄槽段、挑流段和消力塘等组成，包括土石方开挖、混凝土浇筑及金属结构安装等工作内容。

①土方开挖：采用 3m³挖掘机挖开挖装，20t 自卸汽车运至弃渣场。

②石方开挖：采用 80 型液压潜孔钻机钻孔爆破，3m³挖掘机装 20t 自卸汽车运输。直接用于坝体填筑的运至坝体填筑工作面，需转运的运往临时堆料场，其余运至弃渣场。

③混凝土：拌和楼拌制混凝土，10t 自卸汽车运输，底板及控制段采用 10t 汽车吊 3m³卧罐入仓，边墙采用溜槽入仓，人工插入式振捣器振捣。

④喷混凝土：JW250C 搅拌机拌制熟料，10t 自卸汽车运输，混凝土喷射机喷混凝土。

⑤闸门埋件需在二期混凝土浇筑时埋设，闸门和启闭机安装采用汽车式起重机吊装闸门。

3) 放空洞施工

放空洞施工方法同导流隧洞。

4) 引水发电系统及厂房施工

生态放水发电系统由进水塔、压力引水洞段、调压井、压力钢管等部分组成，主要施工项目有土石方开挖、石方洞挖、结构混凝土、隧洞衬砌混凝土、回填及固结灌浆、压力管道安装、回填混凝土等。

①施工通道及工作面

发电引水洞进口布置一座 75.5m 高进水塔，隧洞末端岔管段为明挖敷设，厂房与隧洞施工互不干扰。隧洞进口工作面主要进行进水塔施工，不进行隧洞洞身施工。隧洞出口工作面进行下平段开挖和钢衬施工，以及斜井段的出渣等。

发电引水洞上平段布置有一条施工支洞，命名为 A1 施工支洞。支洞与主洞交点桩号为引 0+531，考虑上平段及斜井段压力钢管运输的要求，隧洞断面尺寸选定为 7.0m×7.0m（宽×高）城门洞形，顶拱角度为 120°。

支洞上游工作面控制长度为 531m，下游面控制长度为 195m。上游控制面包含了支洞上游侧平洞的开挖、支护衬砌施工，下游控制面范围包含了支洞下游段的平洞开挖衬砌、调压井出渣以及上平段、斜井段钢衬施工。

②土石方开挖

土方采用 3m³ 挖掘机挖装 20t 自卸汽车，88kW 推土机辅助集料，运输至弃渣场。石方采用液压钻钻孔，手风钻配合，梯段预裂爆破，3m³ 挖掘机装车，20t 自卸汽车运至下游弃渣场。

③石方洞挖

引水洞上平洞石方洞挖采用三臂凿岩台车钻孔，光面爆破；斜井段及调压井开挖采用 BMC400 型反井钻机先自上而下钻设 270mm 导孔，再自下而上开挖直径 2.0m 的导井，手风钻自上而下扩挖，导井溜渣至下平段；出渣采用 3m³ 侧卸式装载机装 20t 自卸汽车运至临时堆料场或弃渣场。

④混凝土浇筑

混凝土采用 3m³ 混凝土搅拌车水平运输；进水塔混凝土垂直运输采用 FZQ1250 型塔式起重机吊 3m³ 混凝土罐入仓；栈桥及桥柱采用满堂脚手架，人工立模，采用混凝土泵入仓；引水洞混凝土采用钢模台车立模，HB-30 混凝土泵入仓；调压井下部混凝土采用混凝土泵入仓，上部混凝土采用负压溜槽入仓，井口平台安装卷扬机牵引滑动模板自下而上浇筑；根据不同浇筑部位，分别采用附着式或插入式振捣器振捣。

⑤钢管安装

钢管现场制作，拖车运至现场安装，斜坡段钢管自下而上安装，水平段钢管自上游至下游安装。

⑥灌浆施工

回填及固结灌浆：回填灌浆通过预埋的灌浆孔灌浆。固结灌浆包括闸井基础、引水隧洞及调压井，灌浆孔采用风钻钻孔。采用 CZJ-200 高速搅拌机拌制浆液，BW-200/60 型灌浆泵施灌。

接触灌浆：采用磁座电钻钻孔，孔径为 20mm，在钻孔处焊接灌浆钢管，CZJ-200 高速搅拌机拌制浆液，BW-200/60 型灌浆泵施灌。灌浆孔用钢块回填，并与钢衬表面焊接并磨光。

⑦ 厂房

厂房土石方开挖采用自上而下分层开挖，土方采用 3m³ 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运至弃渣场；石方开挖采用风钻钻孔爆破，3m³ 挖掘机挖装，20t 自卸汽车运至弃渣场。厂房混凝土浇筑采用 10t 自卸汽车运输混凝土，10t/25t 定臂式塔机，最大浇筑半径 40m，3m³ 吊罐入仓，人工振捣。发电机组采用平板车运至安装间，利用桥机吊装。

(2) 输水总干线工程

输水总干线工程主要建筑物为隧洞，其中西秦岭 DZ-1#隧洞、DZ-4#隧洞和六盘山隧洞采用 TBM 掘进机为主、辅以悬臂掘进机和钻爆开挖的施工方案；其它隧洞采用钻爆法和铣挖机施工。

1) 主洞施工

① 钻爆法施工

土方明挖：支洞洞口土方开挖采用人工配合挖掘机开挖，人工清理，渣料由 2m³ 挖掘机装 15t 自卸汽车运输至弃渣场。

石方明挖：洞口石方开挖采用风钻钻孔爆破，人工辅助撬挖，人工清理工作面，渣料由 2m³ 挖掘机装 15t 自卸汽车运输至弃渣场。

洞口喷锚支护：锚杆采用气腿式风钻钻孔，人工挂网安装锚杆，混凝土采用 0.4m³ 强制式混凝土搅拌机拌制混凝土，6~10m³/h 的喷射机施喷。

石方洞挖：采用全断面新奥法（NATM）光面爆破施工，CTH10-2F 履带式全液压凿岩台车钻孔，人工配合机械装药爆破，洞内选用轮胎刮板式挖斗装载机 LWT-60（ZWY-80/18T）装渣，10t 双向行驶自卸汽车出渣，斜井控制段主洞内渣料先运至斜井井底，再由卷扬机牵引矿车的有轨运输出洞口；竖井控制段渣料先运至竖井井底，转吊桶由井口提升机出渣。洞外由 2m³ 装载机配 15~20t 自卸汽车二次转运或直接运至永久弃渣场。

土洞开挖：本工程主洞部分为离石黄土，采用铣挖机施工开挖，洞内采用皮带机装小型翻斗车运输至洞口，洞外由 2m³ 装载机配 15~20t 自卸汽车二次转运或直接运至永久弃渣场。

混凝土浇筑：全断面一次性衬砌，由洞外布置的 JQ750 型的混凝土搅拌机拌制混凝土，混凝土搅拌运输车或专用车辆运送，施工通道为施工斜井的部位，采用轨道车运输混凝土方案，采用 2 台 10m³ 牵引式混凝土罐车运输混凝土；施工通道为施工竖井的部位，采用溜管将混凝土垂直运输至洞内集料斗，再由洞内混凝土运输车水平运输至工作面。钢模台车或组合钢模立模，采用 HB30A 混凝土泵泵送入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣密实。

②TBM 施工

TBM 施工过程包括 TBM 组装、掘进、管片生产、管片安装、改装、检修和拆除。DZ-1#隧洞和 DZ-4#隧洞的 TBM 施工工艺如下：

a) TBM 组装

DZ-1#隧洞采用 6 台 TBM 施工，DZ-4#隧洞采用 1 台 TBM 施工，各 TBM 编号自上游向下游分别为 TBM1~TBM7。TBM1 自上游向下游掘进，其余均自下游向上游掘进。其中 TBM1、TBM4、TBM6 和 TBM7 为主洞洞内组装，其余 TBM 均为洞外组装，滑行进洞。

TBM 在隧洞支洞口安装场洞外组装。本工程采用的 TBM 长约 200m，当支洞口场地开阔时，TBM 在完成整机组装、调式后进洞；当组装场地狭小时，采用分段组装、分段推进的组装模式。主机组装区布设一台 100t 门机，后配套安装区布置一台 20t 门式起重机，主机与后配套同步安装。主机安装完成后，利用推进油缸顶拱底管片滑行进洞，并随着后配套的安装进度，逐步推进，直至完成整机安装。

b) TBM 掘进

TBM 自支洞掘进入主洞后，继续掘进 500m，并在此处停止掘进，然后从主支洞交叉点自下游向上游钻爆法施工，将其上游 100m 洞段扩挖成工业广场，在工业广场安装连续皮带机皮带仓、门式起重机、蓄电池机车充电设施。同时将支洞施工时的连续皮带机改为固定皮带机。

工业广场完成后，TBM 继续掘进，全程采用皮带机出渣，开挖石渣经 TBM 主机皮带机、连续皮带机运至工业广场转接料斗，渣料在此转入支洞皮带机，并由支洞皮带机运出洞外。皮带机宽度均为 800mm。

所有材料均采用 MSV 转列车运输。MSV 将管片、豆砾石、水泥、钢轨、通风管、电缆、水管等运至工业广场，再由门式起重机吊装至列车上。

c) 管片生产

混凝土预制管片在管片预制厂生产。混凝土预制管片生产流程为：钢模准备、安装钢筋笼、混凝土浇筑和振捣、蒸汽养护、室内养护、储存及运输至 TBM。

d) 管片安装

TBM 在掘进时，管片安装机同步安装管片。每列进洞列车编组有 4 节管片车，共运进 8 块（2 环）管片，管片车停在一台升降机下，由该升降机卸车，由移送设备送至尾盾管片安装机位置。管片安装机采用真空吸盘吸附抓举管片，先装底管片，再装侧管片，最后装顶管片。管片在尾盾内就位后由推进油缸推出尾盾。

e) TBM 改装、检修和拆除

TBM2~TBM5 掘进支洞时开挖洞径 7.25m，衬后 6.2m，掘进至主洞后，采用旁通洞绕行至 TBM 前方钻爆法开挖改装洞室，TBM 在改装洞室内更换刀盘边块和护盾后，即可用于主洞的开挖。改装洞室与对应的工业广场同步施工，不占用直线工期。改装洞室共 3 个，尺寸为宽×高 12.0m×12.0m，长 25m。

在掘进过程中，加强对 TBM 的保养和对其完好状态的监测，在完成 8~10km 主洞掘进后，如有必要进行检修。

TBM 主机在洞内拆除，TBM 掘进机至拆卸洞室附近时，边安装底管片边采用推进油缸就位，拆除部件采用 75t 门式起重式起重机垂直运输，堆放于拆卸洞室一侧，拆卸完成后采用内燃机车牵引平车自隧洞出口运出洞；后配套采用内燃机车牵引平板车牵引至工业广场，在此采用门式起重机辅助拆除。

TBM1 与 TBM2 相向掘进，自 TBM2 适当位置采用钻爆法打设旁洞进行拆卸洞室的施工；TBM3、TBM4 和 TBM5 拆卸洞室采用与之相向掘进的悬臂掘进机，在预定的碰头位置附近围岩较好部位进机开挖。TBM6 利用 DZ1-A5 支洞工

业广场拆卸，TBM7 采用 DZ-4#隧洞进口工作面在预定位置开挖的拆卸洞室内拆卸。DZ-1#隧洞拆卸洞室共 4 个，DZ-4#隧洞拆卸洞室 1 个其型式同检修洞室。

③悬臂掘进机施工

ZQ-2#和 ZQ-3#隧洞的部分支洞和主洞采用悬臂掘进机施工。悬臂掘进机配备二运系统，渣料自二运皮带机经转接料斗转运至宽 600mm 主洞皮带机，主洞皮带机再经转接料斗转运至支洞皮带机。洞外采用 2m³ 挖掘机装渣，15t 自卸汽车运至弃渣场。

其他支洞在 TBM 完成掘进后，TBM 继续向上游掘进，悬臂掘进机在洞外拆解后最大件尺寸为 3800×1580×2000mm，分部运至主支洞交叉段，并在此重新组装。在悬臂掘进机皮带仓安装完成前，在主支洞交叉段设固定转运皮带机，从主支洞交叉点处自上游向下游掘进，出渣方式同 DZ1-A5 支洞。

悬臂掘进机掘进所需截齿、锚杆、钢拱架、喷混凝土等均采用 MSV 从洞外运输至工业广场，并在此处转运至材料车运至工作面。

工业广场采用钻爆法分台阶开挖，出渣及材料运输方式同主洞。

④土洞铣挖机施工

土洞开挖：ZQ 段所涉及的离石黄土洞子全部采用铣挖机施工，采用铣挖机开挖，可以减小对土体的扰动，避免爆破振动而造成土体强度的降低，土体结构松动，有利于保护土体原有的自承能力，不宜造成大面积变形及局部塌方。

铣挖机配置二运皮带机，星轮转动时土料送入链式输送机，经二运皮带机装入 1t 的小型翻斗车运输至洞口，洞外由 2m³ 装载机配 15~20t 自卸汽车二次转运或直接运至永久弃渣场。铣挖机施工所需锚杆、钢拱架、喷混凝土等均采用小型翻斗车从洞外运输至洞内工作面。

⑤悬臂掘进机施工段衬砌工程施工

各悬臂掘进机在与 TBM 会合前开挖拆卸洞室后，回退至工业广场后拆卸，悬臂掘进机施工段需进行现浇混凝土衬砌。例如 DZ1-A3 下游悬臂掘进机 XB3 自上游向下游掘进至桩号 DZ54+978 时，与 TBM4 上游工作面贯通。XB3 为 TBM4 开挖拆卸洞室后，退至工业广场拆除。因 TBM4 需拆解并重新组装后至下游段进行掘进，XB3 施工段需进行现浇混凝土衬砌。

现浇混凝土段采用针梁台车立模，人工绑扎钢筋，混凝土在工业广场混凝土拌和站拌制，电瓶车牵引 6m^3 轨道混凝土搅拌罐车水平运输，HB-30T 混凝土泵入仓，插入式振捣器振捣。

2) 支洞施工方法

① 钻爆法施工

a) 施工平支洞

土方开挖：主要为主洞及支洞进出口土方开挖，采用 2m^3 挖掘机挖装 15~20t 自卸汽车运输至弃渣场。

石方明挖：主要为主洞进出口岩石开挖，采用 Y-30 型手风钻钻孔，毫秒微差爆破，石渣采用 3m^3 挖掘机装，15t~20t 自卸汽车运输至弃渣场。

石方洞挖：主要为主洞钻爆法处理段及支洞石方洞挖，开挖采用风钻钻孔，毫秒微差爆破，周边光爆。洞内采用 0.2m^3 耙斗装岩机装渣，10t 自卸汽车洞内运出渣，洞外由 2m^3 装载机配 15~20t 自卸汽车二次转运或直接运至永久弃渣场。

喷锚支护：锚杆采用气腿式风钻钻孔，砂浆灌注采用 100L/min 的砂浆泵，人工安装锚杆并挂网；喷混凝土采用 0.4m^3 搅拌机拌制，利用洞内出渣设备运输， $6\text{m}^3/\text{h}$ ~ $10\text{m}^3/\text{h}$ 混凝土喷射机施喷， $20\text{m}^3/\text{min}$ 空气压缩机供风。

隧洞混凝土衬砌：采用钢模台车立模，长度较短的隧洞采用组合钢模。混凝土采用 HBT30 混凝土泵送入仓，1.1kW 插入式振捣器振捣密实。混凝土洞内、洞外运输均采用 3m^3 混凝土搅拌运输车。

b) 施工竖井

开挖及支护：竖井采用自上而下全断面分段钻爆开挖，采用成套的机械设备：XFJD-6.7 型伞型钻钻孔爆破。HZ-6 型中心回转抓岩机装渣，JK-3.0/15.5 绞车提升 5m^3 挂钩式吊桶出渣，通过溜矸槽卸渣， 3m^3 装载机装渣，15t 自卸汽车运输至弃渣场。

竖井混凝土衬砌：混凝土在地面混凝土搅拌站拌制，带有缓冲器的溜灰管入仓，整体下行式钢模板衬砌混凝土（每仓衬砌高度 4.0m）。

c) 施工斜井

开挖及支护：施工斜井自上而下钻爆开挖，履带式二臂全液压凿岩台车钻孔，人工配合机械装药爆破。掌子面采用耙斗机装渣，有轨矿车经洞外绞车牵引出洞，洞口卸渣后，再由 3m^3 装载机转装 15t 自卸汽车运至弃渣场。洞内运输采用四轨双线，轨道规格 43kg/m ，轨距 900mm ，选用井口绞车牵引 $6\text{m}^3\sim 8\text{m}^3$ 矿车。为预防跑车事故的发生，斜井施工时需采取“一坡三挡”安全措施，在井口、井颈段 20m 处、掌子面上方 20m 处各设一道安全挡车器。

斜井混凝土衬砌：施工斜井底部平洞段采用人工立模浇筑，斜井段顶拱侧墙衬砌初步考虑采用液压式钢模台车浇筑，顶拱侧墙浇筑完成后采用滑模浇筑底板。混凝土运输可考虑混凝土泵接力运输或有轨牵引车运输的方式，考虑到钢筋等物品的运输需采用轨道牵引车，为减少干扰，混凝土洞内运输浇筑采用混凝土泵接力。

②悬臂掘进机施工

为加快悬臂掘进机施工进尺，拟采用悬臂掘进机+门架式支护台车配套模式进行施工，支护台车集成拱架安装、锚杆施工、喷混施工等功能。

在 TBM 洞外组装完成前，部分支洞采用悬臂掘进机施工，以充分利用 TBM 设计制造工期。悬臂掘进切割头旋转切割岩石，一运系统向后输送，经二运系统转卸入支洞皮带机料斗或自卸汽车，洞外 3m^3 装载机装 20t 自卸汽车转渣。悬臂掘进机后方跟进门架式支护台车及时进行支护。

③TBM 施工

支洞采用 TBM 施工时，除其出渣及材料运输方式与主洞不同外，其余均与主洞一致。

支洞出渣采用皮带机，皮带仓安装于洞外，其储存容量为 600m^3 ，可以满足 TBM 连续掘进 300m 的皮带需要量，皮带宽度为 800mm 。掘进至主洞后，将支洞皮带机改为固定皮带机，并将皮带仓拆运、安装于工业广场，用于主洞连续皮带机。

支洞内材料运输均采用 MSV，其宽度为 1.5m ，前后各有一个驾驶室，可直接进入后配套，将各种材料卸于相应位置。

3) 输水干线和分干线工程

输水干线和分干线工程主要以埋管为主，其施工方法为：管材采用 20t 载重汽车运输至施工现场，选用 25t 汽车起重机吊运钢管至安装位置，人工辅助安装就位、焊接，并及时浇筑镇墩二期砼，进行回填。

2.2.12.8 施工总布置

本工程共设置 225 个工区，其中水源枢纽工程 1 个，输水总干线工程 84 个，干线及分干线工程 140 个。

(1) 水源枢纽工程

水源枢纽工程为代古寺枢纽工程，共设置 1 个工区。将施工场区内主要为施工生产区和施工生活区。其中施工生产区布置有砂石加工厂、钢木加工厂、综合保修厂及仓库等。

表 2.2-31 代古寺施工区生产生活设施统计表

项目	占地面积 (m ²)	备注
混凝土系统	25000	
辅助企业区	96000	
施工生活区	22000	
仓库	12000	
料场	173017	
道路永久占地	163131	
道路临时占地	361250	
料场剥离料临时堆存场	98447	
弃渣场	276464	沟道型，与 ZGX-1#渣场共用
合计	1227309	

(2) 输水总干线工程

输水总干线工程规划布置 84 个工区，其中代古寺～庄浪段 41 个，庄浪～庆阳段 43 个。

1) 施工生活区

包括办公室、施工住房、食堂、浴室、职工活动室等。

2) 施工生产区

包括各隧洞口的临时转渣场、混凝土系统、预制厂、管片堆存场、混凝土拌和系统、钢木加工厂、综合保修厂和仓库等。

表 2.2-32 输水总干线各工区生产生活设施统计表

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	砂石加工厂 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	预制厂 (m ²)	管片堆存场 (m ²)	转渣场 (m ²)	仓库 (m ²)	生活区 (m ²)	施工人数 (人)	备注
DZ-1#	DZ1#隧洞 DZ0+000~DZ16+775	1500		1500	2000	11000	15000		800	5000	240	DZ-1#砂石系统，与代古寺枢纽共用
DZ-2#	DZ1#隧洞 DZ16+775~DZ37+441	1500	56000	1500	2000	11000	15000		800	5000	240	DZ-2#砂石系统
DZ-3#	DZ1#隧洞 DZ37+441~DZ50+927	1500		1500	2000	11000	15000		800	5000	240	
DZ-4#	DZ1#隧洞 DZ50+927~DZ67+193	1500		1500	2000	11000	15000	1000	800	5000	240	
DZ-5#	DZ1#隧洞 DZ67+193~DZ83+435	1500		1500	2000	11000	15000	1000	800	5000	240	
DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞 DZ83+435~DZ100+896.5	1500		1500	2000	11000	15000	1000	800	5000	240	
DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞 DZ100+896.5~DZ103+303	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-8#	DZ3#隧洞 DZ103+303~DZ106+037	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-9#	DZ3#隧洞 DZ106+037~DZ109+752	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-10#	DZ3#隧洞 DZ109+752~DZ114+172	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-11#	DZ3#隧洞 DZ114+172~DZ117+517	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞进口 DZ117+517~DZ121+545	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-13#	DZ-4#隧洞 DZ121+545~DZ133+445	1500		1500	2000	11000	15000	1000	800	5000	240	
DZ-14#	DZ-4#隧洞 DZ133+445~DZ136+892	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-15#	DZ-4#隧洞 DZ136+892~DZ139+896	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-16#	DZ-4#隧洞 DZ139+896~DZ143+212	2000		1500	1500				300	800	40	
DZ-17#	DZ-4#隧洞 DZ143+212~DZ145+606	2000		1500	1500				300	800	40	

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	砂石加工厂 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	预制厂 (m ²)	管片堆存场 (m ²)	转渣场 (m ²)	仓库 (m ²)	生活区 (m ²)	施工人数 (人)	备注
DZ-18#	DZ-4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞 DZ145+606~DZ149+997	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-19#	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞 DZ149+997~DZ154+900	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-20#	DZ6#隧洞 DZ154+900~DZ158+220	2000		1500	1500				300	800	40	
DZ-21#	DZ6#隧洞 DZ158+220~DZ161+380	2000		1500	1500				300	800	40	
DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞 DZ161+380~DZ167+185	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-23#	DZ7#隧洞 DZ167+185~DZ170+769	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-24#	DZ7#隧洞 DZ170+769~DZ174+680	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-25#	DZ7#隧洞 DZ174+680~DZ179+128	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞 DZ179+128~DZ183+697	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞 DZ183+697~DZ186+856	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞 DZ186+856~DZ190+136	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞 DZ190+136~DZ193+908	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-30#	DZ11#隧洞 DZ193+908~DZ197+000	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞 DZ197+000~DZ201+454	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞 DZ201+454~DZ204+908	3500		1500	1500				500	1500	70	

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	砂石加工厂 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	预制厂 (m ²)	管片堆存场 (m ²)	转渣场 (m ²)	仓库 (m ²)	生活区 (m ²)	施工人数 (人)	备注
DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞 DZ204+908~DZ207+809	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞 DZ207+809~DZ210+432	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞 DZ210+432~DZ215+486	3500	65000	1500	1500				500	1500	70	
DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞 DZ215+486~DZ220+295	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-37#	DZ17#隧洞 DZ220+295~DZ222+445	2000		1500	1500				300	800	30	
DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞 DZ222+445~DZ226+723	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-39#	DZ18#隧洞 DZ226+723~DZ229+279	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞 DZ229+279~DZ234+538	3500		1500	1500				500	1500	70	
DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸、DZ3#箱涵 DZ234+538~DZ240+338.974	3500		1500	1500				500	1500	70	
ZQ-1#	1#箱涵, 1#隧洞, 2#箱涵	1500		1500	2000			1000	300	800	30	
ZQ-2#	2#隧洞进口	1000		1000	1000			1000	300	800	30	
ZQ-3#	2#隧洞 1#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	240	
ZQ-4#	2#隧洞 2#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	30	
ZQ-5#	2#隧洞 3#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	240	
ZQ-6#	2#隧洞 4#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	30	
ZQ-7#	2#隧洞 5#施工平洞	1000	20000	1000	1000			1000	300	800	240	
ZQ-8#	2#隧洞 6#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	30	

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	砂石加工厂 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	预制厂 (m ²)	管片堆存场 (m ²)	转渣场 (m ²)	仓库 (m ²)	生活区 (m ²)	施工人数 (人)	备注
ZQ-9#	2#隧洞 7#施工平洞	1500	20000	1500	2000	11000	15000	2000	800	5000	30	
ZQ-10#	2#隧洞 8#施工斜井	1000		1000	1000			1000	300	800	240	
ZQ-11#	2#隧洞 9#施工竖井	1000		1000	1000			1000	300	800	70	
ZQ-12#	2#隧洞出口	1500	20000	1500	2000	11000	15000	1000	800	5000	70	
ZQ-13#	3#箱涵, 3#隧洞进口	1000		1000	1000			2000	300	800	70	
ZQ-14#	3#隧洞 1#施工平洞	1000		1000	1000			1000	300	800	70	
ZQ-15#	3#隧洞出口	1500	20000	1500	2000	11000	15000	2000	800	5000	30	
ZQ-16#	1#倒虹吸, 4#隧洞进口	3500		1500	1500			1000	500	1500	30	
ZQ-17#	4#隧洞出口	3500		1500	1500			1000	500	1500	30	
ZQ-18#	4#箱涵, 5#隧洞, 5#箱涵	3500		1500	1500			1000	500	1500	30	
ZQ-19#	2#倒虹吸	2000		1000	1000				300	1500	30	
ZQ-20#	3#、4#倒虹吸	2000		1500	1500				300	800	30	
ZQ-21#	1#、2#圆涵, 5#倒虹吸	2000		1500	1500				300	800	30	
ZQ-22#	6#倒虹吸, 3#圆涵	2000		1500	1500				300	800	70	
ZQ-23#	7#、8#倒虹吸, 4#、5#圆涵	2000		1500	1500				300	800	70	
ZQ-24#	6#圆涵, 9#、10#倒虹吸	2000		1500	1500				300	800	160	
ZQ-25#	7#圆涵, 11#倒虹吸	2000		1500	1500				300	800	30	
ZQ-26#	8#、9#、10#、11#圆涵, 13#倒虹吸	2000		1500	1500				300	800	30	
ZQ-27#	12 倒虹吸	2000		1000	1000				300	1500	160	
ZQ-28#	14#倒虹吸	2000		1000	1000				300	1500	140	
ZQ-29#	15#倒虹吸, 12#、13#、14#圆涵, 6#、7#、8#、9#隧洞, 6#箱涵	4000		4000	4000			5000	1200	3200	140	
ZQ-30#	10#隧洞进口	1000		1000	1000			1000	300	800	120	

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	砂石加工厂 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	预制厂 (m ²)	管片堆存场 (m ²)	转渣场 (m ²)	仓库 (m ²)	生活区 (m ²)	施工人数 (人)	备注
ZQ-31#	10#隧洞出口	1000		1000	1000			1000	300	800	70	
ZQ-32#	7#、8#、9#箱涵，11#、12#、13#、14#、15#、16#、17#隧洞，15#、16#、17#、18#圆涵，16#倒虹吸	4000		4000	4000			7000	1200	3200	30	
ZQ-33#	18#、19#、20#隧洞，18#、19#倒虹吸，19#、20#、21#、22#、23#圆涵，1#、2#渡槽	3000		4000	4000			2000	600	3000	30	
ZQ-34#	21#、22#隧洞，20#、21#、22#倒虹吸，24#圆涵，10#箱涵	3000		2000	2000			3000	600	3000	70	
ZQ-35#	25#圆涵，3#、4#、5#渡槽，23#、24#、25#隧洞	3000		3000	3000			3000	900	2400	140	
ZQ-36#	26#隧洞，11#箱涵	1500		1000	1000			1000	300	1500	140	
ZQ-37#	27#隧洞进口	1000		1000	1000			1000	300	800	140	
ZQ-38#	27#隧洞出口	1000		1000	1000			1000	300	800	140	
ZQ-39#	23#倒虹吸，28#隧洞	2000		2000	2000			2000	600	1600	140	
ZQ-40#	26#圆涵，24#倒虹吸，29#、30#隧洞，12#箱涵	3000		2000	2000			3000	600	3000	140	
ZQ-41#	27#圆涵，25#、26#倒虹吸，31#、32#隧洞	3000		2000	2000			3000	600	3000	140	
ZQ-42#	13#、14#箱涵，28#圆涵，27#、28#倒虹吸，33#、34#、35#、36#隧洞	3000		2000	2000			4000	600	3000	140	
ZQ-43#	29#、30#、31#倒虹吸，37#、38#隧洞，29#圆涵	3000		4000	4000			2000	600	3000	140	
合计		191000	201000	130500	136000	110000	150000	64000	39100	147800	7510	

(3) 输水干线和分干线工程

输水干线和分干线工程规划布置 140 个工区，其中代古寺～庄浪段 28 个，庄浪～庆阳段 66 个（含延安干线子午岭前段 11 个），延安段 46 个。

1) 施工生活区

包括办公室、施工住房、食堂、浴室、职工活动室等。

2) 施工生产区

包括各隧洞口的临时转渣场、混凝土系统、预制厂、管片堆存场、混凝土拌和系统、钢木加工厂、综合保修厂和仓库等。

表 2.2-33 输水干线生产生活设施统计表

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
TS-1#	TS1#有压埋管 TS00+000~TS07+200	2500	1500	2000	800	2000	90
TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞 TS07+200~TS10+490.618	2000	1500	1500	500	1500	70
TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞 TS10+490.618~TS12+157.851	2500	1500	1500	800	2000	90
TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、WS 段 TS12+157.851~TS18+076、WS0+000~WS2+667.732	2500	1500	2000	500	3000	140
TS-5#	TS3#有压埋管 TS18+076~TS29+315	2000	1500	2000	500	2000	90
TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽 TS29+315~TS39+066.303	2500	1500	2000	800	2000	90
TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞 TS39+066.303~TS43+052.014	3000	1500	1500	800	2000	90
TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞 TS43+052.014~TS44+639	3000	1500	1500	800	2500	120
TS-9#	TS6#无压隧洞、甘谷分干、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞 TS44+639~TS47+364.180	3000	1500	1500	800	2500	120
TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管 TS47+364.180~TS49+772.680	3000	1500	1500	500	1500	70
TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞 TS49+772.680~TS53+538.243	2500	1500	1500	500	1500	70
TS-12#	TS8#无压隧洞 TS53+538.243~TS55+038.550	3000	1500	1500	800	2000	90
TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞 TS55+038.550~TS58+566.267	3000	1500	2000	800	3000	140
TS-14#	TS9#无压隧洞 TS58+566.267~TS60+566.267	3000	1500	1500	800	2000	90
TS-15#	TS9#无压隧洞 TS60+566.267~TS63+066.267	3000	1500	1500	800	2000	90
TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管 TS63+066.267~TS73+066	3500	1500	2000	500	1500	70

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
TS-17#	TS6#有压埋管、河道交叉段、TS7#有压埋管 TS73+066~TS83+074.275	3000	1500	2000	500	1500	70
TS-18#	TS7#有压埋管 TS83+074.275~TS87+953.203	3000	1500	1500	500	2000	90
ZH-1#	ZQ1#有压埋管	1500	1500	2000	800	1500	70
ZH-2#	ZQ08+936~ZQ18+475	1500	1500	2000	800	1500	70
ZH-3#	ZQ1#有压埋管	3000	1500	2000	800	2000	90
ZH-4#	ZQ18+475~ZQ26+432	1500	1500	2000	800	2000	90
ZH-5#	ZQ1#有压埋管、张清泵站	3000	1500	2000	800	2000	90
ZH-6#	ZQ26+432~ZQ32+513	3500	1500	2000	800	3000	140
ZH-7#	ZQ2#有压埋管、ZQ1#隧洞	3000	1500	1500	500	2500	120
ZH-8#	ZQ32+513~ZQ41+054	3000	1500	1500	500	2500	120
ZH-9#	ZQ1#隧洞、ZJ1#有压埋管、张家川泵站、QS1#有压埋管	3000	1500	1500	500	2500	120
ZH-10#	ZQ41+054~ZQ44+097.561; ZJ0+000~ZJ8+772.204; QS00+000~QS04+760	3000	1500	1500	500	1500	70
HCLD-1#	1#隧洞进口 0~2+321.67	1000	1500	1500	300	800	70
HCLD-2#	1#圆形管道, 2#隧洞 2+321.67~5+743.29	1500	1500	1500	300	800	40
HCLD-3#	2#圆形管道, 3#隧洞 5+743.29~7+423.91	1500	1500	1500	300	800	70
HCLD-4#	3#圆形管道、4#隧洞进口 7+423.91~7+535.44	1500	1500	1500	300	800	70
HCLD-5#	4#隧洞出口 9+387.21	1500	1500	1500	300	800	70
HCLD-6#	4#圆形管道 9+387.21~20+20+259	2000	1500	1500	300	800	40
HTFG-1#	1#圆形管道 0+000.00~9+763	2000	1500	1500	300	800	40
CLD-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2#圆形管道 0+000~1+433	1500	1500	1500	300	800	70
CLD-2#	2#隧洞 1+433~4+728	2000	2500	2400	500	1500	70
CLD-3#	3#圆形管道 4+804.55~16+090.00	2000	1500	1500	300	800	40

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
CXFG-1#	3#圆形管道 4+804.55~16+711	2000	1500	1500	300	800	40
PLEG-1#	圆形管道 0+000~6+095	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-1#	圆形管道 0+000~9+000	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-4#	圆形管道 27+000~37+000	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-5#	圆形管道 37+000~47+000	2000	1500	1500	300	800	40
JCFG-6#	圆形管道 47+000~57+560	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-1#	圆形管道 0+000.00~9+000	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-4#	圆形管道 27+000~36+000	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-5#	圆形管道 36+000~45+000	2000	1500	1500	300	800	40
LTFG-6#	圆形管道 45+000~53+069	2000	1500	1500	300	800	40
ZYFG-1#	圆形管道 0+000~4+152	2000	1500	1500	300	800	40
QYD-1#	圆形管道 0+000~9+000	2000	1500	1500	300	800	40
QYD-2#	圆形管道 9+000~18+000	2000	1500	1500	300	800	40
QYD-3#	圆形管道 18+000~27+000	2000	1500	1500	300	800	40
QYD-4#	圆形管道 27+000~36+432	2000	1500	1500	300	800	40
XFFG-1#	圆形管道 0+000~0+710	2000	1500	1500	300	800	40
HCFG-1#	圆形管道、隧洞 0+000~8+141	2000	1500	1500	300	800	40
QCFG-1#	圆形管道 0+000~2+897	2000	1500	1500	300	800	40
	圆形管道 0+000~8+000						40

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
QCFG-2#	圆形管道 8+000~16+877	2000	1500	1500	300	800	40
HXFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	2000	1500	1500	300	800	40
HXFG-2#	圆形管道 10+0000~20+000	2000	1500	1500	300	800	40
HXFG-3#	圆形管道 20+000~30+000	2000	1500	1500	300	800	40
HXFG-4#	圆形管道 30+000~39+906	2000	1500	1500	300	800	40
QYND-1#	圆形管道 0+000~8+000	2000	1500	1500	300	800	40
QYND-2#	圆形管道 8+000~16+000	2000	1500	1500	300	800	40
QYND-3#	圆形管道 16+000~23+385	2000	1500	1500	300	800	40
HSFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	2000	1500	1500	300	800	40
HSFG-2#	圆形管道 10+000~20+000	2000	1500	1500	300	800	40
HSFG-3#	圆形管道 20+000~30+000	2000	1500	1500	300	800	40
HSFG-4#	圆形管道 30+000~39+838	2000	1500	1500	300	800	40
NZD-1#	圆形管道 0+000~9+000	2000	1500	1500	300	800	40
NZD-2#	圆形管道 9+000~18+000	2000	1500	1500	300	800	40
NZD-3#	圆形管道 18+000~27+591	2000	1500	1500	300	800	40
NXFG-1#	圆形管道 0+0000~8+000	2000	1500	1500	300	800	40
NXFG-2#	圆形管道 8+000~15+918	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-1#	圆形管道 0+000~9+500	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-2#	圆形管道 9+500~19+000	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-3#	圆形管道 19+000~29+000	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-4#	圆形管道 29+000~39+000	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-5#	圆形管道 39+000~49+000	2000	1500	1500	300	800	40
ZNFG-6#	圆形管道 49+000~58+598	2000	1500	1500	300	800	40

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
YAG-1#	1#倒虹吸、1#隧洞进口 0+000~2+307	1500	1500	1500	300	800	40
YAG-2#	1#隧洞出口 5+671	1000	1500	1500	300	800	70
YAG-3#	2#倒虹吸、2#隧洞 5+671~7+235	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-4#	3#倒虹吸、3#隧洞 7+235~8+615	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-5#	4#倒虹吸、4#隧洞 8+615~10+370	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-6#	5#倒虹吸、5#隧洞 10+370~12+415	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-7#	6#倒虹吸、6#隧洞进口 12+415~12+890	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-8#	6#隧洞出口 16+135	1000	1500	1500	300	800	70
YAG-9#	1#暗涵、7#隧洞 16+135~16+690	1500	1500	1500	300	800	70
YAG-10#	1#渡槽、8#隧洞 16+690~17+565	1500	1500	1500	300	800	40
YAG-11#	7#倒虹吸、9#隧洞、8#倒虹吸、2#暗涵 17+565~19+347	2000	1500	1500	300	800	40
YGS-1	1#隧洞进口 0+000~2+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-2	1#隧洞 1#支洞 2+000~6+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-3	1#隧洞 2#支洞 6+000~10+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-4	1#隧洞 3#支洞 10+000~14+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-5	1#隧洞 4#支洞 14+000~18+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-6	1#隧洞 5#支洞 18+000~22+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-7	1#隧洞 6#支洞 22+000~25+960	1200	600	800	600	2800	70
YGS-8	1#隧洞出口 25+960~27+960	1200	600	800	600	2800	70
YGS-9	2#隧洞出口、1#涵洞 27+960~29+000	1200	600	800	600	2800	70
YGS-10	1#有压埋管 29+000~36+765	600	400	600	200	1200	40
YGS-11	1#有压埋管 36+765~43+610	600	400	600	200	1200	40
YGS-12	2#、3#有压埋管、1#穿管隧洞 43+610~49+455	1200	600	800	600	2800	70

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
YGS-13	3#无压隧洞进口 49+455~51+040	1200	600	800	600	2800	70
YGS-14	3#无压隧洞 1#支洞 51+040~53+455	1200	600	800	600	2800	70
YGS-15	3#无压隧洞 2#支洞 53+455~56+455	1200	600	800	600	2800	70
YGS-16	3#无压隧洞 3#支洞 56+455~59+455	1200	600	800	600	2800	70
YGS-17	3#无压隧洞出口、麻子沟倒虹 59+455~63+115	1200	600	800	600	2800	70
YGS-18	4#无压隧洞进口 63+115~65+781	1200	600	800	600	2800	70
YGS-19	4#无压隧洞 1#支洞 65+781~66+825	1200	600	800	600	2800	70
YGS-20	4#无压隧洞出口、2#涵洞 66+825~68+565	1200	600	800	600	2800	70
YGS-21	5#、6#、7#无压隧洞、朱家沟倒虹、3#、4#涵洞 68+565~71+675	1200	600	800	600	2800	70
YGS-22	8#、9#无压隧洞、背梁沟倒虹、4#有压埋管 71+675~73+955	1200	600	800	600	2800	70
YGS-23	5#有压埋管、10#无压隧洞进口 73+955~76+580	1200	600	800	600	2800	70
YGS-24	10#无压隧洞 1#支洞 76+580~77+337	1200	600	800	600	2800	70
YGS-25	10#无压隧洞 2#支洞 77+337~80+851	1200	600	800	600	2800	70
YGS-26	10#无压隧洞 3#支洞 80+851~84+776	1200	600	800	600	2800	70
YGS-27	10#无压隧洞 4#支洞 84+776~88+776	1200	600	800	600	2800	70
YGS-28	10#无压隧洞出口 88+776~94+980	1200	600	800	600	2800	70
YGS-29	5#涵洞、11#无压隧洞 94+980~96+245	1200	600	800	600	2800	70
YGS-30	6#有压埋管 96+245~105+742	600	400	600	200	1200	70
YGS-31	7#有压埋管 105+742~112+840	600	400	600	200	1200	30
YGS-32	1#有压埋管 0+000~11+500	600	400	600	200	1200	30
YGS-33	1#有压埋管 11+500~23+000	600	400	600	200	1200	30
YGS-34	压力管道、1#无压隧洞、1#涵洞 23+000~32+225	1200	600	800	600	2800	30

工区	控制建筑物及其桩号	混凝土系统 (m ²)	钢木加工厂 (m ²)	综合保修厂 (m ²)	仓库 (m ²)	施工营地 (m ²)	施工人数 (人)
YGS-35	1#有压埋管 0+000~7+800	600	400	600	200	1200	30
YGS-36	1#有压埋管 7+800~15+450	600	400	600	200	1200	30
YGS-37	1#有压埋管、1#无压隧洞进口 0+000~3+310	1200	600	800	200	1200	30
YGS-38	1#无压隧洞出口 3+310~6+310	1200	600	800	600	2800	70
YGS-39	2#有压埋管 6+310~20+380	600	400	600	200	1200	30
YGS-40	2#无压隧洞进口 20+380~22+640	1200	600	800	600	2800	30
YGS-41	2#无压隧洞出口 22+640~23+790	1200	600	800	600	2800	70
YGS-42	1#有压埋管 0+000~7+724	600	400	600	200	1200	70
YGS-43	1#有压埋管 7+724~15+768	600	400	600	200	1200	30
YGS-44	1#、2#、3#无压隧洞、庄子沟倒虹、2#涵洞 15+768~19+123	1200	600	800	600	2800	30
YGS-45	刘家河倒虹、4#无压隧洞进口 19+123~21+020	1200	600	800	600	2800	70
YGS-46	4#无压隧洞出口、2#有压埋管 21+020~24+910	1200	600	800	600	2800	70
合计		247100	167400	183000	61600	220600	8440

2.2.12.9 土石方平衡及渣场

本工程土方明挖及洞挖总量为 4737.50 万 m^3 ，石方明挖及洞挖总量为 1797.04 万 m^3 ；土石方填筑总量为 3675.77 万 m^3 ；土石方填筑利用量为 4543.69 万 m^3 ；土石方弃渣总量（松方）为 3527.26 万 m^3 。

本工程沿线共设置 252 个弃渣场，其中总干线 152 个，干线工程 100 个；水源枢纽工程就近利用总干线弃渣场，不单独设置弃渣场，设置一料场剥离料临时堆存场，占地 147.67 亩。弃渣场共占地 7585.58 亩。

（1）水源枢纽工程

水源枢纽工程土石方平衡以单个建筑物的挖填就地平衡为原则，多余弃料就近利用后剩余部分拉运至弃渣场。

代古寺枢纽工程土方开挖总量为 168.43 万 m^3 （自然方），石方开挖（含洞挖）总量为 330.90 万 m^3 （自然方）；临时工程土方开挖 0.99 万 m^3 （自然方），石方开挖 7.01 万 m^3 （自然方），围堰拆除 1.95 万 m^3 。代古寺枢纽坝体堆石填筑 512.56 万 m^3 （实方），其它土石方填筑 64.58 万 m^3 （实方）；临时工程围堰石渣填筑 1.48 万 m^3 （实方）。土石方填筑利用开挖料为 249.07 万 m^3 （自然方）；土石方弃渣总量（松方）为 366.50 万 m^3 。详见下表。

水源枢纽工程与总干线 1#工区共用总干线 1#弃渣场，位于总干线 1#隧洞 A1 支洞所在冲沟内。

表 2.2-34 代古寺枢纽工程土石方平衡

开挖		填筑									弃渣	
		项目	碎石土 盖重	坝体堆石填筑		壤土铺盖	砂砾石 回填	开挖料 回填	抛石	导流工程 石渣填筑		
				主堆石区	次堆石区							
		单位	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³	万 m³
项目	万 m³	压实方	9.10	284.72	227.84	12.38	5.76	35.60	1.75	1.48	自然方	松方
		自然方	10.71	217.34	173.93	14.56	6.77	41.88	1.22	1.68		
土方开挖	168.43		10.71			14.56		0.50			142.66	189.74
石方开挖	311.59				161.16		6.77	41.38	1.22		101.05	154.61
石方洞(井)挖	19.31				12.77						6.54	10.01
导流工程土方开挖	0.99										0.99	1.32
导流工程石方开挖	2.38										2.38	3.64
导流工程石方洞挖	4.63									1.68	2.95	4.51
土石围堰拆除	1.62										1.62	2.15
混凝土围堰拆除	0.33										0.33	0.50
石料场取料				217.34								
合计			10.71	217.34	173.93	14.56	6.77	41.88	1.22	1.68	258.53	366.50

(2) 输水总干线

输水总干线土方填筑用量均可就近利用开挖料，剩余部分及隧洞石方明挖、洞挖料均为弃料。

输水总干线工程土方开挖总量为 2478.90 万 m^3 (自然方)，石方开挖 (含洞挖) 总量为 1149.56 万 m^3 (自然方)；土石方填筑总量为 1715.72 万 m^3 (压实方)，土石方填筑利用量为 2144.79 万 m^3 (自然方)，土石方弃渣总量为 2376.04 万 m^3 (松方)。详见表 2.2-35 和表 2.2-36。

总干线工程沿线共设置 152 个弃渣场，其中代古寺～庄浪段 54 个，庄浪～庆阳段 98 个。弃渣场情况见表 2.2-37。

表 2.2-35 输水总干线（代古寺~庄浪段）土石方平衡表

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)			弃渣场 ZGX-
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	水源工程	
		(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	
DZ-1#	DZ1#隧洞 DZ0+000~DZ16+775	1410	516118	616218			0	0	1875	1850204	5647925	1#弃渣场
DZ-2#	DZ1#隧洞 DZ16+775~DZ37+441	1410	3346	822383			0	0	1875	1422439		2#弃渣场
DZ-3#	DZ1#隧洞 DZ37+441~DZ50+927	1410	3346	873881			0	0	1875	1491284		3#弃渣场
DZ-4#	DZ1#隧洞 DZ50+927~DZ67+193	1410	3346	687483			0	0	1875	1174408		4#弃渣场
DZ-5#	DZ1#隧洞 DZ67+193~DZ83+435	1410	3346	758307			0	0	1875	1332893		5#弃渣场
DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞 DZ83+435~DZ100+896.5	124565	9256	698775	67033		78862	0	60785	1239053		6#弃渣场
DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞 DZ100+896.5~DZ103+303	51111	15973	64897	36932		43450	0	10190	123732		7#弃渣场
DZ-8#	DZ3#隧洞 DZ103+303~DZ106+037	2980	3346	91136			0	0	3963	144556		8#弃渣场
DZ-9#	DZ3#隧洞 DZ106+037~DZ109+752	2240	3335	130207			0	0	2979	204319		9#弃渣场
DZ-10#	DZ3#隧洞 DZ109+752~DZ114+172	1930	3324	160974			0	0	2567	251377		10#弃渣场
DZ-11#	DZ3#隧洞 DZ114+172~DZ117+553	2130	3261	110142			0	0	2833	173507		11#弃渣场
DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞 进口 DZ117+553~DZ119+556	8610	63185	69137	3497		4114	0	5979	202452		12#弃渣场
DZ-13#	DZ-4#隧洞 DZ119+556~DZ133+456	5519	6184	440012			0	0	7341	780843		13#弃渣场
DZ-14#	DZ-4#隧洞 DZ133+456~DZ136+892	2660		95644			0	0	3537	146336		14#弃渣场
DZ-15#	DZ-4#隧洞 DZ136+892~DZ139+910	2510		84009			0	0	3338	128534		15#弃渣场
DZ-16#	DZ-4#隧洞 DZ139+910~DZ143+212	3180	4190	91914			0	0	4229	147039		16#弃渣场
DZ-17#	DZ-4#隧洞 DZ143+212~DZ145+615	1760	3483	66890			0	0	2340	107670		17#弃渣场

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)			弃渣场 ZGX-
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	水源工程	
		(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	
DZ-18#	DZ-4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞 DZ145+615~DZ150+286	267714	3799	94874	194277		228561	0	52074	150969		18#弃渣场
DZ-19#	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞 DZ150+286~DZ154+800	85538		108516	51150		60176	0	33730	166030		19#弃渣场
DZ-20#	DZ6#隧洞 DZ154+800~DZ158+350	3120	3388	125482			0	0	4149	197171		20#弃渣场
DZ-21#	DZ6#隧洞 DZ158+350~DZ161+830	2870	3462	113318			0	0	3817	178672		21#弃渣场
DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞 DZ161+830~DZ166+945	354050	1974	107697	269428		316974	0	49310	167795		22#弃渣场
DZ-23#	DZ7#隧洞 DZ166+945~DZ170+910	1460	3462	111898			0	0	1942	176500		23#弃渣场
DZ-24#	DZ7#隧洞 DZ170+910~DZ174+820	1450		82124			0	0	1928	125650		24#弃渣场
DZ-25#	DZ7#隧洞 DZ174+820~DZ179+480	1620		131512			0	0	2154	201213		25#弃渣场
DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞 DZ179+480~DZ183+835	33382	4219	117244			0	0	44397	185839		26#、27#弃渣场
DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞 DZ183+835~DZ186+995	93051	34902	78131	41216		48489	0	59267	172941		28#、29#弃渣场
DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞 DZ186+995~DZ190+275	152050	3177	66560	85364		100429	0	68656	106697		30#弃渣场
DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞 DZ190+275~DZ193+560	38171	15202	89887	1072		1261	0	49091	160786		31#弃渣场
DZ-30#	DZ11#隧洞 DZ193+560~DZ197+607	1460	3462	124894			0	0	1942	196383		32#、33#弃渣场
DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞 DZ197+607~DZ201+590	60537	2902	122485	25095		29523	0	41248	191843		34#、35#弃渣场

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)			弃渣场 ZGX-
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	水源工程	
		(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	
DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞 DZ201+590~DZ205+545	99382	1662	85286	24622		28967	0	93652	133031		36#、37#弃渣场
DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞 DZ205+545~DZ207+9508	26198	5720	36195	1964		2310	0	31770	64130		38#弃渣场
DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞 DZ207+950~DZ210+570	205495	665	36195	54417		64020	0	188161	56395		39#弃渣场
DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞 DZ210+570~DZ215+625	717118			475471		559378	0	209794	0		40#~44#弃渣场
DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞 DZ215+625~DZ219+750	508033		41672	385506		453536	0	72481	63759		45#弃渣场
DZ-37#	DZ17#隧洞 DZ219+750~DZ223+030	1460	3462	107148			0	0	1942	169232		46#弃渣场
DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞 DZ223+030~DZ226+750	215233	3324	74903	136856		161007	0	72120	119689		47~49#弃渣场
DZ-39#	DZ18#隧洞 DZ226+750~DZ230+025	1460	3462	121395			0	0	1942	191030		50#弃渣场
DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞 DZ230+025~DZ234+885	99765	1330	120094	53405		62830	0	49124	185778		51#、52#弃渣场
DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸 DZ234+538~DZ239+732.040	324825	13963	63406	252660		297247	0	36678	118374		53#、54#弃渣场
合 计		3511680	758573	8022924	2159965	0	2541136	0	1290823	14400006	5647925	

表 2.2-36 输水总干线（庄浪~庆阳段）土石方平衡表

工区	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)			料场（自然方）			弃渣(松方)	
	土方开挖	土方洞挖	石方开挖	土方	石方	土方	石方	水泥土	土方	豆砾石	块石	土渣	石渣
	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
ZQ-1#	29053		54568	14977		17620		1830				12772	83489
ZQ-2#	2597		73197									3454	111991
ZQ-3#	586		103865									779	158914
ZQ-4#	482		97982									640	149912
ZQ-5#	818		105106									1088	160812
ZQ-6#	650		119312									864	182547
ZQ-7#	8571		270348									11400	413632
ZQ-8#	623		71360									829	109181
ZQ-9#	3549		635928							47183		4720	972969
ZQ-10#	1458		54766									1939	83791
ZQ-11#	295		7670									392	11735
ZQ-12#	2597		562651							50266		3454	860856
ZQ-13#	170407	28555	90475	158113		186015			15608			37978	138427
ZQ-14#	2603		75769							25468		3461	115927
ZQ-15#	2772		407876							25468		3687	624050
ZQ-16#	231545	36077		101982	1140	119979		9336			1140	183949	
ZQ-17#	45804	36077										108902	
ZQ-18#	536221	34302		418014		491781		17665				81232	
ZQ-19#	1400195			911981	5046	1072919		111635			5046	286803	
ZQ-20#	922903			749975	3117	882324		93484	52905		3117		

工区	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
	土方开挖	土方洞挖	石方开挖	土方	石方	土方	石方	水泥土	土方	豆砾石	块石	土渣	石渣
	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
ZQ-21#	1147849			747981	3504	879978		90285			3504	236190	
ZQ-22#	1409510			1015478	1069	1194680		95505			1069	158702	
ZQ-23#	2079171			1107701	5596	1303178		59261			5596	953254	
ZQ-24#	2269357			1380924	7064	1624616		182987			7064	614133	
ZQ-25#	1663923			984578	1916	1158327		135542			1916	492172	
ZQ-26#	1243216			883432	775	1039332		61944			775	188780	
ZQ-27#	1064126			673577	1916	792444		66271			1916	273198	
ZQ-28#	1675104			1115629	1578	1312505		70706			1578	388218	
ZQ-29#	239399	30687		216146	464	254289		20824	35714		464	40814	
ZQ-30#	1708	32079										44936	
ZQ-31#	1708	32079										44936	
ZQ-32#	946724	54281		812102	927	955414		272899	281589		927	72194	
ZQ-33#	976480	29815		989898	928	1164586		45683	233789		928	39654	
ZQ-34#	1150568	13623		739485	3444	869982		46814			3444	329035	
ZQ-35#	248896	22799		264533		311216		12088	74408			30323	
ZQ-36#	6572	27394		3590		4224		170				39331	
ZQ-37#	1579	16278										23750	
ZQ-38#	1579	16278										23750	
ZQ-39#	209369	26702		198744	1554	233817		2774	27221		1554	35514	
ZQ-40#	219075	34060		155298	3714	182703		7357			3714	83889	
ZQ-41#	147887	29689		89572	3128	105378		5120			3128	89214	

工区	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
	土方开挖	土方洞挖	石方开挖	土方	石方	土方	石方	水泥土	土方	豆砾石	块石	土渣	石渣
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
ZQ-42#	798592	21584		580080	7984	682447		169469	53324		7984	28707	
ZQ-43#	673482	20239		587883	6286	691627		14238	32383		6286	26918	
合计	20705559	571724	2714106	14936056	61150	17571831	0	1334897	574147	147560	61150	3916453	4152581

表 2.2-37 输水总干线弃渣场特性表

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
DZ-1#	ZGXDZ-1#弃渣场	1899275	5600725	276464	尖藏村东侧约 400m	6.0	DZ-1#隧洞, 代古寺枢纽
DZ-2#	ZGXDZ-2#弃渣场	1875	1422439	103293	力藏村东侧约 500m	18.5	DZ-1#隧洞
DZ-3#	ZGXDZ-3#弃渣场	1875	1491284	105146	上八力村西南侧约 1.3km	12.5	DZ-1#隧洞
DZ-4#	ZGXDZ-4#弃渣场	1875	1174408	92971	碟子沟北侧冲沟内	12.5	DZ-1#隧洞
DZ-5#	ZGXDZ-5#弃渣场	1875	1332893	117594	黄家河东南侧约 1.2km	19.0	DZ-1#隧洞
DZ-6#	ZGXDZ-6#弃渣场	60785	1239053	108900	晋坪村对岸冲沟内	11.0	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞
DZ-7#	ZGXDZ-7#弃渣场	10190	123732	25708	马力村东约 1.3km	3.5	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞
DZ-8#	ZGXDZ-8#弃渣场	3963	144556	48969	余寨村东约 1.1km	5.5	DZ3#隧洞
DZ-9#	ZGXDZ-9#弃渣场	2979	204319	51561	白坊下东约 100m	4.5	DZ3#隧洞
DZ-10#	ZGXDZ-10#弃渣场	2567	251377	33828	罗家沟西南约 500m	3.5	DZ3#隧洞
DZ-11#	ZGXDZ-11#弃渣场	2833	173507	39437	颀门村南侧约 1.4km	3.0	DZ3#隧洞
DZ-12#	ZGXDZ-12#弃渣场	5979	202452	51948	广武村东北约 300m	7.5	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞进口
DZ-13#	ZGXDZ-13#弃渣场	7341	780843	71678	店子村东约 500m	7.0	DZ4#隧洞
DZ-14#	ZGXDZ-14#弃渣场	3537	146336	22919	党口村北约 1.0km	5.0	DZ4#隧洞
DZ-15#	ZGXDZ-15#弃渣场	3338	128534	27760	杨家那坡村东约 30m	3.5	DZ4#隧洞
DZ-16#	ZGXDZ-16#弃渣场	4229	147039	36396	王家沟南侧约 500m	5.5	DZ4#隧洞
DZ-17#	ZGXDZ-17#弃渣场	2340	107670	20702	上贾家沟西南侧约 140m	3.5	DZ4#隧洞
DZ-18#	ZGXDZ-18#弃渣场	52074	150969	35855	下街村东北侧约 600m	6.0	DZ4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞
DZ-19#	ZGXDZ-19#弃渣场	33730	166030	42533	前门下西侧约 400m	3.5	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞
DZ-20#	ZGXDZ-20#弃渣场	4149	197171	40024	温泉沟北侧约 260m	4.0	DZ6#隧洞
DZ-21#	ZGXDZ-21#弃渣场	3817	178672	32740	常家崖湾西侧约 900m	5.5	DZ6#隧洞

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
DZ-22#	ZGXDZ-22#弃渣场	49310	167795	49255	上罗家峡北偏东约 400m	6.0	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞
DZ-23#	ZGXDZ-23#弃渣场	1942	176500	46522	库儿湾南侧约 600m	5.0	DZ7#隧洞
DZ-24#	ZGXDZ-24#弃渣场	1928	125650	32510	梨下湾东南侧约 500m	6.0	DZ7#隧洞
DZ-25#	ZGXDZ-25#弃渣场	2154	201213	30424	小庄村北偏东约 1.2km	4.5	DZ7#隧洞
DZ-26#	ZGXDZ-26#弃渣场	22368	96875	23232	师家山村西偏南约 630m	4.0	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞
	ZGXDZ-27#弃渣场	22041	88982	24017	师家山村西偏北约 630m	4.0	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞
DZ-27#	ZGXDZ-28#弃渣场	34629	58177	32759	唐刘家东南侧冲沟内	2.5	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞
	ZGXDZ-29#弃渣场	34028	48520	36717	唐刘家东北侧冲沟内	2.5	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞
DZ-28#	ZGXDZ-30#弃渣场	68656	106697	22764	龙王庙南侧冲沟内	3.5	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞
DZ-29#	ZGXDZ-31#弃渣场	49091	160786	63494	张家坡沟和朱家沟内	3.5	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞
DZ-30#	ZGXDZ-32#弃渣场	680	70134	21643	员家湾东北侧冲沟内	4.0	DZ11#隧洞
	ZGXDZ-33#弃渣场	1262	126249	26199	张家岔西南侧冲沟内	7.5	DZ11#隧洞
DZ-31#	ZGXDZ-34#弃渣场	15700	191843	35318	王家湾东南冲沟内	5.0	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞
	ZGXDZ-35#弃渣场	25548	0	11243	王家湾东北坡地上	2.5	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞
DZ-32#	ZGXDZ-36#弃渣场	37784	133031	15238	坑草坪东侧坡地上	4.0	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞
	ZGXDZ-37#弃渣场	55868	0	38621	杨李家湾沟	5.0	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞
DZ-33#	ZGXDZ-38#弃渣场	31770	64130	30361	山上湾西侧冲沟内	2.5	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞
DZ-34#	ZGXDZ-39#弃渣场	188161	56395	20053	羊圈沟	3.0	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞
DZ-35#	ZGXDZ-40#弃渣场	102679	0	34888	扁湾沟北侧坡地	1.5	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞
	ZGXDZ-41#弃渣场	25188	173446	64418	店下北侧滩地	0.5	海湾石料场
	ZGXDZ-42#弃渣场	27688	173446	27502	海湾石料场南侧冲沟内	6.8	海湾石料场
	ZGXDZ-43#弃渣场	56235	603924	42017	魏坡村东北侧冲沟	5.0	海湾石料场

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
	ZGXDZ-44#弃渣场	100683	0	12690	店下东侧坡地上	2.0	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞
DZ-36#	ZGXDZ-45#弃渣场	72481	63759	18159	白家湾西侧冲沟内	3.0	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞
DZ-37#	ZGXDZ-46#弃渣场	1942	169232	27320	川子里东侧冲沟内	3.5	DZ17#隧洞
DZ-38#	ZGXDZ-47#弃渣场	20364	29987	20497	庄科湾东侧冲沟内	4.0	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞
	ZGXDZ-48#弃渣场	19640	45462	20510	胡家北侧冲沟内	7.5	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞
	ZGXDZ-49#弃渣场	32116	44240	64859	胡家北侧冲沟内	8.5	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞
DZ-39#	ZGXDZ-50#弃渣场	1942	191030	43946	刘家沟北侧冲沟内	3.5	DZ18#隧洞
DZ-40#	ZGXDZ-51#弃渣场	23453	0	14469	万柳村西侧坡地	3.0	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞
	ZGXDZ-52#弃渣场	25671	185778	36824	万柳村北侧冲沟内	3.0	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞
DZ-41#	ZGXDZ-53#弃渣场	0	34708	40190	郑家山南侧冲沟内	3.0	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸
	ZGXDZ-54#弃渣场	36678	83666	28996	郑家山西侧坡地上	3.5	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸
ZQ-1#	ZQ-1-1#弃渣场	10004	83489	14941	1#隧洞出口东侧	3	1#箱涵, 1#隧洞, 2#箱涵
ZQ-2#	ZQ-1#弃渣场	3454	111991	9325	2#隧洞进口北侧	4	2#隧洞进口
	ZQ-2#弃渣场			29361	2#隧洞进口北侧	7.2	
ZQ-3#	ZQ-3#弃渣场	779	158914	10490	2#隧洞 3#施工竖井东南侧	8.4	2#隧洞 1#施工竖井
	ZQ-4#弃渣场			19474	2#隧洞 3#施工竖井东南侧	3.8	
ZQ-4#	ZQ-5#弃渣场	640	149912	20972	2#隧洞 3#施工竖井东南侧	3	2#隧洞 2#施工竖井
	ZQ-6#弃渣场			24967	2#隧洞 4#施工竖井西侧	5.8	
ZQ-5#	ZQ-7#弃渣场	1088	160812	20972	2#隧洞 4#施工竖井西侧	2.5	2#隧洞 3#施工竖井
	ZQ-8#弃渣场			16478	2#隧洞 4#施工竖井西侧	2.3	
ZQ-6#	ZQ-9#弃渣场	864	182547	15979	2#隧洞 5#施工支洞西侧	3.3	2#隧洞 4#施工竖井
	ZQ-10#弃渣场			17756	2#隧洞 5#施工支洞西侧	5.7	

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
ZQ-7#	ZQ-11#弃渣场	11400	413632	36780	2#隧洞 5#施工支洞西侧	8.6	2#隧洞 5#施工平洞
	ZQ-12#弃渣场			26380	2#隧洞 6#施工竖井南侧	9	
ZQ-8#	ZQ-13#弃渣场	829	109181	12401	2#隧洞 6#施工竖井、保护区外	7.9	2#隧洞 6#施工竖井
	ZQ-14#弃渣场			20857	2#隧洞 6#施工竖井、保护区外	6.8	
ZQ-9#	ZQ-15#弃渣场	4720	972969	54975	2#隧洞 8#施工斜井东侧	7.2	2#隧洞 7#施工平洞
	ZQ-16#弃渣场			39825	2#隧洞 8#施工斜井东侧	7.5	
	ZQ-17#弃渣场			52798	2#隧洞 8#施工斜井东侧	1.9	
ZQ-10#	ZQ-18#弃渣场	1939	83791	5491	2#隧洞 8#施工斜井东侧	2.6	2#隧洞 8#施工斜井
	ZQ-19#弃渣场			3264	2#隧洞 9#施工竖井西南侧	4.6	
	ZQ-20#弃渣场			4196	2#隧洞 9#施工竖井西南侧	5.3	
ZQ-11#	ZQ-21#弃渣场	392	11735	1236	2#隧洞 9#施工竖井西侧	3.2	2#隧洞 9#施工竖井
ZQ-12#	ZQ-22#弃渣场	3454	860856	50686	2#隧洞出口西侧	2.4	2#隧洞出口
	ZQ-23#弃渣场			42648	2#隧洞出口西侧	7.1	
	ZQ-24#弃渣场			79734	2#隧洞出口西北侧	7.2	
ZQ-13#	ZQ-25#弃渣场	0	123188	7653	3#隧洞进口东侧	5.5	3#箱涵, 3#隧洞进口
	ZQ-26#弃渣场			8117	3#隧洞进口东侧	9	
	ZQ-27#弃渣场			9277	3#隧洞进口东侧	9	
ZQ-14#	ZQ-28#弃渣场	3461	115927	8688	3#隧洞 1#施工支洞西侧	3	3#隧洞 1#施工平洞
	ZQ-29#弃渣场			8688	3#隧洞 1#施工支洞西侧	4	
ZQ-15#	ZQ-30#弃渣场	3687	624050	35949	3#隧洞出口西侧	6	3#隧洞出口
	ZQ-31#弃渣场			31374	3#隧洞出口西侧	5	

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
ZQ-16#	ZQ-32#弃渣场	183949	0	27506	4#隧洞进口北侧	5	1#倒虹吸, 4#隧洞进口
	ZQ-33#弃渣场			21159	4#隧洞进口西侧	2	
ZQ-17#	ZQ-34#弃渣场	108902	0	21356	4#隧洞出口西北侧	1.5	4#隧洞出口
ZQ-18#	ZQ-35#弃渣场	81232	0	13407	5#隧洞北侧	1.5	4#箱涵, 5#隧洞, 5#箱涵
ZQ-19#	ZQ-36#弃渣场	258123	0	13156	2#倒虹吸东侧	4.5	2#倒虹吸
	ZQ-37#弃渣场			13289	2#倒虹吸东侧	4	
	ZQ-38#弃渣场			9769	2#倒虹吸东侧	3	
ZQ-20#	ZQ-39#弃渣场	52299	0	7471	3#倒虹吸北侧	5	备用弃渣场
ZQ-21#	ZQ-40#弃渣场	212571	0	17404	2#圆涵东南侧	4	1#圆涵、5#倒虹吸、
	ZQ-41#弃渣场			20519	5#倒虹吸南侧	4	2#圆涵
ZQ-22#	ZQ-42#弃渣场	158702	0	22060	3#圆涵西侧	6	6#倒虹吸、3#圆涵
ZQ-23#	ZQ-43#弃渣场	953254	0	23850	7#倒虹吸东侧	3	7#、8#倒虹吸, 4#、5#圆涵
	ZQ-44#弃渣场			24091	7#倒虹吸东侧	3	
	ZQ-45#弃渣场			25296	7#倒虹吸东侧	3	
	ZQ-46#弃渣场			18648	4#圆涵东侧	3	
	ZQ-47#弃渣场			22423	8#倒虹吸西北侧	3	
ZQ-24#	ZQ-48#弃渣场	614133	0	21341	8#倒虹吸西北侧	3	9#倒虹吸
	ZQ-49#弃渣场			22195	9#倒虹吸东侧	3	9#倒虹吸
	ZQ-50#弃渣场			24103	9#倒虹吸东侧	3	9#倒虹吸、10#倒虹吸
	ZQ-51#弃渣场			23712	10#倒虹吸东侧	3	6#圆涵、10#倒虹吸
ZQ-25#	ZQ-52#弃渣场	492172	0	19953	11#倒虹吸东侧	3	7#圆涵、11#倒虹吸
	ZQ-53#弃渣场			21208	11#倒虹吸北侧	3	11#倒虹吸

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
	ZQ-54#弃渣场			17892	11#倒虹吸东南侧	2	
ZQ-26#	ZQ-XZ55#弃渣场	188780	0	19378	9#圆涵东南侧	1.5	8#圆涵、9#圆涵
	ZQ-XZ61#弃渣场			22742	10#圆涵南侧	2	10#圆涵、13#倒虹吸、11#圆涵
ZQ-27#	ZQ-XZ56#弃渣场	273198	0	7595	12#倒虹吸西北侧	1	12#倒虹吸
	ZQ-XZ57#弃渣场			7595	12#倒虹吸西北侧	1.5	
	ZQ-XZ58#弃渣场			9494	12#倒虹吸东南侧	2	
	ZQ-XZ59#弃渣场			8488	12#倒虹吸东南侧	1	
	ZQ-XZ60#弃渣场			13437	12#倒虹吸东侧	1.5	
ZQ-28#	ZQ-XZ62#弃渣场	388218	0	17987	14#倒虹吸西侧	2	14#倒虹吸
	ZQ-XZ63#弃渣场			16863	14#倒虹吸西北侧	2	
	ZQ-XZ64#弃渣场			12951	14#倒虹吸东西两侧	2	
	ZQ-XZ65#弃渣场			14030	14#倒虹吸北侧	2	
ZQ-29#	ZQ-XZ66#弃渣场	40814	0	2924	15#倒虹吸东侧	2	备用弃渣场
	ZQ-XZ67#弃渣场			3022	8#隧洞西北侧	1.5	
	ZQ-XZ68#弃渣场			2486	5#箱涵西侧	2	
ZQ-30#	ZQ-XZ69#弃渣场	44936	0	8037	10#隧洞西侧	1	10#隧洞进口
ZQ-31#	ZQ-XZ70#弃渣场	44936	0	10716	10#隧洞东侧	2	10#隧洞出口
ZQ-32#	ZQ-XZ71#弃渣场	72194	0	3449	6#箱涵东侧	2	备用弃渣场
	ZQ-XZ72#弃渣场			3104	12#隧洞北侧	1	
	ZQ-XZ73#弃渣场			2586	16#圆涵西北侧	1.5	
	ZQ-XZ74#弃渣场			2621	8#箱涵东南侧	1	
	ZQ-XZ75#弃渣场			2974	17#倒虹吸西侧	1	

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
ZQ-33#	ZQ-XZ76#弃渣场	39654	0	2029	19#圆涵东侧	1.5	备用弃渣场
	ZQ-XZ77#弃渣场			2029	18#倒虹吸东侧	2	
	ZQ-XZ78#弃渣场			2273	20#圆涵东北侧	2	
	ZQ-XZ79#弃渣场			2273	23#圆涵西北侧	2	
ZQ-34#	ZQ-XZ80#弃渣场	329035	0	12936	21#倒虹吸西北侧	1.5	21#、22#隧洞，20#、21#、22#倒虹吸，24#圆涵，10#箱涵
	ZQ-XZ81#弃渣场			13235	9#箱涵西北侧	1.5	
	ZQ-XZ82#弃渣场			14317	23#倒虹吸东侧	2.5	
	ZQ-XZ83#弃渣场			14317	23#倒虹吸西侧	2.5	
ZQ-35#	ZQ-XZ84#弃渣场	30323	0	2710	24#隧洞东侧	1.5	备用弃渣场
	ZQ-XZ85#弃渣场			2898	25#隧洞西北侧	1	
	ZQ-XZ86#弃渣场			0	26#隧洞东侧	1.5	
ZQ-36#	ZQ-XZ86#弃渣场	39331	0	6074	26#隧洞东侧	1.5	26#隧洞，11#箱涵
ZQ-37#	ZQ-XZ87#弃渣场	23750	0	4402	27#隧洞西南侧	4	27#隧洞进口
ZQ-38#	ZQ-XZ88#弃渣场	23750	0	4402	28#隧洞东北侧	2	27#隧洞出口
ZQ-39#	ZQ-XZ89#弃渣场	35514	0	6171	28#隧洞西南侧	2	备用弃渣场
ZQ-40#	ZQ-XZ90#弃渣场	83889	0	12956	30#隧洞东北侧	3	26#圆涵，24#倒虹吸，29#、30#隧洞，12#箱涵
ZQ-41#	ZQ-XZ91#弃渣场	89214	0	8184	30#隧洞西侧	2	27#圆涵，25#、26#倒虹吸，31#、32#隧洞
	ZQ-XZ92#弃渣场			7234	27#圆涵西侧	2	
	ZQ-XZ93#弃渣场			4960	32#隧洞东侧	2	
ZQ-42#	ZQ-XZ94#弃渣场	28707	0	1995	33#隧洞西侧	2	备用弃渣场
	ZQ-XZ95#弃渣场			1995	28#倒虹吸西侧	2.5	

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m³)	石渣量 (m³)	渣场面积 (m²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
ZQ-43#	ZQ-XZ96#弃渣场	26918	0	2058	30#倒虹吸西北侧	4	备用弃渣场
	ZQ-XZ97#弃渣场			2183	37#隧洞西北侧	1.5	
	ZQ-XZ98#弃渣场			1710	37#隧洞东南侧	3	
合计		7201650	23254471	3972883			

(3) 输水干线及分干线工程

干线工程在隧洞工程附近设置 100 个弃渣场；管线建筑物的挖填就地平衡，多余弃料沿管线进行平均摊铺。

天水一干线工程土方开挖总量为 188.08 万 m^3 （自然方），石方明挖总量为 8.80 万 m^3 （自然方），石方洞挖总量为 21.46 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量为 150.73 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 176.15 万 m^3 （自然方），土方弃渣总量为 20.11 万 m^3 （松方），石方弃渣总量为 41.41 万 m^3 （松方）。

天水二干线工程土方开挖总量为 135.09 万 m^3 （自然方），石方明挖总量为 7.04 万 m^3 （自然方），土方洞挖总量为 2.52 万 m^3 （自然方），石方洞挖总量为 10.30 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量为 113.82 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 133.66 万 m^3 （自然方），土方弃渣总量为 7.99 万 m^3 （松方），石方弃渣总量为 23.31 万 m^3 （松方）。

平凉干线工程土方开挖总量为 302.9 万 m^3 （自然方），石方开挖总量为 32.1 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量为 270.85 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 334.50 万 m^3 （自然方），土方弃渣总量为 5.6 万 m^3 （松方），石方弃渣总量为 48.96 万 m^3 （松方）。

庆阳干线工程土方开挖总量为 1114.1 万 m^3 （自然方），石方开挖总量为 20.2 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量为 869.8 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 1109.9 万 m^3 （自然方），土方弃渣量为 62.8 万 m^3 （松方），石方弃渣总量为 30.3 万 m^3 （松方）。

延安干线工程（子午岭前段）前段土方开挖总量为 51.2 万 m^3 （自然方），石方开挖总量为 20.6 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量为 15.7 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 20.1 万 m^3 （自然方），土方弃渣量为 41.5 万 m^3 （松方），石方弃渣总量为 31.4 万 m^3 （松方）。

延安干线工程子午岭后段土石方开挖总量 644.11 万 m^3 （自然方），土石方填筑总量 451.96 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用总量 430.00 万 m^3 （自然方），土石方弃渣总量 214.11 万 m^3 （自然方）。

土石方平衡详见表 2.2-38~表 2.2-41。弃渣场情况见表 2.2-42 和表 2.2-43。

表 2.2-38 输水干线工程天水一干线土石方平衡表

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)		弃渣场 TSGX-
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	
		(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	
TS-1#	TS1#有压埋管 TS00+000~TS07+200	171828	9410		141666	5946	166666		6866	14397	1#弃渣场
TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞 TS07+200~TS10+490.618	83769	5313	1508	69330	1140	81565	1200	2932	8601	2#弃渣场
TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞 TS10+490.618~TS12+157.851	30920	5618	12933	16220		19082		15744	28383	3#弃渣场
TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、WS 段 TS12+157.851~TS18+076、 WS0+000~WS2+667.732	207615	8213	9981	168415		198135		12608	27837	4#弃渣场
TS-5#	TS3#有压埋管 TS18+076~TS29+315	278182	3926		232109		273070		6799	6007	沿管线平铺， 高 0.1m
TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1# 渡槽 TS29+315~TS39+066.303	298501	4632	2348	212106		249536		65124	10679	5#、6#弃渣场
TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5# 无压隧洞 TS39+066.303~TS43+052.014	123475	2078	1164	81997		96467		35920	4960	7#~9#弃渣场
TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞 TS43+052.014~TS44+639	39787	682	485	24400		28706		14738	1786	10#、11#弃渣场
TS-9#	TS6#无压隧洞、甘谷分干、TS3#倒虹吸、 TS7#无压隧洞 TS44+639~TS47+364.180	54621	1161	7948	41055		48300		8406	13936	12#、13#弃渣场

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)			填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)		弃渣场 TSGX-
		土方开挖	石方明挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	
		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	
TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管 TS47+364.180~TS49+772.680	36460	1649	5892	30006	1336	35301	1406	1541	9387	14#弃渣场
TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞 TS49+772.680~TS53+538.243	48038	3244	26486	39675		46676		1812	45488	15#、16#弃渣场
TS-12#	TS8#无压隧洞 TS53+538.243~TS55+038.550	4231	4202	16910	938		1104		4159	32301	17#、18#弃渣场
TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞 TS55+038.550~TS58+566.267	16417	4571	31994	10817		12726		4909	55944	19#、20#、21#弃渣场
TS-14#	TS9#无压隧洞 TS58+566.267~TS60+566.267	4539	3742	36081	2754		3240		1728	60929	22#弃渣场
TS-15#	TS9#无压隧洞 TS60+566.267~TS63+066.267	12837	5385	40128	7242		8520		5740	69635	23#~25#弃渣场
TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管 TS63+066.267~TS73+066	175468	6311	17466	145959	10381	171716	10600	4990	20161	26#弃渣场
TS-17#	TS6#有压埋管、河道交叉段、TS7#有压埋管 TS73+066~TS83+074.275	210800	8912	3305	176213	9872	207309	10080	4643	3269	26#弃渣场
TS-18#	TS7#有压埋管 TS83+074.275~TS87+953.203	83288	8916		69204	8500	81417	8679	2489	363	沿管线平铺，高 0.25m
合 计		1880775	87965	214629	1470106	37175	1729536	31964	201148	414063	

表 2.2-39 输水干线工程天水二干线土石方平衡表

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)				填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)		弃渣场 ZQGX-
		土方开挖	石方明挖	土方洞挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	
		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	
ZH-1#	ZQ 分水口、ZQ1#有压埋管 ZQ00-000~ZQ08+936	199892				169673		199615		368	0	沿管线平铺, 高 0.1m
ZH-2#	ZQ1#有压埋管 ZQ08+936~ZQ18+475	203183				172413		202839		458	0	沿管线平铺, 高 0.1m
ZH-3#	ZQ1#有压埋管 ZQ18+475~ZQ26+432	160878				136628		160739		185	0	沿管线平铺, 高 0.1m
ZH-4#	ZQ1#有压埋管、张清泵站 ZQ26+432~ZQ32+513	168599				132783		156215		16470	0	1#弃渣场
ZH-5#	ZQ2#有压埋管、ZQ1#隧洞 ZQ32+513~ZQ41+054	174372		12231		141245		166170		27176	0	2#弃渣场
ZH-6#	ZQ1#隧洞、ZJ1#有压埋管、 张家川泵站、QS1#有压埋管 ZQ41+054~ZQ44+097.561; ZJ0+000~ZJ8+772.204; QS00+000~QS04+760	297623	25717	12231		254653		299591		13649	39347	3#、4#、5# 弃渣场
ZH-7#	QS1#有压埋管、QS1#隧洞 QS04+760~QS14+481	128482	14980	197	12038	101239	20033	119105	21087	12734	9074	5#弃渣场
ZH-8#	QS1#隧洞、倒虹吸、QS2#隧洞 QS14+481~QS18+843	5766	12592	197	43632	2025		2382		4500	86023	6#弃渣场
ZH-9#	QS2#隧洞、箱涵、QS3#隧洞 QS18+843~QS22+286	10722	11798	254	39479	6961		8189		3368	78454	7#、8#、9# 弃渣场

工区	控制建筑物及其桩号	开挖(自然方)				填筑(压实方)		利用(自然方)		弃渣(松方)		弃渣场 ZQGX-
		土方开挖	石方明挖	土方洞挖	石方洞挖	土方	石渣	土方	石方	土渣	石渣	
		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	
ZH-10#	QS3#隧洞 QS22+286~QS23+371.506	1412	5303	81	7886	549		646		1019	20179	10#弃渣场
合 计		1350929	70390	25191	103035	1118168	20033	1315491	21087	79929	233077	

表 2.2-40 输水干线工程（庄浪~庆阳）土石方平衡表

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
平凉一干线 (华崇灵段)工程	HCLD-1#	1#隧洞 0+000~2+321.67	3189	31086	0	0	0	0	0	0			4241	47561
	HCLD-2#	1#圆形管道, 2#隧洞 2+321.67~5+743.29	57190	38370	43160	172	50776	131	0	1368			8531	58506
	HCLD-3#	2#圆形管道, 3#隧洞 5+743.29~7+423.91	24519	18290	17890	71	21047	54	0	567			4618	27901
	HCLD-4#	3#圆形管道、4#隧洞进口 7+423.91~7+535.44	5332	14063	2460	10	2894	7	0	78			3242	21505
	HCLD-5#	4#隧洞出口 9+387.21	2222	13091	0	0	0	0	0	0			2955	20029
	HCLD-6#	4#圆形管道 9+387.21~20+20+259	307332	96072	243126	968	286031	739	0	7704			28330	145860
平凉一干线 (崇灵段) 工程	CLD-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2# 圆形管道 0+000~1+433	21513	15849	18179	20	21387	15	0	466			167	24226
	CLD-2#	2#隧洞 1+433~4+728	3152	72176	0	0	0	0	0	0			4192	110430
	CLD-3#	3#圆形管道 4+804.55~16+711	265222	2760	249977	276	294090	211	0	6405	28868		0	3901
华亭分干线 工程	HTFG-1#	1#圆形管道 0+000~ 9+763	195898	4412	190462	0	224073	0	0	5317	28175		0	6750
崇信分干线 工程	CXFG-1#	圆形管道 0+000~3+061	80163	11574	77020	0	90612	0	0	1522	10449		0	17708

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
灵台分干线工程	LTFG-1#	圆形管道 0+000~9+000	136171	539	128248	0	150880	0	18621	402	33330		0	824
	LTFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	136171	539	128248	0	150880	0	18621	402	33330		0	824
	LTFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	136171	539	128248	0	150880	0	18621	402	33330		0	824
	LTFG-4#	圆形管道 27+000~36+000	136171	539	128248	0	150880	0	18621	402	33330		0	824
	LTFG-5#	圆形管道 36+000~45+000	136171	539	128248	0	150880	0	18621	402	33330		0	824
	LTFG-6#	圆形管道 45+000~53+069	122085	483	114981	0	135272	0	16695	360	29883		0	739
平凉二干线工程	PLEG-1#	圆形管道 0+000~6+095	262706	0	223266	0	262666	0	13849	0	13809		0	0
泾川分干线工程	JCFG-1#	圆形管道 0+000~9+000	154788	678	137511	0	161777	0	5418	5626	12407		0	1038
	JCFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	154788	678	137511	0	161777	0	5418	5626	12407		0	1038
	JCFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	154788	678	137511	0	161777	0	5418	5626	12407		0	1038
	JCFG-4#	圆形管道 27+000~37+000	171987	754	152790	0	179753	0	6020	6251	13785		0	1153
	JCFG-5#	圆形管道 37+000~47+000	171987	754	152790	0	179753	0	6020	6251	13785		0	1153
	JCFG-6#	圆形管道 47+000~57+560	181618	796	161346	0	189819	0	6357	6601	14557		0	1218

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
镇原干线工程	ZYFG-1#	圆形管道 0+000~4+152	161544	0	126868	0	149256	0	15366	0	3079		0	0
庆阳一干线 (庆阳段) 工程	QYD-1#	圆形管道 0+000~9+000	846296	0	613631	964	721919	736	77420	0		736	62453	0
	QYD-2#	圆形管道 9+000~18+000	846296	0	613631	964	721919	736	77420	0		736	62453	0
	QYD-3#	圆形管道 18+000~ 27+000	846296	0	613631	964	721919	736	77420	0		736	62453	0
	QYD-4#	圆形管道 27+000~ 36+432	886919	0	643086	1011	756571	772	81136	0		772	65450	0
西峰分干线工程	XFFG-1#	圆形管道 0+000~0+710	12960	0	9794	0	11522	0	6352	0	4914		0	0
庆阳一干线 (庆阳南 段)工程	QYND-1#	圆形管道 0+000~8+000	520265	0	446860	169	525718	129	30170	0	35623	129	0	0
	QYND-2#	圆形管道 8+000~16+000	520265	0	446860	169	525718	129	30170	0	35623	129	0	0
	QYND-3#	圆形管道 16+00~23+385	480270	0	412508	156	485303	119	27851	0	32884	119	0	0
合水分干线工程	HSFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	237804	0	219427	758	258149	579	13096	289	33441	579	0	0
	HSFG-2#	圆形管道 10+000~ 20+000	237804	0	219427	758	258149	579	13096	289	33441	579	0	0
	HSFG-3#	圆形管道 20+000~ 30+000	237804	0	219427	758	258149	579	13096	289	33441	579	0	0
	HSFG-4#	圆形管道 30+000~ 39+838	233952	0	215872	746	253967	569	12884	284	32899	569	0	0
	NZD-1#	圆形管道 0+000~9+000	291193	1103	216720	0	254965	0	26719	0			12646	1688
	NZD-2#	圆形管道 9+000~18+000	291193	1103	216720	0	254965	0	26719	0			12646	1688

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
庆阳一干线 (宁正段) 工程	NZD-3#	圆形管道 18+000~ 27+591	310314	1176	230951	0	271707	0	28474	0			13477	1799
宁县分干线 工程	NXFG-1#	圆形管道 0+000~8+000	453906	982	296316	0	348607	0	132241	0	26942		0	1502
	NXFG-2#	圆形管道 8+000~15+918	449254	972	293279	0	345034	0	130885	0	26666		0	1487
正宁分干线 工程	ZNFG-1#	圆形管道 0+000~9+500	222213	0	181097	0	213055	0	15380	0	6222		0	0
	ZNFG-2#	圆形管道 9+500~19+000	222213	0	181097	0	213055	0	15380	0	6222		0	0
	ZNFG-3#	圆形管道 19+000~ 29+000	233909	0	190628	0	224269	0	16190	0	6549		0	0
	ZNFG-4#	圆形管道 29+000~ 39+000	233909	0	190628	0	224269	0	16190	0	6549		0	0
	ZNFG-5#	圆形管道 39+000~ 49+000	233909	0	190628	0	224269	0	16190	0	6549		0	0
	ZNFG-6#	圆形管道 49+000~ 58+598	224506	0	182965	0	215253	0	15539	0	6286		0	0
庆阳二干线 工程	QCFG-1#	圆形管道 0+000~2+897	207259	8128	27001	680	31766	519	6540	164			224708	11641
庆城分干线 工程		圆形管道 0+000~8+000	175993	12149	135500	645	159411	492	9335	13063			9638	17836
	QCFG-2#	圆形管道 8+000~16+877	195286	13481	150354	715	176887	546	10358	14495			10695	19791
环县分干线 工程	HXFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	277084	7703	243731	589	286743	450	12286	242	21945		0	11097
	HXFG-2#	圆形管道 10+000~ 20+000	277084	7703	243731	589	286743	450	12286	242	21945		0	11097

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
	HXFG-3#	圆形管道 20+000~30+000	277084	7703	243731	589	286743	450	12286	242	21945		0	11097
	HXFG-4#	圆形管道 30+000~39+906	274479	7630	241440	583	284047	445	12171	240	21739		0	10993
华池干线工程	HCFG-1#	圆形管道、隧洞 0+000~8+141	139982	131722	154348	285	181586	218	4787	4852	46392		0	201202
延安干线	YAG-1#	1#倒虹吸、1#隧洞进口 0+000~2+307	87549	19174	53588	0	63045	0	6449	0			24013	29336
	YAG-2#	1#隧洞出口 5+671	3979	15868	0	0	0	0	0	0			5293	24278
	YAG-3#	2#倒虹吸、2#隧洞 5+671~7+235	69700	24551	15155	0	17830	0	1365	0			67172	37562
	YAG-4#	3#倒虹吸、3#隧洞 7+235~8+615	67114	11928	14727	0	17326	0	1379	0			64384	18250
	YAG-5#	4#倒虹吸、4#隧洞 8+615~10+370	37064	14332	13552	0	15944	0	1241	0			26439	21928
	YAG-6#	5#倒虹吸、5#隧洞 10+370~12+415	67974	30474	12725	0	14971	0	1141	0			68976	46626
	YAG-7#	6#倒虹吸、6#隧洞进口 12+415~12+890	50953	18494	14662	0	17250	0	1387	0			42981	28296
	YAG-8#	6#隧洞出口 16+135	2399	15308	0	0	0	0	0	0			3191	23421
	YAG-9#	1#暗涵、7#隧洞 16+135~16+690	5878	4953	730	0	859	0	90	0			6556	7579

建筑物	工区	建筑物/桩号	开挖(自然方)		填筑(压实方)		利用(自然方)			料场(自然方)			弃渣(松方)	
			土方开挖	石方开挖	土方	石渣	土方	石方	土料	砂	土方	块石	土渣	石渣
			(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
	YAG-10#	1#渡槽、8#隧洞 16+690~17+565	2926	12612	0	105	0	81	0	0			3891	19174
	YAG-11#	7#倒虹吸、9#隧洞、8#倒 虹吸、2#暗涵 17+565~19+347	108923	14024	30191	0	35518	0	2934	0			93726	21457
合计			14682628	728414	11549353	14019	13587474	10702	1045987	76670	776692	5848	1098393	1107048

表 2.2-41 输水干线工程延安干线（子午岭后段）土石方平衡表

序号	建筑物		开挖（自然方）			回填（压实方）			利用（自然方）			弃渣量 （自然方）	借料 （自然方）
			砂砾石开挖	土方开挖	岩石开挖	土方回填	砂砾石（土夹石）回填	石方回填	砂砾石利用量	土方利用量	石方利用量		
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)		
延安干线延安段													
1	1#无压隧洞	隧洞进口		6741	21478							28220	
2		1#支洞		5460	57531							62991	
3		2#支洞		2585	62674							65259	
4		3#支洞		5410	73509							78919	
5		4#支洞		5981	60583							66564	
6		5#支洞		4822	58170							62992	
7		6#支洞		14645	56370							71015	
8		隧洞出口		3630	21264						11768	13125	
9	2#无压隧洞、1#涵洞、高台退水		2194	25560	13584		18578	24787	2194	18918		20227	
10	1#有压埋管、高台进水池、吴起分水口		588359	386571	26496	960805			588359	386571		26496	155429
合计			590553	460276	434092	960805	18578	24787	590553	405489	17334	471545	155429
吴起分干线													
1	1#有压埋管		350816	201668	227707	18335	710120		350816	201668		227707	276041
2	1#无压隧洞、金佛坪出水池			33276		550				647		32628	
合计			350816	234943	227707	18885	710120	0	350816	202315	0	260335	276041

序号	建筑物		开挖（自然方）			回填（压实方）			利用（自然方）			弃渣量 （自然方）	借料 （自然方）
			砂砾石开挖	土方开挖	岩石开挖	土方回填	砂砾石（土夹石）回填	石方回填	砂砾石利用量	土方利用量	石方利用量		
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)		
延安干线志安段													
1	2#有压埋管		49271	29003	13781	87291			49271	29003		13781	24421
2	1#穿管隧洞	隧洞进口		2848	39967							42815	
3		隧洞出口		2848	39967							42815	
4	3#有压埋管、李台子出水池		125826	74217	35193	223488			125826	74217		35193	62883
5	3#无压隧洞	隧洞进口		3550	21750							25301	
6		1#支洞		4550	59827							64377	
7		2#支洞		1404	52072							53476	
8		3#支洞		2335	54546							56881	
9		隧洞出口		1912	18025							19937	
10	麻子沟倒虹吸及退水			54150	16396	6950				8176		62370	
11	4#无压隧洞	隧洞进口		3254	14943							18197	
12		1#支洞		3345	42478					3345	6029	36448	
13		隧洞出口、2#涵洞		1837	14879			45855		1837	14879	0	
14	5#无压隧洞	隧洞进口、2#涵洞		3812	6071					3812	6071	0	
15		隧洞出口、2#涵洞		3812	6071					3812	6071	0	
16	朱家沟倒虹、退水、3#涵洞		4480	168850	16990		11940	148010	4480	136482		49358	
17	6#无压隧洞、3#涵洞			8294	1526					8294	1526	0	
18	7#无压隧洞	隧洞进口、3#涵洞		3865	6932					3865	6932	0	
19		隧洞出口、4#涵洞		3865	6932			19080		3865	3507	3426	

序号	建筑物		开挖（自然方）			回填（压实方）			利用（自然方）			弃渣量 （自然方）	借料 （自然方）
			砂砾石开挖	土方开挖	岩石开挖	土方回填	砂砾石（土夹石）回填	石方回填	砂砾石利用量	土方利用量	石方利用量		
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)		
20	8#无压隧洞、4#涵洞			10183	1526					10183	1526	0	
21	背梁沟倒虹吸			32160	3630		17360			19727		16063	
22	9#隧洞			10609	1526							12135	
23	4#有压埋管、窦家沟进水池、志丹分水口		52450	32911	14670	100667			52450	32911		14670	33070
合计			220899	442879	459597	398803	27893	202730	220899	324018	43918	534539	114772
延安干线安宝段													
1	5#有压埋管、后山窑子出水池		27193	47843	18410	1968	78100		27193	47843		18410	16030
2	10#无压隧洞	隧洞进口		1706	6966							8671	
3		1#支洞		2867	32744							35611	
4		2#支洞		1927	54552							56479	
5		3#支洞		3934	71142							75076	
6		4#支洞		2867	76932							79799	
7		隧洞出口、5#箱涵		918	34298			5760			5760	29457	
8	11#无压隧洞	隧洞进口		1312	8590							9902	
9		隧洞出口、范台退水	1162	12106	8590		9835		1162	10014		10682	
10	6#有压埋管、范台进水池、槐树庄调压池、		120448	221854	81548	13121	345942		120448	221854		81548	66249
11	7#有压埋管、安塞及宝塔分水口、过路交叉建筑物		91568	164155	61874	8200	262479		91568	164155		61874	52195
合计			228866	440455	434651	22476	663133	5483	228866	423131	3835	448140	128006

序号	建筑物		开挖（自然方）			回填（压实方）			利用（自然方）			弃渣量 （自然方）	借料 （自然方）
			砂砾石开挖	土方开挖	岩石开挖	土方回填	砂砾石（土夹石）回填	石方回填	砂砾石利用量	土方利用量	石方利用量		
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)		
志丹分干线													
1	1#有压埋管、顶管、过路交叉建筑物		155430	378787	5434	12324	470996		155430	378787		5434	15504
合计			155430	378787	5434	12324	470996		155430	378787		5434	15504
安塞分干线													
1	1#有压埋管、北林沟出水池		3170	25217	13531	2926	34033		3170	25217		13531	13729
2	1#无压隧洞	隧洞进口		5023	20706							25728	
3		隧洞出口		5023	20706							25728	
4	2#有压埋管、周家砭进水池、李塌出水池		20306	160716	86674	15113	218563		20306	160716		86674	85125
5	2#无压隧洞	隧洞进口		529	21768							22297	
		隧洞出口		556	21768							22324	
合计			23477	197063	185152	18040	252596	0	23477	185933	0	196283	98854
宝塔分干线													
1	1#有压埋管、温家沟出水池		356996	274321	88874	32298	572288		356996	274321		88874	57008
2	1#无压隧洞			8312	2070							10382	
3	庄子沟倒虹吸			29141	12492	5148				6056		35576	
4	2#无压隧洞	隧洞进口		1969	6802							8770	
5		隧洞出口、1#涵洞		1969	6802			22110		1969	6802	0	
6	3#无压隧洞	隧洞进口、1#涵洞		1969	11372					1969	11372	0	
7		隧洞出口		1969	8312							10280	
8	刘家河倒虹吸及退水			17752	6246	2677				3149		20848	

序号	建筑物		开挖（自然方）			回填（压实方）			利用（自然方）			弃渣量 （自然方）	借料 （自然方）
			砂砾石开挖	土方开挖	岩石开挖	土方回填	砂砾石（土夹石）回填	石方回填	砂砾石利用量	土方利用量	石方利用量		
			(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
9	4#无压隧洞	隧洞进口		2508	20547							23055	
10		隧洞出口、万庄退水	968	11503	20547		8196		968	8345		23704	
11	2#有压埋管、万庄进水池		46458	42958	11566	10196	74476		46458	42958		11566	7211
合计			396922	383874	189203	48279	642590	21050	396922	330904	17375	224798	62936

表 2.2-42 输水干线工程（代古寺~庄浪）弃渣场特性表

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
TS-1#	TSGX-1#弃渣场	6866	14397	7796	车家川村东北侧	1.5	TS1#有压埋管
TS-2#	TSGX-2#弃渣场	2932	8601	15407	1#无压隧洞北侧	1.5	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞
TS-3#	TSGX-3#弃渣场	15744	28383	19792	2#无压隧洞南侧	1.7	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞
TS-4#	TSGX-4#弃渣场	12608	27837	11647	老庄村北侧	2.6	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、武山段
TS-6#	TSGX-5#弃渣场	65124	10679	22881	窖坡上东北侧	3	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽、TS4#无压隧洞
	TSGX-6#弃渣场				3#无压隧洞进口南侧	0.7	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽、TS4#无压隧洞
TS-7#	TSGX-7#弃渣场	35920	4960	33421	3#无压隧洞出口北侧	0.7	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞
	TSGX-8#弃渣场				3#无压隧洞出口南侧	0.7	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞
	TSGX-9#弃渣场				4#无压隧洞南侧	1.7	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞
TS-8#	TSGX-10#弃渣场	14738	1786	7066	田家庄北侧	1	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞
	TSGX-11#弃渣场				田家庄北侧	1.5	
TS-9#	TSGX-12#弃渣场	8406	13936	19798	湫沟寺北侧	2	TS6#无压隧洞、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞
	TSGX-13#弃渣场				秦家坪北侧	2	TS6#无压隧洞、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞
TS-10#	TSGX-14#弃渣场	1541	9387	4910	李家窑东南侧	2	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管
TS-11#	TSGX-15#弃渣场	1812	45488	21201	张家崖东北侧	2.2	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞
	TSGX-16#弃渣场				刘家塆杆北侧	4	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞
TS-12#	TSGX-17#弃渣场	4159	32301	30075	上马务沟村东北侧	3.5	TS8#无压隧洞
	TSGX-18#弃渣场				上马务沟村东北侧	3.5	TS8#无压隧洞
TS-13#	TSGX-19#弃渣场	4909	55944	27234	上马务沟村南侧	0.8	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞
	TSGX-20#弃渣场				上马务沟村南侧	1	
	TSGX-21#弃渣场				上马务沟村南侧	1.5	

工区	渣场编号	弃渣场					渣料来源
		土渣量 (m ³)	石渣量 (m ³)	渣场面积 (m ²)	渣场位置	运距 (km)	(建筑物名称)
TS-14#	TSGX-22#弃渣场	1728	60929	41723	宋家庄村北侧	4	TS9#无压隧洞
TS-15#	TSGX-23#弃渣场	5740	69635	38372	马家河沟村东侧	1.5	TS9#无压隧洞
	TSGX-24#弃渣场				马家河沟村东侧	2	
	TSGX-25#弃渣场				马家河沟村西南侧	3.2	
TS-16#	TSGX-26#弃渣场	4990	20161	8955		4	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管
TS-17#	TSGX-26#弃渣场	4643	3269			2.5	TS6#有压埋管、TS1#洞穿管、TS7#有压埋管
ZH-4#	ZQGX-1#弃渣场	16470	0	7500	张清泵站北侧	0.5	ZH1#有压埋管、张清泵站
ZH-5#	ZQGX-2#弃渣场	27176	0	13600	杨沟村西侧河沟内	2	ZH2#有压埋管、ZH1#隧洞
ZH-6#	ZQGX-3#弃渣场	13649	39347	16200	蒲家庄北侧冲沟内	2	ZH1#隧洞、ZH3#有压埋管，张家川段
	ZQGX-4#弃渣场				张家川泵站东南侧	0.5	ZH1#隧洞、ZH3#有压埋管，张家川段
ZH-7#	ZQGX-5#弃渣场	12734	9047	11600	蒲魏村西侧山体冲沟内	2.2	QS1#有压埋管、ZH2#隧洞
ZH-8#	ZQGX-6#弃渣场	4500	86023	18500	蒲魏村东北侧冲沟内	2.7	ZH2#隧洞、倒虹吸、ZH3#隧洞
ZH-9#	ZQGX-7#弃渣场	3368	78454	37500	杨家山庄西南侧冲沟内	3.5	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞
	ZQGX-8#弃渣场				杨家山庄西南侧冲沟内	4	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞
	ZQGX-9#弃渣场				2#隧洞出口北侧冲沟内	3.5	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞
ZH-10#	ZQGX-10#弃渣场	1019	20179	7900	3#隧洞出口南侧冲沟内	1.5	ZH4#隧洞

表 2.2-43 输水干线工程（庄浪~庆阳段）弃渣场特性表

干线名称	工区	建筑物	弃渣场						渣料来源
			渣场编号	土渣 (m³)	石渣 (m³)	渣场面积(m²)	渣场位置	运距 (km)	建筑物名称
平凉一干线 (华崇灵段)	HCLD-1#	1#隧洞	HCLD-1#渣场	4241	47561	7201	1#隧洞东侧	2.5	1#隧洞
	HCLD-2#	1#圆形管道, 2#隧洞	HCLD-2#渣场	8531	58506	10353	1#圆形管道北侧	1.5	2#隧洞
	HCLD-3#	2#圆形管道, 3#隧洞	HCLD-3#渣场	4618	27901	6457	2#圆形管道东北侧	3	3#隧洞
	HCLD-4#	3#圆形管道、4#隧洞进口	HCLD-4#渣场	3242	21505	4300	4#隧洞出口西南侧	4	4#隧洞
	HCLD-5#	4#隧洞出口		2955	20029	3993			
华亭分干线	HTFG-1#	1#圆形管道	HTFG-1#渣场		6750	1564	华亭干线中段西北侧	3	华亭分干线
平凉一干线 (崇灵段)	CLD-1#	1#圆形管道、1#隧洞、 2#圆形管道	CLD-1#渣场	167	24226	4521	2#圆形管道北侧	2.5	1#隧洞
	CLD-2#	2#隧洞	CLD-2#渣场	4192	110430	17703	3#圆形管道南侧	6	2#隧洞
崇信分干线	CXFG-1#	圆形管道	CXFG-1#渣场		17708	410	崇信干线中段北侧	1.5	崇信分干线
华池干线	HCFG-1#	圆形管道	HCFG-1#渣场	0	201202	15981	桩号 4+100m 处的西侧 的沟道	6.1	华池干线隧洞
			HCFG-2#渣场				桩号 6+500m 处的西侧 的沟道	1.5	华池干线隧洞
庆阳二干线	QCFG-1#	圆形管道	QHG-1#渣场	224708	11641	36503	桩号+500m 处的东侧的 沟道	1.2	庆阳二干线
庆城分干线		圆形管道	QCFG-1#渣场	9638	17836	4774	念家湾西南侧沟道	4.1	庆城分干线
		QCFG-2#	圆形管道	QCFG-2#渣场	10695	19791	5297	西沟门沟口右岸沟道	
环县分干线	HXFG-1#	圆形管道	HXFG-1#渣场		11097	2057	安咀子东北侧沟道	5.7	环县分干线
	HXFG-2#	圆形管道	HXFG-2#渣场		11097	2057	黄道咀嘴沟道	6.2	

干线名称	工区	建筑物	弃渣场						渣料来源
			渣场编号	土渣 (m ³)	石渣 (m ³)	渣场面积(m ²)	渣场位置	运距 (km)	建筑物名称
	HXFG-3#	圆形管道	HXFG-3#渣场		11097	2057	杨旗村北侧沟道	5.9	
	HXFG-4#	圆形管道	HXFG-4#渣场		10993	2183	吴家墩对岸河滩	5.2	
庆阳一干线 (宁正段)	NZD-1#	圆形管道	NZD-1#渣场	12646	1688	4435	砚瓦川沟口河滩	6	庆阳一干线(宁正段)、宁县分干线
	NZD-2#	圆形管道							
	NZD-3#	圆形管道							
宁县分干线	NXFG-1#	圆形管道							
	NXFG-2#	圆形管道							
延安干线	YAG-1#	1#倒虹吸、1#隧洞进口	YAG-1#渣场	24013	29336	8240	1#隧洞西北侧	6.5	1#倒虹吸、1#隧洞进口
	YAG-2#	1#隧洞出口		5293	24278	4567		1.2	1#隧洞出口
	YAG-3#	2#倒虹吸、2#隧洞	YAG-2#弃渣场	67172	37562	11199	2#隧洞进口东南侧沟道	2.1	2#倒虹吸、2#隧洞
	YAG-4#	3#倒虹吸、3#隧洞	YAG-3#弃渣场	64384	18250	12762	3#隧洞进口西北侧沟道	1.8	3#倒虹吸、3#隧洞
	YAG-5#	4#倒虹吸、4#隧洞	YAG-4#弃渣场	26439	21928	9604	4#隧洞进口西北侧沟道	1.7	4#倒虹吸、4#隧洞
	YAG-6#	5#倒虹吸、5#隧洞	YAG-5#弃渣场	68976	46626	20086	4#隧洞出口西侧沟道	2.3	5#倒虹吸、5#隧洞
	YAG-7#	6#倒虹吸、6#隧洞进口	YAG-6#弃渣场	42981	28296	11008	5#隧洞出口南侧沟道	1.9	6#倒虹吸、6#隧洞进口
	YAG-8#	6#隧洞出口	YAG-7#弃渣场	3191	23421	4932	7#隧洞进口东北侧沟道	0.9	6#隧洞出口
	YAG-9#	1#暗涵、7#隧洞	YAG-8#弃渣场	6556	7579	2807	7#隧洞出口东北侧沟道	1.9	1#暗涵、7#隧洞
	YAG-10#	1#渡槽、8#隧洞	YAG-9#弃渣场	3891	19174	4008	8#隧洞出口西侧沟道	1.2	1#渡槽、8#隧洞
	YAG-11#	7#倒虹吸、9#隧洞、8#倒虹吸、2#暗涵		93726	21457	26684		2.6	7#倒虹吸、9#隧洞、8#倒虹吸、2#暗涵
合计				692255	908964	247742			

2.2.12.10 施工临时占地**(1) 水源枢纽工程临时占地**

水源工程施工临时占地共 122.73hm²。

表 2.2-44 代古寺施工临时占地表

水源枢纽	占地面积	备注
	m ²	
混凝土系统	25000	
辅助企业区	96000	
施工生活区	22000	
仓库	12000	
料场	173017	
道路永久占地	163131	
道路临时占地	361250	
料场剥离料临时堆存场	98447	
弃渣场	276464	沟道型，与 ZGX-1#渣场共用
合计	1227309	

(2) 输水总干线临时占地

输水总干线工程施工临时占地 2718.28hm²。

其中：施工生产生活区占地面积为 116.94hm²，永临结合道路占地 481.68hm²，施工临时道路占地 696.05hm²，料场占地面积为 88.72hm²，弃渣场占地面积为 368.70hm²，管线施工临时占地面积为 934.60hm²，总干线洞口占地面积为 31.60hm²。

表 2.2-45 输水总干线工程施工临时占地汇总表

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	各类 仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
DZ-1#	DZ1#隧洞 DZ0+000~DZ16+775	5000	31000	800	0	83750		12000			132550
DZ-2#	DZ1#隧洞 DZ16+775~DZ37+441	5000	87000	800	0	211250		10000	78000	103293	495343
DZ-3#	DZ1#隧洞 DZ37+441~DZ50+927	5000	31000	800	0	97500		10000		105146	249446
DZ-4#	DZ1#隧洞 DZ50+927~DZ67+193	5000	32000	800	4845	39000		10000		92971	184616
DZ-5#	DZ1#隧洞 DZ67+193~DZ83+435	5000	32000	800	0	258750		10000		117594	424144
DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞 DZ83+435~DZ100+896.5	5000	32000	800	20348	81250	56550	14000		108900	318848
DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞 DZ100+896.5~DZ103+303	1500	6500	500	15873	44750	14718	4000		25708	113549
DZ-8#	DZ3#隧洞 DZ103+303~DZ106+037	800	5000	300	0	147500		2000		48969	204569
DZ-9#	DZ3#隧洞 DZ106+037~DZ109+752	800	5000	300	0	118250		2000		51561	177911
DZ-10-1#	DZ3#隧洞 DZ109+752~DZ114+172	800	5000	300	0	152500		2000		33828	194428
DZ-11-1#	DZ3#隧洞 DZ114+172~DZ117+553	800	5000	300	0	95000		2000		39437	142537
DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞进口 DZ117+553~DZ126+500	1500	6500	500	125195	50500	36505	4000		51948	276648
DZ-13#	DZ-4#隧洞 DZ126+500~DZ134+435	5000	32000	800	0	60000		10000		71678	179478
DZ-14#	DZ-4#隧洞 DZ134+435~DZ136+892	800	5000	300	0	63500		2000		22919	94519
DZ-15#	DZ-4#隧洞 DZ136+892~DZ139+910	800	5000	300	0	64500		2000		27760	100360
DZ-16#	DZ-4#隧洞 DZ139+910~DZ143+212	800	5000	300	0	138750		2000		36396	183246
DZ-17#	DZ-4#隧洞 DZ143+212~DZ145+615	800	5000	300	0	87500		2000		20702	116302
DZ-18#	DZ-4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞 DZ145+615~DZ150+286	1500	6500	500	51149	97500	137721	4000		35855	334725

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	各类 仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
DZ-19#	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞 DZ150+286~DZ154+800	1500	6500	500	322744	65000	32133	4000		42533	474910
DZ-20#	DZ6#隧洞 DZ154+800~DZ158+350	800	5000	300	0	110000		2000		40024	158124
DZ-21#	DZ6#隧洞 DZ158+350~DZ161+830	800	5000	300	0	196250		2000		32740	237090
DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞 DZ161+830~DZ166+945	1500	6500	500	174765	173750	127551	4000		49255	537821
DZ-23#	DZ7#隧洞 DZ166+945~DZ170+910	800	5000	300	0	268500		2000		46522	323122
DZ-24#	DZ7#隧洞 DZ170+910~DZ174+820	800	5000	300	0	162500		2000		32510	203110
DZ-25#	DZ7#隧洞 DZ174+820~DZ179+480	800	5000	300	0	162500		2000		30424	201024
DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞 DZ179+480~DZ183+835	1500	6500	500	483975	52000		4000		47249	595724
DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞 DZ183+835~DZ186+995	1500	6500	500	49191	32500	24560	4000		69476	188227
DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞 DZ186+995~DZ190+275	1500	6500	500	237139	16250	79340	4000		22764	367993
DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞 DZ190+275~DZ193+560	1500	6500	500	120737	65000		4000		63494	261731
DZ-30#	DZ11#隧洞 DZ193+560~DZ197+607	800	5000	300	0	361250		2000		47841	417191
DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞 DZ197+607~DZ201+590	1500	6500	500	142929	87500	24919	4000		46561	314409
DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞 DZ201+590~DZ205+545	1500	6500	500	129226	43750	23475	4000		53859	262810
DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞 DZ205+545~DZ207+9508	1500	6500	500	218201	48750	10957	4000		30361	320769

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	各类 仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞 DZ207+950~DZ210+570	1500	6500	500	259726	196250	60771	4000		20053	549300
DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞 DZ210+570~DZ215+625	1500	71500	500	21417	48750	377738	4000	110006	181515	816926
DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞 DZ215+625~DZ219+750	1500	6500	500	19441	412500	170859	4000		18159	633459
DZ-37#	DZ17#隧洞 DZ219+750~DZ223+030	800	5000	300	0	357500		2000		27320	392920
DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞 DZ223+030~DZ226+750	1500	6500	500	313960	146250	92407	4000		105865	670982
DZ-39#	DZ18#隧洞 DZ226+750~DZ230+025	1500	6500	500	0	503750		2000		43946	558196
DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞 DZ230+025~DZ234+885	1500	6500	500	352287	16250	30311	4000		51293	462641
DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸、DZ3#箱涵 DZ234+538~DZ239+732.039	1500	6500	500	93815	76250	229129	2000		69186	478880
ZQ-1#	1#箱涵, 1#隧洞, 2#箱涵	800	6000	300	4000	29300	9931	2000	0	14941	67272
ZQ-2#	2#隧洞进口	800	4000	300	22500	107200		2000	0	38686	175486
ZQ-3#	2#隧洞 1#施工竖井	800	4000	300	7800	69500		2000	0	29964	114364
ZQ-4#	2#隧洞 2#施工竖井	800	4000	300	13500	81800		2000	0	45939	148339
ZQ-5#	2#隧洞 3#施工竖井	800	4000	300	6500	69000		2000	0	37450	120050
ZQ-6#	2#隧洞 4#施工竖井	800	4000	300	11700	86000		2000	0	33735	138535
ZQ-7#	2#隧洞 5#施工平洞	800	14000	300	4500	89200		2000	68703	63160	242663
ZQ-8#	2#隧洞 6#施工竖井	800	14000	300	6500	58500		2000	67311	33258	182669
ZQ-9#	2#隧洞 7#施工平洞	5000	53000	800	11900	78400		10000	95905	147598	402603
ZQ-10#	2#隧洞 8#施工斜井	800	4000	300	15600	99200		2000	0	12951	134851

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	各类 仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
ZQ-11#	2#隧洞 9#施工竖井	800	4000	300	9900	43500		2000	0	1236	61736
ZQ-12#	2#隧洞出口	5000	42000	800	6500	113600		10000	24879	173069	375848
ZQ-13#	3#箱涵, 3#隧洞进口	800	10000	300	33000	38000	38288	2000	58107	25048	205543
ZQ-14#	3#隧洞 1#施工平洞	800	9000	300	32500	92000		2000	122953	17377	276930
ZQ-15#	3#隧洞出口	5000	43000	800	40400	51000		10000	22241	67323	239764
ZQ-16#	1#倒虹吸, 4#隧洞进口	1500	10000	500	24000	34000	35276	2000	22241	48665	178182
ZQ-17#	4#隧洞出口	1500	10000	500	35500	26000		2000	13024	21356	109880
ZQ-18#	4#箱涵, 5#隧洞, 5#箱涵	1500	10000	500	26000	41000	100821	2000	13024	13407	208252
ZQ-19#	2#倒虹吸	1500	4000	300	0	59250	565650		13024	36213	679937
ZQ-20#	3#、4#倒虹吸	800	7500	300	27000	32900	375971		10060	7471	462002
ZQ-21#	1#、2#圆涵, 5#倒虹吸	800	5000	300	13500	41900	457218		10060	37923	566701
ZQ-22#	6#倒虹吸, 3#圆涵	800	5000	300	18000	39250	519464		0	22060	604874
ZQ-23#	7#、8#倒虹吸, 4#、5#圆涵	800	5000	300	13500	53800	520108		0	114310	707818
ZQ-24#	6#圆涵, 9#、10#倒虹吸	800	5000	300	13500	68100	719408		0	91351	898459
ZQ-25#	7#圆涵, 11#倒虹吸	800	5000	300	9000	78950	559296		0	59053	712399
ZQ-26#	8#、9#、10#、11#圆涵, 13#倒虹吸	800	5000	300	18000	69000	417494		0	42119	552713
ZQ-27#	12 倒虹吸	1500	4000	300	18000	102000	706207		0	46609	878616
ZQ-28#	14#倒虹吸	1500	4000	300	18000	79500	781002		0	61832	946134
ZQ-29#	15#倒虹吸, 12#、13#、14#圆涵, 6#、7#、8#、 9#隧洞, 6#箱涵	3200	17000	1200	105000	89500	108341	10000	0	8431	342672
ZQ-30#	10#隧洞进口	800	4000	300	15500	30000		2000	0	8037	60637
ZQ-31#	10#隧洞出口	800	4000	300	22000	47000		2000	0	10716	86816

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	各类 仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
ZQ-32#	7#、8#、9#箱涵, 11#、12#、13#、14#、15#、 16#、17#隧洞, 15#、16#、17#、18#圆涵, 16#倒 虹吸	3200	19000	1200	122500	113500	301692	14000	103251	14734	693077
ZQ-33#	18#、19#、20#隧洞, 18#、19#倒虹吸, 19#、 20#、21#、22#、23#圆涵, 1#、2#渡槽	3000	13000	600	129000	95500	443898	4000	0	8605	697603
ZQ-34#	21#、22#隧洞, 20#、21#、22#倒虹吸, 24#圆 涵, 10#箱涵	3000	10000	600	31000	108000	530080	6000	0	54804	743484
ZQ-35#	25#圆涵, 3#、4#、5#渡槽, 23#、24#、25#隧洞	2400	12000	900	131000	74300	79015	8000	18682	5607	331904
ZQ-36#	26#隧洞, 11#箱涵	1500	4500	300	35000	30000	1026	2000	0	6074	80400
ZQ-37#	27#隧洞进口	800	4000	300	57000	63000		2000	0	4402	131502
ZQ-38#	27#隧洞出口	800	4000	300	57000	47200		2000	0	4402	115702
ZQ-39#	23#倒虹吸, 28#隧洞	1600	8000	600	35000	51200	29384	2000	0	6171	133955
ZQ-40#	26#圆涵, 24#倒虹吸, 29#、30#隧洞, 12#箱涵	3000	10000	600	57000	55200	66575	6000	0	12956	211331
ZQ-41#	27#圆涵, 25#、26#倒虹吸, 31#、32#隧洞	3000	10000	600	70000	47200	51517	6000	0	20378	208695
ZQ-42#	13#、14#箱涵, 28#圆涵, 27#、28#倒虹吸, 33#、34#、35#、36#隧洞	3000	11000	600	201000	109500	243117	8000	22218	3990	602425
ZQ-43#	29#、30#、31#倒虹吸, 37#、38#隧洞, 29#圆涵	3000	13000	600	131000	130500	155576	4000	13493	5951	457120
合计		147800	982500	39100	4816763	6960460	9345999	316000	887182	3686977	27182781

(3) 输水干线及分干线临时占地

输水干线及分干线工程施工临时占地 2818.93hm²。

其中：施工生产生活区占地面积为 90.71 hm²，永临结合道路占地 44.36hm²，施工临时道路占地 572.10 hm²，料场占地面积为 27.62 hm²，弃渣场占地面积为 109.36hm²，管线施工临时占地面积为 1962.18 hm²，洞口占地面积为 12.60 hm²。

表 2.2-46 输水干线及分干线工程施工临时占地汇总表

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
TS-1#	TS1#有压埋管 TS00+000~TS07+200	2000	6000	800		26000	193200			7796	330596
TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞 TS07+200~TS10+490.618	1500	5000	500		54600	74724	2000		15400	191334
TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无 压隧洞 TS10+490.618~TS12+157.851	2000	5500	800		13000	20736	4000		19800	78366
TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、WS 段 TS12+157.851~TS18+076、 WS0+000~WS2+667.732	3000	6000	500		46800	204620	2000		11647	380747
TS-5#	TS3#有压埋管 TS18+076~TS29+315	2000	5500	500		0	295776			0	463040
TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1# 渡槽 TS29+315~TS39+066.303	2000	6000	800		46700	223519	2000		22881	401461
TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5# 无压隧洞 TS39+066.303~TS43+052.014	2000	6000	800		35800	100125	4000		33421	217821
TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无 压隧洞 TS43+052.014~TS44+639	2500	6000	800		58500	28448	4000		7066	114426
TS-9#	TS6#无压隧洞、甘谷分干、TS3#倒虹 吸、TS7#无压隧洞 TS44+639~TS47+364.180	2500	6000	800		75300	34696	4000		19798	167691
TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管 TS47+364.180~TS49+772.680	1500	6000	500		42900	43675	2000		4910	127690
TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞 TS49+772.680~TS53+538.243	1500	5500	500		26000	41125	2000		21201	122501

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
TS-12#	TS8#无压隧洞 TS53+538.243~TS55+038.550	2000	6000	800		36400		2000		30075	79651
TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无 压隧洞 TS55+038.550~TS58+566.267	3000	6500	800	710	26000	3050	4000		27234	74652
TS-14#	TS9#无压隧洞 TS58+566.267~TS60+566.267	2000	6000	800		36400		2000		41723	88923
TS-15#	TS9#无压隧洞 TS60+566.267~TS63+066.267	2000	6000	800		52000		2000		38372	101172
TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管 TS63+066.267~TS73+066	1500	7000	500	2266	15600	204550	2000		8955	363246
TS-17#	TS6#有压埋管、河道交叉段、TS7#有 压埋管 TS73+066~TS83+074.275	1500	6500	500		33000	242000	4000		0	439650
TS-18#	TS7#有压埋管 TS83+074.275~TS87+953.203	2000	6000	500		0	95325			0	161020
ZH-1#	ZQ 分水口、ZH1#有压埋管 ZQ00- 060~ZQ08+850	1500	5000	800		13000	259816			0	371500
ZH-2#	ZQ1#有压埋管 ZQ08+850~ZQ18+440	1500	5000	800		19500	232526			0	429958
ZH-3#	ZQ1#有压埋管 ZQ18+440~ZQ26+110	2000	6500	800		0	206882			0	331440
ZH-4#	ZQ1#有压埋管、张清泵站 ZQ26+110~ZQ32+109.083	2000	5000	800	295	22100	145944			7500	277655
ZH-5#	ZQ2#有压埋管、ZQ1#隧洞 ZQ32+109.083~ZQ40+948	2000	6500	800		13000	175872	2000		13600	399620

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
ZH-6#	ZQ1#隧洞、ZQ3#有压埋管，张家川段 ZQ40+948~ZQ43+991.884; ZJ0+000~ZJ8+769.812	3000	7000	800	746	30500	367746	2000		16200	545166
ZH-7#	QS1#有压埋管、QS1#隧洞 QS00+000~QS14+485	2500	6000	500		39000	242229	2000		11600	587776
ZH-8#	QS1#隧洞、倒虹吸、QS2#隧洞 QS14+485~QS18+848	2500	6000	500		58500	11660	4000		18500	95680
ZH-9#	QS2#隧洞、箱涵、QS3#隧洞 QS18+848~QS22+290	2500	6000	500		48000	3040	4000		37500	100100
ZH-10#	QS3#隧洞 QS22+290~QS23+376.370	1500	6000	500		13000		2000		7900	30900
HCLD-1#	1#隧洞进口 0~2+321.67	800	4000	300	0	4217		4000		7201	20518
HCLD-2#	1#圆形管道，2#隧洞 2+321.67~ 5+743.29	800	4500	300	5358	6029	55970	2000		10353	85310
HCLD-3#	2#圆形管道，3#隧洞 5+743.29~ 7+423.91	800	4500	300	3078	5496	23200	2000		6457	45831
HCLD-4#	3#圆形管道、4#隧洞进口 7+423.91~7+535.44	800	4500	300	0	7716	3190	2000		4300	22806
HCLD-5#	4#隧洞出口 9+387.21	800	4500	300	0	2400	0	2000		3993	13993
HCLD-6#	4#圆形管道 9+387.21~20+20+259	800	5000	300	0	27604	311908				345612
HTFG-1#	1#圆形管道 0+000.00~9+763	800	5000	300	1842	87373	280254		9392	1564	386525
CLD-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2#圆形管道 0+000~1+433	800	4500	300	0	5896	25114	2000		4521	43131
CLD-2#	2#隧洞 1+433~4+728	1500	6900	500	2296	1376	0	4000		17703	34275

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
CLD-3#	3#圆形管道 4+804.55~16+090.00	800	5000	300	0	145894	341445		9623		503062
CXFG-1#	3#圆形管道 4+804.55~16+711	800	5000	300	0	34386	88769		3483	4100	136838
PLEG-1#	圆形管道 0+000~6+095	800	5000	300	0	59215	176755		4603		246673
JCFG-1#	圆形管道 0+000~9+000	800	5000	300	0	83166	257451		4136		350853
JCFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	800	5000	300	0	87888	257451		4136		355575
JCFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	800	5000	300	0	98748	257451		4136		366435
JCFG-4#	圆形管道 27+000~37+000	800	5000	300	0	84254	286451		4595		381400
JCFG-5#	圆形管道 37+000~47+000	800	5000	300	0	99750	286451		4595		396896
JCFG-6#	圆形管道 47+000~57+560	800	5000	300	1048	94312	302522		4852		408834
LTFG-1#	圆形管道 0+000.00~9+000	800	5000	300	0	87226	257451		11110		361887
LTFG-2#	圆形管道 9+000~18+000	800	5000	300	0	89230	257451		11110		363891
LTFG-3#	圆形管道 18+000~27+000	800	5000	300	0	81440	257451		11110		356101
LTFG-4#	圆形管道 27+000~36+000	800	5000	300	0	113250	257451		11110		387911
LTFG-5#	圆形管道 36+000~45+000	800	5000	300	0	94564	257451		11110		369225
LTFG-6#	圆形管道 45+000~53+069	800	5000	300	0	73304	231128		9961		320493
ZYFG-1#	圆形管道 0+000~4+152	800	5000	300	4000	47960	120408		1026		179494
QYD-1#	圆形管道 0+000~9+000	800	5000	300	4000	80100	257958				348158
QYD-2#	圆形管道 9+000~18+000	800	5000	300	5000	127000	257958				396058
QYD-3#	圆形管道 18+000~27+000	800	5000	300	4840	99500	257958				368398
QYD-4#	圆形管道 27+000~36+432	800	5000	300	10980	75000	270317				362397
XFFG-1#	圆形管道 0+000~0+710	800	5000	300	6400	0	20590		1638		34728
HCFG-1#	圆形管道、隧洞 0+000~8+141	800	5000	300	4896	87600	202765	4000	15464	15981	336806

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
QCFC-1#	圆形管道 0+000~2+897	800	5000	300	8000	36000	84013			36503	170616
	圆形管道 0+000~8+000				14728	91300	229296			4774	340098
QCFC-2#	圆形管道 8+000~16+877	800	5000	300	7200	84600	254391			5297	357588
HXFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	800	5000	300	8400	95400	286451		7315	2057	405723
HXFG-2#	圆形管道 10+0000~20+000	800	5000	300	7800	101300	286451		7315	2057	411023
HXFG-3#	圆形管道 20+000~30+000	800	5000	300	10200	105580	286451		7315	2057	417703
HXFG-4#	圆形管道 30+000~39+906	800	5000	300	4000	91620	283725		7246	2183	394874
QYND-1#	圆形管道 0+000~8+000	800	5000	300	3840	71680	229296		11874		322790
QYND-2#	圆形管道 8+000~16+000	800	5000	300	5250	99000	229296		11874		351520
QYND-3#	圆形管道 16+000~23+385	800	5000	300	2560	73600	211461		10961		304682
HSFG-1#	圆形管道 0+000~10+000	800	5000	300	23800	110400	286451		11147		437898
HSFG-2#	圆形管道 10+000~20+000	800	5000	300	7800	97200	286451		11147		408698
HSFG-3#	圆形管道 20+000~30+000	800	5000	300	12000	107600	286451		11147		423298
HSFG-4#	圆形管道 30+000~39+838	800	5000	300	6400	91600	282260		10966		397326
NZD-1#	圆形管道 0+000~9+000	800	5000	300	4000	88600	257958			4435	361093
NZD-2#	圆形管道 9+000~18+000	800	5000	300	19400	96000	257958				379458
NZD-3#	圆形管道 18+000~27+591	800	5000	300	8800	91200	275097				381197
NXFG-1#	圆形管道 0+0000~8+000	800	5000	300	4000	85000	229296		8981		333377
NXFG-2#	圆形管道 8+000~15+918	800	5000	300	4800	82000	226918		8889		328707
ZNFG-1#	圆形管道 0+000~9+500	800	5000	300	17800	106400	272289		2074		404663
ZNFG-2#	圆形管道 9+500~19+000	800	5000	300	12000	101200	272289		2074		393663
ZNFG-3#	圆形管道 19+000~29+000	800	5000	300	13600	88000	286451		2183		396334

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
ZNFG-4#	圆形管道 29+000~39+000	800	5000	300	3000	92800	286282		2183		390365
ZNFG-5#	圆形管道 39+000~49+000	800	5000	300	5400	110800	286282		2183		410765
ZNFG-6#	圆形管道 49+000~58+598	800	5000	300	3600	104000	274962		2095		390757
YAG-1#	1#倒虹吸、1#隧洞进口 0+000~2+307	800	4500	300	4800	46200	66916	2000		8240	133756
YAG-2#	1#隧洞出口 5+671	800	4000	300	5600	6400	0	2000		4567	23667
YAG-3#	2#倒虹吸、2#隧洞 5+671~7+235	800	4500	300	10200	9440	14613	2000		11199	53052
YAG-4#	3#倒虹吸、3#隧洞 7+235~8+615	800	4500	300	8460	13620	12208	2000		12762	54650
YAG-5#	4#倒虹吸、4#隧洞 8+615~10+370	800	4500	300	12246	16592	9860	2000		9604	55902
YAG-6#	5#倒虹吸、5#隧洞 10+370~12+415	800	4500	300	4000	15384	10585	2000		20086	57655
YAG-7#	6#倒虹吸、6#隧洞进口 12+415~ 12+890	800	4500	300	6136	11040	13775	2000		11008	49559
YAG-8#	6#隧洞出口 16+135	800	4000	300	5040	9560	0	2000		4932	26632
YAG-9#	1#暗涵、7#隧洞 16+135~16+690	800	4500	300	4000	7280	870	2000		2807	22557
YAG-10#	1#渡槽、8#隧洞 16+690~17+565	800	4500	300	4800	0	1160	2000		4008	17568
YAG-11#	7#倒虹吸、9#隧洞、8#倒虹吸、2#暗涵 17+565~19+347	800	5000	300	4000	6840	29116	2000		26684	74740
YGS-1~11	延安干线延安段隧洞、管道 0+000~ 43+610	27600	26600	5800	29375	85777	770356	18000		94600	1058108
YGS-32~34	吴起分干线隧洞、管道 0+000~32+175	5200	5800	1000		14850	1079704	4000		56400	1166954
YGS-12~22	延安干线志安段隧洞、管道、涵洞、倒 虹 43+610~73+955	30800	28600	6600	53325	145800	134847	38000		73300	511272
YGS-35~36	志丹分干线管道 0+000~15+450	2400	3200	400		1350	411259			11500	430109

工区	控制建筑物及其桩号	生活区 (m ²)	辅助 企业 (m ²)	仓库 (m ²)	永临结 合道路 (m ²)	临时 道路 (m ²)	管线 占地 (m ²)	洞口 占地 (m ²)	料场 (m ²)	弃渣场 (m ²)	合计
YGS-23~31	延安干线安宝段隧洞、涵洞、管道 73+955~112+840	22000	21400	4600	24090	97875	713485	16000		68400	967850
YGS-37~41	安塞分干线管道、隧洞 0+000~23+790	10800	12000	2200		22275	415440	8000		68200	538915
YGS-42~46	宝塔分干线隧洞、倒虹、管道、涵洞 0+000~24+910	10800	11000	2200		24975	644037	16000		45900	754912
合计		226800	618747	61600	443608	5720977	19621806	126027	276159	1093612	28189337

2.2.12.11 施工进度

施工总工期 98 个月，其中准备工期 13 个月，主体工程施工期 79 个月，完建期 6 个月。

工程施工工期控制性项目为穿西秦岭 DZ-1#隧洞。

2.2.12.12 主要技术供应

工程高峰期人数 1.7 万人。

工程施工所需主要外来建材包括：水泥 416.21 万 t，钢筋、钢材 81.2 万 t，炸药 16863.58t。

所需主要当地建材包括：混凝土骨料及中粗砂、反滤料、碎石料等共约 1256.88 万 m³，块石 47.60 万 m³。

所需施工机械见表 2.2-47~表 2.2-49。

表 2.2-47 水源工程施工机械设备汇总表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
一.	开挖机械				
1	挖掘机	1m ³	台	14	
2	挖掘机	2m ³	台	18	
3	挖掘机	3m ³	台	9	
4	装载机	2m ³	台	8	
5	装载机	3m ³	台	4	
6	装载机	4m ³	台	10	
7	推土机	88KW	台	4	
8	推土机	118KW	台	10	
9	推土机	132KW	台	2	
二.	运输机械				
1	自卸汽车	5t	辆	20	
2	自卸汽车	8t	辆	15	
3	自卸汽车	10t	辆	15	
4	自卸汽车	15t	辆	10	
5	自卸汽车	20t	辆	20	
6	自卸汽车	32t	辆	20	
7	载重汽车	15t	辆	6	
8	牵引汽车	30 t	辆	2	
9	洒水车	10t	辆	4	
10	油罐车	10m ³	辆	8	
11	砼搅拌运输车	1m ³	辆	10	

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
12	砼搅拌运输车	3m ³	辆	12	
三.	振动压实机械				
1	振动碾	25t	台	4	
2	振动碾	13.5t	台	8	
3	振动碾	1t	台	4	
4	斜坡振动碾	10t	台	4	
5	凸块振动碾		台	2	
6	夯板机	2.5t	台	4	
7	蛙式打夯机	H8-20A	台	8	
四.	凿岩钻孔机械				
1	地质钻	SGZ- I 型	台	20	
2	潜孔钻	YQ-100	台	12	
3	液压钻	ROC742	台	16	
4	气腿钻	YGP-35	台	15	
5	手风钻	Y24	台	35	
6	三臂钻		台	8	
7	反井钻机	BMC400	台	2	
8	电钻	YD30	台	8	
9	油压钻机	XU-100	台	12	
10	灌浆泵	BW-200/60	台	14	
11	浆液搅拌机	200L	台	14	
五	起重机械				
1	汽车吊	10t	辆	4	
2	汽车吊	25t	辆	8	
3	移动式塔机	FZQ1250	台	1	
4	固定式塔机	25/10t	台	1	
六	砼拌和浇筑设备				
1	混凝土拌和站	HL75-2F1000	座	2	
2	拌和楼	HZ50	座	4	
3	强制式搅拌机	0.5m ³	台	10	
4	插入式振捣器	HZ6x-50	台	30	
5	平板式振捣器	HZ-50	台	10	
6	滑模	6m、 12m	套	4	
7	混凝土料罐	3m ³	个	12	
8	混凝土泵	30m ³ /h	台	10	
9	钢模台车		台	6	
10	混凝土喷射机	JW-375	台	22	
11	水泥罐	300t	个	11	
12	水泥罐	500t	个	3	
13	水泥罐	1000t	个	4	

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
七	筛分冲洗机械				
1	颚式破碎机	PEj-0912	台	5	
2	振动给料机	GZ7	台	4	
3	反击式破碎机	PFΦ1100×850	台	5	
4	振动筛	SZZ1500×3000	台	6	
5	振动筛	SZZ1250×2500	台	6	
6	洗砂机	FG-10	台	4	
八	其它				
1	胶带机	B800/B600	台	50/150	
2	胶带机	B650	台	2	
3	发电机	250KW	台	5	
4	轴流风机	55KW	台	9	
5	空压机	9~40m³/min	台	32	
6	离心泵	IS50-32-200	台	1	
7	离心泵	IS80-65-165	台	13	
8	离心泵	IS100-65-315	台	1	

表 2.2-48 输水总干线工程施工机械设备汇总表

序号	名称	规格、型号	单位	数量	备注
一	掘进机				
1	单护盾 TBM	φ6.09	台	4	
2	单护盾 TBM	φ5.69	台	1	
3	双护盾 TBM	φ6.09	台	2	
4	双护盾 TBM	φ5.52	台	2	
5	悬臂掘进机	7/360	台	6	
6	铣挖机		台	13	
二	土石方机械				
1	液压反铲挖掘机	0.5m³	台	4	
2	液压反铲挖掘机	1m³	台	133	
3	液压反铲挖掘机	2m³	台	140	
4	挖掘机	1~2m³	台	56	
5	装载机	1~2m³	台	60	
6	装载机	2~3m³	台	96	
7	刮板式挖斗装载机	LWT-60 (ZWY-80/18T) 型	台	8	
8	推土机	74kw	台	195	
9	推土机	103kw	台	46	
10	风动凿岩机	YT26	台	219	气腿式
11	风动凿岩机	Y26	台	146	手持式
12	液压凿岩台车	CTH10-2F 型履带式	台	14	

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
13	电动铲斗式装岩机	0.5m ³	台	8	
14	立爪装岩机	LZ-80 型	台	13	
15	潜孔钻	YQ100	台	73	
16	手风钻	YT28 型	台	84	
17	气腿式风钻		台	48	
18	回转式钻机	XY-2P 型	台	75	
19	蛙式打夯机	2.8kW	台	382	
20	振动冲击夯		台	96	
21	拖拉机	74kW	台	92	履带式
22	振动碾	1t	台	57	
23	振动碾	13t	台	10	
24	手扶式振动碾	1t	台	36	
三	运输机械				
1	MSV	315kW	辆	12	多功能运输车
2	内燃机车	154kW	辆	35	
3	内燃机车		辆	8	
4	电瓶机车	150kW	辆	35	
5	电瓶牵引车		辆	8	
6	管片运输车	轨道式	辆	140	
7	豆砾石车	轨式罐车	辆	35	
8	水泥车	轨式罐车	辆	70	
9	零星材料车	轨式平车	辆	35	
10	载人车	轨道式	辆	28	
11	自卸汽车	5~8t	辆	68	
12	自卸汽车	15~20t	辆	413	
13	自卸汽车	20~25t	辆	78	
14	载重汽车	15~20t	辆	24	
15	双筒绞车	φ×B=1.6×1.2m、75kW	辆	6	
16	皮带机		km	80	
17	农用机动车	2~3t	辆	128	
18	翻斗车	1t	辆	96	
19	架子车		辆	84	
20	矿车	3.5m ³	辆	14	
21	拉水车	5~8t	辆	72	
四	起重机械				
1	门架式起重机	100t	台	6	
2	门架式起重机	75t	台	6	

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
3	门架式起重机	20t	台	6	
4	履带起重机	10t	台	4	
5	汽车式起重机	10~15t	辆	71	
6	汽车式起重机	20~25t	辆	101	
7	汽车式起重机	50t	辆	6	
8	塔式起重机	25t	台	8	
五	混凝土机械				
1	混凝土拌和站	HZS25 型	座	8	
2	混凝土拌和站	HZS30 型	座	12	
3	混凝土拌和站	HZS60 型	座	4	
4	混凝土拌和机	JQ350 型	台	48	
5	混凝土拌和机	JQ500 型	台	56	
6	混凝土拌和机	JQ750 型	台	36	
7	混凝土拌和机	JQ1000 型	台	24	
8	砂浆泵	100L/min	台	28	
9	混凝土搅拌运输车	6~9m ³	台	351	
10	混凝土输送泵	HB30	台	77	
11	混凝土泵	HB30A 型	台	12	
12	混凝土吊罐	1m ³	个	37	
13	混凝土吊罐	3m ³	个	77	
14	插入式振捣器	1.1kW	台	599	
15	插入式振捣器	2.2kw	台	128	
16	制浆机		台	28	
17	灌浆泵		台	28	
18	混凝土喷射机	6~10m ³ /h	台	105	
六	隧洞通风机				
1	轴流式通风机	37kW	台	62	
2	轴流式通风机	55kW	台	92	
3	轴流式通风机		台	10	
4	对旋式轴流风机	2×90kW	台	2	
5	对旋式轴流风机	2×200kW	台	3	
6	对旋式轴流风机	2×200kW	台	6	
7	对旋式轴流风机	2×315kW	台	1	
七	水泵				
1	潜水泵	15kW	台	68	
2	潜水泵	30kW	台	68	
3	潜水泵	90kW	台	46	
4	潜水泵	IS80-65-125	台	168	

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
5	潜水泵		台	124	
6	多级水泵	250	台	4	
7	多级水泵	450	台	15	
8	多级水泵	560	台	23	
9	多级水泵	800	台	3	
10	污水泵		台	72	
八	其它				
1	变压器	10/0.4kv	座	12	
2	变压器	35/0.4kv	座	14	
3	空压机	9m ³ /min	台	56	
4	空压机	20m ³ /min	台	76	
5	空压机	40m ³ /min	台	8	
6	柴油发电机	85kW	台	56	

表 2.2-49 输水干线工程施工机械设备汇总表

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
一	土石方机械				
1	铣挖机		台	4	
2	挖掘机	1~2m ³	台	116	
3	液压反铲挖掘机	0.5m ³	台	32	
4	液压反铲挖掘机	1m ³	台	32	
5	液压反铲挖掘机	2m ³	台	30	
6	装载机	0.5m ³	台	32	
7	装载机	1~2m ³	台	87	
8	装载机	2~3m ³	台	34.8	
9	推土机	74kw	台	178	
10	风动凿岩机	YT26	台	72	气腿式
11	风动凿岩机	Y26	台	72	手持式
12	液压凿岩台车	履带式二臂	台	5	
13	立爪装岩机	LZ-80 型	台	10	
14	潜孔钻	YQ100	台	8	
15	手风钻	YT28 型	台	24	
16	气腿式风钻		台	18	
17	振动冲击夯		台	116	
18	蛙式打夯机	2.8kW	台	74	
19	履带式扒渣机	ZWY-60L	台	36	
20	振动碾	13t	台	4	
21	手扶式振动碾	1t	台	38	
二	运输机械				
1	井下矿用自卸车	3t	辆	102	

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
2	自卸汽车	5~8t	辆	256	
3	自卸汽车	15~20t	辆	242	
4	自卸汽车	20~25t	辆	87	
5	载重汽车	15~20t	辆	58	
6	农用机动车	2~3t	辆	116	
7	翻斗车	1t	辆	116	
8	架子车		辆	116	
9	拉水车	5~8t	辆	58	
三	起重机械				
1	汽车式起重机	10~15t	辆	116	
2	汽车式起重机	20~25t	台	88	
3	汽车式起重机	40t	台	14	
4	履带起重机	10t	台	14	
四	混凝土机械				
1	混凝土拌和机	JQ350 型	台	48	
2	混凝土拌和机	JQ500 型	台	58	
3	混凝土拌和机	JQ750 型	台	116	
4	混凝土运输车	6~9m ³	辆	58	
5	砂浆泵	100L/min	台	58	
6	混凝土输送泵	HB30	台	34	
7	混凝土泵	HB30A 型	台	15	
8	制浆机		台	10	
9	灌浆泵		台	10	
10	混凝土吊罐	1m ³	个	2	
11	混凝土吊罐	3m ³	个	2	
12	插入式振捣器	1.1kW	台	142	
13	插入式振捣器	2.2kw	台	174	
14	混凝土喷射机	6~10m ³ /h	台	42	
五	隧洞通风机				
1	轴流式通风机	37kW	台	26	
2	轴流式通风机	55kW	台	6	
3	轴流式通风机		台	5	
六	水泵				
1	潜水泵	15kW	台	20	
2	潜水泵	30kW	台	6	
3	潜水泵	90kW	台	1	
4	潜水泵	IS80-65-125	台	58	
5	潜水泵		台	58	
6	污水泵		台	58	
七	其它				

序号	名 称	规格、型号	单位	数量	备注
1	变压器	10/0.4kv	座	48	
2	变压器	35/0.4kv	座	10	
3	空压机	9m ³ /min	台	26	
4	空压机	20m ³ /min	台	12	
5	柴油发电机	85kW	台	116	

2.2.13 建设征地与移民安置

2.2.13.1 建设征地

白龙江引水工程建设征地总面积 99905.55 亩，其中水源工程水库淹没影响区 13097.05 亩；水源工程枢纽工程建设区 3013.72 亩（永久征收 2180.86 亩，临时用地 832.86 亩）；输水工程建设区 83794.78 亩（永久征收 10994.46 亩，临时用地 72800.32 亩）。占地类型及面积情况详见表 2.2-50。

工程永久征收土地面积 26272.37 亩，其中：耕地 4887.29 亩、园地 4435.46 亩、林地 8984.68 亩、草地 4249.98 亩、其他各类土地 3714.96 亩。

临时征用土地面积 73633.18 亩，其中：耕地 39786.42 亩、园地 8561.10 亩、林地 12128.04 亩、草地 7073.71 亩，其他各类土地 6083.91 亩。

白龙江引水工程涉及基本农田 5153.56 亩，其中水库区 1383.39 亩。涉及国家二级公益林 13819.39 亩，其中水库区 6608.43 亩。不涉及基本草原。

表 2.2-50 工程占地面积表

序号	项 目	计量 单位	总计	永久 合计	临时 合计	水源水库工程						总干线			干线			分干线		
						水库淹没影响区			枢纽工程建设区						干线（含延安干线）			分干线（含延安分干线）		
						小计	淹没区	影响区	小计	永久	临时	小计	永久	临时	小计	永久	临时	小计	永久	临时
一	土地面积	亩	99905.55	26272.37	73633.18	13097.05	12142.67	954.38	3013.72	2180.86	832.86	40904.96	9363.99	31540.97	18324.5	1038.58	17285.92	24565.32	591.89	23973.43
	陆地	亩	96121.15	24228.39	71892.76	11304.43	10363.27	941.16	2947.55	2130.22	817.33	40502.62	9212.61	31290.01	17615.26	1021.12	16594.14	23751.29	560.01	23191.28
	水域	亩	3784.4	2043.98	1740.42	1792.62	1779.4	13.22	66.17	50.64	15.53	402.34	151.38	250.96	709.24	17.46	691.78	814.03	31.88	782.15
1	耕地	亩	44673.72	4887.29	39786.43	445.97	347.59	98.38	334.64	62.46	272.18	19920.15	3752	16168.15	10134.13	379.54	9754.59	13838.83	247.32	13591.51
	水浇地	亩	8799.35	435.58	8363.77	90.91	38.84	52.07	72.06	53.84	18.22	1424.79	155.58	1269.21	2573.86	67.28	2506.58	4637.73	67.97	4569.76
	旱地	亩	35874.36	4451.71	31422.65	355.06	308.75	46.31	262.58	8.62	253.96	18495.36	3596.42	14898.94	7560.27	312.26	7248	9201.1	179.35	9021.75
2	园地	亩	12996.56	4435.46	8561.1	1800.41	1742.37	58.04	242.17	238.48	3.69	5626	2326.91	3299.09	2106.84	34.15	2072.68	3221.15	35.51	3185.64
	果园	亩	11764.46	4376.77	7387.69	1800.41	1742.37	58.04	242.17	238.48	3.69	4984.49	2268.72	2715.77	1978.7	33.65	1945.04	2758.7	35.51	2723.19
	其他园地	亩	1232.1	58.69	1173.41							641.51	58.19	583.32	128.14	0.5	127.64	462.45		462.45
3	林地	亩	21112.72	8984.68	12128.04	6500.36	6419.73	80.63	900.26	558.24	342.02	7012.67	1379.53	5633.14	3448.53	391.83	3056.7	3250.9	154.72	3096.18
	乔木林地	亩	9605.43	1610.8	7994.63	157.51	156.83	0.68	150.35	37.12	113.23	5340	1061.21	4278.79	1912.71	234.05	1678.66	2044.86	120.91	1923.95
	灌木林地	亩	9049.93	7025.9	2024.03	6323.41	6243.46	79.95	604.01	382.72	221.29	1036.84	232.31	804.53	659.22	70.84	588.38	426.45	16.62	409.83
	其他林地	亩	2457.36	347.98	2109.38	19.44	19.44		145.9	138.4	7.5	635.83	86.01	549.82	876.59	86.93	789.66	779.6	17.2	762.4
4	草地	亩	11323.69	4249.98	7073.71	1546.75	864.33	682.42	1376.79	1177.35	199.44	6599.91	1328.09	5271.82	778.68	140.15	638.53	1021.56	57.64	963.92
	天然草地	亩	7850.13	3541.67	4308.46	1331.3	648.88	682.42	1370.64	1171.2	199.44	4212.46	893.51	3318.95	499.42	108.84	390.58	436.31	36.82	399.49
	其他草地	亩	3473.56	708.31	2765.25	215.45	215.45		6.15	6.15		2387.45	434.58	1952.87	279.26	31.31	247.95	585.25	20.82	564.43
5	住宅用地	亩	1344.84	457.64	887.2	289.9	276.49	13.41	52.34	52.34		368.89	76.39	292.5	199.47	14.02	185.45	434.24	24.99	409.25
	农村宅基地	亩	1344.84	457.64	887.2	289.9	276.49	13.41	52.34	52.34		368.89	76.39	292.5	199.47	14.02	185.45	434.24	24.99	409.25
6	商服用地	亩																		
7	工矿仓储用地	亩	159.03	49.51	109.52	33.42	29.68	3.74	0.32	0.32		49.62	14.26	35.36	22	1.25	20.75	53.67	0.26	53.41

序号	项 目	计量 单位	总计	永久 合计	临时 合计	水源水库工程						总干线			干线			分干线		
						水库淹没影响区			枢纽工程建设区						干线（含延安干线）			分干线（含延安分干线）		
						小计	淹没区	影响区	小计	永久	临时	小计	永久	临时	小计	永久	临时	小计	永久	临时
8	公共管理与公共 服务用地	亩	189.54	161.6	27.94	159.33	154.79	4.54	1.31	1.31		14.46	0.96	13.5				14.44		14.44
9	特殊用地	亩	2.33	1.36	0.97	0.04	0.04		1.32	1.32		0.16		0.16	0.39		0.39	0.42		0.42
10	交通运输用地	亩	3861.13	858.16	3002.97	429.82	429.82		20.31	20.31		829.36	311.76	517.6	849.6	58.19	791.41	1732.04	38.08	1693.96
11	水域及水利 设施用地	亩	3784.4	2043.98	1740.42	1792.62	1779.4	13.22	66.17	50.64	15.53	402.34	151.38	250.96	709.24	17.46	691.78	814.03	31.88	782.15
	河流水面	亩	2690.65	1006.09	1684.56	767.21	753.99	13.22	57.56	42.03	15.53	401.08	150.7	250.38	681.91	14.96	666.95	782.89	31.19	751.7
	水库水面	亩	934.15	934.15		934.15	934.15													
	坑塘水面	亩	30.98	2.92	28.06										24.72	2.39	22.33	6.26	0.53	5.73
	沟 渠	亩	8.26	0.27	7.99										1.16	0.11	1.05	7.1	0.16	6.94
	水工建筑用地	亩	120.36	100.55	19.81	91.26	91.26		8.61	8.61		1.26	0.68	0.58	1.45		1.45	17.78		17.78
12	其他土地	亩	457.59	142.71	314.88	98.43	98.43		18.09	18.09		81.4	22.71	58.69	75.62	1.98	73.64	184.05	1.5	182.55

2.2.13.2 移民安置

白龙江引水工程生产安置人口基准年 4233 人（其中，水源工程区 1586 人，输水工程建设区 2647 人），规划水平年生产安置人口为 4348 人（其中，水源工程区 1685 人，输水工程建设区 2663 人）。

白龙江引水工程基准年搬迁安置人口为 3119 人（农业人口 3066 人，非农业人口 53 人），其中水源工程区 1785 人，输水工程区 1334 人；规划水平年为 3230 人（水源工程区 1892 人、输水工程区 1338 人）。

（1）生产安置

本阶段生产安置采取农业安置、自谋职业安置、投亲靠友安置、一次性补偿安置和二三产业安置等方式。规划水平年生产安置人口 4348 人，其中一次性补偿安置 2833 人、自谋职业 460 人、投亲靠友 76 人、农业安置 979 人。

（2）搬迁安置

水源工程代古寺水库本阶段搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。确定集中安置点分别为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点；输水工程建设区自行分散安置。

（3）专业项目

白龙江引水工程建设征地主要影响的专业项目有交通线路 234.62km，电力线路 488.03km；影响通信线路 990.62km；代古寺水库淹没影响 6 座水电站，装机容量 21.76 万 kW；库区征地影响迭部县管道工程设施线路长度 42.13km，简易雨量站 4 座；输水工程建设区影响水利水电设施主要包括泵房、渠道、有压管道、河堤等防洪及农村饮水安全工程；水库征地迭部县淹没寺庙 2 座，淹没白塔 16 座，淹没玛尼转经厅 1 座及光伏电站、光缆、油气管道等。

根据《甘肃省文物局关于白龙江引水工程涉及文物保护补充意见的函》（甘文局函发〔2022〕23 号），本项目甘肃省涉及文物点 19 处；根据《关于审查白龙江引水工程延安段文物调查报告的函》（延革函〔2020〕110 号，陕西省穿越 1 处。

省自然资源厅查询，本工程共计压覆矿权 10 处。市、县级矿产资源查询，压覆 15 个采矿权。

2.2.14 水库工程管理区

(1) 水库管理区

代古寺管理区位于代古寺厂区下游侧约 3.5km 处的迭部县洛大村，地处白龙江左岸，东侧为洛大小学及乡政府。管理区西侧为拟建鱼类增殖站选址。

代古寺管理区规划人数为 55 人，区内建筑包括办公及会议用房、防汛仓库、资料室及其它生产生活用房。

(2) 输水工程管理区

白龙江引水工程按层级设置多个管理区，按省域设置甘肃白龙江公司及白龙江引水工程延安供水分公司。

工程管理区设置见表 2.2-51。

表 2.2-51 管理人员及管理设施情况

管理机构名称	人数 (人)	建筑面积（m ² ）						占地 面积 （m ² ）	驻地
		办公 用房	调度 用房	防汛 仓库	资料 室	其他生产 生活用房	建筑面 积合计		
甘肃省									
甘肃白龙江公司	72	1080	1000	0	100	2520	4700	9400	兰州市城关区
迭部枢纽公司	55	825	600	200	100	1925	3650	10725	迭部县
天水分公司	19	255	600	0	100	595	1550	4000	秦州区
总干线（天水段）管理处	31	465	80	200	0	1085	1830	5490	武山县
天水一干线管理处	16	240	80	200	0	560	1080	3240	甘谷县
天水二干线管理处	35	525	80	200	0	1225	2030	6090	张家川县
平凉分公司	19	255	600	0	100	595	1550	4000	崆峒区
总干线（平凉段）管理处	26	390	80	200	0	910	1580	4740	华亭市
平凉一干线管理处	18	270	80	200	0	630	1180	3540	崇信县
平凉二干线管理处	14	210	80	200	0	490	980	2940	泾川县
庆阳分公司	19	255	600	0	100	595	1550	4000	西峰区
总干线（庆阳段）管理处	36	540	80	200	0	1260	2080	6240	庆城县
庆阳一干线管理处	52	780	80	200	0	1820	2880	8640	西峰区
庆阳二干线管理处	14	210	80	200	0	490	980	2940	西峰区
合计	426	6300	4120	2000	500	14700	27620	75985	

管理机构名称	人数 (人)	建筑面积（m ² ）						占地 面积 （m ² ）	驻地
		办公 用房	调度 用房	防汛 仓库	资料 室	其他生产 生活用房	建筑面 积合计		
陕西省									
延安公司	37	555	600	200	100	1295	2750	6000	延安市
华池分公司	9	95	70	85	65	355	670	2010	华池县
吴起分公司	13	95	100	100	100	555	950	2850	吴起县
志丹分公司	10	95	70	85	0	505	755	2265	志丹县
安塞分公司	11	95	110	120	100	455	880	2640	安塞县
宝塔分公司	9	95	70	85	65	355	670	2010	宝塔区
合计	89	1030	1020	675	430	3520	6675	17775	

2.2.15 工程调度运行

白龙江引水工程每年3月1日~3月20日检修，其余时间在代古寺水库调度运行原则下拦蓄，通过输水线路向受水区供水。

2.2.15.1 水量调度原则

(1) 优先满足水源区生态环境用水和下游基本用水需求，受水区用水应遵循节水为先、适度从紧的原则，统筹协调外调水、受水区和调水下游区域用水，加强生态环境保护。水量调度以批准的多年平均调水量和甘肃省、陕西省水量分配指标为基本依据，服从嘉陵江、白龙江流域水资源统一调度；加强节水和需水管理，分水口门严格按分配的水量和流量进行调度。

(2) 加强水源区与受水区水源工程联合调度的精细化管理。实现白龙江水源与受水区当地地表水、地下水水源联合运用，供水时有限使用当地水，尤其是白龙江来水较少时，应适时启用当地工程加大供水。

(3) 为保证末端备用水库可以随时发挥检修及事故备用功能，应在白龙江引水工程检修期结束后102天内完成充库，且为了保证水质，应在运行过程中实现末端备用水库的水体的实时置换。

2.2.15.2 代古寺水库调度运行原则

代古寺水库工程是白龙江引水工程的水源水库，工程任务以供水为主，兼顾灌溉和发电。各行业供水按月统计，非农业保证率为95%，高效农业灌溉设计保证率为85%。

(1) 代古寺水库生态基流下泄原则

代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 30.71%), 5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 40%), 4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ 。当天然来流小于生态流量时, 按天然来流下泄。

(2) 代古寺水库与受水区当地工程的联合调度

代古寺水库按各月要求下放生态流量后, 根据所承担供水对象不同依次供水, 不同供水对象的供水次序依次为: 生活、工业、高效经济林。

充分考虑代古寺水库与受水区当地水源丰枯互补作用对工程规模的影响。调节计算中分别设置了代古寺水库降低供水线、代古寺水库加大供水线, 当地水库降低供水线, 调度线设置及运行原则如下:

1) 代古寺水库降低供水线: 各月分别设置降低供水水位及降低供水入库流量标准, 当代古寺水库水位低于降低供水水位, 同时坝址入库流量低于降低供水入库流量标准时, 代古寺水库降低供水。

2) 代古寺水库加大供水线: 各月分别设置加大供水水位及加大供水入库流量标准, 当代古寺水库水位高于加大供水水位, 同时坝址入库流量高于增加供水入库流量时, 代古寺水库增加供水。

3) 当地水库降低供水线: 参与联合调度的受水区各水库 (以下简称为当地水库) 分别设置降低供水线, 当代古寺水库水位位于加大供水区且当地水库水位低于相应降低供水线时, 当地水库按预设标准降低供水, 同时由代古寺水库增大供水, 以满足受水区供水要求。

白龙江引水工程联合调度运行原则如下: 代古寺水库按各月要求下放生态流量后, 根据所承担供水对象不同依次供水, 不同供水对象的供水次序依次为: 生活、工业、高效经济林。代古寺水库以降低供水线和加大供水线为标准, 将死水位与降低供水线之间区域定义为降低供水区, 降低供水线与加大供水线之间区域定义为正常供水区, 加大供水线与正常蓄水位之间区域定义为加大供水区。针对代古寺水库每个供水区间, 当地水库和地下水工程均设置最大供水标准, 即当地水库和地下水工程按所设最大供水标准供水, 若当地水库本时段无法提供最大供

水标准水量，则按最大供水能力供水，受水区剩余缺水由白龙江引水工程解决。通过调整当地供水工程最大供水标准来控制代古寺水库加大供水和降低供水，代古寺水库降低供水区相应当地水库最大供水标准最大，正常供水区次之，加大供水区最小。为尽量减小当地水库弃水，在以上调度运行原则基础上，新增代古寺水库加大供水标准，即当代古寺水库水位处于加大供水区且当地水库水位低于当地水库降低供水线时，代古寺水库才按加大供水区最大供水标准供水，否则按正常供水区最大供水标准供水。

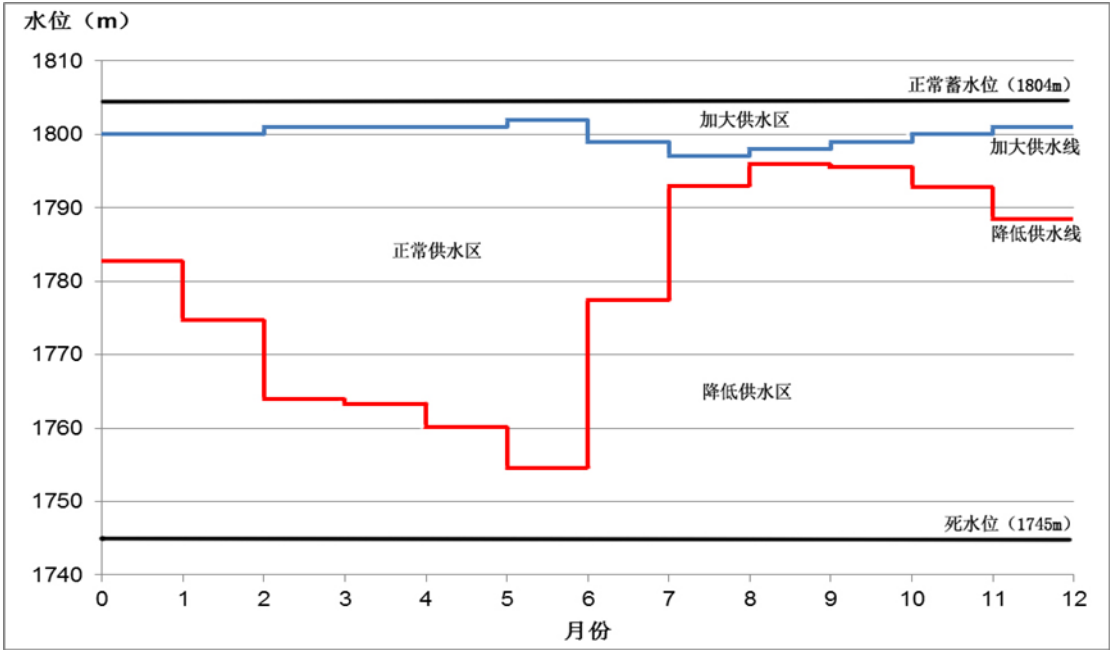


图 2.2-5 代古寺水库调度线图

(3) 代古寺水库枯水期拦蓄调度原则

代古寺断面 1 月~3 月不拦蓄，12 月分级控泄拦蓄（入库流量小于 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 时不拦蓄、入库流量大于 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 且小于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 、入库流量大于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 且小于 $40\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、入库流量大于 $40\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$ ），4 月下泄 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ （月均下泄 $22.8\text{m}^3/\text{s}$ 、多年平均拦蓄比例不超过 40%），其余月份在满足生态流量（11 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ 、5 月~10 月为 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ ）情况下拦蓄。代古寺水库 12 月分级控泄标准见表 2.2-52。

表 2.2-52 代古寺水库 12 月分级控泄标准表

代古寺水库水位标准(m)	天然来水标准(m^3/s)	控泄流量 (m^3/s)	生态流量要求 (m^3/s)
1745~1800	<30	27.4	21.07
	30~40	30	21.07

代古寺水库水位标准(m)	天然来水标准(m ³ /s)	控泄流量 (m ³ /s)	生态流量要求 (m ³ /s)
	40~50	40	21.07
	>50	40	21.07
1800~1804	<30	30	21.07
	30~40	30	21.07
	40~50	40	21.07
	>50	40	21.07

(4) 代古寺水库发电调度原则

代古寺水库设置坝后式电站，利用径流过程发电；其他月份首先利用生态基流发电，当水库蓄至正常蓄水位后，满足供水和灌溉供水后水量也用于发电。电调完全服从水调，无专门发电库容，水库仅起到抬高水头的作用，在电网基荷运行。

(5) 代古寺水库防洪调度原则

代古寺水库不承担下游防洪任务，泄流设施为闸门控制溢洪道，水库起调水位为正常蓄水位 1804m。水库汛期由溢洪道和导流放空洞共同参与泄洪，当汛期洪水小于或等于设计洪水标准时，仅溢洪道参与泄洪，当汛期洪水大于设计洪水标准时，由溢洪道和导流放空洞共同参与泄洪。

2.2.16 工程特性

白龙江引水工程主要工程特性见表 2.2-53。

表 2.2-53 白龙江引水工程特性表

序号	项目	单位	数值	备注
一	水文			
1	流域面积			
	代古寺坝址	km ²	7864	
2	利用的水文系列年限	年	57	
3	多年平均年径流量			
	代古寺断面	亿 m ³	21.65	
4	多年平均年流量			
	代古寺断面	m ³ /s	68.6	
5	洪水			
	代古寺断面 0.2%洪峰流量	m ³ /s	2755	

序号	项目	单位	数值	备注
	代古寺断面 0.02% 洪峰流量	m ³ /s	4116	
6	多年平均总输沙量			
	代古寺断面	万 t	169.9	
二	工程规模			
(一)	受水区基本情况			
1	人口	万人	754	2019 年
(二)	年引水量	亿 m ³	7.74	渠首
1	其中：城乡生活	亿 m ³	5.08	渠首
2	城镇工业	亿 m ³	2.3	渠首
3	高效农业灌溉	亿 m ³	0.36	渠首
(三)	水量分配			
1	甘肃	亿 m ³	6.84	渠首
2	延安	亿 m ³	0.9	渠首
(四)	代古寺水库			
1	正常蓄水位	m	1804	
2	死水位	m	1745	
3	正常蓄水位对应原始库容	万 m ³	38400	
4	原始死库容	万 m ³	5892	
5	调节库容（原始）	万 m ³	32507	
6	调节库容（淤积 20 年）	万 m ³	31339	
(五)	输水工程			
	总干线设计流量			
1	代古寺-武山分水口	m ³ /s	32	渠首
2	武山分水口-张家川分水口	m ³ /s	27	
3	张家川分水口-庄浪分水口	m ³ /s	25	
4	庄浪分水口-华亭分水口	m ³ /s	24	
5	华亭分水口-崆峒分水口	m ³ /s	21	
6	崆峒分水口-镇原分水口	m ³ /s	17	
7	镇原分水口-庆阳分水口	m ³ /s	14	

序号	项目	单位	数值	备注
8	庆阳分水口-庆城分水口	m ³ /s	8	
9	庆城分水口-延安分水口	m ³ /s	5	渠末
10	入延安	m ³ /s	3.76	
(六)	主要控制点设计水位			
1	代古寺水库取水口	m	1745.00	首部控制点
2	鸭儿洼分水闸	m	1356.28	末端控制点
七	骨干泵站			
(一)	张清泵站	m ³ /s	1.68	扬程 117.12m
(二)	张家川泵站	m ³ /s	0.9	扬程 81.00m
(三)	镇原泵站	m ³ /s	2.32	扬程 46.32m
(四)	正宁泵站一级	m ³ /s	0.63	扬程 144m
(五)	正宁泵站二级	m ³ /s	0.63	扬程 144m
三	代古寺水源水库工程			
(一)	水库特征			
1	正常蓄水位	m	1804	
2	设计洪水位	m	1805.14	
3	校核洪水位	m	1806.71	
4	总库容	亿 m ³	4.08	
5	500 年一遇下泄流量	m ³ /s	2446	
6	5000 年一遇下泄流量	m ³ /s	3620	
7	500 年一遇洪水下游水位	m	1675.15	
8	500 年一遇洪水下游水位	m	1676.67	
(二)	大坝			
1	坝型	m	混凝土面板堆石坝	
2	坝顶高程	m	1809	
3	最大坝高	m	151	
4	坝顶长度	m	360	
(三)	溢洪道			
1	引渠长度/宽度	m	155/32~83	底高程 1788m
2	引渠	m		

序号	项目	单位	数值	备注
3	控制段长度/总宽	m	40/38	
4	堰顶高程	m	1792	
5	泄槽长度/总宽	m	215/45.5	
6	挑坎长度/净宽	m	30/30	30 度
(四)	泄洪放空导流洞			
1	型式		城门洞	短有压隧洞接无压洞
2	隧洞长度（投影）	m	1145	
3	断面尺寸	m	7.5×9.0	
4	进口底高程	m	1733.5	
5	出口底高程	m	1681.88	
(五)	电站			
1	生态放水发电系统			
1)	设计引用流量	m ³ /s	125	
2)	进水口底槛高程	m	1733.5	
3)	引水隧洞长度	m	608.24	直径 6.4 m
2	电站厂房及开关站			
1)	电站厂房型式			引水式地面厂房、混流式机组
2)	水轮机台数	台	3	
3)	单机容量	MW	41.67	
4)	主厂房尺寸（长×宽×高）	m×m×m	93.8×23×42.1	
5)	开关站面积	m×m	56×15	GIS 开关站
(六)	过鱼建筑物			
1	过鱼方式		集运鱼系统	集鱼平台+运鱼车
2	集鱼通道进口最低水位	m	1661.62	
3	集鱼通道进口最高水位	m	1663.07	
4	集鱼平台长度	m	53	
5	集鱼平台高度	m	14.5	
6	集鱼平台墙顶高程	m	1672.5	
7	集鱼平台底板底高程	m	1658	
8	集鱼平台底板顶高程	m	1660.5	
9	进口段长	m	14	
10	集鱼斗池段长	m	15	
11	集鱼池长	m	13	
12	库尾放流平台尺寸	m	10×10	

序号	项目	单位	数值	备注
13	库尾放流道路长	m	90	
14	库尾放流道路底坡		1:10	
(七)	建筑用房	m ²	22057	
1	生产用房	m ²	18407	
2	管理用房	m ²	3650	
四	输水工程			
(一)	输水取水口	座	1	
	取水口型式		岸塔式	
	引水渠尺寸(长×宽)	m×m	23.95×32.6	顺水流为长度方向
	进水塔尺寸(长×宽×高)	m×m×m	36.75×32.6×79	顺水流为长度方向
(二)	输水建筑物	座\km	295\1328.90	不含控制建筑物
1	输水总干线	座\km	155/492.07	不含控制建筑物
1)	隧洞	座\km	57/336.34	
	TBM 施工隧洞	座\km	4/167.55	DZ-4#隧洞以及 ZQ-2#隧洞分 TBM 段以及钻爆段, 重复统计
	钻爆法/铣挖机施工隧洞	座\km	55/168.79	
	断面型式		圆形、马蹄形、三心圆拱	
	衬砌型式		预制混凝土管片、现浇混凝土	
	隧洞洞径	m	2.30×2.56~φ5.1	
	深埋长隧洞	km	99.35	西秦岭隧洞, 单洞全线最长, 最大埋深 2120m
		km	55.93	六盘山隧洞, 单洞全线第二长, 最大埋深 1100m
2)	渡槽	座\km	8/0.96	全封闭矩形单槽
3)	倒虹吸	座\km	46/120.61	桥式、填埋式、明管; 圆管
	最长倒虹吸	km	13.7	跨黑河 ZQ-14#倒虹吸
	管桥	座\km	21/2.12	桥长 20~360m, 桥面宽 3.6~9.6m
4)	箱涵	座\km	15/5.22	矩形、三心圆形
5)	无压圆涵	座\km	29/28.94	圆管
6)	控制建筑物	座	130	节制闸、分水闸、退水闸、事故闸、检修闸
2	输水干线	座\km	96/409.93	不含控制建筑物
1)	有压管道	座\km	29/282.21	桥式、填埋式、明管; 圆管
2)	隧洞	座\km	41/121.03	

序号	项目	单位	数值	备注
	无压隧洞	座\km	36/114.36	
	穿管隧洞	座\km	5/6.67	
	施工方法		钻爆法、铣挖机	
	断面型式		城门洞、马蹄形、三心圆拱	
	隧洞洞径	m	1.58×1.88 2.53×2.78 2.5×2.5 3×3.5（穿管隧洞）	
	最大单洞长	km	27.96	延安干线 SYA1#子午岭隧洞
3)	倒虹吸	座\km	18/12.49	桥式、填埋式、明管；圆管
4)	无压箱涵	座\km	7/0.52	断面型式矩形、三心圆形
5)	渡槽	座\km	2/0.17	全封闭矩形单槽
6)	渡管	座\km	1/0.13	全封闭钢管
7)	调压池	座\km	1/0.05	
8)	泵站	座	2	
	设计流量	m³/s	1.68/2.32	扬程 117.12/46.32 m
9)	控制建筑物	座	51	调流调压阀、分水阀闸、退水阀闸
3	输水分干线	座\km	44/426.90	不含控制建筑物
1)	有压管道	座\km	25/393.05	桥式、填埋式、明管；圆管
2)	无压隧洞	座\km	10/25.90	
	施工方法		钻爆法、铣挖机	
	断面型式		城门洞、马蹄形	
	衬砌型式		现浇混凝土	
	隧洞洞径	m	2.5×2.5	
	最大单洞长	km	6.01	
3)	倒虹吸	座\km	3/0.73	桥式、填埋式；圆管
4)	无压箱涵	座\km	2/0.1	矩形
5)	无压圆涵	座\km	1/7.13	圆管
6)	泵站	座	3	
	设计流量	m³/s	0.9/0.63/0.63	
	设计扬程	m	81/144/144	
7)	控制建筑物	座	43	调流调压阀、分水阀闸、退水阀闸
(三)	附属建筑物	座	1558	阀室（井）、退水渠管、退水通道、检修通道

序号	项目	单位	数值	备注
1	输水总干线	座	313	
2	输水干线	座	543	
3	输水分干线	座	702	
(四)	交叉建筑物	处	470	
1	河道交叉	处\km	328/36.79	
	总干线	处\km	60/6.23	
	干线	处\km	127/12.80	
	分干线	处\km	141/17.76	
2	铁路交叉	处	29	
3	公路交叉	处	113	
(五)	建筑用房	m ²	62123	
	生产用房	m ²	31478	
	管理用房	m ²	30645	含甘肃白龙江公司总部
五	施工			
(一)	主体工程主要工程量			
	土方(砂砾石)开挖	万 m ³	4802.79	
	土方(砂砾石)填筑	万 m ³	3628.84	
(二)	主要建筑材料数量			
	水泥	万 t	416.21	
	炸药	t	16863.58	
	钢筋钢材	万 t	81.2	
(三)	所需劳动力			
	高峰工人数	万人	1.7	
(四)	交通			
	新建永临结合道路	km	208.04	水源区 6km
	整扩修永久路	km	126.8	
	新建临时道路	km	915.3	
	整扩修临时道路	km	263.7	
(五)	代古寺枢纽施工导流			
	导流方式		一次拦断河床, 导流隧洞泄流	
	导流标准	%	10	
	设计洪峰流量	m ³ /s	708.7	全年
	导流隧洞	m	7.5×9.0	直墙圆拱型

序号	项目	单位	数值	备注
(六)	施工工期	月	98	
六	建设征地与移民安置			
1	基准年搬迁安置人口	人	3119	
	其中水源水库区	人	1785	
	输水工程建设区	人	1334	
2	建设征地总面积	亩	99905.55	
	其中水源水库区	亩	16110.77	
3	永久征地面积	亩	26272.37	
	其中水源水库区	亩	15277.91	
	永久征地中耕园地面 积	亩	9322.75	
4	涉及主要专项			
1)	等级公路	km	203.42	
	其中水源水库区		28.95	
2)	10kv 及以上线路		418.10	
3)	变电站	座	2	35kV、110kV
4)	水电站	座	6	装机共计 21.76 万 kW
5	基准年集中安置人口	人	1728	安置点 3 个
	分散安置人口	人	1391	
七	骨干工程静态总投资	万元	6360968	
1	工程部分投资	万元	5084805	
2	建设征地移民补偿 投资	万元	965071	
3	环境保护工程投资	万元	158813	
4	水土保持工程投资	万元	161031	
5	库区水泊峡倾倒变 形体治理	万元	5034	
6	单方水静态投资	元/m ³	82.18	
八	工程效益指标			
(一)	供水			
1	受益人口	万人	955	2040 年
2	其中：甘肃	万人	825	
3	陕西	万人	130	
4	保证率	%	95	时段保证率
(二)	灌溉			

序号	项目	单位	数值	备注
1	改善灌溉面积	万亩	39.55	
2	保证率	%	85	年保证率
(三)	发电			
1	装机容量	MW	125	
2	多年平均发电量	亿 kW·h	3.80	
九	经济指标			
1	经济内部收益率	%	8.7	
2	经济净现值	亿元	58.85	
3	综合水价			
3.1	甘肃骨干工程末端	元/m ³	2.6	
3.2	陕西骨干工程末端	元/m ³	4.0	
4	项目财务内部收益率	%	0.26	税后
5	资本金财务内部收益率	%	0.03	税后

2.2.17 投资估算

投资估算按 2021 年四季度价格水平编制，白龙江引水工程静态总投资为 636.10 亿元，其中：环境保护工程投资 15.88 亿元，约占工程静态总投资的 2.5%。

3 工程分析

3.1 与相关法律、产业政策及相关规划的符合性分析

3.1.1 与国家相关政策的符合性

3.1.1.1 与新形势下相关要求的符合性

2017年11月18日习近平总书记在党的第十九次全国代表大会上明确提出，“坚持人与自然和谐共生。建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计”“加大力度支持革命老区、民族地区、边疆地区、贫困地区加快发展，强化举措推进西部大开发形成新格局”……

2020年5月17日《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》提出“稳步开展煤制油、煤制气、煤制烯烃等升级示范。建设一批石油天然气生产基地”“凡有条件在西部地区就地加工转化的能源、资源开发利用项目，支持在当地优先布局建设并优先审批核准”。

《国务院关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》（国发〔2021〕3号）提出：

“（三）推动实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接。一定时期内保持脱贫攻坚政策总体稳定，完善防止返贫监测和帮扶机制，优先支持将革命老区、县列为国家乡村振兴重点帮扶县，巩固“两不愁三保障”等脱贫攻坚成果。……统筹城乡规划，以交通、能源、水利、信息网络等为重点，加快推进革命老区美丽生态宜居乡村建设。……”

“（五）对接国家重大区域战略。将支持革命老区振兴发展纳入国家重大区域战略和经济区、城市群、都市圈相关规划并放在突出重要位置，加强革命老区与中心城市、城市群合作，共同探索生态、交通、产业、园区等多领域合作机制。……陕甘宁、太行、沂蒙等革命老区重点对接黄河流域生态保护和高质量发展，……”

“（六）完善基础设施网络。支持将革命老区公路、铁路、机场和能源、水利、应急等重大基础设施项目列入国家相关规划，具备条件后尽快启动建设，促进实现互联互通。……建设一批重点水源工程和大型灌区工程，推进大中型灌区

续建配套与现代化改造、中小河流治理、病险水库除险加固和山洪灾害防治等工程。有序规划建设支撑性清洁煤电项目、煤运通道和煤炭储备基地，加快建设跨区域输电工程，持续完善电力骨干网架，推动石油、天然气管道和配套项目建设，保障革命老区能源稳定供应。”

“（十一）促进绿色转型发展。坚持绿水青山就是金山银山理念……。加快能源资源产业绿色发展，延伸拓展产业链，**鼓励资源就地转化和综合利用，支持资源开发和地方经济协同发展。**推动绿色矿山建设，加强赣南、陕北等历史遗留矿山生态修复，开展尾矿库综合治理，推进采煤沉陷区综合治理，推动将部分厂矿旧址、遗址列为工业遗产。”

天水市、平凉市、庆阳市地处甘肃省东南，作为陕甘宁革命老区的重要组成部分，三市传承着红色文化、弘扬着伟大的民族精神；同时作为国家级陇东能源基地核心区域，三市用其丰富的能源储量，为甘肃省社会经济的快速发展积基树本。平凉、庆阳两市和天水市的部分区域所在的泾渭河流域，人均水资源量不足 400m^3 ，仅为全省平均水平的 $1/3$ ，不足全国平均水平的 $1/6$ ，且河流含沙量高、水质差、矿化度高，水资源利用条件极差，是典型的资源型、水质型缺水问题并存的区域，该区域城乡生活供水严重不足，限时、分区供水现象较普遍，甚至经常出现供水危机，严重制约当地革命老区乃至甘肃省经济社会的稳定与发展。

延安市位于陕北地区，为革命老区，是中国革命圣地，区域水资源贫乏，生态环境脆弱，几年来虽然建成了南沟门等调蓄工程，即将建成延安黄河引水工程等水源及供水工程，但仅能解决延安市东部及南部县区的缺水矛盾，西北部部分县区水供需矛盾仍然十分突出，甚至人民群众生活用水无法保障，严重影响老区人民脱贫攻坚和小康生活的实现。

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳3市20县（区）以及陕西省延安市4县（区）共24县（区）供水，工程任务为“以城乡生活供水为主，结合工业供水，兼顾高效农业灌溉，并为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、助推乡村振兴创造条件”。

工程可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通，优化水资源配置，缓解省内时空分布不均矛盾，有效解决甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺

问题，提高区域水资源保障水平，促进甘肃庆阳、平凉以及陕西延安革命老区经济发展，为当地经济社会持续健康发展提供强有力的水资源支撑。

白龙江引水工程是甘、陕两省建设生态文明、巩固脱贫攻坚成果、实现乡村振兴战略、维护发展最广大人民根本利益的德政工程、民心工程。因此，建设该工程是十分必要的，也是迫切的。

《西部大开发重点区域和行业发展战略环境评价》中提出：促进产业集聚、优化空间布局，“积极促进产业聚集布局中坚持“统筹规划、环保优先、集约高效、规模适度、有序发展”，以准东、吐哈、伊犁、陇东煤田为重点建设现代化大型煤炭基地，有序推进准东、伊犁、陇东能源综合示范区建设。”……促进煤炭资源富集区产业优化布局，“积极推动煤炭资源富集区煤电煤化工产业健康发展。鼓励在煤炭资源丰富、煤种合适、水资源充足、环境容量较大的地区有序发展煤化工产业，形成循环经济产业体系。”……“陇东煤田以发展煤电一体化为主，发展煤化工要严格以水定产。”……

2016年1月5日，习近平总书记在推动长江经济带发展座谈会强调……“当前和今后相当长一个时期，要把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护，不搞大开发。”……

2019年9月18日，习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话中提出：“加强生态环境保护。…中游要突出抓好水土保持和污染治理。…对汾河等污染严重的支流，则要下大气力推进治理。”…“推进水资源节约集约利用。…要坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产，把水资源作为最大的刚性约束，合理规划人口、城市和产业发展，坚决抑制不合理用水需求，大力发展节水产业和技术，大力推进农业节水，实施全社会节水行动，推动用水方式由粗放向节约集约转变。”…

2021年5月14日，习近平总书记在推进南水北调后续工程高质量发展座谈会强调……“遵循确有需要、生态安全、可以持续的重大水利工程论证原则，立足流域整体和水资源空间均衡配置，科学推进工程规划建设，提高水资源集约节约利用水平。”……

白龙江引水工程是首先在满足白龙江河道外国民经济社会用水需要,同时考虑了下游生态需水。新建代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 30.71%), 5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 40%), 4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$; 当天然来流小于生态流量时,按天然来流下泄。另外,引水比例大部分在不超过断面多年平均来水量的 40%的情况下运行的,基本保障了水源及下游区各业用水和生态环境用水。

白龙江引水工程为受水区提供稳定可靠的水源,可退还受水区河道约 1.14 亿 m^3 生态用水,替换超采的约 1.77 亿 m^3 地下水水源,让地下水得以涵养,改善城市生态环境用水的紧张局面,可有效改善受水区区域生态质量,维护受水区区域生态安全。

在受水区的配水设计中,按照节水优先要求,坚持先节水后调水,全面落实最严格水资源管理要求,全面推进节水型社会建设,水资源利用效率和效益明显提高;受水区用水总量不超过最严格水资源管理制度确定的用水总量指标。到 2040 年,不再新增有效灌溉面积,维持有效灌溉面积不变,提高用水效率,灌溉水利用系数由现状的 0.55 提高到 0.63 以上;加快城镇供水管网改造,公共供水管网漏损率降低到 8%,所有新建、改扩建的公共和民用建筑用水的节水器具普及率达到 100%;严控新建煤化工、石油化工项目定额,所有新建项目采用行业用水定额中的先进水平。制定的节水指标均比相关规划要求的指标更先进。

可供水量计算充分考虑了当地工程提升挖潜,各河流开发利用基本挖潜,再生水利用率达到了 60%以上,地下水在可开采量内充分利用;本工程配置对象考虑了当地供水对象的基本用水需求,充分考虑了以水定地、以水定人、以水定产的要求,区域供水总量在区域用水总量控制指标以下,且符合嘉陵江水量分配方案的要求。

设计水平年 2040 年白龙江引水工程给甘肃省平凉市、庆阳市(陇东地区)配置水量中有为煤炭开采及煤化工配水 0.58 亿 m^3 、石油开采及石油化工配水 0.90 亿 m^3 。而《西部大开发重点区域和行业发展战略环境评价》中“鼓励在煤炭资源丰富、煤种合适、水资源充足、环境容量较大的地区有序发展煤化工产业,

形成循环经济产业体系。...陇东煤田以发展煤电一体化为主，发展煤化工要严格以水定产。”...以及习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话中提出：“把水资源作为最大的刚性约束，合理规划人口、城市和产业发展，坚决抑制不合理用水需求，大力发展节水产业和技术，大力推进农业节水，实施全社会节水行动，推动用水方式由粗放向节约集约转变。”...等对上述产业有限制要求，本工程规模合理性论述中将充分考虑、协调解决，满足新形势下相关要求。

3.1.1.2 与产业政策等的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）中有关水利类部分，本工程列入“跨流域调水工程”，为鼓励类项目。

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》（2010 年 12 月 31 日）中指出：“加快水资源配置工程建设。.....积极推进一批跨流域、区域调水工程建设。着力解决西北等地区资源性缺水问题。”“水资源供需矛盾突出仍然是可持续发展的主要瓶颈，农田水利建设滞后仍然是影响农业稳定发展和国家粮食安全的最大硬伤，水利设施薄弱仍然是国家基础设施的明显短板”，“加快水利改革发展，不仅事关农业农村发展，而且事关经济社会发展全局”，“.....把水利作为国家基础设施建设的优先领域，把农田水利作为农村基础设施建设的重点任务”。

白龙江引水工程是一项跨流域综合引水工程，符合《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中关于加强水资源配置工程建设的要求。同时，本工程任务是“城乡生活、工业供水以及高效农业灌溉，并为改善革命老区和六盘山区民生、巩固脱贫攻坚成果、推进区域乡村振兴和生态文明建设提供水资源支撑”。

工程向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）城乡生活及工业生产供水，保障 955 万人饮水安全和煤炭、石油等重要行业用水安全。建设天水、平凉、庆阳等输水沿线地区的部分高效农业灌溉，替代受水区地下水不合理的开采，涵养地下水源。与《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中关于“城乡供水保证率显著提高，城乡居民饮水安全得到全面保障，万元国内生产总值和万元工业增加值用水量明显降低.....”的要求是符合的。

白龙江引水工程被纳入国家 172 项重大水利工程；还列入 2019 年国家发展改革委和水利部制定的 2020~2022 年重大水利工程建设实施方案项目清单。

因此，工程建设符合国家产业政策。

2005 年国务院发布的《国务院办公厅关于加强饮用水安全保障工作的通知》（国办发〔2005〕45 号）提出：“进一步加大解决农村饮用水安全问题的工作力度，采取集中供水、分质供水、分散供水以及农村卫生环境整治等工程措施，重点解决高氟、高砷、苦咸和污染水以及严重缺水地区的饮用水安全问题。”和“加快城市供水设施的建设和技术改造，提高供水能力，扩大供水范围。要按照多库串连、水系联网、地表水与地下水联调、优化配置水资源的原则，加快城市供水水源的建设，提高城市供水安全的保障水平。”

白龙江引水工程是解决甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）水资源短缺和现状居民用水水质不达标民生水利工程，工程建设可以改变该地区人民群众的生存条件，解决农村生活的基本用水需求，保障饮用水安全，符合国家饮用水安全保障政策的有关要求。

3.1.1.3 与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的符合性分析

2012 年 1 月 12 日，国务院以国发〔2012〕3 号印发的《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》，指出：确立水资源开发利用控制红线，到 2030 年全国用水总量控制在 7000 亿 m^3 以内；确立用水效率控制红线，到 2030 年用水效率达到或接近世界先进水平，万元工业增加值用水量降低到 40 m^3 以下，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.6 以上；确立水功能区限制纳污红线，到 2030 年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到 95%以上。

（1）用水总量控制红线

①甘肃省用水总量控制红线

根据《甘肃省人民政府办公厅关于下达甘肃省地级行政区 2015 年 2020 年 2030 年水资源管理控制指标的通知》（甘政办发〔2013〕171 号），对甘肃省 14 个地州市 2015 年、2020 年、2030 年用水总量指标进行了分解，其中白龙江引水

工程受水区涉及的天水市、平凉市、庆阳市 2030 年用水总量控制指标 16.06 亿 m^3 ，其中天水市 5.29 亿 m^3 、平凉市 4.96 亿 m^3 、庆阳市 5.05 亿 m^3 。

至设计水平年 2040 年，天水市总配置水量为 5.28 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.01 亿 m^3 ；平凉市总配置水量 4.88 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.08 亿 m^3 ；庆阳市总配置水量 5.04 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.01 亿 m^3 ；甘肃省受水区各市均不超过用水总量指标，满足用水总量控制要求。

②陕西省用水总量控制红线

根据《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知（陕政办发〔2013〕77 号）》及《延安市人民政府办公室关于下达各县区水资源管理控制目标的通知（延政办发〔2014〕11 号）》等关于用水总量控制指标的相关文件，2030 年延安受水区用水总量指标合计为 2.1 亿 m^3 ，宝塔区、安塞区、志丹县、吴起县分别为 1.16 亿 m^3 、0.28 亿 m^3 、0.33 亿 m^3 和 0.32 亿 m^3 。

至设计水平年 2040 年，延安市总配置水量 1.84 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.26 亿 m^3 ；受水区延安市不超过用水总量指标。

综上，白龙江引水工程受水区遵守用水总量控制要求。

（2）用水效率控制红线

①甘肃省用水效率控制红线

根据《甘肃省人民政府办公厅关于下达甘肃省地级行政区 2015 年 2020 年 2030 年水资源管理控制指标的通知》（甘政办发〔2013〕171 号），对甘肃省 14 个地州市 2015 年、2020 年、2030 年用水效率控制指标进行了分解。2030 年天水市、平凉市和庆阳市的万元工业增加值用水量分别为 $12\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $30\text{m}^3/\text{万元}$ 和 $29\text{m}^3/\text{万元}$ ，灌溉水利用系数均为 0.58。本工程配置后，天水市、平凉市、庆阳市 2040 年万元工业增加值用水量分别为 $10\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $25\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $18\text{m}^3/\text{万元}$ ，较用水效率控制指标分别低 $2\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $5\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $11\text{m}^3/\text{万元}$ ；灌溉水利用系数分别为 0.64、0.63、0.62，较用水效率控制指标分别高 0.06、0.05、0.04。可以看出，2040 年三市用水水平均未超 2030 年用水效率控制指标，则 2040 年三市用水水平未超用水效率控制指标。

②陕西省用水效率控制红线

陕西省及延安市用水效率控制文件规定：2030 年延安市万元工业增加值用水量为 $10\text{m}^3/\text{万元}$ ，灌溉水利用系数为 0.6。本工程配置后，延安市 2040 年万元工业增加值用水量为 $9\text{m}^3/\text{万元}$ ，较用水效率控制指标低 $1\text{m}^3/\text{万元}$ ；灌溉水利用系数为 0.7，较用水效率控制指标高 0.1。可以看出，2040 年延安市用水水平均未超 2030 年用水效率控制指标，故也是合理的。

（3）水功能区限制纳污红线

①甘肃省水功能区限制纳污红线

根据《甘肃省地表水功能区限制纳污红线方案》，规划水平年受水区水功能区年纳污能力 COD 为 11871.8t、氨氮为 436.1t，限排总量 COD 为 9757.7 t、氨氮为 426.3t。围绕《甘肃省水污染防治工作方案》和《黄河中上游流域水污染防治规划》的贯彻和实施，根据《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划（2019-2040 年）》的污染削减方案，预计 2040 年天水、平凉、庆阳三市 COD 削减 2523.08 t，氨氮削减 992.76t 以上。

按照《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划（2019-2040 年）》提出的总体部署，全面落实规划提出工业用水重复利用率、生活污水集中处理率等约束指标，强化工业废水治理、城镇污水处理设施建设、面源污染控制措施等，可大幅度削减污染物的入河湖总量，规划水平年可实现水功能区污染物排放总量控制目标。

②陕西省水功能区限制纳污红线

根据《陕西省地表水功能区限制纳污红线方案》，围绕《陕西省水污染防治工作方案》和《黄河中上游流域水污染防治规划》的贯彻和实施，按照《白龙江引水工程延安段受水区水污染防治规划（2019-2040 年）》提出的总体部署，全面落实规划提出工业用水重复利用率、生活污水集中处理率等约束指标，强化工业废水治理、城镇污水处理设施建设、面源污染控制措施等，可大幅度削减污染物的入河湖总量，规划水平年可实现水功能区污染物排放总量控制目标。

可见，白龙江引水工程水资源配置是符合《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的“三条红线”的管理要求。

3.1.2 与法律法规的符合性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国环境保护法》的符合性

《中华人民共和国环境保护法》第十七条规定：“各级人民政府对具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域，具有重大科学文化价值的地质构造、著名溶洞和化石分布区、冰川、火山、温泉等自然遗迹，以及人文遗迹、古树名木，应当采取措施加以保护，严禁破坏”。第十八条规定：“在国务院、国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府划定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内，不得建设污染环境的工业生产设施；建设其他设施，其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施，其污染物排放超过规定的排放标准的，限期治理”。第三十条规定：“开发利用自然资源，应当合理开发，保护生物多样性，保障生态安全，依法制定有关生态保护和恢复治理方案并予以实施”。

针对白龙江引水工程实施对水源区、输水线路区、受水区产生或可能产生的生态环境问题，开展了环境影响评价区的生态环境现状调查，在工程布局上已考虑了环境敏感区与工程的区位关系，在确定工程规模时也遵循了从源头避免或降低规划工程实施带来的不利生态环境影响的原则，并针对规划实施产生的环境影响，提出了保护的要求，拟定了相应的保护措施。因此，白龙江引水工程符合《中华人民共和国环境保护法》的有关规定。

3.1.2.2 与《中华人民共和国水法》的相符性

《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月修订）第二十一条规定：“开发、利用水资源，应当首先满足城乡居民生活用水，并兼顾农业、工业、生态环境用水以及航运等需要”。第二十二条规定：“跨流域调水，应当进行全面规划和科学论证，统筹兼顾调出和调入流域的用水需要，防止对生态环境造成破坏。”第三十条规定：“……制定水资源开发、利用规划和调度水资源时，应当注意维持江河的合理流量和湖泊、水库以及地下水的合理水位，维护水体的自然净化能力”。

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）供水，工程任务为“以城乡生活供水为主，结合工业供水，兼顾高效农业灌溉，并

为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、助推乡村振兴创造条件”。工程贯彻“三先三后”和“实行最严格水资源管理制度”的基本原则，本工程实施后，可基本满足受水区生活、工业用水，退减地下水、退还挤占生态环境等不合理用水。同时，是在满足水源区白龙江河道外国民经济社会用水需要，并充分考虑了下游生态需水，保障了水源及下游区各业用水和生态环境用水。因此，本工程符合《中华人民共和国水法》对水资源开发、利用的相关要求。

3.1.2.3 与《中华人民共和国水污染防治法》的符合性

《中华人民共和国水污染防治法》第三条规定：“水污染防治应当坚持预防为主、防治结合、综合治理的原则，优先保护饮用水水源，严格控制工业污染、城镇生活污染，防治农业面源污染，积极推进生态治理工程建设，预防、控制和减少水环境污染和生态破坏”。第四十四条规定：“国务院有关部门和县级以上地方人民政府应当合理规划工业布局，要求造成水污染的企业进行技术改造，采取综合防治措施，提高水的重复利用率，减少废水和污染物排放量”。第四十九条规定：“……县级以上地方人民政府建设主管部门应当按照城镇污水处理设施建设规划，组织建设城镇污水集中处理设施及配套管网，并加强对城镇污水集中处理设施运营的监督管理”。第五十二条规定：“地方各级人民政府应当统筹规划建设农村污水、垃圾处理设施，并保障其正常运行”。

工程可研综合考虑了水污染防治的相关要求，在水源区与水源下游区提出加强城镇、生活、农业污染防治的要求，推进代古寺水库水污染防治和水源下游区水环境保护与污染治理，实施污染物总量控制，以保障减水后的水体功能。在受水区提出严格遵循调水工程“三先三后”原则，加强水质较差支流内面源治理，实施生态防护与修复工程等；对受水区涉及的甘肃省天水市、平凉市、庆阳市和陕西省延安市等地区，提出组织编制受水区水污染防治规划并加快规划实施的要求。因此，工程提出的水质保护原则与措施符合《中华人民共和国水污染防治法》中的相关要求。

3.1.2.4 与《中华人民共和国长江保护法》符合性分析

《中华人民共和国长江保护法》第二十九条规定：“长江流域水资源保护与利用，应当根据流域综合规划，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，

并统筹农业、工业用水以及航运等需要”。第三十三条规定：“国家对跨长江流域调水实行科学论证，加强控制和管理。实施跨长江流域调水应当优先保障调出区域及其下游区域的用水安全和生态安全，统筹调出区域和调入区域用水需求。”第五十九条规定：“.....对鱼类等水生生物洄游产生阻隔的涉水工程应当结合实际采取建设过鱼设施、河湖连通、生态调度.....增殖放流、人工繁育等多种措施，充分满足水生生物的生态需求”。

白龙江属长江水系，其在下游四川省广元市境内汇入长江支流嘉陵江。

《长江流域综合规划（2012~2030 年）》（国函〔2012〕220 号）提出，“在抓紧开展嘉陵江流域水量分配的基础上，研究从嘉陵江上游向邻近流域调水的必要性和可能性”。在主要支流开发及保护规划意见中对甘肃省拟开展的省内南水北调有明确支持。《嘉陵江流域综合规划》在跨流域调水部分指出“白龙江引水工程由嘉陵江流域引水至泾渭河流域及陕西省延河流域，解决相关区域缺水问题，保障‘关中-天水经济区’、陇东能源基地等重点地区供水安全。

白龙江引水工程调水量是在白龙江流域水资源在现状与规划工程措施下，工程按照优先满足白龙江流域下游河道外用水、河道生态要求、三磊坝控制断面最小下泄流量等要求，才实施的调水工程。白龙江引水工程在设计过程中，引水比例大部分时间不超坝址断面多年平均径流量 40%；采取集运鱼系统、鱼类增殖站、栖息地保护、生态调度等生态修复措施，尽量减少对水生生态的影响；本工程运行后，水源下游区引水后不改变各典型断面的水质类别，能够满足水功能区化要求。综上，本工程与《中华人民共和国长江保护法》相符合。

3.1.2.5 与《中华人民共和国自然保护区条例》的符合性

《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条规定“在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。”

本工程涉及甘肃多儿国家级自然保护区和甘肃白龙江阿夏省级自然保护区，都是以保护大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统为主的自然保护区。

经调查分析，本工程在甘肃多儿国家级自然保护区的核心区、缓冲区及实验区内均未布置施工临时设施，仅拟建代古寺水库回水淹没实验区北部边缘地带，

淹没面积 2.53hm^2 ，淹没基本不会破坏动植物资源。本工程为水利工程，未在保护区内建设生产设施，符合《中华人民共和国自然保护区条例》要求。

经调查分析，本工程在甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的核心区、缓冲区和实验区内均未布置施工临时设施，拟建代古寺水库部分坝体占压实验区、回水淹没实验区的边缘区，占地面积共 138.51hm^2 。本工程为水利工程，对保护区无重大不可逆影响，对保护区自然资源、自然生态系统、主要保护对象及其栖息地影响轻微可控，不会改变保护区结构和降低保护区功能及保护价值，总体符合《中华人民共和国自然保护区条例》的相关规定。

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意在两个保护区的实验区内实施代古寺水库建设及项目前期工作”。

目前，白龙江引水工程对甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区影响专题论证报告已编制完成，待本工程项目立项批复后，报主管部门审查。

3.1.2.6 与《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的符合性

《中华人民共和国水污染防治法》第六十五条规定：“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。”《饮用水水源保护区污染防治管理规定》第十二条规定“一级保护区内禁止新建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目……”，“二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目……”。

本项目输水线路以隧洞和管道形式穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区和准保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区二级保护区、华池县鸭儿洼饮用水水源保护区二级保护区、延安市红庄水库水源地二级保护区和准保护区。本项目的工程任务为“城乡生活、工业供水以及高效农业灌溉，并为改善革命老区和六盘山区民生、巩固脱贫成果、建设生态文明社会提供水资源支撑。”涉及水源保护区的输水线路是本项目发挥供水任务的主要供水工程，且没有占用饮用

水水源保护区一级保护区。同时，2021 年 6 月，甘肃省生态环境厅印发甘环函〔2021〕119 号和甘环函〔2021〕120 号对《白龙江引水工程穿越武山县饮用水水源保护区工作方案》、《白龙江引水工程穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区工作方案》和《白龙江引水工程穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区工作方案》进行了批复；延安市红庄水库管理处和延安市生态环境局复函表示，在做好污染防治措施的前提下，同意本项目建设。因此，本项目建设符合《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》相关规定。

3.1.2.7 与《地质遗迹保护管理规定》的符合性

《地质遗迹保护管理规定》第十七条规定“任何单位和个人不得在保护区内及可能对地质遗迹造成影响的一定范围内进行采石、取土、开矿、放牧、砍伐以及其它对保护对象有损害的活动。”第十八规定“不得在保护区内修建与地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施；对已建成并可能对地质遗迹造成污染或破坏的设施，应限期治理或停业外迁。”

本项目输水总干线采用深埋隧洞（隧洞埋深 600-900m）下穿庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区 210m、武山县水帘洞省级地质公园三级保护区 860m，不涉及在保护区内修建厂房或其他建筑设施，洞口及临时布置均不在保护区，施工内容不涉及采石、取土等对保护对象有损害的活动，因此，本项目符合《地质遗迹保护管理规定》相关规定。

2020 年 10 月 26 日，甘肃省林业和草原局出具了白龙江引水工程穿越庄浪云崖寺省级地质公园和武山县水帘洞省级地质公园影响评价报告的审查意见，同意项目实施。

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越庄浪县云崖寺和武山县水帘洞 2 个省级地质公园三级保护区”。

3.1.2.8 与《森林公园管理办法》、《国家级森林公园管理办法》的符合性

《森林公园管理办法》（2016 年 9 月 22 日国家林业局令第 42 号修改）第十条规定“森林公园的设施和景点建设，必须按照总体规划设计进行。在珍贵景物、重要景点和核心景区，除必要的保护和附属设施外，不得建设宾馆、招待所、疗

养院和其他工程设施。”第十一条规定“禁止在森林公园毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。采伐森林公园的林木，必须遵守有关林业法规、经营方案和技术规程的规定。”第十二条规定“占用、征收、征用或者转让森林公园经营范围内的林地，必须征得森林公园经营管理机构同意，并按《中华人民共和国森林法》及其实施细则等有关规定，办理占用、征收、征用或者转让手续，按法定审批权限报人民政府批准，交纳有关费用。依前款规定占用、征收、征用或者转让国有林地的，必须经省级林业主管部门审核同意。”

《国家级森林公园管理办法》（2011年5月20日国家林业局令第27号）第十五条规定“建设项目确需使用国家级森林公园林地的，应当避免或者减少对森林景观、生态以及旅游活动的影响，并依法办理林地占用、征收审核审批手续。”第十八条规定“在国家级森林公园内禁止从事下列活动：（一）擅自采折、采挖花草、树木、药材等植物；（二）非法猎捕、杀害野生动物；（三）刻划、污损树木、岩石和文物古迹及葬坟；（四）损毁或者擅自移动园内设施；（五）未经处理直接排放生活污水和超标准的废水、废气，乱倒垃圾、废渣、废物及其他污染物；（六）在非指定的吸烟区吸烟和在非指定区域野外用火、焚烧香蜡纸烛、燃放烟花爆竹；（七）擅自摆摊设点、兜售物品；（八）擅自围、填、堵、截自然水系；（九）法律、法规、规章禁止的其他活动。”

本项目水源水库淹没部分腊子口国家森林公园，输水线路主要采用深埋隧洞和埋管的形式方式地下穿越6个森林公园，森林公园内均无渣场、施工营地、生活营地等临时占地，均不涉及上述规定中的禁止行为。工程选址选线尽量避让了森林公园，部分工程设施或布置确实无法避让的，在采取严格环保措施条件下，对森林公园影响小。2020年9月25日陕西省林业局复函表示“原则同意该工程穿越吴起省级退耕还林森林公园一般休憩区”；2022年12月5日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越5个森林公园，原则同意在腊子口森林公园风景游赏区内蓄水建设代古寺水库”。

综上，本项目符合《森林公园管理办法》和《国家级森林公园管理办法》相关规定。

3.1.2.9 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》的符合性

《水产种质资源保护区管理暂行办法》第十七条规定“在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。”

2019年11月，农业农村部办公厅以农办渔〔2019〕35号《农业农村部办公厅关于调整鸭绿江云峰段斑鳅茴鱼等10个国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的批复》对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区功能区调整进行了批复。白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区功能区调整后，本工程新建代古寺水库回水淹没白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区31.3km。此外，代古寺坝址下游8.8km处分布有白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区。

2018年12月甘肃省农业农村厅复函表示“拟建白龙江引水工程属重大民生工程，虽涉及白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区，但在法律层面基本没有障碍”。2022年9月29日农业农村部以长渔函字〔2022〕99号文批复了《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，“《专题报告》的主要内容和结论应纳入项目环评报告，水生生物资源保护和补偿措施纳入项目环保措施，生态补偿经费纳入项目环保投资。”

2020年12月3日甘肃省农业农村厅以甘农渔函〔2020〕44号文批复了《白龙江引水工程对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，“原则同意修改完善后专题论证报告的主要结论及水生生物保护和补偿措施”。

按照《水产种质资源保护区管理暂行办法》规定，上述两个专题论证报告的主要成果均会纳入本环境影响报告书中，本项目的建设符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》的相关规定。

3.1.2.10 与《中华人民共和国湿地保护法》、《湿地保护管理规定》的符合性

《中华人民共和国湿地保护法》第十九条规定“……禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目除外。第二十八条禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为：（一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；（二）擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土；（三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；（四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；（五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。” …

《湿地保护管理规定》第二十九条规定“除法律法规有特别规定的以外，在湿地内禁止从事下列活动：（一）开（围）垦、填埋或者排干湿地；（二）永久性截断湿地水源；（三）挖沙、采矿；（四）倾倒有毒有害物质、废弃物、垃圾；（五）破坏野生动物栖息地和迁徙通道、鱼类洄游通道，滥采滥捕野生动植物；（六）引进外来物种；（七）擅自放牧、捕捞、取土、取水、排污、放生；（八）其他破坏湿地及其生态功能的的活动。”第三十条规定“建设项目应当不占或者少占湿地，经批准确需征收、占用湿地并转为其他用途的，用地单位应当按照“先补后占、占补平衡”的原则，依法办理相关手续。临时占用湿地的，期限不得超过 2 年；临时占用期限届满，占用单位应当对所占湿地限期进行生态修复。”

白龙江引水工程被纳入国家 172 项重大水利工程；还列入 2019 年国家发展改革委和水利部制定的 2020~2022 年重大水利工程建设实施方案项目清单。

本项目中的延安干线吴起段以压力管道形式穿越陕西省重要湿地陕西北洛河湿地约 2.7km，均为临时占地，主要为农田及草地，对湿地影响很小。本项目内容不涉及《中华人民共和国湿地保护法》第二十八条和《湿地保护管理规定》第二十九条规定的禁止类内容。2020 年 9 月 25 日陕西省林业局复函表示“原则同意穿越陕西北洛河湿地吴起段”。

综上，本项目符合《中华人民共和国湿地保护法》和《湿地保护管理规定》的相关要求。

3.1.2.11 与《风景名胜区条例》的符合性

《风景名胜区条例》第二十六条规定“在风景名胜区内禁止进行下列活动：（一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；（二）修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；（三）在景物或者设施上刻划、涂污；（四）乱扔垃圾。”第二十七条规定“禁止违反风景名胜区规划，在风景名胜区内设立各类开发区和在核心景区内建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物；已经建设的，应当按照风景名胜区规划，逐步迁出。”第三十条规定“在风景名胜区内进行建设活动的，建设单位、施工单位应当制定污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。”

本项目总干线庄浪分水口至华亭分水口段隧洞穿越庄浪云崖寺省级风景名胜区三级保护区 10.37km，平凉一干线埋管、隧洞穿越崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区三级保护区 2.1km。本工程不涉及风景名胜区的核心景区，且工程施工时需按要求做好污染防治和水土保持措施，保护好景区水体、动植物和地形地貌。

2022 年 4 月 3 日，甘肃省人民政府以“甘政函〔2022〕44 号”批复了崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区和庄浪县云崖寺省级风景名胜区总体规划，总体规划中已将白龙江引水工程纳入。

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越风景名胜区三级保护区”。

因此，本项目符合《风景名胜区条例》的相关要求。

3.1.3 与上层相关规划符合性

3.1.3.1 与《长江经济带发展规划纲要》符合性分析

2016 年 9 月，《长江经济带发展规划纲要》正式印发，将保护和修复长江生态环境摆在首要位置，坚持生态优先、绿色发展，共抓大保护，不搞大开发。在促进长江流域经济发展的同时，落实主体功能区划制度、水生态环境功能分区管理制度，加强流域生态系统修复和环境综合治理，积极推进流域城镇污水处理设

施建设。在有效保护和利用水资源部分,《纲要》提出:“优化水资源配置,加强流域水资源统一管理和调度……稳步推进大中型水库、流域区域调水和沿江城市引提水工程”。

白龙江引水工程属于跨流域重大调水工程,工程全面科学论证调水的必要性、可行性、调水规模、调水线路方案以及环境影响等,工程由嘉陵江流域白龙江引水至泾渭河流域及陕西省延河流域,解决相关区域缺水问题,其调水量是按照优先满足白龙江流域下游河道外用水、河道生态要求、三磊坝控制断面最小下泄流量等要求,才实施的调水工程,同时对提升受水区城镇供水保障、改善受水区生态环境有积极作用。因此,白龙江引水工程与《长江经济带发展规划纲要》的要求相协调。

3.1.3.2 与《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》、《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《陕西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《黄河流域生态环境保护规划》的符合性分析

2021年10月,中共中央、国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》,提出到2030年,“黄河流域人水关系进一步改善”、“水资源保障能力进一步提升”;到2035年“生态系统健康”“水资源节约集约利用水平全国领先”“黄河文化大发展大繁荣”。

为深入贯彻习近平总书记关于黄河流域生态保护和高质量发展重要讲话和指示批示精神,全面落实对甘肃重要讲话和指示精神,按照党中央、国务院印发的《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》,甘肃省委、省政府印发了《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》,规划期至2030年,中期展望至2035年,远期展望至本世纪中叶。

规划提出将黄河流域生态保护和高质量发展作为事关中华民族伟大复兴的千秋大计,扭住生态修复、文化复兴和产业转型三大任务,实施水源涵养、水土流失治理、防洪能力建设、污染治理、绿色生态产业培育、黄河文化传承等重大工程,着力改善黄河流域生态环境,着力优化水资源配置,着力促进高质量发展,着力提高人民群众生活水平,着力保护传承弘扬黄河文化,为新时代黄河长治久安作出甘肃贡献,让黄河成为造福人民的幸福河。

规划拟定了，全省黄河流域到 2030 年“水安全保障水平明显改善”、“打造若干千亿级产业和百亿级园区”、到 2035 年“基本公共服务与东部地区差距明显缩小，人民生活水平显著提升，与全国同步迈入社会主义现代化新阶段”的发展目标。提出“构建黄河流域甘肃段“一带一核三基地”发展动力格局。”，其中三基地为“天水先进制造业基地、陇东国家综合能源基地、祁连山生态保护和生态价值转化重点试验基地”。天水先进制造业基地依托集成电路、装备制造、电工电器、电子信息等产业，重点培育和发展先进制造业产业集群。陇东国家综合能源基地，重点加快传统能源产业转型升级，着力推动新能源基地高质量发展，建设国家现代能源示范区。

提出统筹全省三大流域水资源条件及经济社会发展布局，坚持河西控水、南部保水、陇东调水、陇中优水的总体思路，加快建设流域之间水资源调配通道，优化全省水资源配置格局。利用好长江流域水资源存量，积极推进白龙江引水等跨流域调水，实现长江、黄河流域水系连通。

《陕西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》提出：聚焦系统保护秦岭、加大林草植被保护修复力度、提升水源涵养能力等五方面推进生态保护修复；突出抓好水土保持；强化水资源刚性约束、优化水资源配置等三方面加强水资源节约集约利用；全力保障黄河长治久安，主要是科学调控水沙关系，切实提高防洪水平和加强灾害应对体系和能力建设等。

《黄河流域生态环境保护规划》提出：全方位贯彻“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”原则，推进产业全面绿色发展，促进流域高质量发展。推进产业绿色转型升级。统筹水资源、水环境、水生态，坚持节水优先，污染减排与生态扩容两手发力，推进水资源节约集约利用、水污染治理、美丽河湖水生态保护，努力维护黄河流域水生态系统健康。

白龙江引水工程是利用好长江流域水资源存量，将为改善革命老区和六盘山区民生，给黄河流域的陇东国家综合能源基地提供水资源，并实现长江、黄河流域水系连通。另外，白龙江引水工程贯彻“四定”原则，根据本地水资源和白龙江调入水量确定高效灌区规模和受水区能源工业的发展规模，同时坚持节水优先，相关产业均为先进定额水平，再生水利用满足国家、省市的要求。故本工程与《黄

河流域生态保护和高质量发展规划纲要》、《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《陕西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《黄河流域生态环境保护规划》是协调的。

3.1.3.3 与《“十四五”水安全保障规划》和《甘肃省水安全保障规划》的符合性分析

2022年1月11日，国家发展改革委、水利部印发《“十四五”水安全保障规划》（以下简称《规划》）。《规划》提出，到2025年，水旱灾害防御能力、水资源节约集约安全利用能力、水资源优化配置能力、河湖生态保护治理能力进一步加强，国家水安全保障能力明显提升。《规划》指出，“十四五”期间要抓好8个方面重点任务。一是实施国家节水行动，强化水资源刚性约束。按照“严管控、抓重点、建机制”的思路，实施国家节水行动方案，推动水资源利用方式进一步向节约集约转变，加快形成节水型生产、生活方式和消费模式。二是加强重大水资源工程建设，提高水资源优化配置能力。按照“强骨干、增调配、成网络”的思路，立足流域整体和水资源空间配置，抓紧推进一批跨流域跨区域水资源配置工程建设，强化大中小微供水工程协调配套，加快形成以重大引调水工程和骨干输配水通道为纲、以区域河湖水系连通和供水灌溉工程为目、以重点水源工程为结的水资源配置体系。…五是加强农业农村水利建设，提高乡村振兴水利保障能力。按照“保底线、提效能、促振兴”的思路，加大农业农村水利基础设施建设力度，重点向国家乡村振兴重点帮扶县、革命老区、民族地区等特殊类型地区倾斜，实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接，提高乡村振兴水利保障水平。…

甘肃省人民政府办公厅以甘政办发〔2020〕30号印发实施《甘肃省水安全保障规划》，立足省情、水情，从着力保障水资源安全、供水安全、生态安全、防洪安全出发，提出了涵养水、抓节水、优配水、保供水、防洪水“五水共抓”的总体思路，确定了“西控、南保、东调、中优”的水安全保障总体格局，提出：“以合理开源、适度引调水为重点，形成以白龙江引水工程为骨干，当地水、外调水、非常规水联合调配的供水体系，保障城乡居民和陇东能源基地用水。”、“陇

东区：建立以白龙江引水工程为主要水源，崆峒水库、巴家咀水库、盐环定扬黄引水工程为补充，形成以当地水、外调水、非常规水联合配置的供水格局。”

白龙江引水工程已列入甘肃省水安全保障规划，是从长江支流嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市和陕西省延安市供水，是符合甘肃省和陕西省延安市用水总量和用水效率的；该项目为重大水资源工程，符合嘉陵江流域规划和规划环评，响应《“十四五”水安全保障规划》提出的“西北地区科学规划实施调水工程，改善区域水资源条件”；将提高黄河流域水资源优化配置能力，为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件；其也符合甘肃省提出的“陇东区：建立以白龙江引水工程为主要水源…”。

综上，本工程与《“十四五”水安全保障规划》和《甘肃省水安全保障规划》是协调的。

3.1.3.4 与甘肃省、陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的符合性分析

《甘肃省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》在“加强优质水网建设”中提出：坚持涵养水、抓节水、优配水、保供水、防洪水“五水共抓”，建设与全省经济社会发展相适应的水网体系。…加快推进白龙江引水、引哈济党等重点水利工程前期论证，积极开展甘肃南部国家油橄榄基地供水工程建设。…

《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》在“强化水安全保障体系”中提出：坚持“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路，…开展黄河古贤、引嘉入汉、泾河东庄水库供水、白龙江引水（延安段）、汉中焦岩水库等前期工程。…

白龙江引水工程已列入国家、甘肃省“十四五”水利发展规划，是从嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）（不含天水市秦安县、平凉市静宁县）以及陕西省延安市宝塔区、安塞区、志丹县、吴起县 4 县（区）共 24 县（区）的城乡生活、工业供水和高效农业灌溉供水，符合甘肃省提出的“加快推进…白龙江引水工程…等重点水利工程建设”；也符合

陕西省提出的“开展...白龙江引水（延安段）...等前期工程”。白龙江引水工程实施后，将为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件。

综上，本工程与甘肃省和陕西省国民经济与社会发展规划是协调的。

3.1.3.5 与甘肃省“十四五”陇东南区域发展规划的符合性分析

2021年10月10日，甘肃省人民政府办公厅以甘政办发〔2021〕93号文印发《“十四五”陇东南区域发展规划》，规划的战略定位之一为“推动转型发展的国家现代能源经济示范区”，提出构建平凉、庆阳为中心，辐射天水、陇南、甘南的现代能源综合示范区。形成国家重要的现代能源经济示范区。

到2035年，陇东南地区协同发展更加顺畅，经济综合实力和科技创新能力大幅跃升，基本实现新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化，建成特色鲜明的现代化经济体系。

强化水资源安全保障。统筹流域水资源配置，有序推进重大引调水工程、水系连通工程、重点水源工程建设。积极推进白龙江引水工程前期工作。

白龙江引水工程已列入甘肃省“十四五”陇东南区域发展规划，白龙江引水工程实施后，将为改善革命老区和六盘山区民生，并为平凉、庆阳的现代能源工业提供水资源，故本工程与《甘肃省“十四五”陇东南区域发展规划》是协调的。

3.1.4 与相关功能区规划的符合性

3.1.4.1 与《全国主体功能区规划》的符合性

根据2010年12月国务院颁布的《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号）中，白龙江引水工程水源及下游区主要涉及国家重点生态功能区“秦巴生物多样性生态功能区”；线路及受水区主要涉及国家重点开发区域“关中-天水区域”和国家重点生态功能区“黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区”。详见表1.4-1。

项目所在的“秦巴生物多样性生态功能区”、“黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区”属于国家重点生态功能区，是保障国家生态安全的重要区域，属于限制开发区域。规划中指出，这类区域“要以保护和修复生态环境、提供生态产品为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业，引导超载人口逐步有序转移。”国家重点开发区域“关中-天水区域”，主要发展方向为：壮大宝

鸡、铜川、渭南、商洛、杨凌、兴平、天水等城市的规模，形成西部地区重要的城市群。

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）供水，工程实施后水源区水量将有一定减少，但不会对区域生物多样性产生重大影响，调水线路基本上以隧洞、管道为主，不至造成植被的大量破坏和严重的水土流失。引水至受水区后，增加了渭河、延河流域水资源量，可有效改善流域水资源配置，促进流域社会经济可持续发展和生态环境健康。因此从功能定位上，白龙江引水工程的任务、布局、建设运行不会破坏水源区秦巴生物多样性生态功能区的保护要求，与天水受水区重点开发区域的定位是相符的，工程建设总体上符合《全国主体功能区规划》要求。

《全国主体功能区规划》将国家级自然保护区、世界文化自然遗产、国家级风景名胜区、森林公园、重要水源地等环境敏感区列为禁止开发区。白龙江引水工程引水方案涉及多儿国家级自然保护区（实验区）、官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园等。

白龙江引水工程坚持生态优先的原则，在水源区淹没区避开了多尔国家级自然保护区的核心区、缓冲区，在调水线路涉及国家级森林公园采取深埋隧洞穿越方式，在线路比选阶段对工程布置涉及的部分，在科学论证的基础上提出了优化施工方式与临时占地、强化监测、加强监督管理等保护和补救措施。因此，白龙江引水工程工程布置、保护措施与《全国主体功能区规划》禁止开发区的保护要求总体上是相符的。

3.1.4.2 与《全国生态功能区划》的符合性

根据《全国生态功能区划》，将全国划分为 242 个生态功能区和 63 个重要生态功能区，本工程涉及 5 个生态功能区和 2 个重要生态功能区。5 个生态功能区分别为六盘山水源涵养与生物多样性保护功能区（I-01-37）、秦岭山地生物多样性保护与水源涵养功能区（I-02-12）、陇东-宁南土壤保持功能区（I-03-20）、陇中-宁南农产品提供功能区（II-01-37）、陕北黄土丘陵沟壑土壤保持功能区（I-03-18）。

两个重要生态功能区分别为“秦岭一大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区”和“黄土高原土壤保持重要区”。详见表 1.4-2。

经分析，本工程水源区涉及秦岭山地生物多样性保护与水源涵养功能区（全国重要生态功能区“秦岭一大巴山生物多样性保护与水源涵养重要区”），通过代古寺水库分层取水、修建集运鱼系统、取水口设置电感拦鱼装置、开展增殖放流及栖息地保护、下泄生态流量、临时占地区采取植被恢复（包括乔灌木的种植）等环境保护措施后，可使工程建设对下游影响区的不利影响得到较大程度减缓，对生物多样性保护与水源涵养功能区影响很小。输水沿线区涉及上面的 5 个生态功能区和 2 个重要生态功能区，工程建设的生态影响主要发生在施工期，施工将扰动地表，破坏植被，增加水土流失，对区域水源涵养、水土保持和生物多样性保护功能维持产生一定影响，同时占用耕地资源，对农产品提供功能产生影响；由于工程方案输水沿线以隧洞、管道为主、地表建设少，永久占地面积小；临时占地区多为荒地或植被覆盖度低的灌草地，占用林地面积较少，水土流失产生量少；占地区植被类型及群系组成简单，动植物多以适应性强、抗逆性强的种类为主，在评价范围外均具有广泛分布，输水沿线占用的耕地资源较少，因此在做好临时占地区植被恢复和水土流失防治措施的基础上，不会影响其生态功能。受水区涉及除秦岭山地生物多样性保护与水源涵养功能区以外的 4 个生态功能区和 1 个重要生态功能区，通过引水可增加受水区的农田及林草灌溉、绿化面积等，有效遏制区域地下水超采，增加受水区林草覆盖率，对控制当地的水土流失会起到重要作用。因此，工程与 5 个生态功能区及 2 个重要生态功能区的生态保护方向是不矛盾的，与该区域生态功能定位是相符的。

3.1.4.3 与《甘肃省主体功能区规划》、《陕西省主体功能区规划》的符合性

根据 2012 年 7 月颁布实施的《甘肃省主体功能区规划》，白龙江引水工程水源及下游区主要涉及限制开发区（甘肃省重点生态功能区）“长江上游‘两江一水’流域水土保持与生物多样性生态功能区”；线路及受水区主要涉及限制开发区（甘肃省重点生态功能区）“陇东黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区”和限制开发区（甘肃省农产品主产区）“中部重点旱作农业区”及“陇东农产品主产区”以及省级重点开发区域“平庆（平凉-庆阳）地区”。详见表 1.4-1。

根据 2013 年 3 月颁布实施的《陕西省主体功能区规划》，白龙江引水工程延安段主要涉及省级重点开发区域“延安区块”、国家层面限制开发区域（重点生态功能区）“黄土高原丘陵沟壑水土流失防治区”。详见表 1.4-1。

白龙江引水工程属于线性引水工程，水源区涉及限制开发区（甘肃省重点生态功能区）“长江上游‘两江一水’流域水土保持与生物多样性生态功能区”，水源区通过采取水生生态修复、保护措施以及植被恢复以及实施水土保持措施后，基本维持区域的水土保持与生物多样性生态功能。

输水沿线和受水区涉及“陇东黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区”、“中部重点旱作农业区”、“陇东农产品主产区”、“黄土高原丘陵沟壑水土流失防治区”和省级重点开发区域“平庆（平凉—庆阳）地区”、“延安区块”等，线路以隧洞和管道穿越为主，主要影响在施工期，在采取植被恢复以及水土保持措施后，基本满足水土保持和水土流失防治的要求；受水区，7.74 亿水资源量的调入，可有效缓解甘肃省东部地区及陕西省延安西北部地区的资源性、水质性和工程性缺水问题，提高区域供水安全保障能力，对改善革命老区和六盘山区居民生活生产供水条件、巩固拓展脱贫攻坚成果、助推乡村振兴战略、促进区域经济社会高质量发展等均具有重要作用，也符合受水区农产品主产区和省级重点开发区域“平庆（平凉—庆阳）地区”、“延安区块”的功能区要求。因此，工程建设与甘肃省、陕西省相关主体功能定位与发展方向不矛盾，与其开发重点和发展目标一致。

3.1.4.4 与《甘肃省生态功能区划》、《陕西省生态功能区划》的符合性

根据《甘肃省生态功能区划》，本工程评价区共涉及 11 个生态功能区，其中水源区主要位于白龙江上游针叶林水源涵养与生物多样性保护生态功能区，输水沿线及受水区位于其它 10 个生态功能区，各功能区概况见表 1.4-3。

根据《陕西省生态功能区划》，本工程延安段涉及黄土高原农牧生态区中的黄土梁峁沟壑水土流失控制区和白于山南侧水土保持控制区，各功能区概况见表 1.4-3。

白龙江引水工程涉及的甘肃省的 11 个生态功能区主导功能为土壤保持和水域涵养，保护和发展方向包括生物多样性保护、水源涵养、土壤保持及农业生产。

涉及陕西省延安市 2 个生态功能区主导功能为土壤保持, 保护和发展方向包括控制水土流失、退耕还林还草、发展人工草地和特色经济林木等。

白龙江引水工程在水源区采取了各种水生生态修复保护措施, 对陆生生态的影响主要在施工期, 采取陆生生态的恢复措施和水土保持植物措施等, 将对生物多样性影响十分有限。另外, 白龙江引水的调入, 对高效特色农业供水, 将有利于当地农业发展, 并退还了区域地下水超采水量, 退换受水区河流的生态用水, 因此工程建设与甘肃省、陕西省生态功能区定位是相符的。

3.1.5 与流域规划的符合性

3.1.5.1 与《长江流域综合规划（2012～2030 年）》、《黄河流域综合规划（2012～2030 年）》的符合性

2012 年底, 国务院以国函〔2012〕220 号批复了《长江流域综合规划（2012～2030 年）》, 报告在主要支流及湖泊治理和开发与保护规划中指出: 在抓紧开展嘉陵江流域水量分配的基础上, 研究从嘉陵江上游向邻近流域调水的必要性和可能性; 2013 年, 国务院以国函〔2013〕34 号批复了《黄河流域综合规划（2012～2030 年）》, 报告在调水规划中指出: 由于黄河水资源总量不足, 从长远看黄河水资源矛盾仍十分突出, 除继续开展西线工程前期工作外, 还需要考虑其他外流域调水方案, 以满足流域及相关地区经济社会发展和维持黄河生命健康用水需求, 如引江济渭入黄方案、白龙江引水工程等。

从上述分析可看出, 白龙江引水工程与《长江流域综合规划（2012～2030 年）》、《黄河流域综合规划（2012～2030 年）》的相关要求和水资源综合利用体系规划是协调的。

3.1.5.2 与嘉陵江流域综合规划、规划环评符合性分析

按照水利部工作安排, 长江水利委员会正在开展《嘉陵江流域综合规划》的编制工作。《嘉陵江流域综合规划》于 2005 年 8 月、2016 年 5 月两次征求嘉陵江流域涉及的陕西、甘肃、四川、重庆等 4 省（市）意见, 2008 年 12 月、2016 年 12 月两次征求有关部委意见。目前, 《嘉陵江流域综合规划》已编制完成, 报水利部待审批。

《嘉陵江流域综合规划》在跨流域调水部分指出“白龙江引水工程由嘉陵江流域引水至泾渭河流域及陕西省延河流域，解决相关区域缺水问题，保障‘关中-天水经济区’、陇东能源基地等重点地区供水安全。嘉陵江流域水量分配方案中，白龙江 2030 年引水规模暂按 9.6 亿 m^3 考虑。结合目前已开展的相关前期论证，白龙江 2040 年引水规模应控制在 7.74 亿 m^3 以内，年内按照汛期多调、枯水期少调的原则调度。白龙江引水工程应坚持‘三先三后’原则，在加强前期工作和做好相关省（市）协调基础上，通过科学论证，合理确定工程方案和规模。”

本项目经过前期论证，从用水安全保障、区域经济可持续发展、改善区域生态环境等方面论证了本项目建设是必要性；受水区范围与嘉陵江流域综合规划一致，2040 年多年平均引水规模为 7.74 亿 m^3 ，低于嘉陵江流域水量分配方案中的 9.6 亿 m^3 。因此，本项目符合《嘉陵江流域综合规划》相关要求。

2022 年 8 月 3 日生态环境部以环审〔2022〕119 号出具了《关于〈嘉陵江流域综合规划环境影响报告书〉的审查意见》。

本工程与《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见的符合性分析具体见表 3.1-1。

表 3.1-1 与《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见的符合性分析

文件要求	项目情况	是否相符
《规划环评》审查意见中提出，鉴于《规划》未明确白龙江引水工程引水规模、引水过程及工程布局，下阶段在落实《报告书》提出的调水规模控制在 7.78 亿立方米以内要求的基础上，统筹研究受水区用水需求和水源区可供水量，加强工程总体布局、调水规模、引水过程等的环境合理性论证；加大输水沿线及受水区调蓄能力，提高雨洪资源利用水平和供水安全保障程度，切实优化引调水过程，保障水源区枯水期和生态敏感期的生态用水需求；受水区在使用相关引调水时，应符合黄河流域生态保护和高质量发展要求；必要时，进一步开展工程规划及规划环评。	本工程从水资源开发利用、生态保护、经济社会可持续发展以及与受水区水资源需求适应性等方面合理确定了白龙江引水工程 2040 年引水规模为 7.74 亿 m^3 ，小于 7.78 亿 m^3 ；本报告对工程的总体布局进行了环境比选，对调水规模、引水过程、受水区水资源配置进行了环境合理性分析；工程共设末端备用水库 23 座，并在受水区各区县设置了应急备用水源，提高了输水沿线及受水区调蓄能力，加强了供水安全保障程度；代古寺水库洪水期蓄水量超过一半，体现了洪水资源化；工程水量调度时加强了调出区与受水区水源工程的联合调度，受水区遵循节水为先、适度从紧的原	符合

文件要求	项目情况	是否相符
	则，供水时优先使用当地水；工程引水过程和规模的确定优先考虑生态流量需求，确定了代古寺断面枯水期 1 月~3 月不拦蓄，12 月根据水库水位情况以及天然来水情况进行分析控泄的拦蓄调度原则，调水后，新建代古寺水库坝址断面生态流量满足程度达 100%；本工程贯彻“四定”原则，根据本地水资源和白龙江调入水量确定高效灌区规模和受水区能源工业的发展规模，同时坚持节水优先，相关产业均为先进定额水平，符合黄河流域生态保护和高质量发展规划中陇东国家综合能源基地高质量发展等相关要求。	
《综合规划》按照《长江保护法》要求，围绕推进节水型社会建设和促进经济增长方式转变，提出了规划水平年工农业用水效率指标，即 2030 年嘉陵江流域万元工业增加值用水量不超过 40m ³ ，灌溉水利用系数达到 0.55。	设计水平年 2040 年，甘肃省受水区其他一般工业万元增加值用水量为 11m ³ /万元，延安市受水区为 8.8m ³ /万元，均不超过 40m ³ ；甘肃省受水区灌溉水利用系数由现状的 0.50 提高到设计水平年的 0.63，延安市受水区灌溉水利用系数由现状的 0.6 提高到设计水平年的 0.7，均大于 0.55，满足规划环评要求。	符合
《综合规划》未建项目白龙江引水工程周边分布有较多敏感区和生态保护红线。工程布局应重点识别工程与环境敏感区、生态保护红线的关系，分析影响范围和程度，并提出工程选址线路和工程布置的避让要求或有效的保护措施，以符合相关生态敏感区、生态保护红线的管理要求。	本报告详细识别了工程与环境敏感区、生态保护红线的位置关系，分析了工程对其影响范围和程度，并取得了主管部门同意意见；提出了工程选址线路、工程布置的避让要求和保护措施，工程设计进行了优化、避让等，符合相关生态敏感区、生态保护红线的管理要求，符合规划环评的要求。	符合
报告提出立节断面生态流量为 21.1m ³ /s；白龙江引水工程 P=95%条件下白龙江上游立节断面最大可调水量应控制在 7.78 亿 m ³ 以内，进一步深入研究、论证规划布局、调水规模及引水过程等的环境合理性	经计算，多年平均、P=75%和 P=95%条件下，工程实施后，立节断面流量过程可满足生态流量管理目标要求；白龙江引水工程 2040 年引水规模为 7.74 亿 m ³ ，小于 7.78 亿 m ³ ；本报告对工程的总体布局进行了环境比选，对调水规模、引水过程、受水区水资	符合

文件要求	项目情况	是否相符
	源配置进行了环境合理性分析，满足规划环评要求。	
将白龙江亚古电站上游河段 40km、腊子沟、大团鱼河、让水河、乔庄河、清江河部分河段，作为白龙江流域栖息地保护河段。同时加强白龙江流域支流水产种质资源保护区管理。规划期内，上述栖息地保护河段、水产种质资源保护区河段，不再建设水电等拦河闸坝工程，确需建设的重大民生工程需开展对栖息地影响的专题论证。在白龙江上游和下游各规划一座鱼类增殖站，恢复和补充因梯级电站建设损失的流水性或急流种类。	本工程建设范围不涉及规划环评划定的白龙江流域栖息地保护河段范围；本工程将建设一座鱼类增殖站，恢复白龙江部分流水性鱼类，符合规划环评要求。	符合
重点开展白龙江引水工程引水规模、引水过程、工程布局对生态敏感区和生态保护红线环境影响等方面论证，以及结合下游水生生态需求，研究适时开展生态调度。	本报告详细分析了工程规模、布局、建设对环境敏感区和生态保护红线的影响，并提出了开展代古寺水库生态调度研究，符合规划环评要求。	符合
针对输水线路穿越的环境敏感区和生态保护红线，进一步识别是否有地表设施及施工影响，开展工程对环境敏感区影响、生态保护红线不可避免等专题评价。下阶段应详细识别水源工程、输水工程布局与环境敏感区、生态保护红线的关系，分析工程对环境敏感区结构、主要保护对象和功能的影响范围和程度，以及生态保护红线面积和功能的影响，并提出有效的保护措施或补划方案。	本报告详细识别了工程与 18 个环境敏感区、生态保护红线的位置关系和穿越形式，分析了工程施工、运行对其主要保护对象、结构和功能的影响，并提出了工程选址、布置的避让要求和动植物资源保护、生态监测与管理等有针对性的保护措施。针对工程涉及的环境敏感区，开展了工程对自然保护区、饮用水水源保护区、地质公园等专题评价，符合规划环评要求。	符合
水生态保护措施方面。下阶段应加强水源点上下游流水河段栖息地保护方案研究。进一步研究水源下游白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼的产卵繁殖需求，结合工程调度设计，研究营造鱼类产卵繁殖期人造洪峰的必要性和可行性。	本报告提出将九龙峡坝址至大容立节坝址以及较大支流腊子沟划为栖息地保护河段；并考虑水源下游鱼类产卵繁殖需求，在 4 月中下旬构造一个持续涨水过程，将生态流量从 21.07m ³ /s 缓涨至 27.44m ³ /s，从而更好地保障鱼类产卵期的生境条件，符合规划环评要求。	符合

从总体上看，白龙江引水工程与《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》及审查意见的相关要求是符合的。

3.1.6 与“三先三后”原则符合性分析

(1) 关于先节水后调水原则

本次在水资源配置及需水预测时，对节水予以了充分考虑。

对于工业用水方面，甘肃省受水区，现状年，火电工业用水定额为 $2.8\text{m}^3/\text{kW}$ ；煤炭开采用水定额为 $0.33\text{m}^3/\text{t}$ ；石油开采用水定额为 $5.2\text{m}^3/\text{t}$ ，石油化工用水定额为 $8.9\text{m}^3/\text{t}$ ；其他一般工业用水定额为 $29\text{m}^3/\text{万元}$ ，工业用水重复利用率仅为 70%~80%左右。设计水平年，考虑提高用水重复率等节水要求后，供水区煤炭开采吨煤取水量确定为 $0.20\text{m}^3/\text{t}$ ；煤化工项目煤制乙二醇用水定额 $8\text{m}^3/\text{t}$ 、煤制乙醇 $6\text{m}^3/\text{t}$ 、煤制聚烯烃及下游加工 $20\text{m}^3/\text{t}$ 和低温焦油加氢制清洁燃料油 $3\text{m}^3/\text{t}$ ；石油开采 $4.0\text{m}^3/\text{t}$ ，石油炼油用水定额 $0.6\text{m}^3/\text{t}$ ；火电装机设计用水量取值 $2.5\text{m}^3/\text{kW}$ ，全部达到国家定额先进值标准。受水区其他一般工业万元增加值用水量降为 $11\text{m}^3/\text{万元}$ ，工业用水重复利用率达到 85%以上。

陕西省延安市受水区 2019 年万元工业增加值净定额为 $21.3\text{m}^3/\text{万元}$ ；2040 年万元工业增加值用水 $8.8\text{m}^3/\text{万元}$ 。

对于城镇生活用水方面，现状年，甘肃省受水区城镇居民生活用水定额 $110\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，节水器具普及率仅为 55%，水厂及城镇管网漏损率 22%，2040 年甘肃省受水区城镇居民生活需水定额取 $90\sim 100\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，节水器具普及率提高到 90%以上，城镇自来水厂及管网损失率降低到 13%以内（其中公共供水管网损失 8%）；陕西省延安市受水区设计水平年考虑人民生活水平适当提高，延安城区生活需水净定额宝塔区 $100\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 、安塞区 $95\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ 、吴起县及志丹县均按 $90\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，管网漏损率为 8%。设计水平年城镇生活用水定额较现状略有增加，是符合经济社会发展水平实际的，同时也与《甘肃省行业用水定额》和《陕西省行业用水定额》居民生活定额相符。管网漏损率满足《城市供水管网漏损控制及评定标准》中城市供水管网基本漏损率不应大于 12%的要求。

对于农业灌溉用水方面，根据《甘肃省行业用水定额》，甘肃陇东片小麦 50%、75%频率下需水分别为 $250\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $300\text{m}^3/\text{亩}$ ，陇东片玉米 50%、75%频率下需水分别为 $250\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $300\text{m}^3/\text{亩}$ ；甘肃陇南天水片小麦 50%、75%频率下需水分别为 $180\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $210\text{m}^3/\text{亩}$ ，陇南天水片玉米 50%、75%频率下需水分别为 180

$\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $210 \text{ m}^3/\text{亩}$ 。随着受水区节水措施的逐步实施，受水区灌溉水利用系数由现状的 0.52（其中地表水灌溉水利用系数 0.5，地下水灌溉水利用系数 0.8）提高到设计水平年的 0.63（其中地表水灌溉水利用系数 0.6，地下水灌溉水利用系数 0.8）。

陕西省延安市受水区现状年农田灌溉水利用系数为 0.6，农田实灌定额为 $65 \text{ m}^3/\text{亩}$ ；规划 2040 年灌溉水利用系数提高到 0.7，农田灌溉定额为 $120 \text{ m}^3/\text{亩}$ ，林果 $80 \text{ m}^3/\text{亩}$ ，牧草 $80 \text{ m}^3/\text{亩}$ 。

综上，本工程较充分的考虑了节水要求，符合“先节水，后调水”原则。

（2）关于先治污后通水原则

白龙江引水工程受水区涉及河流属渭河和泾河流域，其主要河流既是供水区的供水水源，也是区域各类废污水的主要接纳水体，根据本次现状调查来看，受水区部分城市工业基础较发达，在部分河段有一些工业企业废水入河，沿河乡镇生活污水也排放入河，加之农田退水等面源影响，部分时段渭河、泾河干支流、延河等存在 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等指标超标，不完全满足水功能区划水质目标。

根据《黄河流域综合规划（2012~2030 年）》、《渭河近期重点治理规划》（2005 年）、《甘肃省十四五环境保护规划》及《陕西省水污染防治工作方案》、《延安市水污染防治工作方案》以及工程供水区涉及各河流“一河一策”等提出：实施有效的工业污染源治理；根据国家有关规定，对现有废水污染源不能做到达标排放的工业企业，实施关停治理；强化环保监督管理工作，保障流域水污染源实现排污的稳定达标。根据渭河水资源条件和水环境承载条件及水环境容量，严格新建项目的审批工作，杜绝在流域建设高耗水和重污染的工业项目，切实落实环保“三同时”制度，确保项目建设实现“增产不增污”的控制目标；强化产业结构调整 and 关闭“十五小”企业；有计划地在流域内推行清洁生产。大力强化城市生活污水的处理工作，显著减少城市排污对渭河的污染。强化城镇生活污染治理：加快城镇污水处理设施建设与改造，达到相应排放标准或再生利用要求；推进农业农村污染防治，科学划定畜禽养殖禁养区；推动经济社会绿色发展；严格环境准入政策；调整产业结构；依法淘汰落后产能；优化空间布局；合理确定发展布局、结构和规模；充分考虑水资源、水环境承载能力，以水定城、以水定地、以水定

人、以水定产；严格实施水资源管理，健全取、用水总量控制指标体系等。上述措施得到落实后，受水区各河流水质不达标现象将得到有效改善。

根据白龙江引水工程受水区现状污水处理厂调查资料，工程供水的四市 24 县城现已建成污水处理厂各一座。根据各县区城镇建设规划及《白龙江引水工程受水区水污染防治规划》，至 2040 年，通过新建及扩建，县城污水处理厂污水处理规模将增加；受水区乡镇尚未规划污水处理厂，按照节能减排及用水效率控制目标，要求受水区乡镇尤其重点乡镇根据本地区社会经济发展情况规划建设相应规模的污水集中处理设施，对生活、工业排放水量进行集中处理；要求乡镇污水处理厂（站）达到 100%，扩大现有乡镇污水处理站污水处理规模，提高出水水质要求。根据《甘肃省水污染防治工作方案》及《陕西省水污染防治工作方案》，加快推进国家级、省级循环化改造试点园区实施进程，引导工业集聚区通过专业化运营模式，推动建立绿色低碳循环发展产业体系，实现统一供水、废水集中治理和水资源梯级优化利用，促进再生水利用。

目前，《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划（2019-2040）》和《白龙江引水工程陕西省受水区水污染防治规划（2019-2040）》已分别通过甘肃省人民政府和延安市人民政府的审批（批文见附件）。该规划在受水区地表水污染源调查基础上，根据白龙江引水工程水自然配置方案、受水区自然环境特点，生态环境以及社会经济发展相关规划，综合确定受水区规划水平年指标、水质目标，预测规划水平年受水区污染源、水环境容量，提出规划年新增污染源防治任务和措施，细分受水区控制单元，结合受水区“十四五”生态环境保护规划、水质目标、规划年指标等，在落实“十四五”生态环境保护提出的各项污染治理措施基础上，针对受水区白龙江引水工程新增污染源，主要从城镇污水处理及管网项目、区域再生水循环利用项目、水生态保护修复项目、农村环境综合整治项目等四个方面提出受水区各控制单元具体任务。根据估算，天水市、平凉市、庆阳市和延安市受水区新增污染源水污染治理投资分别为 8.21 亿元、15.88 亿元、18.56 亿元和 18.56 亿元。总体上，在落实白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划提出的各项措施后，白龙江引水工程的实施基本不会增加受水区地表水污染源排放，可以保障水质考核断面水质目标。

因此，本次提出，应落实《黄河流域综合规划（2012～2030年）》、《渭河近期重点治理规划》（2005年）、《甘肃省十四五环境保护规划》及《陕西省水污染防治工作方案》、《延安市水污染防治工作方案》以及工程供水区涉及各河流“一河一策”和《白龙江引水工程受水区水污染防治规划》等提出的水污染治理和水环境保护相关要求和治理措施，严格控制工业废水及生活污水的排放量，工业园区实行企业间串联用水、梯级用水、循环用水，促进工业废水“近零排放”，切实加强受水区水污染防治、污染源治理、城镇污水处理设施建设等工作，落实资金，明确治污任务、责任主体、监管单位、实施时间、完成时间，确保工程建成运行前完成受水区纳污水体的水污染治理工作，以使本工程的建设满足先治污后通水原则。

（3）关于先环保后用水原则

本工程进行水资源配置和需水预测时，首先充分考虑节水相关要求，通过本工程建设，联合调配白龙江的水和工程供水区当地水资源，在优先满足水源区白龙江代古寺水库下泄水量满足其下游生态流量及生产、生活用水的前提下，水资源得到了合理利用。

在水源区白龙江拟建代古寺大坝采取集运鱼系统、鱼类增殖站、栖息地保护、生态调度等生态修复措施，尽量减少对水生生态的影响；输水线路采用深埋隧洞方式地下穿越森林公园等环境敏感区，尽量降低工程对地表环境的影响。

设计水平年，本工程建成运行后，城镇生活和部分工业供水量增加，本次提出应落实《甘肃省水污染防治行动计划实施方案》、《甘肃省水资源保护规划》、《陕西省水污染防治行动计划实施方案》、《陕西省水资源保护规划》及工程供水区涉及各河流“一河一策”等相关水污染治理、水环境保护要求和治理措施，对各类入河点源、面源进行治理，实现各水污染防治规划、各河流“一河一策”提出的2040年水污染治理和水环境保护目标以及《白龙江引水工程受水区水污染防治规划》等提出的水污染治理和水环境保护相关要求和治理措施；工程通水前，确保工程供水的城镇、乡村污水和工业的处理设施、水平满足污水处理要求，实现增水不增污，满足“先环保后用水”原则。

3.1.7 与“三线一单”的符合性分析

2020 年 12 月 29 日，甘肃省人民政府发布了《甘肃省人民政府关于三线一单分区管控的意见》（甘政发〔2020〕68 号），从生态环境保护角度将全省行政区域划分为优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元。

2020 年 12 月 24 日，陕西省人民政府发布了《陕西省人民政府关于加快实施落实三线一单分区管控的意见》（陕政发〔2020〕11 号），从生态环境保护角度将全省行政区域划分为优先保护、重点管控和一般管控三类环境管控单元。

3.1.7.1 生态保护红线

（1）与生态保护红线的区位关系

经对比甘肃省生态保护红线划定成果，推荐方案工程线路穿越一般控制区 26.25km，淹没一般控制区 143.64hm²，穿越方式为隧洞和埋管，涉及的生态保护红线类型主要是“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线，不涉及核心保护区。

经对比延安市生态保护红线划定成果，推荐方案涉及延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线（陕西吴起省级退耕还林森林自然公园 1.8km），穿越方式为隧洞，不涉及核心保护区。

（2）工程与生态保护红线的符合性分析

①与政策法规的符合性分析

根据 2017 年 2 月 7 日中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》中的要求：（九）实行严格管控。生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。

《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅，厅字〔2019〕48 号）中要求，生态保护红线内，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的

原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；**必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护；重要生态修复工程。**

《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局，自然资发〔2022〕142号）中要求，生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑；原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施；经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动；按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营；不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护；**必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；**已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造；地质调查与矿产资源勘查开采；依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复；根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作；法律法规规定允许的其他人为活动。

白龙江引水工程是国务院确定的 172 项节水供水重大水利工程项目之一，并被列入 2019 年国家发展改革委和水利部制定的 2020~2022 年重大水利工程建设实施方案项目清单；白龙江引水工程是国家的重大项目，并且占用的生态保护红线没有自然保护区核心保护区等区域，是符合现行法律法规。

目前，甘肃省自然资源厅已出具《甘肃省自然资源厅关于白龙江引水工程穿越生态保护红线的意见》（甘资规划函〔2021〕70号）回函表示工程符合生态保护红线管控要求；延安市自然资源局已出具《关于〈白龙江引水工程延安段建设意见〉征求意见的复函》（延市自然资便字〔2021〕99号）复函，表示同意工程建设。

故本工程符合生态保护红线的相关政策法规。

②与生态保护红线的结构、功能的符合性分析

白龙江引水工程涉及甘肃省“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线和延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线。其中占用西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线和延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线全部为隧洞穿越，对生态保护红线的结构、功能无影响；甘肃省“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线部分为隧洞穿越，其余为代古寺枢纽淹没，淹没的红线面积只占红线总面积很小的一部分，不会对生态保护红线的结构、功能造成退化，影响是可接受的；六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线大部分为隧洞穿越，其余为管道穿越，占地为临时占地，生态影响主要为施工期，施工结束后，地表全部恢复，对生态保护红线的结构、功能影响很小。故白龙江引水工程的建设对涉及的生态保护红线基本无影响。

综上，白龙江引水工程是符合甘肃省、陕西省的生态保护红线分区管控要求的。

3.1.7.2 环境质量底线

参考《甘肃省“三线一单”文本》，2020年甘肃省68个国控省控地表水断面水质优良率达到95.6%以上（国考断面水质优良率达到92.1%以上）；2025年水质目标稳定提升，其中水质达标断面需稳定达标，水质不达标断面需逐步改善，全省68个国控省控地表水断面水质优良率达到96%以上；2035年地表水体水质优良率进一步提升，各断面基本达到水环境功能要求。

根据陕西省“三线一单”成果，规划到 2025 年、2035 年延安市省控以上断面水质优良比例分别达到 70%、95%。

白龙江引水工程不属于污染型项目，本阶段已拟定相关的水环境保护措施，要求施工及运行期废污水处理达标尽可能回用；工程运行期受水区通过完善和提高污水收集处理率、再生水利用率等措施，落实《白龙江引水工程受水区水污染防治规划》等提出的水污染治理和水环境保护相关要求和治理措施，可实现增水不增污；经预测，白龙江引水工程建成后，水源区、受水区流域水功能区水质达标率达到 95%以上，满足甘肃省、陕西省延安市环境质量底线的控制要求。

3.1.7.3 资源利用上线

参考《甘肃省“三线一单”文本》，根据《甘肃省人民政府办公厅关于下达甘肃省地级行政区 2015 年 2020 年 2030 年水资源管理控制指标的通知》（甘政办发〔2013〕171 号），对甘肃省 14 个地州市 2015 年、2020 年、2030 年用水总量指标进行了分解，其中白龙江引水工程受水区涉及的天水市、平凉市、庆阳市 2030 年用水总量控制指标 16.06 亿 m^3 ，其中天水市 5.29 亿 m^3 、平凉市 4.96 亿 m^3 、庆阳市 5.05 亿 m^3 。

参考《陕西省“三线一单”文本》，根据《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知（陕政办发〔2013〕77 号）》及《延安市人民政府办公室关于下达各县区水资源管理控制目标的通知（延政办发〔2014〕11 号）》等关于用水总量控制指标的相关文件，2030 年延安受水区用水总量指标合计为 2.1 亿 m^3 ，宝塔区、安塞区、志丹县、吴起县分别为 1.16 亿 m^3 、0.28 亿 m^3 、0.33 亿 m^3 和 0.32 亿 m^3 。

经统计，天水市总配置水量为 5.28 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.01 亿 m^3 ；平凉市总配置水量 4.88 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.08 亿 m^3 ；庆阳市总配置水量 5.05 亿 m^3 ，与用水总量持平；延安市总配置水量 1.78 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.32 亿 m^3 。受水区各市均不超过用水总量指标。

天水市、平凉市、庆阳市、延安市 2040 年用水水平与用水效率控制指标关系见表 3.1-2。可以看出，2040 年四市用水水平均未超 2030 年用水效率控制指标，则 2030 年四市用水水平未超用水效率控制指标。

表 3.1-2 受水区 2040 年用水水平与用水效率控制指标的关系

市	区域	万元工业增加值用水量 (m ³ /万元)			灌溉水利用系数		
		2040 年用水水平	2030 年用水效率控制指标	差值	2040 年用水水平	2030 年用水效率控制指标	差值
天水市	长江流域	9	12	-3	0.63	0.58	0.07
	引洮二期受水区	9			0.71		
	白龙江引水工程受水区	9			0.64		
	平均	9			0.65		
平凉市	引洮二期受水区	27	30	-3	0.76	0.58	0.1
	白龙江引水工程受水区	27			0.66		
	平均	27			0.68		
庆阳市	白龙江引水工程受水区	17	29	-12	0.66	0.58	0.08
延安市 (四县区)	白龙江引水工程受水区	8	9	-1	0.7	0.6	0.1

本工程建设符合水资源利用上线的要求。

3.1.7.4 生态环境准入清单

白龙江引水工程涉及的甘肃省“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线，参考《甘肃省“三线一单”生态环境准入清单》，生物多样性的准入要求，禁止损坏或不利于维护重要物种栖息地的人类活动。禁止新建纺织、制革、造纸、石化、化工、医药、金属冶炼等水污染或大气污染较重的项目。禁止大规模水电开发和林纸一体化产业发展区内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。

水土保持的准入要求，禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物，禁止过度放牧，禁止新建土地资源高消耗产业，禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石、开采零星矿产资源等可能造成水土流失的活动区内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。

水源涵养的准入要求，禁止过度放牧、无序采矿、毁林开荒、开垦草原等损害或不利于维护水源涵养功能的人类活动。禁止新建高水资源消耗产业，禁止新

建纺织印染、制革、造纸、石化、化工、医药、金属冶炼等水污染或大气污染较重的项目内现有不符合布局要求的，限期退出或关停。对已造成的污染或损害，应限期治理。

白龙江引水工程涉及的陕西省延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线，参考《陕西省延安市“三线一单”生态环境准入清单》，准入要求，禁止或限制大规模、高强度工业开发和城镇建设活动，开展生态功能受损区域生态保护修复活动，确保重要生态环境功能不降低。该区域禁止新建、改建、扩建水泥、造纸、果汁、印染、淀粉、电镀等耗水量大、污染严重的建设项目，发展重点方向为：整合提升现有以能源为主体的产业结构和产业空间布局，保护农林空间、发展现代农业，大力发展战略新兴产业和旅游服务、商贸物流等现代服务产业。

白龙江引水工程为水利工程，属于基础建设项目，不属于甘肃省“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线和陕西省延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线禁止开发项目，同时工程建设符合自然保护区、水产种质资源保护区、饮用水水源地、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地等的准入要求，水源区采取集运鱼系统、鱼类增殖站、栖息地保护、生态调度等生态修复措施，尽量减少对水生生态的影响；输水线路采用深埋隧洞方式地下穿越森林公园等环境敏感区，尽量降低工程对地表环境的影响；工程建设总体符合《甘肃省“三线一单”生态环境准入清单》和《陕西省延安市“三线一单”生态环境准入清单》相关要求。

3.1.8 与其他相关政策、文件的符合性分析

3.1.8.1 与《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》符合性分析

2015年12月，原环境保护部印发了《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》（环办〔2015〕111号）。该文在规划布局中要求：“现代煤化工项目应布局在优化开发区和重点开发区，优先选择在水资源相对丰富、环境容量较好的地区布局，并符合环境保护规划。已无环境容量的地区发展现代煤化工项目，必须先期开展经济结构调整、煤炭消费等量或减量替代等措施腾出环境容量，并采用先进工艺技术和污染控制技术最大限度减少污染物的排放。”

在项目选址中要求：“（一）现代煤化工项目应在产业园区布设，并符合园区规划及规划环评要求。（二）自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区及主要补给区、江河源头区、重要水源涵养区、生态脆弱区域、泉域出露区以及全国主体功能区划中划定的禁止开发区和限制开发区、全国生态功能区划中的重要生态功能区内，禁止新建、扩建现代煤化工项目。”

在污染防治和环境影响中要求：“（一）严格限制将加工工艺、污染防治技术或综合利用技术尚不成熟的高含铝、砷、氟、油及其他稀有元素的煤种作为原料煤和燃料煤。（二）现代煤化工项目的工艺技术、建设规模应符合国家产业政策要求，鼓励采用能源转换率高、污染物排放强度低的工艺技术，并确保原料煤质相对稳定。在行业示范阶段，应在煤炭分质高效利用、资源能源耦合利用、污染控制技术（如废水处理技术、废水处置方案、结晶盐利用与处置方案等）等方面承担环保示范任务，并提出示范技术达不到预期效果的应对措施。（三）强化节水措施，减少新鲜水用量，具备条件的地区，优先使用矿井疏干水、再生水，禁止取用地下水作为生产用水。沿海地区应利用海水作为循环冷却用水，缺水地区应优先选用空冷、闭式循环等节水技术。取用地表水不得挤占生态用水、生活用水和农业用水。（四）根据清污分流、污污分治、深度处理、分质回用的原则，设计废水处理处置方案，选用经工业化应用或中试成熟、经济可行的技术。在具备纳污水体的区域建设现代煤化工项目，废水（包括含盐废水）排放应满足相关污染物排放标准要求，并确保地表水体满足下游用水功能要求；在缺乏纳污水体的区域建设现代煤化工项目，应对高含盐废水采取有效处置措施，不得污染地下水、大气、土壤等。”

白龙江引水工程的受水区煤化工项目规划在甘肃省级重点开发区域：平庆（平凉—庆阳）地区，环境容量较好的地区，合理使用白龙江引水工程调入水量后，将有相对丰富水资源，符合环境保护规划。

受水区煤化工项目均布置在工业园区，均不在相关环境敏感区以及全国主体功能区划中划定的禁止开发区和限制开发区、全国生态功能区划中的重要生态功能区内；由于相关园区规划水平年在 2020 年，在后续将进行编制规划水平年相关产业园区规划及规划环评通过审批后，符合项目选址中要求。

受水区的煤化工在污染防治和环境影响中将采取先进的工艺，中水完全回用，严格执行相关环保要求，满足本规定的污染防治和环境影保护要求。

另外，本工程水资源配置原则为：优先使用地表水，地下水水源作为补充，能使用再生水的优先使用再生水；城市生态环境用水和火电用水优先使用再生水，煤炭开采使用疏干水。

综上，受水区煤化工建设项目符合《现代煤化工建设项目环境准入条件（试行）》要求。

3.1.8.2 与《关于印发“十四五”用水总量和强度双控目标的通知》符合性分析

2022年3月11日水利部、国家发展改革委《关于印发“十四五”用水总量和强度双控目标的通知》（水节约〔2022〕113号），甘肃省用水总量控制在120.9亿 m^3 以内（其中，非常规水源利用量5.2亿 m^3 ），万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量较2020年分别降低13%和10%，农田灌溉水有效利用系数提高到0.590以上；陕西省用水总量控制在107.0亿 m^3 以内（其中，非常规水源利用量5.0亿 m^3 ），万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量较2020年分别降低12%和10%，农田灌溉水有效利用系数提高到0.585以上。

白龙江引水工程供水后，保证受水区用水量不超过用水总量控制红线；到2040年，甘肃省受水区一般工业万元工业增加值用水量由现状的29 m^3 /万元下降到11 m^3 /万元，陕西省延安市万元工业增加值用水量由现状的21 m^3 /万元下降到9 m^3 /万元，甘肃和陕西工业用水重复利用率提高到90%以上；到2040年，甘肃、陕西受水区再生水利用率均达到30%以上，非常规水源利用水平分别达到4.2%、9.5%；甘肃省和陕西省受水区不再新增有效灌溉面积，甘肃省受水区灌溉水有效利用系数由现状的0.52提高到0.66以上，陕西省受水区灌溉水有效利用系数由现状的0.558提高到0.7以上。

本次制定的节水指标均比《关于印发“十四五”用水总量和强度双控目标的通知》要求的指标更先进，符合其要求。

3.2 方案环境比选

3.2.1 工程总体布局环境比选

根据水源区水源选取、输水线路走向以及受水区水资源配置方案，工程总体布局共拟定两个方案，方案一：新建代古寺水库方案（7.74 亿 m^3 ），在现有代古寺电站枢纽下游新建代古寺水库，自代古寺水库取水后通过输水总干线穿越西秦岭、六盘山两座屏障至华池甘陕界线附近线路末端延安分水口，沿线设分水口通过输水干线输水至受水区。水源工程为代古寺水库，水库正常蓄水位 1804.00m，总库容 4.08 亿 m^3 。输水工程包括输水总干线、干线及分干线三部分。输水总干线从代古寺水库至华池县鸭儿洼，全长 492.07km，总干线全部在甘肃境内，渠首设计流量 32 m^3/s 。输水干线共 9 条，输水分干线共 18 条，输水干线及分干线总长约 836.83km（干线总长 409.93km，分干线总长 426.90km），其中甘肃供水部分总长约 608.32km，延安供水部分总长约 228.51km。

方案二：利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m^3 ），代古寺电站上游左岸支流达拉河建设达拉河水库增加代古寺电站调蓄能力，以现状代古寺电站为水源，于工程中部新建张家沟水库、韩河水库两座中间调蓄水库，由中间调蓄水库将水量调蓄均匀后，通过新建总干线工程，干线工程输水至受水区。水源工程达拉河水库正常蓄水位 2235m，调节库容 1.39 亿 m^3 ；中间调蓄水库张家沟水库正常蓄水位 1636m，总库容 1.65 亿 m^3 ，调节库容 1.19 亿 m^3 ；韩河水库正常蓄水位 1516m，调节库容 0.86 亿 m^3 ；代古寺渠首引水流量 44 m^3/s ，总干线工程总长 487.69km，设 8 个分水口，分别为张家沟分水口、张家川分水口、庄浪分水口、韩河水库分水口、镇原分水口、庆阳分水口、庆城分水口、延安分水口，从各分水口经新建 9 条配套干线工程均匀输水至各受水区县，配套干线工程总长约 843.86km，其中延安干线总长 228.50km。

本环评从对水资源量、水文情势、陆生生态、水生生态、移民占地、环境敏感区、生态保护红线等方面对两个方案进行了环境比选分析。

工程方案环境比选见表 3.2-1。经比选，同意主体设计推荐的方案一。

表 3.2-1 白龙江引水工程方案环境比选

项目	方案一：新建代古寺水库方案（7.74 亿 m ³ ）	方案二：利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m ³ ）
总体布置	在现有代古寺电站枢纽下游新建代古寺水库，自代古寺水库取水后通过输水总干线穿越西秦岭、六盘山两座屏障至华池甘陕界线附近线路末端延安分水口，沿线设分水口通过输水干线输水至受水区。水源工程为代古寺水库，水库水库正常蓄水位 1804.00m，总库容 4.08 亿 m ³ 。输水工程包括输水总干线、干线及分干线三部分。输水总干线从代古寺水库至华池县鸭儿洼，全长 492.07km，总干线全部在甘肃境内，渠首设计流量 32m ³ /s。输水干线共 9 条，输水分干线共 18 条，输水干线及分干线总长约 836.83km（干线总长 409.93km，分干线总长 426.90km），其中甘肃供水部分总长约 608.32km，延安供水部分总长约 228.51km。	在代古寺电站上游左岸支流达拉河建设达拉河水库增加代古寺电站调蓄能力，以现状代古寺电站为水源，于工程中部新建张家沟水库、韩河水库两座中间调蓄水库，由中间调蓄水库将水量调蓄均匀后，通过新建总干线工程，干线工程输水至受水区。水源工程达拉河水库正常蓄水位 2235m，调节库容 1.39 亿 m ³ ；中间调蓄水库张家沟水库正常蓄水位 1636m，总库容 1.65 亿 m ³ ，调节库容 1.19 亿 m ³ ；韩河水库正常蓄水位 1516m，调节库容 0.86 亿 m ³ ；代古寺渠首引水流量 44m ³ /s，总干线工程总长 487.69km，设 8 个分水口，分别为张家沟分水口、张家川分水口、庄浪分水口、韩河水库分水口、镇原分水口、庆阳分水口、庆城分水口、延安分水口，从各分水口经新建 9 条配套干线工程均匀输水至各受水区县，配套干线工程总长约 843.86km，其中延安干线总长 228.50km。
环境概况	<p>陆生生态：代古寺水库坝址区位于秦岭中山区，河谷呈较为狭窄的“V”型，主河床宽约 40m，两岸阶地不发育；坝址及淹没区主要分布朔茺花、茶藨子、沙棘灌草丛、农田栽培植被等。尽管库区部分位于保护区，但由于两侧地形陡峭，植被覆盖度很低，故野生动物非常少。</p> <p>隧洞沿线穿越西秦岭高山、中山区和六盘山中山区以及陇东中低山区。主要植被分布有亚寒带针叶林、温带针阔混交林、温带阔叶林、农田栽培植被等。大部分区域野生动物稀少，野生动物比较丰富的区域，均已隧洞形式通过。受水区属黄土高原丘陵沟壑区和高原沟壑区，主要植被类型包括农田植被、苔草灯心草群系、剪股颖群系、狗牙根群系。由于人类干扰强烈，野生动物非常稀少。</p> <p>水生生态：白龙江流域分布有鱼类 74 种，其中上游分布有 9 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鳅、青石爬鳅，为典型高原鱼类区系，种类组成以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属及鳅科鱼</p>	<p>陆生生态：达拉河水库距离代古寺较近，也位于秦岭中山区，河谷呈较为宽缓的“V”型，主河床宽约 50m 左右，阶地不发育；坝址及淹没区主要为分布朔茺花、茶藨子、沙棘灌草丛等，两侧地形陡峭，植被覆盖度较低，有较多的人为活动，野生动物少。</p> <p>中间调蓄水库张家沟水库和韩河水库均位于黄土高原区，地形坡度较缓，工程区植被多为坡耕地、人工杨树林、蒿类灌草丛，人为活动多，野生动物少，仅有常见的鼠类及两栖动物。</p> <p>输水沿线和受水区生态状况与方案一类似。</p> <p>工程河段内分布鱼类与方案一相同。</p>

项目		方案一：新建代古寺水库方案（7.74 亿 m ³ ）	方案二：利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m ³ ）
		类为主；保护鱼类有（四川省重点保护野生动物）：重口裂腹鱼、鲢、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡、（甘肃省重点保护野生动物）齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鳟、圆筒吻鮡。	
环境比选	水资源配置	设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总供水量 7.27 亿 m ³ ，由于渗漏、蒸发等损耗，白龙江代古寺断面多年平均引水量 7.74 亿 m ³ 。	多年平均总供水量还是 7.27 亿 m ³ ，比方案一，由于渗漏、蒸发等损耗增大，白龙江代古寺断面多年平均引水量 8.2 亿 m ³ ，多引 0.5 亿 m ³ 。
	水文情势	不同保证率情况下各断面年均径流量有所降低，代古寺断面降幅 36.1%~43.7%，两河口断面降幅 24.6%~26.9%，甘川交界断面降幅 8.2%~9.2%，入嘉陵江前断面降幅 8.2%~9.2%，入嘉陵江后断面降幅 4.8%~5.8%。 水文情势影响河段较短。	达拉河水库坝下至代古寺水电站白龙江干流段 54.7km，工程建设后，多年来水条件下，非汛期（1~4 月、11~12 月）月均流量增加，汛期（5~10 月）月均流量减小；P=90%来水条件下，1、2、6 月和 9~12 月流速有所增加，5、7、8 月流速有所减小。 不同保证率情况下各断面年均径流量有所降低，代古寺断面降幅 36%~48%，两河口断面降幅 25%~34%，甘川交界断面降幅 10%~12%，入嘉陵江前断面降幅 7%~11%，入嘉陵江后断面降幅 5%~8%。 影响河段比方案一长达拉河水库至代古寺水电站白龙江干流段约 50km。
	工程占地	永久征地 26272.37 亩，临时征地 73633.18 亩，其中占用耕地 44673.72 亩，林地 21112.72 亩，搬迁安置人口 3119 人。	永久征地 32532.37 亩，临时征地 121817.67 亩，其中占用耕地 97240 亩，林地 34574 亩，搬迁安置人口 2873 人。
	陆生生态	方案一占用的各种用地类型中，耕地面积最大，为 44673.72 亩，占比为 44.72%；其次是林地，为 21112.72 亩，占比为 21.13%。施工将导致评价区生物量损失 666256.71t。占用的主要植被包括朔荂花、茶藨子、沙棘灌草丛、农田栽培植被等。工程施工会对工程区周边的动物带来一定的惊扰影响，但工程区野生动物均非常稀少，而且	方案二，新建首部达拉河水库与代古寺水库较近，生态状况类似，淹没区植被主要以朔荂花、茶藨子、沙棘灌草丛为主。附近野生动物稀少，故对野生动物影响不大。新建张家沟水库和韩河调蓄水库淹没区主要为农田和草地，林地很少，附近野生动物稀少，影响不大。三个水库淹没植被面积远大于代古寺水库淹没的植被面积。该方案占用的各种用地类型中，耕地面积最大，为 97240 亩，占比为 63.24 %；其次是林地，为 34574 亩，占比为 22.47 %。占用耕地和林地

项目	方案一：新建代古寺水库方案（7.74 亿 m ³ ）	方案二：利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m ³ ）
	适合野生动物栖息的区域基本以隧洞行驶经过，故对野生动物影响不大。	的面积及比例均高于方案一。施工将导致评价区生物量损失 749665.8t。对植被及野生动物的影响与方案一类似。
水生生态	<p>水生生态影响分为以下 3 个区域进行对比分析：</p> <p>（1）支流达拉河：无影响</p> <p>（2）干流达拉河口至代古寺：达拉河口至九龙峡无影响。九龙峡至代古寺：拆除水泊峡、花园两座大坝，对河流连通性恢复有一定正效应，新建代古寺水库回水长 21km，库尾以上至九龙峡水电站坝址将保留有约 14km 的流水河段（其中有约 8.3km 为九龙峡水电站减水河段），库尾流水河段能够为裂腹鱼等提供繁殖场所，库中能为鱼类提供索饵场和越冬场。相对于现状，九龙峡至代古寺河段鱼类生境状况将有所改善。</p> <p>（3）代古寺以下河段：坝下现状代古寺厂房拆除，减水河段流量将有所恢复，减水河段生境将有所改善。但引水后，坝下水量减少，水文情势发生改变，对鱼类等水生生物造成较大影响；新建代古寺低温水下泄影响较大，将对坝址以下河段鱼类生长繁殖造成一定影响，但随着支流汇入及沿程升温，影响逐渐减小。</p>	<p>水生生态影响分为以下 4 个区域进行对比分析：</p> <p>（1）支流达拉河：新建达拉河水库，对达拉河下游连通性、水文情势等影响较大，水生生境将进一步破坏，对鱼类等水生生物影响较大。</p> <p>（2）干流达拉河口至代古寺：现状的水泊峡、花园两座大坝，对该河段连通性有影响，同时，发电有减水河段，对鱼类等水生生物影响较大。</p> <p>（3）代古寺以下河段：与方案一基本一致，但依然保留现有引水式代古寺电站，其减水河段水量将更小，对该河段的影响较大。低温水下泄影响较方案一小。</p> <p>（4）张家沟水库位于甘谷县永丰村西南侧，为平原注入式水库，无水生生态影响；韩河水库位于平凉华亭市策底河上游，为旁引式水库，存在外来物种入侵问题。</p>
环境敏感区	代古寺水库回水淹没多儿国家级自然保护区实验区 2.53hm ² ；代古寺水库占压、淹没阿夏省级自然保护区实验区 138.51hm ² ；代古寺水库回水淹没白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区长度 31.3km，面积 250.4hm ² ；总干线隧洞下穿官鹅沟国家森林公园大庙滩景区 3.8km；总干线隧洞下穿庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区、一般游憩区 10.37km；代古寺水库回水淹没腊子口国家森林公园风景游赏区 3.23hm ² ，总干线隧洞下穿腊子口国家森林公园生态保护区、生态与景观恢复区 1.9km；总干线隧洞下穿榜沙河省级森林公园生态保育区 970m；总干线隧洞下穿庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区 0.21km；总干线隧洞下穿庄浪云崖寺省级	达拉河水库回水淹没白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区 7km，面积 56hm ² ；代古寺水库回水淹没阿夏省级自然保护区实验区面积 46.8hm ² ；总干线隧洞下穿腊子口国家森林公园生态保护区、生态与景观恢复区 1.9km；总干线隧洞下穿官鹅沟国家森林公园大庙滩景区 3.8km；总干线隧洞下穿榜沙河省级森林公园生态保育区 970m，DZ1-A5 支洞下穿生态保育区 620m；总干线隧洞下穿武山县水帘洞省级地质公园三级保护区 2.3km；总干线隧洞下穿庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区、一般游憩区 10.37km；总干线隧洞下穿庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区 0.21km；总干线隧洞下穿庄浪云崖寺省级风景名胜游赏区 10.37km；韩河水库淹没米家沟省级森林公园 46 hm ² ；平凉一干线埋管、隧洞穿越崇信五龙山省级森林公园一般游憩区 2.1km；平凉一干线埋管、

项目	方案一：新建代古寺水库方案（7.74 亿 m ³ ）	方案二：利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m ³ ）
	<p>风景名胜区三级保护区 10.37km；平凉一干线埋管、隧洞穿越崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区三级保护区 2.1km；平凉一干线埋管、隧洞穿越崇信五龙山省级森林公园一般休息区 2.1km；总干线隧洞下穿武山县水帘洞省级地质公园三级保护区 860m；天水一干线埋管穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区 5.6km 和渭河上游准保护区 1.7km；总干线埋管穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区准保护区 15.175km，庆阳一干线埋管穿越二级保护区 13.27km、准保护区 3.06km；延安干线隧洞穿越鸭儿洼饮用水水源保护区二级保护区 910m，华池干线埋管穿越二级保护区 5.12km；延安干线吴起段穿越吴起省级退耕还林森林公园一般游憩区 6.0km；延安干线吴起段穿越陕西北洛河湿地 2.7km、延安干线宝塔段涉及红庄水库饮用水水源保护区二级保护区 700m，准保护区 3.3km。方案一共涉及 18 个环境敏感区，其中甘肃省境内 15 个，陕西省境内 3 个。</p>	<p>隧洞穿越崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区 2.1km；总干线埋管穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区准保护区 15.175km，庆阳一干线埋管穿越二级保护区 13.27km、准保护区 3.06km；华池干线埋管穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区二级保护区 5.12km，延安干线隧洞穿越二级保护区 910m；延安干线吴起段穿越吴起省级退耕还林森林公园一般游憩区 6.0km；延安干线吴起段穿越陕西北洛河湿地 2.7km；延安干线宝塔段涉及红庄水库水源地二级保护区 700m，准保护区 3.3km。</p> <p>方案二仅不涉及多儿国家级自然保护区、武山县饮用水水源保护区，其余 16 个敏感区同方案一，方案二增加涉及了米家沟省级森林公园，共涉及 17 个环境敏感区，其中甘肃省境内 14 个，陕西省境内 3 个。</p> <p>两方案在办理了相关敏感区手续后，均无环境制约性。</p>
生态红线	<p>甘肃境内：穿越一般控制区 26.25km，淹没一般控制区 143.64hm²，穿越方式为隧洞和埋管，不涉及核心保护区。</p> <p>延安境内：涉及延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线（陕西吴起省级退耕还林森林自然公园 1.8km），穿越方式为隧洞。</p>	<p>甘肃境内：穿越一般控制区 27.25km，淹没一般控制区 93.00hm²，穿越方式为隧洞和埋管，不涉及核心保护区。</p> <p>延安境内：同方案一。</p>
环境影响比选结果	<p>综上分析，在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，两个方案均不具有环境制约性。在 7.74 亿 m³ 配置的方案一中，水资源量、水文情势、施工期水土流失影响较小；方案一淹没和占地造成的生物量损失小于方案二；下游减水河段长度两个方案相当；陆生生态方面，环境敏感区及生态保护红线占用情况方案二影响稍微小于方案一。但方案一比方案二少征地 54444.49 亩，生物量损失少 83409.09t，林地和耕地损失比例和数量均较少。对植被和野生动物的影响类似；水生生态角度，方案二影响大于方案一。综合来看，从环境影响的角度，方案一影响相对较小，同意主体设计推荐的方案一。</p>	

3.2.2 水源水库坝址环境比选

工程主体设计,根据河段高程、水资源量等,选取长距离输水工程的水源水库的建坝河段位于甘肃省迭部县旺藏乡~舟曲县立节乡的白龙江干流河段上;根据环境条件、地形和地质条件、库盆形态,同时结合枢纽布置、水库淹没、建筑材料的分布、储量、质量情况、施工条件、对外交通条件等因素综合确定代古寺坝址、立节坝址。坝址比选具体位置见图 3.2-1。

结合坝址布置,对应可比输水线路为代古寺线路及立节线路,按照自流原则,同时线路跨越泾河后主要为梁峁塬地形,考虑在塬顶设置无压段以降低陇东区域线路压头,本次代古寺坝址和立节坝址输水线路在跨越泾河后(草峰塬)按照相同的线路布置,从而将线路可比段拟定为坝址至泾河倒虹吸出口段。该段线路中包括输水总干线,以及向天水武山、甘谷、秦州、麦积、清水、张家川和平凉庄浪、崆峒、泾川、华亭、崇信、灵台供水的干线及分干线,其中两个坝址输水线路中向平凉崆峒、泾川、华亭、崇信、灵台的干线及分干线布置相同,故两个坝址线路可比范围为输水总干线以及向天水武山、甘谷、秦州、麦积、清水、张家川和平凉庄浪供水的干线及分干线,详见图 3.2-2。

本环评从对水文情势、陆生生态、水生生态、移民占地、环境敏感区、生态保护红线等方面对两个方案进行了环境比选分析。

工程方案环境比选见表 3.2-2。经比选,方案二与方案一环境影响基本相当,故同意主体设计推荐的方案一。

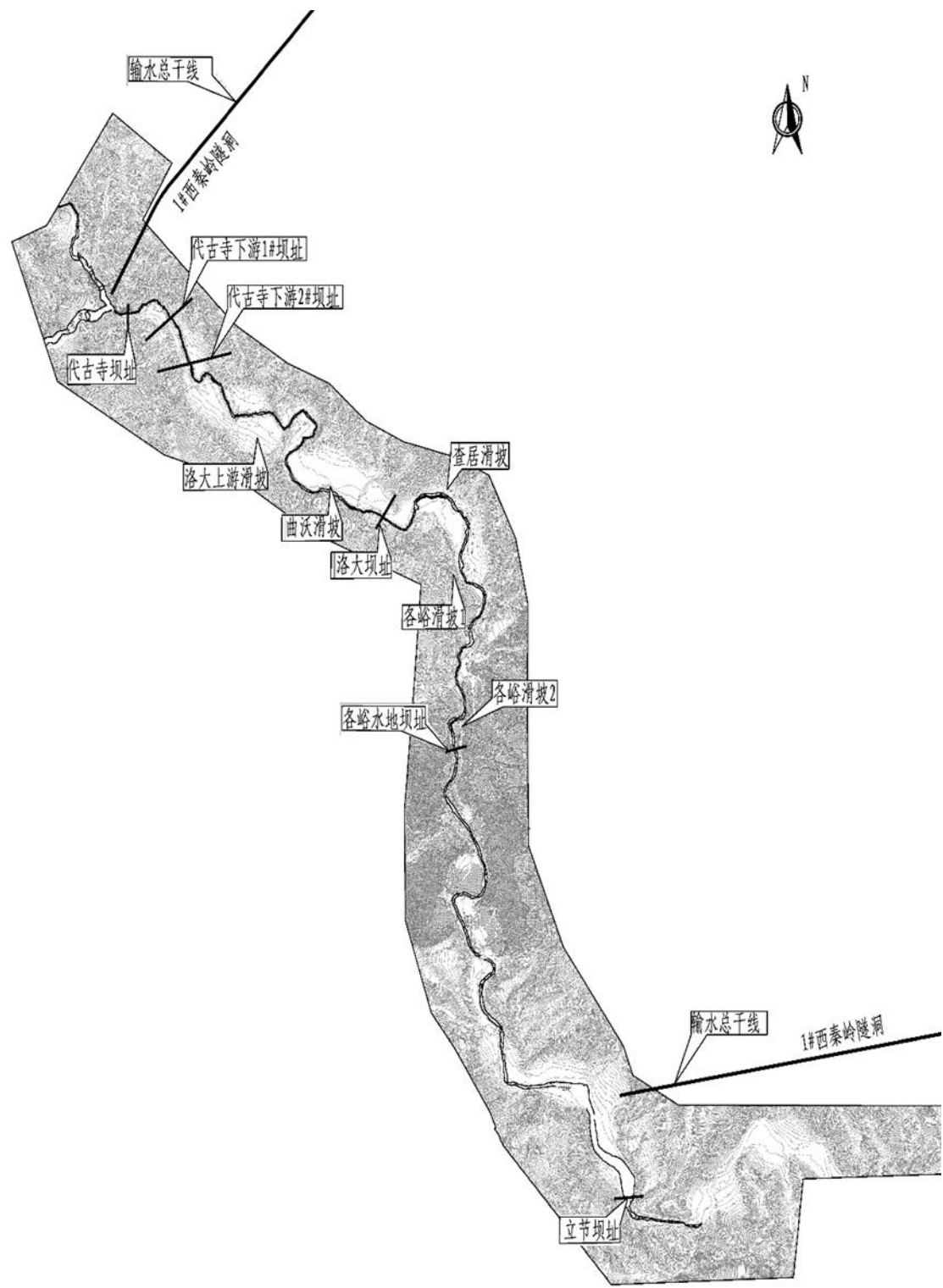


图 3.2-1 比选坝址位置示意图

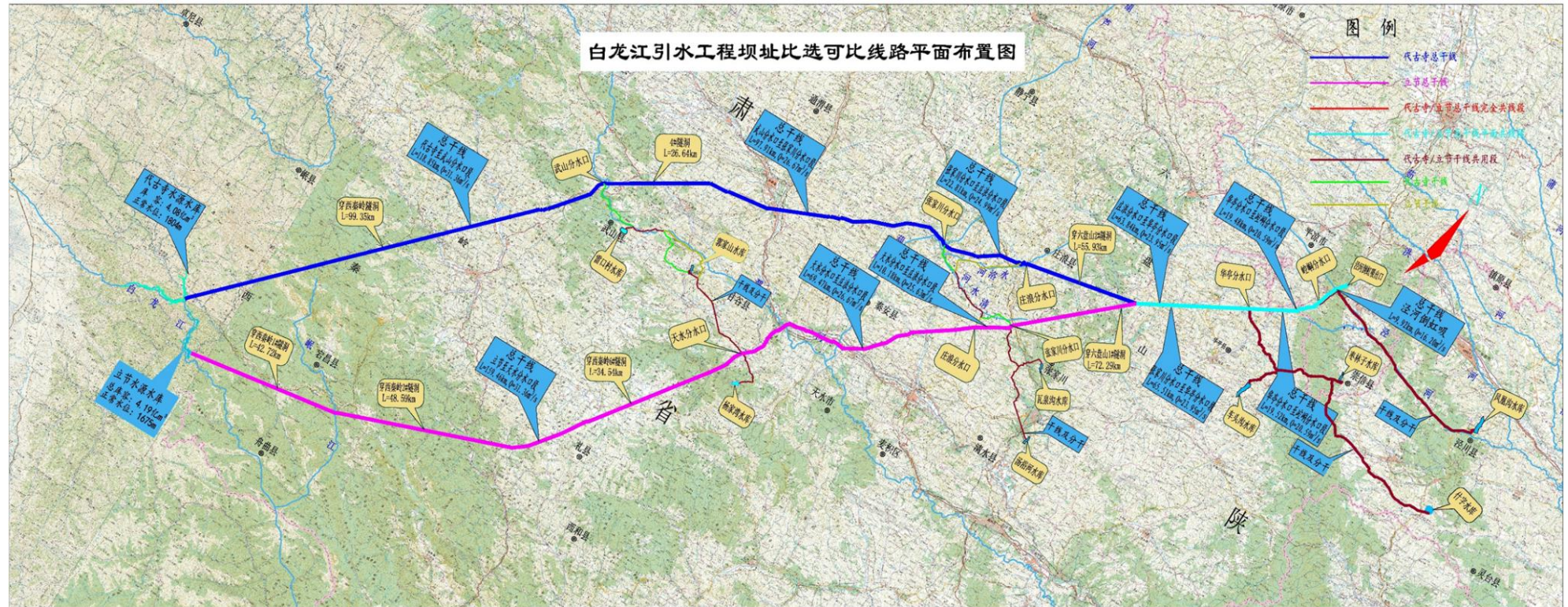


图 3.2-2 输水总干线代古寺至六盘山段平面布置图

表 3.2-2 白龙江引水工程方案代古寺和立节水源点环境比选

项目	方案一：代古寺枢纽及线路布置方案	方案二：立节枢纽及线路布置方案
总体布置	<p>代古寺坝址位于白龙江干流与其支流腊子沟交汇处下游约 500m 左右，由拦河坝、溢洪道、导流泄洪放空洞、取水口、引水发电系统、电站厂房及过鱼设施组成。水库正常蓄水位为 1804.00m，总库容 4.08 亿 m³。电站总装机 125MW；面板堆石坝坝顶高程为 1809m，坝顶长度 360m，溢洪道、输水工程取水口均布置在坐岸，过鱼建筑物、导流泄洪放空洞以及引水发电系统均布置在右岸。</p> <p>代古寺输水线路可比段从代古寺至泾河倒虹吸出口（草峰塬），输水总干线自代古寺取水口取水，经穿西秦岭长隧洞（TBM）至武山分水口（渭河），后经张家川分水口（葫芦河、清水河交汇处扯弓塬上）、庄浪分水口（水洛河）至六盘山，经穿六盘山长隧洞（TBM）至泾河，倒虹吸跨越泾河后至该段线路末端草峰塬泾河倒虹吸出口。该段线路首端取水口高程 1735m，末端泾河倒虹吸出口底板高程 1507m，全线采用无压隧洞为主结合局部有压倒虹吸的自流输水方式。代古寺至泾河倒虹吸出口段输水总干线建筑物主要包括隧洞、渡槽、倒虹吸及箱涵共 50 座，总长 332.83km；隧洞 24 座，总长 301.07km，占线路总长 90.46%；渡槽 3 座，总长 0.5km，占线路总长 0.15%；箱涵 6 座，总长 4.62km，占线路总长 1.39%；倒虹吸 17 座，总长 26.63km，占线路总长 8%。根据线路沿线各受水区位置、输水流量、分水要求、分水口布置条件以及干线布置条件等，将线路划分为代古寺至武山分水口段、武山分水口至张家川分水口段、张家川分水口至庄浪分水口段、庄浪分水口至华亭分水口、华亭分水口至崆峒分水口以及崆峒分水口至泾河倒虹吸出口段 6 段。</p> <p>代古寺输水线路可比段输水干线及分干线主要包括天水一干线及其武山分干和甘谷分干，天水二干线及其张家川分干和清水分干共 2 条干线、4 条分干线，线路总长 167.33km。</p>	<p>立节枢纽位于现立节电站坝线上游，包括拦河主坝、左岸副坝、左岸开敞式溢洪道、左岸泄洪洞（与导流洞结合）、左岸取水口、右岸引水发电系统、电站厂房及过鱼设施等。拦河主坝为混凝土面板堆石坝，大坝坝顶高程 1683.00m，最大坝高 131.00m，坝顶长 407.96m，坝顶宽度 10m，大坝正常蓄水位为 1675.00m，水库总库容为 4.19 亿 m³，其中兴利调节库容 3.04 亿 m³。</p> <p>立节输水线路可比段总干线总体靠南侧布置，输水线路从立节库区巴藏取水口取水后，结合西秦岭山区南侧地形条件以及河流发育走向和高程，以 9 条隧洞靠南侧折线穿越西秦岭（其中 3 座分别长 42.72km、48.59km、34.54km，采用 TBM 施工）折线穿越西秦岭至天水分水口（藉河），后经庄浪分水口（南七沟）、张家川分水口（松树河）至六盘山，经穿六盘山长隧洞（TBM）至泾河，倒虹吸跨越泾河后至该段线路末端草峰塬泾河倒虹吸出口。该段线路首端取水口高程 1605m，末端泾河倒虹吸出口底板高程 1507.34m，全线采用无压隧洞为主结合局部有压倒虹吸的自流输水方式。输水总干线建筑物主要包括隧洞、渡槽、倒虹吸及箱涵共 64 座，总长 334.07km；隧洞 31 座，总长 299.33km，占线路总长 89.6%；渡槽 8 座，总长 1.68km，占线路总长 0.5%；箱涵 12 座，总长 4.92km，占线路总长 1.47%；倒虹吸 13 座，总长 28.13km，占线路总长 8.42%。根据线路沿线各受水区位置、输水流量、分水要求、分水口布置条件以及干线布置条件等，将线路划分为立节至天水分水口段、天水分水口至庄浪分水口段、庄浪分水口至张家川分水口段、张家川分水口至华亭分水口段、华亭分水口至崆峒分水口段以及崆峒分水口至泾河倒虹吸出口段 6 段。</p>

项目		方案一：代古寺枢纽及线路布置方案	方案二：立节枢纽及线路布置方案
			该方案立节至六盘山段输水干线及分干由武甘干线及分干、秦麦干线、庄浪分干线、天水二干线及分干共 3 条干线、5 条分干线组成，线路总长 158.98km。
环境概况		<p>陆生生态：代古寺水库坝址区位于秦岭中山区，河谷呈较为狭窄的“V”型，主河床宽约 40m，两岸阶地不发育；坝址及淹没区主要分布朔茺花、茶藨子、沙棘灌草丛、农田栽培植被等。尽管库区部分位于保护区，但由于两侧地形陡峭，植被覆盖度很低，故野生动物非常少。隧洞沿线穿越西秦岭高山、中山区和六盘山中山区以及陇东中低山区。主要植被分布有亚寒带针叶林、温带针阔混交林、温带阔叶林、农田栽培植被等。大部分区域野生动物稀少，野生动物比较丰富的区域，均已隧洞形式通过。</p> <p>水生生态：白龙江流域分布有鱼类 74 种，其中上游分布有 9 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鳅、青石爬鮡，为典型高原鱼类区系，种类组成以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属及鮡科鱼类为主；保护鱼类有（四川省重点保护野生动物）：重口裂腹鱼、鮡、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡、（甘肃省重点保护野生动物）齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鲢、圆筒吻鮡。</p>	<p>陆生生态：立节水库在代古寺水库下游约 20km，距离较近，也位于秦岭中山区，址处河谷较开阔，呈不规则“U”字型，主河床宽约 60m 左右，两岸地形对称性较差。坝址及淹没区主要为分布农田栽培植被、朔茺花、茶藨子、沙棘灌草丛等，两侧地形陡峭，植被覆盖度较低，有较多的人为活动，野生动物少。</p> <p>隧洞沿线区动植物分布情况相似。</p> <p>工程河段内分布鱼类与方案一相同。</p>
环境 比选	水文 情势	不同保证率情况下各断面年均径流量有所降低，代古寺断面降幅 36.1%~43.7%，两河口断面降幅 24.6%~26.9%，甘川交界断面降幅 8.2%~9.2%，入嘉陵江前断面降幅 8.2%~9.2%，入嘉陵江后断面降幅 4.8%~5.8%。	不同保证率情况下立节断面以下各断面年均流量有所降低，立节断面流量降幅 34%~48%，两河口断面流量降幅 24%~35%，甘川交界断面流量降幅 9%~13%，入嘉陵江前断面流量降幅 7%~11%，入嘉陵江后断面流量降幅 4%~8%。
	工程 占地	库区淹没人口 1785 人，涉及专项较多（6 座水电站装机 21.76 万 kW，28 多 km 省道等），淹没损失较大。	库区淹没人口 6480 人，淹没巴藏乡政府驻地，人口较为集中，涉及专项较多（3 座水电站装机 17.2 万 kW，15km 省道等），淹没损失较大。

项目	方案一：代古寺枢纽及线路布置方案	方案二：立节枢纽及线路布置方案
陆生生态	方案一占用的各种用地类型中，耕地面积最大，其次是林地。占用的主要植被包括朔茺花、茶藨子、沙棘灌草丛、农田栽培植被等。工程施工会对工程区周边的动物带来一定的惊扰影响，但工程区野生动物均非常稀少，而且适合野生动物栖息的区域基本以隧洞行驶经过，故对野生动物影响不大。	方案二占用的各种用地类型中，耕地面积最大，其次是林地。占用耕地的面积及比例均高于方案一。但工程占地面积差不多，施工将导致评价区生物量与方案一基本相同。 对植被及野生动物的影响与方案一类似。
水生生态	水生生态影响分为以下 2 个区域进行对比分析： （1）九龙峡至代古寺：拆除水泊峡、花园两座大坝，对河流连通性恢复有一定正效应，新建代古寺水库回水长 21km，库尾以上至九龙峡水电站坝址将保留有约 14km 的流水河段（其中有约 8.3km 为九龙峡水电站减水河段），库尾流水河段能够为裂腹鱼等提供繁殖场所，库中能为鱼类提供索饵场和越冬场。相对于现状，九龙峡至代古寺河段鱼类生境状况将有所改善。 （2）代古寺以下河段：坝下现状代古寺厂房拆除，减水河段流量将有所恢复，减水河段生境将有所改善。但引水后，坝下水量减少，水文情势发生改变，对鱼类等水生生物造成较大影响；新建代古寺低温水下泄影响较大，将对坝址以下河段鱼类生长繁殖造成一定影响，但随着支流汇入及沿程升温，影响逐渐减小。	水生生态影响分为以下 2 个区域进行对比分析： （1）花园至立节：拆除代古寺、水泊峡两座大坝，对河流连通性恢复有一定正效应，新建立节水库回水长 20km，库尾以上至花园水电站坝址将保留有约 12km 的流水河段（其中有约 6.5km 为花园水电站减水河段），库尾流水河段能够为裂腹鱼等提供繁殖场所，库中能为鱼类提供索饵场和越冬场。相对于现状，花园至立节河段鱼类生境状况将有所改善。 （2）立节以下河段：坝下现状代立节厂房拆除，减水河段流量将有所恢复，减水河段生境将有所改善。但引水后，坝下水量减少，水文情势发生改变，对鱼类等水生生物造成较大影响；新建立节低温水下泄影响较大，将对坝址以下河段鱼类生长繁殖造成一定影响，但随着支流汇入及沿程升温，影响逐渐减小。 立节以下河段：与方案一基本一致；代古寺水库和立节库区影响差不多；低温水下泄影响与方案一相同。但方案一影响河段长度多 20km，同时，代古寺断面水文情势影响稍微大一点，总体上方案二较方案一影响略小。
环境敏感区	占压及淹没阿夏省级自然保护区实验区，淹没多儿国家级自然保护区实验区、腊子口国家森林公园风景游赏区、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区； 总干线隧洞下穿腊子口国家森林公园生态保护区、生态与景观恢复区，官鹅沟国家森林公园大庙滩景区，榜沙河省级森林公园生态保育	淹没阿夏省级自然保护区实验区、白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区核心区和实验区、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区； 总干线隧洞下穿白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区，官鹅沟国家森林公园憨班林场、缸沟景区、官鹅沟景区，甘肃宕昌国

项目		方案一：代古寺枢纽及线路布置方案	方案二：立节枢纽及线路布置方案
		区，武山县水帘洞省级地质公园三级保护区，庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区、一般游憩区，庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区，庄浪云崖寺省级风景名胜区三级保护区。共涉及 10 个环境敏感区。	家级水产种质资源保护区核心区和实验区，庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区、一般游憩区，庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区，庄浪云崖寺省级风景名胜区一级保护区、二级保护区、三级保护区。方案二仅不涉及多儿国家级自然保护区、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、武山县水帘洞省级地质公园，其余 6 个敏感区同方案一，方案二增加涉及了甘肃宕昌国家级水产种质资源保护区，共涉及 7 个环境敏感区。
	生态保护红线	涉及一般控制区，不涉及核心保护区。	涉及一般控制区，不涉及核心保护区。
环境影响比选结果	综合分析，方案一在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；方案二在调整白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区核心区，并办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，才不具有环境制约性。在代古寺枢纽及线路布置方案一中，环境敏感区及生态保护红线占用情况影响略小；淹没和占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响、水资源量、施工期水土流失影响两方案相当；水文情势、下游影响河段长度、水生生态等方案二小于方案一。综合来看，从环境影响的角度，方案二在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，与方案一环境影响基本相当，故同意主体设计推荐的方案一。		

3.2.3 输水总干线线路环境比选

根据主体工程线路关键节点梳理分析,本阶段输水总干线线路以六盘山隧洞可选进口位置以及孟坝塬为控制节点分三段拟定并进行比选,分别为代古寺至六盘山段、六盘山至孟坝塬段以及孟坝塬至末端华池段,见图 3.2-3。

3.2.3.1 代古寺至六盘山段线路环境比选

根据六盘山至孟坝塬段线路比选,该段线路六盘山隧洞进口位于松树河入清水河口处松树河右岸阳湾村附近,且线路沿北侧绕华亭采空区的北线方案占优。以该段线路推荐的北线方案首条六盘山隧洞出口为终点,以总干线首部代古寺取水口为起点,拟定北线、南线 1 和南线 2 共 3 条线路方案对代古寺至六盘山段输水线路进行比选,三方案均从代古寺水源水库取水,通过输水总干线及输水干线、分干线输水至各受水区县;三方案水源枢纽相同,不纳入本次比选,本次比选范围包括输水总干线和干线。该段线路 3 个线路方案均跨越西秦岭、陇中以及六盘山三大地质分区,具体见图 3.2-4。

北线方案靠北侧布置,根据西秦岭地形条件以及地质主要构造发育方向,以长距离单洞直线、与主要地质构造近乎直交的方式穿越西秦岭,并结合沿线地形条件、河沟走向,以尽可能顺直、尽量减少大型河道交叉为主要原则行至线路控制节点庄浪县城下游水洛河左岸六盘山隧洞进口,然后六盘山隧洞在甘肃和宁夏省界附近以折点拐入甘肃境内至该段线路末端控制点六盘山隧洞出口。该线路方案沿线与榜沙河、渭河、清溪河、散渡河、四坪河、显清河、葫芦河、水洛河交叉,并在线路附近分布有武山山丹军事禁区以及多处环境敏感区,在不进入禁区、躲避环境敏感区前提下,根据沿线地质条件、不良地质区域(主要为陇中地区滑坡)分布范围以及与不同河流交叉位置选择,拟定本阶段北线方案的输水线路布置。

南线方案从尽可能减少西秦岭隧洞单洞长度出发,根据西秦岭山区地形条件以及河流发育走向和高程,以多条隧洞靠南侧绕线穿越西秦岭,隧洞走向受限于进出口位置条件,隧洞与西秦岭山区主要地质构造交角较北线方案要小,局部洞段与地质构造近乎平交。南线方案根据穿西秦岭走向,并按照尽可能顺直原则总体靠南侧布置至线路控制点松树河入清水河口处松树河右岸阳湾村附近进六盘

山隧洞，六盘山隧洞布置同六盘山至孟坝塬段线路。根据西秦岭和陇中地区不同的地质条件、河流跨越方案、绕主要城区方案、沿线地形地质条件以及线路顺直程度，南线方案从燕子河至六盘山隧洞进口又可拟定为南线 1 和南线 2 两个方案。南线 1 方案结合西秦岭河流高程，绕线躲避环境敏感区以及采矿区后来到燕子河，并在礼县罗坝镇下游约 1km 处跨越燕子河后拐向甘谷县城渭河上游侧，以长距离单洞穿越西秦岭四门镇与藉口镇间大片花岗岩区域，并在甘谷县城以及秦安县城上游跨越渭河以及葫芦河后至松树河六盘山隧洞进口。南线 2 方案结合西秦岭河流位置高程，在跨越燕子河后以更为顺直的线路走向，拐向秦州藉口镇方向以多条隧洞穿越西秦岭，在甘谷县城以及秦安县城下游跨越渭河以及葫芦河后至松树河六盘山隧洞进口。南线 1 方案西秦岭隧洞地质条件优于南线 2，且跨越河流高程比南线 2 高，管线压头相对低；但南线 1 线路走向不如南线 2 顺直，线路更长，穿越西秦岭隧洞单洞更长。

环境比选具体见表 3.2-3。

环境影响比选结论为：综上分析，3 个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；3 个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响、施工期水土流失影响等方面北线方案优；同时，北线方案无放射性专项处理事宜。综合来看，从环境影响的角度，北线方案较优，故同意主体设计推荐的北线方案。

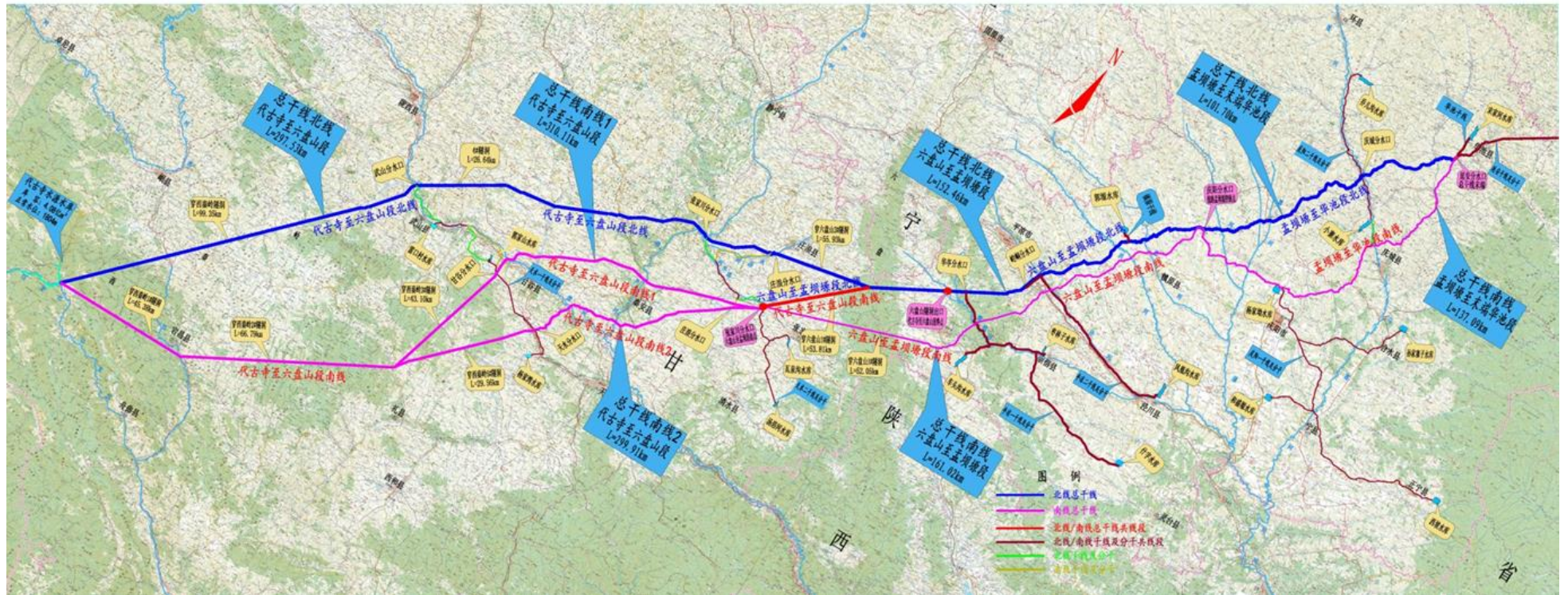




图 3.2-4 输水总干线代古寺至六盘山段平面布置比选图

表 3.2-3 输水总干线代古寺至六盘山段线路环境比选表

项目		北线方案	南线 1 方案	南线 2 方案	综合比较	
工程布置	总干线线路布置	总干线长 297.53km，隧洞长 279.50km，倒虹吸长 16.08km	总干线长 310.11km，隧洞长 284.70km，倒虹吸长 22.28km	总干线长 299.91km，隧洞长 265.71km，倒虹吸长 29.42km	北线最短，交叉更少，北线>南线 2>南线 1	北线总干线更短，重大交叉更少，综合看，北线优
	干线及分干线布置	总长 167.35km，有压埋管 132.42km，无压隧洞 31.48km	总长 158.17 km，有压埋管 125.42km，无压隧洞 32.34km	总长 155.78km，有压埋管 125.36km，无压隧洞 30.02km	南线 2>南线 1>北线，但总体规模小，差异较小	
	总干线交叉建筑物	200m 级倒虹吸 2 座，无 300m 级，高压段总体不长，且无重大高压交叉，总体风险点少，风险控制难度小	300m 级倒虹吸 3 座，无 200m 级；其中渭河、葫芦河倒虹吸最大压头超 330m，与铁路、公路存在高压交叉，且渭河、葫芦河附近人口密集，总体风险点多，风险防控要求高	300m 级倒虹吸 3 座，200m 级 2 座；其中渭河、葫芦河倒虹吸最大压头超 380m，与河滩处铁路、公路存在高压交叉，总体风险点多，风险防控要求高	南线存在多处重大交叉，北线>南线 1=南线 2	
地形地质		整体地形较高，跨河沟位置高程相对较高；最大地震动峰值加速度 0.2g，与主要构造呈大角度相交，结构稳定条件相对较好；主要存在跨越活断层工程抗断、高外水压力及涌突水、高地应力及岩爆、高地温、围岩大变形及塌方等重大工程地质问题	整体地形相对要低，跨河沟位置高程相对低；最大地震动峰值加速度 0.3g，南线 1 约 75km，南线 2 约 128km；与主要构造交角较小，稳定条件相对较差；除存在跨越活断层工程抗断、高外水压力及涌突水、高地应力及岩爆、高地温、围岩大变形及塌方等重大工程地质问题外，还存在花岗岩洞段放射性问题以及可能存在的蚀变问题		均无制约工程成立的工程地质条件；北线与沟道交叉更少，构造稳定性更好；且不存在放射性问题，地质风险相对更低；综合看，北线略优。	
施工条件		8 台 TBM，23 座平支洞，总长 44.9km，最大单洞长 6.6km；西秦岭单洞长达 99.35km，总体埋深大，支洞布置困难	13 台 TBM，20 座平支洞，总长 27.9km；存在放射性劳动防护问题；3 条长隧洞（长 45.38km、66.79km、	13 台 TBM，16 座平支洞，总长 25.6km；存在放射性劳动防护问题；3 条长隧洞（长 45.38km、66.79km、	南线支洞总长及最大单洞长更短，主支洞口高差更低，排水难度更低；在做好放射性洞段	

项目	北线方案	南线 1 方案	南线 2 方案	综合比较
		43.10km) 穿越西秦岭, 支洞布置相对容易	29.56km) 穿越西秦岭, 支洞布置更为容易	劳动防护前提下, 南线 2>南线 1>北线
环境敏感区、生态保护红线	涉及环境敏感区 6 处, 白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区保护区实验区, 穿官鹅沟国家森林公园大庙滩景区 3.8km, 穿庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区 4.9km、一般休憩区 5.47km, 穿越腊子口国家森林公园生态保护区、生态与景观恢复区 1.7km, 穿武山县水帘洞省级地质公园三级保护区 860m, 天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区和渭河上游准保护区; 生态保护红线 2 处, 均为一般控制区; 均不制约; 环境保护工程投资 57733 万元, 无放射性专项处理事宜。	涉及环境敏感区 7 处, 白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区保护区实验区, 穿官鹅沟国家森林公园八峡沟景区 16.5km, 缸沟景区 3.0km, 穿庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区 6.2km、一般休憩区 5km, 穿华亭县莲花台省级森林公园协调控制区 7.4km, 穿庄浪县云崖寺省级地质公园地质公园 6.6km, 天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区和渭河上游准保护区, 天水一干线穿越天水市西部集中式饮用水水源保护区二级保护区; 生态保护红线 3 处, 均为一般控制区; 均不制约; 环境保护工程投资 68287 万元, 30km 洞段涉及放射性专项处理事宜。	涉及环境敏感区 7 处, 白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区保护区实验区, 穿官鹅沟国家森林公园八峡沟景区 16.5km, 缸沟景区 3.0km, 穿庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区 6.2km、一般休憩区 5km, 穿华亭县莲花台省级森林公园协调控制区 7.4km, 穿庄浪县云崖寺省级地质公园地质公园 6.6km, 天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区和渭河上游准保护区, 天水一干线穿越天水市西部集中式饮用水水源保护区二级保护区; 生态保护红线 3 处, 均为一般控制区; 均不制约; 环境保护工程投资 61373 万元, 15km 洞段涉及放射性专项处理事宜。	均涉及环境敏感区, 其中北线 6 处, 南线 1 和南线 2 均 7 处, 均不制约; 环境敏感区北线略优。均涉及生态保护红线, 其中北线 2 处, 长度短, 南线 1 和南线 2 均 3 处, 长度较长, 均不制约; 生态保护红线北线略优。 总体来说, 三方案基本相当, 均不制约; 北线方案环境保护工程投资最为节省, 且不涉及放射性专项处理问题, 北线略优。

项目	北线方案	南线 1 方案	南线 2 方案	综合比较
陆生生态	北线方案占用的各种用地类型中，林地面积最大，其次是耕地。占用的主要植被包括亚寒带针叶林、温带针阔混交林、温带阔叶林、农田栽培植被等。工程施工会对工程区周边的动物带来一定的惊扰影响，但工程区野生动物均稀少，而且适合野生动物栖息的区域基本以隧洞穿越经过，故对野生动物影响不大。水土保持防治责任范围面积为 2140.10hm ² ，弃渣量 1767.00 万 m ³ 。	南线 1 方案占用用地类型中，林地面积最大，其次是耕地。占用林地和耕地比例与北线方案差不多。但工程占地面积比北线大一些，施工将导致评价区生物量损失比北线方案大一些。对植被及野生动物的影响与北线方案类似。防治责任范围面积 2252.89hm ² ，弃渣量 2048.28 万 m ³ 。	南线 2 方案占用的各种用地类型中，林地面积最大，其次是耕地。占用林地和耕地比例与北线方案、南线 1 方案差不多。但工程占地面积最大，施工将导致评价区生物量损失最大。对植被及野生动物的影响与北线方案类似。防治责任范围面积 2331.20hm ² ，弃渣量 1999.48 万 m ³ 。	北线方案占地造成的生物量损失和对植被影响最小，南线 1 方案较大，南线 2 方案最大；对野生动物的影响三方案相当；北线方案扰动地表面积、弃渣量以及新增水土流失面积均为最小。
移民占地	永久占地为 4818 亩，临时占地 27283 亩，其中永久占用耕地 1204 亩，林地 2726 亩	永久占地为 4975 亩，临时占地 28818 亩，其中永久占用耕地 1828 亩，林地 2263 亩	永久占地为 5383 亩，临时占地 30298 亩，其中永久占用耕地 2142 亩，林地 2309 亩	北线方案永久及临时占地少，生物量损失较少，林地和耕地损失比例和数量均较少。
环境影响比选结果	<p>综合分析，3 个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；3 个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响、施工期水土流失影响等方面北线方案优；同时，北线方案无放射性专项处理事宜。综合来看，从环境影响的角度，北线方案较优，故同意主体设计推荐的北线方案。</p>			

3.2.3.2 六盘山至孟坝塬段线路环境比选

总干线六盘山至孟坝塬段线路起点位于张家川县大阳乡，终点为镇原县孟坝镇，线路沿线经过六盘山中低山区以及陇东黄土丘陵区，从线路过六盘山时避开华亭县境内煤炭采空区以及地质条件、水工布置和施工条件方面考虑拟定北线和南线两个方案进行比选。两方案均从六盘山隧洞进口起，通过输水总干线及输水干线输水至各受水区县，本次比选范围包括输水总干线和干线。北线方案靠北侧布置，在煤炭采空区以北和甘（肃）宁（夏）两省省界以南穿过六盘山；南线方案靠南侧布置，在煤炭采空区以南和甘（肃）陕（西）两省省界以北穿过六盘山。输水建筑物均以无压隧洞（无压圆涵）和有压倒虹吸为主。输水总干线六盘山至孟坝塬段线路平面布置见图 3.2-5。

总干线六盘山至孟坝塬段线路环境比选具体见表 3.2-4。

综合分析，北线、南线两个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；两个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响基本相当；施工期水土流失影响等方面北线方案略优；同时，北线方案无放射性专项处理事宜。综合来看，从环境影响的角度，北线方案、南线方案环境影响基本相当，故同意主体设计推荐的北线方案。

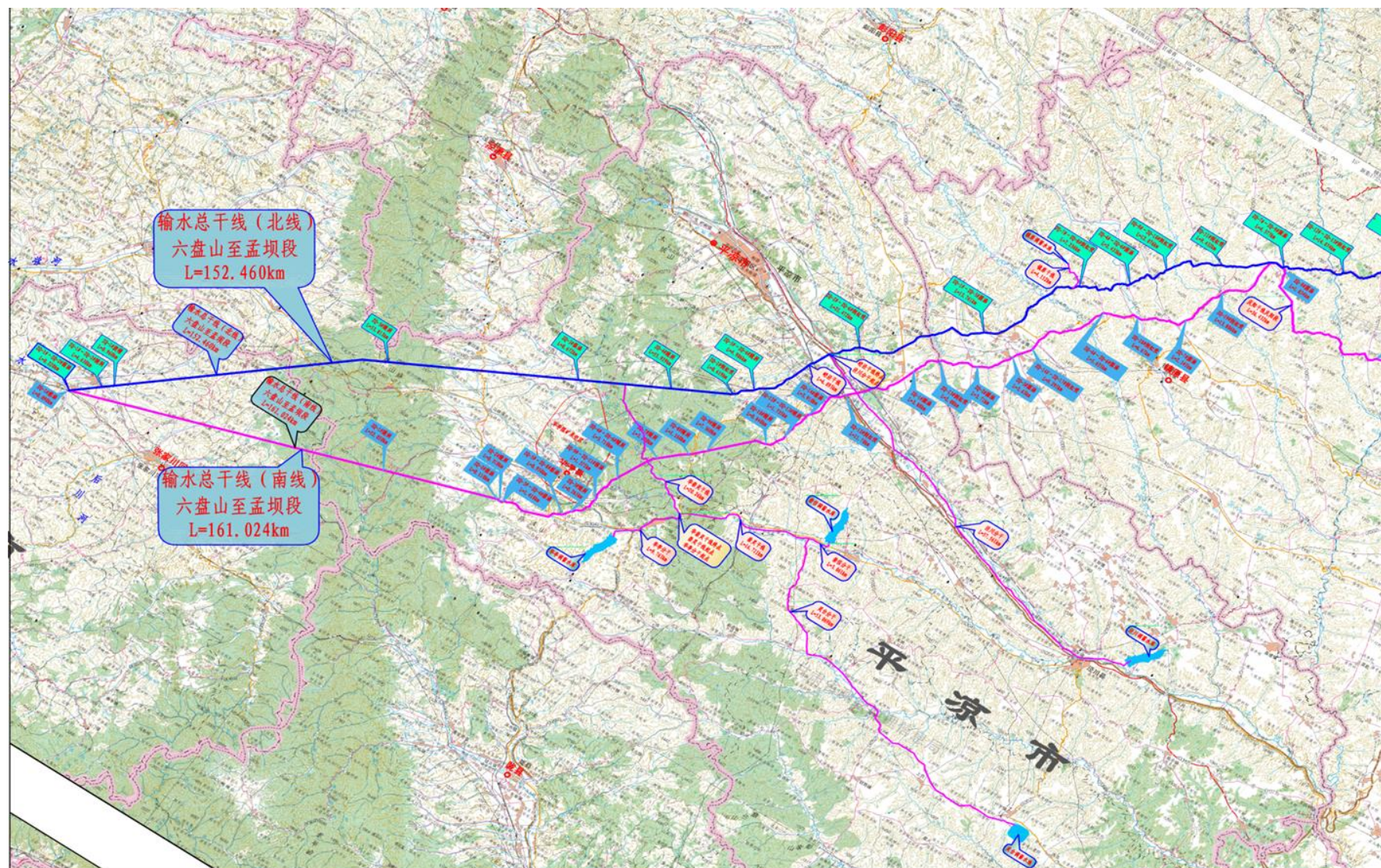


图 3.2-5 输水总干线六盘山至孟坝段平面布置图

表 3.2-4 输水总干线六盘山至孟坝塬段线路综合比选表

项目		北线方案	南线方案	综合比较	
工程布置	总干线布置	总干线长 152.46km，隧洞长 80.76km，最长 53.81km；倒虹吸长 49.26km，最长 9.92km，管径 2.0~2.4m，最大压头 3MPa	总干线长 161.02km，隧洞长 68.98km，最长 52.05km；倒虹吸长 60.15km，最长 13.81km，管径 2.4~2.8m，最大压头 3MPa	两方案隧洞难度相当，北线总体线路更短，交叉建筑物更少，且交叉规模更小，北线优	北线优
	干线及分干线布置	总长 170.67km，有压埋管 156.69km，隧洞 10.93km	总长 165.95 km，有压埋管 158.53km，隧洞 4.26km	南线略优，但总体规模较小，差异较小	
地形地质		北线隧洞围岩以软质岩为主，南线隧洞围岩硬质岩稍多，围岩类别Ⅳ、Ⅴ类合计北线占比高于南线。两方案存在的主要工程地质问题均包括了软岩变形、岩爆、穿活断层工程抗断问题及突涌水问题；北线软岩变形问题较南线突出，南线岩爆问题较突出且局部存在放射性问题		两方案基本地质条件相近，存在的工程地质问题的侧重点稍有差异，北线隧洞无放射性问题，北线略优	
施工条件		六盘山段隧洞长 71.44km，4 台 TBM 辅以钻爆法施工，施工支洞总长 13.30km，单洞最长达 53.81km，主支洞洞口最大高差 404m，TBM 独头掘进最长 21.70km	六盘山隧洞长 52.05km，2 台 TBM 辅以钻爆法施工，该段线路施工支洞总长 15.79km，单洞最长 52.05km，主支洞洞口高差 280m，TBM 独头掘进最长达 20.08km	北线支洞布置条件更好，更短，北线优	
环境敏感区、生态保护红线		涉及环境敏感区 4 处，庄浪县云崖寺国家森林公园生态保育区 4.9km 和一般游憩区 5.47km，崇信五龙山省级森林公园一般游憩区 2.1km，庄浪云崖寺省级风景名胜区分 10.37km，庄浪县云崖寺省级地质公园 0.21km；生态保护红线 4 处，均为一般控制区	涉及环境敏感区 4 处，华亭县莲花台省级森林公园核心景观区 1.3km、生态保育区 1.7km、协调控制区 11.5km，崇信五龙山省级森林公园一般游憩区 2.1km，米家沟省级森林公园 4.8km、崇信五龙山省级森林公园般休息区 2.1km；生态保护红线 5 处，均为一般控制区	涉及环境敏感区、生态保护红线情况基本相当，均不制约。	

项目	北线方案	南线方案	综合比较
陆生生态	北线方案占用的各种用地类型中，耕地面积最大，其次是林地。占用的主要植被包括温带针阔混交林、温带阔叶林、农田栽培植被等。工程施工会对工程区周边的动物带来一定的惊扰影响，但工程区野生动物均稀少，而且适合野生动物栖息的区域基本以隧洞穿越经过，故对野生动物影响不大。水土保持防治责任范围面积为 3116.38hm ² ，弃渣量 650.76 万 m ³	南线方案占用用地类型中，耕地面积最大，其次是林地。占用林地和耕地比例、面积与北线方案差不多，故施工将导致评价区生物量损失基本相当。对植被及野生动物的影响与北线方案类似。水土保持防治责任范围面积 2776.16hm ² ，弃渣量 833.28 万 m ³	北线方案占地造成的生物量损失和对植被影响，对野生动物的影响两方案相当；北线方案扰动地表面积较大，弃渣量小，总体北线方案新增水土流失量较小。
移民占地	永久占地为 2243 亩，临时占地 31746 亩，其中永久占用耕地 1152 亩，林地 585 亩	永久占地为 2171 亩，临时占地 31784 亩，其中永久占用耕地 1104 亩，林地 579 亩	两方案占用土地面积等基本相当
环境影响比选结果	<p>综上分析，北线、南线两个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；两个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响基本相当；施工期水土流失影响等方面北线方案略优；同时，北线方案无放射性专项处理事宜。综合来看，从环境影响的角度，北线方案、南线方案环境影响基本相当，故同意主体设计推荐的北线方案。</p>		

3.2.3.3 孟坝塬至末端华池段线路环境比选

总干线孟坝塬至华池段线路起点位于镇原县孟坝镇，终点为柔远河右岸华池县鸭儿洼村，线路沿线主要经过陇东黄土丘陵区，从地质条件、水工布置以及施工条件方面考虑拟定北线和南线两个方案进行比选，两方案均从孟坝塬起，通过输水总干线及输水干线输水至各受水区县；两方案向延安专用输水线路（延安干线）自子午岭长隧洞进口后的线路完全一致，故该部分工程不纳入本次比选，本次比选范围包括输水总干线以及除子午岭长隧洞进口后的其他干线部分。北线方案靠北侧布置，线路较为顺直，根据地形、地质条件输水建筑物以无压隧洞和有压倒虹吸为主；南线方案主要避开地形较高山区，沿塬面及河谷布置，输水建筑物以无压圆涵和有压倒虹吸为主，无隧洞。输水总干线孟坝塬至末端华池段线路平面布置见图 3.2-6。

总干线总干线孟坝塬至末端华池线路环境比选具体见表 3.2-5。

北线庆阳一干线及南线总干线均穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源二级保护区，两条线路华池干线终点穿越鸭儿洼饮用水水源一级保护区；北线和南线均涉及生态保护红线一般控制区。

综合来看，北线、南线两个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；两个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失北线方案略小、对植被和野生动物的影响基本相当；施工期水土流失影响等方面北线方案略优。综合来看，从环境影响的角度，北线方案、南线方案环境影响基本相当，故同意主体设计推荐的北线方案。北线和南线两个方案环境影响基本相当，均不制约。

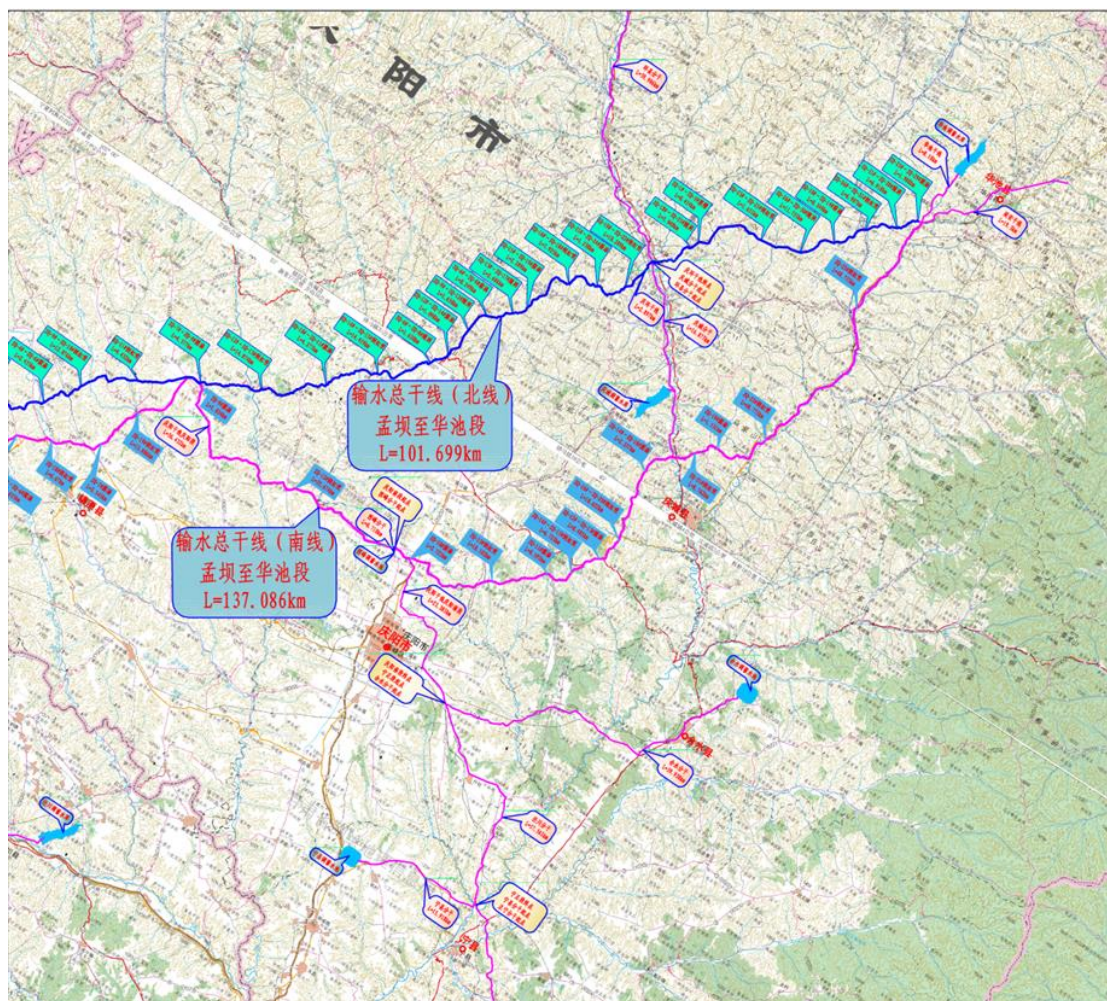


图 3.2-6 输水总干线孟坝至末端华池段线路平面布置图

表 3.2-5 输水总干线孟坝塬至末端华池段线路环境比选表

项目		北线方案	南线方案	综合比较	
工程布置	总干线布置	总干线长 101.70km，隧洞长 35.27km，均为短洞；倒虹吸长 52.27km，最长 13.70km，管径单根 2.0~2.4m，最大压头 3.1MPa	总干线长 137.09km，无隧洞；倒虹吸长 128.57km，两条特长分别为 48.78km 和 35.671km，管径单根 2.5m 和 2 根 2.2m、最大压头 3.0MPa 和 3.45MPa	北线交叉建筑物长度更短，与高等级铁路、公路相交较少，水头分配更为宽裕，北线优	北线优
	干线及分干线布置	总长 289.64km，有压埋管 274.58km，隧洞 13.86km	总长 258.77km，有压埋管 244.01km，隧洞 11.38km	南线略优，但总体规模较小，差异较小	
地形地质		北线黄土隧洞数量多，存在黄土隧洞围岩稳定性问题，但对地面环境的影响较小；其余建筑物如有压埋管、无压圆涵等涉及的主要地质问题为黄土湿陷性		两方案基本地质条件及工程地质问题 基本相当 。	
施工条件		北线隧洞占较多，南线无隧洞，北线施工难度较大；北线跨沟建筑物规模较小，处于河道上游，南线跨沟建筑物规模较大，处于河道下游，北线跨沟建筑物施工导流较易；北线跨沟建筑物水头较小，南线跨沟建筑物水头较高，且高水头段较长，南线对施工要求较高		北线隧洞施工难度略大，南线倒虹吸施工难度略大，两方案基本相当	
环境敏感区、生态保护红线		均涉及环境敏感区 2 处，北线庆阳一干线及南线总干线均穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源二级保护区，两条线路华池干线终点穿越鸭儿洼饮用水水源一级保护区。生态保护红线均为 1 处，均为一般控制区。		基本相当 ，均不制约	
陆生生态		北线方案占地类型中，林地面积最大，其次是耕地。占用的主要植被包括温带阔叶林、槐树林、铁杆蒿灌草丛、苔草灯心草群系、狗牙根群系、农田栽培植被等。工程施工会对工程区周边的动物带来一定的惊扰影响，但工程区野生动物均稀少，而且适合野生动物栖息的区域基本以隧洞穿越经过，故对野生动物影响不大。水土保持防治责任范围面积为 2612hm ² ，弃渣量 471 万 m ³	南线方案占地类型中，耕地面积最大，其次是林地。占用林地和耕地面积与北线方案差不多，故施工将导致评价区生物量损失基本相当。对植被及野生动物的影响与北线方案类似。水土保持防治责任范围面积 2700hm ² ，弃渣量 654 万 m ³	北线方案占地造成的生物量损失较小，对植被影响，对野生动物的影响两方案相当；北线方案扰动地表面积较小，弃渣量小，总体北线方案新增水土流失量较小。	

项目	北线方案	南线方案	综合比较
移民占地	永久占地为 1880 亩，临时占地 39717 亩，其中永久占用耕地 774 亩，林地 953 亩	永久占地为 2113 亩，临时占地 39750 亩，其中永久占用耕地 952 亩，林地 707 亩	北线方案占用土地面积略小于南线方案，北线略优
环境影响比选结果	<p>综上分析，北线、南线两个方案在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；两个方案在环境敏感区及生态保护红线占用情况基本相当；占地造成的生物量损失北线方案略小、对植被和野生动物的影响基本相当；施工期水土流失影响等方面北线方案略优。综合来看，从环境影响的角度，北线方案、南线方案环境影响基本相当，故同意主体设计推荐的北线方案。</p>		

3.3 工程环境合理性分析

3.3.1 调水规模环境合理性分析

本工程为跨流域调水工程，调水规模环境合理性分析主要从水源区水资源开发利用、生态影响与保护、经济社会可持续发展、以及与受水区水资源需求适应性等方面进行分析。

3.3.1.1 水源区水资源开发利用分析

白龙江多年平均径流量 103 亿 m^3 ，白龙江流域 2019 年用水量 22020 万 m^3 ，其中城镇居民 4055 万 m^3 ，占总用水量的 18.4%；农村居民 1684 万 m^3 ，占总用水量的 7.6%；工业 2895 万 m^3 ，占总用水量的 13.1%；农业 13150 万 m^3 ，占总用水量的 59.7%；生态 237 万 m^3 ，占总用水量的 1.1%。白龙江流域 2019 年水资源开发利用程度很低，仅为 2.1%。白龙江流域 2040 年需水量为 51231 万 m^3 ，约占流域多年平均地表径流量的 5.0%。

根据《嘉陵江流域综合规划》，2040 年白龙江引水工程调水规模应控制在 7.78 亿 m^3 以内。本工程设计 2040 年从白龙江上游调水 7.74 亿 m^3 ，占水源水库坝址断面多年平均径流量的 35.8%，占白龙江流域多年平均径流量的 7.5%，比流域规划中的规模小，同时，下泄生态流量满足枯水期和下游生态敏感期以及各控制断面的要求，符合流域规划的要求。

3.3.1.2 水源区生态影响与保护分析

根据嘉陵江流域规划环评，调水规模 7.74 亿 m^3 从环境上是可以接受的，本阶段又从以下两方面对调水规模的环境合理性进行分析。

(1) 新建代古寺水库坝址断面生态基流确定合理性分析

根据新建代古寺水库坝下河段生态需求、水环境容量需水流量、目前相关规定等等，综合分析确定该断面生态基流。

1) 生态需水

R2-Cross 法，选择坝下 4.3km、11.1km、13.6km、15.5km 四个浅滩特征明显的断面作为 R2-Cross 法的控制断面，根据河道水力计算成果，结合修订的白龙江鱼类生存的水力参数标准，一般用水期 4 个典型断面的生态流量大小分别为 5.49 m^3/s 、9.60 m^3/s 、6.17 m^3/s 、7.55 m^3/s ，取各断面计算成果的最大值 9.60 m^3/s 作

为一般用水期 R2-Cross 法推荐的生态流量；白龙江特有鱼类保护期和丰水期 4 个典型断面的生态流量分别为 $8.23\text{m}^3/\text{s}$ 、 $13.03\text{m}^3/\text{s}$ 、 $9.60\text{m}^3/\text{s}$ 、 $10.98\text{m}^3/\text{s}$ ，取各断面计算成果的最大值 $13.03\text{m}^3/\text{s}$ 作为鱼类保护期和丰水期 R2-Cross 法推荐的生态流量。

2) 水生生境需水流量

根据生态水力学法，根据本次评价调查，新建代古寺水库坝下河段分布鱼类中，鱼类平均体长为 20~30cm，鱼类体长按照最大水深为鱼类体长的 2~3 倍的要求，最大水深底限为 40~90cm，对于一般用水期（11 月至翌年 2 月）最大水深限制取 0.6m，对于白龙江特有鱼类特别保护期（3~6 月）和丰水期（7~10 月）最大水深限制取 0.8m。代古寺坝址处生态水力学要求最小流量为 $10.98\text{m}^3/\text{s}$ （11 月至翌年 2 月）， $16.46\text{m}^3/\text{s}$ （3~10 月）。

根据生境模拟法，白龙江代表鱼类中华裂腹鱼类繁殖期最适宜流速范围为 1.5~2.5m/s，最适宜水深范围为 0.5~1.5m，根据繁殖期栖息地可利用面积与流量关系图确定生态流量为 $21\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 目前相关规定

代古寺坝址处多年平均流量为 $68.60\text{m}^3/\text{s}$ ，结合 Tennant 法标准和坝下河段的特征，并综合考虑《关于印发水电水利建设项目水环境与水生生态保护技术政策研讨会会议纪要的函》（环办函〔2006〕11 号）的指导意见“维持水生生态系统稳定所需水量一般不应小于河道控制断面多年平均流量的 10%（当多年平均流量大于 $80\text{m}^3/\text{s}$ 时按 5%取用），在生态系统有更多更高需要时应加大流量”，分别以坝址处多年平均流量的 20%（ $13.72\text{m}^3/\text{s}$ ）和 40%（ $27.44\text{m}^3/\text{s}$ ）作为枯水期（11 月~次年 4 月）和丰水期（5~10 月）Tennant 法推荐的生态流量。

此外，根据代古寺坝址断面 1961 年~2017 年长系列水文资料，90%保证率最枯月平均流量为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ 。

综上，综合考虑新建代古寺水库坝址下游维持水生生境流量需求，以及水利部相关规定，结合白龙江特有鱼类的繁殖敏感期需水，新建代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 30.71%），5 月~10 月

为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 40%），4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ ，是合理的。

（2）下游水质影响分析

经专题预测，工程实施前后，白龙江干流总体水质、局部水质无明显突变带，各断面、各指标沿程变化规律相似，河段沿程高锰酸盐指数、氨氮两项指标数值升高幅度均小于 5%，对下游河段水质影响不明显。

3.3.1.3 对下游生态环境影响

调水后白龙江中下游河段流量进一步减少，河道水位也相应不同程度下降，流速变缓，水体透明度会有所提高。浮游植物仍以硅藻门为绝对优势种群，生物量有所下降，耐污性种类继续增加；浮游动物的种类和数量有所下降，耐污性的枝角类和桡足类种类会增加，原生动物和轮虫等寡污性种类有所减少；底栖动物的生物量有所增加，耐氧型环节动物、软体动物、摇蚊科种类有所增加，好氧型种类进一步减少；水生维管束植物生物量增加，但物种均匀度下降，生物多样性将下降。

本工程实施后，白龙江中下游鱼类仍以定居性鱼类为主，鱼类生物多样性和多样性指数会降低，水源下游区渔业中经济鱼类区系的组成不会因规划实施而发生较大改变；白龙江中下游评价范围内无洄游性鱼类分布；本工程运行后白龙江中下游水文条件的影响将大于现状，在鱼类的繁殖季节，下泄流量减少，变幅缩小，坝下流量和水位将更趋稳定，坝下江段涨水过程更不明显，对产黏性卵鱼类产卵场、鱼类索饵场、越冬场影响较小；白龙江特有鱼类计 7 种，仅嘉陵裸裂尻鱼为流域性分布，其余特有鱼类主要分布在白龙江迭部县城以上江段，迭部县城至武都江段，受梯级小水电开发影响，鱼类生境条件已经遭到一定程度的破坏，几乎不存在特有鱼类大型集中产卵场分布，因此，本工程建成后对白龙江保护鱼类影响总体较小。

白龙江中下游分布的嘉陵裸裂尻鱼为产黏性卵鱼类。白龙江引水工程实施后，对代古寺坝址至立节区间河段的水文情势影响较大，对分布在该江段的嘉陵裸裂尻鱼影响也较大；立节断面以下江段随着区间支流的入汇影响，白龙江引水工程对水文情势的不利影响沿程得到一定缓解，考虑到白龙江干流天然河流生境已被

众多小水电工程分割成“小水库+减水河段+天然河流”交错分布的格局，白龙江引水工程实施后对立节断面以下江段的水文情势影响不大，对分布在立节断面以下的嘉陵裸裂尻鱼的繁殖影响也相对较小。

3.3.1.4 社会经济用水配置的环境合理性

本工程甘肃受水区人均水资源占有量仅为全国平均水平的 1/8，陕西受水区人均水资源占有量不足全国平均水平的 1/4，属极度缺水地区。且受水区地表水含沙量高，地下水超采已极为严重，当地水资源难以满足经济社会发展的要求，实施跨流域调水是解决受水区未来供需缺口的唯一途径。对于能够依靠南水北调西线一期工程的黄河干流兰州、白银、临夏三市州，以及可由引洮供水二期工程供水的天水市渭河以北的甘谷、武山、秦安和平凉的静宁县，不纳入白龙江引水工程受水区范围，白龙江引水工程只保障严重缺水且无法通过其它工程解决缺水问题的地区。白龙江引水工程受水区的选择是合理的。

受水区的需水预测考虑了强化节水措施。与基准年相比，甘肃省万元工业增加值用水量由 $32\text{m}^3/\text{万元}$ 降低至 $10\text{m}^3/\text{万元}$ ，农田灌溉水有效利用系数由 0.52 提升至 0.63，公共供水管网漏损率由 17~20% 降低至 13%。符合《甘肃省实行最严格水资源管理制度考核办法》（甘政办发〔2014〕121 号）提出的用水效率控制指标和已批复的甘肃省水资源综合规划提出的强制节水定额，符合先节水后调水原则和要求；同时可以减小受水区地下水超采问题。

延安市 2040 年万元工业增加值用水量由基准年 $10\text{m}^3/\text{万元}$ 降低至为 $9\text{m}^3/\text{万元}$ ；农田灌溉水有效利用系数由 0.6 提升至 0.7。公共供水管网漏损率由 19% 降低至 13%。低于《陕西省节约用水规划》等用水效率控制指标。

从环境角度来看，工程水资源配置方案是合理的。

综合以上分析，认为白龙江引水工程考虑了白龙江的供水条件、受水区节水水平、下游用水需求，从环境方面认为白龙江引水工程调水 7.74亿 m^3 规模合理。

3.3.1.5 本地水和外调水源配置的环境合理性

2040 年白龙江供水 7.27亿 m^3 中，有 2.9亿 m^3 替代水源，其中置换超采地下水 1.77亿 m^3 ，退换受水区生态水量为 1.14亿 m^3 。

(1) 受水区地下水配置的环境合理性

受水区开发利用现状及变化见表 3.3-1。

设计水平年城市地下水源地受城区建设发展、煤炭石油开采等影响造成地下水水源难以保护和开发利用、水源地关闭、地下水位下降等的供水量约 0.064 亿 m^3 ；农村人饮地下水水源地受能源化工发展等影响的水量 0.078 亿 m^3 ；未来受经济社会发展影响而需要退减的地下水供水量合计 0.142 亿 m^3 ；设计水平年受水区严格按照当地地下水可开采量开采，比现状年共减少地下水开采 1.77 亿 m^3 ，使受水区地下水得到恢复。从环境方面认为白龙江引水工程受水区地下水配置合理。

表 3.3-1 受水区地下水开发利用变化表

单位：万 m^3

分区		可开采量 (1)	2019 年开采量 (2)	2019 超采量 (2) - (1)	设计水平年 可开采量 (3)	设计水平年 开采量 (4)	设计水平年实 际减少开采量 (2) - (4)
天水市	清水县	550	1344	794	550	550	794
	甘谷县	676	1990	1314	676	676	1314
	武山县	444	1162	718	444	444	718
	张川县	293	612	318	293	293	319
	秦州区	2765	3678	913	2765	2765	913
	麦积区	2331	4280	1949	2261	2261	2019
	小计	7060	13066	6006	6990	6990	6076
平凉市	崆峒区	1324	2580	1256	1283	1283	1297
	泾川县	661	1122	461	550	550	572
	灵台县	378	424	45	378	378	46
	崇信县	364	481	117	288	288	193
	华亭市	472	561	90	323	323	238
	庄浪县	138	205	68	138	138	67
	小计	3336	5373	2036	2960	2960	2413
庆阳市	西峰区	739	1020	281	739	739	281
	宁县	1391	1669	278	1391	1391	278
	正宁县	177	261	84	153	153	108
	合水县	427	813	386	427	427	386
	庆城县	526	1179	653	356	356	823
	华池县	170	1042	872	170	170	872
	环县	322	918	596	322	322	596
	镇原县	1237	1618	381	456	456	1162
	小计	4989	8520	3531	4013	4013	4507
延安市	宝塔区	860	2333	1473	860	860	1473

分区		可开采量 (1)	2019 年开采量 (2)	2019 超采量 (2) - (1)	设计水平年 可开采量 (3)	设计水平年 开采量 (4)	设计水平年实 际减少开采量 (2) - (4)
安 市	安塞区	761	1255	494	761	761	494
	志丹县	1046	2786	1740	1046	1046	1740
	吴起县	1105	2082	977	1105	1105	977
	小计	3772	8456	4684	3772	3772	4684
合计		19157	35415	16258	17735	17735	17680

(2) 退还河道生态用水合理性

受水区位于陇中和陇东黄土高原区,大部分土地黄土裸露,植被稀少,生态环境脆弱,近年来随着社会经济的发展影响,用水量持续增加,严重挤占了生态环境用水,加之缺少必要的调蓄工程,每年有不少时段生态基流无法得到满足,从而造成河道淤积加重,河流自净能力降低,河流健康受到威胁。

白龙江引水工程实施后,其配置水资源原则为:当地地表水供水的现状供水工程,计算其供水量时首先水库(取水口)水量优先满足河道生态基流,其次满足供水范围内工业及农业用水。根据计算,退还受水区生态基流量为 0.58 亿 m^3 ,保证受水区河道生态水量,对改进生态环境具有积极作用。

在白龙江引水工程实施后,将有部分被生活供水挤占的农业灌溉水退还至农业灌溉,由于调整了供水对象,进而导致本地地表水工程供水量均有所减小,三市共减小 0.56 亿 m^3 ,减少部分水量主要是汛期水,该水量也将留在河道。故共退还河道生态水量共计 1.14 亿 m^3 。

2040 年,白龙江引水工程运行后,退还河道生态用水情况见表 3.3-2。

表 3.3-2 2040 年退还受水区河流生态水量表(多年平均) 单位: 万 m^3

市	县区	运行前地 表水配置	优先生态基流 地表水配置	白龙江供水退 还生态水量	退还挤占农业用 水地表水配置	白龙江供水退 还河道水量
天水市	秦州区	2302	2130	172	1509	621
	麦积区	3049	2747	302	2547	200
	武山县	7304	6526	778	6399	127
	甘谷县	4202	3714	488	3614	100
	清水县	1246	1058	188	1029	29
	张川县	1209	1070	139	839	231
平凉市	崆峒区	5118	5092	26	4861	231
	庄浪县	2244	2150	94	1792	358
	华亭市	2749	2683	66	2588	95

市	县区	运行前地表水配置	优先生态基流地表水配置	白龙江供水退还生态水量	退还挤占农业用水地表水配置	白龙江供水退还河道水量
	崇信县	944	874	70	826	48
	泾川县	4010	3590	420	3176	414
	灵台县	1978	1896	82	1734	162
庆阳市	西峰区	4928	4840	88	4241	599
	镇原县	2675	2371	304	1616	755
	环县	2115	1640	475	1396	244
	华池县	1752	1733	19	1356	377
	庆城县	1195	881	314	491	390
	合水县	783	718	65	523	195
	宁县	1434	1330	104	993	337
	正宁县	722	691	31	590	101
延安市		3746	2180	1566	2180	0
合计		55705	49914	5791	44300	5614

从环境方面认为白龙江引水工程受水区退还该部分地表水,留作河道生态用水配置合理。

(3) 河道外生态用水

本工程水资源配置时,受水区河道外生态环境用水主要包括城市绿地、道路浇洒等。具体见表 3.3-3。

表 3.3-3 受水区各地市生态环境用水表

单位: 万 m³

省	市	基准年			2040 年		
		城市绿地	城市道路	小计	城市绿地	城市道路	小计
甘肃	天水	477	400	877	1462	1043	2505
	平凉	293	246	539	680	485	1165
	庆阳	1057	888	1945	863	659	1522
	小计	1827	1534	3361	3005	2187	5193
陕西	延安	424	321	745	424	293	717
受水区合计		2251	1855	4106	3429	2480	5910

设计水平年受水区河道外生态用水量水资源配置完全按照当地城市绿地、道路浇洒等需水量配置,使受水区河道外生态环境得到维护,该部分水量完全利用中水,从环境方面认为白龙江引水工程受水区河道外生态用水配置合理。

3.3.2 调水过程环境合理性分析

白龙江引水工程每年3月1~3月20日检修，其余时间在代古寺水库调度运行原则下拦蓄，通过输水线路向受水区供水。

3.3.2.1 代古寺水库调度环境合理性分析

(1) 水量调度原则

优先满足调出区白龙江流域生态环境用水和下游生产生活基本用水需求，受水区用水应遵循节水为先、适度从紧的原则，统筹协调外调水、受水区当地水和调水下游区域用水，加强生态环境保护。水量调度以批准的多年平均调水量和甘肃省、陕西省水量分配指标为基本依据，服从嘉陵江、白龙江流域水资源统一调度；加强节水和需水管理，分水口门严格按分配的水量和流量进行调度；加强调出区与受水区水源工程联合调度的精细化管理。供水时优先使用当地水，尤其是白龙江来水较少时，应适时启用当地工程加大供水。

(2) 代古寺水库调度运行原则

根据生态环境保护要求，代古寺坝址断面生态流量在11月至翌年4月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量30.71%），5月~10月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量40%），4月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ ；当天然来流小于生态流量时，按天然来流下泄。代古寺水库按各月要求下放生态流量后，承担供水对象的供水次序依次为：生活、工业、高效农业。

代古寺水库以降低供水线和加大供水线为标准，将死水位与降低供水线之间区域定义为降低供水区，降低供水线与加大供水线之间区域定义为正常供水区，加大供水线与正常蓄水位之间区域定义为加大供水区。充分考虑代古寺水库与受水区地下水供水工程、曲溪水库、崆峒水库、巴家咀水库、新集水库丰枯互补作用对工程规模的影响。针对代古寺水库每个供水区间，当地水库和地下水工程均设置最大供水标准，即当地水库和地下水工程按所设最大供水标准供水，若当地水库本时段无法提供最大供水标准水量，则按最大供水能力供水，受水区剩余缺水由白龙江引水工程解决。通过调整当地供水工程最大供水标准来控制代古寺水库加大供水和降低供水，代古寺水库降低供水区相应当地水库最大供水标准最大，正常供水区次之，加大供水区最小。为尽量减小当地水库弃水，在以上调度运行

原则基础上,新增代古寺水库加大供水标准,即当代古寺水库水位处于加大供水区且当地水库水位低于当地水库降低供水线时,当地水库才按加大供水区最大供水标准供水,否则按正常供水区最大供水标准供水。代古寺水库供水调度线情况见图 2.2-5。

(3) 代古寺水库枯水期拦蓄调度原则

代古寺断面 1 月~3 月不拦蓄,12 月分级控泄拦蓄(入库流量小于 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 时不拦蓄、入库流量大于 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 且小于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $27.4\text{m}^3/\text{s}$ 、入库流量大于 $30\text{m}^3/\text{s}$ 且小于 $40\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $30\text{m}^3/\text{s}$ 、入库流量大于 $40\text{m}^3/\text{s}$ 时最小下泄流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$),4 月下泄 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ (月均下泄 $22.8\text{m}^3/\text{s}$ 、多年平均拦蓄比例不超过 40%),其余月份在满足生态流量(11 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ 、5 月~10 月为 $27.4\text{m}^3/\text{s}$)情况下拦蓄。代古寺水库 12 月分级控泄标准见表 2.2-52。

(4) 代古寺水库发电调度原则

代古寺水库设置坝后式电站,利用径流过程发电;其他月份首先利用生态基流发电,当水库蓄至正常蓄水位后,满足供水和灌溉后水量也用于发电。电调完全服从水调,无专门发电库容,水库仅起到抬高水头的作用,在电网基荷运行。

(5) 代古寺水库防洪调度原则

代古寺水库不承担下游防洪任务,泄流设施为闸门控制溢洪道,水库起调水位为正常蓄水位 1804m。水库汛期由溢洪道和导流放空洞共同参与泄洪,当汛期洪水小于或等于设计洪水标准时,仅溢洪道参与泄洪,当汛期洪水大于设计洪水标准时,由溢洪道和导流放空洞共同参与泄洪。

(6) 调度过程分析

在多年平均情况下,代古寺断面白龙江引水工程逐月引水,4~12 月分别为 0.39 亿 m^3 、1.03 亿 m^3 、1.3 亿 m^3 、1.59 亿 m^3 、1.09 亿 m^3 、0.88 亿 m^3 、0.76 亿 m^3 、0.6 亿 m^3 、0.1 亿 m^3 ,1~3 月不引水,其中在洪水期 6~8 月共引水 3.98 亿 m^3 ,占总用水量的 51.42%,完全体现了调蓄水库代古寺水库的洪水资源化。

综上,从以上调度原则来看,白龙江引水工程引水过程优先满足调出区白龙江流域生态环境用水和下游生产生活基本用水需求,同时受水区遵循节水为先、适度从紧的原则,供水时优先使用当地水,尤其是白龙江来水较少时,应适时启

用当地工程加大供水；仅当代古寺水库水位处于加大供水区且当地水库水位低于当地水库降低供水线时，才按加大供水区最大供水标准供水；从调蓄水库代古寺水库的蓄水过程中，洪水期蓄水量超过一半，利用了部分洪水，体现了洪水资源化，从环境角度来看，白龙江引水工程蓄水过程合理。

3.3.2.2 白龙江引水工程引水过程环境合理性分析

白龙江引水工程每年3月1日~3月20日检修，不引水，其余时间通过输水线路向受水区供水。在多年平均、 $P=85\%$ 、 $P=95\%$ 情况下，输水线路月平均引水流量分别为 $24.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ， $25.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ， $21.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ，枯水年调水量比多年平均水量大，特枯水年调水量比多年平均水量小，体现了供水时优先使用当地水，当地水不够时，根据白龙江来水情况，可适度加大供水的原则。

同时白龙江引水工程输水线路的引水流量一般都在 $23 \text{ m}^3/\text{s}$ ~ $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 之间，特枯年份最大 $31.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ，最小 $13.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ，总体来说，输水线路月平均引水流量比较均匀，对代古寺水库的水位影响变化也比较均匀，对水库的环境影响也较小。从环境角度来看，白龙江引水工程引水过程合理。

3.3.3 受水区各行业用水配置的环境合理性

3.3.3.1 受水区农业、生活、工业用水配置的环境合理性

(1) 用水总量

根据甘肃省人民政府办公厅《关于印发甘肃省实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》以及天水、平凉、庆阳等地最严格水资源管理制度相关文件，到2030年，甘肃省调入区用水总量控制在15.3亿 m^3 以内，其中，天水市控制在5.29亿 m^3 以内，平凉市控制在4.96亿 m^3 以内，庆阳市5.05亿 m^3 以内。

根据《陕西省人民政府办公厅关于印发实行最严格水资源管理制度考核办法的通知》以及延安市最严格水资源管理制度相关文件，到2030年，陕西省延安市调入区用水总量控制在2.10亿 m^3 以内。

白龙江引水工程供水后，保证调入区用水量不超过用水总量控制红线。调入区各省市用水总量控制指标见表3.3-4。

表 3.3-4 调入区用水总量控制目标

单位: 亿 m^3

省	地市	2019 年实际用水	用水总量控制指标	
			2020 年	2030 年
甘肃省	天水市	4.06	4.48	5.29
	平凉市	2.52	4.09	4.96
	庆阳市	2.84	3.44	5.05
	小计	9.42	12.01	15.30
陕西省	延安市	1.37	1.68	2.10

(2) 用水效率

到 2040 年, 甘肃省和陕西省调入区不再新增有效灌溉面积, 维持有效灌溉面积不变, 提高用水效率。甘肃省调入区灌溉水有效利用系数由现状的 0.52 提高到 0.66 以上, 节水灌溉面积由 45% 提高到 70% 以上, 高效节水灌溉面积由现状的 31% 提高到 65% 以上。陕西省调入区灌溉水有效利用系数由现状的 0.558 提高到 0.7 以上, 节水灌溉面积由 76% 提高到 90% 以上, 高效节水灌溉面积由现状的 74% 提高到 80% 以上。

加快城镇供水管网改造, 到 2040 年, 甘肃省和陕西省调入区公共供水管网漏损率分别由现状的 15%、14% 降低到 8%, 所有新建、改扩建的公共和民用建筑用水的节水器具普及率达到 100%。甘肃省和陕西省调入区城镇居民家庭及城镇公共节水器具普及率均达到 90% 以上。

发展新兴特色产业, 严格限制高耗水项目发展, 大力发展资源循环利用和清洁生产技术, 提高用水效率。到 2040 年, 甘肃省调入区一般工业万元工业增加值用水量由现状的 $29m^3$ /万元下降到 $11m^3$ /万元, 陕西省延安市万元工业增加值用水量由现状的 $21m^3$ /万元下降到 $9m^3$ /万元; 严控新建煤化工、石油化工项目定额, 所有新建项目采用行业用水定额中的先进水平。甘肃和陕西工业用水重复利用率提高到 90% 以上。加强对再生水、雨水、矿井水、苦咸水等非常规水资源利用, 到 2040 年, 甘肃、陕西调入区再生水利用率均达到 30% 以上。

根据《全国水资源综合规划》, 到 2030 年, 全国用水总量力争控制在 7000 亿 m^3 以内; 万元国内生产总值、万元工业增加值用水量分别降低到 $70m^3$ 、 $40m^3$; 农田灌溉水有效利用系数提高到 0.60。根据《水利改革发展“十三五”规划》, 到 2020 年, 全国年供用水总量控制在 6700 亿立方米以内。万元国内生产总值用水

量、万元工业增加值用水量较 2015 年分别降低 23%和 20%，为 80 m³/万元和 47m³/万元。全国城市公共供水管网漏损率控制在 10%以内，城镇和工业用水计量率达到 85%以上。农田灌溉水有效利用系数提高到 0.55 以上，大型灌区和重点中型灌区农业灌溉用水计量率达到 70%以上。根据水利部 2014 年编制完成的《全国现代灌溉发展规划》，到 2030 年，全国灌溉面积达到 11.40 亿亩左右，其中农田有效灌溉面积达到 10.30 亿亩左右，节水灌溉工程面积达到 8.5 亿亩左右，节水灌溉率达到 74%左右，农田灌溉水利用系数提高到 0.60 以上。根据《甘肃省水资源综合规划》，到 2030 年，进一步加快节水型社会建设，健全节水型社会体系，建成全国节水型社会试点省份；加快水利工程建设步伐，初步形成内节外调、多水源保障的供水体系，进一步提升城乡饮水安全水平和供水保障能力，彻底解决城乡饮水安全问题，基本满足重点区域发展需水要求；全面实现水功能区水质达标，根本遏制水污染，实现生态系统良性循环；万元 GDP 用水量控制在 40m³以内，万元工业增加值用水量控制在 20m³左右，农业灌溉水利用系数达到 0.65 以上。根据《陕西省水资源综合规划》，到 2030 年，全省农业灌溉水利用系数达到 0.6 以上，万元工业增加值用水量比 2013 年下降 58%以上，陕北地区工业用水重复利用率达到 80%以上。根据《甘肃省水安全保障规划》，到 2035 年，节水型社会全面建成，区域性水资源超载状况全面缓解。全省用水总量控制在 131 亿 m³以内，万元工业增加值用水量降低 60%，农田灌溉水有效利用系数达到 0.64。根据《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》的通知（发改环资〔2021〕827 号）、《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13 号）、《区域再生水循环利用试点实施方案》（环办水体〔2021〕28 号）、《国家节水型城市申报与评选管理办法》，全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到 25%以上，京津冀地区达到 35%以上。

综上所述，本次白龙江引水工程制定的节水指标均满足上述要求，且比相关规划要求的指标更先进。

（3）水资源配置环境合理性

根据受水区水资源供需分析结果，水资源配置以受水区需水量和当地水合理可供水量为基础，通过分析受水区现有水源工程以及设计水平年新建水源工程的供水任务，将当地水与外调水合理结合，并进行联合调配。

在行业配置上，县城生活和村镇生活优先利用当地水源可靠、水质有保障的水量，不足水量由外调水配置；一般工业中煤炭开采需水全部由疏干水解决，火电行业优先利用再生水，不足水量由当地可靠水源配置，其他工业优先利用当地水源，不足水量由外调水配置；生态需水主要利用再生水解决；农业用水利用当地灌溉供水工程尽量保障其用水要求，考虑到受水区土地流转开始发展，依托当地特色果品产业，发展高效农业，规模经营效益明显，经经济技术比选，选择输水线路以及末端备用水库附近的约 40 万亩高效农业由外调水供给。

当地地表水供水又分为现状供水工程供水以及规划新增供水工程供水。对于现状供水工程，计算其供水量时首先满足河道内生态用水，其次将被挤占的水量退还给原供水对象。对于规划新增供水工程，按照设计供水对象及设计供水量进行水量配置。对于地下水供水，在现状供水基础上扣除各行业不合理开采量，以近水近用、尽量维持原用水户不变为原则进行配置。对于城乡生活、生产用水产生的废水经处理后的再生水主要配置给基本生态以及火电行业，遵循县内产生的再生水由本县用水户消化的原则，就近供水。在当地地表水、地下水、再生水、疏干水等各水源配置完成后，各行业不足水量由白龙江引水工程配置（当地传统农业除外）。

同时，在遇到白龙江特枯年份，充分利用调入区已有地下水工程设施，在现状最大开采量范围内，补充供水，进一步优化了配置原则。

综上，本工程水资源配置原则合适，配置成果符合“三先三后”原则，受水区水资源配置方案充分考虑了现有水利工程、在建水利工程和规划水利工程。设计水平年已充分考虑了已建工程的供水能力，并考虑了再生水源和非常规水源的利用，充分利用了不同水质水源，体现了节水的要求，水资源配置方案环境合理。

3.3.3.2 受水区高效农业用水配置的环境合理性

根据相应灌溉发展规划，按照节水优先、以水定产的原则，设计水平年不再发展灌溉面积，各市灌溉面积维持不变。同时随着乡村振兴战略的实施，一批高附加值的高效经济作物种植面积将不断加大，尤其是当地特色种植苹果的种植面积将不断加大，因此，设计水平年高效经济作物的种植比例有所增加，扩大经济作物种植面积，发展具有区域特点的特色农业且以发展高效节水灌溉农业为原则，发展经济效益好且适宜高效节水灌溉的现代化高效节水型农业。

随着调入区节水措施的逐步实施，调入区灌溉水利用系数由现状的 0.55（其中地表水灌溉水利用系数 0.5，地下水灌溉水利用系数 0.8）提高到设计水平年的 0.67（其中地表水灌溉水利用系数 0.6，地下水灌溉水利用系数 0.8）。

首先，本次是在原有的灌区中选择的，没有新增灌溉面积，而且符合以下原则的非保证灌溉农田：农田距末端备用水库或输水总干线、干线 5km 以内的、且水库死水位高程或输水线路水头满足自流灌溉（或扬水高程较小）的集中连片的灌区；其次是在高效节水灌溉，地表水利用系数高，达到先进水平；第三，高效灌溉没有灌区退水，无面源污染；最后，为了受水区乡村振兴战略的发展，故高效灌溉规模具有环境合理性。

3.3.3.3 受水区能源工业用水配置的环境合理性

（1）受水区工业产业政策符合性

1）《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》

“二、贯彻新发展理念，推动高质量发展。（一）在全面完成脱贫任务基础上压茬推进乡村振兴战略，巩固脱贫攻坚成果。（四）优化能源供需结构。优化煤炭生产与消费结构，推动煤炭清洁生产与智能高效开采，积极推进煤炭分级分质梯级利用，稳步开展煤制油、煤制气、煤制烯烃等升级示范。建设一批石油天然气生产基地。加快煤层气等勘探开发利用。加快北煤南运通道和大型煤炭储备基地建设。”

“七、加强政策支持和组织保障。（三十二）产业政策。实行负面清单与鼓励类产业目录相结合的产业政策，提高政策精准性和精细度。在执行全国统一的市场准入负面清单基础上，对西部地区鼓励类产业目录进行动态调整，与分类考核

政策相适应。……凡有条件在西部地区就地加工转化的能源、资源开发利用项目，支持在当地优先布局建设并优先审批核准。”

2) 国务院办公厅关于进一步支持甘肃经济社会发展的若干意见（国办发〔2010〕29号）

“（四）战略定位和重点发展战略。……充分发挥兰州等中心城市辐射带动作用，积极打造陇东、河西两大能源基地，构建各具特色的组团式发展格局，全面推进区域协调发展。”

“（七）着力推动平（凉）庆（阳）、酒（泉）嘉（峪关）经济区加快发展。加快陇东煤炭、油气资源开发步伐，积极推进煤电一体化发展，构建以平凉、庆阳为中心，辐射天水、陇南的传统能源综合利用示范区。加快酒泉、嘉峪关一体化进程，积极发展风能、太阳能等新能源及装备制造产业，构建新能源开发利用示范区，形成甘肃东西两翼齐飞的经济增长新格局。”

“（二十六）革命老区。庆阳等革命老区要依托石油、煤炭等资源优势，适当扩大原油就地加工规模，把产业发展与农民增收致富结合起来。积极推动小杂粮等特色农产品基地建设，大力发展香包、刺绣、民间剪纸等民俗文化创意产业。大力发展红色旅游。启动实施会宁县城及北部乡镇供水工程，抓紧解决环县苦咸水地区农村饮水安全问题。”

“（三十二）加快陇东煤电化建设。加强煤炭资源勘探和开发利用，逐步建成一批大型煤炭矿区，高起点、高水平地建设国家大型煤炭生产基地。加大对陇东地区煤炭资源勘查的政策支持力度。延伸煤炭产业链，实施煤电联营，建设大型电站，先行启动建设崇信、平凉二期等一批条件具备的电厂项目，开展正宁、环县电厂前期论证工作。有序发展煤化工产业，规模化开发利用煤层气。推进庆阳长庆桥、平凉华亭和崆峒产业聚集区建设。”

“（三十四）提升油气资源开发利用能力。加快陇东西峰、华池、镇原、环县以及玉门等油田勘探开发步伐。支持玉门老油田发展，提高经济开采年限。充分利用省内外两种资源，进一步提高石油加工转化能力、原油加工质量标准 and 附加值，建设战略性石化工业基地。加快实施兰州石化大型碳五综合利用、550 万 t/年蒸馏装置技术改造和汽柴油质量升级，庆阳石化 300 万 t/年炼油集中搬迁改

造等工程，力争到 2020 年甘肃炼油能力达到 2000 万 t 以上。支持兰州 180 万 m³ 原油商业储备库和 100 万 m³原油生产运行库建设，建设 300 万 m³国家石油储备基地，打造西部大型石油、化工原料集散地，建成国家重要的石油储备基地。做好涩宁兰输气管道复线、兰州至郑州至长沙成品油管道、庆阳石化成品油外输管道等油气管道建设。”

3)《中共甘肃省委甘肃省人民政府贯彻落实中央关于新时代推进西部大开发形成新格局决策部署的实施意见》

为贯彻落实《中共中央、国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》精神，结合实际，中共甘肃省委甘肃省人民政府提出贯彻落实中央关于新时代推进西部大开发形成新格局决策部署的实施意见。

实施意见提出：“到 2035 年，我省基本实现社会主义现代化，基本公共服务、基础设施通达程度、人民生活水平与东部地区大体相当，省内区域发展新格局形成，均衡性协同性进一步增强，现代绿色高效新型产业体系进一步完善，民族边疆地区更加繁荣安全稳固，国家生态安全屏障更加牢固，人民群众的获得感、幸福感、安全感不断增强，形成生态大保护、对外大开放、经济高质量发展、甘肃特色突出的新格局。”

“二、强化薄弱环节，夯实发展基础”中提出“提升水安全保障能力，降低河西地区水资源开发利用强度，加强南部地区水源涵养保护，调整陇东地区供水水源结构，优化陇中地区水源配置格局，加快建设引洮二期，**尽快启动实施白龙江引水、引哈济党等一批水资源配置工程和河湖水系连通工程，构建水资源配置和高效利用体系。**”“**建设陇东综合能源基地，持续扩大优质增量供给，重点在平凉、庆阳等地区建设一批矿区。**加大陇东地区油气勘探开发力度，促进油气资源增储上产。加快能源通道建设。打造大容量、高电压等级的骨干输电网架，加快推进±800 千伏陇东至山东特高压直流工程建设，积极推进河西第二条特高压直流输电通道。加快煤炭新线建设和既有线路扩能改造，配套建设矿区铁路和煤炭集运支线，提升甘煤入川渝能力和疆煤入甘运力。加强油气输送管网建设，推进油气管网互联互通。完善能源储备体系，提升能源储备能力。”

“三、突出创新驱动引领，推动高质量发展”中提出“优化城镇布局，发挥中心城市带动作用，推动城市群的形成和发展，因地制宜培育一批特色小城镇，支持兰州、白银、金昌、天水等老工业城市和资源枯竭型城市转型升级。”、“推动共建兰州—西宁城市群。协商建立关中平原城市群联席会议制度，加强关中—天水经济区、成渝经济区互利合作。加强陕甘宁革命老区区域合作。”

4)《陕甘宁革命老区振兴规划（2012-2020）》

《陕甘宁革命老区振兴规划（2012-2020）》由国家发改委西部开发司、国务院发展研究中心组织编制，2012年3月2日，国务院正式批复。

“本规划以原西北革命根据地为核心，综合考虑区域经济社会联系和协调发展要求，规划范围包括：陕西省延安、榆林、铜川，**甘肃省庆阳、平凉**，宁夏回族自治区吴忠、固原、中卫等8个地级市，以及陕西省富平、旬邑、淳化、长武、彬县、三原、泾阳，甘肃省会宁，宁夏回族自治区灵武等9个县（市）。”

战略定位是：“……，**国家重要能源化工基地。立足能源资源优势，按照科学开发、高效循环利用的原则，突出工业强区，着力打造大型能源化工基地和重要的西煤东运、西电东送、西气东输基地，培育西部地区新的经济增长极。……**现代旱作农业示范区。按照高产、优质、高效、生态、安全的要求，构建集农业新品种培育、新技术引进、产业化经营、休闲观光以及生态家园于一体的特色农业综合示范区，探索西北地区旱作农业高效发展的新路子。”

空间布局分为高效集约发展区、旱作农业发展区、生态环境修复区、生态环境保护区等功能区，及陕北组团、陇东组团、宁东南组团等组团。“引导产业向园区集聚发展，**重点推进平凉工业园区、华亭工业园区、庆阳西峰工业园区、盐池工业园区、中卫工业园区、宁东化工产业园区、灵武羊绒产业园区及榆林、延安、铜川、吴忠、固原等地的产业集聚区建设，支持老区内产业园区适当扩区调位和符合条件的省级开发区升级为国家级开发区。**”“陇东组团。包括庆阳、平凉市及……。依托福州至银川高速（G70）、国道211线，以庆阳、平凉为龙头，加快建设陇东煤电化工基地、西电东送基地和现代旱作农业示范基地。强化与关中-天水经济区及省会城市的联系，统筹区域内煤电一体化、兰州石化深加工布局，培育成为新的经济增长点。”“**庆阳。建设能源化工基地和区域性中心城市、人文**

魅力城市、生态示范城市，建设西部油城，重点发展煤电、化工、商贸、特色农产品加工、文化等产业。平凉。建设现代商贸物流中心和生态文化名城，主要发展煤电、特色农产品生产与加工、装备制造、新型建材和旅游等产业。”

有序推进陕北能源化工基地黄河大泉饮水以及陇东能源基地庆阳、平凉基地供水等工程的前期工作，充分做好科学论证。”

关于能源化工基地建设，“加快陇东煤炭基地建设，加大煤炭资源勘查力度，抓好彬长、宁正、沙井子等大型矿区建设，稳定渭北等老矿区煤炭产量。……依托优势大型企业，适度、有序发展煤制天然气、烯烃、乙二醇、甲醇和煤炭间接液化及其衍生物下游产品等现代煤化工，积极推进二氧化碳捕集、利用和封存的研究和示范，构建清洁高效综合利用产业体系。……加快科技创新和新技术运用，提升改造既有油气田，稳步提高产能。加强陕北、陇东、固原等地区的油气勘查力度。积极开发榆林、延安、庆阳和平凉的石油资源，加强企业整合重组，在延安、庆阳适度发展石油炼化深加工项目。积极开发天然气资源，满足当地合理用气需求，增加西气东输规模。”

5)《六盘山片区区域发展与扶贫攻坚规划（2011-2020 年）》

《六盘山片区区域发展与扶贫攻坚规划（2011-2020 年）》由国家扶贫办、国家发改委组织编制，国务院以国函〔2012〕94 号进行批复。

规划区域范围包括陕西、甘肃、青海、宁夏四省区共 69 个县，其中甘肃省有 33 个县位于该片区，涉及受水区三市共 15 个县，分别为庆阳市的镇原县、环县、华池县、庆城县、宁县、正宁县，平凉市的崆峒区、庄浪县、泾川县、灵台县，天水市的麦积区、武山县、甘谷县、清水县、张家川县。

“循环经济创新区。按照减量化、再利用、资源化的原则，以科技和管理创新为支撑，以建设石油化工、煤化工、盐化工和有色金属等循环经济基地为重点，大力推进资源高效利用、循环利用和废弃物无害化排放技术及管理创新与运用，延长循环经济产业链，形成一批资源优势明显、产业基础坚实、高效循环利用的能源化工、有色金属、能源等产业集群。”

“城镇布局为中心城市和重点乡镇。中心城市。重点建设庆阳、平凉、天水、定西、白银、临夏、固原、海东（乐都）八个中心城市，完善增强城市功能，规

范新城新区发展，拓展城市空间，促进人口集中和产业向园区集聚，壮大特色优势产业，提升并发挥辐射带动作用。”“庆阳。重点发展能源、化工、商贸物流、特色农产品加工和文化等产业，建设国家重要能源化工基地。平凉。重点发展能源、特色农产品加工、装备制造、新型建材、文化与生态旅游等产业，建设现代商贸物流中心和生态文化名城。天水。重点发展装备制造、电工电气、医药食品、商贸物流、文化旅游等产业，建成装备制造业基地、现代物流中心、旅游和生态城市……”

“加强水利工程建设。坚持全面节水和适度调水相结合，完善甘肃引洮供水二期等水利工程前期工作，全面完成病险水库除险加固，积极推动中小型水源工程建设，提高工业能源基地及城镇用水保障能力，加快大中型灌区节水改造和大型灌排泵站更新改造，完善灌区末级渠系配套，实施渭河、洮河、湟水和泾河等重要支流和中小河流综合治理。加强城镇防洪体系建设和山洪地质灾害防治。……水利建设重点项目。调水、引提水工程。实施引大济湟调水、引洮供水二期、宁夏固原地区城乡饮水安全水源工程等引调水工程。开展白龙江引水、葫芦河引水、段家峡引水、西吉西部引水等引提水工程和甘宁中部生态移民扶贫开发供水工程、靖会工程甘沟改扩建供水等工程前期工作。”

“能源。完善能源供应体系。调整优化能源结构，优化开发利用水能资源。有序推进黄河、洮河等水电梯级开发。加大石油、煤炭、煤层气、天然气、页岩气等资源勘探开发力度，加快煤电基地和坑口电厂建设。积极开发利用风能、太阳能等清洁能源和可再生能源，大力推进煤层气资源规模化开发利用。加快城市、重点城镇和园区气化步伐，实施重点城市天然气利用工程与清洁能源改造工程。推进电网和油气管道建设。加强骨干电网建设，优化电网布局，加快发展送端电网，保障电力供应。……，能源建设重点工程。煤炭。建设宁正、甜水堡等矿区，麟游园子沟、崔木，长武胡家河、孟村，环县马福川、毛家川，宁县新庄等煤矿；勘探环县、合水、镇原、宁县、华池、灵台、泾川、会宁、古浪、同心韦州、原州炭山等煤炭资源。石油、天然气。开发庆阳、泾镇油田等油气资源和陇县、千阳、麟游、灵台、崇信、合水、正宁、环县、庆城、宁县等煤层气资源；勘探长武、彬县、泾川、崆峒、崇信、彭阳等油气资源。电力。建设咸阳热电、宝鸡热

电、兰州热电、正宁电厂一期、武威热电、天水热电、西宁热电、固原热电等电站项目；建设亭口水库高压电站、靖远黄河靖南、白马浪、老龙潭、大河家二级等水电站。电网。建设兰州东-天水-宝鸡、西宁-湟源-格尔木、互助-永登等 750 千伏输变电工程；研究建设陇东-江西 ± 800 千伏直流输变电工程；建设定西、临夏、平凉、白银、庆阳、兰州、古浪、固原、湟中、民和、华电海原曹洼等 330 千伏输变电工程。”

“能源化工与盐化工。加快科技创新和新技术利用，加强企业整合重组，推进陇东、渭北和固原等能源化工和盐化工集聚发展。在资源环境承载能力允许的前提下，有序发展煤制天然气、烯烃、乙二醇、甲醇和煤炭间接液化及其衍生物下游产品等现代煤化工，适度发展石油炼化深加工，大力推进石化产业结构优化升级，延伸产业链，发展高效复合肥、农作物专用肥等农用产品和催化剂、生物化工等下游精细化工产品。加快形成纯碱、烧碱、聚氯乙烯单体及下游产品的盐化工产业链。”

6) 陇东能源基地规划

《陇东能源基地开发规划》由甘肃省发改委 2013 年 12 月编制，2014 年国家能源局进行了批复。

“陇东能源基地开发的发展定位：建设国家重要的能源生产基地、西北地区重要的石油炼化基地、传统能源和新能源综合利用示范基地。”

“陇东能源基地开发的总体思路是：基础先行、有序开发，市场主导、政策引领，统筹兼顾、转输并举，突出特色、清洁高效，区域联动、和谐发展。”

“陇东能源基地建设的总体发展目标是：供应能力强大、产业结构优化、功能布局合理、带动作用明显、生态文明建设成效显著能源基地。”

“供应能力强大……到 2020 年煤炭产能达到 10000 万 t 左右，原油产能达到 1200 万 t 左右，炼化能力达到 1000 万 t 左右，火电装机达到 1500 万千瓦左右，风力发电装机达到 220 万千瓦，煤层气产量达到 5 亿 m^3 ，煤制天然气达到 40 亿 m^3 。”

“产业布局。到 2020 年形成‘二主导、三支撑’能源产业格局，即煤炭开采、石油开采是陇东能源开发的主导产业，煤电、石化、煤化产业是支撑产业，在此

基础上，积极发展新能源、冶金、建材、装备制造、商贸物流、信息技术等支持产业。庆阳市重点开发石油煤炭资源，发展石油、煤炭、煤电、石化、煤化、新能源‘六大产业’；平凉市重点开发煤炭资源，发展煤炭、煤电、煤化、石油、高载能‘五大产业’。”

7) 《甘肃省“十四五”能源发展规划》

2021年12月31日，甘肃省人民政府办公厅以甘政办发〔2021〕121号文印发《甘肃省人民政府办公厅关于印发甘肃省“十四五”能源发展规划的通知》，通知提出了“立足西部、着眼全国,坚持大市场、大流通、大循环,全面提升能源生产、储备、运输能力,打造国家重要的现代能源综合生产基地、储备基地、输出基地和战略通道。”的发展定位。一个战略通道：国家重要的油、气、煤、电跨区能源输送通道及能源中转枢纽。一个示范区：国家现代能源经济示范区。四个重要基地：河西走廊清洁能源基地；陇东综合能源基地；石油化工基地；核燃料循环基地。

发展目标：“到2025年，以新能源为代表的河西走廊清洁能源基地可持续发展能力全面提升，陇东综合能源基地建设取得重要进展，以新能源为主体的新型电力系统基本建立，全省能源生产和供应能力建设、煤电一体化发展和资源综合利用取得重大突破。全省能源自给有余，形成规模化电力和成品油外送发展格局。”

能源发展布局：陇东地区要以建设国家大型能源基地为重点，加快建设陇东特高压直流输电工程及配套电源,逐步提升新能源输送比例。以煤炭绿色开发、煤电清洁高效生产、石油天然气勘探开发为主，全力推进陇东综合能源基地建设。

提升能源保供能力。发挥煤炭兜底保障作用。优化煤炭生产布局，着力提高全省煤炭供给能力。“十四五”期间，重点建设华亭、灵台、宁正、沙井子、吐鲁、宁西等矿区。按照绿色化、智能化产业发展的要求，建成核桃峪、新庄、五举、甜水堡二号井、红沙岗二号井、邵寨、赤城、白岩子、红沙梁、东水泉等一批大中型现代化矿井，力争开工建设九龙川、罗川、马福川、唐家河、郭家台等重点煤矿项目。到2025年，全省生产煤矿产能总规模达到8900万t/年，其中大中型煤矿产能占88%以上，陇东能源基地煤矿产能占55%。提高油气生产供应水平，建设陇东千万吨级油气生产基地。“十四五”期间，陇东地区按照“稳油增气、持

续稳产”目标，打造千万吨级油气生产基地。到 2025 年，陇东地区原油产量达 1100 万 t，天然气产量力争达到 20 亿 m³。**建设特色高端战略性石化工业基地**，按照“产能置换、减油增化”等原则，谋划庆阳石化炼化一体、减油增化改扩建项目。

上述政策、规划等对受水区的能源工业的地位、功能、发展目标等作出了指导（具体见文中黑体字内容），受水区工业产业发展符合相关政策。

（2）受水区能源工业“三线一单”的符合性

受水区能源工业主要位于平凉市，庆阳市各工业园区，各园区的生态环境准入清单要求具体分析见表 3.3-5。

受水区能源工业经与各园区的生态环境准入清单要求具体对比分析，均满足其生态环境准入清单要求。

表 3.3-5 甘肃省受水区发展的煤化工、化工项目准入清单符合性分析

地市	所在区县、工业园区	管控单元	空间布局约束	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求	受水区煤化工、化工项目准入清单符合性分析
平凉市	崆峒区平凉工业园区	重点管控单元	<p>园区应禁止新建、扩建燃煤锅炉或电厂，主要依靠现有的平凉热电联产以及工艺余热进行供热。拟在园区高新技术区东南部设燃气锅炉一座。</p> <p>根据对园区资源环境承载能力及环境容量的分析，园区规划拟布设煤制烯烃产业链，建议取消合成氨、尿素生产项目，同时建议除该产业链中煤制 180 万 t/a 甲醇项目外园区不再引进其它以煤为原料的煤化工项目。</p>	<p>严格控制园区污染物排放总量，将园区污染物排放总量纳入平凉市的污染物排放总量控制计划。</p> <p>新建园区污水处理厂以及平凉市扩建污水处理厂宜采用二级处理并配套三级深度处理设施，同时新建园区污水处理厂应当设置含盐废水处理装置。</p>	<p>由于平凉工业园区位于泾河两岸，应高度重视水环境风险，园区各区块及整个园区都应制定相应的环境风险应急预案，严格落实各项保障措施。</p>	<p>煤化工及精细化工区各企业有机生产废水在厂内处理后全部回用，其它产业区各企业预处理后达到行业污染物排放标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343—2010）的非含盐废水、各社区居民生活污水根据回用要求进行二级处理或三级深度处理后进行中水回用。</p>	<p>崆峒 180（万 t/a）煤制甲醇项目和崆峒 70（万 t/a）煤制烯烃项目符合管控要求。</p>
	华亭市华亭工业园区	重点管控单元	<p>①今后凡不符合国家产业政策、清洁生产要求 and 环境保护规定及园区规划方向的项目，一律禁止建设。</p> <p>②采取改造、关停、搬迁等方式，加快淘汰园区内生产工艺落后、污染物排放量大的企业和项目。</p> <p>③园区内旅游资源较为匮乏，不应发展旅游产业。要进一步</p>	<p>①园区内排水系统要按照“雨污分流、清污分流、污污分流”原则，设计建设污水排水系统和雨水净下水排水系统。</p> <p>②在园区远期发展规划中，煤化工工业园区和煤化工下游产品开发区的企业在生产过程中务必加强对硫化氢和</p>	<p>①园区应具备至少存 1 天污水的事故池，用于收集事故排污、生产区雨水、发生火灾后事故消防水等。</p> <p>②园区要强化环境风险防控，把环境风险评估作为项目环评管理重要内容，科学确定落实环境安全防护离。园区内各企业、区块及整个园区都制定相应的环境风险</p>	<p>①园区内各企业自身水循环利用利用率应达到 80%以上，在满足此条件的前提下排出的生产污水送园区污水处理厂处理达标后，送至污水回用处理站深度处理后作循环水补充水回用。</p> <p>②采取产业发展循环利用措施，综合利用煤制甲醇</p>	<p>华亭 60（万 t/a）已建、180（万 t/a）煤制甲醇项目，华亭 60（万 t/a）煤制烯烃项目、华亭 20（万 t/a）聚烯烃项目、华亭 60（万 t/a）甲醛</p>

地 市	所在区 县、工业 园区	管控 单元	空间布局约束	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求	受水区煤化工、 化工项目准入清 单符合性分析
			<p>优化规划的产业定位及煤化工产业的发展规模，在园区现有煤化工生产基础上，进一步延伸产业链，提升加工档次，走精细化加工道路。</p>	<p>甲醇这两项污染物的监控和治理。</p> <p>③园区内各企业要加大环保资金投入，加强有组织和无组织排放污染源治理措施。</p> <p>④园区应逐步改善能源消费结构，使用煤炭作为能源，应尽量选用含硫量低的优质煤；并逐步使用清洁能源，减少污染物排放量，确保工业园区环境空气质量。同时，园区应统一规划，实行集中供热。</p>	<p>应急预案，严格按照环评要求，落实环境风险应急预案中各项保障措施，强化所有人员的环境安全培训。并积极和地方政府的环境风险应急预案协调衔接，确保一旦发生事故能够及时响应、各负其责、联合行动。要逐步完善园区内安全与环境风险防控体系及设施的一体化建设，提升环境风险防控和应急能力。要严格易燃和危险化学品环境风险管理，将危险化学品环境风险防控要求严格纳入行业、区域发展规划，对不符合规划布……</p>	<p>过程中甲醇净化、空分环节产生的各类副产品，生产硫磺、液氧、液氮、液氩及食品级二氧化碳，以及煤基甲烷气分离的氢气资源，延长产业链。</p> <p>③积极推广使用清洁可再生能源。采用环保节能的建筑材料、建筑方法和建筑理念进行建设，把节能、节水、节约资源、综合利用、减少污染落实到产业园所有的开发、建设、生产经营和生活活动中。</p>	<p>项目符合管控要求。</p>
	灵台县 灵台县 工业集中 区	重点 管控 单元	<p>①各市州政府明确城市大气环境质量限期达标要求，对于未完成环境质量改善目标要求的，限制涉大气污染物排放建设项目的环境准入。②对于未达到环境质量目标的区域，新建、改扩建项目涉及大气污染物排放的，应实施倍量消减。</p>		<p>严格审批涉及易导致环境风险的有毒有害和易燃易爆物质的生产、使用、排放、贮存等新建、改扩建项目。严格管控涉及易导致环境风险的有毒有害和易燃易爆物质的……</p>		<p>灵台 40（万 t/a）煤制乙二醇项目符合管控要求。</p>

地 市	所在区 县、工业 园区	管 控 单 元	空间布局约束	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求	受水区煤化工、 化工项目准入清 单符合性分析
			③对于已达到环境质量目标的区域，新建、改扩建项目涉及大气污染物排放的，应实施超量消减。④对不能稳定达标和超总量排放大气污染物的企业，强制采用先进适用的技术、工艺和设备，实施……				
	崇信县 崇信县 工业集 中区	重点 管控 单元	<p>①精细化工产业园所处位置在赤城煤矿、白贯沟煤矿勘查范围内，要在百贯沟煤矿、五举煤矿开采区范围内设立“可构成重大危险源的危险化学品生产装置与储存设施”的禁止建设区。</p> <p>②对精细化工产业园区规划的二甲醚等重点项目，要进一步论证选址的可行性，按照国家规定设置防护距离，必须满足危险化学品生产企业卫生、环境保护距离有关规范或标准要求。</p> <p>③项目在实施时要符合国家现行的产业政策和行业准入条件。</p>	<p>①规范煤炭企业储煤场建设，完善抑尘网建设并配套洒水降尘设施，有效控制煤尘污染；鼓励园区新建煤矿开采企业采用全密闭筒仓储存原煤，减少原煤落地堆放时间和堆放量；加快园区内供热设施建设，推进集中供热，关停燃小锅炉，减轻大气环境污类；要结合区域环境特氨，加强园区主要产业的扬尘防治。</p>	<p>①加强化工企业风险防范措施，划定环境风险防护区；编制环境风险应急预案，强化环境风险防范措施。重视加强工业集中区环境风险防范措施落实和应能力建设。</p> <p>②做好饮用水源地保护，完善各类废污水收集处理措施，废污水经处理达标后综合利用，项目涉及地下水敏感区域应落实防渗措施。</p>	<p>①积极推行清洁生产，降低单位产品的能耗，实现能源梯级利用、余热废热回收，尽可能的提高能源效率，降低能源消耗量。</p> <p>②推动发展生态工业，促进和提高清洁生产工艺和资源综合利用，减少固体废弃物产生量，重点提高煤矸石、粉煤灰、炉渣等固体废物综合利用率，粉煤灰综合利压率、脱硫石膏综合利用率要达到国家规定的要求。</p>	<p>崇信 10（万 t/a）丁基橡胶、10（万 t/a）三元乙丙橡胶、50（万 t/a）煤制乙醇项目符合管控要求。</p>

地 市	所在区 县、工 业园区	管控 单元	空间布局约束	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求	受水区煤化工、 化工项目准入清 单符合性分析
庆 阳 市	宁县宁 县长庆 桥工业 集中区	重点 管控 单元	<p>①凡不符合国家产业政策、清洁生产要求和环境保护规定及规划环评要求的项目，一律禁止建设。</p> <p>②集中区处于西部缺水地区，要严格限制高耗水、资源利用率低、污染物排放量大的项目进入产业园。项目建设应重视水资源论证工作，建设煤化工、火电厂等高耗水项目，要在项目实施前开展、详细、科学的水资源论证工作。</p>	在工业Ⅱ区、工业Ⅲ区分别建设污水处理厂各一座。园内排水系统应采用“清污分流、雨污分流、污污分流”设置，各行业（企业）生产废水经各行业（企业）预处理达到进水水质标准后，排入污水处理厂。近期，集中区在流域削减并满足总量指标的前提下，方可外排处理达标污水，应积极做好企业内部、企业之间、区域之间中水回用工作。远期应实现中水全部回用，污水不外排。	工业Ⅲ区防护距离，北面200米、园区西面1200米、园区东面2000米、园区南面800米。各项目环评应进行平面布置优化工作，综合考虑大气环境防护距离及卫生防护距离，确定环境防护距离，防止大气污染物无组织污染、保护居民健康。	<p>①要严格控制新鲜水用量和废水排放量，减少新鲜水耗，加强生产废水的重复利用，提高园区的水资源利用效率。严禁取用地下水作为工业用水。</p> <p>②应充分利用煤化工产业煤气化产生的合成气、尾气等可燃性气体，以实现资源高效、循环利用。</p>	宁县180（万t/a）煤制甲醇项目、宁县300（万t/a）煤油共炼清洁燃料油项目、宁县60（万t/a）聚乙烯项目符合管控要求。

(3) 能源工业用水规模的环境合理性

1) 煤炭、石油、火电产业用水指标合理性

煤炭产业、石油产业需水量较大，因此其用水定额基本采用或小于国内先进技术节水用水定额。具体见表 3.3-6。

表 3.3-6 甘肃省内煤炭、石油产业用水指标与甘肃省行业用水定额对比表

产业		单位	取值	《甘肃行业用水定额 （2017）》 （现有/新建/先进）	《节水型企业现代煤 化工行业》 GB/T37759-2019	是否符合 定额要求
煤炭开采		m³/t	0.2	0.3/ /		符合
煤炭深加工	煤制乙醇	m³/t	6			参考煤炭 液化
	煤制甲醇	m³/t	6	15/11/9	≤11	符合
	聚丙烯	m³/t	7	7/ /		符合
	煤制烯烃	m³/t	20	30/25/20	≤24	符合
	甲醛	m³/t	10			参考内蒙 古
	煤制清洁汽 油	m³/t	5.6	8/7/5.6	≤6.5（直接液化） ≤10.75（间接液化）	符合
	甲醇制二甲 醚	m³/t	1.5			参考青海
	低温焦油加 氢制清洁燃 料油	m³/t	3.0			参考煤炭 液化
	煤制乙二醇	m³/t	8		≤20（煤制乙二醇，合 成气制乙二醇为 12）	符合
	煤制聚 烯烃	m³/t	20	30/25/20		符合
	丁基橡胶	m³/t	40	40/ /		符合
	聚乙烯	m³/t	7	7/ /		符合
	三元乙丙橡 胶	m³/t	40	40/ /		符合
石油开采 （甘肃/陕西）		m³/t	4/3.5	4.6/ /		符合修订
石油炼油		m³/t	0.6	0.75/0.6/		符合

火电用水定额小于国内先进技术节水用水定额。具体见表 3.3-7。

表 3.3-7 国家相关规定火电装机取水量定额指标比较

标准	供水系统	单机容量 ≥300MW	年利用 小时数	取水指标 (m ³ /kw)
《取水定额第 1 部分：火力发电》	直流冷却供水系统	≤0.12	7000h	≤3.02
《火电厂节水导则》	采用空冷机组	0.13~0.20	7000h	3.28~5.04
国家发改委〔2004〕864 号文	采用空冷机组	≤0.18	7000h	≤4.54
本次取值			7000h	2.5

①煤炭开采节水指标

煤炭开采用水主要为生产过程洗选、降尘用水及矿区生活、绿化用水。煤炭采选吨煤用水按照中华人民共和国国家环境保护标准《清洁生产标准煤炭采选业》（HJ446-2008）、《甘肃省行业用水定额》（2017）和我国其他地区煤炭采选业指标的基础上，充分考虑节约用水的潜力确定。

根据《清洁生产标准煤炭采选业》（HJ446-2008），规划煤炭洗选清洁生产水平可定为 1~2 级水平，即开采耗水量 0.1~0.2m³/t，洗选耗水量 0.1m³/t，采洗煤耗水量 0.2~0.3 m³/t。甘肃省水利厅 2017 年发布的《甘肃省行业用水定额》，吨煤开采取水量为 0.30m³/t，洗选煤 0.15m³/t，采洗煤取水量 0.45m³/t。经与山西省、陕西省、内蒙古自治区等鄂尔多斯盆地煤炭开采行业用水指标 0.35~1.0m³/t 对比确定，并考虑矿区内降尘、绿化等用水，随着大型煤炭基地的建设，煤炭开采与洗煤技术的不断升级、用水重复利用率及用水管理水平的提高，煤炭开采与洗选的用水定额将会逐渐下降，本次煤炭开采吨煤取水量确定为 0.20m³/t。

②煤炭深加工产业节水指标

参考《节水型企业现代煤化工行业》（GB/T37759-2019），根据《甘肃省行业用水定额》（2017），煤炭深加工项目全部采用先进水平用水定额。煤制甲醇 6 m³/t、聚丙烯 7m³/t、煤制烯烃 20 m³/t、甲醛 10 m³/t、清煤油共炼清洁燃料油 5.6 m³/t、煤制清洁汽油 5.6 m³/t、甲醇制二甲醚 1.5m³/t。

其余项目参照类似煤化工项目用水定额，拟定煤制乙二醇 8 m³/t、煤制乙醇 6 m³/t、煤制聚烯烃及下游加工 20 m³/t 和低温焦油加氢制清洁燃料油 3 m³/t。

③石油开采节水指标

石油开采用水与石油储存条件有关,根据调研情况,在受水区石油储存条件下,现状开采现状定额约为 $5\sim 8\text{m}^3/\text{t}$,结合《甘肃省行业用水定额》修订情况,确定受水区石油开采用水定额为 $4\text{m}^3/\text{t}$ 。

根据调研情况及庆阳市水利局提供的相关资料,石油开采用水包括 3 部分,一部分为钻井用水,一部分为采油注水,一部分为其它用水,钻井用水均为新鲜水,采油注水又包括新鲜水及原油分离水。中国石油长庆油田统计的陇东地区 2018 年原油开采量为 816.16 万吨,总用水量为 5079 万 m^3 ,其中采油注水量为 3947 万 m^3 (其中利用开采地下水 2137 万 m^3 ,利用原油分离水 816 万 m^3 ,利用其它水源 994 万 m^3),钻井用水量 885 万 m^3 ,其它用水量 248 万 m^3 。总用水量中新鲜水取用量为 4264 万 m^3 ,新鲜水取水定额为 $5.2\text{m}^3/\text{t}$ 。

据调研,石油开采的采油注水与石油的储存条件密切相关,《甘肃省行业用水定额》(2017 年版)中石油开采参考定额主要依据玉门地区油田开采调查情况并参考青海省行业用水定额确定,玉门地区石油储存条件与陇东地区有所不同,玉门油田石油埋深约为 300~800m,陇东地区石油埋深一般大于 1000m,甚至大几千米,油藏类型以岩性油气藏为主,是典型的低孔低渗储层,具有低渗、低压、低丰度的“三底”特征,其埋藏条件使得该地区石油开采主要采用超低渗透压裂技术注水驱油方式生产,储存条件及注水方式决定了用水较其它地区明显偏高。另外,石油开采初期,油藏自身具有能量,原油在油藏能量的作用下从孔隙中流动到采油井井底,从而用泵抽汲到地面,注水量相对较小,随着油田的开发,油藏能力不断释放,油井参量下降,石油开采注水量会逐年增加。

2019 年 8 月,按照《水利部关于印发 2019 年水利系统节约用水工作要点及重点任务清单的通知》(水节约〔2019〕95 号)和《用水定额评估技术要求》,全国节约用水办公室组织水资源管理中心和黄河流域管理机构会同甘肃省水利厅对《甘肃省行业用水定额》(2017 版)开展了评估工作。根据《水利部办公厅关于做好省级用水定额整改工作的通知》(办节约函〔2019〕910 号)中对甘肃省 2017 版行业用水定额提出的评估意见,甘肃省对 2017 版行业用水定额中部分定额数据进行重新修订。其中,与本次需水预测有关的相关定额,煤制甲醇的先进

定额由 $6\text{ m}^3/\text{t}$ 调整为 $9\text{ m}^3/\text{t}$, 与国标进行了统一。通过对庆阳市水务局提供的《关于庆阳市石油开采用水调查情况汇报》及长庆油田分公司陇东指挥部提供的采油二厂、采油七场、采油十场、采油十一厂和采油十二厂 5 个采油厂 2014-2018 年近 5 年的石油开采量及采油用新鲜水取水量数据进行分析: 2014-2018 年石油开采用水定额分别为 $4.1\text{ m}^3/\text{t}$, $4.2\text{ m}^3/\text{t}$, $4.4\text{ m}^3/\text{t}$, $4.5\text{ m}^3/\text{t}$, $4.6\text{ m}^3/\text{t}$, 且呈逐年增长趋势。同时现场调查的长庆油田公司第十一采油厂桐川作业区镇六注水站新鲜水用水定额为 $5\text{ m}^3/\text{t}$; 第二采油厂西峰油田采油二区董一注水站新鲜水用水定额为 $6.5\text{ m}^3/\text{t}$, (不含钻井用水和压裂用水), 两站平均值为 $5.75\text{ m}^3/\text{t}$, 综合分析后, 定额修编单位最终将石油开采修订为由 2017 年版的 $3.0\text{ m}^3/\text{t}$ 调整为 $4.6\text{ m}^3/\text{t}$ 。

综合考虑陇东油田用水实际、石油开采用水增加以及节水技术水平提高, 本次石油开采定额取 $4\text{ m}^3/\text{s}$ 。陕西省延安市受水区设计水平年根据陕西地方行业用水定额, 同时结合现状实际用水情况, 拟定 2040 年单位产量需水净定额 $3.5\text{ m}^3/\text{t}$, 按照 10% 的损失考虑毛定额 $3.9\text{ m}^3/\text{t}$ 。

④火电节水指标

考虑调入区水资源短缺, 规划电厂装机规模单机均不低于 30 万 kW, 用水指标应符合较先进指标, 原则不高于 $0.12\text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$, 按一般发电厂年运行 7000h 进行计算, 即 1kW 装机年用水指标原则不高于 3.0 m^3 。本次火电装机设计用水量取值 $2.5\text{ m}^3/\text{kW}$ 。均比国家相关规定装机取水量定额指标小。

综上, 本工程中煤炭、石油产业、火电用水指标是基本合理的。

2) 煤炭、石油、火电产业规模的合理性

煤炭开采及煤化工发展仅在甘肃省受水区。本次可研根据当地资源条件, 结合有关规划, 提出了煤炭开采的规模以及煤化工发展的具体项目。甘肃省受水区是陇东能源基地的重要组成部分, 考虑到当地丰富的煤炭资源, 无论从国家层面还是部门层面, 均规划了大量的煤化工产业。考虑到以水定产的原则, 本次需水预测煤化工发展项目在规划项目的基础上, 限定在前期工作进展较为顺利且符合产业政策的项目, 煤矿和火电仅保留现状已建及在建规模, 不再新增, 以下仅针对本次推荐发展的煤化工项目展开评价。

①煤炭开采

目前，受水区平凉市和庆阳市已建成 7 座煤矿，其中平凉市 5 座，庆阳市 2 座，煤矿产能 2230 万 t/a，其中平凉市 1900 万 t/a，庆阳市 330 万 t/a。在建煤矿共 6 座，其中平凉市 4 座，庆阳市 2 座，煤矿产能 2080 万 t/a，其中平凉市 480 万 t/a，庆阳市 1600 万 t/a。

综合考虑当前经济形势、国家煤炭产业政策导向，依据《国务院关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》（国发〔2016〕7 号），按照可持续发展原则适当发展煤炭开采。煤炭开采规模确定原则是在现有煤矿基础上，2040 年煤炭开采量仅保留现状已建及在建开采产能，开采量为 0.43 亿 t/a，其中平凉市 2380 万 t/a，庆阳市 1930 万 t/a。规模基本合理。

②煤化工

本次平凉市纳入未来发展的煤化工项目包括平凉工业园区的 180 万 t 煤制甲醇、70 万 t 煤制烯烃，其中煤制烯烃项目已具备开工条件，资金落实后即可开工，煤制甲醇项目除项目环评尚在走程序，其余均较完善。华亭工业园区煤化工项目主要由华亭煤业集团投资建设，包括 20 万吨聚丙烯、240 万 t 甲醇项目、60 万 t 烯烃（MTO）项目、60 万 t 甲醛，其中 20 万吨聚丙烯项目已建成，目前已具备生产能力，240 万 t 甲醇项目中有 60 万 t 已建成并发挥效益，其余项目均为目前重点项目，正在推进前期工作。崇信工业集中区采用的煤化工项目为 50 万 t 煤制乙醇，10 万 t 丁基橡胶项目、10 万 t 三元乙丙橡胶项目，其中 50 万吨煤制乙醇项目已编制完成项目投资建议书并与华煤集团进行对接，拟推进前期工作，其余项目拟推进前期工作；灵台工业园区选择项目为 40 万 t 煤制乙二醇项目。以上项目均为现代新型煤化工项目，是当地的新兴特色产业，考虑到平凉市较优的煤炭资源条件，平凉市发展的煤化工项目基本合理。

本次庆阳市纳入未来发展的煤化工项目主要考虑当地已建及在建供水工程的合理需求，发展项目包括 180 万煤制甲醇、300 万煤油共炼清洁燃料油、60 万聚乙烯。以上项目均为新型煤化工项目，发展规模基本合理。

考虑目前规划仅以现有的“十三五”、“十四五”等能源规划和陇东能源基地开发规划等，一般规划水平年为 2020 年或 2025 年，而本次白龙江引水工程所考

考虑需水预测煤化工发展项目在规划项目的基础上,限定在前期工作进展较为顺利且符合产业政策的项目,本身已对规划项目进行了筛选;其次白龙江引水工程设计水平年 2040 年,距离相关规划水平年还有 15~20 年,考虑后续国家、区域经济发展,能源需求量的增加,而且当地煤炭石油资源丰富,后期加大开发力度的可能性很大,故本次工程筛选的煤化工规划项目总体规模基本合适。

对本次甘肃省受水区发展的煤化工项目的政策符合性,规划环评以及项目环评情况进行了分析,由于相关规划水平年仅为 2020 年,故大部分项目不在相关工业园区规划中,无规划环评支撑,具体分析见表 3.3-8。

表 3.3-8 甘肃省受水区发展的煤化工项目规模合理性分析

地市	项目	规模 (万 t/a)	所在区县	前期进展	规划环评以及项目环评情况	政策符合性
平凉市	煤制甲醇	420	崆峒区	崆峒 180 (万 t/a) 项目环评待批	平凉工业园区发展规划环境影响报告书批复 (甘环函〔2014〕144 号), 明确崆峒区 180 (万 t/a) 项目。	规模 100 万 t 以下限制
			华亭市 240 (万 t/a)	华亭 60 (万 t/a) 已建 180 (万 t/a) 项目正与华能对接,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目。	华亭工业园区总体规划环境影响报告书批复 (甘环函〔2013〕23 号), 无该项目。	
	煤制烯烃	130	崆峒	崆峒 70 (万 t/a) 具备开工条件	平凉工业园区发展规划环境影响报告书批复 (甘环函〔2014〕144 号), 明确崆峒区 70 (万 t/a) 项目。	鼓励类
			华亭	华亭 60 (万 t/a) 正与华能对接	华亭工业园区总体规划环境影响报告书批复 (甘环函〔2013〕23 号), 有年产 180 万吨甲醇-60 万吨烯烃 (MTO) 项目。	
	煤制乙二醇	40	灵台	规划项目,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目	灵台县工业集中区总体规划, 无该项目。	20 万吨以上鼓励
	聚烯烃	20	华亭	在建	华亭工业园区总体规划环境影响报告书批复 (甘环函〔2013〕23 号), 有 20 万吨/年聚丙烯 (PP) 项目。	鼓励类
	丁基橡胶	10	崇信	规划项目,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目。	崇信工业集中区发展规划环境影响报告书批复 (平环评发〔2016〕12 号), 规划水平年 2020 年, 无该项目。	3 万吨以上鼓励

地市	项目	规模 (万 t/a)	所在区县	前期进展	规划环评以及项目环评情况	政策符合性
	三元乙丙橡胶	10	崇信	规划项目,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目。	崇信工业集中区发展规划环境影响报告书批复(平环评发〔2016〕12号),规划水平年2020年,无该项目。	3万吨以上鼓励
	煤制乙醇	50	崇信	与华煤对接,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目。	崇信工业集中区发展规划环境影响报告书批复(平环评发〔2016〕12号),规划水平年2020年,无该项目。	鼓励类
	甲醛	60	华亭	规划项目,《平凉千亿级煤电化冶循环经济产业链实施方案》有此项目。	华亭工业园区总体规划环境影响报告书批复(甘环函〔2013〕23号),无该项目。	非限制类
庆阳市	煤制甲醇	180	宁县	规划项目,庆阳市能源十三五规划有此项目。	宁县长庆桥工业集中区规划环评批复(庆环函〔2014〕90号),无该项目。	规模100万t以下限制
	煤油共炼清洁燃料油	300	宁县	规划项目,庆阳市能源十三五规划有此项目。	宁县长庆桥工业集中区规划环评批复(庆环函〔2014〕90号),无该项目。	非限制类
	聚乙烯	60	宁县	规划项目,庆阳市能源十三五规划有此项目。	宁县长庆桥工业集中区规划环评批复(庆环函〔2014〕90号),无该项目。	20万吨以下限制

③石油开采及石油炼油发展规模

2019 年，庆阳市原油开采量 856 万 t/a，原油加工 360 万 t/a。

通过对庆阳市 2008 年以来石油产量的增长分析发现，庆阳市石油开采量增长较快，近 10 年年均增长率达到 10.8%，尽管受国际能源形势影响，近 5 年增长率也在 4.4%左右。考虑到未来石油产能需求会不断增加，但同时增长速度会有所缓和，本次考虑石油增长率取 3%，据此，设计水平年 2040 年庆阳市石油产量将达到 1547 万吨。

根据《陇东能源基地开发规划》、《庆阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》、《庆阳千亿级循环经济产业链实施方案》和《庆阳市“十三五”能源基地建设规划》，预测 2030 年石油开采量分别为 1200 万 t/a、1000 万 t/a、990 万 t/a 和 1200 万 t/a，炼油分别为 1000 万 t/a、600 万 t/a、1100 万 t/a 和 1100 万 t/a。

根据以上分析，考虑到相关规划水平年差异（现有规划仅到 2030 年）以及我国石化需求的基本国情，结合增长率预测产能，本阶段确定 2040 年受水区庆阳市石油开采量 1500 万 t/a，炼油 1100 万 t/a。

中石化华北分公司负责开发的涇河油田在平凉市境内的涇川、灵台等地也分布着相应的勘探开发区块。该油田是华北分公司 5 大油田重要的开发准备区之一，石油资源量达到近 2.9 亿吨。截至到 2018 年 5 月，长庆油田在平凉地区已发现油气流井 4 口。其中一口井获得日产 21t 多的高产油流。考虑到平凉市石油禀赋条件，结合现状开采及相关规划情况，至设计水平年，平凉市石油开采量拟定为 375 万 t/a。

从保障国家能源安全、充分利用当地资源禀赋条件促进受水区经济可持续发展的角度，同时，考虑到相关规划的水平年均为 2020 年，距离本工程设计水平年 2040 年尚有 20 年的差距，规模取现有规划的大值为当地预留发展空间。综上，本次预测石油开采以及炼油的规模符合当地实际，基本合理。

④火电

2019 年，甘肃省调入区已建成投产的煤电总装机容量为 472 万 kW，其中平凉市 406 万 kW，天水市 66 万 kW，庆阳市现有一座垃圾焚烧电厂。根据规划，陇东能源基地将建设特高压外送通道，规划输送容量为 1200 万 kW。根据甘鲁

两省《联全推进陇东—山东特高压直流工程战略合作框架协议》，平凉市灵台县正在推进 400 万 kW 燃煤电厂项目建设，力争燃煤电厂完成全部核准手续、开工建设，尽快建成投用、并网发电。设计水平年仅在已建火电基础上发展灵台燃煤电厂。

现状陕西省延安市调入区火电装机容量 70 万 kW，根据《延安市综合能源基地发展规划》、《延安市城市总体规划》等区域相关规划，设计水平年火电装机容量达到 412 万 kW。

故本次预测火电的规模符合当地实际，基本合理。

3) 各阶段能源工业规模的复核、优化情况

在白龙江引水工程各设计阶段，能源工业用水经过不断的审核、复核，具体变化结果如下。

①方案设计阶段

设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总供水量 7.02 亿 m^3 ，其中天水市、平凉市、庆阳市配置水量分别为 1.64 亿 m^3 、2.26 亿 m^3 、3.12 亿 m^3 ，分别占总调水量的 23.4%、32.1%、44.5%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.05 亿 m^3 、村镇生活 1.88 亿 m^3 、煤炭开采及煤化工 0.82 亿 m^3 、石油开采及石油化工 0.9 亿 m^3 、火电 0.19 亿 m^3 、其他工业 0.68 亿 m^3 、高效经济林 0.5 亿 m^3 。各行业配置水量分别占总水量的 29%、27%、12%、13%、3%、10%、7%。

推算至水源区断面，天水市、平凉市、庆阳市三市调水量分别为 1.76 亿 m^3 、2.42 亿 m^3 、3.35 亿 m^3 。按用水行业划分，县城生活（含市区）2.2 亿 m^3 、村镇生活 2.02 亿 m^3 、煤炭开采及煤化工 0.88 亿 m^3 、石油开采及石油化工 0.97 亿 m^3 、火电 0.21 亿 m^3 、其他工业 0.73 亿 m^3 、高效经济林 0.53 亿 m^3 。

设计水平年 2040 年白龙江引水工程受水区断面分地区各行业调水量见表 3.3-9。

表 3.3-9 白龙江引水工程多年平均水量配置表 单位: 万 m³

市	非农业									高效 经济 林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生 活	村镇 生活	小计	煤炭开 采及煤 化工	石油开 采及石 油化工	火电	其他 工业	小计			
天水市	7932	4732	12664	0	0	0	2586	2586	15250	1191	16441
平凉市	5732	5209	10941	6057	1655	903	1438	10053	20994	1587	22581
庆阳市	6866	8886	15752	2171	7346	1024	2762	13302	29055	2183	31237
合计	20530	18827	39357	8228	9001	1927	6786	25941	65299	4961	70259

②可研阶段（初审）

设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总供水量 7.42 亿 m³，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为 1.58 亿 m³、2.16 亿 m³、2.86 亿 m³、0.83 亿 m³，分别占总调水量的 21%、29%、39%、11%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.62 亿 m³、村镇生活 2.12 亿 m³、煤炭开采及煤化工 0.80 亿 m³、石油开采及石油化工 0.9 亿 m³、火电 0.02 亿 m³、其他工业 0.62 亿 m³、高效经济林 0.35 亿 m³。各行业配置水量分别占总水量的 35%、29%、11%、12%、0.3%、8%、5%。

推算至水源区断面，天水市、平凉市、庆阳市、延安市四市调水量分别为 1.68 亿 m³、2.30 亿 m³、3.04 亿 m³、0.89 亿 m³。按用水行业划分，县城生活（含市区）2.80 亿 m³、村镇生活 2.25 亿 m³、煤炭开采及煤化工 0.85 亿 m³、石油开采及石油化工 0.95 亿 m³、火电 0.02 亿 m³、其他工业 0.66 亿 m³、高效经济林 0.37 亿 m³。设计水平年 2040 年白龙江引水工程受水区断面分地区各行业调水量见表 3.3-10。

表 3.3-10 白龙江引水工程多年平均水量配置表 单位: 万 m³

分市	生活			工业					生态	农业	合计
	县城生活	村镇生活	小计	一般工业			火电	小计			
				煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	其他工业					
天水市	7347	5632	12979	0	0	1885	0	1885	0	889	15753
平凉市	6059	5206	11266	6556	1647	1084	224	9511	0	826	21603
庆阳市	6830	9338	16167	1407	7312	1944	0	10663	0	1756	28586

分市	生活			工业					生态	农业	合计
	县城生活	村镇生活	小计	一般工业			火电	小计			
				煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	其他工业					
延安市	5980	981	6961	0	0	1319	0	1319	0	0	8280
合计	26216	21157	47373	7963	8959	6231	224	23377	0	3471	74222

③可研审查后优化

设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总配置水量 7.27 亿 m^3 ，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为 1.51 亿 m^3 、2.07 亿 m^3 、2.85 亿 m^3 、0.84 亿 m^3 ，分别占总调水量的 21%、28%、39%、12%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.72 亿 m^3 、村镇生活 2.05 亿 m^3 、煤炭开采及煤化工 0.58 亿 m^3 、石油开采及石油化工 0.9 亿 m^3 、其他工业 0.68 亿 m^3 、高效经济林 0.34 亿 m^3 。各行业配置水量分别占总水量的 37%、28%、8%、12%、9%、5%。

推算至水源区断面，调水量共计 7.74 亿 m^3 ，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市四市调水量分别为 1.61 亿 m^3 、2.20 亿 m^3 、3.03 亿 m^3 、0.90 亿 m^3 。按用水行业划分，县城生活（含市区）2.90 亿 m^3 、村镇生活 2.19 亿 m^3 、煤化工 0.62 亿 m^3 、石油开采及石油化工 0.95 亿 m^3 、其他工业 0.73 亿 m^3 、高效经济林 0.36 亿 m^3 。

设计水平年 2040 年白龙江引水工程受水区断面分地区各行业调水量见表 3.3-11。

表 3.3-11 白龙江引水工程多年平均水量配置表 单位：万 m^3

市	非农业									高效经济林	合计
	生活			工业					小计		
	县城生活	村镇生活	小计	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业	小计			
天水市	7424	5535	12959	0	0	0	1488	1488	14447	687	15135
平凉市	6067	5182	11249	5643	1648	0	1632	8924	20173	496	20669
庆阳市	7654	9155	16808	165	7317	0	2039	9521	26329	2194	28523
延安市	6020	677	6698	0	0	0	1672	1672	8369	0	8369
合计	27166	20549	47715	5808	8965	0	6831	21604	69319	3377	72696

④能源工业用水的复核变化分析

经三个阶段对能源工业的供水不断的审核、优化，见表 3.3-12。可研阶段比方案设计阶段，煤炭开采及煤化工减少 265 万 m^3 ，石油开采及石油化工减少 42 万 m^3 ，火电减少 1703 万 m^3 ，能源工业共减少 2010 万 m^3 ，主要以减少火电供水为主；目前可研优化后，比可研设计阶段，煤炭开采及煤化工减少 2155 万 m^3 ，石油开采及石油化工增加 6 万 m^3 ，火电减少 224 万 m^3 ，能源工业共减少 2373 万 m^3 ，主要以减少煤炭开采及煤化工供水为主。通过上述各设计阶段，能源工业用水从用水定额、产业规模等 2 次复核，配水量有一定的压减，经分析能源工业用水基本合理。

表 3.3-12 白龙江引水工程能源工业供水复核、优化成果表 单位：万 m^3

阶段	省（市）	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	小计
方案设计（1）	甘肃省	8228	9001	1927	19156
可研阶段（初审）（2）	甘肃省	7963	8959	224	17146
	（2）-（1）	-265	-42	1703	-2010
可研优化（3）	甘肃省	5808	8965	0	14773
	（3）-（2）	-2155	6	-224	-2373

3.3.4 施工布局环境合理性分析

3.3.4.1 施工总布置合理性分析

（1）代古寺水库工程

代古寺水库工程主要由拦河坝、引水发电系统和引水式电站厂房、生态基流电站等组成；工程坝址主河床宽约 40m，坝顶高程河谷宽度约 525m，呈“V”型河谷，阶地不发育，场区内大部分山势陡峭、场地狭窄，可供施工布置的场地有限。根据工程施工组织设计，代古寺水库工程施工划分为大坝施工区、电站施工区和砂石加工厂施工区 3 个施工区，各施工区内相应布设砼拌和站、综合加工厂及临时生活区等设施。

代古寺水库工程施工占地范围内以灌丛和草地为主，植被类型以牛至群系、角蒿群系植被等，植被盖度 20~70%，造成的生物量损失有限；同时施工区域无保护植物分布。施工占地区内未发现保护动物，未见鸟类营巢，未见大型兽类栖

息活动，仅偶见啮齿目动物觅食，由于此类动物适生生境分布广泛，施工活动不会对其生存栖息产生明显不利影响。

根据施工需要，代古寺水库工程砼拌和站距离河道较近，生产废水存在顺地势进入河道的可能；均应切实做好生产废水收集和处理，不得以任何形式进入河道，不得造成环境水污染。

代古寺水库工程施工高峰人数高达 1050 人，共集中设置 1 处临时生活区，位于坝址下游 3.0km 右岸阶地，并永临结合布置施工管理区。临时生活区集中布置可减少施工临时占地面积，便于后期迹地恢复，亦方便生活污水及固废集中收集和处理；临时生活区距河道为 50m，与河道间有道路阻隔，生产废水进入河道的可能性小但应做好收集和污染防治措施；施工结束后施工管理区改建为电站运行值班区，永临结合布置既避免了重复建设，又减少了工程施工临时占地面积，是合理的。

综上所述，代古寺水库工程不可避免会占用破坏地表植被、并影响一定数量植物，施工过程中也存在部分废污水进入河道污染水体的可能；本阶段提出施工生产生活设施尽量远离保护植物集中生长区域布置，施工期加强植被保护，后期进行植被恢复和补偿，混凝土拌和废水和生活污水应处理后回用或用于施工区洒水降尘，不得进入河道。在落实相应保护措施前提下，代古寺水库工程施工布置基本合理。

（2）输水线路

输水线路中输水总干线工程线路总长 492.07km，输水干线及分干线工程线路总长 836.83km。输水线路共布设 224 个施工区、51 个施工支洞。总体处于山区、部分丘陵区，平原区，以隧洞、管道形式输水，占地区多为马先蒿群系、锦鸡儿群系、山槐群系、油松群系、马尾松群系、铁杆蒿灌草丛、胡枝子群系、绣球绣线菊灌丛、少齿小檗群系、沙棘群系、白羊草群系、羊茅群系、农田栽培植被等，以农田和草地为主。

在工程设计阶段，工程施工布置未完全避让森林公园、饮用水水源保护区等，环境专业提前介入、积极参与，对施工专业提出优化建议，工程施工设计进行了优化，生产生活区、施工生产区等临时占地已避免占用环境敏感区。尽管不在上

述敏感区范围内，但个别施工区紧邻敏感区边界，工程施工仍可能对敏感区环境造成一定扰动，因此需加强对敏感区内及其附近各施工活动的管理，严格对施工期废物、废料和废污水的管理，对进入敏感区施工的工作人员，开展生态环境保护理念教育，施工结束撤离施工现场后及时清理建筑垃圾和一切非原始栖息地所属物品，对占地区内植被及时进行人工恢复。同时应征得敏感区管理部门同意方可施工，在施工过程中切实做好区域生态保护。

本工程线路长，工程施工区分散，下阶段应优化施工设计，尽量少占地、少扰动；在施工人员和施工机械大规模进驻前，应严格划定施工范围，尽量减少临时占地面积和避免不必要的扰动；工程沿线个别施工区附近有地表水体分布，需做好施工期各类废污水、垃圾固废收集与处置；部分施工区分别在国道、县道等可视范围内，应在临路侧设置拦挡设施，避免视觉干扰；部分施工区不可避免占压损坏植物，施工结束后应在占地区种植一定数量这些植物予以补偿恢复，同时做好施工迹地指标恢复工作。

3.3.4.2 料场规划合理性分析

本工程共布设 7 个料场，均为石料场。根据施工组织设计，工程砼骨料、填筑料优先使用工程自身或临近工程洞挖料、开挖料，不足部分专设料场补充。充分利用自身开挖料，一方面减少了弃渣量，也可减少大量临时堆渣占压破坏植被；另一方面减少了需由料场补充的砼骨料、填筑料，从源头上降低了料场开采活动扰动和破坏原地貌和植被，是合理的。

上述料场施工方便、储量丰富；其产地分布合理，采运方便，附近均有乡村道路通过，交通便利；且不在崩塌、滑坡危险区及泥石流易发区内，避开了城镇和交通要道的可视范围，不存在水土保持制约性因素，符合水土保持要求。

料场占地类型多为山坡、草地等，地形波状起伏，植被盖度 10~40%。在工程设计阶段，个别料场未完全避让森林公园等，环境专业提前介入、积极参与，对施工专业提出优化建议，工程施工设计进行了优化，料场已避免占用森林公园。调查分析料场占地范围内无保护动植物，亦无动物巢穴；周边无居民点；附近有进场道路，交通便利；开采不受洪水影响；上覆无用层薄，剥离量小，易于防护；开采对区域景观有影响，施工结束后应进行土地平整和植被恢复。环保要求应严

格划定施工作业及运输区，严禁乱挖、乱堆，随意扰动周边区域；开采前做好表土堆存；施工结束后进行土地平整和植被恢复。经分析，各料场选址不存在环境制约因素，在采取相应防护措施后，基本符合环保要求。

3.3.4.3 渣场选址合理性分析

白龙江引水工程弃渣主要为隧洞、施工支洞及管道的洞挖渣料，弃渣场就近布置在各隧洞进出口及施工支洞口附近及管道附近，利用料堆放场与弃渣场结合布置。

工程沿线弃渣场共计 252 个，其中总干线 152 个，干线工程 100 个，水源枢纽工程就近利用总干线弃渣场，不单独设置弃渣场。主体工程布置的弃渣场选择在工程附近沟道、坡地或平坦处，基本满足水土保持要求。根据工程地质报告，弃渣场周边基本未见泥石流、滑坡等不良地质现象，修建挡渣墙需清除表部土层，挡渣墙坐落在土质或石质地基上，初步判断地基承载力和变形强度能够满足要求。

在工程设计阶段，渣场布置未完全避让森林公园、饮用水水源保护区等，环境专业提前介入、积极参与，对施工专业提出优化建议，工程施工设计进行了优化，渣场临时占地已避免占用环境敏感区。根据现场调查，各弃渣场周围无居民区等环境敏感目标分布，占地范围内未见保护动物、未见鸟类营巢及大型兽类栖息活动；不可避免占压损坏一定数量植物，可通过在施工结束后种植予以恢复；部分渣场处于国道、县道等可视范围内，应严格控制堆渣高度，施工期在临路侧设置拦挡设施，施工结束后进行土地平整、植被恢复，尽量使其与周边景观协调。

其中，弃渣场虽不在森林公园、风景名胜区、地质公园、饮用水水源保护区等范围内，但部分弃渣场紧邻敏感区边界，堆渣时产生的大量扬尘仍不免对敏感区有一定影响，应通过采取洒水、必要时在临近敏感区侧设置拦挡等措施进一步减缓影响。其它渣场环境影响主要为弃渣占地对植被的破坏、水土流失以及堆渣对区域景观环境的影响，综上，均可采取相关措施予以减缓。因此，本工程弃渣场布置从环境角度分析是基本合理的。

3.3.4.4 施工道路规划合理性分析

本工程施工场内交通运输主要为主体工程的土方开挖出渣、土石方回填、砼浇筑、砼管片、钢管等运输；各施工工区、隧洞洞口需新建或扩建施工道路连接

至现有交通网络，包括建筑进场道路、场内施工道路、跨沟建筑物道路。工程新修永临结合道路 208.04km，整扩修 126.80km，共新修临时道路 915.30km，整扩修 263.70km。施工道路采用泥结碎石路面，厚 20cm；后期将有永久运行管理要求的部分永临结合道路改为混凝土路面，路面厚 22cm。

据调查，新建施工道路占地区大部分为草地等，植被盖度 15~35%，占地区分布有铁杆蒿灌草丛、羊茅群系、农田栽培植等，无保护植物分布，由于上述物种在项目区为广布种，不会造成其物种消失，可在施工结束后种植一定数量的上述物种予以恢复；沿线多见小型啮齿类兽类活动，道路修建影响有限；应加强施工管理，严格限定施工运输范围，避免超范围活动扰动和碾压破坏植被。道路沿线亦无居民点等敏感目标。

在工程设计阶段，个别施工道路未完全避让森林公园，环境专业提前介入、积极参与，对施工专业提出优化建议，工程施工设计进行了优化，施工临时道路等临时占地已避免占用森林公园。此外，部分临时道路施工结束后将保留用于运行期巡视、检修，可能会对沿线野生动物产生一定惊扰，但车流量很小，影响有限。施工结束后临时道路区要做好土地整治和植被恢复，使其与周边环境协调一致。综合来看，从环境保护的角度分析施施工道路工程布置较合理。

3.3.5 移民安置规划环境合理性分析

3.3.5.1 移民安置方式合理性分析

白龙江引水工程以线性工程为主，涉及的生产安置和搬迁安置人口较少，占用耕地分解到具体县、乡后占用面积不大，占用比例不高。本工程移民安置方式从改善移民生产生活环境，使移民得到妥善安置，为移民发展留空间，尊重移民意愿等实际出发，选择了分散安置和集中安置的方式。集中安置点选择在水资源、光热条件和交通条件均较好，用水用电均较便利的区域，且属于后靠安置和集中安置，不存在文化融入和耕地不足等问题，工程沿线区域环境容量能够满足这部分移民安置的要求。对生产人口进行货补偿后，生产安置人口不需另外新开或占用当地其它土地资源，当地居民耕种的土地数量基本不会减少，所以对当地居民的生产生活影响有限。综合分析，白龙江引水工程采取的移民安置方式符合当地

的环境容量特点，基本不会对当地居民的生活水平造成较大的影响，安置方式是合理的。

3.3.5.2 安置点选址环境合理性分析

根据实物调查成果和环境容量分析结论，结合移民意愿和地方政府意见，水源工程代古寺水库搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。确定集中安置点分别为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点。

根据《甘肃省自然资源厅关于白龙江引水工程库区移民安置点及防护工程选址有关意见的函》（甘资规划函〔2022〕81号），本项目所选的3处集中安置点及防护工程未与现阶段生态保护红线发生交叉冲突；根据《甘肃省林业与草原局关于白龙江引水工程库区移民安置点及防护工程选址有关意见的函》（甘林保函〔2022〕430号），本项目所选的3处集中安置点及防护工程部分建设范围涉及整合优化前的甘肃白龙江阿夏省级自然保护区实验区内，但所有点位均在整合优化后的自然保护区外，省林业与草原局原则同意工程库区移民安置点及防护工程。安置点及防护工程选址无其他重大环境制约因素。居民点地形、地质条件较好，农村集中安置点尽量选择在靠近道路、居民集中区，水源有保障，交通便利，供电方便，居民点建成后可便利地利用周边的原有基础设施，社会经济条件较好。因此，安置点选址环境可行。

3.3.6 末端备用水库环境合理性

为满足在水源水库和输水线路检修期间受水区各县正常供水，在输水线路末端各县设置调蓄水库（水池），本工程不包括末端水库的建设，末端备用水库建设纳入白龙江引水工程配套工程项目中。白龙江引水工程共设末端备用水库23座，其中新建末端备用水库18座，利用已建水库3座（平凉市竹林寺水库、崆峒水库、延安市宝塔区红庄水库）、规划水库2座（天水市曲溪水库、天水市汤峪河水库）。

（1）涉及环境敏感区的情况

本次规划新建末端备用水库共18座，其中7座围封水库主要包括：武山雷口村水库、灵台十字水库、镇原郭塬水库、西峰杨家坳水库、合水孙家寨子水库、

宁县和盛塬水库和正宁西坡水库；11 座拦河水库主要包括：甘谷郭家山水库、崇信枣林子沟水库、张家川瓦泉沟水库、华亭车头沟水库、泾川凤凰沟水库、庆城小寨水库、环县桥儿沟水库、华池宋家河水库、吴起金佛坪水库、志丹湫沟水库和安塞雇塌水库。

经初步调查与识别筛选后，本次规划新建 18 座末端备用水库全部不涉及自然保护区、森林公园、风景名胜区、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区、水源保护区等环境敏感区和生态保护红线。

(2) 末端备用水库的土壤情况分析

本次规划新建 18 座末端备用水库，其中 7 座围封水库，11 座拦河水库。

新建围封水库坝型为均质土坝土工膜防渗，水库位于塬上或者黄土高原残塬区，地形开阔，塬边流水侵蚀严重，冲沟发育，塬面呈不规则长条形，塬面与沟底相对高差较大。根据调查规划水库库区距离村庄较远，周围无工矿企业。

新建拦河水库坝型主要为均质土坝，水库位于季节性河流上，河谷呈 V 字型为主，沟内黄土溯源侵蚀强烈，沟谷下切较深，沟道两侧顶部为黄土残塬，塬面与沟底相对高差较大，坝址区沟道呈宽缓的 U 字型。根据现状调查库区距离村庄较远，周围无工矿企业。

根据现状调查，各末端水库现状为荒地、农田，周边 1km 内没有工业企业，个别水库周围 200m 以外有零星的居民点。因此，各水库受人为活动影响较小，其土壤质量主要因成土母质确定。本次类比调查了与水库占地土壤类型、气候特征一致周边项目的现状监测数据，类比项目的各项监测因子均满足相应的标准要求，且监测结果远小于标准值，未出现超标情况，具体见表 3.3-13。

表 3.3-13 末端水库附近土壤监测数据情况

水库名称			pH	砷	汞	总格	铜	铅	镉	镍	监测时间
天水市	武山县	雷口村水库	/	10.9	0.061	/	12.1	16.9	0.135	23.6	2020.9
平凉市	华亭县	车头沟水库	7.54	3.68	0.412	/	26	13	0.09	50	2019.10
	泾川县	凤凰沟水库	/	7.56	0.037	/	83.7	22.2	0.13	35	2018.12
	灵台县	什字水库	/	8.33	0.145	66	25.6	21.5	0.55	46	2019.10
庆阳市	华池县	宋家河水库	8.16	8.73	0.0207	68.9	22.7	20.1	0.312	30.8	2018.11
	西峰区	杨家坳水库	/	0.972	1.44	65	26	36	0.30	34	2020.10
	合水县	孙家寨子水库	/	7.58	0.078	65	27	41	0.17	40	2021.1
	正宁县	和盛塬水库	7.94	7.69	0.076	69	31	46	0.38	49	2021.4

水库名称			pH	砷	汞	总格	铜	铅	镉	镍	监测时间
延安市	志丹县	湫沟水库	8.33	10.4	0.136	149	22.2	20.2	0.258	32.9	2018.1
标准限值			/	25	3.4	250	100	170	0.6	190	

根据以上情况分析可知，末端备用水库区域土壤环境质量较好。另外，受水区各地市公布的《土壤污染工作防治方案》和《疑似污染地块名单和污染地块名录》，末端备用水库均不在疑似污染地快和污染地块名录内。

（3）末端水库现状水质调查分析

23 个末端备用水库主要功能为每年引水管道检修期间作为备用水源，分为拦河式水库（16 座）和围封式水库（7 座）两种情况。评价对 23 座末端水库进行了现状调查，根据调查，利用已建及规划水库共 5 座现状水质基本满足Ⅲ类目标要求；7 座围封式水库现状基本为农田或未利用地，现状无水；新建 11 座拦河式水库中，郭家山、乔儿沟和雇塌水库水质现状除总磷有所超标外，其他因子基本满足Ⅲ类目标要求，其余 7 座拦河式水库基本选址在常年无水或季节性河沟中，坝址以上无村庄、工业企业等分布。

（4）蓄水后水质分析

根据现场补充调查，新建 7 座围封式水库与周围水系无水力联系；利用已建和规划的 5 座水库所在河流水质现状基本较好，新建的 11 座拦河式水库，有两座靠近饮用水水源地，水质较好，其他的 9 座拟建水库所在河流基本为季节性河流或常年无水，在接收白龙江优质水源后，运行期做好水源保护的前提下，水质可以得到保障。

综合来看，末端备用水库不涉及环境敏感区，环境影响可控，对输水水质无制约影响，选址环境合理。

表 3.3-14 末端水库环境合理性分析

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状河流 (沟壑) 水质	蓄水水质分析
1	秦州、麦积	曲溪水库	利用（规划）	7782	拦河式水库	满足Ⅲ类标准（天水曲溪城乡供水工程环境影响评价）	曲溪水库库区所在河段现状水质较好，本工程运行后，将白龙江引水工程向曲溪水库，白龙江引水水源水质较好，为Ⅱ～Ⅲ类，将对曲溪水库水质有一定改善作用。
2	武山县	雷口村水库	新建	147	围封式水库	/	围封式水库是在河谷川台地较平缓处半挖半填形成水池，选择全池土工膜防渗的防渗结构，防渗处理，围封式水库高于周围地面 2~15m，水池周围设置坡式排水沟，经调查，围封式水库附近多为耕地、村庄、林地，无工业及其他污染源汇入，当地地表水、地下水与围封式水库水体均不交流，同时，水库基本不受洪水影响，水质安全能够得到保证。
3	甘谷县	郭家山水库	新建	575	拦河式水库	多年平均径流量 195 万 m ³	水库库区及上游分布有少量农田及村庄，无工矿企业、养殖场和大型道路等；白龙江引水水源水质较好，为Ⅱ～Ⅲ类，故本工程实现后，将对郭家山水库水质有一定改善作用。建议建库前做好移民安置及库底清理工作，并将郭家山水库划定为饮用水水源保护区。
4	清水县	汤峪河水库	利用（规划）	996	拦河式水库	满足Ⅲ类标准（现状补充监测）	水库所在河段现状水质较好，满足Ⅲ类水质标准。本工程运行后，引水水源水质较好，为Ⅱ～Ⅲ类，将对汤峪河水库水质有一定改善作用。
5	张川县	瓦泉沟水库	新建	449	拦河式水库	多年平均径流量 113 万 m ³ ，季节性河流	瓦泉沟水库所在河沟水量较小，冬季部分河段结冰、断流，水库库区及周围现为荒地、林地及耕地，周围无工业、生活污染源。水库建成后，水量补给来自工程引水、上游少量来水及降水。暴雨期时，受沟道洪水影响，水库的悬浮物可能暂时增加，导致供水水厂的进水浊度增高，但这种情况是短时期的，且浊度的增加可以通过水厂前预沉淀过滤等方式进行处理，处理后，水厂出水水质基本不受影响。建议将瓦泉沟水库划定为饮用水水源保护区。
6	崆峒区	崆峒水库	利用（已建）	4700	拦河式水库	满足Ⅲ类标准（甘肃省水环境监测中心数据）	崆峒水库现状水质满足Ⅲ类标准，已划定饮用水水源保护区，按照饮用水水源保护区要求进行监督管理，因此，白龙江引水工程实现后，供水水质能够得到有效保障。

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状河流 (沟壑) 水质	蓄水水质分析
7	庄浪县	竹林寺水库	利用 (已建)	577	拦河式水库	满足Ⅲ类标准 (甘肃省县级城镇集中式生活饮用水水源地水质状况报告)	竹林寺水库现已划定饮用水水源保护区, 按照饮用水水源保护区要求进行监督管理, 现状水质满足Ⅲ类标准。因此, 白龙江引水工程实现后, 供水水质能够得到有效保障。
8	华亭市	车头沟水库	新建	283	拦河式水库	多年平均径流量 27.4 万 m ³ , 基本无水	车头沟水库库区及周围现为荒地、林地及耕地, 库区及上游汇水区无工业、生活污染源。车头沟内水量较小, 大部分时间处于断流状态。水库建成后, 水量补给来自工程引水、上游少量来水及降水。建议将车头沟水库划定为饮用水水源保护区。
9	崇信县	枣林沟水库	新建	524	拦河式水库	多年平均径流量 136 万 m ³ , 季节性河流	枣林沟水库库区及周围现为荒地、林地及耕地, 周围无工业、生活污染源, 分布有一条乡村道路。水库建成后, 水量补给来自工程引水、上游少量来水及降水。暴雨期时, 受沟道洪水影响, 水库的悬浮物可能暂时增加, 导致供水水厂的进水浊度增高, 但这种情况是短时期的, 且浊度的增加可以通过水厂前预沉淀过滤等方式进行处理, 处理后, 水厂出水水质基本不受影响。建议将枣林沟水库划定为饮用水水源保护区。
10	泾川县	凤凰沟水库	新建	762	拦河式水库	多年平均径流量 164 万 m ³ , 季节性河流	根据现场调查, 凤凰沟水库库区及周围现为荒地、林地及耕地, 周围无工业、生活污染源。凤凰沟现状少水, 接收白龙江优质水源后, 在做好饮用水水源保护及其他管理措施的情况下, 凤凰沟水质能够得到有效保障。
11	灵台县	什字水库	新建	92	围封式水库	/	同围封式水库分析
12	西峰区	杨家坳水库	新建	348	围封式水库	/	同围封式水库分析
13	镇原县	郭塬水库	新建	235	围封式水库	/	同围封式水库分析
14	环县	乔儿沟水库	新建	962	拦河式水库	多年平均径流量 215 万 m ³	乔儿沟水库库区现状为半干状态, 上游来水水量较小。库区周边及上游无工矿企业分布, 但上游分布有村庄。乔儿沟水库已划为乡镇饮用水水源地保护

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状河流 (沟壑) 水质	蓄水水质分析
							区，且一级保护区外已安装围栏、警示牌。根据补充监测结果，现状水质满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。白龙江引水水源水质较好，为Ⅱ～Ⅲ类。因此，白龙江引水工程实施后，将会对水库水质有所改善，在做好水库防护及管理措施后，水质能够得到有效保障。
15	华池县	宋家河水库	新建	604	拦河式水库	多年平均径流量 202 万 m ³ ，满足Ⅲ类标准（监测资料）	宋家河水库位于鸭儿洼水源地上游，根据庆阳市生态环境局公布的庆阳市县级集中式地表饮用水源水质状况监测结果，鸭儿洼水源地现状水质较好。宋家河水库建成后，由于接收白龙江优质水源，在做好水源保护的情况下，水质可以得到保障。
16	庆城县	小寨水库	新建	526	拦河式水库	多年平均径流量 28.6 万 m ³ ，基本无水	小寨水库库区及周围现为荒地、林地及耕地，周围无工业、生活污染源。小寨沟基本无水。水库建成后，水量补给来自工程引水、上游少量来水及降水。建议将小寨水库划定为饮用水水源保护区。
17	合水县	孙家寨子水库	新建	126	围封式水库	/	同围封式水库分析
18	宁县	和盛塬水库	新建	259	围封式水库	/	同围封式水库分析
19	正宁县	西坡水库	新建	75	围封式水库	/	同围封式水库分析
20	吴起县	金佛坪水库	新建	205	拦河式水库	多年平均径流量 6.45 万 m ³ ，基本无水	金佛坪水库库区及周围现为荒地及林地，周围无工业、生活污染源。库区所在沟道内常年无水。水库建成后，水量补给来自工程引水及降水。建议将金佛坪水库划定为饮用水水源保护区。
21	志丹县	湫沟水库	新建	285	拦河式水库	多年平均径流量 15.6 万 m ³ ，基本无水	湫沟水库库区及周围现为荒地、林地及耕地，周围无工业、生活污染源。库区所在沟道内常年无水。水库建成后，水量补给来自工程引水及降水。建议将湫沟水库划定为饮用水水源保护区。

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状河流 (沟壑) 水质	蓄水水质分析
22	安塞县	雇塌水库	新建	242	拦河式水库	多年平均径流量 17.8 万 m ³ ；满足Ⅲ类标准（马家沟水库支沟）	雇塌水库现状为安塞区马家沟饮用水源的一部分，现状水质较好，库区及上游无工业、生活等污染源。水库建成后，由于接收白龙江优质水源，在做好水源保护的情况下，水质可以得到保障。
23	宝塔区	红庄水库	利用（已建）	953	拦河式水库	总氮超标 0.6 倍（现状补充监测）	红庄水库现已划定饮用水水源保护区，按照饮用水水源保护区要求进行监督管理，现状监测红庄水库除总氮超标外（超标 0.6 倍），其他因子均满足Ⅲ类标准。白龙江引水水源水质较好，为Ⅱ～Ⅲ类。因此，白龙江引水工程实施后，将会对红庄水库水质有所改善。

3.3.7 与南水北调西线工程的关系

《黄河流域综合规划（2012-2030 年）》提出，“由于黄河水资源总量严重不足，从长远看黄河水资源供需矛盾仍十分突出，除继续开展南水北调西线工程前期工作外，还需要考虑其他外流域调水方案，以满足流域及相关地区经济社会发展和维持黄河生命健康用水需求，如引江济渭入黄方案、白龙江引水工程等”。

从水资源需求来看，甘肃省黄河流域缺水量需南水北调西线工程和白龙江引水工程共同参与、统筹配置，才能系统解决甘肃省黄河流域缺水问题。

从全省水资源需求以及工程取水条件来看，由南水北调西线一期工程解决黄河干流沿线市州缺水问题、白龙江引水解决天平庆延缺水问题是相对较优的供水方案，两工程在供水对象、供水范围上不重叠。

远期若南水北调西线工程采用下移穿越白龙江方案，可由南水北调西线工程向白龙江补水，确保天平庆三市 2040 年以后长远的能源发展用水需求有着落。

从工程建设时机来看，天平庆三市大多数县区生活供水难以正常供应，几年前就已不同程度开始实行限时供水，该区域是关中平原城市群、关天经济区的重要组成部分，是甘肃经济发展的“东翼”，受制于水资源短缺形势，区域经济社会发展受到严重制约，迫切需要新的水源来保障居民生活、生产基本用水需求。白龙江引水工程前期工作基础扎实，具备尽快上马、尽快开工建设的条件，先期实施白龙江引水工程是解决天平庆延用水“燃眉之急”的有效途径。

3.4 工程分析

3.4.1 施工期环境影响分析

3.4.1.1 施工环境影响源分析

施工期伴随着人员进驻和施工机械进场，主要施工过程包括土石方开挖、主体工程施工、迹地恢复等。各施工过程中主要产污环节见图 3.4-1。

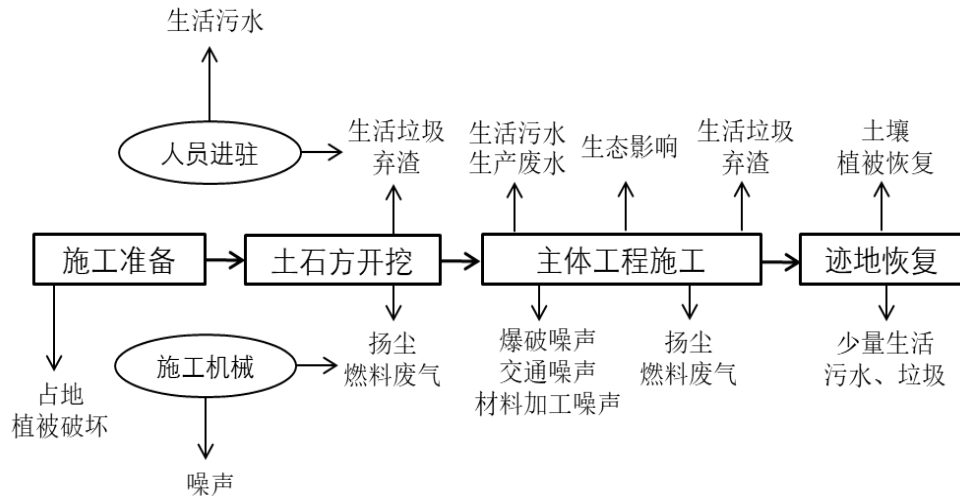


图 3.4-1 施工期环境影响源分析框图

根据水利工程建设特点，施工期不同施工阶段环境影响源分析如下：

工程施工准备期：主要完成施工道路、临时生产生活设施的搭建、导流建筑物等。该施工时段环境影响主要特点是占地及地表扰动、弃渣堆放。但由于主体施工还未正式展开，进驻人员有限，施工污染源排放量较小。

主体工程施工期：完成大坝、隧洞、倒虹吸、箱涵、有压埋管、无压圆涵、渡槽等主体工程施工。本阶段各分部工程和施工辅助企业的施工活动全面展开，会产生一定的施工生产废水、施工噪声、废气、废渣等污染物，对建设区水环境、环境空气、声环境、景观及施工人员等产生影响；同时，由于施工活动扰动原地貌和植被，存在着增加施工区水土流失的可能；此外，本工程施工高峰人数总数较大，因施工区多且分散，单个施工区施工人数也较多，应注意施工人员的卫生防疫。

工程完建期：是对施工区域进行恢复的过程。本阶段大部分施工人员已撤离，后续工作强度非常有限，施工污染源排放量也降至较低水平。

根据以上分析，工程作用因素及影响状况见表 3.4-1。

表 3.4-1 工程施工期环境影响作用因素分析表

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响性质/强度
施工准备期	施工占地	景观、植被、土壤	占地、扰动、弃渣	不可逆、可逆/较大
	少量施工人员生活	植被、土壤、附近居民	生活污水、垃圾	可逆/小
	临时施工道路		扰动、噪声、粉尘	可逆/小

施工阶段	作用因素	影响对象	影响途径/方式	影响性质/强度
	永久施工道路	植被、土壤、施工人员、环境空气		可逆/中
主体工程 施工期	施工占地	景观、植被、土壤、生物多样性	占地、扰动、弃渣	不可逆、可逆/较大
	施工人员生活	植被、土壤	生活污水、垃圾	可逆/小
	土石方挖填	植被、土壤、施工人员	堆渣、弃渣、噪声	不可逆/中
	砂石料筛分、混凝土拌和与预制	土壤、植被；施工人员	废水、噪声	可逆/小
	混凝土浇筑	施工人员	噪声	可逆/小
	材料加工	施工人员	噪声	可逆/小
	金属结构安装	施工人员	噪声	可逆/小
	施工机械清洗	土壤	废水	不可逆/小
	施工人员聚集	人群健康	环境卫生、防疫	可逆/小
完建期	施工场地恢复、绿化	景观、植被、土壤、施工人员	扰动	可逆/小
	临时设施拆除	土壤	扰动	可逆/小

注：施工占地包括所有占地行为，在各作用因素中未再单独列出其影响情况。

3.4.1.2 施工期污染源排放

(1) 水源枢纽工程

①水环境

A.生产废水

代古寺枢纽工程施工外排生产废水主要来自砂石加工系统、混凝土拌和系统、机械保养站及隧洞施工过程，另外施工爆破若使用传统炸药，也将对附近水体产生污染。

a.砂石加工系统废水

工程布设 1 处砂石加工系统，生产用水取自白龙江，生产规模为 600 t/h，高峰期系统耗水量 1286m³/h。根据同类工程生产经验，废水排放率为 0.7，排放量为 900m³/h；废水中污染物主要是 SS，浓度约 50000mg/L。

b.混凝土拌和系统废水

本工程布设 1 座混凝土拌和站，废水产自混凝土拌和过程和混凝土转筒在每班末的冲洗过程，排放率约为 40%，主要是碱性废水，pH 值 11~12，SS 浓度约

5000mg/L。水源工程混凝土拌和系统冲洗废水量为 28.8m³/d，冲洗废水中 SS 排放强度为 144kg/d。

c.机械保养含油废水

产生于机械保养冲洗过程，废水量少，为间歇排放，COD_{Cr}、SS 和石油类含量较高，其浓度分别为 25~200mg/L、500~4000mg/L 和 100mg/L。根据施工经验，废水排放率约 80%，机械车辆维修冲洗含油废水排放量为 505.2m³/d，石油类排放量 15.2kg/d，SS 排放量 1010.4kg/d。

d.隧洞施工废水

废水产自引水洞开挖过程中的隧洞进、出口，高峰期隧洞进口施工废水排放量约 20m³/d，隧洞出口施工废水排放量约 15m³/d；主要污染物包括岩体开挖产生的泥浆，若采用传统 TNT 炸药还将含硝基成分。

B.生活污水

主要来自各施工生活营地和施工管理区，污水中主要污染物为人体排泄物、食物残渣等有机物，阴离子洗涤剂及其它溶解性物质，主要污染指标为 BOD₅、COD_{Cr}、粪大肠菌群等，BOD₅ 浓度为 500mg/L，COD_{Cr} 为 600mg/L。

本工程施工高峰期全员人数 1050 人，以生活用水标准 120L/人·d，生活污水排放率 80% 计算，高峰期施工生活污水排放量 101m³/d，BOD₅、COD、NH₃-N、SS 排放量分别为 20.2kg/d、30.2kg/d、3.0kg/d、25.2kg/d。

②环境空气

施工期环境空气污染物主要来源于施工作业面扬尘、炸药爆破粉尘、砂石加工系统和混凝土拌和站粉尘、施工道路扬尘以及机动车辆和施工机械排放的燃油尾气等，主要污染物有 SO₂、NO_x 及 TSP 等。根据施工组织设计，大气污染源具有流动性和间歇性特点，且源强不大，施工结束后随即消失。

A.施工作业面扬尘

主要产生于大坝、引水发电系统隧洞、厂房地基、料场等开挖面及各弃渣场施工作业面等裸露地面，在干燥天气，尤其是遇大风时容易产生扬尘，扬尘产生量与作业面大小、施工机械、施工方法、天气状况及洒水频率等都关。一般只要定时洒水，施工作业面扬尘即可得到有效控制，对环境的影响较小。

B.爆破粉尘

大坝坝肩开挖爆破、发电引水隧洞洞挖爆破、发电厂房石方爆破等施工过程会产生大量粉尘。

C.交通运输扬尘

主要来自运输车辆碾压道路起尘，本工程施工道路均采用级配砂石或碎石路面，在重型施工车辆机械反复碾压下，易发生扬尘。根据有关资料，施工过程中车辆行驶产生的扬尘约占施工总扬尘量的 60%以上。

D.砂石加工系统和混凝土拌和系统粉尘

砂石加工系统在破碎、筛分及运输过程中均会产生粉尘污染。一般在无控制排放的情况下，粉尘排放系数约为 0.77kg/t，若采取湿法或闭路破碎工艺粉尘排放系数将减至 0.3kg/t。

混凝土拌和粉尘主要产生于水泥运输、装卸及混凝土拌和进料过程中。在无防治措施情况下，粉尘排放系数为 0.91kg/t。

E.施工机械及车辆燃油尾气

各类运输车辆及燃油动力机械消耗油料会产生一定量废气，工程施工燃油使用总量为 2.95 万 t，根据工程施工进度及强度，估算污染物 NO_x 总排放量为 3781.49t。

③声环境

施工活动产生的噪声包括以下类型：施工机械设备噪声；短时、定时爆破噪声；运输车辆流动噪声。施工噪声随施工活动的结束而消失。水利工程常用施工机械噪声源强见表 3.4-2。

表 3.4-2 水利工程施工机械噪声值统计表

声源类型	设备名称	单机噪声级 (dB)	施工区域
点源	挖掘机	85~86	主体工程施工区
	装载机	83~96	
	风钻	97~103	
	颚式破碎机	95	施工生产区
	筛分楼	114	
	混凝土拌和楼	88~94	
	综合加工噪声	80~100	

声源类型	设备名称	单机噪声级 (dB)	施工区域
线源	重型载重汽车	84~89	所有施工区
	中型载重汽车	79~85	
	轻型载重汽车	76~84	
	推土机	94	

A.混凝土拌和站噪声

工程共设 1 座混凝土拌和站，系统噪声主要来自混凝土拌和楼的拌和过程，为固定、连续式噪声污染源，将各设备同时运行叠加噪声作为系统噪声源强。1#拌和站生产设备为 4×3.0m³ 拌和楼，系统噪声源强约为 94dB (A)。

据调查，本工程混凝土拌和站附近无居民点等敏感目标分布，噪声影响对象主要为现场操作人员，混凝土拌和系统为每天三班、每班 8 小时生产，则每班工人受混凝土拌和机械噪声影响长达 8 小时。

B.砂石加工系统噪声

根据本工程砂石料加工系统生产工艺，砂石加工噪声主要产生于破碎、筛分及洗泥过程中砂石毛料撞击机械，粉碎机、振动筛、洗砂机等设备电机运转也会产生一定噪声。本工程砂石料加工系统噪声源强为 103dB (A)，噪声影响对象为现场操作人员，砂石加工为每天两班、每班 7 小时生产，每班工人受砂石加工系统噪声影响长达 7 小时。

C.爆破噪声

工程大坝坝肩开挖、发电引水隧洞洞挖、发电厂房石方爆破及料场开采等均需爆破，爆破噪声为瞬时噪声，噪声级大小与爆破方式、单响装药量等有关。类比同类工程，爆破噪声瞬间源强可达 130dB (A)，剧烈的噪声对现场施工人员影响较大。

D.交通噪声

交通噪声源强与运输车辆载重类型、汽车流量和行驶速度密切相关。工程主要采用重型运输车辆，其噪声高达 84~89dB(A)，声源呈线性分布。昼间车辆通行密度 25 辆/单向小时、运行速度 40km/h，夜间主干道车流量 15 辆/h、运行速度 30km/h。交通噪声影响对象主要为施工人员，工程施工利用的县乡集镇道路的车流量在施工期可能加大，交通噪声将对两侧居民工作生活产生影响。

④固体废物

A.弃渣

工程施工共产生弃渣 375.60 万 m^3 (松方), 堆放于 1 个永久渣场堆渣。对弃渣需加强管理和防护, 以免引发水土流失。

B.生活垃圾

生活垃圾产生量按 $1\text{kg}/\text{人}\cdot\text{天}$ 计算, 施工高峰期施工生活营地和施工管理区日产生生活垃圾量 1050 kg/d 。

⑤生态环境

施工期工程占地和施工活动将占用土地资源, 破坏植被, 影响土壤肥力和理化性质, 施工活动可能干扰工程区内野生动物的正常栖息觅食, 施工噪声会对其产生惊扰。

施工活动对水体扰动、透明度降低等将对水生生境、水生生物等产生不利影响。

⑥土壤环境

施工期对土壤环境的影响主要是人为扰动、车辆行驶和机械施工对土壤环境的影响。

⑦水土流失

工程建设开挖、砂石料开采、弃渣、临时占地等将扰动原地貌, 破坏地表及天然植被, 将增加区域水土流失强度, 应予以防治。

(2) 输水总干线、干线和分干线工程

①水环境

A.生产废水

a.砂石加工系统废水

输水线路工程共设 6 个砂石料加工系统, 生产规模为 1638 t/h , 其中青山梁石料场规模为 300 t/h , 海湾石料场规模为 480 t/h , 庄浪县韩店天然砂砾料场规模为 253 t/h , 庄浪县试雨河天然砂砾料场规模为 195 t/h , 崇信县杜家沟天然砂砾料场规模为 172 t/h , 崆峒区白水镇天然砂砾料场规模为 238 t/h 。经计算, 砂石料加工系统冲洗废水产生量为 $2457\text{m}^3/\text{h}$, 冲洗废水中 SS 排放强度为 61425kg/h , 其

中青山梁石料场冲洗废水产生量为 $450\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $11250\text{kg}/\text{h}$ ，海湾石料场冲洗废水产生量为 $720\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $18000\text{kg}/\text{h}$ ，庄浪县韩店天然砂砾料场冲洗废水产生量为 $379.5\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $9487.5\text{kg}/\text{h}$ ，庄浪县试雨河天然砂砾料场冲洗废水产生量为 $292.5\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $7312.5\text{kg}/\text{h}$ ，崇信县杜家沟天然砂砾料场冲洗废水产生量为 $258\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $6450\text{kg}/\text{h}$ ，崆峒区白水镇天然砂砾料场冲洗废水产生量为 $357\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $8925\text{kg}/\text{h}$ 。

b. 混凝土拌和系统废水

输水线路工程共设 223 个混凝土拌和系统，生产规模为 $5036\text{m}^3/\text{h}$ ，其中输水总干线工程规划布置 84 个工区，生产规模为 $2533\text{m}^3/\text{h}$ ，输水干线和分干线工程规划布置 140 个工区，生产规模为 $2503\text{m}^3/\text{h}$ 。经计算，混凝土拌和系统冲洗废水排水量为 $1471\text{m}^3/\text{d}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $7116\text{kg}/\text{d}$ 。废水中主要污染物为 SS，浓度可达 $5000\text{mg}/\text{L}$ ，pH 值约 12。

c. 机械保养含油废水

输水线路工程共布设 223 座机械保养站，同上文方法估算，机械车辆维修冲洗含油废水排放量为 $7441\text{m}^3/\text{d}$ ，石油类排放量 $223\text{kg}/\text{d}$ ，SS 排放量 $14882\text{kg}/\text{d}$ 。

d. 隧洞施工废水

输水隧洞施工外排废水包括 TBM 降温、钻爆除尘等施工废水、隧洞渗水以及沿线穿越不良地质单元时的隧洞涌水等，废水中含有施工过程中产生的岩粉及其它颗粒粉尘、隧洞渗水、涌水带出的地层泥浆及施工机械渗漏油等，废水呈碱性，pH 值 9~10；废水中主要污染物为 SS 和石油类，浓度分别为 $3000\sim 5000\text{mg}/\text{L}$ 、 $10\sim 20\text{mg}/\text{L}$ ；隧洞钻爆施工段爆破若采用传统 TNT 炸药还将含硝基成分。

类比同类工程，受不良地质单元及隧洞施工挖掘进度等诸多因素影响，隧洞施工外排废水流量变化比较大，根据施工组织设计，输水总干线长度 $0.11\text{km}\sim 99.55\text{km}$ ，隧洞涌水量为 $11.84\sim 56275.82\text{m}^3/\text{d}$ ；输水干线长度 $0.25\text{km}\sim 27.96\text{km}$ ，隧洞涌水量为 $8.91\sim 4562.25\text{m}^3/\text{d}$ 。

B.生活污水

本工程施工高峰期全员人数 15950 人，共布设 223 处施工生活营地，生活污水排放量 $1531\text{m}^3/\text{d}$ ， BOD_5 、 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 SS 排放量分别为 $306\text{kg}/\text{d}$ 、 $459\text{kg}/\text{d}$ 、 $46\text{kg}/\text{d}$ 、 $383\text{kg}/\text{d}$ 。

②环境空气

与代古寺水库相同，工程施工期环境空气污染物主要来源于施工作业面扬尘、机动车辆和施工机械排放的燃油尾气、炸药爆破粉尘及施工道路扬尘等，主要污染物有 SO_2 、 NO_x 及 TSP 等。据估算，燃油废气 NO_x 排放量约 1031.5t ；爆破扬尘总量约 1480t 。

③声环境

施工噪声主要来源于砂石加工系统、混凝土拌和系统、爆破施工、交通运输等。影响对象为沿线区分布的一些乡村，还应做好施工人员劳动保护。

④固体废物

A.弃渣

输水工程土石方弃渣总量（松方）为 3485.15万 m^3 。堆放于沿线 252 处弃渣场。对弃渣需加强管理和防护，以免引发水土流失。

B.生活垃圾

经估算，输水线路工程施工进入高峰期后，施工高峰期产生生活垃圾 $15950\text{kg}/\text{d}$ 。

⑤生态环境

施工期工程占地将造成一定土地资源和生物量损失。永久占地对土壤和植被的影响不可恢复，临时占地区随施工活动的停止，经历较长时间后可逐渐恢复。施工活动还将破坏野生动物栖息地，噪声对其形成惊扰。

水体扰动、透明度降低等将对水生生境、水生生物等产生不利影响。

⑥土壤环境

施工期对土壤环境的影响主要是人为扰动、车辆行驶和机械施工对土壤环境的影响。

⑦水土流失

工程建设开挖、隧洞爆破、砂石料开采、弃渣、临时占地等都将扰动原地貌，破坏地表及天然植被，增加区域水土流失强度，应予以防治。

3.4.2 运行期环境影响分析

工程运行期产生的环境影响源可分为水源及下游区、输水沿线及受水区。水源及下游区环境影响源主要为调水产生的下游水文情势变化，以及由此引发的下游河道地表水和地下水环境、生态环境变化；输水沿线区环境影响源主要为隧洞、管道施工、占地等，少部分占地影响，沿线地下水、土壤环境影响，过敏感区段影响；受水区则是由于水量的调入而引发的区域社会经济条件变化，与此同时还需关注受水区水污染防治规划，落实先治污后调水原则等。

经分析，上述影响可归纳为：因水资源配置变化引发对水文情势的影响、对地表水环境的影响、对地下水环境的影响、对土壤环境的影响、对生态环境的影响等方面。

3.4.2.1 区域水资源配置变化

本工程水资源配置涉及白龙江用水区(水资源调出区)和甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县(区)以及陕西省延安市 4 县(区)共 24 县(区)(水资源调入区)。工程实施后，将自白龙江干流向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县(区)以及陕西省延安市 4 县(区)共 24 县(区)调水 7.74 亿 m^3 ，从而将引发区域水资源配置发生改变。本次评价将对以上水资源利用区水资源配置变化进行分析。

3.4.2.2 对水文情势的影响

本工程输水线路工程在跨越沿线河流时以隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵及圆管涵等形式穿过，仅施工期有些扰动，运行期不与沿途河流发生水力联系，因此工程对输水干线基本不会改变跨越河流的水文情势。运行期水文情势仅涉及水源及下游区和受水区。

(1) 水源及下游区

工程运行后，受代古寺水利枢纽调度运行，对库区和下游的水文情势将产生影响，重点为白龙江干流花园~白龙江江口段。

①代古寺水利枢纽库区

工程建成后，代古寺水利枢纽库区河段将由原连续梯级电站形态转变成一大型水库形态，库区河段水位、水面面积、流速等相应发生变化。

②新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址段

A.代古寺水利枢纽初期蓄水

根据工程施工进度安排，代古寺水库第六年1月初下闸蓄水，蓄水起始水位为1694.0m（导流隧洞进口底高程），23天可蓄至放空洞底高程1733.50m，45天可蓄至死水位1745m。蓄水过程中为满足下游灌区用水、生态用水等综合用水要求，采用在右岸布置一条临时生态基流隧洞，出口接导流隧洞下泄生态基流，临时生态基流隧洞进口与导流洞进口布置在一起，蓄水期由阀门控泄，确保下游供水量满足要求生态基流，第六年5月10日关闭临时生态基流洞阀门，生态基流由引水发电系统下泄，由此坝址下游河段水文情势将发生变化。

B.代古寺水利枢纽正常运行

工程调水后，除1~3月以外，其余月份代古寺下游河段的流速、水位和流量都有所变化；纵向上看，调水对下游河道水文情势的影响沿程有所不同。

③苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段

白龙江干流苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段全长约132km。其中，苗家坝水电站坝下~碧口电站坝址江段为碧口水库库区，长度约31km；麒麟寺电站坝下~宝珠寺电站坝址为宝珠寺电站库区，长度约63km；电站库区河段长度共计94km，约占苗家坝以下白龙江干流总长的71.21%。工程调水后，将对此河段水文情势产生影响，本江段水文情势影响的重点是工程调水对碧口、宝珠寺库区水位的影响等。

（2）受水区

白龙江引水工程实施后，由于受水区生活用水、工业用水量的增加，相应废水污水的排放量增加，处理后的退水量也将增加，进而对受水区渭河、泾河、北洛河、延河等水系的水文情势将会有所影响。

3.4.2.3 对地表水环境的影响

(1) 水源及下游区

①对水温的影响

根据 $\alpha\sim\beta$ 法判定，代古寺水利枢纽水库水温结构为稳定分层型，存在水温分层和下泄低温水可能，对坝下河道水温也将会有所影响。

②对水质的影响

A.水库蓄水对水质的影响

代古寺水库蓄水后，其库底遗留的污物、有机质、可溶盐等将对水质产生一定的影响；水库拦蓄使水流流速减缓，水动力条件发生变化，滞留时间的延长也将对水质产生影响。

B.对河流水质的影响

现状白龙江污染源主要为农村生活污染源和农田面源污染源，评价河段分布有部分入河排污口，设计水平年工程建成后，各河流水文情势变化可能引起河段水质变化。

(2) 输水沿线区

①对输水水质影响

输水隧洞、管线及埋涵处在地表以下，大部分为无压、密闭状态输水，隧洞沿线全断面衬砌，预计对输水水质影响很小。

②工程管理区生活污水排放影响

白龙江输水工程沿线管理站生活污水如不合理处置，会对环境产生不利影响。

(3) 受水区水质影响分析

工程实施后，随着水资源的调入，受水区废污水排放量将有所增加，可能对受水区退水河流水质产生影响。拟开展受水区水质分析，编制、报批白龙江引水工程受水区水污染防治规划，以落实好先治污后调水原则。

3.4.2.4 对地下水环境的影响

(1) 水源及下游区

①工程建设区

代古寺水库可能出现渗漏、浸没影响，枢纽、主要洞室及厂房开挖，将短暂改变附近区地下水径流。输水隧洞段沿线总体岩体较完整，地下水以基岩裂隙水为主，流量较小，施工及运行对地下水的补径排影响有限；沿线渠涵、倒虹吸型段经过多条河沟，不会影响河谷区两水补排关系。

②工程影响河谷区

工程运行后，白龙江代古寺水库以下河段水文情势变化，可能改变区域地表水、地下水两水补排关系，进而对河谷区地下水水位产生影响。

(2) 输水沿线区

输水隧洞段大多数处于新鲜岩体内，裂隙不发育，岩体较完整，隧洞沿线地下水以基岩裂隙水为主，流量较小，隧洞施工可能产生地下水渗流或形成线状水流，但排水不会导致地下水位大范围下降；压力管线和埋涵段埋深 5~15m、最大 29m，部分位于地下水位以下，但不会阻断地下水径流。

另外，施工期隧洞工程可能会对项目周边敏感目标产生影响。

(3) 受水区

工程运行后，工程受水区将减少地下水开采量，可能对区域地下水环境产生影响。

3.4.2.5 对土壤环境的影响

项目运营期内主要为管线渗漏水对土壤盐度的影响、水库蓄水对周边土壤环境影响两种形式，因此选择盐度为预测评价因子。

3.4.2.6 对生态环境的影响

(1) 对陆生生态影响

1) 水源及下游区

运行期库区水面面积将由现在的 49.67hm² 扩大到 901.83hm²，因此将淹没大面积植被，野生动物被迫外迁或被淹死，但可为水鸟提供更广阔的栖息地。水库周边反复淹没地段，产生消落带，植物无法正常生长。代古寺水库改变了大坝下

游水文情势，总的趋势是流量减少、洪峰降低、流速变缓等，这必定会改变下游地区原有水的四维运动规律，下游河段两岸陆生生境会发生相应变化，从而使岸边植被受到不同程度的影响。

2) 输水沿线区

输水线路由于没有地表明渠，不会产生阻隔影响。隧洞由于一般埋深较大，运行期隧洞对植物取水影响很小，但箱涵和埋管生态恢复时只能恢复为草地或农田，会导致占临时地区林地面积减少。

(2) 对水生生态的影响

1) 水源及下游区

本工程是在已建代古寺坝下 380m 新建代古寺大坝，对白龙江干流基本上不产生新的阻隔影响，同时新建代古寺水库淹没 6 座水电站，将减少该河段的生境阻隔；代古寺水库调度运行，进行水资源配置，改变了河道水文情势，引起流场变化，将可能改变浮游生物、水生植物的生境条件，并导致鱼类“三场”等的变化，进而对评价河段水生生态产生影响；代古寺水库下泄低温水以及采取挑流消能方式产生的下泄水体气体过饱和，可能对坝下河段鱼类的繁殖和生长产生不利影响。

2) 输水沿线和受水区

输水沿线区无水系沟通问题，故不涉及水生生态影响问题，仅施工扰动对穿越水体水生生态系统可能产生影响。

3.4.2.7 对环境敏感区的影响

水源及下游区涉及甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、腊子口国家森林公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区、甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区、甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区、甘肃白水江国家级自然保护区和白龙湖国家级风景名胜区等环境敏感区。

输水沿线区涉及官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名

胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、华池县鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库水源地保护区等环境敏感区。

另外工程还涉及生态保护红线。

工程的建设及运行将可能会对上述环境敏感区产生影响，本次评价重点关注，并提出合理避让、生态恢复等保护措施，按照相关法律法规要求，取得主管部门同意意见，办理准入手续。

3.4.3 工程占地环境影响

(1) 工程占地

工程占地影响主要体现在生态方面，永久占地将产生一定生物量永久损失；临时占地也将造成占地区土地在施工期内生产能力丧失，损失一定生物量，但施工结束后，可逐步恢复。

其次，对土壤环境而言，工程建设占地最直接的影响就是施工期各类施工活动和占地对土壤结构、肥力、物理性质破坏的影响；对地表植被而言，存在对占用土地植被的一次性破坏；在占地类型上，永久占地将使局部范围内的原有植被和土壤环境彻底丧失或严重受损；临时占地区在停止使用后，可逐步得到恢复。

(2) 土地资源损失

白龙江引水工程建设征地总面积 99905.55 亩。工程永久征收土地面积 26272.37 亩，其中：耕地 4887.29 亩、园地 4435.46 亩、林地 8984.68 亩、草地 4249.98 亩、其他各类土地 3714.96 亩。临时征用土地面积 73633.18 亩，其中：耕地 39786.43 亩、园地 8561.10 亩、林地 12128.04 亩、草地 7073.71 亩、其他各类土地 6083.90 亩。从占地范围内草地、园地、耕地占沿线各县、市草地、园地、耕地总量的比例分析，占地比例十分有限，但是对分布在占地范围的个体而言，影响较大，需按国家相关规定进行补偿。

3.4.4 移民安置工程环境影响

(1) 移民安置环境影响

至规划水平年代古寺水库工程生产安置人口 1685 人，输水工程生产安置人口 2663 人。按照甘肃省和陕西省相关政策，根据环境容量分析结论，参考移民

意愿，结合地方政府意见和当地实际情况，本阶段生产安置采取农业安置、自谋职业安置、投亲靠友安置、一次性补偿安置等方式。对生产安置移民的生产生活影响较小。

规划水平年代古寺水库工程搬迁安置人口 1892 人，输水工程搬迁安置人口 1338 人。根据实物调查成果和环境容量分析结论，结合移民意愿和地方政府意见，水源工程代古寺水库本阶段搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。确定集中安置点分别为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点；输水工程建设区自行分散安置。

移民安置因建设房屋、基础设施征用的永久占地和施工临时占地将破坏地表植被，对区域动植物分布产生影响，同时新增水土流失面积，建设过程中废（污）水排放对地表水有不利影响，施工扬尘对区域大气环境有不利影响，施工噪声对周边居民点有惊扰影响，施工噪声对附近动物有惊扰影响，施工弃渣及施工人员产生的生活垃圾等固体废物对周边环境有不利影响。

（2）专项设施改复建环境影响

本工程不涉及城（集）镇迁建，不涉及工业企业迁建。专业项目处理包括对影响的交通设施、电力设施、通信设施进行复建，对影响的水力水电设施和寺庙及白塔等设施进行一次性货币补偿。

专项设施改复建过程中，将扰动地表，产生新的弃渣和开挖面，若不采取有效措施，会加剧当地水土流失，对生态环境造成一定影响。

3.4.5 白龙江引水工程配套工程影响分析

白龙江引水工程由水源工程、输水工程等骨干工程组成，工程配套工程由末端 23 座备用水库及以下工程组成。

本次环评主要对水源水库及下游、输水沿线的环境影响进行了详细评价；并对受水区白龙江引水工程实施后，对退水区水系的水文情势、水质进行了详细评价，进行了白龙江引水工程受水区水污染防治规划编制、报批，以落实好先治污后调水原则。

目前白龙江引水工程及配套工程提出利用 23 座末端备用水库（新建 18 座，利用已建和规划 5 座）的方案，末端备用水库的作用是在输水线路检修和事故期

间承担供水备用任务，末端备用水库和以下输配水线路纳入配套工程。鉴于引调水工程环境影响是个整体，特别是调蓄水库选择在引水线路和受水区中起重要作用，对线路布局都将产生影响，本次评价将对 23 座末端备用水库的水质、周边污染源、土壤、生态等状况开展现状调查分析，进行末端备用水库环境合理性分析，并对蓄水后水质提出保障措施及环境风险评价。

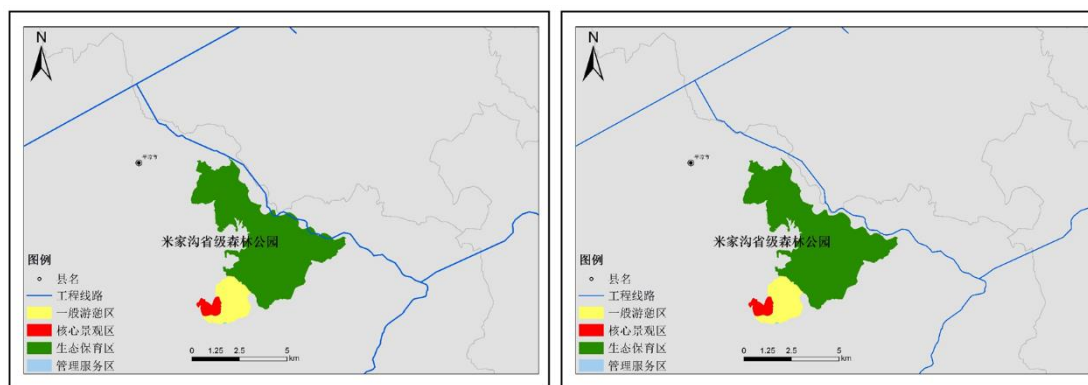
3.5 项目可研阶段环评对主体设计的环境优化成果

3.5.1 工程线路优化调整

(1) 米家沟省级森林公园

优化调整前：输水线路涉及米家沟省级森林公园生态保育区。

优化调整后：输水线路不涉及米家沟省级森林公园，与米家沟省级森林公园最近距离为 250m。



优化调整前

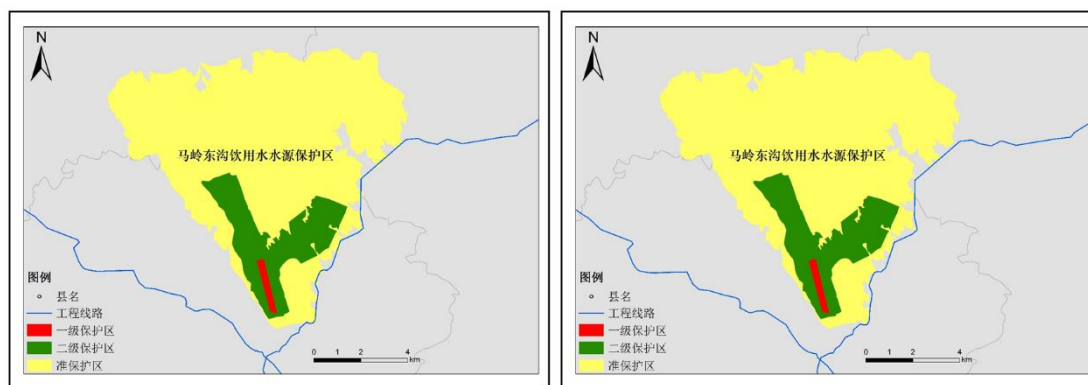
优化调整后

图 3.5-1 输水线路涉及米家沟省级森林公园优化调整情况

(2) 马岭东沟饮用水水源保护区

优化调整前：输水线路涉及马岭东沟饮用水水源保护区准保护区。

优化调整后：输水线路不涉及马岭东沟饮用水水源保护区，与马岭东沟饮用水水源保护区最近距离为 220m。



优化调整前

优化调整后

图 3.5-2 输水线路涉及米家沟省级森林公园优化调整情况

(3) 华池县鸭儿洼饮用水水源保护区

华池干线自总干线末端分水，向华池县供水。经现场踏勘定线，受地形条件限制，华池干线基本沿宋家河河谷两岸布置。

原线路方案：华池干线自桩号 2+892.29 起至华池干线终点 7+747.85 共 4.86km 位于华池县鸭儿洼饮用水水源保护区，保护区内线路占华池干线总长近 60%，其中，桩号 2+892.29~4+402.09 共 1.51km 位于一级保护区内，桩号 4+402.09~7+747.85 共 3.35km 位于二级保护区内。

由于原线路方案穿越水源地一级保护区，不符合《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的要求，故环评专业提出避让线路方案，并由设计采纳。

优化调整后：在原线路 IP19 处转西北向爬升至高程 1341m 处进洞，在庄子沟右岸出洞后接倒虹吸管道铺设至左岸高程 1338m 处进洞，在堡子沟右岸出洞后接管道顺沟而下至沿鸭儿洼右岸与原线路 IP25 处汇合，线路总长 2.65km，其中：倒虹吸管线 3 段总长 1.57km，均为 900mm 有压埋管；隧洞 2 座总长 1.09km，均为无压三心圆隧洞。工程线路不涉及华池县鸭儿洼饮用水水源保护区一级保护区。



图 3.5-3 华池干线线路优化调整图

3.5.2 施工布置优化调整

3.5.2.1 避让环境敏感区优化情况

本工程为线性工程，路线较长，区域内环境敏感区较多，在工程设计阶段，环境专业提前介入、积极参与，对施工布置进行优化，尽量避免工程临时占地对环境敏感区的影响，优化的工程内容详见表 3.5-1。

表 3.5-1 白龙江引水工程施工布置避让环境敏感区情况一览表

序号	环境敏感区	优化调整前	优化调整后	涉及行政区
1	武山县饮用水水源保护区	TS-2#工区涉及武山县饮用水水源保护区二级保护区	TS-2#工区调出水源保护区范围，与二级保护区最近距离 10m	天水武山县
2	米家沟省级森林公园	平凉一干线 HCL-4#弃渣场涉及森林公园生态保育区	HCL-4#弃渣场调出森林公园范围，与森林公园最近距离 1km	平凉华亭县
3	崇信五龙山省级森林公园	平凉一干线施工临时道路涉及森林公园约 0.4km，CL-2#生产生活区紧挨森林公园边界	施工临时道路调出森林公园范围，CL-2#生产生活区远离森林公园，与森林公园边界最近距离 180m	平凉崇信县

序号	环境敏感区	优化调整前	优化调整后	涉及行政区
4	西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区	Y-3#生产生活区、QY-4#生产生活区位于二级保护区内，ZQ-XZ56#弃渣场、ZQ-XZ57#弃渣场、ZQ-XZ58#弃渣场、ZQ-XZ64#弃渣场、ZQ-XZ65#弃渣场、ZQ-22#生产生活区、ZQ-23#生产生活区位于准保护区内	施工区、弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 100m	庆阳西峰区
5	马岭东沟饮用水水源保护区	ZQ-XZ83#弃渣场涉及一级保护区、二级保护区和准保护区，ZQ-85#弃渣场涉及二级保护区和准保护区	ZQ-XZ83#弃渣场和 ZQ-85#弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 240m	庆阳庆城县
6	华池县鸭儿洼饮用水水源保护区	华池干线 HCG-1#生产生活区涉及一级保护区，HCG-1#弃渣场、HCG-2#弃渣场涉及二级保护区	HCG-1#生产生活区、HCG-1#弃渣场、HCG-2#弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 110m	庆阳华池县
7	吴起省级退耕还林森林公园	延安干线吴起段金佛坪水库土料场、13#弃渣场、14#弃渣场、3 个施工生产区位于森林公园一般游憩区	土料场、弃渣场、施工生产区均调出森林公园范围，与森林公园最近距离约 800m	延安吴起县
8	红庄水库饮用水水源保护区	延安干线宝塔段 1 个施工生产区位于二级保护区和准保护区，48#弃渣场、1 个施工生产区位于水源地准保护区	施工生产区、弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 1.6km	延安宝塔区

(1) 武山县饮用水水源保护区

优化调整前：TS-2#工区涉及武山县饮用水水源保护区二级保护区。

优化调整后：TS-2#工区调出水源保护区范围，与二级保护区最近距离 10m。

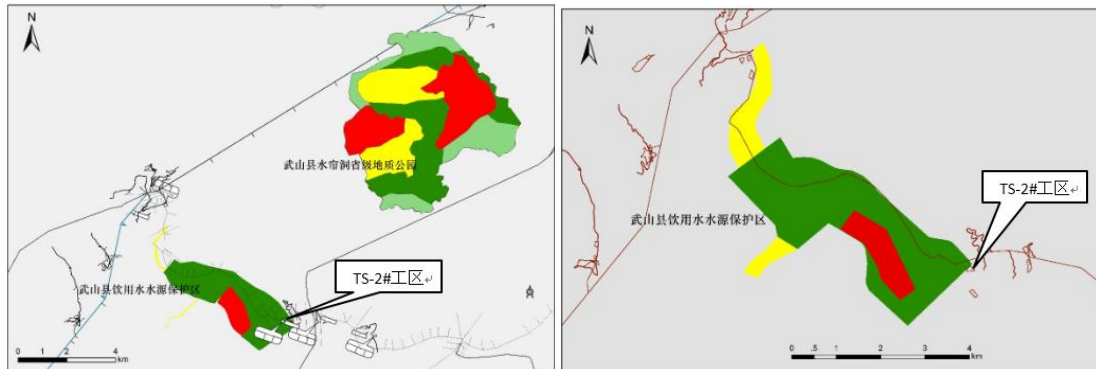
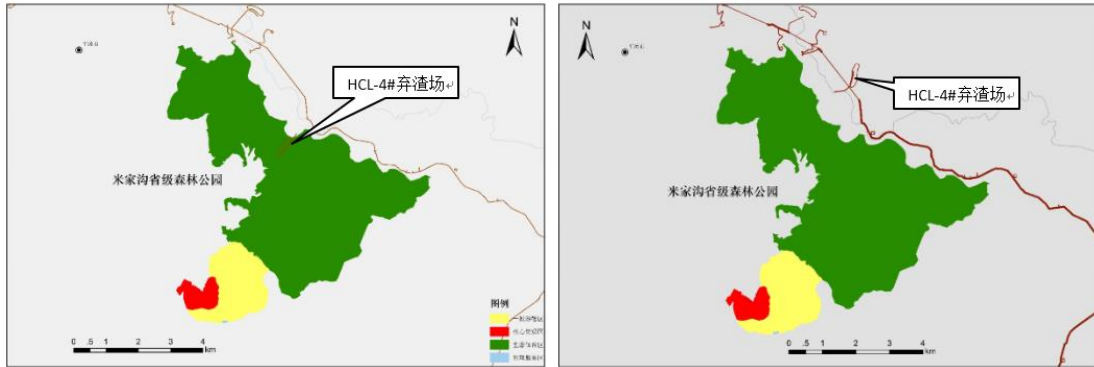


图 3.5-4 施工布置涉及武山县饮用水水源保护区优化调整情况

(2) 米家沟省级森林公园

优化调整前：平凉一干线 HCL-4#弃渣场涉及森林公园生态保育区。

优化调整后：HCL-4#弃渣场调出森林公园范围，与森林公园最近距离 1km。



优化调整前

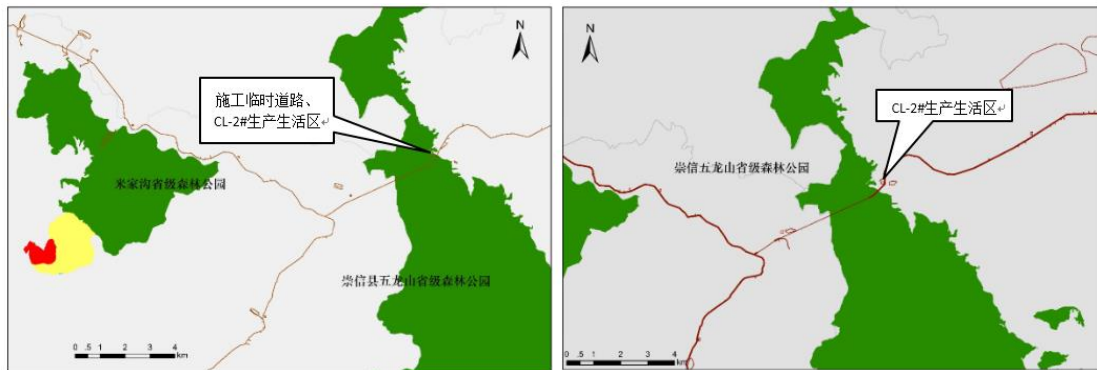
优化调整后

图 3.5-5 施工布置涉及米家沟省级森林公园优化调整情况

(3) 崇信五龙山省级森林公园

优化调整前：平凉一干线施工临时道路涉及森林公园约 0.4km，CL-2#生产生活区紧挨森林公园边界。

优化调整后：施工临时道路调出森林公园范围，CL-2#生产生活区远离森林公园，与森林公园边界最近距离 180m。



优化调整前

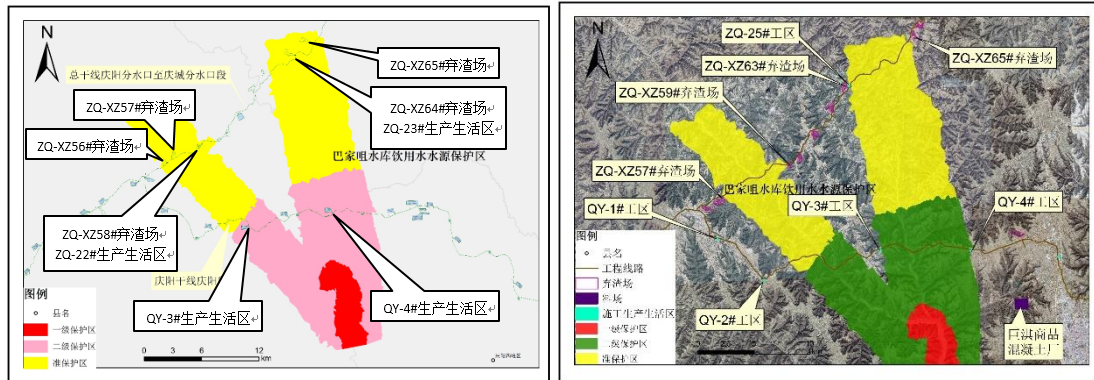
优化调整后

图 3.5-6 施工布置涉及崇信五龙山省级森林公园优化调整情况

(4) 西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区

优化调整前：QY-3#生产生活区、QY-4#生产生活区位于二级保护区内，ZQ-XZ56#弃渣场、ZQ-XZ57#弃渣场、ZQ-XZ58#弃渣场、ZQ-XZ64#弃渣场、ZQ-XZ65#弃渣场、ZQ-22#生产生活区、ZQ-23#生产生活区位于准保护区内。

优化调整后：施工区、弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 100m。



优化调整前

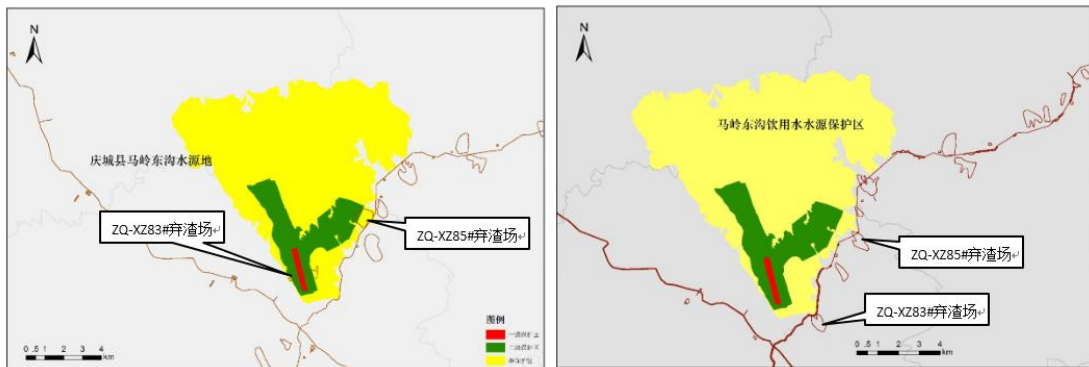
优化调整后

图 3.5-7 施工布置涉及西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区优化调整情况

(5) 马岭东沟饮用水水源保护区

优化调整前：ZQ-XZ83#弃渣场涉及一级保护区、二级保护区和准保护区，ZQ-85#弃渣场涉及二级保护区和准保护区。

优化调整后：ZQ-XZ83#弃渣场和 ZQ-85#弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 240m。



优化调整前

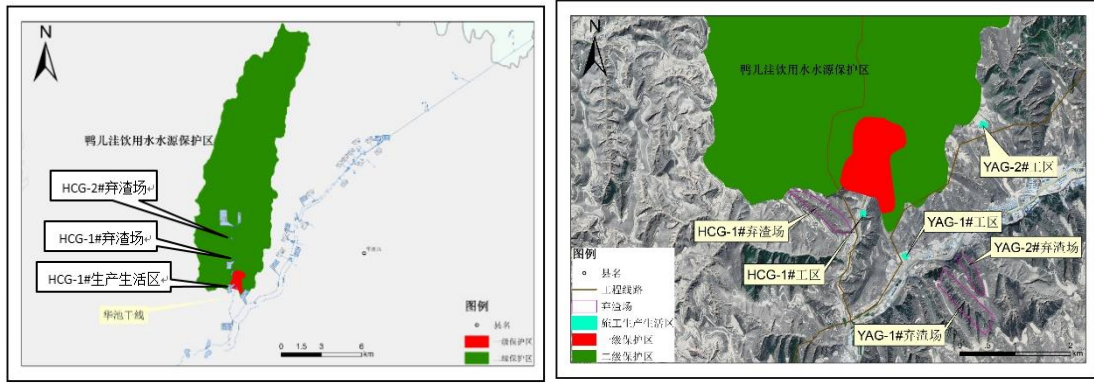
优化调整后

图 3.5-8 施工布置涉及马岭东沟饮用水水源保护区优化调整情况

(6) 华池县鸭儿洼饮用水水源保护区

优化调整前：华池干线 HCG-1#生产生活区涉及一级保护区，HCG-1#弃渣场、HCG-2#弃渣场涉及二级保护区。

优化调整后：HCG-1#生产生活区、HCG-1#弃渣场、HCG-2#弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 110m。



优化调整前

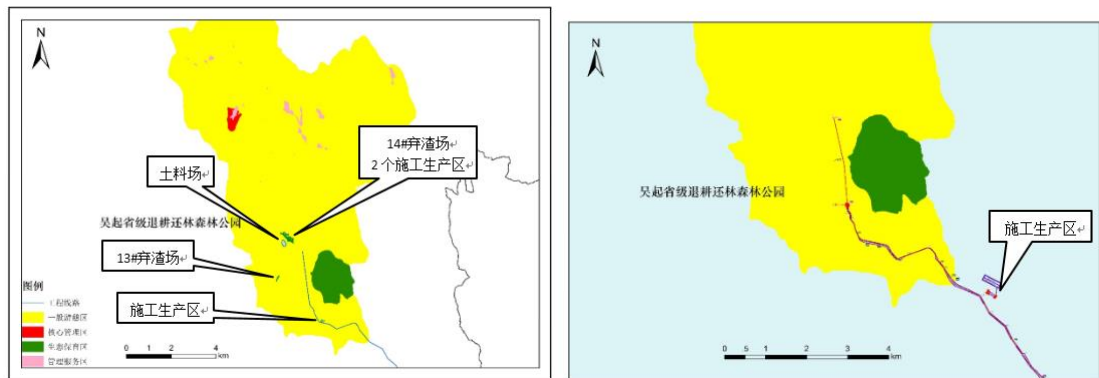
优化调整后

图 3.5-9 施工布置涉及华池县鸭儿洼饮用水水源保护区优化调整情况

(7) 吴起省级退耕还林森林公园

优化调整前：延安干线吴起段金佛坪水库土料场、13#弃渣场、14#弃渣场、3 个施工生产区位于森林公园一般游憩区。

优化调整后：土料场、弃渣场、施工生产区均调出森林公园范围，与森林公园最近距离约 800m。



优化调整前

优化调整后

图 3.5-10 施工布置涉及吴起省级退耕还林森林公园优化调整情况

(8) 红庄水库饮用水水源保护区

优化调整前：延安干线宝塔段 1 个施工生产区位于二级保护区和准保护区，48#弃渣场、1 个施工生产区位于水源地准保护区。

优化调整后：施工生产区、弃渣场均调出水源保护区范围，与水源保护区最近距离约 1.6km。

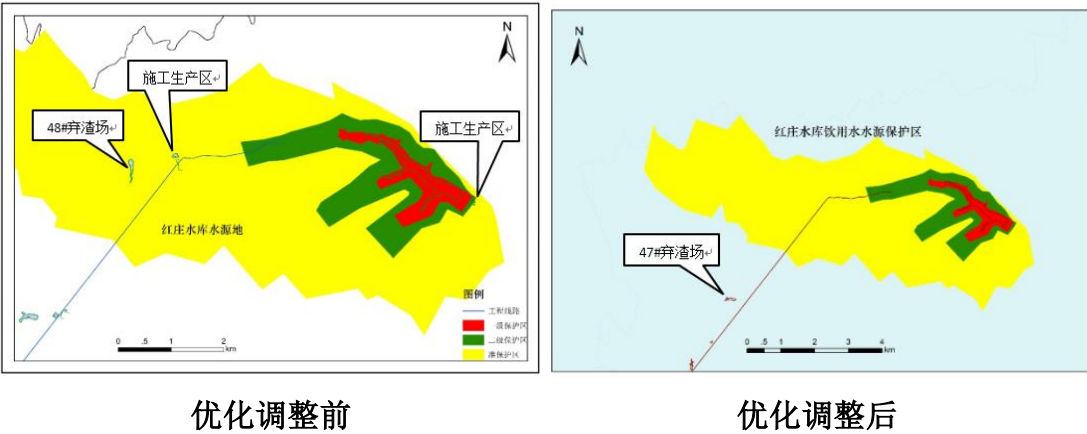


图 3.5-11 施工布置涉及红庄水库饮用水水源保护区优化调整情况

3.5.2.2 弃渣场优化情况

本工程弃渣场主要选择在工程附近沟道、坡地或平坦处，主要占地类型为耕地、园地、林地、草地、交通用地、其他用地等。在工程前期论证及方案设计阶段，因地形地质条件限制，堆渣量较少，占压现有道路、房屋等原因，弃渣场选址时优化减少了 32 个渣场，至 2020 年可研阶段共设置 282 个渣场。

由于环评前期介入对弃渣场的选址提出了优化调整的建议，可研阶段弃渣场布置进一步优化调整，因施工困难和地质条件差、堆渣量较少等优化后减少 14 处弃渣场，涉及基本农田优化后减少 1 处，涉及国家二级公益林优化后减少 9 处，涉及压矿减少 1 处，涉及环境敏感区减少 5 处，最终确定工程沿线弃渣场共计 252 个。经调整后弃渣场的设置遵循了避让生态敏感区、水源保护区、人口集中区域，占地范围内未发现珍稀濒危野生动植物物种分布。

表 3.5-2 白龙江引水工程可研阶段减少的弃渣场情况表

序号	名称	堆渣量 (万 m ³)	堆渣最大高度 (m)	渣场类型	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	弃渣场级别	环境优化原因
1	TS-17#弃渣场	7.2	18	沟道型	无危害	5	地质条件差、堆渣量较少
2	TS-27#弃渣场	4.43	19	沟道型	无危害	5	涉及基本农田
3	TS-28#弃渣场	1.86	19	坡地型	无危害	5	涉及国家二级公益林
4	GJS-1#弃渣场	45.96	58	坡地型	较轻	4	地质条件差、施工困难

序号	名称	堆渣量 (万 m ³)	堆渣最大高度 (m)	渣场类型	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	弃渣场级别	环境优化原因
5	GJS-2#弃渣场	45.96	31	坡地型	较轻	4	地质条件差、施工困难
6	LKC-1#弃渣场	92.54	49	沟道型	较轻	4	涉及国家二级公益林
7	WQG-1#弃渣场	102.46	95	平地型	不严重	3	地质条件差、施工困难
8	WQG-2#弃渣场	102.46	75	平地型	不严重	3	地质条件差、施工困难
9	ZQ-XZ58#弃渣场	3.87	15	沟道型	无危害	5	涉及环境敏感区（巴家咀水库饮用水水源保护区）
10	ZQ-XZ64#弃渣场	12.94	19	沟道型	无危害	5	涉及环境敏感区（巴家咀水库饮用水水源保护区）
11	ZQ-XZ99#弃渣场	9.62	18	沟道型	无危害	5	涉及国家二级公益林
12	ZQ-XZ100#弃渣场	18.46	15	沟道型	无危害	5	地质条件差、堆渣量较少
13	ZQ-XZ101#弃渣场	11.62	15	沟道型	无危害	5	地质条件差、堆渣量较少
14	ZQ-XZ102#弃渣场	9.45	15	沟道型	无危害	5	涉及压矿
15	ZQ-XZ103#弃渣场	32.65	30	沟道型	无危害	4	地质条件差、施工困难
16	ZQ-XZ104#弃渣场	7.21	29	沟道型	无危害	4	涉及国家二级公益林
17	ZQ-XZ105#弃渣场	32.45	18	沟道型	无危害	5	涉及国家二级公益林
18	ZQ-XZ106#弃渣场	39.67	17	沟道型	无危害	5	地质条件差、施工困难
19	ZQ-XZ107#弃渣场	40.84	28	沟道型	无危害	4	涉及国家二级公益林
20	ZQ-XZ108#弃渣场	35.01	35	沟道型	无危害	4	地质条件差、施工困难
21	ZQ-XZ109#弃渣场	50.57	26	沟道型	无危害	4	涉及国家二级公益林
22	ZQ-XZ110#弃渣场	23.34	19	沟道型	无危害	5	地质条件差、施工困难
23	ZQ-XZ111#弃渣场	44.73	18	沟道型	无危害	5	地质条件差、施工困难

序号	名称	堆渣量 (万 m ³)	堆渣最大高度 (m)	渣场类型	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度	弃渣场级别	环境优化原因
24	ZQ-XZ112# 弃渣场	63.27	24	沟道型	无危害	4	涉及国家二级公益林
25	ZQ-XZ113# 弃渣场	43.8	37	沟道型	无危害	4	地质条件差、施工困难
26	ZQ-XZ114# 弃渣场	42.08	32	沟道型	无危害	4	地质条件差、施工困难
27	YA-13 渣场	8.53	19	沟道型	无危害	5	涉及环境敏感区（吴起省级退耕还林森林公园）
28	YA-14 渣场	10.49	17	沟道型	无危害	5	涉及环境敏感区（吴起省级退耕还林森林公园）
29	YA-48 渣场	4.2	15	沟道型	无危害	5	涉及环境敏感区（红庄水库饮用水水源保护区）
30	YA-58 渣场	5.11	18	沟道型	无危害	5	涉及国家二级公益林

3.5.3 下闸蓄水过程优化调整

根据原设计方案，新建代古寺水库第六年2月初下闸蓄水，蓄至放空洞底高程需47天，蓄至死水位（最低发电水位）需63天，即原水库初期蓄水时期为2月初至4月初。根据调查，白龙江上游鱼类主要繁殖期为3~6月，因此，原设计方案下闸蓄水期间，会对鱼类的繁殖产生一定不利影响。

经环评专业与主体沟通建议后，水库下闸蓄水过程调整为第六年1月初下闸蓄水，蓄至放空洞底高程需23天，蓄至死水位（最低发电水位）需45天。水库初期蓄水时期调整为1月初至2月中旬，避开了鱼类的繁殖期，更好地保障新建代古寺水库下游江段水生生物的生境条件。

3.6 环境影响识别及评价因子筛选

3.6.1 环境影响识别

采用矩阵法识别工程不同时段各影响因素对环境的影响性质及影响程度，分析结果见表3.6-1。

表 3.6-1 工程环境影响识别矩阵

影响因素			自然环境										
			水文	水温	水质	地下水	陆生植物	陆生动物	水生动物	环境空气	声环境	土壤	水土流失
工程作用因素	准备期	场地平整					▽	▽		▽	▽	▼	▼
		施工交通					▽	▽		▽	▽	▽	▼
	主体施工期	料场开采					▽	▽		▽	▽	▼	▼
		主体施工	▽		▽		▽	▽	▽	▽	▽	▼	▼
		施工场地					▽	▽		▽	▽	▽	
		施工人员			▽		▽	▽	▽				
		附属工厂			▽						▽		
		弃渣场					▽					▽	▽
		淹没与占地	▼				▼	▼				▼	▽
	运行期	运行调度	▼	▼	▽	▼	▽		▽				
		拦河建筑物阻隔							▼				
		工程管理			▽								
	移民安置	移民安置											
		公用设施					▽					▽	▽
		专项迁建					▽	▽		▽	▽	▽	▽
影响区域		水源及下游区	x	x	x	x	x	x	x			x	
		输水沿线区					x	x				x	x
		受水区	√		x	√							

注：①▼显著影响，▽较小影响；√有利影响及影响区域，x 不利影响及影响区域；②准备期、主体工程施工期及移民安置活动对各区域（不涉及受水区）均为不利影响，表中不再反映；表中影响性质及影响区域仅指运行期相关影响。

3.6.2 评价因子筛选

结合白龙江引水工程特性、区域环境背景以及环境保护相关要求，确定本工程评价因子并进行筛选，详见表 3.6-2。

表 3.6-2 白龙江引水工程环境影响评价因子汇总表

环境要素	评价时段		评价因子
地表水环境	现状评价		水文：流量、水位、水面宽、水深
			水温：水温、沿程增温率
			水质：反映河流水质情况的基本指标，COD、氨氮、TP、TN 等
	预测评价	施工期	水文：流量
			水质：废水排放量、pH、SS、COD 等
		运行期	水文：沿程水文情势变化，包括水位、水面宽、水深、流速
			水温：库区水温结构与分布、下泄水温、沿程水温
		水环境：COD、氨氮、TP、TN 等水质指标，气体过饱和	
地下水环境	现状评价		地下水赋存条件、水位、径流补排条件
	预测评价	施工期	施工隧洞周边水位变化情况
		运行期	隧洞周边水位变化情况
声环境	现状评价		昼间与夜间等效连续 A 声级（Leq）
	预测评价	施工期	噪声源强与衰减量、环境敏感对象等效连续 A 声级（Leq）
环境空气	现状评价		TSP、PM ₁₀ 、NO ₂ 、SO ₂ 等
	预测评价	施工期	颗粒物
固体废物	预测评价	施工期	施工人员生活垃圾产生量，施工弃渣
生态环境	现状评价		自然条件：地形地貌、气候气象
			陆生生态：植被类型、珍稀动植物及其重要栖息生境、景观生态体系
			水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类及其“三场”
	预测评价	施工期	陆生生态：施工占地区植被类型与面积、珍稀动植物及其重要栖息生境
			水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类资源
		运行期	陆生生态：植被类型与覆盖度、珍稀动植物及其重要栖息生境、景观生态体系
		水生生态：水生生境、饵料生物、鱼类及其“三场”	
移民安置	现状评价		安置点所在区域水环境、生态、环境空气、声环境等现状
	预测评价	施工期	集中安置点及专项设施建设施工环境影响
		运行期	集中安置点运行期生活污水、生活垃圾排放环境影响

3.6.3 重点环境要素筛选

根据对工程各个阶段环境影响源及其影响因素的分析，通过上述环境影响识别，筛选出以下环境问题作为本次评价工作的重点内容：

（1）对水资源利用的影响

(2) 对水文情势的影响

主要是对水源及下游区白龙江干流水文情势的影响以及受水区水文情势的影响。

(3) 对地表水环境的影响

1) 对水温的影响

2) 对水质的影响

主要是对白龙江代古寺水库下游干流水温、水质，受水区河流水质的影响。

(4) 对地下水环境的影响

1) 工程建设区

包括：代古寺水利枢纽工程区、输水工程区地下水影响。

2) 工程影响区

包括：对白龙江代古寺坝址以下河段河谷区地下水影响。

(5) 对土壤环境的影响

(6) 对陆生生态环境的影响

1) 水源及下游区

①对生态系统结构与功能的影响

②敏感生态问题

包括对自然保护区、风景名胜区、森林公园、陆生动植物的影响，水土流失影响。

2) 输水沿线区

包括对风景名胜区、森林公园、陆生动植物等的影响，水土流失影响。

(7) 对水生生态的影响

主要是对水源及下游区白龙江干流、受水区影响河段水生生态的影响。

(8) 施工期环境影响

(9) 移民安置环境影响

其中，地表水、陆生生态、水生生态影响分析是本次环评的重点。水环境评价的重点是对水资源调出区水文情势、水温、水质的影响，受水区水质影响、水污染防治规划分析；陆生生态评价的重点是对生态完整性、保护动植物、各类环

境敏感区的影响，水生生态评价的重点是对保护鱼类和白龙江特有鱼类的影响，并提出相应的环境保护对策措施。

4 环境现状调查与评价

4.1 水源及下游区环境现状调查与评价

4.1.1 流域概况

白龙江引水工程是从甘肃省白龙江上游迭部县代古寺自流引水至黄河支流泾渭河流域天水市、平凉市、庆阳市和陕西省延安市的跨流域调水工程。白龙江引水工程地跨长江、黄河两大流域，穿越秦岭、六盘山两大分水屏障。代古寺坝址位于甘肃省迭部县黑杂村附近，白龙江干流与腊子沟交汇处，坝址以上流域面积 7864km²。

白龙江是嘉陵江右岸最大的支流，发源于川、甘、青交界处西倾山东侧郭尔莽梁北麓的甘肃省碌曲县郎木寺附近，曲折东南流，经过四川若尔盖县、甘肃省迭部、舟曲、武都县，复进入四川省，经青川、昭化二县汇入嘉陵江。河道全长 562km，其中甘肃省境内 475km，占 82.5%。白龙江流域面积为 31562km²，甘川省界以上流域面积 26723km²，其中甘肃省境内面积 18127km²。自上而下较大支流有达拉河、多儿沟、腊子沟、岷江、拱坝河、白水江、大团鱼河等。

达拉河在白龙江的右岸，发源于四川省若尔盖县境内的马蹄子，穿过岷山呈南北向流入甘肃省迭部县达拉乡境内，是白龙江上游最大的支流，在迭部县卡坝张下游 2km 处汇入白龙江，达拉河全长 124km，流域面积为 2694km²。多儿沟在白龙江的右岸，发源于四川省若尔盖县求吉乡东部甘川交界处，分南北两支，于甘肃迭部县多儿乡西让村附近汇流后继续东流，然后折向西北流，最后在阿夏林场南部汇入白龙江干流，流域面积 1065km²，干流河道长 71.7km；腊子沟在白龙江的左岸，发源于迭部县东北部边境，东流折向南流，经迭部县腊子口，至县边界洛大镇附近注入干流，流域面积 815km²，河道全长 54km；岷江在白龙江的左岸，发源于南北秦岭的分水岭，由北向南流经宕昌县阿坞、哈达铺、何家堡、城关、新城子、临江、官亭、两河口等 10 个乡镇，于两河口注入白龙江，流域面积 1978km²，河道全长 109km；拱坝河在白龙江的右岸，发源于岷山山系甘肃省舟曲县境内羊不梁、青山梁和大草坡一带，自西北向东南流经舟曲县的茶岗、拱坝、大年和武都区的槐树坝、黄鹿坝等地后，于两水汇入白龙江，流域面积

1281km²，河道全长 94km；白水江在白龙江的右岸，发源于甘肃、四川两省交界的岷山脉南段的弓杆岭，由西源白河与北源黑河汇流而成，黑白二水于黑水塘汇合后东南流，经九寨沟县、甘肃文县，于文县玉垒关注入白龙江，流域面积 8316km²，河道全长 305km；大团鱼河在白龙江的左岸，发源于武都区琵琶镇麻崖子附近，由北向南依次流经琵琶镇、洛塘镇、枫相乡等乡镇，于姚渡镇汇入白龙江干流，流域面积 716km²，河道全长 81.8km。

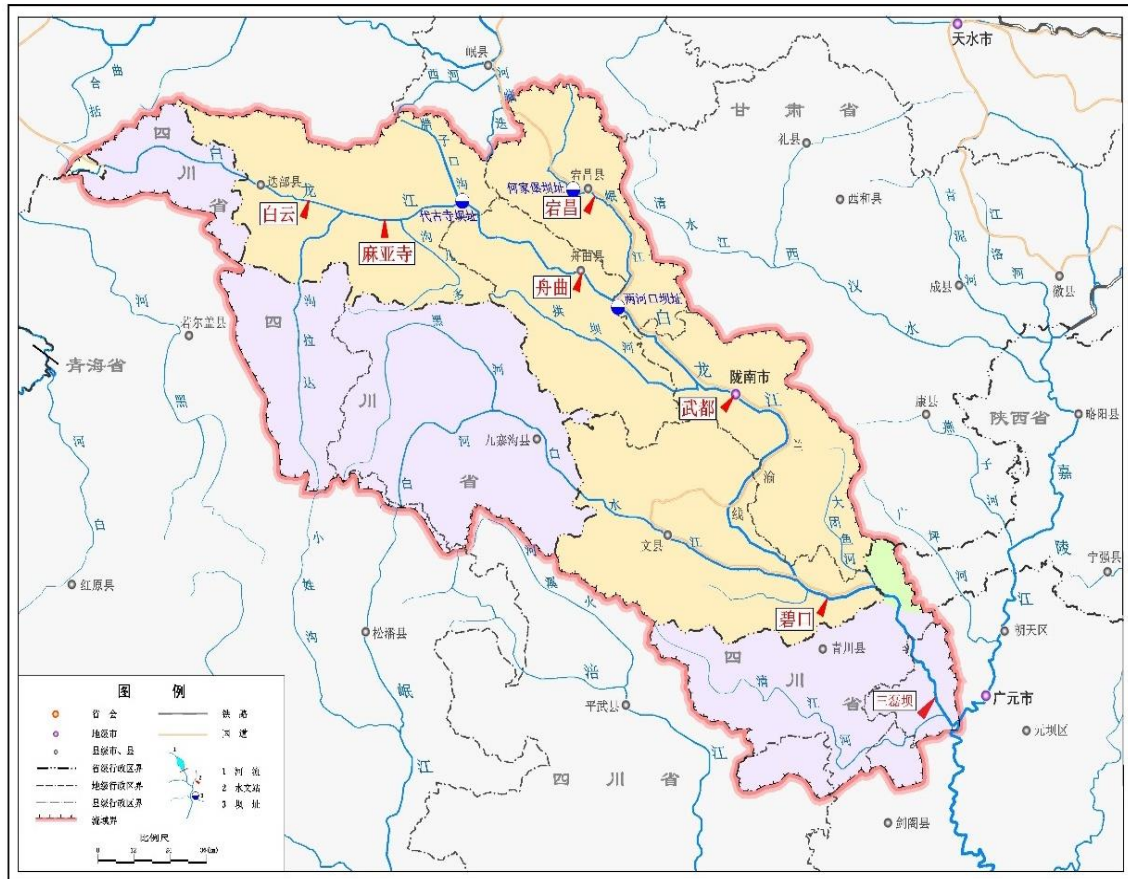


图 4.1-1 白龙江流域水系图

4.1.2 自然环境概况

(1) 自然地理

水源及下游区位于甘肃省东南部，南靠四川省，东与陕西省接壤，西与甘肃省甘南藏族自治州为邻，北以甘肃省天水市为界。地理位置介于东经 103°07′~106°36′，北纬 32°34′~34°33′之间，总土地面积 3.85 万 km²。水源及下游区行政区划包括甘肃省的甘南州、陇南市，四川省的阿坝州、广元市、绵阳市以及陕西省的汉中市，共 3 省 6 个市的部分区域。

(2) 地形地貌

水源及下游区总体地势西高东低，西部为迭山、西倾山等海拔大于 3500m、切割深度 500~1000m 的高山地貌景观，东部的大部分地区是切割深度不等的中山，徽县~成县和西和~礼县为弱切割的红色丘陵盆地，地势由西部的高山峡谷逐渐降至低山丘陵区域。

水源水库总体呈近东西向，至洛大乡代古寺左岸腊子沟口后转向南东（与腊子沟发育方向一致），经拟建代古寺坝址后流出库区，河曲较为发育。白龙江干流及其腊子口支流河谷形态呈“V”字型或不对称型，且多为斜向谷，谷底宽 20m~50m，个别冲沟沟口位置或河流转弯处宽达 200m 以上，自然坡降平均值约为 6.63‰，河道弯曲、水流湍急。河谷两岸阶地较发育，以Ⅲ~Ⅳ级阶地为主，以扇型或狭长型在河谷两岸展布；两岸岸坡不连续分布有 V~Ⅶ级阶地，高于河床 90~250m 不等，阶地类型均为侵蚀堆积阶地。

水库区地貌属深度切割侵蚀、剥蚀的中高山区，地势总体北西高、东南低。两岸地形陡峻，天然边坡一般为 47°~65°，局部近直立。两岸顶高程一般 2200~4000m 不等，相对高差达 500~2200m 以上，岸坡多为陡坡、悬崖，坡度一般 30°~70°，局部近直立。

库区两岸支流较发育，多以大角度或近垂直汇入白龙江，部分常年流水，库区水系平面呈树枝状，其中较大的支流有腊子沟，较大冲沟有益高冲沟、多玛沟、水泊沟、西布古冲沟、黑扎冲沟（左、右岸各发育一条）、磨沟等，其中腊子沟支流范围内发育较大冲沟水磨河、桑坝隆哇沟、录坝等冲沟。



图 4.1-2 水源水库工程地形地貌

(3) 气象

白龙江流域地处我国青藏高原东缘、北秦岭南侧，具有亚热带与暖温带过渡的气候特点，年平均气温在 2~14℃。受地形影响，气候的垂直差异性明显。春季气温回升快，多春旱，寒潮；夏季天气炎热，常有夏旱、洪涝；秋季气温下降快，常有秋绵雨，雨雾日多；冬季冷冻明显，高山多雪，气候干燥，境内地势起伏大，山高谷深，四季分明。选取迭部、舟曲、岷县、宕昌气象站为参证站，见表 4.1-1~表 4.1-4，多年平均气温 7.4~13.5℃，平均相对湿度 60~66%。

表 4.1-1 迭部气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (℃)	-3.6	-0.2	4.1	8.5	11.9	14.7	16.9	16.4	12.8	7.7	1.9	-3.6	7.4
极端最高气温 (℃)	21	23.6	28.7	33.9	32.7	33.3	35.5	34.5	32.7	25.7	21.7	21	35.5
极端最低气温 (℃)	-18.9	-17.8	-17.1	-7	-2.9	-0.4	2.6	2.6	-2	-8.2	-14.1	-18.9	-18.9
平均相对湿度 (%)	53	52	56	58	65	72	74	73	76	74	62	56	64
极大风速 (m/s)	16.6	17.5	17.3	17.4	16.9	18.1	18.6	18.8	18.3	17.1	14.5	16.5	18.8
最大 1 日降水量 (mm)	1.1	2	5.5	12.3	17.7	18.4	28.9	27.3	22	12.9	3.6	1.1	28.9
最大积雪深度(cm)	7	15	9	11	5	0	0	0	0	3	15	10	15
最大冻土深度 (cm)	75	74	62	6	0	0	0	0	0	6	18	56	75

表 4.1-2 舟曲气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (℃)	2	5.1	9.4	14.4	18.4	21.5	23.8	22.8	18.6	13.7	8.4	3	13.5
极端最高气温 (℃)	16.5	25.3	29	32.9	35.3	38.2	37.1	38	34.7	27.9	22.9	20.6	38.2
极端最低气温 (℃)	-9	-6.5	-4.6	-0.5	3.7	9.3	13.5	11.8	7.3	0	-4.5	-9.6	-9.6
平均相对湿度 (%)	53	52	54	55	58	61	63	66	70	70	61	55	60
极大风速 (m/s)	12.8	14.9	15.1	16	15.5	15.9	18	15.6	17.5	16	13.8	13.6	18

表 4.1-3 岷县气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (℃)	-6	-2.7	2	7	11.2	14.3	16.5	15.8	12	6.9	0.9	-4.7	6.1
极端最高气温 (℃)	18.3	21.8	27.1	30	29.3	29.9	33.3	30.5	29.9	23.9	20.2	15.3	33.3
极端最低气温 (℃)	-24.1	-22.8	-17.4	-9	-4.3	1.1	1.8	2.1	-1.9	-8.2	-16.9	-21.5	-24.1
平均相对湿度 (%)	58	60	63	64	67	73	76	76	77	75	67	60	68
极大风速 (m/s)	18.3	16	22.1	24.2	21.2	24.8	18.8	21.9	18.8	22.4	16	20.4	24.8

表 4.1-4 宕昌气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-1.8	1.1	5.5	10.6	14.6	17.7	20.3	19.5	15.3	10.3	4.7	-0.8	9.8
极端最高气温 (°C)	15.2	22.3	30.3	30.9	33	33.7	36.7	34.1	33.8	25.7	23.1	17.4	36.7
极端最低气温 (°C)	-15.5	-13.4	-13.1	-4.1	-0.4	4.7	6.9	5.7	1.3	-4.6	-10.5	-16.6	-15.5
平均相对湿度 (%)	57	58	61	61	65	69	70	72	75	74	67	59	66
极大风速 (m/s)	11.3	12.4	13.4	12.7	14.3	14.3	12.6	16.4	12.5	11.9	12.6	11	16.4
最大 1 日降水量 (mm)	2.1	3	7.6	15.4	19.3	23.7	29.1	26.1	20	15.3	5.4	1.4	29.1
最大积雪深度 (cm)	8	12	13	5	2	0	0	0	0	7	10	6	13
最大冻土深度 (cm)	45	41	11	1	0	0	0	0	0	1	13	34	45

(4) 水文泥沙

1) 流域径流特性

白龙江属降水补给型河流。白龙江中上游年径流的多年变化相对稳定，其各月径流量所占比例与补给条件有关，枯水期径流是地下水补给为主，地表水为辅。白龙江径流年内分配不均匀，具有较强的季节性。自上游至下游，各站年内分配不均匀性呈现增加~减少的规律，径流集中期则逐渐提前，径流主要集中在 5 月~10 月，占全年径流的 68%~75%。最小年平均流量与最大年平均流量比值在 35.4%~39.7%之间，最小枯水期（12 月~3 月）平均流量与最大枯水期流量平均流量比值为 36.5%~52.7%之间。流域内白云、麻亚寺、舟曲、武都、碧口、宕昌水文站径流年内分配见图 4.1-3。

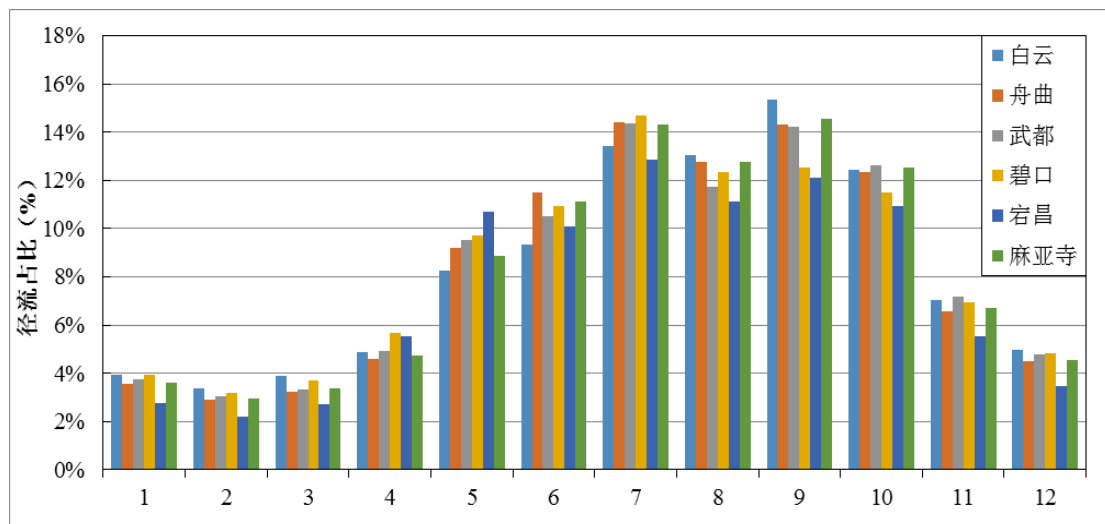


图 4.1-3 白龙江流域主要水文站径流年内分配

2) 代古寺坝址径流

代古寺坝址多年平均径流量 21.65 亿 m^3 , 平均流量 $68.6\text{m}^3/\text{s}$, 径流深 275mm。径流主要集中在 5~10 月, 占全年的 75%, 11~4 月占全年的 25%。代古寺坝址多年平均各月径流量见表 4.1-5 和图 4.1-4, 坝址径流量频率计算成果见表 4.1-6。

表 4.1-5 代古寺坝址径流量年内分配

项目	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
径流量 (亿 m^3)	0.773	0.634	0.711	1.01	1.98	2.48	3.08	2.74	3.10	2.71	1.44	0.984
流量 (m^3/s)	28.9	26.0	26.5	38.9	74.1	95.7	115	102	120	101	55.5	36.7

表 4.1-6 代古寺坝址径流量频率计算成果

单位: 亿 m^3

时段	统计参数			不同保证率设计值			
	均值	Cv	Cs/Cv	20%	50%	80%	95%
年径流	21.65	0.25	2.5	26.0	21.1	17.0	13.8
11~4 月	5.65	0.18	2.5	6.48	5.58	4.78	4.12

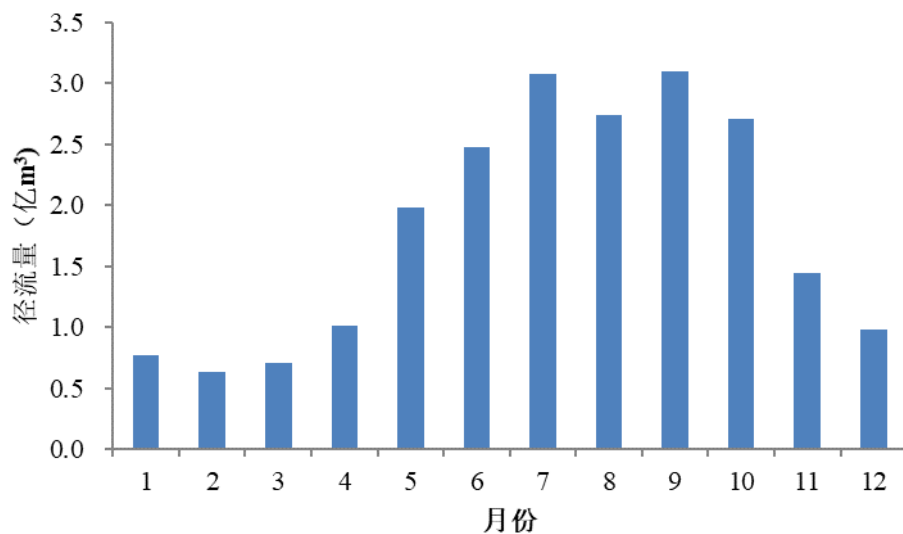


图 4.1-4 代古寺坝址径流量年内分配

3) 洪水

白龙江洪水由暴雨产生。白龙江产生大范围降雨的天气系统为西风环流, 即西太平洋副热带高压及印度洋孟加拉湾的暖湿气流在白龙江流域辐合上升形成暴雨, 川西北是一个暴雨中心; 因白龙江上游在青藏高原与四川盆地的过渡地带, 处于川西北暴雨区的边缘, 因而降雨强度相对较小。

由于西太平洋副热带高压五月份开始西伸北抬，5月下旬影响到白龙江上游地区，因此雨季一般在5月下旬开始，白龙江上游5月份进入汛期，70%以上的年最大洪峰流量都出现在7月~9月，故7月~9月为白龙江上游的主汛期。

白龙江流域洪水具有山区河流洪水来势凶猛、陡涨陡落、洪枯水位变幅大的特性。由于暴雨的成因不同，形成强度、历时和范围各不相同的暴雨过程，从而产生不同类型的洪水过程。

白龙江流域洪水过程多为单峰，偶有双峰或复峰，这多为暴雨时程分配造成。大洪水涨水历时多在30~50小时，一场次洪水过程多在7日内。

白龙江流域洪水主要出现在5~10月，舟曲水文站历年月最大洪峰发生月份分布情况见图4.1-5。

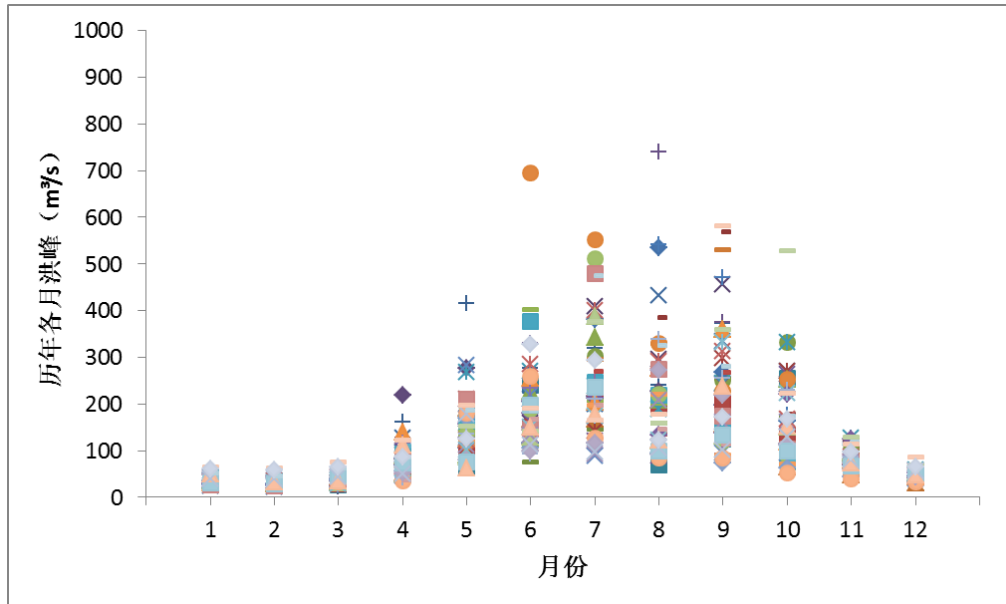


图 4.1-5 白龙江舟曲水文站年月最大洪峰发生月份散布图

由于代古寺坝址处无水文观测资料，而麻亚寺、舟曲站均位于白龙江干流，其洪水演变有一定的规律性，因此，采用两站设计洪水用内插法推求代古寺坝址设计洪水，详见表4.1-7。

表 4.1-7 代古寺坝址设计洪水成果

单位：m³/s、万 m³

设计频率	P=0.02%	P=0.05%	P=0.2%	P=0.5%	P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%
洪峰	4116	3568	2755	2234	1851	1481	1221	1022	709
24h 洪量	30866	26770	20700	16804	13942	11179	9227	7742	5387
3d 洪量	81619	70787	54737	44435	36867	29561	24398	20472	14245
7d 洪量	149056	129811	101239	82845	69290	56151	46820	39685	28254

4) 泥沙

白龙江流域进行泥沙测验的主要水文站有根古、舟曲（立节/香椿沟站）、武都、蒿子店、碧口和三磊坝，多年平均输沙量分别为 50 万 t、158 万 t、1725 万 t、2240 万 t、2370 万 t，多年平均含沙量分别为 0.64kg/m^3 、 0.667kg/m^3 、 3.85kg/m^3 、 2.56kg/m^3 、 2.26kg/m^3 。

代古寺坝址位于白龙江干流上游，坝址以上流域面积 7864km^2 ，坝址下游舟曲水文站控制流域面积为 8955km^2 ，设立于 1964 年，有 1964、1967~2009 年、2013~2014、2016~2017 年共 47 年同期水沙实测资料。舟曲水文站实测水沙成果见表 4.1-8。

表 4.1-8 白龙江舟曲水文站实测水沙年内分配表

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
水量（亿 m^3 ）	0.844	0.693	0.778	1.10	2.24	2.75	3.32	2.98	3.34	2.97	1.59	1.08	23.7
输沙量（万 t）	0.728	0.584	0.802	3.50	17.1	21.2	36.1	31.6	30.5	13.3	1.62	0.926	158
含沙量 （ kg/m^3 ）	0.086	0.084	0.103	0.319	0.763	0.770	1.09	1.06	0.911	0.449	0.102	0.086	0.667

5) 冰情

根据麻亚寺水文站资料，12 月下旬到翌年 2 月，河道有岸冰，水流有稀疏流冰花现象，从未出现河流封冻现象。

水流进入水库后，由于紊动作用减弱，表面水体失热容易形成冰盖。代古寺水库附近的宕昌县极端最低气温 -16.6°C ，查全国冰情图，当地极端最大冰厚 0.25m 。

（5）地质

1) 地层岩性

代古寺水库库区范围内主要出露地层为古生界志留系下~中上统（ S_{1-3} ）、泥盆系中上统（ D_{2-3} ）、石炭系下、中统（ C_{1-2} ）二叠系（P）以及中生界三叠系下统（ T_1 ）；库区岩浆岩为印支期（晚三叠系）腊子口序列（ T_3 ）黑云母花岗闪长岩、黑云母石英二长闪长岩、石英闪长岩等；新生代第四系松散堆积层。库区主要地层岩性特征及分布范围可详见下表。

表 4.1-9 水源水库库区主要地层岩性特征简表

界	系	地层				代号	厚度 (m)	地层岩性特征与分布
		统	群	组	段			
新生界	第四系	全新统				Q_4^s	5~30	碎石土：灰黄色，干~稍湿，稍密，碎石含量约占 40%~45%，块径 10~200mm 不等，次棱角~棱角状，成分以灰岩、千枚状板岩为主。土为低液限粘土。主要分布于白龙江两岸村庄及公路旁。
						Q_4^{pl} Q_4^{dl} Q_4^{pld}	>20	砂砾石和碎石夹土：灰色，湿~饱和，稍密。砾石含量约占 50%~60%，粒径 10~120mm，次圆状，成分以灰岩、花岗闪长岩为主。砂为中细砂，广泛分布于白龙江两侧冲沟内。
						Q_4^{del}	5~35	碎石夹土：灰色，干，松散~稍密，碎石含量约占 70%，块径 10~200mm 不等，局部夹孤石，块径大于 1m，棱角状，成分以灰岩、千枚状板岩为主。分布于白龙江两岸构造发育岸坡附近，单片分布范围一般不大。
						Q_4^{alp}	5~20	砂砾石：灰色，湿~饱和，稍密~中密。砾石含量约占 50%~60%，粒径 20~100mm，次圆状，成分以灰岩、花岗闪长岩为主。砂为中细砂，成分以石英岩屑为主。分布于白龙江河床及河漫滩处。
						Q_4^{dl+c} ol	5~15	碎石土：灰黄色，干~稍湿，稍密，碎石含量约占 60%~65%，块径 10~800mm 不等，棱角状，成分以灰岩、千枚状板岩为主。土为低液限粘土。主要分布于白龙江两岸陡坡坡脚处。
		上更新统				Q_3^{los}	>15	黄土状土（成因不明）：灰黄色，干~稍湿，硬塑状，局部夹少量贝壳，见垂直节理，具湿陷性。主要分布于白龙江干流较高山顶缓坡地带、坝址两河交汇处山顶鞍部附近及腊子口支流两岸山顶或岸坡处。
						Q_3^{alp}	10~30	砂砾石：灰色，稍湿，中密，分选性较差，含少量泥质。砾石含量约占 50%~55%，粒径 10~80mm，次圆状，成分以灰岩、花岗闪长岩为主。局部见轻微胶结现象。广泛分布白龙江两岸宽缓平台处。
中生界	三叠系	下统	隆务	马热松		T_{1m}	>1700	粉砂质灰岩，灰黑、灰黄~黄褐色，细~微晶结构，薄层-中层状，夹钙质板岩、粉砂岩及粉砂质板岩；主要在腊子口支流库尾上

地层						代号	厚度 (m)	地层岩性特征与分布	
界	系	统	群	组	段				
			河 群	多 组		T _{1z}	200 ~ 400	游、岔隆村以及赵藏谷上游两侧出露，为库区以外范围。	
				扎 里 山 组				灰岩，灰黑色，泥晶结构，似板状构造（薄层），主要由方解石组成，局部可见缝合线构造，夹深灰色粉砂质板岩及杂砂岩；主要分布于腊子口支流上游河段。	
古 生 界	二 叠 系	中 统		大 关 山 组		P _{2dg}	>100	灰黑色厚层～块状微晶灰岩、薄层灰岩及生屑灰岩为主，普遍含燧石条带或燧石团块，并夹砂岩、板岩（页岩）、炭质板岩及砂质灰岩。含珊瑚化石。与下伏石炭统杂海群整合接触，与上覆上二叠统石关群为平行不整合接触；主要在白龙江库尾上游少量出露。	
	石 炭 系	中 统	岷 河 群			C _{2m}	200 ~ 700	上部为浅灰色、灰色中厚层结晶灰岩夹紫红色泥岩，下部为灰黑色，中厚层状～块状粉～微晶灰岩，夹少量深灰色薄层状灰岩、炭质页岩、薄层石英细砂岩。与下伏志留系迭部组为断层接触，与上覆中石炭统岷河群为整合接触。在白龙江干流库尾上游右岸少量分布。	
		下 统		略 阳 组			C _{2l}	>400	泥质灰岩，灰黑色，变余泥晶质结构，似板状构造，主要由方解石组成，夹钙质板岩、泥质条带灰岩、页岩或板岩等；与上覆益哇沟组为整合接触。主要在腊子口支流库区左岸大量分布。
泥 盆 系	上 统			擦 阔 合 组		D _{3c}	>200		
								中 统	

地层						代号	厚度 (m)	地层岩性特征与分布
界	系	统	群	组	段			
						D _{2x}	>200	下部主要为钙质粉砂质板岩、钙质细砂岩为主夹泥晶灰岩、泥灰岩。中段以生物碎屑灰岩为主夹板岩。上部岩性主要为（砂质）灰岩，灰色，变余泥晶结构，似板状构造、条带状构造，主要由方解石组成，夹细碎屑岩；与上覆盖哇沟组为整合接触，与下伏当多组为整合接触。在腊子口支流桑巴隆洼沟少量出露。
						D _{2l}	>100	含生屑亮晶灰岩、泥晶灰岩、生物碎屑灰岩，底部夹钙质上岸、板岩。下伏当多组为整合接触。在腊子口支流桑巴隆洼沟少量出露。
						D _{1d}	>750	底部多为钙质砾岩，下部以灰岩为主，灰黑色，变余泥晶结构，似板状构造，主要由方解石组成，夹细碎屑岩；中上部为含铁岩系，顶部以灰~褐色厚层石英砂岩为主夹含铁亮晶生屑灰岩、板岩，与下吾那组灰岩整合接触，与下伏志留系地层为平行不整合接触。主要分布于白龙江干流水泊峡上游河段及桑巴沟灰岩料场附近，沿条带状NW向展布。
		下统						
		上统				S _{3zw}	>3500	上部以砂质板岩，灰黄、灰绿色，变余细粒结构，似板状构造/似千枚状构造，主要由石英、岩屑组成为主，夹炭质板岩，或互层，灰黑色，变余泥质结构，似板状构造，主要由粘土质组成。下部为深灰色绢云母板岩夹少量粉砂质板岩。整合覆于舟曲组之上，与上覆泥盆统为平行不整合接触。主要在白龙江干流库区下游河段及坝址区广泛分布。
						S _{2z}	>3000	下部为灰色薄~中厚层变石英细砂岩夹深灰色含粉砂、含炭绢云母板岩。上部以千枚状/绢云母板岩为主，灰绿色，变余泥质、砂质结构，似板状/似千枚状结构，主要由砂、绢云母绿泥石组成，夹少量板岩及粉砂质千枚岩；与下伏迭部组，上覆卓乌阔组均为整合接触。在白龙江干流库区上游段大量出露。
						S _{1d}	600~3500	下部为含砾细砂岩、变绢云石英粉砂岩夹含炭绢云母板岩。上部以绢云母板岩为主，灰色，变余粉砂质结构，似板状/似千枚状结构，主要由砂、绢云母组成，夹少量石英砂

地层						代号	厚度 (m)	地层岩性特征与分布
界	系	统	群	组	段			
								岩、炭质板岩、钙质板岩；与上覆舟曲组为整合接触。主要在白龙江干流库尾广泛分布。

评价区内岩浆岩不太发育，仅出露于东部的尖尼沟一腊子沟一带，出露有 5 处岩浆岩岩体，出露总面积不足 5km²，属印支期中酸性岩浆岩体，岩性主要为黑云母石英二长闪长岩和黑云母花岗闪长岩等。除 1 处侵入于下泥盆统地层外，其余 4 处均侵入于中、上志留统地层。库区范围内地表出露岩浆岩面积较大的有 2~3 处，均侵入上志留统地层内，分布位于腊子沟支沟桑坝隆哇沟两侧和白龙江干流与腊子沟交汇处，均以岩株状产出。主要岩浆岩岩体特征详下表。

表 4.1-10 水源水库库区主要岩浆岩岩体特征及简表

地层				代号		厚度 (m)	地层描述
界	时代	序列	单元	地层	主要岩性		
晚古生界	印支期 (晚三叠系)	腊子口	洛大北	T ₃ L	δηοβ ₅ ¹	90~240	岩性主要以黑云母石英二长闪长岩为主，灰黑色，细粒结构，块状构造，主要由黑云母、斜长石、钾长石、石英组成；夹少量石英闪长岩、钾长岩岩脉。主要分布于坝址区左岸、河床及右岸下游侧。
			尖藏南	T ₃ J	γδβ ₅ ¹	130~450	岩性主要以黑云母花岗闪长岩、二长花岗岩为主，花岗闪长岩，浅灰色，细粒花岗结构，块状构造，主要由斜长石、钾长石、石英组成；二长花岗岩，灰白色，细粒花岗结构/轻微碎裂状结构，块状构造，主要由斜长石、钾长石、石英组成；夹少量石英岩、钾长岩岩脉。主要分布于坝址区右岸及两河口交汇山包处。
			道藏若由	T ₃ D	δοβ ₅ ¹	200~600	岩性主要以石英闪长岩、二长闪长岩为主，石英闪长岩，浅灰色，细粒花岗结构，块状构造，主要由斜长石、钾长石、石英组成；二长花岗岩，灰白色，细粒花岗结构/轻微碎裂状结构，块状构造，主要由斜长石、钾长石、石英组成；夹少量石英岩、钾长岩岩脉。主要分布于桑坝隆哇道藏若由村两岸山顶附近。

库区范围岩脉集中分布于志留系-泥盆系地层中，总体呈北西-南东向展布，与区域构造线一致，并多沿北西向断裂带两侧分布，主要类型有：

石英闪长岩 (δO): 岩石呈灰、灰白色，半自形粒状结构，块状构造；主要矿物有斜长石、石英和少量黑云母；该岩脉较为发育，多呈透镜体状产出，规模较小。

石英闪长斑岩 ($\delta \mu$): 岩石风化面呈锈黄色，新鲜岩石呈灰白色，斑状结构，基质微粒结构，块状构造；主要矿物有斜长石为主，此为石英、黑云母和角闪石；黑云母和角闪石斑晶较少，多蚀变为绿泥石，斜长石多绢云母化；该岩脉不甚发育，多呈透镜体状产出，一般宽度几十厘米至十几米不等，长约十几米至百余米，多顺层产出，脉壁平直。

花岗斑岩 ($\gamma \pi$): 岩石呈灰褐、灰白色，斑状结构、细-微粒结构，块状构造，斑晶含量大于 15%，成分为石英；基质由斜长石、石英、黑云母组成。该类岩脉在库区内分布较少，脉体呈透镜体展布，宽度 6~15m 不等，延伸长度 50~300m，该类岩脉边部具高岭土化、碳酸盐岩化及绿泥石化等。

石英脉 (q): 岩石风化面呈灰黄色、新鲜岩石呈乳白色、青色，隐晶质结构，块状构造，主要矿物成份由隐晶质石英组成，含量大于 98%。该岩脉较为发育，多呈透镜体状产出，一般宽度几十厘米至几米不等，长约几米至几十米，脉壁较平直。

2) 地质构造

库区构造上位于白龙江复式背斜北翼，为单斜构造特征。库区回水范围内无区域性断层通过，仅在坝址左岸 3km~4km 及主要支流腊子沟以西有光盖山~迭部北缘断裂带及其分支断层带，主要褶皱构造为白依~桑坝背斜，背斜内断裂构造极其发育，重要的断裂构造有益哇—尖尼主体断裂和光盖山—翠古山断裂两条。

①断层

益哇—尖尼大断裂: 横穿县境，发育于白龙江复背斜轴部，是控制铀矿带的一条重要断裂，包括一系列基本平行逆冲断裂被北东向断裂所切割，在平面展布上具有向东收敛的帚状特征；该组断裂具 20m~50m 宽断层破碎带和断层角砾岩，并发育不对称小褶皱及构造透镜体。

光盖山~迭部北缘断裂带：该断裂带从坝址左岸 3~4km 及主要支流腊子沟以西处通过，出露于白龙江复式背斜轴部，西起海北，向东经益洼、祖西和尖尼北侧转南东，经过崔古在水泊村南横穿白龙江后，止于羊布梁北侧，总体呈 NWW（NW）向展布，倾向 NE，倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，是一条继承性活动的压扭性断裂。

白龙江断裂：分为南、北缘两条断裂，北缘断裂西起大峪坪乡南，向南东经架干坡、花园沟里、坪圩乡、朱家山延至武都西南，总体走向 305° ，倾向 SW，倾角 $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，为一条左旋逆走滑断裂。在舟曲县三角坪乡虎家湾村南一带，发育直线型的断层崖、断层三角面、断层曹地和反向陡坎等，地貌上存在长约 2km 的古地震变形带，为公元前 186 年武都 7 级地震的地震地表破裂遗迹。前人研究得到该断裂的左旋走滑速率为 1.3mm/a。

白龙江断裂为全新世活动断裂，沿库区库尾上游约 6km 白龙江河谷-右岸支流多儿沟方向延伸。

②褶皱

白依~桑坝背斜：该背斜是白龙江复式背斜的主要组成之一，轴部位于坝址区，总体呈 NWW~SEE 向，轴长大于 100km，核部由下志留统地层组成，两翼为中上志留统地层，轴面倾角 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。受其影响，次级褶皱较发育，库区水泊沟-洛大乡白龙江河段范围内主要有：水泊峡（BX01）背斜：背斜核部沿桑坝-水泊峡发育，斜穿白龙江，走向 $NW310^{\circ}\sim 325^{\circ}$ ，倾向 NE，向白龙江下游左岸倒转，基本与区域构造发育方向一致，近核部地层产状陡倾，北东翼宽约 3.5~5km，地层产状为 $NW310^{\circ}\sim 330^{\circ}/NE<60^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ；南西翼宽 2~4km，地层产状为 $NW295^{\circ}\sim 320^{\circ}/NE<70^{\circ}\sim 87^{\circ}$ 。洛大背斜（BX02）：背斜核部斜穿录坝沟-赵藏谷方向发育，核部发育方向为 $NW320^{\circ}\sim 330^{\circ}$ ，与区域构造方向一致，宽度约 6~8km，两翼产状为： $NW320^{\circ}\sim 330^{\circ}/NE(SW)<50^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 。

根据地质测绘，库区外围发育多条 I、II 级区域性断裂带，多呈北西向展布，其中 I 级断层有：库尾上游发育的 F2-6、F2-7、F2-8 等断层，垂直白龙江河谷或大角度相交，沿多儿沟方向延伸发育的深大断裂；以及斜穿桑坝隆哇-录坝沟-赵藏谷一带发育的 F2、F2-4 等区域性断层，根据 1:5 万地质资料显示，其中迭山-光盖山及其分支断裂断裂 F2，错断黄土地层，具多期活动性；发育的 II 级断层

主要有：沿录坝沟内发育的 F2-22、F2-23、F2-24 等区域性断层；库区回水范围内无大的区域性断层通过，多发育Ⅲ级小规模断层、褶皱等。

3) 区域构造稳定性及地震动参数

西秦岭南端（岷县以南）地区地震动峰值加速度 0.15g，对应地震烈度Ⅶ度，工程区 8km 范围内有多条全新世活动断裂发育，有 3 次 6.7 级地震活动，无明显区域重磁异常，综合判断，该区构造稳定差。

（6）水文地质

根据地下水赋存条件和水动力特征，可将区内地下水划分为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水两大类型。

松散岩类孔隙水：主要赋存于白龙江及其支沟沟谷地带，呈带状分布，多为潜水，水位埋深小于 5m。白龙江阶地含水层岩性为砂砾卵石，颗粒均匀，磨圆度好，泥质含量偏高，富水性近河段强，远河段弱。大冲沟含水层为砂、碎石、块石夹土，分选性和磨圆度均较差，且含泥质高，富水性较差。接受大气降水、基岩裂隙水及地表水补给，向河谷内排泄或沿含水层向下游径流。孔隙水受季节性气候的影响，水位变化大。

基岩裂隙水：基岩裂隙水是区内分布最广的地下水类型，区内大部分地区分布有基岩裂隙水。基岩裂隙水一般以潜水的形式出现，局部具有承压性。库区由于构造节理裂隙较发育，连通性好，为大气降水入渗补给地下水提供了良好通道和空间。接受大气降水补给，地下水赋存于卸荷带、断裂构造及其破碎带岩体中，沿裂隙网络系统运移，在含水层被切割或受阻以后以泉的形式溢出，转化为地表水，或间接补给其它类型地下水，向沟谷下游和低洼之处排泄。

4.1.3 地表水环境质量现状

4.1.3.1 污染源现状

（1）水源区污染源现状

代古寺水库位于山区峡谷河段，库区影响范围内无城镇，无工业企业分布。区域人口和耕地面积均较少，主要涉及旺藏乡花园村、水泊沟村、阿寺村、洛大乡黑杂村、尖藏村和腊子乡黑多村，人口约 3974 人，耕（园）地面积约 2109 亩，现状污染源以面源为主，主要来自农村生活污染、农田面源污染和畜禽养殖污染。

1) 农村生活污染

根据第二次全国污染源普查《生活污染源产排污系数手册》(试用版),代古寺水库所在区域为三区三类,经现场调查,库区范围内的村庄大部分没有水冲式厕所,则农村生活污水量产生系数为 13.3L/人·d,生活污水中 COD、氨氮、总氮、总磷的产生系数分别为 17.9g/人·d、0.06g/人·d、0.3g/人·d、0.03g/人·d。考虑大部分村落分布在河道边,污染物入河系数综合取 0.5。则库区农村生活污染物 COD、氨氮、总氮、总磷的入河量分别为 12.89 t/a、0.04 t/a、0.22 t/a、0.02t/a。

2) 农田面源污染

按 2020 年迭部县人均耕地面积 1.5 亩计算,库区范围内人口约 3974 人,则耕地面积约 5920 亩。根据《甘肃省发展统计年鉴(2018)》,甘肃省农田化肥施用量(折纯量)约 0.24t/hm²,其中氮肥 0.1 t/hm²,磷肥 0.04 t/hm²,复合肥 0.08 t/hm²。经测算,TN、TP 排放量为 38.05t/a、18.62t/a。入河系数按 0.1 计算,则 TN、TP 的入河量分别为 3.8t/a、1.86t/a。

3) 畜禽养殖

根据甘肃省环境统计数据及库区实物调查成果,库区内无规模化养殖场,以农牧民散养为主。

按第二次污染源普查的畜禽养殖产污系数(散户),西北区生猪的污染物排放系数 COD 为 1.61kg/头,全氮为 0.19kg/头,氨氮为 0.06kg/头,全磷为 0.03 kg/头;肉牛的污染物排放系数 COD 为 79.88kg/头,全氮为 3.92kg/头,氨氮为 0.31kg/头,全磷为 0.28 kg/头;羊的排放系数 COD 为 0.54kg/头,全氮为 0.06kg/头,氨氮为 0.02kg/头,全磷为 0.01 kg/头。

根据《甘肃省发展统计年鉴(2020)》折算,库区畜禽养殖面源污染物入河量 COD、总氮、氨氮、总磷分别为 30.21t/a、1.50 t/a、0.13 t/a、0.11 t/a。

(2) 水源下游区污染源现状

1) 点源

①工业污染源

白龙江引水工程水源下游区干流涉及甘肃省甘南藏族自治州和陇南市以及四川省广元市。基于上述 3 市州环境统计数据,统计了白龙江干流涉及乡镇工业

污染源，涉及行业主要为白酒制造、制药、食品加工等。工业污染源所在位置、污水排放量、主要污染物排放量等见表 4.1-11，入河系数取 1.0。2020 年，排入代古寺以下白龙江干流的废污水总量为 279.3 万 t，其中陇南市武都区 276 万 t，广元市利州区 3.3 万 t；COD 和氨氮排放总量分别为 432.73t 和 1.78t，其中陇南市武都区为 423.77t 和 1.54t，广元市利州区为 8.96t 和 0.24t。

表 4.1-11 白龙江干流主要工业污染源废污水排放情况调查统计表

序号	主要工业污染源名称	所在乡镇	行业类别名称	排放去向	污水排放量 (万 t/a)	污染物排放量	
						COD (t/a)	氨氮 (t/a)
1	武都陇丰酒业有限责任公司	武都区域关	白酒制造	直接进入白龙江	1.80	6.42	0.03
2	陇南祁连山水泥有限公司	武都区域关	水泥制造	直接进入白龙江	0.25	0.17	
3	甘肃阶州酒厂	武都区东江	白酒制造	直接进入白龙江	36.50	134.75	0.66
4	陇南白龙酒业有限责任公司	武都区域关	白酒制造	直接进入白龙江	165.0	108.00	0.53
5	陇南香园食品厂	武都区域关	酱油、食醋及类似制品制造	直接进入白龙江	1.90	1.14	
6	陇南明月中药饮片有限公司	武都区域关	中药饮片加工	直接进入白龙江	0.88	3.90	
7	陇南市圆根香商贸有限公司	武都区域关	农副食品加工	直接进入白龙江	1.89	0.73	0.32
8	甘肃佛仁制药有限公司	武都区域关	中成药生产	直接进入白龙江	31.00	32.67	
9	陇南田园橄榄油科技开发有限公司	武都区域关	食用植物油加工	直接进入白龙江	36.79	136.00	
10	零八一电子集团四川红轮机械有限公司	利州区宝轮镇	环境监测专用仪器仪表制造	直接进入白龙江	1.75	1.38	
11	广元市利州区宝合食品有限责任公司	利州区宝轮镇	牲畜屠宰	进入城市下水道（再入白龙江）	1.55	7.58	0.24
合计					279.3	432.73	1.78

②城镇生活污染源

城镇综合污染源包括居民生活污水、住宿餐饮污水、服务行业污水、医院污水等城镇统一收集、处理、排放的污水。

据调查，白龙江干流沿线已建 7 座城镇集中式污水处理厂，除舟曲县老城区污水处理厂和已停用的武都区东江污水处理厂执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准外，其余污水处理厂均执行一级 A 标准。污水处理入河系数取 1.0，2020 年，白龙江引水工程水源下游区涉及城镇污水处理厂生活废污水排放总量为 489.69 万 t/a，经过处理后 COD 和氨氮入河总量分别为 169.58t/a 和 16.55t/a。

表 4.1-12 水源及下游区白龙江干流沿线已建城镇生活污水处理厂一览表

序号	项目名称	行政区域	排放标准	废污水排放量 (万 t/a)	污染物排放量 (t/a)	
					COD	氨氮
1	舟曲县峰迭新区污水处理厂	甘南州舟曲县	一级 A 标准	12.62	3.47	0.29
2	舟曲县老城区污水处理厂	甘南州舟曲县	一级 B 标准	81.66	26.46	2.92
3	武都区东江污水处理厂	陇南市武都区	一级 B 标准	/	/	/
4	武都区汉王罗寨污水处理厂	陇南市武都区	一级 A 标准	304.89	94.39	6.1
5	青川县姚渡镇污水处理厂	广元市青川县	一级 A 标准	7.30	3.65	0.58
6	青川县沙洲镇污水处理厂	广元市青川县	一级 A 标准	10.22	5.11	0.82
7	广元市三堆镇污水处理厂	广元市利州区	一级 A 标准	73.00	36.50	5.84

注：武都区汉王罗寨污水处理厂为武都区东江污水处理厂异地重建项目，2019 年武都区东江污水处理厂污水改由武都区汉王罗寨污水处理厂进行处理。

2) 面源

①散排生活污染源

白龙江引水工程水源下游区涉及甘肃省甘南州、陇南市和四川省广元市 3 区 5 县共 41 个乡镇（街道），除去接入污水处理厂的乡镇（街道），其余尚未建设污水处理厂的乡镇人口为 36.3 万，根据《甘肃省行业用水定额（2017 版）》和《四川省用水定额（2016 版）》，白龙江引水工程水源下游区涉及甘肃省乡镇居民生活用水定额 60L/人·d，涉及四川省乡镇居民生活用水定额 120L/人·d，排水量按用水量 80%计。未经处理的生活污水 COD 浓度取 300mg/L，氨氮浓度取 30mg/L。按上述计算方法统计测算，水源及下游区白龙江干流散排污水量 764.2 万 t/a，COD 排放量 2292.71t/a，氨氮排放量 229.29t/a。综合入河系数取 0.7，2020 年，COD 入河量 1604.9t/a，氨氮入河量 160.5t/a。调查范围内各区县分散排污口污染负荷统计见下表。

表 4.1-13 白龙江干流散排生活污水污染负荷

地区	生活污水产生量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)
迭部县	9.1	19.2	1.9
舟曲县	79.0	165.8	16.6
宕昌县	65.6	137.8	13.8
武都区	231.9	487.1	48.7
文县	121.2	254.5	25.5
青川县	88.8	186.4	18.6
利州区	142.5	299.3	29.9
昭化区	26.1	54.8	5.5
合计	764.2	1604.9	160.5

② 畜禽养殖污染源

白龙江流域范围内涉及区县养殖业畜禽量大, 根据各区县环境统计数据, 宕昌县规模化养殖场 COD 排放量为 3.86t、氨氮排放量 1.08t, 养殖专业户 COD 排放量为 5.21t、氨氮排放量 7.65t; 舟曲县养殖专业户 COD 排放量为 38.51t、氨氮排放量 46.55t; 文县规模化养殖场 COD 排放量为 28.46t、氨氮排放量 2.15t, 养殖专业户 COD 排放量为 48.43t、氨氮排放量 55.93t; 武都区规模化养殖场 COD 排放量为 42.15t、氨氮排放量 2.05t, 养殖专业户 COD 排放量为 123.25t、氨氮排放量 145.23; 广元市涉及 3 区县畜禽养殖 COD 排放量为 83.54t、氨氮排放量 71.21t。入河系数取 0.1, 水源下游区畜禽养殖污染 COD 入河量 37.34t/a, 氨氮入河量 33.18t/a。

③ 农田径流污染源

农田径流污染主要来源于:

农田化肥、农药施用不当, 加上不合理的农田灌溉, 导致氮、磷污染物流失进入河流水体。

流域内以种植业为主, 农作物秸秆丰富, 除少部分用作牲畜饲草、饲料外, 其余存放于房前屋后进行露天沤肥, 或在田间地头焚烧, 导致土壤中可溶性 TN、TP 和易腐有机质含量增加, 并通过水土交换加剧了水环境污染。根据各区县环境统计数据, 宕昌县种植业总氮流失量为 57.25t、总磷流失量 4.42t、氨氮流失量 6.54t, 舟曲县种植业总氮流失量为 305.41t、总磷流失量 30.15t、氨氮流失量 60.23t, 文县种植业总氮流失量为 391.51t、总磷流失量 44.82t、氨氮流失量 77.94t, 武都

区种植业总氮流失量为 504.29t、总磷流失量 47.91t、氨氮流失量 89.35t，广元市涉及 3 区县种植业总氮流失量为 351.41t、总磷流失量 40.72t、氨氮流失量 71.24t。入河系数取 0.1，水源下游区农田径流污染总氮入河量 160.99t/a，总磷入河量 16.8t/a，氨氮入河量 30.53t/a。

4.1.3.2 水环境质量现状

(1) 水源区常规监测断面水质现状

水源区水质现状评价采用郎木寺、迭部、达拉河河口、腊子沟尖藏村 4 个常规监测断面 2020~2021 年监测成果。其中，郎木寺断面为“十四五”国控断面，水质目标为 II 类；迭部、达拉河河口、腊子沟尖藏村为水功能区监测断面，迭部断面水质目标为 II~III 类，达拉河河口、腊子沟尖藏村水质目标为 II 类。按照原环境保护部印发的《地表水环境质量评价办法（试行）》，对各断面水质进行评价。

1) 干流水质

根据郎木寺、迭部监测数据，水源区白龙江干流水质良好，水质类别为 I~III 类。各断面水质具体情况详见表 4.1-14。

郎木寺断面 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。迭部断面 2020 年进行水质监测 6 次，水质为 II~III 类。

表 4.1-14 水源区白龙江干流水质类别统计

序号	监测断面	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	水质目标	达标情况
1	郎木寺	白龙江	2020	II	II	II	III	II	II	II	II	II	II	II	I	II	达标
			2021	I	II	I	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标
2	迭部	白龙江	2020	II	--	II	--	II	--	III	--	II	--	II	--	II~III	达标

2) 主要支流水质

根据《甘肃省地表水功能区划(2012-2030)》，腊子沟源头至入白龙江口为腊子沟迭部源头水保护区，水质目标为 II 类；达拉沟自川甘边界至入白龙江口为达拉沟迭部源头水保护区，水质目标为 II 类。

根据支流达拉河断面、腊子沟尖藏村断面 2 个断面的监测数据,各支流水质为 I~III 类,水质优良。各断面水质具体情况详见表 4.1-15。

达拉河断面为水功能区水质监测断面,2020 年进行水质监测 6 次,除 7 月水质为 III 类,其余月份均为 II 类,2021 年进行水质监测 7 次,水质类别为 I~II,满足水功能区水质要求。尖藏村为腊子沟水功能区水质监测断面,2021 年进行水质监测 7 次,水质类别为 I~II,达到水质管理目标。

表 4.1-15 水源区主要支流水质类别统计

序号	监测断面	所在水体	年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	水质目标	达标情况
1	达拉河	达拉河	2020	II	--	II	--	II	--	III	--	II	--	II	--	II	达标
			2021	I	II	--	II	--	II	--	II	--	II	--	I	II	达标
2	尖藏村	腊子沟	2020	II	II	--	II	--	II	--	I	--	II	--	I	II	达标

(2) 水源区水质补充监测

1) 监测断面

为进一步掌握水源区地表水环境质量,在工程坝址以上白龙江干流和支流布置了花园村、代古寺、腊子口乡和多儿沟河口 4 个补充监测断面。

2) 监测因子

根据项目区水环境和工程特点,选择水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD₅、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物等 23 项基本指标,以及作为地表水水源地补充监测硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁和锰 5 项指标,代古寺坝址补充监测叶绿素 a。

3) 评价方法及评价标准

采用单项标准指数法对各评价因子进行单项水质参数评价。

4) 现状评价

委托郑州谱尼测试技术有限公司接受水区河流丰水期(2019 年 8 月)、枯水期(2019 年 12 月),对坝址以上地表水系进行了监测。接受水区河流丰、枯水期对监测结果进行评价,监测结果见表 4.1-16、表 4.1-17。

丰水期，花园村断面不满足Ⅲ类水质标准，超标因子为氨氮，超标倍数为0.097 倍，腊子口乡断面不满足Ⅱ类水质标准，超标因子为溶解氧，超标倍数为0.115，代古寺和多儿沟口断面均满足Ⅲ类水质标准。枯水期，花园村、代古寺和多儿沟口断面均满足Ⅲ类水质标准，腊子口乡断面满足Ⅱ类水质标准。

表 4.1-16 丰水期地表水环境监测与评价一览表 (a)

单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒
花园村	白龙江	监测均值	8.2	6.4	3.0	12.3	2.1	1.10	0.13	3.81	未检出	0.004	0.17	未检出
		标准指数	0.580	0.787	0.500	0.617	0.525	1.097	0.667			0.004	0.171	
		超标倍数						0.097						
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
代古寺	白龙江	监测均值	8.5	9.1	1.4	11.7	2.5	未检出	0.11	1.22	未检出	0.003	0.11	未检出
		标准指数	0.763	0.548	0.239	0.583	0.633		0.550			0.003	0.114	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
多儿沟口	多儿沟	监测均值	8.5	5.3	2.0	10.7	1.8	0.23	0.03	8.11	未检出	0.004	0.32	未检出
		标准指数	0.732	0.937	0.333	0.533	0.442	0.234	0.150			0.004	0.315	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
腊子口乡	腊子沟	监测均值	8.1	5.4	2.2	14.7	2.6	0.08	0.20	9.49	未检出	0.003	0.19	未检出
		标准指数	0.562	1.115	0.550	0.978	0.856	0.151	2.000			0.003	0.192	
		超标倍数		0.115										
		评价标准	6~9	6	4	15	3	0.5	0.1	0.5	1	1	1	0.01

续表 4.1-16 丰水期地表水环境监测与评价一览表 (b) 单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	砷	汞	镉	铬(六价)	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	评价结果
花园村	白龙江	监测均值	0.00067	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.013										
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
代古寺	白龙江	监测均值	0.00075	未检出	未检出	0.025	0.001	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	满足III类水质标准
		标准指数	0.015			0.493	0.020						
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
多儿沟口	多儿沟	监测均值	未检出	未检出	0.0002	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	满足III类水质标准
		标准指数			0.040								
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
腊子口乡	腊子沟	监测均值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足II类水质标准
		标准指数									0.3		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.00005	0.005	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05	0.2	0.1	

表 4.1-17 枯水期地表水环境监测与评价一览表 (a)

单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒
花园村	白龙江	监测均值	8.7	6.9	1.2	9.7	2.0	0.21	0.05	1.46	未检出	未检出	0.24	未检出
		标准指数	0.870	0.720	0.194	0.483	0.508	0.211	0.267				0.237	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
代古寺	白龙江	监测均值	8.6	6.9	1.1	7.7	1.6	0.74	0.02	1.92	未检出	未检出	0.25	未检出
		标准指数	0.810	0.723	0.189	0.383	0.392	0.745	0.117				0.253	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
多儿沟口	多儿沟	监测均值	8.8	5.9	1.0	7.3	1.6	0.12	0.03	1.43	未检出	未检出	0.42	未检出
		标准指数	0.883	0.847	0.161	0.367	0.408	0.121	0.167				0.421	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
腊子口乡	腊子沟	监测均值	8.6	6.4	1.1	5.7	1.2	0.20	0.08	1.87	未检出	未检出	0.25	未检出
		标准指数	0.818	0.933	0.267	0.378	0.400	0.405	0.833				0.252	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	6	4	15	3	0.5	0.1	0.5	1	1	1	0.01

续表 4.1-17 枯水期地表水环境监测与评价一览表 (b) 单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	砷	汞	镉	铬(六价)	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	评价结果
花园村	白龙江	监测均值	0.00063	未检出	未检出	未检出	0.004	未检出	未检出	0.01	0.07	未检出	满足III类水质标准
		标准指数	0.013				0.073			0.200	0.350		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
代古寺	白龙江	监测均值	0.00097	未检出	0.0001	未检出	0.002	未检出	未检出	0.02	0.06	未检出	满足III类水质标准
		标准指数	0.019		0.020		0.040			0.400	0.300		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
多儿沟口	多儿沟	监测均值	未检出	未检出	0.0005	未检出	0.002	未检出	未检出	0.008	0.06	未检出	满足III类水质标准
		标准指数			0.097		0.040			0.167	0.317		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
腊子口乡	腊子沟	监测均值	0.005	0.00004	0.0002	未检出	未检出	未检出	未检出	0.013	0.06	未检出	满足 II 类水质标准
		标准指数	0.099	0.733	0.037					0.267	0.300		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.00005	0.005	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05	0.2	0.1	

（3）水源下游区水质现状

白龙江干流代古寺坝下至白龙江口有常规水质监测断面 9 个，自上而下分别为洛大、舟曲、两河口桥、两水桥、东江、固水子村、碧口、姚渡、苴国村。其中，两河口桥、两水桥、固水子村、姚渡和苴国村为“十四五”国控断面；洛大为“十四五”甘肃省控断面；舟曲、东江、碧口为水功能区监测断面。

主要支流常规水质监测断面包括岷江宕昌、拱坝河槐树坝、白水江文县（鹤衣坝），其中岷江宕昌为水功能区监测断面，其余两个断面为“十四五”国控断面。

1) 干流水质

对白龙江干流洛大、两河口桥、两水桥、固水子村、姚渡、苴国村、舟曲、东江、碧口 9 个断面 2020~2021 年水质情况进行评价，各断面水质类别均为 I~III 类，水质优良。

洛大断面为“十四五”新增省控断面，水质目标为 II 类评价，2020 年进行水质监测 8 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。

两河口桥、两水桥、固水子村、姚渡、苴国村均为“十四五”国控断面，水质管理目标为 II 类。两河口桥 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质均为 II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。两水桥 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。固水子村 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质均为 II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。姚渡 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。苴国村 2020 年进行水质监测 12 次，水质均为 I~II 类，年度综合水质为 I 类，达到水质管理目标。

舟曲断面 2020 年进行水质监测 11 次，水质为 I~II 类；东江断面 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类；碧口断面 2020 年进行水质监测 12 次，水质为 I~II 类。

表 4.1-18 水源下游区白龙江干流水质类别统计

序号	监测断面	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	水质目标	达标情况
1	洛大	白龙江	2020	-	-	-	-	II	II	III	II	III	II	II	I	III	达标
			2021	I	II	I	II	I	II	II	I	I	II	I	I	II	达标
2	舟曲	白龙江	2020	II	-	I	I	I	II	I	II	II	II	II	II	III	达标
3	两河口桥	白龙江	2020	I	I	I	I	II	II	I	II	I	II	II	II	III	达标
			2021	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标
4	两水桥	白龙江	2020	II	I	II	II	II	III	I	II	II	II	II	I	II	达标
			2021	II	I	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	达标
5	东江	白龙江	2020	I	I	II	I	I	I	I	I	II	II	II	II	III	达标
6	固水子村	白龙江	2020	II	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标
			2021	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标
7	碧口	白龙江	2020	II	I	I	I	I	I	I	II	I	II	I	I	III	达标
8	姚渡	白龙江	2020	II	I	II	II	II	III	III	III	III	II	I	II	II	达标
			2021	II	II	II	III	III	II	II	II	III	II	II	I	II	达标
9	苴国村	白龙江	2020	II	I	I	I	I	I	I	II	I	II	I	I	III	达标

2) 主要支流水质

采用支流岷江宕昌、岷江何家堡、拱坝河槐树坝、白水江文县（鹤衣坝）断面 2020~2021 年监测数据进行评价。岷江宕昌断面 2020 年进行水质监测 6 次，水质为 I~II 类；岷江何家堡断面 2021 年进行水质监测 11 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类。拱坝河槐树坝断面为新增“十四五”国控断面，水质目标为 II 类，2020 年进行水质监测 11 次，水质为 I~II 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为 I~III 类，年度综合水质为 II 类，达到水质管理目标。白水江文县断面新增“十四五”国控断面，水质目标为 II 类，2020 年进行水质监测 12 次，除 7 月和 10 月水质为 III 类外，其余测

次水质为Ⅰ~Ⅱ类，年度综合水质为Ⅱ类，达到水质管理目标；2021 年进行水质监测 12 次，水质为Ⅰ~Ⅱ类，年度综合水质为Ⅱ类，达到水质管理目标。

表 4.1-19 水源下游区主要支流水质类别统计

序号	监测断面	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	水质目标	达标情况
1	宕昌	岷江	2020	Ⅰ	--	Ⅱ	--	Ⅱ	--	Ⅱ	--	Ⅱ	--	Ⅱ	--	Ⅱ	达标
2	何家堡	岷江	2020	-	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标
3	槐树坝	拱坝河	2020	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	-	Ⅰ	Ⅲ	达标
			2021	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	达标
4	文县	白水江	2020	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	达标
			2021	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标

4.1.4 地下水环境质量现状

依据甘肃省 2019 年 6 月的地下水监测资料，水源及下游区甘南州的迭部县和舟曲县地下水水质较好。可满足Ⅲ类标准要求。

表 4.1-20 水源及下游区地下水水质监测情况

序号	监测井	监测井所在				水质类别
		流域	水资源三级区	地级	县级	
1	电尕	长江	广元昭化以上	甘南州	迭部县	Ⅲ
2	大川	长江	广元昭化以上	甘南州	舟曲县	Ⅲ

4.1.5 陆生生态现状

4.1.5.1 调查概况

(1) 调查时间

评价单位于 2019 年 8 月、2020 年 6 月、2022 年 5 月和 2022 年 11 月对评价区进行了全面踏勘和野外调查。

(2) 调查内容

- 1) 评价区自然地理和生态现状调查，如：地质、地貌、高程、生态系统类型、植被类型、植被生物量、植被覆盖度、植物多样性、野生动物等。
- 2) 评价区自然系统生态完整性调查，包括自然生产力和自维持能力的调查。
- 3) 敏感生态目标现状调查，如重要物种及其生境、自然保护区的结构和功能。

(3) 调查方法

1) 资料收集

收集整理工程区现有相关资料，包括工程区周边县市的统计年鉴以及林业、生态环境、农业、自然资源等部门提供的相关资料，以及各生态敏感区的规划报告，还参考了《甘肃植被》、《陕西植被》、《四川植被》、《甘肃野生动物》、《甘肃省志》、《甘肃自然地理》等著作及相关科研论文。

2) 土地利用现状调查

土地利用现状调查主要通过遥感解译分析与现场调查相结合的方法。本次遥感数据采用 2020 年 7 月 16 日 Landsat 8 OLI 卫星遥感影像，分辨率为 15m。分析方法为首先应用地理信息系统软件进行手工解译，然后进行现场校验。土地类型参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017) 中的用地类型划分方法。

3) 陆生植被及植物资源调查

植被调查采取遥感和现场调查相结合的方法；植物资源以及受保护的野生植物物种调查以资料调查为主，现场调查为辅。

本次现场调查参照《全国生态状况调查评估技术规范 森林生态系统野外观测》(HJ 1167-2021)、《全国生态状况调查评估技术规范 草地生态系统野外观测》(HJ 1168-2021)、《全国生态状况调查评估技术规范 湿地生态系统野外观测》(HJ 1169-2021)、《生物多样性观测技术导则 陆生微管植物》(HJ710.1-2014)，主要采用了样方法确定评价区的植物种类、植被类型等。

①样方布设原则

样方布设的整体原则是代表性、典型性、经济性、可行性，具体如下：

在工程占地区、间接影响均要布设样方。有些人员无法到达的区域，可在无人机观测、遥感调查及该地区植被资料的基础上，在周边分布有类似植被的区域布设样方。

评价区内每类典型植被均要布设样方，保证每种群系有 5 个样方。

在输水线路区，部分地理分布跨度较大的群系类型，样方尽量分散布设。在水源区，由于范围较小，群系分布较集中，样方可集中布设。

为反映植被的垂直地带性分布特点,在评价区不同海拔高度的地带性植被均要布设样方。在坡向对植被生长有较大影响时,在不同坡向也要布设样方。

在涉及到的生态敏感区内都要布设样方,为了反应其中的植被类型的完整性,其中个别样方位置超出了评价区范围。

②样方调查内容

乔木样方:在 10000m²样地内,依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素,布设 20m×20m 的样方,统计样方内的乔木种类、冠幅、株高、郁闭度,同时纪录 GPS 坐标。

灌丛样方:在 10000m²样地内,依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素,布设 10m×10m 的样方,统计样方内的灌木种类、株高、覆盖度,同时纪录 GPS 坐标。

草地样方:在 100m²样地内,依据样地的地形、土壤、人为环境、群系类型等因素,布设 1m×1m 的样方,统计样方内的草本种类、观测长势,覆盖度,实测典型样方的地上生物量,同时纪录 GPS 坐标。

③样方基本信息

在水源及下游区 50 个典型群系上,共设置了 177 个样方,水源及下游区样方综合信息见表 4.1-21。

表 4.1-21 水源及下游区样方信息汇总表

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
1	红杉群系	103.999	33.748	2911	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
2	红杉群系	104.010	33.744	2911	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
3	红杉群系	103.986	33.727	3026	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
4	红杉群系	104.020	33.700	3236	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
5	红杉群系	103.999	33.696	3426	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)

序号	群系	经度	纬度	海拔（m）	相关工程区
6	岷江冷杉群系	103.699	33.789	2694	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
7	岷江冷杉群系	103.694	33.799	2505	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
8	岷江冷杉群系	103.701	33.790	2619	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
9	岷江冷杉群系	103.695	33.804	2436	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
10	岷江冷杉群系	103.702	33.793	2630	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
11	巴山冷杉群系	103.698	33.775	2944	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
12	巴山冷杉群系	103.700	33.772	2889	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
13	巴山冷杉群系	103.709	33.811	2389	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
14	巴山冷杉群系	103.700	33.769	2957	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
15	巴山冷杉群系	103.988	33.725	3078	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
16	黄果冷杉群系	103.986	33.732	2902	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
17	黄果冷杉群系	103.992	33.731	3044	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
18	黄果冷杉群系	103.984	33.730	2980	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
19	黄果冷杉群系	103.698	33.795	2549	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
20	黄果冷杉群系	103.699	33.795	2577	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
21	青杆群系	103.859	33.884	2794	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
22	青杆群系	103.859	33.882	2885	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
23	青杆群系	103.845	33.897	2839	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
24	青杆群系	103.985	33.753	2703	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
25	青杆群系	103.985	33.741	2793	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）

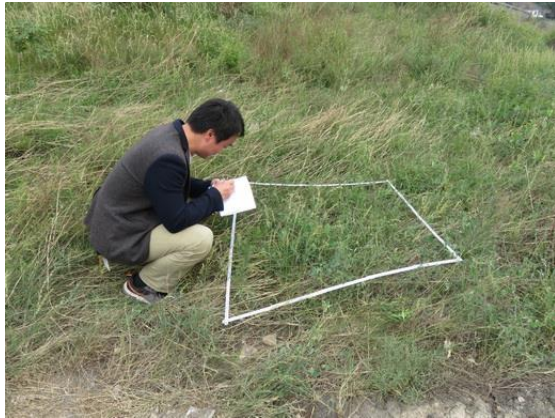
序号	群系	经度	纬度	海拔（m）	相关工程区
26	紫果云杉群系	103.828	33.839	2401	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
27	紫果云杉群系	103.924	33.769	2364	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
28	密枝圆柏群系	103.992	33.689	3614	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
29	密枝圆柏群系	103.992	33.689	3630	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
30	密枝圆柏群系	103.995	33.690	3683	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
31	密枝圆柏群系	103.993	33.690	3618	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
32	密枝圆柏群系	103.992	33.691	3582	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
33	大果圆柏群系	104.000	33.689	3786	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
34	大果圆柏群系	104.000	33.688	3799	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
35	大果圆柏群系	104.000	33.688	3822	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
36	大果圆柏群系	103.999	33.689	3766	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
37	大果圆柏群系	103.998	33.688	3767	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
38	祁连圆柏群系	103.993	33.687	3698	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
39	祁连圆柏群系	103.993	33.686	3736	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
40	祁连圆柏群系	103.993	33.686	3766	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
41	祁连圆柏群系	104.000	33.689	3801	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
42	祁连圆柏群系	103.994	33.689	3664	代古寺水库库区周边山地 （多儿自然保护区内）
43	油松群系	103.933	34.013	1730	ZGX-1#工区附近
44	白皮松群系	103.935	34.010	1735	代古寺水库库区施工道路附近
45	华山松群系	103.983	33.980	1647	下游周边山地
46	马尾松群系	103.898	34.067	1838	代古寺水库库区周边山地
47	马尾松群系	104.046	33.892	1673	下游周边山地
48	马尾松群系	104.049	33.896	1737	下游周边山地

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
49	马尾松群系	104.057	33.893	1577	下游周边山地
50	马尾松群系	103.929	33.999	1720	代古寺水库库区周边山地
51	油松 + 辽东栎群系	103.922	33.987	1780	代古寺水库库区周边山地
52	华山松 + 辽东栎群系	103.996	33.976	1670	下游周边山地
53	辽东栎群系	103.930	34.015	1777	ZGX-1#工区内
54	辽东栎群系	103.938	34.016	1810	ZGX-1#渣场附近
55	辽东栎群系	103.926	34.019	1765	ZGX-1#生产区附近
56	山杨群系	103.974	33.986	1663	下游周边山地
57	白桦群系	103.940	34.002	1828	代古寺水库库区周边山地
58	红桦群系	104.187	33.891	1829	下游周边山地
59	红桦群系	104.185	33.896	1725	下游周边山地
60	红桦群系	104.177	33.876	1545	下游周边山地
61	红桦群系	104.288	33.801	1506	下游周边山地
62	红桦群系	104.290	33.810	1738	下游周边山地
63	糙皮桦群系	104.288	33.809	1620	下游周边山地
64	糙皮桦群系	104.290	33.814	2169	下游周边山地
65	糙皮桦群系	104.291	33.810	1771	下游周边山地
66	糙皮桦群系	104.182	33.885	1558	下游周边山地
67	糙皮桦群系	104.183	33.886	1605	下游周边山地
68	槭、椴群系	104.287	33.798	1418	下游周边山地
69	槭、椴群系	104.340	33.781	1388	下游周边山地
70	槭、椴群系	104.341	33.780	1417	下游周边山地
71	槭、椴群系	104.358	33.779	1461	下游周边山地
72	槭、椴群系	104.358	33.779	1547	下游周边山地
73	麻栎群系	103.941	34.022	1873	ZGX-1#弃渣场内
74	麻栎群系	103.942	34.023	1898	ZGX-1#弃渣场内
75	麻栎群系	103.943	34.024	1914	ZGX-1#弃渣场内
76	麻栎群系	103.932	34.003	1741	代古寺水库库区施工道路附近
77	麻栎群系	103.914	34.032	1770	代古寺水库库区周边山地
78	核桃群系	103.936	34.010	1736	代古寺水库库区施工道路附近
79	核桃群系	103.938	34.018	1811	ZGX-1#弃渣场附近
80	核桃群系	103.937	34.012	1754	代古寺水库库区施工道路附近
81	核桃群系	103.939	34.021	1837	ZGX-1#弃渣场内
82	核桃群系	103.950	34.002	1716	代古寺水库库区上坝公路附近
83	榲桲群系	103.755	33.899	1955	代古寺水库库区周边山地
84	榲桲群系	103.758	33.894	1994	代古寺水库库区周边山地
85	榲桲群系	104.013	33.961	1702	下游周边山地
86	榲桲群系	104.016	33.961	1696	下游周边山地

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
87	榲桲群系	104.011	33.960	1684	下游周边山地
88	栓皮栎群系	103.746	33.904	1958	代古寺水库库区周边山地
89	板栗群系	103.884	33.805	2202	代古寺水库库区周边山地
90	板栗群系	103.881	33.806	2255	代古寺水库库区周边山地
91	板栗群系	104.006	33.940	1644	下游周边山地
92	板栗群系	104.004	33.913	1618	代古寺水库库区周边山地
93	板栗群系	103.996	33.914	1657	代古寺水库库区周边山地
94	枫杨群系	103.763	33.955	1848	代古寺水库库区周边山地
95	枫杨群系	103.768	33.956	1835	代古寺水库库区周边山地
96	枫杨群系	103.799	33.976	1853	代古寺水库库区周边山地
97	枫杨群系	103.824	33.984	1796	移民安置点
98	枫杨群系	103.835	33.985	1782	代古寺水库库区周边山地
99	漆树群系	104.010	33.967	1649	下游周边山地
100	箭竹群系	104.012	33.918	1630	下游周边山地
101	箭竹群系	104.011	33.918	1625	下游周边山地
102	箭竹群系	104.038	33.894	1607	下游周边山地
103	箭竹群系	104.039	33.892	1617	下游周边山地
104	箭竹群系	104.038	33.889	1610	下游周边山地
105	淡竹群系	104.013	33.919	1631	下游周边山地
106	淡竹群系	104.014	33.920	1661	下游周边山地
107	淡竹群系	104.029	33.901	1611	下游周边山地
108	淡竹群系	104.091	33.888	1561	下游周边山地
109	淡竹群系	104.183	33.890	1650	下游周边山地
110	高山柏群系	104.011	33.715	2983	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
111	高山柏群系	104.009	33.713	3008	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
112	密枝杜鹃群系	104.008	33.713	3030	代古寺水库库区周边山地 (多儿自然保护区内)
113	密枝杜鹃群系	104.007	33.712	3040	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
114	密枝杜鹃群系	104.005	33.711	3053	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
115	密枝杜鹃群系	104.015	33.703	3138	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
116	密枝杜鹃群系	104.004	33.702	3234	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
117	陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群系	104.001	33.700	3301	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)

序号	群系	经度	纬度	海拔（m）	相关工程区
118	陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群系	103.806	33.980	1873	移民水泊沟安置点
119	陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群系	103.805	33.979	1874	移民水泊沟安置点
120	山生柳群系	103.806	33.978	1873	移民水泊沟安置点
121	山生柳群系	103.805	33.980	1874	移民水泊沟安置点
122	山生柳群系	103.992	33.690	3593	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
123	山生柳群系	103.994	33.690	3631	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
124	山生柳群系	103.999	33.689	3771	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
125	金露梅群系	104.009	33.700	3184	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
126	金露梅群系	103.999	33.697	3402	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
127	金露梅群系	104.000	33.697	3381	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
128	金露梅群系	103.992	33.686	3715	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
129	金露梅群系	103.994	33.689	3678	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
130	刺旋花群系	103.763	33.891	2040	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
131	刺旋花群系	103.759	33.894	2040	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
132	刺旋花群系	103.768	33.829	2173	代古寺水库库区 (阿夏自然保护区内)
133	刺旋花群系	104.185	33.892	1708	下游周边山地
134	刺旋花群系	104.184	33.893	1718	下游周边山地
135	虎榛子群系	104.290	33.807	1533	下游周边山地
136	胡枝子灌丛	103.936	34.014	1807	ZGX-1#弃渣场施工道路附近
137	绣球绣线菊灌丛	103.723	33.937	2143	移民花园安置点
138	绣球绣线菊灌丛	103.722	33.938	2144	移民花园安置点
139	绣球绣线菊灌丛	103.722	33.937	2142	移民花园安置点
140	绣球绣线菊灌丛	103.721	33.936	2142	移民花园安置点
141	少齿小檗群系	103.936	34.013	1786	ZGX-1#弃渣场施工道路附近
142	少齿小檗群系	104.008	33.953	1672	下游周边山地
143	少齿小檗群系	104.012	33.961	1689	下游周边山地
144	少齿小檗群系	104.012	33.961	1688	下游周边山地
145	少齿小檗群系	104.009	33.960	1670	下游周边山地
146	皂柳群系	104.179	33.880	1509	下游周边山地

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
147	皂柳群系	104.183	33.885	1577	下游周边山地
148	皂柳群系	104.183	33.886	1599	下游周边山地
149	皂柳群系	104.184	33.889	1682	下游周边山地
150	皂柳群系	104.185	33.891	1702	下游周边山地
151	绣球绣线菊群系	103.895	34.080	1897	代古寺水库库区周边山地
152	水柏枝群系	104.040	33.887	1582	下游周边山地
153	水柏枝群系	104.039	33.888	1586	下游周边山地
154	水柏枝群系	104.183	33.887	1662	下游周边山地
155	水柏枝群系	104.185	33.878	1559	下游周边山地
156	水柏枝群系	104.183	33.880	1553	下游周边山地
157	沙棘群系	104.290	33.806	1520	下游周边山地
158	川滇柳群系	104.294	33.790	1408	下游周边山地
159	川滇柳群系	104.294	33.789	1416	下游周边山地
160	川滇柳群系	104.289	33.804	1483	下游周边山地
161	川滇柳群系	103.954	33.996	1698	下游周边山地
162	川滇柳群系	103.952	33.999	1708	下游周边山地
163	白羊草群系	103.932	34.003	1735	尖藏石料厂施工道路附近
164	羊茅群系	103.980	33.982	1650	移民傲子坝安置点
165	禾叶嵩草群系	103.980	33.981	1651	移民傲子坝安置点
166	禾叶嵩草群系	103.981	33.981	1651	移民傲子坝安置点
167	禾叶嵩草群系	104.010	33.702	3192	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
168	禾叶嵩草群系	103.994	33.690	3671	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
169	禾叶嵩草群系	103.993	33.689	3672	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
170	矮嵩草群系	103.697	33.778	2770	代古寺水库库区 (阿夏自然保护区内)
171	矮嵩草群系	103.996	33.689	3725	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
172	矮嵩草群系	103.993	33.688	3690	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
173	矮嵩草群系	103.993	33.686	3750	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
174	矮嵩草群系	103.993	33.687	3747	代古寺水库库区 (多儿自然保护区内)
175	苔草 + 灯心草群系	103.920	34.029	1738	代古寺水库库区
176	苔草 + 灯心草群系	103.921	34.028	1742	代古寺水库库区
177	苔草 + 灯心草群系	103.932	34.017	1719	ZGX-1#临时堆渣场附近



记录物种



记录物种



现场工作照片



现场走访照片



华山松群系



杞柳群系



白刺花群系



白羊草群系



禾叶嵩草群系



旱柳群系



辽东栎群系



侧柏群系



油松群系



栓皮栎群系



漆树群系



枫杨群系



现场林地照片



现场林地照片



图 4.1-6 样方调查现场及部分样方照片

4) 陆生动物资源调查

野生动物资源以及受保护的野生动物情况调查以资料调查为主，现场调查为辅。按照《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.3-2014）、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ 710.5-2014）、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ 710.6-2014）

等确定的技术方法，对各类野生动物开展了调查，主要采取了访谈法、样线法、总体计数法、痕迹计数法等方法，具体如下：

①访谈法

评价人员主要走访了工程区附近的村民及农牧局工作人员，先后共走访了 30 余人，重点询问了附近野生动物的种类及分布情况。

②样线法

样线法是指观测者在观测样地内沿着选定的一条线路记录一定空间范围内出现的物种相关信息的方法。每条样线 1km 左右，观测时行进速度 1.5~3km/h。

在水源及下游区设置了 5 条样线，具体见表 4.1-22。

表 4.1-22 水源区陆生动物调查样线一览表

编号	位置	生境	起点坐标	终点坐标	海拔(m)	长度(km)	照片
1	代古寺水库库区旁	林地	103.935 34.011	103.938 34.011	1854~ 1900	0.8	
2	代古寺水库上游	水体	103.918 34.029	103.923 34.025	1777~ 1745	0.8	
3	代古寺水库拟建大坝下游	水体	103.956 33.994	103.965 33.987	1684~ 1692	1.1	
4	代古寺水库西侧	水体	103.935 34.012	103.936 34.007	1718~ 1721	0.7	
5	多儿国家级自然保护区、阿夏省级自然保护区内	水体	103.725 33.935	103.731 33.922	1873~ 1900	1.6	

③总量计数法

总量计数法是指通过肉眼或望远镜等观测设备对整个区域出现的大中型哺乳动物个体进行完全计数的方法。本次调查使用 8 倍双筒望远镜，观测到的主要为野生鸟类和兽类。

④痕迹计数法

痕迹计数法指观测者针对一些不容易捕捉的哺乳动物、哺乳类及两栖类动物，借助其遗留下的且易于鉴定的活动痕迹，推测动物的种类，估算其种类和数量的一种方法。本次调查发现了一些野生动物的粪便、毛发、爪印等痕迹及多处动物巢穴。

5) 生物量的测定与估算

重点测定评价范围内分布面积广的植被类型生物量，其余类型参考国内外有关生物量的相关资料，并根据当地的实际情况作适当调整，估算出评价范围植被类型的生物量。

草本采用收割法，针阔叶林生物量数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996 年），并根据当地的实际情况作适当调整。

（4）调查分区

根据工程特点、工程组成及敏感点分布情况，本工程分为水源及下游区域、输水线路区和生态敏感区，本工程输水线路长，穿越区生态差异大，将输水工程沿线划分为 4 个区段：代古寺水库-武山段（西秦岭中高山区）、武山-庄浪段（陇西黄土高原区）、庄浪-崆峒段（六盘山中低山区）、崆峒-延安段（陇东黄土高原区）四类生态区，详见表 4.1-23 和图 4.1-7；根据分区情况对项目区生态现状分别进行调查。

表 4.1-23 输水线路区段划分特征表

区段	生态分区	输水线路范围	行政区	线路长 (km)	工程内容	海拔 (m)	生态特征
代古寺水库-武山段（西秦岭中高山区）	西秦岭中高山亚寒带针叶林生态区	代古寺至武山分水口段	迭部、宕昌、岷县、漳县、甘谷、秦州区、武山	118.85	隧洞、倒虹吸	1800~3600	地形陡峭，植被以天然林及天然次生的针叶林为主，生物多样性丰富，植被覆盖度 70%以上。
武山-庄浪段（陇西黄土高原区）	陇西黄土高原温带森林草原农业区	武山分水口段至庄浪段	武山、甘谷、秦安、张家川、清水、庄浪	288.07	隧洞、倒虹吸、渡槽、有压埋管、泵站	1500~1800	地形起伏较大，植被以人工林、天然牧草地、旱地及水浇地为主，植被覆盖度 50%以上，水土流失严重。人口比较密集，野生动物较少。
庄浪-崆峒段（六盘山中低山区）	六盘山中低山温带针阔混交林区	庄浪段至崆峒分水口段	庄浪、华亭、崆峒、崇信、泾川	186.18	隧洞、倒虹吸、有压埋管	1400~2600	地形陡峭，植被以天然林及天然次生的针阔混交林为主，生物多样性丰富，人口稀少，植被覆盖度 70%以上。
崆峒-延安段（陇东黄土高原区）	陇东黄土高原梁峁塬温带森林草原农业区	崆峒分水口段至延安终点	崆峒、镇原、庆城、华池、宁县、正宁、合水、延安市	735.78	隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵、有压埋管、泵站	1100~1400	地形多样，梁峁塬分布广泛，植被以人工林、天然牧草地、旱地及水浇地为主，植被覆盖度 50%以上，水土流失严重。人口比较密集，野生动物较少。

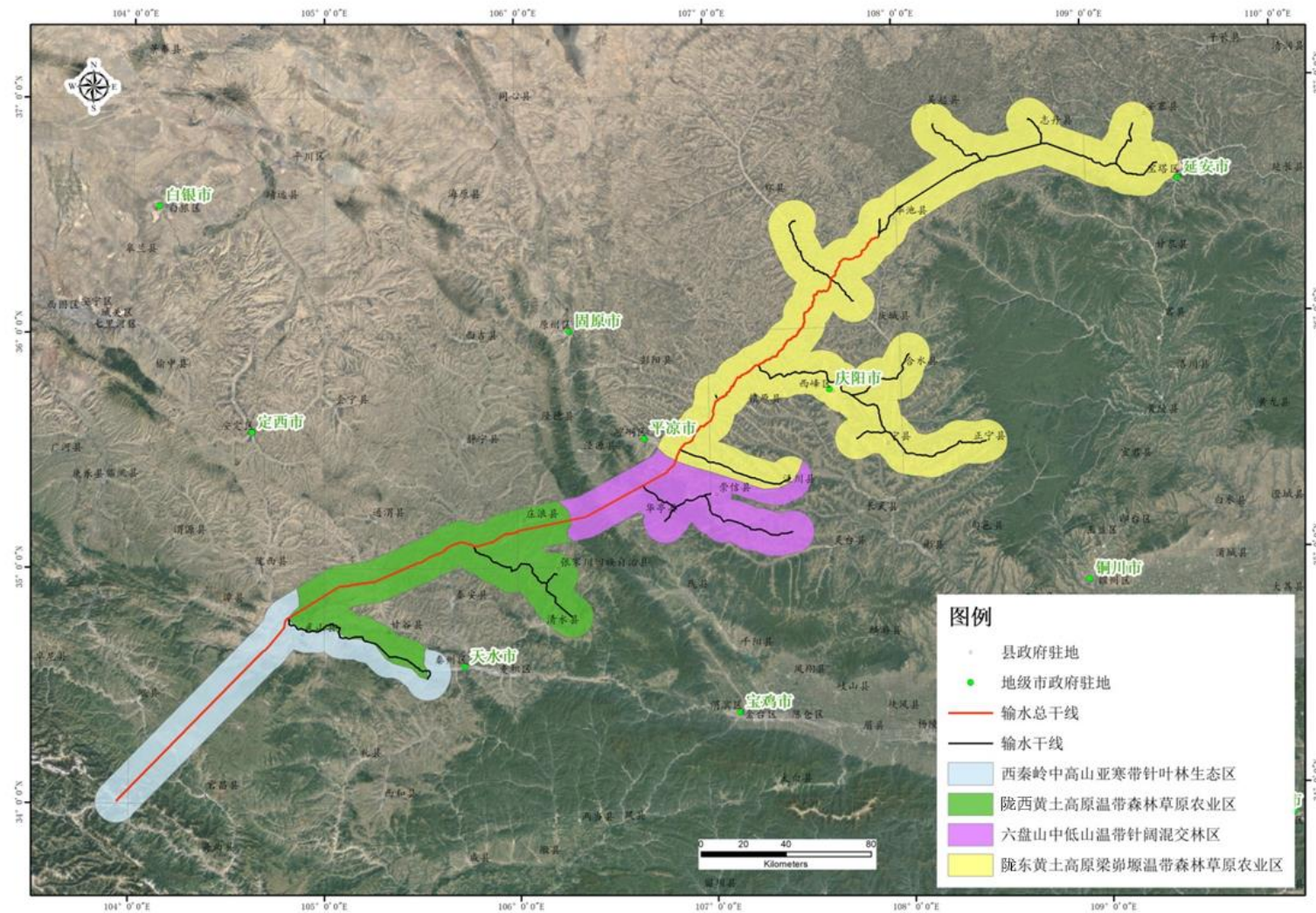


图 4.1-7 输水线路沿线生态区范围示意图

4.1.5.2 评价区土地利用现状

通过遥感解译与现场调查相结合的方法，分别对水源及下游区、输水线路区的用地类型进行分析，土地类型参照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中的用地类型划分方法。由于工程涉及的敏感区较多，且敏感区面积较大，若计入土地利用现状中，无法客观反映出工程影响区的土地利用情况，故本报告中列出的土地利用类型面积，仅统计工程外扩 1km 范围的面积。

水源及下游区的土地利用情况详见表 4.1-24、表 4.1-25 和图 4.1-8。

表 4.1-24 水源及下游区一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	175.61	25.46
林地	240.01	34.80
园地	8.1	1.17
草地	207.78	30.13
水域及水利设施用地	23.08	3.35
建设用地	18.1	2.62
其他土地	16.94	2.46
合计	689.62	100.00

表 4.1-25 水源及下游区用地类型二级分类面积表

用地类型		面积（km ² ）	比例（%）
耕地	旱地	160	23.20
	水浇地	15.61	2.26
林地	灌木林地	33.57	4.87
	乔木林地	206.44	29.94
园地	苹果、杏等果园	8.1	1.17
草地	天然牧草地	200.65	29.10
	其他草地	7.13	1.03
水域及水利设施用地	河流水面	20.77	3.01
	坑塘水面	0.33	0.05
	内陆滩涂	1.98	0.29
建设用地	城镇住宅用地	7	1.02
	农村宅基地	11.1	1.61
其他用地	裸土地	16.72	2.42
	裸岩	0.22	0.03
合计		689.62	100.00

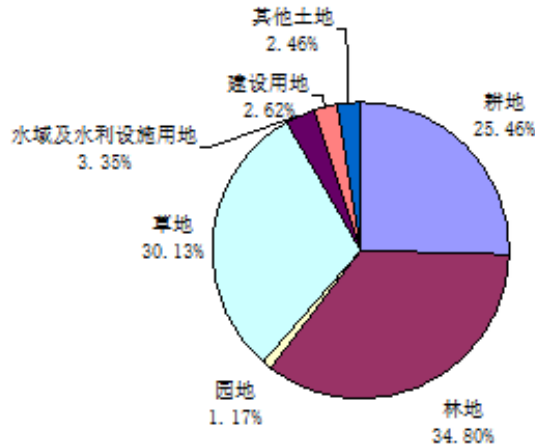


图 4.1-8 水源及下游区用地类型比例图

以上分析结果可知，评价区内林地为主要用地类型，面积 240.01km²，占总面积的 34.80 %；草地次之，面积 207.78km²，占总面积的 30.13 %；耕地第三位，面积 175.61km²，占总面积的 25.46 %；其它用地类型面积均很小，所占比例均 4%以下。

4.1.5.3 陆生植物及植被现状

(1) 植被区划

水源及下游区地处北亚热带向暖温带的过渡地带，属北亚热带大陆性季风气候。根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011），调查区属东亚植物区，中国-日本森林植物亚区，秦岭-巴山亚地区。水源及下游区调查区大致分为 2 个植被区域，2 个植被区，具体区划详见表 4.1-26。

表 4.1-26 水源及下游区植被区划

植被区域	植被区	植被小区	相应工程区
北亚热带森林植被区域	南秦岭常绿、落叶阔叶林植被区	——	代古寺水库下游区域
甘南高原、山地植被区域	洮岷山地亚寒带针叶林植被区	白龙江中上游亚寒带针叶林植被小区	代古寺水库所在区域

1) 北亚热带森林植被区域-南秦岭常绿、落叶阔叶林植被区

该区域组成的植被类型是含有常绿阔叶树种的落叶阔叶林。常绿阔叶树种有岩栎（*Quercus acrodonta*）、女贞（*Ligustrum lucidum*）、榿子栎（*Quercus baronii*）等。落叶阔叶树有栓皮栎（*Quercus variabilis*）、麻栎（*Quercus acutissima*）、槲栎（*Quercus aliena*）、板栗（*Castanea mollissima*）等。林下常见的灌木有马桑

(*Coriaria nepalensis*)、荆条 (*Vitex negundo*) 等。草本植物以白茅 (*Imperata cylindrica*) 占优势。

2) 甘南高原、山地植被区域-洮岷山地亚寒带针叶林植被区-白龙江中上游亚寒带针叶林植被小区

本区包括光盖山和迭山以南的迭部、舟曲、宕昌和文县北部，是白龙江中上游青藏高原峡谷区，高差大，气候垂直变化明显，植被垂直带谱明显。

(2) 植物种类组成

根据实地调查，结合《甘肃植被》、《甘肃植物志》等著作、《甘肃省野生维管植物多样性分布格局分析》(张志达等，2014)等文献资料，以及对历年积累的植物区系资料的系统整理，得出评价区共有野生维管植物 172 科、677 属、1561 种，其中蕨类植物 21 科、41 属、85 种；裸子植物 5 科、15 属、22 种；被子植物 146 科、621 属、1454 种；种子植物(裸子、被子植物)为 151 科、636 属、1476 种，具体见表 4.1-27。

调查区野生维管植物分别占甘肃省维管植物的总科数的 76.44%，总属数的 54.46%，总种数的 29.56%；占全国维管植物的总科数的 45.87%，总属数的 20.68%，总种数的 5.45%，具体见表 4.1-28。

表 4.1-27 评价区植物种类的组成

分类群	科		属		种	
	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)
蕨类植物	21	12.2	41	6.1	85	5.4
裸子植物	5	2.9	15	2.2	22	1.4
被子植物	146	84.9	621	91.7	1454	93.2
合计	172	100	677	100	1561	100

表 4.1-28 评价区植物种类统计表

分类群	科	属	种
评价区	172	677	1561
甘肃省	225	1243	5280
占甘肃省 (%)	76.44	54.46	29.56
全国	375	3273	28626
占全国比例 (%)	45.87	20.68	5.45

(3) 植被类型

根据植物种类的组成、分布、群落结构、群落外貌以及自然地理诸因素，参考《中国植被》和《甘肃植被》等著作和资料，水源及下游区自然植被划分为 6 个植被型组、16 种植被型、50 个群系。

表 4.1-29 水源及下游区主要植被类型

植被型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm^2)	比例 (%)
一、 针叶林	1、寒温带针叶林	1) 红杉群系	Form. Larix potaninii	代古寺水库及下游河道两侧 2900~3800m 的山区	0.00	0.00
		2) 岷江冷杉群系	Form. Abies faxoniana		0.00	0.00
		3) 巴山冷杉群系	Form. Abies fargesii		0.00	0.00
	2、寒温带针叶林	4) 黄果冷杉群系	Form. Abies ernestii	下游白龙江延岸海拔 2800~	0.00	0.00
		5) 青杆群系	Form. Picea wilsonii	3000m 的山区	0.00	0.00
		6) 云杉群系	Form. Picea asperata	下游白龙江延岸海拔 2700~	0.00	0.00
		7) 紫果云杉群系	Form. Picea purpurea	2800m 的山区	0.00	0.00
		8) 密枝圆柏群系	Form. Sabina convallium	下游白龙江延岸海拔 3500~3800m 的山区	0.00	0.00
		9) 大果圆柏群系	Form. Sabina tibetica		0.00	0.00
		10) 祁连圆柏群系	Form. Sabina przewalskii		0.00	0.00
	3、温带针叶林	11) 油松群系	Form. Pinus tabulaeformis	下游白龙江延岸海拔 2400~2700m 的山区	4.93	0.56
		12) 白皮松群系	Form. Pinus bungeana	下游白龙江延岸海拔 2100~2900m 的山区	0.00	0.00
		13) 华山松群系	Form. Pinus armandii		0.00	0.00
	4、亚热带针叶林	14) 马尾松群系	Form. Pinus massoniana		0.00	0.00
二、阔叶林	5、温带针阔混交林	15) 油松 + 辽东栎群系	Form. Pinus tabulaeformis, Quercus wutaishanica	代古寺水库东侧的阿夏及多	9.87	1.13
		16) 华山松 + 辽东栎群系	Form. Pinus armandii, Quercus wutaishanica	儿两个自然保护区及下游区	9.87	1.13

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
	6、温带 阔叶林	17) 辽东栎群 系	Form. Quercus wutaishanica	海拔 2400~ 2700m 的山区	0.00	0.00
		18) 山杨群系	Form. Populus davidiana	下游白龙江延 岸海拔 1200m 以下的山区	54.27	6.19
		19) 白桦群系	Form. Betula platyphylla	下游白龙江延 岸海拔 2700~ 2800m 的山区	0.00	0.00
		20) 红桦群系	Form. Betula albo-sinensis		0.00	0.00
		21) 糙皮桦群 系	Form. Betula utilis		0.00	0.00
	7、暖温 带阔叶 林	22) 槭、椴群 系	Form. Acer truncatum, Tilia tuan	下游白龙江延 岸海拔 1600~ 2100m 的山区	0.00	0.00
		23) 麻栎群系	Form. Quercus acutissima		0.00	0.00
		24) 核桃群系	Form. Juglans regia		0.00	0.00
		25) 槲树群系	Form. Quercus dentata		0.00	0.00
		26) 栓皮栎群 系	Form. Quercus variabilis		0.00	0.00
		27) 板栗群系	Form. Castanea mollissima		0.00	0.00
		28) 枫杨群系	Form. Pterocarya stenoptera		0.00	0.00
		29) 漆树群系	Form. Toxicodendron verniciifluum		0.00	0.00
	8、竹林	30) 箭竹群系	Form. Fargesia spathacea	下游白龙江延 岸海拔 1000m 以下区域	0.00	0.00
		31) 淡竹群系	Form. Phyllostachys glauca		0.00	0.00
三、 灌丛	9、常绿 针叶灌 丛	32) 高山柏群 系	Form. Sabina squamata	下游白龙江延 岸海拔 3000~ 3600m 的山地	0.00	0.00
	10、常 绿革叶 灌丛	33) 密枝杜鹃 群系	Form. Rhododendron fastigiatum		0.00	0.00
		34) 陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群 系	Form. Rhododendron przewalskii , Rhododendron rubropilosum		0.00	0.00
	11、落 叶阔叶 灌丛	35) 山生柳群 系	Form. Salix oritrepha	下游白龙江延 岸海拔 4000m 以上的山地	0.00	0.00
		36) 金露梅群 系	Form. Potentilla fruticosa		108.54	12.38
		37) 刺旋花群 系	Form. Convolvulus tragacanthoides		0.00	0.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
		38) 虎榛子群系	Form. Ostryopsis davidiana	下游白龙江延岸海拔 2300～2400m 的山区	0.00	0.00
		49) 胡枝子群系	Form. Lespedeza bicolor	代古寺水库库周陡坡上以及下游 2300m 以下的山区	98.68	11.26
		40) 绣球绣线菊灌丛	Form. Spiraea blumei		78.94	9.01
		41) 少齿小檗群系	Form. Berberis potaninii		54.27	6.19
		42) 皂柳群系	Form. Salix wallichiana		24.67	2.81
		43) 水柏枝群系	Form. Myricaria germanica		9.87	1.13
		44) 沙棘群系	Form. Hippophae rhamnoides		39.47	4.50
		12、常绿针叶灌丛	45) 川滇柳群系	Form. Salix rehderiana	0.00	0.00
四、草原	13、温带草甸草原	46) 白羊草群系	Form. Bothriochloa ischaemum	白龙江两岸山坡及代古寺水库淹没区	60.42	6.89
	14、温带典型草原	47) 羊茅群系	Form. Festuca ovina		64.32	7.34
五、草甸	15、高寒草甸	48) 禾叶嵩草群系	Form. Kobresia graminifolia	下游白龙江延岸海拔 4000m 以上的山地	42.88	4.89
		49) 矮嵩草群系	Form. Kobresia humilis		27.29	3.11
六、沼泽	16、莎草沼泽	50) 苔草 + 灯心草群系	Form. Carex sp., Juncus effusus	白龙江两岸滩地	0	0.00
农作物	农作物	玉米、小麦、青稞、蔬菜等。		白龙江两岸低海拔农业区	188.21	21.47
合计					876.50	100.00

(4) 植被分布特征

1) 水平分布特征

代古寺水库至嘉陵江入口，北部以温带针阔混交林、温带阔叶林为主，主要包括油松林、白皮松林、侧柏林、辽东栎林；向南逐步过渡到北亚热带森林植被

区，以常绿、落叶阔叶林为主，常绿阔叶林包括岩栎林、女贞林、槲子栎林等，落叶阔叶林主要包括栓皮栎林、麻栎林、槲栎林、板栗林等。

2) 垂直分布特征

在本区海拔 1000~1800m，为常绿与落叶阔叶混交林带，常绿树种有岩栎、云南樟 (*Cinnamomum glanduliferum*) 等；落叶阔叶树有栓皮栎、麻栎等。偶见有香果树 (*Emmenopterys henryi*) 等珍贵树种。1600~2100m 处为以栎类为主的落叶阔叶林带，主要有辽东栎 (*Quercus wutaishanica*)、栓皮栎等。2100~2900m 处为针阔混交林带，阔叶树有辽东栎、白桦 (*Betula platyphylla*)、红桦 (*Betula albo-sinensis*)、山杨 (*Populus davidiana*) 等，针叶树以大果青杆 (*Picea neoveitchii*)、华山松 (*Pinus armandii*)、黄果冷杉 (*Abies ernestii*) 为主。2900~3450m 处为亚寒带针叶林带，以云杉、冷杉林为主。在海拔 3500m 以上区域为高山灌丛与高山草甸带，高山灌丛以杜鹃 (*Rhododendron sp.*) 灌丛为主，高山草甸中的主要植物为嵩草植物，主要伴有苔草 (*Carex sp.*)、珠芽蓼 (*Polygonum viviparum*)、风毛菊 (*Saussurea japonica*) 等。

(5) 主要植被特点

根据现场对评价区内植被的实地考察，参照《中国植被》、《甘肃植被》的分类原则对评价区植被中主要植物群落的分布及特征简要描述如下。

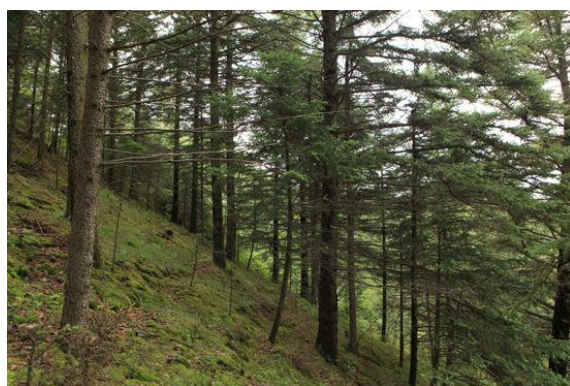
1) 针叶林

针叶林是以针叶树为建群种所组成的森林群落的总称，评价区内针叶林以针叶纯林为主，是评价区内最常见、分布面积最大、最重要的植被型组之一，常呈片状分布于山体上部及低山区，常见的植被型及群系有以下几种。

①云杉群系(Form. *Picea asperata*)

云杉亦称粗皮云杉，在甘肃分布很广，评价区内主要分布于迭部、岷县、宕昌、镇原、武山县等地 2000~3300m 之间的区域。云杉林中种类组成丰富，常见的高等植物有 100 多种，其中以禾本科、菊科的植物为主，莎草科、蔷薇科、毛茛科、兰科、十字花科的植物次之。与它伴生的植物，区系成分也很复杂，如青杆、紫果云杉是华北一西北特有成分，其它则以北温带成分为主。

云杉群系乔木层郁闭度为 0.6~0.8。云杉平均高度为 15~22m，平均胸径为 25~30cm，最大可达 1m 或更大。伴生树种有青杆、紫果云杉、岷江冷杉、红桦、川白桦、山杨等。灌木层一般发育良好，高度为 1~2m。其盖度与乔木层郁闭度有关。当郁闭度大于 0.6 时，灌木层种类与数量都很少，盖度也小；而大于 0.6 时，则盖度与种数都随之增大。种类组成，在海拔 3000m 以下，以箭竹为优势种，其它种类有刺毛忍冬、粉叶藤山柳、红毛五加、陕甘花楸、钝叶蔷薇、美丽蔷薇等，以及茶藨子属的一些种。在海拔 3000m 以上，占优势的为秦岭小檗、山柳等常见的有峨眉蔷薇、窄叶鲜卑花、高山绣线菊、金露梅、西北栒子、珍珠梅等草本层种类较多，层高 15~40cm，盖度一般为 10%~30%。常见的种类有细叶苔、突脉苔草、珠芽萝、木坪耳蕨、西伯利亚三毛草、紫菀沙参、掌叶橐吾等。其它还有藓生马先蒿、舞鹤草、高山黄华、藜芦、沿阶草、羽裂蟹甲草等。



云杉林-华山松林

②岷江冷杉群系(Form. *Abies faxoniana*)。

岷江冷杉是在甘肃暗针叶林类型中，分布地域最广、面积最大的一类针叶林群落。它主要分布于代古寺水库南侧的多儿及阿夏两个保护区海拔 2500~3600m 的区域，而以海拔 2900-3400m 最适宜其生长。常见于山地阴坡或半阴坡、海拔高度相当，可一直分布到沟谷低部。

乔木层呈混交林状态，占优势的伴生种有巴山冷杉、紫果云杉、青杆、麦吊杉等。因此乔木层结构复杂，常有 2 个以上亚层。郁闭度为 0.6~0.8。灌木层的种类组成与盖度，常因生态环境的不同而异，但常见的有陇塞杜鹃、绒毛杜鹃、黄毛杜鹃、亮叶杜鹃等。有些地段，箭竹形成优势层片。另外，陇塞忍冬、兰靛果、冰川茶藨子、高山绣线菊、细枝绣线菊、陕西花楸、钝叶栒子、金露梅、野

樱桃、红毛五加、峨嵋蔷薇等也多出现。草本层在林缘有粟草、多种早熟禾等禾本科植物。杂类草主要的有山酢浆草、珠芽蓼、鹿药、橐吾、马先蒿等。



岷江冷杉林

③华山松林 (Form. *Pinus armandii*)

华山松喜温凉湿润环境，在评价区山坡上部分布广泛。华山松林为评价区针叶林的重要组成部分，在岷县输水隧洞附件海拔 1500m 以上区域阴坡、山脊或山顶，气候较低，空气湿度较大的地区有较大片分布，群落外貌深绿色，林下土壤为灰化棕壤，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 7m，优势种为华山松(*Pinus armandii*)，高 5~10m，胸径 5~12cm，盖度 60%，主要伴生种有油松、千金榆 (*Carpinus cordata*)、红桦 (*Carthamus tinctorius*)、漆 (*Toxicodendron vernicifluum*) 等；灌木层盖度 20%，层均高 1m，优势种为杭子梢 (*Campylotropis macrocarpa*)，高约 1~1.5m，盖度 10%，主要伴生种有卫矛 (*Euonymus alatus*)、湖北山楂 (*Crataegus hupehensis*)、石灰花楸 (*Sorbus folgneri*) 等；草本层盖度 10%，层均高 0.5m，优势种为显子草 (*Phaenosperma globosa*)，高约 0.3-0.5m，盖度 5%，主要伴生种有牛膝 (*Achyranthes bidentata*)、求米草 (*Oplismenus undulatifolius*) 等。



华山松林

④油松林 (Form. *Pinus tabuliformis*)

油松喜光，喜干冷气候，为评价区山坡中下部分布面积最大、最常见的针叶树种之一。油松林在评价区向阳山坡分布广泛，群落外貌深绿色，林下土壤为棕壤，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.65，层均高 7m，优势种为油松，高 6~10m，胸径 8~15cm，盖度 60%，主要伴生种有栓皮栎 (*Quercus variabilis*)、锐齿槲栎 (*Quercus aliena var. acutiserrata*)、山杨 (*Populus davidiana*) 等；灌木层盖度 25%，层均高 1.5m，优势种为白檀 (*Symplocos paniculata*)，高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有绿叶胡枝子 (*Lespedeza buergeri*)、苦糖果 (*Lonicera fragrantissima subsp. Standishii*)、中华绣线菊 (*Spiraea chinensis*) 等；草本层盖度 20%，层均高 0.15m，优势种为大披针藁草 (*Carex lanceolata*)，高约 0.1~0.2m，盖度 10%，主要伴生种有荩草 (*Arthraxon hispidus*)、显子草等。



油松林

2) 阔叶林

阔叶林构成的森林群落在评价区分布广泛，占有较大的分布区域，根据阔叶林群系的种类组成、生态特性、结构以及外貌的不同，可将阔叶林分为常绿阔叶林、落叶阔叶林两大类。评价区位于我国暖温带地区，冬季严寒，阔叶林以落叶阔叶林为主。常见的植被型及群系有以下几种。

①栓皮栎林 (Form. *Quercus variabilis*)

栓皮栎喜光，在评价区分布广泛。栓皮栎林在评价区向阳山坡均有分布，群落在垂直分布上常上接锐齿槲栎林，群落外貌绿色，林下土壤为棕壤、褐土，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.7，层均高 8m，优势种为栓皮栎，高 6~10m，胸径 8~15cm，盖度 60%，主要伴生种有锐齿槲栎、槲栎、櫟子栎（*Quercus baronii*）等；灌木层盖度 30%，层均高 1.5m，优势种为胡枝子（*Lespedeza bicolor*），高约 1~2m，盖度 15%，主要伴生种有莲梗花（*Abelia engleriana*）、榛（*Corylus heterophylla*）、华北绣线菊（*Spiraea fritschiana*）、毛黄栌等；草本层盖度 15%，层均高 0.5m，优势种为野古草（*Arundinella anomala*），高约 0.3~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有白羊草、舌叶薹草（*Carex ligulata*）、麦冬（*Ophiopogon japonicus*）等。



栓皮栎属林

②辽东栎林（Form. *Quercus wutaishanica*）

辽东栎耐寒，在评价区山坡中上部分布广泛。辽东栎林在输水隧洞西部山区及代古寺水库下游的山地阳坡或半阳坡有较大片分布，群落外貌绿色，林下土壤为棕壤，林冠不整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.75，层均高 7m，优势种为辽东栎（*Quercus wutaishanica*），高 5~8m，胸径 8~15cm，盖度 60%，主要伴生种有千金榆（*Carpinus cordata*）、山杨（*Populus davidiana*）、建始槭（*Acer henryi*）等；灌木层盖度 20%，层均高 1m，优势种为绣球绣线菊（*Spiraea blumei*），高约 1~1.5m，盖度 15%，主要伴生种有山梅花（*Philadelphus incanus*）、中华绣线梅、石灰花楸（*Sorbus folgeri*）、泡花树（*Meliosma cuneifolia*）等；草本层盖度 15%，层均高 0.5m，优势种为落新妇（*Astilbe chinensis*），高约 0.3~0.5m，盖度 10%，主要伴生种有动蕊花（*Kinostemon ornatum*）、藜芦（*Veratrum nigrum*）、三脉紫菀（*Aster ageratoides*）等。



辽东栎林

③山杨林 (Form. *Populus davidiana*)

山杨为强阳性树种，适应性强，生长迅速，在整个评价区分布广泛。山杨林为评价区主要的材用林之一，在评价区海拔 1200m 以下山地阳坡分布广泛，群落外貌绿色，林下土壤为棕壤或褐土，林冠整齐，群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.65，层均高 7m，优势种为山杨，高 4~8m，胸径 5~15cm，盖度 60%，主要伴生种有油松、栓皮栎、辽东栎等；灌木层盖度 30%，层均高 1m，优势种为胡枝子，高约 1~1.5m，盖度 20%，主要伴生种有盐肤木、卫矛、郁香忍冬 (*Lonicera fragrantissima*)、大芽南蛇藤 (*Celastrus gemmatus*)、多花胡枝子等；草本层盖度 10%，层均高 0.5m，优势种为野青茅，高约 0.3~0.5m，盖度 5%，主要伴生种有大油芒、三脉紫菀、前胡 (*Peucedanum praeruptorum*) 等。



山杨林

④枫杨群系 (Form, *Pterocarpa* spp.)

枫杨通称麻柳。它们一般生长于评价区海拔 800~2200m 的沟谷、石滩中，有季节性渚水的地段。与它伴生的树种有漆树、灯台树、沙株、野核桃、水榆花楸、千金榆、多种柳灌木有尖叶绣线菊、罗氏绣线菊、葱皮忍冬、青莢叶、卫矛、

圆叶鼠李等。草本植物从中生到湿生都有，如宽叶荨麻、木贼、秦岭金腰子、驴蹄草、峨参、连钱草、酢酱草等。



枫杨林

⑤漆树群系(Form. *Toxicodendron vernicifluum*)。

漆树亦称大木漆、小木漆、山漆树等。主要分布于评价区海拔 500~1400m 之间，纯林很少，大多杂生于针阔混交林中。主要伴生树种有栓皮栎、锐齿栎、白桦、鹅耳枥、华山松等。灌木有箭竹、白刺花狼牙刺、钓樟、栒子、珍珠梅、三叶木通等。



漆树林

3) 竹林

竹林是由单优势种组成的群系。竹类具有强大的的无性繁殖能力、广泛的适应性，使其具有较大的分布区。评价区内竹林多呈小片状分布，常镶嵌于针叶林或阔叶林边缘，是自然植被最重要的组成部分。

①华桔竹群系 (Form. *Far-gesiaspathacea*)

华桔竹为评价区内最为常见, 最重要的竹种之一, 在岷县、武山县及水源区下游海拔 1000m 以下的低山山坡有片状分布, 群落外貌翠绿色, 林下土壤为褐土或棕壤, 林冠整齐, 群落结构及种类组成较简单。

乔木层郁闭度 0.75, 层均高 1.5-6m, 优势种为华桔竹, 高 3~6m, 盖度 70%, 主要伴生种有朴树 (*Celtissinensis*)、旱柳、构树等; 灌木层盖度 20%, 层均高 1m, 优势种为粉团蔷薇 (*Rosamultiflora* var. *cathayensis*), 高 约 1~1.5m, 盖度 15%, 主要伴生种有木半夏 (*Elaeagnusmultiflora*)、算盘子 (*Glochidionpuberum*)、枸杞 (*Lyciumchinense*) 等; 草本层盖度 15%, 层均高 0.3m, 优势种为野艾蒿, 高 约 0.2~0.5m, 盖度 10%, 主要伴生种有黄花蒿 (*Artemisiaannua*)、狗牙根 (*Cynodondactylon*)、天名精 (*Carpesiumabrotanoides*) 等。



华桔竹林

4) 灌丛

灌丛是指一切以灌木占优势所组成的植被类型。评价区内的灌丛, 一般都是次生的, 同时也有一些是相对稳定的群系。其形成, 一种为森林严重破坏后的恢复阶段; 一种是岩壁, 由于环境条件恶劣, 植物生长受到制约, 只有一些能忍受严酷条件的灌木可在此生长; 第三种是山顶, 由于风大和土壤贫瘠, 常生长一些灌丛。

①白刺花群系(Form. *Sophora davidii*(Franch.))。

白刺花群落主要分布于陇南山地和黄土高原的子午岭、六盘山、关山一带, 一般生长于海拔 1100~1900m 的阳坡和半阳坡。群落的种类组成, 主要有山桃、黄蔷薇、胡枝子、三裂绣线菊、胡颓子、文冠果、酸枣、荆条等。灌木层高度 1~1.5m,

盖度 50%左右。草本层植物种类主要有长芒针茅、铁杆蒿、臭蒿、羊胡子草等。草层高 20~60cm，盖度一般为 50%~60%。



白刺花灌丛

②沙棘群系(Form. *Hippophae rhamnoides*)

沙棘又称酸刺、黑刺和醋柳。适应性强，常形成单优势种群落。沙棘在甘肃分布很广，从海拔 1000m 以下，至 3200m 的沟谷、阴坡常可见到。适应性广泛，能耐严寒、高温、干旱和低盐碱。

群落高度 1.5~3.0m，灌木层盖度为 70%~80%。灌木种类除沙棘外，常见的有黄蔷薇虎榛子、水栒子、胡颓子、甘肃山楂、榛子、柔毛绣线菊等。依分布区域的不同，群落中有的还散生一些乔木树种，如山杨、白桦、辽东栎、山杏、杜梨等。在草本层中，有半灌木的达乌里胡枝子、铁杆蒿；草本有白羊草、芨芨草、旋复花、东方草莓、野古草、龙牙草、甘草、阿尔泰狗娃花等。草层高 10~50cm，盖度为 70%左右。



沙棘灌丛

5) 草原

① 白羊草群系(*Fom*, *Bothriochloa ischaemum*)。

白羊草群系是评价区草甸草原的代表类型,主要分布于评价区为 800~1700m 的区域。白羊草群落的种类成分,在黄土高原沟壑坡地上,除白羊草为优势种外,常见的还有长芒针茅、芨芨蒿、铁杆蒿、兴安胡枝子、万年蓬等。伴生成分主要有纤毛鹅冠草、苦参、二色棘豆、远志、地榆、委陵菜、大针茅、石防风、紫花地丁、多花胡枝子、短柄草、早熟禾属的一些种、马唐、小糠草、兰香草等。草层高度为 11~21cm,总盖度达 40%~60%,其中禾草盖度达 24%~40%。在夏末秋初,蒿属种类往往超过白羊草的高度。本群系愈接近典型草原,草层愈低,耐干旱的禾草也相应增加。



白羊草群系

② 羊茅群系(*Form. Festuca ovina*)

羊茅是一种多年生密丛禾草,在评价区各地都有分布。其群落常以斑块状镶嵌于草甸草原和亚高山草甸,以及典型草原中。在异花针茅群落中,羊茅混生最多,其次在甘青针茅和阿尔泰针茅群落中也很常见。

羊茅群落草丛高 7~15cm,总盖度为 60%~70%。伴生植物多是中生草甸植物,如珠芽蓼,紫羊茅、硬质早熟禾、华灰早熟禾、瑞苓草、乳白香青、零零香、多茎委陵菜、小叶黑柴胡、喉花草、北方嵩草、里氏落草等。



羊茅群系

6) 高寒草甸

① 禾叶嵩草群系(Form. *Kobresia graminifolia*)

禾叶嵩草是一种较喜温湿的种类。在甘肃东部和南部山地 3500m 海拔高度，广布有这类植物群落。禾叶嵩草群落盖度可达 70% 左右，株高 30~40cm。伴生植物有胎生早熟禾、珠芽蓼、紫色风毛菊、山地虎耳草、甘青鸟头、高山唐松草、雪白委陵菜，以及少量的金露梅。



禾叶嵩草群系

② 矮嵩草群系(Form. *Kobresia humilis*)

矮嵩草群落是高寒环境典型的草甸类型，在甘肃西部山地 3000~4000m 海拔高度的半阴坡，或半阳坡平坦地段，都能见到。矮嵩草生长密集，草高 5~11cm，成单优势种群落。群落盖度 70%~90% 以上，每公顷产鲜草 2998.5~8995.5kg。伴生植物有线叶嵩草、甘青虎耳草、高山蓼、雪白委陵菜、美丽风毛菊、二裂委陵菜，矮火绒草、麻花艽、紫羊茅、披针叶黄华、花苜蓿、天蓝苜蓿、零零香、早熟禾、落草等。如果放牧过度，则羊茅和垂穗披碱草大量发展，呈草原化现象。

矮嵩草草质柔软，营养丰富，适口性很好，是很有价值的饲草，故该群落是质量很好的高山牧场。



矮嵩草群系

(6) 植被覆盖度

通过归一化植被指数（NDVI）方法，可得到水源及下游评价区的植被覆盖度情况，具体见表 4.1-30 及图 4.1-9。

表 4.1-30 水源及下游区植被覆盖度

覆盖度（%）	面积（km ² ）	比例（%）
0-30	30.07	4.36
30-45	61.79	8.96
45-60	297.36	43.12
60-75	195.09	28.29
≥75	105.30	15.27
合计	689.62	100

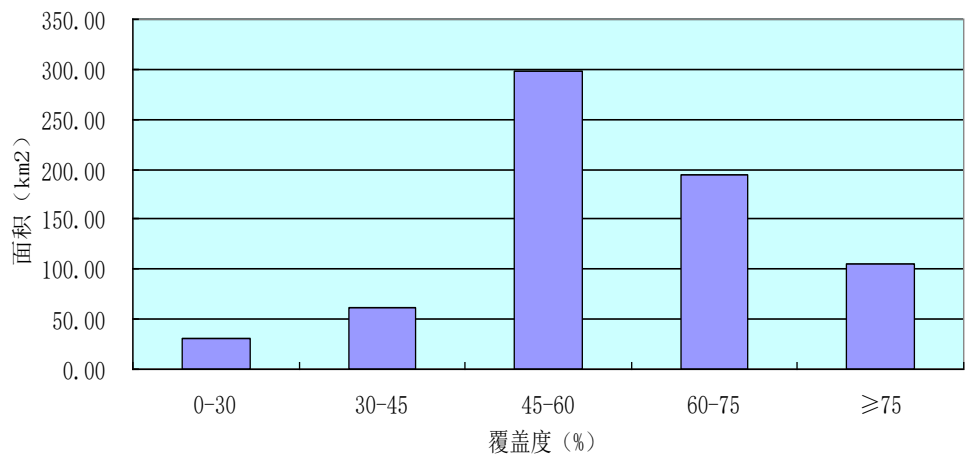


图 4.1-9 水源及下游区各覆盖度面积图

由以上图表及植被覆盖度图可知，水源及下游评价区植被覆盖度整体较高，这与该区域降雨量丰富、林地面积较大有关。其中 45~60%的面积最大，占比 43.12%，主要分布于坝址下 50~140km 的评价区内；其次为 60~75%，占比 28.29%，主要分布于坝址下 0~50km 的评价区内；第三为≥75%，占比 15.27%，主要分布于嘉陵江口以上 0~90km 的评价区内；第四为 35~45%，占比 8.96%，主要分布于评价区内农业区内；0~30%面积最小，占比为 4.36%，主要分布于河道、石滩、裸地及居民区内。

（7）重要物种

根据现场调查及查阅相关资料可知，水源及下游区分布有国家重点保护野生植物 19 种，其中：一级重点保护野生植物 2 种，为红豆杉、珙桐；二级重点保护野生植物 17 种，为连香树、水青树、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、西康玉兰、水曲柳、桃儿七、玫瑰、软枣猕猴桃、紫芒披碱草、毛披碱草、大果青杆、榉树、鹿角蕨、独叶草。

水源及下游区纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 5 种，均为易危种，分别为红豆杉、独叶草、岷江柏木、秦岭冷杉、水曲柳。特有种共 9 种，分别为珙桐、独叶草、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、紫芒披碱草、大果青杆、榉树。

根据《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016，2017 年 1 月 1 日实施），并通过甘肃省古树名木信息系统查询，最终确定新建代古寺水库及下游区、施工布置区外扩 100m 范围内没有古树名木。





水源及下游区重要野生植物详见表 4.1-31。




表 4.1-31 水源及下游区重要野生植物名录

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
1	红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i>	一级	VU	否	主要分布于阿夏自然保护区、多儿自然保护区及附近山区	资料来源于四个方面： （1）现场调查及走访； （2）阿夏自然保护区和多儿自然保护区内科学考察报告； （3）工程占用自然保护区生物多样性专题报告； （4）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现水源工程占地区内有分布	
2	珙桐	<i>Davidia involucre</i>	一级	/	是				
3	独叶草	<i>Kingdonia uniflora</i>	二级	VU	是				
4	连香树	<i>Cercidiphyllum japonicus</i>	二级	/	否				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
5	水青树	<i>Tetracentron sinensis</i>	二级	/	否	主要分布于阿夏自然保护区、多儿自然保护区及附近山区	资料来源于四个方面： （1）现场调查及走访； （2）阿夏自然保护区和多儿自然保护区内科学考察报告； （3）工程占用自然保护区生物多样性专题报告； （4）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现水源工程占地区内有分布	
6	香果树	<i>Emmenopterys henryi</i>	二级	/	是				
7	岷江柏木	<i>Cupressus chengiana</i>	二级	VU	是				
8	秦岭冷杉	<i>Abies chensiensis</i>	二级	VU	是				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
9	厚朴	<i>Magnolia officinalis</i>	二级	/	是	主要分布于阿夏自然保护区、多儿自然保护区及附近山区	资料来源于四个方面： （1）现场调查及走访； （2）阿夏自然保护区和多儿自然保护区内科学考察报告； （3）工程占用自然保护区生物多样性专题报告； （4）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现水源工程占地区内有分布	
10	西康玉兰	<i>Magnolia wilsonii</i>	二级	/	否				
11	水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i>	二级	VU	否				
12	大果青杆	<i>Picea neoveitchii</i>	二级	/	是				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
13	桃儿七	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	二级	/	否	主要分布于阿夏自然保护区、多儿自然保护区及附近山区	资料来源于四个方面： （1）现场调查及走访； （2）阿夏自然保护区和多儿自然保护区内科学考察报告； （3）工程占用自然保护区生物多样性专题报告； （4）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现水源工程占地区内有分布	
14	玫瑰	<i>Rosa rugosa</i>	二级	/	否				
15	软枣猕猴桃	<i>Actinidia arguta</i>	二级	/	否				
16	紫芒披碱草	<i>Elymus purpuraristatus</i>	二级	/	是				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
17	毛披碱草	<i>Elymus villifer</i>	二级	/	否	主要分布于阿夏自然保护区、多儿自然保护区及附近山区	资料来源于四个方面： （1）现场调查及走访； （2）阿夏自然保护区和多儿自然保护区内科学考察报告； （3）工程占用自然保护区生物多样性专题报告； （4）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现水源工程占地区内有分布	
18	榉树	<i>Zelkova schneideriana</i>	二级	/	是				
19	鹿角蕨	<i>Platycerium wallichii</i>	二级	/	否				

注：极危（Critically Endangered）简写为 CR；濒危（Endangered）简写为 EN；易危（Vulnerable）简写为 VU；“/”表示《中国生物多样性红色名录》内没有或除 CR、EN、VU 之外的物种。

4.1.5.4 陆生动物

(1) 区系地理成分

根据《中国动物地理》(张荣祖, 2011), 水源及下游区跨两个动物地理省, 其中的动物群分别为: 华北区—黄土高原亚区—甘南-六盘省—常绿、落叶林灌动物群; 华北区—黄土高原亚区—冀晋陕北部省—森林草原、农田动物群。

(2) 动物区系特征

调查表明, 水源及下游区周边区域共有野生脊椎动物 188 种, 其中两栖动物 1 目 3 科 5 种, 爬行动物有 2 目 6 科 15 种, 兽类 6 目 15 科 35 种, 鸟类 14 目 39 科 133 种, 具体见表 4.1-32。

表 4.1-32 水源及下游区动物组成

种类组成					区系						保护等级			
纲	目	科	种		东洋种		古北种		广布种		国家 一级	国家 二级	甘肃 省级	陕西 省级
			数量	占比	数量	占比	数量	占比	数量	占比				
两栖类	1	3	5	2.66%	1	20%	2	40%	2	40%	/	/	/	/
爬行类	2	6	15	7.98%	5	33.30%	5	33.30%	5	33.30%	/	/	/	/
鸟类	14	39	133	70.74%	36	27.10%	56	42.10%	41	30.80%	8	23	5	/
哺乳类	6	15	35	18.62%	13	37.10%	7	20%	15	42.90%	10	12	/	/
总计	23	63	188	100	55		70		63		18	35	5	/

1) 两栖类

①种类

水源及下游区共有两栖动物 5 种, 隶属于 1 目 3 科, 其中蛙科 2 种、蟾蜍科 2 种、姬蛙科 1 种。

②区系类型

本区域分布的 5 种两栖动物中, 有东洋种 1 种, 占总种数的 14.3%; 广布种 2 种, 占总种数的 40.0%; 古北种 2 种, 占总种数的 40.0%。

③生活类型及分布

根据两栖类的生态习性, 将评价区的两栖动物分为以下 3 种生活类型:

静水型 (在静水或缓流中活动觅食): 有黑斑侧褶蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*) 1 种。主要是在本区域的水塘及附近静水水体中生活, 与人类活动关系较密切。

流溪型（在流动的水体中觅食）：有隆肛蛙（*Paa quadranus*）1种。主要在本区域的各山间溪流或河流中生活。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：包括中华蟾蜍（*Bufo gargarizans*）、花背蟾蜍（*Bufo raddei*）、饰纹姬蛙（*Microhyla ornata*）3种。它们主要是在本区域离水源不远的居民区、农田等陆地上活动，与人类活动关系较密切。

2) 爬行类

①种类

本区域爬行类共有15种，隶属于2目6科。其中游蛇科的种类最多，有7种，占总种数的46.7%；石龙子科次之，有3种。本区域分布的爬行动物中，以铜蜓蜥（*Sphenomorphus indicus*）、白条锦蛇（*Elaphe dione*）和乌梢蛇（*Zoocys dhumnades*）数量较多。本区域无国家和省级重点保护爬行类的分布。

②区系类型

本区域内的爬行动物共有15种，隶属于三种区系成分。其中，东洋种、古北种、广布种均为5种，各占33.3%。

③生活类型及分布

根据爬行类的生态习性，将评价区的爬行动物分为以下4种生活类型：

灌丛石隙型（经常活动在灌丛下面，路边石缝中的爬行类）：包括黄纹石龙子（*Eumeces capito*）、铜蜓蜥、丽攀麻蜥（*Eremias argus*）、北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）、菜花烙铁头（*Trimeresurus jerdonii*）、黄脊游蛇（*Coluberspinalis*）、黑脊蛇（*Achalinus spinalis*）、中国石龙子（*Eumeces chinensis formosensis*）和中介蝮（*Gloydus intermedius*）9种。它们主要在本区域内的山林灌丛中活动，也栖息于路边石缝中，也有的在人为活动频繁的地带出没。

住宅型（在住宅区的建筑物中筑巢、繁殖、活动的爬行类）：有无蹼壁虎（*Gekko swinhonis*）1种。主要在本区域内的住宅区附近栖息和活动，有时也栖息在树洞和岩石下，与人类活动的关系密切。

水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：有鳖（*Trionyx sinensis*）1种。它们主要在本区域内的水库、河流等淡水水体中活动。

林栖傍水型（在有溪流的近水岸边或山坡上活动）：包括赤链蛇（*Dinodon rufozonatum*）、虎斑颈槽蛇（*Rhabdophis tigrinus*）白条锦蛇和乌梢蛇 4 种。它们主要在本区域内有溪流的近水岸边或阴湿山坡等环境中活动、觅食。其中，黑眉锦蛇和乌梢蛇与人类活动的关系比较密切，有时在住宅区附近也能见到。

3) 鸟类

①种类

本区域范围的鸟类 133 种，隶属于 14 目 39 科。其中国家一级重点保护野生动物 8 种，分别为金雕、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、秃鹫、草原雕、胡兀鹫、猎隼；国家二级重点保护野生动物 23 种，分别为黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鸮、普通鸮、红隼、游隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰鹤、斑头鸨鹑、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、云雀；甘肃省重点保护野生动物 5 种，分别为红头潜鸭、雪鸽、渡鸦、戴胜、大白鹭。

②区系类型

在本区域内的 133 种鸟类中，属于广布种的有 41 种，占总种数的 30.8%；属于东洋界成分的种类有 36 种，占总种数的 27.1%；属于古北界分布的种类有 56 种，占总种数的 42.1%。由此可见，本区域处于古北界和东洋界的交界地段和古北界的黄土高原亚区，鸟类的区系组成中古北界分布种类较多，东洋种和广布种差别不甚明显。

③居留型

在 133 种鸟类中，以留鸟为主体，有 75 种，占总种数的 56.4%；夏候鸟 37 种，占总种数的 27.8%；冬候鸟 10 种，占总种数的 7.5%；旅鸟 11 种，占总种数的 8.3%。可见，本区域内鸟类以留鸟为主，其次是夏候鸟；冬候鸟和旅鸟数量相对较少。繁殖鸟类（包括留鸟和夏候鸟）有 112 种，占 84.2%，迁徙鸟类（包括夏候鸟、冬候鸟和旅鸟）有 58 种，占 43.6%。夏候鸟一般在每年的 4 月~10 月份来此栖息，冬候鸟一般在 11 月至第二年 3 月来此栖息。旅鸟停留时间较短，留鸟一年四季在本区域均有分布。

④生活类型及分布

根据鸟类的生态习性，将评价区内的鸟类分为以下 6 种生活类型：

游禽（具有扁阔或尖的嘴，脚趾间有蹼，走路和游泳向后伸，善于游泳，潜水和在水中获取食物。不善于在陆地上行走，但飞翔迅速，多生活在水上）：包括鸕鹚目、雁形目和鸕形目燕鸥科的鸟类，本次记录有小鸕鹚、豆雁、灰雁、绿翅鸭、白眼潜鸭、斑嘴鸭、普通秋沙鸭、普通燕鸥和白额燕鸥等。它们在本区域内主要分布于各类水体中，如水库、河流池塘等水域附近。

涉禽（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：包括鸕形目、鹤形目的鸟类，有苍鹭、池鹭、大白鹭等。它们在本区域内主要分布于山间河流中、水库沿岸、河流湿地和其他的浅水区域中活动。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：主要包括雉科、鸠鸽科的鸟类，包括岩鸽、石鸡、日本鹌鹑、环颈雉、红腹锦鸡等。它们在本区域内主要分布于有人类活动的林地、农田其它山区的林地等生境。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括隼形目和鸮形目的鸟类，包括雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、黑耳鸮、高山兀鹫、秃鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、红隼等。它们多在本区域内的山林中活动，活动范围比较广泛。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：包括鸛形目、佛法僧目、戴胜目和鸢形目鸟类，有四声杜鹃、大杜鹃、噪鹛、普通翠鸟、蓝翡翠、白胸翡翠、冠鱼狗、戴胜、大斑啄木鸟和灰头绿啄木鸟等。它们在本区域内分布广泛，在各种类型的针、阔叶林中，低矮的灌木林中都有它们的踪影，部分种类也偶尔到林缘、村庄及水域附近活动。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：雀形目的所有鸟类都为鸣禽，它们在本区域范围内广泛分布。

4) 兽类

①种类

评价范围内的兽类有 35 种，隶属于 6 目 15 科，其中食肉目和啮齿目种类较多。本区域有国家一级保护兽类 10 种，为豹、大熊猫、马麝、林麝、贡山羚牛、豺、喜马拉雅斑羚、金猫、梅花鹿、雪豹，国家二级保护兽类 12 种，分别为小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、水獭、猓獾、马鹿、中华鬣羚、岩羊、豹猫、毛冠鹿、青鼬（黄喉貂）。

②区系组成

本区域分布的 35 种兽类中，有东洋种 13 种，占 37.1%；古北种为 7 种，占 20.0%；广布种为 15 种，占 42.9%。

③生活类型及分布

根据兽类的生态习性，将评价范围内的 35 种兽类分为以下 5 种生活类型：

穴居型（主要在地面活动觅食，栖息、避敌于洞穴中，有的也在地下寻找食物）：包括东北刺猬、草兔、黑线姬鼠、黄胸鼠、社鼠和褐家鼠等。它们在评价范围内主要分布在山林与田野中，有时也活动到居民区附近。

岩洞栖息型（在岩洞中倒挂栖息的小型兽类）：包括东亚伏翼 1 种。在评价范围内主要分布于山区的岩洞洞穴中，常见于居民区附近。

地面生活型（主要在地面活动）：包括豹、棕熊、野猪、毛冠鹿、马鹿、鬣羚、岩羊等，它们主要分布于评价范围内的山中林地区域。

树栖型（主要在树上栖息、觅食的兽类）：主要有珀氏长吻松鼠、隐纹花松鼠等。它们在大多数时间内都是在树上活动，评价范围内主要分布在山中以及输水线附近的林地。

半树栖型（在树上栖息，在地面上觅食的兽类）：主要包括黑熊、大熊猫、豹猫、花面狸等。它们主要在评价区范围内的山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。

(3) 迁徙物种及其季节分布

1) 季节分布

除部分候鸟、旅鸟有的时段不在评价区分布外，其余的留鸟、哺乳类、两栖类、爬行类等一年四季在评价区内均有分布。

候鸟：评价区内有夏候鸟 37 种，一般在每年的 4 月~10 月份在评价区栖息。有冬候鸟 10 种，一般在 11 月至第二年 3 月在评价区内栖息。

旅鸟：评价区有旅鸟 11 种，这些鸟类迁徙中会途经评价区，但不在该地区繁殖，停留时间较短。

留鸟：其余鸟类均为留鸟，一年四季在评价区均有分布。

2) 迁徙鸟类组成

表 4.1-33 评价区迁徙鸟类组成

序号	中文名称	拉丁文名	居留型	序号	中文名称	拉丁文名	居留型
1	大白鹭	<i>Ardea alba</i>	夏	30	树鹩	<i>Anthus hodgsoni</i>	夏
2	牛背鹭	<i>Bubulcus ibis</i>	夏	31	虎纹伯劳	<i>Lanius tigrinus</i>	夏
3	池鹭	<i>Ardeola bacchus</i>	夏	32	黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>	夏
4	黄斑苇鹀	<i>Ixobrychus sinensis</i>	夏	33	黑卷尾	<i>Dicrurus macrocerus</i>	夏
5	大麻鹀	<i>Botaurus stellaris</i>	夏	34	灰卷尾	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	夏
6	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	夏	35	灰椋鸟	<i>Sturnus cineraceus</i>	夏
7	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	夏	36	红胁蓝尾鸲	<i>Tarsiger cyanurus</i>	夏
8	红脚隼	<i>Falco amurensis</i>	夏	37	黄腰柳莺	<i>Phylloscopus proregulus</i>	夏
9	日本鹌鹑	<i>Coturnix japonica</i>	夏	38	灰雁	<i>Anser anser</i>	冬
10	雉鹑	<i>Tetraophasis obscurus</i>	夏	39	赤颈鸭	<i>Anas penelope</i>	冬
11	血雉	<i>Ithaginis cruentus</i>	夏	40	绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>	冬
12	彩鹬	<i>Rostratula benghalensis</i>	夏	41	红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	冬
13	金眶鸻	<i>Charadrius dubius</i>	夏	42	白眼潜鸭	<i>Aythya nyroca</i>	冬
14	环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	夏	43	鹊鸭	<i>Bucephala clangula</i>	冬
15	扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	夏	44	普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	冬
16	凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>	夏	45	灰鹤	<i>Grus grus</i>	冬
17	红脚鹬	<i>Tringa totanus</i>	夏	46	小鹀	<i>Emberiza pusilla</i>	冬

序号	中文名称	拉丁文名	居留型	序号	中文名称	拉丁文名	居留型
18	矶鹬	<i>Actitis hypoleucos</i>	夏	47	黑尾蜡嘴雀	<i>Eophona migratoria</i>	冬
19	普通燕鸥	<i>Sterna hirundo</i>	夏	48	白尾鸢	<i>Circus cyaneus</i>	旅
20	白额鸢	<i>Sterna albifrons</i>	夏	49	赤腹鹰	<i>Accipiter soloensis</i>	旅
21	四声杜鹃	<i>Cucalus micropterus</i>	夏	50	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	旅
22	大杜鹃	<i>Cucalus canorus</i>	夏	51	猎隼	<i>Falco cherrug</i>	旅
23	噪鹛	<i>Eudynamys scolopacea</i>	夏	52	普通秧鸡	<i>Rallina aquaticus</i>	旅
24	蓝翡翠	<i>Halcyon pileata</i>	夏	53	白骨顶	<i>Fulica atra</i>	旅
25	戴胜	<i>Upupa epops</i>	夏	54	鹤鹑	<i>Tringa erythropus</i>	旅
26	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏	55	青脚鹬	<i>Tringa nebularia</i>	旅
27	金腰燕	<i>Hirundo daurica</i>	夏	56	白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	旅
28	山鹧鸪	<i>Dendronanthus indicus</i>	夏	57	灰头麦鸡	<i>Vanellus cinereus</i>	旅
29	田鸫	<i>Anthus richardi</i>	夏	58	斑鸫	<i>Turdus naumanni</i>	旅

注：“夏”代表夏候鸟，“冬”代表冬候鸟，“旅”代表旅鸟。

3) 鸟类迁徙路线

评价区鸟类迁徙路线见下图。

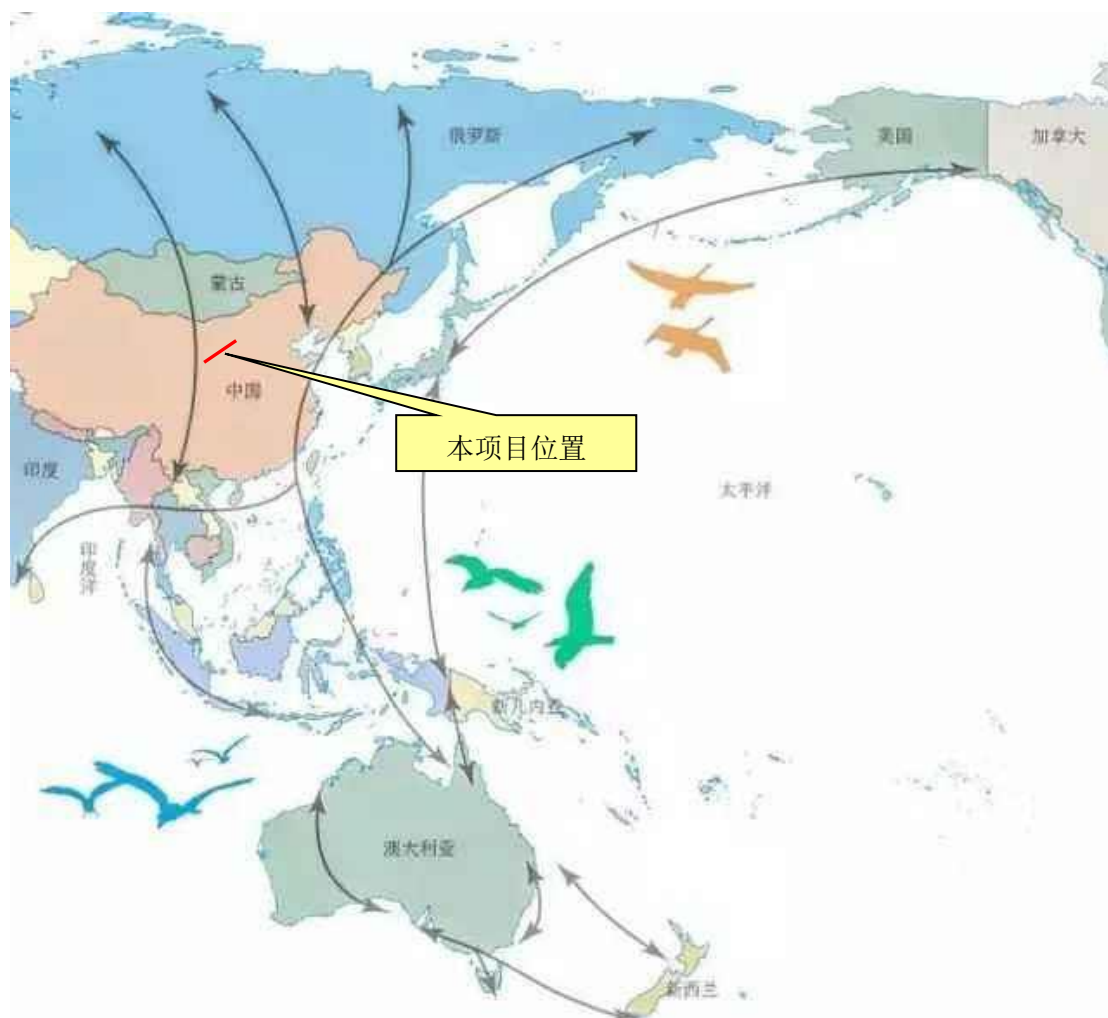


图 4.1-10 中国及周边地区鸟类迁徙路线图

(4) 重要野生动物

根据查阅资料和现场调查,并依据《国家重点保护野生动物名录》(2021 版)可知,本区域有国家重点保护野生动物 53 种,其中国家一级重点保护野生动物 18 种,分别为金雕、秃鹫、草原雕、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、大熊猫、豹、豺、马麝、林麝、贡山羚牛、金猫、喜马拉雅斑羚、梅花鹿、雪豹、胡兀鹫、猎隼;国家二级重点保护野生动物 35 种,分别为黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、红隼、游隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰鹤、斑头鸨鹑、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短




耳鸮、云雀、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、青鼬（黄喉貂）、水獭、猓獾、豹猫、毛冠鹿、马鹿、中华鬣羚、岩羊。

本区域共有甘肃省重点保护野生动物 5 种，分别为红头潜鸭、雪鸽、渡鸦、戴胜、大白鹭。

根据《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷》（2015）可知，本区域有极危（Critically Endangered）物种 5 种，分别为豹、林麝、金猫、马麝、梅花鹿；有濒危（Endangered）物种 9 种，分别为豺、喜马拉雅斑羚、石貂、水獭、猓獾、马鹿、绿尾虹雉、猎隼、雪豹；有易危（Vulnerable）物种 12 种，分别为大熊猫、贡山羚牛（原名扭角羚）、小熊猫、黑熊、棕熊、中华鬣羚（原名鬣羚）、豹猫、毛冠鹿、金雕、大鸛、红喉雉鹑、草原雕。特有种 5 种，分别为大熊猫、梅花鹿、红喉雉鹑、红腹锦鸡、蓝马鸡。

综上所述，水源及下游区共分布有重要物种 58 种，包括：国家重点保护动物 53 种；省级重点保护野生动物 5 种；极危种 5 种，濒危种 9 种，易危种 12 种；特有种 5 种，具体见表 4.1-34。评价区重要物种主要分布于多儿和阿夏两个自然保护区内的深山区。代古寺水库工程占地区位于保护区边缘，植被稀疏，人类干扰强烈，野生动物非常稀少，在工程占地区现场调查时仅发现有云雀、雪鸽、渡鸦、戴胜分布，在代古寺水库库区有大白鹭、红头潜鸭、灰鹤分布，但数量很少。由此可见，代古寺水库工程区不是大多数重要物种的最适宜生境，但不排除某些个体会偶尔到工程占地区觅食或饮水，因此施工时需要予以特别关注。


表 4.1-34 水源及下游区重要野生动物调查表




序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
一	哺乳纲								
1	豹	<i>Panthera pardus</i>	一级	CR	否	多栖息于林地、灌丛中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
2	大熊猫	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>	一级	VU	是	栖息于中国长江上游的高山深谷。分布于多儿、阿夏两个自然保护区。		否	
3	马麝	<i>Moschus sifanicus</i>	一级	CR	否	栖息在海拔 2500-5000m 的针叶林和高山灌丛里。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
4	林麝	<i>Mochus berezouskii</i>	一级	CR	否	主要栖息于针阔混交林，也适于在针叶林和郁闭度较差的阔叶林的生境生活。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
5	贡山羚牛（原名扭角羚）	<i>Budorcas taxicolor</i>	一级	VU	否	栖息于高海拔的高山悬崖地带，林地或灌丛中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
6	豺	<i>Cuon alpinus</i>	一级	EN	否	见于各种栖息类型（除沙漠外）。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
7	金猫	<i>Catopuma temminckii</i>	一级	CR	否	栖息于树上洞穴内，间下地活动，多见于林地、灌丛。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	




序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
8	喜马拉雅斑羚	<i>Naemorhedus goral</i>	一级	EN	否	林栖兽类，栖息环境多样。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
9	梅花鹿	<i>Cervus nippon</i>	一级	CR	是	生活于森林边缘和山地草原地区。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
10	雪豹	<i>Panthera uncia</i>	一级	EN	否	栖息于永久冰雪高山裸岩及寒漠带的环境中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
11	小熊猫	<i>Ailurus fulgens</i>	二级	VU	否	栖居于大的树洞或石洞和岩石缝中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
12	黑熊	<i>Ursus thibetanus</i>	二级	VU	否	栖息于林地之中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
13	棕熊	<i>Ursus arctos</i>	二级	VU	否	栖息于荒漠边缘至高山森林，甚至冰原地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
14	石貂	<i>Stone Marten</i>	二级	EN	否	栖息在森林、矮树丛、森林边缘、树篱和岩质丘陵。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
15	水獭	<i>Lutra lutra</i>	二级	EN	否	栖息于两岸林木繁茂的溪河地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
16	猞猁	<i>Felis lynx</i>	二级	EN	否	栖息于亚寒带针叶林、寒温带针阔混交林至高寒草甸、高寒草原、高寒灌丛草原及高寒荒漠与半荒漠等各种环境分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
17	马鹿	<i>Cervus elaphus</i>	二级	EN	否	栖于海拔 3500-5000 米的高山灌丛草甸及冷杉林边缘。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
18	中华鬣羚（原名鬣羚）	<i>Capricornis sumatraensis</i>	二级	VU	否	栖息于海拔 1000~4400 米针阔混交林、针叶林或多岩石的杂灌林。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
19	岩羊	<i>Pseudois nayaur</i>	二级	/	否	栖息在海拔 2100—6300 米之间的高山裸岩地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
20	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	VU	否	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
21	毛冠鹿	<i>Elaphodus cephalophus</i>	二级	VU	否	栖息于高山或丘陵地带的常绿阔叶林、针阔混交林、灌丛、采伐迹地和河谷灌丛。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口国家级森林公园。		否	
22	青鼬 (黄喉貂)	<i>Martes flavigula</i>	二级	/	否	多活动于森林中。分布于甘南多儿国家级自然保护区。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
二	鸟纲								
23	金雕	<i>Aquila chrysaetos</i>	一级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
24	斑尾榛鸡	<i>Tetrastes sewerzowi</i>	一级	/	否	栖息于海拔 2500~3500 米的山地森林草原和散生有少许针叶树的金腊梅、山柳和杜鹃灌丛地区。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
25	红喉雉鹑	<i>Tetraophasis obscurus</i>	一级	VU	是	栖于海拔 4000 米以上的针叶林、灌丛及裸岩地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
26	绿尾虹雉	<i>Lophophorus lhuysii</i>	一级	EN	否	栖息于林线以上海拔 3000-5000 米左右的高山草甸、灌丛和裸岩地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
27	秃鹫	<i>Aegypius monachus</i>	一级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
28	草原雕	<i>Aquila nipalensis</i>	一级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
29	胡兀鹫	<i>Gypaetus barbatus</i>	一级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
30	猎隼	<i>Falco cherrug</i>	一级	EN	否	在规划范围内有猎食现象，筑巢于悬崖上。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
31	黑鸢	<i>Milvus lineatus</i>	二级	/	否	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
32	高山兀鹫	<i>Gyps himalayensis</i>	二级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告	否	
33	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级	/	否	栖息于不同海拔高度的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
34	松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	二级	/	否	常单独或成对在林缘和丛林边等较为空旷处活动和觅食。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	





序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
35	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	二级	/	否	栖息针叶林、混交林和阔叶林等山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
36	大鵟	<i>Buteo hemilasius</i>	二级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
37	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	二级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
38	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	二级	/	否	栖息在山区植物稀疏的混合林、开垦耕地及旷野灌丛草地。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
39	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	二级	/	否	在规划范围内有猎食现象，筑巢于悬崖上。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
40	红脚隼	<i>Falco amurensis</i>	二级	/	否	栖息于低山疏林、林缘、山脚平原和丘陵地区的沼泽、草地、荒野、河流、山谷和农田等开阔地区。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
41	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	二级	/	否	主要栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000 米左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
42	雕鸮	<i>Bubo bubo</i>	二级	/	否	多栖息在山地林区，也见林边、宅院的树上。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
43	灰林鸮	<i>Strix aluco</i>	二级	/	否	栖息于阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
44	纵纹腹小鸮	<i>Athene noctua</i>	二级	/	否	栖息于低山丘陵，林缘灌丛和平原森林地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
45	鬼鸮	<i>Aegolius funereus</i>	二级	/	否	多栖息在山地林区，也见林边、宅院的树上。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
46	短耳鸮	<i>Asio flammeus</i>	二级	/	否	栖息于阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
47	藏雪鸡	<i>Tetraogallus tibetanus</i>	二级	/	否	一般栖息在海拔 3000 米以上至 6000 米左右的森林上线至雪线之间的高山灌丛、苔原和裸岩地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
48	红腹锦鸡	<i>Chrysolophus pictus</i>	二级	/	是	栖息于海拔 500-2500 米的阔叶林、针阔叶混交林和林缘疏林灌丛地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
49	蓝马鸡	<i>Crossoptilon auritum</i>	二级	/	是	栖息于海拔 2000-4000 米之间的山地针叶林、混交林、高山森林、灌丛和苔原草地。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
50	血雉	<i>Ithaginis cruentus</i>	二级	/	否	栖息于雪线附近的高山针叶林、混交林及杜鹃灌丛中，海拔高度多在 1700-3000 米。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
51	红腹角雉	<i>Tragopan temminckii</i>	二级	/	否	栖息于海拔 1000-3500m 的山地森林、灌丛、竹林等不同植被类型中。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	自然保护区科考报告、工程占用自然保护区生物多样性专题报告、调查发现走访	否	
52	灰鹤	<i>Grus grus</i>	二级	/	否	栖息于开阔平原、草地、沼泽、河滩、湖泊以及农田地带。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		是	
53	云雀	<i>Alauda arvensis</i>	二级	/	否	喜栖息于开阔的环境。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		是	
54	雪鸽	<i>Columba leuconota</i>	省级	/	否	栖息于丘陵山地树林和多树的平原郊野、农田附近。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		可能占用	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
55	渡鸦	<i>Corvus corax</i>	省级	/	否	栖息于山区、田野、村郊大树上，多在耕地、路旁等处活动。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	调查发现	是	
56	戴胜	<i>Upupa epops</i>	省级	/	否	栖息于低山平原和丘陵地带、林缘耕地等处。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	走访	可能占用	
57	大白鹭	<i>Ardea alba</i>	省级	/	否	栖息于稻田、池塘、水库等水域，有时也见于竹林或树上。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。			
58	红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	省级	/	否	栖息于淡水湖畔，亦成群活动于江河、湖泊。分布于多儿、阿夏两个自然保护区、腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		是	

注：极危（Critically Endangered）简写为 CR；濒危（Endangered）简写为 EN；易危（Vulnerable）简写为 VU；“/”表示《中国生物多样性红色名录》内没有或 CR、EN、VU 之外的物种。

(5) 重要物种生境评价

由于野生动物栖息地的广泛性，生境评价范围外扩至工程区外 10km 范围。这里将水源区及输水线路共同进行分析，总面积 24697 km²，各类适宜度生境的面积及分布情况具体见表 4.1-35。

表 4.1-35 评价区各适宜度生境面积表

生境适宜度	面积 (km ²)	百分比 (%)
最适宜生境	3810.75	15.43
适宜生境	4499.79	18.22
勉强适宜生境	7438.74	30.12
不适宜生境	8947.72	36.23
合计	24697	100

结果表明，该本区域最适宜生境面积为 3810.75km²，占比 15.43%。最适宜生境共三处，主要分布于西秦岭地区、六盘山区、子午岭山区，与目前重要物种分布现状吻合。这里主要特点是多为中高山地区，以林地为主，植被覆盖度高，基本没有人类干扰。栖息于该区域的野生动物重要物种主要为各种猛禽，如金雕、秃鹫、草原雕、红隼、游隼、红脚隼等，此外还包括红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉等陆禽。极少有重点保护兽类分布，它们主要分布于周边自然保护区的核心区及缓冲区内。

适宜生境面积 4499.79km²，占比 18.22%，主要分布于岷县界内的西秦岭地区、六盘山区东侧、子午岭山区西侧。这里主要特点是多为低山、丘陵区，以林地为主，植被覆盖度较高，人类干扰较少，野生动物较多，其中重要物种较少，主要以各类猛禽为主，如松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、红隼等。

勉强适宜生境面积 7438.74km²，占比 30.12%。主要分布于庆阳市、天水市输水线路沿线的农林区，大部分远离人类聚集区，偶有野生动物分布，基本没有重要物种分布。

不适宜生境面积 8947.72km²，占比 36.23%，主要分布于庆阳市、天水市人口较多、公路密集、植被覆盖度较低的区域。人类干扰强烈，各类线性工程使得生境破碎化，没有重要物种生存，多为伴人鸟类和小型啮齿类动物。

4.1.5.5 评价区生态系统现状

(1) 生态系统类型:

本次采用遥感的技术手段,根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166-2021)的分类方法,对水源及下游区生态系统进行分类。

1) 森林生态系统

森林生态系统主要分布于代古寺水库东侧两个自然保护区的缓冲区和核心区,以及水库下游河道两侧海拔 1800m 以上的山体上,多为落叶阔叶林及针阔混交林,树种以华山松、油松、侧柏、辽东栎、麻栎、栓皮栎为主,伴生的灌木包括蔷薇、高山绣线、高山柳、杜鹃等。

2) 灌丛生态系统

灌丛是本区域广泛分布的生态系统类型,一般分布在海拔 1000~1400m 的陡峭山地上,主要优势种有胡枝子、虎榛子、小檗、花叶丁香等。

3) 湿地生态系统

湿地通常是指陆地上常年或季节性积水和过湿的土地,并与其生长、栖息的生物种群构成的独特生态系统。本区湿地包括水库型、河流型和滩地型 3 个类型,其中白龙江为高山峡谷型河道,两侧滩地面积很小,以砾石为主,湿地植被不多。

4) 草地生态系统

草地是在半干旱、半湿润的环境条件下发育形成的,优势种由多年草本植物所组成。本区草地主要分布于河道两岸的山坡及滩地上,以中低覆盖度为主,优势植物有长芒草、针茅、蒿草、披碱草等。

5) 农田生态系统

农田生态系统分布广泛,作物包括玉米、春小麦、马铃薯等。

6) 其他

指本区域内的裸地、雪山、裸岩等。



森林生态系统（代古寺水库下游区）



灌丛生态系统（代古寺水库上游区）



湿地生态系统（白龙江）



草地生态系统（代古寺库区两侧）

图 4.1-11 水源及下游区生态系统实景图

（2）生态系统面积

采用遥感和地理信息系统的技术手段和方法，统计出水源及下游区各生态系统类型的面积，详见表 4.1-36。

表 4.1-36 水源及下游区生态系统面积表

一级分类	二级分类	面积 (km ²)	面积百分比 (%)
森林生态系统	针叶林	75.09	10.89
	阔叶林	72.94	10.58
	针阔混交林	66.51	9.64
	小计	214.54	31.11
灌丛生态系统	阔叶灌丛	33.57	4.87
草地生态系统	草甸	20.78	3.01
	草丛	124.67	18.08
	草原	62.33	9.04
	小计	207.78	30.13
湿地生态系统	河流	20.77	3.01
	湖泊	2.31	0.33

一级分类	二级分类	面积 (km ²)	面积百分比 (%)
	小计	23.08	3.35
城镇生态系统	居民地	18.10	2.62
农田生态系统	耕地	175.61	25.46
其他	裸地	16.94	2.46
总计		689.62	100.00

以上分析结果可知,水源及下游区森林生态系统面积最大,面积 214.54km², 占总面积的 31.11 %; 草地生态系次之, 面积 207.78km², 占总面积的 30.13%; 农田生态系统第三位, 面积 175.61km², 占总面积的 25.46 %; 其它生态系统类型面积均很小, 所占比例均 5%以下。

(3) 生态系统生产力和生物量

通过类比查阅资料(《非污染生态影响评价技术导则培训教材》,自然生态司, 1999 年, 见表 4.1-37), 及现场实测, 并结合本区域植被生长状况, 可计算出本区域第一性生产力和生物量, 详见表 4.1-38。

表 4.1-37 地球上生态系统的净生产力和植物生物量(按生产力次序排列)

生态系统	面积 (10 ⁶ km ²)	平均净生产力 (t/hm ² /a)	平均生物量 (t/hm ²)
热带雨林	17	20	440
热带季雨林	7.5	15	360
温带常绿林	5	13	360
温带阔叶林	7	12	300
北方针叶林	12	8	200
热带稀树干草原	15	7	40
农田	14	6.44	11
疏林和灌丛	8	6	68
温带草原	9	5	16
冻原和高山草甸	8	1.44	6.7
荒漠灌丛	18	0.71	6.7
岩石、冰和沙漠	24	0.033	0.2
沼泽	2	25	150
湖泊和河流	2.5	5	0.2
大陆总计	149	7.2	123
藻床和礁石	0.6	20	20
港湾	1.4	18	10
水涌地带	0.4	5	0.2
大陆架	26.6	3	0.1

生态系统	面积 (10^6km^2)	平均净生产力 ($\text{t/hm}^2/\text{a}$)	平均生物量 (t/hm^2)
海洋	332	1.27	10
海洋总计	361	1.53	0.1
整个地球	510	3.2	36.2

注：引自 Smith,1976。

表 4.1-38 水源及下游区第一性生产力及生物量表

植被类型	面积 (km^2)	平均生产力 ($\text{t/hm}^2.\text{a}$)	平均生物量 (t/hm^2)	本区域平均生产 力 ($\text{t/hm}^2.\text{a}$)	本区域平均生 物量 (t/hm^2)
农田生态系统	175.61	6.4	11	7.55	88.74
森林生态系统	214.54	12.2	250		
灌丛生态系统	33.57	6	68		
草地生态系统	207.78	5.5	16		
湿地生态系统	23.08	5	0.2		
城镇生态系统	18.10	1.1	1.0		
其他生态系统	16.94	0.2	0.2		

水源及下游区平均净第一性生产力为 $7.55\text{t/hm}^2.\text{a}$ ，与北方针叶林生产力 ($8\text{t/hm}^2.\text{a}$) 比较相近，高于全球大陆生产力平均值 $7.2\text{t/hm}^2.\text{a}$ 。平均生物量 88.74t/hm^2 ，处于疏林和灌丛生物量 (68t/hm^2) 和北方针叶林生物量 (200t/hm^2) 之间，低于全球大陆生物量平均值 123t/hm^2 。

(4) 生态系统稳定性

自然系统稳定状况从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。前者是指系统受到破坏后恢复到原来状态的能力，后者指系统抵御外界干扰的能力。

1) 恢复稳定性

根据生态学相关理论，生态系统的恢复稳定性主要决定于自然系统中生物组分生物量的大小，这是由于只有生物才具备对受损的生态环境自动修补的能力。一般情况下，生物组分恢复能力的排序为：乔木>灌木>草地>耕地>裸地，但有时由于各类植被覆盖度差异较大，这个顺序可能会发生变化。根据水源及下游区的生物量资料及现场实测，该区域平均生物量为 88.74t/hm^2 ，高于灌丛的平均生物量，属于较高水平，故其恢复稳定性较强。

2) 阻抗稳定性

阻抗稳定性是由该区域景观异质性决定的,因为高的异质性可以有效阻止外界的干扰。从水源及下游区各用地类型斑块分布的格局可知,该区域植被类型多样,异质性较强,因此阻抗稳定性较强。

(5) 生态系统服务功能

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及工农业生产的原料,而且维持了人类赖以生存和发展的生命支持系统(Daily, 1997; 欧阳志云等, 1999)。

生态系统服务功能可通过“生态系统服务价值”进行定量分析。生态系统服务价值是通过货币的形式表征生态系统的各项服务功能的大小。下面根据我国学者谢高地提出的中国各类生态系统各项生态服务的价值(见表 4.1-39),计算出水源及下游区的生态系统服务价值,详见表 4.1-40。

表 4.1-39 中国陆地生态系统单位面积服务价格表 元/hm²

生态服务项目	耕地	林地	草地	水域	未利用地	湿地	园地
气体调节	442.4	3097	707.9	0	0	1592.8	2655.0
气候调节	787.5	2389.1	796.4	407.0	0	15131.8	1770
水源涵养	530.9	2831.5	796.4	407	0	15131.8	1770
土壤形成与保护	1291.9	3450.9	1725.5	8.8	17.7	1513.2	1291.1
废物处理	1451.2	1159.2	1159.2	16086.6	8.8	16087.5	1451.4
生物多样性	628.2	2884.6	964.5	2203.3	300.8	2212.3	964.7
食物生产	884.9	88.5	265.5	88.5	8.8	265.5	442.5
原材料	88.5	2301.6	44.2	8.8	0	61.9	177.0
娱乐文化	8.8	1132.6	35.4	3840.2	8.8	4911.0	1132.8
总计	6114.3	19335	6406.5	40676.4	371.4	55492	11301.5

表 4.1-40 评价区生态系统服务价值表

生态系统类型	面积 (km ²)	生态系统服务价值单价 (元/hm ²)	生态系统服务价值 (万元)
农田生态系统	175.61	6114.3	10737.32
森林生态系统	214.54	19335	41481.31
灌丛生态系统	33.57	9667.5	3245.38
草地生态系统	207.78	6406.5	13311.43
湿地生态系统	23.08	40676.4	9388.11
城镇生态系统	18.1	-1000	-181.00

生态系统类型	面积 (km ²)	生态系统服务价值单价 (元/hm ²)	生态系统服务价值 (万元)
其他生态系统	16.94	371.4	62.92
合计	689.62		78045.46

注：建设用地生态系统参考《城市建设用地生态服务功能价值计算与应用》中的研究结果；灌丛生态系统服务价值单价按照森林生态系统二分之一计算。

评价区生态系统服务价值为 7.80 亿元，平均生态系统服务价值为 113.17 万元/km²，远高于全国平均水平 50 万元/km²（《中国陆地生态系统服务功能及其价值评价研究》，赵同谦 2004 年博士论文），说明评价区生态服务功能较高。

（6）生态系统景观优势度

景观是由拼块（Patch）、廊道（Corridor）和模地（Matrix）组成的。景观生态学的理论认为，拼块大小、拼块之间的连通度等等，既是自然和人类活动影响的结果，又是影响区域生态环境的重要景观特征（肖笃宁，1991）。模地是景观的背景地域，是最重要的景观元素类型，在很大程度上决定着景观的性质，对景观的动态起着主导作用（许慧等、王家骥，1993）。从生态学角度讲，判定一个地区景观质量的好坏，关键因素是看模地是否是由对生态环境质量具有较强调控能力的地物类型构成。本课题依据景观生态学理论，对本区域进行景观生态学研究，分析并获取对区域生态过程评价有重要价值的景观生态学指标。

模地质量的判定有三个标准，即相对面积要大，连通程度要高，具有动态控制功能。目前对景观模地的判定可以采用传统生态学中计算植被重要值的方法决定某一拼块类型在景观中的优势，也叫优势度值。优势度值由 3 种参数计算得出，即密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp），这三个参数对模地判定中的前两个标准有较好的反映，第三个标准的表达不够明确，但依据景观中模地的判定步骤可以认为，当前两个标准的判定比较明确时，可以认为其中相对面积大，连通程度高的，即为具有生态质量调控能力的模地。

优势度计算的数学表达式如下：

$$\text{密度 Rd} = \frac{\text{拼块 } i \text{ 的数目}}{\text{拼块总数}} \times 100\%$$

$$\text{频率 Rf} = \frac{\text{拼块 } i \text{ 出现的样方数}}{\text{总样方数}} \times 100\%$$

样方是以 1km×1km 为一个样方，对景观全覆盖取样，并用 *Merrington Maxine*“t-分布点的百分比表”进行检验。

$$\text{景观比例 } Lp = \frac{\text{拼块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \times 100\%$$

$$\text{优势度 } Do = \frac{(Rd + Rf) / 2 + Lp}{2} \times 100\%$$

表 4.1-41 水源及下游区各类拼块优势度值

生态系统类型	Rd(%)	Rf(%)	Lp(%)	Do(%)
农田生态系统	25.34	45.33	25.46	30.40
森林生态系统	22.17	62.72	31.11	36.78
灌丛生态系统	8.13	21.5	4.87	9.84
草地生态系统	15.11	52.69	30.13	32.02
湿地生态系统	5.35	13.88	3.35	6.48
城镇生态系统	13.7	20.4	2.62	9.84
其他生态系统	10.2	9.54	2.46	6.17

在上述六种生态系统中，森林生态系统优势度均最高，为 36.78%；其次为草地生态系统，为 32.02%；第三为农田生态系统，为 30.40%。其余优势度均较低。由此可见，森林生态系统是水源及下游区的景观基质，由于森林生态系统生态功能较强，故该区域生态环境质量较好。

4.1.5.6 生物多样性评价

参考《区域生物多样性评价标准》(HJ 623-2011)，对水源及下游区的生物多样性进行评价。

(1) 指标统计

根据对本区域生态系统及野生动植物资源的调查结果，对野生维管束植物丰富度、野生高等动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、外来物种入侵度、受威胁物种丰富度等 6 项生物多样性评价指标进行统计，见表 4.1-42。

表 4.1-42 各项评价指标值

指标	数值
植物丰富度	1561
动物丰富度	199
生态系统多样性	26
物种特有性	0.0047
外来物种入侵度	0.101
受威胁物种丰富度	0.115

(2) 归一化处理

利用归一化方法,对本区域各项生物多样性指标进行归一化处理,结果见表 4.1-43。

表 4.1-43 归一化处理后各评价指标值

指标	数值
归一化后的植物丰富度	42.15
归一化后的动物丰富度	31.24
归一化后的生态系统多样性	20.96
归一化后的物种特有性	1.53
归一化后的外来物种入侵度	64.25
归一化后的受威胁物种丰富度	79.81

(3) 生物多样性指数

生物多样性指数(BI)是指将上述六项指标,即野生维管束植物丰富度、野生高等动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、外来物种入侵度和受威胁物种丰富度加权求和,用来表征被本区域的生物多样性状况。其中外来物种入侵度为成本型指标,即指标的属性值越小越好,因此对该指标要作适当转换。

生物多样性指数(BI)=归一化后的野生维管束植物丰富度 $\times 0.20$ +归一化后的野生高等动物丰富度 $\times 0.20$ +归一化后的生态系统类型多样性 $\times 0.20$ +归一化后的物种特有性 $\times 0.20$ + $(100-\text{归一化后的外来物种入侵度})\times 0.10$ +归一化后的受威胁物种丰富度 $\times 0.10$

经计算,水源及下游区生物多样性指数(BI)为 30.73。

(4) 生物多样性评价结果

参考生物多样性状况分级标准(表 4.1-44),本区域整体生物多样性评价结果为中等水平。

表 4.1-44 生物多样性状况分级标准

生物多样性等级	生物多样性指数	生物多样性状况
高	$BI \geq 60$	物种高度丰富,特有属、种多,生态系统丰富多样
中	$30 \leq BI < 60$	物种较丰富,特有属、种较多,生态系统类型较多,局部地区生物多样性高度丰富
一般	$20 \leq BI < 30$	物种较少,特有属、种不多,局部地区生物多样性较丰富,但生物多样性总体水平一般
低	$BI < 20$	物种贫乏,生态系统类型单一、脆弱,生物多样性极低

4.1.5.7 典型工程区生态现状

(1) 坝址区生态现状

坝址位于白龙江与腊子沟交汇处下游约 500m 处，坝址区河道顺直，两岸山体雄厚，岸坡高陡，为深切窄“V”字型河谷，坝址两岸第一层山脊线海拔最高 1775m，坡度 50 度左右。坝址区布置有挡水建筑物、泄水建筑物、引水发电系统、导流建筑物等，上游围堰利用现有代古寺拱坝。

现场调查结果显示，坝址区植被以铁杆蒿、白莲蒿、茭蒿为主的灌草丛为主，灌丛植被中植物种类有各种蒿类、河朔堇花、绣线菊、小檗、黄刺玫等，主要分布于地形相对平坦或低洼的区域；草本植物主要有白羊草、黄背草、茭蒿、长芒草、白茅、纤毛鹅观草、萎陵菜、牻牛儿苗等，主要分布于山坡上。植被覆盖度 30%左右。

由于河道两侧均为陡峭山体，植被覆盖度低，野生动物非常稀少。兽类以半地下生活型的小型种类为主，如社鼠、拟家鼠、苛岚绒鼠、纹背鼯鼠、野兔等；鸟类主要为生活在灌丛中的种类，主要为鸣禽，如大杜鹃、戴胜、大嘴乌鸦、紫啸鸫等；爬行类主要为灌丛石隙型种类，如无蹼壁虎、丽斑麻蜥等；两栖类有黑斑蛙。



代古寺水库现有大坝



新建代古寺水库坝址区

图 4.1-12 代古寺大坝现状

(2) 库区生态现状

代古寺水库新建后，库区面积将由现在的 49.67hm² 扩大到 901.83 hm²，新增淹没区 582.16 hm²。现场调查发现，新增淹没区植被以灌丛和草地生态系统为主，灌丛面积约占所有占地区的 40%以上，其次为草地生态系统，面积约占 15%左

右，水体面积约占 10%左右，建设用地和裸岩共约占 5%左右。草地植被盖度 5~40%，平均高度 15cm 左右，优势种为铁杆蒿、白莲蒿、芨蒿，次优势种为短柄草和苔草，常见种有东方草莓、野棉花、阿尔泰狗娃花、多茎委陵菜、野菊、短柄草、地榆、火绒草、甘青针茅、大针茅、瓣蕊唐松草、阿拉善马先蒿、甘青葱、宿根亚麻等。灌丛多为旱生小灌木，盖度 30~50%，高度 0.3~2m，常见种类有河朔茺花、茶藨子、沙棘、铁线莲、水栒子、柔毛绣线菊、胡颓子、山桃、甘肃山楂、黄蔷薇等，优势种为河朔茺花、茶藨子、沙棘。

代古寺水库旁有公路伴行，属于人类干扰比较强烈的区域，根据现场调查及走访可知，这里野生动物比较稀少，兽类包括野猪、猪獾、黄鼬、艾虎、蝙蝠、大仓鼠、灰仓鼠、长尾仓鼠、黄鼠、小家鼠、褐家鼠、大家鼠等。鸟类有凤头百灵、细嘴沙百灵、短趾沙百灵、喜鹊、乌鸦、大山雀、树麻雀、绿嘴啄木鸟、金翅雀、家燕、金腰燕、楼燕、珠颈斑鸠、山斑鸠、黄鹌、戴胜等。两栖类有大蟾蜍、花背蟾蜍，爬行类极为少见。未观测到重点保护野生动物出没。



代古寺水库现有库区（淹没区）



新增淹没区植被



代古寺水库淹没区村庄



水库施工生产生活区（位于淹没区内）

图 4.1-13 代古寺水库淹没区及施工生产生活区现状

（3）弃渣场生态现状

枢纽工程设有 1 个弃渣场，位于库区北侧腊子沟的支沟内，占地 22 hm^2 ，其中 15 hm^2 将被库区淹没。弃渣场为山间洼地，地势低，生态条件较好，植被以灌丛为主，植被覆盖度 50% 左右。灌丛包括沙棘灌丛、河柳灌丛、绣线菊灌丛、河朔茺花灌丛等。伴生的草本植物主要有白羊草、白茅、纤毛鹅观草、萎陵菜、画眉草、铁杆蒿、长芒草、白羊草、茺蒿、大羽茅、香茅草、二色棘豆、兴安胡枝子、尖叶铁扫帚、茜草、茵陈蒿、艾蒿、苦苣菜、黄鼠草等。弃渣场距离坝区较近，野生动物分布情况与坝区类似。



图 4.1-14 代古寺水库弃渣场现状

（4）生产生活区生态现状

生产生活区位于腊子沟左岸滩地上，新建水库淹没区内，占地 4 hm^2 ，包括施工生活区、砂石料加工厂、综合加工厂、综合仓库、砼系统、加油站等。用地类型以灌丛和草地为主，植被覆盖度 50% 左右，植被类型、主要动植物种类与弃渣场类似。

（5）代古寺水库下游区生态现状

代古寺水库下游区多为高山峡谷，地形陡峭，河道狭窄，两岸没有大范围滩地发育，没有河滩湿地及沼泽湿地。两岸植被以中低覆盖度草地、稀疏灌丛以及裸露岩石为主，野生动物稀少。



代古寺水库下游高山峡谷型河道

代古寺水库下游高山峡谷型河道

图 4.1-15 代古寺水库下游现状

4.1.6 水生生态现状

4.1.6.1 调查概况

(1) 调查时间

2019 年 7~8 月（丰水期）、2020 年 4~5 月（枯水期、鱼类主要繁殖期）开展两次水生生境、水生生物和鱼类资源调查。

(2) 采样断面设置

水生生物调查共设置 33 个采样断面，其中水源区 21 个（白龙江干流 12 个、支流 7 个，嘉陵江 2 个），受水区 12 个（渭河 5 个、泾河 5 个、延河 2 个）。具体调查断面见表 4.1-45。

表 4.1-45 水生生态调查断面

序号	分区	所属水系	采样点	北纬	东经	海拔（m）
1	水源区	白龙江支流	达拉河	33°58'3.00"	103°30'23.00"	2036.3
2			腊子沟	34°1'16.00"	103°55'35.00"	1705
3			岷江	33°42'0.00"	104°29'17.00"	1240
4			拱坝河	33°24'42.00"	104°47'4.00"	1068.4
5			白水江	32°49'23.00"	105°2'41.00"	659.5
6			大团鱼河	32°48'40.00"	105°24'39.00"	561.7
7			清水河	32°22'31.38"	105°38'14.33"	434.2
8		白龙江干流	迭部	33°58'49.00"	103°29'7.00"	2055
9			代古寺库中	33°59'13.00"	103°54'50.00"	1691
10			代古寺减水	33°59'28.00"	103°57'41.00"	1587
11			代古寺厂房下	33°58'44.00"	104°0'13.00"	1580
12			舟曲	33°46'57.00"	104°20'39.00"	1325.8

序号	分区	所属水系	采样点	北纬	东经	海拔 (m)
13			拱坝河汇口下	33°24'31.00"	104°49'52.00"	964.8
14			河口村	33°1'59.00"	104°53'31.00"	758.6
15			白水江汇口下	32°47'5.00"	105°10'23.00"	655
16			宝珠寺库尾	32°46'36.00"	105°25'32.00"	541.8
17			宝珠寺库中	32°34'52.00"	105°33'31.00"	534
18			宝珠寺坝下	32°30'38.00"	105°36'52.00"	452.6
19			昭化	32°20'35.00"	105°42'28.00"	403
20		嘉陵江干流	白龙江汇口上	32°23'14.00"	105°46'2.00"	413
21			白龙江汇口下	32°19'4.00"	105°41'6.00"	364.7
22	受水区	渭河支流	散渡河	34°51'12.00"	105°17'21.00"	1289.6
23		渭河干流	山丹	34°46'5.00"	104°49'11.00"	1481
24			宝鸡	34°24'3.00"	106°53'33.00"	617.8
25			泾河汇口下	34°25'55.00"	109°12'39.00"	350
26			渭河下游	34°38'21.49"	110°11'3.04"	330
27		泾河干流	崆峒水库	35°32'38.00"	106°32'13.00"	1454
28			崆峒坝下	35°33'14.00"	106°34'16.00"	1380
29			四十里铺	35°29'5.00"	106°52'31.00"	1191
30			彬州	35°1'3.00"	108°7'44.00"	770
31			泾河下游	34°27'35.00"	109°2'0.00"	322.8
32		延河	任踏水库	36°51'27.00"	109°15'8.00"	1116.6
33			安塞	36°53'21.00"	109°18'44.00"	1005.9

(3) 调查内容

1) 水生生境

①物理特性：水温、透明度等。

②化学性质：pH、电导率、溶解氧、碱度、硬度、磷酸盐、总磷、氨氮、硝酸盐氮、总氮、高锰酸钾指数、化学耗氧量以及点源和面源污染状况等。

2) 水生生物

①浮游植物：种类组成、数量分布、主要优势种及其数量、季节变化状况等。

②浮游动物（原生动物、轮虫、枝角类、桡足类）：种类组成（包括优势种）、数量分布、季节变化状况等。

③底栖动物：种类组成、季节变化趋势及种群演替资料。

④水生高等植物：种类组成、数量分布、主要优势种习性及其数量、季节变化状况等。

3) 鱼类资源

①种类组成：种属名称、分类地位、组成、分布及演变等。

②资源现状：鱼类群落结构，渔获物统计分析、相对资源量（不同种类的数量和重量百分比）、资源量（密度、总量）。

③渔业现状：主要渔获对象、渔产量、渔业方式。

④重要鱼类的生活习性：生境（重繁殖与产卵场、庇护（护幼场、越冬场）、索饵（肥育场）的生境特点等。

（4）调查与评价方法

1) 资料收集

从涉及江段地方相关专业主管部门收集调查流域自然环境、社会经济发展和水生态环境以及渔业发展现状资料，调研集成以往的流域性调查成果资料、已建成或已经进行规划环评的电站环评资料。采取实地踏勘、走访等方式，获取第一手资料。

2) 水生生境

现场踏勘记录河流形态、河面宽、底质、流速、河流连通性、两岸集雨区植被、土地开发等情况，测量采样断面的水温、流速、透明度等。

3) 浮游生物

浮游植物和浮游动物的定性样品分别用 25#和 13#浮游生物网采集，用鲁哥氏液和甲醛溶液固定保存，室内用体视显微镜和显微镜分别检测浮游植物、原生动物、轮虫、枝角类和桡足类种类。

浮游植物定量样品用 2500ml 有机玻璃采水器取上、中、下层水样，混合后取 2000ml 用鲁哥氏液固定，室内沉淀 24 小时，浓缩后保存待检。

室内先将样品定量为 30ml，摇匀后吸取 0.1ml 样品置于 0.1ml 计数框内，在显微镜下按视野法计数，数量特别少时全片计数，每个样品计数 2 次，取其平均值，每次计数结果与平均值之差应在 15%以内，否则增加计数次数。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：N —— 一升水样中浮游植物的数量（ind./L）；

Cs —— 计数框的面积（mm²）；

Fs —— 视野面积（mm²）；

Fn —— 每片计数过的视野数；

V —— 一升水样经浓缩后的体积（ml）；

v —— 计数框的容积（ml）；

Pn —— 计数所得个数（ind.）。

浮游植物生物量的计算采用体积换算法。根据浮游植物的体形，按最近似的几何形测量其体积，形状特殊的种类分解为几个部分测量，然后结果相加。

浮游动物定量样品用采水器取上、中、下层混合水样 20L，用 25#浮游生物网过滤后，甲醛溶液固定待检。

浮游动物的计数分为原生动物、轮虫和枝角类与桡足类的计数。原生动物和轮虫利用浮游植物定量样品进行计数，原生动物计数是从浓缩的 30ml 样品中取 0.1ml，置于 0.1ml 的计数框中，全片计数，每个样品计数 2 片；轮虫则是从浓缩的 30ml 样品中取 1ml，置于 1ml 的计数框中，全片计数，每个样品计数 2 片。同一样品的计数结果与均值之差不得高于 15%，否则增加计数次数。枝角类和桡足类的计数是用 1ml 计数框，将 20L 过滤出的浮游动物定量样品分若干次全部计数。

单位水体浮游动物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{nv}{CV}$$

式中：N —— 一升水样中浮游动物的数量（ind./L）；

v —— 样品浓缩后的体积（L）；

V —— 采样体积（L）；

C —— 计数样品体积（ml）；

n —— 计数所获得的个数（ind.）；

显微镜下检测各类浮游动物的种类、数量、大小，分别计算其密度、生物量，浮游动物现存量根据各类浮游动物现存量之和求得。

4) 水生维管束植物

依据断面长度布设采样点。水生高等植物定量采用 1m^2 的采样框或 0.1m^2 的定量采样器采集，现场称取湿重。定性样品整株采集，包括植株的根、茎、叶、花和果实，样品力求完整，按自然状态固定在压榨纸中，压干保存待检。

5) 底栖动物

底栖动物分三大类水生昆虫、寡毛类、软体动物。依据断面长度布设采样点，用 Petersen 氏底泥采集器采集定量样品，每个采样点采泥样 2~3 个。将采集的泥样，用 60 目分样筛筛洗，然后装入封口塑料袋中，室内进行挑拣，把底栖动物标本拣入标本瓶中，用 7% 的福尔马林溶液保存待检。软体动物定性样品用 D 形踢网 (kick-net) 进行采集，水生昆虫、寡毛类定性样品采集同定量样品。

室内用解剖镜和显微镜对底栖动物定性样品进行分类鉴定；定量样品按不同种类统计个体数，根据采泥器面积计算种群数量，样品用滤纸吸去多余水分后用扭力天平称出湿重，计算底栖动物的数量和生物量。

6) 鱼类

① 鱼类区系组成

根据鱼类区系研究方法，在不同河段设置站点，对调查范围内的鱼类资源进行全面调查。采取捕捞、市场调查和走访相结合的方法，采集鱼类标本、收集资料、做好记录，标本用福尔马林固定保存。通过对标本的分类鉴定，资料的分析整理，编制出鱼类种类组成名录。

② 鱼类资源现状

鱼类资源量的调查采取社会捕捞渔获物统计分析结合现场调查取样进行。采用访问调查和统计表调查方法，调查资源量和渔获量。向沿江各市县渔业主管部门和渔政管理部门及渔民调查了解渔业资源现状以及鱼类资源管理中存在的问题。对渔获物资料进行整理分析，得出各工作站点主要捕捞对象及其在渔获物中所占比重，不同捕捞渔具渔获物的长度和重量组成，以判断鱼类资源状况。

7) 水生生物现状分析

描述调查范围内各调查（采样）点水生生物调查工作情况（包括图示调查路线，调查点位置及主要调查成果）；以调查成果为基础，评价调查水域水生维管

束植物、浮游动植物、底栖生物的种类（附名录）和分布特点、生活环境、区系组成、生物量与生产力、数量和密度、生物指示种对水体污染程度的表征情况、在不同水域的分布特点和规律等，并评价和比较水源区和输水区及减水河段各类饵料生物的种类特点，计算各类群的生物多样性指数（用 Shannon-weaver 或 Simpson、Whittaker 指数表征），进行多样性评价；根据调查成果，分析调查范围内鱼类区系和种类组成、分布和生活史特点，说明是否存在国家级和省级保护的、列入红皮书的珍稀物种和特有物种，以及主要的经济物种；分析鱼类分布情况（用图表形式）、生态类群划分（急流、缓流和静水）、资源量、鱼类“三场”分布（索饵场、产卵场和越冬场，图示说明）、渔获物组成、鱼类资源保护与利用现状与发展趋势、流域分布特点、生物学特性等，重点描述与跨流域调水环境影响有关的生活习性（如洄游特征、三场分布、生物入侵特性等），对珍稀保护和特有鱼类进行生境适宜性分析；用可持续发展的观点评价渔业自然资源现状、发展趋势和承受干扰的能力以及影响渔业资源的主要原因。

4.1.6.2 水生生境

白龙江河源高程 4072m，河口高程 465m，落差达 3607m。按河道性状和流域特点，划分为三段：上游段从发源地至舟曲县城，河长 228km，属高原峡谷段，区间有达拉河、多儿沟、腊子沟等支流汇入，平均宽 100m，平均比降 11‰，植被覆盖好，蒸发量小，河道穿行峡谷，为侵蚀下切河槽；中游段从舟曲县城至蒿子店，河长 157km，纵坡较大，支沟众多，泥石流发育，河道流向受走向影响，侧蚀力强，流速降低，固体径流沉积造成淤积段，区间有岷江、拱坝河、洋汤河汇入，平均河宽 250~300m；下游蒿子店至交汇河口段，河长 150km，区间有白水江及其它支流汇入，平均河宽 300m。该段植被较好，气候温热，降雨充沛。

白龙江干流已（在）建梯级共 36 级，其中中上游河口村以上以引水式开发为主，水库库容较小，形成不连续的减水河段；河口村以下为已建苗家坝、碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化 6 座坝后式电站，形成首尾相接的大型水库。

白龙江流域面积大于 300km² 的一级支流有 13 条，大于 500km² 的有 11 条，主要支流有白水江、达拉河、拱坝河、岷江、让水河、五库河、格格河、多儿沟、大团鱼河。

白龙江干流从上游到下游典型河段生境照片如下：



达拉河口以上江段（2019.08）



现状代古寺库尾河段（2019.08）



现状代古寺减水河段（2019.08）



现状代古寺厂房以下江段（2019.08）



舟曲县城下游河道（拍照日期 2019.08.01）



支流岷江汇口河段（左侧为白龙江，右侧为岷江。2020.05）



武都河段（2019.07）



苗家坝库尾（河口村）河段（2019.07）



碧口水库库尾（2019.07）



宝珠寺库中（2019.07）



昭化电站以下河段（2019.07）

4.1.6.3 浮游植物

（1）种类组成

水源区共检出浮游植物计 7 门 89 种，其中硅藻门 48 种，占总种数的 53.93%；绿藻门 22 种，占总种数的 24.72%；蓝藻门 7 种，占总种数的 7.87%；甲藻门 3 种，占总种数的 3.37%；金藻门 3 种，占总种数的 3.37%；隐藻门 3 种，占总种数的 3.37%；裸藻门 3 种，占总种数的 3.37%。其中丰水期检出浮游植物 56 种，枯水期检出浮游植物 67 种。

水源区支流共检出浮游植物 7 门 66 种，其中硅藻门 39 种，占总种数的 59.09%；蓝藻门 6 种，占总种数的 9.09%；绿藻门 13 种，占总种数的 19.70%；甲藻门 2 种，占总种数的 3.03%；金藻门 2 种，占总种数的 3.03%；隐藻门 3 种，占总种数的 4.55%；裸藻门 1 种，占总种数的 1.52%。其中丰水期检出浮游植物 42 种，枯水期检出浮游植物 47 种。

水源区干流共检出浮游植物 7 门 68 种，其中硅藻门 39 种，占总种数的 57.35%；绿藻门 12 种，占总种数的 17.56%；蓝藻门 5 种，占总种数的 7.35%；

甲藻门 2 种，占总种数的 2.94%；金藻门 3 种，占总种数的 4.41%；隐藻门 3 种，占总种数的 4.41%；裸藻门 4 种，占总种数的 5.88%。其中丰水期检出浮游植物 49 种，枯水期检出浮游植物 48 种。

嘉陵江共检出浮游植物 7 门 49 种，其中硅藻门 28 种，占总种数的 57.14%；蓝藻门 3 种，占总种数的 6.12%；绿藻门 10 种，占总种数的 20.41%；甲藻门 2 种，占总种数的 4.08%；金藻门 2 种，占总种数的 4.08%；隐藻门 3 种，占总种数的 6.12%；裸藻门 1 种、占总种数的 2.04%。其中丰水期检出浮游植物 60 种，枯水期检出浮游植物 70 种。

调查水域浮游植物优势种为桥湾藻、针杆藻、等片藻、脆杆藻、异极藻等。浮游植物组成以硅藻门为主，其次为蓝藻门、绿藻门。

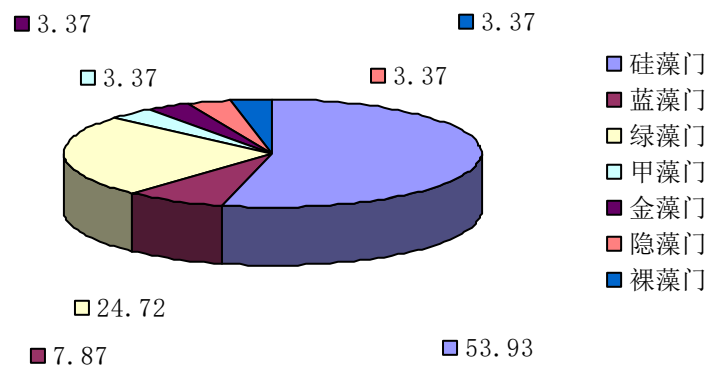


图 4.1-16 调查区域浮游植物种类组成

表 4.1-46 调查水域水源区各断面浮游植物种类

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
支流	达拉河	丰水期	6	2	0	0	0	1	0	9
		枯水期	6	0	0	0	0	0	0	6
	腊子沟	丰水期	3	1	0	0	0	0	0	4
		枯水期	12	1	0	0	0	0	0	13
	岷江	丰水期	5	0	0	0	0	0	0	5
		枯水期	5	0	0	0	0	0	0	5
	拱坝河	丰水期	7	3	3	0	0	1	0	14
		枯水期	10	0	0	0	0	1	0	11
	白水江汇口下	丰水期	15	2	1	1	0	1	0	20
		枯水期	12	0	0	0	0	0	0	12
	大团鱼河	丰水期	12	1	2	0	0	1	1	17
		枯水期	20	0	1	0	2	1	0	24

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
	清水河	丰水期	12	4	5	1	0	1	0	23
		枯水期	10	2	7	1	2	3	0	25
干流	迭部	丰水期	4	0	0	0	0	0	0	4
		枯水期	11	0	0	0	0	0	0	11
	代古寺库中	丰水期	6	1	0	0	0	0	0	7
		枯水期	9	1	0	0	0	0	0	10
	代古寺减水	丰水期	4	0	0	0	1	0	0	5
		枯水期	8	1	0	0	0	0	0	9
	代古寺厂房下	丰水期	8	0	0	0	0	1	0	9
		枯水期	7	0	0	0	0	0	0	7
	舟曲	丰水期	3	0	0	0	0	1	0	4
		枯水期	9	0	0	0	0	0	0	9
	拱坝河汇口上	丰水期	6	1	0	0	0	1	0	8
		枯水期	7	0	0	0	0	0	0	7
	河口村	丰水期	10	1	0	0	0	0	0	11
		枯水期	16	1	0	0	0	0	0	17
	白水江汇口下	丰水期	10	1	4	0	1	0	0	16
		枯水期	19	0	2	0	3	1	0	25
	宝珠寺库尾	丰水期	8	1	3	1	2	0	1	16
		枯水期	12	0	1	0	2	1	0	16
	宝珠寺库中	丰水期	7	1	7	2	0	2	3	22
		枯水期	3	1	4	0	2	2	1	13
	宝珠寺坝下	丰水期	18	2	5	1	0	2	1	29
		枯水期	18	0	1	0	2	2	1	24
	昭化	丰水期	7	2	3	1	0	2	0	15
		枯水期	13	0	2	0	2	1	0	18
嘉陵江	白龙江汇口上	丰水期	13	1	2	0	0	0	0	16
		枯水期	15	0	4	0	0	3	1	23
	白龙江汇口下	丰水期	14	2	1	2	0	1	0	20
		枯水期	18	1	3	0	2	1	0	25

(2) 现存量

①密度

水源区浮游植物密度平均 1139848ind./L，其中硅藻门 860109ind./L，占 75.46%；蓝藻门 78073ind./L，占 6.85%；绿藻门 60851ind./L，占 5.43%；甲藻门 2623ind./L，占 0.23%；甲藻门 64556ind./L，占 5.67%；隐藻门 72424ind./L，占

6.35%；甲藻门 1111ind./L，占 0.10%。其中枯水期浮游植物密度平均为 1384281 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 895414 ind./L。

水源区支流河段检出浮游植物密度平均为 1095374ind./L。其中枯水期浮游植物密度平均为 1251574 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 939175ind./L。

干流河段检出浮游植物密度平均为 1210950ind./L。其中枯水期浮游植物密度平均为 1520182 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 901715ind./L。

嘉陵江河段检出浮游植物密度平均为 868889ind./L。其中枯水期浮游植物密度平均为 1033333 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 704444ind./L。

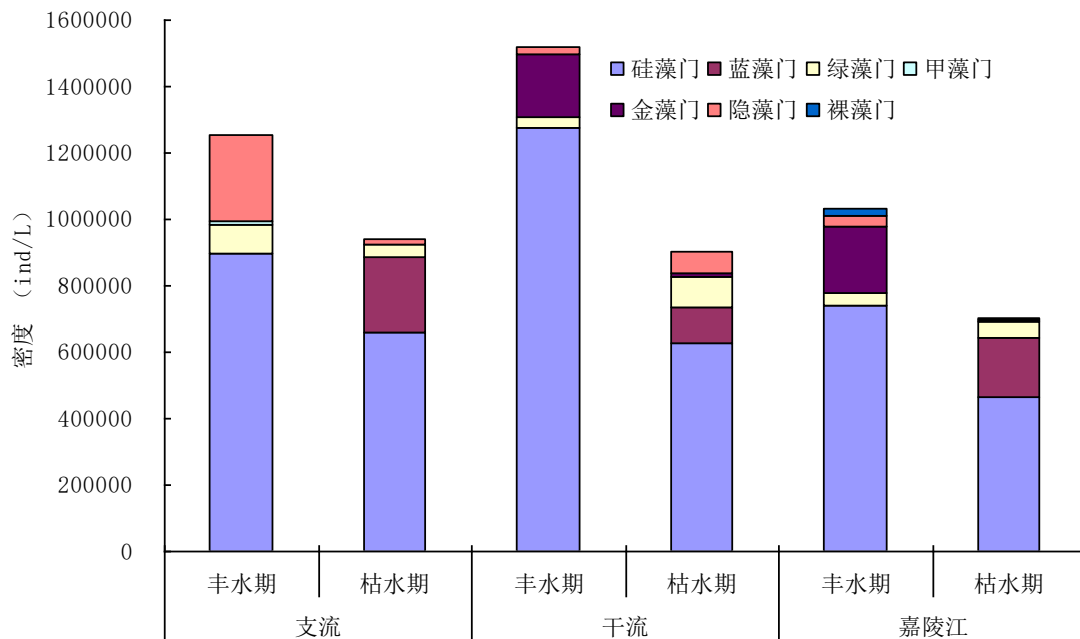


图 4.1-17 评价区各断面浮游植物密度

总体上，调查区域浮游植物密度组成以硅藻门为主、其次为蓝绿藻门，其中蓝藻门稍高于绿藻门。

表 4.1-47 水源区各区域浮游植物密度 单位: ind./L

断面	支流		干流		嘉陵江	
	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
硅藻门	897086	658540	1276852	624971	740000	466667
蓝藻门	0	229841	0	109553	0	177778
绿藻门	87352	34413	33333	94172	40000	46667
甲藻门	9706	3810	0	556	0	4444
金藻门	0	0	185556	7407	200000	0
隐藻门	257430	12571	24444	64501	33333	8889

断面	支流		干流		嘉陵江	
	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
裸藻门	0	0	0	556	20000	0
合计	1251574	939175	1520185	901715	1033333	704444

表 4.1-48 水源区各断面浮游植物密度

单位: ind./L

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
支流	达拉河	丰水期	200000	240000	0	0	0	13333	0	453333
		枯水期	266667	0	0	0	0	0	0	266667
	腊子沟	丰水期	640000	0	0	0	0	0	0	640000
		枯水期	400000	0	0	0	0	0	0	400000
	岷江	丰水期	746667	0	0	0	0	0	0	746667
		枯水期	200000	0	0	0	0	0	0	200000
	拱坝河	丰水期	106667	53333	5333	0	0	10667	0	176000
		枯水期	195556	0	0	0	0	8889	0	204444
	白水江汇口下	丰水期	112000	373333	0	0	0	10667	0	496000
		枯水期	142222	0	0	0	0	0	0	142222
	大团鱼河	丰水期	657778	8889	35556	0	0	26667	0	728889
		枯水期	1066667	0	0	0	0	26667	0	1093333
	清水河	丰水期	2146667	933333	200000	26667	0	26667	0	3333333
		枯水期	4008493	0	611465	67941	0	1766454	0	6454352
干流	迭部	丰水期	1066667	0	0	0	0	0	0	1066667
		枯水期	2166667	0	0	0	0	0	0	2166667
	代古寺库中	丰水期	853333	0	0	0	0	0	0	853333
		枯水期	373333	0	0	0	0	0	0	373333
	代古寺减水	丰水期	320000	0	0	0	0	0	0	320000
		枯水期	266667	0	0	0	0	0	0	266667
	代古寺厂房下	丰水期	426667	0	0	0	0	106667	0	533333
		枯水期	306667	0	0	0	0	0	0	306667
	舟曲	丰水期	853333	0	0	0	0	106667	0	960000
		枯水期	444444	0	0	0	0	0	0	444444
	拱坝河汇口上	丰水期	853333	0	0	0	0	106667	0	960000
		枯水期	577778	0	0	0	0	0	0	577778
	河口村	丰水期	746667	426667	0	0	0	0	0	1173333
		枯水期	4533333	0	0	0	0	0	0	4533333
	白水江汇口下	丰水期	93333	0	53333	0	0	0	0	146667
		枯水期	4640000	0	0	0	0	53333	0	4693333
	宝珠寺库尾	丰水期	142222	17778	71111	0	88889	0	0	320000
		枯水期	1066667	0	0	0	240000	26667	0	1333333
	宝珠寺库中	丰水期	520000	286667	766667	6667	0	346667	6667	1933333

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
	宝珠寺坝下	枯水期	80000	0	320000	0	866667	80000	0	1346667
		丰水期	102222	40000	57778	0	0	71111	0	271111
		枯水期	413333	0	53333	0	760000	106667	0	1333333
	昭化	丰水期	1521868	543524	181175	0	0	36235	0	2282803
		枯水期	453333	0	26667	0	360000	26667	0	866667
	嘉陵江	白龙江汇口上	丰水期	488889	0	22222	0	0	0	511111
		白龙江汇口上	枯水期	920000	0	40000	0	53333	40000	1053333
		白龙江汇口下	丰水期	444444	355556	71111	8889	0	17778	897778
		白龙江汇口下	枯水期	560000	0	40000	0	400000	13333	1013333

表 4.1-49 水源区各断面浮游植物生物量单位: mg/L

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
支流	达拉河	丰水期	0.0215	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0349
		枯水期	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0700
	腊子沟	丰水期	0.1067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1067
		枯水期	0.1267	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1267
	岷江	丰水期	0.1600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1600
		枯水期	0.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600
	拱坝河	丰水期	0.0166	0.0027	0.0011	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0214
		枯水期	0.0560	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0569
	白水江汇口下	丰水期	0.0326	0.0187	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	0.0523
		枯水期	0.0778	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0778
	大团鱼河	丰水期	0.0972	0.0004	0.0011	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	0.1014
		枯水期	0.2787	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	0.2813
	清水河	丰水期	0.1134	0.0289	0.0587	0.1333	0.0000	0.0400	0.0000	0.3743
		枯水期	0.6183	0.0000	0.2242	0.1359	0.0000	0.9512	0.0000	1.9295
干流	迭部	丰水期	0.2453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2453
		枯水期	0.8533	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8533
	代古寺库中	丰水期	0.1819	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1819
		枯水期	0.0978	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0978
	代古寺减水	丰水期	0.0747	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0747
		枯水期	0.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600
	代古寺厂房下	丰水期	0.0752	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	0.0859
		枯水期	0.0720	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0720
	舟曲	丰水期	0.0757	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	0.0864
		枯水期	0.1378	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1378
	拱坝河汇口上	丰水期	0.1179	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0000	0.1285
		枯水期	0.1822	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1822

断面			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
	河口村	丰水期	0.1920	0.0213	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2133
		枯水期	2.2133	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2133
	白水江汇口下	丰水期	0.0560	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0573
		枯水期	2.3200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1067	0.0000	2.4267
	宝珠寺库尾	丰水期	0.0251	0.0009	0.0017	0.0000	0.0711	0.0000	0.0000	0.0988
		枯水期	0.4267	0.0000	0.0000	0.0000	0.1920	0.0027	0.0000	0.6213
	宝珠寺库中	丰水期	0.0188	0.0118	0.0807	0.0333	0.0000	0.1187	0.0020	0.2654
		枯水期	0.0060	0.0000	0.0420	0.0000	0.6933	0.0333	0.0000	0.7747
	宝珠寺坝下	丰水期	0.0243	0.0020	0.0070	0.0000	0.0000	0.0507	0.0000	0.0839
		枯水期	0.1020	0.0000	0.0027	0.0000	0.6080	0.2133	0.0000	0.9260
	昭化	丰水期	0.0147	0.0065	0.0107	0.0000	0.0000	0.0036	0.0000	0.0355
		枯水期	0.0807	0.0000	0.0093	0.0000	0.2880	0.0533	0.0000	0.4313
嘉陵江	白龙江汇口上	丰水期	0.1091	0.0000	0.0444	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1536
		枯水期	0.3620	0.0000	0.0073	0.0000	0.0000	0.0560	0.6000	1.0253
	白龙江汇口下	丰水期	0.0521	0.0043	0.0213	0.0444	0.0000	0.0018	0.0000	0.1239
		枯水期	0.1947	0.0000	0.0360	0.0000	0.3200	0.0267	0.0000	0.5773

②生物量

水源区浮游植物生物量平均 0.3735mg/L, 其中硅藻门 0.2430mg/L, 占 65.06%; 蓝藻门 0.0026mg/L, 占 0.70%; 绿藻门 0.0131mg/L, 占 3.50%; 甲藻门 0.0083mg/L, 占 2.21%; 金藻门 0.0517mg/L, 占 13.85%; 隐藻门 0.0405mg/L, 占 10.83%; 裸藻门 0.0143mg/L, 占 3.84%。

调查区域水源区支流河段检出浮游植物生物量平均为 0.2467mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 0.1216 mg/L, 丰水期检出浮游植物生物量为 0.3717mg/L。

干流河段检出浮游植物生物量平均为 0.4314mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 0.1297 mg/L, 丰水期检出浮游植物生物量为 0.7330mg/L。

嘉陵江河段检出浮游植物生物量平均为 0.4700mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 0.1387 mg/L, 丰水期检出浮游植物生物量为 0.8013mg/L。

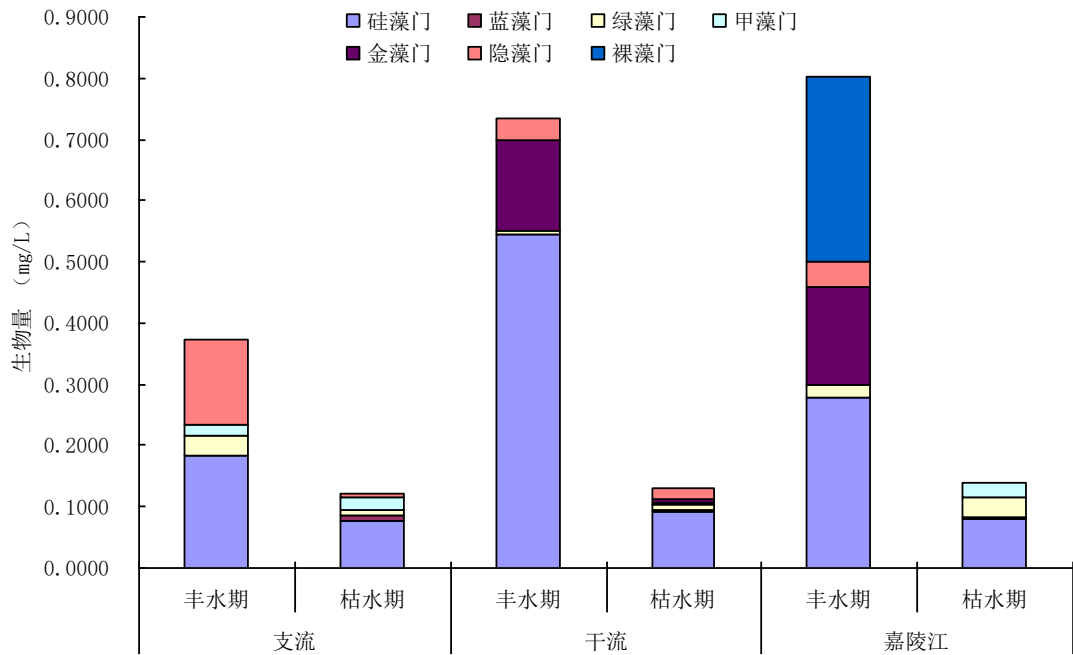


图 4.1-18 评价区各断面浮游植物生物量

表 4.1-50 水源区各区域浮游植物生物量 单位：mg/L

断面	支流		干流		嘉陵江	
	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
硅藻门	0.1839	0.0783	0.5460	0.0918	0.2783	0.0806
蓝藻门	0.0000	0.0090	0.0000	0.0035	0.0000	0.0021
绿藻门	0.0320	0.0087	0.0045	0.0085	0.0217	0.0329
甲藻门	0.0194	0.0190	0.0000	0.0028	0.0000	0.0222
金藻门	0.0000	0.0000	0.1484	0.0059	0.1600	0.0000
隐藻门	0.1364	0.0066	0.0341	0.0171	0.0413	0.0009
裸藻门	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.3000	0.0000
合计	0.3717	0.1216	0.7330	0.1297	0.8013	0.1387

浮游植物生物量组成也以硅藻门为主，所占比例超过 60%，其余各门类生物量组成所占比例稍不到 15%。总体上，调查区域浮游植物生物量组成以硅藻门为主，其次为蓝藻门。

③生物多样性

生物多样性是生态系统中生物组成和结构的重要指标,它不仅反映生物群落的组织化水平，而且可以通过结构与功能的关系反映群落的本质属性。

藻类生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数计算公式，调查水域各断面浮游植物多样性指数见下表。

生物多样性指数主要反映生态系统中生物的丰富度和均匀度。各断面浮游植物的生物多样性指数较低，岷江（丰水期）断面多样性指数最低为 0.45。

评价区以白龙江汇口上断面浮游植物多样性指数最高，其次是宝珠寺坝下。腊子沟断面多样性指数最低。

表 4.1-51 水源区浮游植物多样性指数及物种数

断面			种类数	生物多样性指数
支流	达拉河	丰水期	9	1.09
		枯水期	6	1.42
	腊子沟	丰水期	4	1.21
		枯水期	13	1.24
	岷江	丰水期	5	0.45
		枯水期	5	1.1
	拱坝河	丰水期	14	1.43
		枯水期	11	1.77
	白水江汇口下	丰水期	20	1.76
		枯水期	12	1.91
	大团鱼河	丰水期	17	1.75
		枯水期	24	1.02
干流	迭部	丰水期	23	2.28
		枯水期	25	1.9
	迭部	丰水期	4	1.28
		枯水期	11	1.84
	代古寺库中	丰水期	7	0.64
		枯水期	10	1.3
	代古寺减水	丰水期	5	1.33
		枯水期	9	1.04
	代古寺厂房下	丰水期	9	1.28
		枯水期	7	1.52
	舟曲	丰水期	4	0.6
		枯水期	9	1.6
	拱坝河汇口上	丰水期	8	1.15
		枯水期	7	1.89
	河口村	丰水期	11	1.55
		枯水期	17	2.22

断面			种类数	生物多样性指数
	白水江汇口下	丰水期	16	1.08
		枯水期	25	1.47
	宝珠寺库尾	丰水期	16	1.39
		枯水期	16	2.02
	宝珠寺库中	丰水期	22	1.57
		枯水期	13	1.55
	宝珠寺坝下	丰水期	29	2.09
		枯水期	24	2.09
	昭化	丰水期	15	1.72
		枯水期	18	1.87
嘉陵江	白龙江汇口上	丰水期	16	1.82
		枯水期	23	2.39
	白龙江汇口下	丰水期	20	1.46
		枯水期	25	2.35
平均值			1.53	

4.1.6.4 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查白龙江干流、支流及嘉陵江丰水期、枯水期两次调查共检出浮游动物 58 种，其中原生动物占水源区总种类的 41.38%、轮虫占 27.59%、枝角类占 12.07%、桡足类占 18.97%。

白龙江干流检出浮游动物 45 种，其中原生动物 18 种，占干流检出种类的 40%；轮虫和桡足类各 11 种，各占 24.44%；枝角类 5 种，占 11.11%。从图 4.3-1 看，白龙江中上游迭部至河口村浮游动物种类较少，组成单一，以原生动物为主，轮虫偶见；下游白水江汇口下至宝珠寺坝下浮游动物种类逐渐增加，大型枝角类和桡足类出现。

白龙江 7 条支流浮游动物种类在 2~17 种之间，其中达拉河、腊子沟、拱坝河、大团鱼河浮游动物种类在 2~6 种之间；岷江检出 8 种，白水江检出浮游动物 12 种，下游支流清水河检出浮游动物 17 种。

嘉陵江在白龙江汇口上、下共检出浮游动物 23 种，其中原生动物、轮虫各 5 种均占嘉陵江检出种类的 21.74%，枝角类 6 种、占 26.09%，桡足类 7 种、占 30.43%。嘉陵江白龙江汇口上、下浮游动物种类差异不大，分别是 18 种、17 种。

表 4.1-52 水源区各监测点浮游动物种类组成及分布

监测点		原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
白龙江支流	达拉河	2	0	0	0	2
	腊子沟	4	1	0	1	6
	岷江	4	1	1	2	8
	拱坝河	4	1	0	1	6
	白水江	5	2	2	3	12
	大团鱼河	3	1	0	1	5
	清水河	4	4	4	5	17
白龙江干流	迭部	4	0	0	2	6
	代古寺库中	3	3	0	1	7
	代古寺减水	3	0	0	0	3
	代古寺厂房下	5	3	0	0	8
	舟曲	4	1	0	0	5
	拱坝河汇口上	3	0	0	2	5
	河口村	3	0	0	0	3
	白水江汇口下	4	2	2	6	14
	宝珠寺库尾	4	2	4	6	16
	宝珠寺库中	0	3	2	6	11
	宝珠寺坝下	3	1	2	7	13
	昭化	5	2	3	6	16
	白龙江汇口上	3	3	6	6	18
	白龙江汇口下	4	3	4	6	17
嘉陵江	白龙江汇口上	3	3	6	6	18
	白龙江汇口下	4	3	4	6	17

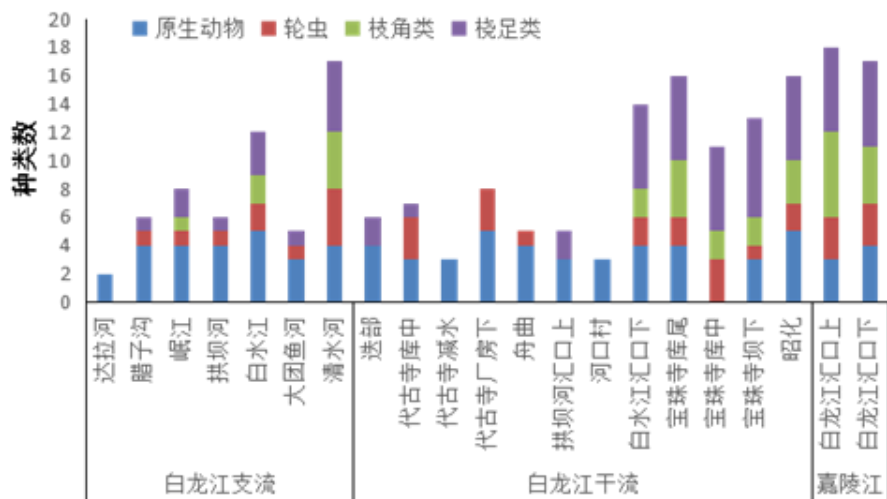


图 4.1-19 水源区各监测点浮游动物种类组成及分布

不同水期、不同时间因水环境因子不同对浮游动物种类产生一定影响，水源区丰、枯水期分别检出浮游动物 32 种、48 种，两次调查常见种均为无棘匣壳虫、小筒壳虫、广生多肢轮虫、僧帽蚤、无节幼体等。

白龙江干流丰水期、枯水期分别检出浮游动物 24 种、23 种，枯、丰水期种类差异不大。干流代古寺厂房下、舟曲、宝珠寺坝下丰水期浮游动物种类稍高于枯水期，迭部、宝珠寺库中丰、枯水期浮游动物种类相同，其它监测点枯水期高于丰水期。支流除达拉河外，其它监测点枯水期高于丰水期。

嘉陵江丰水期检出 10 种、枯水期检出 18 种，各监测点枯水期水量偏小，流速缓慢浮游动物种类丰富。

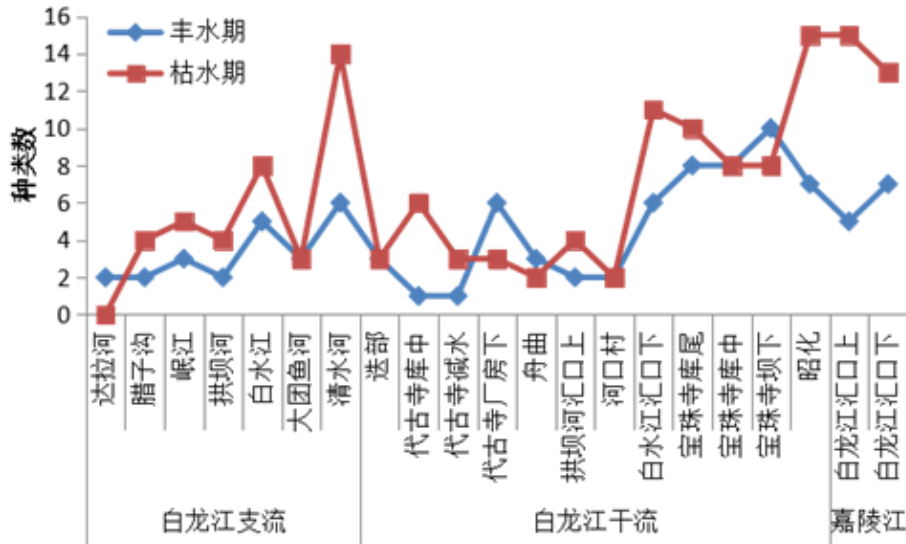


图 4.1-20 水源区各监测点浮游动物种类时空分布

(2) 现存量

① 现存量水平分布

水源区白龙江支流、干流、嘉陵江浮游动物密度在 177.45~4333.52ind./L 之间，平均是 1028.61ind./L，其中原生动物占密度平均的 98.77%、轮虫占 1.07%、枝角类占 0.09%、桡足类占 0.07%。水源区浮游动物生物量平均是 0.6722mg/L，其中原生动物占生物量平均的 1.25%、轮虫占 0.45%、枝角类占 73.25%、桡足类占 25.05%。密度组成中原生动物占绝对优势，生物量组成中枝角类和桡足类所占比重大。

表 4.1-53 水源区各水域浮游动物现存量组成

类别			密度(ind./L)					生物量（mg/L）				
			原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
白龙江	支流	丰	1191	5	0	0.01	1196.01	0.0023	0.0016	0	0.0002	0.0041
		枯	286	29	0.07	0.08	315.15	0.0107	0.0034	0.0431	0.0111	0.0683
		平均	738	17	0.04	0.05	755.09	0.0065	0.0025	0.0216	0.0057	0.0363
	干流	丰	1767	0	0.34	0.4	1767.74	0.0048	0	0.015	0.0157	0.0355
		枯	540	21	1.69	1.1	563.79	0.0105	0.0055	1.3125	0.4374	1.7659
		平均	1153	10	1.01	0.75	1164.76	0.0077	0.0028	0.6638	0.2265	0.9008
嘉陵江		丰	500	0	0.02	0.08	500.1	0.0005	0	0.0006	0.0003	0.0014
		枯	333	8	2.96	1.19	345.15	0.0008	0.0011	2.0875	0.7396	2.829
		平均	813	11	0.77	0.46	825.23	0.0055	0.0021	0.518	0.1795	0.7051
水源区平均		丰	1454	2	0.2	0.24	1456.44	0.0036	0.0005	0.0086	0.0091	0.0218
		枯	540	21	1.69	1.1	563.79	0.0132	0.0054	0.9762	0.3278	1.3226
		平均	997	11	0.94	0.67	1009.61	0.0084	0.003	0.4924	0.1684	0.6722

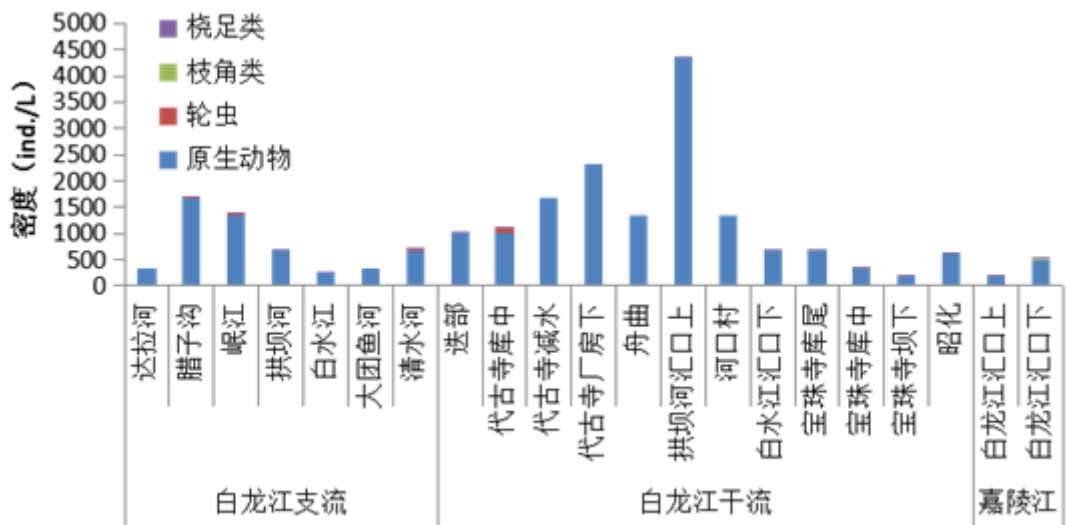


图 4.1-21 水源区各监测点浮游动物密度组成

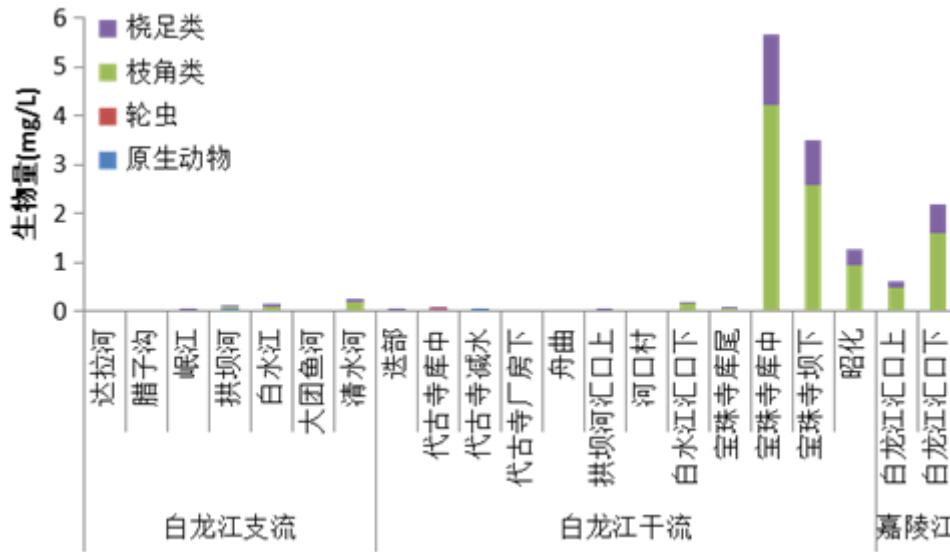


图 4.1-22 水源区各监测点浮游动物生物量组成

白龙江干流浮游动物密度平均是 1192.76ind./L，其中原生动物占干流密度平均的 99.01%、轮虫占 0.84%、枝角类占 0.08%、桡足类占 0.06%。白龙江干流迭部至代古寺厂房下浮游动物密度呈递增趋势，舟曲有所下降，拱坝河汇口上至宝珠寺坝下逐渐递减，昭化有所增加。干流浮游动物生物量平均是 0.9008mg/L，在水平分布上迭部至河口村检出小个体原生动物数量较多生物量偏低，白水江汇口下至昭化随大型个体枝角类和桡足类出现密度升高导致生物量增加，其中宝珠寺库中最高（5.6803mg/L），河口村、舟曲偏低。

白龙江支流浮游动物密度在 249.63~1700ind./L 之间。支流密度最高是腊子沟 1700ind./L，其次是岷江 1367.04ind./L，拱坝河、清水河之间差异不大在 667.02~700.38ind./L 之间，达拉河、大团鱼河定量样品中仅原生动物检出（均是 333.5ind./L），白水江密度最低 249.63ind./L。因检出个体大小不同，各支流生物量水平分布于密度有所不同，清水河生物量最高 0.2427mg/L，其次是白水江 0.1163mg/L，依次是拱坝河、岷江、腊子沟、达拉河，大团鱼河最少(0.0004mg/L)。

嘉陵江密度平均是 839.23ind./L，其中原生动物密度是 827ind./L、轮虫是 11ind./L、枝角类和桡足类分别是 0.77ind./L、0.46ind./L。生物量平均是 0.7051mg/L，其中枝角类占 73.41%、桡足类占 25.47%、原生动物占 0.81%、轮虫占 0.32%。白龙江汇口下浮游动物密度和生物量高于汇口上。

②生物量时空分布

水源区丰、枯水期浮游动物密度平均分别是 1494.44ind./L、563.79ind./L, 丰、枯水期生物量平均分别是 0.0218mg/L、1.3226mg/L。密度丰水期明显高于枯水期, 枯水期检出大个体数量较多生物量显著高于丰水期。

白龙江干流丰水期密度平均是 1822.91ind./L、枯水密度平均是 563.17ind./L, 丰水期高于枯水期。在时间分布上代古寺减水、昭化枯水期浮游动物密度高, 其它监测点丰水期密度高。干流丰水期、枯水期生物量分别是 0.0355mg/L、1.7659mg/L。各监测点除拱坝河汇口上外, 其它监测点枯水期浮游动物生物量高于丰水期。

清水河枯水期密度 (1667.40ind./L) 高于丰水期 (333.03ind./L), 其它监测点丰水期密度高。各支流生物量变化在时空分布与密度相反, 因枯水期检出大个体浮游动物密度较高, 枯水期生物量高于丰水期。

嘉陵江丰、枯水期浮游动物密度分别是 500.09ind./L、345.65ind./L; 生物量分别是 0.0013mg/L、2.8289mg/L。

表 4.1-54 水源区各监测点浮游动物现存量时空分布

监测点		密度 (ind./L)		生物量 (mg/L)	
		丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
白龙江支流	达拉河	667	0	0.0037	0
	腊子沟	3333	66.67	0.0033	0.0157
	岷江	2667	66.74	0.0027	0.0448
	拱坝河	667	666.69	0.0007	0.1647
	白水江	166.03	333.56	0.0112	0.2213
	大团鱼河	667	0	0.0007	0
	清水河	333.03	1067.4	0.0062	0.4791
白龙江干流	迭部	1333	666.69	0.0043	0.044
	代古寺库中	1333	866.69	0.0013	0.1232
	代古寺减水	667	2666.7	0.0067	0.0279
	代古寺厂房下	2667	2000	0.0027	0.0171
	舟曲	2667	0	0.0027	0
	拱坝河汇口上	8000	666.69	0.02	0.0046
	河口村	1333	1333.3	0.0013	0.014
	白水江汇口下	1000.78	336.21	0.0146	0.3087
	宝珠寺库尾	1333.15	0.83	0.003	0.1146

监测点	密度 (ind./L)		生物量 (mg/L)	
	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
宝珠寺库中	669.3	11.6	0.089	11.2717
	338.61	16.3	0.278	6.7365
	533.05	675.99	0.0028	2.5284
嘉陵江	白龙江汇口上	333	0.0003	1.25
	白龙江汇口下	667.18	0.0023	4.4077

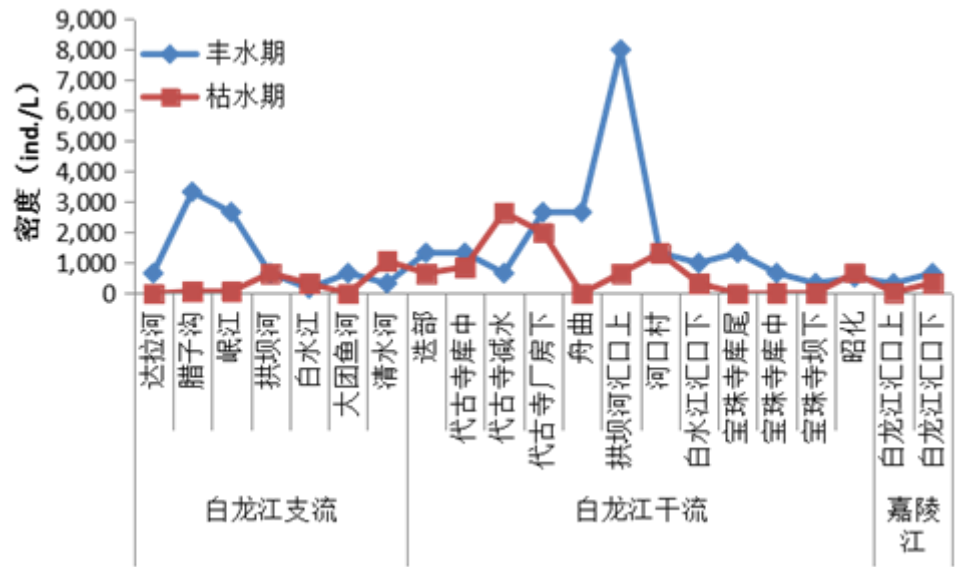


图 4.1-23 水源区各监测点浮游动物密度时空分布

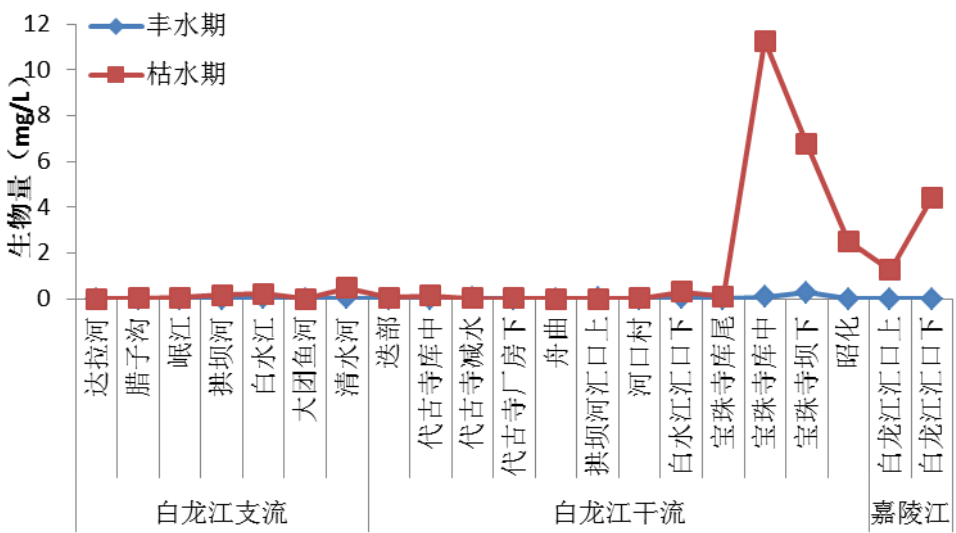


图 4.1-24 水源区各监测点浮游动物生物量时空分布

(3) 生物多样性

浮游动物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数公式计算, 水源区各断面浮游动物生物多样性指数见下表。生物多样性指数主要反映生态系统中生物的丰富度和均匀度。白龙江干流、支流和嘉陵江浮游动物群落结构较为单一, 多样性指数均在 1 以下。从下表看, 枯水期浮游动物多样性指数高于丰水期。

表 4.1-55 水源区各监测断面浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数

监测点		丰水期	枯水期	平均
支流	达拉河	1.00	0.00	0.50
	腊子沟	0.00	0.00	0.00
	岷江	0.00	0.01	0.01
	拱坝河	0.00	0.00	0.00
	白水江	0.01	0.06	0.04
	大团鱼河	0.00	0.00	0.00
	清水河	0.00	1.21	0.60
干流	迭部	0.81	0.00	0.41
	代古寺库中	0.00	0.78	0.39
	代古寺减水	0.00	1.00	0.50
	代古寺厂房下	0.00	0.92	0.46
	舟曲	0.00	0.00	0.00
	拱坝河汇口下	0.65	0.00	0.33
	河口村	0.00	1.00	0.50
	白水江汇口下	0.93	0.08	0.51
	宝珠寺库尾	0.00	1.79	0.89
	宝珠寺库中	0.00	1.64	0.82
	宝珠寺坝下	0.14	1.17	0.65
	昭化	0.00	1.11	0.55
嘉陵江	白龙江汇口上	0.00	0.77	0.38
	白龙江汇口下	0.00	0.26	0.13

(4) 浮游动物综合分析

水源区浮游动物种类、密度和生物量较低, 群落结构简单。白龙江干流河口村上游水温偏低, 流速湍急, 透明度偏低, 不适宜浮游动物生长繁殖, 种类、密度和生物量较低, 组成单一; 白水江汇口下至昭化海拔逐渐降低, 加上拦河大坝使水体滞留时间延长, 流速减缓, 透明度逐渐增加, 出现了大型枝角类和桡足类, 浮游动物生物量升高。支流白水江以上支流流速湍急, 两岸植被稀疏, 营养盐来

源有限，密度和生物量较低；大团鱼河水流较小，清水河水位变化频繁浮游动物现存量较低。水源区丰水期浮游动物密度高于枯水期，枯水期检出大个体浮游动物较多，生物量高于丰水期。

4.1.6.5 底栖动物

(1) 种类组成

水源区两次调查共检出底栖动物 53 种，其中环节动物 6 种，占 11.321%；软体动物 4 种，占 7.547%；节肢动物 42 种，占 79.245%；其他动物 1 种，占 1.887%。优势种有苏氏尾鳃蚓、四节蜉、扁蜉、微动蜉、假蜉、纹石蛾、摇蚊、多足摇蚊、钩虾等。丰水期底栖动物 35 种，较枯水期 33 种底栖动物差异不大。

嘉陵江两断面检出底栖动物 10 种，底栖动物种类相对较多，主要种类有苏氏尾鳃蚓、扁蜉、多足摇蚊、钩虾、光滑狭口螺。丰水期底栖动物 4 种，较枯水期 7 种底栖动物少。

干流底栖动物 27 种，底栖动物种类结构以节肢动物为主，优势种有扁蜉、微动蜉、纹石蛾、钩虾、沼虾等。丰水期底栖动物 18 种，较枯水期 16 种底栖动物差异不大。代古寺库中、减水河段、厂房下河段底栖动物 8 种，底栖动物种类相对较多，优势种有纹石蛾、钩虾、多足摇蚊等；拱坝河汇口上河段底栖动物 6 种，底栖动物种类相对较多，以蜉蝣目及双翅目为主；舟曲河段底栖动物 3 种，底栖动物种类较少，以蜉蝣目为主；宝珠寺库区底栖动物 8 种，库尾以蜉蝣目为主，库中以摇蚊科生物主，坝下以虾科生物及软体动物为主。

支流底栖动物 37 种，底栖动物种类结构以节肢动物为主，优势种有四节蜉、扁蜉、假蜉、纹石蛾、大蚊、隐摇蚊、多足摇蚊、钩虾等。丰水期底栖动物 23 种与枯水期 23 种底栖动物种数相同。大团鱼河河段底栖动物 21 种，底栖动物种类较多，以蜉蝣目及摇蚊科生物为主；达拉河、迭部河段底栖动物种类较少，以虾科及摇蚊科生物为主；岷江、拱坝河、清水河河段底栖动物种类较少，底栖动物种类结构相似，以摇蚊科生物为主。

(2) 生物量

水源区底栖动物密度 38ind./m^2 ，生物量 0.420g/m^2 ，密度、生物量组成中节肢动物占较大比重。丰水期底栖动物密度 38ind./m^2 ，生物量 0.440g/m^2 ，较枯水期底栖动物密度 36ind./m^2 ，生物量 0.378g/m^2 高。

干流底栖动物密度 25ind./m^2 ，生物量 0.351g/m^2 。丰水期底栖动物密度 42ind./m^2 ，生物量 0.467g/m^2 ，较枯水期底栖动物密度 7ind./m^2 ，生物量 0.224g/m^2 高。代古寺库区底栖动物密度 72ind./m^2 ，生物量 0.600g/m^2 ，其中库中河段底栖动物现存量较低，密度、生物量平均为 3ind./m^2 、 0.003g/m^2 ；减水河段底栖动物现存量较高，密度、生物量分别为 174ind./m^2 、 1.249g/m^2 ；其他各河段底栖动物现存量较低。

支流底栖动物密度 63ind./m^2 ，生物量 0.491g/m^2 。丰水期底栖动物密度 38ind./m^2 ，生物量 0.339g/m^2 ，较枯水期底栖动物密度 81ind./m^2 ，生物量 0.581g/m^2 低。白水河河段底栖动物现存量较高，密度、生物量平均为 336ind./m^2 、 2.442g/m^2 ；清水河河段底栖动物现存量较低，密度、生物量平均为 2ind./m^2 、 0.073g/m^2 。

嘉陵江底栖动物相对较低，密度、生物量平均为 15ind./m^2 、 0.516g/m^2 。

表 4.1-56 水源区各断面底栖动物密度、生物量

断面			密度 ind./m^2					生物量 g/m^2				
			环节 动物	软体 动物	节肢 动物	扁形 动物	合计	环节 动物	软体 动物	节肢 动物	扁形 动物	合计
支流	达拉河	丰			2		2			0.509		0.509
		枯			3		3			0.007		0.007
	腊子沟	丰			8		8			0.034		0.034
		枯			2		2			0.003		0.003
	岷江	丰			3		3			0.002		0.002
		枯			1		1			0.001		0.001
	拱坝河	丰			163		163			0.889		0.889
		枯	11		5	3	18			0.001		0.001
	白水江	丰			106		106			1.131		1.131
		枯		3	18		20		0.616	0.085		0.701
	大团鱼河	丰			567		567			3.752		3.752
		枯			2		2			0.000		0.000
	清水河	丰										
		枯	2				2	0.146				0.146

断面			密度 ind./m ²					生物量 g/m ²				
			环节 动物	软体 动物	节肢 动物	扁形 动物	合计	环节 动物	软体 动物	节肢 动物	扁形 动物	合计
迭部		丰			17		17			0.147		0.147
		枯	7		27		33			0.032		0.032
干流	代古寺库中	丰			3		3			0.005		0.005
		枯			3		3			0.001		0.001
	代古寺减水	丰			322		322			2.322		2.322
		枯			25		25			0.177		0.177
	代古寺厂房下	丰			76		76			1.090		1.090
		枯			1		1			0.006		0.006
	舟曲	丰			2		2			0.001		0.001
		枯			2		2			0.006		0.006
	拱坝河汇口上	丰			11		11			0.250		0.250
		枯			2		2			0.005		0.005
	河口村	丰			3		3			0.025		0.025
		枯	15				15	0.007				0.007
	白水江汇口下	丰			22		22			0.182		0.182
		枯			2		2			0.028		0.028
	宝珠寺库尾	丰			3		3			0.004		0.004
		枯			3		3			0.013		0.013
	宝珠寺库中	丰			6		6			0.587		0.587
	宝珠寺坝下	丰		1	1		2		0.037	0.495		0.532
		枯			3		3			1.786		1.786
	昭化	丰	6		4		10	0.110		0.023		0.133
		枯	8		0		8	0.209		0.000		0.209
嘉陵江	白龙江汇口上	丰		13	19		31		0.167	0.964		1.131
		枯	4		5		9	0.052		0.133		0.185
	白龙江汇口下	丰			10		10			0.264		0.264
		枯	7	1			8	0.396	0.088			0.484

(3) 生物多样性

底栖动物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数公式计算, 调查水域 21 个采样点的底栖动物多样性指数见表 4.1-57。由表 4.1-57 可见, 水源区丰水期底栖动物 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数平均小于 1, 生物多样性指数相对较低。大团鱼河河段 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数分别为

2.303、3.299，底栖动物生物多样性较高。拱坝河、舟曲河段 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数均为 0，底栖动物生物多样性指数较低。

表 4.1-57 水源区各监测断面底栖动物生物多样性指数

断面		Shannon-Wiener 指数	Margalef 指数
支流	达拉河	0.693	1.443
	腊子沟	0.95	1.243
	岷江	1.099	1.82
	拱坝河	0	0
	白水江	1.464	1.842
	大团鱼河	2.303	3.299
	清水河	0	0
	迭部	0.736	0.962
干流	代古寺库中	0	0
	代古寺减水	0.15	0.297
	代古寺厂房下	0.206	0.34
	舟曲	0	0
	拱坝河汇口下	1.475	2.056
	河口村	1.04	1.443
	白水江汇口下	0.377	0.481
	宝珠寺库尾	0.637	0.91
	宝珠寺库中	0.693	1.443
	宝珠寺坝下	0.693	1.443
	昭化	0.673	0.434
嘉陵江	白龙江汇口上	1.055	1.243
	白龙江汇口下	0.562	0.721

(4) 现状评价

水源区共检出底栖动物 53 种，其中环节动物 6 种，占 11.321%；软体动物 4 种，占 7.547%；节肢动物 42 种，占 79.245%；其他动物 1 种，占 1.887%。优势种有苏氏尾鳃蚓、四节蜉、扁蜉、微动蜉、假蜉、纹石蛾、摇蚊、多足摇蚊、钩虾等，底栖动物密度 38ind./m²，生物量 0.420g/m²。丰水期底栖动物 35 种，较枯水期 33 种底栖动物差异不大，丰水期底栖动物密度 38ind./m²，生物量 0.440g/m²，较枯水期底栖动物密度 36ind./m²，生物量 0.378g/m² 差异不大。

干流底栖动物 27 种，优势种有扁蜉、微动蜉、纹石蛾、钩虾、沼虾等，底栖动物密度 25ind./m²，生物量 0.351g/m²。丰水期底栖动物 18 种，较枯水期 16

种底栖动物差异不大，丰水期底栖动物密度 42ind./m²，生物量 0.467g/m²，较枯水期底栖动物密度 7ind./m²，生物量 0.224g/m² 高。干流各河段底栖动物种类分布差异显著，拱坝河汇口上、河口村河段底质为卵石、砾石，流速较缓，底栖动物种类分布相对较多，以蜉蝣目及摇蚊科生物为主；代古寺减水河段底质为卵石、砾石，因虾科生物检出较多，底栖动物现存量较高。

支流底栖动物 37 种，优势种有四节蜉、扁蜉、假蜉、纹石蛾、大蚊、隐摇蚊、多足摇蚊、钩虾等，底栖动物密度 63ind./m²，生物量 0.491g/m²。丰水期底栖动物 23 种与枯水期 23 种底栖动物种数相同，丰水期底栖动物密度 38ind./m²，生物量 0.339g/m²，较枯水期底栖动物密度 81ind./m²，生物量 0.581g/m² 低。大团鱼河、白水江河段底质为卵石，流速较缓，底栖动物种类分布相对较多，以蜉蝣目及毛翅目为主，底栖动物现存量较高。

总体来看，水源区支流底栖动物种类分布、现存量高于干流、嘉陵江。丰水期底栖动物种类分布、现存量稍高于枯水期。

4.1.6.6 鱼类

(1) 历史资料整理

白龙江属于长江二级支流、嘉陵江右岸的一级支流，关于鱼类资源调查研究较少，仅 1959 年甘肃师大生物系在《白龙江中下游夏季脊椎动物调查报告》一文中记载了 12 种鱼类；1961 年曹文宣等在白龙江上游榔木寺至龙迭江段记载了 9 种鱼类；1963 年王香亭等在《白龙江鱼类资源调查及利用的几点建议》中共统计鱼类 75 种（含一个新种和胭脂鱼），也是迄今为止对白龙江流域鱼类资源记录较全面的文献，但由于年代久远，其中有存在一些同物异名、种名修订等问题，本报告整理如下：

表 4.1-58 白龙江鱼类种类整理

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
1	鲫鱼	<i>Carassius auratus</i>	鲫鱼		+	+	鲫	<i>Carassius auratus</i>	
2	鲤鱼	<i>Cyprinus carpio</i>	鲤鱼		+	+	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>	

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
3	马口鱼	<i>Opsariichthys uncirostris bidens</i>	桃花板		+	+	马口鱼	<i>Opsariichthys uncirostris bidens</i>	
4	宽鳍鱲	<i>Zacco platypus</i>			+	+	宽鳍鱲	<i>Zacco platypus</i>	
5	鳅鱼	<i>Elopichthys bambusa</i>	鳅鱼		+	+	鳅	<i>Elopichthys bambusa</i>	
6	赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	红眼棒			+	赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	
7	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>	青片		+	+	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>	
8	斜颌鲴	<i>Plagiognathus microlepis</i>	繁子			+	细鳞鲴	<i>Xenocypris microlepis</i>	
9	粗鳞裂腹鱼	<i>Schizothorax gresius</i>	洋鱼			+			查无此种，相似拉丁名 <i>Schizothorax griseus</i> ，为灰裂腹鱼，分布于澜沧江、南盘江上游
10	齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanii</i>	细鳞鱼		+	+	齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanii</i>	
11	重口裂腹鱼	<i>Schizothorax davidi</i>	重口细鳞鱼	+			重口裂腹鱼	<i>Schizothorax davidi</i>	
12	中华裂腹鱼	<i>Schizothorax sinensis</i>		+			中华裂腹鱼	<i>Schizothorax sinensis</i>	
13	嘉陵裸裂尻鱼	<i>Schizopygopsis kialingensis</i>	冰水鱼			+	嘉陵裸裂尻鱼	<i>Schizopygopsis kialingensis</i>	
14	野鲮	<i>Labeo decorus</i>	青云鱼			+	桂华鲮	<i>Bangana decora</i>	
15	洞庭华鲮	<i>Simlabeo tungting</i>	青龙棒			+	洞庭华鲮	<i>Bangana tungting</i>	
16	中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>	青波		+	+	中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>	
17	喀氏克倒刺鲃	<i>Spinibarbus caldwelli</i>	红鲮冠			+	倒刺鲃	<i>Spinibarbus hollandi</i>	
18	四川结鱼	<i>Tor szechwanensis</i>	沙嘴子		+	+	瓣结鱼	<i>Tor (Foliter) brevifilis brevifilis</i>	
19	白甲鱼	<i>Onychostoma laticeps</i>	白甲鱼		+	+	白甲鱼	<i>Onychostoma sima</i>	

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
20	四川白甲鱼	<i>Varicorhinus angustistomatus</i>	小口白甲		+	+	四川白甲鱼	<i>Onychostoma angustistomata</i>	
21	鲮鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>	麻点子		+	+	唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>	
22	花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>	麻鲤			+	花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>	
23	细鳞拟白鮡	<i>Paraleucogobio umbrifer</i>			+		花棘鲮	<i>Hemibarbus umbrifer</i>	
24	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	麦穗子		+	+	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	
25	鸽子鱼	<i>Coreius styani</i>	鸽子鱼			+	铜鱼	<i>Coreius heterodon</i>	
26	繆密鮡鱼	<i>Gobio nummifer</i>			+	+	似鲮	<i>Belligobio nummifer</i>	
27	吻鮡	<i>Rhinogobio cylindricus</i>				+	圆筒吻鮡	<i>Rhinogobio cylindricus</i>	
28	银色颌须鱼	<i>Gnathopogon argentatus</i>				+	银鮡	<i>Squalidus argentatus</i>	
29	赫氏颌须鱼	<i>Gnathopogon herzensteini</i>				+	嘉陵颌须鮡	<i>Gnathopogon herzensteini</i>	
30	达氏蛇鮡	<i>Saurogobio dabryi</i>	船丁鱼			+	蛇鮡	<i>Saurogobio dabryi</i>	
31	汪氏红鳍鲌	<i>Erythroculter wangi</i>	高尖子			+	汪氏近红鲌	<i>Ancherythroculter wangi</i>	
32	蒙古红鳍鲌	<i>Erythroculter mongolicus</i>	红梢子			+	蒙古鲌	<i>Culter mongolicus mongolicus</i>	
33	台氏红鳍鲌	<i>Erythroculter dabryi</i>				+	达氏鲌	<i>Culter dabryi dabryi</i>	
34	翘嘴红鲌	<i>Erythroculter ilishueformis</i>	鸭嘴子			+	翘嘴鲌	<i>Culter alburnus</i>	
35	沙氏近鲮	<i>Hemiculterlla sauvagei</i>	兰刀皮			+	半鲮	<i>Hemiculterlla sauvagei</i>	
36	银飘	<i>Parapelecus argenteus</i>	飘鱼			+	飘鱼	<i>Pseudolaubuca sinensis</i>	
37	湖南鲮鱼	<i>Hemiculter hunanensis</i>	王杂口			+	海南拟鲮	<i>Pseudohemiculter hainanensis</i>	

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
38	庞氏鳅 鲇	<i>Gobiobotia boulengeri</i>	沙胡子			+	异鳃鳅 鲇	<i>Xenophysogobio boulengeri</i>	
39	宜昌鳅 鲇	<i>Gobiobotia ichangensis</i>			+		宜昌鳅 鲇	<i>Gobiobotia (Gobiobotia) filifer</i>	
40	卜氏鳅 鲇	<i>Gobiobotia pappenheimi</i>			+	+	潘氏鳅 鲇	<i>Gobiobotia (Gobiobotia) pappenheimi</i>	分布于黄河下游、海河、大凌河、辽河和黑龙江
41	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicandatus</i>	泥鳅		+	+	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicandatus</i>	
42	花鳅	<i>Cobitis taenia</i>	花鳅		+	+	中华花 鳅	<i>Cobitis sinensis</i>	广西淡水鱼类志（第二版）
43	中华沙 鳅	<i>Botia superciliaris</i>	龙针鱼			+	中华华 沙鳅	<i>Sinibotia superciliaris</i>	fishbase
44	卜氏薄 鳅	<i>Leptobotia pratii</i>	红针			+	红唇薄 鳅	<i>Leptobotia pratii</i>	四川鱼类志
45	长薄鳅	<i>Leptobotia elongata</i>	花泥鳅			+	长薄鳅	<i>Leptobotia elongata</i>	
46	东方须 鳅	<i>Barbatula orientalis</i>	鳅儿棒		+	+	东方须 鳅	<i>Barbatula orientalis</i>	查无此种，可能为东方高原鳅 <i>Triplophysa orientalis</i> ，但崆吉斯条鳅即东方高原鳅
47	葛氏须 鳅	<i>Barbatula grahami</i>			+	+	昆明高 原鳅	<i>Triplophysa grahami</i>	
48	拉克长 鳅	<i>Acanthopsis lachnostoma</i>				+	拉克长 鳅	<i>Acanthopsis lachnostoma</i>	查无此种
49	红尾条 鳅	<i>Nemachilus berezowskii</i>	红尾子	+			红尾副 鳅	<i>Homatula variegata</i>	
50	背斑条 鳅	<i>Nemachilus dorsonotatus</i>		+			斯氏高 原鳅	<i>Triplophysa stoliczkai</i>	
51	崆吉斯 条鳅	<i>Nemachilus kungessanus</i>		+			东方高 原鳅	<i>Triplophysa orientalis</i>	
52	毛缘犁 头鳅	<i>Lepturichthys fimbriata</i>	燕鱼			+	犁头鳅	<i>Lepturichthys fimbriata</i>	
53	中华间 爬岩鳅	<i>Hemimyzon sinensis</i>				+	中华金 沙鳅	<i>Jinshaia sinensis</i>	

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
54	中间中华间爬岩鳅	<i>Sinogastromyzon intermedius</i>	石爬子		+	+	伍氏华吸鳅	<i>Sinogastromyzon wui</i>	
55	鲶鱼	<i>Parasilurus asotus</i>	鲶鱼		+	+	鲇	<i>Silurus asotus</i>	
56	钝吻黄颡	<i>Pseudobagrus crassirostris</i>	黄拐头		+	+	粗唇鲿	<i>Leiocassis crassilabris</i>	
57	瓦氏黄颡	<i>Pseudobagrus vachelli</i>	黄拐头		+	+	瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i>	
58	普氏黄颡	<i>Pseudobagrus pratti</i>	黄拐头			+	细体拟鲿	<i>Pseudobagrus pratti</i>	
59	开封黄颡	<i>Pseudobagrus brericaudatus</i>	黄拐头			+	开封拟鲿	<i>Pseudobagrus kaifenensis</i>	fishbase, 分布于开封
60	短尾黄颡	<i>Pseudobagrus brevicaudatus</i>	黄拐头		+	+	短尾拟鲿	<i>Pseudobagrus brericaudatus</i>	
61	黄颡	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	黄拐头			+	黄颡鱼	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	
62	凹尾鲿	<i>Leiocassis emarginatus</i>				+	凹尾拟鲿	<i>Pseudobagrus emarginatus</i>	
63	脂鲿	<i>Leiocassis adiposalis</i>				+	长脂拟鲿	<i>Pseudobagrus adiposalis</i>	
64	长吻鲿	<i>Leiocassis longirostris</i>	江团			+	长吻鲿	<i>Leiocassis longirostris</i>	
65	江鼠	<i>Hemibagrus macropterus</i>	石板头		+	+	大鳍鱮	<i>Hemibagrus macropterus</i>	
66	黑尾鲢	<i>Liobagrus nigricanda</i>	土鲶鱼			+	黑尾鲢	<i>Liobagrus nigricanda</i>	
67	缘鲢	<i>Liobagrus marginatus</i>	土鲶鱼	+	+		白缘鲢	<i>Liobagrus marginatus</i>	
68	外口鲃	<i>Exostoma davidi</i>	石爬子	+			青石爬鲃	<i>Euchiloglanis davidi</i>	
69	切胸鲃	<i>Glyptothorax sinensis</i>			+	+	中华纹胸鲃	<i>Glyptothorax sinensis sinensis</i>	
70	黄鲢	<i>Monopterus albus</i>	黄鲢		+	+	黄鲢	<i>Monopterus albus</i>	
71	斑鲃	<i>Siniperca scherzeri</i>	桂花鱼			+	斑鲃	<i>Siniperca scherzeri</i>	
72	鲃鱼	<i>Siniperca knerii</i>	桂花鱼			+	鲃	<i>Siniperca knerii</i>	

编号	原文记载						修订		
	中文名	拉丁名	地方名	上游	中游	下游	种名	拉丁名	备注（未注明的均以《中国动物志》为准）
73	日本鳗鲡	<i>Anguilla japonica</i>					日本鳗鲡	<i>Anguilla japonica</i>	

经整理后，剔除原文献中记载的粗鳞裂腹鱼、卜氏鳅鲃、东方须鳅、拉克长鳅、开封黄颡，文献中记录的一新种通过各种渠道都没有查到，文献记录胭脂鱼在昭化一带有渔民捕获到，故本报告将其列入。综上，白龙江流域分布有鱼类 69 种，种类组成见下表，其中上游分布有 7 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、红尾副鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鳅、青石爬鮡，为典型高原鱼类区系，种类组成以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属及鮡科鱼类为主；中游分布有 28 种，种类组成较丰富，有鲤亚科、裂腹鱼亚科、（鱼丹）亚科、鮠亚科、鮡亚科、鳅科、鲇科、鲢科等；下游分布有 59 种，种类组成更加丰富，除中游的绝大部分种类都有分布外，还有鮠亚科、铜鱼属、薄鳅属、鲈形目鮡科、合鳃鱼科、鳊鲂科等鱼类。

表 4.1-59 白龙江鱼类种类组成与分布

编号	种名	拉丁名	上游	中游	下游
1	胭脂鱼	<i>Myxocyprinus asiaticus</i>			+
2	鲫	<i>Carassius auratus</i>		+	+
3	鲤	<i>Cyprinus carpio</i>		+	+
4	马口鱼	<i>Opsariichthys uncirostris bidens</i>		+	+
5	宽鳍鱲	<i>Zacco platypus</i>		+	+
6	鳅	<i>Elopichthys bambusa</i>		+	+
7	赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>			+
8	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris</i>		+	+
9	细鳞鲴	<i>Xenocypris microlepis</i>			+
10	齐口裂腹鱼	<i>Schizothorax prenanii</i>		+	+
11	重口裂腹鱼	<i>Schizothorax davidi</i>	+		
12	中华裂腹鱼	<i>Schizothorax sinensis</i>	+		
13	嘉陵裸裂尻鱼	<i>Schizopygopsis kialingensis</i>			+
14	桂华鲮	<i>Bangana decora</i>			+
15	洞庭华鲮	<i>Bangana tungting</i>			+
16	中华倒刺鲃	<i>Spinibarbus sinensis</i>		+	+
17	倒刺鲃	<i>Spinibarbus hollandi</i>			+

编号	种名	拉丁名	上游	中游	下游
18	瓣结鱼	<i>Tor (Foliter) brevifilis brevifilis</i>		+	+
19	白甲鱼	<i>Onychostoma sima</i>		+	+
20	四川白甲鱼	<i>Onychostoma angustistomata</i>		+	+
21	唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>		+	+
22	花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>			+
23	花棘鲮	<i>Hemibarbus umbrifer</i>		+	
24	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>		+	+
25	铜鱼	<i>Coreius heterodon</i>			+
26	似鲮	<i>Belligobio nummifer</i>		+	+
27	圆筒吻鮡	<i>Rhinogobio cylindricus</i>			+
28	银鮡	<i>Squalidus argentatus</i>			+
29	嘉陵颌须鮡	<i>Gnathopogon herzensteini</i>			+
30	蛇鮡	<i>Saurogobio dabryi</i>			+
31	汪氏近红鮡	<i>Ancherythroculter wangi</i>			+
32	蒙古鮡	<i>Culter mongolicus mongolicus</i>			+
33	达氏鮡	<i>Culter dabryi dabryi</i>			+
34	翘嘴鮡	<i>Culter alburnus</i>			+
35	半鲮	<i>Hemiculterlla sauvagei</i>			+
36	飘鱼	<i>Pseudolaubuca sinensis</i>			+
37	海南拟鲮	<i>Pseudohemiculter hainanensis</i>			+
38	异鳔鳅鮡	<i>Xenophysogobio boulengeri</i>			+
39	宜昌鳅鮡	<i>Gobiobotia (Gobiobotia) filifer</i>		+	
40	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicandatus</i>		+	+
41	中华花鳅	<i>Cobitis sinensis</i>		+	+
42	中华华沙鳅	<i>Sinibotia superciliaris</i>			+
43	红唇薄鳅	<i>Leptobotia pratii</i>			+
44	长薄鳅	<i>Leptobotia elongata</i>			+
45	昆明高原鳅	<i>Triplophysa grahami</i>		+	+
46	红尾副鳅	<i>Homatula variegata</i>	+		
47	斯氏高原鳅	<i>Triplophysa stoliczkai</i>	+		
48	东方高原鳅	<i>Triplophysa orientalis</i>	+		
49	犁头鳅	<i>Lepturichthys fimbriata</i>			+
50	中华金沙鳅	<i>Jinshaia sinensis</i>			+
51	伍氏华吸鳅	<i>Sinogastromyzon wui</i>		+	+
52	鲃	<i>Silurus asotus</i>		+	+
53	粗唇鲃	<i>Leiocassis crassilabris</i>		+	+
54	瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i>		+	+
55	细体拟鲃	<i>Pseudobagrus pratti</i>			+

编号	种名	拉丁名	上游	中游	下游
56	短尾拟鲢	<i>Pseudobagrus brericaudatus</i>		+	+
57	黄颡鱼	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>			+
58	凹尾拟鲢	<i>Pseudobagrus emarginatus</i>			+
59	长脂拟鲢	<i>Pseudobagrus adiposalis</i>			+
60	长吻鮠	<i>Leiocassis longirostris</i>			+
61	大鳍鱬	<i>Hemibagrus macropterus</i>		+	+
62	黑尾鲃	<i>Liobagrus nigricauda</i>			+
63	白缘鲃	<i>Liobagrus marginatus</i>	+	+	
64	青石爬鮡	<i>Euchiloglanis davidi</i>	+		
65	中华纹胸鮡	<i>Glyptothorax sinensis sinensis</i>		+	+
66	黄鲢	<i>Monopterus albus</i>		+	+
67	斑鲈	<i>Siniperca scherzeri</i>			+
68	鲈	<i>Siniperca kneri</i>			+
69	日本鳗鲡	<i>Anguilla japonica</i>			+
合计			7	28	59

(2) 渔获物调查情况

2019 年 7~8 月在白龙江流域共采集到鱼类 22588.9g、482 尾，经鉴定为 25 种。渔获物统计见下表：

表 4.1-60 2019 年 7-8 月调查渔获物统计

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾	%	克	%	范围	平均	范围	平均
蛇鮈	94	19.50%	1283.1	5.68%	43-157	109.9	0.8-47.4	13.7
中华裂腹鱼	81	16.80%	3744.9	16.58%	29-350	115	0.4-850	46.2
翘嘴鲈	51	10.58%	1759.2	7.79%	95-328	141	12.6-375.5	34.5
张氏鲈	38	7.88%	1978.4	8.76%	88-233	139.1	10.8-252.9	52.1
粗唇鲈	31	6.43%	1526.9	6.76%	41-230	143.4	1.2-126	49.3
蓝鳃太阳鱼	26	5.39%	752.1	3.33%	59-114	88.5	6.8-68.2	28.9
子陵吻鰕虎鱼	26	5.39%	45	0.20%	34-72	49.7	0.5-7.3	1.7
棒花鱼	24	4.98%	57.8	0.26%	37-82	59.3	0.5-9.6	2.4
安氏高原鳅	18	3.73%	63.4	0.28%	38-98	70.9	0.4-7.9	3.5
麦穗鱼	18	3.73%	85	0.38%	46-76	62.3	1.6-8.6	4.7
硬刺高原鳅	17	3.53%	607.8	2.69%	52-172	135.8	1.5-63.1	35.8
嘉陵裸裂尻鱼	12	2.49%	410.3	1.82%	73-194	124.7	4.7-100.4	34.2
高体鳊	11	2.28%	30.8	0.14%	42-53	46.8	1.6-4.5	2.8
鲇	7	1.45%	4435.1	19.63%	155-610	321.1	34.7-2050	633.6
鲫	6	1.24%	1253.2	5.55%	138-230	186.3	97.7-422.7	208.9
鲤	5	1.04%	3254.2	14.41%	172-450	293	109.5-1124.6	650.8

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾	%	克	%	范围	平均	范围	平均
陈氏新银鱼	4	0.83%	3.5	0.02%	38-67	53	0.3-1.5	0.9
达氏鲃	2	0.41%	31.2	0.14%	84-123	103.5	6.9-24.3	15.6
花鲢	2	0.41%	162.9	0.72%	110-208	159	20-142.9	81.5
花斑裸鲤	2	0.41%	27.2	0.12%	111-135	123	17.9-36.5	13.6
黄颡鱼	2	0.41%	70	0.31%	127-128	127.5	34.3-35.7	35.0
泥鳅	2	0.41%	31.7	0.14%	115-148	131.5	14.8-16.9	15.9
宽鳍鱲	1	0.21%	20.1	0.09%	103	103	20.1	20.1
斯氏高原鳅	1	0.21%	5.1	0.02%	79	79	5.1	5.1
长吻鮠	1	0.21%	950	4.21%	450	450	950	950.0
合计	482	100.00%	22588.9	100.00%				

2020 年 5 月采用刺网、地笼等在干流陇南河口村、舟曲、代古寺减水河段、代古寺库中共采集到鱼类 12742.2g、305 尾，经鉴定为 15 种。渔获物统计见下表：

表 4.1-61 2020 年 5 月调查渔获物统计

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾	%	克	%	范围	平均	范围	平均
嘉陵裸裂尻鱼	125	40.98%	1013.6	7.95%	36-180	110.2	0.9-72.3	8.1
中华裂腹鱼	45	14.75%	1277	10.02%	47-205	122.5	1.8-130	28.4
安氏高原鳅	29	9.51%	157.4	1.24%	77-120	96.6	3.1-10.6	5.4
红尾副鳅	21	6.89%	141.9	1.11%	71-133	101.6	2.9-10.8	6.8
蛇鮈	19	6.23%	297.5	2.33%	82-137	106.8	5.8-34.5	15.7
鲫	16	5.25%	2773.3	21.76%	120-230	167.7	54.1-380.3	173.3
硬刺高原鳅	15	4.92%	418.6	3.29%	73-178	121.7	5.6-81	27.9
张氏鲮	14	4.59%	1435.7	11.27%	138-205	181	46.2-131.6	102.6
粗唇鲢	9	2.95%	1162.3	9.12%	165-340	245.4	65.8-226	129.1
麦穗鱼	4	1.31%	17.1	0.13%	32-67	52.3	1.3-8.4	4.3
泥鳅	4	1.31%	58.2	0.46%	114-118	115.5	13-15.4	14.6
丁鲷	1	0.33%	111	0.87%	150	150	111	111.0
齐口裂腹鱼	1	0.33%	1109.6	8.71%	430	430	1109.6	1109.6
散鳞镜鲤	1	0.33%	2195	17.23%	395	395	2195	2195.0
杂交鲟	1	0.33%	574	4.50%	430	430	574	574.0
合计	305	100.00%	12742.2	100.00%				

表 4.1-62 现状调查鱼类分布情况

种类	上游						中游	下游		
	迭部	达拉河	代古寺 库尾	代古寺 库中	代古寺 减水	舟曲	河口村	宝珠寺 库尾	宝珠寺 库中	紫兰坝 库尾
蛇鮈							+	+		+
中华裂腹鱼		+	+	+	+	+				
齐口裂腹鱼							+			
翘嘴鲌									+	
张氏鲮							+		+	+
粗唇鲃							+	+		
蓝鳃太阳鱼									+	
子陵吻鰕虎鱼								+	+	
棒花鱼								+	+	
安氏高原鳅	+	+		+	+	+				
红尾副鳅						+				
麦穗鱼				+				+		
硬刺高原鳅				+						
嘉陵裸裂尻鱼				+	+					
高体鲮								+	+	
鲇							+		+	+
鲫							+	+		
鲤							+		+	
陈氏新银鱼									+	
达氏鲌									+	
花鲢								+	+	
花斑裸鲤				+						
黄颡鱼									+	
泥鳅				+			+			
宽鳍鱲								+		
斯氏高原鳅	+									
长吻鲢									+	
丁鲶							+			
散鳞镜鲤							+			
杂交鲟							+			
	2	2	1	7	3	3	11	9	13	3

(3) 种类组成

经整理后，剔除原文献中记载的粗鳞裂腹鱼、卜氏鳅鲇、东方须鳅、拉克长鳅、开封黄颡，文献中记录的一新种通过各种渠道都没有查到，文献记录胭脂鱼在昭化一带有渔民捕获到，故本报告将其列入。

现状调查采集到鱼类 25 种，其中蓝鳃太阳鱼、陈氏新银鱼、花斑裸鲤为外来种，不计入白龙江流域鱼类种类组成。综上，白龙江流域分布有鱼类 75 种，种类组成见下表，其中上游分布有 10 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、硬刺高原鳅、白缘鳅、青石爬鮡，为典型高原鱼类区系，种类组成以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属及鮡科鱼类为主；中游分布有 31 种，种类组成较丰富，有鲤亚科、裂腹鱼亚科、（鱼丹）亚科、鲃亚科、鮡亚科、鳅科、鲇科、鲢科等；下游分布有 64 种，种类组成更加丰富，除中游的绝大部分种类都有分布外，还有鮠亚科、铜鱼属、薄鳅属、鲈形目鮠科、合鳃鱼科、鳗鲡科等鱼类。

表 4.1-63 白龙江鱼类种类组成与分布

编号	种名	历史记录	现状调查	分布		
				上游	中游	下游
1	胭脂鱼	√				+
2	鲫	√	√		+	+
3	鲤	√	√		+	+
4	马口鱼	√			+	+
5	宽鳍鱲	√	√		+	+
6	鳅	√			+	+
7	赤眼鳟	√				+
8	圆吻鲴	√			+	+
9	细鳞鲴	√				+
10	齐口裂腹鱼	√			+	+
11	重口裂腹鱼	√		+		
12	中华裂腹鱼	√	√	+		
13	嘉陵裸裂尻鱼	√	√	+	+	+
14	桂华鲮	√				+
15	洞庭华鲮	√				+
16	中华倒刺鲃	√			+	+
17	倒刺鲃	√				+
18	瓣结鱼	√			+	+

编号	种名	历史记录	现状调查	分布		
				上游	中游	下游
19	白甲鱼	√			+	+
20	四川白甲鱼	√			+	+
21	唇鲮	√			+	+
22	花鲮	√	√			+
23	花棘鲮	√			+	
24	麦穗鱼	√	√		+	+
25	棒花鱼		√			+
26	铜鱼	√				+
27	似鲮	√			+	+
28	圆筒吻鮡	√				+
29	银鮡	√				+
30	嘉陵颌须鮡	√				+
31	蛇鮡	√	√		+	+
32	汪氏近红鲃	√				+
33	蒙古鲃	√				+
34	达氏鲃	√	√			+
35	翘嘴鲃	√	√			+
36	张氏鲮		√		+	+
37	半鲮	√				+
38	飘鱼	√				+
39	海南拟鲮	√				+
40	高体鲮		√			+
41	异鰕鳅	√				+
42	宜昌鳅	√			+	
43	泥鳅	√	√		+	+
44	中华花鳅	√			+	+
45	中华沙鳅	√				+
46	红唇薄鳅	√				+
47	长薄鳅	√				+
48	红尾副鳅	√		+		
49	昆明高原鳅	√			+	+
50	安氏高原鳅		√	+		
51	斯氏高原鳅	√	√	+		
52	东方高原鳅	√		+		
53	硬刺高原鳅		√	+		
54	犁头鳅	√				+
55	中华金沙鳅	√				+

编号	种名	历史记录	现状调查	分布		
				上游	中游	下游
56	伍氏华吸鳅	√			+	+
57	鲇	√	√		+	+
58	粗唇鲃	√	√		+	+
59	瓦氏黄颡鱼	√			+	+
60	细体拟鲿	√				+
61	短尾拟鲿	√			+	+
62	黄颡鱼	√	√			+
63	凹尾拟鲿	√				+
64	长脂拟鲿	√				+
65	长吻鲃	√	√			+
66	大鳍鱬	√			+	+
67	黑尾鲃	√				+
68	白缘鲃	√		+	+	
69	青石爬鮡	√		+		
70	中华纹胸鮡	√			+	+
71	黄鲢	√			+	+
72	斑鲃	√				+
73	鲃	√				+
74	子陵吻鮡虎鱼		√			+
75	日本鳗鲡	√				+
合计		69	22	10	31	64

(4) 鱼类区系

白龙江历史分布的 69 种鱼类，在区系成份上比较复杂，包括北方平原复合体，中国平原复合体，印度平原复合体，中印山区复合体，中亚山区复合体和古代上第三纪复合体。白龙江鱼类以中国平原复合体占绝对优势，且多分布在中下游；印度平原复合体次之，属于该复合体的黄鲢、黄颡鱼等分布范围较广；中亚山区复合体主要以裂腹鱼及条鳅为其特点，中印山区复合体有分布在上游的青石爬鮡，下、中游的中华纹胸鮡、白缘鲃及平鳍鳅科鱼类；古代上第三纪的鲤、鲫、鲇和泥鳅以下游为多；北方平原复合体的种类最少。

（5）生态特点

①栖息习性

白龙江流域历史分布的鱼类是与多样性的河流生境相适应的，具有不同的生态习性及其特征，按鱼类栖息的水层可分为中上层类群、中下层类群、底层类群，按栖息的水流环境可分为静缓流类群、流水类群、急流类群。

按栖息水层分：

a.水体中上层生活的类群

一般是在中下游水面较为开阔、水流相对平缓的区域，以浮游生物、水生植物为食或凶猛肉食性的种类，包括鲢亚科、雅罗鱼亚科、鳊亚科的部分种类等鱼类

b.水体中下层生活的类群

此类群鱼类一般以着生藻类、底栖动物或有机碎屑为食，适应流水生境，包括鲴亚科、鮠亚科、野鲮亚科、鳊亚科的部分种类、鳅科等鱼类

c.水体底层生活的类群

这一类群的种类一般能适应急流环境，部分种类身体扁平，能吸附于河流底层石头上，以底栖动物等为食，包括鳅亚科、平鳍鳅科、鮡科等鱼类。

按栖息的水流环境分：

a.静缓流类群

这些种类一般分布在宽谷河段的近岸浅水区域，水流较平缓，一般以中小型鱼类为主，由于白龙江为典型西部山区河流，落差大、水流急，这一类群的鱼类相对较少，主要有麦穗鱼、泥鳅、鲫、黄鳝等。

b.流水类群

这一类群的种类是白龙江鱼类的重要组成部分，它们能适应河流的流水生境，包括鲴亚科、鮠亚科、野鲮亚科、裂腹鱼亚科、鳅科、鲴科等鱼类。

c.急流类群

这一类群的种类能够适应峡谷急流生境，一般栖息于底层，这些种类包括鳅亚科、平鳍鳅科、鮡科等鱼类。

②繁殖习性

为适应多样性生境，不同的鱼类营不同的繁殖方式，大致归纳如下。

a.产漂流性卵鱼类

产漂流性卵鱼类是指受精卵在流水中漂流孵化的种类，为了便于区别，本报告将其分为典型产漂流性卵的鱼类和非典型产漂流性卵鱼类。

典型产漂流性卵鱼类是指以四大家鱼、圆口铜鱼、长薄鳅等为代表的种类，其繁殖一般需要较大的流量刺激和涨水幅度，其受精卵密度略大于水，需要在流水的作用下顺水漂流孵化，且受精卵孵化一般需要较长的漂流时间和漂流流程，白龙江分布的鱼类中，这一类群有铜鱼、鳅、赤眼鳟、长薄鳅等。

非典型产漂流性卵鱼类是指鮡亚科、鮡亚科的一些种类，其产卵繁殖一般不需要大流量刺激，在流水浅滩或微流水中即可产卵繁殖，受精卵密度接近于水，能在微流水中漂流孵化，相对于典型产漂流性卵鱼类，其对繁殖生境的要求较低，白龙江分布的鱼类中，这一类群有蛇鮡、银 等。

b.产粘沉性卵鱼类

这一类群是白龙江鱼类的主体，包括鮠亚科、野鲮亚科、裂腹鱼亚科、鲮科、鲃科等鱼类，这些鱼类一般在支流或干流流水、底质为砾石、水质较为清澈的河段产卵繁殖，受精卵密度大于水，有弱粘性，沉入石缝中在流水冲刷下孵化。

c.产粘性卵鱼类

产粘性卵的鱼类，一般在静缓流水体中繁殖，受精卵有粘性，粘附在水草、树根、石块、沙砾上孵化，包括鲤、鲫、麦穗鱼等。

d.产浮性卵鱼类

其他产卵类群有产浮性卵鱼类，其卵黄中具油球，使卵漂浮水面孵化，如鳊等。

③食性

按鱼类主要摄取得食物类别，可大致分为以下几类：

a.主要摄食浮游生物的，在白龙江中种类较少，如鲢、鳙和麦穗鱼等；

b.主要摄食底栖无脊椎动物的，数量较多，如大部分鳅科、鲃科和鲮科等，他们的口部常具有发达的触须和肥厚的唇；

c.食鱼性鱼类，如，白鲟、鳢、鲇、鮠属和鳅属的鱼类，均以其他的小型鱼或幼鱼为食，在嘉陵江流域分布较多；

d.主要摄食着生藻类的，如鲃亚科、裂腹鱼亚科鱼类，他们下颌前缘具有角质，用来刮取着生的藻类；

e.草食性鱼类，代表物种为草鱼、鳊和团头鲂等，在嘉陵江流域中种类较少，他们多在沉水植物丰富的水域活动觅食；

f.杂食性鱼类，这类鱼所摄取的食物种类比较广泛，有的种类以动物性食物为主，兼食其他植物性食料，有的则恰恰相反。这类食性鱼的食物成分中，往往有水草枝叶，碎屑，浮游生物，水生昆虫，固着藻类，偶尔还有虾类和小鱼等。该类群有鲤，鲫，赤眼鳟、泥鳅、鲢鱼、寡鳞鲢鱼、鳊、贝氏鳊、麦穗鱼、华鳊、黑鳍鳊、银鳊等。

④洄游习性

根据其生活史各阶段所栖息生活的水域环境条件分为：

a.洄游型鱼类：主要包括降河洄游性鱼类和江河洄游性鱼类。在白龙江流域，历史记录有日本鳊分布，但由于长江、嘉陵江等水电大坝的阻拦，降河洄游鱼类中华鳊已多年未见。同时，嘉陵江流域无通江的大型湖泊，但是由于水电大坝的建设，部分江段成为静水库区，类似于湖泊的生态环境。江河洄游型鱼类包括青鱼、草鱼、鲢、鳙等产漂流卵的种类，在流水中产卵的翘嘴鲌、蒙古鲌和大眼鳊等种类；

b.江河型鱼类，主要是指在江河中进行繁殖和摄食的种类，主要有胭脂鱼、铜鱼、吻鲈、鲴类等种类；

c.定居型鱼类，主要是指在静水库区进行繁殖和摄食的种类，主要包括鲤、鲫、鲇和乌鳢等种类。

(6) 鱼类重要生境

①产卵场

a.产粘沉性卵鱼类的产卵场

产粘沉性卵鱼类对产卵场要求不严格，一般在流水砾石浅滩等小范围生境中即可产卵繁殖，目前白龙江梯级开发程度高，中下游基本形成了连续的水库生境，

仅在库尾有一定的流水或缓流生境，存在一定规模的产卵场。白龙江中上游以连续的引水式开发为主，在支流汇口、水库库尾流水段（图 4.1-26、图 4.1-27）、河流蜿蜒的凸面等形成砾石浅滩，能够为产粘沉性卵鱼类提供产卵生境，同时在减水河段可能也存在满足鱼类产卵的生境条件，特别是对高原鳅等小型鱼类。

由于目前巴藏水电站尚未开发，巴藏河段存在较自然的流水浅滩，为裂腹鱼类等提供了较为适宜的产卵场所（图 4.1-25），2020 年 5 月在代古寺减水河段捕获到较多的中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、安氏高原鳅、红尾副鳅等，也可以证明该河段为裂腹鱼等提供了较好的完成生活史的生境条件。



图 4.1-25 巴藏河段适宜裂腹鱼类产卵的生境



图 4.1-26 锁儿头库尾以上河段适宜裂腹鱼类产卵的生境



图 4.1-27 两河口库尾以上河段适宜裂腹鱼类产卵的生境

b.产漂流性卵鱼类产卵场

白龙江上游以产粘沉性卵的裂腹鱼类、高原鳅类等为主，无产漂流性卵分布，中下游由于受梯级开发等影响，河流中原本分布的典型产漂流性卵如铜鱼、中华金沙鳅等种群规模下降显著，基本已在白龙江消失，而小型产漂流性卵鱼类如蛇鮈等，在水库库尾等流水河段依然有一定种群规模，可能是由于这些鱼类对产卵场条件要求不高，漂流孵化流程较短。

从现状调查来看，在苗家坝、碧口、宝珠寺等大型水库库尾的变动回水区，蛇鮈均有一定种群规模，判断这些区域存在非典型产漂流性鱼类产卵场，在产漂流性卵鱼类的主要繁殖期6~8月，此时正值汛期，水库低水位运行，库尾呈流水生境，能够满足此类鱼类的繁殖需求。

②索饵场

索饵场一般位于宽谷缓流区域，或支流汇口附近，水深1m~2m，底质多为卵石、乱石或卵石夹砂，水域清澈，营养物质、有机碎屑和水生生物等丰富的江段。浅水区光照条件好，礁石或砾石滩适宜着生藻类生长，相应地底栖无脊椎动物也较为丰富，往往成为鱼类重要的索饵场所。白龙江现状条件下，在水库库尾、支流汇口等都是鱼类的索饵场。

③越冬场

白龙江为典型山区河流，山高谷深，在河流深水区形成鱼类越冬场，白龙江梯级开发程度高，水库形成后，库区河段水深增加，可为鱼类提供越冬场所。

白龙江上游以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属和鮡科为主，为典型青藏高原鱼类区系，具有抵御低温水环境的能力，在峡谷江段的深水区、水库库中等能够顺利越冬。

白龙江中下游大型水库如宝珠寺、碧口等均能为鱼类越冬提供场所。

(7) 珍稀、濒危、特有鱼类

①国家级、省级保护鱼类

白龙江分布的鱼类中有国家重点保护野生动物胭脂鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅、青石爬鮡等4种，其中胭脂鱼历史上仅在河口昭化镇附近有捕获，但到目前为止至少有四十五年未见，基本上已在白龙江流域消失，因此在本报告中不将其作为

影响评价对象；长薄鳅主要分布于白龙江下游，本工程对下游影响相对较小，且由于白龙江下游首尾相接的大型水库开发，导致长薄鳅适宜生境丧失，其种群几乎已在白龙江消失，因此本报告不对其作重点评价；重口裂腹鱼、青石爬鮡主要分布于白龙江上游，受本工程影响较大，将作为重点评价对象。

白龙江分布的四川省重点保护野生动物有：重口裂腹鱼、鳡、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡。

白龙江分布的甘肃省重点保护野生动物有：齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鳟、圆筒吻鮡。

花斑裸鲤被列入甘肃省重点保护野生动物名录，但该种类分布于黄河水系，本次调查在代古寺水库采集到，在白龙江流域为外来种。

②列入《中国生物多样性红色名录》的鱼类

白龙江分布的鱼类被列入《中国生物多样性红色名录》的有 12 种，其中极危 2 种，分别为胭脂鱼、黑尾鳡；濒危 5 种，分别为：日本鳡、四川白甲鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅、青石爬鮡；易危 5 种，分别为：嘉陵裸裂尻鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、红唇薄鳅、白缘鳡。

③列入《中国濒危动物红皮书（鱼类）》、《中国物种红色名录》的鱼类

白龙江分布的鱼类被列入《中国濒危动物红皮书（鱼类）》的种类有 2 种：胭脂鱼（易危）、长薄鳅（易危）；列入《中国物种红色名录》的鱼类有 4 种：胭脂鱼（易危）、长薄鳅（易危）、青石爬鮡（极危）、白缘鳡（濒危）。

④长江中上游特有鱼类

根据文献记录和现状调查结果，白龙江分布的长江上游特有鱼类有安氏高原鳅、昆明高原鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、张氏鲮、汪氏近红鲃、圆筒吻鮡、嘉陵颌须鮡、四川白甲鱼、异鳔鳅、中华裂腹鱼、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、中华金沙鳅、青石爬鮡、白缘鳡等 17 种，均为适应河流流水生境的种类。

综上，白龙江流域分布的珍稀濒危特有土著鱼类见下表。表中加粗字体标注的种类在白龙江上游有分布，受本工程影响较大，分别为中华裂腹鱼、齐口裂腹

鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡、白缘鮡、安氏高原鳅、昆明高原鳅等 8 种。

表 4.1-64 白龙江流域及白龙江上游分布的保护、濒危、特有鱼类名录

类别		种数	种类（加粗字体为白龙江上游有分布的种类）
国家级保护鱼类	二级	4	胭脂鱼、 重口裂腹鱼 、 青石爬鮡 、长薄鳅
四川省重点保护野生动物		4	重口裂腹鱼 、 嘉陵裸裂尻鱼 、 青石爬鮡 、 鳅
甘肃省重点保护野生动物		5	齐口裂腹鱼 、 重口裂腹鱼 、 嘉陵裸裂尻鱼 、赤眼鳟、圆筒吻鮡
中国生物多样性红色名录	极危	2	胭脂鱼、黑尾鳅
	濒危	5	日本鳗鲡、四川白甲鱼、 重口裂腹鱼 、长薄鳅、 青石爬鮡
	易危	5	嘉陵裸裂尻鱼 、 齐口裂腹鱼 、 中华裂腹鱼 、红唇薄鳅、 白缘鳅
中国濒危动物红皮书（鱼类）	易危	2	胭脂鱼、长薄鳅
中国物种红色名录	极危	1	青石爬鮡
	濒危	1	白缘鳅
	易危	2	胭脂鱼、长薄鳅
长江中上游特有鱼类		17	安氏高原鳅 、 昆明高原鳅 、长薄鳅、红唇薄鳅、张氏鳅、汪氏近红鲃、圆筒吻鮡、嘉陵颌须鮡、四川白甲鱼、异鳔鳅鲃、 中华裂腹鱼 、 齐口裂腹鱼 、 重口裂腹鱼 、 嘉陵裸裂尻鱼 、中华金沙鳅、 青石爬鮡 、 白缘鳅

（8）渔业资源现状

白龙江流域梯级开发程度较高，中上游以引水式开发为主，中下游苗家坝及以下河段以大型水库为主。中上游鱼类种类组成以高原鱼类为主，本身鱼类资源较低，橙子沟电站以上由于连续的引水式开发，阻隔影响及减脱水河段对生境破坏较为严重，鱼类资源贫乏，未见专业渔民捕捞。中下游为连续的大型水库，且大多数水库已运行多年，水库鱼类资源较为丰富，但大多数以静缓流种类和养殖品种为主。

4.1.7 土壤环境质量现状

4.1.7.1 区域土壤概况

甘南州土壤类型主要为 13 种，分别为黑麻土、黑钙土和灰褐土、黑钙土、黑毡土和草毡土、黑毡土、黑土、褐土、草甸土、草毡土、灰褐土、棕壤和暗棕壤、棕壤、栗鈇土，各种土壤类型分布较为规则，黑麻土、黑钙土和灰褐土、黑

钙土、黑毡土和草毡土多分布于甘南州的东北部，而棕壤和栗钙土分布于北部地区。其中黑毡土和草毡土覆盖面积为 14174.5km²，占甘南州总面积的 35.84%，草毡土次之，覆盖面积最小的为黑毡土，仅占甘南州总面积的 0.11%。

4.1.7.2 区域土壤理化性质概况

水源区工程分部在甘肃省甘南藏族自治州迭部县境内。工程附近主要分布亚高山草甸土类、亚高山草原土类及棕壤土类。受母质影响，土壤矿物中硅(SiO₂)、铝(Al₂O₃)占据了 85%以上的矿质，其余包括铁(Fe₂O₃)、钙(CaO)、镁(MgO)、钾(K₂O)、钠(Na₂O)等。土壤 pH 分布在 5.6~7.4 之间，偏弱酸性。土壤中部分层沉淀有碳酸钙，少见成层。土壤代换量较高，分布在 25~35 毫克当量/100 克土。土壤质地松、透水性及透气性能好。土壤比重分布在 2.3~2.8 之间，孔隙度 65~85%之间，土壤温度随气温变化。

4.1.7.3 土壤现状监测与评价

(1) 土壤现状监测

1) 监测点分布

为了了解项目区土壤环境质量现状情况，按照《环境影响评价技术导则-土壤环境》(HJ964-2018)要求，采用以下原则布设监测点位：

- ①结合项目区土壤类型分布情况，每种类型至少布设一处点位；
- ②结合土地利用现状类型，每种土地利用类型至少布设一处点位；
- ③结合工程类型及工程施工布设情况，进行监测点位布设；
- ④根据导则要求，对占地范围内外分别进行布设；
- ⑤根据土壤环境影响评价等级对监测点位数的要求，进行布设。

根据以上布设原则，水源区共布设 3 个土壤质量监测点位，见下表。

表 4.1-65 土壤环境现状监测点分布

序号	名称	类型	经纬度	附近工程	备注
1	迭部县代古寺村	草地	E: 103°55'32.43" N: 33°59'42.08"	代古寺水库	占地范围内
2	迭部县代古寺水库上游（大桥）	建设用地	E: 103°55'33" N: 33°59'41"	代古寺水库	占地范围外
3	迭部县益高村	林地	E: 103°46'29.42" N: 33°57'51.83"	代古寺水库	占地范围外

2) 监测因子

迭部县代古寺村和迭部县益高村监测点位为农业用地，因此按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求，土壤环境现状监测因子包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、pH 值、土壤盐分含量，共 12 项。

对于代古寺水库上游大桥监测点位，土地性质为建设用地，按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）要求，现状监测因子包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、pH 值、土壤盐分含量、四氯化碳，氯仿，氯甲烷，1,1-二氯乙烷，1,2-二氯乙烷，1,1-二氯乙烯，顺-1,2-二氯乙烯，反-1,2-二氯乙烯，二氯甲烷，1,2-二氯丙烷，1,1,1,2-四氯乙烷，1,1,2,2-四氯乙烷，四氯乙烯，1,1,1-三氯乙烷，1,1,2-三氯乙烷，三氯乙烯，1,2,3-三氯丙烷，氯乙烯，苯，氯苯，1,2-二氯苯，1,4-二氯苯，乙苯，苯乙烯，甲苯，间二甲苯+对二甲苯，邻二甲苯，硝基苯，苯胺，2-氯酚，苯并（a）蒽，苯并（a）芘，苯并（b）荧蒽，苯并（k）荧蒽，蒽，二苯并（a,h）蒽，茚并（1,2,3-cd）芘，萘，共 50 项。

3) 土样的采集、制备与分析

土样的采集、制备与按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）中规定的土壤采集、制备常规方法进行。采样深度为 0~20 cm。

4) 监测时间与频率

本次土壤环境影响评价等级为二级，依据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），各土壤环境现状监测点采样一次进行监测。

表 4.1-66 土壤环境现状监测时间及频率一览表

序号	点位名称	采样时间
1	迭部县代古寺村、迭部县益高村	2019 年 12 月 24 日，采样一次
2	迭部县代古寺水库上游（大桥）	2020 年 9 月 17 日，采样一次

（2）土壤环境现状评价

1) 评价标准

农用地中砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 风险筛选值标准；六六六总

量、滴滴涕总量采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 2 风险筛选值标准。建设用地监测因子采用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 第二类用地筛选值标准。

2) 评价方法

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境》（HJ964-2018）要求，采用标准指数法进行土壤环境质量现状评价。

标准指数计算公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：

P_i —第 i 个监测因子的标准指数，无量纲；

C_i —第 i 个监测因子的监测浓度值，mg/kg；

C_{si} —第 i 个监测因子的标准浓度值，mg/kg。

3) 评价结果

根据本次实测结果，开展现状评价，具体结果如表 4.1-67、表 4.1-68。

表 4.1-67 土壤（农用地）环境现状监测与评价结果

项目			迭部县代古寺村 (2019-12-24)	迭部县益高村 (2019-12-24)
监测因子				
pH	标准值	监测值	8.4	8.5
	--	标准指数	--	--
镉	标准值	监测值(mg/kg)	0.11	0.09
	0.6	标准指数	0.183	0.150
汞	标准值	监测值(mg/kg)	0.026	0.053
	3.4	标准指数	0.008	0.016
砷	标准值	监测值(mg/kg)	23.4	9.79
	25	标准指数	0.936	0.392
铅	标准值	监测值(mg/kg)	24.7	19.7
	170	标准指数	0.145	0.116
铬	标准值	监测值(mg/kg)	80	55
	250	标准指数	0.320	0.220

项目			迭部县代古寺村 (2019-12-24)	迭部县益高村 (2019-12-24)
监测因子				
铜	标准值	监测值(mg/kg)	46	32
	100	标准指数	0.460	0.320
锌	标准值	监测值(mg/kg)	121	110
	300	标准指数	0.403	0.367
镍	标准值	监测值(mg/kg)	46	33
	190	标准指数	0.242	0.174
六六六 总量	标准值	监测值(mg/kg)	3.34×10 ⁻³	0.0165
	0.10	标准指数	0.033	0.165
滴滴涕 总量	标准值	监测值(mg/kg)	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³
	0.10	标准指数	<0.049	<0.049

表 4.1-68 土壤（建设用地）环境现状监测与评价结果

项目			迭部县代古寺水库上游（大桥） （2020-09-17）
监测因子			
镉	标准值	监测值(mg/kg)	0.21
	65	标准指数	0.003
汞	标准值	监测值(mg/kg)	0.145
	38	标准指数	0.003
砷	标准值	监测值(mg/kg)	26.4
	60	标准指数	0.44
铅	标准值	监测值(mg/kg)	27.2
	800	标准指数	0.034
铜	标准值	监测值(mg/kg)	40
	18000	标准指数	0.002
镍	标准值	监测值(mg/kg)	27
	900	标准指数	0.03
全盐量	/	监测值(mg/kg)	442
	/	/	/

农用地中各采样监测点各项监测因子砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍、六六六总量、滴滴涕总量的标准指数均小于 1，满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 和表 2 风险筛选值。对于代古寺大桥土壤监测点（建设用地），46 项监测因子均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 第二类用地筛选值，除表中列出项目外，四氯化碳，氯仿，氯甲烷，1,1-二氯乙烷，1,2-二氯乙烷，1,1-二氯乙烯，顺-1,2-二氯乙烯，反-1,2-二氯乙烯，二氯甲烷，1,2-二氯丙烷，1,1,1,2-

四氯乙烷, 1,1,2,2-四氯乙烷, 四氯乙烯, 1,1,1-三氯乙烷, 1,1,2-三氯乙烷, 三氯乙烯, 1,2,3-三氯丙烷, 氯乙烯, 苯, 氯苯, 1,2-二氯苯, 1,4-二氯苯, 乙苯, 苯乙烯, 甲苯, 间二甲苯+对二甲苯, 邻二甲苯, 硝基苯, 苯胺, 2-氯酚, 苯并(a)蒽, 苯并(a)芘, 苯并(b)荧蒽, 苯并(k)荧蒽, 蒽, 二苯并(a,h)蒽, 茚并(1,2,3-cd)芘, 萘均低于检出限。

同时根据土壤盐化、酸化、碱化分级标准判断水源区迭部县代古寺村土壤含盐量 0.410~0.442 g/kg, 平均值为 0.426 g/kg, 对应的标准等级为未盐化; pH 值为 8.4, 对应的标准等级无酸(碱)化。代古寺益高村土壤含盐量为 0.532 g/kg, 对应的标准等级为未盐化; pH 值为 8.5, 对应的标准等级轻度碱化。见下表。

表 4.1-69 各监测单元土壤盐化、酸化、碱化分级

点位	土壤含盐量(SSC) (g/kg)	盐化分级	土壤 pH	酸化(碱化)强度
迭部县代古寺村 (2019-12-24)	0.410	未盐化	8.4	无酸化(碱化)
迭部县代古寺水库上游 (大桥)(2020-09-17)	0.442	未盐化	-	-
迭部县益高村 (2019-12-24)	0.532	未盐化	8.5	轻度碱化

4.1.8 大气环境质量现状

4.1.8.1 监测点位

根据项目特点, 统一考虑白龙江引水工程施工区、渣场及附近敏感村镇、森林公园, 本次共布设大气监测点位 8 个, 其中水源区 1 个, 管线区 7 个。水源区大气环境监测点位位置统计表见表 4.1-70。

表 4.1-70 大气环境监测点位位置统计表

序号	区域	监测点位名	位置	经度	纬度
1	水源区	尖藏村	代古寺水库附近	103.93227	34.014965

4.1.8.2 监测因子

主要监测因子包括: 二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、总悬浮颗粒物(TSP)、可吸入颗粒物(PM₁₀)、PM_{2.5}、臭氧、CO。

4.1.8.3 监测时间及频次

2019 年 12 月 20 日~12 月 26 日, 连续监测 7 天, 每天 4 次。

4.1.8.4 评价结果

(1) 评价标准

采用《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准进行空气质量现状评价。

(2) 评价结果

环境空气质量现状监测及评价结果见表 4.1-71。

水源区环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准，空气质量状况良好。

表 4.1-71 水源区环境空气现状监测及评价结果表

监测指标	时段	单位	项目	尖藏村						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
SO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	17	19	17	17	16	16	15
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	14~22	15~19	14~24	16~22	14~24	13~19	14~23
		μg/m ³	标准值	500	500	500	500	500	500	500
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
NO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	20	22	19	21	19	22	19
		μg/m ³	标准值	80	80	80	80	80	80	80
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	18~24	23~30	20~29	19~28	17~26	19~26	16~24
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
CO	日均值	μg/m ³	24小时平均	900	1100	1300	1100	1400	800	1000
		μg/m ³	标准值	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	400~1600	900~2100	400~1100	500~2400	500~1900	400~1100	400~2100
		μg/m ³	标准值	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测指标	时段	单位	项目	尖藏村						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
O ₃	日均值	μg/m ³	日最大 8 小时平均	34	23	34	32	30	41	34
		μg/m ³	标准值	160	160	160	160	160	160	160
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1 小时均值	μg/m ³	1 小时监测值	16~53	1~41	6~79	10~71	6~80	8~68	13~88
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM ₁₀	日均值	μg/m ³	24 小时平均	79	82	63	91	74	65	92
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM _{2.5}	日均值	μg/m ³	24 小时平均	42	44	36	38	44	38	53
		μg/m ³	标准值	75	75	75	75	75	75	75
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TSP	日均值	μg/m ³	24 小时平均	118	126	136	167	148	185	167
		μg/m ³	标准值	300	300	300	300	300	300	300
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

4.1.9 声环境质量现状

4.1.9.1 监测点位

本次共布设噪声监测点位 20 个，其中水源区 1 个，管线区 19 个。水源区噪声环境监测点位位置统计表见表 4.1-72。

表 4.1-72 噪声环境监测点位位置统计表

序号	区域	监测点名称	位置	经度	纬度
1	水源区	尖藏村	代古寺水库周边尖藏村	103.93227	34.014965

4.1.9.2 监测因子

等效声级 $LeAq$ （昼间 L_d 、夜间 L_n ）。

4.1.9.3 监测时间及频次

2019 年 12 月 24 日~25 日，昼、夜各一次，每次 10min，连续监测 2 天。

4.1.9.4 监测及评价结果

水源区声环境监测和评价结果见表 4.1-73。

表 4.1-73 水源区声环境监测和评价结果表

监测时间			尖藏村
12 月 24 日	监测值	昼间	51
		夜间	41
	标准值	昼间	55
		夜间	45
	评价结果	昼间	达标
		夜间	达标
12 月 25 日	监测值	昼间	48
		夜间	40
	标准值	昼间	55
		夜间	45
	评价结果	昼间	达标
		夜间	达标

根据监测成果，水源区尖藏村昼间等效连续 A 声级在 48~51dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级在 40~41dB(A)之间，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准，水源区周边声环境质量状况良好。

4.1.10 环境敏感区

经核实，代古寺水库库区涉及甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、腊子口国家森林公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区；此外，水源区代古寺坝址至嘉陵江汇口分布有白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区、甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区、舟曲杜坝川下坝饮用水水源保护区、武都后坝饮用水水源保护区、武都钟楼滩饮用水水源保护区、甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区、甘肃白水江国家级自然保护区、文县碧口镇壹号井饮用水水源保护区、白龙湖国家级风景名胜区、利州区广元市白龙水厂饮用水水源保护区、利州区三堆镇饮用水水源保护区等 11 个环境敏感区。

4.1.10.1 自然保护区

(1) 甘肃多儿国家级自然保护区

1) 地理位置

甘肃多儿国家级自然保护区位于迭部县境内，东西紧邻甘肃白龙江阿夏省级自然保护区，北以白龙江为界。其地理坐标为北纬 $33^{\circ}39'13''\sim 33^{\circ}56'26''$ ，东经 $103^{\circ}37'26''\sim 104^{\circ}03'48''$ ，保护区总面积 54575hm^2 。该保护区于 2004 年 12 月 9 日批准建立，当时为省级自然保护区。2017 年 7 月，经国务院办公厅（国办发〔2017〕64 号）批准为国家级自然保护区。

2) 保护对象

多儿国家级自然保护区是全国生物多样性保护和水源涵养重要生态功能区组成部分。该保护区属于“野生生物类”中的“野生动物类型”自然保护区。主要保护对象为大熊猫及其栖息环境，其次为国家珍稀野生动植物资源、典型完整的高山森林生态系统，为中型野生动物类型自然保护区。

3) 功能区划及保护要求

核心区：核心区总面积为 19389.50hm^2 ，被成兰铁路隧道分成 2 个部分，西边为工布龙核心区，面积为 12557.83hm^2 ，东边为扎嘎吕核心区为 6831.67hm^2 。

缓冲区：缓冲区处于核心区外围，根据核心区区划，缓冲区分为工布龙缓冲区和扎嘎吕缓冲区。总面积为 9496.35hm^2 ，其中工布龙缓冲区为 7477.66hm^2 ，扎嘎吕缓冲区为 2018.69hm^2 。

实验区：保护区内除核心区和缓冲区外的其他区域为实验区范围，总面积 25689.15hm²，占保护区总面积的 47.70%。该区主要功能是开展科学实验，繁育珍稀濒危动植物物种，开展生态旅游等资源合理利用及教学实验等活动。

生态保护主要措施：加强已有自然保护区保护和天然林管护力度；对已破坏的生态系统，要结合有关生态建设工程，做好生态恢复与重建工作，增强生态系统水源涵养和土壤保持功能；停止导致生态功能继续退化的开发活动和其他人为破坏活动；严格矿产资源、水电资源开发的监管；控制人口增长，改变粗放生产经营方式，发展生态旅游和特色产业。

4) 生物资源

保护区内有森林植物 444 种，其中裸子植物 5 科 31 种，被子植物 70 科 413 种。国家一级保护的野生植物有红豆杉、珙桐；国家二级保护野生植物有秦岭冷杉、独叶草、连香树等。保护区共分布有国家一级保护野生动物 12 种，国家二级保护野生动物 34 种。保护区内有 34 种野生动物被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录物种。

5) 工程与保护区的位置关系

代古寺水库坝址不在该保护区范围内，保护区内无工程建设，仅回水淹没部分保护区，淹没区全部位于保护区实验区的北部边缘地带，淹没面积 2.53hm²，均为永久占地。

工程与甘肃多儿国家级自然保护区位置关系见图 4.1-28。

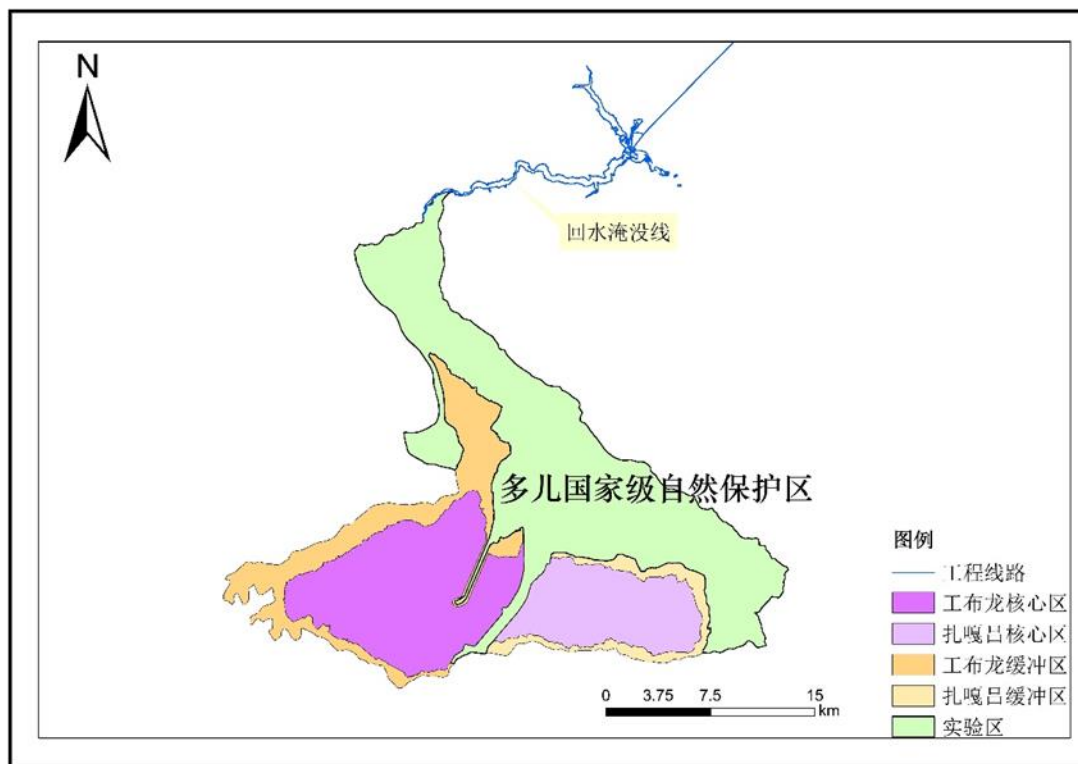


图 4.1-28 工程与甘肃多儿国家级自然保护区位置关系图

（2）甘肃白龙江阿夏省级自然保护区

1) 地理位置

甘肃白龙江阿夏省级自然保护区成立于 2004 年 12 月 9 日，甘肃省人民政府以《甘肃省人民政府关于建立甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的批复》（甘政函〔2004〕116 号）文件批准建立。保护区位于迭部县境内，东邻插岗梁自然保护区，南与四川省九寨沟县接壤，西与四川若尔盖县包座保护区和铁布梅花鹿保护区相连，北以白龙江为界，与迭部县益哇林场、迭部林业局电尕和腊子口等林场相望。其地理坐标为北纬 $33^{\circ}41'20''\sim 34^{\circ}17'30''$ ，东经 $103^{\circ}00'37''\sim 104^{\circ}04'35''$ ，保护区总面积 135536hm^2 。

2) 保护对象

甘肃白龙江阿夏省级自然保护区是全国生物多样性保护和水源涵养重要生态功能区组成部分。根据《自然保护区类型与级别划分原则》，甘肃白龙江阿夏省级自然保护区属于“野生生物类”中的“野生动物类型”自然保护区，是以保护大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统为主的自然保护区，生物多样性丰

富，是甘肃重要的大熊猫栖息地，也是我国大熊猫分布的最北缘，具有重要的保护意义。

3) 功能区划及保护要求

根据《甘肃省人民政府关于调整甘肃白龙江阿夏省级自然保护区功能区划的批复》（甘政函〔2015〕2号）文件，保护区总面积 135536hm²，其中核心区 51699.2hm²，占保护区总面积的 38.14%；缓冲区 45020.3hm²，占保护区总面积的 33.22%；实验区 38816.5hm²，占保护区总面积的 28.64%。

生态保护主要措施：加强已有自然保护区保护和天然林管护力度；对已破坏的生态系统，要结合有关生态建设工程，做好生态恢复与重建工作，增强生态系统水源涵养和土壤保持功能；停止导致生态功能继续退化的开发活动和其他人为破坏活动；严格矿产资源、水电资源开发的监管；控制人口增长，改变粗放生产经营方式，发展生态旅游和特色产业。

4) 生物资源

保护区内森林资源丰富，根据 2017 年森林资源规划设计调查数据显示，保护区内林地面积达 122827.0hm²，占保护区总面积 135536.0hm² 的 90.6%。保护区森林植物以针叶树种为主，随着地形的变化形成了垂直分布景观，区内天然林保存较完整，天然林分布区绝大多数区划进核心区和缓冲区。

保护区有高等植物 1639 种，其中蕨类植物 58 种、裸子植物 32 种、被子植物 1549 种，其中国家一级保护植物有红豆杉、珙桐等，国家二级保护植物有岷江柏木、秦岭冷杉、连香树、水青树、水曲柳、厚朴、香果树等；列为《国家重点保护野生动物名录》的动物有 40 种，其中国家一级保护动物 10 种，国家二级保护动物 30 种，其活动范围基本上在核心区和缓冲区内。

5) 工程与保护区的位置关系

白龙江引水工程项目位于甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的实验区东北部边缘，属洛大林场和水泊沟林场，部分新建代古寺坝体位于保护区实验区内，占地 59.23hm²，水库新增淹没区共淹没保护区实验区 79.28 hm²，均为永久占地。

工程与甘肃白龙江阿夏省级自然保护区位置关系见图 4.1-29。

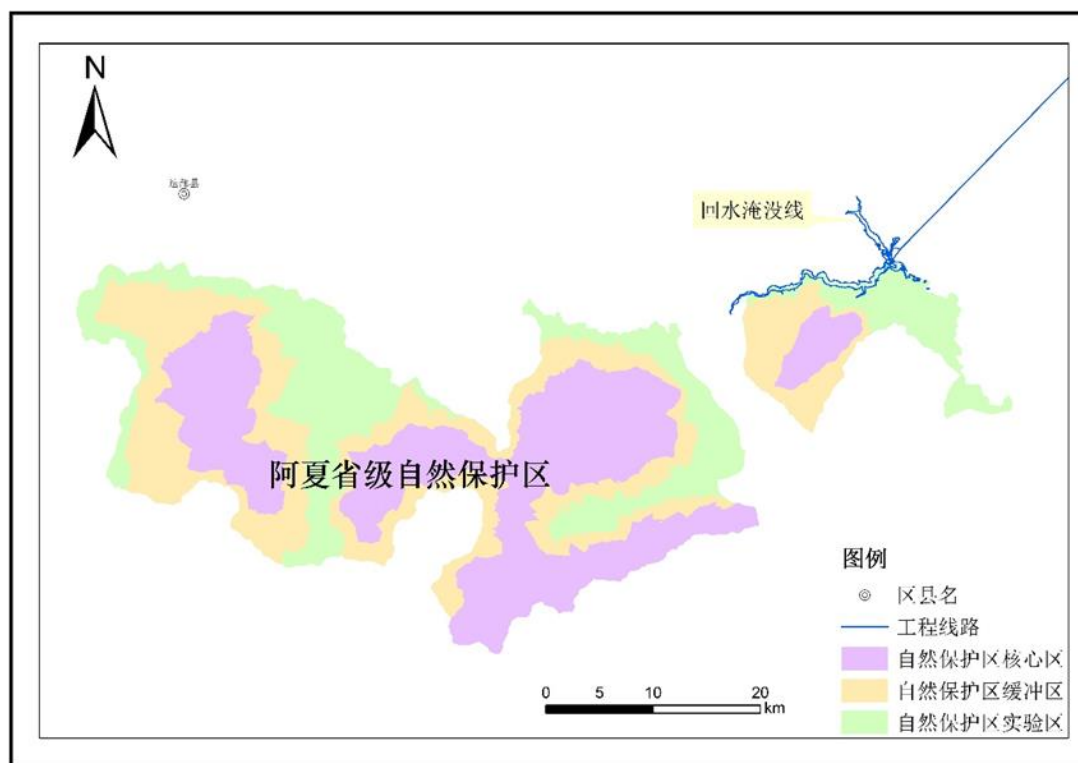


图 4.1-29 工程与甘肃白龙江阿夏省级自然保护区位置关系图

(3) 甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区

1) 保护区概况

保护区位于白龙江中上游的舟曲县境内，坐标东经 $103^{\circ}57'05'' \sim 104^{\circ}42'05''$ 北纬 $33^{\circ}14'32'' \sim 33^{\circ}53'52''$ 。保护区总面积为 118813.0 hm^2 ，其中核心区面积为 35923.0 hm^2 ，缓冲区面积为 35636.6 hm^2 ，实验区面积为 47253.4 hm^2 。

该保护区国家重点保护动物有 28 种，其中国家一级重点保护动物有 11 种，二级重点保护动物有 17 种。

2) 工程与保护区区位关系

甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区在工程以下约 20km 处，工程与保护区区位关系如图 4.1-30。

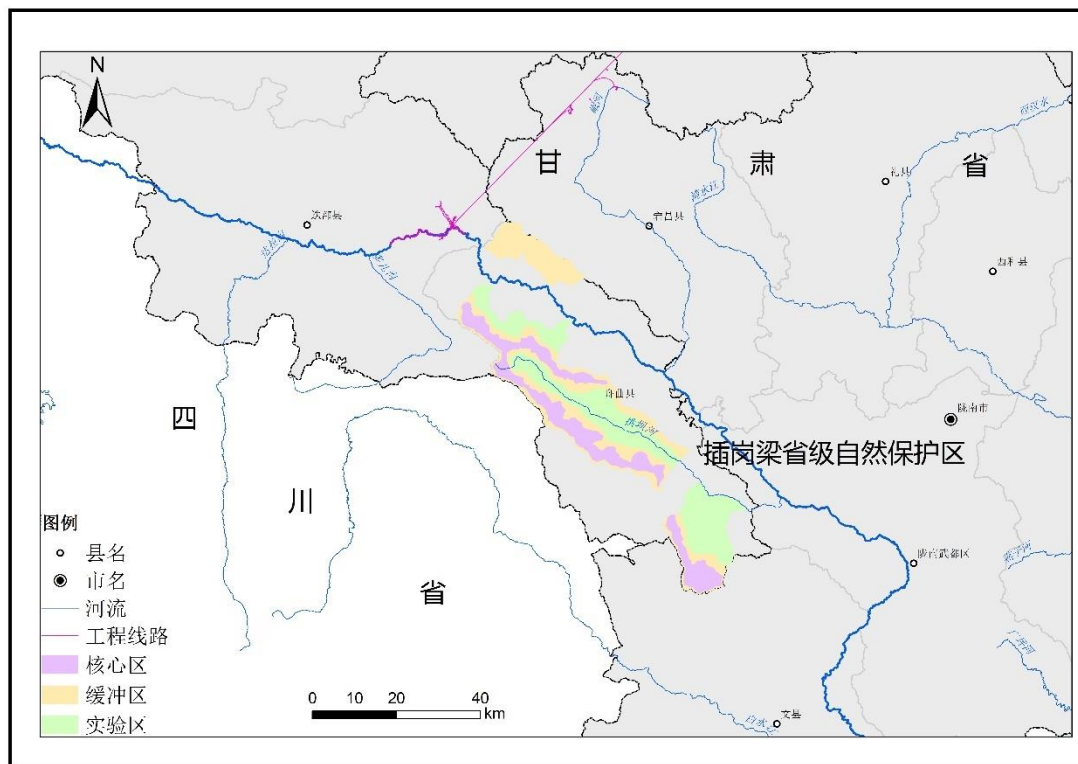


图 4.1-30 甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区地理位置图

(4) 文县白龙江大鲵省级自然保护区

1) 保护区概况

甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区位于文县东部，分布在碧口、玉垒、口头坝三个乡镇沿河溪地带，东至碧口镇窠家坝，南至碧口碧峰沟窖场坪，西至玉垒乡柏林沟，北至口头坝乡何家坝，位于东经 $103^{\circ}53'17''\sim 105^{\circ}15'36''$ ，北纬 $32^{\circ}42'42''\sim 32^{\circ}59'05''$ ，是甘肃省人民政府批复建立的第一个水生野生动物自然保护区。

保护区总面积 203.08km^2 ，分为三个功能区，其中核心区面积 61.8km^2 ，缓冲区面积 73.50km^2 ，试验区面积 64.4km^2 。核心区占保护区面积的 30.10%，位于碧口水库至玉垒乡翰坪坝；缓冲区总面积 73.50km^2 ，占保护区面积的 36.20%，位于白龙江及碧口水库核心区周边区域；试验区总面积 64.4km^2 ，占保护区面积的 33.70%，位于碧峰沟河段与碧口水库大坝以上缓冲区周围。

保护区的主要保护对象是大鲵、细痣疣螈，北方山溪鲵，野生中华鳖等水生野生动物及其生态系统。

2) 工程与保护区区位关系

文县白龙江大鲵省级自然保护区在工程以下 206km, 地理位置见图 4.1-31。

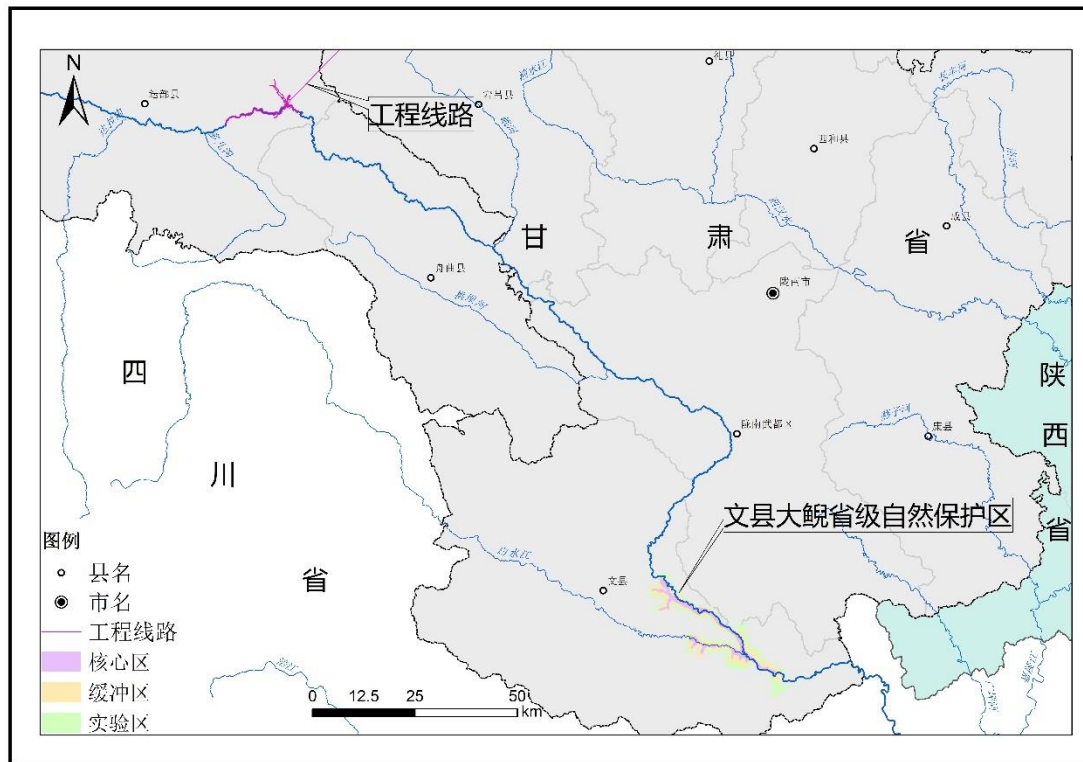


图 4.1-31 文县白龙江大鲵省级自然保护区地理位置图

(5) 甘肃白水江国家级自然保护区

1) 保护区概况

甘肃白水江国家级自然保护区总面积 183799hm², 其中核心区 90158 hm², 缓冲区 26132 hm², 实验区 67509 hm²。保护区范围在东经 104°16′~105°25′, 北纬 32°36′~33°之间。东自文县中庙将军石起, 经安山、柳树沟、麒麟寺、和尚崖、文县梁、龙潭沟至陈家沟, 向东北经桦山、铁炉沟、刘家山至黄土梁为东界; 北自铁楼净各留山起, 经堪见坡、枕头坝山梁、火烧坡、大叶子山包、毛人梁东梁、达哪树沟、蒲池山、土地垭、箭杆岭、天池梁、九元坝, 沿让水河至碧口镇走马岭为北界; 南界与西界均以甘肃省与四川省的省界为界。调整后保护区设两处核心区, 南部核心区位于保护区南部, 南界为甘肃省与四川省省界, 北界自净各留山起, 经堪见坡、芝麻山、李家山、阳山河、阴山河、立仲沟、黄厂里、窟窿崖、明石板、魏子山、天池梁、小中山沟、滴水崖、郭江口、金坪山、药地坪、白岩底下、马咀、大道岭、核桃坪、砖坪沟、甘肃和四川省界、悬马关至正水沟; 红

土河核心区边界从老殿坪起，经光秃秃、冲天观、大堡上、天池山、坪哑里梁上至老殿坪。

甘肃白水江国家级自然保护区保护对象是大熊猫、珙桐等多种珍稀濒危野生动植物及其赖以生存的自然生态环境和生物多样性。

2) 工程与保护区区位关系

甘肃白水江国家级自然保护区在工程以下 220km，白龙江在碧口镇和中庙乡之间只涉及其实验区，甘肃白水江国家级自然保护区地理位置图如图 4.1-32。

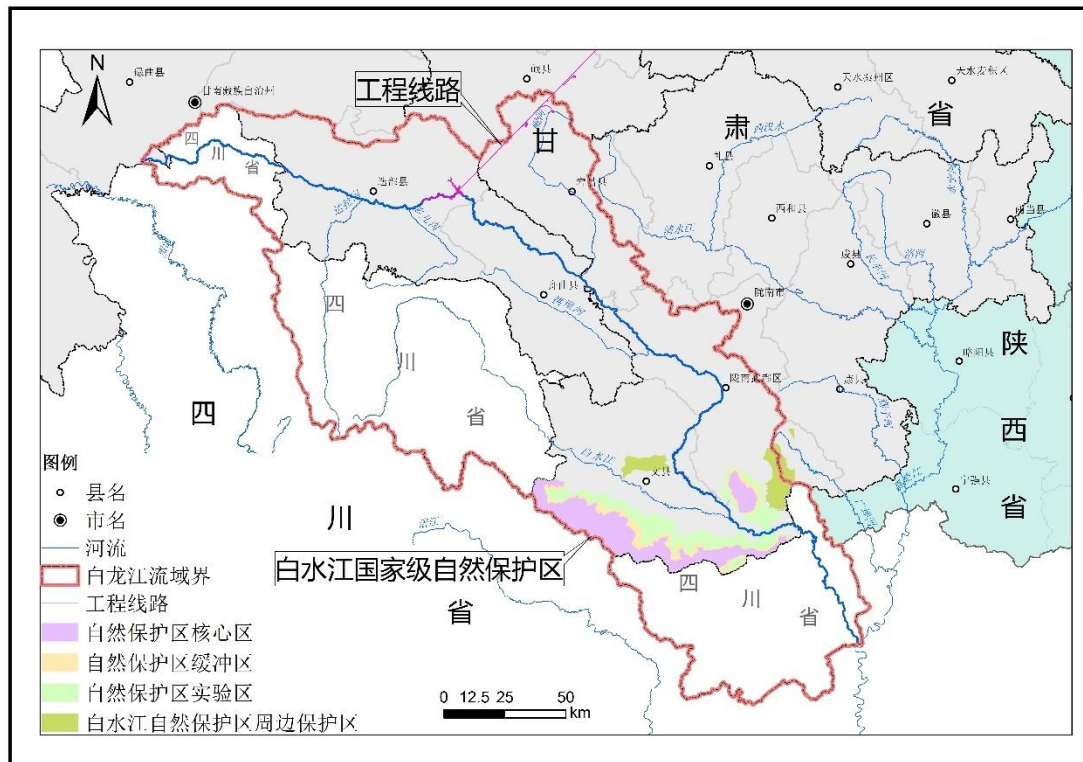


图 4.1-32 甘肃白水江国家级自然保护区地理位置图

4.1.10.2 森林公园

(1) 腊子口国家森林公园

1) 地理位置及功能分区

迭部县腊子口国家森林公园是 2003 年经国家林业局批准建立的国家级森林公园（林场发〔2003〕241 号）。森林公园地处青藏高原东缘，地理坐标东经 103°39′~104°01′，北纬 34°03′~34°17′之间。行政区划位于甘肃省甘南藏族自治州迭部县境内。公园东邻宕昌县，西接卓尼县，南连洛大林场，北接岷县，总面

积 48560hm²，分为四个功能区，其中生态保护区 14257hm²，生态与景观恢复区面积 7221hm²，风景游览区 26875hm²，旅游服务区 207hm²。

2) 主要景区

公园包括老龙沟景区、腊子河景区、梅鹿沟景区、一线天景区和朱李沟景区，总面积 27897hm²。公园内有腊子口战役纪念碑、红军峡、白狼啸天、珍珠瀑、一线天、水帘洞、云雾滩森林浴场、镜湖、盘龙入地松、二郎城、白石峡、神龟问天、鹿跳峡等景观景点 70 余处。

3) 生物资源

腊子口国家森林公园地处我国南北植物区系的过度带，属天然亚热带水源涵养原始森林区，森林生态系统保存完好，公园境内有各类维管束植物 100 余科 360 余属 887 种，其中主要乔灌木种类约 26 科 53 属 140 余种；野生草本种类 75 科 291 属 573 种。公园内国家二级重点保护植物有独叶草、秦岭冷杉、连香树、水青树、水曲柳、鹿角蕨等。公园内动物区系组成复杂，起源古老，拥有丰富的动物种类，已查明有各类野生动物 40 余科 200 余种，其中鸟类 12 科 34 种、爬行类 9 目 16 科、哺乳类 60 种、鱼类 3 种、两栖类 3 种。列入国家一级重点保护动物有豹、林麝、贡山羚牛等 7 种，国家二级重点保护动物有黑熊、棕熊、马鹿、岩羊、红隼、蓝马鸡、西藏山溪鲵等 40 余种。

4) 工程与其位置关系

代古寺水库回水淹没风景游赏区 3.23hm²；总干线 DZ1#隧洞 DZ08+100～DZ10+000 段穿越森林公园，穿越长度为 1.9km，其中穿越生态与景观恢复区 0.484km，生态保护区 1.416km。穿越腊子口国家森林公园的隧洞为输水总干线西秦岭隧洞，洞径 5.10m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1710m，穿越区地表高程平均 3400m，最低高程 3320m，由此可见，隧洞最小埋深 1610m。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 1#洞口约 7.5km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

工程与腊子口国家森林公园位置关系见图 4.1-33。

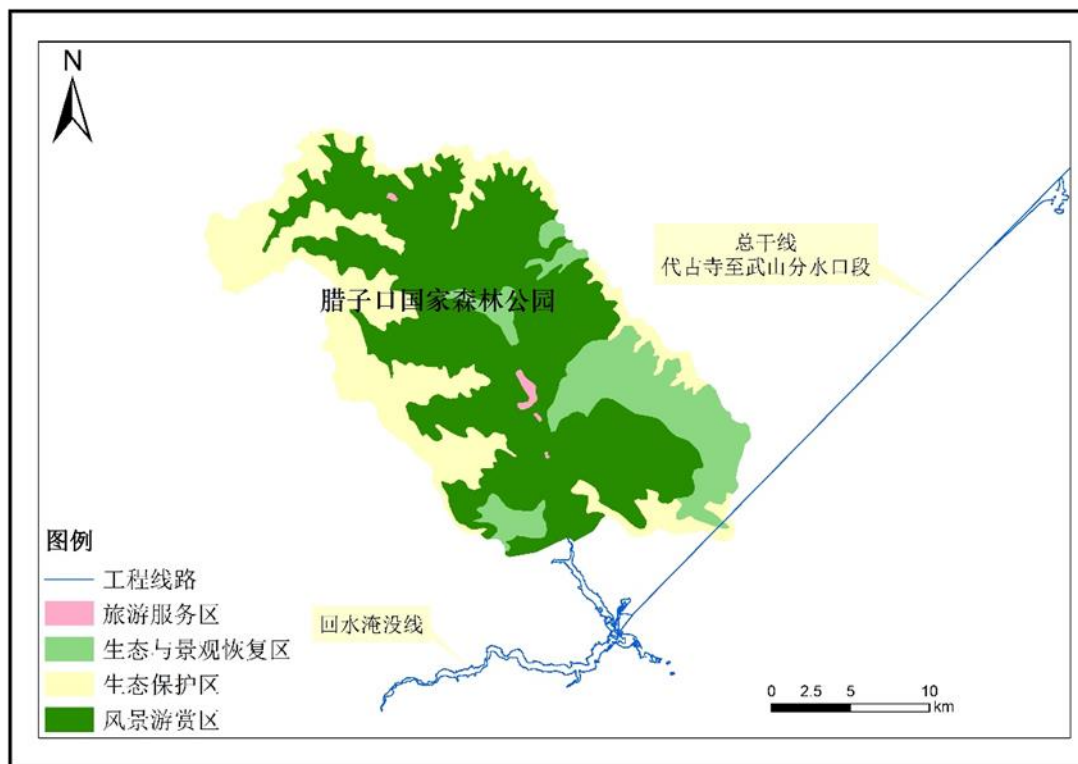


图 4.1-33 工程与腊子口国家森林公园位置关系图

4.1.10.3 风景名胜区分

(1) 白龙湖国家级风景名胜区分

1) 风景名胜区分概况

白龙湖风景区是白龙江上的宝珠寺水电站建成后形成的大规模湖泊型风景区，位于青川县和广元市中区境内，距广元市区 60km。风景区北至姚渡镇，西至木鱼镇、骑马乡，南至紫兰坝水电站，东至省界，面积 416.3km²。

白龙湖风景区位于川、陕、甘三省交界处和四川省重要的风景展示环及主要发展轴带上，具有水上观光游览、文化探源、休闲娱乐等多种功能的湖泊型国家级风景名胜区分。

2) 工程与其区位关系

风景区在工程以下约 280km 处，距白龙江入嘉陵江交汇点约 35km，工程与风景区区位关系如图 4.1-34。

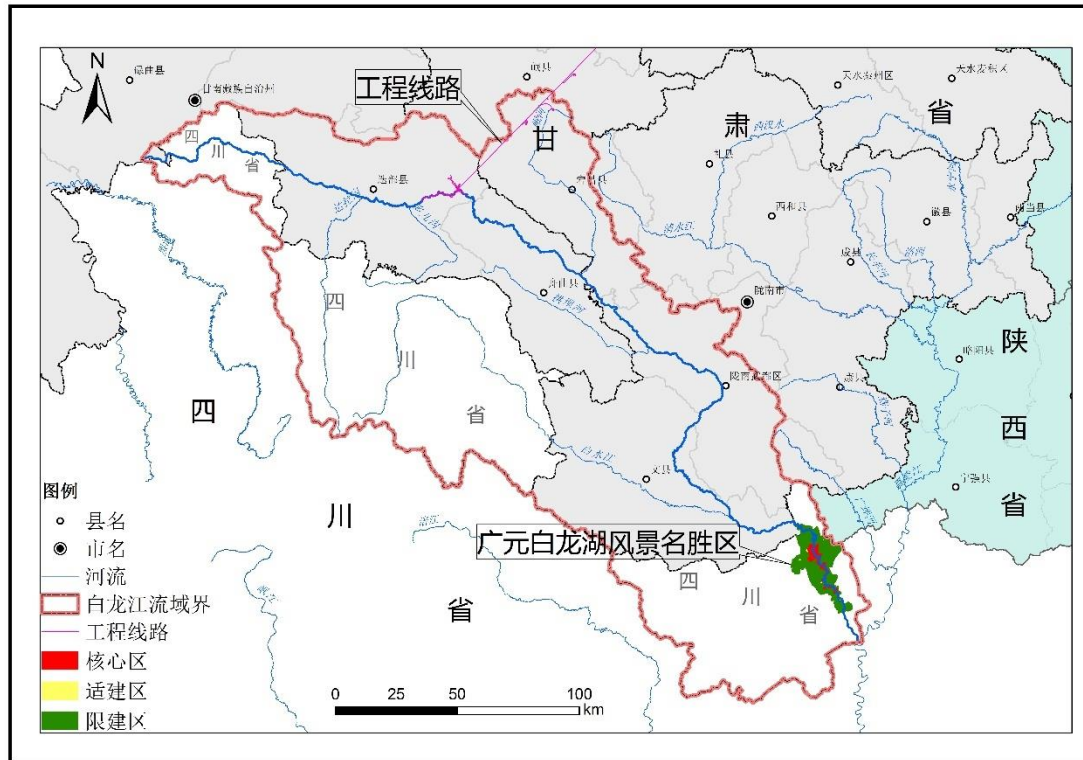


图 4.1-34 白龙湖国家级风景名胜区地理位置图

4.1.10.4 水产种质资源保护区

(1) 白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区

1) 保护区概况

白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区于 2009 年 12 月 17 日批准为国家级水产种质资源保护区，2019 年 11 月农业农村部以农办渔〔2019〕35 号文对保护区范围进行了调整。调整后的保护区位于甘肃省迭部县境内白龙江水系及其主要支流，包括白龙江迭部段各支流，保护区范围以各河流平水年丰水期最大水位接陆线为外边界。总面积 6681.628hm²，其中核心区的面积 4002.53 hm²，实验区的面积 2679.098 hm²。保护区河流长度 835.204km。主要保护对象为重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼。核心区特别保护期为 4 月 1 日~8 月 31 日。

其中核心区分为 49 段，河流长度共计 500.317km，面积 4002.53 hm²；实验区分为 16 段，河流长度共计 334.887km，面积 2679.098 hm²。

2) 工程与其位置关系

新建代古寺坝址位于保护区实验区，代古寺枢纽回水淹没实验区长度 31.3km，面积 250.4hm²。

工程与白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区位置关系见图 4.1-35。

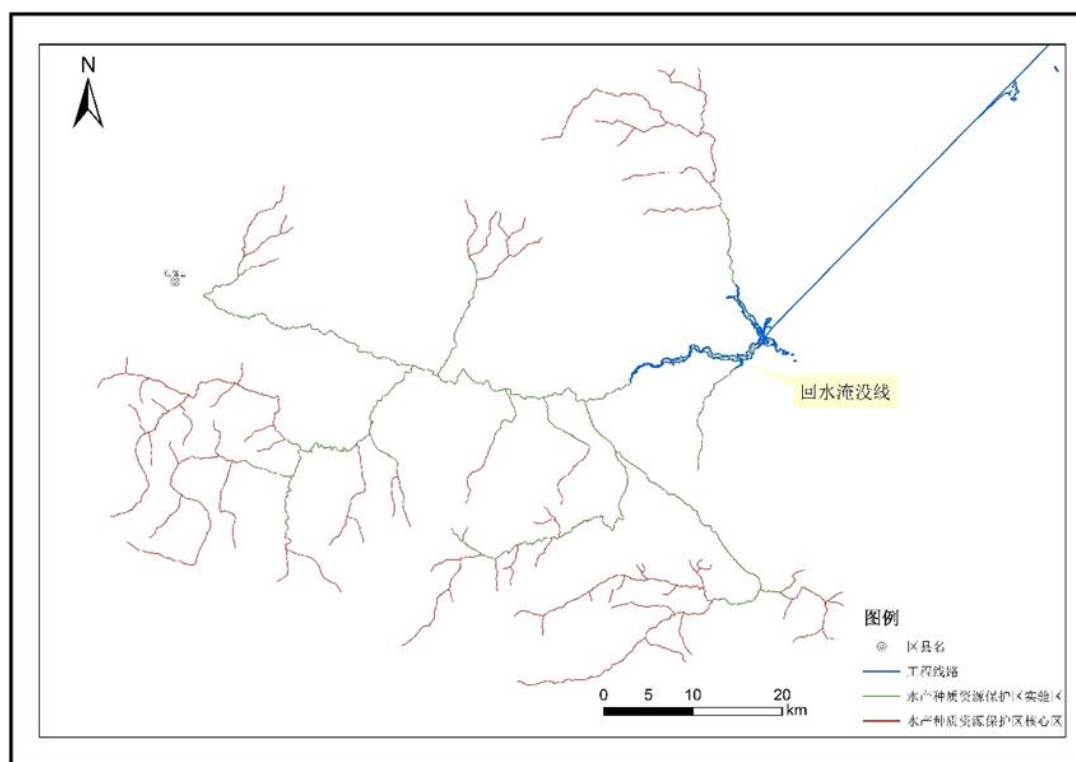


图 4.1-35 工程与白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区区位关系图

(2) 白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区

1) 保护区概况

白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区位于甘肃省舟曲县境内白龙江水系及其主要支流，范围在东经 $103^{\circ}56'-104^{\circ}25'$ ，北纬 $33^{\circ}15'-33^{\circ}58'$ 之间。重点保护的鱼类有：重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、前臀鲃、嘉陵裸裂尻鱼等四种，尚有水獭、山溪鲴等其他伴水生野生动物。

核心区包括 5 个区域：第一核心区从黑水沟口 ($104^{\circ}1'25''\text{E}$, $33^{\circ}55'35''\text{N}$) 开始到后北山 ($104^{\circ}3'28''\text{E}$, $33^{\circ}57'22''\text{N}$) 结束；第二核心区从岭儿坝 ($103^{\circ}56'1''\text{E}$, $33^{\circ}55'1''\text{N}$) 开始到头沟坝 ($103^{\circ}56'21''\text{E}$, $33^{\circ}55'20''\text{N}$) 结束；第三核心区从峰迭 ($104^{\circ}14'42''\text{E}$, $33^{\circ}48'40''\text{N}$) 开始到沙沟 ($104^{\circ}11'10''\text{E}$, $33^{\circ}45'39''\text{N}$) 结束；第四核心区从沙川 ($104^{\circ}19'3''\text{E}$, $33^{\circ}16'39''\text{N}$) 开始到庙沟 ($104^{\circ}18'19''\text{E}$, $33^{\circ}15'46''\text{N}$) 结束；第五核心区从南峪 ($104^{\circ}24'42''\text{E}$, $33^{\circ}43'16''\text{N}$) 开始到庙沟 ($104^{\circ}22'40''\text{E}$, $33^{\circ}43'42''\text{N}$) 结束。

实验区包括 2 个区域：第一实验区从黑水沟口（104°1'25"E，33°55'35"N）开始到巴藏（104°2'9"E，33°54'3"N）结束，长 9.62km；第二实验区从河南（104°22'26"E，33°46'35"N）开始到安子坪（104°24'0.00"E，33°45'0.00"N）结束，长 4.38km。

2) 工程与其位置关系

本工程不直接涉及该保护区，保护区位于代古寺坝址下游约 8.8km 处，工程与其位置关系见图 4.1-36。

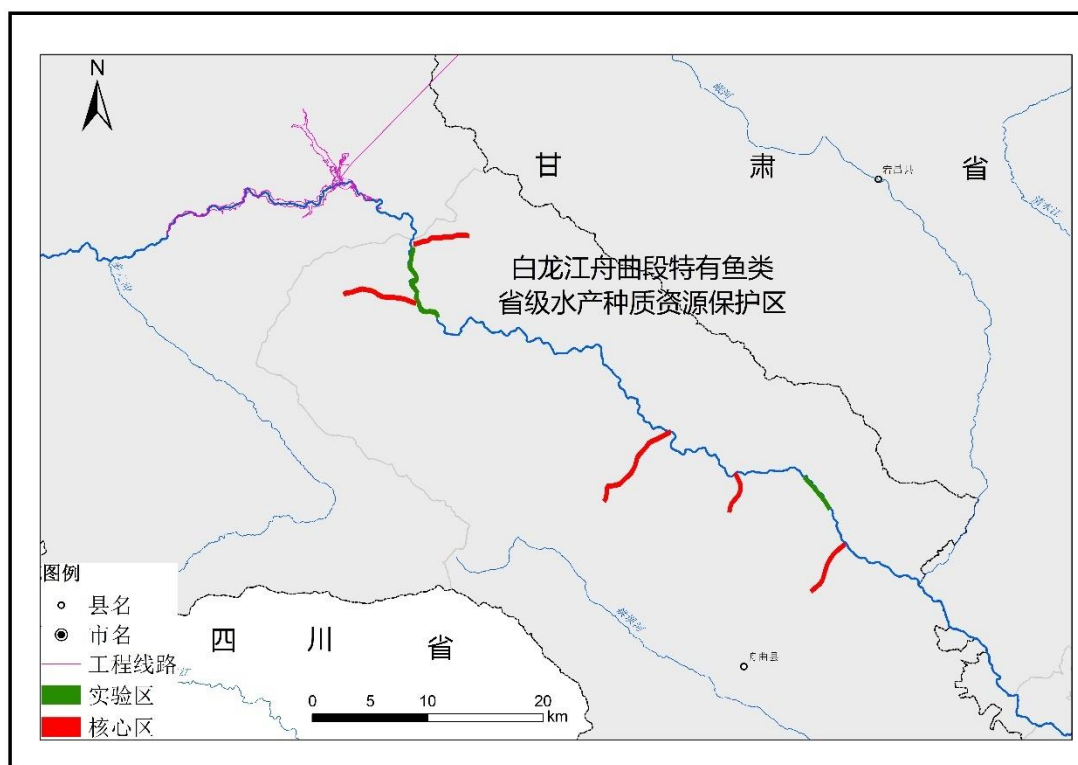


图 4.1-36 白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区地理位置图

4.1.10.5 饮用水水源保护区

代古寺坝址至嘉陵江汇口的白龙江干流分布有集中式地表水饮用水水源保护区 1 个，为广元市白龙水厂水源地。另有 5 个地下水集中式饮用水水源保护区，其水源井位于白龙江干流河滩地上，水源保护区范围涉及白龙江干流地表水域。详见表 4.1-74 和图 4.1-37。

表 4.1-74 水源区下游集中式饮用水水源保护区分布情况

序号	省	市(州)	县(区)	水源地名称	类型	级别	距新建代古寺坝址距离(km)	备注
1	甘肃	甘南	舟曲县	杜坝川下坝水源地	地下水	县级及以上	61	地下水水源保护区包括地表水域
2	甘肃	陇南	武都区	后坝水源地	地下水	县级及以上	133	地下水水源保护区包括地表水域
3	甘肃	陇南	武都区	钟楼滩水源地	地下水	县级及以上	147	地下水水源保护区包括地表水域
4	甘肃	陇南	文县	碧口镇壹号井水源地	地下水	乡镇级	274	地下水水源保护区包括地表水域
5	四川	广元	利州区	广元市白龙水厂	地表水	县级及以上	348	
6	四川	广元	利州区	三堆镇水源地	地下水	乡镇级	349	地下水水源保护区包括地表水域

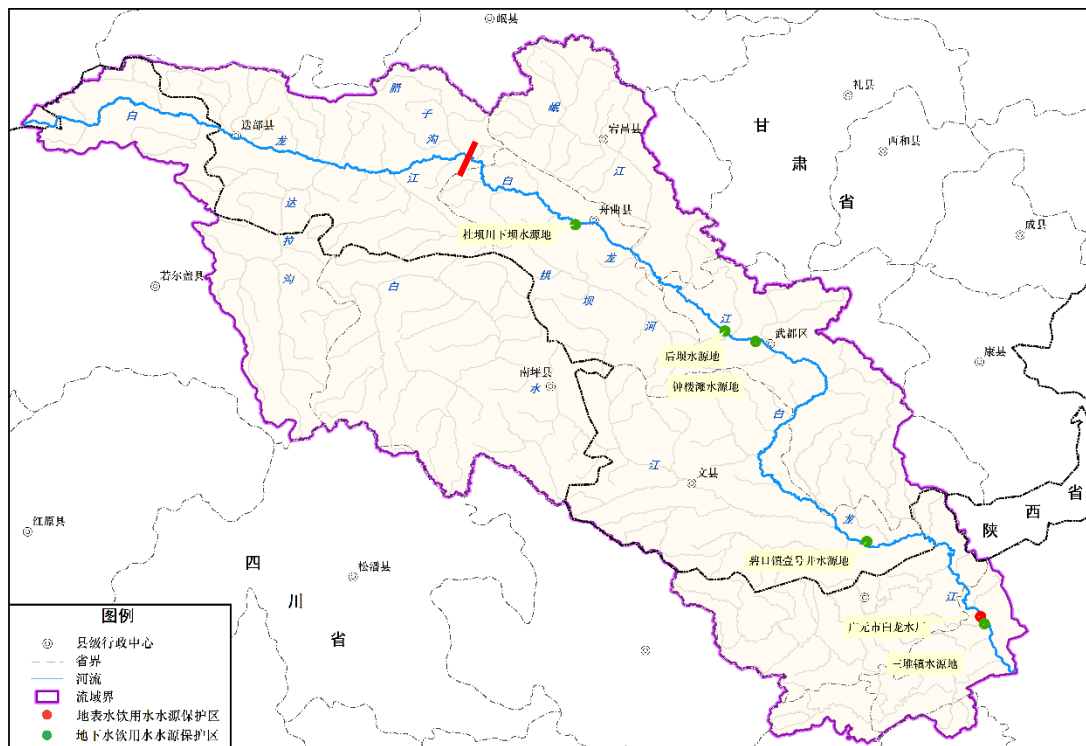


图 4.1-37 饮用水水源保护区分布示意图

4.1.11 水源及下游区存在的主要环境问题

(1) 引水式开发造成河道减水，水生生态呈系统退化趋势

白龙江干流已（在）建梯级 36 座，其中苗家坝以上河段共有梯级 30 座，除 2 座为坝后式开发外，其余 28 座为引水式开发，减水河段长度 114.3km，占白龙

江干流苗家坝以上河段总长的 47.19%。引水式开发对坝下河道水文情势影响显著，河道内水量减小、水位下降、水域面积减少，导致减水河段水生生境变化显著。从调查情况看，仅在少量未开发的流水河段和水库河段尚有一定鱼类资源，坝下水生生物资源量减少，减脱水河段鱼类资源较少，水生生态系统功能退化。

（2）库区河段显著增加，流水生境萎缩

苗家坝以下河段长 131.9km，河段内碧口、宝珠寺等 6 个梯级首尾相连，流水生境基本丧失，原有的河流流水种类基本消失，鱼类以静缓流鱼类为主，如鲮、鲤、鲫等。梯级开发导致的生境改变及养殖引入等，鲢、鳙等养殖品种，及蓝鳃太阳鱼外来鱼类成为水库的优势种，对土著鱼类带来进一步威胁。

（3）梯级开发阻隔影响，水生生态保护形势严峻

由于白龙江干流开发较早，受制于当时的生态环境保护认识，已建梯级均未设置过鱼设施。经过多年开发建设，已建梯级阻隔形成的累积影响显著，流水生境大幅萎缩，造成喜流水生活生境的鱼类资源量下降，对生物资源及基因的交流产生不利影响，原河流态水生生态系统和水生生物群落结构和组成发生变化，原来在白龙江有分布的日本鳗鲡也基本消失

4.2 输水线路区及受水区环境现状调查与评价

4.2.1 流域概况

（1）水系概况

白龙江引水工程受水区为甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区），主要是给城乡生活、工业兼顾高效农业灌溉供水。

本工程引水线路主要经过白龙江流域、渭河流域、泾河流域、洛河流域、延河流域，沿线穿（跨）越大量河流、季节性冲沟等。

受水区位于黄河流域一级支流渭河及其支流（黄河二级支流）泾河、榜沙河、散度河、葫芦河、藉河、牛头河、北洛河（周河）等；黄河流域一级支流延河及其支流（黄河二级支流）杏子河、西川河；泾河及其支流（渭河二级支流）马莲河、蒲河、洪河、黑河、纳河等。

渭河是黄河的最大支流，有二源：南源清源河，源于渭源县西南豁豁山，汇集山区众多支流，东北流至渭源县清源镇与西源合；西源名禹河，是渭河正源，源于渭源县西鸟鼠山，河流短小，东流与西源汇合后始称渭河。渭河东流过陇西县，再东南流入武山县，南岸有榜沙河、山丹河、大南河汇入，再东流入甘谷县，北岸有散渡河注入，至天水市又有葫芦河由北岸注入，藉河由西来汇，再东汇牛头河。过小陇山，入陕西省境，流经陕西省关中平原的宝鸡、咸阳、西安、渭南等地，至渭南市潼关县汇入黄河。

渭河两岸支流众多，属不对称水系，南岸支流数量较多，但较大支流集中在北岸，水系呈扇状分布。北岸支流多发源于黄土丘陵和黄土高原区，源远流长，比降小，含沙量大；南岸支流众多，均发源于秦岭山区，源短流急，谷狭坡陡，径流较丰，含沙量小。渭河主要支流有泾河、北洛河、散渡河、葫芦河、榜沙河、藉河。

泾河是渭河一级支流，发源于宁夏六盘山东麓，南源出于泾源县老龙潭，北源出于固原大湾镇，至平凉八里桥汇合，东流经平凉、泾川于杨家坪进入陕西长武县，再经政平、亭口、彬县、泾阳县等，于西安市高陵区陈家滩注入渭河。泾河在受水区内流域面积 3.16 万 km^2 ，干流河长 179km。泾河在甘肃境内的主要支流有颀河、汭河、洪河、蒲河、马莲河、黑河等。马莲河为泾河最大的支流，流域面积 1.91 万 km^2 ，占泾河流域面积的 61.81%。

北洛河，也称洛河，为黄河二级、渭河一级支流，河长 680.3km，多年平均径流量为 9.43 亿 m^3 ，流域面积 26905 km^2 。它发源于白于山南麓的草梁山，由西北向东南注入渭河。北洛河支流众多，有道川、乱石头川、宁塞河、周河、葫芦河、仙姑河、沮水、五里镇河、石堡川、白水河、大浴河等。其中，周河支流发源于靖边县周家嘴，向南流经志丹县，至永宁川口子村附近注入洛河，全长 85.1km，流域面积 1334 km^2 ，多年平均径流量 0.46 亿 m^3 ；支流葫芦河发源于华池县紫坊乡，流经华池山庄、南梁林镇和合水县，于太白汇入北洛河。葫芦河在庆阳市河长 70km，流域面积 2279 km^2 。

散渡河发源于华家岭牛营大山，通渭县以上叫牛谷河，河源地势海拔 2510m，河长 141.5km，河道平均比降 5.97%，流域面积 2485km²，于天水市甘谷县渭阳乡大王庄汇入渭河。

渭河支流葫芦河发源于宁夏回族自治区西吉县月亮山，于天水市北道区三阳川注入渭河，干流全长 296km，河道平均比降 5.0%，流域面积 10652km²。

榜沙河发源于甘肃岷县闾井乡黄山梁，属渭河支流，流经漳县东泉、新寺两乡镇，在新寺镇晋坪村与龙川河汇入武山县。河流全长 85.3km，漳县境内 27km，河道比降 1‰~5‰，流域面积 1055km²。

藉河发源于甘肃天水市秦州区和甘谷县交界处的龙台山景东梁东麓，东流经天水市城区，至麦积区北道埠峡口汇入渭河。藉河全长 85km，流域面积 1267km²，河道比降 12‰，天水水文站控制流域面积 1019km²。

延河是延安市的母亲河，黄河的一级支流，延安市第二大河，发源于靖边县天赐湾乡周山，由西北向东南，流经志丹、安塞、延安，由西北向东南于延长县南河沟凉水岸附近汇入黄河，全长 286.9km，流域面积 7725km²，多年平均径流总量 2.93 亿 m³，多年平均输沙量 3963 万 t。延河自西北向东南流经志丹、安塞、宝塔和延长 4 县（区），一级支流主要有坪桥川、杏子河、西川河、蟠龙川、南川河等。

受水区水系图见图 4.2-1。



图 4.2-1 受水区水系图

(2) 受水区水资源开发利用现状

白龙江引水工程受水区地表水资源量 22.15 亿 m^3 ，地下水资源量 7.7 亿 m^3 （与地表水不重复的地下水资源量 0.87 亿 m^3 ），总水资源量 23.02 亿 m^3 。甘肃省受水区地表水资源量 17.78 亿 m^3 ，地下水资源量 6.28 亿 m^3 ，区域水资源总量 18.65 亿 m^3 。陕西省延安市受水区地表水资源量 4.37 亿 m^3 ，地下水资源量 1.42 亿 m^3 ，区域水资源总量 4.37 亿 m^3 。

表 4.2-1 受水区水资源量表

单位：亿 m^3

省	市	地表水资源	地下水水资源	总资源量
甘肃省	天水市	6.35	2.58	6.64
	平凉市	4.68	1.64	4.71
	庆阳市	6.75	2.06	7.30
	小计	17.78	6.28	18.65
陕西省	延安市	4.37	1.42	4.37
合计		22.15	7.70	23.02

2019 年受水区总供水量为 9.24 亿 m^3 ，其中地表水供水 5.21 亿 m^3 ，地下水 3.54 亿 m^3 ，其他水源 0.49 亿 m^3 。2019 年受水区总用水量为 9.24 亿 m^3 ，其中，

非农业用水 5.12 亿 m^3 ，占用水总量的 55%，农业用水 4.13 亿 m^3 ，占总用水量的 45%。

2019 年甘肃省受水区总用水量为 7.87 亿 m^3 ，其中地表水用水 4.76 亿 m^3 ，地下水 2.70 亿 m^3 ，其他水源 0.42 亿 m^3 。2019 年陕西省延安市受水区总用水量为 1.37 亿 m^3 ，其中地表水用水 0.45 亿 m^3 ，地下水 0.85 亿 m^3 ，其他水源 0.07 亿 m^3 。2019 年本工程受水区地表水资源开发利用率为 23.52%，甘肃省和陕西省受水区地表水资源开发利用率分别为 26.77%、10.30%；地下水资源开采率为 48.05%，甘肃省和陕西省受水区地下水资源开采率分别为 42.99%、59.86%。

表 4.2-2 受水区用水量表

单位：亿 m^3

省	市	地表水	地下水	其他水源	总用水量
甘肃省	天水市	1.61	1.28	0.14	3.03
	平凉市	1.45	0.52	0.17	2.14
	庆阳市	1.70	0.90	0.11	2.71
	小计	4.76	2.70	0.42	7.87
陕西省	延安市	0.45	0.85	0.07	1.37
合计		5.21	3.54	0.49	9.24

4.2.2 自然环境概况

(1) 自然地理

白龙江引水工程受水区包括甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区），位于甘肃省东部和陕西省延安市西北部，东隔黄河与山西临汾、吕梁相望，西连白银市、定西市，南接陇南、宝鸡、铜川、渭南等市，北靠固原、榆林。地理位置介于北纬 $35^{\circ}21' \sim 38^{\circ}21'$ ，东经 $107^{\circ}38' \sim 110^{\circ}50'$ 之间，总土地面积 5.90 万 km^2 。

(2) 地形地貌

输水线路区及受水区的地形特点主要为西北部高，东南部低的整体特点，区内明显分水岭主要为南部的秦岭山区、陕甘交界处的子午岭和中间的六盘山、陇山，区域以六盘山、陇山为界，西侧为渭河干流区域，呈西高东低，南北两侧山地向渭河呈阶地状倾斜，干流由西向东横贯中部；中东部主要为渭河支流泾河、洛河流域，子午岭南北走向，构成洛河与泾河的分水岭，泾河流域主要呈东、西、北部高，南部低的地势，洛河流域地势由西北向东南倾斜；最东部主要为延河、

云岩河流域，延河流域地势西北高、东南低，山大沟深，坡陡谷窄，河川平均比降 4.4%，梁山山脉系六盘山东向支脉在陕西境内的南支，为延河、洛河的分水岭；云岩河发源于宝塔区崂山东麓南泥湾镇九龙泉，流经南泥湾镇、松树林、麻洞川、临镇等乡镇，到官庄乡新窑新村出境，延河和云岩河分水岭为中部隆起，隆起使宝塔区呈两个环状向东倾斜的丘陵河谷地形。

受水区属黄土高原丘陵沟壑区 and 高原沟壑区，区内地貌类型主要有黄土丘陵、黄土塬、土石山、黄土阶地、河谷冲积平原等。

1) 总干线工程

根据区域地貌单元划分，输水总干线穿越西秦岭高山~中山区、陇中黄土丘陵区、六盘山中山区和陇东黄土残塬沟壑区。根据各单元内地貌特征又可细分为几个次级单元，见表 4.2-3。

表 4.2-3 输水总干线工程区地貌单元及代性建筑物

序号	地貌单元	地貌单元代号	代表建筑物
1	西秦岭高山~中山区	I ₂	DZ-1#~DZ-4#隧洞
2	渭河谷地平原区	II ₃	DZ-1#倒虹吸
3	陇中黄土丘陵区	II ₂	DZ-5#~DZ-19#隧洞
4	六盘山中山区	III	ZQ-1#~2#隧洞
5	黄土丘陵残塬区	IV ₁	ZQ-3#~4#隧洞
6	黄土塬梁峁区	IV ₂	ZQ-5~ZQ-36 隧洞
7	河谷阶地区	IV ₃	ZQ-2#~30#倒虹吸

①西秦岭中山区（I₂）

该地貌单元中，河流、冲沟众多，相对较大的河流有白龙江、秋未河、申都河及榜沙河，地形切割破碎。



a.贡尖村

b.黑杂村

图 4.2-2 西秦岭高-中山区地形地貌

穿越该地貌单元的隧洞为 DZ-1#~DZ-4#, 其中 DZ-1#、DZ-2#、DZ-4 隧洞全部位于该地貌单元中, DZ-3 位于西秦岭山地和陇中黄土丘陵的过渡地带。该地貌单元隧洞地形地貌描述如下:

DZ-1#隧洞, 穿越西秦岭高山~中山区, 沿线地面高程 1670~3850m。地貌单元内河流、冲沟众多, 相对较大的河流有白龙江、秋未河、申都河及榜沙河, 地形切割破碎。西秦岭南坡地形切割相对较深, 相对高差一般 1000m 以上, 山体陡峻; 北坡地形切割破碎, 一般相对高差 500~1000m。

DZ-2#隧洞, 穿越西秦岭高山~中山区, 地面高程 1660~1808m。该地貌单元内河流、冲沟较多, 隧洞位于两冲沟之间, 北侧榜沙河河床宽 20~40m, 高程 1655~1657m; 右岸 I 级阶地宽约 400m, 地面高程 1658~1660; 右岸为基岩陡坎。

DZ-3#隧洞, 处于西秦岭山地和陇中黄土丘陵的过渡地带, 渭河从北部通过。总的地势特征为西高东低, 南高北低。属构造剥蚀低山丘陵, 地面高程 1600~2300m, 相对高差 200~500 m。其特点是山顶较平缓, 呈垅岗状、长条状展布, 多为薄层黄土覆盖, 沟谷多呈“V”型, 山坡陡峻, 常形成悬崖峭壁。

DZ-4#隧洞, 属中山地貌, 隧洞沿线地表高程 1650~2450m。

②渭河谷地平原区 (II₃)

输水总干线由武山县山丹乡西侧经过, 横切渭河谷地。渭河谷地长约 60km, 宽约 3~5km, 主要地形为多级黄土台塬及山前丘陵, 盆地边缘有少量断续分布的低山。台塬塬面高出河床 100~400m, 经过长期流水冲刷, 塬地受到不同程度的切割而变得破碎。较完整的塬地, 塬面广阔, 地面比较平坦, 侵蚀微弱。

评价区段河谷整体宽约 70~2500m，河谷较平坦开阔，河床宽约 35~370m，岩性主要为含砂卵砾石土。河床两侧不对称发育 I~V 级阶地，河漫滩、I 级阶地、II 级阶地连续分布，均为内叠阶地。



a.周家庄



b.雷口村

图 4.2-3 渭河谷地平原区地形地貌

③陇中黄土丘陵区（II₂）

总干线穿越渭河谷地至六盘山中低山区之间，均属于该地貌单元。地形切割剧烈，同时受后期流水侵蚀影响，发育为梁峁间布、沟壑纵横、侵蚀强烈、地形破碎的黄土丘陵。线路穿越较大河流有清溪河、散渡河、清水河、葫芦河、水洛河等，地形切割破碎。

评价区内发育的主要河流有散渡河及清溪河，散渡河沟谷整体呈“V”字型，总干线附近阶地基本不发育，局部零星分布有河漫滩及 I 级阶地。河道呈蜿蜒不对称状，河床宽约 20~100m。清溪河河谷及阶地整体较为开阔平坦，宽约 340~800m。



图 4.2-4 陇中黄土丘陵区地形地貌

位于该地貌单元中的隧洞工程为 DZ-5#-DZ-19#, 各隧洞地形地貌描述如下:
DZ-5#~DZ-7#隧洞沿线地表高程 1630~2030m, 属陇中黄土丘陵区, 沿线地表大多覆盖第四系上更新统风积 (Q^3_{eol}) 马兰黄土。DZ-8#~DZ-10#隧洞沿线地形起伏较大, 沟壑纵横, 沿线地表高程 1510~1855 米, 属黄土丘陵低中山区, 沿线地表覆盖第四系上更新统马兰黄土。DZ11#~DZ19#隧洞沿线地面高程 1550~1885 米, 属黄土丘陵低中山区, 沿线地表大多覆盖第四系上更新统马兰黄土。

④六盘山中山区(III)

起于水洛河左岸, 止于六盘山东麓泾河支流清水河边, 长约 80km, 输水总干线路主要以深埋长隧洞穿越该地貌单元, 连接段为箱涵。六盘山系贺兰褶皱带南段以西南北向构造隆起带, 整体呈 SN 走向, 北与贺兰山、南与西秦岭山脉相连。区内山体高程 1450~2700m 间, 相对高差 600~1000m, 最高峰大梁山峰海拔 2674.8m。山顶呈尖峰, 圆顶为主, 山两侧被东西向及南北向沟谷切割, 沟谷纵横, 沟谷多呈“V”形, 悬崖峭壁到处可见。六盘山山脉是黄河水系泾河、清水河、葫芦河的发源地, 也是南北向分水岭。六盘山东侧除清水河自南向北注入黄河外, 泾河及其支流流向均呈北西~南东; 六盘山西侧水洛河及其支流流向均由北至南, 汇入渭河。六盘山东坡陡峭, 山路曲折险狭, 西坡和缓。山体植被较茂密, 野草丛生, 灌木林、针叶阔叶混交林和浅山阔叶林密布, 多为天然林区。山脉主峰地带为早白垩系地层露头区, 东西两侧多分布第三系地层。区内沟谷发育, 与线路相关的较大河(沟)谷有: 水洛河、王家崖河、策底河、涧沟河、清水河等。

穿越该地貌单元的隧洞工程为 ZQ-1#隧洞、ZQ-2#隧洞、ZQ-3#隧洞。隧洞地形地貌描述如下：ZQ-1#隧洞位于六盘山中山区，地势东南高，西北低，地势雄伟陡峻，沟谷纵横。六盘山系贺兰褶皱带南段以西南北向构造隆起带，整体呈 SN 走向，北与贺兰山、南与西秦岭山脉相连。区内山体高程 1540~2600m 间，相对高差 600~1000m，最高峰郭家山东侧山峰海拔 2597.6m。六盘山山脉是黄河水系泾河、清水河、葫芦河的发源地，也是南北向分水岭。六盘山东坡陡峭，山路曲折险狭，西坡和缓。山体植被较茂密，野草丛生，灌木林、针叶阔叶混交林和浅山阔叶林密布，多为天然林区。区内沟谷发育，与线路相关的较大河(沟)谷有：水洛河、王家崖河、策底河等。ZQ3#隧洞位于六盘山中山区，地形起伏，区内沟谷发育，与线路相关的较大河(沟)谷有：涧沟河、韩家河、方沟、石银子沟等，河(沟)谷多呈深切的“V”字形，两岸坡一般较陡。区内山体高程 1450~2065m 间，相对高差 300~600m；区内最高的山峰为山口子，高程 2064.6m，线路通过的最高点高程为 1968m。

⑤黄土丘陵残塬区 (IV₁)

分布于六盘山东侧清水河边~康庄村~杨源村~四十里铺镇~泾河右(南)岸地区，总体地势西高东低，高程在 1635~1275m 之间，相对高差多在 200~350m。六盘山东侧鄂尔多斯陆块受构造影响，后期基底隆起，地形起伏较大，大面积发育三叠系和第四系更新统黄土层，基岩局部裸露，植被发育，灌木丛生。丘陵多覆盖薄层黄土，具有黄土山的一些特征，表现为中山形态。近泾河一侧地形变缓，覆盖黄土层变厚，下伏新近系地层。地貌表现为残留的小塬与梁峁状丘陵，塬面高程 1560~1480m 之间。区内沟谷沟底多狭窄，沟口较宽阔，常年有流水。线路两侧吴老沟河和四十里铺河由西南至北东汇入泾河。

穿越该地貌单元的隧洞工程为 ZQ-3#~ZQ-4#隧洞，隧洞沿线地形地貌描述如下：

ZQ-3#隧洞地貌上位于黄土丘陵残塬区，地表多被马兰黄土覆盖，地势西高东低，高程在 1450~1650m 之间，区内黄土冲沟发育，地形破碎。地表水系不发育，多为季节性沟谷。

ZQ-4#隧洞地貌上位于黄土丘陵残塬区，地表多被马兰黄土覆盖。总体地势西高东低，区内黄土冲沟发育，地形破碎。隧洞沿线大面积分布马兰黄土(Q₃)，在沟谷陡坎处多有离石黄土(Q₂)分布。

⑥黄土塬梁峁区 (IV₂)

分布于泾河左(北)岸～镇原～庆阳～华池引水线路末端的广阔地域。区内高程一般在 1200～1500m 之间，最低达 1000m 左右，最高 1764m，相对高差 150～300m。区内几乎全为黄土覆盖，黄土塬基底由白垩系下统近水平层理的砂(砾)岩、泥岩组成。广泛的风成黄土是区内堆积作用的最大特点，仅在大的河(沟)谷两侧有基岩出露。受流水侵蚀切割形成黄土塬梁峁地貌。

线路通过大的黄土塬有草峰塬、马塬、大寨塬、田家塬、郭塬、大渠塬、大户塬、罗塬、孟坝塬、王寨塬、董志塬等，其中以董志塬最大，面积达 776km²，庆阳市西峰区就位于面积最大的董志塬上。塬面总体由西向东缓倾，高程一般在 1350～1500m 之间，塬顶面坡度多为 1～3°，边缘可达 5°左右，现代侵蚀微弱，黄土塬为人类居住地，地形平缓处多开垦为农田。

穿越该地貌单元的隧洞工程为 ZQ-6～ZQ38 隧洞，隧洞评价区范围内地形地貌描述如下：

ZQ-6～ZQ38 隧洞普遍洞长较短，地貌类型为黄土塬梁峁区，梁峁为区域内的主要地貌形态，沟梁(峁)相间，梁以中长梁为主，呈 NE 和 NW 走向，梁长一般 1～3km，顶宽 100～200m，由梁顶向两侧缓倾；峁呈浑圆状，峁坡 15°～25°。沟谷切割深度一般 100～250m，密度 2～2.5 条/km，沟道长度一般 2～3km。

⑦河谷阶地区 (IV₃)

沿线河谷川台比较发育，从西向东依次通过主要河流有泾河、小路河、大路河、潘润河、前河、洪河、茹河、交口河、时家河、蒲河、黑河、马莲河和柔远河等，均呈西北至东南流向，最终汇入泾河。河谷较平坦开阔，主要发育 I～II 级阶地，III级阶地局部残存，以 I 级阶地最为发育，沿河流呈不对称和断续分布，线路主要布置形式为倒虹吸。

输水总干线路通过最宽的河谷区为泾河河谷，河床高程 1242～1245m。因线路通过泾河段位处黄土堆积和人类活动区，高阶地多风积马兰黄土覆盖或缺，

仅在泾河左岸崆峒区四十里铺镇上湾村见有泾河 I 级~IV 级阶地，I 级阶地为堆积阶地，II 级~IV 级阶地为基座阶地。

2) 干线工程

①天水一干线及分干：评价区地处陇中黄土高原向陇南山地的过渡区，区内海拔 1300~2500m，地势西高东低，发育渭河及其支流榜沙河、山丹河、大南河、毛河、武家河、藉河等河流。除隧洞段外，线路主要沿渭河及其支流大南河、毛河、武家河、藉河等河流前行，主要布置在河流 I、II 级阶地上。在地貌单元上属河谷地貌及中低山地貌。



图 4.2-5 天水一干线评价区地形地貌

②天水二干线及分干：地处陇中黄土丘陵区向六盘山中低山区过渡区，海拔高程 1400~2000m，总趋势是东北高，西南低。评价区主要发育水洛河、清水河、后川河、樊河等河流，两岸发育 I、II 级阶地，阶地宽缓，地貌属河谷堆积地貌。水洛河及清水河两岸黄土深厚，沟壑纵横，梁峁发育，沟梁相间，基岩主要在深切冲沟两侧及沟底出露，地貌属黄土丘陵沟壑区；后川河左岸多古老变质岩，侵入岩发育，岩层受地质构造挤压强烈，发育构造隆起的中低山，山峦起伏，山麓陡峻，侵蚀风化强烈，冲沟深切，基岩裸露；此段河谷地貌呈宽谷和窄谷地貌相间分布的特点。



图 4.2-6 天水二干线评价区地形地貌

③平凉一干线及分干：平凉一干线共布置 5 条输水干线，线路通过地貌单元为六盘山低中山和汭河及其支流南川河、策底河河谷阶地区。其中崇灵段地貌单元主要为基岩低中山和策底河河谷区，线路基本沿策底河左岸布设；华亭段地貌单元主要为策底河、南川河河谷阶地区，线路沿河谷以埋管形式逆河而上布设；崇灵段地貌单元为低中山区和汭河河谷区；崇信段地貌单元为河(沟)谷阶地区，线路自平凉一干线末端分水后，沿汭河左岸阶地至枣林沟沟口，然后沿枣林沟逆沟而上布置；灵台干线线路穿越汭河、黑河河谷区和黄土残塬梁峁区，河谷区与黄土残塬梁峁区相间分布。

平凉一干线及分干隧洞工程为 PLY1#~4#隧洞隧洞，地貌类型为六盘山中山区，地形起伏，沟谷发育，较大的河流有涧沟河、韩家河等，河谷多呈深切的“V”字形，两岸坡一般较陡。崇灵分干线隧洞工程为 PLY1#~3#穿管隧洞，地貌类型属六盘山中山区，地形起伏较大，发育的较大河流为汭河，河谷较宽阔。

④平凉二干线及分干：平凉干线共布置两支输水线路，主要穿行泾河河谷阶地区和黄土塬、梁、峁区。其中崆泾段线路穿越地貌单元为塬边斜坡及泾河河谷阶地；平凉二干线地貌单元主要为泾河河谷漫滩、阶地区，其次为凤凰沟沟谷，零星段为黄土梁峁区。

⑤镇原干线：位于黄土残塬，黄土残塬南侧为洪河河谷，北侧为茹河河谷，南、北两侧冲沟深切，塬面呈不规则的条带状，局部段塬面狭窄，最窄处仅几十米，近东西向展布，塬面高程 1490~1515m，塬面地形相对平坦。

⑥庆阳一干线及分干：共七支输水线路，线路穿塬跨河，主要沿孟坝塬、董志塬、蒲河、黑河、马莲河布置，通过地貌单元为黄土塬、梁、峁区和河谷阶地区。

其中庆阳段地貌单元为黄土残塬沟壑区，塬面地势开阔，地形略有起伏，呈由塬边向塬顶缓慢抬升的缓坡，河谷区河滩宽阔平坦，残留Ⅲ级阶地。

西峰段线路布置于董志塬上，地形平坦开阔。

庆阳南段穿越地貌单元为黄土残塬沟壑区，线路主要以埋管形式，以南东向沿董志塬东部布置。

合水段线路穿塬跨沟，总体以北东向经过董志塬、何家畔塬、合水塬和武家川河、浅水沟、马莲河。线路通过地貌单元主要为黄土塬、梁和河谷阶地区，黄土残塬上，地势开阔，地形相对平坦，呈由塬顶向塬边缓慢下降的缓坡，塬面上为耕地、村庄及道路；塬边黄土斜梁两侧冲沟发育，地形破碎，局部段梁顶形成狭窄的“腰峁”，黄土梁地形起伏较大，从塬边至坡底最大高差 210m，河沟段河谷深切，两岸阶地发育，河流下切作用强烈，部分基岩裸露，一般岸坡稳定性差，局部存在塌滑可能。

宁正段线路穿越地貌单元主要为黄土残塬及沟谷区。向沿什社塬及瓦斜塬布置，地势开阔，地形相对平坦，塬面上为耕地、村镇及道路，塬边黄土斜坡上，高差约 140m，斜坡上缓下陡，局部为峻坡，天然边坡基本稳定；管线布置于砚瓦川沟沟谷，沟谷深切，沟底零星发育洪积台地。

宁县段线路经过地貌单元主要为黄土残塬区及沟谷阶地区。其中砚瓦川沟沟谷区，砚瓦川沟呈深切的“V”字型，沟床两岸零星发育洪积台地；黄土残塬及塬边斜坡向塬边缓慢下降，多为台阶状耕地及林地；塬边斜坡坡度 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，斜坡上缓下陡，从坡底至塬边高差 130m，天然边坡基本稳定；黄土塬地势开阔，地形相对平坦，向塬顶缓慢抬升，塬面上为耕地、村庄及道路。

正宁段线路通过地貌单元主要为黄土塬区及河谷阶地区。其中河谷阶地区，呈深切的“U”字型，阶地发育，阶地面宽阔平坦；黄土残塬及塬边斜坡上，地形向塬边缓慢下降，多为台阶状耕地及林地，斜坡上缓下陡，自然边坡基本稳定。

⑦庆阳二干线及分干：输水线路通过主要地貌单元为黄土梁峁区和环江河谷阶地区。

庆环段线路沿环江右岸黄土梁峁向下至环江右岸Ⅱ级阶地，通过地貌单元主要为黄土梁峁和河谷阶地区。黄土梁峁及斜坡地形起伏变化大，黄土梁上缓下陡，天然边坡基本稳定；河谷阶地区阶面宽阔，向后缘缓慢抬升。

庆城段线路穿越地貌单元为环江河谷阶地和小寨沟沟谷区，沿环江右岸阶地顺流而下至小寨沟沟口，然后逆小寨沟而上至小寨水库。河谷阶地区发育有Ⅲ级阶地，阶面宽阔，向后缘缓慢抬升。环县段沿环江河谷阶地逆河而上至环江左岸支沟乔儿沟，穿越地貌单元为环江河谷阶地区，河谷阶地区发育有Ⅲ级阶地，阶面宽阔，向后缘缓慢抬升。

⑧华池干线：线路穿越地貌单元为宋家河河谷阶地区，管线沿柔远河支流宋家河沟口逆河而上至宋家河水库，宋家河河流蜿蜒曲折，河流下切作用强烈，河床基岩多裸露，河床两岸不连续发育Ⅱ～Ⅲ级阶地。

⑨延安干线及分干：线路经过的地貌单元主要有河谷阶地区和黄土梁峁区。评价区地势整体为西北高东南低，平均海拔 1200m。线路地面最大高程 1650m，位于志丹县以西的西洋湾，最低高程为 1050m，位于西川河河谷。

由于长期的侵蚀作用，地表支离破碎，梁峁密布，沟壑纵横，山高坡陡，河谷深切，基岩裸露。黄土梁、峁基本呈连续状分布，沟涧地与沟谷地交互纵横，支离破碎，梁峁相间，黄土覆盖厚度 30～180 米。北部峁多于梁；南部梁多于峁；东南部还有少量残塬。此外，在各种坡面、陡壁发育有细沟、线沟、切沟、悬沟、崩沟、滑坡、黄土柱以及缓坡，地段发育有陷穴、浅凹等小地貌。山大沟深，切割深度达 200 米，河沟一般呈“V”字形。压力管道穿越的地貌单元主要为黄土长梁区、黄土梁峁区和河谷阶地区三种地貌类型。

a) 黄土长梁区

主要分布于线路起点至砖窑湾镇上游段，该段梁面多狭长起伏，一般在强烈的冲刷侵蚀切割作用下，沟道多以树枝状散开，且冲沟多沟短塬浅，梁地间切割深度一般数十米，最大可达数百米，形成上部开口宽阔，谷坡陡立的“V”字型横断面，造成剧烈的重力侵蚀作用。梁间切沟、冲沟、河沟深切造成一般沟道多

基岩出露，第四系地层多以披盖状分布于梁顶部。主要分布于线路延安段 K0+000~K29+000m、志安段 K48+000~K104+500m 以及吴起段和志丹段等。黄土长梁区典型地貌如图所示。



图 4.2-7 黄土长梁区典型地貌图

b) 黄土峁梁区

主要分布在线路延安段内压力管道段（吴堡川河道）和砖窑湾镇下游段，地势由西北向东南倾斜，黄土峁梁顶部海拔高度在 1100~1400m。在地貌上呈现出以黄土峁为主体，黄土梁少而且很窄，峁梁交互起伏。一般顶部呈圆丘状起伏，宽度大于 50m，坡面较缓；在水流强烈的切割下，峁梁两岸的冲沟、河流大多切入基岩，切割深度一般 100~150m，河谷横断面呈“v”字型。主要分布于线路桩号延安段 K29+000~K48+000m、安宝段 K104+500~K112+267m 以及安塞段和宝塔段等。黄土峁梁区典型地貌如图所示。



图 4.2-8 黄土峁梁区典型地貌图

c) 河谷阶地

沿线经过多条河流，其中较大的河流和分布线路较多的依次为吴堡川、北洛河、周河、西川河及杏子河等；河流均属黄河水系，其中吴堡川和周河属北洛河一级支流，西川河属延河一级支流。河床一般宽 50~100m，多呈“U”型谷，河谷大部分基岩出露；两岸发育一、二级阶地，其中一级阶地较普遍，阶面高出河床 3~8m，宽度一般 40~350m；二级阶地一般高出河床 8~15m，宽度一般 20~100m；阶地二元结构清晰，上部覆盖层以砂质壤土、粉质壤土为主，下部以砂砾石为主；阶地后缘呈陡坡状与黄土塬或基岩斜坡（坡面倾角大于 50°）接触。河谷阶地典型地貌见图 4.2-9。



图 4.2-9 河谷阶地典型地貌图

(3) 气象

受水区的渭河流域上游地区处于干旱和湿润区的过渡地带，属大陆性季风气候，冬季寒冷多西风和西北风，夏季炎热多东南风，春秋气候温和多东风。冬季受蒙古高压控制，气候干燥寒冷，降水稀少，夏季受西太平洋副热带高压影响，炎热多雨。选取庄浪、秦安、甘谷、武山、天水气象站为参证站，多年平均气温 8.4~11.4℃，平均相对湿度 66~68%。

受水区的泾河流域上游地区为典型的温带大陆性气候，处于温带半湿润向半干旱气候的过度地带，冬季干旱少雨，夏季多暴雨。据流域各气象站点多年观测资料，最冷月平均气温 -4.9~-1.5℃，最热月平均温度 20.2~23.1℃。选取庆城、镇原、华亭气象站为参证站，多年平均气温 7.8~10.0℃，平均相对湿度 63~72%，气象站点均位于县城。

受水区的延安市属暖温带与中温带过渡区的大陆性季风气候。冬季漫长、寒冷干燥；春季较长、干旱多风、并有寒潮降温天气；夏季短而高温、旱涝相间；秋季温凉湿润，冬季寒冷干燥。气候在地区分布上差异较大，区内年降水量由东南至西北递减，约在 470~550mm 左右。降水量年际变化较大，最大月降水量多发生于 7、8 月份，最小月降水量多发生在 12、1 月份。区域极端最高气温 39.3℃，极端最低气温-28.7℃。整个区域蒸发量（ $\phi 20$ ）介于 1500~1700mm 之间，年内最小蒸发量多发生在 12 月份，最大蒸发量多发生在 5、6 月份，连续 4 个月最大蒸发量可占年蒸发量的 58%左右。

表 4.2-4 庄浪气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温（℃）	-5	-1.4	3.6	9.7	14.5	18	20.3	19	14.4	8.5	2.2	-3.4	8.4
极端最高气温（℃）	11.8	17.8	24.4	29.3	30.3	32.8	34.9	32.7	32.6	24.5	19.2	14.2	34.9
极端最低气温（℃）	-21.7	-19.6	-14.1	-7.5	-3.1	2.3	7.2	4.9	-0.1	-8.7	-15	-23.5	-23.5
平均相对湿度（%）	63	62	61	57	60	66	71	74	77	76	70	64	67
极大风速（m/s）	16.6	13.4	18.6	18	17.9	16.1	15.3	15.3	12.7	17	15.9	18.2	18.6

表 4.2-5 秦安气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温（℃）	-2.6	1.2	6.3	12.5	17.2	20.8	23.1	21.8	16.9	10.8	4.2	-1.4	10.9
极端最高气温（℃）	14.3	19.9	27.5	32.1	33.3	36.5	37.9	36.3	36.1	28.3	21.4	13.7	37.9
极端最低气温（℃）	-16.5	-14.5	-9.5	-3.8	0	5.9	10.9	9.2	3.6	-6.2	-12.8	-18.9	-18.9
平均相对湿度（%）	65	62	60	57	59	64	67	71	76	77	72	67	66
平均风速（m/s）	0.5	0.9	1.3	1.4	1.2	1.2	1.3	1.1	0.8	0.8	0.7	0.5	1.0
最大风速（m/s）	12.7	12.7	13	15.7	14	19	15	15.7	12.7	13	13	13	19
最大 1 日降水量（mm）	2.2	2.8	6.3	12.2	15.9	22.3	30.8	28.2	21.2	14.3	5.6	1.8	30.8
最大积雪深度（cm）	8	8	14	4	0	0	0	0	0	5	13	12	14
最大冻土深度（cm）	56	51	9	5	0	0	0	0	0	4	11	44	56

表 4.2-6 甘谷气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温（℃）	-2.6	1.2	6.3	12.1	16.6	20.3	22.8	21.3	16.5	10.7	4.2	-1.3	10.7
极端最高气温（℃）	12.3	20.2	27.4	31	33.3	35.8	37.3	35.7	34.8	27.2	20.7	13.2	37.3
极端最低气温（℃）	-17.7	-14.4	-9.5	-3.1	-0.2	4.6	9.1	7.2	2.8	-6	-11	-16.9	-17.7
平均相对湿度（%）	65	63	61	61	64	67	68	73	78	78	74	68	68
极大风速（m/s）	13.2	12.5	16.8	17.4	15.5	19	15.1	16	13.3	15.5	11.3	15.8	19
最大 1 日降水量（mm）	2	2.4	6.5	11.8	17	21.9	30.5	24.6	20.7	13.6	5	1.5	30.5
最大积雪深度（cm）	11	11	16	7	0	0	0	0	0	4	7	13	16
最大冻土深度（cm）	51	45	9	2	0	0	0	0	0	3	12	42	51

表 4.2-7 武山气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-3.2	0.3	5.3	11.3	15.9	19.4	21.8	20.6	15.9	10	3.7	-1.9	9.9
极端最高气温 (°C)	11.7	18.8	25.4	30.9	31.3	34.4	37	34.7	34.1	26.7	19.6	13.5	37
极端最低气温 (°C)	-17.5	-16.5	-9.5	-3.9	0.2	6.3	10.5	8.6	3.8	-5.2	-12.2	-16.6	-17.5
平均相对湿度 (%)	60	61	61	60	62	65	67	71	75	77	70	62	66
极大风速 (m/s)	13.3	18.7	19.8	21.6	17.7	23.1	20.7	20.7	18.4	16.2	13.7	16	23.1

表 4.2-8 天水气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-1.5	1.9	6.9	13	17.5	21.1	23.2	22	17.2	11.3	5.1	-0.4	11.4
极端最高气温 (°C)	14	21.2	29	32.5	34	36.8	38.2	36.2	36.2	28.5	21.6	13.6	38.2
极端最低气温 (°C)	-13.9	-11.7	-8.2	-2.4	1.8	7.2	10.6	10.9	3.9	-5.1	-11.6	-17.4	-17.4
平均相对湿度 (%)	61	60	59	57	60	64	68	71	76	76	70	64	66
平均风速 (m/s)	1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1	0.8	0.9	0.9	1.1
极大风速 (m/s)	13.8	14.2	16.9	17	17.2	16.4	14.7	14.5	12.9	16.2	13.2	15	17.2

表 4.2-9 庆城气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-4.9	-0.9	4.9	11.9	17.1	21.2	23.1	21.4	16.4	9.9	2.6	-3.4	9.9
极端最高气温 (°C)	14.6	21.6	29	34	35.5	38.1	38.1	35.3	36.2	28.9	22.8	16.6	38.1
极端最低气温 (°C)	-20.5	-18	-14.2	-5.5	-0.6	6.6	11.7	7.3	2.2	-8.4	-14.8	-25.4	-25.4
平均相对湿度 (%)	59	56	56	52	55	60	69	74	76	75	68	61	63
极大风速 (m/s)	16.4	15.8	20.6	19.9	21.8	18.8	23.4	18.3	14.8	18.3	22.5	21.3	23.4
最大冻土深度(cm)	81	86	72	5	0	0	0	0	0	9	24	59	86

表 4.2-10 镇原气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-4.2	-0.6	5	11.7	16.8	20.9	22.9	21.2	16.3	9.9	3	-2.7	10.0
极端最高气温 (°C)	15	22.9	28.5	33.4	34.6	37.4	38.3	35.5	36	29	22	18	38.3
极端最低气温 (°C)	-19.7	-18.5	-12.4	-5.3	-1.2	6.8	10.4	6.9	1.8	-7.5	-15.1	-23.3	-23.3
平均相对湿度 (%)	58	58	58	54	57	61	68	74	77	76	68	60	64
极大风速 (m/s)	14.2	12.6	16.3	18.2	16.2	15.6	13.3	13.2	12.7	13.9	16.4	15.4	18.2
最大冻土深度(cm)	63	63	47	5	0	0	0	0	0	7	16	45	63

表 4.2-11 华亭气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-6	-2.6	2.8	9.3	14.3	18.1	20.2	18.7	14	8.1	1.4	-4.3	7.8
极端最高气温 (°C)	16	22.1	27.2	31	32.6	34	35	33	33.6	26.3	21.9	17.9	35
极端最低气温 (°C)	-23.9	-21.3	-15.5	-8	-3.7	2.4	6.9	4.9	-0.5	-9.6	-16.8	-30.2	-30.2
平均相对湿度 (%)	65	66	67	63	65	70	77	81	83	80	74	68	72

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均风速 (m/s)	1.4	1.5	1.6	1.9	1.8	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5
极大风速 (m/s)	15.3	14.2	18.4	19.8	15.4	17.5	12.9	18.4	17	11.6	16.5	16	19.8
最大冻土深度(cm)	58	57	51	6	0	0	0	0	0	9	12	39	58

表 4.2-12 吴起气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-7.2	-3.1	2.9	10.1	15.8	20	21.9	19.9	14.9	8.2	0.7	-5.5	8.2
极端最高气温 (°C)	16.1	19.9	28.1	33.6	34.6	36.7	38.3	34	33.7	28	23.2	15.5	38.3
极端最低气温 (°C)	-26.3	-22.6	-18.3	-9.9	-3.3	4	7.3	5	-3.1	-11.1	-17.8	-28.5	-28.5
平均相对湿度(%)	55	53	52	47	51	57	67	74	74	70	62	57	60
平均风速(m/s)	1	1.3	1.7	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.4
最大风速(m/s)	18.8	20.8	20.3	24.4	19	26.6	17.4	18.3	18.4	21.3	18.5	21.4	26.6
最大1日降水量(mm)	4.9	6.6	25.4	63.2	37.3	48.4	113.4	97.4	55.2	26.9	26	5.9	113.4
最大积雪深度(cm)	11	9	15	7	0	0	0	0	0	3	14	11	15
最大冻土深度(cm)	94	97	93	7	0	0	0	0	0	9	31	74	97

表 4.2-13 志丹气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-7.1	-2.8	3.2	10.4	16.1	20.1	21.9	20.1	15.1	8.5	1	-5.3	8.4
极端最高气温 (°C)	16.4	22.6	28.7	35.1	35.8	37.3	37.1	34.3	34.6	29.2	24.5	17.3	37.3
极端最低气温 (°C)	-25.9	-21.5	-17.9	-7.9	-2.8	2.7	8.4	5.5	-3.2	-10.6	-18	-28.7	-28.7
平均相对湿度(%)	57	54	54	49	53	60	70	76	76	72	65	60	62
平均风速(m/s)	0.8	1.1	1.4	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1	1	1	0.9	1.2
最大风速(m/s)	18.2	16	19.1	20	19.9	19.3	15.8	17.5	20.7	17.8	15.3	18.3	20.7
最大1日降水量(mm)	6.9	8	20.4	30.4	43.6	44.3	77.3	81.9	64.4	28.8	22.4	8.7	81.9
最大积雪深度(cm)	12	9	10	8	0	0	0	0	0	2	8	13	13
最大冻土深度(cm)	100	97	97	82	2	0	0	0	0	11	27	85	100

表 4.2-14 安塞气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温 (°C)	-6.5	-2.3	3.8	11.3	17.1	21	22.7	20.9	15.7	9.2	1.7	-4.7	9.2
极端最高气温 (°C)	16.4	24.1	28.8	35.8	36.5	38.3	38.1	34.6	36.6	28.9	24.8	16.5	38.3
极端最低气温 (°C)	-23.4	-20.3	-16.2	-7.1	-1.4	5.5	9.9	6.8	-1	-8.3	-18.4	-25.5	-25.5
平均相对湿度(%)	55	53	53	47	50	58	70	76	76	71	63	58	61
平均风速(m/s)	1.5	1.7	2	2.2	2.1	1.8	1.5	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	1.7
最大风速(m/s)	14.7	17	18.3	21.5	20.5	19.5	18.2	14.3	17.1	16.6	19.8	18.1	21.5
最大1日降水量(mm)	9.1	7.6	20.5	26.5	63.3	50.4	83.6	126	72.2	34.5	26.2	8.4	126
最大积雪深度(cm)	14	9	9	3	0	0	0	0	0	7	13	13	14
最大冻土深度(cm)	88	91	82	5	0	0	0	0	0	9	26	63	91

表 4.2-15 宝塔区气象站多年平均气象要素统计

气象要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均气温(℃)	-5	-0.8	5.2	12.6	18	21.8	23.6	21.8	16.8	10.4	3.1	-3.2	10.4
极端最高气温(℃)	15	23.8	29.2	36.7	36.2	39.3	38.5	36.2	37.5	29.5	24.5	18	39.3
极端最低气温(℃)	-21.4	-18.2	-15.4	-5.4	-0.1	5.5	10.1	8.7	0.6	-8.1	-17	-23	-23
平均相对湿度(%)	53	51	51	46	51	58	68	73	73	68	61	55	59
平均风速(m/s)	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6
最大风速(m/s)	11.6	14.7	15	15	15.8	17.1	19	13.4	13.5	12.7	12.7	13.8	19
最大1日降水量(mm)	7.4	8.2	24.5	24.5	54.8	78.4	84	139.9	56.4	33.7	34.6	8.7	139.9
最大积雪深度(cm)	12	8	12	4	0	0	0	0	0	1	11	11	12
最大冻土深度(cm)	70	77	74	5	0	0	0	0	0	5	14	46	77

(4) 工程涉及河流

①输水线路涉及河流

根据工程设计,本工程输水工程主要包括总干线及输水干线工程。本工程输水总干线采用隧洞群、倒虹吸等建筑物,输水干线采用有压埋管、无压隧洞及无压圆涵等建筑物形式,工程输水线路涉及河流情况见表 4.2-16。

表 4.2-16 工程输水线路涉及河流情况表

工程	跨河建筑物	涉及河流
总干线	倒虹吸、渡槽	榜沙河、渭河、散渡河、葫芦河、水洛河、泾河、汭河、黑河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、柔远川等
天水一干线	倒虹吸、有压埋管	渭河、藉河等
天水二干线	倒虹吸、渡槽	水洛河、通关河、后川河等
华崇干线	有压埋管	黑河、汭河等
平凉干线	有压埋管	泾河、汭河等
镇原干线	无	无
西峰干线	无	蒲河、大黑河、马莲河、固城川、九龙河等
庆阳北干线	管桥、渡管	马莲河等
庆阳南干线	渡管、桁架桥、埋管	马莲河等
延安干线	倒虹吸、渡槽	北洛河、周河、西川河、杏子河等

②受水区退水河流

工程受水区主要退水河流共计 24 条,均分布在黄河流域,分布在甘肃、陕西两省,受水区河流可分为渭河水系、泾河水系、北洛河水系和延河水系等,见图 4.2-10。

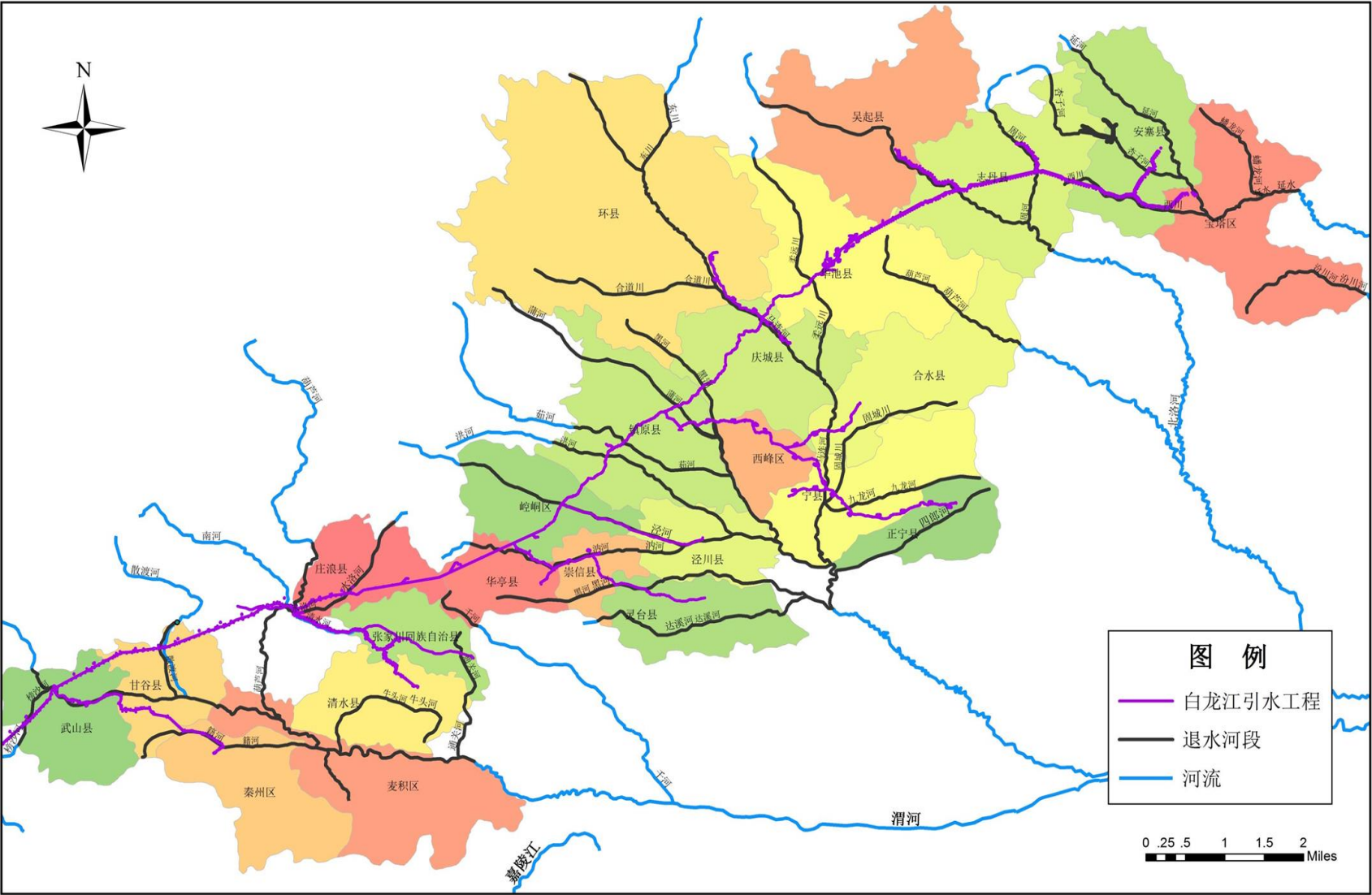


图 4.2-10 白龙江引水工程受水区直接退水影响河流示意图

其中，渭河水系主要包括渭河干流、渭河、榜沙河、散渡河、耨河、葫芦河、颖川河、后川河、牛头河、通关河等；泾河水系主要包括泾河干流、泾河、汭河、达溪河、洪河、茹河、蒲河、马莲河、柔远川、四郎河等；北洛河水系主要包括北洛河干流、葫芦河（北洛河）、周河等；延河水系主要包括延水河干流、延河、西川河、杏子河等。白龙江引水工程受水区退水河流概况见表 4.2-17。

表 4.2-17 白龙江引水工程受水区直接退水影响河流概况

省份	流域	河系	河流	河流起点	河流终点	河长 (km)
甘肃	黄河	渭河	渭河	甘肃省定西市渭源县鸟鼠山	通关河汇入口	225.2
			榜沙河	岷县境西秦岭岷峨山	武山县鸳鸯镇汇入渭河	102
			散渡河	甘肃天水甘谷县巩家山村	甘谷县大王家村汇入渭河	35
			耨河	甘肃天水甘谷县秦岭北麓龙台山	甘肃天水麦积区花牛镇汇入渭河	81.2
			葫芦河	甘肃天水庄浪县张家塬	麦积区石佛乡白家村汇入渭河	195
			颖川河	麦积区麦积镇	麦积区马跑泉镇汇入渭河	25
			后川河	张家川回族自治县张家川镇	清水县红堡镇汇入牛头河	50
			牛头河	天水市清水县境旺兴乡牛头山	麦积区社棠镇西南注入渭河	84.6
			通关河	张家川回族自治县以东之草川	麦积区三岔乡汇入渭河	72.2
		泾河	泾河	宁夏六盘山东麓	达溪河汇入口	211.1
			汭河	华亭市西华镇关山东麓	泾川县城关镇汇入泾河	120
			达溪河	灵台县百里镇	陕西省长武县南玉子乡汇入泾河	90
			洪河	宁夏固原市新集乡六盘山东麓	泾川县罗汉洞乡汇入泾河	187.2
			茹河	宁夏固原市大湾乡六盘山东侧	镇原县太平镇汇入蒲河	171
			蒲河	环县毛井乡	庆阳市宁县长庆桥镇镇区汇入泾河	204
			马莲河	宁夏盐池县境内	宁县中村乡汇入泾河	374.8
			柔远川	华池县界乔河乡小马岔村张家沟	庆城县庆城镇镇区汇入马莲河	49
			四郎河	庆阳市正宁县艾蒿店子	长武县雅口流入泾河	80

省份	流域	河系	河流	河流起点	河流终点	河长 (km)
陕西		北洛河	北洛河	金汤断面	马老庄断面	77.3
			葫芦河(北洛河)	甘肃庆阳市华池县子午岭紫坊畔	葫芦河合水出境断面	32.6
			周河	靖边县周家嘴白于山南麓	延安市志丹县永宁乡川口汇入洛河	85.1
		延河	延河	龙安断面	甘谷驿断面	97.6
			西川河	志丹县双河乡麻家河	延安市宝塔区枣园乡石佛沟汇入延河	65.8
			杏子河	靖边县境内白于山南麓	安塞县沿河湾附近汇入延河	104

(5) 水文泥沙

①径流

工程受水区代表站多年平均径流量成果见表 4.2-18, 系列均为 1961~2017 年。

表 4.2-18 代表站多年平均天然径流量

河流	水文站	面积 (km ²)	降水量 (mm)	修正前		修正后	
				径流量 (亿 m ³)	径流深 (mm)	径流量 (亿 m ³)	径流深 (mm)
渭河	武山	8080	525	6.34	78.5	5.17	64
散渡河	甘谷	2484	434	0.67	27	0.55	22
葫芦河	秦安	9805	495	3.47	35.4	2.83	28.9
渭河	南河川	23385	504	12.4	52.9	10.17	43.5
耨河	天水	1019	591	0.88	88.3	/	/
牛头河	社棠	1846	580	1.48	81.8	/	/
泾河	泾川	3145	541	2.27	72.2	1.92	61.2
泾河	杨家坪	14124	524	7.52	53.3	6.2	43.9
汭河	袁家庵	1645	579	1.47	89.6	/	/
洪河	红河	1272	552	0.46	35.8	0.37	29.2
蒲河	毛家河	7189	497	2.07	28.8	1.71	23.7
马莲河	洪德	4640	370	0.69	14.9	/	/
马莲河	庆阳	10603	416	2.08	19.6	/	/
马莲河	雨落坪	19019	469	4.44	23.3	/	/
柔远川	悦乐	528	509	0.19	36	/	/
合水川	板桥	807	533	0.18	22.3	/	/
周河	志丹	774	432	0.27	34.8	0.22	28.2
延河	安塞	1334	463	0.51	38.5	0.43	32.1
延河	张村驿	4715	535	1.15	24.4	/	/

②洪水

工程输水线路较长,横跨了白龙江流域、黄河支流洮河流域以及泾渭河流域。大部分线路的跨河断面处流域面积较小。甘肃境内跨越河流及沟道主要为泾河干流及泾河的支流,洪水计算成果见表 4.2-19。

表 4.2-19 线路穿越河流参证站洪水成果一览表

项目			不同频率(%)设计洪峰(m ³ /s)						
河流	站名	F(km ²)	0.5	1	2	3.3	5	10	20
散渡河	甘谷站	2484	4496	3670	2876	2330	1895	1232	678
南河	仁大站	1129	3211	2519	1868	1433	1097	616	271
藉河	天水站	1019	6082	4731	3465	2624	1980	1073	449
牛头河	社棠站	1846	2527	2042	1578	1261	1010	634	330
渭河	武山站	8080	4638	3918	3214	2722	2322	1689	1113
葫芦河	秦安站	9805	4859	4090	3339	2812	2384	1705	1086
岷江	宕昌站	1449	790	662	538	452	382	272	174

工程线路在陕西省境内主要跨越洛河、周河、西川河,洪水计算成果见表 4.2-20。

表 4.2-20 洛河吴起水文站及涉河断面设计洪峰流量计算成果表

河流	断面	F(km ²)	统计参数			不同频率(%)洪峰流量(m ³ /s)					
			均值	Cv	Cs/Cv	1	2	3.33	5	10	20
洛河	吴起	3408	1350	1.3	2.5	8620	6950	5760	4840	3350	2000
周河	志丹	774	515	1.5	3	3980	3060	2430	1950	1210	621
西川河	温家沟断面	525						1560		830	459
	何家沟汇入口上游断面	373						1280		681	377
	寨子沟汇入口上游断面	245						1000		533	295

③泥沙

受水区河流主要有渭、泾河及其支流、清水河、洛河及支流葫芦河,其中渭河主要支流有榜沙河、散度河、葫芦河、藉河、牛头河等,泾河主要支流有马莲河、蒲河、洪河、黑河、汭河等。受水区各水文站实测水沙资料情况,见表 4.2-21。

表 4.2-21 受水区河流各水文站实测水沙资料情况表

水系	河流	站点	集水面积 (km ²)	同期水沙资料 (逐月)
渭河	葫芦河	秦安	9805	1961~1964、1966~2003、 2005~2017
	藉河	天水	1019	1961~2003、2005~2017
	干流	北道	24871	1991~2000、2004、20014~2017
泾河	马莲河	雨落坪	19019	1961~2017
	蒲河	姚新庄	2264	1964~1990
	洪河	红河	1272	1961~1967、1969、1971~2017
	干流	杨家坪	14124	1962~2017
周河	干流	志丹	774	1965-2017
延河	干流	安塞	3208	1981-2017

受水区甘肃省属黄土高原丘陵沟壑区 and 高原沟壑区，区内地貌类型主要有黄土丘陵、黄土塬、土石山、黄土阶地、河谷冲积平原等。受水区的西侧为渭河，干流北岸陇西黄土高原，沟壑纵横，土体疏松，植被稀疏，坡陡沟深，暴雨集中，水土流失严重，是渭河泥沙的主要来源区；受水区的东侧为泾河，泾河流域属陇东黄土高原，东部分布有茂密的次生天然林，北部为黄土丘陵沟壑区，中部为黄土高原沟壑区；南岸秦岭山地为土石山区，雨量丰沛，水土流失轻微，干支流河谷盆地，地势平坦。区域内侵蚀模数约在 1000 t/km² 以上。

受水区陕西省洛河吴起县流域和周河志丹县流域下垫面相似，参考吴起站、志丹站实测输沙量及《延安地区实用水文手册》“多年平均年输沙模数分区图”，乘以水保成效的折减系数 0.75，求得设计情况下多年平均年输沙模数约为 9000t/km²。延河安塞区流域参考安塞站实测输沙量及《延安地区实用水文手册》“多年平均年输沙模数分区图”，同样乘以水保成效的折减系数 0.75，求得设计情况下多年平均年输沙模数约为 7000t/km²。

由代表站统计资料可得，多年平均含沙量范围为 16.2~259 kg/m³，最小的为藉河是天水站，最大为马莲河雨落坪站，洪河、蒲河均较大。年输沙量主要集中在 6~9 月，代表站中 6~9 月输沙量占全年的比例均在 80%以上，范围为 83.0%~96.4%。月均最大含沙量最基本出现在 7、8 月，月均最小含沙量基本出现在 12 月、1 月。

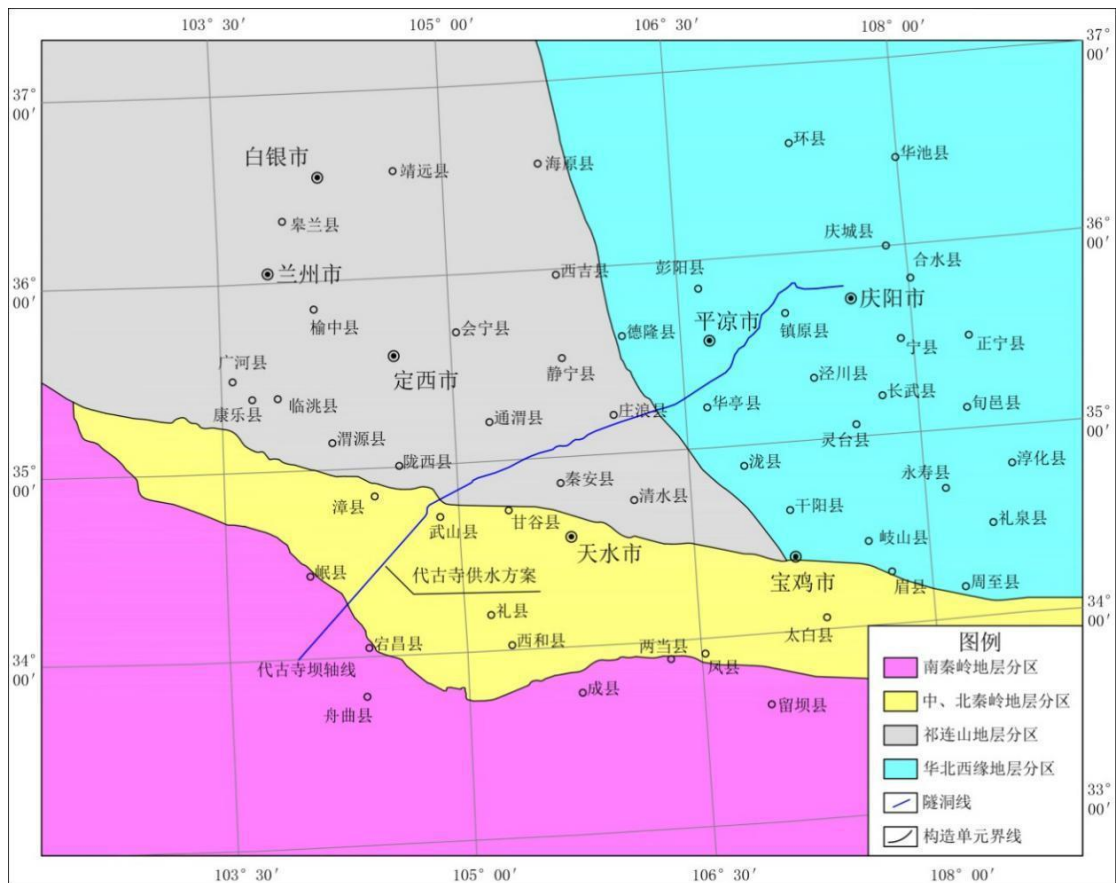
(6) 区域地质

1) 地层岩性

工程区除缺失太古界外，发育元古界以来各时代地层，沉积类型齐全。志留系前地层皆为海相沉积，泥盆系至三叠系海相与陆相沉积并存，三叠系后为陆相沉积地层。元古界和古生界主要为火山岩类复理石建造，为碳酸盐岩、碎屑岩、火山岩；中生界以碎屑岩、含煤碎屑岩为主；古近系、新近系分布在山间盆地和山麓地带，以碎屑岩、泥岩为主；第四系分布较广，包括多种成因的松散堆积物。

区内岩浆活动极为频繁，造山带演化各阶段均有不同规模、不同类型、不同成因的岩浆岩形成。各阶段与区内大地构造演化阶段相一致，本区侵入岩主体部份应归于西秦岭印支期构造岩浆带西段，少量归于祁连-北秦岭前加里东构造岩浆带南缘。火山岩归属于燕山造山期。

地层分区见图 4.2-11。



2) 地质构造

在大地构造上，项目所在区域是我国中央造山系的重要组成部分，主体属秦祁昆造山系，东北部分属华北陆块，西南侧为西藏~三江造山系的巴颜喀拉地块，东南侧为扬子陆块。项目区横跨西秦岭造山带、祁连造山带和鄂尔多斯陆块。

项目区内构造格局和不同时期构造发展演化所形成的不同的沉积~岩浆~构造组合，将评价区划分为西秦岭造山带、祁连造山带和鄂尔多斯陆块三个Ⅱ级构造单元和九个Ⅲ级构造单元，见表 4.2-22、图 4.2-12。

表 4.2-22 近场区构造单元分区

单元级别	I 级构造单元	II 级构造单元	III级构造单元
构造单元划分	华北陆块	鄂尔多斯陆块	鄂尔多斯地块
			六盘山构造带
	秦-祁-昆造山系	祁连造山带	北祁连造山带
			中祁连地块
		西秦岭造山系	北秦岭构造带
			中秦岭断褶带
			南秦岭裂陷盆地
			南秦岭断褶带
			南秦岭增生杂岩带

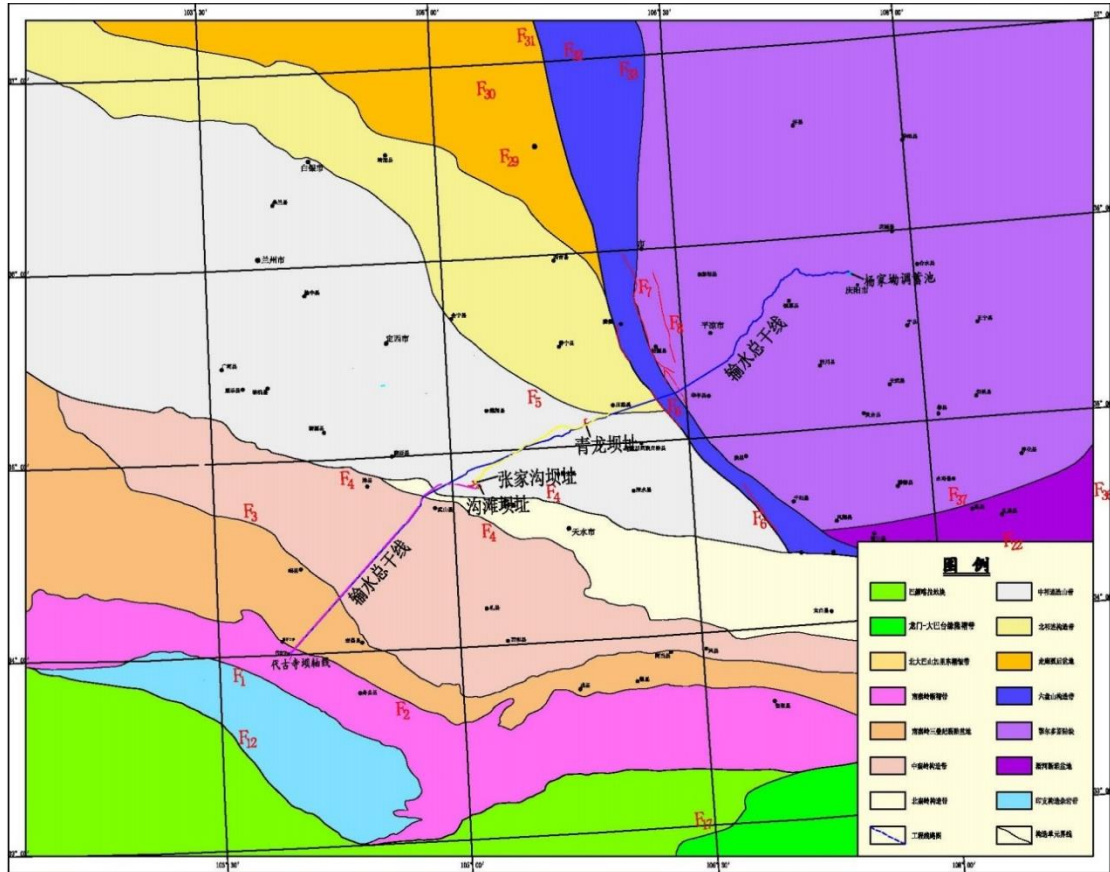


图 4.2-12 白龙江引水工程构造单元分区图

3) 褶皱

区内褶皱构造发育，尤其以西秦岭区最为显著。早古生代以前的地层，由于受到多期构造运动的叠加，原始地层受到构造作用破坏和肢解，原始褶皱构造遭到破坏，形态极不完整，南秦岭断褶带中有其显示，表现为北西西向的背斜，如白龙江复式背斜。南秦岭断陷盆地和南秦岭增生杂岩带在印支期发育线状褶皱，三叠系中原始褶皱保存较好。祁连造山带大部分被新时代地层覆盖，可识别的褶皱主要为白垩系、新生界内的开阔背向斜。鄂尔多斯地块中褶皱构造不发育。

4) 断裂

区域构造活动频繁，断裂十分发育，规模不等，种类繁多，构造单元主要受大断裂带所控制。对较大的断裂进行统计，位置如图 4.2-13，主要断裂分别描述如下：

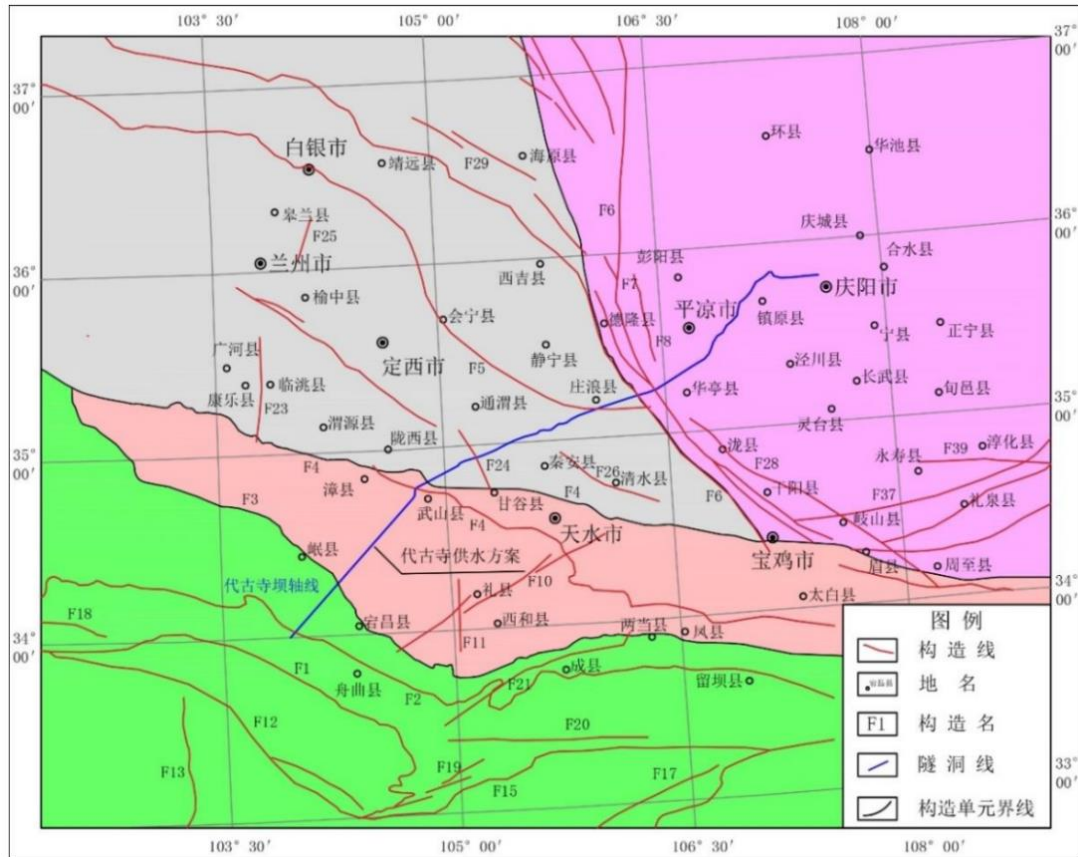


图 4.2-13 评价区主要断裂分布图

①白龙江断裂（F₁）

白龙江断裂为南秦岭增生杂岩带与南秦岭断褶带的边界断裂，西起尕海以南的西倾山，西段大致沿白龙江河谷发育，东段沿白龙江南侧延伸，东南端至陇南市武都区附近，全长约为 250km。断裂总体走向 NW290°，倾向 SW 或 NE，倾角 40°~70°，断层性质主要表现为逆冲（局部正断）兼具左旋走滑。断裂南侧为三叠系，北侧为志留系~石炭系，断裂破碎带宽度大于 200m。白云坝址位于白龙江断裂西段。

②光盖山-迭山断裂（F₂）

光盖山-迭山断裂带西起光盖山西段，向东沿迭山北缘大致 S70° E 的方向延伸，最东端可达武都以北的大悬里一带，长度约 250km。断裂东段由 3 条近平行断裂组成，分别是光盖山-迭山北缘断裂（又称尕海-腊子乡断裂）、坪定-化马断裂和舟曲断裂。3 条断裂近于平行分布，形成宽约 5~12km 的断层带。坪定-化马断裂以宕昌岷江为界分为东、西两段，西段的新活动性明显强于东段。断裂西段

线性特征明显，可见清晰的断层崖，不同期次的洪积扇上均有断层陡坎发育，晚第四纪以来有过明显的活动。

光盖山-迭山断裂为全新世活动断裂，沿断裂在舟曲附近曾发生公元前 186 年 7 级地震。

③合作-岷县-宕昌断裂（F₃）

合作-岷县-宕昌断裂从西端的合作以西开始，向东经过临潭、岷县至宕昌东南与礼县-罗家堡断裂交汇，构成一个向北突出的弧形构造，由数条规模不等、相互平行或斜列的断裂组合而成，断裂全长大于 250km。合作-岷县间，该断裂分为南、北两支，影响范围约 5~10km，在岷县东南一带，又合为一体，延至宕昌以南。总体呈 NWW-NW 向展布，倾向 NE，倾角 50°~70°。

断裂西段南支晚更新世至全新世以来活动明显，沿断裂普遍可见断错地貌现象。在阿子滩，可见醒目的断裂鞍状地貌及断裂陡坎；在果洛北也可见延伸长达 2~3km 的断陡坎；在新城镇断腰沟可见断层陡坎及一系列冲沟左旋错动现象；在贡恰一代形成反向坎、鼓包、断错山脊等断层地貌。

临潭-宕昌断裂为全新世活动断裂，临潭-宕昌断裂带的禾驼断裂为 2013 年 6.6 级岷县地震的发震断裂。

④西秦岭北缘断裂（F₄）

该断裂东自宝鸡，向西经过天水、漳县，直达太子山以西同仁附近，全长约 440km，为祁连造山带和西秦岭造山带的分界断裂。断裂早期以压性活动为主，中更新世以来为左旋走滑兼逆冲性质。大致可分为四段，其地质地貌特征和新活动性等有一定差异，分述如下。

天水段：东起宝鸡西至温家套，至少由三条断层组成，走向 NW290°，延伸 150km。断面北倾，倾角 60°~70°。该断层现代活动水平中等，弱震主要发生在社棠以西区段。历史记载 734 年曾发生 7 级地震，1885 年 6 级，1868 年及 1933 年先后发生过 4³/₄ 级地震。

武山段：东起温家套，西至鸳鸯镇，呈 NW290°，多向北倾，倾角 65°~80°，全长 75km。断裂切割上更新统地层。现代弱震密集分布在甘谷至鸳鸯镇西。历

史记载该段断层曾发生过多中强地震，如 128 年甘谷 6³/₄ 级地震，143 年甘谷 7.0 级地震等。

漳县段：东起盘古川，西至海甸峡常家南，走向 NW280°，延伸长 100km，多北东倾，倾角大于 60°。全新世以来平均走滑速率为 2.94±0.15mm/a，对断塞塘的探槽开挖结果，发现多期全新世的断塞塘淤泥沉积韵律，代表多次古地震事件。

锅麻滩段：东起常家南，西至同仁附近，走向 NW300°，延伸长约 200km。常家南至锅麻滩，有 70km 断层段在全新世早、中期有活动。曾于 1936 年发生过康乐 6³/₄ 级地震。

西秦岭北缘断裂为全新世活动断裂。

⑤会宁-庄浪逆冲断裂（F₅）

会宁-庄浪断裂北起会宁县，向南东至庄浪南侧，长度大于 160km，断裂两侧沉积建造及地貌特征明显不同。总体走向 NW310°，倾向 SW，倾角 30°~45°，性质以逆冲为主兼左旋。断裂通过地段，存在 10~30m 不等的构造带，造成岩石强烈破碎。该断裂属中祁连地块与北祁连造山带分界，断裂的地壳表浅层组成部分的反映，其形成于加里东末期，期后至喜山期再度复活，使前新近纪地层及花岗岩体逆冲于新近纪甘肃群之上。

该断裂由三条次级段右阶斜列而成，分北、中和南三段，晚第四纪有一定的新活动表现。断裂向南活动性逐渐减弱，主要为晚更新世活动。近代小震活动性不强。

会宁-义岗断裂为全新世活动断裂，Q₄ 以来水平滑动速率为 0.8~1.0mm/a，垂直滑动速率为 0.2mm/a。

⑥六盘山西麓断裂（F₆）

六盘山西麓断裂走向北北西，长度大于 75km，由两条近平行的断裂组成，分别为隆德县-韩店走滑逆冲断层和张易-刘家店逆冲断层，断层总体走向 NW320°~350°，倾向 NE，倾角 50°~70°。上盘地层为白垩系，下盘地层为古近系、新近系，存在宽 5~50m 不等的破碎带，带中主要为碎裂岩石及断层泥，下盘地层近断面处常因断层牵引而倒转，上盘地层常发育牵引背斜。

断层最新活动断错III级阶地，为晚更新世活动断裂。

⑦六盘山东麓断裂（F₇）

六盘山东麓断裂北起固原海子峡，南至泾源山寨并延至陇县幅境内。走向北北西~近南北向，全长约 120km，断裂倾向南西西~南西，倾角变化大，为 30°~75°。断层迹线波状弯曲，在黄林寨一带呈现舌状前锋特征，逆冲推覆于古近系之上；舌状前锋的倾角仅约 10°，两侧倾角约 25°。破碎带中充填有构造角砾岩及断层泥、碎粉，断面上可见清晰的擦痕和镜面，白垩纪地层逆冲于古近纪地层之上，断层崖沟地貌明显，沿线断层破碎带约 100m，断距可达 2000m。

六盘山东麓断裂为全新世活动断裂，最新活动一直延续至全新世。

⑧小关山东麓断裂（F₈）

小关山东麓断裂总体走向 NW350°，沿小关山东麓展布，断裂北起铺湾以北，向南经海子口、谢家寨、蒿店、向阳至沙南一带，长约 60km。为一条断面向西倾斜，倾角 50°~70°的逆断层。在三关口、红砂石梁附近，断层破碎带宽 30~50m，带内岩石呈碎裂状。上盘主要为下白垩统构成的小关山，下盘在断裂中段为第三系红层，南、北两段则发育于下白垩统地层中。

小关山断裂为早、中更新世断裂。

⑨马衔山-兴隆山断裂带（F₉）

马衔山-兴隆山断裂带西自兰州河口，沿马衔山、兴隆山向南东方向延伸至定西通安驿以东后呈隐伏状，全长约 150km。由四条近于平行的断裂组成，它们分别是兴隆山北缘断裂、兴隆山南缘断裂、马衔山北缘断裂、马衔山南缘断裂。影响宽度约 20km。断裂总体走向 NW310°~320°，倾向各异，一般北缘断裂倾向南，南缘的断裂则向北倾，倾角 50°~80°不等。

其中最为活跃的一条是马衔山北缘断裂，该断裂晚第四纪以来其力学性质已由原来的挤压逆冲为主转变为以左旋走滑为主兼具倾滑运动分量。马衔山南缘断裂、兴隆山南缘断裂和兴隆山北缘断裂等其它 3 条断裂均为其伴生的逆断裂，主要为晚更新世活动，全新世期间无新活动表现。

5) 区域构造稳定性及地震动参数

工程区横跨西秦岭造山带、祁连造山带和鄂尔多斯陆块三个Ⅱ级构造单元。西秦岭造山带内断裂发育，白龙江断裂、光盖山-叠山断裂、合作-岷县-宕昌断裂和西秦岭北缘断裂以及其分支断裂均为活动断裂。祁连造山带大部分被新生代地层覆盖，但区内隐伏断裂发育，其中会宁-庄浪逆冲断裂和通渭断裂具活动性，为发震断裂。鄂尔多斯陆块内六盘山构造带断裂发育，六盘山西麓断裂、东麓断裂和小关山断裂均为活动断裂；鄂尔多斯地块内部构造简单，地层水平，构造不发育。

工程区跨越龙门山地震带、六盘山-祁连山地震带和鄂尔多斯地震区。西秦岭造山带位于龙门山地震带内，属南北地震带中的一段，地震活动相当强烈，是青藏高原北部地震亚区主要强震活动带之一。祁连造山带和六盘山构造带位于六盘山-祁连山地震带内，内部活动断裂带多具有明显的左旋走滑和挤压逆冲的活动特征，沿这些断裂发生过强烈的地震活动。鄂尔多斯地块位于鄂尔多斯地震区，四周为正断~走滑断裂系所控制，是一地质构造比较稳定的地区。

按照《引调水线路工程地质勘察规范》区域构造稳定性分级表对区域各个分区构造稳定性进行评价：

西秦岭南端（岷县以南）地区地震动峰值加速度 $0.15g$ ，对应地震烈度Ⅶ度，工程区 $8km$ 范围内有多条全新世活动断裂发育，有 3 次 6.7 级地震活动，无明显区域重磁异常，综合判断，该区构造稳定差。

西秦岭北端及陇中、六盘山地区地震动峰值加速度 $0.15\sim 0.30g$ ，对应地震烈度Ⅶ度，输水工程沿线穿过多条全新世活动断裂，该区范围内有多次 $\geq 6^{3/4}$ 地震活动，无明显区域重磁异常，综合判断，该区构造稳定差。

陇东地区地震动峰值加速度 $0.05\sim 0.15g$ ，对应地震烈度Ⅶ度，工程区 $8km$ 内范围内无活断层发育，近场区无 >6 级地震活动，区内无重磁异常，综合判断，陇东地区构造稳定性较好。

陕北地区地震动峰值加速度 $0.05g$ ，对应地震烈度Ⅵ度，工程区 $8km$ 内范围内无活断层发育，近场区无 >4.7 级地震活动，区内无重磁异常，综合判断，陕北地区构造稳定性好。

(7) 评价区水文地质

1) 总干线工程

六盘山前段:

根据区域水文地质单元划分,六盘山前段输水总干线先后穿越四个水文地质单元,各单元水文特征主要受地层岩性、地质构造控制。

南秦岭浅变质含水单元 (I):

含水单元分布于白龙江北侧至三叠系盆地边缘结束,地层岩性主要为板岩、灰岩及泥灰岩等。根据地下水类型,主要分别为第四系+风化岩孔隙潜水、基岩裂隙水两部分。分述如下:

①第四系+风化岩孔隙潜水

孔隙潜水主要沿山体浅表层分布,主要接受大气降水及雪融水补给,沿基岩、覆盖层接触面顺势向白龙江或临近沟谷排泄。

②基岩裂隙水

含水单元主要受断层及岩性控制。同一地层中的地下水,不一定具有统一的地下水位和统一的水力联系,完全有可能形成许多相对独立的含水系统;透水性常显示出明显的各向异性。浅部岩体的透水性和赋水性相对较强,向深部表现为由强→弱→极微弱透水与非含水的变化规律,岩体渗透性与地应力环境之间存在着相关关系。含水体主要接受上部孔隙潜水补给,沿构造破碎带或裂隙发育部位向临谷排泄。

南秦岭断陷盆地含水单元 (II):

该含水单元主要分布于三叠系断陷盆地内,受后期挤压作用,山体隆起呈分水岭核部。地层岩性主要为砂板岩、粉砂质灰岩及角砾状灰岩,岩体属弱-中等富水性。根据地下水类型,主要分为第四系+风化岩孔隙潜水、基岩裂隙水两部分。分述如下:

①第四系+风化岩孔隙潜水

孔隙潜水主要沿山体浅表层分布,主要接受大气降水及雪融水补给,沿基岩、覆盖层接触面顺势向草滩沟、秋未河等沟谷排泄。

②基岩裂隙水

主要富存于三叠系灰岩、板岩及砂岩中，岩体富水性弱-中等，地表测绘成果表明岩体溶蚀作用不甚明显。构造不发育，含水单元主要受岩性控制，板岩透水性弱，多为隔水层。含水体多为灰岩地层，主要接受上部孔隙潜水补给，沿构造破碎带或裂隙发育部位向临谷排泄。其发育规律同 I -②，水体透水性具有明显的各向异性。

中秦岭含水单元：

该含水单元主要为合作-岷县-宕昌断裂以北，至渭河谷地段。单元内地层时空跨度大，古生代-新生代地层均有所出露，岩性复杂。按地下水类型主要分为第四系+风化岩孔隙潜水、基岩裂隙水及碳酸盐岩溶水三部分。

①第四系+风化岩孔隙潜水

孔隙潜水主要沿山体浅表层分布，主要接受大气降水及雪融水补给，沿基岩、覆盖层接触面顺势向申都河、榜沙河及渭河等深切河谷排泄。该类型地下水多沿山势排泄给临谷，季节性变动大，对隧洞稳定性影响不大。

②基岩裂隙水

碎屑岩裂隙水（D-J）

主要富存于砂岩、板岩、灰岩等岩体中，岩体富水性弱-中等。构造发育，区内断层较发育，含水单元主要受地层及构造控制，构造发育使其与上部孔隙潜 waters 水力联系密切。

白垩系及新近系裂隙水

主要富存于白垩系及新近系泥岩及砂砾岩，岩体富水性较弱。含水单元主要接受上部孔隙潜水补给，地下径流受岩性及构造控制。

碳酸盐岩溶水

主要富存于三叠系及二叠系灰岩中，岩体属中等富水性。区内构造作用不发育。地表测绘及钻探成果反映，溶蚀主要以溶孔及溶坑为主，后期泥质物紧密充填。洞室总体位于地下水位以下。含水单元主要受岩性及构造控制，接受上部孔隙潜水补给，沿溶蚀裂隙或构造向其它含水单元或临谷排泄。

陇中含水单元：

评价区地处黄土高原水文地质区，为干旱、半干旱气候，以干旱缺水为基本特征。主要河流有渭河、散渡河及清溪河，流量受季节控制显著，均属黄河水系。潜水是区内主要的地下水资源，受气候、水文因素影响，其动态的季节性变化比较明显。

①基岩裂隙水

分布在葫芦河群（Pt₂₋₃Hl）、李子园群（Pz₁Lz）片岩、片麻岩及海西期花岗岩内的地下水。主要通过岩体表面的风化裂隙和构造裂隙接受大气降水的入渗补给，并在沟谷上游接受雨洪、沟谷潜水的补给，总体由高处向较低方向径流，一部分以泉水形式排泄转化为地表水，另一部分则径流补给岩溶裂隙水。但由于评价区内基岩胶结较好，节理裂隙中等发育，总体以弱富水为主。

②碳酸盐岩类岩溶裂隙水

指赋存于大理岩溶蚀裂隙及溶洞中的地下水，主要通过大理岩裸露区的溶蚀裂隙及溶洞等通道接受大气降水的入渗补给，并在沟谷上游地段接受沟谷洪流、沟谷潜流及基岩裂隙水的补给，沿溶蚀裂隙及溶洞等集中通道由高处向低处径流，径流距离较短，无人工开采时补排处于天然状态，其主要排泄方式是在地形低洼处、断裂带不同岩性接触部位以泉的形式排泄或转化为碎屑岩类孔隙裂隙水和河（沟）谷松散岩类孔隙水。

评价区内大理岩仅在 DZ-4#隧洞进口处零星出露，总体富水性弱。

③碎屑岩类孔隙裂隙水

指赋存于新近系底部碎屑岩内孔隙、裂隙中的地下水，其中含水层岩性为细砂岩及泥质砂岩，泥岩、砂质泥岩为隔水层。地表为西高东低的丘陵地带，地层中普遍贫水，富水性弱。碎屑岩类孔隙水主要接受基岩裂隙水和岩溶裂隙水的径流补给，另外还接受大气降水的入渗补给，目前主要排泄方式是向下的径流排泄。

目前测绘及钻探勘察并未完全揭穿该组地层，钻孔中未见地下水，地表中无相关泉水出露。

④黄土孔隙潜水

广泛分布于黄土梁峁区及沟脑掌形洼地中，其底板为微密实的新近系泥岩及其以前形成的基岩，饱气带为垂直渗透性能很好的上更新统风积马兰黄土（ Q_3^{col} ）。水位埋深及含水层厚度各地差异较大，富水性弱。黄土孔隙潜水主要接受大气降水的入渗补给，其主要特征是黄土孔隙含水、裂隙导水和潜水水平运移滞缓，径流距离短，仅数百米，含水层常被冲沟切割而以泉水形式排泄于沟谷或直接补给下覆基岩裂隙水。

⑤河（沟）谷冲洪积层孔隙潜水

主要分布于渭河、散渡河、清溪河的河床、沟漫滩及阶地等富水带中，含水层由松散的冲洪积相砂、砾、卵石等构成，新近系泥岩为其隔水底板。沿河谷平原区以冲积物为主的地段，含水层厚度大，粒度粗，泥质含量小，富水性强，单孔涌水量较大，富水性强。河（沟）谷潜水除接受大气降水的入渗补给外，也接受地表水及雨水的入渗补给，部分地段还有渠系和灌溉水的入渗补给。虽然在不同河段地表水与地下水相互转化，但地下水总的径流方向是从上游向下游。目前仅有少量开采做为饮用水源，蒸发和径流排泄为其主要排泄方式，地下水补排处于天然平衡状态。

六盘山后段

受地形地貌及含水层岩性等因素影响，区内地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水和碎屑岩类裂隙孔隙水等。

①第四系松散岩类孔隙水：

河谷区孔隙潜水：主要分布于泾河、洪河、茹河、蒲河、黑河等河漫滩、河流各级阶地、支流沟口冲洪积扇堆积层。含水层岩性主要为砂砾卵石，地下水水位埋深较浅，水位埋深在河漫滩及一级阶地小于 5m，二级阶地为 5~15m，在泥石流体上水位埋深 10~40m，含水层的富水性主要受含水层厚度控制，厚度大，富水性好，反之，富水性差。该类地下水受大气降水及梁峁、残塬区孔隙潜水的补给，向河道及其下游排泄，与河水呈互补关系。水质类型、矿化度及硫酸根离子含量基本与各流域地表水质一致，水质对砷一般无腐蚀性。

②黄土孔隙潜水及斜坡堆积层潜水：

主要分布于六盘山以东的陇东地区，地貌以黄土丘陵、黄土塬为主，黄土区水流侵蚀严重，沟壑发育，相对高差一般 50~200m，切割较强烈，地表水系不发育，多为季节性沟谷。地下水主要赋存于黄土梁峁及塬区黄土中，含水层主要为老黄土(午城黄土)底层的砂砾石层。以黄土潜水、沟谷第四系潜水为主。含水层在塬区分布较连续，梁峁区多呈零星不稳定状态，一般富水性差。地下水具水位埋深大，含水层薄，水量小，水质差，迳流循环缓慢等特点。该类地下水受大气降水补给，向下伏地层排泄转化为基岩裂隙水或在冲沟中以泉水形式排出。陇东黄土区地下水水质类型以 HCO_3^- - SO_4^{2-} - Ca^{2+} 、 Cl^- - HCO_3^- - K^+ + Na^+ - Ca^{2+} 为主，矿化度 0.30~1.15g/L， SO_4^{2-} 离子含量为 52.7~243.99mg/l， Cl^- 离子含量为 14.51~276.94mg/l，PH 值为 7.33~8.01，属淡水~低矿化度微咸水。环境水对砼一般无腐蚀性，蒲河段地下水对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。陇东地区普遍下伏白垩系地层，是构成鄂尔多斯盆地基低的主要地层，部分地下水从基岩接触面流出形成泉水，或从黄土滑坡后缘流出形成泉水，水量较小，可供当地群众生活饮用，味咸，水质较差。

③碎屑岩类裂隙孔隙水：

碎屑岩类裂隙孔隙水普遍发育，分布于庄浪至华亭的大部分地区，山势陡峭、沟壑发育，地表水系较发育。大气降雨是基岩地下水的唯一来源，地下水没有统一的水位，随地貌差异变化很大，不同地段含水介质岩性有较大差异，地下水主要赋存于基岩裂隙、断裂带、岩石孔隙中，地下水补给来源主要为大气降水，沿裂隙径流，流程短，主要排泄于沟谷地带。较大沟谷和河谷中赋存松散岩类孔隙水，含水层主要为砂砾卵石、中粗砂，地下水埋深一般 1~5m，该区地下水的矿化度一般 0.5~1.5g/L。地下水多受节理裂隙发育程度与大气降水控制，以补给沟水及下降泉形式排泄，水质对砼一般无腐蚀性。

六盘山区地下水水质类型主要为 HCO_3^- - Ca^{2+} - Mg^{2+} 、 Cl^- - HCO_3^- - K^+ + Na^+ ，矿化度 0.31~0.85g/l， SO_4^{2-} 离子含量为 16.10~174.27mg/l， Cl^- 离子含量为 10.55~316.50mg/l，PH 值为 7.54~9.12，属淡水~低矿化度微咸水。水质较好，对普通砼无腐蚀性。

总干线隧洞工程不同水文地质条件描述如下：

DZ-1#隧洞

隧洞穿越 I-2、I-3、I-4 三个水文地质单元，各水文地质单元地下水的类型、富水程度和对隧洞的影响差别较大。按水文地质单元对隧洞进行分段，见表 4.2-23。

表 4.2-23 隧洞各水文地质单元地下水类型特征表

水文地质单元	分布位置	主要地层	地下水类型	构造发育情况	水位与隧洞关系
I-2	西秦岭南坡段	S、D	基岩裂隙水、断层脉状水	构造发育，3条断层	水位之下
I-3	西秦岭主峰段	T	基岩裂隙水、断层脉状水、碎屑岩类裂隙孔隙潜水	9条断层	水位之下
I-4	西秦岭北坡段	D、C、P、J、K	碳酸盐岩类岩溶裂隙水、基岩裂隙水、断层脉状水、碎屑岩类裂隙孔隙潜水	23条断层	基本位于水位之下

①I-2

隧洞穿越西秦岭南坡段，岩性主要为板岩、灰岩及泥灰岩等。地下水类型主要为基岩裂隙水，岩体富水性弱。发育 F₉₁₋₁、F₉₁ 和 F₂ 三条断层，断层内发育有脉状水。含水层多为灰岩地层，主要接受大气降水补给，沿构造破碎带或裂隙发育部位向邻谷排泄。

②I-3

西秦岭主峰附近，岩性主要为三叠系砂岩、板岩、粉砂质灰岩、角砾状灰岩以及砂砾岩，岩体属弱-强富水性。地下水类型主要为基岩裂隙水、断层脉状水和碎屑岩类裂隙孔隙潜水。地质测绘成果显示，该区域主要构造为紧闭褶皱，岩体溶蚀作用不明显。含水单元主要受岩性控制，板岩透水性弱，多为隔水层。含水层多为灰岩地层，主要接受大气降水补给，沿构造破碎带或裂隙发育部位向邻谷排泄。

其中秦岭主峰以北哈达铺附近地表覆盖大量白垩系地层，岩性为砂岩、砾岩及泥质岩。地下水类型为碎屑岩类裂隙孔隙潜水，岩体富水性强。由于该段处于构造单元边界，岩体完整性差，含水层与上部孔隙潜水水力联系较强。

③I-4

西秦岭北坡段单元内地层时空跨度大，古生代-新生代地层均有所出露，岩性复杂。按地下水类型主要分为基岩裂隙水、断层脉状水、碎屑岩类裂隙孔隙潜水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水。

隧洞穿越泥盆系、石炭系及二叠系地层中，岩性主要为砂岩、板岩、灰岩等，地下水类型为基岩裂隙水、断层带脉状水，岩体富水性弱-中等，含水层主要受地层及构造控制，构造发育使其与上部孔隙潜水水力联系密切。

隧洞穿越二叠系灰岩地层段，构造作用不发育，根据地表测绘及钻探成果，溶蚀主要以溶孔及溶坑为主，泥质物紧密充填。地下水类型为碳酸盐岩溶水，岩体属中等富水性。隧洞位于地下水位以下。含水层主要受岩性及构造控制，接受上部孔隙潜水补给，沿溶蚀裂隙或构造向其它含水单元或邻谷排泄。

隧洞出口段穿越岩性为白垩系砂砾岩，构造作用不发育。地下水类型为碎屑岩类裂隙孔隙潜水，岩体富水性较弱，隧洞位于地下水位以下。含水层主要接受大气降水补给，地下径流受岩性及构造控制。

DZ-2#隧洞

隧洞沿线岩性为白垩系下统磨沟组砖红色疏松砂岩（一种砖红色弱胶结砂岩，颗粒大小均匀，成岩差），隧洞基本位于地下水位以上。地下水类型有松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙孔隙潜水，黄土层潜水分布在沿线的黄土层中，碎屑岩类裂隙孔隙水分布在白垩系砂岩中。

隧洞围岩岩性主要为白垩系下统磨沟组砖红色疏松砂岩，构造作用不发育。地下水类型主要为碎屑岩类裂隙孔隙潜水，岩体富水性较弱，隧洞基本位于地下水位以上。地下水主要接受大气降水补给，向河谷中排泄。

DZ-3#隧洞

隧洞沿线地下水类型有松散岩类孔隙水、碎屑岩类裂隙孔隙潜水和碳酸盐岩类岩溶裂隙水。松散岩类孔隙水分为两种，其中黄土层潜水分布在沿线的黄土层中，河谷砂砾石层潜水主要分布在榜沙河的支流和冲沟中。碎屑岩类裂隙孔隙水主要指白垩系至新近系红层中的地下水，隧洞沿线广泛分布。碳酸盐岩类岩溶裂

隙水主要为二叠系大关山组灰岩地层。地下水主要接受大气降水补给，向榜沙河及其支流排泄。

DZ-4#~19#隧洞

沿线地下水类型主要为第四系松散层孔隙潜水及基岩裂隙水，局部新近系中含有承压水。第四系松散层孔隙潜水分两种，其中黄土层潜水分布在沿线的黄土层中，河谷砂砾石层潜水主要分布在支流和冲沟中。碎屑岩类裂隙孔隙水主要指白垩系至新近系红层中的地下水，隧洞沿线广泛分布。

ZQ-1#隧洞

ZQ-1#隧洞位于六盘山水文地质区，以六盘山主脊为界，东为泾河水系，西为渭河水系。六盘山山脉沟谷发育，植被覆盖较好，降雨量大，地表水量较为丰富。沿线地下水主要赋存于残坡积孔隙、基岩风化壳及节理裂隙(构造)中，地下水类型主要分为第四系孔隙水及基岩裂隙水。

ZQ-1#隧洞地层岩性主要为白垩系砂岩、砂砾岩为主的碎屑岩，多夹泥质砂岩。其岩块自身致密较坚硬，孔隙不发育，多具有阻水功能，但因其内部密集发育各种不同成因和规模的节理裂隙，包括层面等结构面的切割，除了深部较完整~完整岩体外，其自身阻水功能有限。其含水介质分为由层面构造和层面大角度相交的节理形成的层状网格状裂隙含水体和松散堆积层含水体。隧洞构造特征为一平缓的背斜、向斜构造，总体岩层倾向北东。其背斜东翼产状较陡，岩层层面发育，呈薄层~中厚层状；其向西翼岩层逐步过渡到中厚层~巨厚层状，岩层产状趋于平缓。在构造上具备向斜核部蓄水构造特征。

水文地质条件受地质构造及地层岩性透水性的影响，含水性差异较大，含水层主要有古近系、白垩系砂砾岩，三叠系砂岩、砂砾岩，第四系底部等，分述如下：

①古近系砂岩、砂砾岩中的地下水主要赋存于庄浪县东南部颌崖~王崖一带（桩号 17+660~21+250 段）岩体中。钻孔地下水位观测，2 个钻孔中有 1 个钻孔观测到承压水，承压水头约 280m，水量 0.01L/S。据钻孔压水试验资料，微风化~新鲜岩体透水率在 1.7~3.2lu 之间，属弱透水岩体。该段岩体为单斜构造，岩层倾向低缓地带，推测地下水为单斜构造的基岩裂隙承压水，主要受大气降水

补给，以泉水形式向沟谷排泄或补给第四系潜水。据估算钻孔单位出水量 $0.01 \sim 0.03 \text{ (m}^3/\text{h}\cdot\text{m)}$ ，该段为贫水区，局部为弱富水区。

②白垩系砂砾岩中的地下水主要赋存于王崖～花崖河一带（桩号 21+250～24+590 段）岩体中，花崖河以东白垩系岩体中地下水一般赋存于基岩浅表层。岩体呈中厚层状结构，裂隙不甚发育，较完整。据钻孔地下水观测，4 个钻孔中有 2 个钻孔观测到两层承压水，BZK04 钻孔承压水头分别为 80m、274m，最大出水量 $3.1\text{m}^3/\text{h}$ ；BZK108 钻孔承压水头分别为 76m、293m，最大出水量 $14.4\text{m}^3/\text{h}$ ，在孔深 74.9～77.3m、291～295m 段以砂砾岩为主，胶结较差；其顶底面为砂岩，岩体完整，为相对隔水层。承压水富水区主要分布在王家崖河一带，据估算钻孔 BZK108 单位出水量 $3.6 \text{ (m}^3/\text{h}\cdot\text{m)}$ ，为弱富水区。物探显示在花崖堡子向斜核部地段以及六盘山断裂带附近均有明显的低阻带，推断该低阻带为中等以上富水区，隧洞桩号 28+667～29+519、39+687～40+963 段穿越或邻近该含水带。其余地段弱风化岩体以下地下水活动轻微，稳定水位一般在基岩浅表层。根据 BZK108、BZK109 孔压水试验资料，白垩系岩体透水率 $1.7 \sim 3.8\text{lu}$ ，属弱透水岩体。可见岩体透水性差异较小，白垩系砂砾岩岩体中局部赋存承压水，大部分地段有地下水，但属贫水区，水量不丰。该区段地下水主要受大气降水补给，以泉水的形式排泄地表或补给第四系潜水。

③三叠系岩体中的地下水主要赋存于盘坡村～傅家沟一带（桩号 52+330～56+846 段）强～弱风化岩体及断层破碎带中。岩性为砂岩、砂砾岩、砾岩。岩体中裂隙较发育，岩体完整性差。根据对 2 个钻孔地下水位观测，弱风化岩体以下基本无地下水，稳定水位一般在基岩浅表层。根据钻孔压水试验资料，透水率在 $0.6 \sim 1.4\text{lu}$ 之间，属微～弱透水岩体。据估算钻孔单位出水量 $0.01 \sim 0.02 \text{ (m}^3/\text{h}\cdot\text{m)}$ ，大部分砂岩为贫水区，但在断层破碎带及裂隙密集区，地下水较丰富，一般为弱富水区。岩体中的地下水为基岩裂隙水，主要受大气降水补给，以泉的形式排泄于地表或补给第四系含水层。

④震旦系、寒武系岩体中的地下水主要赋存于方家山～安庄子一带（桩号 43+200～48+900 段）强～弱风化岩体及断层破碎带中。岩性为灰岩、绿片岩夹石英砂岩，岩体裂隙较发育，完整性差。根据对 3 个钻孔地下水位观测，震旦系

灰岩有基岩裂隙水，稳定水位在断层破碎带附近，根据钻孔压水试验资料，透水率在 $3.5\sim 8.4\text{lu}$ 之间，属弱透水岩体，据估算钻孔单位出水量 $0.04\text{ (m}^3/\text{h}\cdot\text{m)}$ ，为贫水区。寒武系地层中未观测到地下水，据钻孔压水试验资料，透水率在 $0.5\sim 5.8\text{lu}$ 之间，属弱透水岩体。岩体中的地下水为基岩裂隙水，主要受大气降水补给，以泉的形式排泄于地表或补给第四系含水层。

ZQ-2 隧洞

ZQ2#隧洞位于六盘山水文地质区，为泾河水系。区内沟谷发育，植被覆盖较好，降雨量大，地表水量较为丰富。沿线地下水主要赋存于第四系下部、基岩风化带、断层及节理裂隙中，地下水类型主要分为第四系孔隙水及基岩裂隙水。地下水的补给来源为大气降水和地表水，地表的上覆松散含水层主要接受大气降水补给，同时也受局部地表水的补给。地下水汇水面积较大，虽然本区有较丰沛的降水，但大气降水多沿地表径流流失，有效垂直下渗有限，导致各含水层总体富水程度较弱。地下水的补给范围一般限于分水岭地段，地下水循环条件好，途径段，流速快，沟脑常以下降泉的形式排泄于沟谷或山坡下，补给地表水。

水文地质条件受地质构造及地层岩性透水性的影响，含水性差异较大。ZQ-2#隧洞构造特征表现为一背斜构造，变形较剧烈，断裂发育，隧洞走向与背斜枢纽大角度相交，两翼岩层倾角 $30\sim 65^\circ$ ，不利于地下水的贯通，仅在褶皱核部及断层破碎带部位富水性较好。含水岩性主要有三叠系砂岩、砂砾岩，二叠系砂岩、砂质泥岩，震旦系、寒武系灰岩，第四系中更新统底部砂砾石或离石黄土。隧洞钻孔地下水特征按地层岩性将其水文地质特征分述如下。

①三叠系岩体中的地下水主要赋存于堡子湾～马生湾一带强～弱风化岩体及断层破碎带中。岩性为砂岩、砂砾岩、砾岩。岩体中裂隙较发育，岩体较完整。根据 4 个钻孔地下水位观测，有 1 个钻孔观测到了承压水，其余地下水主要分布在基岩浅表层风化带内。根据钻孔压水试验资料，透水率在 $2.3\sim 10.4\text{lu}$ 之间，属弱～中等透水岩体，大部分砂岩为贫水区，但在断层破碎带及裂隙密集区，地下水较丰富。钻孔 BZK09 在 $83.06\sim 84.16\text{m}$ 深度处断层破碎带有承压水，承压水头 59.5m ，水量较小，因此断层破碎带及裂隙密集区相对富水。岩体中的地下

水为基岩裂隙水，主要受大气降水补给，以泉的形式排泄于地表或补给第四系含水层。

②二叠系岩体中的地下水主要赋存于芦子湾～石银子沟、红庄子～张家庄一带强～弱风化岩体及断层破碎带中。岩性为砂岩、泥质砂岩、泥岩。岩体中裂隙较发育，岩体较完整。根据 2 个钻孔地下水位观测，地下水主要分布在基岩浅表层风化带内。根据钻孔压水试验资料，透水率在 1.4～2.8lu 之间，属弱透水岩体，大部分基岩为贫水区，但在断层破碎带及裂隙密集区，地下水较丰富。岩体中的地下水为基岩裂隙水，主要受大气降水补给，以泉的形式排泄于地表或补给第四系含水层。

③震旦系、寒武系岩体中地下水主要赋存于大台子～白杨沟一带褶皱核部及断层破碎带中。岩性以灰岩、白云质灰岩为主。岩体中裂隙发育，岩体完整性差。根据 2 个钻孔地下水位观测，有 1 个钻孔观测到了承压水，另一个为基岩裂隙水，完整岩体具弱透水性。钻孔 BZK10 在 176～178m 深度处断层破碎带有承压水，承压水头 30.5m，水量较小，因此断层破碎带及裂隙密集区相对富水。岩体中的地下水为基岩裂隙水，主要受大气降水补给，以泉的形式排泄于地表或补给第四系含水层。

ZQ-3#隧洞

隧洞沿线地表水系不发育，多为季节性沟谷，地下水主要以黄土潜水、沟谷第四系潜水为主。梁峁区黄土一般富水性很差，部分洼地、掌形地黄土富水性较好，水位变化较大，地下水由塬中心向塬边径流。

ZQ-4#隧洞

隧洞沿线地表水系不发育，多为季节性沟谷，地下水主要以黄土潜水、沟谷第四系潜水为主。梁峁区黄土一般富水性很差，部分洼地、掌形地黄土富水性较好，水位变化较大，地下水由塬中心向塬边径流。

ZQ-5#~8#隧洞

隧洞沿线被风积黄土覆盖，围岩岩性主要为离石黄土，无地下水活动。

ZQ-9#隧洞

隧洞沿线地表水系不发育，多为季节性沟谷，地下水主要以黄土潜水、沟谷第四系潜水为主。梁峁区黄土一般富水性很差，部分洼地、掌形地黄土富水性较好，水位变化较大，地下水由塬中心向塬边径流。

ZQ-10#隧洞

隧洞穿越黄土峁，围岩岩性主要为离石黄土，无地下水活动。

ZQ-11#隧洞

隧洞穿越深腰峁附近的黄土梁峁，隧洞岩性主要为离石黄土，局部地下水活动微弱。

ZQ-12#~36#隧洞

隧洞穿越黄土梁峁，围岩岩性主要为离石黄土，无地下水活动。

2) 干线工程

天水一干线

评价区地下水类型根据赋存条件分为基岩裂隙水和第四系孔隙潜水两类。

基岩裂隙水：

基岩裂隙水主要赋存于元古界秦岭岩群、古生界李子园群、鸳鸯镇和关子镇蛇绿岩层、泥盆系上统大草滩组、白垩系及新近系的断层、裂隙中，接受大气降水补给向地层深部运移，在沟底以泉水形式补给河水，最终排泄于渭河及其各支流。根据收集资料，基岩裂隙水水质较好，对混凝土无腐蚀性。

第四系孔隙潜水：

第四系松散层赋予和运移于渭河及其支流的现代河床和河漫滩、冲洪积扇及崩坡积堆积体内，接受大气降水和地表水的补给，排泄于渭河河谷，地下水位随季节变化而变化。根据附近工程收集资料，渭河河谷区地下水水质总体良好，对混凝土不具腐蚀性或具微弱腐蚀性；藉河河谷区地下水水质良好，对混凝土无腐蚀性。

天水二干线

评价区地下水类型根据赋存条件分为基岩裂隙水和第四系孔隙潜水两类。

基岩裂隙水主要赋存于元古界、古生界及侵入岩裂隙中，接受大气降水补给向地层深部运移，在沟底以泉水形式补给河水，最终排泄于水洛河、清水河、后川河、樊河及汤峪河河谷内。第四系孔隙潜水赋予和运移于现代河床和河漫滩、冲洪积扇及坡残积堆积体内，接受大气降水和地表水的补给，排泄临近河谷，地下水位随季节变化而变化。

平凉一干线

评价区通过策底河、南川河、汭河、黑河及其两岸支沟，均常年流水；地下水类型主要为河谷区松散岩类孔隙潜水，分布于河漫滩、河流阶地底部，地下水水位埋深较浅，主要受河水补给。

延安干线

评价区地下水类型按赋存介质可分为第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。地下水的赋存和分布规律主要受地形地貌、地层岩性和地质构造条件控制，分述如下：

第四系孔隙潜水：

根据赋存介质可分为第四系冲洪积堆积层和第四系风积堆积层。

第四系冲洪积堆积层主要分布于线路沿线河漫滩及两岸阶地。河谷含水层主要为全新统冲洪积砂砾石及砾石，富水性一般较好，主要受上游径流及大气降水补给，向两岸或下游河谷排泄；漫滩地下水位一般高于设计建筑物底板，一、二级阶地大部分地段水位低于设计建筑物底板。

第四系风积堆积层分布较为广泛，工程沿线均有分布，主要为风积、风洪积的黄土、黄土状壤土，富水性较差-差，主要受大气降水及后缘基岩裂隙水补给，向塬边排泄。

基岩裂隙水：

根据赋存介质可分为新近系含水岩组、沉积岩裂隙含水岩组。

新近系含水岩组，工程区沿线均有分布，棕红色，较致密、坚硬，棱形网状、碎块状结构，含水层含泥量较高、多微胶结且已轻度风化，砂岩泥质胶结，砂质泥岩质硬，富水性差。

沉积岩含水岩组，主要分布于白垩系和侏罗系地层中，赋存于强～弱风化岩体及构造裂隙中。主要受大气降水及上覆松散岩层的潜水补给，多以下降泉的形式出露于河谷两岸以及各支沟，并向河谷方向排泄。

隧洞沿线常流水沟道多以两岸地下水补给河水为主，地下水埋深 5～200m，大部分位于洞顶以上；压力管道段线路主要沿一级阶地布设，阶地高出河谷 2～8m，地下水埋深 2～4m，管基大部分位于地下水位以下。

4.2.3 地表水环境质量现状

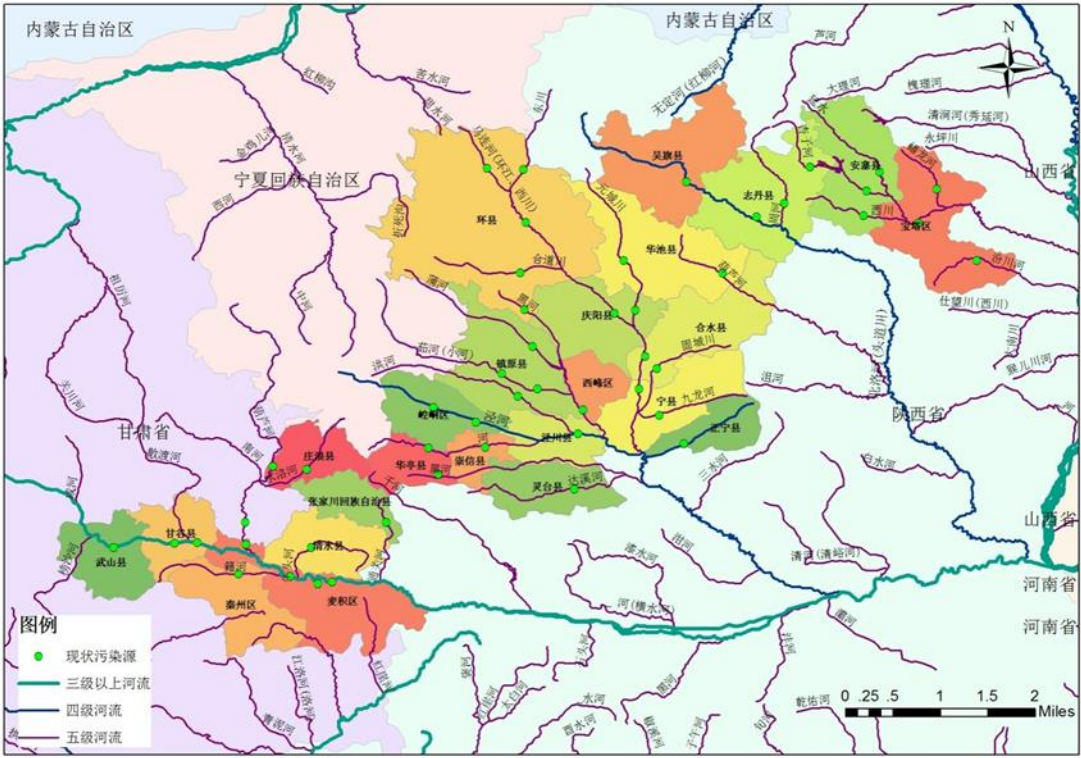
4.2.3.1 污染源现状

本次污染源调查以受水区水资源公报、统计年鉴为主，充分利用甘肃省、陕西省污染源普查成果，以区县乡镇为调查单元，调查按照污染源、入河排污口、纳污水域的对应关系开展，明确影响功能区水质的主要入河排污口及污染物排放量。

①调查方法：本次污染源以受水区水资源公报、统计年鉴为主，充分利用甘肃省、陕西省污染源普查成果。

②调查内容：调查内容包括污水排放量、主要污染物排放量，污染源类型包括工业污染源、城镇生活污染源、农村生活污染源、畜禽养殖源、农业面源和城市径流。

③调查项目：化学需氧量、氨氮、总氮、总磷，受水区点污染源分布见图 4.2-14。



(1) 受水区污染物排放总体状况

根据污染源调查核算，2019 年受水区污染物入河情况见表 4.2-24，各污染物所占比例见图 4.2-15。

表 4.2-24 各污染源污染物入河情况

污染分类	污染来源	污水量(万 t/a)	COD(t/a)	NH ₃ -N(t/a)	TN(t/a)	TP(t/a)
点源	工业源	1585.82	1933.79	75.52	64.14	5.15
	城镇生活源	10193.05	9278.85	384.38	522.14	47.08
	小计	11778.87	11212.64	459.90	586.28	52.23
面源	农业源		4633.60	69.83	251.73	34.90
合计		11778.87	15846.25	529.72	838.01	87.13

注：参照《甘肃省第二次污染源普查成果》，农业源包括种植业、水产养殖业、畜禽养殖场三部分。

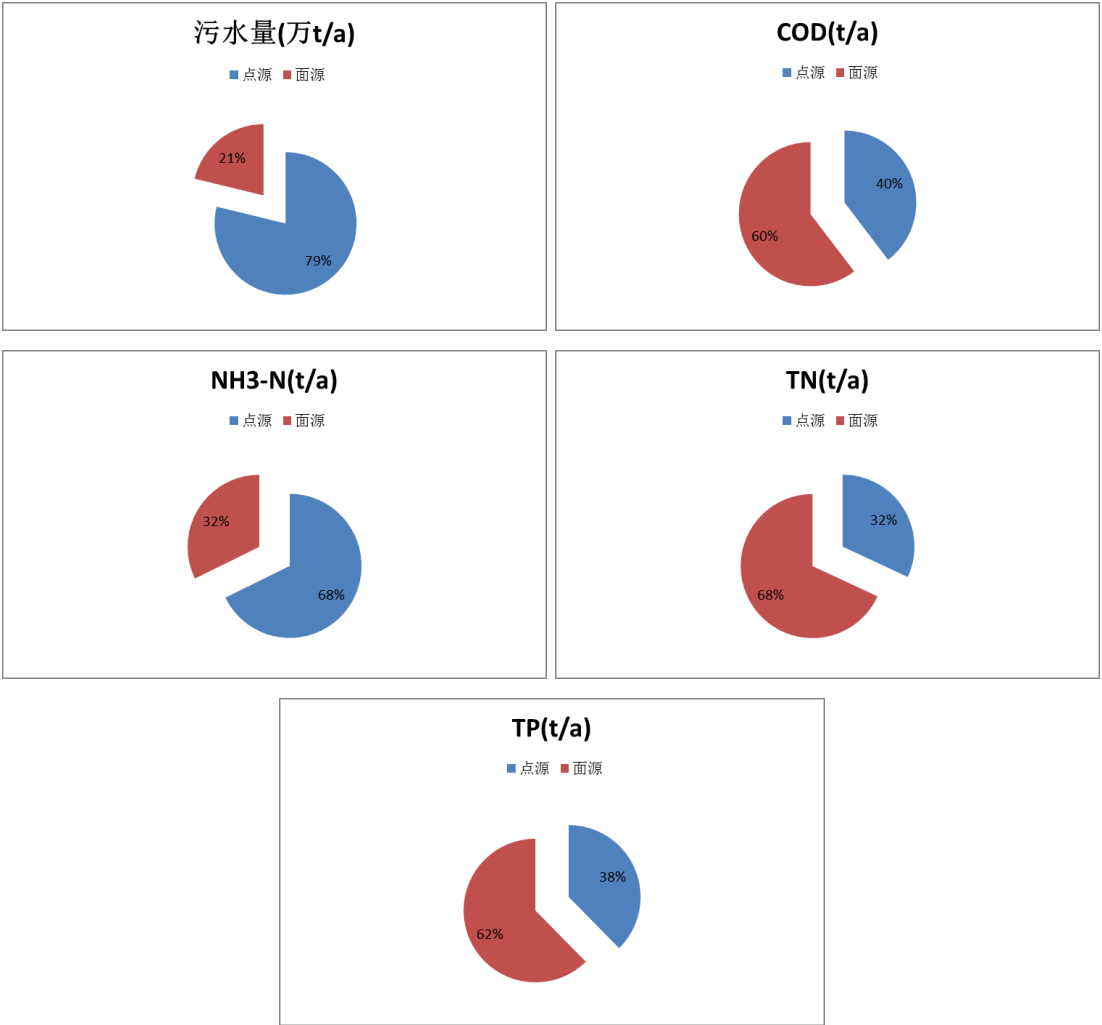


图 4.2-15 各污染物所占比列示意图

2019 年白龙江引水工程受水区的污水量为 11778.87 万 t，其中工业废水排放量为 1585.82 万 t，城镇生活污水排放量为 10193.05 万 t。从各污染源污染物入河情况来看，化学需氧量、氨氮、总氮、总磷入河量分别为 15846.251t、529.72t、838.01t、87.13t。

甘肃省天水市、平凉市和庆阳市以及陕西省延安市受水区污染物入河情况见表 4.2-25。

表 4.2-25 受水区各县区污染物入河情况污染物排放现状

市	区县	废水量 (万吨/年)	COD (吨/年)	氨氮 (吨/年)	TN (吨/年)	TP (吨/年)
天水市	秦州区	766.0	897.3	23.1	60.4	6.2
	麦积区	688.6	2141.5	25.1	77.1	7.9
	武山县	649.4	737.1	18.7	54.7	5.8
	甘谷县	829.1	957.4	23.5	70.3	7.6

市	区县	废水量 (万吨/年)	COD (吨/年)	氨氮 (吨/年)	TN (吨/年)	TP (吨/年)
	清水县	473.0	1016.3	16.6	67.8	7.4
	张家川县	481.5	733.6	15.9	53.2	5.6
	小计	3887.5	6483.1	123.0	383.4	40.6
平凉市	崆峒区	1562.9	1062.6	22.7	67.6	5.9
	庄浪县	413.5	1029.1	19.8	59.5	6.6
	华亭县	483.7	573.3	7.3	29.6	2.6
	崇信县	132.2	214.0	3.9	11.1	1.2
	泾川县	192.5	676.4	13.1	39.8	4.6
	灵台县	132.5	399.5	8.3	21.6	1.8
	小计	2917.4	3955.0	75.0	229.1	22.7
庆阳市	西峰区	391.8	448.4	14.4	32.4	3.2
	镇原县	425.8	926.3	13.8	51.4	6.0
	环县	584.6	505.7	9.9	29.3	3.1
	华池县	122.4	249.6	4.2	14.0	1.5
	庆城县	244.4	441.9	8.6	24.1	2.2
	合水县	136.8	246.5	4.0	13.0	1.4
	宁县	408.7	818.3	14.2	45.3	4.6
	正宁县	167.8	273.7	5.5	15.9	1.8
	小计	2482.2	3910.4	74.7	225.5	23.8
延安市	宝塔区	1707.23	914.41	158.3		
	安塞区	266.69	213.94	36.33		
	志丹县	272.19	203.82	34.54		
	吴起县	245.72	165.56	27.84		
	小计	2491.83	1497.73	257.01		
合计		11778.87	15846.246	529.721	838.013	87.13

根据上表分析,从各区县污染物入河量来看,天水市受水区污水入河量最大,其次为延安市受水区。化学需氧量入河量最大的为天水市受水区,氨氮入河量最大的为延安市受水区,总氮、总磷入河量最大的为天水市受水区。

(2) 污染源入河系数

1) 点源入河系数

参考《甘肃省水资源综合规划》、《甘肃省地表水功能区纳污能力核定及分阶段限制排污总量控制方案》,结合受水区废污水排放及入河现状情况,规划年工业污水入河系数、县城生活污水入河系数和村镇生活污水均取 0.9,其中煤化工、石油化工行业入河系数为 0。

2) 面源入河系数

面源污染具有广泛性、随机性和难以定点监测的特点。但从面源的产生和迁移机理来看,降雨径流和排水是面源污染产生的原动力和载体。尤其在暴雨情况下几乎所有的污染物都会迁移。在没有农田排水时,对于同一研究区域而言,由于具有相同的土地利用方式、农作习惯、土壤类型、地形和植被等条件,降雨径流是产生面源污染的主要原因,其入河系数应基本一致。

根据北京师范大学水环境模拟国家重点实验室的研究成果,将流域年降雨量分成 5 级,即 0~200mm(干涸),200~400mm(少水),400~800mm(平水),800~1600 mm(多水)>1600mm(丰水),并认为当年降雨量小于 400mm 时,其产生的地表径流较少,其面源污染物很难入河,因此其入河系数基本为零。甘肃省环境监测中心站研究认为,泾河平凉段面源入河系数应取 0.01~0.2 之间。

根据调查,甘肃省受水区年均降水量 300mm 左右,降水各地差异很大,在 42~760mm 之间;陕西省延安市受水区 470~550mm,综合考虑受水区研究成果,受水区面源入河系数取 0.05。

(3) 点源污染排放情况

1) 工业源污染特征

①工业污水处理设施情况

白龙江引水工程受水区内现有 6 座工业园区,对应污水处理厂情况见表 4.2-26。

表 4.2-26 白龙江引水工程受水区内污水处理厂情况

序号	工业园区名称	市州	县区	主导行业	排污去向 (受纳水体)	污水集中处理设施建设				
						污水集中处理 设施性质	污水集中处理 设施名称	污水处理主体工艺	处理规模 (万吨/日)	完成 时间
1	天水市国家经济技术开发区	天水市	麦积区	电子电器制造、 电力、卷烟制造 销售、医药业	渭河（Ⅲ）	依托城镇污 水处理设施	天水市污水处 理厂麦积分厂	MSBR	设计 6 万 t/日； 实际处理 3.5 万 t/日	2012 年 11 月 1 日
2	平凉工业园 区	平凉市	崆峒区	农副产品深加 工、新型材料、 化工	泾河（Ⅲ）	自行建设	平凉市城东污 水处理厂	预处理+BBR 二级生物 处理工艺+均相催化氧 化沉淀过滤	1	2017 年 12 月
3	甘肃华亭工 业园区	平凉市	华亭县	煤化工、冶炼、 新型建材、装备 制造	汭河（Ⅲ）	自行建设	甘肃华亭公园 园区污水处理 厂	CWSBR 处理和微孔鼓 风曝气	1	2017 年 12 月
4	泾川工业园 区	平凉市	泾川县	农副产品加工	泾河（Ⅲ）	依托城区污 水处理厂	泾川县城区生 活污水处理厂	CASS	1	2012 年 10 月
5	庆阳市西峰	庆阳市	西峰区	煤化工、冶炼、 新型建材、装备 制造	马莲河（Ⅴ）	自行建设	庆阳市西峰污 水处理厂	预处理+BBR 二级生物 处理工艺+均相催化氧 化沉淀过滤	3 万 t/日污水处 理和 2 万 t/日再 生水利用	在建
6	驿马工业集 中区	庆阳市	庆城县	煤化工、冶炼、 新型建材、装备 制造	马莲河（Ⅴ）	自行建设	驿马工业集中 区污水处理厂	预处理+BBR 二级生物 处理工艺+均相催化氧 化沉淀过滤	3	在建

②工业源废水排放量及污染物入河量

根据受水区污染源调查资料，受水区工业废水污染物排放情况见表 4.2-27。

表 4.2-27 工业废水污染负荷排放情况

市	县区	废污水年排放量(万 t/a)	主要污染物年入河量(t/a)			
			化学需氧量(t/a)	氨氮(t/a)	总氮(t/a)	总磷(t/a)
天水市	秦州区	121.96	150.44	4.10	11.20	1.35
	麦积区	47.38	1277.40	7.30	23.81	1.30
	武山县	1.21	4.48	0.11	0.28	0.02
	甘谷县	1.95	2.81	0.13	0.51	0.05
	清水县	3.63	11.50	0.06	0.46	0.02
	张家川县	12.85	51.22	2.58	7.09	1.45
	小计	188.98	1497.85	14.28	43.34	4.19
平凉市	崆峒区	104.10	95.44	7.58	9.38	0.35
	庄浪县	0.10	0.03	0.00	0.01	0.00
	华亭市	399.96	45.63	0.06	0.04	0.00
	崇信县	76.41	19.58	0.00	0.00	0.00
	泾川县	1.22	6.44	0.10	0.38	0.07
	灵台县	1.94	24.18	0.36	0.75	0.09
	小计	583.72	191.30	8.10	10.57	0.51
庆阳市	西峰区	85.84	5.11	0.43	7.35	0.04
	镇原县	13.75	18.30	0.50	2.50	0.38
	环县	264.55	1.98	0.03	0.08	0.01
	华池县	0.16	0.02	0.00	0.00	0.00
	庆城县	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
	合水县	0.30	0.04	0.00	0.00	0.00
	宁县	8.00	1.04	0.01	0.02	0.00
	正宁县	5.69	0.86	0.02	0.29	0.02
	小计	378.58	27.36	1.00	10.23	0.45
延安市	宝塔区	333.13	166.56	39.98	49.63	1.62
	安塞区	47.05	23.52	5.65	7.25	0.26
	志丹县	53.55	26.78	6.43	8.04	0.28
	吴起县	37.49	18.74	4.5	5.76	0.2
	小计	471.21	235.6	56.54	70.68	2.36
合计		1622.49	1952.11	79.92	134.82	7.51

2019 年受水区工业废水排放量为 1622.49 万 t, 化学需氧量入河量为 1952.11t, 氨氮入河量为 79.92t, 总氮入河量为 134.82t, 总磷入河量为 7.51t。废污水排放

量最大的为平凉市，化学需氧量、总磷排放量最大的为天水市，氨氮、总氮排放量最大的为延安市。

2) 城镇生活源污染特征

①城镇生活污水处理设施情况

根据调查资料，受水区城市污水处理厂建设状况见表 4.2-28。

表 4.2-28 白龙江引水工程受水区城市污水处理厂建设现状

地市	区县	污水处理厂名称	设计处理能力 (万 t/日)	实际最大 处理量(万 t/日)	排放标准	排放去向 (受纳水体)
天水市	秦州区	天水市污水处理厂	6	2.88	《城镇污水处理厂污染物排放标准》 (GB18918-2002) 一级 A 标准	藉河
	麦积区	天水市秦州污水处理厂麦积分厂	10	3.8		渭河
	甘谷县	甘谷县城区生活污水处理厂	1.3	0.7		渭河
	武山县	武山县城区生活污水处理厂	1.5	1.3		渭河
	清水县	清水县城区污水处理厂	1.5	0.98		牛头河
	张家川县	张家川县城区污水处理厂	0.9	0.59		后川河
	麦积区	天水市成纪新城地下净水厂	8	5.1		藉河
平凉市	崆峒区	天雨污水处理厂	8.5	4.77		泾河
	泾川县	城区生活污水处理厂	2	0.98		泾河
	灵台县	城区生活污水处理厂	0.8	0.42		南川河
	崇信县	城区生活污水处理厂	0.6	0.4		汭河
	华亭市	城区生活污水处理厂	1.4	1.06		汭河
	庄浪县	城区生活污水处理厂	1.5	0.82		水洛河
庆阳市	正宁县	正宁县污水处理厂	0.50	0.11		四郎河
	西峰区	西峰区污水处理厂	2.20	2.80		马莲河
	环县	环县生活污水处理厂	0.70	0.40		环江
	合水县	合水县污水处排污口理厂	0.60	0.20		马莲河
	宁县	宁县污水处理厂	0.50	0.14		马莲河
	镇原县	镇原县污水处理厂	0.70	0.14		茹河
	华池县	华池县城区污水处理厂	0.50	0.14		马莲河
	庆城县	庆城县污水处理厂	1.00	0.30		马莲河
延安市	宝塔区	延安市污水处理厂	7	6.2	《陕西省黄河流域污水综合排放标准》 (DB61/224-2018) A 标准	延河
	安塞区	安塞区第一污水处理厂	0.7	0.7		延河
		安塞区第二污水处理厂	0.5	0.48		延河
	吴起县	吴起县污水处理厂	1.5	1.2		北洛河
	志丹县	志丹县污水处理厂	1.2	1.2		北洛河

②城镇生活污水排放量及污染物入河量

2019 年受水区城镇生活废水排放量为 12142.57t, 化学需氧量入河量为 14353.36t, 氨氮入河量为 983.12t, 总氮入河量为 1697.13t, 总磷入河量为 222.9t。废污水、COD 排放量最大的为天水市, 氨氮排放量最大的为延安市。

表 4.2-29 城镇生活污染物负荷排放情况 (2019 年)

市	县	废污水年排放量(万 t/a)	主要污染物年入河量			
			化学需氧量(t/a)	氨氮(t/a)	总氮(t/a)	总磷(t/a)
天水市	秦州区	644.00	654.82	18.16	42.66	3.96
	麦积区	641.20	636.90	16.42	41.40	3.94
	武山县	648.16	643.48	17.70	48.44	4.92
	甘谷县	827.12	806.70	21.88	60.18	5.80
	清水县	469.36	453.56	12.08	34.56	3.38
	张家川县	468.64	456.98	12.34	33.94	3.28
	小计	3698.48	3652.44	98.58	261.18	25.28
平凉市	崆峒区	1458.80	500.04	12.72	33.52	3.10
	庄浪县	413.44	622.26	16.74	36.50	2.60
	华亭县	83.76	190.42	5.16	11.20	0.80
	崇信县	55.84	126.96	3.44	7.46	0.54
	泾川县	191.28	402.90	10.88	23.64	1.70
	灵台县	130.56	275.64	7.44	16.22	1.18
	小计	2333.68	2118.22	56.38	128.54	9.92
庆阳市	西峰区	305.92	315.64	12.92	17.80	1.82
	镇原县	412.08	508.08	11.28	26.90	2.36
	环县	320.00	381.02	9.04	19.60	1.66
	华池县	122.24	143.08	3.36	7.34	0.64
	庆城县	244.08	276.28	7.74	14.64	1.28
	合水县	136.48	163.78	3.48	8.34	0.76
	宁县	400.72	495.16	12.20	27.28	2.44
	正宁县	162.08	196.50	4.82	10.52	0.92
	小计	2103.60	2479.54	64.84	132.42	11.88
延安市	宝塔区	2690.52	4027.26	504.9	779.06	115.37
	安塞区	451.61	740.18	91.68	139.75	21.8
	志丹县	451.68	705.84	87.98	134.95	20.5
	吴起县	413	629.88	78.76	121.22	18.15
	小计	4006.81	6103.16	763.32	1174.99	175.82
合计		12142.57	14353.36	983.12	1697.13	222.9

(4) 面源污染排放情况

经计算 2019 年受水区面源污染物入河量见表 4.2-30。化学需氧量、氨氮、总氮、总磷入河量分别为 5225.77t、71.73t、312.02t、35.29t。

表 4.2-30 农业源污染负荷入河量（2019 年）

市	县区	化学需氧量(t/a)	氨氮(t/a)	总氮(t/a)	总磷(t/a)
天水市	秦州区	92.01	0.81	6.58	0.87
	麦积区	227.23	1.43	11.89	2.65
	武山县	89.11	0.86	5.98	0.88
	甘谷县	147.86	1.51	9.60	1.78
	清水县	551.24	4.51	32.74	4.03
	张家川县	225.35	0.98	12.13	0.92
	小计	1332.79	10.11	78.92	11.13
平凉市	崆峒区	467.16	2.38	24.70	2.48
	庄浪县	406.85	3.08	22.94	3.95
	华亭县	337.24	2.05	18.39	1.77
	崇信县	67.46	0.49	3.59	0.69
	泾川县	267.08	2.08	15.76	2.85
	灵台县	99.68	0.50	4.62	0.52
	小计	1645.47	10.56	90.01	12.25
庆阳市	西峰区	127.63	1.05	7.26	1.30
	镇原县	399.96	1.98	22.01	3.27
	环县	122.74	0.82	9.58	1.42
	华池县	106.51	0.84	6.66	0.87
	庆城县	165.63	0.89	9.47	0.91
	合水县	82.64	0.55	4.66	0.69
	宁县	322.09	2.04	18.03	2.16
	正宁县	76.36	0.70	5.12	0.89
	小计	1403.55	8.86	82.80	11.51
延安市	宝塔区	229.8	11.49	16.24	0.09
	安塞区	205.5	10.28	14.42	0.11
	志丹县	207.36	10.37	14.86	0.12
	吴起县	201.3	10.07	14.77	0.08
	小计	843.96	42.2	60.29	0.4
合计		5225.77	71.73	312.02	35.29

4.2.3.2 水环境质量现状与评价

(1) 常规监测水质情况

1) 监测断面

根据收集的受水区地表水常规监测资料,输水沿线区和受水区涉及的常规监测断面共有 59 个,输水线路和受水区涉及河流高度一致,基本为受水区范围内渭河干流及主要支流、泾河流域干流及主要支流、北洛河流域北洛河及周河、延河流域延河及杏子河,上述河流的主要控制断面均在本次评价收集的 59 个常规监测断面中,包括入境断面、出境断面及其他控制断面,因此,59 个断面水质情况可反映输水沿线区和受水区涉及河流水环境现状。常规监测断面基本情况见表 4.2-31,受水区常规监测断面位置见图 4.2-16。

表 4.2-31 受水区常规监测断面一览表

序号	省份	地市	监测断面	所在水系	所在水体	断面性质	水质目标	与工程关系
1	甘肃省	天水市	太碌	渭河水系	渭河	“十四五”国控断面	III	退水河流、穿越河流
2		天水市	西二十里铺	渭河水系	渭河	“十三五”国控断面	III	
3		天水市	土店子	渭河水系	渭河	“十四五”省控断面	III	
4		天水市	桦林	渭河水系	渭河	“十四五”国控断面、原“十三五”国控断面	II	
5		天水市	北道桥	渭河水系	渭河	“十三五”国控断面	III	
6		天水市	伯阳	渭河水系	渭河	“十四五”国控断面、原“十三五”省控断面	III	
7		天水市	葡萄园	渭河水系	渭河	“十四五”国控断面、原“十三五”国控断面	III	
8		天水市	三河口	渭河水系	渭河	“十四五”省控断面	III	
9		天水市	磐安大桥	渭河水系	渭河	“十四五”省控断面	III	
10		天水市	渭水峪大桥	渭河水系	渭河	“十四五”省控断面	III	
11		天水市	马力桥村	渭河水系	榜沙河	“十四五”省控断面	II	退水河流、穿越河流
12		天水市	南川村	渭河水系	大南河	“十四五”国控断面	III	穿越河流

序号	省份	地市	监测断面	所在水系	所在水体	断面性质	水质目标	与工程关系
13		天水市	一号桥	渭河水系	葫芦河	“十四五”省控断面、原“十三五”省控断面	III	退水河流、穿越河流
14		天水市	小河口村	渭河水系	散渡河	“十四五”国控断面	III	
15		天水市	花园头	渭河水系	通关河	“十四五”国控断面	II	
16		平凉市	仁大川桥	渭河水系	葫芦河	“十四五”国控断面	III	
17		天水市	高尧村	渭河水系	漳河	“十四五”省控断面	III	穿越河流
18		天水市	龙川河桥	渭河水系	龙川河	“十四五”省控断面	II	退水河流
19		天水市	仓下村	渭河水系	后川河	“十四五”省控断面	III	退水河流、穿越河流
20		天水市	莲花桥	渭河水系	清水河	“十四五”省控断面	III	退水河流
21		天水市	马河村	渭河水系	清水河	“十四五”省控断面	III	
22		天水市	闫家河湾	渭河水系	藉河	“十四五”省控断面	III	退水河流、穿越河流
23		平凉市	裴麻大桥	渭河水系	葫芦河	“十四五”省控断面	IV	
24		平凉市	倪徐家	渭河水系	牛头河	“十四五”省控断面、原“十三五”省控断面	III	退水河流
25		平凉市	固关	渭河水系	千河	“十四五”国控断面	II	
26		平凉市	徐城桥	渭河水系	水洛河	“十四五”省控断面	IV	退水河流、穿越河流
27		平凉市	平镇桥	泾河水系	泾河	“十四五”国控断面	III	
28		平凉市	王村大桥	泾河水系	泾河	“十四五”省控断面	III	
29		平凉市	长庆桥/庆阳市	泾河水系	泾河	“十四五”国控断面	III	
30		平凉市	圣母桥	泾河水系	汭河	“十三五”省控断面	III	
31		平凉市	九功桥	泾河水系	汭河	“十四五”省控断面	III	
32		平凉市	安口	泾河水系	汭河	“十四五”省控断面	III	退水河流
33		平凉市	告王河村	泾河水系	达溪河	“十四五”国控断面	III	
34		平凉市	茜家沟	泾河水系	黑河	“十四五”国控断面	III	退水河流、穿越河流
35		庆阳市	王寨	泾河水系	黑河	“十四五”省控断面	III	
36		庆阳市	柴家台村	泾河水系	西川河	“十四五”省控入境断面	III	
37		庆阳市	宁县桥头	泾河水系	马莲河	“十三五”国控断面	IV	
38		庆阳市	洪德	泾河水系	马莲河	“十四五”国控断面	V	
39		庆阳市	周家村	泾河水系	马莲河	“十四五”国控断面	IV	
40		庆阳市	五里桥	泾河水系	马莲河	“十四五”省控断面	IV	
41		庆阳市	店子坪	泾河水系	马莲河	“十四五”省控断面	IV	

序号	省份	地市	监测断面	所在水系	所在水体	断面性质	水质目标	与工程关系
42	陕西省	庆阳市	铁李川	泾河水系	马莲河	“十四五”省控断面	IV	退水河流
43		庆阳市	张家堡	泾河水系	支党河	“十四五”国控断面	III	
44		庆阳市	姚新庄	泾河水系	蒲河	“十三五”省控断面	III	退水河流、穿越河流
45		庆阳市	巴家咀水库	泾河水系	蒲河	“十三五”省控断面	III	
46		庆阳市	马头坡	泾河水系	蒲河	“十三五”国控断面	III	
47		庆阳市	后河桥	泾河水系	蒲河	“十四五”国控断面	III	
48		庆阳市	罗川	泾河水系	四郎河	“十四五”国控断面	III	退水河流
49		庆阳市	太白	北洛河水系	葫芦河	“十四五”国控断面	II	退水河流、穿越河流
50		庆阳市	林镇	北洛河水系	葫芦河	“十四五”省控断面	II	
51		庆阳市	下郑村	泾河水系	洪河	“十四五”国控断面	III	
52		庆阳市	新堡大桥	泾河水系	柔远河	“十四五”省控断面	III	
53	陕西省	延安市	石窑村	延河水系	延河	“十四五”国控断面	III	退水河流
54		延安市	朱家沟	延河水系	延河	“十四五”国控断面	III	
55		延安市	甘谷驿	延河水系	延河	“十四五”省控断面	III	
56		延安市	候市	延河水系	杏子河	“十四五”省控断面	III	退水河流、穿越河流
57		延安市	金汤	北洛河水系	北洛河	“十四五”省控断面	III	
58		延安市	旦八	北洛河水系	北洛河	“十四五”省控断面	III	
59		延安市	川口	北洛河水系	周河	“十四五”省控断面	III	

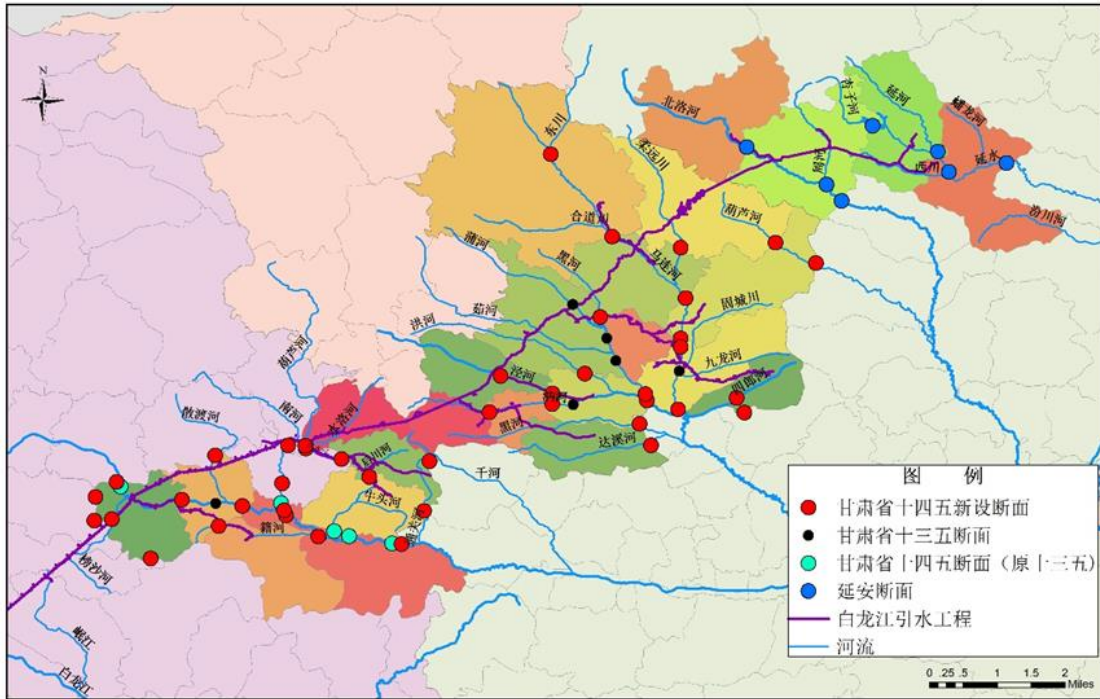


图 4.2-16 受水区常规水质监测断面布点图

2) 输水沿线及受水区水质现状

根据《地表水环境质量标准 GB3838-2002》，对 33 项地表水基本项目中除总氮、粪大肠菌群外的 31 项按照河流标准进行评价。

①渭河干流

本次评价采用 2019、2020、2021 年常规监测数据，渭河干流监测断面水质评价见表 4.2-32。

甘肃省渭河干流 10 个常规水质监测断面，其中 9 个 2019-2021 年常规水质监测结果均达标；北道桥断面 2019 年超标，2020 年达标，主要超标月份为 1 月和 12 月；甘肃省渭河干流整体达标率 97.1%。

②渭河支流

本次评价以 2020、2021 年监测数据为准，部分断面有 2019 年监测资料，渭河支流综合水质情况见表 4.2-33。

渭河支流共 16 个常规监测断面，根据年均评价结果，除散渡河小河口村断面 2020 年超标外，其余各断面各年份均达标；渭河支流整体达标率 97%。

③泾河及支流

本次评价以 2019、2020、2021 年监测数据为准，泾河流域监测断面水质评价见表 4.2-34。

A.泾河干流

受水区泾河干流河段涉及平镇桥、王村大桥、长庆桥三个断面，根据评价，现状水质较好，均可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

B.泾河支流

a 纳河

受水区纳河涉及断面分别为圣母桥、九功桥、安口，根据评价，现状水质较好，三个断面水质均可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

b 马莲河

受水区马莲河涉及断面分别为宁县桥头、洪德、周家村、五里桥、店子坪、铁李川六个断面，其中宁县桥头断面 2019 年、洪德断面 2019 年和 2020 年、五里桥断面 2021 年水质超标，其它断面可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。水质超标主要原因为受地质因素影响，六价铬、氟化物等环境本底值超标，导致断面水质超标严重。

c 蒲河

受水区蒲河涉及断面分别为姚新庄、巴家咀水库、马头坡、后河桥四个断面，其中姚新庄、马头坡两个断面 2019 年、2020 年水质均出现超标问题，巴家咀水库、后河桥两个断面水质均可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。水质超标主要原因为受地质因素影响，六价铬、氟化物等环境本底值超标，导致断面水质超标严重。

d 其它支流

受水区其它泾河支流还有达溪河、黑河、大黑河、西川河、支党河、四郎河、洪河、柔远河，其中西川河、四郎河现状水质存在超标问题，其它支流现状水质均可以满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质标准。

④北洛河（葫芦河）

本次评价以 2019、2020、2021 年监测数据为准，北洛河支流葫芦河流域监测断面水质评价见表 4.2-35。

葫芦河流域太白、林镇两断面现状水质较好，均能达标。

⑤北洛河

根据常规水质监测资料，2019 年~2021 年延安市北洛河流域常规监测断面水质评价见表 4.2-36。

A.北洛河干流

根据评价，受水区延河干流河段涉及金汤、旦八断面现状水质较差，2019、2020 年均水质类别均不能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水质目标标准，2021 年水质有所改善，年均水质达标，但旦八断面仍有个别月份水质为劣 V 类，超标因子主要为氨氮、总磷。

B.北洛河支流

北洛河支流周河川口断面现状水质较差，2019 年及 2021 年年均水质超标，2020 年年均水质达标，个别月份水质超标。

综上，北洛河干流、支流存在一定污染现象。

⑥延河

根据常规水质监测资料，2019~2021 年延河流域监测断面水质评价见表 4.2-37。

A.延河干流

受水区延河干流河段涉及石窑村、朱家沟、甘谷驿三个断面，根据年均水质评价结果，朱家沟断面 2019 年超标，甘谷驿断面 2019 年、2021 年超标，其余均达标。从月均水质来看，延河干流石窑村、朱家沟、甘谷驿三个断面现状均存在 V 类及劣 V 类情况出现，主要超标因子为 COD、氨氮及总磷。

B.延河支流

延河支流杏子河候市断面年均水质均达标，从月均水质来看，2019 年至 2021 年呈现水质改善趋势。

表 4.2-32 渭河干流监测断面水质情况表

序号	监测断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注
1	太碌	渭河水系	渭河	2020年	IV	III	III	II	II	III	II	IV	II	II	III	III	达标	十四五新
				2021年	III	I	II	II		II	III	II	II	II	III	II	达标	
2	西二十里铺	渭河水系	渭河	2019年	II	III	III	II	III	II	II	II	II	II	II	III	达标	十三五
				2020年	III	III	III	II	II	II	II	II	II	II	III	III	达标	
3	桦林	渭河水系	渭河	2019年	III	II	IV	II	II	II	II	--	--	--	--	II	达标	十四五、 十三五
				2020年	II	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	
				2021年	II	II	III	III	III	II	II	II	II	III	II	II	达标	
4	北道桥	渭河水系	渭河	2019年	劣V	IV	IV	III	IV	II	II	III	II	II	V	III	超标	十三五
				2020年	III	II	III	II	II	III	II	II	II	II	III	III	达标	
5	伯阳	渭河水系	渭河	2019年	III	III	V	II	III	II	II	II	II	II	II	III	达标	十四五、 十三五
				2020年	III	II	III	II	III	II	II	II	II	II	II	III	达标	
				2021年	IV	II	III	II	II	III	III	II	III	II	III	III	达标	
6	葡萄园	渭河水系	渭河	2019年	IV	III	IV	II	III	III	II	II	II	III	II	III	达标	十四五、 十三五
				2020年	III	II	IV	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	
				2021年	III	III	III	III	III	III	II	II	II	II	II	III	达标	
7	三河口	渭河水系	渭河	2020年	--	--	--	--	III	II	II	II	II	I	III	II	达标	十四五新
8	土店子	渭河水系	渭河	2020年	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III	II	III	III	达标	十四五新
				2021年	III	IV	III	III	III	III	III	III	III	III	III	IV	达标	
9	磐安大桥	渭河水系	渭河	2020年	--	--	--	--	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	十四五新
				2021年	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	
10	渭水峪大桥	渭河水系	渭河	2020年	--	--	--	--	II	III	III	II	II	II	II	III	达标	十四五新
				2021年	II	II	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	

表 4.2-33 渭河支流监测断面水质情况表

序号	监测断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注	
1	马力桥村	渭河水系	榜沙河	2020年	--	--	--	--	V	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五新	
				2021年	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	达标		
2	南川村	渭河水系	大南河	2020年	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五新	
3	仁大川桥	渭河水系	葫芦河	2020年	劣V	V	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	达标	十四五新	
				2021年	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	达标		
4	一号桥	渭河水系	葫芦河	2019年	V	V	V	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	达标	十四五、十三五
				2020年	V	Ⅲ	劣V	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	达标		
				2021年	V	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅳ	达标	
5	裴麻大桥	渭河水系	葫芦河	2020年	--	--	--	--	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	达标	十四五新
				2021年	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	
6	小河口村	渭河水系	散渡河	2020年	劣V	劣V	劣V	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	V	超标	十四五
7	倪徐家	渭河水系	牛头河	2019年	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五、十三五
				2020年	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	I	Ⅱ	Ⅱ	达标	
				2021年	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	
8	花园头	渭河水系	通关河	2020年	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五
				2021年	I	I	I	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标	
9	固关	渭河水系	千河	2020年	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五新
				2019年	I	I	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	--	Ⅱ	Ⅱ	达标	
10	高尧村	渭河水系	漳河	2020年	--	--	--	--	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	达标	十四五新
				2021年	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	达标	
11	龙川河桥	渭河水系	龙川河	2020年	--	--	--	--	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	达标	十四五新
				2021年	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	

序号	监测断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注
12	仓下村	渭河水系	后川河	2020年	--	--	--	--	III	III	III	III	II	III	III	III	达标	十四五新
				2021年	III	IV	III	II	III	III	III	II	II	II	II	III	达标	
13	莲花桥	渭河水系	清水河	2020年	--	--	--	--	III	III	III	III	III	III	III	IV	达标	十四五新
				2021年	III	V	III	III	II	II	III	II	III	II	III	III	达标	
14	徐城桥	渭河水系	水洛河	2020年	--	--	--	--	III	III	II	III	II	II	II	III	达标	十四五新
				2021年	II	III	III	III	III	III	II	III	III	III	III	III	达标	
15	闫家河湾	渭河水系	藉河	2020年	--	--	--	--	II	劣V	III	III	II	III	III	III	达标	十四五新
				2021年		III	II	II	II	II	II	II	II	II	III	III	达标	
16	马河村	渭河水系	清水河	2020年	--	--	--	--	V	III	V	II	II	III	III	III	达标	十四五新
				2021年	V	V	III	III	V	II	III	II	III	III	III	III	达标	

表 4.2-34 泾河流域监测断面水质情况表

序号	监测断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注
1	平镇桥	泾河水系	泾河	2021年	II	III	II	III	II	III	III	II	II	II	II	III	达标	十四五
2	王村大桥	泾河水系	泾河	2021年	II	II	II	III	III	II	II	III	II	II	III	III	达标	十四五
3	长庆桥	泾河水系	泾河	2021年	III	II	III	III	III	II	III	III	III	III	III	III	达标	十四五
4	圣母桥	泾河水系	汭河	2019年	III	III	III	III	III	III	II	II	II	III	III	III	达标	十三五
				2020年	III	II	III	II	III	II	II	II	II	II	II	III	达标	
5	九功桥	泾河水系	汭河	2020年	--	--	--	--	III	II	II	II	II	II	II	II	达标	十四五新
				2021年	II	II	II	II	II	III	II	II	II	III	III	III	达标	
6	安口	泾河水系	汭河	2020年	--	--	--	--	III	III	III	III	III	II	III	II	达标	十四五新
				2021年	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	达标	
7	告王河村	泾河水系	达溪河	2019年	III	III	III	III	III	III	II	III	II	II	III	III	达标	十四五、十三五
				2020年	IV	III	III	III	III	III	III	II	III	II	I	II	达标	
				2021年	II	IV	II	II	II	II	II	II	II	--	II	II	达标	
8	茜家沟	泾河水系	黑河	2020年	II	II	II	II	II	III	III	II	III	III	III	I	达标	十四五新
				2021年	II	II	II	III	II	II	II	II	III	II	II	II	达标	
9	王寨	泾河水系	大黑河	2020年	--	--	--	--	III	II	IV	IV	III	III	III	III	达标	十四五新
10	柴家台村	泾河水系	西川河	2019年	--	--	--	劣V	劣V	劣V	--	劣V	劣V	劣V	劣V	--	超标	十四五、十三五
				2020年	--	--	劣V	V	--	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	--	超标	
11	宁县桥头	泾河水系	马莲河	2019年	--	--	劣V	劣V	V	V	V	V	IV	III	III	II	超标	十四五、十三五
				2020年	II	II	IV	III	IV	IV	IV	IV	II	IV	III	IV	达标	
12	洪德	泾河水系	马莲河	2020年	--	V	V	劣V	劣V	劣V	劣V	--	--	劣V	III	劣V	超标	十四五新
				2021年		III	劣V	劣V	劣V	V	II	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	超标	
13	周家村	泾河水系	马莲河	2020年	II	II	IV	III	IV	IV	IV	IV	II	III	III	IV	达标	十四五新
				2021年				II	V	III	II	III	III	II	IV	II	达标	

序号	监测断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注
14	五里桥	泾河水系	马莲河	2020年	--	--	--	--	IV	V	V	劣V	III	III	V	V	达标	十四五新
				2021年		劣V	IV	V	V	V	V	V	V	IV	V	V	超标	
15	店子坪	泾河水系	马莲河	2020年	--	--	--	--	V	IV	IV	劣V	III	III	III	III	达标	十四五新
				2021年	IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV	III	III	III	III	达标	
16	铁李川	泾河水系	马莲河	2020年	--	--	--	--	IV	III	IV	III	III	III	III	III	达标	十四五新
				2021年		III	III	III	IV	III	II	IV	III	III	III	III	达标	
17	张家堡	泾河水系	支党河	2020年	III	II	II	II	IV	II	II	II	II	I	II	I	达标	十四五新
				2021年	III	III	II	II	III	II	III	II	II	II	II	II	达标	
18	姚新庄	泾河水系	蒲河	2019年	IV	IV	IV	IV	II	IV	IV	II	IV	IV	IV	II	超标	十三五
				2020年	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	II	IV	II	IV	超标	
19	巴家咀水库	泾河水系	蒲河	2019年	III	冰冻	III	II	III	II	III	II	III	II	II	II	达标	十三五
				2020年	--	III	II	II	II	II	III	--	II	II	II	III	达标	
20	马头坡	泾河水系	蒲河	2019年	劣V	IV	III	V	III	IV	V	IV	IV	IV	IV	I	超标	十三五
				2020年	III	II	III	III	III	III	IV	IV	III	III	IV	劣V	超标	
21	后河桥	泾河水系	蒲河	2020年	II	II	II	II	IV	III	II	--	III	III	III	劣V	达标	十四五新
				2021年	IV	II	II	II	III	II	IV	IV	II	II	IV	II	达标	
22	罗川	泾河水系	四郎河	2019年	V	IV	III	II	II	III	III	III	II	II	III	III	达标	十四五、十三五
				2020年	III	V	V	III	IV	III	II	III	III	III	III	III	超标	
				2021年	II	III	II	III	II	II	II	II	III	II	II	II	达标	
23	下郑村	泾河水系	洪河	2020年	III	IV	V	II	II	V	劣V	III	III	II	II	III	达标	十四五新
				2019年	IV	III	III	III	III	II	劣V	II	II	II	II	III	达标	
24	新堡大桥	泾河水系	柔远河	2020年	--	--	--	--	III	III	II	V	劣V	III	III	III	达标	十四五新
				2021年	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	达标	

表 4.2-35 北洛河（葫芦河）流域监测断面水质情况表

序号	断面	所在水系	所在水体	年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	达标情况	备注
1	太白	北洛河水系	葫芦河	2020年	III	III	II	II	II	II	II	II	III	III	III	III	达标	十四五新
				2021年	III	II	II	III	II	III	III	II	II	II	II	II	达标	
2	林镇	北洛河水系	葫芦河	2020年	--	--	--	--	IV	II	II	III	II	II	III	III	达标	十四五新
				2021年	II	II	III	III	II	II	III	II	III	II	III	II	达标	

表 4.2-36 北洛河流域监测断面水质情况表

断面	2019年			2020年			2021年			水质变化情况
	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	
金汤断面	IV	轻度污染	COD（0.05）	IV	轻度污染	COD（0.10）	III	良好	—	变好
旦八断面	IV	轻度污染	COD（0.10） 总磷（0.40）	III	良好	—	III	良好	—	变好
周河川口断面	劣V	重度污染	氨氮（1.21）	IV	轻度污染	氨氮（0.33）	V	中度污染	氨氮（0.52）	变好

表 4.2-37 延河流域监测断面水质情况表

断面	2019年			2020年			2021年			水质变化情况
	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	水质类别	水质状况	主要污染指标	
石窑村	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	稳定
朱家沟	IV	轻度污染	氨氮（0.14）	III	良好	/	III	良好	/	变好
甘谷驿	劣V	重度污染	氨氮（1.29） COD（0.15） 总磷（0.32）	III	良好	/	IV	轻度污染	COD（0.20）	变好
候市断面	III	良好	/	III	良好	/	III	良好	/	稳定

(2) 水质补充监测

①监测断面

为进一步掌握输水线路和受水区地表水环境质量,在工程涉及的天水市、庆阳市、平凉市和延安市分别选取有代表性河流、水库断面开展监测,断面布设情况见表 4.2-38。

表 4.2-38 地表水环境监测断面布设一览表

序号	所在河流	监测断面	所在市县	坐标	备注
1	牛头河	牛头河入渭河口上游 200m	天水市麦积区	105°57'29.21" E 34°32'45.91" N	入渭河口
2	澈度河	澈度河与总干线交汇处	天水市甘谷县	105°15'28.62" E 34°56'41.99" N	总干线穿越澈度河
3	藉河	天水市饮用水源地	天水市	105°35'40.02" E 34°34'00.91" N	天水市饮用水源地
4	水河	水洛河入葫芦河口上游 200m	平凉市庄浪县	105°43'49.15" E 35°06'08.92" N	入葫芦河
5	洪河	洪河入泾河口上游 200m	平凉市泾川县	107°32'35.18" E 35°22'41.03" N	洪河入泾河口
6	蒲河	蒲河入泾河口上游 200m	庆阳市西峰区	107°44'15.97" E 35°35'30.76" N	蒲河入泾河口
7	北洛河	吊坪	延安市志丹县	108°26'3.12" E 36°43'24.75" N	延安干线穿北洛河处
8	洛河	马老庄	延安市志丹县	108°50'15.60" E 36°28'31.97" N	北洛河受水区出口
9	周河	周河入洛口	延安市志丹县	108°44'45.99" E 36°35'8.73" N	周河入北洛河上游
10	延河	龙安	延安市安塞区	109°17'59.60" E 36°56'31.95" N	延河水功能区断面
11	延河	甘谷驿	延安市宝塔区	109°27'38.10" E 36°37'11.39" N	延河水功能区断面、延河受水区出口
12	延河	西川河入延河上游 200m	延安市宝塔区	109°26'53.59" E 36°42'35.83" N	

②监测因子

根据项目区水环境和工程特点,选择 pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD₅、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物等 22 项。

③评价方法及评价标准

采用单项标准指数法对各评价因子进行单项水质参数评价。

④现状评价

委托郑州谱尼测试技术有限公司接受水区河流丰水期（2019 年 8 月、2020 年 9 月）、枯水期（2020 年 3 月），对工程涉及的地表水系进行了监测。接受水区河流丰、枯水期对监测结果进行评价，详见表 4.2-39~表 4.2-42 所示。

表 4.2-39 丰水期地表水环境监测与评价一览表 (a)

单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒
吊坪	北洛河	监测均值	8.1	7.1	2.8	17.0	3.7	1.6	0.0	6.4	未检出	未检出	0.5	未检出
		标准指数	0.5	0.5	0.5	0.9	0.9	1.6	0.2				0.5	
		超标倍数						0.6						
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
老马庄	洛河	监测均值	8.37	6.6	2.5	27.7	5.9	0.4	0.03	9.9	未检出	未检出	0.6	未检出
		标准指数	0.7	0.6	0.4	1.4	1.5	0.4	0.2				0.6	
		超标倍数				0.4	0.5							
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
周河入洛口	周河	监测均值	8.2	7.6	3.9	23.0	5.0	1.3	0.1	5.6	未检出	未检出	0.4	未检出
		标准指数	0.6	0.3	0.7	1.2	1.2	1.3	0.3				0.4	
		超标倍数				0.2	0.2	0.3						
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
龙安	延河	监测均值	8.4	6.3	2.0	23.3	4.9	0.1	0.0	3.7	未检出	未检出	0.4	未检出
		标准指数	0.7	0.7	0.3	1.2	1.2	0.1	0.2				0.4	
		超标倍数				0.2	0.2							
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
甘谷驿	延河	监测均值	8.5	6.0	4.1	14.3	2.9	0.4	0.1	7.8	未检出	未检出	0.315	未检出
		标准指数	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.4	0.3				0.3	
		超标倍数												
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01
牛头河入渭河	牛头河	监测均值	8.5	5.4	3.2	9.3	1.6	0.5	0.6	6.3	0.007	0.009	0.4	未检出
		标准指数	0.8	0.9	0.5	0.5	0.4	0.5	3.0		0.007	0.009	0.4	未检出
		超标倍数							2					
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01

监测断面	水系	项目	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒
散渡河与 总干线交汇处	散渡河	监测均值	8.3	6.3	5.9	39.3	6.4	3.4	0.2	28.0	未检出	0.007	0.7	未检出
		标准指数	0.7	0.6	1.0	2.0	1.6	3.4	0.8		未检出	0.007	0.7	未检出
		超标倍数				1	0.6	2.4						
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1.0	0.01
天水市饮用水源地	藉河	监测均值	8.4	6.7	2.8	23.3	3.9	0.5	0.5	5.5	0.084	0.008	0.4	未检出
		标准指数	0.7	0.5	0.5	1.2	1.0	0.5	2.6		0.084	0.008	0.4	未检出
		超标倍数							1.6					
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1.0	0.01
水洛河入葫芦河	水河	监测均值	8.6	6.3	4.5	19.0	3.2	1.2	1.4	16.0	0.008	0.009	0.5	未检出
		标准指数	0.8	0.7	0.7	1.0	0.8	1.2	6.9		0.008	0.009	0.5	未检出
		超标倍数						0.2	5.9					
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1.0	0.01
洪河入泾河	洪河	监测均值	8.1	5.4	2.8	13.7	2.4	0.5	0.7	5.8	未检出	0.008	0.6	未检出
		标准指数	0.5	0.9	0.5	0.7	0.6	0.5	3.3		未检出	0.008	0.6	未检出
		超标倍数							2.3					
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1.0	0.01
蒲河入泾河	蒲河	监测均值	8.3	5.2	4.7	24.0	4.0	0.3	0.5	4.8	未检出	0.008	0.9	未检出
		标准指数	0.7	0.9	0.8	1.2	1.0	0.3	2.5		未检出	0.008	0.9	未检出
		超标倍数				0.2			1.5					
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01

表 4.2-40 丰水期地表水环境监测与评价一览表 (b) 单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	砷	汞	镉	铬(六价)	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	评价结果
吊坪	北洛河	监测均值	0.0	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.0										
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
老马庄	洛河	监测均值	0.0003	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.065	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.0								0.3		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
周河入洛口	周河	监测均值	0.0003	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.08	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.0								0.4		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
龙安	延河	监测均值	0.0004	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.055	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.0								0.3		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
甘谷驿	延河	监测均值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.06	未检出	满足III类水质标准
		标准指数									0.3		
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
牛头河入渭河	牛头河	监测均值	0.001	未检出	0.003	未检出	0.003	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III类水质标准
		标准指数	0.03	未检出	0.61	未检出	0.06	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	

监测断面	水系	项目	砷	汞	镉	铬（六价）	铅	氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	评价结果
散渡河与 总干线交汇处	散渡 河	监测均值	0.001	未检出	0.0058	0.03	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III 类水质标 准
		标准指数	0.02	未检出	1.16	0.5	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
天水市 饮用水源地	藉河	监测均值	0.001	未检出	0.0033	未检出	0.003	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III 类水质标 准
		标准指数	0.03	未检出	0.66	未检出	0.06	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
水洛河入葫芦河	水河	监测均值	0.005	未检出	0.0003	未检出	0.0035	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III 类水质标 准
		标准指数	0.01	未检出	0.06	未检出	0.07	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
洪河入泾河	洪河	监测均值	0.003	未检出	0.0005	0.04	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	不满足III 类水质标 准
		标准指数	0.06	未检出	0.1	0.7	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
蒲河入泾河	蒲河	监测均值	0.004	未检出	0.0005	未检出	未检出	未检出	0.0008	未检出	未检出	未检出	不满足III 类水质标 准
		标准指数	0.07	未检出	0.1	未检出	未检出	未检出	0.16	未检出	未检出	未检出	
		超标倍数											
		评价标准	0.05	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	

表 4.2-41 枯水期地表水环境监测与评价一览表 (a)

单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	COD	BOD ₅	氨氮	总磷	总氮	铜	锌	氟化物	硒	砷
吊坪	北洛河	监测均值	8.04	5.60	2.93	14.33	3.10	0.19	0.15	10.4	未检出	未检出	0.52	0.00	0.00
		标准指数	0.5	0.9	0.5	0.7	0.8	0.2	0.8				0.5	0.0	0.1
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05
老马庄	洛河	监测均值	8.17	7.81	2.83	10.33	2.23	0.21	0.09	8.4	未检出	未检出	0.433	0.0006	0.003033
		标准指数	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.2	0.5				0.4	0.1	0.1
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05
周河入洛口	周河	监测均值	8.31	10.03	2.73	14.33	2.93	0.18	0.16	6.7	未检出	未检出	0.458333	未检出	0.00255
		标准指数	0.7	0.2	0.5	0.7	0.7	0.2	0.8				0.5		0.1
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05
龙安	延河	监测均值	8.25	7.14	2.23	7.67	1.7	0.19	0.15	4.7	0.01	0.01	0.37	未检出	0.0024
		标准指数	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8		0.0	0.0	0.4		0.0
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05
西川河 入延河	延河	监测均值	8.3	8.5	2.5	12.3	2.7	0.2	0.04	5.2	未检出	未检出	0.3	0.0004	0.001
		标准指数	0.7	0.5	0.4	0.6	0.7	0.2	0.2				0.3	0.0	0.0
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05
甘谷驿	延河	监测均值	8.3	7.6	2.8	12.0	2.7	0.6	0.04	3.9	未检出	未检出	0.4	0.0004	0.0011
		标准指数	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.2				0.4	0.0	0.0
		超标倍数													
		评价标准	6~9	5	6	20	4	1	0.2		1	1	1	0.01	0.05

表 4.2-42 枯水期地表水环境监测与评价一览表 (b)

单位: pH 无量纲, 其他 mg/L

监测断面	水系	项目	汞	镉	铬(六价)	铅	氰化物	挥发酚(以苯酚计)	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	评价结果
吊坪	北洛河	监测均值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.00	0.02	未检出	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数						0.1	0.3			
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
老马庄	洛河	监测均值	未检出	0.0019	未检出	0.004	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数		0.4		0.1						
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
周河入洛口	周河	监测均值	0.00006	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.01	未检出	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数	0.6						0.2			
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
龙安	延河	监测均值	0.00004	未检出	未检出	0.002	未检出	0.0005	0.01	0.05	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数	0.4			0.0		0.1	0.2	0.3		
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
西川河入延河	延河	监测均值	0.00006	未检出	未检出	未检出	未检出	0.0003	0.01	0.05	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数	0.6					0.1	0.2	0.3		
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	
甘谷驿	延河	监测均值	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.01	未检出	未检出	满足Ⅲ类水质标准
		标准指数							0.2			
		超标倍数										
		评价标准	0.0001	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	0.05	0.2	0.2	

⑤评价结果

丰水期仅延河甘谷驿断面满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准,其余各断面水质均不能满足。各断面超标因子主要为总磷、COD、BOD₅、氨氮对等。根据调查,出现超标的原因主要是地表水体接纳城镇生活污水以及农业面源污染。

枯水期各断面水质均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准。

4.2.4 地下水环境质量现状

4.2.4.1 地下水开发利用现状

(1) 居民用水现状

根据野外调查成果,白龙江引水工程周边居民用水根据地下水类型的不同主要分为第四系孔隙裂隙水、基岩裂隙水两种。由于项目的线路较长,跨越的水文地质单元较多,结合调查成果,居民用水也呈现出不同的方式。整体而言,西秦岭山区和六盘山山区的居民用水主要将沟谷处出露的基岩裂隙水和孔隙潜水形成的泉水作为水源,陇中地区、陇东地区以及陕北地区居民用水主要为第四系孔隙裂隙水。

西秦岭山区居民用水主要为第四系孔隙裂隙水,主要接受大气降水、雪融水以及出露泉水补给,村庄多沿沟谷分布,一般采用挖井的方式取水;陇中地区的居民用水主要来自沟谷中孔隙潜水和黄土孔隙裂隙潜水,其补给主要为大气降水和地表水入渗,沟谷中居民采用挖井或者沟谷中上游建抽水设施,供水至居民家中,黄土梁峁区的居民则依靠建井开采黄土孔隙裂隙潜水,普遍是各家各户均有水井;六盘山山区用水来源为第四系松散岩类孔隙裂隙水和基岩裂隙水,其补给来源主要为大气降水,其中基岩裂隙水在沟谷中排泄形成的泉水是该区域最主要的居民用水,河谷中的居民开采以沟谷潜水为主;陇东地区居民的用水基本全为第四系孔隙裂隙水,其主要补给来源为大气降水,村民一般采用建井的方式饮水或者是在沟谷中孔隙裂隙水排泄区建储存设施抽水至各家各户饮用;陕北地区居民用水主要类型为第四系孔隙裂隙水和深层地下水,沟谷中居民一般采用各家在河谷中建井或在孔隙裂隙水出露位置建储存设施抽水至各家各户的方式进行饮

水，非沟谷区则通过建井开采黄土孔隙裂隙水或抽油站深井饮用深层地下水，深井的开采一般都>1000 米，深层地下水开采在延安和庆阳比较普遍。

（2）工业用水现状

在野外调查期间，陕西延安和甘肃庆阳一带可见有较多的延长石油的抽油站，抽油井开采地下水深度大都超过 1000m，开采为深层水。根据延长石油《2019 年度油田注水工作会议报告》，延长石油 2019 年下达注水任务为 336.9 万 m³，实际完成量为 337.2 万 m³。

表 4.2-43 地下水开发利用现状调查汇总表——水井

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
任塔村	109.2591	36.86053	延安市安塞区真武洞镇	400 多人	松散岩类孔隙水	/	/	生活用水	1164.22	任塔村位于半山腰处，黄土地貌。该井井口封闭，井水正常使用，村中人口 400 多人，饮用水来自泉水，泉水处建有取水设备。
枣湾村	109.2301	36.7889	延安市安塞区招安镇	700 多人	松散岩类孔隙水	15.67	30	生活用水	1054.85	枣湾村位于沟谷中北岸，为侵蚀堆积河谷地貌。该井井水偶尔还饮用，村中已经供应自来水，水源为山泉水，供水人口 700 多人，自来水供应不足，水中白色浑浊物较多。
墩沟门	109.1973	36.65541	延安市安塞区高桥镇	120 多人	松散岩类孔隙水	10.29	20 多米	生活用水	1103.35	墩沟门村位于沟谷中，为侵蚀堆积河谷地貌。该井水偶尔饮用，村中饮用水主要为泉水，砂层含水层，村中供水人口 120 多人。
刘坪	108.7072	36.87916	延安市志丹县保安镇	400 多人	松散岩类孔隙水	30.3	60	生活用水	1234.43	刘坪村位于沟谷中，侵蚀堆积河谷地貌。水井供自家使用，村中人口 400 多人，饮用水来自各家水井供水。
曹家沟	108.7763	36.77206	延安市志丹县双河镇	400 人	松散岩类孔隙水	4.28	10	生活用水	1198.13	曹家沟村位于沟谷中，为侵蚀堆积河谷地貌。该水井供自家使用，之前水井因输油管道泄漏出现漂油花的现象，现在无，井水水垢较多。目前村中人口 400 多人，务工者较多，该井仅供该户用水。
白杨树湾	108.8964	36.75239	延安市志丹县双河镇	200 多人	深层承压水	约 170 米	400 多米	生活用水	/	白杨树湾村位于山顶处，黄土地貌。水井为村庄的饮用水井，打井单位长庆油田，井深 400 多米，供水人口 200 多人，周边有较多长庆油田打水井。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
皮砭	109.0066	36.73948	延安市安塞区砖窑湾镇	46	松散岩类孔隙水	20.95	/	生活用水	1242.97	皮砭村位于沟谷中，为侵蚀河谷地貌。以前村中饮用水来自自家水井，后改为村中水井集中供水，含水层为砂层含水层，该村供水人口 46 人。
西河口	109.0649	36.69205	延安市安塞区砖窑湾镇	503	松散岩类孔隙水	9.83	/	生活用水	1198.86	西河口村位于沟谷中，为侵蚀堆积河谷地貌。该井为村中古井，现已废弃，改为统一饮用自来水，自来水来自村庄西北侧的西河口供水站，划分有水源地保护区，该村供水人口 503 人。
沟槽渠	109.142	36.69494	延安市安塞区砖窑湾镇	600 人	松散岩类孔隙水	9.7	24	生活用水	1145.01	沟槽渠村位于沟谷中，为堆积河谷地貌。村中目前饮用水为自来水，为镇上统一供水，井水不饮用，村中人口总共 600 人左右。村上建成有污水处理站。
马湾	108.5237	36.70349	延安市志丹县旦八镇	400 多人	深层承压水	约 320 米	410	生活用水	/	马湾村位于山顶处，黄土地貌，水井位于延长石油站院内，打井时间为 2005 年，打井深度 410 米，供水人口 400 多人，水位埋深约 320 米，供水无净化设施
崖窑台	108.2012	36.86259	延安市吴起县吴起街道	400—500 人	松散岩类孔隙水	17.1	21	生活用水	1273.55	崖窑台位于北洛河河谷的东岸，临近山脚下，地势较为平坦，地貌类型为侵蚀堆积河谷地貌。山体上部出露岩性为灰黄色黄土，具孔隙，发育垂直节理，松散，下部为淡黄色粉土层；河谷 I、II 阶地出露为冲洪积砂砾石，分选性较差，泥沙含量高，未见有基岩的出露。村中已经供应有自来水，来自县城水厂供水，随时供水，但部分村民仍饮用

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										井水，饮用口感差。具调查，井水水面有漂油花的现象，并且烧水、做饭会有白色的水垢析出。人口数 400—500 人。
马营店	108.2778	36.79004	延安市吴起县楼房坪乡	320 人	松散岩类孔隙水	16.55	30	生活用水	1253.03	马营店村位于沟谷中，南侧流淌着北洛河，所处Ⅱ级阶地地势较为平坦，两侧山体地形变化大，山体高差约为 120m，地形坡度变化大。山体岩性上部出露为灰黄色黄土，粉土质，松散，山顶较浑圆；下部出露为浅红褐色砂岩和泥岩互层出现，铁质胶结；河谷中出露为冲洪积砂砾石，分选较差，砂质、泥质较多。该村的饮用水大部分为井水，不过井水的口感不佳，碱大，而且水中经常悬浮有白色的固体小颗粒。目前村中人口数为 320 人。
赵石洼	108.3739	36.7264	延安市志丹县金鼎镇	200 多人	松散岩类孔隙水	9.25	>20	生活用水	1232.98	赵石洼位于北洛河河谷东岸的Ⅱ级阶地上，地势相对平坦，两侧山体较为陡峭，地形变化大，地貌类型为侵蚀堆积河谷地貌。山体上部岩性出露为灰黄色黄土，具孔隙，发育有垂直节理，较松散，下部出露为浅棕红色长石砂岩夹薄层泥岩，层理发育，岩层倾向南。目前村中已经通自来水，未通自来水之前，饮用水为井水，但大部分水井已经填埋。该口水井为老井，成井时间比较久远，未干涸，井水较清澈，仍在使使用。人口数 200 多人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
刘庄	108.3959	36.68341	延安市志丹县金鼎镇	300—400人	松散岩类孔隙水	24.5	60	生活用水	1221.76	刘庄村位于吴堡川河谷的北岸，地势平坦，两侧山体地势变化大，为侵蚀堆积河谷地貌。山体上部岩性出露为浅黄色黄土，粉砂质亚砂土，松散，厚度为5—10m，发育有垂直节理；下部出露有浅红褐色的细砂岩，发育有平行层理，岩层倾角较小。目前村人口数为300—400人，外出打工者比较多，每家均有水井，大部分井水仅用作洗衣，汽车加水等，部分村民也用作饮用水。
庙岷岷	108.7017	36.74017	延安市志丹县双河镇	700-800人	深层承压水	约390米	700多米	生活用水	/	庙岷岷位于山顶处，黄土地貌，黄土厚度约200米，下伏地层为砂岩、板岩，村中饮水来自机井，打井深度700多米，含水层岩性为砂岩，水井后期发生坍塌，该井供应6个村饮水，供水人口700-800人
同山村	108.748	36.75974	延安市志丹县双河镇	400多人	深层承压水	/	700多米	生活用水	/	同山村位于山顶处，黄土地貌，村中饮水来自村中深井，打井深度700多米，为砂岩水，供应3个村饮水，供水人口400多人，以前沟中有泉水，打井之后泉水消失，周边有延长石油抽油站，油井打井深度1800多米，抽油1200多米，水有污染的情况，今年刚安装上净水设施。
后山窑子	108.2419	36.60806	延安市志丹县义正镇	200—300人	松散岩类孔隙水	约210	>600	其他	/	后山窑子位于临近山顶处一平台上，地势相对比较平坦，周边深切沟谷较多，地形为黄土梁峁，地貌类型为侵蚀剥蚀黄土地貌。岩性出露为上部灰黄色黄土，具孔隙，较松

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										散，垂直节理发育，夹有古土壤层及钙质结核；沟谷中出露有浅棕红色砂岩，夹有泥岩。目前，村中有机井 1 口，非饮用水井，饮用水来源为搜集雨水。该井井深 600 多米，水位埋深约为 210 米。经调查，井水表面有漂油花的现象，并水垢很多。周边有延长石油抽油站。人口数为 200—300 人。
吴堡川	108.3185	36.64953	延安市志丹县义正镇	230 多人	松散岩类孔隙水	17.35	40	生活用水	1319.71	吴堡川位于河谷北侧Ⅱ级阶地上，地形坡度变化较小，两侧为低山，地形变化较大，地貌类型为侵蚀堆积河谷地貌。山体岩性上部出露为灰黄色黄土，松散，孔隙发育，具垂直节理，沟谷中出露为红褐色砂岩，上覆一层冲洪积砂砾石。经调查，桥西主要饮用自来水，桥东饮用水全为井水，村中目前有两个队，人口数为 230 人左右。井水表层夏天易漂有油花，杂质较多，有水垢。周边有多个延长石油的抽油站，位于该村的南侧和北侧。
赵家沟门	107.0287	35.67529	庆阳市镇原县平泉镇	50 多户 200 多口人	松散岩类孔隙水	113	>200	生活用水	1141.23	赵家沟门村位于半山腰较平坦处，周围为地势陡峭的丘陵和沟谷，为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性出露为黄土，土黄色，松散胶结，生长有较多的矮灌木丛。该村饮用水为机井水，于 08 年打井，用作生活用水。泉水发现有 2 处，其中 1 处已经干涸，另一处年久未淘洗，水较浑浊，仅用作牲畜用水。据调

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										查，泉水的口感好于井水，村中人口 50 多户，共 200 多人。
陈家洼	107.0311	35.72029	庆阳市镇原县郭塬镇	260 口人	松散岩类孔隙水	32.43	39.6 (12 丈)	生活用水	1381.59	陈家洼位于山顶平坦处，黄土塬上，地势十分平坦，为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性山体出露为土黄色的亚砂土，至沟底处出露有砂岩。村中有机井 1 口，目前已经停用，饮用水来自于郭塬村。在接近沟底的半山腰发现古井 1 口，，由于搬迁，该井已经不使用，饮用水统一为自来水。饮用水口感很好，各家都有净化设施，供水站没有净化设施。人口数为 260 人。
慕家圪	107.0518	35.71533	庆阳市镇原县郭塬镇	180—190 口人	松散岩类孔隙水	170—180	230	生活用水	/	慕家圪村位于山顶塬面平坦处，岩性出露为黄土，剥蚀侵蚀黄土地貌。该自然村中人口 180—190 口人，村中供应有自来水，水源来自郭塬镇，前一段时间自来水口感变差，人们又开始饮用井水，现在村民饮用水大部分为自来水，平均 6 元/吨。现在仍有部分村民饮用井水，井水无色透明，口感好于自来水。村北头有水井 1 口，为 2009 年打下的，打井深度 230m，水位埋深 170—180m。该水井周边立有指示牌和宣传牌，但未划分水源地保区范围，仅知道该处有水源地。离沟不远处，沟中有泉水，20 年前担水，现已废弃。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
回回店	107.246	35.84037	庆阳市镇原县孟坝镇	60 多户 300 多口人	松散岩类孔隙水	201	>210	生活用水	1256.58	回回店村位于山顶平坦塬面上，地形起伏很小，为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性出露为土黄色亚砂土，松散胶结，塬面上种植有农作物。村中有自来水管道的铺设，水源来自醴塬村。村中水井 1 口，为古井，打于上世纪 80 年代，最初井深 18 丈，然后水位下降，加管>30 根。目前村中人口 60 多户，共 300 多口人，村中的饮用水大部分靠村东头的水井，自行去拉水。来自醴塬供应的自来水的水位、水质差，口感不佳，有如洗衣粉一样的白色沫沫，应该为漂白处理的结果。目前该井水主要供应回回店和西塬两个自然村的生活用水，西塬村人口 300 多口人。
王湾村	107.3092	35.81288	庆阳市镇原县孟坝镇	400 多口人	松散岩类孔隙水	>100	450	农牧业用水	/	王湾村位于山顶平坦的塬面上，周围沟谷纵横，深切严重，为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性出露为黄土，松散胶结，表层种植有植物和矮灌木。村中有自来水供应，水源来自孟坝镇，水源处有净化设施，无明显的咸味，烧水做饭后会有水垢析出。供水人口 400 多人。村东北侧 200 米处，有机井 1 口，为灌溉用水，不作为饮用时。井底的地层岩性为砂岩层，井深 450m。
毛天李家	107.404	35.78663	庆阳市镇原县太平镇	9 户 50 多口人	松散岩类孔隙水	3.6	6	生活用水	1125.73	毛天李家村位于Ⅳ级阶地的半山腰平坦处，山体地势较陡，地形坡度变化大，侵蚀堆积河谷地貌。谷地中流淌着蒲河，村落位于东

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										南侧的山上。山体岩性上部出露为厚层黄土，下部出露为红褐色的砂岩，沟谷中和地势较低的阶地出露为冲洪积物。目前村中剩余人家较少，大部分搬迁进入城里，户数 9 户，共 50 多口人。饮用水为自来水，为乡镇统一供应，在未通自来水前，饮用水为井水。老乡在沟谷中蒲河西岸挖了一口水井，水井水量充足，清澈无色，现已废弃，具询问自来水发咸，有涩味，口感明显比井水差。
赵咀	107.4735	35.81232	庆阳市西峰区彭原乡	50 多户 200 多口人	松散岩类孔隙水	46	115	生活用水	1108.1	赵咀村位于河谷西侧的山顶处，地势相对平坦，周围地形变化大，为侵蚀堆积河谷地貌。山体地势较高的地方出露为亚砂土，下伏地层为红褐色亚粘土，地势较低的阶地和河谷中出露为冲洪积物，沟底可见有砂岩出露。经调查，村民饮水为自来水，对自来水的口感评价极差，人口为 50 多户共 200 多人。机井位于河谷中的 I、II 级阶地之间，为饮用水井，暂时不供应该村的生活饮用水。周边可见有巴家咀地表水水源地的标识牌和宣传牌。
东坳	107.5893	35.81058	庆阳市西峰区彭原乡	约 320 人	松散岩类孔隙水	71	>200	生活用水	1343.41	东坳村位于山顶平坦塬面上，为该区域最大的塬面，周边地势均较平坦，侵蚀剥蚀黄土地貌。岩性出露为黄土，厚层，松散胶结，种植有农作物、果蔬。杨坳村目前有 11 个

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										组，东坳村人口为 320 多人，饮用水为村东的机井水。经调查，村中大部分潜水水井已经填埋，发现水井仅 2 口，其中 1 口为古井，位于村西南方向，另一口为村东的机井，也是现在饮用水水井。村西南的水井位于东坳，但是水井供西坳使用，功能为灌溉用水，井深大于 200 米。
任家北咀	107.6244	35.79746	庆阳市西峰区温泉镇	110 多人	松散岩类孔隙水	145	>200	其他	1245.29	任家北咀为山顶平坦塬面上，该区域最大的塬面上，周边地势平坦，深切沟谷也发育，为侵蚀剥蚀黄土地貌。岩性出露为黄土，厚层，胶结松散，种植有农作物和果树。村中有自来水供应，来自于李家寺统一供应。居民饮水为统一使用自来水，人口约 110 口人。发现水井 1 口，据说是之前钻探时候留下的井，井深不祥，水位埋深 145m，现已不做使用，长期用石头封井。
王庄	107.777	35.7147	庆阳市西峰区温泉镇	100 多人	松散岩类孔隙水	约 140	约 200	生活用水	/	王庄村位于地势平坦的山顶塬面上，地形坡度变化小，周边有深切沟谷，地形变化大，为侵蚀剥蚀黄土地貌。岩性出露上部为黄土，下伏为红褐色亚粘土和红土。目前，该村人口有 100 人左右，饮用水来源为机井水，机井为私人拥有。机井的深度约为 200m，水位埋深大概 140 多米。在村西侧有古井 1 口，未饮用自来水时饮用水的来源，

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										现在由于水位下降，加上井水口感较差，现已停止使用。
下庄村 上庄组	107.6404	35.76936	庆阳市西峰区温泉镇	400 多人	松散岩类孔隙水	/	/	生活用水	1337.93	上庄村位于地势平坦的山顶塬面上，所处位置地形变化小，北侧和东南侧有深切沟谷，地形坡度变化大，为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性出露为黄土，厚层，较松散，种植有农作物。村中已经铺设自来水管，水来源于北侧沟底泉水，在泉水边建筑输水设施，最终输送至居民家中。该村目前有 13 个自然村，人口共计 6000 多人。
赵楼子	107.8641	35.76944	庆阳市合水县何家畔镇	300 多人	松散岩类孔隙水	70	/	生活用水	1202.57	赵楼子村位于山顶平坦处，地形起伏变化小，东边和西边为深切河谷，地貌类型为剥蚀侵蚀黄土地貌。岩性出露为灰黄色黄土，厚层，种植有果树。该村人口总数为 3417 人，分为 9 个组。自来水供应共有 9 口井，其中 2 口已经报废，开采层位为潜水，成井深度 80—150m 不等，一般初见水位为 60 多米，该井的水位埋深为 70m。调查的水井位于南头组，供水人口 300 多人，饮用口感佳，会有少量的泥沙杂质。
杨贺村	107.7717	35.52014	庆阳市宁县焦村镇	300 多人	松散岩类孔隙水	60	300	生活用水	1229.99	杨贺村位于山顶平坦处，塬面相对开阔，所处位置地形坡度变化小，为侵蚀堆积黄土地貌。岩性出露为灰黄色粉砂质亚砂土，松散，种植有农作物。经调查，村中水井有 2 口，村南井深 300 米，现已底部发生坍塌，

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										坍塌后井深约为 70 来米，水位埋深约 60 米，为村中的饮用水主要来源之一；村北井深 140 米，为新打下的井，也是村中饮用水来源之一。据反映，饮用水中含有较多的水垢，井水的口感较差。之前西侧的沟谷中有泉水出露，目前也已干涸。人口数为 300 多人。
东新庄	108.437	35.49875	庆阳市正宁县西坡乡	300 多人	松散岩类孔隙水	80	150	生活用水	1427.59	东新庄位于山顶平坦处，塬面相对开阔，所处位置地形坡度变化小，为侵蚀堆积黄土地貌。岩性出露为灰黄色黄土，为粉砂质亚砂土，松散，种植有农作物。村中目前饮用水为自来水，来源于机井水。机井共有 2 口，村北头的井为新打机井，大于 2014 年，为村中的自来水井，不过容易在冬天冻住而影响供水。村西北的水井为古井，打于 1976 年，井深 150 多米，埋深 80m，水量较大，从未抽干过，新井供水不足时，古井来替代。经询问，称该村有大骨节病的病史，与饮用古井水有很大关系。村中人口 300 多人，水井周边未田地，未见有污染源。
严沟圈组	107.9825	35.77761	庆阳市合水县西华池镇	523 户 2078 人	松散岩类孔隙水	约 180	180/250	生活用水	/	严沟圈村位于山顶平坦处，塬面较为宽阔，地形坡度变化小，周边北侧和西侧为深切沟谷，地形起伏较大，为侵蚀堆积黄土地貌，地形为黄土塬。岩性上部出露为灰黄色黄土，为粉土质亚砂土，较坚硬，可见钙质结

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										核；下伏地层为红褐色亚粘土，较为致密。村中水井有 2 口，居民的饮用水一部分为井水，一部分为自来水。两口水井井深分别为 250m 和 180m，目前 180 米水井仅知道有水，但难以抽上水，另一口水井打到砂层水，水量充足，杂质少。人口数为 523 户，共 2078 人。
土坪村	107.9197	36.45826	庆阳市华池县柔远镇	260 多人	松散岩类孔隙水	13.35	30	生活用水	1268.72	土坪村位于河谷Ⅱ级阶地上，地势相对平坦，周围山势较为陡峭，地貌类型为侵蚀堆积河谷地貌。山体上部岩层出露为浅黄色粉土质亚砂土，具垂直节理，均质，疏松，夹有砂砾石层和湖积层，下伏地层为红土，最底部出露基岩，岩性为红色砂岩、青灰色板岩和红褐色页岩互层。该井为饮用水井，打在离河流不远处的Ⅱ级阶地上，井深约为 30m。目前该自然村人口数约为 160 人，其中大部分已经搬去城里。据反映，井水水位、水质较好，无漂浮物，饮用口感佳。
李沟门	108.0265	36.50553	庆阳市华池市乔河乡	126 人	松散岩类孔隙水	15.3	21	生活用水	1319.34	李沟门位于河谷西侧的Ⅲ级阶地上，所处位置地势较为平坦，周边地形坡度变化较大，为侵蚀堆积河谷地貌。山体岩性出露为灰黄色亚砂土，较疏松，具孔隙，发育垂直节理，地势较低的阶地发育有冲积层，表层亚砂土，下部为砂砾石层；沟谷中出露有砂岩和泥岩，表层覆有冲洪积层，主要为砂砾

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										石。目前村中饮用水为自来水，来源为村中机井，饮用口感不佳。该水井为自家打井，井深 21 米，埋深 15.3m，砂砾石层水，平时用来洗衣，饮用等。村中共有 31 户，共 126 口人。
橡树咀	108.1183	36.54936	庆阳市华池县乔河乡	180 多人	松散岩类孔隙水	23.5	26.5	生活用水	1460.12	橡树咀位于河谷北侧的阶地上，地势较为平坦，周边地形起伏变化大，河谷深切，为侵蚀堆积河谷地貌，河谷侵蚀严重。山体岩性出露为黄土，灰黄色，较坚硬，无孔隙，发育垂直节理；沟谷中出露有基岩，青灰色砂岩与杂色板岩互层，板岩为主体，具水平层理，上覆游冲洪积物，主要为一些砂砾石。村中目前饮用水为自家井水，井水较清澈无色，无浑浊物质，但含水层厚度稍薄，抽一会便抽不上来了。人口数为 180 多人。
佛殿湾	108.1006	36.54099	庆阳市华池县乔河乡	170—180 人	松散岩类孔隙水	61.2	66	生活用水	1474.75	佛殿湾位于河谷二级支沟的东侧半山腰处，地势相对平缓，周边地形坡度变化极大，为侵蚀剥蚀黄土地貌。山体岩性出露为灰黄色的粉土质黄土，质地较坚硬，发育有垂直节理，夹有古土壤层；沟谷中出露有冲洪积物，主要为砂砾石，谷底深切河谷出露为浅棕红色的砂岩或泥岩。目前村中人口数为 170—180 人，饮用水为自家水井供水，各家均有水井。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
瓦社村	108.1676	36.56725	庆阳市华池县紫坊畔乡	400 多人	松散岩类孔隙水	/	/	/	/	瓦社村位于山顶处，地形坡度变化较大，周边深切河谷，为侵蚀剥蚀黄土地貌。岩性出露为厚层黄土，灰黄色，较疏松，具孔隙，发育垂直节理。经调查，目前村中无饮用水井，饮用水来源于甘肃乡镇供水，未通自来水前靠旱井搜集雨水，目前仍有部分村民靠搜集雨水作为饮用水。前些年，沟中还有泉水出露，现如今已经干涸。该村周边有多个延长石油的抽油井，目前仍在使用。人口数 400 多人。
岳岔组	107.4655	36.45643	庆阳市环县木钵镇	30 多户	第四系潜水	13	21.6（6丈）	生活用水	1192.22	该自然村位于两条沟口交汇处，地势相对比较平坦，岩性两侧山体出露为黄土，河谷中出露为冲洪积物，两侧山体较为浑圆，地势高差约 50—80m。村中目前有自来水供应，来自于柳树渠，水碱比较大，水源处为抽取河中水，上游即为乔儿沟水库。供水方式为随时供应，偶尔出现断水的情况，尤其是在冬季。目前，每户均有水井，经调查饮用口感不佳，水中碱大，无色透明，杂质较少。周边有延长石油抽油站，井打下之后，水井的水位有所下降，未有漂浮油花的现象。
琵琶寨村	107.5913	36.24002	庆阳市庆城县马岭镇	80 多户	第四系潜水	7.58	10	农牧业用水	1130.38	该村位于河谷中平坦处，河谷较为开阔，地势平坦，两侧山体出露为黄土，河谷中出露为冲洪积物。村中通有自来水，水源来自马连沟沟，经调查反应，自来水的口感较差，

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										村民基本不做饮用水，碱大，仅用来洗衣、洗车。村中水井较多，碱大，也不作为饮用水。该井东侧约 28m 处有一公共厕所。目前饮水用水为村南约 2km 处的泉水，泉水口感极佳，该出泉水较大处有两眼，清澈透明，未曾干涸过。泉水发育与砂质板岩中，板理明显，有轻微破碎的现象，为基岩裂隙水。
小寨	107.7652	36.11063	庆阳市庆城县三十里铺镇	95 户约 400 口人	第四系潜水	19.2	20	非饮用（洗衣）	1088.23	该村位置为山脚下，河谷平坦处，侵蚀堆积地貌，山体较为浑圆，其中西侧山体地势较陡峭，山体岩性出露上覆为黄土，下伏地层为杂色细砂岩，沟谷中出露为冲洪积物。村中每户家中基本都有自挖水井，该井达到了坚硬的砂岩便停止了。经调查，井水碱大，口感不佳，平时只用做洗衣服，目前的饮用水为村南边的泉水，泉水呈无色清澈，流量较大，没有碱大的现象，为基岩裂隙水，发育于砂岩中，水平层理明显。村南部发现有一家养猪场。
李家湾	107.5266	36.06417	庆阳市庆城县铜川镇	300 多口人	松散岩类孔隙水	75	80	生活用水	1355.88	该村位于半山腰平坦处，黄土丘陵地貌，出露岩性为土黄色亚砂土，经询问，沟中黄土中有泉水。目前村中饮水机井水，位于李家湾西北侧约 500m 处，井深为 310m，现供 5 个自然村用水，供水人口约 1000 多口人。该井位于村南侧 130m 处，使用时间较为久远，供 4 户人生活饮水，今年 5 月水泵坏掉，现

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述(地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状)
										已停用, 改为饮用公共的自来水。经调查, 水井刚打到坚硬的岩石, 井水的水位、水质较好, 无碱大、漂油花的现象。周边有石油抽油站点。
巴山村	107.4368	35.95342	庆阳市庆城太白梁乡	40 多户 200 多口	松散岩类孔隙水	60.8	64.35 (19.5 丈)	生活用水	1276.58	该村位于接近山顶的平坦处, 黄土丘陵地貌, 岩性出露为土黄色亚砂土和褐红色的亚粘土, 亚砂土覆在亚粘土之上, 不整合接触关系。该井为自然村中第一口井, 现村中饮用水均为自家小井, 成井深度 60—100m 不等, 地势较高处井深较大。该井打到了褐红色的亚粘土层, 水很旺, 未出现过干涸的现象, 目前一般是 2 天抽一次, 井水呈无色透明, 无碱大、漂油花的现象, 杂质很少。周边有延长石油抽油井站点。
新庄村	107.3245	35.87337	庆阳市镇原县新集镇	120 多口人	松散岩类孔隙水	37.6	42	生活用水	1130.04	该村位于半山腰平坦处, 地势相对较为平坦, 黄土丘陵地貌, 岩性出露为黄土, 岩性主体为土黄色亚砂土, 下伏地层出露有红色的砂岩, 河谷中上覆地层为冲洪积砂砾石, 下伏地层为红色砂岩。目前该村共有 8 个队, 此次调查的新庄村为自然村, 共 36 户人, 120 多口人。该井打穿了黄土和砂砾石层, 红色砂岩打了 2—3m 才终井, 井水无色清澈, 杂质少, 碱大, 未发现漂油花的现象, 同时在河边冲洪积砂砾石可见有白色盐固体析出。周边有延长石油抽油站点。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述(地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状)
陈家咀	105.6943	35.11115	平凉市静宁县李店镇	20 多户 100 人左右	松散岩类孔隙水	18.5	20	生活用水	1568.3	陈家咀位于半山腰处，地势较陡峭，侵蚀黄土低山丘陵地貌。山体岩性出露为上部为土黄色亚砂土，下部为红褐色亚粘土。村中目前已经供应了自来水，水源来自李店镇。经调查，目前村中水井尚存 1 口，其余均已填埋，该口水井仅供个人使用。井水的口感好，相比自来水而言，碱没那么大，水层后 1—2m。人口数 20 多户 100 人左右。
白家湾	105.7864	35.09798	平凉市静宁县仁大镇	50 多口人	松散岩类孔隙水	42.64	50	生活用水	1518.99	白家湾位于半山腰平坦处，地形起伏变化相对较小，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露有土黄色亚砂土、红褐色亚粘土以及青灰色的泥岩，地势较低的位置亚砂土表层会有一层冲洪积层，以砂砾石为主。村中目前饮用水为河水，来自于葫芦河水，在河边筑水池，供给 4 个村生活用水，分别为下沟、扯弓源、高沟、硖口村。自来水随时供应，但偶尔会出现缺水的状态，经反映，自来水碱大，口感差。人口数 50 多口人。
川子里	105.828	35.10694	平凉市庄浪县万泉镇	400 多口人	松散岩类孔隙水	29.4	36.3 (11 丈)	生活用水	1578.38	川子里位于半山腰位置，地势较陡峭，侵蚀黄土低山丘陵地貌，沟谷纵横，侵蚀强烈。上部岩性出露为土黄色亚砂土，厚度 40—50m，接近沟底位置出露为亚砂土夹亚粘土，沟底出露为红色的泥岩。该村供应有自来水，但主要是饮用井水，自来水来源于大庄乡供水，井水呈无色透明，杂质少，口感好。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										于自来水。在沟底位置发现泉水 2 眼，2 个冒水点流量差异性不大，水稍微有点浑浊。人口数 400 多口人。
史家梁	105.8409	35.10885	平凉市庄浪县万泉镇	1000 多口人	松散岩类孔隙水	28.46	30	生活用水	1700.2	史家梁位于山顶平台处，地势较平坦，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为土黄色亚砂土，无胶结，矮灌木茂盛。具询问，之前沟底有泉水，四川地震之后水位下降，最终干涸，村中水井的水位也不同程度的下降。村中目前供应有自来水，来源于大庄镇供水，大部分村民喝自来水，但普遍反映口感差，碱大。同时，发现水井 2 口和多口水窖，井水目前仍在饮用，井水清澈无色，杂质少，口感好于自来水。该村目前共有 3 个队，1000 多口人。
张家湾	105.8891	35.1211	平凉市庄浪县大庄镇	170 多口人	松散岩类孔隙水	20.3	52.8（16 丈）	生活用水	1798.05	张家湾位于离山顶较近的平坦处，周围地势坡度较大，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为亚砂土，松散胶结，表层生长有矮灌木。该村目前饮用水为自来水，人口 170 多口人。水井 1 口，目前仍在作为饮用水。
史坪村	106.089	35.17414	平凉市庄浪县南坪镇	700 多人	松散岩类孔隙水	7.95	10	生活用水	1878.64	史坪村位于靠近山顶处，村落所处位置地势变化较大，周围地势较陡峭，侵蚀黄土低山丘陵地貌。地层出露上部为土黄色亚砂土，厚度大，下部出露为红褐色亚粘土。村中饮用水目前为自来水，水源来自关山水库。经调查，沟谷中以前有泉水出露，目前已经干

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										涸，在未供应自来水时用作饮用水。村中找到水井 1 口，最底部出露红褐色亚粘土，井水清澈，杂质少，口感优于供应自来水，目前仍作为饮用水。人口数 700 多人。
杏树湾	106.2796	35.19647	平凉市庄浪县韩店镇	0	松散岩类孔隙水	7.9	/	其他	1873.73	杏树湾位于山顶处，地势较高，侵蚀构造低山地貌。山体岩性上部为薄层的亚砂土，下部为红褐色的砾岩；沟谷中上部出露为冲洪积层，下部出露为红色的砾岩。砾岩风化强烈，表层风化面呈深红褐色，破碎严重。同时，在该处发育一向斜，整体岩层倾向北偏西方向，砾岩中夹有砂岩层，砾石粒径 1—3cm 大小不等，层理发育。经调查，村中已无住户，全部进行了搬迁，该村下游也正在修建花崖河水库。
王崖村	106.2524	35.20755	平凉市庄浪县韩店镇	280 人	松散岩类孔隙水	2.8	5	生活用水	1818.44	王崖村位于沟谷中平坦处，一级阶地上，北侧流淌着南洛河，北侧山势陡峭，南侧较平缓，为侵蚀堆积河谷地貌。岩性出露主体为砾岩，夹有砂岩，在砾岩表层覆一层黄土，黄土厚度 10—15m。砾岩以小砾石为主，粒径 1—3cm 不等，成分较为复杂，砾岩，红褐色，风化中等，发育层理，反映古环境水动力条件较稳定，水流方向沿沟谷指向下游方向。目前村中饮水为统一饮用自来水，大部分水井已经填埋，自来水来源于花崖河水库。人口数为 280 人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
傅家沟村	106.5975	35.31873	平凉市华亭市策底镇	100 户	松散岩类孔隙水	2.3	8	生活用水	1567.37	傅家沟位于河谷一级阶地上，侧沟与策底河沟谷的交汇处，地势相对较平坦，越靠近沟上游，地势相对变高，为侵蚀堆积河谷地貌。岩性出露为大量的冲洪积砂砾石，往北可见基岩出露，出露有灰白色的砾岩和杂色砂岩，胶结一般，风化程度一般，沿着沟谷砂岩中有泉水出露。目前，村中的饮用水主要为山中泉水，部分也饮用井水，供水人口约 100 户，井水无色，清澈，杂质少。水井旁边流淌着泉水，泉水类型为第四系松散岩类孔隙水。
白崖子	106.6256	35.33673	平凉市华亭市策底镇	50 多户	松散岩类孔隙水	7.1	11	生活用水	1568.42	白崖子位于河谷中一级阶地上，地势较为平坦，东侧流淌着北杨涧河，为侵蚀堆积河谷地貌。山体岩性主体出露为红色的亚粘土，沟谷中出露为冲洪积物。目前村中有自来水供应，水来自于上游筑坝然后输送至各家，源头为泉水。据调查，井水的水位、水质很好，口感佳，目前村中的饮用水基本为自来水，该井为施工队的生活用水。水井最底部岩性出露为砂砾石层，无胶结，地下水类型为砂卵石孔隙潜水。村中人口数 50 多户，施工队 40 多口人。
庙庄	106.9151	35.55004	平凉市崆峒区草峰镇	54 户 220 人	松散岩类孔隙水	>90m	100	生活用水	/	庙庄位于山顶平坦处，周围山体地势较陡，为剥蚀堆积丘陵地貌。岩性出露为厚层的土黄色亚砂土，松散胶结，颗粒细，分选较

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										好。据调查，之前沟谷中有泉水出露，现在已经干涸。村中自来水也于 19 年 8 月刚通上，但还未供水，目前饮用水要么搜集雨水，要么去水站买水，很是不方便。村中人口 54 户，共 220 人。水井清澈，无色，偶尔表面会漂有油花，且烧水做饭的话会有很多的碱物质。之前井水水量很大，现在抽水 5min，水量就会明显变小。
阴洼庄	106.759	35.19448	平凉市华亭县安口镇	60 多户	松散岩类孔隙水	3.98	6.6(2 丈)	生活用水	1327.87	该村位于河谷沟口南岸山脚下，地势相对平坦、开阔，沟谷中流淌着南川河。两侧山体岩性出露为上覆土黄色黄土，下伏为风化强烈的杂色泥岩。村中供应有自来水，但大部分村民都饮用家中井水，因为，井水的口感好于自来水，井水无杂质，无色透明，而且自来水每年还需缴纳饮用费用。
小庄	106.8193	35.24433	平凉市华亭县石堡子开发区	40 户 100 多口人	松散岩类孔隙水	5.2	7	生活用水	1269.18	该村位于河谷中山脚下，策底河从河谷中流过，地势较开阔平坦，山体出露为上覆薄层黄土，下伏为青绿色砂岩或砂质板岩、粉砂岩，层理发育。村中水井较多，每家都有，饮用水来源为河谷中打下的机井，机井井深 60 多米，水井目前已经暂停使用，无净化设施，水中杂质较多，碱大，在公路两侧大多水井成井深度 10m 左右，多数已经不再作为饮用水井。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
东门村	107.1839	35.16413	平凉市灵台县梁原乡	约 100 户	松散岩类孔隙水	11.6	15	生活用水	1129.76	该村位于河谷中，黑河南岸，为二级阶地，地势较平坦，岩性出露两侧山体为黄土，河谷中出露为冲洪积物。村中的饮水为自来水和井水，，自来水水源为横渠，横渠取水处为山沟中泉水，供应时间 4 年多，到冬季容易断水，管线容易冻上。经反映，井水比自来水的口感好，杂质也少。目前村中共有两个队，共 100 户左右，每个队为 200—300 人。该井结构最上边为砂土，下伏为冲洪积砂砾石，最底层为坚硬岩石，具描述应为砂岩或泥岩。
厚子	107.4326	35.13623	平凉市灵台县什字镇	81 户 300 多口人	松散岩类孔隙水	>100	118	生活用水	/	该村位于山顶平坦处，黄土台塬地貌，岩性出露为亚砂土。村中饮用水均来自该水井，水中杂质很少，清澈无色，口感较好。每天定时放水，之前水量较大，没有抽干的现象，现在抽 20min 基本就抽干了，水层厚度明显变薄，水位下降严重。
五十铺	107.3129	35.34044	平凉市泾川县城关镇	20 多户	松散岩类孔隙水	12—13	20	生活用水	/	该村位于泾河河谷南侧，山脚下，黄土台塬地貌，地势平坦。山体岩性出露为上覆土黄色黄土，生长矮灌木和乔木；河谷出露为冲洪积物，上覆亚砂土，具有二元结构，河谷较开阔，最宽处有 1.4km。村中饮用水为自来水，水源为城关镇自来水，供水人口为 20 几户，140 多口人。目前村中水井尚存 2 口，其中 1 口已经干涸，另 1 口仍在饮用。正在使

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述(地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状)
										用水井为古井，井底出露岩性为砂岩，刚打井水位为 12—13m，后水位埋深下降至 16—17m。井水口感佳，无色，透明，相比自来水就杂质少得多。村中发现有垃圾随意丢弃。
凤凰村	107.4237	35.35596	平凉市泾川县城关镇	120 多口人	松散岩类孔隙水	3	3—4m	其他	1019.49	该村位于沟口处，泾河北岸，地势较平坦，侵蚀堆积地貌。山体岩性出露为土黄色黄土，生长有较多的矮灌木，山体浑圆。往沟里走出露有细砂岩与黄土，不整合接触关系。山体上部为黄土和冲洪积物，下部为粉砂岩或细砂岩，砂岩发育有水平层理，灰白色，中厚层结构，沟谷中有泉水，流量较大，源头距沟口约 5km。该村水井 1 口，目前已经填埋，蒋家村尚有水井 1 口，但已大于 5y 未使用。之前离沟口不远处有泉水 2 眼，供蒋家村、王家沟、凤凰村 3 个自然村饮用，后改为饮用自来水。以凤凰村所在沟尾分界，凤凰村以西人口较少，饮用王村水，以东人口较多，饮用水来自丰台乡。经调查，自来水碱不大，饮用口感较好。该村共有 6 个自然村，其中 3 个村已经拆迁完成，凤凰村人口 120 多人，使用王村供水，水垢较多，杂质稍多。
闫寨、芦寨	106.8907	35.47546	平凉市崆峒区四十里铺镇	140 多户 500 多口人	松散岩类孔隙水	6.33	13.5	生活用水	1221.86	该村位于河谷中，地势平坦，侵蚀堆积地貌。岩性出露为冲洪积物，含有较多的砂砾石，粒径大小不一，最大粒径有 30cm，砾石

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述(地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状)
										成分复杂。该处河谷十分开阔，北侧有泾河穿过。目前两个村的饮用水均为自来水，绝大部分的水井已经填埋，仅在闫寨村存有利于灌溉的水井，井深 10 几米；芦寨村水井有 2 口，均为饮用水井，井水无色透明，饮用口感好，据反映水量较大，抽 14 个小时也未干涸。经调查，目前闫寨村人口 140 多户，人口 500 多人。两个村都供应有自来水，自来水来源于清街镇南侧的水厂，水源为华亭安口镇。
马河村	104.8786	34.82351	天水市武山县榆盘镇	600—700 人	松散岩类孔隙水	4.3	9	生活用水	1976.96	马河村位于河谷东侧Ⅱ级阶地上，侵蚀堆积河谷地貌，地势较陡，山体浑圆，西侧山体地形较为平缓，岩性出露为黄土，东侧山体岩性出露为红色砂砾岩，同时在开挖场地发现较多的浅墨绿色的变质细砂岩的碎石，沿沟谷上游，可见亚砂土与冲洪积砂砾石互层出现，层理清晰，砾石粒径 1—8cm 不等。村中饮用水为自来水，来源于村北侧的抽水站，水源为河水，河水清澈无色，但反应有碱大的现象。经调查，发现水井 1 口，井底出露岩性为红色的砂砾岩。
鹦哥沟	105.4744	35.01956	天水市秦安县王铺镇	200 多人	松散岩类孔隙水	1	5	生活用水	1558.36	鹦哥沟位于半山腰平坦处，侵蚀堆积地貌，地势较为陡峭。经调查，可以划分出Ⅳ级阶地，其中Ⅲ、Ⅳ级阶地上覆为土黄色亚砂土，下伏为红色亚粘土；Ⅰ、Ⅱ级阶地岩性

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										<p>出露为亚砂土，厚 5-8m，下伏岩性为冲洪积物，厚度 3-5m；沟底出露为青灰色板岩夹石英、长石条带，至少有两期热液作用，无明显交叉，分不出时代先后，板理发育，近于垂直，走向为沿河谷方向，风化强度一般。</p> <p>村中目前饮用水为自来水，水来源于王铺镇，经反映，碱不大。村中人口目前 200 人左右，大部分饮用的是自来水，离河谷较近的居民仍饮用泉水，泉水口感好，水较浑浊，水量大。在泉水旁边修筑有水井，通过水泵将水输送至各家。</p>
玉家湾	105.5134	35.0307	天水市秦安县王铺乡	70-80 户	/	/	/	/	/	<p>玉家湾位于离山顶约 80m 处的半山腰平坦处，侵蚀黄土低山丘陵地貌，地势较平坦，地形相对变化较小。山体岩性出露为亚砂土和亚粘土，沟底出露有青灰色板岩。亚砂土，土黄色，厚度约 10—50m，发育有垂直节理；亚粘土，褐红色，胶结较差；板岩，青灰色，板理发育，风化一般，没有明显的破碎。经调查，村中人口为 70—80 户，饮用水为自来水，去年刚刚供应，在未供应自来水之前饮用水为雨水，靠旱井收集。经询问，之前沟谷中有泉水，目前已经干涸。</p>
张家寨村上庄	105.5564	35.05938	天水市秦安县魏店镇	300 多人	松散岩类孔隙水	20.7	>30	生活用水	1771.15	<p>上庄位于接近山顶半山腰相对较平坦处，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露有土黄色亚砂土，发育垂直节理，位于顶部，时代最</p>

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										新；亚粘土，红褐色；沟底出露有青灰色的砂岩，小范围出露。主体为黄色亚砂土和褐红色的亚粘土，均为不整合接触关系。经调查，目前村中已经供应自来水，水源来自魏店镇，口感差，碱大。村中古井惟存 3 口，其余均已填埋，成井时间均大于 30 年，口感好于自来水，供水人口为 300 多人。
王马沟	105.6207	35.07175	天水市秦安县魏店镇	80 多户 271 人	松散岩类孔隙水	26.1	28	生活用水	1641.49	王马沟位于离沟底较近的平坦处，侵蚀黄土低山丘陵地貌，地形变化相对较小。岩性出露为黄色亚砂土，厚度>100m,发育有垂直节理，位于最上层；红色亚粘土，未见底；沟底出露有冲洪积砂砾石，粒径普遍较小。目前村中饮用水为自来水，水源来自于陈家河。村中各家都有水井，经反映，井水口感好于自来水，井水清澈，无色，杂质少。村中人口 80 多户，271 人。
赵家沟	105.5857	35.06283	天水市秦安县魏店镇	80 户 400 多口人	松散岩类孔隙水	26.7	28.5	生活用水	1735.11	赵家沟位于离山顶不远处，地势较平坦，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为亚砂土，亚粘土，沟底出露有红色的砂岩。在上游红色亚粘土上部有泉水出露，为松散岩类孔隙水。村中水井目前有 3 口，位于地势较低的两口已经干涸，只有地势较高的水井还在使用，用做饮用水。村中饮用水大半部分来自于王家湾处的水库供水，经反映，口感差，

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										碱大，井水口感好于自来水。人口数 80 户 400 多口人。
坑草坪	105.6372	35.08845	天水市秦安县魏店镇	39 户 200 多口人	松散岩类孔隙水	24.2	27	生活用水	1632.17	坑草坪位于接近沟底的半山腰较平坦处，地势较平坦，侵蚀黄土低山丘陵地貌。出露岩性为黄色亚砂土和红色亚粘土，沟底出露为冲洪积物。经调查，村中目前饮用水为自来水，来源于李家沟。目前村民饮水主要为自来水，部分村民仍饮用自家井水，经反映，井水微甜，口感好于自来水，且自来水有碱大的现象。之前，沟中有泉水，目前已经干涸。人口数 39 户 200 多口人。
朱杈家阳坡	105.4049	34.99856	天水市甘谷县大庄镇	5	松散岩类孔隙水	10.3	18	其他	1862.99	黄土丘陵地貌，水井位于山坡的低洼处，周围为第四系黄土、砂土，井水用来洗洗衣服，本村约 30 户，100 人，饮用水为自来水，未通自来水以前为旱井集水。
上街村	105.0752	34.91985	天水市甘谷县礼辛镇	/	松散岩类孔隙水	14	30	农牧业用水	1545.14	村庄位于河谷阶地上，最宽处达 800-1000m，河道宽 20-30 米，井位于河道旁，距河水 3m，河道内为第四系冲洪积砂砾石，22m 见基岩，该井主要用于浇地。
马力村	104.7055	34.66491	天水市武山县马力镇	5	松散岩类孔隙水	4	5	生活用水	1680.92	位于陇中黄土丘陵地貌与西秦岭中高山地貌过渡区域，井深 5m，井水供本户 3-5 人饮水，马力镇人口约 4-5 千人，生活用水为自来水。
民武村	104.6935	34.65489	天水市武山县马力镇	6	松散岩类孔隙水	4	5	其他	1667.12	民武村位于榜沙河河谷中，河谷地势较平坦，周边山体起伏较大；村中已通自来水，

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										水源为地表水，目前民武村约 1600 人，绝大部分饮用自来水。
郝藏村	104.2439	34.27271	陇南市宕昌县哈达铺镇	30	松散岩类孔隙水	3.3	6	生活用水	2321.66	村庄位于沟谷旁，井深 6m 供 6 户 30 人饮水，本村水井较少，本村约 400-500 户，1500-1800 人，目前使用自来水。
新寨村	104.2042	34.24667	陇南市宕昌县哈达铺镇	5	松散岩类孔隙水	25	50	其他	2243.29	村庄位于沟谷中，井深约 50m，井水主要用于洗车，本处 20m 以下见水，附近 15-25 见第一层水，本地区原来没人居住，最近几年新农村搬迁，居民增多，目前大部分没人居住，目前使用自来水，自来水为山中泉水
东坡峪	105.0777	34.73093	天水市甘谷县盘安镇	5	松散岩类孔隙水	3.1	8	生活用水	1419.48	黄土地貌，村庄位于山脚下，地势平坦，西邻毛河。住户约 60 多户，300 多人。现在主要饮用井水、自来水。水井成井深度约为 8m，约 3.1m 处见水，为潜水，水质比自来水好；水井岩性：第四系黄土层。田地中大面积种植韭菜。
五十村	105.4887	34.56849	天水市秦州区籍口镇	60	松散岩类孔隙水	8.5	10	生活用水	1338.91	村庄位于沟谷中，地势较为平坦，村西侧出露为黄土，东侧山体上覆为黄土，下伏地层为基岩，黄土致密，无孔隙含较多植物根系，夹有冲洪积层，生长有较多草本植物沟谷中冲洪积物，沟谷宽度约 450m，村中饮用水来自铁炉乡，去年供应，经常断水，大部分村民饮水靠水井，自来水有咸度。
上街村	104.9434	34.72438	天水市武山县城关镇	5	松散岩类孔隙水	23.62	26	生活用水	1434.79	黄土地貌，地势起伏，位于沟谷中，两侧山体为黄土，沟谷中为冲洪积物，河谷较开阔

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
										约 2Km 附近流淌渭河。住户约 60 多户，300 多人。现在主要饮用井水、自来水。水井成井深度约为大于 20m，约 23.62m 处见水，为潜水，水质比自来水好；水井岩性：第四系黄土层。附近有污水处理厂。
周家庄村	105.0391	34.76342	天水市武山县洛门镇	6	松散岩类孔隙水	8.15	12	其他	1391.35	村庄位于位于沟谷中，地势平坦岩性出露为黄土，黄色亚砂土；小沟中出露有红褐色亚粘土。住户约 110 多户，500 多人。现在主要饮用自来水，为砂层水，之前饮用潜井水。井西侧为洛门镇自来水供水站，有地下水饮用水水源地保护区，供水每季度检测一次。水井成井深度约为 12m，约 8.15m 处见水，反应水质比自来水好；目前村中还有一口灌溉井，引用南河水。
车岸村	104.8204	34.77107	天水市武山县山丹乡	5	松散岩类孔隙水	7.5	10	其他	1505.92	位于陇中黄土丘陵地貌与西秦岭中高山地貌过渡区域，两侧为黄土高山，地形较缓，现在村中约 200 户，人口 300 多人，现在生活用水为自来水，从山中引水通入村中，田地较多，地形平坦，井水多年不用。
湫沟寺	105.1581	34.71139	天水市甘谷县武家河镇	5	松散岩类孔隙水	16.3	25	其他	1585.66	黄土地貌，周围为第四系黄土、亚砂土，本井多年未使用，本村约 40 户，人口 160-200 人，已通自来水，没通自来水以前为水窖存雨水。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
东街村	105.0249	34.76107	天水市武山县洛门镇	/	松散岩类孔隙水	3.84	5	生活用水	1395.35	村庄位于河谷中，地势平坦，成井深度约为5m，目前村中约300户，人口数为1200余人。村民饮用水主要为自来水。
小石沟	105.5369	34.53706	天水市秦州太京镇	/	松散岩类孔隙水	12	15	生活用水	1382.38	黄土丘陵地貌，地势有起伏，村庄位于沟谷中，目前村中约20多户，人口数100多人，村民主要饮用井水，村民反应水质好。该井成井深度约为15m，周边岩性上部为第四系黄土，下部为砂砾石层。
王店村	106.155	34.89759	天水市清水县黄门镇	10	松散岩类孔隙水	2.8	7	生活用水	1586.3	村庄位于沟谷中，周围地势起伏，目前村中300多户，人口数为1500多人。村民饮用水主要来自自来水，自来水供应不足饮用井水。自来水源为河水，自来水厂位于山下。该水井成井深度约为7m。
蒲魏村	106.2019	34.84124	天水市清水县新城乡	800	松散岩类孔隙水	3	10	其他	1740.3	黄土丘陵地貌，地势起伏，村庄位于山顶山洼。该村约178户，人口数为800多人。2005年前主要饮用泉水，现在饮用水为自来水，水源为河水，通过二级泵房引入各户。水井成井深度约为10m，周边岩性主要为第四系黄土，沟谷切割深度大。
韩川村	106.0476	35.01793	天水市张家川县龙山镇	2300	松散岩类孔隙水	8.6	12	生活用水	1527.28	韩川村位于沟谷中，地势较为平坦，山体岩性以黄土为主。目前村中约500多户，人口数为2300多人，村中已通自来水，水源为水库地表水，居民多数饮用自来水，少数人家同时使用井水。该井成井深度约为12m，供本户3-5人饮水。水井岩性：0-7m为第四系

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述(地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状)
										黄土层, 7m 以下见细砂土, 砂砾, 村民反应水质较好。
郭河村	105.8493	35.0454	天水市秦安县莲花镇	6	松散岩类孔隙水	11.5	12	其他	1416.19	郭河村位于清水河河谷中, 地势较为平坦, 周边山体起伏, 岩性主要出露为第四系黄土。村中自来水今天刚接通, 水源来自引洮工程, 地表水。自来水供应之前主要饮用井水, 现在也偶尔饮用, 该井成井深度约 12m, 供水人数约为 500 户, 约 3000 余人。
崔湾村	106.1863	34.97238	天水市张家川县张家川镇	5	松散岩类孔隙水	7	10	其他	1649.89	崔湾村位于南河河谷中, 河谷中地势较为平坦, 两侧山体岩性为黄土、河谷中为冲洪积产物。村中已通自来水, 自来水水源为水库水。该井水井成井深度约为 10m, 水井上部岩性为冲洪积物, 底部见泥岩。目前村中供水人数约为 260 户, 人口数为 1180 多人。
宁马村	106.1295	34.93774	天水市张家川县胡川乡	10	松散岩类孔隙水	8.1	10	其他	1670.71	村庄地貌类型为黄土丘陵地貌, 地势起伏较大, 沟谷处见小河流。村中已通自来水, 供应时间 2~3 年, 水源为水库水。该井成井深度约 10m, 成井岩性为上部为第四系黄土层, 下部为砂砾石层。目前村庄人数约为 100 户, 人口数为 600 余人。
申都乡	104.3989	34.40504	定西市岷县申都乡	2119	松散岩类孔隙水	1	9	生活用水	2552.24	申都乡位于申都河河谷中, 目前村中已经全部实现通自来水, 自来水来自与闫井镇供水水厂, 取水口位于闫井河上游的林口沟上沟口, 水源为截流河水。村中尚有水井分布, 但基本都不使用。申都村人口数为 2119 人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	水位埋深(m)	成井深度(m)	水井类型	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
砖塔寨村	104.4486	34.44218	定西市岷县蒲麻镇	917	松散岩类孔隙水	3.5	10	生活用水	2462.5	砖塔寨村位于沟谷中，目前包括 4 个自然村，人口总数为 917 人。村中目前已经通自来水，但未全部入户，仍有部分村民饮用井水，人口数约为 420 人。自来水来自于闫井镇供水水厂，取水口位于闫井河上游的林口沟上沟口，水源为截流河水。
元草村	104.4648	34.45947	定西市岷县蒲麻镇	1092	松散岩类孔隙水	3	7	生活用水	2451.37	元草村位于沟谷北侧，共有 5 个自然村，人口总数为 1092 人，其中输水线路经过的自然村为二社和三社，人口数为 539 人。经调查二社和三社目前饮用水来源全部为自家井水，含水层厚度一般均大于 1.5m。结合当地输水计划，村中之间已经纳入岷县闫井镇农村供水工程，管线从村中经过，但未落实入户。
红崖村	104.4775	34.46994	定西市岷县蒲麻镇	2212	松散岩类孔隙水	6	8	生活用水	2446.92	红崖村位于沟谷中，共包括 9 个自然村，人口总数为 2212 人，管线经过的自然村为五社，人口数为 187 人，村中已经供应自来水，自来水未全部入户，仍有较多村民饮用井水。该户村民饮用井水，家中 4 口人，平时一般冬季在家。该户南侧约 100m 处发育一泉水，部分村民靠泉水作为生活用水。

表 4.2-44 地下水开发利用现状调查汇总表——泉水

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
双墩村	108.585107	36.720848	延安市志丹县旦八镇	110 口人	基岩裂隙水	无色	透明	1471.69	泉水出露点位于沟谷底部，出露岩性有浅黄色黄土，褐色泥质板岩，褐色砂质板岩和褐色砂岩，未见底，泉水的流量很小，沟底中基本断流，目前村中人口 110 多人，饮用水来自油田深井。
顾塔村	109.266393	36.85296	延安市安塞区真武洞镇	400 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1159.46	顾塔村位于沟谷旁的山坡上，村中人口 400 多人，已通自来水，自来水来自李家湾处的泉水，泉水处建有供水设施，输送至各家各户。
李塔村	109.242768	36.823938	延安市安塞区招安镇	260 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1192.3	李塔村位于沟谷旁的半山腰处，黄土地貌。该井为村中古井，修建有储水井，经抽水泵输送至各家各户，供水人口约 260 人，该处泉水水量较大，周边地面潮湿。
周屯村	109.205126	36.75141	延安市安塞区招安镇	180 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1123.75	周屯村位于沟谷旁的阶地上，侵蚀堆积河谷地貌。沟谷中发育有河流，在岩层渗水处修建有抽水设施，经抽水泵输水至山顶处，供各家使用，供水人口约 180 人。泉水渗水围岩岩性为砂岩，水量较大。
窑子沟	109.174275	36.711882	延安市安塞区砖窑湾镇	100 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1209.97	窑子沟村位于沟谷旁的阶地上，侵蚀堆积河谷地貌。沟谷旁发育有泉水，出水岩性为砂岩，在该处修建有水井，通过抽水泵抽水至山顶处，供村民使用，供水人口约 100 多人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
红庄村	109.382726	36.682746	延安市宝塔区河庄坪镇	100 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1132.09	红庄村位于沟谷中，黄土地貌。村中饮用水为山上泉水，未饮用红庄水库水，供水人口约 100 多人。红庄村南侧田塔村有 1 户，该处发育有泉水，建有供水设备。
万庄村	109.366708	36.682669	延安市宝塔区河庄坪镇	420 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1121.96	万庄村位于沟谷中半山腰处，黄土地貌。村中供水人口 80 多户，420 多人，村中饮用水来自泉水，泉水处建有饮用水安全工程。
范渠	109.298027	36.645563	延安市宝塔区枣园街道	160 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1062.43	范渠村位于沟谷中，山体出露黄土，为黄土地貌。泉水出露位置为泥质板岩，泉眼数量较多，为范渠的饮用水来源，供水人口约 350 多人，常住人口约 160 人，泉水清澈无色。
刘渠	109.329157	36.672313	延安市宝塔区枣园街道	小于 10 户	松散岩类孔隙水	无色	透明	1133.23	泉水出露点位于山谷东侧寺庙旁，泉水点围岩为砂岩，泉水流量较大，有收集装置，功能为刘渠村饮用水，供水人口小于 10 户，大部分泉水用于下游约 500 处的供水公司使用。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
付家庄	108.111777	35.451022	庆阳市宁县良平乡	3600 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1208.45	付家庄村位于山顶平坦处，塬面较开阔，地形变化较小，稍微向沟谷倾斜，周边深切沟谷较多，为侵蚀堆积黄土地貌。岩性出露为灰黄色黄土，表层可见覆有薄层冲积层，黄土主要为粉砂质亚砂土，松散，种植有农作物和果树。村中铺设自来水管，水来源于沟谷中泉水，泉水出露于黄土中，该处地形坡度变化大，在泉眼处建有水池和供水设施，从而供应居民生活用水。泉水只有一个冒水点，泉水流量较大，无色清澈，流量计算约为 4s/550ml，经反映，饮用口感好。人口数为 3600 多人。
孙寨沟村	108.056567	35.877706	庆阳市合水县西华池镇	150 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1243.77	孙寨沟村位于山顶平坦处，处于塬面的末端，所在位置地形变化小，周边深切沟谷较多，地形坡度变化大，为侵蚀堆积黄土地貌，地形为黄土塬。山体岩性出露为灰黄色亚砂土，松散，较疏松，质地较均一；下伏地层出露红土，为红褐色亚粘土，中间夹有湖积层。泉水出露点位在沟谷中，山体垮塌较为严重，泉水发育于亚砂土中，流量很小，通常是渗流出来的，没有稳定的泉点，冒水点较多，部分表层可见漂有油花。该村建有好多水窖，未曾听闻有水面漂油花的现象。人口数为 150 多口人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
马家阴湾	105.672334	35.101096	平凉市静宁县李店镇	37 户 200 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1663.14	马家阴湾位于半山腰，地势相对平坦，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为黄色亚砂土和红褐色亚粘土，上覆地层为亚砂土，厚度 15—20m 不等，下伏地层为亚粘土，未见底。目前村中饮用水为自来水，来自李店镇，据反映，口感差，碱大。在未饮用自来水之前，饮用水为泉水，在泉水处建有水井 2 口，已多年不使用。泉水的地下水类型为松散岩类孔隙水，无色，透明，水中漂浮一些枝叶。村中人口为 37 户 200 多口人。
张家小湾村	105.869601	35.113555	平凉市庄浪县大庄镇	800 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1567.22	张家小湾村位于离山顶较近的平坦处，地形变化不大，地貌类型为侵蚀黄土丘陵地貌。出露岩性为土黄色亚砂土，红色亚粘土，无基岩的出露。村中饮用水为自来水，在未通自来水之前饮用泉水。泉水位于沟底，地下水类型为松散岩类孔隙水，在泉水位置建有水池，建于 1996 年，泉水清澈无色，透明见底，泉水流量不大，自来水供应之后基本不再饮用。目前该村人口 800 多口人，分为 4 个队。
丁山村	105.908675	35.13558	平凉市庄浪县大庄镇	600 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1746.45	丁山村位于山顶处，地势平坦，周边为沟谷，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露上部为土黄色亚砂土，往下夹有深黄色湖积层，下部接近沟底出露为红色的亚粘土。目前村中饮用水为自来水，水源来自石门沟村，供水人口 600 多人。在半山腰位置，发现泉水 2 眼，每个泉点都有多个冒水点，流量不大，清澈无色。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
柳窑	105.950421	35.144915	平凉市庄浪县驻店镇	700 多口人	松散岩类孔隙水	淡黄色	浑浊	1769.39	柳窑位于离山顶不远处的多级小平台上，地形变化较大，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为黄土，无胶结，厚度大。目前村中已经供应有自来水，自来水来源于毛柳家村，经反映，口感不佳，碱大。在村口发现泉水 2 眼，两个泉眼均不作为饮用水，地势较高的泉水较浑浊，筑有小井台，多年为淘洗；村南泉水处修有大水池，旁边可发现有好多农药的使用痕迹，村中的废水也沿着废水沟可能流至此。具之前饮用泉水的人反映，泉水碱大，在亚砂土表层可以看到有白色的盐固体析出。人口数 700 多人。
唐家高庄村	106.060252	35.165091	平凉市庄浪县南坪镇	170 多户约 900 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1867.41	唐宋高庄村位于山顶处，周围地势较陡峭，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为亚砂土和亚粘土，上部出露为土黄色亚砂土，胶结松散，生长有矮灌木丛，层厚>50m，下伏地层为红色亚粘土。村中饮用水为自来水，水来源于关山水库。村南村北半山腰处呈线状出露泉水，出露面积较大，未发现有明显的冒水点，村南泉水流量较大，村北泉水流量较小。人口数约为 170 户 900 多人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
刘房沟	106.18513	35.187076	平凉市庄浪县韩店镇	460 口人	松散岩类孔隙水	灰白色	浑浊	1941.93	六房沟村位于半山腰处，地形有起伏，侵蚀低山丘陵地貌。山体上部岩性出露为黄土，土黄色，胶结松散，孔隙小，表面生长有矮灌木丛，厚度>50m；下伏地层为砾石层。泉水发育于亚砂土，多年未使用，流量不大，泉水的流动性稍微变差，水颜色发白，漂浮有树枝和绿藻。该村目前的饮用水为自来水，04 年开始供应，水源于关山水库，经反映，饮用口感差，碱大。人口数约为 460 口人。
刘咀村	106.213126	35.191658	平凉市庄浪县韩店镇	498 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1866.49	刘咀村位于半山腰平坦处，山体坡角小，侵蚀黄土低山丘陵地貌。山体上部出露土黄色亚砂土，胶结松散，表层生长矮灌木丛，厚度 40-50m；下部出露为红色的砂砾层，层理发育；沟底处上部出露为冲洪积物，下伏地层为砾岩，风化强烈，呈灰白色。目前村中饮用水为自来水，来自于关山水库，04 年开始供应，随时供应，有净化设施，经反映，自来水碱大。在村南发现有泉水 2 眼，距离较近，地势较高的泉水处修建有水井，水较清澈，表层漂有油花，应为认为影响的结果；地势较低的泉水清澈，无色，未漂有油花。人口数为 498 人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
庞家沟村	106.355805	35.214411	平凉市庄浪县郑河镇	0	碎屑岩类 孔隙裂隙水	无色	透明	2228.32	庞家沟村位于沟谷中，地势较平坦，北高南低，两侧山体较陡峭，为侵蚀构造中山地貌。沟底岩性出露为红褐色泥岩，上覆地层为厚层砾岩，砾岩节理发育，砾石成分复杂，以基性岩石为主，粒径 1—8cm 不等；砾岩上覆地层为一层冲洪积物，成分主要为砂和砾石；沟口处出露为冲洪积物或坡积物，无胶结，松散堆积。经调查，本村原有 5 户人家，目前已经全部搬迁完毕。两侧山体泉点众多，一般出露在破碎处，泉水清澈，无色，水流量较大。
转台窑	106.686516	35.365431	平凉市崆峒区峡门回族乡	20 多户， 80 多口人	基岩裂隙水	无色	透明	1806.07	转台窑位于半山腰平坦处，周围山势较为陡峭，为侵蚀构造地中山地貌。山体岩性主要为亚砂土和亚粘土，最上部出露为黄色的亚砂土，无胶结，厚度 10—20m；亚粘土，红褐色，松散胶结，出露厚度较大；至沟底出露有砂岩和泥岩，颜色为杂色，裂隙发育。目前村中饮用水为自来水，来源于麻川供水，供水人口 20 多户。沟谷中有泉点分布，主要分为两股，泉水均呈无色透明，流量较大。
上景坪	106.451941	35.256904	平凉市华亭市山寨回族乡	43 户 200 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1893.82	上景坪村位于沟谷中平坦处，周围地形起伏较小，为侵蚀堆积低山丘陵地貌。岩性主体出露为冲洪积物，上覆薄层亚砂土。泉点位于地势较高的半山腰位置，泉水流量较大，平时用作生活用水和农牧用水，井水呈无色透明，饮用口感佳。人口数 43 户 200 多人。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
上小湾	106.677847	35.374794	平凉市崆峒区峡门回族乡	50 多人	基岩裂隙水	无色	透明	1762.33	上小湾位于接近山顶平坦处，周围地形坡度变化较大，山体陡峭，为侵蚀构造低中山地貌。岩性主体出露为红褐色亚粘土，上覆为冲洪积砂砾石，顶部一层亚砂土，接近沟底有以小范围基岩出露，但出露情况较差。目前村中已通自来水，水源来自麻川村水井，周边几个自然村的生活用水也都来于此。沟谷中可见有多个泉水出露，泉水流量较大，清澈无色，杂质少，据反映，饮用口感好。目前村中人口数 50 多人，饮用水均采用自来水。
庙沟	106.780114	25.399431	平凉市崆峒区大寨回族乡	77 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1471.12	庙沟村位于河谷中平坦处，清水河的东岸，为侵蚀堆积低山丘陵地貌。岩性出露以黄土为主，沿河谷向上游走，可看见砂砾石层和砂岩层互层出现。村中目前已经供应自来水，水源来自于四十里铺镇。村中水井找到 1 口，水井仅在冬季才使用，调查期间水井中水量很少。泉点 1 眼，发育于砂砾石层中，水流量较小，水中有少量的树枝和绿藻，清澈无色，口感较好，泉水最终汇入了来自张庄泉水形成的清水河中。人口数为 77 户。
断桥	106.743444	35.406919	平凉市崆峒区大寨回族乡	156 人	基岩裂隙水	无色	透明	1594.38	断桥位于半山腰平坦处，周围山体地势较平缓，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为土黄色黄土，下伏地层为红褐色亚粘土，沟底出露为砂砾石层。村中现已供应自来水，未供应前饮用水为井水，四川大地震之后井水普遍甘河，自来水来源于油坊沟村。油坊沟村泉点出露较多，泉水流

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									量普遍较大。泉点附近岩性主体为红褐色的亚粘土，沟谷位置上覆有冲洪积层，沟底出露有基岩，有墨绿色的砂岩和红褐色的泥岩，风化强烈，有破碎。泉水流量大，清澈，无色，在泉眼下游建有抽水设施，通过管道输送至周边自然村，供生活用水。
石堡子村	106.775898	35.268205	平凉市华亭县石堡子开发区	30 多户 200 多口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1357.56	该村位于河谷中，侵蚀河谷低山地貌，岩性整体出露为绿色与褐红色的粉砂岩互层，上覆薄层黄土，西侧山体岩层倾角较大，接近竖直，山体山势变化较大。经调查，井中无水井，旁边流淌着策底河，水量较大，微绿色透明。目前村中饮用水为自来水，水引至平凉市区水厂。该村周边有泉水 2 眼，泉水流量较大，无色透明，肉眼观察无杂质，用作阴庄村民生活用水。石堡子村目前有 30 多户，200 多口人。村中调查时正在进行高速修路作业，村上工厂有零食厂，军工厂（已搬迁）、矿泉水厂和液化气厂，均坐落于策底河的东岸。
王家塬	106.742156	35.282271	平凉市崆峒区峡门镇	9 户 60 多口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1356.79	该村位于河谷东岸的小平台上，为搬迁村落，侵蚀河谷低山地貌，山体顶部出露为薄层亚砂土，下伏地层为暗绿色粉砂岩，不整合接触关系，粉砂岩下伏地层为褐红色泥岩，平行不整合接触关系，岩层倾向西南方向，倾角约 30°。同时，在南西侧出露有灰黑色的灰岩，微晶，层理发育，河谷中有大量的冲洪积砂砾石。村中目前饮用水

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									和喝水，在河边修筑了取水设施，以供生活用水。河水呈微绿色，透明。沿着河谷往南，离村庄南约 450m 处，在暗绿色粉砂岩中，马路旁出露有泉水，在此处建有储水和取水设施。泉水呈无色透明，水位、水质较好，无碱大的现象。
麻子湾	106.902122	35.279889	平凉市崇信县桐城工业园区	500 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1203.36	该村位于沟谷旁，河谷中流淌着汭河，周围地势平坦，为侵蚀堆积河谷地貌，两侧山体岩性出露为土黄色黄土，河谷中出露为冲洪积物。村中饮用水为泉水和自来水，泉水来自村西侧建的小水池，并输送至各家，泉水无色透明，口感好；自来水，水源来自于姚家庄，杂质较多，经常性的浑浊，刚开水龙头水面漂有漂白粉的气泡，供应时间已有 10 年。经调查，村中一百姓家中有井一口，未干涸，打井深度 10—12m。
高年村	107.061235	35.196934	平凉市崇信县黄花镇	50 户	松散岩类孔隙水	无色	透明	1283.15	该村落位于沟口出，黑河的北岸，地势相对平坦，侵蚀堆积地貌，河谷深切，呈“V”字型。两侧山体岩性出露为上覆厚层黄土，中间夹一层冲洪积物下伏红色或红褐色亚粘土，沟谷岩性出露为红色亚粘土和青灰色的板岩，风化强烈，剥蚀严重。村中饮水来源为泉水，未饮用县城供自来水，泉水发育于第四系松散岩类孔隙水，水量较大，无色，微浊。村中人口 50 户，通过在泉水源头处建设输水设施，将饮用水输送至水池中，然后供各家使用。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
高庄子村	106.989895	35.262501	平凉市崇信县黄花镇	500—600人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1379.79	该村位于接近山顶的平坦处，地势相对平坦，黄土台塬地貌。岩性出露为黄土，土黄色，厚层，生长了较多植被。村中饮用水为自来水，来自县城供水，供应时间>5y。泉水发育于厚层黄土，为第四系松散岩类孔隙水，无色、清澈，水流量较小，未发现黄土表层析出白色的盐类固体颗粒。
枣林村	107.000651	35.308218	平凉市崇信县锦屏镇	400多口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1179.04	该村位于山脚下，地势平坦，侵蚀沟谷低山地貌。岩性出露较为简单，离沟口较远处，山顶出露为黄土，下部出露为杂色细砂岩，河谷中为冲洪积物；沟口处两侧山地出露为黄土，河谷中为冲洪积物。该村共有2个队，分别为东头和西头，总人口为1400—1500人，其中东头400多口人，目前饮用水有自来水和泉水两种。自来水水源为唐沟，随时供应，冬天会断水，断水则饮用泉水，也有部分村民未安装自来水。经调查，自来水口感不佳，杂质较多，碱大，刚开水龙头时还会漂一层漂白的漂浮物。水井未找到未干涸，大部分已经填埋。泉水为砂岩裂隙水，总共分为两股，较大水流的建筑有水池，另一股水流量较小，9s/550ml,均呈无色，透明。
百泉村	107.168477	35.377976	平凉市泾川县王村镇	200多口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1137.13	百泉村为泾河河谷西南侧，山脚下，地势相对平坦，侵蚀堆积地貌。山体岩性出露为褐红色泥岩与杂色砂岩互层，泥岩风化强烈，表层覆一层冲洪积物，为碎屑岩孔隙裂隙水。该处泉水分为2股，水量均较大，清澈无色。经调查，村中无水

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									井，饮用水为泉水，在泉水处建有泵站，供三个自然村(王村、百泉村、向明村)生活用水。该村共有 2000 多人，分为 6 个队，4 个大队人口分别是 400 多口，2 个小队人口分别为 200 多口人。该村在沟口取水处建有净化的设施。同时在周边发现有王村集中式饮用水水源井，目前主要功能为灌溉和供部分村庄生活用水。
瓦舌沟	104.845241	34.811037	天水市武山县榆盘镇	300—400 人	基岩裂隙水	无色	透明	2307.9	瓦舌沟位于山顶处，地形起伏大，地貌类型为构造剥蚀低山地貌，两侧山势较陡峭。山顶出露岩性为砂砾石层，红色，风化中等，风化面颜色为灰白色，越接近沟谷，砾石粒径越大，砂砾石层厚度约 40—60m；沟底出露为黑绿色的岩石，由于热液作用，岩性难以辨别，岩石裂隙发育，同时在泉水西侧山体发现有破碎带，有热液作用的痕迹，褐红色铁质析出，为侵入岩作用结果。村中目前人口为 300—400 人，饮用水为自来水，来源地取水为取自河水。
孟家泉	104.898236	34.847031	天水市武山县榆盘镇	200—300 口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	2215.64	百泉村位于接近沟底的半山腰平坦处，侵蚀中山地貌，山顶呈尖棱状，岩性主体出露为新近系红色砂砾岩，半山腰平坦处出露有黄土和冲洪积物，厚度 5—15m 不等，砾石粒径较小。目前村中饮用水为自来水，来源于马河机井，供水时间已有 3 年，之前饮用水为泉水。目前调查发现的村中泉水有 2 眼，从未干涸过，水流量也较大，约 6s/550ml。两眼泉水水位、水质都很清澈，呈

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									无色，其中地势相对较低的泉水表层有较多的漂浮物，为认为经常打药用水的结果，现已不作为饮用水。
米家湾	104.981403	34.87213	天水市武山县嘴头乡	30 多户 100-200 口人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1950.03	米家湾位于半山腰处，侵蚀低山地貌，山体较为浑圆，地形起伏一般。地势较高的区域岩性出露为一层薄层冲积层，下伏为黄土，黄土之下为红褐色的砂砾岩，两者之间为不整合接触关系，至沟底则完全出露为砂砾岩。砂砾岩，红色，块状构造，胶结较松散，成分主要为砾石和砂，砾石呈无定向排列。村中目前饮用水为自来水，来源于管家沟，村中人口 30 多户，100—200 口人。山中之前有泉水，但现在已经干涸，在董家沟西北侧找到泉水 2 眼，已经多年无人使用，水量已经很小，但未干涸，发育于红色的砂砾岩层中，上覆黄土层，无色，清澈，表面有绿藻生长。据反映，泉水口感较好。
蔺家坪村	105.299985	34.955885	天水市甘谷县大庄镇	400—500 人	松散岩类孔隙水	无色	微浊	1775.66	蔺家坪村位于Ⅲ级阶地上，地势平坦，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为上覆黄色亚砂土和红色亚粘土，不整合接触，至沟底未见有基岩出露。村中目前饮用水为自来水，来自于大庄乡，碱大，发现水井 1 口，常年未使用已经干涸。经调查，在半山腰处发现有泉水 1 眼，分为 4 个冒水点，泉水呈无色，微浊，流量一般，分布无规律。在亚砂土表层有一层白色的析出的盐固体。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
阴山湾	105.502278	35.028793	天水市秦安县王铺镇	300—400人	碎屑岩类孔隙裂隙水	无色	透明	1518.13	该村位于山顶处，地势高，侵蚀堆积地貌，地势较平坦。岩性主体出露为土黄色亚砂土和红色亚粘土，地层至上而下依次为亚砂土、灰白色冲洪积层、浅黄色湖积层、红色亚粘土。村中供应有自来水，自来水来自王铺，供水人口为 300—400 人。经调查，村口有古井 1 口，目前已经干涸，井深 60 多米。在东侧河谷 I 级阶地发现泉水 1 眼，未供应自来水前为饮用水来源，水很清澈，淡水中漂浮有绿藻和树叶。
曹家湾	105.513656	35.039802	天水市秦安县王铺镇	170 多口人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1709.38	曹家湾位于山顶不远平坦处的半山腰，地形变化较小，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露为土黄色亚砂土和红色亚粘土，其中亚砂土为主体，厚度约 80m；亚粘土，为褐红色，出露在较低级的阶地，接近沟底出露为冲洪积物，时代最新，不整合接触关系；沟底未见有基岩出露。经调查，村中饮水人口约 170 口人，自来水已经供应，来源于王铺镇，供水时间为 4 年。目前，村中水井已经干涸，在沟谷下游还有泉水，无碱，口感好，清澈，无悬浮物，泉水已无人饮用。
张家寨村上庄	105.556356	35.059378	天水市秦安县魏店镇	300 多人	松散岩类孔隙水	无色	透明	1787.78	张家寨村上庄位于接近山顶半山腰相对较平坦处，侵蚀黄土低山丘陵地貌。岩性出露有土黄色亚砂土，发育垂直节理，位于顶部，时代最新；亚粘土，红褐色；沟底出露有青灰色的砂岩，小范围出露。主体为黄色亚砂土和褐红色的亚粘土，均为不整合接触关系。经调查，目前村中已

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									经供应自来水，水源来自魏店镇，口感差，碱大。村中古井惟存 3 口，其余均已填埋，成井时间均大于 30 年，口感好于自来水，供水人口为 300 多人。
常家咀	105.206996	34.938028	定西市通渭县常家河镇	0	松散岩类孔隙水	无色	透明	1771.25	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于半山坡的低洼处，周围为第四系黄土、砂土，本村约 90 户，500 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为水窖存雨水，泉水水量较少，没有饮用
崔家台子	105.15906	34.936883	天水市甘谷县大石镇	30	松散岩类孔隙水	无色	透明	1784.33	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于半山坡的低洼处，周围为第四系黄土、砂土，本村约 27 户，200 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为水窖，该泉水供部分居民生活用水
蒲树湾	105.13636	34.940038	天水市甘谷县大石镇	0	松散岩类孔隙水	无色	透明	1788.22	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于半山坡的低洼处，周围为第四系红土、砂砾土，砂砾粒径 0.5-3cm，红土厚 40-50m，夹 6-8m 砂砾石，下部为砂土层，水发黄，水中长满杂草，水咸主要供牲畜饮水，泉位于上庄村西北，本村约 80 户，500 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为水窖雨水
石岷子村	105.03121	34.897623	天水市甘谷县礼辛镇	30	松散岩类孔隙水	无色	透明	1860.75	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于半山坡的低洼处，周围为第四系黄土、砂土，本村约 30 户，170 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为泉水
榜罗沟	104.781776	34.7393	天水市武山县鸳鸯镇	50	松散岩类孔隙水	无色	透明	1773.11	村庄位于黄土高原沟谷中，沟谷 30-50m，泉位于沟谷中，旁边有流水经过，水量不大，周围为第

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
									四系黄土、砂土夹泥质板岩、砂卵砾石，本村约 30 户，100 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为泉水、地表水
窑门子	106.272016	34.800598	天水市清水县新城子乡	30	松散岩类孔隙水	无色	透明	1721.52	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于半山坡，上覆第四系黄土约 18m，见坡积物，植被密集。本村约 7 户，35 人，主要用水来自自来水，没通自来水以前为泉水
李湾村	106.239349	34.81426	天水市清水县新城乡	6	松散岩类孔隙水	无色	透明	1839.07	村庄位于黄土高原三级阶地梁上，泉位于山顶处，上覆第四系黄土，见坡积物，植被密集。本村约 20 户，约 100 人，主要用水来自自来水，已通水 5-6 年，自来水源于附近水厂，没通自来水以前主要使用泉水。泉坑深约 3 米，约 1.5m 见水，水质好。
上拉村、中拉村	104.299708	34.337537	陇南市宕昌县巴力镇	上 668 人， 中 821 人	松散岩类孔隙水	无色	透明	2559.61	拉子村位于拉子沟中，三个自然村的饮用水全部来自拉子沟上游的泉水，泉水处修筑有储水工事，经管道加压输送至各家各户。泉水的位置距离隧洞最近距离 1.53km，经调查上拉子人口数 668 人，中拉子人口数 821 人。
小寨子	104.530119	34.508722	定西市岷县蒲麻镇	1192	松散岩类孔隙水	无色	透明	2498.29	小寨子村为纳固村的一个自然村，位于接近山顶处，目前纳固村人口数 1192 人，其中管线经过小寨子处为一社，人口数为 96 人，线路经过处无人居住。村中目前已经通自来水，自来水水源为泉水，泉点位于小寨子东侧，距输水线路最近距离大于 300m。

点位名称	经度	纬度	行政区划	供水人口	地下水类型	颜色	透明度	水位高程(m)	描述（地形地貌、地层岩性、水文地质条件、饮水现状）
蒲家半山、杨家半山	104.664978	34.625583	定西市漳县新寺镇	343	松散岩类孔隙水	无色	透明	2070.17	杨家半山和蒲家半山位于沟谷中，地势相对平坦。两个村均已全部通自来水，水源为同一泉水，泉点位于杨家半山南侧半山坡上，该处建设有储水设施，经输水管道输送至各家各户。泉点位置距离输水线路距离大于 300m，供水人口共 77 户，343 人。
安家沟村	104.645092	34.611156	定西市漳县新寺镇	237	松散岩类孔隙水	无色	透明	2153.44	安家沟村位于沟谷中，地势相对平坦。根据调查村中共 44 户，237 口人，目前村中饮用水为泉水，泉点位于安家沟村上游，离村庄约 600 多米，泉点处建有蓄水池，通过管道输送至村口，村民生活用水取自取水口，未实施管道入户。
塔石沟村	104.54484	34.543433	定西市漳县东泉乡	257	松散岩类孔隙水	无色	透明	2444.3	塔石沟为本本湾村的自然村，50 户，常住人口 257 人。该村目前生活用水来自于泉水，泉点位置位于黄河村南侧，在泉点处建有蓄水池。泉点距离输水线路较远，大于 1 公里。
柴炭山	/	/	定西市漳县东泉乡	/	/	/	/	/	柴炭山村位于半山坡上，地势相对较高。村中目前已经通自来水，自来水来自东泉乡水厂，水源为泉水，无自家水井。

表 4.2-45 地下水开发利用现状调查汇总表——无井无泉

点位名称	经度	纬度	行政区划	地下水类型
西布古村	103.8255	33.97988	甘南藏族自治州迭部县旺藏乡	西布古村位于白龙江沟谷南岸，地貌类型为西秦岭中高山地貌，周边山体地势起伏大。经调查村中无水井，周边沟谷中泉水发育，饮用水来自与沟谷中泉水，经输水管道输送至各家。
黑杂村	103.9151	33.98486	甘南藏族自治州迭部县洛大乡	黑杂村位于白龙江沟谷南岸，地貌类型为西秦岭中高山地貌，周边山体地势起伏大。经调查村中无水井，周边沟谷中泉水发育，饮用水来自与沟谷中泉水，经输水管道输送至各家。
尖藏村	103.9346	34.01299	甘南藏族自治州迭部县洛大乡	尖藏村位于白龙江沟谷西侧，地貌类型为西秦岭中高山地貌，周边山体地势起伏大。经调查村中无水井，周边沟谷中泉水发育，饮用水来自与沟谷中泉水，经输水管道输送至各家。
贡尖	103.9092	34.0403	甘南藏族自治州迭部县洛大乡	贡尖村位于白龙江沟谷两侧，地貌类型为西秦岭中高山地貌，周边山体地势起伏大。经调查村中无水井，周边沟谷中泉水发育，饮用水来自与沟谷中泉水，经输水管道输送至各家。
腊子口乡	103.9005	34.06286	甘南藏族自治州迭部县腊子口镇	腊子口镇位于沟谷北岸，地貌类型为西秦岭中高山地貌，周边山体地势起伏大。经调查村中无水井，周边沟谷中泉水发育，饮用水来自与沟谷中泉水，经输水管道输送至各家。
刘家咀	104.7543	34.70884	天水市武山县山丹镇	刘家咀村位于漳河河谷东南岸的山顶处，地势起伏，地貌类型为中山区和黄土地貌过渡区域。经调查村中无水井，泉水出露位置离村庄较远。
刘山村	104.8005	34.75893	天水市武山县山丹镇	刘山村位于山顶处，地势起伏大，地貌类型为西秦岭中山地貌与陇中黄土地貌过渡地区，山体岩性多出露为黄土。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
洪家湾	105.3043	34.6549	天水市甘谷县白家湾乡	洪家湾村位于接近山顶较平坦处，处于西秦岭中山区和陇中黄土地貌过渡地区，山体岩性出露为黄土。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
东山村	105.5434	34.52669	天水市秦州区牡丹镇	东山村位于沟谷东岸接近山顶处，地势起伏，地貌类型为侵蚀中山区，山体岩性出露为厚层黄土。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
高家窑	105.5299	34.51869	天水市秦州区牡丹镇	高家窑位于沟谷西岸山坡上，地势起伏，地貌类型为侵蚀中山区，山体岩性出露为厚层黄土。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
任家堡村	105.5283	34.50921	天水市秦州区牡丹镇	任家堡村位于沟谷西岸山坡上，地势起伏，地貌类型为侵蚀中山区，山体岩性出露为厚层黄土。村中饮用水为自来水，为统一供应。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。

点位名称	经度	纬度	行政区划	地下水类型
李关村	105.5398	34.49286	天水市秦州区 牡丹镇	李关村位于半山腰处，地势起伏，为侵蚀中山区，山体岩性为黄土，厚层。村中饮用水来自于自来水，为统一供水，村中无集中供水井。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
吊坪	105.0913	34.9273	天水市甘谷县 礼辛镇	吊坪村位于沟谷旁山体接近山顶处，地势起伏，侵蚀黄土地貌，山体出露为厚层黄土。村中饮用水来自于自来水，为统一供水，村中无集中供水井。经调查村中无水井，周边亦无泉水出露。
上罗家峡	105.2593	34.94606	天水市甘谷县 安远镇	上罗家峡位于山顶处，地势起伏，周边为侵蚀黄土地貌，岩性出露为厚层黄土。村中已供应自来水，为统一供水。经调查上罗家峡和下罗家峡村中无水井，周边亦无泉水出露。
席家大庄乡	105.3524	34.97805	天水市甘谷县 大庄镇	大庄镇位于山沟中，地势较为低洼，周边山体起伏较大，黄土地貌，岩性出露黄土，厚度大。村中已通自来水，水井已经填埋，村庄周边未发现有泉水出露。
常家洼	105.4433	35.01081	天水市秦安县 王铺镇	常家洼村位于山顶处，黄土地貌，周边地势起伏大，村中无集中供水井，村中建设有农村供水工程，自来水来自甘谷县水务局统一供水。
峡口村	105.7808	35.07946	天水市静宁县 仁大乡	峡口村位于水河沟谷中，地势起伏，黄土地貌，周边山体岩性出露为黄土，沟谷中有少量的冲洪积物。村中已通自来水，经调查村中无水井，村周边未发育有泉水。
上罗家峡	105.2593	34.94606	天水市甘谷县 安远镇	上罗家峡位于Ⅲ级阶地上，河谷中流淌着散渡河，地势平坦，侵蚀堆积地貌，共有Ⅳ级阶地。岩性出露上覆为土黄色亚砂土，下伏为褐红色亚粘土，在Ⅲ级阶地上部发育有冲洪积层，有多层，与黄土互层，成分以砾石和砂为主。经调查，该村饮用水为自来水，村中无水井无泉，仅有较多水窖，在未供应自来水前饮用搜集的雨水，区域属于天然资源极贫乏的黄土孔隙水区。目前村中人口 300—400 人，自来水来自安远。
蒋家畔 (旱井)	108.8815	36.75429	延安市志丹县 双河镇	蒋家畔村位于山顶处，黄土地貌。村中生活用水全部来自旱井，共有 3 口，旱井搜集的雨水。杂质较多，村中供水人口 170 多人。

4.2.4.2 地下水质量现状监测与评价

(1) 地下水环境现状监测

1) 监测点位布设

根据工程内容和项目分布位置知,本项目为多场地、多目标(有隧洞、渠道、渡槽、倒虹吸、水库等)、长度大的线性工程,由于线路长、各场地的水文地质条件不同,因此,根据工程识别内容布点的重点为隧洞和水库等工程项目。本次布点的原则为依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)的布点要求对不同工程内容进行分段布点,同时参考不同场地的地下水类型适当的对点位进行调整。本次水质、水位监测点的布设充分利用现有监测井或民井,现有条件不能满足要求时补充水文地质钻探孔。总干线及各干线的水质、水位点位的数目统计见表 4.2-46、表 4.2-47。

表 4.2-46 白龙江引水工程各干线水质、水位点数统计表

序号	工程内容	水位监测点 (个)	水质监测点 (个)
1	总干线	68	26
2	天水一干线及分干	9	4
3	天水二干线及分干	8	5
4	平凉一干线及分干	10	5
5	平凉二干线及分干	5	1
6	镇原干线	3	1
7	庆阳一干线及分干	17	7
8	庆阳二干线及分干	4	2
9	华池干线	1	1
10	延安干线及分干	34	13
11	总计	159	65

表 4.2-47 白龙江引水工程水质监测点汇总表

编号	村庄名称	经度	纬度	地面标高	水位埋深	取水层位	取样时间
YA01	任塔村	109.254	36.85701		—	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA02	万庄村	109.367	36.68267		—	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA03	刘渠	109.329	36.67231		—	碎屑岩类孔隙裂隙水	2019.10.27
YA04	枣湾村	109.23	36.7889	1069.449	15.67	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA05	窑子沟	109.172	36.70722		1.78	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA06	皮砭村	109.007	36.73948		20.95	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA07	白杨树湾	108.896	36.75239	1548.97	170	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA08	刘坪	108.707	36.87916	1273.1	30.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.10.27
YA09	同山村	108.748	36.75974	1433.952	>100	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1

编号	村庄名称	经度	纬度	地面标高	水位埋深	取水层位	取样时间
YA10	马湾	108.524	36.70349	1534.941	320	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1
YA11	吴堡川	108.319	36.64953	1337.06	17.35	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1
YA12	崖窑台	108.201	36.86259	1290.65	17.1	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1
QY02	李沟门	108.027	36.50553	1334.64	15.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1
QY03	土坪村	107.92	36.45826	1282.07	13.35	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.1
QY04	东坳	107.589	35.81058	1414.41	71	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY05	下庄村上庄组	107.64	35.76936	1337.93	>100	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY06	赵楼子	107.864	35.76944	1272.57	70	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY07	孙寨沟村	108.057	35.87771	1243.77	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY08	东新庄	108.437	35.49875	1507.59	80	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY09	杨贺村	107.772	35.52014	1289.99	60	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.7
QY10	毛天李家	107.404	35.78663	1129.33	3.6	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
QY11	回回店	107.246	35.84037	1457.58	201	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
QY12	陈家洼	107.031	35.72029	1414.02	32.43	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
QY13	巴山村	107.437	35.95342	1337.38	60.8	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.5
QY14	小寨	107.765	36.11063	1107.43	19.2	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.5
QY15	岳岔组	107.466	36.45643	1205.22	13	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.5
PL01	庙沟	106.78	25.39943	1471.12	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
PL02	上小湾	106.678	35.37479	1762.33	—	基岩裂隙水	2019.11.12
PL03	傅家沟村	106.598	35.31873	1569.67	2.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
PL04	上景坪	106.452	35.2569	1893.82	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.12
PL05	刘咀村	106.213	35.19166	1866.49	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.17
PL06	史坪村	106.089	35.17414	1886.59	7.95	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.17
PL07	柳窑	105.95	35.14492	1769.39	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.17
PL08	张家湾	105.889	35.1211	1818.35	20.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.17
PL10	陈家咀	105.694	35.11115	1586.80	18.5	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.17
PL11	马家阴湾	105.672	35.1011	1663.14	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS01	王马沟	105.621	35.07175	1667.59	26.1	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS02	张家寨村上庄	105.556	35.05938	1791.85	20.7	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS03	曹家湾	105.514	35.0398	1709.38	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS04	阴山湾	105.502	35.02879	1518.13	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS05	朱杈家阳坡	105.405	34.99856	1873.288	10.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS07	蒲树湾	105.136	34.94004	1788.217	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS08	上街村	105.075	34.91985	1558.936	14	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS09	石峴子村	105.031	34.89762	1860.75	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS10	马河村	104.879	34.82351	1981.26	4.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
TS11	瓦舌沟	104.845	34.81104	2307.9	—	基岩裂隙水	2019.11.25
TS12	榜罗沟	104.782	34.7393	1773.106	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25

编号	村庄名称	经度	纬度	地面标高	水位埋深	取水层位	取样时间
TS13	马力村	104.705	34.6649	1684.616	4	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.25
ZCX01	王家堰	106.742	35.28227	1356.79	—	碎屑岩类孔隙裂隙水	2019.12.2
ZCX02	阴洼庄	106.759	35.19448	1331.85	3.98	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.2
ZCX03	枣林村	107.001	35.30822	1179.04	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.2
ZCX04	高年村	107.061	35.19693	1283.15	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.2
ZCX05	厚子	107.433	35.13623	1379.96	>100	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.2
ZPL01	凤凰村	107.424	35.35596	1022.49	3	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.2
ZTS001	车岸村	104.82	34.77107	1513.022	7.5	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28
ZTS002	东街村（周家庄）	105.025	34.76106	1399.085	3.84	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28
ZTS003	湫沟寺	105.158	34.71139	1601.964	16.3	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28
ZTS004	小石沟	105.537	34.53706	1394.075	12	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28
ZZQ01	蒲魏村	106.202	34.84124	1743.299	3	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.3
ZZQ02	窑门子	106.272	34.8006	1721.515	—	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.3
ZZQ03	郭河村	105.849	35.0454	1426.885	11.5	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.3
ZZQ04	崔湾村	106.186	34.97238	1655.694	7	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.3
ZZQ05	宁马村	106.129	34.93774	1677.709	8.1	第四系松散岩类孔隙水	2019.12.3
DX001	红崖村	104.475	34.46936	2456.384	1	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28
LN001	新寨村	104.204	34.24667	2268.287	25	第四系松散岩类孔隙水	2019.11.28

2) 监测因子

根据项目特点和可能对地下水的影响，结合评价区地下水水化学特征，确定如下监测因子：pH、总硬度、溶解性总固体、挥发性酚类、硫酸盐、氯化物、铁、锰、高锰酸盐指数、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、钙、镁、钠、钾、重碳酸根、碳酸根，共 25 项。

3) 采样和分析标准

采样和分析方法按照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）选配方法、国家环境保护部《水和废水监测分析方法》（第四版）、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）和《生活饮用水标准检验方法》（GB5750-2006）执行。

4) 监测结果

本次地下水环境质量现状监测的水质检测工作由博慧检测技术（北京）有限公司完成，共针对评价区内 65 个点位进行了水质检测工作，地下水水质检测结果见下表。

表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	YA01	YA02	YA03	YA04	YA05	YA06	YA07	YA08
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.190	0.110	0.040	1.23	0.110	0.100	0.090	0.180
氟化物	mg/L	1	0.54	0.46	0.50	<0.06	0.51	0.31	0.33	0.75
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	<0.01	1.65	1.00	<0.01	1.65	1.69	2.78	4.95
氯化物	mg/L	250	27.7	5.06	9.73	816	7.81	13.5	14.3	42.5
硫酸盐	mg/L	250	99.2	14.9	85.1	3.75×10 ³	23.2	22.7	26.0	94.1
耗氧量	mg/L	3	2.70	0.54	0.44	1.26	0.36	0.40	0.40	0.72
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	8.15	8.03	7.68	7.49	7.75	7.66	7.65	7.82
溶解性总固体	mg/L	1000	488	304	446	6.66×10 ³	304	301	323	458
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	249	163	237	1.35×10 ³	171	195	167	228
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001	0.020	<0.001	<0.001	<0.001	0.004
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	352	308	380	205	308	323	323	315
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	3.1×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	2.4×10 ⁻⁴
铁	mg/L	0.3	0.0422	0.0177	0.0186	0.240	0.0104	0.0156	0.0329	0.0416
锰	mg/L	0.1	9.0×10 ⁻⁴	<6×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁴	0.328	2.20×10 ⁻³	2.7×10 ⁻⁴	7.8×10 ⁻⁴	2.86×10 ⁻³
钾	mg/L	—	2.54	0.608	0.762	6.21	0.803	0.892	0.915	1.90
钠	mg/L	—	80.4	58.6	79.8	1.48×10 ³	54.3	44.1	65.4	89.2
钙	mg/L	—	39.9	31.2	43.2	420	32.0	35.8	33.0	38.8
镁	mg/L	—	34.0	17.2	28.2	51.8	19.2	23.9	18.7	29.7
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁴	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	YA09	YA10	YA11	YA12	QY02	QY03
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.070	0.131	0.137	0.043	0.145	0.087
氟化物	mg/L	1	0.28	0.36	0.54	0.89	0.57	0.70
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	3.84	1.37	4.73	3.04	1.07	3.29
氯化物	mg/L	250	159	40.5	205	97.0	40.9	102
硫酸盐	mg/L	250	151	118	288	170	72.3	171
耗氧量	mg/L	3	0.62	0.54	0.76	0.68	0.76	0.63
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.53	7.86	7.54	7.77	7.64	7.78
溶解性总固体	mg/L	1000	722	482	968	644	513	647
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	414	231	510	326	273	314
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	0.002	0.003	<0.001	0.002	<0.001
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	176	258	312	222	280	201
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³	1.6×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³	2.1×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	8×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	0.164	7.0×10 ⁻³	0.0224	5.1×10 ⁻³	0.0385	4.7×10 ⁻³
锰	mg/L	0.1	0.0814	1.52×10 ⁻³	1.51×10 ⁻³	8.9×10 ⁻⁴	9.1×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴
钾	mg/L	—	1.56	1.60	2.12	1.95	1.09	1.17
钠	mg/L	—	106	99.3	151	111	89.4	115
钙	mg/L	—	70.3	31.2	78.5	48.1	36.1	41.2
镁	mg/L	—	47.1	31.6	67.4	41.0	37.8	44.2
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	QY04	QY05	QY06	QY07	QY08	QY09
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
氟化物	mg/L	1	0.32	0.34	0.44	0.25	0.24	0.36
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	2.01	3.77	2.46	0.30	1.05	6.16
氯化物	mg/L	250	5.46	7.55	3.35	33.5	3.56	7.79
硫酸盐	mg/L	250	10.4	11.5	7.43	83.6	11.2	7.77
耗氧量	mg/L	3	0.41	0.41	0.39	1.45	0.45	0.50
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.86	7.92	8.08	8.19	8.10	7.98
溶解性总固体	mg/L	1000	314	309	303	485	257	278
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	216	180	136	265	218	180
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	293	308	285	396	267	302
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	1.5×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	1.8×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴	7×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴
铁	mg/L	0.3	<9×10 ⁻⁴	<9×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻³	0.0158	0.0861	0.0116
锰	mg/L	0.1	4.6×10 ⁻⁴	1.6×10 ⁻⁴	2.5×10 ⁻⁴	7.3×10 ⁻⁴	1.49×10 ⁻³	2.3×10 ⁻⁴
钾	mg/L	—	0.554	0.676	0.664	2.08	0.851	0.650
钠	mg/L	—	20.8	45.2	48.2	82.3	17.3	34.4
钙	mg/L	—	46.5	36.0	28.4	30.1	55.2	43.5
镁	mg/L	—	19.6	17.8	13.2	42.6	14.8	17.4
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	QY10	QY11	QY12	PL01	PL02	PL03	PL04
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	<0.025	<0.025	<0.025	0.104	<0.025	<0.025	<0.025
氟化物	mg/L	1	0.77	0.35	0.68	0.38	0.37	0.22	0.16
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	1.87	2.41	1.84	0.87	0.70	15.3	0.78
氯化物	mg/L	250	216	5.54	15.4	11.5	3.76	44.8	3.02
硫酸盐	mg/L	250	331	11.4	163	42.7	14.2	68.5	29.0
耗氧量	mg/L	3	0.48	0.37	0.47	2.82	0.44	0.95	0.70
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.80	8.13	7.92	8.16	7.47	7.30	7.41
溶解性总固体	mg/L	1000	1.10×10 ³	308	568	352	324	584	292
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	448	224	274	285	265	448	243
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001	0.006	<0.001	0.002	<0.001
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	308	323	330	358	312	459	302
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	2.9×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	3.8×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	1.2×10 ⁻⁴	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	<9×10 ⁻⁴	<9×10 ⁻⁴	<9×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻³	<9×10 ⁻⁴	<9×10 ⁻⁴	<9×10 ⁻⁴
锰	mg/L	0.1	1.43×10 ⁻³	1.87×10 ⁻³	1.31×10 ⁻³	2.3×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻⁴	3.3×10 ⁻⁴
钾	mg/L	—	2.86	0.747	1.23	1.32	0.629	4.62	0.430
钠	mg/L	—	185	21.2	82.8	19.9	12.1	23.6	8.10
钙	mg/L	—	63.1	50.8	38.2	58.0	56.1	140	72.9
镁	mg/L	—	67.2	21.1	35.2	32.1	30.8	23.0	12.5
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	PL05	PL06	PL07	PL08	PL10
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.17	0.17	0.19	0.27	0.23
氟化物	mg/L	1	0.43	0.47	0.15	1.12	2.13
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	87.9	9.50	0.89	2.75	2.11
氯化物	mg/L	250	200	39.5	9.09	15.7	58.2
硫酸盐	mg/L	250	91.2	28.7	22.8	69.0	87.8
耗氧量	mg/L	3	1.08	0.77	2.61	1.91	0.93
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.50	7.67	8.26	7.86	8.27
溶解性总固体	mg/L	1000	1.22×10 ³	519	244	526	619
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	872	304	177	232	163
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	411	395	239	440	410
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	<9×10 ⁻⁴	0.0108	0.0351	0.0862	4.8×10 ⁻³
锰	mg/L	0.1	<6×10 ⁻⁵	4.2×10 ⁻⁴	1.79×10 ⁻³	1.33×10 ⁻³	1.6×10 ⁻⁴
钾	mg/L	—	0.708	1.24	2.23	1.85	1.58
钠	mg/L	—	79.0	58.2	12.2	109	204
钙	mg/L	—	219	64.0	49.9	28.8	16.6
镁	mg/L	—	74.6	34.3	10.8	36.3	25.6
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	DX001	LN001	ZTS001	ZTS002	ZTS003	ZTS004
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.042	0.038	0.031	0.082	0.089	0.038
氟化物	mg/L	1	0.10	0.21	0.38	0.24	0.46	0.33
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	15.9	3.70	30.8	47.8	1.56	1.35
氯化物	mg/L	250	27.0	8.00	274	56.9	9.27	8.43
硫酸盐	mg/L	250	52.1	29.2	314	151	16.2	30.6
耗氧量	mg/L	3	0.94	0.39	1.03	0.58	0.75	0.45
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.43	7.62	7.59	7.21	7.76	7.70
溶解性总固体	mg/L	1000	439	337	1.36×10 ³	843	336	297
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	351	237	691	505	204	237
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.008	<0.001
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	295	308	411	396	308	292
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	1.2×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	9×10 ⁻⁵	1.2×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴	8×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	4.5×10 ⁻³	0.0581	5.4×10 ⁻³	6.5×10 ⁻³	0.0165	4.9×10 ⁻³
锰	mg/L	0.1	9.1×10 ⁻⁴	1.04×10 ⁻³	8.0×10 ⁻⁴	1.02×10 ⁻³	1.33×10 ⁻³	3.6×10 ⁻⁴
钾	mg/L	—	2.04	3.25	6.42	6.46	3.73	1.53
钠	mg/L	—	11.4	10.5	168	89.3	30.2	16.8
钙	mg/L	—	117	60.2	149	128	46.9	62.6
镁	mg/L	—	10.8	21.2	73.7	34.4	17.4	13.9
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	PL11	TS01	TS02	TS03	TS04	TS05	TS07	TS08	TS09	TS10	TS11	TS12	TS13
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.042	0.062	0.042	1.44	0.038	0.031	0.226	0.045	0.066	0.052	0.035	0.038	0.030
氟化物	mg/L	1	0.55	1.03	0.51	0.45	0.50	0.53	0.38	0.46	0.43	0.22	0.21	0.28	0.50
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	2.08	0.65	1.01	0.03	0.06	1.92	1.05	7.11	2.96	4.06	0.19	7.49	0.84
氯化物	mg/L	250	95.2	127	6.69	88.6	139	9.94	1.67×10 ³	379	93.8	19.1	4.19	13.2	61.3
硫酸盐	mg/L	250	289	378	39.3	117	249	26.8	1.99×10 ³	509	110	69.4	72.0	44.8	88.4
耗氧量	mg/L	3	0.70	0.45	0.40	3.50	0.98	0.39	8.40	0.96	0.65	1.04	2.67	0.57	0.58
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.80	7.89	7.74	8.19	7.28	7.92	8.03	7.53	7.83	7.56	8.13	7.63	7.66
溶解性总固体	mg/L	1000	978	1.07×10 ³	369	799	1.13×10 ³	427	6.19×10 ³	1.84×10 ³	605	396	307	397	602
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	371	395	238	522	570	96.8	1.94×10 ³	803	266	353	225	271	385
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	<0.001	0.165	<0.001	<0.001	0.026	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.004
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	418	396	352	616	660	412	323	396	294	308	257	323	489
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	1.4×10 ⁻³	1.1×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	6.3×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.2×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	8×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁴	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	4.6×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	8×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	1.6×10 ⁻³	3.2×10 ⁻³	0.0156	0.0156	3.8×10 ⁻³	0.0122	0.0983	0.0200	2.2×10 ⁻³	3.0×10 ⁻³	2.9×10 ⁻³	3.3×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³
锰	mg/L	0.1	2.3×10 ⁻⁴	8.4×10 ⁻⁴	0.0239	0.385	6.58×10 ⁻³	8.2×10 ⁻⁴	0.0106	5.82×10 ⁻³	1.68×10 ⁻³	3.9×10 ⁻⁴	7.4×10 ⁻⁴	4.5×10 ⁻⁴	3.44×10 ⁻³
钾	mg/L	—	2.12	1.44	1.50	7.52	2.68	1.03	6.95	5.52	1.86	3.56	2.80	1.67	5.12
钠	mg/L	—	179	222	48.9	103	175	118	1.16×10 ³	280	83.6	16.7	8.52	23.0	71.9
钙	mg/L	—	51.0	44.2	46.8	116	105	23.2	255	151	63.4	91.1	70.7	72.8	71.6
镁	mg/L	—	55.1	60.6	27.2	54.7	72.7	8.04	272	89.4	24.9	19.5	10.9	22.3	44.0
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	ZCX01	ZCX02	ZCX03	ZCX04	ZCX05	ZPL01	ZZQ01	ZZQ02	ZZQ03	ZZQ04	ZZQ05
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	<0.025	0.029	0.067	<0.025	0.040	<0.025	0.063	0.040	0.057	<0.025	0.036
氟化物	mg/L	1	0.39	0.14	0.42	0.24	0.22	0.57	0.24	0.48	0.10	0.34	0.30
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.63	13.8	0.09	1.14	2.27	1.06	0.79	0.81	40.0	23.9	3.54
氯化物	mg/L	250	18.3	59.0	10.8	3.21	3.92	56.0	8.02	6.14	230	61.6	27.7
硫酸盐	mg/L	250	41.4	271	39.1	9.61	8.76	217	47.4	29.1	397	71.0	62.0
耗氧量	mg/L	3	0.37	0.63	1.00	0.27	0.31	0.75	0.65	1.12	0.71	0.63	0.90
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.91	7.36	8.14	8.03	7.84	8.01	7.73	7.57	7.39	7.38	7.31
溶解性总固体	mg/L	1000	338	886	350	275	296	681	297	407	1.58×10 ³	669	539
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	214	635	218	212	219	285	227	253	697	488	416
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002
碳酸根	mg/L	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	279	440	323	314	301	367	264	358	615	446	476
汞	mg/L	0.001	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴	<1×10 ⁻⁴
砷	mg/L	0.01	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	2.7×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³	<1.0×10 ⁻³
铅	mg/L	0.01	<7×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁴	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵	<7×10 ⁻⁵
铁	mg/L	0.3	3.1×10 ⁻³	5.1×10 ⁻³	0.0610	<9×10 ⁻⁴	0.0468	2.7×10 ⁻³	2.7×10 ⁻³	0.0640	8.8×10 ⁻³	0.0148	7.6×10 ⁻³
锰	mg/L	0.1	3.3×10 ⁻⁴	0.0560	9.71×10 ⁻³	2.2×10 ⁻⁴	1.36×10 ⁻³	5.9×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴	1.82×10 ⁻³	5.9×10 ⁻⁴	1.02×10 ⁻³	3.67×10 ⁻³
钾	mg/L	—	1.77	3.07	0.887	0.642	0.590	4.82	3.63	1.28	2.91	2.70	0.982
钠	mg/L	—	42.9	41.1	51.7	21.4	15.3	127	17.0	40.0	280	44.6	27.8
钙	mg/L	—	38.5	162	30.6	49.6	59.8	42.2	69.0	54.7	138	119	108
镁	mg/L	—	26.5	54.1	28.4	17.4	16.2	39.7	12.6	27.7	84.7	42.2	34.4
镉	mg/L	0.005	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵	<6×10 ⁻⁵

续表 4.2-48 白龙江引水工程地下水水质现状监测结果汇总表

检测项目	单位	标准值	QY13	QY14	QY15
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	<0.025	<0.025	0.036
氟化物	mg/L	1	0.43	0.62	0.09
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.53	1.60	9.51
氯化物	mg/L	250	4.28	177	531
硫酸盐	mg/L	250	29.6	411	638
耗氧量	mg/L	3	0.38	0.34	0.81
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	<0.002	<0.002	<0.002
氰化物	mg/L	0.05	<0.002	<0.002	<0.002
pH 值	/	6.5-8.5	7.83	7.46	7.25
溶解性总固体	mg/L	1000	516	1.21×10^3	2.65×10^3
总硬度（以 CaCO_3 计）	mg/L	450	119	482	1.10×10^3
铬（六价）	mg/L	0.05	<0.004	<0.004	<0.004
亚硝酸盐氮	mg/L	1	<0.001	<0.001	0.002
碳酸根	mg/L	—	0	0	0
重碳酸根	mg/L	—	513	502	602
汞	mg/L	0.001	$<1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-4}$
砷	mg/L	0.01	2.1×10^{-3}	1.9×10^{-3}	3.4×10^{-3}
铅	mg/L	0.01	8×10^{-5}	$<7 \times 10^{-5}$	$<7 \times 10^{-5}$
铁	mg/L	0.3	0.0414	0.0100	8.6×10^{-3}
锰	mg/L	0.1	1.96×10^{-3}	3.20×10^{-3}	7.8×10^{-4}
钾	mg/L	—	1.04	1.65	2.45
钠	mg/L	—	156	234	368
钙	mg/L	—	17.7	71.8	140
镁	mg/L	—	14.1	66.7	169
镉	mg/L	0.005	$<6 \times 10^{-5}$	$<6 \times 10^{-5}$	$<6 \times 10^{-5}$

(2) 地下水环境质量现状评价

1) 评价标准

根据评价区地下水水质状况和使用功能,地下水评价执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准。

2) 评价方法

采用单因子指数法进行评价。计算公式如下:

①采用标准指数法, 计算公式如下:

$$P_j = C_j / C_{sj}$$

式中:

P_j —第 j 个水质因子的标准指数, 无量纲;

C_j —第 j 个水质因子的监测浓度值, mg/L;

C_{sj} —第 j 个水质因子的标准浓度值, mg/L。

②对于 pH 采用下列公式:

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH_j > 7.0$$

式中:

$S_{Ph,j}$ —Ph 的单因子污染指数;

pH_{sd} 、 pH_{su} —地下水标准值的上、下限值;

pH_j —实测值。

3) 评价结果

地下水环境质量现状评价方法采用标准指数法, 标准指数 >1 , 表明该水质因子已超过了规定的水质标准; 指数值越大, 超标越严重。评价区地下水单项指数法评价结果见下表。

表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

检测项目	单位	标准值	标准指数								最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍数
			YA01	YA02	YA03	YA04	YA05	YA06	YA07	YA08					
氨氮 (以 N 计)	mg/L	0.5	0.38	0.22	0.08	2.46	0.22	0.20	0.18	0.36	1.23	0.04	100.00	12.50	1.46
氟化物	mg/L	1	0.54	0.46	0.50	—	0.51	0.31	0.33	0.75	0.75	—	87.50	0.00	—
硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	20	—	0.08	0.05	—	0.08	0.08	0.14	0.25	4.95	—	75.00	0.00	—
氯化物	mg/L	250	0.11	0.02	0.04	3.26	0.03	0.05	0.06	0.17	816.00	5.06	100.00	12.50	2.26
硫酸盐	mg/L	250	0.40	0.06	0.34	15.00	0.09	0.09	0.10	0.38	3.75×10 ³	14.90	100.00	12.50	14.00
耗氧量	mg/L	3	0.90	0.18	0.15	0.42	0.12	0.13	0.13	0.24	2.70	0.36	100.00	0.00	—
挥发酚类 (以苯酚计)	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.77	0.69	0.45	0.33	0.50	0.44	0.43	0.55	8.15	7.49	100.00	0.00	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.49	0.30	0.45	6.66	0.30	0.30	0.32	0.46	6.66×10 ³	301.00	100.00	12.50	5.66
总硬度 (以 CaCO ₃ 计)	mg/L	450	0.55	0.36	0.53	3.00	0.38	0.43	0.37	0.51	1.35×10 ³	163.00	100.00	12.50	2.00
铬 (六价)	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	—	0.02	—	—	—	0.00	0.02	—	25.00	0.00	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	0.10	—	—	1×10 ⁻⁴	—	12.50	0.00	—
砷	mg/L	0.01	—	—	—	—	0.13	0.31	0.25	—	3.1×10 ⁻³	—	37.50	0.00	—
铅	mg/L	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0.02	2.4×10 ⁻⁴	—	12.50	0.00	—
铁	mg/L	0.3	0.14	0.06	0.06	0.80	0.03	0.05	0.11	0.14	0.24	0.01	100.00	0.00	—
锰	mg/L	0.1	0.01	—	0.00	3.28	0.02	0.00	0.01	0.03	0.33	—	87.50	12.50	2.28
镉	mg/L	0.005	—	—	—	0.02	—	—	—	—	1.1×10 ⁻⁴	—	12.50	0.00	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

检测项目	单位	标准值	标准指数						最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍 数
			YA09	YA10	YA11	YA12	QY02	QY03					
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.14	0.26	0.27	0.09	0.29	0.17	0.15	0.04	100	0	—
氟化物	mg/L	1	0.28	0.36	0.54	0.89	0.57	0.7	0.89	0.28	100	0	—
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.19	0.07	0.24	0.15	0.05	0.16	4.73	1.07	100	0	—
氯化物	mg/L	250	0.64	0.16	0.82	0.39	0.16	0.41	205	40.5	100	0	—
硫酸盐	mg/L	250	0.6	0.47	1.15	0.68	0.29	0.68	288	72.3	100	16.67	0.15
耗氧量	mg/L	3	0.21	0.18	0.25	0.23	0.25	0.21	0.76	0.54	100	0	—
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
pH 值	mg/L	6.5-8.5	0.35	0.57	0.36	0.51	0.43	0.52	7.86	7.53	100	0	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.72	0.48	0.97	0.64	0.51	0.65	968	482	100	0	—
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	0.92	0.51	1.13	0.72	0.61	0.7	510	231	100	16.67	0.13
铬（六价）	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	0	0	—	0	—	0	—	50	0	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
砷	mg/L	0.01	—	0.1	0.16	0.25	0.21	0.22	2.5×10 ⁻³	—	83.33	0	—
铅	mg/L	0.01	0.01	—	—	—	—	—	8×10 ⁻⁵	—	16.67	0	—
铁	mg/L	0.3	0.55	0.02	0.07	0.02	0.13	0.02	0.16	4.7×10 ⁻³	100	0	—
锰	mg/L	0.1	0.81	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0.08	3.3×10 ⁻⁴	100	0	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

分析项目	单位	标准值	标准指数						最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍 数
			QY04	QY05	QY06	QY07	QY08	QY09					
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
氟化物	mg/L	1	0.32	0.34	0.44	0.25	0.24	0.36	0.44	0.24	100.00	0.00	—
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.10	0.19	0.12	0.02	0.05	0.31	6.16	0.30	100.00	0.00	—
氯化物	mg/L	250	0.02	0.03	0.01	0.13	0.01	0.03	33.50	3.35	100.00	0.00	—
硫酸盐	mg/L	250	0.04	0.05	0.03	0.33	0.04	0.03	83.60	7.43	100.00	0.00	—
耗氧量	mg/L	3	0.14	0.14	0.13	0.48	0.15	0.17	1.45	0.39	100.00	0.00	—
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.57	0.61	0.72	0.79	0.73	0.65	8.19	7.86	100.00	0.00	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.31	0.31	0.30	0.49	0.26	0.28	485.00	257.00	100.00	0.00	—
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	0.48	0.40	0.30	0.59	0.48	0.40	265.00	136.00	100.00	0.00	—
铬（六价）	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
砷	mg/L	0.01	—	0.11	0.15	—	—	0.10	1.5×10 ⁻³	—	50.00	0.00	—
铅	mg/L	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.02	3.9×10 ⁻⁴	7×10 ⁻⁵	100.00	0.00	—
铁	mg/L	0.3	—	—	0.01	0.05	0.29	0.04	0.09	—	66.67	0.00	—
锰	mg/L	0.1	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	1.49×10 ⁻³	1.6×10 ⁻⁴	100.00	0.00	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

检测项目	单位	标准值	标准指数							最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍数
			QY10	QY11	QY12	PL01	PL02	PL03	PL04					
氨氮 (以 N 计)	mg/L	0.5	—	—	—	0.21	—	—	—	0.104	—	14.29	0.00	—
氟化物	mg/L	1	0.77	0.35	0.68	0.38	0.37	0.22	0.16	0.77	0.16	100.00	0.00	—
硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	20	0.09	0.12	0.09	0.04	0.04	0.77	0.04	15.3	0.70	100.00	0.00	—
氯化物	mg/L	250	0.86	0.02	0.06	0.05	0.02	0.18	0.01	216	3.02	100.00	0.00	—
硫酸盐	mg/L	250	1.32	0.05	0.65	0.17	0.06	0.27	0.12	331	11.4	100.00	14.29	0.32
耗氧量	mg/L	3	0.16	0.12	0.16	0.94	0.15	0.32	0.23	2.82	0.37	100.00	0.00	—
挥发酚类 (以苯酚计)	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.53	0.75	0.61	0.77	0.31	0.20	0.27	8.16	7.30	100.00	0.00	—
溶解性总固体	mg/L	1000	1.10	0.31	0.57	0.35	0.32	0.58	0.29	1.10×10^3	292	100.00	14.29	0.10
总硬度 (以 CaCO_3 计)	mg/L	450	1.00	0.50	0.61	0.63	0.59	1.00	0.54	448	224	100.00	0.00	—
铬 (六价)	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	—	0.01	—	0.00	—	0.006	—	28.57	0.00	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
砷	mg/L	0.01	0.29	—	0.38	—	—	—	—	3.8×10^{-3}	—	28.57	0.00	—
铅	mg/L	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	1.2×10^{-4}	—	14.29	0.00	—
铁	mg/L	0.3	—	—	—	0.01	—	—	—	1.7×10^{-3}	—	14.29	0.00	—
锰	mg/L	0.1	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87×10^{-3}	1.0×10^{-4}	100.00	0.00	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

分析项目	单位	标准值	标准指数					最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍数
			PL05	PL06	PL07	PL08	PL10					
氨氮 (以 N 计)	mg/L	0.5	0.34	0.34	0.38	0.54	0.46	0.27	0.17	100	0	—
氟化物	mg/L	1	0.43	0.47	0.15	1.12	2.13	2.13	0.15	100	40	1.13
硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	20	4.4	0.48	0.04	0.14	0.11	87.9	0.89	100	20	3.4
氯化物	mg/L	250	0.8	0.16	0.04	0.06	0.23	200	9.09	100	0	—
硫酸盐	mg/L	250	0.36	0.11	0.09	0.28	0.35	91.2	22.8	100	0	—
耗氧量	mg/L	3	0.36	0.26	0.87	0.64	0.31	2.61	0.77	100	0	—
挥发酚类 (以苯酚计)	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.33	0.45	0.84	0.57	0.85	8.27	7.5	100	0	—
溶解性总固体	mg/L	1000	1.22	0.52	0.24	0.53	0.62	1.22×10^3	244	100	20	0.22
总硬度 (以 CaCO_3 计)	mg/L	450	1.94	0.68	0.39	0.52	0.36	872	163	100	20	0.94
铬 (六价)	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	0.01	—	—	—	0.01	—	16.67	0	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
砷	mg/L	0.01	—	—	0.11	—	0.13	1.3×10^{-3}	—	40	0	—
铅	mg/L	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
铁	mg/L	0.3	—	0.04	0.12	0.29	0.02	0.09	—	80	0	—
锰	mg/L	0.1	—	0	0.02	0.01	0	1.79×10^{-3}	—	80	0	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

分析项目	单位	标准值	标准指数						最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标 倍数
			DX001	LN001	ZTS001	ZTS002	ZTS003	ZTS004					
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.08	0.08	0.06	0.16	0.18	0.08	0.09	0.03	100.00	0.00	—
氟化物	mg/L	1	0.10	0.21	0.38	0.24	0.46	0.33	0.46	0.10	100.00	0.00	—
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.80	0.19	1.54	2.39	0.08	0.07	47.80	1.35	100.00	33.33	1.39
氯化物	mg/L	250	0.11	0.03	1.10	0.23	0.04	0.03	274.00	8.00	100.00	16.67	0.10
硫酸盐	mg/L	250	0.21	0.12	1.26	0.60	0.06	0.12	314.00	16.20	100.00	16.67	0.26
耗氧量	mg/L	3	0.31	0.13	0.34	0.19	0.25	0.15	1.03	0.39	100.00	0.00	—
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.29	0.41	0.39	0.14	0.51	0.47	7.76	7.21	100.00	0.00	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.44	0.34	1.36	0.84	0.34	0.30	1.36×10^3	297.00	100.00	16.67	0.36
总硬度（以 CaCO_3 计）	mg/L	450	0.78	0.53	1.54	1.12	0.45	0.53	691.00	204.00	100.00	33.33	0.54
铬（六价）	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	0.00	—	0.01	—	0.01	—	33.40	0.00	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—
砷	mg/L	0.01	—	—	—	—	0.12	—	1.2×10^{-3}	—	16.67	0.00	—
铅	mg/L	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	1.8×10^{-4}	8×10^{-5}	100.00	0.00	—
铁	mg/L	0.3	0.02	0.19	0.02	0.02	0.06	0.02	0.06	4.5×10^{-3}	100.00	0.00	—
锰	mg/L	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	1.33×10^{-3}	3.6×10^{-4}	100.00	0.00	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

检测项目	单位	标准值	标准指数													最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超 标倍数
			PL11	TS01	TS02	TS03	TS04	TS05	TS07	TS08	TS09	TS10	TS11	TS12	TS13					
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	0.08	0.12	0.08	2.88	0.08	0.06	0.45	0.09	0.13	0.1	0.07	0.08	0.06	1.44	0.03	100	7.69	1.88
氟化物	mg/L	1	0.55	1.03	0.51	0.45	0.5	0.53	0.38	0.46	0.43	0.22	0.21	0.28	0.5	1.03	0.21	100	7.69	0.03
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.1	0.03	0.05	0	0	0.1	0.05	0.36	0.15	0.2	0.01	0.37	0.04	7.49	0.03	100	0	—
氯化物	mg/L	250	0.38	0.51	0.03	0.35	0.56	0.04	6.68	1.52	0.38	0.08	0.02	0.05	0.25	1.67×10 ³	4.19	100	15.38	5.68
硫酸盐	mg/L	250	1.16	1.51	0.16	0.47	1	0.11	7.96	2.04	0.44	0.28	0.29	0.18	0.35	1.99×10 ³	26.8	100	30.76	6.96
耗氧量	mg/L	3	0.23	0.15	0.13	1.17	0.33	0.13	2.8	0.32	0.22	0.35	0.89	0.19	0.19	8.4	0.39	100	15.38	1.8
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.53	0.59	0.49	0.79	0.19	0.61	0.69	0.35	0.55	0.37	0.75	0.51	0.44	8.19	7.28	100	0	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.98	1.07	0.37	0.8	1.13	0.43	6.19	1.84	0.61	0.4	0.31	0.4	0.6	6.19×10 ³	307	100	30.76	5.19
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	mg/L	450	0.82	0.88	0.53	1.16	1.27	0.22	4.31	1.78	0.59	0.78	0.5	0.6	0.86	1.94×10 ³	96.8	100	30.76	3.31
铬（六价）	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	—	0.17	—	—	0.03	—	0.01	—	—	—	0	0.17	—	30.76	0	—
汞	mg/L	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
砷	mg/L	0.01	0.14	0.11	—	0.63	—	0.12	—	—	—	—	—	—	—	6.3×10 ⁻³	—	30.76	0	—
铅	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	—	—	0.05	0.01	—	—	0.01	—	0.01	4.6×10 ⁻⁴	—	61.54	0	—
铁	mg/L	0.3	0.01	0.01	0.05	0.05	0.01	0.04	0.33	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	1.6×10 ⁻³	100	0	—
锰	mg/L	0.1	0	0.01	0.24	3.85	0.07	0.01	0.11	0.06	0.02	0	0.01	0	0.03	0.39	2.3×10 ⁻⁴	100	7.69	2.85
镉	mg/L	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

检测项目	单位	标准值	标准指数											最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超 标倍数
			ZCX01	ZCX02	ZCX03	ZCX04	ZCX05	ZPL01	ZZQ01	ZZQ02	ZZQ03	ZZQ04	ZZQ05					
氨氮（以 N 计）	mg/L	0.5	—	0.06	0.13	—	0.08	—	0.13	0.08	0.11	—	0.07	0.067	—	63.64	0.00	—
氟化物	mg/L	1	0.39	0.14	0.42	0.24	0.22	0.57	0.24	0.48	0.10	0.34	0.30	0.57	0.10	100.00	0.00	—
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20	0.03	0.69	0.00	0.06	0.11	0.05	0.04	0.04	2.00	1.20	0.18	40.0	0.09	100.00	18.18	1.00
氯化物	mg/L	250	0.07	0.24	0.04	0.01	0.02	0.22	0.03	0.02	0.92	0.25	0.11	230	3.21	100.00	0.00	—
硫酸盐	mg/L	250	0.17	1.08	0.16	0.04	0.04	0.87	0.19	0.12	1.59	0.28	0.25	397	8.76	100.00	18.18	0.59
耗氧量	mg/L	3	0.12	0.21	0.33	0.09	0.10	0.25	0.22	0.37	0.24	0.21	0.30	1.12	0.27	100.00	0.00	—
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.61	0.24	0.76	0.69	0.56	0.67	0.49	0.38	0.26	0.25	0.21	8.14	7.31	100.00	0.00	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.34	0.89	0.35	0.28	0.30	0.68	0.30	0.41	1.58	0.67	0.54	1.58×10^3	275	100.00	9.09	0.58
总硬度（以 CaCO_3 计）	mg/L	450	0.48	1.41	0.48	0.47	0.49	0.63	0.50	0.56	1.55	1.08	0.92	697	212	100.00	27.27	0.55
铬（六价）	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	0.007	—	18.18	0.00	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	—
砷	mg/L	0.01	—	—	0.14	—	—	0.27	—	—	—	—	—	2.7×10^{-3}	—	18.18	0.00	—
铅	mg/L	0.01	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1×10^{-4}	—	9.09	0.00	—
铁	mg/L	0.3	0.01	0.02	0.20	—	0.16	0.01	0.01	0.21	0.03	0.05	0.03	0.0640	—	90.91	0.00	—
锰	mg/L	0.1	0.00	0.56	0.10	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.04	0.0560	2.0×10^{-4}	100.00	0.00	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.00	—

续表 4.2-49 白龙江引水工程地下水水质现状评价统计结果

分析项目	单位	标准值	标准指数			最大值	最小值	检出率 (%)	超标率 (%)	最大超标倍数
			QY13	QY14	QY15					
氨氮 (以 N 计)	mg/L	0.5	—	—	0.07	0.036	—	33.3	—	—
氟化物	mg/L	1	0.43	0.62	0.09	0.62	0.09	100	—	—
硝酸盐 (以 N 计)	mg/L	20	0.03	0.08	0.48	9.51	0.53	100	—	—
氯化物	mg/L	250	0.02	0.71	2.12	531	4.28	100	33.3	1.12
硫酸盐	mg/L	250	0.12	1.64	2.55	638	29.6	100	66.7	1.55
耗氧量	mg/L	3	0.13	0.11	0.27	0.81	0.34	100	—	—
挥发酚类 (以苯酚计)	mg/L	0.002	—	—	—	—	—	0	—	—
氰化物	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	0	—	—
pH 值	/	6.5-8.5	0.52	0.31	0.17	7.83	7.46	100	—	—
溶解性总固体	mg/L	1000	0.52	1.21	2.35	2.65×10^3	516	100	66.7	1.35
总硬度 (以 CaCO_3 计)	mg/L	450	0.26	1.07	2.44	1.10×10^3	119	100	66.7	1.44
铬 (六价)	mg/L	0.05	—	—	—	—	—	0	—	—
亚硝酸盐氮	mg/L	1	—	—	0.00	0.002	—	33.3	—	—
汞	mg/L	0.001	—	—	—	—	—	0	—	—
砷	mg/L	0.01	0.21	—	0.34	3.4×10^{-3}	1.9×10^{-3}	100	—	—
铅	mg/L	0.01	0.01	—	—	8×10^{-5}	—	33.3	—	—
铁	mg/L	0.3	0.14	—	0.03	0.0414	8.6×10^{-3}	100	—	—
锰	mg/L	0.1	0.02	—	0.01	3.20×10^{-3}	7.8×10^{-4}	100	—	—
镉	mg/L	0.005	—	—	—	—	—	0	—	—

表 4.2-50 总干线地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
氨氮（以 N 计）	TS03	1.88	4%
氟化物	PL10、PL09、PL08、TS01	1.13	15%
硝酸盐（以 N 计）	PL05	3.40	4%
氯化物	TS07、TS08	5.68	8%
硫酸盐	TS07、TS08、TS01、PL11	6.96	15%
耗氧量	TS07、TS03	1.80	8%
溶解性总固体	TS07、TS08、PL05、TS04、TS01	5.19	19%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	TS07、PL05、TS08、TS04、TS03	3.31	19%
锰	TS03	2.85	4%

表 4.2-51 延安干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
氨氮（以 N 计）	YA04	1.46	8%
氯化物	YA04	2.26	8%
硫酸盐	YA04、YA11	14.00	15%
溶解性总固体	YA04	5.66	8%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	YA04、YA11	2.00	15%
锰	YA04	2.28	8%

表 4.2-52 庆阳二干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
氯化物	QY15	1.12	50%
硫酸盐	QY15、QY14	1.55	100%
溶解性总固体	QY15、QY14	1.35	100%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	QY15、QY14	1.44	100%

表 4.2-53 庆阳一干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
硫酸盐	QY10	0.32	14%
溶解性总固体	QY10	0.10	14%

表 4.2-54 天水一干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
硝酸盐（以 N 计）	ZTS002、ZTS001	1.39	50%
氯化物	ZTS001	0.10	25%
硫酸盐	ZTS001	0.26	25%
溶解性总固体	ZTS001	0.36	25%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	ZTS001、ZTS002	0.54	50%

表 4.2-55 天水二干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
硝酸盐（以 N 计）	ZZQ03、ZZQ04	1.00	40%
硫酸盐	ZZQ03	0.59	20%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	ZZQ03、ZZQ04	0.55	40%

表 4.2-56 平凉一干线及分干地下水水质现状评价结果统计表

超标项目	超标点位（由大到小）	最大超标倍数	超标率
硫酸盐	ZCX02	0.08	20%
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	ZCX02	0.41	20%

总干线评价区范围潜水水质超标的因子主要有氨氮（以 N 计）、氟化物、硝酸盐（以 N 计）、氯化物、硫酸盐、耗氧量、溶解性总固体、总硬度（以 CaCO₃ 计）、锰，共 9 项，占总检测指标的 36%（9/25）；其中硫酸盐的超标倍数最大，最大为 6.96，超标率为 0.15；其次氯化物和溶解性总固体的最大超标倍数分别为 5.68、5.19。硫酸盐、氯化物及溶解性总固体超标倍数最大的点位均为 TS07。

延安干线及分干评价区范围水质超标的因子主要有氨氮（以 N 计）、氟化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度（以 CaCO₃ 计）、锰，共 6 项，占总检测指标的 24%（6/25）；其中硫酸盐的超标倍数最大，为 14.00，最大超标点位为 YA04；溶解性总固体和总硬度（以 CaCO₃ 计）的最大超标倍数分别达到了 5.66 和 2.00，最大超标点位为 YA04。

庆阳二干线及分干评价区范围内水质超标的因子主要有氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度（以 CaCO₃ 计），共 4 项，占总检测指标的 16%（4/25）；其中硫酸盐的超标倍数最大，为 1.55，超标率为 1；溶解性总固体、总硬度（以 CaCO₃ 计）、氯化物的最大超标倍数分别为 1.35、1.55 和 1.12，最大超标点位均为 QY15。

庆阳一干线及分干评价区范围水质超标的因子主要为硫酸盐和溶解性总固体，共 2 项，占总检测指标的 8%（2/25）；硫酸盐和溶解性总固体的最大超标倍数分别为 0.32、0.10，点位均为 QY10，超标率为 0.14。

天水一干线及分干评价区范围水质超标的因子主要有硝酸盐（以 N 计）、氯化物、硫酸盐、溶解性总固体、总硬度（以 CaCO₃ 计），共 5 项，占总检测指标的 20%（5/25）；其中硝酸盐（以 N 计）的超标倍数最大，为 1.39，最大超标点位为 ZTS002，其余超标因子最大超标点位均为 ZTS001。

天水二干线及分干评价区范围水质超标的因子主要有硝酸盐（以 N 计）、硫酸盐、总硬度（以 CaCO_3 计），共 3 项，占总检测指标的 12%（3/25）；其中超标倍数最大的因子为硝酸盐（以 N 计），最大超标倍数为 1.00，超标率为 0.40，最大超标点位为 ZZQ03；硫酸盐、总硬度（以 CaCO_3 计）最大超标倍数分别为 0.59、0.55，最大超标点位均为 ZZQ03。

平凉一干线及分干评价区范围水质超标的因子主要为硫酸盐和总硬度（以 CaCO_3 计），共 2 项，占总检测指标的 8%（2/25）；其中总硬度（以 CaCO_3 计）和硫酸盐的最大超标倍数分别为 0.41、0.08，超标率均为 0.20，最大超标倍数的点位均为 ZCX02。

根据以上超标因子，结合取样点位周边环境水文地质概况可以看出，其中总硬度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐、硝酸盐（以氮计）、氟化物、锰超标可能与该地区的原生地质环境及地下水径流条件有关；耗氧量超标的点位，水体中存在有较多的树枝树叶，上游不远处种植小片的农作物，导致水体中含有较多有机质，从而造成耗氧量超标；氨氮超标点位位于河谷中，超标表示现状受到农业面源施肥的影响，由于超标点位很少，其余基本为未检出，因此影响范围还较小。

根据评价结果判断，评价区局部地区地下水水质现状不满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类水质标准。

4.2.5 陆生生态现状

4.2.5.1 调查概况

调查时间、调查内容、调查方法、调查分区详见 4.1.5.1 节。

输水线路区共有 35 个典型植被群系，共设置了 153 个样方，输水线路区样方综合信息见表 4.2-57。

表 4.2-57 输水线路区样方信息汇总表

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
1	云杉群系	104.004	34.106	2654	DZ11+000 迭部县输水隧洞旁 (腊子口森林公园内)
2	云杉群系	103.928	34.131	2202	DZ7+000 迭部县输水隧洞旁 (腊子口森林公园内)

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
3	云杉群系	104.102	34.068	2456	DZ16+000 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
4	紫果云杉群系	104.086	34.072	2513	DZ14+968 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
5	紫果云杉群系	104.071	34.071	2643	DZ14+000 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
6	紫果云杉群系	104.080	34.066	2708	DZ14+800 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
7	高山柏群系	104.067	34.075	2694	DZ14+100 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
8	高山柏群系	104.065	34.078	2724	DZ14+50 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
9	高山柏群系	104.079	34.074	2561	DZ14+750 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
10	陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群系	104.076	34.072	2575	DZ14+150 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
11	陇蜀杜鹃 + 红毛杜鹃群系	104.074	34.070	2592	DZ14+070 宕昌县输水隧洞旁 (官鹅沟森林公园内)
12	云杉群系	104.587	34.562	2432	ZGX-5#生活区附近
13	云杉群系	104.456	34.440	2494	DZ68+000 输水隧洞旁
14	油松群系	104.209	34.242	2283	DZ36+000 输水隧洞旁
15	白皮松群系	104.239	34.268	2297	DZ40+000 输水隧洞旁
16	白皮松群系	104.407	34.402	2542	DZ61+500 输水隧洞旁
17	华山松群系	104.705	34.664	1686	DZ2#隧洞终点附近
18	华山松群系	104.729	34.688	1697	ZGX-9#弃渣场附近
19	油松 + 辽东栎群系	104.452	34.435	2487	ZGX-5#弃渣场占地区内
20	华山松 + 辽东栎群系	105.343	34.626	1574	TS64+980 输水隧洞附近
21	华山松 + 辽东栎群系	104.723	34.703	1633	ZGX-9#生产生活区附近
22	羊茅群系	104.357	34.308	2383	ZGX-3#生产生活区附近
23	禾叶嵩草群系	104.133	34.170	2473	DZ25+200 输水隧洞旁
24	侧柏群系	104.308	34.327	2491	DZ49+000 输水隧洞旁
25	侧柏群系	104.771	34.727	2145	DZ110+700 输水隧洞旁
26	华桔竹群系	104.695	34.654	1702	DZ-1#倒虹吸终点附近
27	华桔竹群系	104.849	34.760	1502	TS06+469 输水隧洞旁
28	白刺花群系	104.878	34.742	1513	TS1-2#隧洞进口附近
29	华桔竹群系	105.149	34.704	1530	TS1-7#隧洞进口附近
30	华桔竹群系	105.239	34.685	1873	TS51+183 输水隧洞旁
31	高山绣线菊群系	104.131	34.172	2509	DZ25+190 输水隧洞旁

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
32	高山绣线菊群系	104.136	34.174	2509	DZ25+950 输水隧洞旁
33	高山绣线菊群系	104.134	34.177	2541	DZ26+000 输水隧洞旁
34	长芒草群系	104.182	34.219	2472	DZ32+500 输水隧洞旁
35	长芒草群系	104.186	34.218	2415	DZ32+600 输水隧洞旁
36	白刺花群系	104.205	34.240	2332	DZ35+700 输水隧洞旁
37	白刺花群系	104.351	34.309	2377	ZGX-3#生产生活区附近
38	白刺花群系	104.353	34.309	2380	ZGX-3#弃渣场附近
39	华桔竹群系	104.308	34.324	2493	DZ48+900 输水隧洞旁
40	白刺花群系	104.310	34.326	2502	DZ49+200 输水隧洞旁
41	花叶丁香群系	104.205	34.240	2329	DZ35+500 输水隧洞旁
42	花叶丁香群系	104.205	34.240	2316	DZ35+600 输水隧洞旁
43	花叶丁香群系	104.779	34.745	1735	ZGX-10#生产生活区与 ZGX-11 弃渣场附近
44	毛榛群系	104.779	34.745	1748	ZGX-10#生产生活区与 ZGX-11 弃渣场附近
45	毛榛群系	104.778	34.745	1741	ZGX-10#生产生活区与 ZGX-11 弃渣场附近
46	黄蔷薇群系	104.204	34.239	2351	DZ35+300 输水隧洞旁
47	黄蔷薇群系	104.204	34.239	2342	DZ35+400 输水隧洞旁
48	黄蔷薇群系	104.231	34.254	2281	ZGX-2#生产生活区附近
49	荆条、酸枣灌丛	104.230	34.254	2333	ZGX-2#生产生活区附近
50	荆条、酸枣灌丛	104.350	34.309	2371	ZGX-4#弃渣场附近
51	长芒草群系	104.205	34.240	2320	DZ35+500 输水隧洞旁
52	长芒草群系	104.205	34.240	2327	DZ35+550 输水隧洞旁
53	长芒草群系	104.236	34.251	2286	ZGX-2#弃渣场占地区内
54	高山绣线菊群系	104.356	34.309	2380	ZGX-3#生产生活区附近
55	高山绣线菊群系	104.454	34.435	2456	ZGX-4#生产区占地区内
56	剪股颖群系	104.135	34.172	2606	DZ25+800 输水隧洞旁
57	剪股颖群系	104.129	34.173	2484	DZ25+300 输水隧洞旁
58	禾叶嵩草 + 珠芽蓼群系	104.130	34.173	2514	DZ25+350 输水隧洞旁
59	禾叶嵩草 + 珠芽蓼群系	104.128	34.173	2485	DZ25+190 输水隧洞旁
60	禾叶嵩草 + 珠芽蓼群系	104.131	34.172	2489	DZ25+400 输水隧洞旁
61	地榆 + 牛尾蒿群系	104.308	34.325	2472	DZ49+000 输水隧洞旁
62	地榆 + 牛尾蒿群系	104.456	34.430	2461	ZGX-4#生产生活区附近
63	地榆 + 牛尾蒿群系	104.587	34.558	2485	ZGX-5#弃渣场占地区内
64	狗牙根群系	104.591	34.564	2355	ZGX-5#生产区占地区内
65	狗牙根群系	104.584	34.563	2363	ZGX-4#生活区占地区内
66	油松群系	106.170	34.887	1583	EG-34 附近张清干线输水隧洞旁

序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
67	油松 + 辽东栎群系	106.100	34.955	1662	DE-107 附近张清干线输水隧洞旁
68	山杨群系	105.781	35.071	1410	AD-18 附近张清干线 输水隧洞旁
69	山杨群系	105.242	34.945	1692	ZGX-25#弃渣场附近
70	白桦群系	104.991	34.882	1879	ZGX-15#生产生活区附近
71	白桦群系	106.192	34.874	1565	EG-51 附近张清干线输水隧洞旁
72	栓皮栎群系	106.214	34.843	1579	EG-62 附近张清干线输水隧洞旁
73	虎榛子群系	106.171	34.889	1593	EG-35 附近张清干线输水隧洞旁
74	虎榛子群系	106.276	34.792	1555	EG-66 附近张清干线输水隧洞旁
75	沙棘群系	106.277	34.794	1560	EG-65 附近张清干线输水隧洞旁
76	沙棘群系	106.181	34.884	1555	张清干线 EG-4#倒虹吸附近
77	白羊草群系	105.880	35.028	1432	DE-21 附近张清干线输水隧洞旁
78	白羊草群系	105.781	35.070	1406	AD-18 附近张清干线输水隧洞旁
79	羊茅群系	106.113	34.943	1684	ZH-3#弃渣场占地区内
80	侧柏群系	106.099	34.963	1636	ZH-3#弃渣场占地区内
81	长芒草群系	106.113	34.942	1684	ZH-3#弃渣场占地区内
82	旱柳群系	106.153	34.947	1648	EF-9 附近张清干线输水隧洞旁
83	毛榛群系	106.168	34.888	1578	EG-33 附近张清干线输水隧洞旁
84	榛子群系	106.163	34.891	1584	EG-31 附近张清干线输水隧洞旁
85	剪股颖群系	106.141	34.914	1619	EG-11 附近张清干线输水隧洞旁
86	狗牙根	105.799	35.064	1399	AD-29 附近生产生活区
87	油松群系	106.235	35.213	1796	ZQ-21+900 生产生活区附近
88	白皮松群系	106.262	35.196	1942	ZQ-23+500 输水隧洞旁
89	白皮松群系	106.626	35.333	1578	ZQ-60+000 输水隧洞支洞旁
90	华山松群系	106.485	35.276	1783	ZQ-46+000 输水隧洞支洞旁
91	华山松群系	106.485	35.279	1767	ZQ-45+900 输水隧洞支洞口附近
92	油松 + 辽东栎群系	106.403	35.265	2036	ZQ-38+000 输水隧洞支洞口附近
93	华山松 + 辽东栎群系	106.404	35.265	2012	ZQ-38+100 输水隧洞支洞口附近
94	华山松 + 辽东栎群系	106.634	35.338	1812	ZQ-59+000 输水隧洞旁
95	辽东栎群系	106.462	35.273	1824	ZQ-43+900 生产生活区附近
96	辽东栎群系	106.435	35.265	1932	ZQ-41+000 输水隧洞旁
97	山杨群系	106.541	35.294	1636	ZQ-51+000 输水隧洞旁
98	白桦群系	106.829	35.459	1437	ZQ-83+900 输水隧洞旁
99	栓皮栎群系	106.786	35.413	1578	ZQ-77+890 输水隧洞旁
100	漆树群系	106.813	35.436	1524	ZQ-80+705 输水隧洞旁
101	虎榛子群系	106.703	35.374	1863	ZQ-68+100 输水隧洞旁
102	胡枝子群系	106.525	35.286	1670	ZQ-49+500 生产生活区附近
103	白羊草群系	106.831	35.476	1281	ZQ-86+279 输水隧洞旁







序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
104	羊茅群系	106.786	35.413	1585	ZQ-77+000 输水隧洞旁
105	苔草 + 灯心草群系	106.440	35.274	1858	ZQ-42+000 输水隧洞支洞口附近
106	侧柏群系	106.473	35.266	1864	ZQ-44+000 输水隧洞旁
107	旱柳群系	106.232	35.210	1846	ZQ-21+000 生产生活区附近
108	旱柳群系	106.239	35.210	1851	ZQ-21+900 输水隧洞旁
109	毛榛群系	106.265	35.202	1893	ZQ-23+900 输水隧洞旁
110	毛榛群系	106.292	35.212	1961	ZQ-26+900 输水隧洞旁
111	毛榛群系	106.352	35.212	2193	ZQ-31+841 输水隧洞旁
112	花叶丁香群系	106.628	35.325	1546	ZQ-60+000 输水隧洞旁
113	榛子群系	106.628	35.325	1548	ZQ-59+900 输水隧洞旁
114	花叶丁香群系	106.638	35.333	1776	ZQ-61+000 输水隧洞旁
115	榛子群系	106.638	35.334	1781	ZQ-61+100 输水隧洞旁
116	榛子群系	106.704	35.376	1864	ZQ-68+400 输水隧洞旁
117	禾叶嵩草 + 珠芽蓼群系	106.624	35.332	1555	ZQ-59+950 输水隧洞旁
118	禾叶嵩草 + 珠芽蓼群系	106.624	35.332	1554	ZQ-59+950 输水隧洞旁
119	剪股颖群系	106.635	35.321	1527	ZQ-60+200 输水隧洞旁
120	剪股颖群系	106.625	35.332	1552	ZQ-59+980 输水隧洞旁
121	地榆 + 牛尾蒿群系	106.268	35.199	1854	ZQ-24+050 输水隧洞旁
122	地榆 + 牛尾蒿群系	106.266	35.198	1851	ZQ-23+890 输水隧洞旁
123	狗牙根群系	106.477	35.266	1863	ZQ-44+600 弃渣场附近
124	狗牙根群系	106.477	35.266	1862	ZQ-44+650 弃渣场附近
125	油松群系	106.912	35.540	1434	ZQ-4#倒虹吸附近
126	油松 + 辽东栎群系	106.979	35.599	1475	ZQ-6#倒虹吸附近
127	山杨群系	107.097	35.734	1214	ZQ-127+929 输水隧洞旁
128	白桦群系	107.685	35.766	1280	IP39 庆阳分干线输水隧洞旁
129	栓皮栎群系	107.466	36.456	1216	HX-6#生产生活区附近
130	漆树群系	107.410	35.805	1323	ZQ-169+000 庆阳分干线输水隧洞旁
131	漆树群系	107.924	35.774	1078	合水分干线输水隧洞旁
132	漆树群系	107.907	36.137	1100	HC-2#生产生活区附近
133	虎榛子群系	107.040	35.704	1321	镇原分水口、ZQ-6#圆涵附近
134	胡枝子群系	107.789	36.103	1125	QH-1#生产生活区附近
135	沙棘群系	108.011	35.836	1304	HS-04#生产生活区附近
136	沙棘群系	107.506	36.320	1197	HX-04#生产生活区附近
137	白羊草群系	107.915	35.554	949	NX(ZN)-0+000 正宁分干线起点、宁县分干线起点附近
138	羊茅群系	108.113	35.446	1280	ZN-3#生产生活区占地区
139	侧柏群系	107.739	35.712	1320	QN-23+374 正宁分干线起点附近
140	旱柳群系	107.780	35.688	1289	NZ-1#生产生活区附近








序号	群系	经度	纬度	海拔 (m)	相关工程区
141	旱柳群系	108.326	35.499	1415	ZN-5#生产生活区附近
142	狗牙根群系	107.901	36.287	1158	HC-4#生产生活区与 HC-4#弃渣场之间
143	狗牙根群系	107.755	36.107	1111	庆城分干线终点附近
144	栓皮栎群系	107.783	35.548	1138	NX-2#生产生活区占地区
145	胡枝子群系	107.912	36.449	1267	华池干线终点附近
146	胡枝子群系	107.916	36.454	1279	华池干线终点附近
147	苔草 + 灯心草群系	107.812	36.054	1065	庆阳二干线起点附近
148	苔草 + 灯心草群系	107.813	36.054	1067	庆阳二干线起点附近
149	荆条、酸枣灌丛	108.359	36.719	1352	吴起分干线 11 号渣场
150	荆条、酸枣灌丛	108.358	36.719	1355	吴起分干线 11 号渣场
151	荆条、酸枣灌丛	108.357	36.718	1354	吴起分干线 11 号渣场
152	黄蔷薇群系	108.360	36.719	1356	吴起分干线 11 号渣场
153	黄蔷薇群系	108.357	36.717	1357	吴起分干线 11 号渣场

输水线路区内共设置了 20 条样线，具体见表 4.2-58。

表 4.2-58 输水线路区野生动物调查样线一览表

编号	位置	生境	起点坐标	终点坐标	海拔 (m)	长度 (km)	照片
1	腊子口国家森林公园内	林地	103.896 34.109	103.892 34.126	2124-2038	2	
2	腊子口国家森林公园内	耕地	103.993 34.112	103.993 34.111	2714-2772	0.2	
3	代古寺水库-武山段输水线路评价区内	居民区	104.234 34.248	104.239 34.267	2507-2561	2.1	

编号	位置	生境	起点坐标	终点坐标	海拔(m)	长度(km)	照片
4	代古寺水库-武山段输水线路评价区内	居民区	104.338 34.297	104.356 34.308	2374-2333	2.1	
5	代古寺水库-武山段输水线路评价区内	草地	104.368 34.372	104.369 34.379	2758-2636	0.8	
6	代古寺水库-武山段输水线路评价区内	草地	104.581 34.564	104.600 34.568	2369-2343	2	
7	代古寺水库-武山段输水线路评价区内	草地	104.717 34.680	104.729 34.681	1657-1721	1.1	
8	张清干线评价区内	居民区	106.123 34.936	106.115 34.940	1709-1668	1.2	
9	武山-庄浪段输水线路评价区内	耕地	105.984 35.146	105.996 35.158	1536-1556	1.7	
10	武山-庄浪段 2-7#支洞口附近	草地	106.417 35.271	106.408 35.263	1980-2013	1.3	

编号	位置	生境	起点坐标	终点坐标	海拔(m)	长度(km)	照片
11	武山-庄浪段 2-8#支洞口附近	草地	106.442 35.265	106.437 35.261	1912-1996	0.7	
12	庄浪-庆阳段输水线路评价区内	林地	106.637 35.339	106.649 35.330	1579-1609	1.8	
13	庄浪-庆阳段输水线路评价区内	居民区	106.884 35.525	106.882 35.518	1391-1401	1.2	
14	庄浪-庆阳段输水线路评价区内	耕地	107.106 35.741	107.115 35.729	1211-1224	1.8	
15	庆阳一干线和正宁分干线评价区内	林地	107.677 35.767	107.683 35.766	1355-1195	1.3	
16	庆阳一干线和正宁分干线评价区内	水体	107.919 35.553	107.920 35.552	1011-945	0.4	
17	延安干线评价区内	耕地	107.926 36.405	107.925 36.406	1267-1246	0.3	

编号	位置	生境	起点坐标	终点坐标	海拔(m)	长度(km)	照片
18	吴起分干线评价区内	林地	108.458 36.706	108.460 36.710	1355-1214	0.8	
19	吴起分干线评价区范围内	居民区	108.365 36.728	108.359 36.734	1225-1235	1.1	
20	延安干线10#隧洞4#支洞口附近	耕地	108.919 36.741	108.923 36.742	1470-1471	0.4	

4.2.5.2 评价区土地利用现状

(1) 代古寺水库-武山段

代古寺水库-武山段土地利用情况详见表 4.2-59 和图 4.2-17。

表 4.2-59 代古寺水库-武山段一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	94.57	27.98
林地	120.01	35.50
园地	3.80	1.12
草地	96.74	28.62
水域及水利设施用地	12.47	3.69
建设用地	5.92	1.75
其他用地	4.5	1.33
合计	338.01	100.00

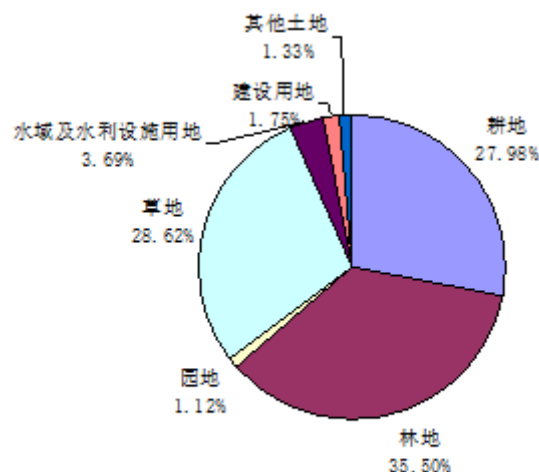


图 4.2-17 代古寺水库-武山段用地类型比例图

以上分析结果可知，代古寺水库-武山段以林地为主要用地类型，面积 120.01km^2 ，占总面积的 35.50%；草地次之，面积 96.74km^2 ，占总面积的 28.62%；耕地第三位，面积 94.57km^2 ，占总面积的 27.98%；其它用地类型面积均很小，所占比例均 4% 以下。

(2) 武山-庄浪段

武山-庄浪段土地利用情况详见表 4.2-60 和图 4.2-18。

表 4.2-60 武山-庄浪段一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km^2)	比例 (%)
耕地	301.72	58.70
林地	73.4	14.28
园地	2.11	0.41
草地	101	19.65
水域及水利设施用地	14.91	2.90
建设用地	18.92	3.68
其他用地	1.95	0.38
合计	514.01	100.00

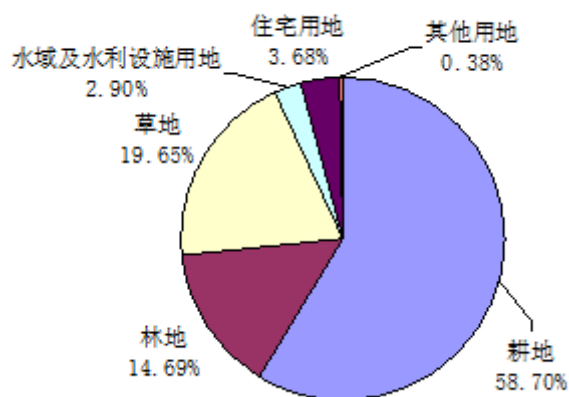


图 4.2-18 武山-庄浪段用地类型比例图

以上分析结果可知，武山-庄浪段以耕地为主要用地类型，面积 301.72km²，占总面积的 58.70%；草地次之，面积 101.00 km²，占总面积的 19.65%；林地第三位，面积 75.4km²，占总面积的 14.28 %；其它用地类型面积均很小，所占比例均 4%以下。

（3）庄浪-崆峒段

庄浪-崆峒段土地利用情况详见表 4.2-61 和图 4.2-19。

表 4.2-61 庄浪-崆峒段一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	103.24	34.88
林地	106.00	35.81
园地	3.08	1.04
草地	60.50	20.44
水域及水利设施用地	12.70	4.29
建设用地	5.03	1.70
其他用地	5.45	1.84
合计	296.00	100.00

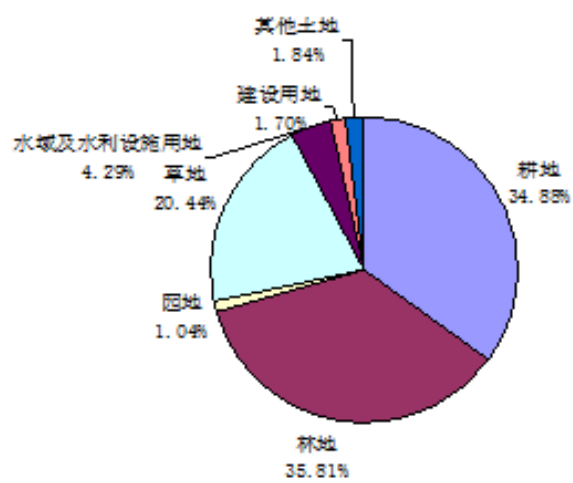


图 4.2-19 庄浪-崆峒段用地类型比例图

以上分析结果可知，庄浪-崆峒段以林地为主要用地类型，面积 106.00 km²，占总面积的 36.81%；耕地次之，面积 103.24 km²，占总面积的 34.88 %；草地第三位，面积 60.50 km²，占总面积的 20.44%；其它用地类型面积均很小，所占比例均 5%以下。

(4) 崆峒-延安段

崆峒-延安段的土地利用情况详见表 4.2-62 和图 4.2-20。

表 4.2-62 崆峒-延安段一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	691.09	59.96
林地	165.02	14.32
园地	2.8	0.24
草地	190.98	16.57
水域及水利设施用地	41.49	3.60
住宅用地	49.22	4.27
其他用地	11.99	1.04
合计	1152.59	100.00

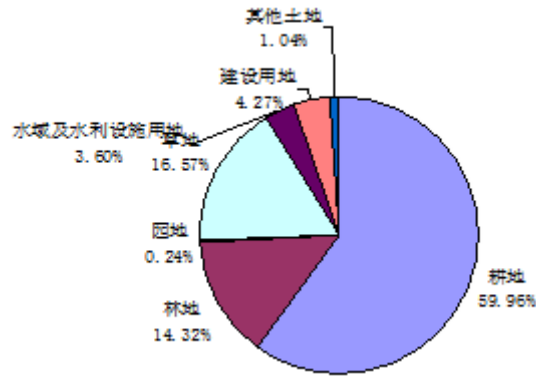


图 4.2-20 崆峒-延安段用地类型比例图

以上分析结果可知，崆峒-延安段以耕地为主要用地类型，面积 691.09 km²，占总面积的 59.96%；草地次之，面积 190.98 km²，占总面积的 16.57%；林地第三位，面积 165.02 km²，占总面积 14.32%；其它用地类型面积均很小。

（5）整体评价区

综合上述解译结果，可得到输水线路区土地利用数据，详见表 4.2-63 和图 4.2-21；输水线路区二级用地类型情况详见表 4.2-64。

表 4.2-63 输水线路区一级用地类型统计表

用地类型	面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	1190.62	51.75
林地	464.43	20.19
园地	11.79	0.51
草地	449.22	19.53
水域及水利设施用地	81.57	3.55
建设用地	79.09	3.44
其他土地	23.87	1.04
合计	2300.59	100.00

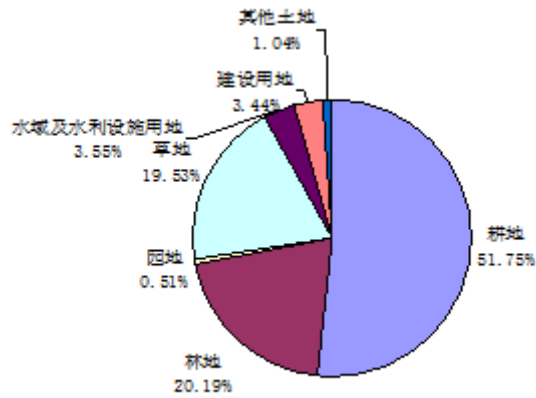


图 4.2-21 输水线路区用地类型比例图

表 4.2-64 输水线路区二级用地类型统计表

用地类型		面积 (km ²)	比例 (%)
耕地	旱地	938.6	40.80
	水浇地	252.02	10.95
林地	灌木林地	190	8.26
	乔木林地	274.43	11.93
园地	苹果、杏等果园	11.79	0.51
草地	天然牧草地	395.35	17.18
	其他草地	53.87	2.34
水域及水利设施用地	河流水面	77.32	3.36
	坑塘水面	1.16	0.05
	内陆滩涂	3.09	0.13
建设用地	城镇住宅用地	11.08	0.48
	农村宅基地	68.01	2.96
其他用地	裸土地	21.1	0.92
	裸岩	2.77	0.12
合计		2300.59	100.00

以上分析结果可知，输水线路区耕地为主要用地类型，面积 1190.62km²，占总面积的 51.75 %；林地次之，面积 464.43km²，占总面积的 20.19 %；草地第三位，面积 449.22km²，占总面积的 19.53 %；其它用地类型面积均很小，所占比例均 5%以下。

4.2.5.3 陆生植物及植被现状

(1) 植被区划

依据《甘肃植被》和《陕西植被》，输水线路区大致分为 3 个植被区域，4 个植被区。具体植被区划详见表 4.2-65。

表 4.2-65 输水线路区植被区划

植被区域	植被区	植被小区	具体工程区
甘南高原、山地植被区域	洮岷山地亚寒带针叶林植被区	白龙江中上游亚寒带针叶林植被小区	西秦岭输水隧洞周边区域。
温带森林植被区域	西礼盆地温带针叶落叶阔叶林植被区	——	天水输水线路区。
温带草原植被区域	甘肃黄土高原南部森林草原植被区	东部子午岭山地森林草原植被小区	子午岭西部输水线路区。
		中部黄土残垣森林草原植被小区	岷县、漳县、武山县界内输水总干线周边区域
	甘肃、陕西黄土高原中部典型草原植被区	——	天水、平凉、庆阳、延安等地的绝大部分输水线路区。

(2) 植物种类组成

根据实地调查及查阅资料，得出输水线路评价区共有野生维管植物 169 科、671 属、1510 种，其中蕨类植物 20 科 40 属 75 种；种子植物为 149 科 631 属 1435 种，较水源及下游区少 3 科 6 属 51 种。

(3) 植被类型

根据调查，输水线路区共有 35 个植物群系，其中 20 个群系与水源及下游区相同，不同的工程区域植被群系类型稍有区别。

1) 代古寺水库-武山段

参考《中国植被》、《甘肃植被》，结合对调查区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将该调查区自然植被划分为 5 个植被型组，12 个植被型，20 个群系。详见表 4.2-66。

表 4.2-66 代古寺水库-武山段主要植被类型

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
自然植被						
一、 针叶 林	1、寒 温带针 叶林	1) 云杉群系	Form. <i>Picea asperata</i>	岷县、宕昌输水隧洞 附近海拔 3000~3300m 之间的 区域	0	0.00
		2) 紫果云杉 群系	Form. <i>Picea purpurea</i>	岷县、宕昌输水隧洞 附近海拔 2700~ 2800m 的山区	0	0.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
	2、温 带针叶 林	3) 油松群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>	输水隧洞沿线海拔 2100~2900m 的山 区。	110.00	18.79
		4) 华山松群 系	Form. <i>Pinus armandii</i>		0.00	0.00
		5) 侧柏群系	Form. <i>Platycladusorientalis</i>		115.00	19.65
		6) 白皮松群 系	Form. <i>Pinus bungeana</i>		0.00	0.00
二、 阔叶 林	3、温 带针阔 混交林	7) 油松 + 辽 东栎群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>	输水隧洞沿线海拔 2400~2700m 的山 区。	21.33	3.64
		8) 华山松 + 辽东栎群系	Form. <i>Pinus armandii</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>		0.00	0.00
	4、竹 林	9) 华桔竹群 系	Form. <i>Far- gesiaspathacea</i>	输水隧洞沿线海拔 1000m 以下区域。	0.00	0.00
三、 灌丛	5、高 寒灌丛	10) 高山绣 线菊群系	Form. <i>Spiraea alpina</i>	输水隧洞沿线海拔 3000m 以上的山区。	36.00	6.15
	6、常 绿针叶 灌丛	11) 高山柏群 系	Form. <i>Sabina squamata</i>		0.00	0.00
	7、常 绿革叶 灌丛	12) 陇蜀杜 鹃 + 红毛杜 鹃群系	Form. <i>Rhododendron przewalskii</i> , <i>Rhododendron rubropilosum</i>		0.00	0.00
	8、温 带灌丛	13) 白刺花 群系	Form. <i>Sophora davidii</i>	在输水隧洞沿线海拔 2300m 以下的山区广 泛分布。	82.20	14.04
		14) 花叶丁 香群系	Form. <i>Syringa × persica</i>		15.24	2.60
		15) 黄蔷薇 群系	Form. <i>Rosa hugonis</i>		33.52	5.73
四、 草原	9、温 带典型 草原	16) 长芒草 群系	Form. <i>Stipa bungeana</i>	在输水线路沿线陡峭 山坡广泛分布。	27.07	4.62
		17) 羊茅群 系	Form. <i>Festuca ovina</i>		96.50	16.49
五、 草甸	10、高 山草甸	18) 禾叶嵩 草 + 珠芽蓼 群系	Form. <i>Kobresia</i> , <i>Polygonum viviparum</i>	输水隧洞沿线海拔 3800m 以上的山地。	7.47	1.28

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
	11、森 林草甸	19) 地榆 + 牛尾蒿群系	Form. <i>Sanguisorba officinalis</i> , <i>Artemisiadubia</i>	在输水隧洞沿线中低 海拔森林地带广泛分 布	19.60	3.35
	12、高 寒草甸	20) 禾叶嵩 草群系	Form. <i>Kobresiagraminifolia</i>	输水沿线海拔 3800m 以上的草地区。	10.27	1.75
栽培植被						
农作 物	农作物	玉米、小麦、青稞、棉花、蔬菜、瓜 类等。		山间河谷	11.20	1.91
合计					585.38	100.00

2) 武山-庄浪段

参考《中国植被》、《甘肃植被》，结合对调查区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将该调查区自然植被划分为 5 个植被型组，8 个植被型，18 个群系。详见表 4.2-67。

表 4.2-67 武山-庄浪段主要植被类型

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
自然植被						
一、 针叶 林	1、温 带针叶 林	1) 油松群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>	输水隧洞沿线 海拔 2100~2900m 的山区。	0	0.00
		2) 侧柏群系	Form. <i>Platycladusorientalis</i>		0	0.00
二、 阔叶 林	2、温 带针阔 混交林	3) 油松 + 辽东 栎群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>	输水隧洞沿线 海拔 2400~2700m 的山区。	0	0.00
	3、温 带阔叶 林	4) 山杨群系	Form. <i>Populus davidiana</i>		186.4	20.00
		5) 白桦群系	Form. <i>Betula platyphylla</i>		0	0.00
		4、暖 温带阔 叶林	6) 漆树群系		Form. <i>Toxicodendron vernicifluum</i>	0
	7) 柳属群系		Form. <i>Salix</i>		0	0.00
			8) 栓皮栎群系	Form. <i>Quercus variabilis</i>	输水隧洞沿线 海拔 1600~ 2100m 的山区	0
三、 灌丛	5、温 带灌丛	9) 毛榛群系	Form. <i>Corylusmandshurica</i>	在输水隧洞沿 线海拔 2300m	0	0.00
		10) 虎榛子群系	Form. <i>Ostryopsis davidiana</i>		0	0.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况		
					面积 (hm ²)	比例 (%)	
		11) 榛子群系	Form. <i>Corylusheterophylla</i>		以下的山区广泛分布。	0	0.00
		12) 胡枝子群系	Form. <i>Lespedezabicolor</i>			93.2	10.00
		13) 沙棘群系	Form. <i>Hippophae rhamnoides</i>			65.24	7.00
四、 草原	6、温带草甸草原	14) 白羊草群系	Form. <i>Bothriochloa ischaemum</i>	在输水线路沿线陡峭山坡。	83.88	9.00	
	7、温带典型草原	15) 长芒草群系	Form. <i>Stipabungeana</i>		27.96	3.00	
		16) 羊茅群系	Form. <i>Festuca ovina</i>		93.2	10.00	
五、 草甸	8、洼地草甸	17) 狗牙根群系	Form. <i>Cynodondactylon</i>	在输水沿线的低洼地带广泛分布。	130.48	14.00	
		18) 剪股颖群系	Form. <i>Agrostismatsumurae</i>		46.6	5.00	
栽培植被							
经济林	用材林	华北落叶松林、刺槐林等。		广泛分布于天水等地。	0	0.00	
	果木林	梨树林、苹果树林、桃树林、枣树林等。			0	0.00	
农作物	农作物	玉米、小麦、青稞、棉花、蔬菜、瓜类等。			205.04	22.00	
		合计			932.00	100	

3) 庄浪-崆峒段

参考《中国植被》、《甘肃植被》，结合对调查区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将该调查区自然植被划分为6个植被型组，10个植被型，23个群系。详见表 4.2-68。

表 4.2-68 庄浪-崆峒段主要植被类型

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
自然植被						
一、 针叶 林	1、温 带针叶 林	1) 油松群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>	输水隧洞沿线海 拔 2100~2900m 的山区。	0.00	0.00
		2) 华山松群 系	Form. <i>Pinus armandii</i>		0.00	0.00
		3) 侧柏群系	Form. <i>Platycladusorientalis</i>		0.00	0.00
		4) 白皮松群 系	Form. <i>Pinus bungeana</i>		0.00	0.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
二、 阔叶 林	2、温 带针阔 混交林	5) 油松 + 辽 东栎群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>	输水隧洞沿线海 拔 2400~2700m 的山区。	100.80	21.00
		6) 华山松 + 辽东栎群系	Form. <i>Pinus armandii</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>		14.40	3.00
		7) 辽东栎群 系	Form. <i>Quercus wutaishanica</i>		0.00	0.00
	3、温 带阔叶 林	8) 山杨群系	Form. <i>Populus davidiana</i>		52.80	11.00
		9) 白桦群系	Form. <i>Betula platyphylla</i>		14.40	3.00
	4、暖 温带阔 叶林	10) 漆树群系	Form. <i>Toxicodendron verniciifluum</i>	本区域海拔 1000m 以下区 域。	0.00	0.00
		11) 柳属群系	Form. <i>Salix</i>		0.00	0.00
		12) 栓皮栎群 系	Form. <i>Quercus variabilis</i>		0.00	0.00
三、 灌丛	5、温 带灌丛	13) 毛榛群系	Form. <i>Corylus mandshurica</i>	在输水隧洞沿线 海拔 2300m 以 下的山区广泛分 布。	0.00	0.00
		14) 虎榛子群 系	Form. <i>Ostryopsis davidiana</i>		105.60	22.00
		15) 榛子群系	Form. <i>Corylus heterophylla</i>		0.00	0.00
		16) 胡枝子群 系	Form. <i>Lespedeza bicolor</i>		62.40	13.00
四、 草原	6、温 带草甸 草原	17) 白羊草群 系	Form. <i>Bothriochloa ischaemum</i>	在输水隧洞沿线 陡峭山坡。	52.80	11.00
	7、温 带典型 草原	18) 长芒草群 系	Form. <i>Stipa bungeana</i>		14.40	3.00
		19) 羊茅群系	Form. <i>Festuca ovina</i>		52.80	11.00
五、 草甸	8、森 林草甸	20) 地榆 + 牛 尾蒿群系	Form. <i>Sanguisorba officinalis</i> , <i>Artemisia dubia</i>	在输水隧洞沿线 中低海拔森林地 带广泛分布。	0.00	0.00
	9、洼 地草甸	21) 狗牙根群 系	Form. <i>Cynodon dactylon</i>	在输水沿线及低 洼地带广泛分 布。	0.00	0.00
		22) 剪股颖群 系	Form. <i>Agrostis matsumurae</i>		0.00	0.00
六、 沼泽	10、莎 草沼泽	23) 苔草 + 灯 心草群系	Form. <i>Carex</i> sp., <i>Juncus effusus</i>	在输水沿线及低 洼地带广泛分 布。	0.00	0.00
栽培植被						
经济 林	用材林	华北落叶松林、刺槐林等。			0.00	0.00
	果木林	梨树林、苹果树林、桃树林、枣树林等。			0.00	0.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
农作物	农作物	玉米、小麦、青稞、棉花、蔬菜、瓜类等。		广泛分布于平凉、庆阳、延安等地。	9.60	2.00
合计					480.00	100.00

4) 崆峒-延安段

参考《中国植被》、《甘肃植被》、《陕西植被》，结合对调查区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析，将该调查区自然植被划分为5个植被型组，8个植被型，16个群系。详见表 4.2-69。

表 4.2-69 崆峒-延安段主要植被类型

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
自然植被						
一、 针叶 林	1、温 带针叶 林	1) 油松群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i>	输水线路沿线 海拔	125.23	3.00
		2) 侧柏群系	Form. <i>Platycladusorientalis</i>	2100~2900m 的山区。	41.74	1.00
二、 阔叶 林	2、温 带针阔 混交林	3) 油松 + 辽东栎 群系	Form. <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Quercus wutaishanica</i>	输水线路沿线 海拔 2400~2700m 的山区。	0.00	0.00
	3、温 带阔叶 林	4) 山杨群系	Form. <i>Populus davidiana</i>		41.74	1.00
		5) 白桦群系	Form. <i>Betula platyphylla</i>		0.00	0.00
		4、暖 温带阔 叶林	6) 漆树群系		Form. <i>Toxicodendron vernicifluum</i>	0.00
	7) 柳属群系		Form. <i>Salix</i>		0.00	0.00
	8) 栓皮栎群系		Form. <i>Quercus variabilis</i>		0.00	0.00
三、 灌丛	5、温 带灌丛	9) 虎榛子群系	Form. <i>Ostryopsis davidiana</i>	在输水线路沿 线海拔 2300m 以下的山区广 泛分布。	0.00	0.00
		10) 胡枝子群系	Form. <i>Lespedezabicolor</i>		166.97	4.00
		11) 沙棘群系	Form. <i>Hippophae rhamnoides</i>		0.00	0.00
		12) 荆条、酸枣灌 丛	Form. <i>Vitex negundo</i> + <i>Ziziphus jujube</i>		292.20	7.00

植被 型组	植被型	群系	群系拉丁名	主要分布区	工程占用情况	
					面积 (hm ²)	比例 (%)
四、 草原	6、温 带草甸 草原	13) 白羊草群系	Form. <i>Bothriochloa ischaemum</i>	在输水线路沿 线陡峭山坡。	41.74	1.00
	7、温 带典型 草原	14) 长芒草群系	Form. <i>Stipabungeana</i>		500.92	12.00
		15) 羊茅群系	Form. <i>Festuca ovina</i>		459.18	11.00
五、 草甸	8、洼 地草甸	16) 狗牙根群系	Form. <i>Cynodondactylon</i>	在输水线路沿 线及低洼地带 广泛分布。	208.72	5.00
栽培植被						
经济 林	用材林	华北落叶松林、刺槐林等。		广泛分布于天 水等地。	0.00	0.00
	果木林	梨树林、苹果树林、桃树林、枣树林等。			0.00	0.00
农作 物	农作物	玉米、小麦、青稞、棉花、蔬菜、瓜类 等。				2295.88
合计					4174.32	100.00

(4) 植被分布特征

1) 水平分布特征

输水隧洞穿越的西秦岭和六盘山陇南高原、山地植被区域的主要植被型包括亚寒带针叶林植被、温带针阔混交林、温带阔叶林，其中亚寒带针叶林主要树种有云杉(*Picea sp.*)、冷杉(*Abies sp.*)；温带针阔混交林主要树种有油松、白皮松、侧柏、辽东栎；温带阔叶林主要树种有辽东栎、山杨、白桦、栓皮栎等。

除上述山地外，隧洞穿越区以黄土丘陵区为主，主要植被型为暖温带阔叶林、果木林和农田植被，其中暖温带阔叶林主要树种包括漆树、柳、白桦、栓皮栎等，农田植被主要包括玉米、小麦、青稞、棉花、蔬菜、瓜类等。

2) 垂直分布特征

本区植被分布规律垂直带较为明显。2300~2400m 的河谷地带，主要为灌丛，有虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)灌丛、绣线菊(*Spiraea salicifolia*)灌丛、小檗(*Berberis sp.*)灌丛、杨属(*Populus*)灌丛和柳属(*Salix*)灌丛等；2400~2700m 的垂直地带为油松(*Pinus tabulaeformis*)林带和辽东栎林带；2700~2800m 地带

为云杉和桦属的针阔混交林地带；2800-3000m 为云冷杉林带；3000~3500m 植被主要为冷杉林；3500~3800m 植被为高山针叶疏林带，如岷江冷杉（*Abies faxoniana*）林、大果圆柏（*Sabina tibetica*）林等；3600~4000m 为高山灌丛带，以杜鹃灌丛为主，伴生有高山柏（*Sabina squamata*）、山生柳（*Salix oritrepha*）等；4000m 以上地带以嵩草草甸为主，伴生种有珠芽蓼、圆穗蓼（*Polygonum macrophyllum*）等，灌木常见有金露梅（*Potentilla fruticosa*）。

（5）主要植被特点

输水线路区主要植被类型与水源及下游区差别不大，本小节仅列出输水线路区分布较多但水源及下游区没有的植被类型。

1) 侧柏林

评价区侧柏为次生林或人工林，只在悬崖和岩石裸露的石质山坡上可以见到一些原生林。侧柏林的外貌、结构及种类组成均受生境条件及人为活动等因素的影响，目前多为幼林，老林较少。山区侧柏林外貌稀疏且不整齐，而且由于所在地土壤干燥贫瘠，不宜于落叶阔叶树的生长，因此它是一种相对稳定的群落。由于侧柏林主要为人工林，这些林地主要分布在评价区受人类活动影响较大的区域，多分布于库区南部的延安海拔 1300m 以上的丘陵坡地上。

2) 荆条、酸枣灌丛

荆条、酸枣灌丛主要分布在评价区低山丘陵的阳坡及山麓地带，土壤为山地褐土。在黄土丘陵区的沟壑边缘、村庄附近，生长也较为普遍。常与耕地镶嵌分布，可以形成 0.6~1.5m 的密灌丛。

群落总盖度为 40%~70%，荆条、酸枣高为 0.6~1.5m，多以酸枣较高。荆条分枝多，冠幅大。伴生灌木有野皂荚、河朔栌花、扁核木、枸杞等。草本层中，常见的优势种为蒿类、白羊草、黄背草、狗尾草等。

荆条、灌酸枣丛是植被演替中的一种类型，如继续破坏，则形成灌草丛或草丛。应采取措施，加强保护和利用，控制水土流失。

3) 长芒草群系（本氏针茅草原）

长芒草是一种喜暖的旱生植物，在黄土高原地区是长芒草的集中分布区，它在这里常做为建群种形成长芒草草原。但是长芒草分布范围内，已被广泛开垦，

天然植被残存无几，很难找到大面积连片分布的长芒草原群落。但在山坡、田边、路旁以及多年撂荒的地段，常可看到长芒草草原的片段。长芒草草原的组成相对较为简单，其中以菊科占第一位，禾本科 (*Gramineae*) 次之，豆科 (*Leguminosae*) 再次之。蔷薇科 (*Rosaceae*) 和唇形科 (*Labiatae*) 也有一定的作用。

4) 狗牙根群系

分布于河滩及河岸，群落高度 10~15cm，盖度 30%~60%，伴生植物有节节草、酸模叶蓼 (*Polygonum lapathifolium*)、田旋花 (*Convolvulus arvensis*)、马唐 (*Digitaria sanguinalis*)、猫眼草 (*Euphorbia lunulata*) 等。

(6) 植被覆盖度

通过归一化植被指数 (NDVI) 方法，可得到输水线路区的植被覆盖度情况，具体见表 4.2-70 及图 4.2-22。

表 4.2-70 输水线路区植被覆盖度

覆盖度 (%)	面积 (km ²)	比例 (%)
0-30	254.22	11.05
30-45	880.44	38.27
45-60	531.90	23.12
60-75	420.78	18.29
≥75	213.26	9.27
合计	2300.59	100

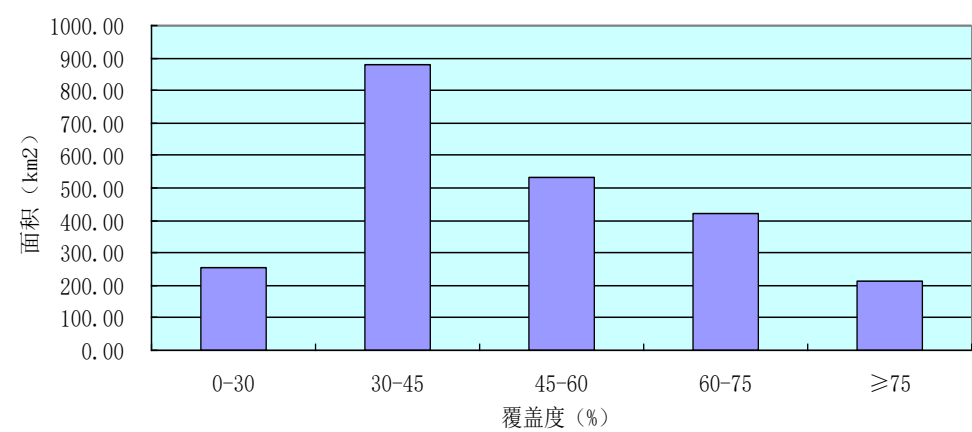


图 4.2-22 输水线路区各覆盖度面积图

由以上图表可知，输水线路区植被覆盖度整体明显低于水源及下游区，这与该区域降雨量逐渐减少、农业区面积广阔有关。其中 35~45%的面积最大，占比

38.27%，主要分布于武山-庄浪段、崆峒-延安段评价区内；其次为 45~60%，占比 23.12%，主要分布于庄浪-崆峒段评价区内；第三为 60~75%，占比 18.29%，主要分布于庄浪-崆峒段评价区的山区内；第四为 0~30%，占比 11.05%，主要分布于河道、石滩、裸地及居民区内； $\geq 75\%$ 面积最小，占比为 9.27%，主要分布于沿线的多个森林公园内。

(7) 重要物种

输水线路区植物资源情况与水源及下游区类似，分布有国家重点保护野生植物 20 种，较水源及下游区多出一一种(野大豆)，其中一级重点保护野生植物 2 种，二级重点保护野生植物 18 种（含野大豆）。纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 5 种，均为易危种，特有种共 9 种，详见第 4.1.5.3 节。另外，依据《陕西省地方重点保护植物名录》（第一批修订），输水线路区有 3 种陕西省重点保护植物，分别为秦岭党参、凹舌兰、沼兰。上述珍稀濒危物种主要分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、莲花台、五龙山森林公园内，其中野大豆主要分布于北洛河湿地。现场调查暂未发现工程占地区有重要物种分布，但吴起支线多次穿越北洛河重要湿地，可能会有野大豆分布，如果发现建议采取移栽等措施。输水线路区省级重要野生植物详见表 4.2-71。


本次调查根据《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016，2017 年 1 月 1 日实施），并通过甘肃省古树名木信息系统、延安市古树名木目录信息资料，最终确定输水线路工程区外扩 100m 范围内，共有古树 10 株，其中庆阳市 7 株，定西市、天水市、平凉市各 1 株。详见表 4.2-72。


表 4.2-71 输水线路区重要野生植物调查表

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
1	红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i>	一级	VU	否	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： （1）现场调查及走访； （2）沿线各生态敏感规划；（3）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
2	珙桐	<i>Davidia involucrate</i>	一级	/	是				
3	独叶草	<i>Kingdonia uniflora</i>	二级	VU	是				
4	连香树	<i>Cercidiphyllum japonicus</i>	二级	/	否				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
5	水青树	<i>Tetracentron sinensis</i>	二级	/	否	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： （1）现场调查及走访； （2）沿线各生态敏感规划；（3）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
6	香果树	<i>Emmenopterys henryi</i>	二级	/	是				
7	岷江柏木	<i>Cupressus chengiana</i>	二级	VU	是				
8	秦岭冷杉	<i>Abies chensiensis</i>	二级	VU	是				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
9	厚朴	<i>Magnolia officinalis</i>	二级	/	是	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： (1) 现场调查及走访； (2) 沿线各生态敏感规划；(3) 当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
10	西康玉兰	<i>Magnolia wilsonii</i>	二级	/	否				
11	水曲柳	<i>Fraxinus mandshurica</i>	二级	VU	否				
12	大果青杆	<i>Picea neoveitchii</i>	二级	/	是				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
13	野大豆	<i>Glycine soja</i>	二级	/	否	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： （1）现场调查及走访； （2）沿线各生态敏感规划；（3）当地林业部门提供的近期调查资料。	否	
14	桃儿七	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	二级	/	否			本次调查暂未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
15	玫瑰	<i>Rosa rugosa</i>	二级	/	否				
16	软枣猕猴桃	<i>Actinidia arguta</i>	二级	/	否				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
17	紫芒披碱草	<i>Elymus purpuraristatus</i>	二级	/	是	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： (1) 现场调查及走访； (2) 沿线各生态敏感规划；(3) 当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查暂未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
18	毛披碱草	<i>Elymus villifer</i>	二级	/	否				
19	桦树	<i>Zelkova schneideriana</i>	二级	/	是				
20	鹿角蕨	<i>Platynerium wallichii</i>	二级	/	否				

序号	物种	拉丁名	保护级别	濒危等级	是否特有	分布区域	资料来源	是否占用	照片
21	秦岭党参	<i>C.tsinlingensis Pax et</i>	SX	/	否	主要分布于输水隧洞经过的腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山森林公园内	资料来源于三个方面： （1）现场调查及走访； （2）沿线各生态敏感规划；（3）当地林业部门提供的近期调查资料。	本次调查未发现占地区内有分布，建议施工前再进行一次详细调查	
22	沼兰	<i>Malaxis monophyllos</i>	SX	/	否				
23	凹舌兰	<i>Coeloglossum viride</i>	SX	/	否				

注：SX 为省重点保护；极危（Critically Endangered）简写为 CR；濒危（Endangered）简写为 EN；易危（Vulnerable）简写为 VU；“/” 表示《中国生物多样性红色名录》内没有或除 CR、EN、VU 之外的物种。

表 4.2-72 输水线路区周边 100m 范围古树名木信息表

序号	编号	地区		名称	保护等级	生长状况	树龄	位置 (镇、村)	经度 (度)	纬度 (度)	海拔 (m)	与工程的距离	备注
		市	县										
1	62112513004	定西	漳县	杨树	三级	①树高 25.1m ②胸围 101cm ③冠幅 15m×16m ④正常株	120	东泉乡韩川村油房门	104.6011	34.5664	2383	与施工道路最近距离为 16m	
2	62052204005	天水	秦安县	国槐	三级	①树高 13.6m ②胸围 214cm ③冠幅 10m×8m ④正常株	110	莲花镇马曲村三组	105.7520	35.0899	1696	与海湾石料厂最近距离为 42m	
3	62082100009	平凉	泾川县	毛泡桐	三级	①树高 23m ②胸围 56.2cm ③冠幅 13m×19m ④正常株	100	城关镇延风村瑶池夜月亭	107.3572	35.3408	1066	与泾川分干施工区最近距离为 30m	
4	62100200018	庆阳	西峰区	侧柏	三级	①树高 7m ②胸围 137cm ③冠幅 6m×5m ④正常株	240	彭原镇鄯旗坳村东队庆西公路边	107.6193	35.7855	1348	与施工道路最近距离为 30m	
5	62100200019	庆阳	西峰区	油松	三级	①树高 13m ②胸围 111cm ③冠幅 4m×7m ④正常株	100	彭原镇鄯旗坳村西庄队杨家老庄子门前	107.6193	35.7855	1390	与施工道路最近距离为 30m	

6	62102100033	庆阳	庆城县	枣树	三级	①树高 12.5m ②胸围 121.5cm ③冠幅 10m×9m ④正常株	170	马岭镇马岭村委会	107.6365	36.2180	1093	与环线分干施工区 最近距离为 90m	四棵 相邻
7	62102100034	庆阳	庆城县	枣树	三级	①树高 13.5m ②胸围 151.3cm ③冠幅 9m×10m ④正常株	170	马岭镇马岭村委会	107.6365	36.2180	1093	与环线分干施工区 最近距离为 95m	
8	62102100035	庆阳	庆城县	枣树	三级	①树高 12.8m ②胸围 134cm ③冠幅 10m×12m ④正常株	170	马岭镇马岭村委会	107.6365	36.2180	1093	与环线分干施工区 最近距离为 95m	
9	62102100036	庆阳	庆城县	枣树	三级	①树高 13.1m ②胸围 147cm ③冠幅 10m×15m ④正常株	170	马岭镇马岭村委会	107.6365	36.2180	1093	与环线分干施工区 最近距离为 95m	
10	62102600143	庆阳	宁县	油松	三级	①树高 12m ②胸围 165cm ③冠幅 12m×10m ④正常株	110	良平镇贾家村四组老祠堂门口	108.1226	35.4447	1267	与正宁分干施工区 最近距离为 40m	

4.2.5.4 陆生动物

(1) 区系地理成分

根据《中国动物地理》(张荣祖, 2011), 输水线路区地跨两个动物地理省, 其中的动物群, 分别为: 华北区—黄土高原亚区—甘南-六盘省—常绿、落叶林灌动物群; 华北区—黄土高原亚区—冀晋陕北部省—森林草原、农田动物群。

(2) 野生动物种类及分布

调查表明, 与水源及下游区相比, 输水线路区没有大熊猫和青鼬分布, 其余均有分布, 共有野生脊椎动物 191 种, 其中两栖动物 2 目 5 科 7 种, 爬行动物有 2 目 6 科 16 种, 兽类 6 目 15 科 35 种, 鸟类 14 目 39 科 133 种。动物组成见表 4.2-73。

表 4.2-73 输水线路区动物组成

种类组成					区系						保护等级			
纲	目	科	种		东洋种		古北种		广布种		国家 一级	国家 二级	甘肃 省级	陕西 省级
			数量	占比	数量	占比	数量	占比	数量	占比				
两栖类	2	5	7	3.66%	3	42.90%	2	28.60%	2	28.60%	/	2	/	/
爬行类	2	6	16	8.38%	6	37.50%	5	31.30%	5	31.30%	/	/	/	/
鸟类	14	39	133	69.63%	36	27.10%	56	42.10%	41	30.80%	8	23	5	/
哺乳类	6	15	35	18.32%	13	37.10%	6	17.10%	16	45.70%	9	12	1	/
总计	24	65	191	100	58		69		64		17	37	6	/

输水线路区野生动物分布情况见表 4.2-74。

表 4.2-74 输水线路区域野生动物分布情况

工程区	地理区域	生态概况	动物种类
输水线路区	西秦岭和六盘山区	这两片区域均为土石山区, 植被区属于洮岷山地亚寒带针叶林植被区、南秦岭常绿、落叶阔叶林植被区, 森林覆盖率 70% 左右, 有腊子口、官鹅沟、云崖寺三处森林公园, 生物多样性非常丰富。	哺乳动物: 国家一级保护兽类包括豹、林麝、扭角羚等, 国二级保护包括小熊猫、石貂、水獭、猓獾、豹猫等; 甘肃省重点保护野生兽类有果子狸、赤狐等。
			两栖类: 共 4 种, 分别为花背蟾蜍、中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙、隆肛蛙。
			爬行类: 共有 8 种, 分别为黄纹石龙子、铜蜓蜥、丽攀麻蜥、黄脊游蛇、黑脊蛇、中国石龙子、无蹼壁虎、黑眉锦蛇。
			鸟类: 共 100 余种, 以林鸟为主, 其中国家二级重点保护动物有 12 种, 分别为黑鸢、松雀鹰、雀鹰、普通鵟、草原雕、红隼、游隼、红腹锦




工程 区	地理 区域	生态概况	动物种类
	黄土高原区	指输水线路沿线除去西秦岭和六盘山区之外的区域。该区域植被区属于甘肃黄土高原南部森林草原植被区和甘肃黄土高原中部典型草原植被区，以草地和农田为主，林地面积不大，多为人工林。	鸡、红腹角雉、雕鸮、纵纹腹小鸮、短耳鸮；甘肃省重点保护野生动物 4 种，分别为大白鹭、红头潜鸭、渡鸦、戴胜。其他还有黑卷尾、喜鹊、寒鸦、树麻雀、大紫胸鹦鹉、灰头绿啄木鸟、毛腿沙鸡、雉鸡、灰斑鸠、珠颈斑鸠、大杜鹃，赤麻鸭、普通秋沙鸭、红脚鹬等。
			兽类：草兔、大仓鼠、长尾仓鼠、大林姬鼠等小型啮齿类。
			鸟类：主要为农区和草原区鸟类，包括麻雀、喜鹊、雉鸡、戴胜等。
			两栖类：中华蟾蜍、花背蟾蜍、饰纹姬蛙、黑斑侧褶蛙等。
			爬行类：黑眉锦蛇、虎斑颈槽蛇、赤链蛇、白条锦蛇、乌梢蛇等。

(3) 重要野生动物




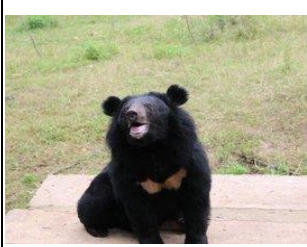
输水线路区的重要野生动物共有 61 种，包括：国家重点保护动物 54 种；省级重点保护野生动物 6 种；极危种 6 种，濒危种 10 种，易危种 12 种；特有种 6 种。包含了水源及下游区除大熊猫和青鼬以外的 56 种重要野生动物（详见第 4.1.5.4 节），同时还有其它 5 种重要野生动物分布于输水线路区，包括：国家重点保护动物 3 种；省级重点保护野生动物 1 种；极危种、濒危种、易危种各 1 种；特有种 2 种，具体见表 4.2-75。

评价区重要物种主要分布于工程沿线的森林公园、风景名胜区、地质公园等生态敏感区的深山区内，工程基本以隧洞形式穿越这些敏感区。有地表施工的工程占地区多位于浅山区及丘陵区，这些区域一般植被较稀疏，人类干扰强烈，现场调查时未发现重要物种的密集分布区，偶尔有猛禽高空飞行，仅雪鸽、渡鸦、戴胜三种省级保护鸟类有发现，但数量不多。由此可见，输水线路工程占地区不是重要物种的最适宜生境，但不排除某些个体偶尔到工程占地区觅食，施工时需要予以特别关注。

表 4.2-75 输水线路区重要野生动物调查表

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
一	哺乳纲								
1	豹	<i>Panthera pardus</i>	一级	CR	否	多栖息于林地、灌丛中。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告及走访调查	否	
2	马麝	<i>Moschus sifanicus</i>	一级	CR	否	栖息在海拔 2500-5000m 的针叶林和高山灌丛里。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
3	林麝	<i>Mochus berezouskii</i>	一级	CR	否	主要栖息于针阔混交林，也适于在针叶林和郁闭度较差的阔叶林的生境生活。分布于腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
4	贡山羚牛（原名扭角羚）	<i>Budorcas taxicolor</i>	一级	VU	否	栖息于高海拔的高山悬崖地带，林地或灌丛中。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告及走访调查	否	
5	豺	<i>Cuon alpinus</i>	一级	EN	否	见于各种栖息类型（除沙漠外）。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
6	金猫	<i>Catopuma temminckii</i>	一级	CR	否	栖息于树上洞穴内，间下地活动，多见于林地、灌丛。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
7	喜马拉雅斑羚	<i>Naemorhedus goral</i>	一级	EN	否	林栖兽类，栖息环境多样。分布于腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
8	梅花鹿	<i>Cervus nippon</i>	一级	CR	是	生活于森林边缘和山地草原地区。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告及走访调查	否	
9	雪豹	<i>Panthera uncia</i>	一级	EN	否	栖息于永久冰雪高山裸岩及寒漠带的环境中。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
10	小熊猫	<i>Ailurus fulgens</i>	二级	VU	否	栖居于大的树洞或石洞和岩石缝中。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
11	黑熊	<i>Ursus thibetanus</i>	二级	VU	否	栖息于林地之中。分布于腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
12	棕熊	<i>Ursus arctos</i>	二级	VU	否	栖息于荒漠边缘至高山森林，甚至冰原地带。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告及走访调查	否	
13	石貂	<i>Stone Marten</i>	二级	EN	否	栖息在森林、矮树丛、森林边缘、树篱和岩质丘陵。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
14	水獭	<i>Lutra lutra</i>	二级	EN	否	栖息于两岸林木繁茂的溪河地带。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
15	猞猁	<i>Felis lynx</i>	二级	EN	否	栖息于亚寒带针叶林、寒温带针阔混交林至高寒草甸、高寒草原、高寒灌丛草原及高寒荒漠与半荒漠等各种环境。分布于腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
16	马鹿	<i>Cervus elaphus</i>	二级	EN	否	栖于海拔 3500~5000 米的高山灌丛草甸及冷杉林边缘。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告及走访调查	否	
17	中华鬣羚（原名鬣羚）	<i>Capricornis sumatraensis</i>	二级	VU	否	栖息于海拔 1000~4400 米针阔混交林、针叶林或多岩石的杂灌林。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
18	岩羊	<i>Pseudois nayaur</i>	二级	/	否	栖息在海拔 2100—6300 米之间的高山裸岩地带。分布于腊子口国家级森林公园。		否	
19	豹猫	<i>Prionailurus bengalensis</i>	二级	VU	否	栖息于山地林区，亦见于沿河灌丛和林区居民点附近。分布于腊子口国家级森林公园。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种 (是/否)	分布区域	资料来源	是否 占用	照片
20	毛冠鹿	<i>Elaphodus cephalophus</i>	二级	VU	否	栖息于高山或丘陵地带的常绿阔叶林、针阔混交林、灌丛、采伐迹地和河谷灌丛。分布于腊子口国家级森林公园。	规划报告 及走访调查	否	
21	赤狐	<i>Vulpes vulpes</i>	二级	/	否	主要栖息于山地、森林、草原、高山、荒漠等环境。分布于崇信县五龙山省级森林公园。 仅输水线路区有分布。		否	
22	果子狸	<i>Paguma larvata</i>	省级	/	否	主要栖息在森林、灌木丛、岩洞、树洞或土穴中。分布于崇信县五龙山省级森林公园。 仅输水线路区有分布。		否	
二	鸟纲								
23	金雕	<i>Aquila chrysaetos</i>	一级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告 及走访调查	否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
24	斑尾榛鸡	<i>Tetrastes sewerzowi</i>	一级	/	否	栖息于海拔 2500~3500 米的山地森林草原和散生有少许针叶树的金腊梅、山柳和杜鹃灌丛地区。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
25	红喉雉鹑	<i>Tetraophasis obscurus</i>	一级	VU	是	栖于海拔 4000 米以上的针叶林、灌丛及裸岩地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
26	绿尾虹雉	<i>Lophophorus lhuysii</i>	一级	EN	否	栖息于林线以上海拔 3000-5000 米左右的高山草甸、灌丛和裸岩地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
27	秃鹫	<i>Aegypius monachus</i>	一级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	





序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
28	草原雕	<i>Aquila nipalensis</i>	一级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
29	胡兀鹫	<i>Gypaetus barbatus</i>	一级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
30	猎隼	<i>Falco cherrug</i>	一级	EN	否	在规划范围内有猎食现象，筑巢于悬崖上。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
31	黑鸢	<i>Milvus lineatus</i>	二级	/	否	栖息于开阔平原、草地、荒原和低山丘陵地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
32	高山兀鹫	<i>Gyps himalayensis</i>	二级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
33	凤头蜂鹰	<i>Pernis ptilorhynchus</i>	二级	/	否	栖息于不同海拔高度的阔叶林、针叶林和混交林中，尤以疏林和林缘地带较为常见。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
34	松雀鹰	<i>Accipiter virgatus</i>	二级	/	否	常单独或成对在林缘和丛林边等较为空旷处活动和觅食。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
35	雀鹰	<i>Accipiter nisus</i>	二级	/	否	栖息针叶林、混交林和阔叶林等山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
36	大鵟	<i>Buteo hemilasius</i>	二级	VU	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
37	普通鵟	<i>Buteo buteo</i>	二级	/	否	栖息于山地森林和林缘地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
38	红隼	<i>Falco tinnunculus</i>	二级	/	否	栖息在山区植物稀疏的混合林、开垦耕地及旷野灌丛草地。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
39	游隼	<i>Falco peregrinus</i>	二级	/	否	在规划范围内有猎食现象，筑巢于悬崖上。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	



序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
40	红脚隼	<i>Falco amurensis</i>	二级	/	否	栖息于低山疏林、林缘、山脚平原和丘陵地区的沼泽、草地、荒野、河流、山谷和农田等开阔地区。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
41	斑头鸺鹠	<i>Glaucidium cuculoides</i>	二级	/	否	主要栖息于从平原、低山丘陵到海拔 2000 米左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
42	雕鸮	<i>Bubo bubo</i>	二级	/	否	多栖息在山地林区，也见林边、宅院的树上。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
43	灰林鸮	<i>Strix aluco</i>	二级	/	否	栖息于阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛中。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
44	纵纹腹小鸮	<i>Athene noctua</i>	二级	/	否	栖息于低山丘陵，林缘灌丛和平原森林地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
45	鬼鸮	<i>Aegolius funereus</i>	二级	/	否	多栖息在山地林区，也见林边、宅院的树上。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
46	短耳鸮	<i>Asio flammeus</i>	二级	/	否	栖息于阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛中。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
47	藏雪鸡	<i>Tetraogallus tibetanus</i>	二级	/	否	一般栖息在海拔 3000 米以上至 6000 米左右的森林上线至雪线之间的高山灌丛、苔原和裸岩地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
48	红腹锦鸡	<i>Chrysolophus pictus</i>	二级	/	是	栖息于海拔 500-2500 米的阔叶林、针阔叶混交林和林缘疏林灌丛地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	否	
49	蓝马鸡	<i>Crossoptilon auritum</i>	二级	/	是	栖息于海拔 2000-4000 米之间的山地针叶林、混交林、高山森林、灌丛和苔原草地。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
50	血雉	<i>Ithaginis cruentus</i>	二级	/	否	栖息于雪线附近的高山针叶林、混交林及杜鹃灌丛中，海拔高度多在 1700-3000 米。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	
51	红腹角雉	<i>Tragopan temminckii</i>	二级	/	否	栖息于海拔 1000-3500m 的山地森林、灌丛、竹林等不同植被类型中。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
52	灰鹤	<i>Grus grus</i>	二级	/	否	栖息于开阔平原、草地、沼泽、河滩、湖泊以及农田地带。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	规划报告及走访调查	是	
53	云雀	<i>Alauda arvensis</i>	二级	/	否	喜栖息于开阔的环境。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		是	
54	雪鸽	<i>Columba leuconota</i>	省级	/	否	栖息于丘陵山地树林和多树的平原郊野、农田附近。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		可能占用	
55	渡鸦	<i>Corvus corax</i>	省级	/	否	栖息于山区、田野、村郊大树上，多在耕地、路旁等处活动。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	调查发现	是	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
56	戴胜	<i>Upupa epops</i>	省级	/	否	栖息于低山平原和丘陵地带、林缘耕地等处。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。	走访	可能占用	
57	大白鹭	<i>Ardea alba</i>	省级	/	否	栖息于稻田、池塘、水库等水域，有时也见于竹林或树上。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。			
58	红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	省级	/	否	栖息于淡水湖畔，亦成群活动于江河、湖泊。分布于腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内沿线。		是	
三	两栖类								
59	大鲵	<i>Andrias davidianus</i>	二级	CR	是	常栖息在海拔 1000 米以下的溪河深潭内的岩洞、石穴之中。分布于输水沿线山区及溪流内。 仅输水线路区有分布。	规划报告及走访调查	否	

序号	中文名	拉丁名	保护等级	濒危等级	特有种(是/否)	分布区域	资料来源	是否占用	照片
60	西藏山溪鲵	<i>Batrachuperus tibetanus</i>	二级	VU	是	栖息于海拔 1500~4300 米的高原或高山高寒地区的流溪内。分布于输水沿线山区及溪流内。 仅输水线路区有分布。	规划报告及走访调查	否	
四	爬行类								
61	黑眉锦蛇	<i>Elaphe taeniura</i>		EN	否	栖息于高山、平原、丘陵、草地、田园及村舍附近，也常在稻田、河边及草丛中或农舍附近活动。分布于输水沿线山区及溪流内。 仅输水线路区有分布。	规划报告及走访调查	否	

注：极危（Critically Endangered）简写为 CR；濒危（Endangered）简写为 EN；易危（Vulnerable）简写为 VU；“/”表示《中国生物多样性红色名录》内没有或 CR、EN、VU 之外的物种。

4.2.5.5 评价区生态系统现状

(1) 生态系统类型

1) 代古寺水库-武山段

①森林生态系统

森林生态系统是该区域主要的生态系统类型，主要集中分布在腊子口森林公园、官鹅沟森林公园、榜沙河森林公园内，包括常绿针叶林、针阔混交林和落叶林。尤以针叶林为主体，其中部分属于山地针叶林次生类型，主要针叶树种有青海云杉、冷杉、祁连圆柏等。落叶阔叶林零散分布，面积较小，主要树种有白桦、山杨等。这里的工程内容主要为隧洞。

②灌丛生态系统

灌丛是在该区域分布也十分广泛，一般分布在海拔 800~1400m 的山地或滩地，局部滩地也有零星分布，主要优势种有黄蔷薇、胡枝子、虎榛子、小檗、花叶丁香等。这里的工程内容多为隧洞支洞、弃渣场、临时施工道路等。

③草地生态系统

草地面积不大，主要分布在林缘或坡脚，优势种由多年草本植物所组成。以中高覆盖度草地为主，优势植物有紫花针茅、长芒草、蒿草等。这里的工程内容多为弃渣场、施工营地、临时施工道路等。

2) 武山-庄浪段

①森林生态系统

森林生态系统主要分布于坡度较大的丘陵坡地上，以落叶阔叶林、常绿针叶林为主，大部分均为人工林，包括山杨林、油松林。此外还包括部分刺槐天然次生林。这里的工程内容以隧洞为主。

②灌丛生态系统

灌丛是在该区域有零星分布，主要优势种有胡枝子、小檗等。这里的工程内容多为隧洞支洞、弃渣场、临时施工道路等。

③草地生态系统

草地主要分布于林缘或田间，以中低覆盖度为主，优势植物有狗尾草、紫花针茅、长芒草、蒿草等。这里的工程内容多为有压埋管、弃渣场、临时施工道路等。

④农田生态系统

农田生态系统分布广泛，多分布于黄土塬及梯田内，作物包括玉米、春小麦、马铃薯等。这里的工程内容多为有压埋管、倒虹吸、弃渣场、临时施工道路、施工营地等。

3) 庄浪-崆峒段

①森林生态系统

该区域较秦岭地区海拔稍低，森林生态系统主要集中分布在云崖寺森林公园、云崖寺风景名胜区、云崖寺地质公园内，以落叶阔叶林为主，包括白桦林、山杨林、辽东栎林等。这里的工程内容基本为隧洞。

②灌丛生态系统

灌丛在该区域有零星分布，主要优势种为虎榛子灌丛，其余还包括胡枝子、荆条等。这里的工程内容多为隧洞支洞、弃渣场、临时施工道路等。

③草地生态系统

草地面积不大，主要分布在林缘或坡脚，优势种由多年草本植物所组成。以中高覆盖度草地为主，优势植物有紫花针茅、长芒草、蒿草等。这里的工程内容多为弃渣场、临时施工道路等。

4) 崆峒-延安段

①森林生态系统

森林生态系统主要分布于坡度较大的丘陵坡地上，以落叶阔叶林、常绿针叶林为主，大部分均为人工林，包括山杨林、油松林。此外还包括部分刺槐天然次生林。这里的工程内容以隧洞为主。

②灌丛生态系统

灌丛是在该区域有零星分布，主要优势种有荆条、酸枣、胡枝子、小檗等。这里的工程内容多为隧洞支洞、弃渣场、临时施工道路等。

③草地生态系统

草地主要分布于林缘或田间，以中低覆盖度为主，优势植物有狗尾草、紫花针茅、长芒草、蒿草等。这里的工程内容多为有压埋管、弃渣场、临时施工道路等。

④农田生态系统

农田生态系统分布广泛，多分布于黄土塬及梯田内，作物包括玉米、春小麦、马铃薯等。这里的工程内容多为有压埋管、倒虹吸、弃渣场、临时施工道路、施工营地等。



森林生态系统（天然次生林）



森林生态系统（人工林）



灌丛生态系统



草地生态系统



农田生态系统（梯田为主）



农田生态系统（梯田为主）

图 4.2-23 现状调查生态系统实景图

（2）生态系统面积

采用遥感和地理信息系统的技术手段和方法，统计出输水线路区各生态系统类型的面积，详见表 4.2-76 和表 4.2-77。

表 4.2-76 输水线路区一级生态系统面积表

生态系统类型	面积 (km ²)	比例 (%)
农田生态系统	1192.79	51.85
森林生态系统	356.21	15.48
灌丛生态系统	120.00	5.22
草地生态系统	447.06	19.43
湿地生态系统	81.57	3.55
城镇生态系统	79.08	3.44
其他生态系统	23.88	1.04
合计	2300.59	100.00

表 4.2-77 输水线路区二级生态系统面积表

一级分类	二级分类	面积 (km ²)	面积百分比 (%)
森林生态系统	针叶林	110.01	4.78
	阔叶林	140	6.09
	针阔混交林	106.2	4.62
灌丛生态系统	阔叶灌丛	120	5.22
草地生态系统	草甸	147.06	6.39
	草丛	298.5	12.97
	草原	1.5	0.07
湿地生态系统	河流	80.27	3.49
	湖泊	1.3	0.06
城镇生态系统	居民地	79.08	3.44
农田生态系统	耕地	1192.79	51.85
其他生态系统	裸地	23.88	1.04
总计生态系统		2300.59	100.00

由上表可知，输水线路区农田生态系统面积最大，面积 1192.79km²，占总面积的 51.85 %；草地生态系统次之，面积 447.06km²，占总面积的 19.43 %；森林生态系统第三位，面积 356.21 km²，占总面积的 15.48 %；其它生态系统类型面积均很小，所占比例均 6%以下。

(3) 生态系统生产力和生物量

通过类比和查阅资料（《非污染生态影响评价技术导则培训教材》，自然生态司，1999 年），并结合输水线路区植被生长状况，可计算出第一性生产力和生物量，详见表 4.2-78。

表 4.2-78 线路区第一性生产力及生物量表

植被类型	面积 (km ²)	平均生产力 (t/hm ² .a)	平均生物量 (t/hm ²)	评价区平均 生产力 (t/hm ² .a)	评价区平均 生物量 (t/hm ²)
农田生态系统	1192.79	6.4	11	6.81	51.11
森林生态系统	356.21	12.2	250		
灌丛生态系统	120.00	6	68		
草地生态系统	447.06	5.5	16		
湿地生态系统	81.57	5	0.2		
城镇生态系统	79.08	1.1	1.0		
其他生态系统	23.88	0.2	0.2		

由上表可知，输水线路区平均净第一性生产力为 6.81t/hm².a，低于全球大陆生产力平均值 7.2t/hm².a，也低于水源及下游区生产力平均值 7.57 t/hm².a。该区域平均生物量 51.11 t/hm²，低于全球大陆生物量平均值 123t/hm²，也低于水源及下游区生物量平均值 88.74 t/hm²。

(4) 生态系统稳定性

自然系统稳定状况从恢复稳定性和阻抗稳定性两方面进行分析。前者是指系统受到破坏后恢复到原来状态的能力，后者指系统抵御外界干扰的能力。

1) 恢复稳定性

根据生态学相关理论，生态系统的恢复稳定性主要决定于自然系统中生物组分生物量的大小，这是由于只有生物才具备对受损的生态环境自动修补的能力。一般情况下，生物组分恢复能力的排序为：乔木>灌木>草地>耕地>裸地，但有时由于各类植被覆盖度差异较大，这个顺序可能会发生变化。根据生物量资料及现场实测，输水线路区的平均生物量为 51.11t/hm²，低于全球大陆生物量平均值 123t/hm²，也低于水源及下游区生物量平均值 88.74 t/hm²，因此属于较低水平，故该区域的恢复稳定性较低。

2) 阻抗稳定性

阻抗稳定性是由该区域景观异质性决定的，因为高的异质性可以有效阻止外界的干扰。从输水线路区各用地类型斑块分布的格局可知，该区域以农田为主，与水源及下游区相比，植被比较单一，因此输水线路区抗稳定性低于水源及下游区。

(5) 生态系统服务功能

输水线路区的生态系统服务价值见表 4.2-79。

表 4.2-79 输水线路区生态系统服务价值表

生态系统类型	面积 (km ²)	生态系统服务价值单价 (元/hm ²)	生态系统服务价值 (万元)
农田生态系统	1192.79	6114.3	72930.76
林地生态系统	356.21	19335	68873.20
灌丛生态系统	120	9667.5	11601.00
草地生态系统	447.06	6406.5	28640.90
湿地生态系统	81.57	40676.4	33179.74
城镇生态系统	79.08	-1000	-790.80
其他生态系统	23.88	371.4	88.69
合计	2300.59		214523.49

注：建设用地生态系统参考《城市建设用地生态服务功能价值计算与应用》中的研究结果；灌丛生态系统服务价值单价按照森林生态系统二分之一计算。

评价区生态系统服务价值为 21.45 亿元，平均生态系统服务价值为 93.24 万元/km²，远高于全国平均水平 50 万元/km²，说明评价区生态服务功能较高，但低于水源及下游区的 113.17 万元/km²。

(6) 生态系统景观优势度

根据输水线路区生态系统面积及分布格局，可算得各生态系统景观优势度，详见表 4.2-80。

表 4.2-80 输水线路区各生态系统景观优势值

生态系统类型	Rd(%)	Rf(%)	Lp(%)	Do(%)
农田生态系统	35.38	47.3	51.85	46.60
森林生态系统	12.57	55.73	15.48	24.82
灌丛生态系统	9.18	23.52	5.22	10.79
草地生态系统	12.13	48.76	19.43	24.94
湿地生态系统	7.66	12.81	3.55	6.89
城镇生态系统	14.88	16.48	3.44	9.56
其他生态系统	8.2	7.54	1.04	4.46

在上述六种生态系统中，农田生态系统优势度均最高，为 46.60 %；其次为草地生态系统，为 24.94%；第三为森林生态系统，为 24.82%。其余优势度均较低。由此可见，农田生态系统是输水线路区的景观基质，由于农田生态服务功能不强，故该区域生态环境质量一般。

4.2.5.6 典型工程生态现状

(1) 典型工程的选取

由于输水线路距离较长，跨越区生态差异较大，且工程类型多样，因此，选取典型工程主要遵循以下原则：

1) 地理区位上，既包括长江、黄河两大流域，也涵盖秦岭、六盘山两个生态屏障。

2) 生态区位上，既包括山地林草生态区，也涵盖黄土高原生态区。

3) 工程组成上，既包括输水总干线，也包括输水干线和分干线。

4) 建筑物类型上，涵盖输水隧道、渡槽、有压埋管、箱涵等多种类型。

5) 工程体量上，尽量选择工程量较大，生态影响较明显的工程。

基于以上原则，输水线路共选择了 5 个典型工程，分别为西秦岭隧洞、六盘山主隧洞、天水二干线、庆阳一干线和正宁分干线、吴起分干线。

5 个典型工程位置见图 4.2-24，5 个典型工程特性具体见表 4.2-81。

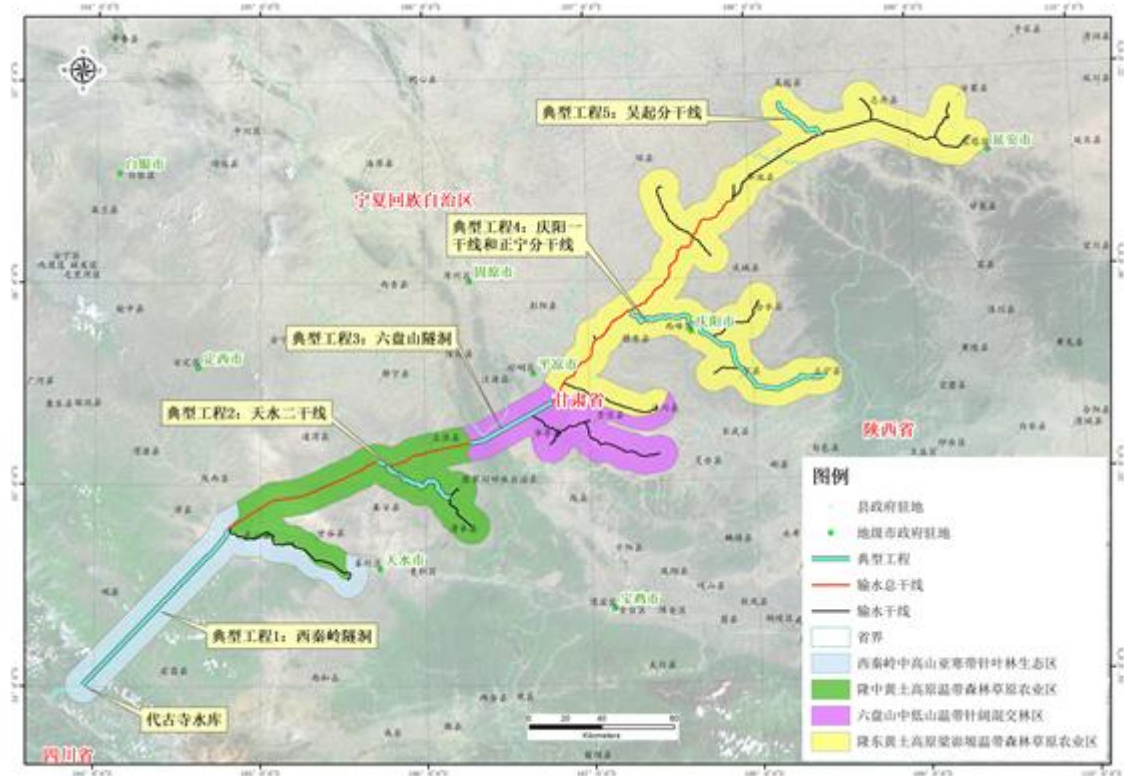


图 4.2-24 五个典型工程位置示意图

表 4.2-81 五个典型工程特性表

序号	工程名称	建筑类型	长度(km)	所在生态区	选择理由	施工方法
1	西秦岭隧洞 (DZ-1#隧洞)	隧洞	99.35	西秦岭中高山亚寒带针叶林生态区	输水线路最长深埋隧洞工程；地跨长江、黄河两大流域，穿越西秦岭生态屏障；西秦岭山区生态多样性丰富；隧洞工程量较大，临时占地较多。	采用 TBM 为主，辅以钻爆法、铣挖机相结合施工方案。
2	天水二干线	有压管道+短隧洞	76.25	陇中黄土高原温带森林草原农业区	作为陇中黄土高原温带森林草原农业区的代表性工程。	主要为管床开挖，基本在干地进行。开挖料用于后期回填的就近堆放，其它弃料运输至弃渣场。
3	六盘山隧洞 (ZQ-2#隧洞)	无压隧洞+箱(圆)涵	55.93	六盘山中低山针阔混交林区	作为六盘山中低山针阔混交林区的代表性工程；六盘山区生物多样性丰富，隧洞工程量较大，临时占地较多。	采用 TBM 为主，辅以钻爆法、悬臂掘进机相结合施工方案。
4	庆阳一干线+正宁分干线	有压埋管+渡管	145.85	陇东黄土高原温带森林草原农业区	作为陇东黄土高原温带森林草原农业区的代表性工程；临近子午岭山区，该区域生物多样性较丰富。	主要为圆管涵基础开挖，采用挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填就近堆放。
5	吴起分干线	有压埋管+短隧洞	32	陇东黄土高原梁峁塬温带森林草原农业区	作为陇东黄土高原梁峁塬温带森林草原农业区的代表性工程之一；陕西省代表性工程。	主要为管床开挖，基本在干地进行。开挖料用于后期回填，其它弃料运输至弃渣场。

(2) 典型工程评价区土地利用类型

采用 2020 年 8 月 Landsat 8 OLI_TIRS 影像，对每个典型工程外 500m 范围进行遥感解译，各用地类型面积见表 4.2-82。

表 4.2-82 各典型工程外扩 500m 范围内用地类型面积统计表

类型	西秦岭隧洞		天水二干线		六盘山隧洞		庆阳一干线+正宁分干线		吴起分干线	
	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)	面积(km ²)	百分比(%)
农田	6.21	6.24	17.91	42.03	7.54	14.65	67.44	51.13	10.98	33.89
林地	54.93	55.22	7.38	17.31	26.13	50.79	26.79	20.31	8.54	26.37
草地	24.98	25.11	5.38	12.63	11.25	21.87	10.02	7.60	5.91	18.25

类型	西秦岭隧洞		天水二干线		六盘山隧洞		庆阳一干线+ 正宁分干线		吴起分干线	
	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)
河流湿地	2.74	2.75	2.29	5.38	3.03	5.89	5.68	4.31	2.07	6.38
建设用地	4.54	4.56	9.14	21.45	2.93	5.69	20.38	15.45	4.17	12.86
未利用土地	6.09	6.12	0.51	1.20	0.57	1.11	1.58	1.20	0.73	2.25
合计	99.47	100.00	42.61	100.00	51.44	100.00	131.89	100.00	32.40	100.00

由上表可知,由于所处生态分区不同,五个典型工程评价区用地类型差异较大。其中西秦岭隧洞和六盘山隧洞均位于山区,用地类型以林地和草地为主,林草面积占比 70-80%,其余用地类型较少。另外三个工程均位于黄土高原区,其中天水二干线地形较平坦,人口较密集,因此农田和建设用地面积占比较高;庆阳一干线+正宁分干线主要位于黄土塬上,地形较破碎,黄土塬上主要为农田和居民点,沟壑内主要为林地和草地,因此用地类型以农田和林地为主;吴起分干线为丘陵区,工程布局与狭窄的河谷内,河谷内以耕地为主,丘陵上以林地和草地为主,因此评价区农田、林地、草地均较多。

(3) 典型工程评价区植被现状

西秦岭隧洞和六盘山隧洞评价区内主要以针阔混交林为主,包括云杉群系、岷江冷杉群系、华山松林、油松林、栓皮栎林、辽东栎林等群系,树种有红杉、岷江冷杉、秦岭冷杉、杉云杉、大果圆柏、油松、白皮松、马尾松、岩栎、女贞、榲桲、栓皮栎、麻栎、槲栎、板栗等。植被覆盖度大多在 60%以上。

其余三个评价区植被以农业栽培植被为主,乔木林地多为人工杨树林、刺槐林、榆树林、油松林;灌木林包括酸枣灌丛、荆条灌丛、胡枝子灌丛;天然草地包括针茅+隐子草+冰草群丛、长芒草+糙隐子草+兴安胡枝子群丛、长芒草+兴安胡枝子+白莲蒿群丛等。植被覆盖度 40-50%。详见表 4.2-83。

表 4.2-83 五个典型工程评价区植被情况表

序号	名称	植被
1	西秦岭隧洞	植被主要为针叶林及针阔混交林,主要群系包括云杉群系、岷江冷杉群系、华山松林、油松林、栓皮栎林、辽东栎林等。这些区域植被覆盖度大多在 60%以上。
2	天水二干线	乔木林地多为人工杨树林、刺槐林、油松林;灌木林包括荆条灌丛、胡枝子灌丛;天然草地包括针茅+隐子草+冰草群丛、长

序号	名称	植被
		芒草+糙隐子草+兴安胡枝子群丛、长芒草+兴安胡枝子+白莲蒿群丛等。这些区域植被覆盖度大多在 50%以上。
3	六盘山隧洞	植被主要为针叶林及针阔混交林，主要群系包括云杉群系、岷江冷杉群系、华山松林、油松林、栓皮栎林、辽东栎林等。这些区域植被覆盖度大多在 60%以上。
4	庆阳一干线+正宁分干线	乔木林地多为人工杨树林、刺槐林、榆树林、油松林；灌木林包括酸枣灌丛、荆条灌丛；天然草地包括针茅+隐子草+冰草群丛、长芒草+糙隐子草+兴安胡枝子群丛。这些区域植被覆盖度大多在 50%以上。
5	吴起分干线	以耕地为主，其次为杨树林、油松林、刺槐林；草地主要为长芒草草地。植被覆盖度 45%左右。

(4) 典型工程评价区野生动物现状

西秦岭隧洞、六盘山隧洞评价区生物多样性非常丰富，包括多种重点保护野生动植物资源，包括豹、斑尾榛鸡、毛冠鹿、黑熊、蓝马鸡、林麝、红腹角雉等多种国家重点保护野生动物。其余三个工程评价区由于人类干扰强烈，栖息地缺乏，野生动物稀少，未发现重点保护野生动物。兽类多为小型啮齿类，鸟类多为林鸟和农田鸟类。

(5) 典型工程区生态现状调查小结

上述五个典型工程区生态现状归纳如下：

1) 隧洞工程沿线大多为山地森林生态区，海拔较高，以森林生态系统为主，生物多样性丰富，生态环境较敏感。

2) 有压埋管、无压埋管等工程沿线多为黄土高原森林草原农业区，海拔相对较低，以农业生态系统为主，人工干扰强烈，生物多样性不丰富，生态环境不敏感。

3) 其他建筑类型，如箱涵、无压圆涵、渡槽、渡管等，工程量都非常小，在山地森林生态区及黄土高原森林草原农业区均有分布。

4.2.5.7 弃渣场生态状况调查

本工程弃渣场数量多，占地面积大，生态影响显著，为了解每个弃渣场的生态现状，下面列出所有弃渣场的用地类型。

表 4.2-84 弃渣场用地类型表

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
1	枢纽工程、总干 线工程	ZGXDZ-1#弃渣场	林地、草地
2	总干线工程	ZGXDZ-2#弃渣场	林地、耕地
3	总干线工程	ZGXDZ-3#弃渣场	草地、耕地
4	总干线工程	ZGXDZ-4#弃渣场	林地、草地
5	总干线工程	ZGXDZ-5#弃渣场	林地
6	总干线工程	ZGXDZ-6#弃渣场	林地、草地
7	总干线工程	ZGXDZ-7#弃渣场	林地、草地
8	总干线工程	ZGXDZ-8#弃渣场	林地、草地
9	总干线工程	ZGXDZ-9#弃渣场	林地、草地
10	总干线工程	ZGXDZ-10#弃渣场	林地、草地
11	总干线工程	ZGXDZ-11#弃渣场	林地、草地
12	总干线工程	ZGXDZ-12#弃渣场	林地、草地
13	总干线工程	ZGXDZ-13#弃渣场	草地、裸地
14	总干线工程	ZGXDZ-14#弃渣场	草地、裸地
15	总干线工程	ZGXDZ-15#弃渣场	草地、裸地
16	总干线工程	ZGXDZ-16#弃渣场	草地、裸地
17	总干线工程	ZGXDZ-17#弃渣场	草地、裸地
18	总干线工程	ZGXDZ-18#弃渣场	林地、草地
19	总干线工程	ZGXDZ-19#弃渣场	林地、草地
20	总干线工程	ZGXDZ-20#弃渣场	草地、耕地
21	总干线工程	ZGXDZ-21#弃渣场	草地、耕地
22	总干线工程	ZGXDZ-22#弃渣场	草地、耕地
23	总干线工程	ZGXDZ-23#弃渣场	林地、草地
24	总干线工程	ZGXDZ-24#弃渣场	林地、草地
25	总干线工程	ZGXDZ-25#弃渣场	林地、草地
26	总干线工程	ZGXDZ-26#弃渣场	林地、草地
27	总干线工程	ZGXDZ-27#弃渣场	林地、草地
28	总干线工程	ZGXDZ-28#弃渣场	林地、草地
29	总干线工程	ZGXDZ-29#弃渣场	林地、草地
30	总干线工程	ZGXDZ-30#弃渣场	林地、草地
31	总干线工程	ZGXDZ-31#弃渣场	林地、草地
32	总干线工程	ZGXDZ-32#弃渣场	林地、草地
33	总干线工程	ZGXDZ-33#弃渣场	林地、草地
34	总干线工程	ZGXDZ-34#弃渣场	林地、草地
35	总干线工程	ZGXDZ-35#弃渣场	林地、草地
36	总干线工程	ZGXDZ-36#弃渣场	林地、草地
37	总干线工程	ZGXDZ-37#弃渣场	林地、草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
38	总干线工程	ZGXDZ-38#弃渣场	林地、草地
39	总干线工程	ZGXDZ-39#弃渣场	林地、草地
40	总干线工程	ZGXDZ-40#弃渣场	林地、草地
41	总干线工程	ZGXDZ-41#弃渣场	林地、草地
42	总干线工程	ZGXDZ-42#弃渣场	林地、草地
43	总干线工程	ZGXDZ-43#弃渣场	林地、草地、耕地
44	总干线工程	ZGXDZ-44#弃渣场	林地、草地
45	总干线工程	ZGXDZ-45#弃渣场	林地、草地
46	总干线工程	ZGXDZ-46#弃渣场	林地、草地
47	总干线工程	ZGXDZ-47#弃渣场	林地、草地
48	总干线工程	ZGXDZ-48#弃渣场	林地、草地
49	总干线工程	ZGXDZ-49#弃渣场	林地、草地
50	总干线工程	ZGXDZ-50#弃渣场	林地、草地
51	总干线工程	ZGXDZ-51#弃渣场	林地、草地
52	总干线工程	ZGXDZ-52#弃渣场	林地、草地
53	总干线工程	ZGXDZ-53#弃渣场	林地、草地
54	总干线工程	ZGXDZ-54#弃渣场	林地、草地
55	天水一干线工程	TSGX-1#弃渣场	草地、裸地
56	天水一干线工程	TSGX-2#弃渣场	草地、裸地
57	天水一干线工程	TSGX-3#弃渣场	草地、裸地
58	天水一干线工程	TSGX-4#弃渣场	草地、裸地
59	天水一干线工程	TSGX-5#弃渣场	草地、裸地
60	天水一干线工程	TSGX-6#弃渣场	草地、裸地
61	天水一干线工程	TSGX-7#弃渣场	林地、草地
62	天水一干线工程	TSGX-8#弃渣场	林地、草地
63	天水一干线工程	TSGX-9#弃渣场	林地、草地
64	天水一干线工程	TSGX-10#弃渣场	林地、草地
65	天水一干线工程	TSGX-11#弃渣场	林地、草地
66	天水一干线工程	TSGX-12#弃渣场	林地、草地
67	天水一干线工程	TSGX-13#弃渣场	林地、草地
68	天水一干线工程	TSGX-14#弃渣场	林地、草地
69	天水一干线工程	TSGX-15#弃渣场	林地、草地
70	天水一干线工程	TSGX-16#弃渣场	林地、草地
71	天水一干线工程	TSGX-17#弃渣场	林地、草地
72	天水一干线工程	TSGX-18#弃渣场	草地
73	天水一干线工程	TSGX-19#弃渣场	草地
74	天水一干线工程	TSGX-20#弃渣场	草地
75	天水一干线工程	TSGX-21#弃渣场	草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
76	天水一干线工程	TSGX-22#弃渣场	草地
77	天水一干线工程	TSGX-23#弃渣场	草地
78	天水一干线工程	TSGX-24#弃渣场	草地
79	天水一干线工程	TSGX-25#弃渣场	草地
80	天水一干线工程	TSGX-26#弃渣场	草地、耕地
81	天水二干线工程	ZQGX-1#弃渣场	草地、耕地
82	天水二干线工程	ZQGX-2#弃渣场	草地、耕地
83	天水二干线工程	ZQGX-3#弃渣场	草地
84	天水二干线工程	ZQGX-4#弃渣场	草地、耕地
85	天水二干线工程	ZQGX-5#弃渣场	草地
86	天水二干线工程	ZQGX-6#弃渣场	林地、草地
87	天水二干线工程	ZQGX-7#弃渣场	林地、草地
88	天水二干线工程	ZQGX-8#弃渣场	林地、草地
89	天水二干线工程	ZQGX-9#弃渣场	林地、草地
90	天水二干线工程	ZQGX-10#弃渣场	林地、草地
91	总干线	ZQ-1#弃渣场	林地、草地
92	总干线	ZQ-2#弃渣场	林地、草地
93	总干线	ZQ-3#弃渣场	林地、草地
94	总干线	ZQ-4#弃渣场	林地、草地
95	总干线	ZQ-5#弃渣场	林地、草地
96	总干线	ZQ-6#弃渣场	林地、草地
97	总干线	ZQ-7#弃渣场	林地、草地
98	总干线	ZQ-8#弃渣场	林地、草地
99	总干线	ZQ-9#弃渣场	裸地、耕地、林地
100	总干线	ZQ-10#弃渣场	裸地、林地
101	总干线	ZQ-11#弃渣场	裸地、林地
102	总干线	ZQ-12#弃渣场	林地
103	总干线	ZQ-13#弃渣场	林地
104	总干线	ZQ-14#弃渣场	林地
105	总干线	ZQ-15#弃渣场	林地
106	总干线	ZQ-16#弃渣场	林地、耕地
107	总干线	ZQ-17#弃渣场	林地
108	总干线	ZQ-18#弃渣场	林地
109	总干线	ZQ-19#弃渣场	耕地、草地
110	总干线	ZQ-20#弃渣场	耕地
111	总干线	ZQ-21#弃渣场	耕地
112	总干线	ZQ-22#弃渣场	林地、草地
113	总干线	ZQ-23#弃渣场	林地、草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
114	总干线	ZQ-24#弃渣场	林地、草地
115	总干线	ZQ-25#弃渣场	林地
116	总干线	ZQ-26#弃渣场	林地、草地
117	总干线	ZQ-27#弃渣场	林地
118	总干线	ZQ-28#弃渣场	林地
119	总干线	ZQ-29#弃渣场	林地
120	总干线	ZQ-30#弃渣场	林地
121	总干线	ZQ-31#弃渣场	草地
122	总干线	ZQ-32#弃渣场	林地、草地
123	总干线	ZQ-33#弃渣场	林地
124	总干线	ZQ-34#弃渣场	林地、草地
125	总干线	ZQ-35#弃渣场	林地、草地
126	总干线	ZQ-36#弃渣场	林地、草地
127	总干线	ZQ-37#弃渣场	林地、草地
128	总干线	ZQ-38#弃渣场	林地、草地
129	总干线	ZQ-39#弃渣场	林地、草地
130	总干线	ZQ-40#弃渣场	林地、草地
131	总干线	ZQ-41#弃渣场	林地、草地
132	总干线	ZQ-42#弃渣场	林地、草地
133	总干线	ZQ-43#弃渣场	林地、草地
134	总干线	ZQ-44#弃渣场	林地、草地
135	总干线	ZQ-45#弃渣场	林地、草地
136	总干线	ZQ-46#弃渣场	林地、草地
137	总干线	ZQ-47#弃渣场	林地、草地
138	总干线	ZQ-48#弃渣场	林地、草地
139	总干线	ZQ-49#弃渣场	林地、草地
140	总干线	ZQ-50#弃渣场	林地、草地
141	总干线	ZQ-51#弃渣场	林地、草地
142	总干线	ZQ-52#弃渣场	林地、草地
143	总干线	ZQ-53#弃渣场	林地、草地
144	总干线	ZQ-54#弃渣场	林地、草地
145	总干线	ZQ-55#弃渣场	林地、草地
146	总干线	ZQ-61#弃渣场	林地、草地
147	总干线	ZQ-56#弃渣场	林地、草地
148	总干线	ZQ-57#弃渣场	林地、草地
149	总干线	ZQ-58#弃渣场	林地、草地
150	总干线	ZQ-59#弃渣场	林地、草地
151	总干线	ZQ-60#弃渣场	林地、草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
152	总干线	ZQ-62#弃渣场	林地、草地
153	总干线	ZQ-63#弃渣场	林地、草地
154	总干线	ZQ-64#弃渣场	林地、草地
155	总干线	ZQ-65#弃渣场	林地、草地
156	总干线	ZQ-66#弃渣场	林地、草地
157	总干线	ZQ-67#弃渣场	林地、草地
158	总干线	ZQ-68#弃渣场	林地、草地
159	总干线	ZQ-69#弃渣场	林地、草地
160	总干线	ZQ-70#弃渣场	林地、草地
161	总干线	ZQ-71#弃渣场	林地、草地
162	总干线	ZQ-72#弃渣场	林地、草地
163	总干线	ZQ-73#弃渣场	林地、草地
164	总干线	ZQ-74#弃渣场	林地、草地
165	总干线	ZQ-75#弃渣场	林地、草地
166	总干线	ZQ-76#弃渣场	林地、草地
167	总干线	ZQ-77#弃渣场	林地、草地
168	总干线	ZQ-78#弃渣场	林地、草地
169	总干线	ZQ-79#弃渣场	林地、草地
170	总干线	ZQ-80#弃渣场	林地、草地
171	总干线	ZQ-81#弃渣场	林地、草地
172	总干线	ZQ-82#弃渣场	林地、草地
173	总干线	ZQ-83#弃渣场	耕地、草地
174	总干线	ZQ-84#弃渣场	耕地、草地
175	总干线	ZQ-85#弃渣场	耕地、草地
176	总干线	ZQ-86#弃渣场	耕地、草地
177	总干线	ZQ-87#弃渣场	林地、草地
178	总干线	ZQ-88#弃渣场	林地、草地
179	总干线	ZQ-89#弃渣场	林地、草地
180	总干线	ZQ-90#弃渣场	林地、草地
181	总干线	ZQ-91#弃渣场	林地、草地
182	总干线	ZQ-92#弃渣场	林地、草地
183	总干线	ZQ-93#弃渣场	林地、草地
184	总干线	ZQ-94#弃渣场	林地、草地
185	总干线	ZQ-95#弃渣场	林地、草地
186	总干线	ZQ-96#弃渣场	林地、草地
187	总干线	ZQ-97#弃渣场	林地、草地
188	总干线	ZQ-98#弃渣场	林地、草地
189	平凉一干线	HCLG-1# 渣场	林地、草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
190	平凉一干线	HCLG-2# 渣场	林地、草地
191	平凉一干线	HCLG-3# 渣场	耕地、草地
192	平凉一干线	HCLG-4# 渣场	耕地、草地
193	平凉一干线	HTG-1#渣场	耕地、草地
194	平凉一干线	CLG-1#渣场	耕地、草地
195	平凉一干线	CLG-2#渣场	耕地、草地
196	平凉一干线	CXG 渣场	耕地、草地
197	华池干线工程	HCG-1#渣场	耕地、草地
198	华池干线工程	HCG-2#渣场	耕地、草地
199	庆阳二干线工程	QHG-1#渣场	耕地、草地
200	庆阳二干线	QCG-1#渣场	耕地、草地
201	庆阳二干线	QCG-2#渣场	耕地、草地
202	庆阳二干线	HXG-1#渣场	林地、草地
203	庆阳二干线	HXG-2#渣场	耕地、草地
204	庆阳二干线	HXG-3#渣场	耕地、草地
205	庆阳二干线	HXG-4#渣场	耕地、草地
206	庆阳一干线	NZG-1#渣场	林地
207	延安干线	YAG-1#渣场	耕地、草地
208	延安干线	YAG-2#渣场	耕地、草地
209	延安干线	YAG-3#渣场	耕地、草地
210	延安干线	YAG-4#渣场	耕地、草地
211	延安干线	YAG-5#渣场	耕地、草地
212	延安干线	YAG-6#渣场	耕地、草地
213	延安干线	YAG-7#渣场	耕地、草地
214	延安干线	YAG-8#渣场	耕地、草地
215	延安干线	YAG-9#、10#渣场	草地、林地
216	延安干线	YA-11 渣场	草地、林地
217	延安干线	YA-12 渣场	耕地、草地
218	延安干线	YA-13 渣场	耕地、草地
219	延安干线	YA-14 渣场	耕地、草地
220	延安干线	YA-15 渣场	耕地、草地
221	延安干线	YA-16 渣场	草地
222	延安干线	YA-17 渣场	耕地、草地
223	延安干线	YA-18 渣场	耕地、草地
224	延安干线	YA-19 渣场	耕地、草地
225	延安干线	YA-20 渣场	耕地、草地
226	延安干线	YA-21 渣场	耕地、草地
227	延安干线	YA-22 渣场	耕地、草地

序 号	弃渣场所在工程	名称	用地类型
228	延安干线	YA-27 渣场	耕地、草地
229	延安干线	YA-28 渣场	耕地、草地
230	延安干线	YA-29 渣场	林地、草地
231	延安干线	YA-30 渣场	林地、草地
232	延安干线	YA-31 渣场	耕地、草地
233	延安干线	YA-32 渣场	耕地、草地
234	延安干线	YA-33 渣场	耕地、草地
235	延安干线	YA-34 渣场	耕地、草地
236	延安干线	YA-37 渣场	耕地、草地
237	延安干线	YA-39 渣场	耕地、草地
238	延安干线	YA-40 渣场	林地、草地
239	延安干线	YA-41 渣场	林地、草地
240	延安干线	YA-42 渣场	耕地、草地
241	延安干线	YA-43 渣场	耕地、草地
242	延安干线	YA-44 渣场	耕地、草地
243	延安干线	YA-45 渣场	耕地、草地
244	延安干线	YA-47 渣场	耕地、草地
245	延安干线	YA-49 渣场	耕地、草地
246	延安干线	YA-50 渣场	耕地、草地
247	延安干线	YA-51 渣场	林地、草地
248	延安干线	YA-52 渣场	林地、草地
249	延安干线	YA-54 渣场	耕地、草地
250	延安干线	YA-55 渣场	耕地、草地
251	延安干线	YA-56 渣场	耕地、草地
252	延安干线	YA-57 渣场	耕地、草地

4.2.6 水生生态现状

4.2.6.1 调查概况

调查时间、采样断面设置、调查内容、调查与评价方法详见 4.1.6.1 节。

4.2.6.2 水生生境

受水区重点调查了主要河流渭河、泾河、延河等。受水区河流由于降雨量少，水资源开发程度高，河流水量较少，河流宽浅，水体含沙量高。渭河流域很早就开始发展水利，最早的水利工程是郑国渠，建于战国时期，有名的“关中八惠”（泾、洛、渭、梅、黑、涝、沔、泔灌溉工程）建于新中国成立以前。随后相继兴建了巴家嘴、宝鸡峡、冯家山、石头河、交口抽渭、羊毛湾、石堡川、桃曲坡

等大中型水利工程。1990 年代后又建成了一批包括冯家山水库、桃曲坡水库、石头河水库以及引冯济羊等工程在内的城镇供水工程。此外，该地区地下水资源也受到较大程度的开发。流域内形成了以自流引水为主、地表水和地下水相结合的灌溉供水网络。



渭河上游山丹河段



渭河宝鸡河段



渭河下游河段



泾河崆峒水库坝下河段



泾河平凉四十里铺河段



泾河下游河段

4.2.6.3 浮游植物

(1) 种类组成

调查区域受水区共检出浮游植物计 7 门 97 种, 其中硅藻门 47 种, 占总种数的 48.45%; 绿藻门 26 种, 占总种数的 26.80%; 蓝藻门 12 种, 占总种数的 12.37%; 甲藻门 3 种, 占总种数的 3.09%; 金藻门 2 种, 占总种数的 2.06%; 隐藻门 3 种, 占总种数的 3.09%; 裸藻门 4 种, 占总种数的 4.12%。其中枯水期检出浮游植物 77 种, 丰水期检出浮游植物 65 种。

渭河干流共检出浮游植物 6 门 71 种, 其中硅藻门 34 种, 占总种数的 47.89%; 绿藻门 21 种, 占总种数的 29.58%; 蓝藻门 10 种, 占总种数的 14.08%; 甲藻门 2 种, 占总种数的 2.82%; 隐藻门 3 种, 占总种数的 4.23%; 裸藻门 1 种, 占总种数的 1.41%。其中枯水期检出浮游植物 57 种, 丰水期检出浮游植物 39 种。

泾河干流共检出浮游植物 7 门 67 种, 其中硅藻门 40 种, 占总种数的 59.70%; 绿藻门 14 种, 占总种数的 20.90%; 蓝藻门 6 种, 占总种数的 8.96%; 甲藻门 1 种, 占总种数的 1.49%; 金藻门 2 种, 占总种数的 2.99%; 隐藻门 3 种, 占总种

数的 4.48%；裸藻门 1 种，占总种数的 1.49%。其中枯水期检出浮游植物 50 种，丰水期检出浮游植物 39 种。

延河共检出浮游植物 6 门 47 种，其中硅藻门 17 种，占总种数的 36.17%；绿藻门 17 种，占总种数的 36.14%；蓝藻门 5 种，占总种数的 10.64%；甲藻门 2 种，占总种数的 4.26%；隐藻门 2 种，占总种数的 4.26%；裸藻门 4 种，占总种数的 8.51%。枯水期检出浮游植物 32 种，丰水期检出浮游植物 24 种。

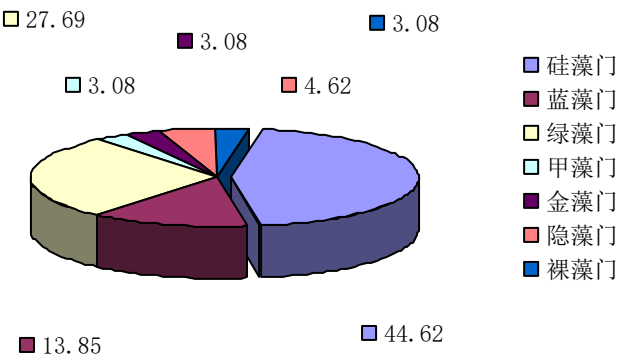


图 4.2-25 受水区调查水域浮游植物种类组成

表 4.2-85 受水区调查水域各断面浮游植物种类

种类组成			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
渭河干流	山丹	丰水期	6	2	1	0	0	0	0	9
		枯水期	7	0	0	0	0	0	0	7
	宝鸡	丰水期	7	2	5	0	0	2	0	16
		枯水期	11	2	0	0	0	0	0	13
	泾河汇口下	丰水期	8	5	14	0	0	2	0	29
		枯水期	18	3	15	1	0	1	1	39
	渭河下游	丰水期	5	5	7	0	0	2	0	19
		枯水期	18	5	10	1	0	1	0	35
泾河干流	崆峒水库	丰水期	5	2	1	0	2	2	0	12
		枯水期	20	1	0	0	0	0	0	21
	崆峒坝下	丰水期	16	1	0	0	0	1	0	18
		枯水期	13	0	1	0	0	0	0	14
	四十里铺	丰水期	7	0	0	0	0	0	0	7
		枯水期	12	0	0	0	0	0	0	12
	彬州	丰水期	10	2	3	0	0	0	0	15
		枯水期	11	0	0	0	0	0	0	11
	泾河下游	丰水期	8	4	8	1	0	1	0	22
		枯水期	18	4	11	1	0	1	1	36

种类组成			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
延河	任踏水库	丰水期	5	2	7	1	0	2	2	19
		枯水期	10	3	5	1	0	0	2	21
	安塞	丰水期	5	0	4	0	0	0	0	9
		枯水期	13	1	8	0	0	0	0	22

调查水域浮游植物优势种为桥湾藻、针杆藻、等片藻、脆杆藻、异极藻等。浮游植物组成以硅藻门为主，其次为蓝藻门、绿藻门。

(2) 现存量

根据镜检浮游植物的种类、数量和测算的大小，计算出各断面浮游植物的密度和生物量。

①密度

受水区浮游植物密度平均 34007460ind./L，其中硅藻门 16533632ind./L，占 48.62%；蓝藻门 1445196ind./L，占 4.25%；绿藻门 15068048ind./L，占 44.31%；甲藻门 24358ind./L，占 0.07%；金藻门 3088ind./L，占 0.01%；隐藻门 93188ind./L，占 2.74%。其中枯水期检出浮游植物密度平均为 19788689 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 48226230 ind./L。

渭河干流河段检出浮游植物密度平均为 33191821ind./L。其中枯水期检出浮游植物密度平均为 38026847 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 28356794ind./L。

泾河干流河段检出浮游植物密度平均为 27102599ind./L。其中枯水期检出浮游植物密度平均为 40917299 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 13287898ind./L。

延河河段检出浮游植物密度平均为 52900892ind./L。其中枯水期检出浮游植物密度平均为 86897352 ind./L，丰水期浮游植物密度平均为 18904459ind./L。

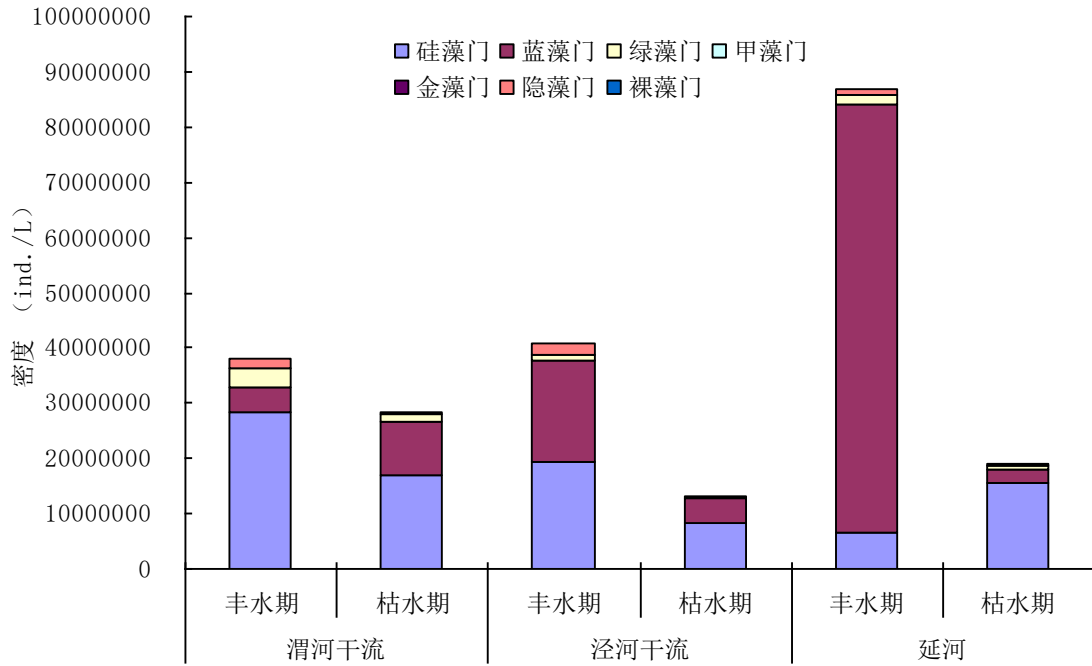


图 4.2-26 受水区各区域浮游植物密度

总体上，调查区域浮游植物密度组成以硅藻门、蓝藻门为主，其中蓝藻门稍高于硅藻门。

表 4.2-86 受水区各断面浮游植物密度 单位: ind./L

密度组成			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	合计
渭河干流	山丹	丰水期	1813333	0	0	0	0	0	1813333
		枯水期	200000	0	0	0	0	0	200000
	宝鸡	丰水期	683333	783333	266667	0	0	33333	1766667
		枯水期	2933333	0	0	0	0	0	2933333
	泾河汇口下	丰水期	94437367	2717622	11549894	0	0	4755839	113460722
		枯水期	38046709	29350318	4076433	0	0	1087049	72560510
	渭河下游	丰水期	16533333	14533333	2266667	0	0	1733333	35066667
		枯水期	26800000	9600000	800000	400000	0	133333	37733333
泾河干流	崆峒水库	丰水期	3193206	339703	135881	0	67941	2649682	6386412
		枯水期	2906667	0	0	0	0	0	2906667
	崆峒坝下	丰水期	973333	106667	0	0	0	13333	1093333
		枯水期	3306667	0	53333	0	0	0	3360000
	四十里铺	丰水期	3520000	0	0	0	0	0	3520000
		枯水期	2200000	0	0	0	0	0	2200000
	彬州	丰水期	3413333	6720000	693333	0	0	0	10826667
		枯水期	2533333	0	0	0	0	0	2533333
	泾河下游	丰水期	84925690	85605096	4755839	0	0	7473461	182760085
		枯水期	30437367	22420382	2309979	135881	0	135881	55439490

密度组成			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	合计
延河	任踏水库	丰水期	6454352	154564756	2717622	0	0	2377919	166114650
		枯水期	27447983	4755839	951168	0	0	135881	33290870
	安塞	丰水期	7040000	0	640000	0	0	0	7680000
		枯水期	3940552	0	577495	0	0	0	4518047

表 4.2-87 受水区各断面浮游植物生物量 单位: mg/L

生物量组成			硅藻门	蓝藻门	绿藻门	甲藻门	金藻门	隐藻门	裸藻门	合计
渭河干流	山丹	丰水期	0.3840	0.0000	0.3840	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7680
		枯水期	0.0600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600
	宝鸡	丰水期	0.0505	0.0375	0.1818	0.0000	0.0017	0.0250	0.0017	0.2981
		枯水期	1.4933	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.4933
	泾河汇口下	丰水期	5.8259	0.0000	10.8073	0.0000	0.3397	2.0382	0.1359	19.1470
		枯水期	5.9108	1.4675	1.5490	0.0000	0.0000	0.1087	0.0000	9.0361
	渭河下游	丰水期	1.3080	0.1211	2.7072	0.0000	0.1600	0.2000	0.0467	4.5429
		枯水期	3.6800	0.8800	0.1600	0.8000	0.0000	0.2667	0.0000	5.7867
泾河干流	崆峒水库	丰水期	0.0561	0.0000	0.6842	0.0544	0.2446	0.3057	0.0170	1.3619
		枯水期	1.0773	0.0000	0.0107	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0880
	崆峒坝下	丰水期	0.3697	0.0053	0.3763	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.7527
		枯水期	1.0640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0640
	四十里铺	丰水期	1.5157	0.0000	1.5157	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.0315
		枯水期	1.0733	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0733
	彬州	丰水期	0.4949	0.0806	0.7778	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.3534
		枯水期	0.8800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8800
	泾河下游	丰水期	1.3554	0.9294	4.9997	0.0000	0.7473	0.0000	0.4076	8.4396
		枯水期	4.1648	1.1210	0.4076	0.2718	0.0000	0.0136	0.0000	5.9788
延河	任踏水库	丰水期	1.1907	1.5456	4.4552	0.0000	0.2038	0.5096	0.0000	7.9049
		枯水期	5.7478	0.7134	0.1631	0.0000	0.0000	0.0136	0.0000	6.6378
	安塞	丰水期	1.9200	0.0000	2.0258	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.9458
		枯水期	1.2433	0.0000	0.0815	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.3248

②生物量

受水区浮游植物生物量平均 3.9077mg/L, 其中硅藻门 1.8575mg/L, 占 47.53%; 蓝藻门 0.3137mg/L, 占 8.03%; 绿藻门 1.4221mg/L, 占 36.39%; 甲藻门 0.0512mg/L, 占 1.31%; 金藻门 0.0772mg/L, 占 1.98%。隐藻门 0.1582mg/L、占 4.05%, 裸藻门 0.0277mg/L、占 0.71%。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 3.1293 mg/L, 丰水期浮游植物生物量为 4.6850 mg/L。

渭河干流河段检出浮游植物生物量平均为 5.1415mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 4.0940 mg/L，丰水期浮游植物生物量为 6.1890 mg/L。

泾河干流河段检出浮游植物生物量平均为 2.5023mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 2.0168 mg/L，丰水期浮游植物生物量为 2.9878 mg/L。

延河河段检出浮游植物生物量平均为 4.9533mg/L。其中枯水期检出浮游植物生物量平均为 3.9813 mg/L，丰水期浮游植物生物量为 5.9253 mg/L。

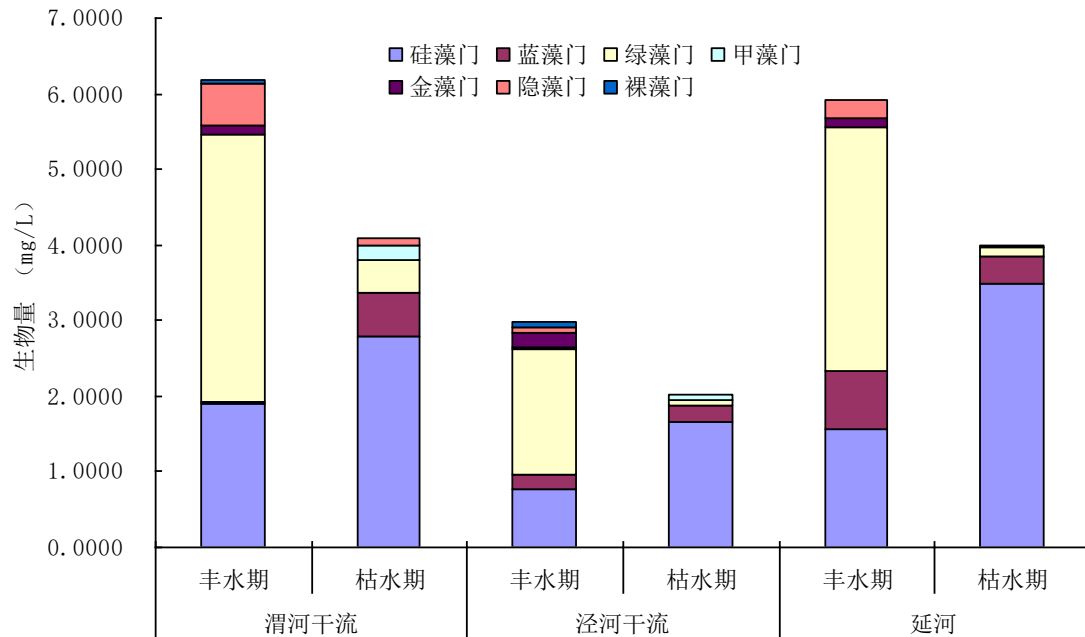


图 4.2-27 评价区各断面浮游植物生物量

表 4.2-88 受水区各区域浮游植物生物量 单位: mg/L

生物量组成	渭河干流		泾河干流		延河	
	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期	丰水期	枯水期
硅藻门	1.8921	2.7860	0.7584	1.6519	1.5553	3.4955
蓝藻门	0.0396	0.5869	0.2031	0.2242	0.7728	0.3567
绿藻门	3.5201	0.4273	1.6708	0.0837	3.2405	0.1223
甲藻门	0.0000	0.2000	0.0109	0.0544	0.0000	0.0000
金藻门	0.1253	0.0000	0.1987	0.0000	0.1019	0.0000
隐藻门	0.5658	0.0938	0.0611	0.0027	0.2548	0.0068
裸藻门	0.0461	0.0000	0.0849	0.0000	0.0000	0.0000
合计	6.1890	4.0940	2.9878	2.0168	5.9253	3.9813

浮游植物生物量组成也以硅藻门为主,所占比例超过 40%、其次为绿藻门,所占比例不超过 40%,其余各门类生物量组成所占比例稍不到 20%。总体上,调查区域浮游植物生物量组成以硅藻门为主,其次为绿藻门。

③生物多样性

生物多样性是生态系统中生物组成和结构的重要指标,它不仅反映生物群落的组织化水平,而且可以通过结构与功能的关系反映群落的本质属性。

藻类生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数计算公式,调查水域各断面浮游植物多样性指数见表 4.2-89。

表 4.2-89 受水区浮游植物多样性指数及物种数

断面			种类数	生物多样性指数
渭河干流	山丹	丰水期	9	1.90
		枯水期	7	1.10
	宝鸡	丰水期	16	1.00
		枯水期	13	1.91
	泾河汇口下	丰水期	29	1.01
		枯水期	39	1.78
	渭河下游	丰水期	19	1.58
		枯水期	35	1.57
泾河干流	崆峒水库	丰水期	12	2.03
		枯水期	21	1.50
	崆峒坝下	丰水期	18	1.30
		枯水期	14	1.29
	四十里铺	丰水期	7	2.10
		枯水期	12	1.90
	彬州	丰水期	15	1.61
		枯水期	11	1.84
	泾河下游	丰水期	22	1.21
		枯水期	36	1.56
延河	任踏水库	丰水期	19	1.23
		枯水期	21	0.85
	安塞	丰水期	9	0.36
		枯水期	22	2.00
平均值			1.48	

生物多样性指数主要反映生态系统中生物的丰富度和均匀度。各断面浮游植物的生物多样性指数较低,安塞(丰水期)多样性指数最低为 0.36。

受水区以四十里铺断面浮游植物多样性指数最高，其次是崆峒水库。安塞多样性指数最低。

4.2.6.4 浮游动物

(1) 种类组成

①种类水平分布

受水区渭河干流、泾河干流、延河两次调查共检出浮游动物 78 种，其中原生动物占受水区总种类的 26.92%、轮虫占 46.15%、枝角类占 10.26%、桡足类占 16.67%。

渭河干流两次调查共检出浮游动物 53 种，其中原生动物占 22.64%、轮虫占 45.28%、枝角类占 13.21%、桡足类占 18.97%。渭河干流山丹、宝鸡种类较少分别是 7 种、6 种，泾河汇口下、渭河下游种类偏高分别是 43 种，34 种。

泾河两次调查共检出浮游动物 47 种，其中原生动物占 29.79%、轮虫占 51.06%、枝角类占 6.38%、桡足类占 12.77%。泾河下游种类最高 26 种，其次是崆峒水库 21 种，彬州至崆峒下种类在 11~15 种之间。

延河检出浮游动物 38 种，任踏 25 种、安塞 20 种。

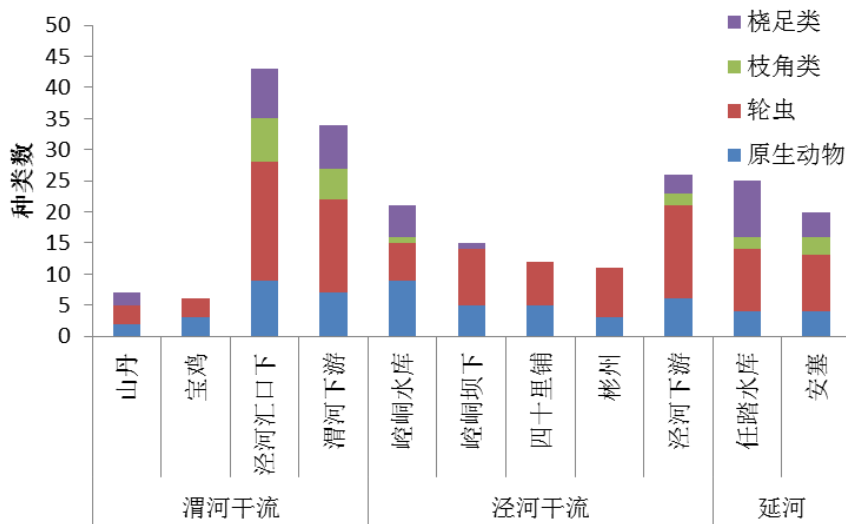


图 4.2-28 受水区浮游动物种类组成及水平分布

②种类时空分布

受水期丰、枯水期分别检出浮游动物 48 种、59 种，枯水期浮游动物种类偏高。渭河丰、枯水期分别检出浮游动物种类差异不大，分别是 39 种、36 种。渭河监测点山丹、宝鸡枯水期高于丰水期，泾河汇口下、渭河下游丰水期高。渭河

干流下游浮游动物优势种明显，分别是：累枝虫、旋回侠盗虫、萼花臂尾轮虫、角突臂尾轮虫、象鼻溞、裸腹溞、无节幼体等。泾河丰、枯水期浮游动物种类分别是 25 种、30 种。崆峒水库、泾河下游丰水期高于枯水期，其它监测点枯水期高。延河丰、枯水期浮游动物种类分别是 23 种、27 种。任踏水丰水期高，安塞枯水期高。

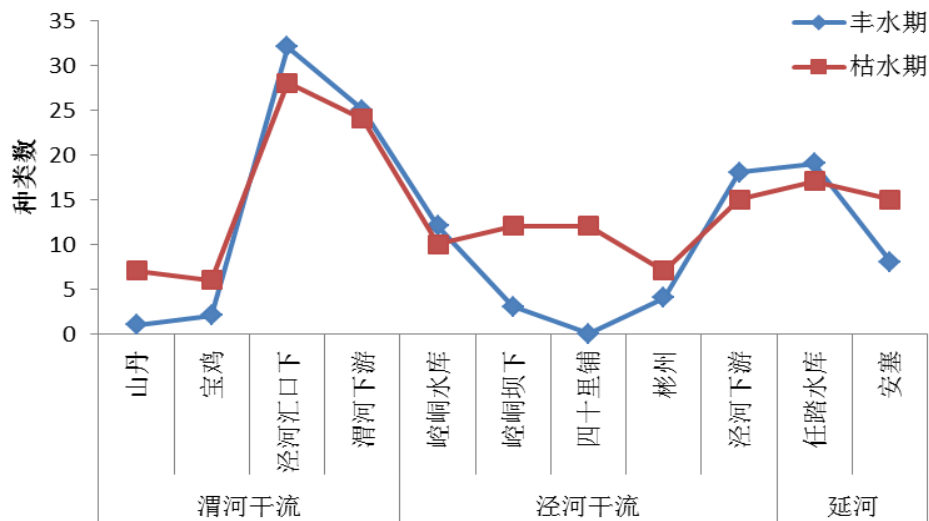


图 4.2-29 受水区浮游动物种类时空分布

(2) 现存量

① 现存量水平分布

受水区浮游动物密度在 0.04~9414.62ind./L 之间，平均是 2733.6ind./L；生物量在 0~8.2356mg/L 之间，平均是 2.2612mg/L。

表 4.2-90 受水区各区域浮游动物现存量组成

类 别			密度(ind./L)					生物量 (mg/L)				
			原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
受水区	渭河	丰	2750	1550	129.50	11.00	4440.5	0.0403	1.4708	4.3164	0.3817	6.2092
		枯	1667	1817	0.36	0.62	3484.48	0.0192	0.8919	0.4938	0.0317	1.4365
		平均	2208	1683	64.93	5.81	3962.5	0.0298	1.1813	2.4051	0.2067	3.8228
	泾河	丰	1000	333	0.02	3.24	1336.46	0.0046	0.183	0.0009	0.1583	0.3468
		枯	2467	433	0.00	0.02	2900.02	0.0861	0.0484	0	0.0001	0.1346
		平均	1733	383	0.01	1.63	2118.24	0.0453	0.1157	0.0005	0.0792	0.2407
	延河	丰	2000	634	0.05	107.77	2741.32	0.0063	0.0907	0.0023	0.839	0.9382
		枯	334	517	0.00	37.09	887.09	0.0025	0.0442	6.8875	0.5057	7.4398
		平均	1167	575	0.03	72.43	1814.21	0.0044	0.0674	3.4449	0.6723	4.1890

类 别		密度(ind./L)					生物量 (mg/L)				
		原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	合计
受水区平均	丰	1818	830	47.11	25.06	2720.62	0.0179	0.6345	1.5704	0.3633	2.5861
	枯	1788	952	0.13	6.97	2746.56	0.0466	0.3543	1.4318	0.1035	1.9362
	平均	1803	891	23.62	16.02	2733.6	0.0322	0.4944	1.5011	0.2334	2.2612

渭河干流密度平均是 3962.5ind./L,其中原生动物占 55.73%、轮虫占 42.48%、枝角类占 1.64%、桡足类占 0.15%。在水平分布渭河浮游动物密度呈明显递增趋势。渭河干流浮游动物生物量平均是 3.8228mg/L,其中原生动物占 1.43%、轮虫占 21.87%、枝角类占 66.39%、桡足类占 10.32%。生物量在水平上变化与密度相似。

泾河干流密度平均是 2118.24ind./L,其中原生动物占 81.83%、轮虫占 18.10%、枝角类和桡足类分别是 0.01ind./L、1.63ind./L。在水平分布上四十里铺最高 6033.50ind./L,其次是泾河下游 2200.48ind./L,依次是彬州 1400ind./L,崆峒坝下、崆峒水库偏少在 383.03~574.18ind./L。泾河干流浮游动物生物量平均是 0.2407mg/L,其中原生动物占 18.84%、轮虫占 48.07%、枝角类占 0.19%、桡足类占 32.90%。泾河干流浮游动物生物量在水平分布上无规律,崆峒水库、泾河下游因检出大个体枝角类密度较多生物量偏高,崆峒坝下生物量较低。

延河密度和生物量平均分别是 1814.20ind./L、4.1890mg/L。任踏水库,密度和生物量高于安塞。

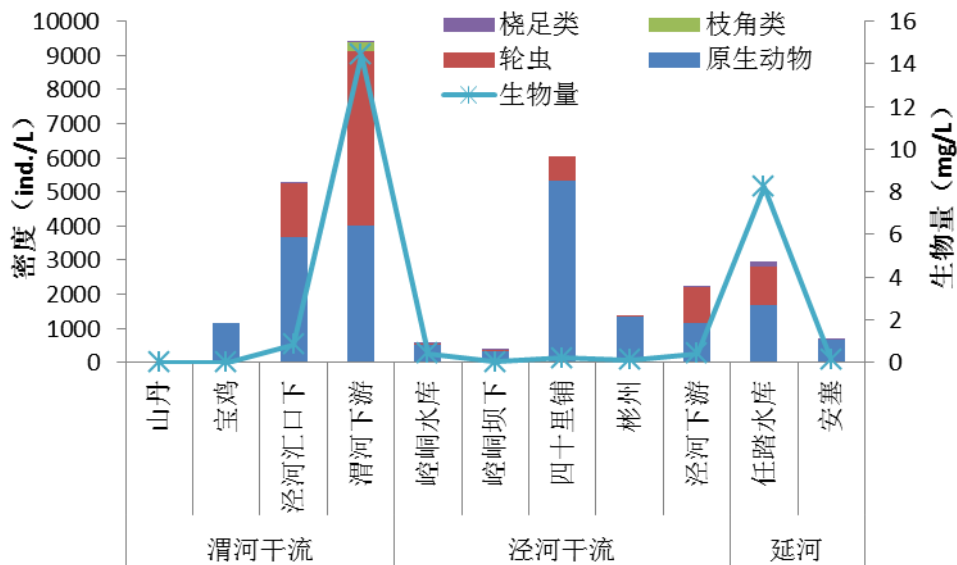


图 4.2-30 受水区浮游动物现存量组成及水平分布

②现存量时空分布

受水区丰、枯浮游动物密度平均分别是 2720.63ind./L、2746.56ind./L；生物量平均分别是 2.5861mg/L、1.9362mg/L。两次调查密度差异不大，生物量差异明显。

渭河丰、枯水期浮游动物密度平均分别是 440.5ind./L、3484.48ind./L。监测点山丹、宝鸡枯水期高，泾河汇口下、渭河下游丰水期高。渭河丰、枯水生物量分别是 6.2092mg/L、1.4365mg/L，丰水期检出大个体浮游动物数量多，生物量明显高于枯水期。

泾河浮游动物密度枯水期高于丰水期，分别是 1336.46ind./L、2900.02ind./L。监测点崆峒水库、彬州、泾河下游丰水期高于枯水期，四十里铺枯水期密度最高。

延河丰、枯水期密度分别是：2741.32ind./L、887.09ind./L；生物量分别是 0.9382mg/L、7.4398mg/L。丰水期生物量高于枯水期。

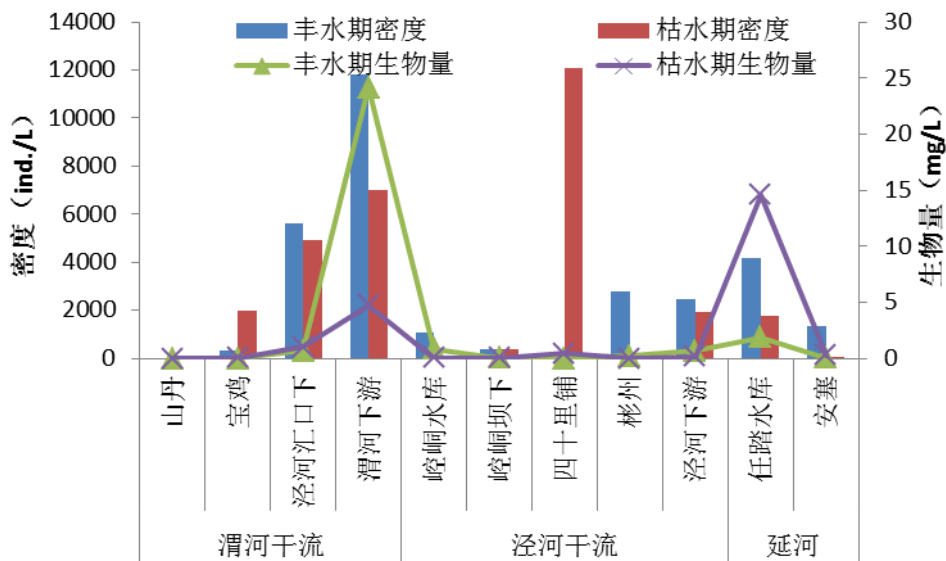


图 4.2-31 受水区浮游动物密度组成及生物量水平分布

(3) 生物多样性

从下表可知，受水区渭河、泾河下游浮游动物多样性指数高于上游，延河任踏水库多样性指数高于安塞。受水区丰、枯水期多样性指数分别是 1.29、1.13，不同水期多样性变化不大。

表 4.2-91 受水区浮游动物多样性指数

	时间	丰水期	枯水期	平均
渭河干流	山丹	0	0	0
	宝鸡	0.00	0.92	0.46
	泾河汇口下	3.30	0.64	1.97
	渭河下游	3.10	3.03	3.06
泾河干流	崆峒水库	1.82	0.09	0.96
	崆峒坝下	0.44	0.24	0.34
	四十里铺	0.00	2.53	1.26
	彬州	0.28	0.00	0.14
	泾河下游	2.72	2.36	2.54
延河	任踏水库	2.59	2.63	2.61
	安塞	0.00	0.04	0.02

(4) 现状评价

渭河干流上游山丹水体浑浊，泥沙含量大，两岸均为黄土丘陵，汇入水体营养盐有限，在定量样品中未检出浮游动物。宝鸡位于峡谷地带，水流量较小，现存量稍低，浮游动物种类组成单一。泾河汇口下、渭河下游浮游动物种类丰富，多样性指数较高，主要因为渭河下游人口密度增加，社会经济发达汇入水体营养盐浓度增加，有利于浮游动物生长繁殖，种类、密度和生物量最高，群落结构复杂。丰水期、枯水期渭河浮游动物种类差异不大，密度有所差异，生物量差异明显。主要因为渭河下游枯水期检出大个体浮枝角类和桡足类密度较多，生物量明显增加。

泾河干流崆峒水库水体为静缓流水体，透明度较高，适宜浮游动生长，多样性指数；崆峒坝下水流量较小，河道渠化，浮游动物现存量有较低；四十里铺枯水期水量小、流速缓，密度和生物量最高；彬州水体泥沙含量大，枯水期未检出浮游动物，现存量偏低；泾河下游因水流量有所增加，流速减缓、透明度逐渐增加，浮游动物现存量有所增加，群落结构趋于复杂。泾河枯水期密度高于丰水期，但丰水期大个体枝角类和桡足类密度较多生物量高。

延河任踏水库水体流速缓慢，透明度高、库区腐殖质较多，有利于浮游动物生长繁殖密度和生物量高，多样性指数高群落结构复杂；安塞水体浑浊、透明度低，浮游动物群落结构单一，密度和生物量相对较低。

4.2.6.5 底栖动物

(1) 种类组成

受水区两次调查共检出底栖动物 34 种，环节动物 4 种，占 11.765%；软体动物 4 种，占 11.765%；节肢动物 25 种，占 73.529%；扁形动物 1 种，占 2.941%，优势种有四节蜉、扁蜉、纹石蛾、原石蛾属、摇蚊、沼虾、椭圆萝卜螺、舌蛭等。丰水期底栖动物 13 种，较枯水期 29 种底栖动物少。

渭河干流底栖动物 18 种，优势种有扁蜉、纹石蛾、原石蛾属、多足摇蚊等。丰水期底栖动物 6 种，枯水期底栖动物 14 种。各河段底栖动物种类结构相似，主要以蜉蝣目毛翅目为主；渭河下游河段底栖动物丰水期未检出，枯水期底栖动物 8 种，种类相对较多，以摇蚊科生物为主。

泾河干流底栖动物 25 种，优势种有四节蜉、短丝蜉、纹石蛾、原石蛾属、摇蚊、多足摇蚊、舌蛭等。丰水期底栖动物 9 种，较枯水期 20 种底栖动物差异显著。干流各河段底栖动物结构差异不显著，以毛翅目及摇蚊科生物为主。其中四十里铺枯水期底栖动物 12 种，底栖动物种类较多，以蜉蝣目摇蚊科生物为主；彬州河段底栖动物 4 种，底栖动物种类较少，以毛翅目为主。

延河因底质、水体流速等因素，丰水期底栖动物未检出。枯水期底栖动物 7 种，安塞河段底栖动物种类相对较多，以蜉蝣目为主。

(2) 生物量

受水区底栖动物密度 69ind./m²，生物量 0.682g/m²，密度、生物量组成中节肢动物占较大比重。丰水期底栖动物密度 37ind./m²，生物量 0.529g/m²，较枯水期底栖动物密度 74ind./m²，生物量 0.554g/m² 低。

渭河干流底栖动物密度 62ind./m²，生物量 0.736g/m²。丰水期底栖动物密度 48ind./m²，生物量 1.089g/m²，较枯水期底栖动物密度 60ind./m²，生物量 0.199g/m² 低。山丹河段底栖动物现存量较高，密度、生物量平均为 85ind./m²、0.530g/m²；渭河下游河段丰水期底栖动物未检出，底栖动物现存量较低，枯水期底栖动物密度、生物量平均为 233ind./m²、0.648g/m²，底栖动物现存量较高。

泾河干流底栖动物密度 81ind./m²，生物量 0.550g/m²。丰水期底栖动物密度 47ind./m²，生物量 0.365g/m²，较枯水期底栖动物密度 99ind./m²，生物量 0.624g/m²

低。四十里铺河段底栖动物现存量较高，密度、生物量平均为 259ind./m²、1.366g/m²；彬州河段底栖动物现存量较低，密度、生物量平均为 5ind./m²、0.009g/m²。

延河因丰水期底栖动物未检出，底栖动物现存量较低；枯水期底栖动物密度 40ind./m²，生物量 1.085g/m²，底栖动物现存量相对较高。

表 4.2-92 受水区底栖动物密度和生物量统计表

类别			密度 ind./m ²				合计	生物量 g/m ²				合计
			环节动物	软体动物	节肢动物	扁形动物		环节动物	软体动物	节肢动物	扁形动物	
渭河干流	山丹	丰			169		169			1.048		1.048
		枯			1		1			0.013		0.013
	宝鸡	丰			9		9			3.146		3.146
		枯			3		3			0.002		0.002
	泾河汇口下	丰	1		12		13	0.002		0.160		0.161
		枯		1	3		4		0.132	0.003		0.135
	渭河下游	枯			233		233			0.648		0.648
泾河干流	崆峒水库	丰	1		6		7	0.003		0.095		0.098
		枯			113		113			1.486		1.486
	崆峒坝下	丰			56	4	60			0.531	0.010	0.541
		枯			8		8			0.021		0.021
	四十里铺	丰	19		144		163	0.129		1.052		1.181
		枯	100	44	211		356	0.180	0.861	0.510		1.551
	彬州	丰			6		6			0.006		0.006
		枯			4		4			0.012		0.012
	泾河下游	枯	13				13	0.052				0.052
延河	任踏水库	枯		4			4		0.438			0.438
	安塞	枯		4	72		76		1.450	0.283		1.733

(3) 生物多样性

底栖动物生物多样性采用 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数公式计算，调查水域 11 个采样点的底栖动物多样性指数见表 4.2-93。受水区底栖动物 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数平均小于 0.9，生物多样性指数相对较低。崆峒水库 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数分别为 1.194、1.303，底栖动物生物多样性相对较高。渭河下游、泾河下游、任踏水库、安塞河段 Shannon-Wiener 指数及 Margalef 指数均为 0，底栖动物生物多样性指数相对较低。

表 4.2-93 受水区底栖动物生物多样性指数统计表

采样点		Shannon-Wiener 指数	Margalef 指数
渭河干流	山丹	0.158	0.303
	宝鸡	0.849	0.91
	泾河汇口下	1.22	1.17
	渭河下游	0	0
泾河干流	崆峒水库	1.194	1.303
	崆峒坝下	0.72	1.108
	四十里铺	0.901	0.614
	彬州	0.451	0.558
	泾河下游	0	0
延河	任踏水库	0	0
	安塞	0	0

(4) 现状评价

受水区底栖动物 34 种，环节动物 4 种，占 11.765%；软体动物 4 种，占 11.765%；节肢动物 25 种，占 73.529%；扁形动物 1 种，占 2.941%，优势种有四节蜉、扁蜉、纹石蛾、原石蛾属、摇蚊、沼虾、椭圆萝卜螺、舌蛭等，底栖动物密度 69ind./m²，生物量 0.682g/m²。丰水期底栖动物 13 种，枯水期底栖动物 29 种，丰水期底栖动物密度 37ind./m²，生物量 0.529g/m²，较枯水期底栖动物密度 74ind./m²，生物量 0.554g/m² 低。

渭河干流底栖动物 18 种，优势种有扁蜉、纹石蛾、原石蛾属、多足摇蚊等，底栖动物密度 62ind./m²，生物量 0.736g/m²。丰水期底栖动物 6 种，枯水期底栖动物 14 种，丰水期底栖动物密度 48ind./m²，生物量 1.089g/m²，较枯水期底栖动物密度 60ind./m²，生物量 0.199g/m² 低。干流各河段底栖动物种类分布差异不显著。山丹河段底质为淤沙、卵石，因毛翅目数量检出较多，底栖动物现存量较高；渭河下游河段因丰水期底栖动物未检出，枯水期因底质、水流流速较缓，底栖动物种类、现存量较高。

泾河干流底栖动物 25 种，优势种有四节蜉、短丝蜉、纹石蛾、原石蛾属、摇蚊、多足摇蚊、舌蛭等，底栖动物密度 81ind./m²，生物量 0.550g/m²。丰水期底栖动物 9 种，较枯水期 20 种底栖动物差异显著，丰水期底栖动物密度 47ind./m²，生物量 0.365g/m²，较枯水期底栖动物密度 99ind./m²，生物量 0.624g/m² 低。干流

各河段底栖动物种类分布差异不显著，以毛翅目及虾科生物为主。四十里铺底质为卵石、砾石、淤沙，因毛翅目检出较多，底栖动物现存量较高；泾河下游河段因下雨、洪水，丰水期未采集到底栖生物。

延河底质为泥底、砾石，因底质、水体流速等因素，丰水期底栖动物未出；枯水期因底质、流量减少等因素，底栖动物检出种类较少。

总体看来，泾河干流底栖动物种类分布、现存量均高于渭河干、延河。丰水期底栖动物种类分布、现存量均低于枯水期。

4.2.6.6 鱼类

(1) 历史资料整理

渭河流域的鱼类区系和资源状况在新中国成立前很长时期内未有人进行过系统的调查研究，关于该流域的鱼类区系组成、生物地理学地位以及渔业发展前景，没有比较完整的研究报道可供参考。陕西省动物研究所曾经于 1964~1965 年对渭河鱼类进行过调查采集，获得一批标本，1979~1981 年又为编写“秦岭鱼类志”而再次对渭河流域进行了较为全面的调查，相关的调查结果收录在《秦岭鱼类志》一书中。宋世良和王香亭（1983）在渭河上游鱼类区系一文中报道了 4 目 6 科 23 种鱼类，其中鲤科鱼类占比最多，共有 13 种，鳅科鱼类 6 种，鲢科、鳊虎鱼科、合鳃鱼科各 1 种，鲤科鱼类为该区域鱼类优势种类。由陕西省水产研究所和陕西师范大学合作编写并出版的《陕西鱼类志》（1992）对渭河在陕西境内流域中分布的鱼类也进行了整理和记述。高志等（2017）对渭河干流中下游鱼类资源调查的结果进行了报道，在渭河中下游共采集到 23 种鱼类，隶属于 3 目 8 科 21 属，鲤科鱼类共 12 属 13 种，占比最高。武玮等（2014）基于对渭河全流域鱼类资源的调查结果，共鉴定出鱼类 36 种，隶属于 4 目 6 科 27 属，其中鲤科鱼类 21 种，鳅科鱼类 10 种，是构成渭河流域鱼类群落的主要类群。

根据前人的调查资料及文献记录，渭河全流域中鱼类共记录有 61 种，隶属于 5 目 9 科 43 属，详见表 4.2-94。

表 4.2-94 渭河流域鱼类名录

目	科	鱼名	拉丁文名	重要参考资料中的分布范围		
				中国动物志	秦岭鱼类志	陕西鱼类志
鲑形目	鲑科	秦岭细鳞鲑	<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>		黄河水系、汉江水系在秦岭南、北麓的支流	秦岭山脉南、北麓
鲤形目	鲃科	红尾副鲃	<i>Paracobitis variegatus</i>		长江中、上游及渭河一些支流	黄河中上游及汉江、嘉陵江等水系支流
		赛丽高原鲃	<i>Triplophysa sellaefer</i>		黄河中游	陕西境内的黄河水系
		陕西高原鲃	<i>Triplophysa shaanxiensis</i>		渭河下游北岸支流	
		岷县高原鲃	<i>Triplophysa minxianensis</i>		黄河上游与嘉陵江上游	陕西、甘肃境内的黄河水系
		达里湖高原鲃	<i>Triplophysa dalaica</i>		黄河中上游及内蒙古东部自流水系，嘉陵江，汉江	陕西境内黄河水系
		背斑高原鲃	<i>Triplophysa stoliczkae dorsonotata</i>		黄河中上游、嘉陵江上游	
		粗壮高原鲃	<i>Triplophysa robusta</i>		黄河中上游、嘉陵江上游	
		东方高原鲃	<i>Triplophysa orientalis</i>		黄河上游、嘉陵江上游、新疆塔里木盆地	
		中华花鲃	<i>Cobitis taenia</i>		广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	陕西渭河、汉江与嘉陵江水系
		北方花鲃	<i>Cobitis granoci</i>		广布于北方，秦岭山区黄河中上游	黄河中上游水系
		泥鲃	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		广布于北方，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		大鳞副泥鲃	<i>Paramisgurnus dabryanus</i>			陕西境内黄河水系
	鲤科	中华细鲫	<i>Aphyocypris chinensis</i>	黑龙江水系至珠江水系	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内渭河与汉江水系
		马口鱼	<i>Opsariichthys bidens</i>	南起海南岛、元江，北至黑龙江流域的水系	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内渭河、汉江与嘉陵江水系

目	科	鱼名	拉丁文名	重要参考资料中的分布范围		
				中国动物志	秦岭鱼类志	陕西鱼类志
		宽鳍鱮	<i>Zacco platypus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内渭河、汉江与嘉陵江水系
		草鱼	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	黑龙江水系至元江水系	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		拉氏鲮	<i>Phoxinus lagowskii</i>	黑龙江水系至黄河水系	黑龙江至长江流域，秦岭南北坡的各水系	陕西境内渭河、汉江与嘉陵江水系
		瓦氏雅罗鱼	<i>Leuciscus waleckii</i>	黑龙江水系至黄河水系	黑龙江至黄河流域，秦岭北坡黄河支流	陕西境内黄河水系
		赤眼鳟	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		银鲴	<i>Xenocypris argentea</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河与汉江水系	广布性鱼类，陕西境内黄河与汉江水系
		鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		鳙	<i>Aristichthys nobilis</i>	东亚广布性鱼类，西北和东北的种群多为引入	广布于南方，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		高体鳊	<i>Rhodeus ocellatus</i>	黄河水系至海南岛	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	长江、黄河各水系
		彩石鳊	<i>Rhodeus lighti</i>	黄河水系至珠江水系	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布性鱼类，陕西境内长江与黄河各水系
		大鳍鱮	<i>Acheilognathus macropterus</i>	黑龙江水系至海南岛	广布于南方，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内渭河与嘉陵江水系
		兴凯鱮	<i>Acheilognathus chankaensis</i>	黑龙江水系至珠江水系	广布于南方，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布性鱼类，陕西境内长江与黄河各水系
		鲮	<i>Hemiculter leucisculus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内各水系
		贝氏鲮	<i>Hemiculter bleekeri</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内黄河与汉江水系
		红鳍原鮰	<i>Culter erythropterus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河与汉江水系	广布于东部，陕西境内黄河与汉江水系

目	科	鱼名	拉丁文名	重要参考资料中的分布范围		
				中国动物志	秦岭鱼类志	陕西鱼类志
		三角鲂	<i>Megalobrama terminalis</i>	珠江水系，海南岛	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内渭河与汉江水系
		唇鲮	<i>Hemibarbus labeo</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		花鲮	<i>Hemibarbus maculatus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内黄河与汉江水系
		麦穗鱼	<i>Pseudorasbora parva</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内各水系
		黑鳍鲈	<i>arcocheilichthys nigripinnis</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内黄河与汉江水系
		短须颌须鲈	<i>Gnathopogon imberbis</i>	长江中上游	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	
		银色颌须鲈	<i>Gnathopogon argentatus</i>		广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		似铜鲈	<i>Gobio coriparoides</i>	黄河水系	黄河水系、渭河与弘农涧	陕西境内黄河水系
		棒花鲈	<i>Gobio rivuloides</i>	海河、黄河、滦河等水系	广布于北方，秦岭南北坡各支流	陕西境内黄河水系
		铜鱼	<i>Coreius heterokon</i>	长江与黄河水系	长江与黄河水系、秦岭黄河、汉江与嘉陵江水系	
		北方铜鱼	<i>Coreius septentrionalis</i>	黄河水系	黄河水系，秦岭南北坡渭河	陕西境内黄河水系
		棒花鱼	<i>Abbottina rivularis</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	东亚平原广布种
		清徐胡鲈	<i>Huigobio chinssuensis</i>	黄河水系	黄河水系、秦岭南北坡渭河	广布于东部，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		蛇鲈	<i>Saurogobio dabryi</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各支流	广布性鱼类，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		潘氏鳅鲈	<i>Gobiobotia pappenheimi</i>	黑龙江至黄河水系	黄河中下游、海河水系	陕西境内黄河水系
		平鳍鳅鲈	<i>Gobiobotia homalopteroidea</i>	黄河中上游	黄河中上游、渭河	

目	科	鱼名	拉丁文名	重要参考资料中的分布范围		
				中国动物志	秦岭鱼类志	陕西鱼类志
		多鳞铲颌鱼	<i>Scaphesthes macrolepis</i>		长江中上游、淮河上游，黄河支流，海河上游	广布于东部，陕西境内黄河与汉江水系
		鲤	<i>Cyprinus carpio</i>	亚洲东部、欧洲等地	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	亚洲东部广布性鱼类
		鲫	<i>Carassius auratus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	亚洲东部广布性鱼类
		渭河裸重唇鱼	<i>Gymnodiptychus pachycheilus weiheensis</i>		长江与黄河上游	渭河上游流域
		黄河裸裂尻鱼	<i>Schizopygopsis pylzovi</i>	黄河上游干支流	黄河水系、柴达木盆地、秦岭北坡渭河、洮河	
鲇形目	鲇科	鲇	<i>Silurus asotus</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	东亚广布性鱼类
		黄颡鱼	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	东亚广布性鱼类	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内黄河、汉江与嘉陵江水系
		瓦氏黄颡鱼	<i>Pelteobagrus vachelli</i>	黄河水系至珠江水系	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内渭河、汉江与嘉陵江水系
		长吻鲢	<i>Leiocassis longirostris</i>	鸭绿江水系至闽江水系	广布性鱼类，秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	
		粗唇鲢	<i>Leiocassis crassilabris</i>	黄河水系至珠江水系	黄河至珠江水系，秦岭黄河、汉江与嘉陵江水系	广布于东部，陕西境内渭河、汉江与嘉陵江水系
合鳃鱼目	合鳃鱼科	黄鲢	<i>Monopterus albus</i>		秦岭山区黄河、汉江与嘉陵江水系	陕西各水系
鲈形目	塘鳢科	小黄魮鱼	<i>Micropercops swinhonis</i>		广布性鱼类	东亚平原广布性鱼类
	暇虎鱼科	子陵吻暇虎鱼	<i>Rhinogobius giurinus</i>		广布性鱼类，秦岭南北坡各水系	广布于东部，陕西境内黄河水系
		波氏吻鰕虎鱼	<i>Rhinogobius cliffordpopei</i>		黄河水系、嘉陵江水系	陕西黄河、汉江水系
	鰕科	乌鰕	<i>Ophiocephalus argus</i>		广布性鱼类	广布于东部

(2) 现场调查情况

2019 年 8 月，在渭河天水市武山县至渭南市泾河汇口下的干流段及泾河共采集到鱼类 1340 尾，经鉴定共包括 16 个种，隶属于 3 目 4 科 14 属，其中鲤形目鲤科鱼类占比最高，共有 9 属 9 种，占物种总数的 56.3%；鳅科其次，共有 3 属 5 种，占比 31.3%，鲇形目鲇科与鲈形目鰕虎鱼科各 1 种，这 16 种鱼类分别是似铜鮰、棒花鱼、麦穗鱼、高体鳊、鲤、鲫、翘嘴鲌、拉氏鲮、马口鱼、东方高原鳅、粗壮高原鳅、达里湖高原鳅、泥鳅、大鳞副泥鳅、鲇、波氏吻鰕虎鱼。在 16 种鱼类中，渭河调查到 14 种，泾河调查到 12 种，详见表 4.2-95。

北洛河由于水量小、含沙量高，未调查到鱼类。根据《渭河流域鱼类群落结构特征及其完整性评价》（武玮等，2014），北洛河鱼类与渭河干流组成相似，分布有鱼类 31 种，这些种类在渭河干流均有分布，分别为赛丽高原鳅、岷县高原鳅、陕西高原鳅、粗壮高原鳅、贝氏高原鳅、达里湖高原鳅、背斑高原鳅、黄河高原鳅、东方高原鳅、泥鳅、鳞副泥鳅、马口鱼、洛氏鲮、中华鳊、彩石鲂、贝氏鲮、鲮、麦穗鱼、短须颌须鮠、棒花鱼、清徐胡鮠、鲤、鲫、青鲈、黄黝鱼、褐吻鰕虎鱼、子陵吻鰕虎鱼、裸项吻鰕虎鱼、波氏吻鰕虎鱼、神农吻鰕虎鱼，除鲤、鲫外，其余均为小型鱼类。

延河上游水量极小，平均水深 20cm，采用抄网未采集到渔获物，地笼、刺网等无法作业；延河延安段，河道渠化，水流水面宽 10-30m，水深<50cm，无法施展渔具，故无渔获物现状数据。根据《延河流域水生生物资源调查与多样性分析》（王鹤等，2022），延河共分布有鱼类 8 种，分别为泥鳅、大鳞副泥鳅、达里湖高原鳅、东方高原鳅、棒花鱼、棒花鮠、麦穗鱼、花斑副沙鳅，均为小型鱼类。

表 4.2-95 本次调查水域中鱼类物种名录

目	科	种	渭河			泾河
			上游	中游	下游	
鲤形目	鳅科	东方高原鳅	+			+
		粗壮高原鳅				+
		达里湖高原鳅	+			+
		泥鳅	+			+
		大鳞副泥鳅			+	+

目	科	种	渭河			泾河
			上游	中游	下游	
	鲤科	似铜鮰	+	+		
		棒花鱼	+			+
		麦穗鱼	+		+	+
		高体鳊				+
		鲤			+	+
		鲫	+			+
		翘嘴鲌			+	
		拉氏鲮	+			+
		马口鱼	+			
鲇形目	鲇科	鲇			+	
鲈形目	鰕虎鱼科	波氏吻鰕虎鱼	+			+

表 4.2-96 渭河渔获物统计

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾数	百分比	重量 (g)	百分比	范围	平均	范围	平均
似铜鮰	490	69.3%	2601.6	54.8%	36-124	83.5	0.9-39.4	15.2
东方高原鳅	171	24.2%	880.6	18.6%	46-98	81.8	1.2-12.2	7.2
麦穗鱼	17	2.4%	14.6	0.3%	30-50	39.6	0.4-2.2	1.1
翘嘴鲌	6	0.8%	34.8	0.7%	71-98	80.2	3.2-10.8	5.8
棒花鱼	6	0.8%	11.0	0.2%	35-68	50.8	0.6-4.7	2.5
达里湖高原鳅	3	0.4%	21.7	0.5%	78-92	84.3	5.6-9.1	7.2
鲇	2	0.3%	946.8	20.0%	70-475	272.5	60-886.8	473.4
鲤	2	0.3%	120.0	2.5%				
鲫	2	0.3%	32.8	0.7%	70-96	83.0	10.3-22.5	16.4
泥鳅	2	0.3%	30.8	0.6%	125-166	145.5	10.5-20.3	15.4
拉氏鲮	2	0.3%	9.7	0.2%	65-70	67.5	4.2-5.5	4.9
波氏吻鰕虎鱼	2	0.3%	1.3	<0.1%	39-40	39.5	0.6-0.7	0.65
大鳞副泥鳅	1	0.1%	26.8	0.6%	132		26.8	26.8
马口鱼	1	0.1%	10.7	0.2%	99		10.7	10.7
合计	707		4743.2					

表 4.2-97 泾河渔获物统计

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾数	百分比	重量 (g)	百分比	范围	平均	范围	平均
东方高原鳅	346	54.7%	1354.2	51.9%	46-98	81.8	1.2-8.0	3.6
拉氏鲮	244	38.5%	940.1	36.1%	35-102	72.8	0.6-15.2	6.2
麦穗鱼	10	1.6%	37.2	1.4%	45-67	61.0	1.5-5.1	3.7
粗壮高原鳅	9	1.4%	43.3	1.7%	38-96	78.2	1.2-7.2	4.8
泥鳅	7	1.1%	108.2	4.1%	100-164	122.9	6.6-39.0	15.5

种类	尾数		重量		体长 (mm)		体重 (g)	
	尾数	百分比	重量 (g)	百分比	范围	平均	范围	平均
高体鳊鲂	6	0.9%	9.2	0.4%	32-49	40.2	0.8-2.6	1.5
大鳞副泥鳅	2	0.3%	62.3	2.4%	149-160	154.5	30.8-31.5	31.2
鲤	2	0.3%	28.1	1.1%	76-82	79.0	12.1-16.0	14.1
鲫	2	0.3%	11.5	0.4%	38-74	56.0	1.3-10.2	5.8
棒花鱼	2	0.3%	6.3	0.2%	48-62	55.0	1.9-4.4	3.2
波氏吻鰕虎鱼	2	0.3%	1.4	0.1%	29-38	33.5	0.4-1.0	0.7
达里湖高原鳅	1	0.2%	5.7	0.2%	80		5.7	5.7
合计	633		2607.5					

(3) 种类组成

本次调查到的鱼类在种类组成上和前人调查研究的结果相一致,鲤形目鲤科鱼类为优势类群,鳅科鱼类也占有较大比例。具体来说,在渭河上游(甘肃天水及以上河段)共调查到 10 种鱼类,鲤科鮡属的似铜鮡是渭河干流段数量和生物量优势度最高的种类,属于本区域土著种类的代表,鳅科高原鳅属的东方高原鳅也占有较高的比例,是高原鱼类向该区域影响渗透的代表;在渭河中游(陕西宝鸡河段),仅调查到似铜鮡 1 种鱼类;在渭河下游(陕西渭南河段,泾河汇口以下)调查到 5 种鱼类,主要一些常见的广布性江河平原鱼类,例如鲤、翘嘴鲌、鲇等。可见,渭河流域从上游到下游可以清楚地看出在鱼类物种组成上从高原鱼类和北方土著鱼类向江河平原鱼类的过渡。

由于秦岭的天然阻隔,地处秦岭北坡的渭河与秦岭南坡的嘉陵江、汉江在鱼类组成上具有较大差异,相比嘉陵江和汉江,渭河的鱼类种类较少。作为黄河、长江两大流域的分水岭,秦岭南北坡的气候也呈现出从暖温带气候向亚热带气候过渡的变化,鱼类是一种变温动物,其分布和迁移除了受到地理阻隔和水系变迁等因素制约以外,温度限制也是重要的原因。因此,秦岭北坡渭河流域的鱼类在区系组成上也和南坡的嘉陵江等水系存在明显的差异。根据历史资料和文献记述并结合本次调查结果,可以看到渭河流域既分布有高原区系代表种类,如裸裂尻鱼属、裸重唇鱼属、高原鳅属鱼类(这些鱼类多出现在渭河中上游),也分布有江河平原区系的种类,鲤科鱼类除野鲮亚科外,其余主要类群在该流域均有分布,尤其以鮡亚科种类最多,其次为鳅科鱼类。具体而言,渭河分布有仅限于秦岭以北河流广泛分布的瓦氏雅罗鱼、棒花鮡、似铜鮡等鱼类,而没有仅限于秦岭以南

的平鳍鳅科、鮡科、钝头鮠科以及野鲮亚科等类群，多鳞铲颌鱼在渭河中有分布，是鲃亚科鱼类定居秦岭以北的少数种类之一。另外，渭河还分布有北方山麓区系的种类（如细鳞鲑属和鲢属的鱼类）和少量南方平原区系的种类（如鳊属、吻鰕虎鱼属等）。总体来讲，渭河鱼类的组成与黄河鱼类的组成特点大致相似，属于黄河中上游鱼类区系。

渭河干流流经黄土高原，河水浑浊，地面径流量季节变化大。旱季时，地表径流量很小，例如甘肃武山县以上的河段在历史上常常干枯断流，而雨季来临时，河水暴涨，裹挟冲刷两岸的泥土，水体中泥沙含量很高，除一些鳅科鱼类外，其他鱼类很容易窒息而死。渭河流域鱼类普遍个体较小，大多无经济价值。

（4）生态习性

1）栖息习性

鱼类的栖息习性及相关的生活习性影响着鱼类的水平空间分布（如不同流域或同流域不同江段）和垂直分布（不同海拔高度或不同水层）。例如，冷水性鱼类秦岭细鳞鲑分布于特定地区且海拔超过 1000m 以上的水体，喜流水的高原鳅属鱼类、多鳞铲颌鱼等主要栖息在河流的上游，不到或很少游到下游中去。鱼类的栖息习性是非常复杂的，在不同生长阶段及不同季节都有相应的变化，根据栖息生境的特点对该区域鱼类的栖息习性作以下划分：

①底栖型鱼类

这些鱼类主要栖息于水体的底层，具体来说，有的是生活在急流卵石、砾石底质类型，如秦岭细鳞鲑、多鳞铲颌鱼等；有些是生活在大的湾、潭或河流附属水体的底层，如鲤、鲇、铜鱼等；有些则是生活在缓流水的底层，如棒花鱼、蛇鮈、吻鮈、鳅鲃等。

②水层栖息型鱼类

生活在中、上层的鱼类主要有草鱼、鲢、鳙、翘嘴鲌、马口鱼等；生活在中、下层的鱼类主要有鲫、高体鳊等。

③其他栖息型鱼类

有些鱼类栖息在草丛或石隙中，如乌鳢；有些鱼类栖息于洞穴或淤泥中，如黄鳝、泥鳅等。

2) 繁殖习性

①产漂流性卵鱼类

这些鱼类的产卵时间、规模受到江河涨水时间和幅度的影响。草鱼、鲢、鳙、铜鱼、蛇鮈、翘嘴鲌等属于产漂流性卵鱼类，本次调查中采集到的该产卵类型的鱼类仅有翘嘴鲌。翘嘴鲌卵膜具有微粘性，产出后经流水的冲击形成漂流性卵。

②产粘性卵鱼类

这些鱼类的卵在产出后即有粘性，受精卵粘附在水草、树根、石块上发育孵化。鲤、鲫、马口鱼、麦穗鱼、棒花鱼、拉氏鲮、泥鳅、鲇、波氏吻鰕虎鱼均属于产粘性卵的鱼类，另外，本区域鳅科高原鳅属的鱼类也属于这一产卵类型，它们数量较多，散布于不同的河段、支流等各类水体，完成生活史所要求的生境空间不大，在沿岸带适宜的小生境中产卵繁殖，卵粘性或粘沉性，粘附于水草或石缝中孵化。

③产浮性卵鱼类

这些鱼类的卵内通常具有油球，帮助其浮于水面发育孵化。属于产浮性卵鱼类的有黄鳝和乌鳢，它们通常在岸边水草丛生的浅水区产卵，底质为淤泥，水不流动，亲鱼还具有筑巢护幼的行为。本次调查中未采集到该产卵类型的鱼类。

④产沉性卵鱼类

这些鱼类的卵径通常较大，卵膜吸水后膨胀，埋入石砾或沉入石缝内发育孵化。秦岭细鳞鲑、多鳞铲颌鱼等属于这一产卵类型。本次调查中未采集到该产卵类型的鱼类。

⑤产卵于软体动物体内的鱼类

主要是指鲢鲃亚科的鱼类，它们将卵直接产于河蚌等贝类动物的外套腔中并发育孵化。本次调查中未采集到该产卵类型的鱼类为高体鲢鲃。

3) 食性

①食浮游生物鱼类

鲢、鳙等是典型的终生摄食浮游生物鱼类，有时亦摄取一些菌藻絮凝物为食。绝大多数其他鱼类在幼鱼阶段也都有摄食浮游生物的习性。

②食固着藻类、植物碎屑的鱼类

此种食性的鱼类下颌通常具有发达的角质边缘，用以刮食固着藻类。如多鳞铲颌鱼、黄河裸裂尻鱼、嘉陵裸裂尻鱼等。本次调查中未采集到该种食性的鱼类。

③食高等植物的鱼类

草鱼是典型的摄食高等植物的鱼类，主要以水草为食。

④杂食性鱼类

此种食性的鱼类摄食底栖无脊椎动物、丝状藻类、高等植物碎片等食物。本区域内绝大多数鱼类均属于该种食性，如鲤、鲫、似铜鮰、棒花鱼、麦穗鱼、高体鳊、拉氏鲃、泥鳅、高原鳅属鱼类、波氏吻鰕虎鱼等。

⑤凶猛肉食性鱼类

该种食性鱼类以捕食其他鱼类为食，如秦岭细鳞鲑、翘嘴鲌、马口鱼、鲇、乌鳢等。

（5）鱼类重要生境

1) 产卵场

根据本次调查到的渭河流域的鱼类的繁殖特点进行分类，主要可分成两大类：产粘沉性卵的鱼类和产沉性卵的鱼类。产粘沉性卵的鱼类主要包括高原鳅属鱼类和其他鳅科鱼类，鮡亚科鱼类和拉氏鲃等，这些鱼类的产卵场主要选择在具有一定流速的浅滩、河湾或小潭中，底质通常为卵石和石砾且对水质有一定要求。产粘性卵的鱼类主要以鲤、鲫为代表，它们主要选择河流岸边的浅水滩或水库中产卵，卵粒附着在淹没的水生维管束植物、漂浮的树枝或其他杂物上。



图 4.2-32 产沉粘性卵鱼类的产卵场



图 4.2-33 产粘性卵鱼类的产卵场

2) 索饵场

本次调查水域中分布的鱼类通常没有固定的索饵场,鱼类的摄食的行为受到饵料生物丰度的影响,而以浮游生物、底栖生物为基石的饵料生物的分布又受到具体气候、河流水位、流量与河道微生境的影响。在调查水域中,鱼类一般选择水流平缓、河道开阔且水生植物丰富的河段作为索饵场,河道底质一般为卵石或石砾,这些条件有利于浮游生物、底栖动物和一些小型鱼类在此处定置生活。



图 4.2-34 鱼类的索饵场

3) 越冬场

本次调查水域中鱼类很多为冷水性种类，例如高原鳅属鱼类，主要分布在气候寒冷的高原上，似铜鮡和拉氏鲢则属于局限分布在北方水系的种类。这些鱼类经过长期的对寒冷环境的生态适应，已经演化出对低温环境的抵御能力，因此它们能够在低温的水体中顺利越冬。此外，调查水域中分布的其他种类多为东亚广布性鱼类，没有进行长距离越冬洄游的种类。在冬季来临时，这些鱼类通常会就近前往较深的河道、水库或者有一定深度的沟塘中越冬。



图 4.2-35 鱼类的越冬场

(6) 珍稀、濒危、特有鱼类

整理渭河流域分布的国家级保护鱼类、陕西省重点保护野生动物、中国生物多样性红色名录、黄河水系特有鱼类等（表 4.2-98），渭河流域分布的珍稀濒危特有鱼类共 6 种，分别为秦岭细鳞鲑、北方铜鱼、似铜鮡、黄河裸裂尻鱼、平鳍鳅鲇、陕西高原鳅。秦岭细鳞鲑主要栖息于秦岭地区海拔 900~2300 米、水质较清澈的山涧溪流中，本工程施工区、受水区主要在渭河流域海拔较低、含沙量较高的中下游干支流区域，本工程对其基本无影响。因此本工程需重点关注的种类有 5 种，分别为北方铜鱼、似铜鮡、黄河裸裂尻鱼、平鳍鳅鲇、陕西高原鳅。

表 4.2-98 渭河流域分布的保护、濒危、特有鱼类名录

类别		种数	种类
国家级保护鱼类	一级	1	北方铜鱼
	二级	1	秦岭细鳞鲑
陕西省重点保护野生动物		1	秦岭细鳞鲑
中国生物多样性 红色名录	极危	1	北方铜鱼
	易危	2	黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
中国濒危动物红 皮书（鱼类）	濒危	2	北方铜鱼、平鳍鳅鲇
	易危	2	黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
中国物种 红色名录	濒危	2	北方铜鱼、平鳍鳅鲇
	易危	2	黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑
	近危	1	陕西高原鳅
黄河水系特有鱼类		5	似铜鮡、北方铜鱼、黄河裸裂尻鱼、平鳍鳅鲇、 陕西高原鳅

4.2.7 土壤环境质量现状

4.2.7.1 区域土壤概况

(1) 陇南市土壤概况

陇南市土壤分为 9 个土纲，19 个土类，432 个亚类。以淋溶土纲的棕壤和半淋溶土纲的褐土为主，分别占全区土地面积的 23.98%和 49.36%。其中棕壤主要分布于本区暖温湿润和半湿润山地，分布地形主要为山梁坡地。耕种棕壤有机质含量一般为 2%左右，酸碱度呈中性、微酸性，宜于各类作物生长。褐土在全市各县区都有分布，是暖温带湿润半湿润地区阔叶、落叶与针阔叶混交林植被下发育的地带性土壤，一般土层较厚，适耕期长，大部分地方两年三熟，适种作物广。

（2）定西市土壤概况

定西市属于黄土高原中部，区内土壤主要有黑垆土、灰钙土、黄绵土、潮土等 4 个土类，6 个亚类，28 个土属。黑垆土是县内主要土壤类型。多发育在风积和次生黄土母质上，局部地区为残积、坡积母质。分布于 2100~2300m 的广大丘陵地区和东南部中山区，占总土地面积的 70%以上。黑垆土的有机质积累大于分解，腐殖质层一般 1~1.5m 钙化作用强，质地疏松，呈弱碱性，耕层平均有机质 1.5%，土色较深，含氮量较高，全氮 0.112%，是主要的耕作土壤。坡面黄土深厚，粉粒（0.01~0.05mm）占 50.09%，砂粒（>0.05mm）占 10.74%，质地属粉壤土 0~200cm 土壤容重 1.09~1.36g/cm³，平均 1.2g/cm³ 左右。土壤孔隙平均约 55%，含有机质 10.75g/kg。

（3）天水市土壤概况

天水市土壤类型共有 8 纲 9 类 28 亚类 91 属 124 种，其分布具有较明显的水平地带性和垂直地带性。土壤依耕种土依次分布着棕黄土、黑黄土、黑黄砂土、黄鸡粪土、黄绵土、红土等。多数土壤属碱性，含有机质 0.905%，含氮 0.058%，含磷 0.058%，含钾 1.753%。天水市土壤在河流和沟谷区为冲击、洪积物形成的淤淀土、草甸土，经过开垦耕种熟化而形成以黄绵土、黑垆土为主的耕作土壤。土层深厚，山塬开阔，是粮、油、菜、果主要生产区。

（4）平凉市土壤概况

平凉市土壤类型以黄绵土、杂色粘土以及淋溶灰褐土为主。黄绵土是离石黄土母质层与黄土层上发育形成的土壤，质地均匀，但土壤养分含量水平较低；红、杂色粘土是在午城黄土母质层和第三系泥岩层上发育形成的土壤，这种土壤肥力差，土层薄，透气性差，属于低产劣质土壤；淋溶灰褐土呈红棕色，成土母质多为千枚岩、玄武岩、火山岩等残积物等，这种土壤肥力较好，适于发展药材、林业等喜冷凉植物的种植。

（5）庆阳市土壤概况

庆阳市土壤主要有黄绵土、黑垆土、淤积土、红粘土等类。黄绵土面积占全市耕地面积的 84%，广泛分布于丘陵沟壑区和黄土高原坡地，它是在黄土上直接耕种形成的，表层含养份较多、疏松，具有一定的结构，抗蚀性较差，耕层愈厚，

肥力愈高，耕性较好，疏松易耕，适耕期间长，雨后就能下地，有机质含量低，含氮量亦低，含钾量较高。

黑垆土主要分布于原面及发育较早的川台区，土层深厚，适耕性好，蓄水保肥能力强，有机质含量较丰富，一般为一。

红粘土分布于较大沟谷中下游的沟床两侧坡脚，质地粘重，块状结构，孔隙度小，肥力低，耕性不良。

淤积土黄胶土、红土主要分布于河道两岸的河漫滩及一级阶地上，质地均匀，熟化时间长，肥力高。

（6）延安市土壤类型概况

延安市土壤以黄绵土为主，东南部与西南部土石山地分布有大面积褐土，黄土塬上覆盖有黑垆土，新积土、红土、粗骨土、水稻土、沼泽土沿沟谷川道分布，潮土、盐土、风沙土、石质土等零星分布。

黄绵土在延安黄土丘陵沟壑区分布广泛，各县均有分布，占总面积的 78.9%，延安以北 7 县耕地以黄绵土为主，占总耕地面积的 90%以上，在农业生产中具有重要地位。黄绵土土质疏松、软绵，透水性可耕性好，适耕期长，分布于温带、暖温带半干旱和干旱地区，多集中暴雨，地形破碎、坡度大、植被稀疏，土壤侵蚀严重。

4.2.7.2 区域土壤理化性质

输水线路区及受水区涉及甘肃甘南、陇南、定西、天水、平凉、庆阳与延安。工程沿线主要分布亚高山草甸土类、亚高山草原土类、棕壤土类，以及黑垆土、棕黄土、黄绵土等。前三种与水源区一致，不再赘述。其中黑垆土、棕黄土、黄绵土土壤矿物也同样受到母质影响，土壤矿物中硅（ SiO_2 ）、铝（ Al_2O_3 ）占据了 90%以上的矿质，其余同样包括铁（ Fe_2O_3 ）、钙（ CaO ）、镁（ MgO ）、钾（ K_2O ）、钠（ Na_2O ）等，但部分地区存在碳酸钙沉积较多的情况，钙（ CaO ）的占比可达 10%。土壤 pH 分布在 5.6~8.5 之间，涵盖弱酸性、中性及弱碱性。特别是在黑垆土当中常见碳酸钙明显累积。土壤代换量一般偏低，分布在 5~15 毫克当量/100 克土。土壤质地、比重及孔隙度随深度变化存在差异，一般浅层土壤质地松、透

水（气）性能好，比重 1.2~1.9 之间，深部透水（气）性能略差，土壤比重分布在 2.0~2.3 之间，土壤温度随气温变化。

4.2.7.3 土壤现状监测与评价

按照《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018）要求，本次输水线路区土壤监测共布设 16 个土壤质量监测点位，见下表。

表 4.2-99 输水线路区土壤环境现状监测点分布

工程区域	序号	名称	类型	经纬度	附近工程	备注
输水线路区	1	邓家磨村	林地	E: 104°12'50.24" N: 34°14'35.38"	输水总干线	占地范围内
	2	张家川回族自治区 下鞍子沟村	耕地	E: 106°12'35.88" N: 34°57'44.56"	张家川分干线	占地范围外
	3	庆城县 李家湾村	草地	E: 107°45'36.08" N: 36°05'54.93"	庆城分干线	占地范围外
	4	甘谷县 半山村	耕地	E: 105°09'45.72" N: 34°43'24.97"	天水一干线	占地范围内
	5	张家川回族自治区 瓦泉村	草地	E: 106°12'26.81" N: 34°58'17.77"	张家川分干线	占地范围内
	6	崇信县 枣林村	草地	E: 106°59'43.98" N: 35°18'24.16"	崇信分干线	占地范围内
	7	庆城县 陈家庄村	耕地	E: 107°45'57.63" N: 36°05'43.59"	庆城分干线	占地范围内
	8	环县 姚家村	耕地	E: 107°29'34.04" N: 36°26'49.84"	环县分干线	占地范围内
	9	正宁县 高家渠村	耕地	E: 108°26'48.72" N: 35°30'32.87"	正宁分干线	占地范围内
	10	镇原县 郭原村	耕地	E: 108°26'18.50" N: 35°43'50.82"	镇原干线	占地范围内
	11	镇原县 唐洼村	耕地	E: 106°59'37.19" N: 35°43'04.04"	镇原干线	占地范围外
	12	吴起县 金佛坪村 1 [#]	草地	E: 108°13'4.00" N: 36°50'33.99"	吴起分干线	占地范围外
	13	吴起县 金佛坪村 2 [#]	草地	E: 108°13'28" N: 36°51'10"	吴起分干线	占地范围内
	14	宝塔区 庙咀沟村	耕地	E: 109°22'43.97" N: 36°39'14.01"	宝塔分干线	占地范围外
	15	安塞区 中窑子沟	草地	E: 109°19'38" N: 36°48'51.98"	安塞分干线	占地范围外
	16	安塞区 后窑子沟	草地	E: 109°18'40" N: 36°48'50"	安塞分干线	占地范围内

2) 监测因子

工程穿越占地范围内主要为农业用地，土壤环境现状监测因子包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、pH 值、土壤盐分含量，共 12 项。

3) 土样的采集、制备与分析

土样的采集、制备与按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004) 中规定的土壤采集、制备常规方法进行。采样深度为 0~20 cm。

4) 监测时间与频率

本次土壤环境影响评价等级为二级，依据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》(HJ964-2018)，各土壤环境现状监测点采样一次进行监测。

表 4.2-100 土壤环境现状监测时间及频率一览表

工程区域	点位名称	采样时间
输水线路区	邓家磨村、张家川回族自治区下鞍子沟村、庆城县李家湾村、甘谷县半山村、张家川回族自治区瓦泉村、崇信县枣林村、庆城县陈家庄村、环县姚家村、正宁县高家渠村、镇原县郭原村、镇原县唐洼村	2019 年 12 月 23 日~28 日采样一次
	吴起县金佛坪村 1#、吴起县金佛坪村 2#、宝塔区庙咀沟村、安塞区中窑子沟、安塞区后窑子沟	2020 年 4 月 4 日至 5 日，采样一次

(2) 土壤环境现状评价

输水线路区 16 个监测点位，监测因子砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍、六六六总量、滴滴涕总量的标准指数均小于 1，满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)中表 1 和表 2 风险筛选值要求。

16 个监测点位，土壤含盐量最大值为 0.821g/kg，最小值为 0.323g/kg，均值为 0.494g/kg，对应的盐化等级为未盐化。pH 最大值为 9.5，最小值为 8.3，均值为 8.7。其中正宁县高家渠村、安塞区后窑子沟无酸化（碱化），吴起县金佛坪村为中度碱化，其余各监测点位均为轻度碱化，均值对应的酸（碱）化标准为轻度碱化。

具体结果见表 4.2-101、表 4.2-102。

表 4.2-101 土壤（农用地）环境现状监测与评价结果

项目			邓家磨村 (2019-12-26)	张家川回族自治 区下鞍子沟村 (2019-12-23)	庆城县 李家湾村 (2019-12-24)	正宁县 高家渠村 (2019-12-26)	镇原县 郭原村 (2019-12-26)	甘谷县 半山村 (2019-12-23)	张家川回族 自治区瓦泉村 (2019-12-23)	崇信县 枣林村 (2019-12-28)
监测因子										
pH	标准值	监测值	8.6	8.7	8.8	8.4	8.7	8.5	8.6	8.7
	--	标准指数	--	--	--	--	--	--	--	--
镉	标准值	监测值(mg/kg)	0.06	0.09	0.08	0.08	0.07	0.09	0.12	0.06
	0.6	标准指数	0.100	0.150	0.133	0.133	0.117	0.150	0.200	0.100
汞	标准值	监测值(mg/kg)	0.066	0.115	0.015	0.016	0.102	0.039	0.021	0.011
	3.4	标准指数	0.019	0.034	0.004	0.005	0.030	0.011	0.006	0.003
砷	标准值	监测值(mg/kg)	23.1	14.2	12.0	13.4	12.2	13.7	12.0	13.5
	25	标准指数	0.924	0.568	0.480	0.536	0.488	0.548	0.480	0.540
铅	标准值	监测值(mg/kg)	17.5	19.2	15.4	17.7	16.3	17.6	19.4	14.1
	170	标准指数	0.103	0.113	0.091	0.104	0.096	0.104	0.114	0.083
铬	标准值	监测值(mg/kg)	61	50	50	54	50	47	56	50
	250	标准指数	0.244	0.200	0.200	0.216	0.200	0.188	0.224	0.200
铜	标准值	监测值(mg/kg)	24	24	18	21	21	22	30	23
	100	标准指数	0.240	0.240	0.180	0.210	0.210	0.220	0.300	0.230
锌	标准值	监测值(mg/kg)	77	76	59	69	66	78	100	66
	300	标准指数	0.257	0.253	0.197	0.230	0.220	0.260	0.333	0.220
镍	标准值	监测值(mg/kg)	25	27	22	25	23	25	26	23
	190	标准指数	0.132	0.142	0.116	0.132	0.121	0.132	0.137	0.121
六六六总量	标准值	监测值(mg/kg)	3.59×10 ⁻³	1.17×10 ⁻³	4.38×10 ⁻³	4.75×10 ⁻³	0.0116	3.96×10 ⁻³	4.81×10 ⁻³	3.58×10 ⁻³
	0.10	标准指数	0.036	0.012	0.044	0.048	0.116	0.040	0.048	0.036
滴滴涕总量	标准值	监测值(mg/kg)	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³
	0.10	标准指数	<0.049	<0.049	<0.049	<0.049	<0.049	<0.049	<0.049	<0.049

续表 4.2-101 土壤（农用地）环境现状监测与评价结果

项目			庆城县 陈家庄村 (2019-12-23)	环县姚家村 (2019-12-23)	镇原县 唐洼村 (2019-12-27)	吴起县 金佛坪村 1 (2020-04-04)	吴起县 金佛坪村 2 (2020-04-04)	宝塔区 庙咀沟村 (2020-04-04)	安塞区 中窑子沟 (2020-04-05)	安塞区 后窑子沟 (2020-04-05)
监测因子										
pH	标准值	监测值	8.8	8.7	8.6	8.6	9.5	8.7	8.5	8.3
	--	标准指数	--	--	--	--	--	--	--	--
镉	标准值	监测值(mg/kg)	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08	0.03	0.10	0.04
	0.6	标准指数	0.117	0.117	0.150	0.133	0.133	0.050	0.167	0.067
汞	标准值	监测值(mg/kg)	0.019	0.031	0.088	0.012	0.015	0.057	0.015	0.011
	3.4	标准指数	0.006	0.009	0.026	0.004	0.004	0.017	0.004	0.003
砷	标准值	监测值(mg/kg)	11.5	11.5	11.6	10.5	11.4	11.2	10.1	9.22
	25	标准指数	0.460	0.460	0.464	0.420	0.456	0.448	0.404	0.369
铅	标准值	监测值(mg/kg)	15.6	13.4	18.0	20.0	17.5	18.1	16.7	17.1
	170	标准指数	0.092	0.079	0.106	0.118	0.103	0.106	0.098	0.101
铬	标准值	监测值(mg/kg)	49	50	51	43	47	44	39	42
	250	标准指数	0.196	0.200	0.204	0.172	0.188	0.176	0.156	0.168
铜	标准值	监测值(mg/kg)	19	18	22	18	20	19	18	21
	100	标准指数	0.190	0.180	0.220	0.18	0.20	0.19	0.18	0.21
锌	标准值	监测值(mg/kg)	58	58	68	56	58	58	58	62
	300	标准指数	0.193	0.193	0.227	0.187	0.193	0.193	0.193	0.207
镍	标准值	监测值(mg/kg)	23	23	26	22	23	23	21	20
	190	标准指数	0.121	0.121	0.137	0.116	0.121	0.121	0.111	0.105
六六六总量	标准值	监测值(mg/kg)	3.98×10^{-3}	3.31×10^{-3}	$< 1.8 \times 10^{-4}$	4.6×10^{-4}	8.4×10^{-4}	5.5×10^{-4}	4.74×10^{-3}	4.5×10^{-4}
	0.10	标准指数	0.040	0.033	< 0.002	0.0046	0.0084	0.0055	0.0474	0.0045
滴滴涕总量	标准值	监测值(mg/kg)	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$	$< 4.87 \times 10^{-3}$
	0.10	标准指数	< 0.049	< 0.049	< 0.049	< 0.049	< 0.049	< 0.049	< 0.049	< 0.049

表 4.2-102 各监测单元土壤盐化、酸化、碱化分级

工程区域	点位	土壤含盐量 (SSC) (g/kg)	盐化分级	土壤 pH	酸化(碱化)强度
输水线路区	邓家磨村	0.601	未盐化	8.6	轻度碱化
	张家川回族自治区 下鞍子沟村	0.637	未盐化	8.7	轻度碱化
	庆城县李家湾村	0.447	未盐化	8.8	轻度碱化
	正宁县高家渠村	0.485	未盐化	8.4	无酸化(碱化)
	镇原县郭原村	0.480	未盐化	8.7	轻度碱化
	甘谷县半山村	0.566	未盐化	8.5	轻度碱化
	张家川回族自治区 瓦泉村	0.428	未盐化	8.6	轻度碱化
	崇信县枣林村	0.387	未盐化	8.7	轻度碱化
	庆城县陈家庄村	0.369	未盐化	8.8	轻度碱化
	环县姚家村	0.375	未盐化	8.7	轻度碱化
	镇原县唐洼村	0.414	未盐化	8.6	轻度碱化
	吴起县金佛坪村	0.323	未盐化	8.5	轻度碱化
	吴起县金佛坪村	0.821	未盐化	9.5	中度碱化
	宝塔区庙咀沟村	0.380	未盐化	8.7	轻度碱化
	安塞区中窑子沟	0.445	未盐化	8.5	轻度碱化
	安塞区后窑子沟	0.753	未盐化	8.3	无酸化(碱化)

4.2.8 大气环境质量现状

4.2.8.1 监测点位

本次输水线路区共布设大气监测点位 7 个，见表 4.2-103。

表 4.2-103 大气环境监测点位位置统计表

序号	区域	监测点位名	位置	经度	纬度
1	输水线路 及受水区	晋坪村	西秦岭隧洞口附近	104.690362	34.654974
2		水帘洞景区	水帘洞地质公园内	104.9240299	34.83976219
3		金佛坪村	吴起省级退耕还林森林公园内	108.212149	36.85044008
4		朱家湾村	云崖寺国家森林公园附近	106.2715737	35.20285153
5		殷家咀	庆阳一干线西峰段	107.578661	35.805041
6		吊坪村	延安干线延安段	108.46269	36.69584
7		武家沟门	延安干线志丹段	108.71949	36.857454

4.2.8.2 监测因子

主要监测因子包括：二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、总悬浮颗粒物(TSP)、可吸入颗粒物(PM₁₀)、PM_{2.5}、臭氧、CO。

4.2.8.3 监测时间及频次

2019 年 12 月 20 日~12 月 26 日，晋坪村、水帘洞景区、金埭坪、朱家湾村、殷家咀等 5 个监测点，连续监测 7 天，每天 4 次。

2020 年 3 月 30 日~4 月 5 日，吊坪村、武家沟门等 2 个监测点，连续监测 7 天，每天 4 次。

4.2.8.4 评价结果

(1) 评价标准

采用《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准进行空气质量现状评价。

(2) 评价结果

环境空气质量现状监测及评价结果见表 4.2-104。

除吊坪村、武家沟门监测点外，其他监测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准，空气质量状况良好。吊坪村、武家沟门监测点 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 超标，主要是因为周边村庄取暖燃煤烧柴废气排放造成的。

表 4.2-104 输水沿线及受水区环境空气现状监测及评价结果表

监测指标	时段	单位	项目	晋坪村							水帘洞景区						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日	12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
SO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	17	19	18	16	20	17	15	13	19	16	20	18	16	19
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	16~20	17~20	18~20	17~18	17~19	18~20	16~19	14~21	15~21	14~21	14~22	17~22	14~18	14~19
		μg/m ³	标准值	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
NO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	17	19	18	16	20	19	17	21	19	16	20	16	20	18
		μg/m ³	标准值	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	19~27	17~23	18~29	17~28	18~28	16~28	14~21	17~24	19~28	17~24	17~22	16~27	16~24	16~26
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
CO	日均值	μg/m ³	24小时平均	1500	1600	1900	1300	2100	1100	1000	1900	1400	2000	1100	1300	1400	900
		μg/m ³	标准值	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	1300~1500	1300~2400	1800~2000	800~2000	2000~2500	800~1800	800~1100	1400~1800	1000~2300	1800~2000	800~2000	2000~2500	800~1900	800~1100
		μg/m ³	标准值	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测 指标	时段	单位	项目	晋坪村							水帘洞景区						
				12月20 日	12月21 日	12月22 日	12月23 日	12月24 日	12月25 日	12月26 日	12月20 日	12月21 日	12月22 日	12月23 日	12月24 日	12月25 日	12月26 日
O ₃	日均值	μg/m ³	日最大8小时 平均	10	21	7	29	7	34	39	10	22	7	25	7	34	39
		μg/m ³	标准值	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均 值	μg/m ³	1小时监测值	2~12	4~34	4~26	5~48	6~8	10~59	14~53	3~16	4~36	4~26	5~47	6~8	10~59	14~53
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM ₁₀	日均值	μg/m ³	24小时平均	76	85	90	88	105	92	98	78	69	84	92	82	74	76
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM _{2.5}	日均值	μg/m ³	24小时平均	39	43	48	44	55	44	40	30	35	44	48	43	46	37
		μg/m ³	标准值	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TSP	日均值	μg/m ³	24小时平均	133	147	181	165	192	163	174	174	153	167	164	181	138	141
		μg/m ³	标准值	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 4.2-104 输水沿线及受水区环境空气现状监测及评价结果表

监测指标	时段	单位	项目	金埭坪村							朱家湾村						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日	12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
SO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	19	15	19	13	18	19	18	20	16	19	17	15	20	19
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	16~19	15~16	14~19	15~21	16~20	13~20	14~19	13~24	18~22	14~21	13~16	14~18	19~23	14~22
		μg/m ³	标准值	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
NO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	19	17	20	17	20	18	18	19	16	19	17	19	20	17
		μg/m ³	标准值	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	21~27	14~28	19~28	15~18	19~28	17~27	14~23	15~29	15~28	18~30	14~28	20~24	18~28	14~24
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
CO	日均值	μg/m ³	24小时平均	1500	1500	1500	1700	2300	1200	1400	660	710	740	680	740	640	630
		μg/m ³	标准值	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	600~2900	900~2300	800~2300	1200~2600	1100~3000	600~1700	500~2100	590~840	630~940	640~960	600~900	640~1010	600~710	580~650
		μg/m ³	标准值	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测 指标	时段	单位	项目	金沸坪村							朱家湾村						
				12月20 日	12月21 日	12月22 日	12月23 日	12月24 日	12月25 日	12月26 日	12月20 日	12月21 日	12月22 日	12月23 日	12月24 日	12月25 日	12月26 日
O ₃	日均值	μg/m ³	日最大8小时 平均	46	48	39	34	40	53	62	6	12	53	49	33	6	12
		μg/m ³	标准值	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时 均值	μg/m ³	1小时监测值	6~47	6~40	6~48	6~39	6~49	5~58	7~73	3~15	11~18	36~68	11~54	29~41	3~15	11~18
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM ₁₀	日均值	μg/m ³	24小时平均	75	74	81	85	83	94	99	80	70	80	100	90	80	100
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM _{2.5}	日均值	μg/m ³	24小时平均	37	41	44	46	36	49	53	50	40	40	40	50	50	40
		μg/m ³	标准值	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TSP	日均值	μg/m ³	24小时平均	131	140	149	178	163	183	182	200	150	150	190	160	170	190
		μg/m ³	标准值	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 4.2-104 输水沿线及受水区环境空气现状监测及评价结果表

监测指标	时段	单位	项目	殷家咀						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
SO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	19	14	17	15	16	18	18
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	14~22	14~22	19~22	15~22	15~22	15~21	16~23
		μg/m ³	标准值	500	500	500	500	500	500	500
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
NO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	19	17	19	18	15	19	16
		μg/m ³	标准值	80	80	80	80	80	80	80
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	18~25	20~28	16~27	15~21	20~29	15~28	14~28
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
CO	日均值	μg/m ³	24小时平均	1800	1800	1300	1800	1600	1800	1800
		μg/m ³	标准值	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	800~1500	1300~2000	800~1500	1300~2900	1500~1800	800~1500	1300~2000
		μg/m ³	标准值	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测指标	时段	单位	项目	殷家咀						
				12月20日	12月21日	12月22日	12月23日	12月24日	12月25日	12月26日
O ₃	日均值	μg/m ³	日最大8小时平均	50	47	57	61	59	45	58
		μg/m ³	标准值	160	160	160	160	160	160	160
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	27~64	23~69	24~72	50~76	44~72	29~56	28~69
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM ₁₀	日均值	μg/m ³	24小时平均	88	78	87	92	74	75	65
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM _{2.5}	日均值	μg/m ³	24小时平均	42	41	55	37	44	43	40
		μg/m ³	标准值	75	75	75	75	75	75	75
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
TSP	日均值	μg/m ³	24小时平均	149	153	162	157	182	164	163
		μg/m ³	标准值	300	300	300	300	300	300	300
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 4.2-104 输水沿线及受水区环境空气现状监测及评价结果表

监测 指标	时段	单位	项目	吊坪村							武家沟门						
				3月30日	3月31日	4月1日	4月2日	4月3日	4月4日	4月5日	3月30日	3月31日	4月1日	4月2日	4月3日	4月4日	4月5日
SO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	17	15	17	17	15	14	15	17	17	15	15	18	16	16
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	13~19	11~18	12~20	12~20	11~17	11~17	11~18	13~21	14~20	14~19	13~20	17~20	13~20	14~21
		μg/m ³	标准值	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
NO ₂	日均值	μg/m ³	24小时平均	34	35	36	33	35	34	37	34	33	35	34	36	36	33
		μg/m ³	标准值	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	28~38	26~37	28~38	26~36	27~38	27~37	29~39	27~38	29~37	28~37	26~38	27~37	29~39	27~38
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
CO	日均值	μg/m ³	24小时平均	600	500	400	400	500	500	400	900	600	500	600	800	800	900
		μg/m ³	标准值	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	400~900	400~900	400~500	400~500	400~600	400~800	400~600	400~1300	300~1400	400~800	400~1100	400~900	400~1100	600~1500
		μg/m ³	标准值	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

监测 指标	时段	单位	项目	吊坪村							武家沟门						
				3月30日	3月31日	4月1日	4月2日	4月3日	4月4日	4月5日	3月30日	3月31日	4月1日	4月2日	4月3日	4月4日	4月5日
O ₃	日均值	μg/m ³	日最大8小时平均	71	55	43	65	85	73	80	82	68	57	66	74	78	77
		μg/m ³	标准值	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	1小时均值	μg/m ³	1小时监测值	6~99	4~87	37~64	16~90	3~117	12~114	21~122	7~114	6~91	39~83	22~93	8~119	8~119	18~114
		μg/m ³	标准值	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
PM ₁₀	日均值	μg/m ³	24小时平均	192	208	178	169	188	169	174	175	186	164	176	184	167	177
		μg/m ³	标准值	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
		-	评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标
PM _{2.5}	日均值	μg/m ³	24小时平均	94	106	88	85	97	84	87	88	96	83	89	92	83	87
		μg/m ³	标准值	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
		-	评价结果	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标	超标
TSP	日均值	μg/m ³	24小时平均	47	51	45	44	48	44	40	45	48	43	42	46	43	41
		μg/m ³	标准值	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
		-	评价结果	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

4.2.9 声环境质量现状

4.2.9.1 监测点位

本次输水线路区共布设噪声监测点位 19 个，噪声环境监测点位位置统计表见表 4.2-105。

表 4.2-105 噪声环境监测点位位置统计表

序号	区域	监测点名称	位置	经度	纬度
1	输水线路区	上拉村	代古寺至武山分水口段	104.30806	34.326972
2		周家庄	天水一干线天水段	104.86884	34.746271
3		水帘洞景区	总干线武山分水口至张家川分水口段	104.92476	34.836223
4		大庄乡	总干线武山分水口至张家川分水口段	105.34694	34.977871
5		陇城镇	天水二干线张清段	105.97274	35.005855
6		朱家湾村	总干线庄浪分水口至华亭分水口段	106.27149	35.202528
7		纪家庄村	平凉一干线华崇段	106.80066	35.259641
8		高年村	平凉一干线灵台段	107.06236	35.186376
9		高寨村	总干线华亭分水口至崆峒分水口段	106.85578	35.488124
10		路家爪	镇原干线	107.04945	35.709043
11		米堡村	庆阳一干线庆阳段	107.74325	35.710153
12		巴山村	总干线庆阳分水口至庆城分水口段	107.43254	35.95322
13		曲子镇	庆阳二干线环县段	107.51784	36.290224
14		陈家河	华池干线	107.91369	36.428139
15		吊坪村	延安干线延安段	108.46269	36.69584
16		清水坪	延安干线吴起段	108.33827	36.751553
17		笋子坪	延安干线安塞段	109.17245	36.68015
18		大台村	延安干线安宝段	108.97759	36.694246
19		上砭沟村	延安干线宝塔段	109.34059	36.632671

4.2.9.2 监测因子

等效声级 $LeAq$ （昼间 Ld 、夜间 Ln ）。

4.2.9.3 监测时间及频次

2019 年 12 月 24 日~25 日，昼、夜各一次，每次 10min，连续监测 2 天。

4.2.9.4 监测及评价结果

输水线路区声环境监测和评价结果见表 4.2-106。

表 4.2-106 输水线路区声环境监测和评价结果表

监测点位	12 月 24 日						12 月 25 日					
	监测值		标准值		评价结果		监测值		标准值		评价结果	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
上拉村	40	35	55	45	达标	达标	41	38	55	45	达标	达标
周家庄	42	37	55	45	达标	达标	43	38	55	45	达标	达标
水帘洞景区	24	20	55	45	达标	达标	22	20	55	45	达标	达标
大庄乡	42	40	55	45	达标	达标	42	38	55	45	达标	达标
陇城镇	45	37	55	45	达标	达标	46	37	55	45	达标	达标
朱家湾村	46	38	55	45	达标	达标	44	37	55	45	达标	达标
纪家庄村	47	39	55	45	达标	达标	48	38	55	45	达标	达标
高年村	47	34	55	45	达标	达标	48	35	55	45	达标	达标
高寨村	46	35	55	45	达标	达标	48	34	55	45	达标	达标
路家爪	55	44	55	45	达标	达标	46	44	55	45	达标	达标
米堡村	58	40	55	45	超标	达标	49	45	55	45	达标	达标
巴山村	35	34	55	45	达标	达标	44	34	55	45	达标	达标
曲子镇	49	44	55	45	达标	达标	46	45	55	45	达标	达标
陈家河	55	29	55	45	达标	达标	34	27	55	45	达标	达标
吊坪村	50	42	55	45	达标	达标	52	44	55	45	达标	达标
清水坪	47	40	55	45	达标	达标	47	44	55	45	达标	达标
芋子坪	41	34	55	45	达标	达标	49	35	55	45	达标	达标
大台村	34	33	55	45	达标	达标	35	33	55	45	达标	达标
上砭沟村	46	36	55	45	达标	达标	51	40	55	45	达标	达标

根据监测成果,输水线路区各监测点昼间等效连续 A 声级在 22~58dB(A)之间,夜间等效连续 A 声级在 20~45dB(A)之间,仅在米堡村昼间超标 3dB(A),其他监测点均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类标准,输水线路区声环境质量状况良好。

4.2.10 末端备用水库环境现状调查

本工程的后续配套工程拟在白龙江引水工程干线末端布置 23 个末端备用水库,用于线路检修及事故期间供水。末端备用水库按照一县一库的原则共设置 23 座,其中新建 18 座,利用已建及规划水库共 5 座。

4.2.10.1 地表水现状评价

对 23 座末端水库进行了现状调查,根据调查,利用已建及规划水库共 5 座现状水质基本满足Ⅲ类目标要求;8 座围封式水库现状基本为农田或未利用地,

现状无水；新建 11 座拦河式水库中，郭家山、乔儿沟和雇塌水库水质现状除总磷有所超标外，其他因子基本满足Ⅲ类目标要求，其余 7 座拦河式水库基本选址在常年无水或季节性河沟中，坝址以上无村庄、工业企业等分布。



曲溪水库



雷口村水库



郭家山水库



汤峪河水库



瓦泉沟水库



崆峒水库



竹林寺水库



车头沟水库



枣林沟水库



凤凰沟水库



什字水库



杨家坳水库



郭塬水库



乔儿沟水库



宋家河水库



小寨水库



孙家寨子水库



和盛塬水库



西坡水库



金佛坪水库



湫沟水库



雇塌水库



红庄水库

图 4.2-36 已建及拟建末端水库现状

表 4.2-107 末端水库情况

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状是否有水	水质现状
1	秦州、麦积	曲溪水库	利用（规划）	7782	拦河式水库	有水	满足Ⅲ类标准（天水曲溪城乡供水工程环境影响评价）
2	武山县	雷口村水库	新建	147	围封式水库	无水	/
3	甘谷县	郭家山水库	新建	575	拦河式水库	少水，季节性河流	/
4	清水县	汤峪河水库	利用（规划）	996	拦河式水库	有水	满足Ⅲ类标准（现状补充监测）
5	张川县	瓦泉沟水库	新建	449	拦河式水库	少水，季节性河流	/
6	崆峒区	崆峒水库	利用（已建）	4700	拦河式水库	有水	满足Ⅲ类标准（甘肃省水环境监测中心数据）
7	庄浪县	竹林寺水库	利用（已建）	577	拦河式水库	有水	满足Ⅲ类标准（甘肃省县级城镇集中式生活饮用水水源地水质状况报告）
8	华亭市	车头沟水库	新建	283	拦河式水库	水少，季节性河流	/
9	崇信县	枣林沟水库	新建	524	拦河式水库	水少，季节性河流	/
10	泾川县	凤凰沟水库	新建	762	拦河式水库	无水	/
11	灵台县	什字水库	新建	92	围封式水库	无水	/
12	西峰区	杨家坳水库	新建	348	围封式水库	无水	/
13	镇原县	郭塬水库	新建	235	围封式水库	无水	/
14	环县	乔儿沟水库	新建	962	拦河式水库	少水，季节性河流	/
15	华池县	宋家河水库	新建	604	拦河式水库	少水，季节性河流	位于鸭儿洼水源地上游，水质较好
16	庆城县	小寨水库	新建	526	拦河式水库	水少，季节性河流	/
17	合水县	孙家寨子水库	新建	126	围封式水库	无水	/

序号	县区	水库名称	新建/利用	总库容 (万 m ³)	水库类型	现状是否有水	水质现状
18	宁县	和盛塬水库	新建	259	围封式水库	无水	/
19	正宁县	西坡水库	新建	75	围封式水库	无水	/
20	吴起县	金佛坪水库	新建	205	拦河式水库	无水	/
21	志丹县	湫沟水库	新建	285	拦河式水库	无水	/
22	安塞县	雇塌水库	新建	242	拦河式水库	有水	满足Ⅲ类标准（马家沟水源地支沟）
23	宝塔区	红庄水库	利用（已建）	953	拦河式水库	有水	总氮超标 0.6 倍（现状补充监测）

现场查勘过程中，对受水区已建围封式水库进行了现场调查。围封式水库与外界的水力联系通道为水库的进水口、出水口及大气降水，运行期水质不受库周污染源影响。因此运行期围封式水库水质状况主要与引水水质、年水体交换次数、蓄水时间及建筑材料等有关。



图 4.2-37 杨家湾水库（天水藉口镇已建围封式水库）

4.2.10.2 土壤现状调查

本次受水区土壤监测共布设 3 土壤质量监测点位，见下表。

表 4.2-108 监测点分布

工程区域	序号	名称	类型	经纬度	附近工程	备注	采样时间
受水区	1	甘谷县宋家庄	耕地	E: 105°09'45.72" N: 34°43'24.97"	天水一干线	占地范围外	2019 年 12 月 23 日~28 日采 样一次
	2	崇信县谷家庄村	耕地	E: 106°59'09.37" N: 35°18'49.66"	崇信分干线	占地范围外	
	3	正宁县东新庄村	耕地	E: 108°26'18.50" N: 35°29'45.62"	正宁分干线	占地范围外	

输水线路区 3 个监测点位，监测因子砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍、六六六总量、滴滴涕总量的标准指数均小于 1，满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)中表 1 和表 2 风险筛选值要求。

3 个监测点位，土壤含盐量最大值为 0.480g/kg，最小值为 0.406g/kg，均值为 0.454g/kg，对应的盐化等级为未盐化。pH 最大值为 8.9，最小值为 8.6，均值为 8.7，为轻度碱化。

具体结果见表 4.2-109、表 4.2-110。

表 4.2-109 监测与评价结果

项目			甘谷县 宋家庄 (2019-12-23)	崇信县 谷家庄村 (2019-12-28)	正宁县 东新庄村 (2019-12-27)
监测因子					
pH	标准值	监测值	8.6	8.7	8.9
	--	标准指数	--	--	--
镉	标准值	监测值(mg/kg)	0.08	0.08	0.07
	0.6	标准指数	0.133	0.133	0.117
汞	标准值	监测值(mg/kg)	0.022	0.019	0.022
	3.4	标准指数	0.006	0.006	0.006
砷	标准值	监测值(mg/kg)	13.6	13.3	11.9
	25	标准指数	0.544	0.532	0.476
铅	标准值	监测值(mg/kg)	18.5	19.0	12.8
	170	标准指数	0.109	0.112	0.075
铬	标准值	监测值(mg/kg)	51	49	48
	250	标准指数	0.204	0.196	0.192
铜	标准值	监测值(mg/kg)	23	24	20
	100	标准指数	0.230	0.240	0.200
锌	标准值	监测值(mg/kg)	75	75	65
	300	标准指数	0.250	0.250	0.217
镍	标准值	监测值(mg/kg)	28	25	25
	190	标准指数	0.147	0.132	0.132
六六六总量	标准值	监测值(mg/kg)	3.89×10 ⁻³	3.93×10 ⁻³	4.31×10 ⁻³
	0.10	标准指数	0.040	0.039	0.043
滴滴涕总量	标准值	监测值(mg/kg)	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³	<4.87×10 ⁻³
	0.10	标准指数	<0.049	<0.049	<0.049

表 4.2-110 土壤盐化、酸化、碱化分级

工程区域	点位	土壤含盐量 (SSC) (g/kg)	盐化分级	土壤 pH	酸化(碱化)强度
受水区	甘谷县宋家庄	0.480	未盐化	8.7	轻度碱化
	崇信县谷家庄村	0.406	未盐化	8.9	轻度碱化
	正宁县东新庄村	0.476	未盐化	8.6	轻度碱化

4.2.11 环境敏感区

白龙江引水工程输水线路区涉及的环境敏感区共有 15 个，分别为：官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库水源地保护区。

4.2.11.1 森林公园

(1) 官鹅沟国家森林公园

1) 地理位置

陇南宕昌官鹅沟国家森林公园是 2003 年由国家林业部批准成立的国家级森林公园（林场发〔2003〕241 号）。2003 年成立时名称为大河坝国家森林公园，于 2006 年由国家林业局更名为陇南宕昌官鹅沟国家森林公园。

陇南宕昌官鹅沟国家森林公园位于甘肃省宕昌县城郊，地处青藏高原东部边缘与秦岭、岷山两大山系支脉的交错地带，公园毗邻中国革命历史文化名镇哈达铺，衔接世界文化遗产九寨沟风景名胜区。公园总面积为 41996.10 hm²。其地理坐标位于东经 104°01′~104°27′，北纬 33°51′~34°08′之间。

2) 主要景区

陇南宕昌官鹅沟国家森林公园包括大河坝沟、马圈沟、官鹅沟、缸沟、八峡沟、大庙滩等六大景区。区内主要景点有庙滩（张爷祠）、佛光满洞、通天门、尖山、幽谷洞天、峡中卧虎、罗汉峰、龙洞流泉、石壁泻珠、瀑布云烟、虎口瀑、水帘瀑、五瀑峡、猿人壁、九天飞瀑、珍珠落九天、青天一线、小路峡、莲花峰、梯子崖、金刚峰、五指峰、枕头峰、望郎峰、老人峰、雪山雾罩、山盘冰柱、石出积宝、三界峰、群峰迭嶂、紫槽潭、大湾杜鹃、森林浴场等 33 处。

3) 生物资源

陇南官鹅沟国家森林公园内，分布有云杉、紫果云杉、秦岭冷杉、油松、波氏落叶松、华山松、桧柏、栎类、桦木、白杨等乔木和牡丹、五角枫、芍药、野

丁香、黄杨、虞美人、马兰花、杜鹃等灌木，分布着刺五加、冬虫夏草、黄连、半夏、贝母、细辛、大黄等 100 多种药用植物；栖息着豹、林麝、斑尾榛鸡等 3 种国家一级保护动物，毛冠鹿、黑熊、蓝马鸡、豹猫、石貂、红腹角雉等 23 种国家二级保护动物。

4) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越官鹅沟国家森林公园，总干线 DZ1#隧洞 DZ11+024~DZ14+824 段穿越森林公园，穿越长度为 3.8km，全部位于大庙滩景区。穿越森林公园的隧洞洞径 5.10m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，隧洞高程 1698m，穿越区地表高程平均 3400m，最低高程 3310m，隧洞最小埋深 1612m，施工方式为 TBM。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 1#洞口约 9.0km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

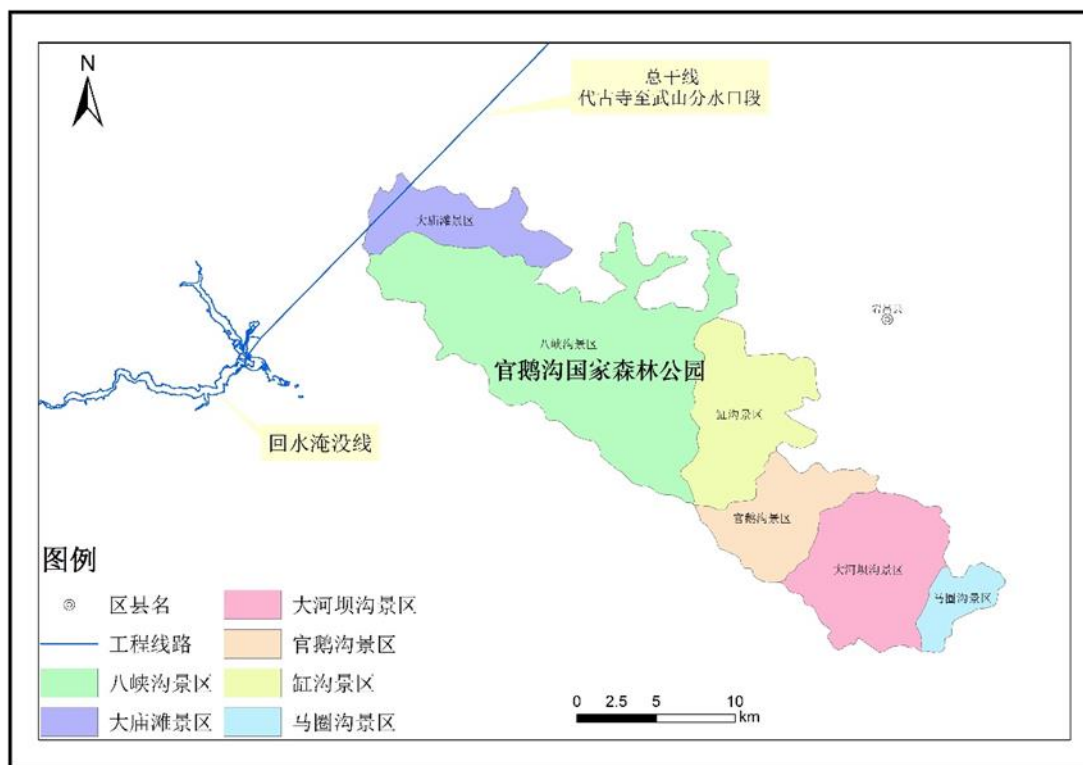


图 4.2-38 工程与官鹅沟国家森林公园位置关系图

(2) 庄浪县云崖寺国家森林公园

1) 地理位置

云崖寺国家森林公园是 1992 年由国家林业局批准成立的国家级森林公园（林造批字〔1992〕200 号）。森林公园位于甘肃庄浪县东部，陇山山脉西麓，关山深处。西距县城 25km，交通便利。地理位置为东经 $103^{\circ}39' \sim 104^{\circ}01'$ ，北纬 $34^{\circ}03' \sim 34^{\circ}17'$ 。总面积 14891hm^2 。

2) 主要景区

云崖寺国家森林公园现有八寺、三洞、一湾、一潭。八寺为云崖寺、大寺、红崖寺、竹林寺、西寺、乔阳寺、金瓦寺、佛沟寺；三洞为三教洞、罗汉洞、千佛洞；一湾为殿湾；一潭为滴水潭。

云崖寺森林公园以山崖悬空如云而得名，以北魏石窟群而闻名。云崖寺开创于北魏，后经北周、金、元、明、清历代扩建，是古丝绸之路的驿站。云崖寺公园山色秀美，奇峰高突、密林遍布、小溪清幽、窟龕星布、雀舞莺啼、处处飞红流翠，满目怪石林立。

3) 生物资源

森林公园主要树种有华山松、油松、落叶松、红桦、白桦、山杨、青冈、梅树等。主要动物有金钱豹、林麝、红腹锦鸡等国家重点保护野生动物。

4) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越云崖寺国家森林公园，总干线六盘山山段 ZQ2#隧洞 ZQ22+964~ZQ33+334 段穿越森林公园，穿越长度共 10.37km，其中生态保育区 4.9km、一般游憩区 5.47km。穿越森林公园的隧洞洞径 4.60m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1655m，穿越区地表高程平均 2530m，最低高程 2500m，隧洞最小埋深 845m。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 6#洞口约 3.7km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

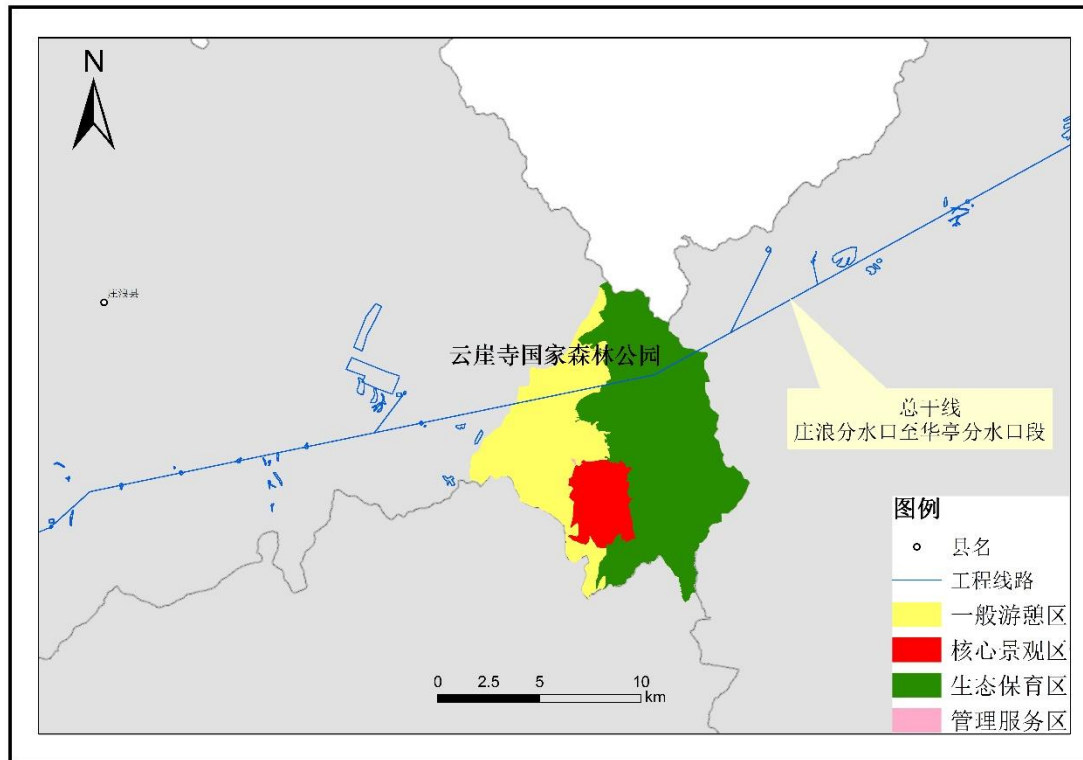


图 4.2-39 工程与云崖寺国家森林公园位置关系图

(3) 腊子口国家森林公园

已在 4.1.10.2 节论述，不再赘述。

(4) 榜沙河省级森林公园

1) 地理位置

榜沙河省级森林公园，位于甘肃省定西市漳县东南部，秦岭山脉西端，渭河上游一级支流龙川河南岸，隶属甘肃省小陇山林业实验局黑虎林场，距漳县县城 58km。北临漳县新寺镇，南连岷县，东接武山，西与漳县东泉乡相邻，地理坐标东经 104°22'~104°45'，北纬 34°40'36"~34°51'36"之间，总面积为 8785.7hm²。地势南高北低，海拔最高处 3160m，最低处 1720m，森林覆盖率 50.3%。

2) 主要景区

榜沙河省级森林公园共分为五个景区：1、急流飞泄而下，势如雪涌，飞雪如银的南谷景区；2、集“华山之险、峨眉之秀、黄山之奇”于一身的十里逍遥景区；3、地势大开大合，山重水复，变幻无穷的龙潭景区；4、以潏洄飞瀑泄玉，深潭蕴翠的水体景观为主的和尚崖景区；5、山峰绵延起伏，层峦叠翠，形如蜂斗，气势磅礴的蜂斗山景区。

3) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越榜沙河省级森林公园，总干线 DZ1#隧洞 DZ79+530~DZ80+500 段穿越森林公园，穿越长度为 0.97km，位于生态保育区。穿越森林公园的隧洞洞径 5.10m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，隧洞高程 1695m，穿越区地表高程平均 2620m，最低高程 2600m，隧洞最小埋深 905m。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 5#洞口约 5.0km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

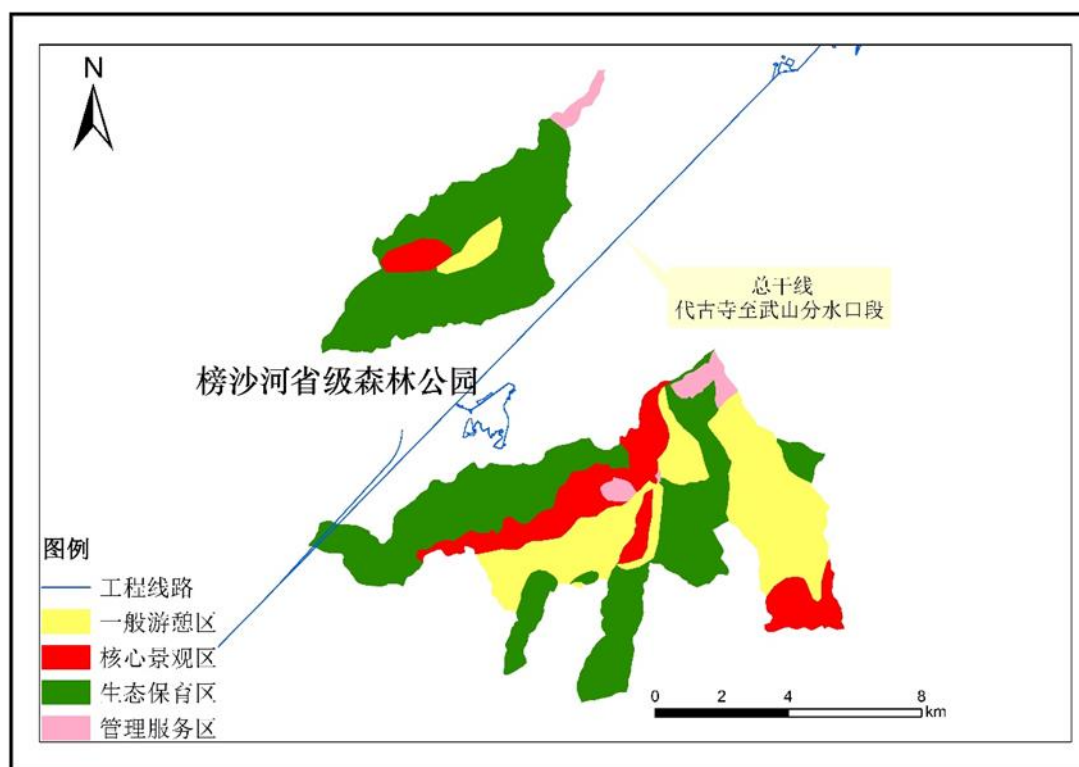


图 4.2-40 工程与榜沙河省级森林公园位置关系图

(5) 崇信五龙山省级森林公园

1) 地理位置

五龙山森林公园是 1993 年 3 月甘肃省林业厅以甘林造字〔1993〕094 号文批准建立的省级森林公园，总面积 11431.66hm²（17.15 万亩），由龙泉寺森林景观区和唐帽山森林景观及其周边的零星林地组成。

唐帽山森林景观区位于崇信县铜城乡古峡口及其南部的林地范围内，主要包括五龙山主峰、唐帽山等区域，最近处距县城仅 15km，最远处距离县城约 35km。

2) 森林公园范围

森林公园范围包括：龙泉寺片区、五龙山-唐帽山片区及其周边的森林景观区域。

3) 森林公园主要景区及功能分区

五龙山公园由五龙山、唐帽山、龙泉寺三大景区组成，主要景点有：蛤蟆潭、太白庙、药王洞、挠旗山、点将台、击鼓山等。唐帽山景区主要景点有：总督庙、马跑泉、上马石、下马石、观日出台、千年古槐等。泉寺景区主要景点有：情雨楼、大佛殿、三霄殿等。

根据森林公园的现状和景观资源分布特点，结合公园性质与功能区划原则，将公园区划为：核心景观区、一般游憩区、管理服务区、生态保育区四大功能区。

①核心景观区——龙泉寺景区

龙泉寺景管区即龙泉寺风景名胜区所在区域，位于崇信县城以北，距县城约1km，北靠风山至塬玉皇阁，南到汭河北岸与县城相望，东西分别与散花沟和水担沟相连，规划面积为47.40hm²。

②一般游憩区

五龙山森林公园适宜建设为一般游憩区的区域主要有：五龙山景区、大槐树景区和唐帽山景区。

③管理服务区——游客中心及各景区游客服务站

由于森林公园面积较大，设立一处游客中心不能实现有效的旅游服务功能，因此，规划在崇信县成设立1处森林公园游客中心外，并在五龙山景区唐营、东入口；大槐树景区大槐树村；唐帽山景区新窑镇设立游客服务站，作为森林公园管理体系中的二级管理机构，为游客提供便捷服务。

④生态保育区

森林公园外围地带林地分散，林农交错，生态环境承载力较弱，为确保森林公园的可持续发展和景观的完整性，把核心景观区、一般游憩区和管理服务区以外区域设为生态保育区。该区域不仅具有涵养水源、保持水土等生态功能，又是森林公园可持续发展的重要保障，在规划期内以生态修复保护为主，基本不进行开发建设、不对游客开放。

4) 生物资源

境内动植物资源丰富，但天然林稀少，人工林占绝对优势。针叶林以油松、侧柏、落叶松为主；阔叶树有栎类、刺槐、毛白杨、国槐、新疆杨、臭椿、山杏、柳、榆、苹果、枣、梨、漆树、柿子、核桃等；灌木以酸枣、文冠果、狼牙刺、沙棘、葱皮忍冬、黄刺玫、樱桃、栒子、胡颓子、刺五加、枸杞、杠柳、甘肃山楂、野丁香等为主；草本植物以心叶淫羊藿、铁杆蒿、披碱草、冰草、狗尾草、荠菜、田旋花、山丹花、白蒿、茵陈蒿、野豌豆、白莲蒿、牛蒡子、二裂叶委陵菜、黄花苜蓿、大火草、地八角、长芒草、二色补血草等为主。

公园范围内有野生动物 44 种，隶属 21 目 35 科。其中哺乳类 5 目 7 科 9 种，鸟类 10 目 22 科 28 种，爬行类 1 目 1 科 1 种，两栖类 1 目 2 科 3 种。国家二级重点保护动物红隼、大鸛和纵纹腹小鸛 3 种，列入《国家保护的有益的或者重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的陆生野生动物有苍鹭、绿头鸭、赤麻鸭、大斑啄木鸟、家燕、红尾伯劳、灰喜鹊、喜鹊等 8 种。

5) 工程与森林公园位置关系

本次平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越五龙山省级森林公园一般游憩区，隧洞长度为 1600m，埋管长度约 500m，穿越长度共 2100m。穿越区隧洞洞径 3.0×3.5m，施工方式为钻爆法，采用人工手持式风钻钻孔，装药爆破，ZWY-60L 履带式扒渣机装 3t 井下自卸车出渣，洞外由 1m³ 液压反铲挖掘机装 8t 自卸汽车运输，开挖料运至临时堆料场。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1530m，埋深约 100m。森林公园内无施工支洞。埋管工程为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1.2m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m³ 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填，就近堆放。森林公园内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

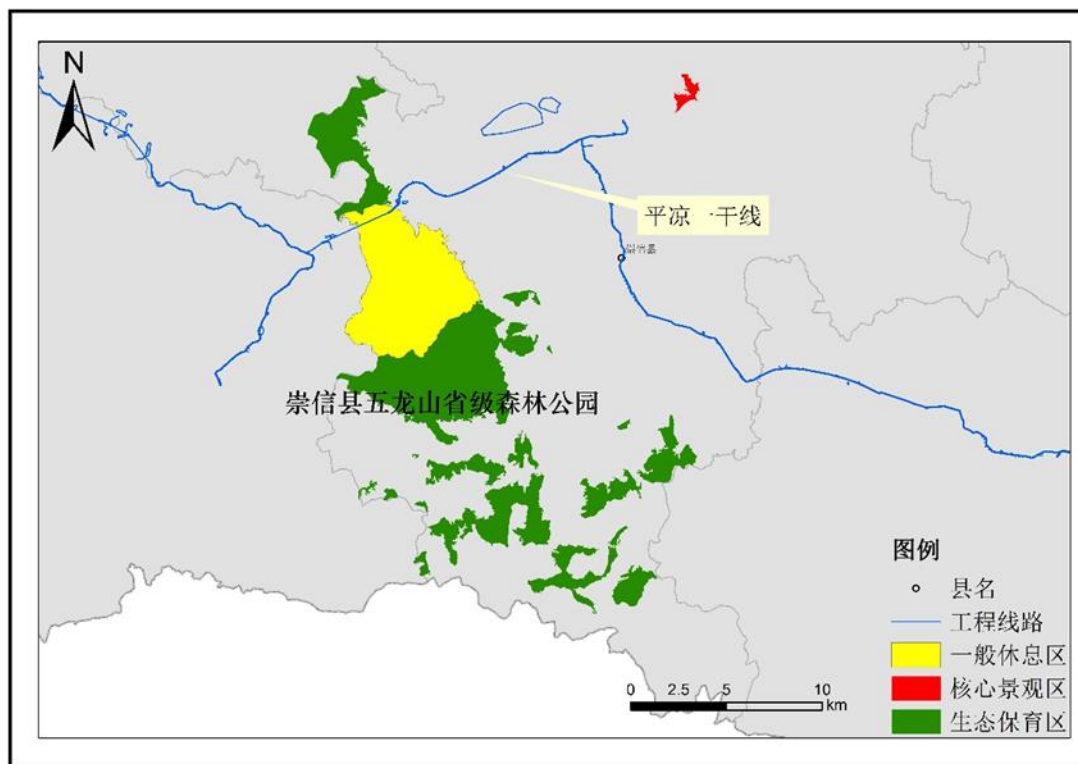


图 4.2-41 工程与崇信县五龙山省级森林公园位置关系图

(6) 吴起省级退耕还林森林公园

1) 地理位置

2007 年陕西省林业厅以陕林字〔2007〕660 号文批准成立吴起县退耕还林森林公园，森林公园位于延安市吴起县，北起陈渠村，南至郝沟门村，沿北洛河河谷川道，南北长约 20km，东西宽 4.5km，总面积 9917hm²，是全国首个退耕还林森林公园。公园内森林覆盖率为 51.3%，园内林地总面积 5090hm²，其中次生林面积为 1008hm²，人工林面积为 3982hm²。

2) 主体分区

公园按功能分为核心管理区、生态保育区、管理服务区、一般游憩区等 4 个功能区，其中核心管理区 36hm²，占公园总面积的 0.4%，生态保育区 321hm²，占公园总面积的 3.3%，管理服务区 71hm²，占公园总面积的 0.7%，一般游憩区 9472hm²，占公园总面积的 95.6%。

3) 工程与森林公园位置关系

本工程延安干线吴起段穿越森林公园一般游憩区 6.0km，其中隧洞下穿 2.185km，埋管穿越 3.815km。其中隧洞为马蹄形无压隧洞，B×H=2.5 m×2.5m，

施工方式为钻爆法；隧洞高程 1322m，最小埋深 26m；埋管均为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m³ 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填就近堆放，在生产区钢管加工厂制管，运至施工现场后。森林公园内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

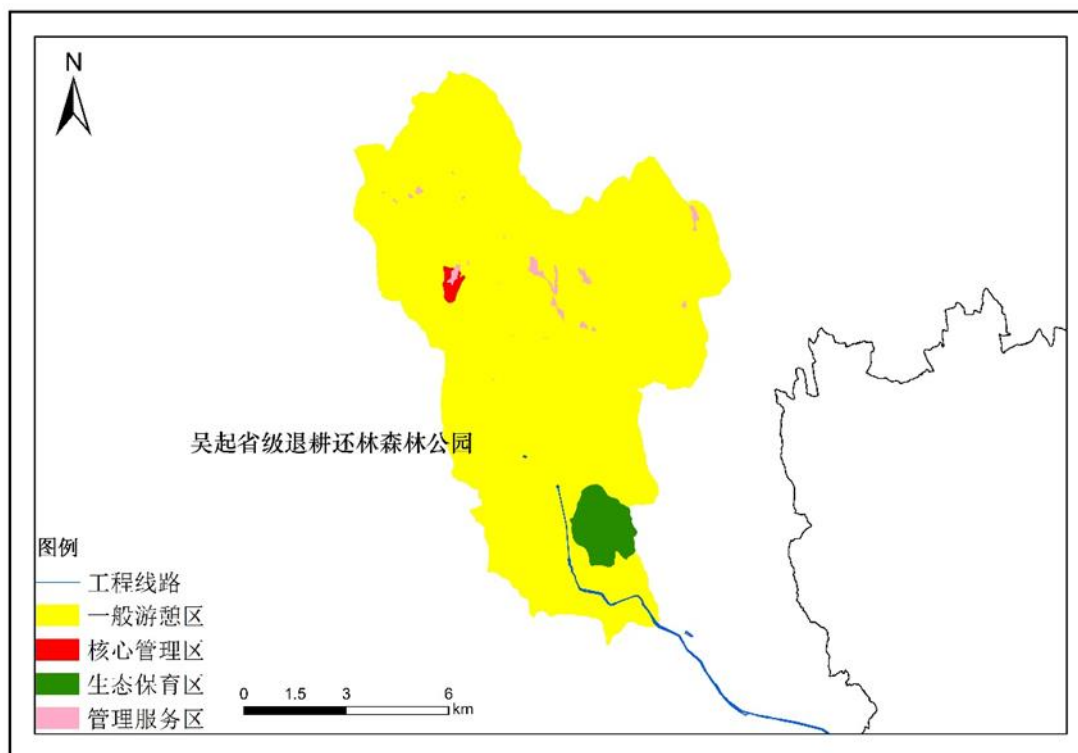


图 4.2-42 工程与吴起省级退耕还林森林公园位置关系图

4.2.11.2 风景名胜区

(1) 庄浪云崖寺省级风景名胜区

1) 地理位置及范围

云崖寺省级风景名胜区位于庄浪县东部，距县城 28km，在韩店镇、郑河乡境内。东与关山林管局马峡林场毗邻，南至天水市张家川，西邻庄浪县韩店镇与郑河乡，北接通边林场与桃木山林场的交界处。地理坐标介于：东经 106°13'26"~106°24'5"、北纬 35°6'59"~35°20'6"，总面积 14891hm²，按用地规模属于大型风景区。风景名胜区核心景区面积为 1307.42 hm²，占风景区总面积的 8.78%。包括以下几个部分：一是位于朝那湫片区的水域景观区域，面积 170.6hm²，四至坐标为东经 106°17'56"~106°19'3"、北纬 35°15'26"~35°16'41"；二是位于云崖

寺片区的石窟景观区域和峰林景观区域及竹林寺水库水源保护区域，面积 1136.82 hm²，四至坐标为东经 106°17'44"~106°20'5"，北纬 35°7'28"~35°10'49"。

2) 风景资源

风景名胜区的景观主要包括自然景观和人文景观，自然景观主要包括：朝那湫景观区、秋千架景观区、仙人头景观区和试斧山景观区等；人文景观主要包括：云崖寺景观、竹林寺石窟景观、大寺景观。

3) 资源分级

风景区划分为 3 个层级，即一级保护区、二级保护区、三级保护区，其中一级保护区为风景区核心景区。

①一级保护区（核心景区-严格禁止建设范围）

主要以保护风景名胜区内森林植被、石窟遗迹等典型景观资源为核心，加强对风景名胜区内核心资源的保护。规划将风景名胜区内资源价值较高、资源集中的区域划定为一级保护区,包括功能分区的特别保存区和风景游览区的一部分。主要包括云崖寺片区的石窟景观区域和峰林景观区域、朝那湫片区的水域景观区域 100~300m 视域范围,竹林寺水库坝址以上库区水域至上游 1km 处,下游 100m 处,及其两侧各 100~200m 的范围,以保护石窟、峰林峰丛、水体为主,一级保护区面积 1037.42hm², 占风景区总面积的 8.78%。

②二级保护区（严格限制建设范围）

二级保护区是风景资源较少,但有一定生态价值的区域。作为一级保护区周边的协调保护与缓冲区域,二级保护区可通过改善游览条件和生态环境,提高其价值。本次规划二级保护区包括部分风景恢复区、部分风景游览区和旅游服务区,自然植被比较好的地带、天然林外围的缓冲带、山地涵养林以及景观资源评价中确定的三、四级景源和其视域范围所构成的区域,规划面积 4563.59 hm², 占风景区总面积的 30.65%。

二级保护区应恢复生态与景观环境,限制各类建设和人为活动,可安排直接为风景游赏服务的相关设施,严格限制居民点的加建和扩建,严格限制游览性交通以外的机动交通工具进入本区。

③三级保护区（限制建设范围）

规划将风景名胜区内一级保护区和二级保护区之外的区域，风景名胜区重要的环境背景区划定为三级保护区，主要涵盖发展控制区和部分旅游服务区和部分风景恢复区。规划面积 9020.08 hm²，占风景区总面积的 60.57%。

三级保护区内可维持原有土地利用方式与形态，加强对区内耕地和植被的保护，并根据不同区域的主导功能合理安排旅游服务设施和相关建设。区内建设应控制建设功能、建设规模、建筑高度和形式等，与风景环境相协调。

4) 生物资源

森林公园主要树种有华山松、油松、落叶松、红桦、白桦、山杨、青冈、梅树等。主要动物有豹、林麝、红腹锦鸡等国家重点保护野生动物。

5) 工程与风景名胜区位置关系

输水总干线以隧洞形式穿越云崖寺风景名胜区，总干线 ZQ2#隧洞中的 ZQ22+964~ZQ33+334 段穿越森林公园，穿越长度为 10.37km，位于三级保护区，距离核心景区较远。穿越隧洞洞径 4.60m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该风景名胜区内隧洞高程 1655m，穿越区地表高程平均 2530m，最低高程 2500m，隧洞最小埋深 845m。风景名胜区内无施工支洞，距离最近的施工支洞 6#洞口约 3.7km。

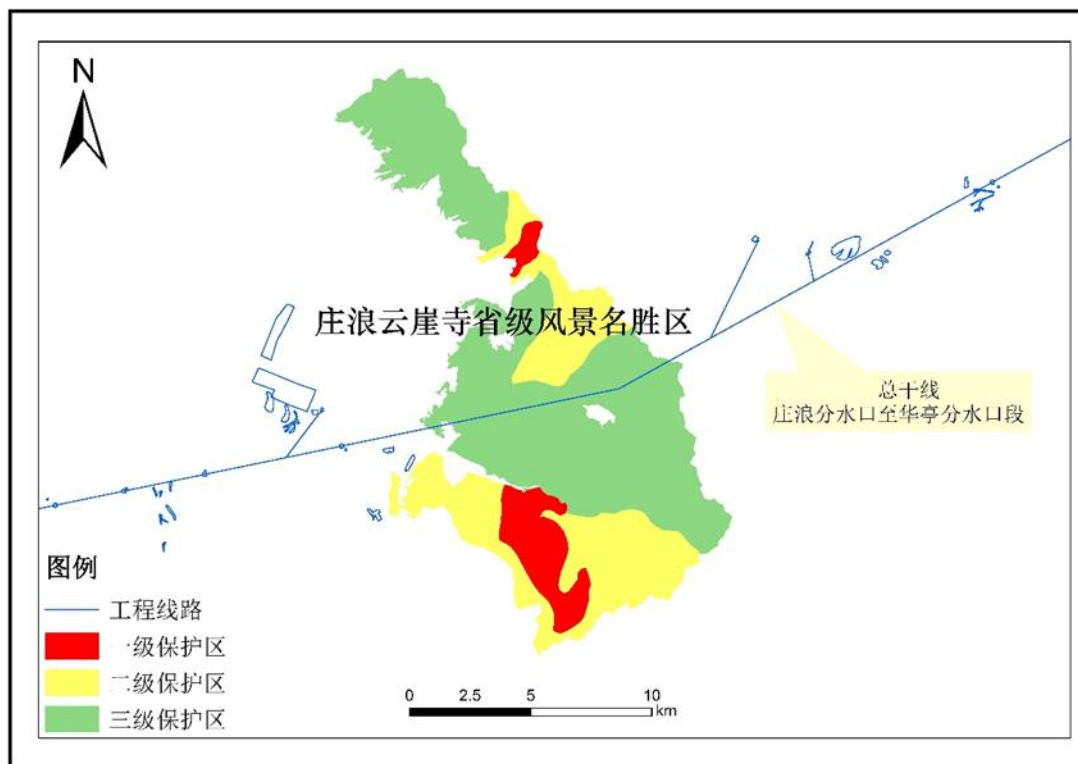


图 4.2-43 工程与云崖寺风景名胜区的位置关系图

(2) 崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区

1) 地理位置及范围

崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区（以下简称“风景名胜区”）位于甘肃省平凉市崇信县中西部，地理坐标介于：北纬 $35^{\circ}10'36''\sim 35^{\circ}19'18''$ ，东经 $106^{\circ}50'05''\sim 107^{\circ}02'17''$ ，总面积 5540.40hm^2 ，按用地规模属于中型风景区。包括龙泉寺片区、五龙山片区两个片区。

风景名胜区核心景区面积为 51.33hm^2 ，占风景名胜区总面积的 0.93% ，包括以下几个部分：一是位于龙泉寺片区齐家文化遗址区域，面积 0.06hm^2 ，四至坐标为东经 $107^{\circ}01'36''\sim 107^{\circ}02'17''$ 、北纬 $35^{\circ}18'55''\sim 35^{\circ}18'56''$ 。二是位于五龙山片区的五龙山景区峰林景观区域，面积 51.27hm^2 ，四至坐标为东经 $106^{\circ}50'53''\sim 106^{\circ}51'34''$ ，北纬 $35^{\circ}15'18''\sim 35^{\circ}16'01''$ 。

风景资源以泉群瀑布、森林植被、奇峰幽谷为主要特征，融历史文化、传统文化、民俗文化于一体，具有观光揽胜、休闲度假、文化体验等功能的省级风景名胜区。

风景名胜区的景观主要包括自然景观和人文景观，自然景观主要包括芮谷烟霞、高原秋风、贯珠泉、洗眼泉、湫池霖雨、灵沼鱼化、瀑珠听雨和古柏龙蟠。人文景观主要包括：慧芳亭、晴雨楼、山门、虎门、大佛殿、三霄殿、玉皇阁和齐家文化遗址。

2) 资源分级

将风景名胜区划分为 3 个层级，即一级保护区、二级保护区、三级保护区，其中一级保护区为风景名胜区核心景区。保护区范围主要参照不同等级景观单元的空间分布划定。

①一级保护区（核心景区-严格禁止建设范围）

主要以保护风景名胜区内森林植被、瀑布泉眼等典型景观资源为核心，加强对风景名胜区内核心资源的保护。规划将风景名胜区内资源价值较高、资源集中的区域划定为一級保护区，包括功能分区的特别保存区和风景游览区的一部分。主要包括龙泉寺景区齐家文化遗址区域、五龙山景区峰林景观区域两侧各 100~300m 视域范围，以保护峰林峰丛、泉水为主，一级保护区面积 51.27 hm²，占风景名胜区总面积的 0.93%。

②二级保护区（严格限制建设范围）

二级保护区是风景资源较少，但有一定生态价值的区域。作为一级保护区周边的协调保护与缓冲区域，二级保护区可通过改善游览条件和生态环境，提高其价值。本次规划二级保护区包括部分风景恢复区和部分风景游览区，自然植被比较好的地带、天然林外围的缓冲带、山地涵养林以及景观资源评价中确定的三、四级景源和其视域范围所构成的区域，面积 183.58 hm²，占风景名胜区总面积的 3.31%。二级保护区应恢复生态与景观环境，限制各类建设和人为活动，可安排直接为风景游赏服务的相关设施，严格限制居民点的加建和扩建，严格限制游览性交通以外的机动交通工具进入本区。

③三级保护区（限制建设范围）

规划将风景名胜区内一级保护区和二级保护区之外的区域，风景名胜区重要的环境背景区划定为三级保护区，主要涵盖发展控制区和旅游服务区以及部分风景恢复区，面积 5305.49 hm²，占风景名胜区总面积的 95.76%。三级保护区内可

维持原有土地利用方式与形态，加强对区内耕地和植被的保护，并根据不同区域的主导功能合理安排旅游服务设施和相关建设。区内建设应控制建设功能、建设规模、建筑高度和形式等，与风景环境相协调。

3) 工程与风景名胜区位置关系

平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越，隧洞长度为 1600m，埋管长度约 500m，穿越长度共 2100m，均位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 3.0×3.5m，施工方式为钻爆法，采用人工手持式风钻钻孔，装药爆破，ZWY-60L 履带式扒渣机装 3t 井下自卸车出渣，洞外由 1m³ 液压反铲挖掘机装 8t 自卸汽车运输，开挖料运至临时堆料场。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1530m，埋深约 100m。森林公园内无施工支洞。埋管工程为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1.2m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m³ 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填，就近堆放。风景名胜区内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

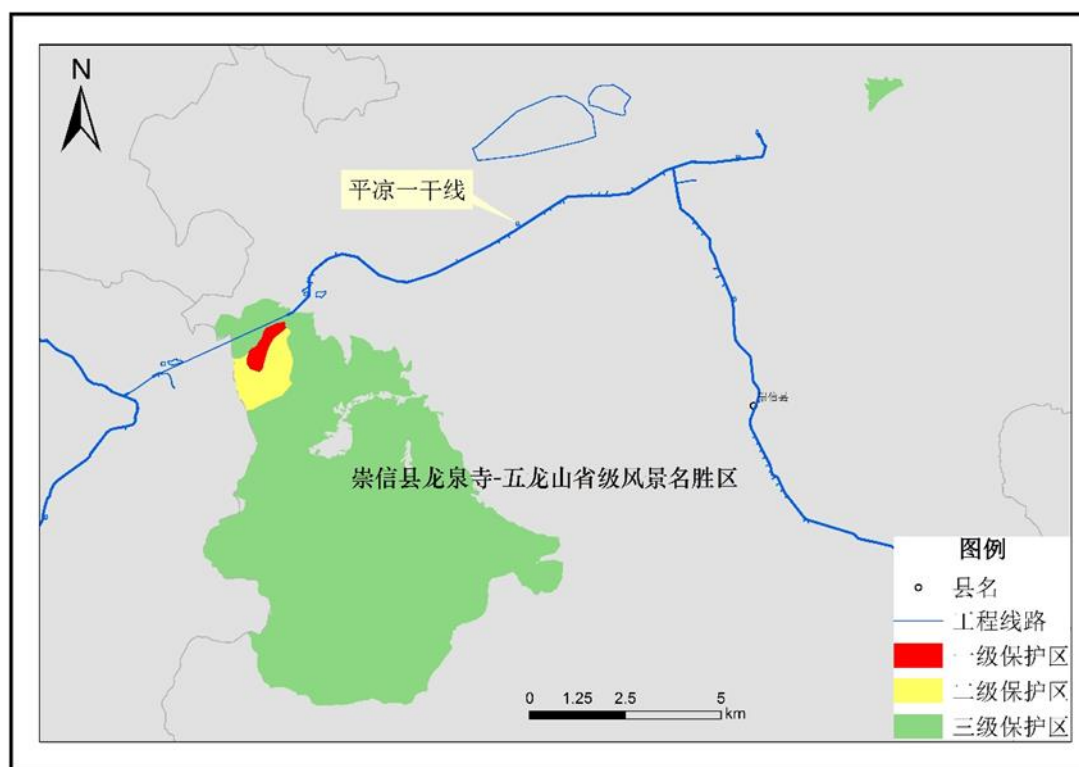


图 4.2-44 工程与龙泉寺-五龙山省级风景名胜区的位置关系图

4.2.11.3 地质公园

(1) 庄浪云崖寺省级地质公园

1) 地质公园概况

庄浪县云崖寺丹霞地貌省级地质公园位于庄浪县韩店乡东南部，六盘山（关山）西麓，距离庄浪县城 28km。园区由陈家洞丹霞峡谷、关山天池朝那湫和云崖丹霞地貌群三个园区组成。园区地貌分为丘陵状丹霞地貌区、山岭状丹霞地貌区和黄土覆盖丘陵状丹霞地貌区三大类。园区内有朱林寺、大寺、西寺、乔阳寺、金瓦寺、佛沟寺、三清洞、罗汉洞、殿湾等寺洞组成的石窟群。整个园区东西宽 13.75km，南北长 32.25km，园区规划总面积 63.1km²。

2) 工程与地质公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越庄浪云崖寺省级地质公园，总干线 ZQ2#隧洞 ZQ26+690~ZQ26+900 段穿越地质公园，穿越长度为 0.21km，位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 4.60m，施工方式 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该地质公园内隧洞高程 1655m，穿越区地表高程平均 2530m，最低高程 2530m，隧洞最小埋深 875m。地质公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 6#洞口约 7.46km。地质公园内无弃渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

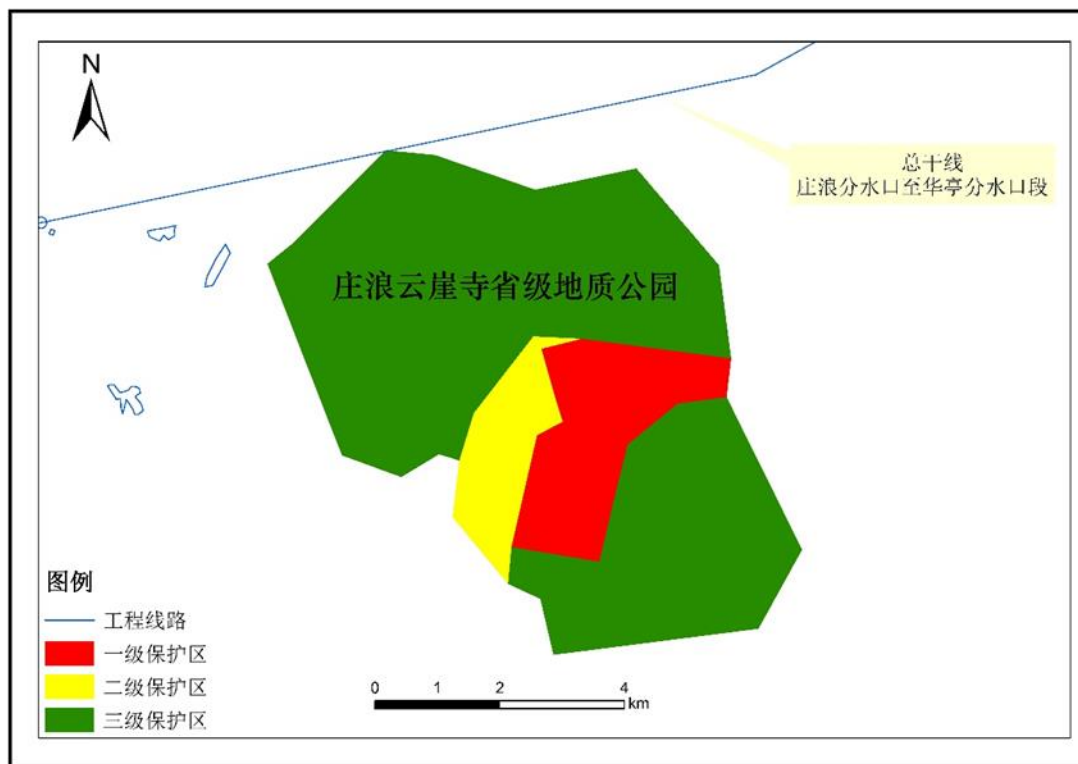


图 4.2-45 工程与庄浪云崖寺省级地质公园位置关系图

(2) 武山县水帘洞省级地质公园

1) 地质公园概况

武山水帘洞旅游区距县城东北约 25km，规划总面积 15 km²。该景区所处的鲁班峡，旧称木林峡，属第三纪造山运动中形成的红砂岩丹霞地貌，是全国第二大丹霞地貌景区，整个景区近 50 km²。2001 年公布为第五批全国重点文物保护单位，2005 年评为国家 AAA 级旅游区，2007 年水帘洞拉梢寺被列入丝绸之路联合申遗备选点，2012 年被评为省级地质公园。石窟群始建于十六国后秦，经北魏、北周、隋、唐、五代至宋、元、明、清各代增建和重修，形成七寺五台，现存有水帘洞、拉梢寺、千佛洞、显圣池四个单元。

2) 工程与地质公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越水帘洞省级地质公园，总干线 DZ4#隧洞 DZ130+973~DZ131+797 段穿越地质公园，穿越长度为 0.86km，位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 5.1m，施工方式为 TBM。由工程剖面设计图可知，该地质公园内隧洞高程 1580m，穿越区地表高程平均 2350m，最低高程 2200m，隧洞最

小埋深 620m。地质公园内无施工支洞，距离 5#施工支洞洞口约 3.0km。地质公园内无弃渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

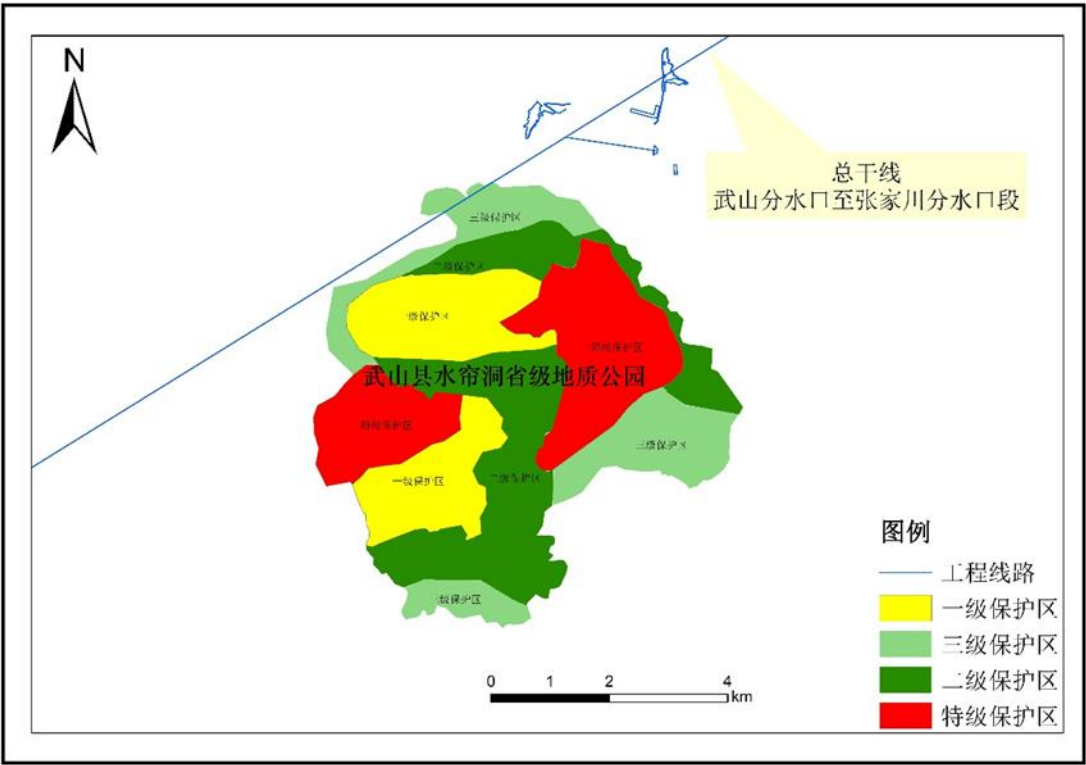


图 4.2-46 工程与武山县水帘洞省级地质公园位置关系图

4.2.11.4 重要湿地

(1) 陕西北洛河湿地

1) 湿地概况

根据陕西省人民政府关于公布陕西省重要湿地名录的通告（陕政发〔2008〕34 号），陕西省北洛河重要湿地保护范围为：从定边县白于山郝庄梁到大荔县沙苑沿北洛河至北洛河与渭河交汇处。包括北洛河河道、河滩、泛洪区及河道两岸 1km 范围内的人工湿地，行政区划涉及榆林、延安和渭南 3 市。

各类湿地面积见下表。

表 4.2-111 北洛河重要湿地类型及面积统计表

类别	分类标准	面积 (km ²)	百分比 (%)
河流湿地	指天然形成的河流常年水位以下的土地。	31.2	40.26
滩地湿地	指河、湖水域平水期与洪水期水位之间的土地。	27.5	35.49
库塘湿地	指人工修建的蓄水区常年水位以下的土地、鱼塘等。	14.28	18.43

类别	分类标准	面积 (km ²)	百分比 (%)
沼泽草甸湿地	指地势平坦低洼，排水不畅，长期潮湿、季节性积水或常年积水，表层生长湿生植物的土地。	4.51	5.82
合计		77.49	100.00

2) 工程与湿地位置关系

本工程的延安干线跨越北洛河湿地，吴起分干线布置于北洛河两侧阶地，基本呈直线布置，伴行志吴公路，并 15 次穿越北洛河，穿越长度约 2.7km。吴起分干线全线的主要工程形式为压力管道，延安干线穿越北洛河也采用压力管道形式。

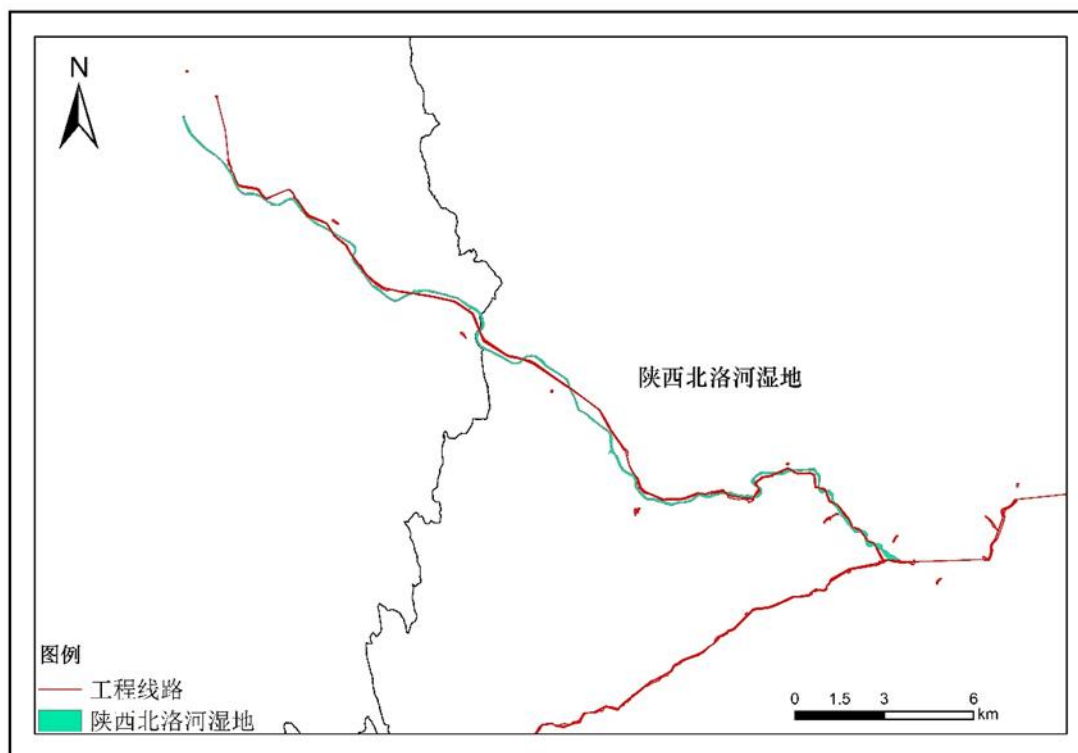


图 4.2-47 工程与陕西北洛河湿地位置关系图

4.2.11.5 饮用水水源保护区

(1) 武山县饮用水水源保护区

1) 饮用水水源保护区概况

武山县饮用水水源地位于武山县城西郊的城关镇清池村，地理坐标为东经 104°51′，北纬 34°44′，为地下水供给水源，设计供水能力 1.2 万 m³/d。

根据《甘肃省人民政府关于天水市武山县等五县城区生活饮用水水源保护区范围的批复》（甘政函〔2012〕158号），武山县饮用水水源保护区划分为一级保护区、二级保护区和准保护区，总面积为 10.12km²。

一级保护区：西起贺家店东，东至清池峪村东南边，北起渭河南岸Ⅱ级阶地前缘，南至清池峪村与铁路交汇处，面积 1.28 km²。

二级保护区：西起车家岸村东头，东至毛纺厂西北边，南、北以渭河Ⅱ级阶地后缘自然山脚线为界（一级保护区除外），面积 7.28 km²。

准保护区 2 处（渭河上游准保护区和山丹河上游准保护区），面积 1.56 km²。渭河上游准保护区范围为：北边界线由二级保护区西边界至渭河上游 2000m 处（车家川村北约 200m），南与水源地二级保护区相接，东西至渭河河堤，面积 1.13 km²。山丹河上游准保护区范围为：南边界线由二级保护区南边界至山丹河上游 2000m 处（魏家沟村），北与水源地二级保护区边界相接，东西至山丹河河堤，面积 0.43 km²。

2) 工程与饮用水水源保护区位置关系

根据工程布置，天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区渭河上游准保护区（桩号范围 TS02+020～TS03+715）和二级保护区（桩号范围 TS03+715～TS06+780 和 TS07+276～TS09+848），穿越渭河上游准保护区 1695m、二级保护区 5637m，总计穿越长度为 7332m。穿越线路工程内容主要为有压埋管。天水一干线从一级保护区东北侧穿越，距离一级保护区边界最近约 400m，距离最近的取水井为 07#，距离为 700m。

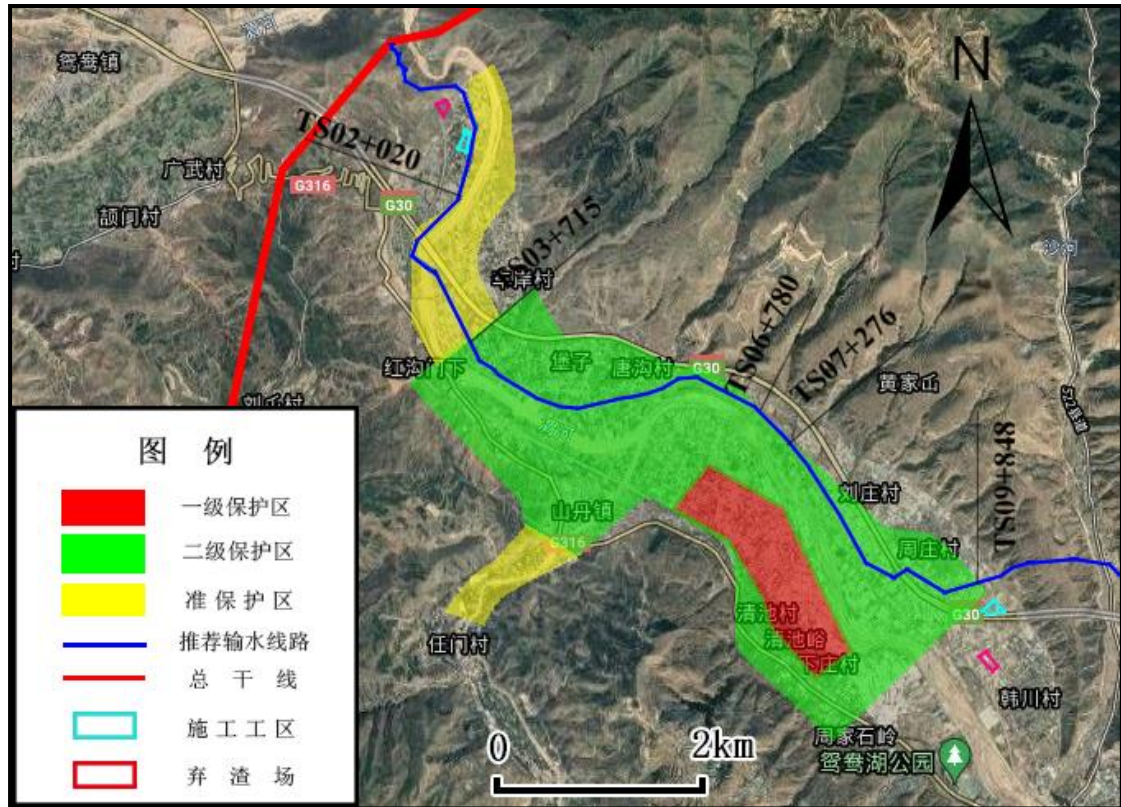


图 4.2-48 工程与武山县饮用水水源保护区位置关系图

(2) 西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区

1) 饮用水水源保护区概况

巴家咀水库目前是庆阳城区的主要供水水源，水库位于蒲河中游，距庆阳市城区 19km。巴家咀水库于 1962 年 7 月建成，历经多次加固加高，目前坝高达到 75.6m，属大（二）型水利枢纽，总库容为 5.11 亿 m^3 ，兴利库容 0.054 亿 m^3 。

根据《甘肃省人民政府关于对庆阳市城市饮用水水源保护区划分调整的批复》（甘政函〔2010〕100 号），西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区总面积 368.21 km^2 ，其中，一级保护区为巴家咀水库水域及水库周围 1km 的陆域，面积为 26.55 km^2 ；二级保护区为一级保护区外围至蒲河、黑河上游 10km 的河谷及其两侧 2km 的陆域，面积为 158.53 km^2 ；准保护区为蒲河河段二级保护区外围至金岔 20km 的河谷及两侧各 2km 的陆域，黑河河段二级保护区外围至太白梁 12km 的河谷及两侧各 2km 的陆域，面积为 183.13 km^2 。

2) 工程与饮用水水源保护区位置关系

本项目总干线以倒虹吸埋管方式穿越巴家咀水源地准保护区 15.175km，庆阳一干线以埋管方式穿越二级保护区 13.27km、准保护区 3.06km。

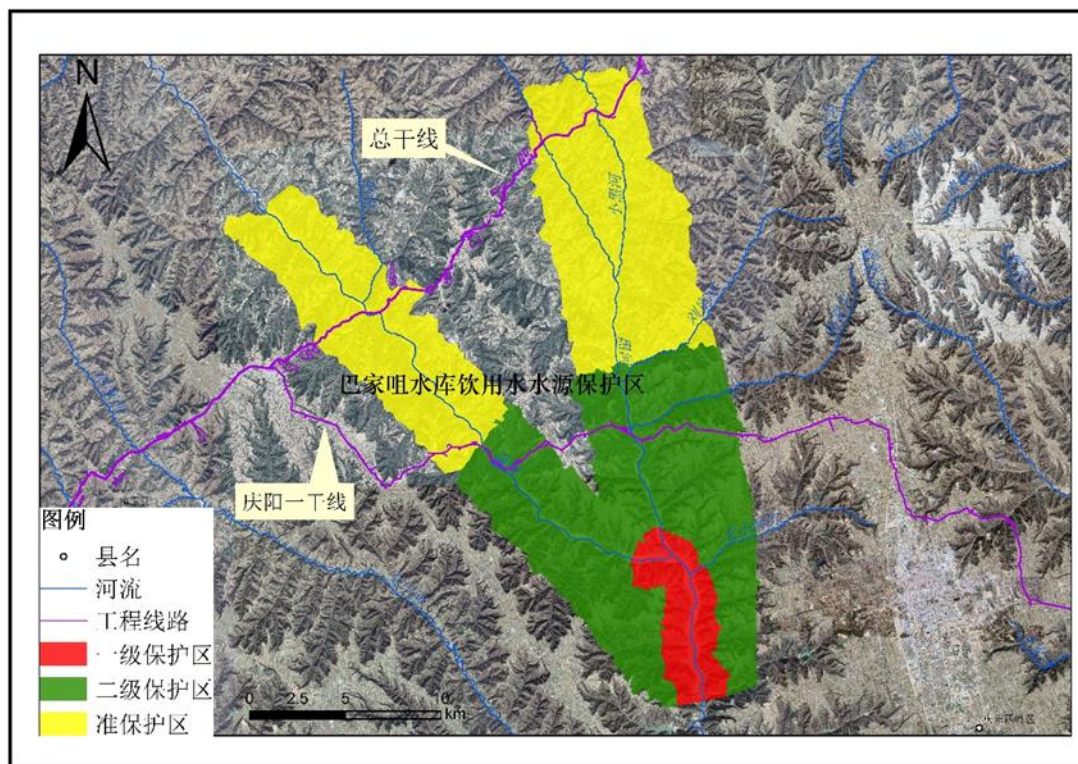


图 4.2-49 工程与西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区位置关系图

(3) 鸭儿洼饮用水水源保护区

1) 饮用水水源保护区概况

华池县鸭儿洼饮用水水源地位于华池县悦乐镇鸭儿洼沟，北距县城 10km，地理坐标位于东经 $107^{\circ}52'35'' \sim 107^{\circ}59'09''$ ，北纬 $36^{\circ}24'27'' \sim 36^{\circ}35'49''$ 之间。供水工程于 2007 年 8 月开工建设，为 1 座小（二）型水库，2009 年 9 月竣工并交付使用。水源为鸭儿洼沟谷地表水，设计总库容 64 万 m^3 ，设计日供水能力 3300 m^3 ，年供水能力 116 万 m^3 ，实际日供水 3300 m^3 ，作为县城第二饮用水水源，供水范围覆盖县城及悦乐镇。

根据《甘肃省人民政府关于对庆阳市城市饮用水水源保护区划分调整的批复》（甘政函〔2010〕100 号），华池县鸭儿洼饮用水水源保护区总面积 91.2634 km^2 ，其中：一级保护区总面积 1.2707 km^2 ，一级保护区水域面积 0.0609 km^2 ，范围为鸭儿洼水库坝址上游，正常水位线（等高线 1234.60m）以下的全部水域；一级保护区陆域面积 1.2098 km^2 ，范围为水域范围外不小于 200m 但不超过流域分水岭的区域。二级保护区面积 89.9927 km^2 ，二级保护区无水域范围，陆域范围包括鸭儿洼水库坝址以上全部流域范围。

2) 工程与饮用水水源保护区位置关系

延安干线以隧洞型式局部穿越鸭儿洼水源地二级保护区边缘两处共 910m，一是桩号 2+615.00~2+820.00，长 205m，隧洞埋深 66m~90m；二是桩号 3+095.00~3+800.00，长 705m，隧洞埋深 27m~107m。隧洞为三心圆结构，隧洞净宽 2.53m，净高 2.78m。隧洞位于地下，隧洞进出口均不在水源保护区范围内，隧洞进口与水源地二级保护区的最短距离为 150m，隧洞出口与水源地二级保护区的最短距离为 710m。

华池干线在桩号 3+029.23 处进入鸭儿洼水源地二级保护区，长 5.12km，主要建筑物包括有压埋管和无压隧洞，其中隧洞长 0.8km/2 段，有压埋管长 3.78km/1 段，倒虹吸埋管长 0.54km/1 段。隧洞为无压洞，隧洞埋深 30m~87m。隧洞选用 1.58m×1.88m 三心圆拱型断面，隧洞纵坡为 1/2000。1#隧洞进口距离鸭儿洼水源地二级保护区边界 650m，1#隧洞出口、2#隧洞进出口均在水源地二级保护区范围内。输水管道主要包括重力流输水管道、镇墩及跨沟建筑物等。华池干线采用球墨铸铁管，管径为 DN900mm。

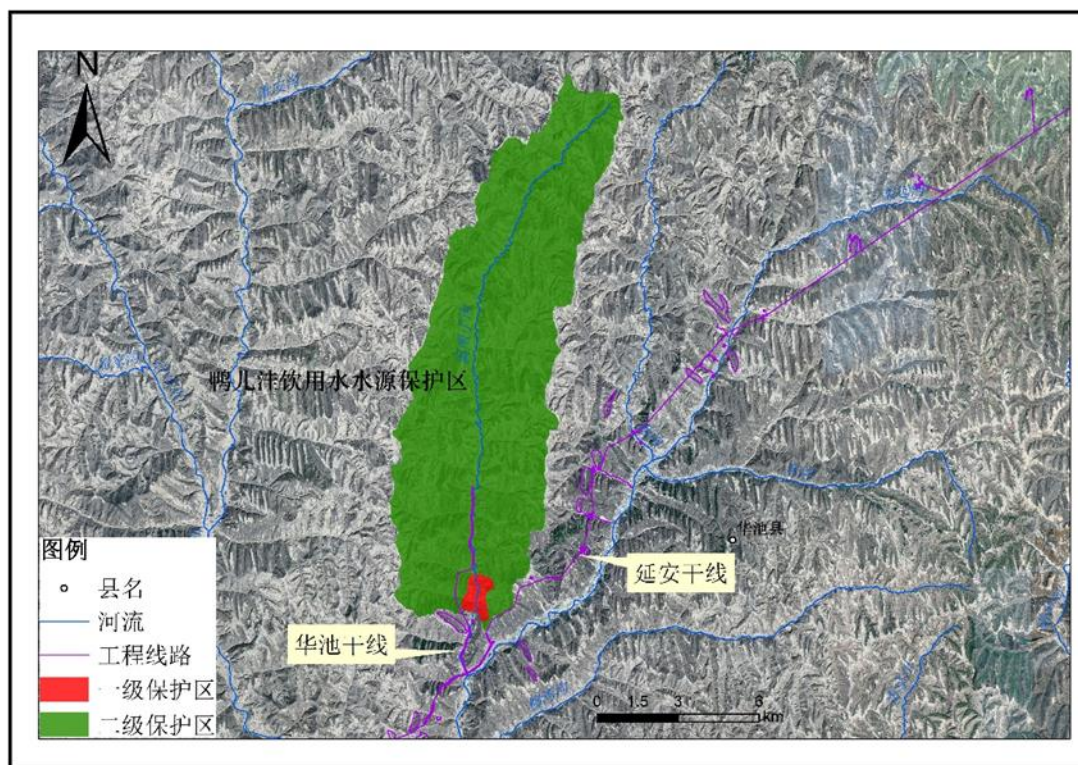


图 4.2-50 工程与鸭儿洼饮用水水源保护区位置关系图

(4) 红庄水库水源地保护区

1) 饮用水水源保护区概况

延安市红庄水库位于延安市宝塔区河庄坪镇西侧的延河右岸一级支流万庄沟口，距延安市区 10km，水库正常蓄水位 1029.9m，总库容 979 万 m^3 ，属Ⅳ等小（1）型水库，水库于 2004 年底建成投入运行，主要任务是调节王瑶水库蓄水量，满足 7~8 月份王瑶水库空库排沙期间向延安市区供水需求，红庄水库年供水量约 900 万 m^3 。水库蓄水来源包括王瑶水库补水、延河抽水和万庄沟径流三部分组成。

根据《延安市红庄水库饮用水水源保护区划分方案》，红庄水库饮用水源保护区范围包括万庄沟保护区、延河抽水保护区、杏子河引水保护区等三部分。各保护区均划分为一级保护区、二级保护区和准保护区。其中：

万庄沟一级保护区水域范围为：红庄水库正常蓄水位对应的全部水域，即坝轴线至万庄沟回水末端；陆域范围为以红庄水库正常水位线为基准，库区外延 100m 的范围。

万庄沟二级保护区水域范围为：万庄沟从红庄水库回水末端上溯 2000m 的水域；陆域范围为红庄水库正常水位线外延 300m 的陆域，及其回水末端上溯 2km 河岸的两侧外延 200m 的陆域。

万庄沟准保护区水域范围为：红庄水库二级保护区上界上溯至流域分水岭水域；陆域范围为红庄水库二级保护区两侧再外延至流域分水岭的陆域。

延河抽水区一级保护区水域范围：延河抽水处取水口上游 1000m，下游 100m 范围内河道水域；陆域范围为取水口上游 1000m 至下游 100m 两侧河岸外延 100m 的陆域。

延河抽水区二级保护区水域范围：从一级保护区上界上溯 2000m 的水域；陆域范围为从一级保护区上界上溯 2000m 两侧河岸外延 200m 的陆域。

延河抽水区准保护区水域范围：从二级保护区上界上溯 3000m 的水域；陆域范围为从二级保护区上界上溯 3000m 两侧河岸外延 300m 的陆域。

杏子河引水区一级保护区水域范围为：沿杏子河引水处取水口上游 1000m，下游 100m 范围内河道水域；陆域范围为沿杏子河引水处取水口上游 1000m 至下游 100m 两侧河岸外延 100m 的陆域。

杏子河引水区二级保护区水域范围：从一级保护区上界上溯 2000m 的水域；陆域范围为从一级保护区上界上溯 2000m 两侧河岸外延 200m 的陆域。

杏子河引水区准保护区水域范围：从二级保护区上界上溯 3000m 的水域；陆域范围为从二级保护区上界上溯 3000m 两侧河岸外延 300m 的陆域。

2) 工程与饮用水水源保护区位置关系

白龙江引水工程延安干线宝塔分干线穿越红庄水库水源地二级保护区 0.7km，准保护区 3.3km。其中 4#隧洞穿越准保护区 1.9km、埋管穿越准保护区 1.4km、埋管穿越二级保护区 0.7km。

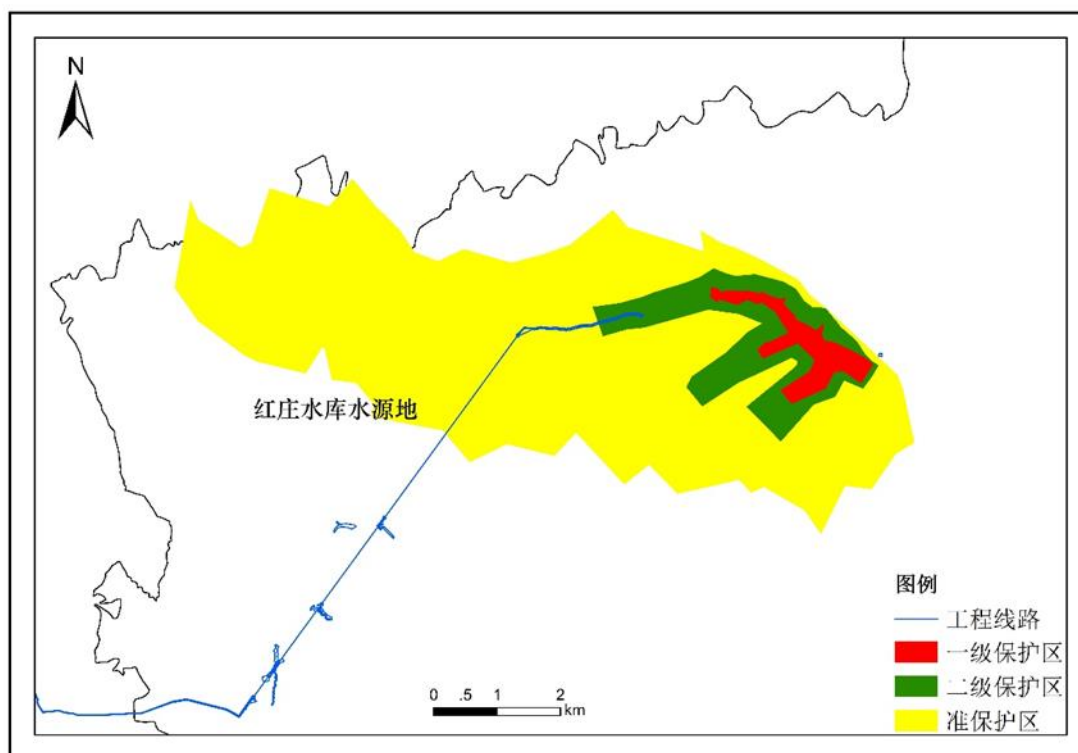


图 4.2-51 工程与红庄水库水源地保护区位置关系图

4.2.12 输水线路区及受水区存在的主要环境问题

(1) 水资源承载能力低

受水区年降雨径流小,年内分配极为不均,现有供水可供水量不足。近年来,随着工业经济、城镇化水平、生活水平的提高,工业和城镇生活用水持续增加。水资源需求增长使水资源供需矛盾突出,导致工农业、城镇生活争水,挤占生态用水,水体自净能力降低,水资源和水环境承载力下降。

(2) 水环境治理进一步改善的压力较大

“十三五”时期,受水区水环境污染治理设施规模进一步增大,水环境得到明显改善,但随着社会经济发展,环境质量持续改善压力较大。部分时段水环境质量较差,像非汛期泾河、葫芦河流域地表水径流量严重不足,部分城乡结合部以及乡镇农村生活污水收集不完善,造成地表水考核断面水质稳定达标产生较大压力;马莲河、蒲河部分考核断面存在本底超标问题,难以彻底改善水环境质量。

(3) 受水区地下水超采严重

2017年受水区非农业用水量为4.08亿 m^3 ,其中地下水2.60亿 m^3 ,占64%。受水区22个县城,城区生活利用地下水的城市有19个,占86%,供水人口约120万人,占城区总供水人口的67%。农村生活中以地下水为水源的人口约360万人,占农村人口的77%。

从受水区供水历史来看,在上世纪80年代中期以前绝大部分城市地下水供水均以浅层地下水源供水为主,随着城镇人口的增加和工业发展,城区用水量逐年增加,造成地下水源地开采量长期高于当地可开采量,导致局部地下水位持续下降。部分县区因浅层地下水源水量不足改由深井取水,采用承压水供水,而承压水为国家明令限制开采的水源,长时间开采将导致水源枯竭并造成一系列地质环境问题;仍坚持利用浅层地下水源的县区因长期超负荷开采,导致地下水位大幅度下降、含水层变薄以及开采量严重衰减,进而形成不同程度的地下水漏斗,集中超采区数量急剧增加,并有持续发展的趋势。目前西峰区董志塬超采区面积约214.53 km^2 ,在西峰区和十里湾形成了地下水降落漏斗,其中漏斗区超采区面积约20.2 km^2 ,地下水年平均水位下降速率为0.46 m/a ;和盛塬超采区面积约84.53 km^2 ,年平均下降速率0.09 m/a ;庆城县超采区面积约23.71 km^2 ,年平均下

降速率 0.22m/a。天水市所属区域各县由于持续干旱，降雨量小，河谷川坝地区地下水水位普遍持续下降，自 1990~2010 年地下水水位整体呈现下降趋势，降幅最大的是秦州区，基本上是每年下降接近 0.5m，其余县区地下水水位下降速率 0.1~0.3m/a。平凉市地下水超采地区有崆峒区、泾川县，目前崆峒区平均下降速率为 0.1m/a，超采区面积约 98.95km²；泾川县平均下降速率 0.1m/a，超采区面积约 80.22km²。平凉市华亭县等地区煤矿开采导致部分地区地下水急剧减少。

受水区由于其地表水“全年水少、汛期水多、大水浑”、某些河流水质差等天然特点，大部分地区地表水得不到有效利用，地下水成为其城乡生产生活的主要水源。由于需求较大，造成地下水水源地水位持续下降。部分地区已经陷入找水源到水源枯竭到再找水源的恶性循环中。

（4）乡村生活污水缺乏污水管网和处理设施

受水区乡镇的污水收集处理的普及率较低，多数没有建污水处理设施及配套管网，城区周边的乡镇也没有建设污水管网收集污水排入城区污水处理厂，乡镇人口产生的大量生活污水对水环境产生了极大影响。

受水区村庄的污水收集处理的普及率低，多数区域村落几乎没有配套村落污水管网和污水处理设施，少数区域的村庄仅配套简易化粪池这样的污水处理设施和户内污水管道。大部分村落的生活污水未经任何处理直接排放，直接入河，对水质产生了较大影响。

（5）局部区域水土流失依然比较严重

本工程输水线路大部分位于黄土高原区，尽管近些年黄土高原绿化率显著提高，但由于这里多为塬、梁、峁等地貌类型，沟壑切割严重，降雨量少而且集中，尤其是北部的延安、庆阳、平凉、天水等地工程沿线，植被多为草地和耕地，地形坡度较大，人为干扰强烈，因此整体上看这里水土流失依然比较严重。

（6）评价区北部疏林和幼林较多，生态功能有限

评价区北部属典型的梁峁地貌类型，地表坡度大，为干旱及半干旱区域，近些年通过退耕还林，这里林地面积大幅增加，但由于降雨量多不足 400mm，乔木生长缓慢，还有很多区域林龄较低，林地郁闭度不高，疏林地比例较大，不利于生态功能的发挥，后期维护任务繁重。

(7) 生物多样性比较丰富，但栖息地被破坏的现象比较普遍

评价区生物多样性比较丰富，主要分布于西秦岭山区、六盘山区及子午岭山区内，由于各种工程的开发建设，使得这些适宜生境正在不断被蚕食和切割，野生动物的生存正在受到越来越大的威胁。

白龙江引水工程 环境影响报告书 (下 册)

建设单位：甘肃省水务投资有限责任公司
延安市水务局

编制单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

二〇二二年十一月

目 录

5 白龙江流域开发及环境影响回顾性评价	5-1
5.1 白龙江干流梯级开发情况.....	5-1
5.1.1 白龙江干流梯级开发规划概况.....	5-1
5.1.2 白龙江干流梯级开发规划主要项目实施情况.....	5-1
5.1.3 白龙江干流开发环境保护工作回顾.....	5-6
5.1.4 白龙江干流开发与保护情况小结.....	5-23
5.2 环境影响回顾性分析.....	5-24
5.2.1 水文水资源影响回顾性评价.....	5-24
5.2.2 水温影响回顾性评价.....	5-28
5.2.3 水环境影响回顾性评价.....	5-30
5.2.4 陆生生态影响回顾性评价.....	5-40
5.2.5 水生生态影响回顾性评价.....	5-50
5.2.6 环境敏感区影响回顾.....	5-52
5.3 环保措施效果评价.....	5-54
5.3.1 水文情势影响减缓措施评价.....	5-54
5.3.2 水环境保护措施评价.....	5-55
5.3.3 陆生生态保护措施评价.....	5-55
5.3.4 水生生态保护措施评价.....	5-56
5.4 回顾性评价结论及后续开发方案的实施建议.....	5-57
5.4.1 回顾性评价结论.....	5-57
5.4.2 后续开发方案的实施建议.....	5-58
6 水源及下游区环境影响预测与评价	6-1
6.1 白龙江流域水资源利用影响评价与分析.....	6-1
6.1.1 对年水资源总量的影响.....	6-2
6.1.2 对水资源年内分配的影响.....	6-3
6.2 水源及下游区水文情势影响预测评价.....	6-7

6.2.1 生态流量的确定及满足程度分析.....	6-7
6.2.2 库区水文情势影响预测.....	6-24
6.2.3 对水源下游区水文情势的影响.....	6-42
6.2.4 小结.....	6-64
6.3 水源及下游区地表水环境影响预测评价.....	6-64
6.3.1 水源及下游区水质影响预测.....	6-64
6.3.2 水源及下游区水温影响预测.....	6-124
6.3.3 代古寺水库过饱和 TDG 分析	6-159
6.4 水源区地下水环境影响预测评价.....	6-163
6.4.1 施工期水库对地下水环境的影响.....	6-163
6.4.2 运营期水库对地下水环境的影响.....	6-163
6.5 水源及下游区陆生生态环境影响预测评价.....	6-167
6.5.1 水源区占地对土地利用的影响.....	6-167
6.5.2 对植被及植物资源的影响.....	6-168
6.5.3 对陆生动物的影响.....	6-172
6.5.4 对生态系统影响分析.....	6-179
6.5.5 对生物多样性的影响.....	6-181
6.5.6 累积生态影响分析.....	6-182
6.6 水源及下游区水生生态环境影响预测评价.....	6-182
6.6.1 施工期影响预测.....	6-182
6.6.2 运行期影响预测.....	6-184
6.7 水源及下游区环境敏感区影响分析.....	6-192
6.7.1 对甘肃多儿国家级自然保护区的影响.....	6-192
6.7.2 对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的影响.....	6-194
6.7.3 对腊子口国家森林公园的影响.....	6-196
6.7.4 对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响..	6-198
6.7.5 对下游区环境敏感区的影响.....	6-200
6.8 水源区土壤环境影响预测评价.....	6-204

6.8.1 施工期土壤环境影响分析.....	6-204
6.8.2 运行期土壤环境影响分析.....	6-205
6.9 水源区移民安置环境影响评价.....	6-209
6.9.1 水源区移民安置情况.....	6-209
6.9.2 搬迁安置环境影响分析.....	6-209
6.9.3 生产安置环境影响分析.....	6-210
6.9.4 专项设施改复建环境影响.....	6-211
6.10 水源区施工期环境影响预测分析.....	6-211
6.10.1 水环境影响预测评价.....	6-211
6.10.2 环境空气影响预测评价.....	6-213
6.10.3 声环境影响预测评价.....	6-215
6.10.4 固体废物影响预测评价.....	6-220
7 输水线路及受水区环境影响预测与评价	7-1
7.1 受水区水资源利用影响评价与分析.....	7-1
7.1.1 工程实施后受水区水资源配置.....	7-1
7.1.2 对区域水资源利用的影响.....	7-6
7.2 输水线路及受水区水文情势影响预测评价.....	7-8
7.2.1 河网水系概化.....	7-8
7.2.2 水文站网分布.....	7-11
7.2.3 计算单元划分.....	7-15
7.2.4 受水区水资源配置方案及退水量预测.....	7-25
7.2.5 工程对受水区河流水文情势影响分析.....	7-30
7.2.6 工程对输水干线河流水文情势影响分析.....	7-48
7.3 输水线路及受水区地表水环境影响预测评价.....	7-53
7.3.1 规划年污染源排放总量预测.....	7-53
7.3.2 规划年白龙江引水工程配水后污染源增量预测.....	7-58
7.3.3 污染物削减后规划年污染源排放总量.....	7-61
7.3.4 水质影响预测和评价.....	7-64

7.4 输水线路及受水区地下水环境影响预测评价.....	7-92
7.4.1 施工期隧洞对地下水环境的影响.....	7-92
7.4.2 运营期隧洞对地下水环境的影响.....	7-143
7.4.3 工程对受水区地下水环境的影响.....	7-143
7.4.4 工程对敏感区地下水环境的影响.....	7-143
7.4.5 运营期高效灌溉区地下水环境影响.....	7-156
7.5 输水线路及受水区陆生生态环境影响预测评价.....	7-156
7.5.1 输水线路工程占地对土地利用的影响.....	7-156
7.5.2 对植被及植物资源的影响.....	7-157
7.5.3 对陆生动物的影响.....	7-162
7.5.4 对生态系统影响分析.....	7-165
7.5.5 累积生态影响分析.....	7-168
7.5.6 灌区工程生态影响分析.....	7-168
7.6 输水线路及受水区水生生态环境影响预测评价.....	7-169
7.6.1 施工期影响预测.....	7-169
7.6.2 运行期影响预测.....	7-169
7.6.3 生物入侵影响及风险分析.....	7-171
7.7 输水线路区环境敏感区影响分析.....	7-179
7.7.1 对官鹅沟国家森林公园的影响.....	7-180
7.7.2 对庄浪县云崖寺国家森林公园的影响.....	7-181
7.7.3 对腊子口国家森林公园的影响.....	7-182
7.7.4 对榜沙河省级森林公园的影响.....	7-182
7.7.5 对崇信五龙山省级森林公园的影响.....	7-184
7.7.6 对吴起省级退耕还林森林公园的影响.....	7-186
7.7.7 对庄浪云崖寺省级风景名胜区的影响.....	7-188
7.7.8 对崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区的影响	7-189
7.7.9 对庄浪云崖寺省级地质公园的影响.....	7-190
7.7.10 对武山县水帘洞省级地质公园的影响.....	7-191

7.7.11 对陕西北洛河湿地的影响.....	7-193
7.7.12 对武山县饮用水水源保护区的影响.....	7-193
7.7.13 对西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区的影响.....	7-194
7.7.14 对华池县鸭儿洼饮用水水源保护区的影响.....	7-195
7.7.15 对红庄水库饮用水水源保护区的影响.....	7-197
7.7.16 对生态保护红线的影响.....	7-197
7.8 输水线路及受水区土壤环境影响预测评价.....	7-199
7.8.1 施工期土壤环境影响分析.....	7-199
7.8.2 运行期土壤环境影响分析.....	7-200
7.9 输水线路区移民安置环境影响评价.....	7-203
7.9.1 输水线路区移民安置情况.....	7-203
7.9.2 输水沿线区移民安置影响分析.....	7-203
7.9.3 专项设施改复建环境影响.....	7-203
7.10 输水线路区施工期环境影响预测分析.....	7-204
7.10.1 水环境影响预测评价.....	7-204
7.10.2 环境空气影响预测评价.....	7-233
7.10.3 声环境影响预测评价.....	7-233
7.10.4 固体废物影响预测评价.....	7-254
8 环境保护措施及其可行性论证	8-1
8.1 地表水环境保护措施.....	8-1
8.1.1 水源区地表水环境保护措施.....	8-1
8.1.2 输水线路及受水区地表水环境保护措施.....	8-8
8.2 地下水环境保护措施.....	8-13
8.2.1 施工期地下水环境保护措施.....	8-13
8.2.2 运营期地下水环境保护措施.....	8-14
8.2.3 水库浸没区地下水环境保护措施.....	8-14
8.2.4 移民安置区地下水环境保护措施.....	8-14
8.2.5 风险事故应急响应对策.....	8-14

8.3 陆生生态保护措施.....	8-15
8.3.1 陆生植物保护措施.....	8-15
8.3.2 陆生动物保护措施.....	8-31
8.3.3 重要物种保护措施.....	8-32
8.3.4 科学研究.....	8-38
8.4 水生生态保护措施.....	8-39
8.4.1 水生生态保护措施体系.....	8-39
8.4.2 栖息地保护.....	8-40
8.4.3 过鱼设施.....	8-53
8.4.4 增殖放流.....	8-68
8.4.5 拦鱼措施.....	8-73
8.4.6 渔政管理.....	8-74
8.4.7 鱼类资源本底调查、跟踪监测及评估.....	8-74
8.4.8 加强宣传教育.....	8-76
8.4.9 建立乡村共管机制，完善社会参与制度.....	8-77
8.4.10 科学研究.....	8-77
8.5 环境敏感区保护措施.....	8-79
8.5.1 自然保护区保护措施.....	8-79
8.5.2 森林公园保护措施.....	8-84
8.5.3 风景名胜区保护措施.....	8-84
8.5.4 地质公园保护措施.....	8-85
8.5.5 重要湿地保护措施.....	8-92
8.5.6 水产种质资源保护区保护措施.....	8-92
8.5.7 饮用水水源保护区保护措施.....	8-93
8.5.8 生态保护红线保护措施.....	8-94
8.6 土壤环境保护措施.....	8-95
8.6.1 施工期土壤环境保护措施.....	8-95
8.6.2 运行期土壤环境保护措施.....	8-96

8.7 移民安置环境保护措施.....	8-98
8.7.1 移民安置环境保护措施.....	8-98
8.7.2 专项设施改迁建环境保护措施.....	8-99
8.8 施工期环境保护措施.....	8-99
8.8.1 施工期水环境保护措施.....	8-99
8.8.2 施工期空气环境保护措施.....	8-108
8.8.3 声环境保护措施.....	8-110
8.8.4 固体废物处置措施.....	8-112
8.8.5 人群健康保护措施.....	8-113
9 环境风险分析	9-1
9.1 环境风险评价目的与程序.....	9-1
9.2 环境风险源识别.....	9-2
9.3 环境风险潜势初判.....	9-2
9.4 评价等级.....	9-3
9.5 环境风险分析.....	9-3
9.5.1 施工期环境风险分析.....	9-3
9.5.2 运行期环境风险分析.....	9-4
9.6 环境风险应对措施.....	9-5
9.6.1 施工期风险防范措施.....	9-5
9.6.2 运行期水质安全风险防范措施.....	9-5
9.6.3 施工期风险事故应急预案.....	9-5
10 环境管理及环境监测计划	10-1
10.1 环境管理.....	10-1
10.1.1 目的与任务.....	10-1
10.1.2 工作范围.....	10-1
10.1.3 环境管理.....	10-2
10.1.4 环境管理职责.....	10-2
10.1.5 环境管理计划.....	10-3

10.2 环境监理.....	10-4
10.2.1 目的与任务.....	10-5
10.2.2 监理范围.....	10-5
10.2.3 监理内容.....	10-5
10.3 环境监测.....	10-7
10.3.1 监测目的与任务.....	10-8
10.3.2 监测原则.....	10-8
10.3.3 监测总体布局.....	10-9
10.3.4 施工期环境监测计划.....	10-9
10.3.5 运行期环境监测计划.....	10-12
10.4 环境保护设施“三同时”验收清单	10-15
11 环保投资估算及经济损益分析	11-1
11.1 环保投资估算.....	11-1
11.1.1 编制原则.....	11-1
11.1.2 编制依据.....	11-1
11.1.3 编制方法及费用构成.....	11-1
11.1.4 环境保护投资估算.....	11-2
11.2 环境经济损益分析.....	11-20
11.2.1 效益分析.....	11-20
11.2.2 损失分析.....	11-21
11.2.3 环境影响损益分析.....	11-22
12 结论	12-1
12.1 工程概况.....	12-1
12.2 工程分析结论.....	12-4
12.3 环境现状评价结论.....	12-9
12.3.1 地表水环境质量现状.....	12-9
12.3.2 地下水环境质量现状.....	12-10
12.3.3 陆生生态现状.....	12-10

12.3.4 水生生态现状.....	12-12
12.3.5 土壤环境质量现状.....	12-14
12.3.6 大气环境质量现状.....	12-14
12.3.7 声环境质量现状.....	12-14
12.4 主要环境影响结论.....	12-15
12.4.1 水资源.....	12-15
12.4.2 水文情势.....	12-15
12.4.3 地表水环境.....	12-17
12.4.4 地下水环境.....	12-18
12.4.5 陆生生态.....	12-19
12.4.6 水生生态.....	12-20
12.4.7 土壤环境.....	12-21
12.4.8 环境敏感区.....	12-22
12.4.9 施工期环境影响.....	12-24
12.5 主要环境保护措施.....	12-25
12.6 环境保护投资.....	12-28
12.7 公众参与结论.....	12-28
12.8 综合评价结论.....	12-32
12.9 建议.....	12-33

5 白龙江流域开发及环境影响回顾性评价

5.1 白龙江干流梯级开发情况

5.1.1 白龙江干流梯级开发规划概况

中国电建集团西北勘测设计研究院（以下简称“西北院”）分别于 2004 年 9 月和 2007 年 9 月编制完成《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告》和《白龙江干流沙川坝~苗家坝河段水电开发调整规划报告》，并通过了水电总院和甘肃省发改委的审查。

《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告》提出白龙江干流尼什峡至沙川坝河段开发任务主要是发电，兼顾防洪等综合利用，推荐按尼什峡、卡坝班九、尼傲加尕、尼傲峡、九龙峡、花园、水泊峡、代古寺（低坝）、巴藏、立节、喜儿沟、凉风壳、锁儿头 13 级开发。

《白龙江干流沙川坝~苗家坝河段水电开发调整规划报告》提出按虎家崖、南峪、两河口、石门坪、沙湾、水洞峡、角弓、甘谷、石门、两水、汉王、包家坝、椒园坝、大园坝、橙子沟（宗家坝下坝址）、临江、苗家坝等 17 级开发。

5.1.2 白龙江干流梯级开发规划主要项目实施情况

白龙江干流已（在）建梯级共 36 级，其中：

白龙江干游尼什峡以上河段已（在）建梯级 3 级，分别为亚古、行政、白云，除行政水电站在建外，亚古和白云均为已建工程。

尼什峡至沙川坝河段已（在）建梯级 13 级，分别为尼什峡、卡坝班九、尼傲加尕、尼傲峡、九龙峡、花园峡、水泊峡、代古寺、巴藏、大立节、喜儿沟、凉风壳、锁儿头，除巴藏水电站在建外，其余 12 级均为已建工程。《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告》提出的规划开发方案已全部开发。

沙川坝至苗家坝河段已（在）建梯级共 15 级，分别为虎家崖、南峪、两河口、石门坪、沙湾、白鹤桥、石门、拱坝河口、锦屏、汉王、椒园坝、大园坝、橙子沟、临江、苗家坝，除拱坝河口水电站为在建工程外，其余 14 级均为已建工程。

苗家坝至白龙江河口段已建碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化 5 级。

白龙江干流已（在）建梯级基本情况见表 5.1-1，梯级分布位置示意图见图 5.1-1。

表 5.1-1 白龙江干流已（在）建梯级基本情况统计表

序号	水电站名称	工程所在地	主要开发任务	工程状态	开工时间	完工时间	正常蓄水位 (m)	总库容 (万 m ³)	调节性能	装机容量 (kW)	开发方式
1	亚古水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2006	2008			无调节	5100	引水式
2	行政水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	在建	2009	/			无调节	8000	引水式
3	白云水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	1972	1974			无调节	1600	引水式
4	尼什峡水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电，兼顾防洪等	已建	1969	1974	2210.5		无调节	10000	引水式
5	卡坝班九水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2004	2010			无调节	15000	引水式
6	尼傲加尕水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2004	2006	2068.0	45	日调节	12900	坝后式
7	尼傲峡水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	1993	2003	2015.0		日调节	12000	引水式
8	九龙峡水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2010	2016	1962.0	1475	日调节	81000	引水式
9	花园峡水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2009	2013	1835.0	704	无调节	60000	引水式
10	水泊峡水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2006	2010	1770.0	250	日调节	57000	引水式
11	代古寺水电站	甘肃省甘南州迭部县	发电	已建	2007	2012	1705.0	1072	日调节	87000	引水式
12	巴藏水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	在建	/	在建	1625	630	日调节	51000	坝后式
13	大立节水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2007	2010	1581.0		无调节	40200	引水式
14	喜儿沟水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2007	2018	1538.0	131	日调节	72000	引水式
15	凉风壳水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2011	2014	1469.0	84	无调节	52500	引水式
16	锁儿头电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2007	2014	1383.0	40	无调节	66000	引水式
17	虎家崖水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2005	2008	1313.5		无调节	28000	引水式
18	南峪水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2010	2018	1282.0	32	无调节	20000	引水式
19	两河口水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2002	2007	1259.7		无调节	18000	引水式
20	石门坪水电站	甘肃省甘南州舟曲县	发电	已建	2004	2006	1223.0	17	无调节	15000	引水式
21	沙湾水电站	甘肃省陇南市宕昌县	发电	已建	2008	2015	1192.0	51	无调节	51000	引水式
22	白鹤桥电厂	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	1988	1993	1141.0	62	无调节	11000	引水式

序号	水电站名称	工程所在地	主要开发任务	工程状态	开工时间	完工时间	正常蓄水位 (m)	总库容 (万 m ³)	调节性能	装机容量 (kW)	开发方式
23	石门水电站	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	2007	2009	1068.0			15000	引水式
24	拱坝河口水电站	甘肃省陇南市武都区	发电	在建	2014	在建	1039		无调节	18000	引水式
25	锦屏电站	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	2014	2018	1031		无调节	18000	引水式
26	汉王水电站	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	2007	2013	985.0	41	无调节	24000	引水式
27	椒园坝水电站	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	2007	2011	934.1	71	无调节	25000	引水式
28	大园坝水电站	甘肃省陇南市武都区	发电	已建	2013	2017	913.6	12.4	无调节	36000	引水式
29	橙子沟电站	甘肃省陇南市武都区、文县	发电	已建	2007	2014	892.0	280	日调节	115000	引水式
30	临江电站	甘肃省陇南市文县	发电	已建	2002	2005	824.8		无调节	1260	引水式
31	苗家坝电站	甘肃省陇南市文县	发电	已建	2008	2014	800.0	26800	日调节	240000	坝后式
32	大唐碧口电厂	甘肃省陇南市文县	发电，兼有防洪、灌溉、渔业等	已建	1967	1979	705.0	52100	季调节	330000	坝后式
33	麒麟寺电站	甘肃省陇南市文县	发电	已建	2005	2007	613.0	2970	日调节	111000	坝后式
34	宝珠寺电站	四川省广元市利州区三堆镇	发电，兼有防洪、灌溉	已建	1984	1996	588.0	255000	不完全年调节	700000	坝后式
35	紫兰坝电站	四川省广元市利州区宝轮镇	发电，兼有改善下游航运	已建	2003	2007	488.0	3920	日调节	102000	坝后式
36	昭化电站	四川省广元市元坝区昭化镇	发电，兼有灌溉、生态用水、航运等	已建	2010	2012	466.0	3209	日调节	60000	坝后式

5.1.3 白龙江干流开发环境保护工作回顾

5.1.3.1 规划环评执行情况

《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告》和《白龙江干流沙川坝~苗家坝河段水电开发调整规划报告》编制时间较早，未编制相应的规划环评报告。

5.1.3.2 已建工程环评及竣工环保验收工作回顾

据调查，白龙江干流 36 个已（在）建梯级中，有 32 个梯级开展了环境影响评价工作（包括部分建设时间较早，近年来按照生态环境主管部门要求补做环境影响现状评价的），仅沙湾、白鹤桥、锦屏、碧口 4 个梯级未开展环境影响评价工作。白鹤桥电站建于 1988 年，已编制完成环境影响后评价报告书并于 2020 年 9 月经陇南市生态环境局备案；碧口水电站建于 1967 年，已编制完成环境影响现状评估报告，但因为电站涉及自然保护区，陇南市生态环境局未对现状评估报告进行审批。白龙江干流梯级环境影响评价工作开展情况统计见表 5.1-2。

表 5.1-2 白龙江干流梯级环评及竣工环保验收情况统计表

序号	梯级名称	开工时间	是否履行环评手续	环评审批部门	环评审批文号	竣工环保验收时间	竣工环保验收文号	备注
1	亚古	1974	是	甘南州环保局	州环函〔2016〕182号 (现状评估报告)	2020	自主验收	已完成后评价备案
2	行政	2009	是	甘南州环保局	州环发〔2015〕345号	在建		
3	白云	1972	是	甘南州环保局	州环函〔2016〕179号 (现状评估报告)	2018	自主验收	已完成后评价备案
4	尼什峡	1969	是	甘南州环保局	州环函〔2016〕182号 (现状评估报告); 州环评发〔2020〕49号 (机电设备更新升级项目环评报告书)	2020	自主验收	已完成后评价备案
5	卡坝班九	2004	是	甘南州环保局	州环发〔2005〕53号	2015	甘南州生态环境局	已完成后评价备案
6	尼傲加尕	2004	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2003〕53号	2012	甘环函〔2012〕237号	已完成后评价备案
7	尼傲峡	1993	是	甘南州环保局	州环发〔2016〕178号 (现状评估报告)	2019	自主验收	已完成后评价备案
8	九龙峡	2010	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2008〕96号	2018	自主验收	已完成后评价备案
9	花园峡	2009	是	甘肃省环境保护厅	甘环自发〔2008〕3号	2017	自主验收	已完成后评价备案
10	水泊峡	2006	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕33号	2012	甘环函〔2012〕238号	已完成后评价备案
11	代古寺	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕30号	2017	甘环验发〔2017〕11号	已完成后评价备案
12	巴藏	2008	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2005〕7号	在建		
13	大立节	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕32号	2012	甘环函〔2012〕240号	已完成后评价备案
14	喜儿沟	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕27号	2016	甘环验发〔2016〕17号	已完成后评价备案

序号	梯级名称	开工时间	是否履行环评手续	环评审批部门	环评审批文号	竣工环保验收时间	竣工环保验收文号	备注
15	凉风壳	2011	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕31号	2016	甘环验发〔2016〕18号	已完成评价备案
16	锁儿头	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕28号	2016	甘环验发〔2016〕16号	已完成评价备案
17	虎家崖	2005	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2003〕55号	2015	甘环验发〔2015〕11号	已完成评价备案
18	南峪	2010	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2009〕143号	2021	自主验收	已完成评价备案
19	两河口	2002	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2000〕54号	2016	州环函〔2016〕166号	已完成评价备案
20	石门坪	2004	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2005〕68号	2008	甘环自验〔2008〕1号	已完成评价备案
21	沙湾	2008	否					
22	白鹤桥	1988	否			/	/	已完成评价备案
23	石门	2007	是	陇南市环境保护局	陇市环发〔2005〕42号	/	/	已完成评价备案
24	拱坝河口	2014	是	甘肃省环境保护局	甘环评发〔2010〕78号			
25	锦屏	2014	是	陇南市环境保护局	陇环评表发〔2015〕50号	2018	自主验收	
26	汉王	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2009〕136号	2014	陇环函〔2014〕295号	已完成评价备案
27	椒园坝	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2008〕10号	2012	甘环函〔2012〕265号	已完成评价备案
28	大园坝	2013	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2008〕66号			已完成评价备案
	大园坝(扩建)	2014	是	陇南市环境保护局	陇环发〔2015〕119号	2017	自主验收	
29	橙子沟	2007	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2009〕144号	2018	自主验收	已完成评价备案
30	临江	2002	是	陇南市环境保护局	2007年市环保局审批环境影响报告表			
31	苗家坝	2008	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2007〕80号	2016	甘环验发〔2016〕23号	已完成评价备案

序号	梯级名称	开工时间	是否履行环评手续	环评审批部门	环评审批文号	竣工环保验收时间	竣工环保验收文号	备注
32	碧口	1967	否			未开展		现状评估报告已编制，但未审批
33	麒麟寺	2005	是	甘肃省环境保护局	甘环自发〔2005〕29号	2014	甘环函〔2012〕401号	已完成评价备案
34	宝珠寺	1984	是	原四川省城乡建设环境保护厅		2000		
35	紫兰坝	2003	是	四川省建设委员会	川建委发〔1988〕29号			2003年编制了环境影响复核报告书
36	昭化	2007	是	四川省环境保护局		2017		

5.1.3.3 已建工程环保措施实施情况回顾

(1) 生态流量保障措施落实情况

1) 甘肃省境内电站落实情况

为贯彻落实甘肃省委、省政府关于生态环境保护工作的安排部署，切实做好全省水电站生态下泄流量问题整改工作，甘肃省水利厅于 2018 年印发了《甘肃省水利厅关于严格落实水电站最小下泄流量的通知》(甘水河湖发〔2018〕437 号)，甘肃境内白龙江干流水电站最小下泄流量见表 5.1-3。

表 5.1-3 甘肃境内白龙江干流梯级水电站最小下泄流量表

序号	水电站名称	县区	调节性能	装机容量 (kW)	开发 方式	最小下泄流量值 (m ³ /s)	
						枯水期	丰水期
1	亚古	甘肃省甘南州迭部县	无调节	5100	引水式	1.76	2.04
2	行政	甘肃省甘南州迭部县	无调节	8000	引水式	1.96	2.27
3	白云	甘肃省甘南州迭部县	无调节	1600	引水式	1.96	2.28
4	尼什峡	甘肃省甘南州迭部县	无调节	10000	引水式	1.99	2.31
5	卡坝班九	甘肃省甘南州迭部县	无调节	15000	引水式	2.2	2.56
6	尼傲加尕	甘肃省甘南州迭部县	日调节	12900	坝后式	--	--
7	尼傲峡	甘肃省甘南州迭部县	日调节	12000	引水式	4.5	6.02
8	九龙峡	甘肃省甘南州迭部县	日调节	81000	引水式	4.69	6.28
9	花园峡	甘肃省甘南州迭部县	无调节	60000	引水式	5.7	7.63
10	水泊峡	甘肃省甘南州迭部县	日调节	57000	引水式	6.49	9.17
11	代古寺	甘肃省甘南州迭部县	日调节	87000	引水式	7.44	10.51
12	巴藏	甘肃省甘南州舟曲县	日调节	51000	坝后式	7.52	10.63
13	大立节	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	40200	引水式	7.67	10.84
14	喜儿沟	甘肃省甘南州舟曲县	日调节	72000	引水式	7.87	11.12
15	凉风壳	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	52500	引水式	8.03	11.35
16	锁儿头	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	66000	引水式	8.33	11.77
17	虎家崖	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	28000	引水式	8.42	11.89
18	南峪	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	20000	引水式	8.5	12
19	两河口	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	18000	引水式	8.5	12.01
20	石门坪	甘肃省甘南州舟曲县	无调节	15000	引水式	10.79	13.78
21	沙湾	甘肃省陇南市宕昌县	无调节	51000	引水式	9.49	12.09
22	白鹤桥	甘肃省陇南市武都区	无调节	11000	引水式	10.67	13.61
23	石门	甘肃省陇南市武都区		15000	引水式	11.28	14.38
24	拱坝河口	甘肃省陇南市武都区	无调节	18000	引水式	11.51	14.66
25	锦屏	甘肃省陇南市武都区	无调节	18000	引水式	12.48	15.91

序号	水电站名称	县区	调节性能	装机容量 (kW)	开发 方式	最小下泄流量值 (m ³ /s)	
						枯水期	丰水期
26	汉王	甘肃省陇南市武都区	无调节	24000	引水式	13.11	16.72
27	椒园坝	甘肃省陇南市武都区	无调节	25000	引水式	13.17	16.79
28	大园坝	甘肃省陇南市武都区	无调节	36000	引水式	13.61	17.36
29	橙子沟	甘肃省陇南市武都区、文县	日调节	115000	引水式	13.82	17.62
30	临江	甘肃省陇南市文县	无调节	1260	引水式	14.07	17.94
31	苗家坝	甘肃省陇南市文县	日调节	240000	坝后式	--	--
32	碧口	甘肃省陇南市文县	季调节	330000	坝后式	--	--
33	麒麟寺	甘肃省陇南市文县	日调节	111000	坝后式	--	--

目前,甘肃省境内白龙江干流已建梯级电站已按照甘肃省水电站生态流量监管工作的总体部署,安装了符合国家技术标准的引水、泄水计量监控设施,并将数据接入甘肃省水电站引泄水流量在线监管系统。甘肃省水电站引泄水流量在线监管系统平台界面见图 5.1-2,单个电站的生态流量监控信息见图 5.1-3。



图 5.1-2 甘肃省水电站引泄水流量监管系统平台界面

代古寺水电站引泄水流量监控				
序号	生态流量(m ³ /s)	监测时间	预警流量(m ³ /s)	
			最小下泄流量	生态基流
1	11.01	2021-08-04 00时	10.51	7.35
2	11.02	2021-08-04 01时	10.51	7.35
3	10.98	2021-08-04 02时	10.51	7.35
4	10.99	2021-08-04 03时	10.51	7.35
5	11.02	2021-08-04 04时	10.51	7.35
6	11.02	2021-08-04 05时	10.51	7.35
7	11.04	2021-08-04 06时	10.51	7.35
8	11.02	2021-08-04 07时	10.51	7.35
9	11.00	2021-08-04 08时	10.51	7.35
10	11.04	2021-08-04 09时	10.51	7.35

图 5.1-3 单个电站生态流量监控界面

2019 年 4 月，甘肃省水利厅印发《甘肃省水电站引泄水流量监督管理办法（试行）》（甘水资发〔2019〕83 号），除明确要求电站需将引泄水流量数据接入甘肃省引泄水流量监管系统外，还对生态流量泄放和监测设施维护、预警信息报送和处置作出相关规定。目前，甘肃省水利厅已在省引泄水流量监管系统中实施日通报制度，见图 5.1-4。



图 5.1-4 甘肃省水电站引泄水流量省级预警情况通报界面

2) 四川省境内电站落实情况。

2018 年，四川省水利厅、发展改革委、环境保护厅、农业厅、林业厅联合印发了《关于开展全省水电站下泄生态流量问题整改工作的通知》（川水函〔2018〕720 号），要求编制“一站一策”，确定水电站最小生态流量，落实泄放措施，设

置生态流量在线监测设施。2020 年，四川省水利厅、发展改革委、 经济和信息化厅 、生态环境厅、 省能源局五部门联合出台《关于加强水电站下泄生态流量监督管理的通知》，明确了监管方式和处罚措施。

白龙江干流四川境内有宝珠寺、紫兰坝、昭化电站 3 个梯级。宝珠寺电站尾水和紫兰坝电站分别具有不完全年调节能力和日调节能力，两电站库尾完全衔接天数 94.6%，业主均为华电四川发电有限公司。白龙江三磊坝断面位于宝珠寺坝址下游约 15km、紫兰坝坝址下游约 1km 处，水利部批复的《嘉陵江流域水量分配方案》（水资源〔2016〕261 号）明确三磊坝断面最小下泄流量控制指标为 $85.1\text{m}^3/\text{s}$ 。

依据《长江水利委员会关于白龙江宝珠寺水电站取水许可》（长许可〔2018〕46 号），宝珠寺坝址处最小下泄流量为 $85.1\text{m}^3/\text{s}$ ，当坝址下游水位高于 486.40m 时，可按日均下泄流量不小于 $85.1\text{m}^3/\text{s}$ 控制。

2016 年，四川省水利厅对紫兰坝水电站延续取水申请报告进行了审查，并颁发《取水许可证》（取水（川水）字〔2016〕第 30 号），审批意见中要求紫兰坝水电站应从电站坝址处下泄不低于 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ 的水量。长江水利委员会 2018 年批复的《白龙江宝珠寺水电站-紫兰坝水电站水资源联合调度方案》（长水资源〔2018〕450 号）要求紫兰坝水电站通过发电或泄水闸满足最小下泄流量不低于 $33.3\text{m}^3/\text{s}$ ，且日均下泄流量不低于 $85.1\text{m}^3/\text{s}$ 。

宝珠寺和紫兰坝水电站水电站于 2019 年安装了生态流量监控装置并将数据接入四川省水资源管理系统。三磊坝生态流量监测数据接入长江水利委员会水资源管理重点断面实时监测信息系统及长江流域生态流量监管平台，见图 5.1-5。

昭化电站采用开启生态流量孔的方式下泄生态流量，生态流量监控数据接入四川省水资源管理系统。



图 5.1-5 三磊坝断面生态流量监控情况

(2) 水生生态保护措施落实情况

1) 栖息地保护

白龙江干流各梯级均未要求开展鱼类栖息地保护或相关措施。

2) 增殖放流

白龙江干流部分建于上世纪的电站未采取人工增殖放流措施,其余建于本世纪的电站环境影响报告书提出了开展人工增殖放流措施。虽然大部分未建设鱼类增殖放流站(仅两河口电站建设了鱼类增殖放流站),但通过委托当地渔业部门等方式开展了鱼类人工放流活动。各电站增殖放流情况见表 5.1-4。

表 5.1-4 白龙江干流梯级增殖放流情况表

序号	水电站名称	工程所在地	是否建有增殖放流站	增殖放流情况
1	亚古	甘肃省甘南州迭部县		2019 年未参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动。
2	行政	甘肃省甘南州迭部县		
3	白云	甘肃省甘南州迭部县		项目建设单位已按照当地渔业等相关部门管理要求采取了人工增殖放流措施，放流苗种品种为齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼，均为本地种，放流苗种规格为 $\geq 7.0\text{cm}$ ，放流苗种数量为齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼各 2000 尾，共计 4000 尾。
4	尼什峡	甘肃省甘南州迭部县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
5	卡坝班九	甘肃省甘南州迭部县		参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，主要对象为目前人工驯养繁殖成功并进行增殖放流的省级保护鱼类重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和前臀鲃，增殖放流活动接受环保部门和渔政管理机构的监督。
6	尼傲加尕	甘肃省甘南州迭部县		建设单位与舟曲县清泉冷水鱼养殖有限责任公司签订了《迭部县尼傲加尕水电站鱼类增殖放流合同》（见附件七），2019 年流放计划于 2019 年 7 月底投放完成，放流大于 7cm 的裂腹鱼鱼苗 5000 尾。
7	尼傲峡	甘肃省甘南州迭部县		参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，主要对象为目前人工驯养繁殖成功并进行增殖放流的省级保护鱼类重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼和前臀鲃，增殖放流活动接受环保部门和渔政管理机构的监督。
8	九龙峡	甘肃省甘南州迭部县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
9	花园峡	甘肃省甘南州迭部县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。

序号	水电站名称	工程所在地	是否建有增殖放流站	增殖放流情况
10	水泊峡	甘肃省甘南州迭部县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
11	代古寺	甘肃省甘南州迭部县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
12	巴藏	甘肃省甘南州舟曲县		
13	大立节	甘肃省甘南州舟曲县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
14	喜儿沟	甘肃省甘南州舟曲县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
15	凉风壳	甘肃省甘南州舟曲县		建设单位参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
16	锁儿头	甘肃省甘南州舟曲县		建设单位 2017 年、2018 年自行开展增殖放流，2019 年参与甘南州生态环境保护局联合运营单位开展的增殖放流活动，根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
17	虎家崖	甘肃省甘南州舟曲县		2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，建设单位与舟曲县清泉冷水鱼养殖有限责任公司签订了《舟曲县虎家崖水电站鱼类增殖放流合同》，2019 年 7 月底放流大于 7cm 的裂腹鱼鱼苗 5000 尾。

序号	水电站名称	工程所在地	是否建有增殖放流站	增殖放流情况
18	南峪	甘肃省甘南州舟曲县		根据现场调查，建设单位已与舟曲县清泉冷水鱼养殖有限责任公司签订了鱼苗购销协议，从 2019 年开始，连续开展了 2 年的增殖放流活动，于每年的 6-8 月份开展增殖放流活动。主要增殖放流资源量锐减的重口裂腹鱼，在该水电站库区每年放流规格为 5-8cm 的重口裂腹鱼各 5000 尾。
19	两河口	甘肃省甘南州舟曲县	有	建立人工放流增殖站，主要驯养繁殖裂腹鱼进行增殖放流，根据调查已引进鱼苗进行增殖放流。2019 年根据州生态环境局、州畜牧兽医局《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕443 号）精神，已开展水生生物资源增殖放流活动。
20	石门坪	甘肃省甘南州舟曲县		建设单位与合作市同嘉商贸有限公司签订了《舟曲县石门坪水电站鱼类增殖放流合同》，2019 年 7 月底投放大于 5cm 的重口裂腹鱼 5000 尾。
21	沙湾	甘肃省陇南市宕昌县		
22	白鹤桥	甘肃省陇南市武都区		
23	石门	甘肃省陇南市武都区		
24	拱坝河口	甘肃省陇南市武都区		
25	锦屏	甘肃省陇南市武都区		
26	汉王	甘肃省陇南市武都区		调查发现，建设单位目前还不具备鱼类人工驯养繁殖场，鉴于建设单位无法建设鱼类增殖放流站，再加上建设单位无专业的鱼类驯养繁殖技术人员，为此建议该公司委托陇南市水产部门开展短距离洄游性鱼类齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼的驯养繁殖任务。
27	椒园坝	甘肃省陇南市武都区		建设单位按照实际情况和武都区农牧局的要求，现已依托武都区渔政站开展以重口裂腹鱼和齐口裂腹鱼为主要增殖放流对象的人工增殖放流。
28	大园坝	甘肃省陇南市武都区		在引水隧洞入口处设置了人工过鱼通道，为此建议该公司委托陇南市水产部门开展短距离洄游性鱼类齐口裂腹鱼和重口裂腹鱼的驯养繁殖任务。
29	橙子沟	甘肃省陇南市武都区、文县		建设单位定期进行人工增殖放流

序号	水电站名称	工程所在地	是否建有增殖放流站	增殖放流情况
30	临江	甘肃省陇南市文县		
31	苗家坝	甘肃省陇南市文县		电站与电站附近的大鲵专业养殖户签订了合作协议，由电站划拨资金，实施大鲵人工增殖放流活动。
32	碧口	甘肃省陇南市文县		
33	麒麟寺	甘肃省陇南市文县		工程建成运行后项目业主配合文县大鲵省级自然保护区管理局，加大了对自然保护区驯养繁殖场的投资力度，委托文县水文站开展人工放流增殖土著鱼类，增殖资源。同时在水库上下游投放人工培养和引进的青、草、鲢、鳙等鱼种，以达新、老更替和维护种群遗传物质的多样性。

白龙江苗家坝水电站在施工期聘请渔业专业技术人员对大鲵、细痣疣螈、北方山溪鲵等国家和省级重点保护水生野生动物及经济价值较高的鱼类开展救护。实施大鲵人工增殖放流，通过建立大鲵驯养繁殖救护中心，开展人工增殖放流。定期委托渔业部门对渔业资源和生态环境进行监测。根据甘肃省渔业水域环境保护管理站的监测结果，运行期鱼类种类 37 种，与运行前结果基本一致。电站与电站附近的大鲵专业养殖户签订合作协议，由电站拨款，实施大鲵人工增殖放流活动。

白龙江麒麟寺水电站建成运行后，项目业主积极配合甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区管理局，加大了对自然保护区驯养繁殖场的投资力度，在委托文县水文站开展人工放流增殖土著鱼类，培植资源，同时在水库上下游投放人工培养和引进的青、草、鲢、鳙等鱼种，以达新、老更替和维护种群遗传物质的多样性。

3) 河流连通性修复

白龙江干流已建梯级均未采取河流连通性修复措施，各已建工程均未修建过鱼设施，流域河流连通性修复措施存在短板。

4) 梯级生态调度

白龙江干流各梯级按照丰水期、枯水期分别核定了生态流量，在一定程度上考虑了鱼类繁殖所需的水文条件。但流域内梯级水库的调度仍然以防洪、发电调度为主，对生态调度方面考虑较少，且缺少流域范围内的联合生态调度设计。

5.1.3.4 地方政府及有关部门采取的环保措施

(1) 水电站生态环境问题整治

为全面贯彻落实习近平生态文明思想，坚决纠正水电站违规建设、破坏生态环境等突出问题，切实做好甘肃全省水电站生态环境问题整治工作，2019 年 3 月，甘肃省人民政府办公厅以甘政办发〔2019〕39 号文印发了《关于水电站生态环境问题整治工作的意见》(以下简称《整治意见》)。《整治意见》的总体目标为：位于自然保护区核心区和缓冲区、严重破坏生态环境的水电站关停退出；审批手续不全、影响生态环境的水电站全面整改；完善水电站建管制度和监管体系，有效解决甘肃省水电站生态环境突出问题，促进水电科学有序发展。

《整治意见》要求生态环境部门组织水电站业主或生产经营单位开展环境影响后评价工作，对未按要求开展环境影响后评价或不按环境影响后评价结论落实补救方案、改进措施的水电站，责令限期改正，并向社会公示；水利部门组织水电站水资源论证复评，审核水电站水资源论证和取水许可制度落实情况，复核引水流量，按照枯水期、丰水期两个时段核定最小下泄流量；市州人民政府统筹考虑经济社会发展、能源需求、社会稳定、生态环境影响、电站布局优化、整改修复可能性等，以河流或县级行政区域为单元组织开展综合评估，提出水电站退出、整改或保留的评估意见，报省人民政府同意，建立台账。

2017 年，四川省发展改革委、环境保护厅、水利厅、农业厅、林业厅、能源局联合印发了《四川省自然保护区小水电问题整改工作方案》（川发改能源〔2017〕438 号），要求 2018 年 6 月 30 日前全面完成自然保护区内小水电整改任务。白龙江干流在四川省境内有宝珠寺、紫兰坝、昭化 3 个梯级，均不涉及自然保护区。

1) 环境影响后评价开展情况

2017 年 11 月 6 日甘肃省环保厅以“甘环便评字第〔2017〕177 号”文《关于加快开展全省涉自然保护区水电项目环境影响后评价的通知》，要求全省涉及自然保护区的水电站进行环境影响后评价。2019 年根据《甘肃省人民政府办公厅关于水电站生态环境问题整改工作的意见》（甘政办发〔2019〕39 号）文中要求“2019 年底前完成祁连山国家级自然保护区、祁连山国家公园水电站整治任务；2020 年底前完成大熊猫国家公园水电站整治任务；2022 年底前完成其他自然保护区水电站整治任务；2023 年底前完成其余水电站整治任务，要求生态环境部门组织水电站业主或生产经营单位开展环境影响后评价工作，可对单个项目进行环境影响后评价，也可对同一行政区域、流域内存在叠加、累积环境影响的多个项目开展环境影响后评价”，根据该文件要求水电站需进行环境影响后评价。

据调查，白龙江干流甘肃省境内的 33 个梯级中，有 22 个开展了环境影响评价工作，另有 2 个于 2021 年 6 月完成了后评价询价。甘肃省境内白龙江干流梯级环境影响评价工作开展情况统计见表 5.1-5。

表 5.1-5 白龙江干流梯级后评价情况统计表

序号	梯级名称	开工时间	是否开展环境影响后评价	后评价报告完成时间
1	亚古	1974	已开展后评价	2020
2	行政	2009		
3	白云	1972	已开展后评价	2020
4	尼什峡	1969	已开展后评价	2021
5	卡坝班九	2004	已开展后评价	2020
6	尼傲加尕	2004	已开展后评价	2020
7	尼傲峡	1993	已开展后评价	2019
8	九龙峡	2010	已开展后评价	2018
9	花园峡	2009	已开展后评价	2018
10	水泊峡	2006	已开展后评价	2018
11	代古寺	2007	已开展后评价	2018
12	巴藏	2008		
13	大立节	2007	已开展后评价	2018
14	喜儿沟	2007	已开展后评价	2020
15	凉风壳	2011	已开展后评价	2019
16	锁儿头	2007	已开展后评价	2020
17	虎家崖	2005	已开展后评价	2020
18	南峪	2010	已开展后评价	2021
19	两河口	2002	已开展后评价	2020
20	石门坪	2004	已开展后评价	2020
21	沙湾	2008		
22	白鹤桥	1988	已开展后评价	2020
23	石门	2007	已开展后评价	2020
24	拱坝河口	2014		
25	锦屏	2014		
26	汉王	2007	已开展后评价	2020
27	椒园坝	2007	已开展后评价	2020
28	大园坝	2013	已开展后评价	2020
	大园坝（扩建）	2014		
29	橙子沟	2007	已开展后评价	2020
30	临江	2002		
31	苗家坝	2008	已开展后评价	2021
32	碧口	1967		
33	麒麟寺	2005	已开展后评价	2021

2) 综合评估意见

按照《整治意见》工作安排，甘肃省水利厅组织省水电站生态环境问题整治工作领导小组成员单位对有关市州人民政府提出的水电站分类处置意见进行了书面审查，于 2021 年 4 月向甘肃省人民政府报送了《甘肃省水利厅关于部分水电站综合评估意见有关事项的请示》（甘水发〔2021〕35 号）。白龙江干流甘肃省境内共 33 个梯级，涉及自然保护区的有 9 个梯级。上述文件给出了碧口、巴藏、大立节、九龙峡、花园峡、水泊峡、代古寺等 7 座涉及自然保护区水电站均的综合评估结论，均为整改。白龙江干流涉及自然保护区水电站处置意见见表 5.1-6。

表 5.1-6 白龙江干流涉及自然保护区水电站分类处置意见表

序号	县、市	水电站名称	保护区功能区	综合评估结论	省级部门意见
1	舟曲县	巴藏水电站	实验区	整改	一、省自然资源厅 补充建设用地批准文件 二、省林草局 无保护区准入行政许可手续 三、省生态环境厅 环评文件错误
2	舟曲县	大立节水电站	实验区	整改	一、省林草局 无保护区准入行政许可手续
3	迭部县	九龙峡水电站	实验区	整改	一、省自然资源厅 补充建设用地批准文件 二、省林草局 无保护区准入行政许可手续
4	迭部县	花园峡水电站	实验区	整改	一、省自然资源厅 补充建设用地批准文件 二、省林草局 无保护区准入行政许可手续
5	迭部县	水泊峡水电站	实验区	整改	一、省自然资源厅 补充同级用地预审意见和建设用地批准文件 二、省林草局 无保护区准入行政许可手续
6	迭部县	代古寺水电站	实验区	整改	一、发展改革委 无竣工验收文件 二、省自然资源厅 补充建设用地批准文件 三、省林草局 无保护区准入行政许可手续 四、省生态环境厅

序号	县、市	水电站名称	保护区功能区	综合评估结论	省级部门意见
					补充环评验收文件
7	文县	大唐碧口水电站	核心区	整改	一、自然资源厅 补充同级用地预审意见和建设用地批准文件 二、省生态环境厅 企业做好日常环境保护措施，待保护区调整后，尽快办理环评等相关手续

(2) 开展增殖放流

2019年6月，甘南州生态环境局联合甘南州畜牧兽医局印发了《关于印发甘南州州内水电站开展水生生物资源增殖放流工作指导意见的通知》（州环发〔2019〕283号）（以下简称《指导意见》），提出通过在水电站开展水生生物资源增殖放流，阶段性遏制因水电站建设、鱼类洄游通道受阻等因素造成渔业资源严重衰退的趋势，有效养护和逐步恢复自然水域水生生物资源数量，维护生物多样性。通过州生态环境局、州畜牧兽医局和州生态环境保护综合行政执法队督查和各县市自查反馈的数据看，2019年全州实施增殖放流鱼苗的水电站有64家（其中迭部县15家、舟曲县15家、临潭县4家、碌曲县4家、夏河县11家、合作市3家、卓尼县12家），共计放流白龙江流域及洮河水系主要经济鱼类30余万尾，其中白龙江流域共29座水电站参与放流。

5.1.4 白龙江干流开发与保护情况小结

通过对白龙江干流梯级规划、开发及环境保护工作情况的回顾与梳理，白龙江干流梯级规划、治理开发与环境保护工作主要存在以下特点：

（1）白龙江干流梯级规划工作开展较早，规划开发任务以发电为主，规划目标较为单一，未形成流域全局性和系统性治理、开发与保护规划，未开展流域性规划环评或跟踪评价，流域综合治理保护与开发利用过程中缺乏顶层设计。

（2）白龙江干流上下游梯级电站的建设单位不同，不同工程审批部门的级别也不相同，各工程环境保护要求和完善程度不一，不同电站的环境保护工作各自为政，环境保护措施难以达到系统治理的效果。

（3）白龙江干流梯级开发程度较高，且开发时间较早，限于早期水电工程建设时的环境保护理念和技术水平，大部分工程建设时未开展环境影响评价工作，

环保措施不够完善。相关工程实施的环保措施主要集中于施工期、水土保持和移民安置等方面。生态流量保障、水生生态保护和运行期库区水环境保护等方面的措施存在较大短板。

(4) 随着生态环境保护理念的逐渐深化,有关部门对于流域开发过程中产生的生态环境问题愈发重视。水利部、国家发改委、生态环境部、国家能源局四部委联合开展的长江经济带小水电清理整改工作,对小水电生态环境突出问题进行了核查评估。切实做好甘肃全省水电站生态环境问题整治工作,自2019年3月起,甘肃省人民政府组织开展了全省水电站生态环境问题整治工作,要求电站业主开展水电站环境影响后评价,按后评价要求落实补救方案和改进措施;水利部门组织水资源论证复评,核定各电站最小下泄流量;市州人民政府开展综合评估,提出水电站退出、整改或保留的评估意见。截至2021年7月底,白龙江干流甘肃省境内33座已(在)建电站中,有22座已完成环境影响后评价并向生态环境主管部分备案;涉及自然保护区的碧口、大立节、九龙峡、花园峡、水泊峡、代古寺、巴藏的7座电站均已完成综合评估并形成处置意见;全部电站均完成了水资源论证复评,核定了最小下泄流量,并将下泄流量数据接入了甘肃省水电站引泄水流量在线监测系统;省水利厅印发了《甘肃省水电站引泄水流量监督管理办法(试行)》,对水电站生态流量泄放实施常态化在线监控与日常监管。此外,甘南州还开展了州内水电站水生生物资源增殖放流工作。上述工作的开展,在一定程度上弥补了前期白龙江梯级开发在环境保护方面的历史欠账。

5.2 环境影响回顾性分析

5.2.1 水文水资源影响回顾性评价

(1) 对径流过程的影响

1) 对径流年内分配的影响

为定量分析白龙江径流年内分配的变化趋势,分不同年代分别计算碧口站和三磊坝站的年径流不均匀系数。不均匀系数是研究径流年内分配的经典方法,其值越大,表明年内各月径流量相差悬殊,径流年内分配越不均匀。各水文站不均匀系数见表5.2-1。

表 5.2-1 白龙江干流控制站不同年代径流不均匀系数统计表

系列	碧口	三磊坝
1960~1969	0.24	0.27
1970~1979	0.23	0.26
1980~1989	0.23	0.25
1990~1999	0.21	0.23
2000~2009	0.19	0.14
2010~2016	0.21	0.19

碧口和三磊坝站不同年代径流不均匀系数，均呈总体减小趋势。其中，碧口站由 0.24 降至 0.21，流域出口三磊坝站由 0.27 降至 0.19。表明白龙江干流径流的年内分配趋于均匀。

2) 径流量年际间变化趋势分析

碧口和三磊坝站 1960~2016 年径流量变化情况见图 5.2-1 和图 5.2-2。

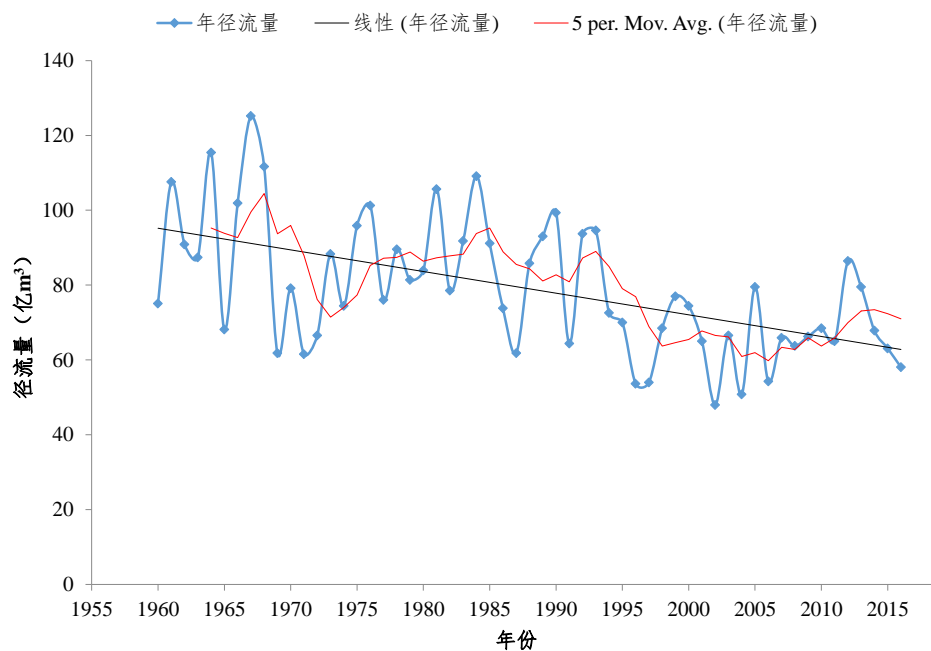


图 5.2-1 1960~2016 年碧口水文站年径流量变化趋势图

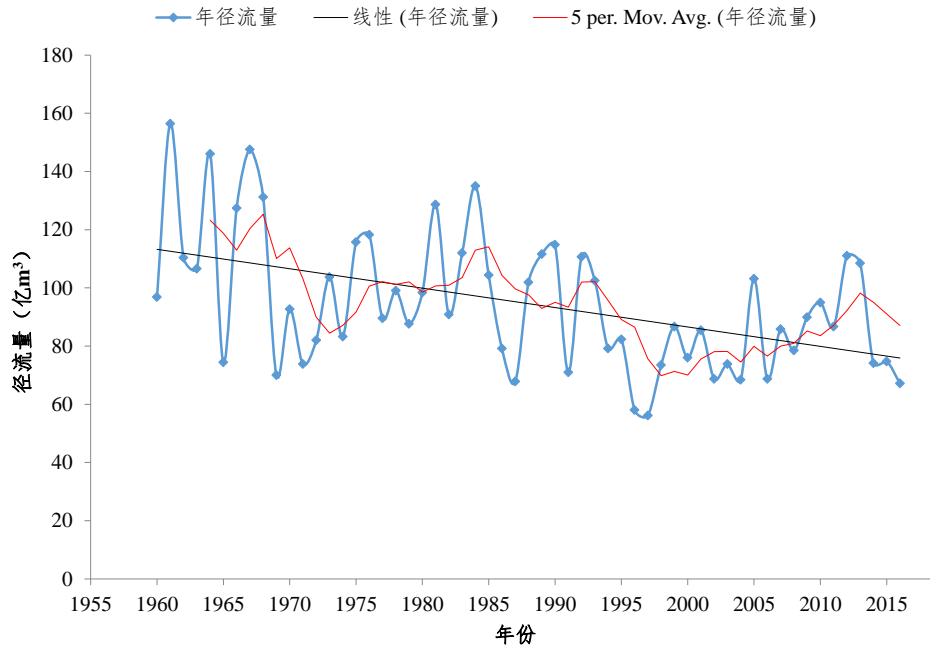


图 5.2-2 1960~2016 年三磊坝水文站年径流量变化趋势图

碧口和三磊坝站径流量年际间均呈现出较大幅度的波动，径流量整体呈减小趋势。

为进一步定量评估上述两个水文站年径流趋势性变化水平，对其 1960~2016 年的实测年径流系列进行 Mann-Kendall 趋势检验，结果见表 5.2-2。

表 5.2-2 白龙江控制站 1960~2016 年径流量 M-K 检验成果

站名	M-K 统计值	变化趋势
碧口	-3.862	减少显著
三磊坝	-3.256	减少显著

从上表可以看出，碧口和三磊坝站年平均径流检验值均为负，且突破了 $\alpha=0.05$ 的临界值(± 1.96)，表明两站实测年径流均表现为明显下降趋势。

(2) 对泥沙的影响

碧口站输沙量与径流量的年际变化规律基本一致。输沙量最大的年份为 1984 年，达 1330 万 t；输沙量最小的年份为 2015 年，仅有 0.403 万 t。分时段统计碧口站年输沙量与年均含沙量，结果见表 5.2-3。

表 5.2-3 碧口水文站泥沙特征值统计表

资料系列	平均输沙量 (万 t)	平均含沙量 (kg/m ³)
1960~1969	775.30	2.58
1970~1979	370.10	1.43
1980~1989	295.43	1.06
1990~1999	196.96	0.83
2000~2009	132.58	0.66
2010~2016	79.53	0.36

从上表可以看出，碧口站平均输沙量和平均含沙量在上世纪 60 年代达到最大，之后不断减小，至本世纪初的第一个 10 年，平均输沙量和平均含沙量分别为上世纪 60 年代的 17.1%和 25.6%。

(3) 对水域形态的影响

河流梯级开发会导致河流水域形态发生较大变化。水库回水区范围内的江段水面变宽，水位升高，从库尾至坝前水深沿程逐渐增大；若采取引水式开发，坝下还会出现一定减（脱）水河段。

白龙江干流已（在）建梯级 36 座，其中苗家坝以上河段共有梯级 30 座，除 2 座为坝后式开发外，其余 28 座为引水式开发，减水河段长度 114.3km，占白龙江干流苗家坝以上河段总长的 47.19%。苗家坝以上河段引水式电站减水河段长度统计结果见表 5.2-4。

表 5.2-4 苗家坝以上减水河段长度统计统计表

电站名称	减水河段长度(km)
亚古水电站	3.4
白云水电站	1.4
尼什峡	5.1
尼傲峡	3.6
九龙峡	1.5
花园	3.8
水泊峡	5.9
代古寺	8.5
立节	2.8
喜儿沟	12
凉风壳	5.3
锁儿头	2.3
虎家崖	2.4

电站名称	减水河段长度(km)
南峪	0.9
两河口	3.4
石门坪	1.4
沙湾	7.3
白鹤桥	3.2
石门	1.6
锦屏	2.7
汉王	2.4
椒园坝	2.5
大园坝	6.8
橙子沟	19.8
临江	4.3
合计	114.3

苗家坝以下河段长 131.9km，河段内苗家坝、碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化 6 个梯级均为坝后式，上下游梯级水位基本衔接，渠化河道总长 129.1km。

5.2.2 水温影响回顾性评价

白龙江干流已建梯级中，碧口具有季调节能力，宝珠寺具有不完全年调节能力，其余梯级水库的调节能力均为日调节或无调节。以宝珠寺水库为代表，分析已建工程的水温影响。

宝珠寺水库的 α 为 $4.16 < 10$ ，由此判断该水库为水温分层型水库。在宝珠寺库尾上游 3.5km 的碧口水文站以及坝下游 11km 的三磊坝水文站均有连续多年的水温观测资料，两水文站相距 82.3km。因两水文站观测断面与水库库尾和大坝间无较大支流汇入，而且距离也较近，故宝珠寺水电站蓄水前两水文站的水温观测值可基本代表水库蓄水前宝珠寺水库河段水温的本底状况。

(1) 水库蓄水前河道水温情况

根据碧口和三磊坝两水文站多年长系列的水温观测资料统计分析，碧口段河道多年平均水温为 13.3°C ，由于河道沿程增温效应，宝珠寺坝下的三磊坝河段多年平均水温为 14.27°C 。根据河道沿程增温率 $0.011^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 推求出宝珠寺坝前断面的天然河道水温、各断面的月平均水温见表 5.2-5。

表 5.2-5 宝珠寺水库蓄水前碧口、三磊坝两断面水温统计 $^{\circ}\text{C}$

月平均	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
碧口	5.3	6.6	10.1	14.0	16.4	18.4	19.8	20.5	17.2	14.1	10.5	6.8	13.31
三磊坝	5.3	7.0	11.4	15.6	17.6	20.1	21.7	21.9	17.9	15.3	10.8	6.6	14.27
宝珠寺坝前 推算值	5.30	6.95	11.23	15.39	17.44	19.88	21.45	21.72	17.81	15.14	10.76	6.63	14.14

(2) 蓄水后库区及坝下河道水温状况及变化分析

在 2000 年宝珠寺电站竣工验收的库区水温观测中共获得监测数据 86 个, 见表 5.2-6。

表 5.2-6 宝珠寺水电站水温观测成果 (2000-10-17) $^{\circ}\text{C}$

水深/m	坝前		青川河下游		青川河上游		坝下 500m	坝下 9km	紫兰坝坝址
	右	左	右	左	右	左			
水表	20.1	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6	18.3	18.1	18.2
1	20.0	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6			
2	20.0	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6			
3	20.0	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6			
4	20.0	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6			
5	20.0	20.0	19.9	19.9	19.6	19.6			
10	20.0	20.0	19.8	19.8	19.6	19.6			
15	19.9	19.9	19.7	19.7	19.5	19.6			
20	19.0	19.0	19.5	19.7	19.5	19.6			
25	18.6	18.6	19.4	19.5	19.5	19.5			
30	18.3	18.3	18.8	18.8	19.4	19.4			
40	17.9	18.0	17.6	17.6	18.3	18.3			
50	17.6	17.8	17.3	17.1	16.2	16.1			
70	11.4	12.2	16.7	16.7					
100	10.8								

1) 坝前断面水温变化情况

由水库各断面水温垂直分布的监测结果分析可知, 水库形成后, 库内水体水温垂向分布结构发生了很大变化。以水库坝前断面为例, 在水库蓄水前河道处于天然状况下, 河流水深较浅, 水体垂向分布基本为均匀混合状态。水库蓄水后, 随着水深的增大, 水库水体明显出现垂向分层现象, 变温层温度梯度界于 $0.05\sim 0.09^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 之间。由于本次观测处于秋、冬过渡期, 受气温下降影响, 表层水温降低, 加速水温混合过程, 使水库混合层变厚, 底部恒温层已消失, 库水体由混合层、变温层组成。

2) 坝下河道水温变化情况

通过分析和比较电站下游 11km 处白龙江三磊坝水文站蓄水前、后典型月水温观测资料（表 5.2-7）可以看出，水库蓄水后，水体容积增加，在春夏升温季节，水库比河流升温慢，如不考虑水库出水口至三磊坝 11km 流程水温变化，水库出水口水温比建坝前低。到 8 月，库水温已升到最高值，与河流水温接近；8 月以后，随太阳辐射减弱，河流水温迅速下降，但水库热容量大，降温慢。以 10 月份水温为例，库水温在 50m 以下还比河流水温高 2℃ 以上、库表水温高 4℃ 以上。这一观测结果与在升温季节水库水体对气温有负效应、在降温季节有正效应是一致的。

表 5.2-7 三磊坝蓄水前、后水温观测资料 ℃

时期	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	5~10 月平均
蓄水前	17.6	20.1	21.7	21.9	17.9	15.3	19.1
蓄水后	15.6	18.1	19.6	22	21.5	16.6	18.9
差值	2	2	2.1	-0.1	-3.6	-1.3	

根据本次回顾调查分析可知，宝珠寺水库形成后，库内水体垂向分层现象十分明显，坝前变温层温度梯度介于 0.05~0.09℃/m，在春、夏增温季节，水库下泄水温比河流天然水温低，在降温季节，水库下泄水温比河流天然水温高，与水库的气温效应一致。

5.2.3 水环境影响回顾性评价

白龙江干流水利水电工程开发从上世纪 60 年代持续至今，时间跨度大，且流域水环境的变化受流域经济社会发展、污染治理水平等诸多因素的共同影响，使得要单独厘清水利水电工程开发对流域水环境变化的影响程度存在较大困难。本节主要基于流域涉及省市的环境状况公报和白龙江干流常规水质断面历史水质监测成果，分析流域整体水质变化情况和主要控制断面近 10 年水质的变化情况；结合部分工程环评及竣工验收调查报告，分析工程建设运行对水环境的影响。

（1）流域总体水质变化情况

基于 2011~2020 年度《甘肃省环境状况公报》（2018 年后改称《甘肃省生态环境状况公报》）、2011~2015 年广元市《水质例行监测月报》和 2016~2020 年度《广元市环境公报》，对流域总体水质情况进行统计分析，见表 5.2-8。

表 5.2-8 白龙江流域总体水质情况统计表

年份	断面数 (个)	各水质类别断面数 (个)						水质状况
		I	II	III	IV	V	劣V	
2011	5		5					优
2012	5		5					优
2013	5		5					优
2014	5		5					优
2015	5	2	3					优
2016	7	5	2					优
2017	7	4	3					优
2018	7	4	3					优
2019	7	2	5					优
2020	7	2	5					优

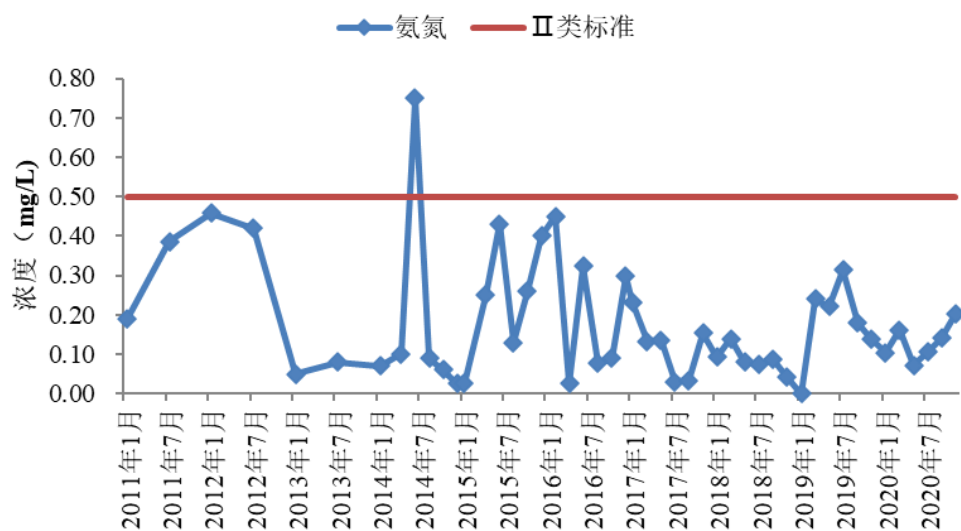
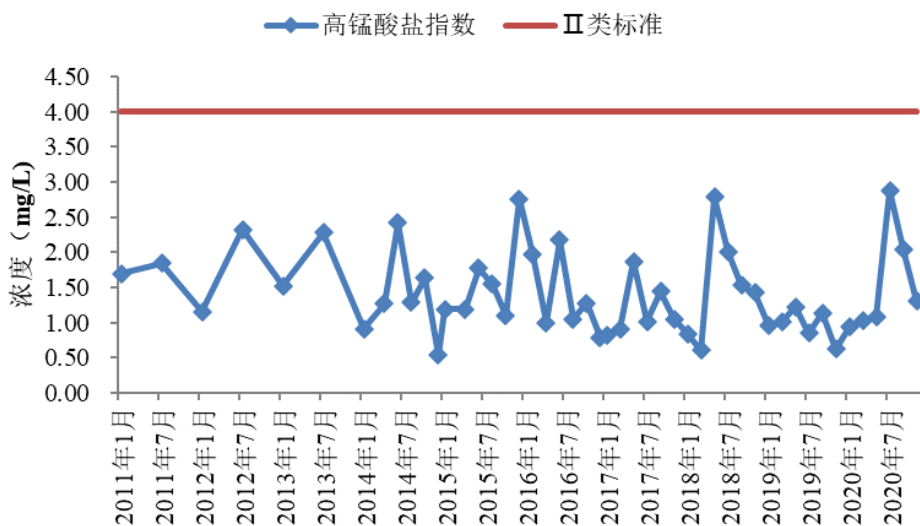
由上表可知，2014 年以前白龙江流域各监测断面年度水质类别均为 II 类；2015~2020 年，各断面水质为 I~II 类。按照《地表水环境质量评价办法（试行）》对白龙江流域水质状况进行评价，2011~2020 年白龙江流域水质状况均为优。

（2）重要断面水质变化情况

1) 迭部

迭部断面位于甘肃省甘南州迭部县城关镇滨河路上段，白龙江迭部舟曲保留区内，为川~甘省界断面，水质管理目标为 II~III 类。

2011 年 1 月~2020 年 11 月，迭部断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 监测结果有 1 个月不满足 II 类水质标准限值要求，占总测次的 2.08%； COD_{Mn} 各月监测结果均满足 II 类水质标准限值要求；TP 监测结果有 1 个月不满足 II 类水质标准限值要求，占总测次的 2.08%。总体上看，迭部断面水质基本能够稳定满足地表水 II 类水质标准限值要求。

图 5.2-3 送部断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况图 5.2-4 送部断面 COD_{Mn} 浓度变化情况

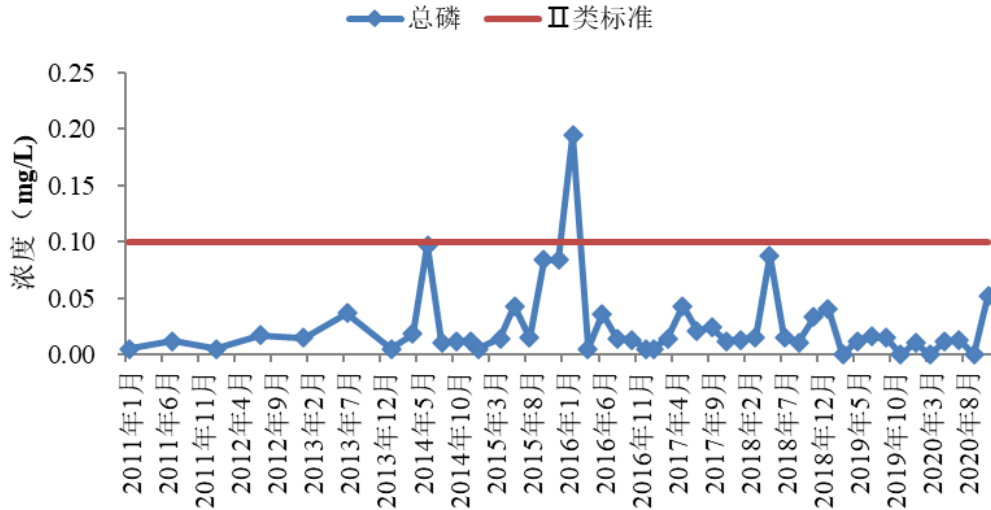


图 5.2-5 送部断面 TP 浓度变化情况

2) 锦屏

锦屏断面位于甘肃省陇南市武都区锦屏乡后坝村白龙江桥上，白龙江舟曲、宕昌、武都工业农业用水区内，水质管理目标为III类。2009年2月~2019年12月，锦屏断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Mn} 、TP 各次监测结果均满足III类水质标准限值要求。

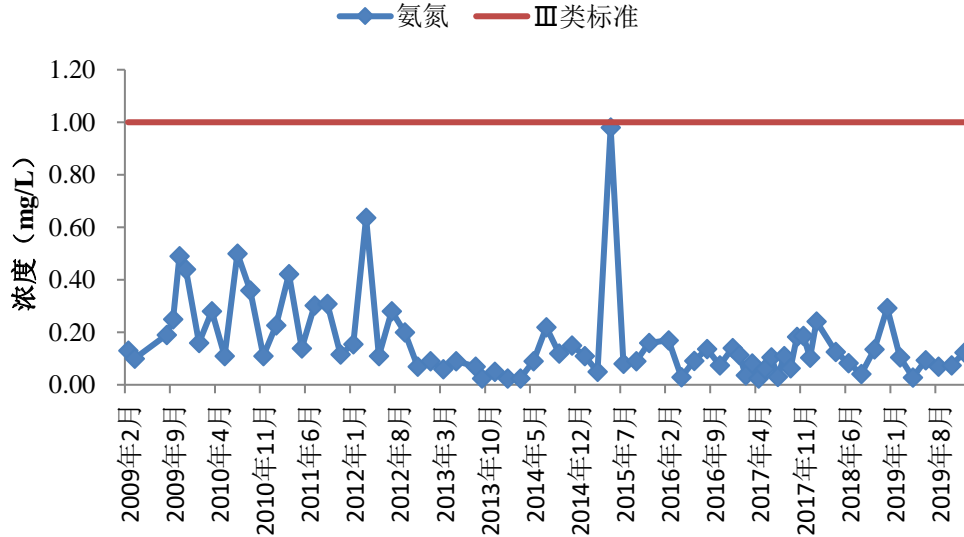


图 5.2-6 锦屏断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

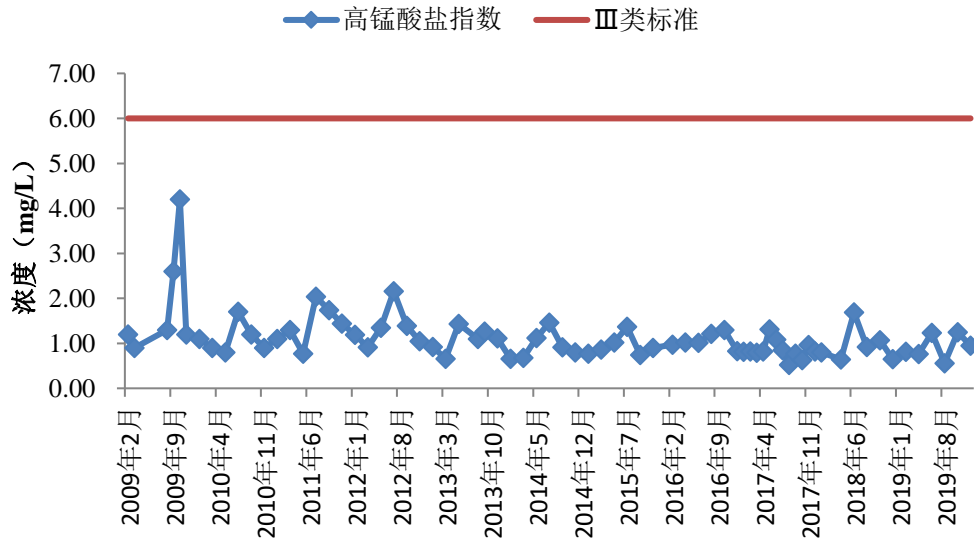


图 5.2-7 锦屏断面 COD_{Mn} 浓度变化情况

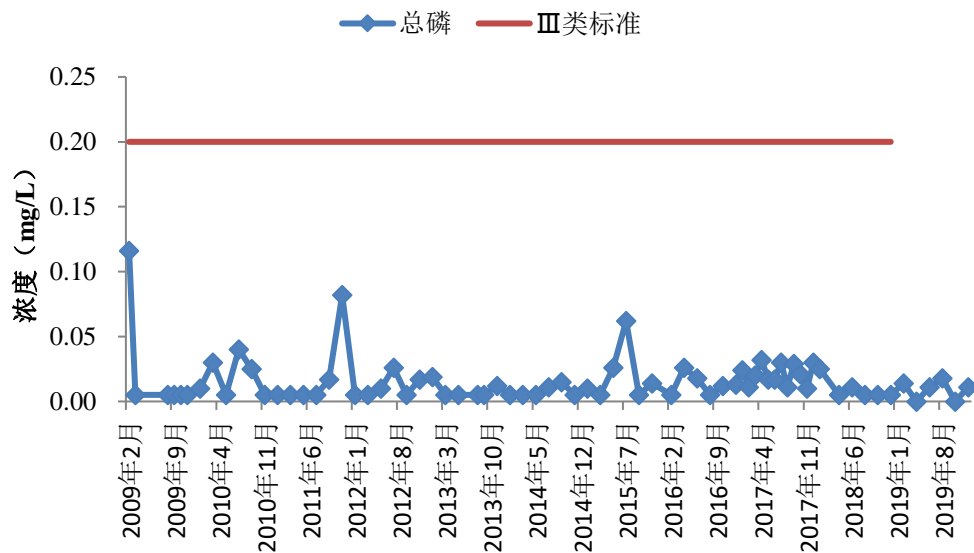


图 5.2-8 锦屏断面 TP 浓度变化情况

3) 两水

两水断面位于甘肃省陇南市武都区两水镇段河坝大桥，白龙江武都饮用、农业用水区内，水质管理目标为Ⅲ类。2013 年 1 月~2020 年 12 月，两水断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Mn} 、TP 各次监测结果均满足Ⅲ类水质标准限值要求。

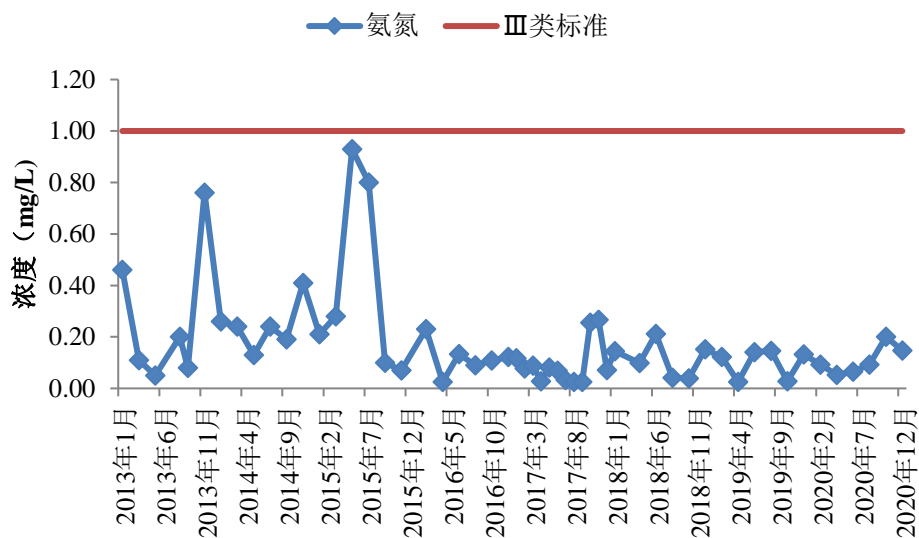


图 5.2-9 两水断面 NH₃-N 浓度变化情况

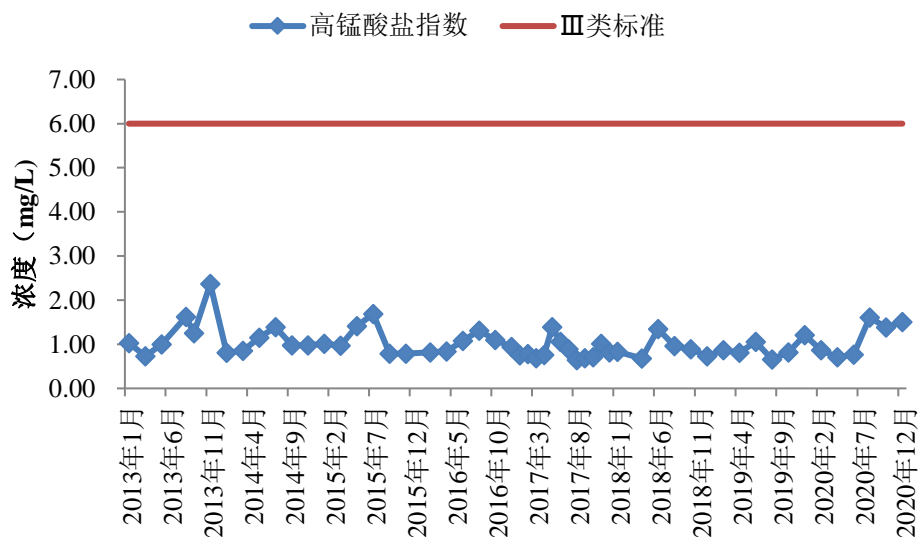


图 5.2-10 两水断面 COD_{Mn} 浓度变化情况

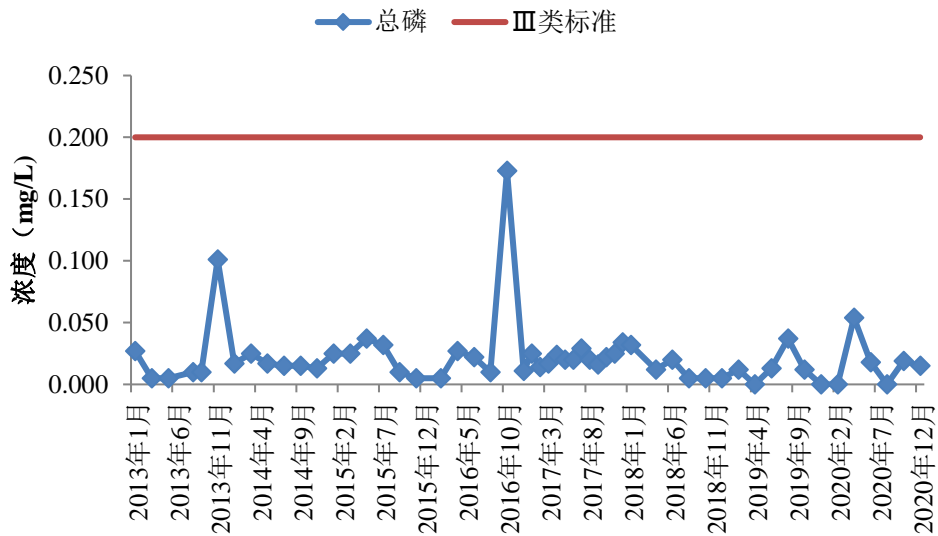


图 5.2-11 两水断面 TP 浓度变化情况

4) 武都饮用水源地

武都饮用水源地断面位于甘肃省陇南市武都区城关镇钟楼滩，白龙江武都饮用、农业用水区内，水质管理目标为Ⅲ类。2012 年 1 月~2018 年 12 月，武都饮用水源地断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Mn} 、TP 各次监测结果均满足Ⅲ类水质标准限值要求。

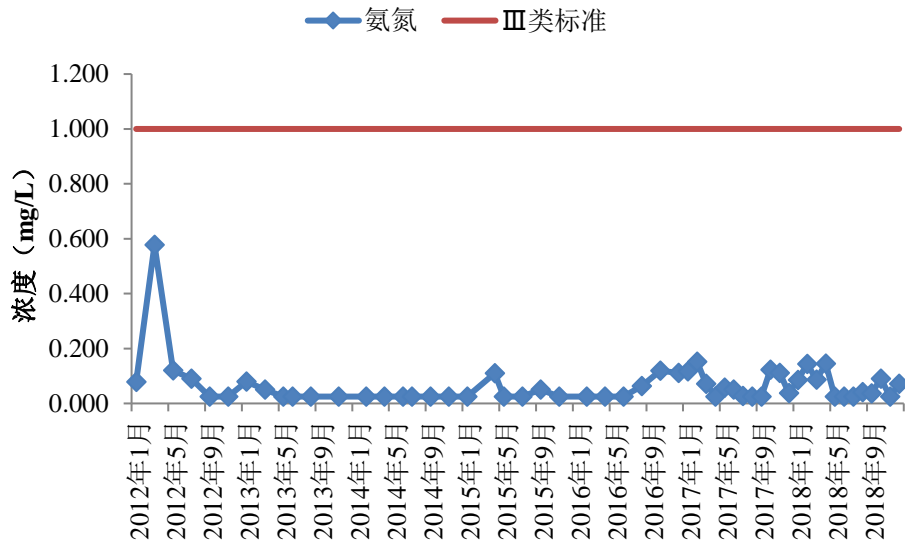


图 5.2-12 武都饮用水源地断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

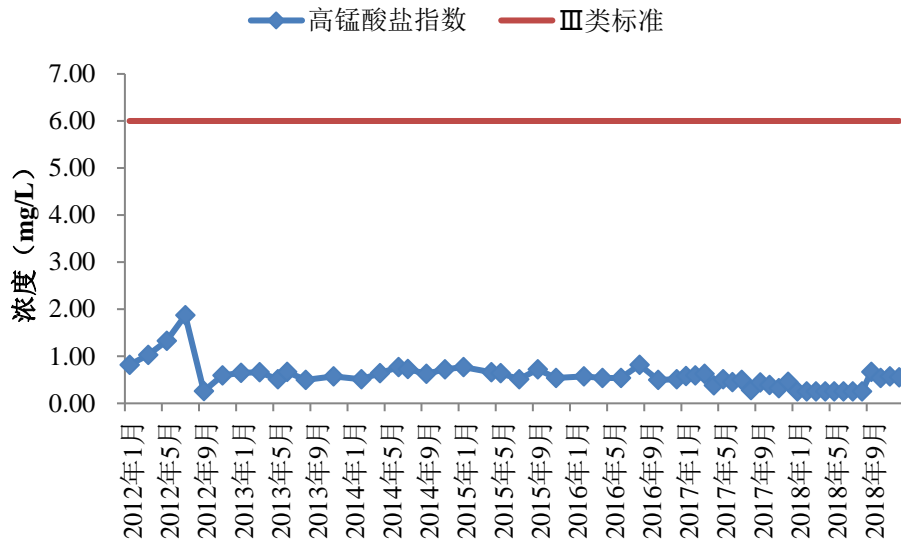


图 5.2-13 武都饮用水源地断面 COD_{Mn} 浓度变化情况

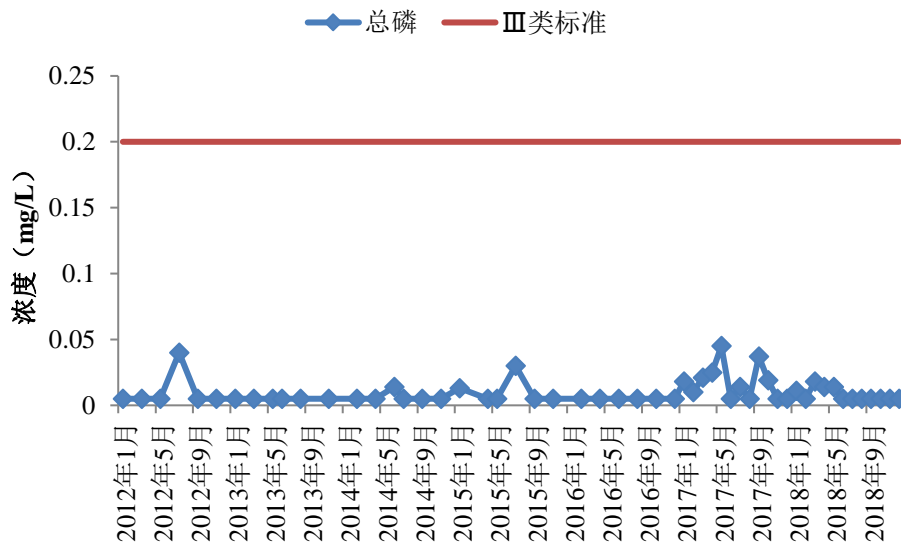


图 5.2-14 武都饮用水源地断面 TP 浓度变化情况

5) 东江

东江断面位于甘肃省陇南市武都区城郊乡东江村建民大桥，白龙江武都工业、农业用水区内，水质管理目标为Ⅲ类。2009 年 1 月~2020 年 12 月，东江断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 监测结果有 7 个月不满足Ⅲ类水质标准限值要求，占总测次的 4.86%，超标事件均发生在 2014 年 4 月前； COD_{Mn} 各月监测结果均满足Ⅲ类水质标准限值要求；TP 监测结果有 1 个月不满足Ⅲ类水质标准限值要求，占总测次的 0.69%。总体上看，东江断面近年来水质呈现向好的趋势，断面水质基本能够稳定满足地表水Ⅲ类水质标准限值要求。

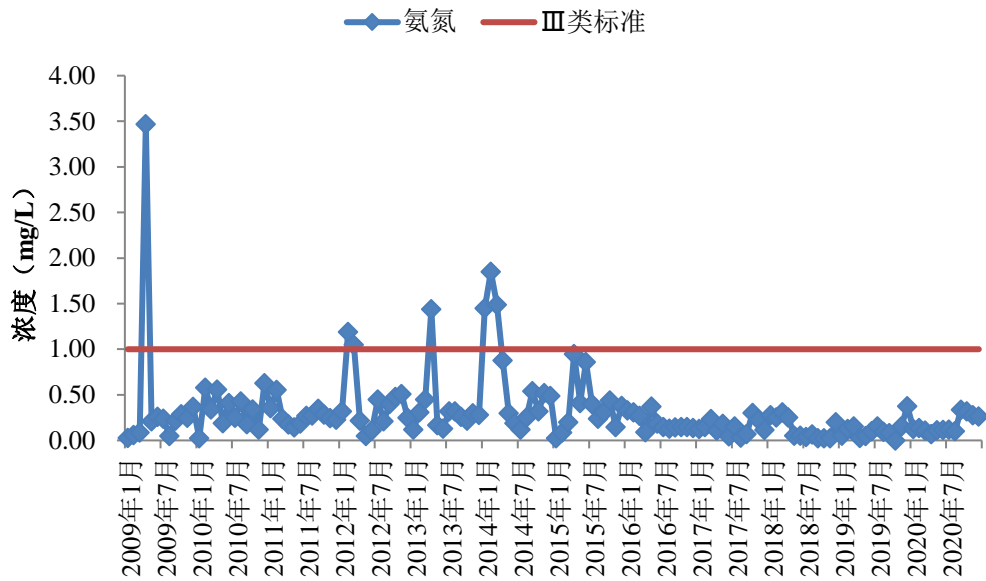


图 5.2-15 东江断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

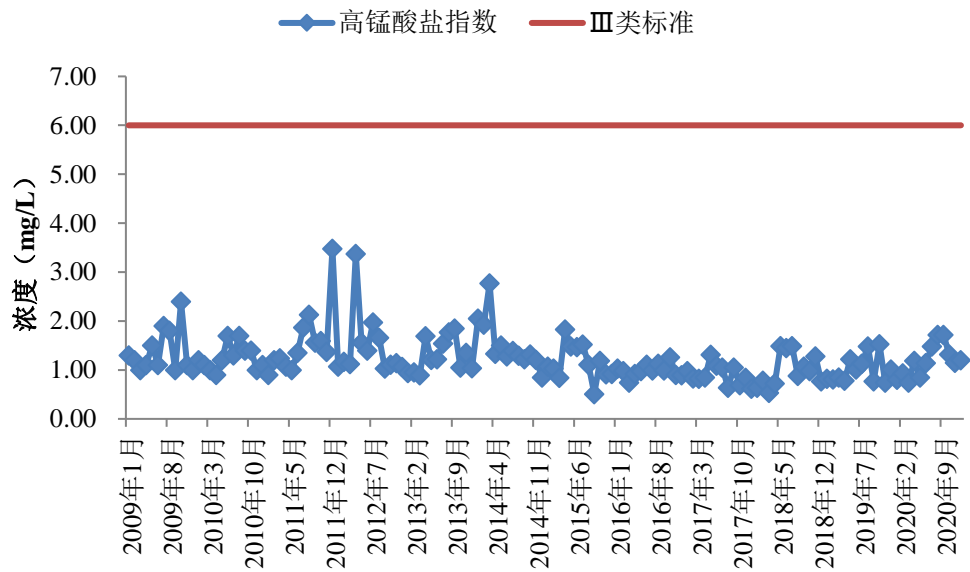


图 5.2-16 东江断面 CODMn 浓度变化情况

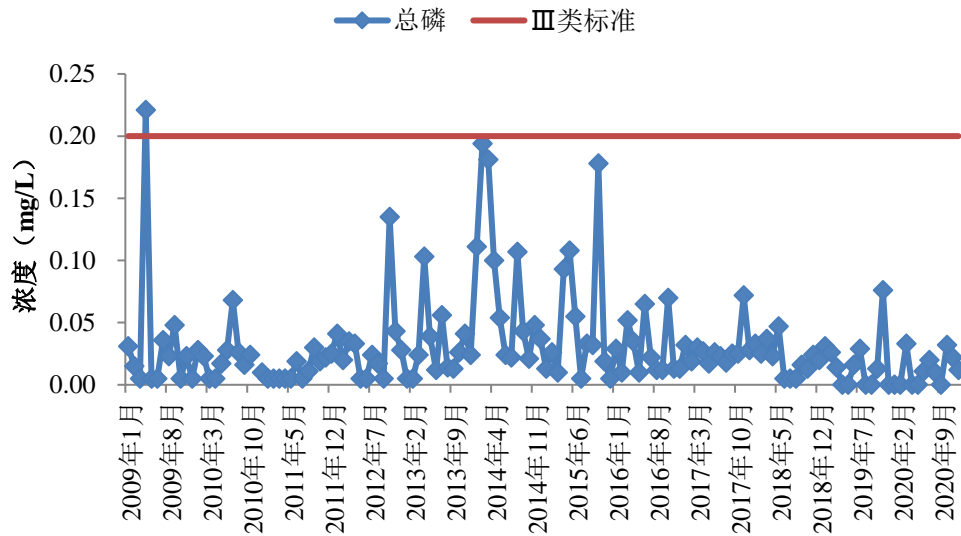


图 5.2-17 东江断面 TP 浓度变化情况

6) 碧口

碧口断面位于甘肃省文县碧口镇碧口水文站何家湾大桥，白龙江白龙江武都广元保留区内，水质管理目标为Ⅲ类。2009年2月~2020年12月，碧口断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 监测结果有1个月不满足Ⅲ类水质标准限值要求，占总测次的0.74%，超标事件发生在2015年1月； COD_{Mn} 和 TP 各月监测结果均满足Ⅲ类水质标准限值要求。总体上看，碧口断面水质基本能够稳定满足地表水Ⅲ类水质标准限值要求。

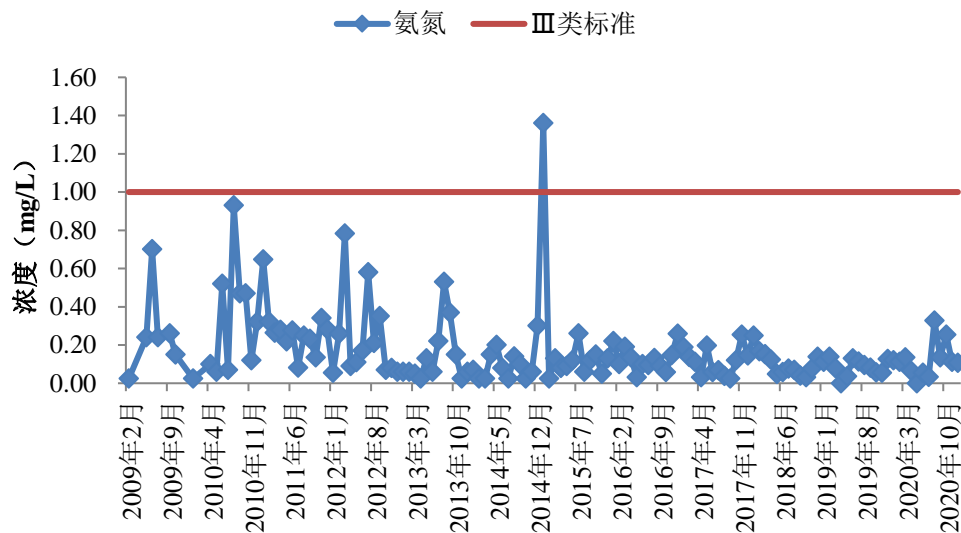


图 5.2-18 碧口断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

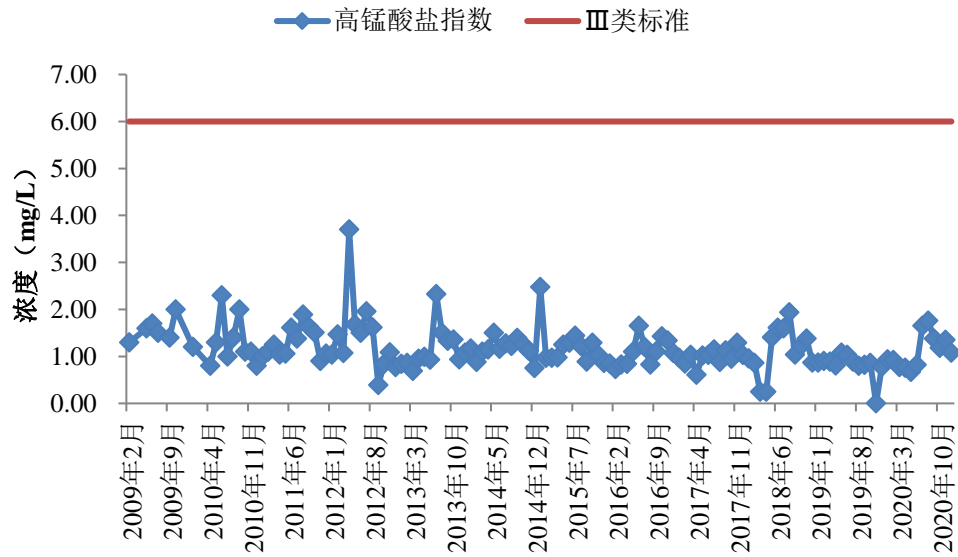


图 5.2-19 碧口断面 COD_{Mn} 浓度变化情况

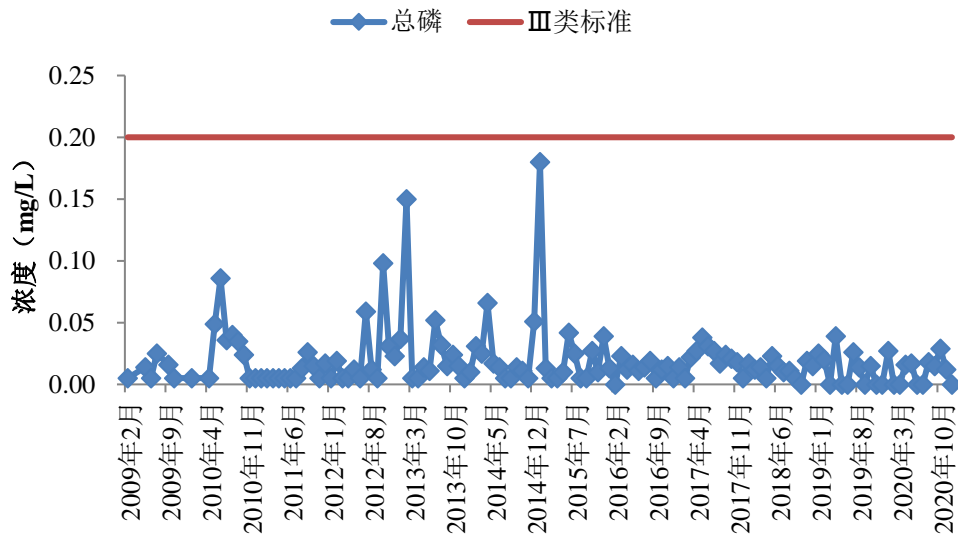


图 5.2-20 碧口断面 TP 浓度变化情况

5.2.4 陆生生态影响回顾性评价

5.2.4.1 生态系统变化分析

(1) 土地利用及斑块变化

白龙江干流水电开发实施主要集中在 1990~2000 年、2000~2010 年和 2010~2020 年三个时间段。根据白龙江干流水电开发实施的阶段性特点，并考虑覆盖全流域遥感影像数据的可获得性，选取流域范围内 2000 年、2010 年和 2020

年三个时间点的 LandSAT 影像数据，对比分析水利水电开发建设前后不同土地利用类型面积的变化，具体结果见表 5.2-9 和图 5.2-21。

表 5.2-9 白龙江流域 2000 年、2010 年和 2020 年土地利用情况比较表

拼块类型	2000		2010		2020	
	数目	面积	数目	面积	数目	面积
	(块)	(hm ²)	(块)	(hm ²)	(块)	(hm ²)
林地	5130	2474620.77	9348	2520028.45	8680	2512279.25
灌草地	73463	303147.61	30852	244531.01	30015	247842.87
耕地	10926	409689.54	11106	420132.42	11412	409566.5
水域	2168	8590.45	1588	10367.24	1111	13891.4
建设用地	476	4751.02	436	5740.27	680	17219.37
合计	92163	3200799.39	53330	3200799.39	51898	3200799.39

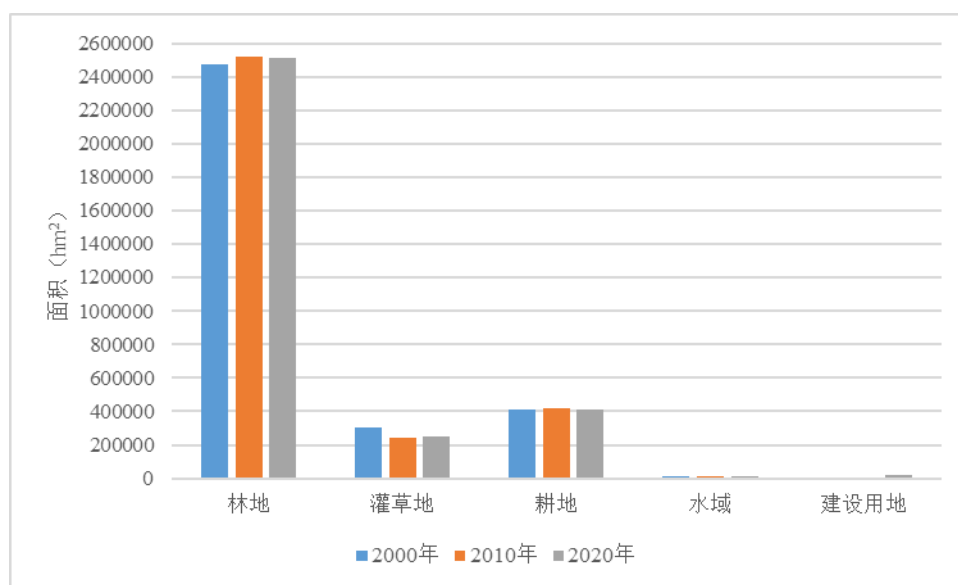


图 5.2-21 白龙江流域 2000 年、2010 年和 2020 年土地利用情况比较图

从 2000 年、2010 年至 2020 年，林地面积先增加后减少，灌草地面积先减少后增加，耕地面积先增加后减少，水域面积增加，建设用地面积增加。白龙江流域范围内各土地利用类型发生变化，主要是由于区域内水电梯级开发形成的库区蓄水导致水域面积增加，但电站建设造成的水库淹没、工程占地等会损毁一定面积的林地；随着近年来天然林保护、封山育林、植树造林等政策的实施，区域内林地面积略有恢复，但随着城镇化发展建设，林地面积又有所减少；由于过度放牧和利用灌草丛面积减少，但随着草原保护政策的实施，灌草丛面积有所恢复；

耕地面积随着保护政策和开发建设,发生些许变化,呈现出先增加后减少;此外,城镇化建设导致建设用地面积增加。

总体来看,2000年、2010年至2020年,在白龙江流域由于城镇建设和水能开发,建设用地面积显著增加,水域面积也有所增加,其他土地利用类型略有减少,但面积变化不大。

(2) 景观生态体系变化

白龙江流域是由森林生态系统、灌丛与灌草丛生态系统、湿地生态系统、农业生态系统、城镇/村落生态系统等多种景观类型组成的复合生态系统。各景观类型相互交织,按自有规律组合形成整个区域的景观生态体系。

根据2000年、2010年至2020年卫星影像解译数据,采用密度、频度、景观比例等参数计算各景观类型优势度值,对白龙江流域的景观生态体系进行回顾性评价,其结果见表5.2-10和图5.2-22。

表 5.2-10 白龙江流域各时期景观类型优势度变化表

景观类型	密度 Rd (%)			频率 Rf (%)			景观比例 Lp (%)			景观优势度 Do (%)		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020	2000	2010	2020	2000	2010	2020
森林	5.57	17.53	16.73	76.24	77.56	77.24	77.31	78.73	78.49	59.11	63.14	62.74
灌草地	79.71	57.85	57.83	11.82	10.17	10.25	9.47	7.64	7.74	27.62	20.82	20.89
农田	11.85	20.82	21.99	14.87	15.08	14.91	12.8	13.13	12.8	13.08	15.54	15.62
水域	2.35	2.98	2.14	0.25	0.35	0.45	0.27	0.32	0.43	0.78	0.99	0.86
城镇及其他景观	0.52	0.82	1.31	0.19	0.21	0.52	0.15	0.18	0.54	0.25	0.35	0.73

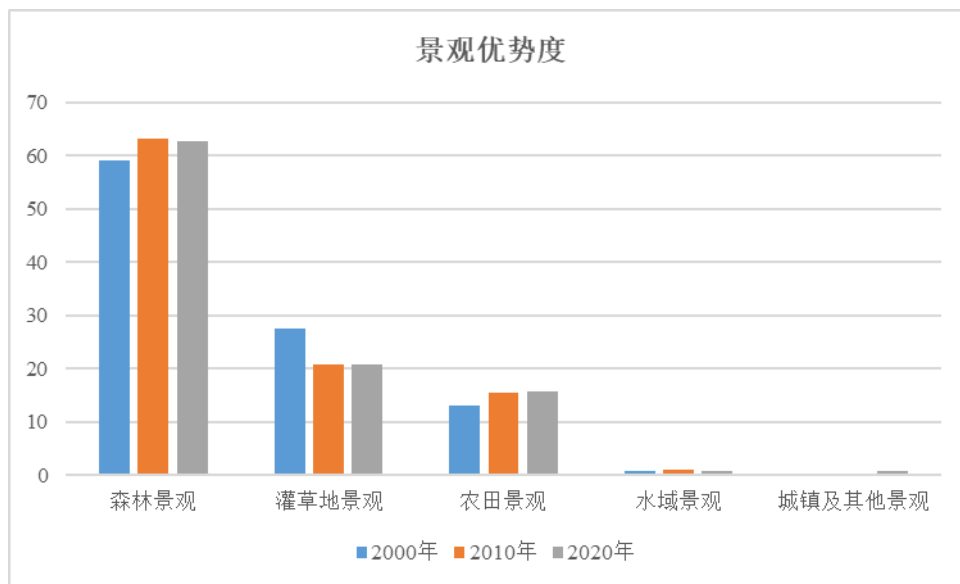


图 5.2-22 白龙江流域各时期景观类型优势度变化对比图

对比分析 2000 年、2010 年至 2020 年评价范围内景观生态体系变化：森林景观的优势度始终是流域范围内最高的，总体呈先上升后降低趋势，但变化幅度很小，主要是由于区域内天然林保护、封山育林、植树造林等政策的实施，生态保护力度加强，区域内森林景观略有恢复，但随着城镇化发展建设，森林景观又有所降低；随着草原保护和耕地保护政策的实施，灌草丛景观和农田景观有所恢复，但变化幅度很小；2000 年~2010 年由于梯级开发，水库蓄水使得水域面积增加，水域景观优势度呈上升趋势；2010 年~2020 年期间，水域面积略有减少，导致水域景观优势度值有所下降；而城镇景观的优势度值增加主要是由于修建道路、城镇建设等原因。

(3) 生态系统变化分析

生态系统面积变化与土地利用面积变化趋势一致，具体结果见表 5.2-11 和图 5.2-23。

表 5.2-11 白龙江流域 2000 年、2010 年和 2020 年生态系统面积比较表

类型	2000		2010		2020	
	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)	面积 (hm ²)	比例 (%)
森林生态系统	2474620.77	77.31	2520028.45	78.73	2512279.25	78.49
灌丛和灌草丛生态系统	303147.61	9.47	244531.01	7.64	247842.87	7.74
农田生态系统	409689.54	12.8	420132.42	13.13	409566.5	12.8
湿地生态系统	8590.45	0.27	10367.24	0.32	13891.4	0.43
城镇/村落生态系统	4751.02	0.15	5740.27	0.18	17219.37	0.54
合计	3200799.39	100.00	3200799.39	100.00	3200799.39	100.00

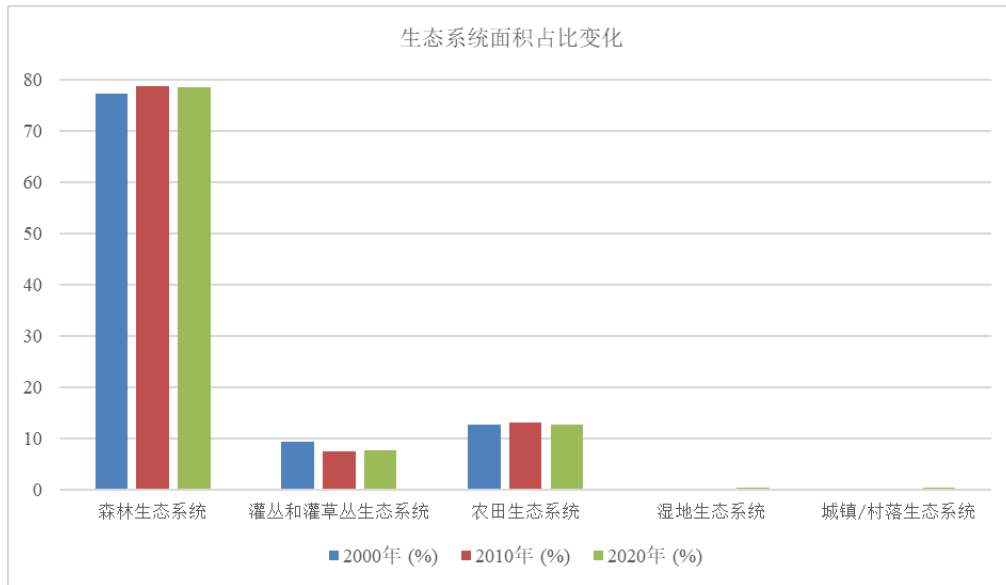


图 5.2-23 白龙江流域 1989 年、2005 年和 2019 年生态系统面积占比比较图

从 2000 年、2010 年至 2020 年，森林生态系统面积先增加后减少，总体来讲，森林生态系统有少量的增加；灌丛和灌草生态系统面积先减少后增加，这是由于过度放牧和利用等损毁一定面积的灌草，但随着近年来草原保护等政策的实施，使得区域内灌丛和灌草生态系统面积略有恢复；同时农田生态系统面积也有小幅度的减少，这是由于城镇开发建设占用一定面积的农作物，但随着近年来耕地保护等政策的实施，使得区域内农田生态系统略有恢复；湿地生态系统、城镇/村落生态系统面积均有所增加，这是由于区域内梯级开发形成的库区蓄水导致水域面积增加，此外，梯级工程建设及城镇化建设导致建设用地面积增加。

总体来看，2000 年、2010 年至 2020 年，流域内生态系统占比最大的仍然是森林生态系统，其他生态系统占比仍保持原有状态，流域梯级建设对区域内生态系统的结构和功能影响较小。

5.2.4.2 陆生植物变化分析

（1）植物区系多样性变化

根据访问调查及现场实地调查，并参考流域各水利水电竣工环境保护验收调查报告成果及区域其它本底调查资料，流域各梯级占地区、淹没区多位于白龙江及其支流沿岸村落附近，区域人为活动频繁，植物种类贫乏，多以适应性强、抗逆性强、分布范围广泛的种类为主，未发现珍稀保护及特有植物分布。根据本次调查发现，受流域梯级影响的植物在占地区外、淹没区周边及白龙江流域范围

均具有较广泛分布，白龙江流域水利水电开发对区域植物多样性影响较小。此外，随着施工迹地区的平整、覆土绿化，以及耕园地、林地的占补平衡等植被恢复措施，流域范围内植物不断增加，植物多样性有所恢复。

（2）植物类型及植物物种多样性变化

根据流域各水利水电竣工环境保护验收调查报告成果及区域其它本底调查资料，已建、在建工程主要占用耕园地和林地，受影响的植被以经济林为主，其次是次生林，植被类型以人工栽培植被和灌丛植被为主，灌木植物有黄栌、马桑、蔷薇、柠条、忍冬和栒子等种类。这些受影响的植物种类不是评价范围重点保护植物、特有种，为区域常见种类，而且已建工程临时占地损失植物数量和分布面积基本得到恢复。沼泽及水生植被和历史资料相比较为丰富，这是由于梯级电站开发使得水域增多，有利于沼泽及水生植被的发育。因此，水电站建成后，对流域内植被类型基本没有产生影响，对植物种类组成亦没有影响，对流域的植物多样性没有产生影响，在临时占地区还增加了一些水土保持绿化树种。

（3）重点保护植物与古树的变化分析

根据访问调查及现场实地调查，流域各梯级占地区及淹没区多位于白龙江流域及其支流沿岸、村落附近，区域人为活动频繁，干扰强烈，植物均为常见种，重点保护植物及古树名木多分布于各类敏感区内，流域水利水电开发对区域重点保护植物与古树的影响较小。

5.2.4.3 陆生动物变化分析

（1）动物种类和数量变化

水电梯级的建设会改变流域内植被覆盖情况，同时流域内水文情势变化也会使陆生生态环境发生相应的变化，从而导致陆生动物的栖息环境改变，陆生动物的种类和数量也会发生相应的变化。

1) 两栖类

由于流域梯级开发建设，区域流水生境会因为水库蓄水而减少，适应流水生境的大鲵、黑斑侧褶蛙、隆肛蛙、四川湍蛙等两栖类会迁往水库周边支溪沟生活；而由于水域面积增加，水库周边环境改善，库区及周边浅滩成为两栖类新的栖息地，库区及周边环境中静水型和陆栖型两栖类种群中个体数量会有所增加。

2) 爬行类

爬行类的迁移能力较两栖类强，水电站建设对其影响相对较小，此外，水电站建成后，采取一系列植被恢复措施，水库蓄水也会促进水库周边植被生长，周边生境变好，其种群和个体数量也会有所增加。

3) 鸟类

梯级电站的建设，使区域内水域面积增加，适合宽阔水面及岸边滩涂区域生活的鸟类种数增多，如鸛形目、鹤形目、鴈形目等；适合流水生境的水鸟可能迁往水库周边支溪沟生活，如鸕鶿目、雁形目等，这种改变仅使区域内鸟类分布及种群数量发生了变化，不改变其区系组成，更不会造成鸟类物种的消失；与人类生活关系密切的鸟类数量增加，如麻雀、棕背伯劳、山斑鸠、喜鹊、家燕等；生活在低山林地和灌丛的鸟类基本没有变化，如鸡形目、鸽形目、鸺形目、戴胜目、佛法僧目、鹟形目、雨燕目等以及雀形目的大多数鸟类；在天空翱翔的攀禽类，如鸢形目、隼形目，周边适宜生境比较广阔，对其生存影响不大。因此，流域内鸟类种类和数量总体呈现上升趋势。

4) 兽类

小型兽类由于水库淹没，其分布区会上移，但因为多样化的食物来源和较强的迁徙能力，以及人为活动的干扰，其数量有所增加，如啮齿目、食虫目等的物种；大型兽类会因为区域内人为活动和环境改变而发生较大变化。

根据白龙江流域野生动物调查情况，已建水电站多位于白龙江及其支流沿岸村落附近，人为活动频繁，几乎无大型兽类，主要为小型兽类，如普通蝙蝠、草兔、岩板鼠等，其数量多、分布广，工程对其产生影响较小。

(2) 重点保护动物的变化分析

流域范围内分布有国家Ⅰ级重点保护 17 种，分别为金雕、秃鹫、草原雕、胡兀鹫、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、大熊猫、豹、豺、马麝、林麝、贡山羚牛、金猫、喜马拉雅斑羚、梅花鹿、雪豹；国家Ⅱ级重点保护 38 种，分别为大鲵、西藏山溪鲵、黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、红隼、游隼、猎隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰

鹤、斑头鸕鹚、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、云雀、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、水獭、猓獾、豹猫、毛冠鹿、马鹿、中华鬣羚、岩羊、青鼬。

流域梯级开发会占用部分动物生境，从而对区域重点保护野生动物产生一定的影响。大鸮、普通鸮、红隼、游隼、雕鸮、灰林鸮、短耳鸮等猛禽类国家级重点保护野生动物，其活动范围都很大，而且飞翔能力很强，种群数量较少，流域的开发对其影响较小；大鲵和水獭主要分布于流域范围各保护区内生境较好的保护区及支流河段，其与水利水电工程距离较远，基本不受影响；国家重点保护的野生兽类如小熊猫、黑熊、棕熊、石貂等，它们一般在河谷两岸和密林中活动，由于其分布海拔一般较高，且喜在远离人类的密林中生活，流域水利水电开发一般不会对其造成较大影响。白龙江流域内的国家重点保护野生动物多栖息于各自然保护区的山林和溪谷中，由于这些保护区位于干支流的源头区，流域范围内保护动物与各梯级距离均较远，流域水利水电开发对其影响有限。

总体上，白龙江流域梯级建设会对重点保护动物产生影响，但随着工程施工的结束，临时占地区域进行植被恢复等措施，梯级电站的建设对这些重点保护动物的影响较小。

5.2.4.4 典型工程影响回顾性评价

结合工程竣工环境保护验收调查报告，选择代古寺水电站和苗家坝水电站作为典型工程分析陆生生态影响情况。

(1) 代古寺水电站

1) 对陆生植物的影响

代古寺水电站正常蓄水位 1710m，形成的库区会导致气候因子改变，对库区的植被发育有一定的影响，使得水库周边原有植物群落组成和结构发生变化。主要表现在两个方面：

①新的水生植物群落出现。在库湾静水区域或水位变化的消落区，将出现眼子菜科、水麦冬科、月心草科、莎草科、毛茛科、杉叶藻科、禾本科（芦苇）、香蒲科植物和各种藻类植物，它们的出现增加水中有机物数量，促进浮游生物的繁育。

②由于库区气温略升高，相对湿度增大，库区外围迎风坡降水量增加，以菊科、豆科、禾本科、莎草科为主的植物，短期内发展为优势种群。

总体而言，因工程占地和水库淹没等导致植被改变的比重较小，电站的修建对区域自然植物群落结构、数量及组成影响不大，所造成的生物生产力变化程度很小，对区域生态体系生产能力的影响很小，对区域自然体系的稳定状况影响较小。

2) 对陆生动物的影响

代古寺水库建成蓄水后，水位升高，使栖息在这些地方的动物失去原有的生活环境，栖居的动物会随着水位升高而向上迁移，到未被淹没的相同生境中生活，对迁移动物的生活不会产生较大的影响。

由于水面加宽，湿度增大，较缓的岸边和弯曲而高低不平的库湾将会出大小不一的“岛屿”和浊水滩，随着水库对局地气候的影响，造成水生植物尤其是浅水植物如水毛茛、眼子菜、角果藻、杉叶藻，挺水植物如芦苇、海韭菜、水麦冬、水葱等的生长，给两栖类和许多水鸟类提供栖息和觅食场所，扩大活动范围，形成有利环境，促进其数量的恢复和发展。

总体来看，采取一定措施后代古寺水电站工程建设对动物的栖息和活动不会产生较大的影响。

(2) 苗家坝水电站

1) 对陆生植物的影响

经调查，苗家坝水电站施工区及水库淹没区域内的植被主要是次生林，无重点保护的植物种类，植被类型以人工栽培植被和灌丛植被为主，灌丛植被由于人类活动的影响多为次生植被类型。其组成单一，未形成多样性群落结构，林分质量较差。水库淹没的植被群落主要是河谷低海拔地区的草本物种以及黄栌、马桑、蔷薇等构成的稀疏灌丛。

工程建设对区域内自然植物群落结构、数量及组成影响不大，在自然体系能够接受的范围之内，对区域自然体系的稳定状况影响甚微。工程结束后，根据施工迹地的实际情况，采取了适宜的植被恢复措施，减轻了工程活动带来的生态影响，景观生态体系的稳定性没有受到明显影响。

2) 对陆生动物的影响

经调查,库周高山区有大片林区,野生动物出没较多。兽类主要有普通蝙蝠、岩板鼠、黑线姬鼠、野猪、毛冠鹿、斑羚等,其中野猪、斑羚等兽类只是偶尔在高海拔地区出现。鸟类主要有在白龙江江面的苍鹭、绿翅鸭、赤麻鸭、普通翠鸟等。两栖动物种类比较丰富,主要有中华蟾蜍、中国林蛙、斑腿树蛙及黑斑蛙等;爬行动物主要有丽纹龙蜥、无蹼壁虎、堰蜓、黑眉锦蛇、乌梢蛇、蝮蛇等 10 余种。

苗家坝水电站工程所在的浅山区植被覆盖相对较差,人类活动频繁,均不利于野生动物生存,尤其是大型野生脊椎动物的栖息,故库区附近很难见到这类野生动物,未见有国家或地方重点保护动物的记录。

库区现有陆生动物较少,而同类生境在附近广有分布,故对陆生动物栖息影响较小,水库形成后,水域面积的扩大增加了两栖动物和水鸟的栖息、繁殖场所,有利于栖息于该区两栖动物和水鸟繁衍。工程建设不会对区内陆生动物的栖息、繁衍造成较大的影响。

5.2.4.5 累积性影响

白龙江干流已(在)建梯级共 36 座,其中苗家坝以上河段共有梯级 30 座,除 2 座为坝后式开发外,其余 28 座为引水式开发,减水河段长度 114.3km, 占白龙江干流苗家坝以上河段总长的 47.19%。白龙江是一个完整的生态系统,它的平衡与稳定是长期、缓慢形成的,而流域梯级水电开发将改变原有河流的生态系统,使河流形态、水文情势发生变化,进而使原本依存于流域的物种构成、生态环境发生变化,给全流域物质、能量、信息交流等带来了变化和影响。

新建代古寺水库运行蓄水后,较建库前水位壅高 98~137m,库区水域面积较蓄水前显著增加,水面蒸发量加大,在一定程度上可提高库区沿岸小环境的空气湿度,有利于库区河谷植被的自然恢复。

根据水文情势预测结果,白龙江引水工程调水后,多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下,1 月~3 月新建代古寺水库坝下 8 个代表断面的断面平均流速、水位均未发生变化,其余月份流速、水位有所下降。但由于下游河道为高山峡谷型,

两岸多为悬崖峭壁，没有开阔的岸滩湿地，调水引起的水文情势变化对两岸植被的影响也很小。

5.2.5 水生生态影响回顾性评价

5.2.5.1 流域总体情况

白龙江干流梯级开发程度高，河流连通性破坏严重，其中苗家坝以上河段已建（在建）梯级 30 座，以引水式开发为主，引水式电站 28 座，河流生境片段化的同时，河流减脱水现象严重，鱼类资源下降十分严重，从调查情况看，仅在少量未开发的流水河段和水库河段尚有一定鱼类资源，减脱水河段鱼类资源较少，此外部分水库，如代古寺水库外来鱼类占一定比例。苗家坝以下河段为 6 级坝后式开发梯级，为首尾相连的中大型水库，流水生境基本丧失，原有的河流流水种类基本消失，鱼类以静缓流鱼类为主，如鲢、鲤、鲫等，一些养殖品种，如鲢、鳙等，及外来鱼类，如蓝鳃太阳鱼等，成为水库的优势种。由于各梯级均未建设过鱼设施，原来在白龙江有分布的日本鳗鲡也基本消失，其他具有一定生殖洄游习性的鱼类也受到较大阻隔影响，加之产卵场生境改变或消失，裂腹鱼等需要在流水中产粘沉性卵的鱼类及长薄鳅等产漂流性卵鱼类种群下降明显，基本在渔获物中消失，仅有少量对流水生境依赖程度不高的种类，如蛇鮈等，在库尾有一定种群。

总体来看，白龙江流域受梯级开发等影响，水生生态发生了巨大变化，原有的 69 种鱼类，目前多数流水性种类均已难觅踪迹，鱼类多样性下降显著，鱼类资源破坏严重。另外梯级开发导致的生境改变及养殖引入等，外来鱼类种类较多，且在局部河段（或库区）占比较大，对土著鱼类带来进一步威胁。

另外，根据水文情势回顾性评价结果，白龙江干流径流的年内分配趋于均匀，径流量整体呈减小趋势。水文节律的改变、流量减少，一定程度上影响水生生态系统的功能，如影响水体初级生产力，影响鱼类繁殖等。

5.2.5.2 不同河段水生生态演变情况

根据白龙江梯级开发情况，将干流分为以下三段分别论述其水生生态演变情况：

（1）迭部以上河源区

该区域从白龙江最上游已建的亚古水电站至河流源头,海拔约 2300m 以上。白龙江出发源地郎木寺流经四川省若尔盖县境内,穿行于高山草甸地带,河长约 50km,高程在 3000m 以上,水量不大而稳定,水流清澈。再前行约 40km 进入甘肃省迭部县境内,该河段为高山峡谷,比降较大,亚古水电站即位于迭部县城附近,也是白龙江干流上已建的最上游梯级。因此迭部以上河源区未梯级开发,且由于海拔高,人口稀少等,基本维持河流原貌。该河段位于藏区,藏族同胞没有打鱼食鱼习惯,鱼类资源基本维持较自然状态,以适应较高海拔的嘉陵裸裂尻鱼、高原鳅等为主。

(2) 迭部至蒿子店河段

蒿子店即苗家坝库尾,也是白龙江中游的止点(中国河湖大典-长江卷)。迭部至蒿子店河段,长约 297km,海拔由约 2300m 下降至约 800m,大部分河段均为高山峡谷生境,水流湍急。该河段梯级开发强度高,已建(在建)梯级 30 座,其中 27 座已建成。除尼傲加尕、巴藏两座电站为坝后式开发外,其他均为引水式开发。该河段河道连通性破坏严重,形成了库区与减水河段相间且不连续的破碎化生境格局,水文情势也发生了显著改变,鱼类资源下降显著。该河段海拔由约 2300m 下降至约 800m,鱼类区系随海拔降低,逐步由单一的高原鱼类区系向高原鱼类和西南山区鱼类兼有的过渡区转变,海拔越低,鱼类种类越丰富,历史记载该河段分布有鱼类 30 种,大多为流水性种类,包括裂腹鱼类、鲃亚科、鮡亚科、鲢科等种类。现状调查发现,该河段鱼类资源量显著下降,基本丧失渔业价值,但由于局部河段(包括减水河段)依然维持流水生境,裂腹鱼类、鮡亚科、鲢科等流水性鱼类依然在该河段能够采集到。

(3) 蒿子店至河口段

蒿子店至河口段即白龙江下游河道,已建苗家坝、碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化等 6 座坝后式电站,形成 6 座首尾相接的中大型水库,且建成较早,其中碧口、宝珠寺两座大型水库分别于 1979 年、1996 年建成,经过多年运行已形成较为稳定的水库生态系统,大坝的阻隔影响、水文情势的改变及水库养殖业的发展,已经彻底改变了原河流生态系统。

该河段原本分布有鱼类 64 中，包括河海洄游性的鳡、产漂流性卵鱼类长薄鳅、铜鱼，流水产粘沉性卵鱼类四川白甲鱼、齐口裂腹鱼等，由于大坝阻隔、栖息及繁殖生境丧失等原因，基本在该河段消失，而适应水库静缓流生境的种类如鲤、鲫、麦穗鱼、棒花鱼、鲮、鲃类等，以及养殖种类鲢、鳙、陈氏新银鱼等，还有外来引进品种蓝鳃太阳鱼等，成为水库优势种，且资源量较大。

5.2.5.3 主要支流水生态影响回顾

白龙江流域支流生态环境退化情况也较严重，支流开发程度较高，如达拉河、腊子沟、岷江、拱坝河、白水江、让水河等均已梯级开发，且大多是以引水式电站为主，由于开发建设年代较早，生态环保措施缺乏，河道减脱水等导致鱼类资源下降，水生态系统退化等较为严重。

5.2.6 环境敏感区影响回顾

(1) 自然保护区

1) 甘肃白水江国家级自然保护区

白水江国家级自然保护区是以保护大熊猫及生存环境为主，全面保护濒危物种及其栖息地和生态系统，集生态保护、科学研究、宣传教育和持续利用等多功能于一体的综合性自然保护区。

麒麟寺水电站涉及保护区的实验区，区域高程较低，且处在植被较稀疏地区，距保护区核心区较远，对大熊猫及其它濒危物种生态环境及其生态系统影响较小。根据已建电站竣工环保验收调查报告，麒麟寺水电站施工期和运行期严格按照要求落实了相关生态保护措施，加强了施工及工作人员的宣传教育和管理工作，减缓了对保护区的影响。

2) 甘肃白龙江阿夏省级自然保护区

甘肃白龙江阿夏省级自然保护区于 2004 年经甘肃省人民政府批准为省级自然保护区，主要保护对象为大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统。白龙江干流已建的尼傲峡水电站、九龙峡水电站、花园峡水电站、水泊峡水电站、代古寺水电站、大立节水电站和在建的巴藏水电站，以及白龙江支流达拉河已建达拉河水电站等 8 座水电站位于该自然保护区实验区边缘，距保护区核心区较远，对大熊猫及其生境和自然生态系统影响较小。电站对保护区主要保护对象及其栖

息地影响主要为施工期间临时占地占用保护区植被。根据已建电站竣工环保验收调查报告，8个已建电站施工期和运行期严格按照要求均落实了相关环境保护措施，减缓了对保护区的影响。

3) 甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区

文县白龙江大鲵省级自然保护区于2005年经甘肃省人民政府批准成立，成为全省第一个水生野生动物自然保护区，主要保护对象为大鲵及其生境。碧口水电站1979年建成，目前自然保护区内大鲵主要生活在碧口水电站库区支流水质清澈区域。

(2) 风景名胜区

白龙湖国家级风景名胜区核心景区白龙湖为已建的宝珠寺电站库区。白龙湖是宝珠寺水电站在白龙江上建成后形成的峡谷水库。宝珠寺电站1984年复工，1998年建成。白龙湖风景名胜区1993年被列入省级风景名胜区，2004年列为国家级风景名胜区。

宝珠寺电站的建成时间早于白龙湖风景名胜区成立时间，梯级建设对风景名胜区不存在直接影响。风景名胜区成立后景观生态得以有效保护，同时滥采乱伐森林植被的破坏性行为逐渐减少，周边区域森林植被、灌丛和灌草丛面积相应有所增加，也为野生动物营造相对健康、安全的栖息环境，便于其生存。风景名胜区建设后区域生态环境得到改善，对梯级开发的影响起到了一定的补偿作用。

(3) 水产种质资源保护区

1) 白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区

白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区于2009年12月27日由原农业部批准，主要保护对象为重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼。2019年，农业农村部对保护区面积范围和功能分区进行了调整。白龙江干流行政、白云、尼什峡、卡坝班九、尼傲加尕、尼傲峡、九龙峡、花园峡、水泊峡、代古寺等10个梯级电站位于调整后的水产种质资源保护区实验区内。亚古电站2008年建成，白云电站2013年建成，尼什峡电站1974年建成，尼傲峡电站2003年建成，尼傲加尕电站2006年建成，卡坝班久电站2010年建成，花园峡电站2013年建成，水泊峡电站2010

年建成，代古寺电站 2012 年建成。以上电站建库后，形成高原缓流水库群，大坝阻隔和坝下减水河段对重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼产卵繁殖产生影响。

2) 白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区

白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区经原甘肃省农业厅批准，位于甘肃省舟曲县境内白龙江水系及其主要支流，范围在东经 $103^{\circ}56'$ ~ $104^{\circ}25'$ ，北纬 $33^{\circ}15'$ ~ $33^{\circ}58'$ 之间。重点保护的鱼类有：重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、前臀鲃、嘉陵裸裂尻鱼等四种，尚有水獭、山溪鲵等其他伴水生野生动物。

白龙江干流在建的巴藏水电站及已建的虎家崖水电站位于保护区的实验区内。虎家崖水电站 2005 年开工，2008 年建成，电站建库后，形成高原缓流水库，大坝阻隔和坝下减水河段对重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼等产卵繁殖产生影响。

(4) 饮用水水源保护区

白龙江干流沿线县级及以上集中式饮用水水源保护区共 3 个，分别为舟曲县杜坝川下坝水源保护区、陇南市武都区钟楼滩水源保护区、陇南市武都区后坝备用水源保护区，均为地下水类型水源保护区。其中，舟曲县杜坝川下坝水源保护区位于锁儿头水电站库区河段滩地上，属傍河型水源地。

杜坝水源地由甘政函〔2012〕176 号文批准为集中式饮用水水源保护区，于 2012 年 6 月投入使用。锁儿头水电站于 2007 年开工建设，2014 年竣工。电站建设使得水源地所在江段水位抬升，有利于江水向水源井侧向补给。

5.3 环保措施效果评价

5.3.1 水文情势影响减缓措施评价

根据水文情势影响回顾性评价可知，流域梯级开发采用引水式发电将造成下游河道出现减脱水情况，为保护下游河段水环境生态功能，工程需要保证下泄一定生态流量。评价范围内已建工程中，均已通过环评、水资源论证复评、取水许可明确了生态流量或最小下泄流量，甘肃境内的已建梯级均已将生态流量数据接入甘肃省水电站引泄水流量在线监测监管系统，四川境内的已建梯级将生态流量数据接入了四川省水资源管理系统，流域出口控制断面三磊坝的生态流量数据接入长江水利委员会水资源管理重点断面实时监测信息系统及长江流域生态流量监管平台，各级水行政主管部门能够对白龙江干流梯级的生态流量泄放情况进行

动态在线监管，以上措施可以缓解由于梯级建设运行引起的河道减脱水现象，采取的水文情势影响减缓措施有效。

5.3.2 水环境保护措施评价

从水环境影响回顾性评价情况来看，白龙江干流各断面水质均达到或优于Ⅲ类，2011~2020 年流域总体水质状况均为优。已建工程在施工期和运行期均落实了环评报告及环评批复提出的水环境保护要求，对流域水质保护起到了有效的作用。

5.3.3 陆生生态保护措施评价

已建工程在实施过程中，环评阶段所提出的陆生生态保护措施均得到落实，对施工区域进行植被恢复，对工程弃渣场等采取了植被复垦等措施，落实了水土保持方案，区域生态系统得到了一定恢复。

从 2000 年、2010 年至 2020 年，流域林地面积先增加后减少，灌草地面积先减少后增加，耕地面积先增加后减少，水域面积增加，建设用地面积增加。白龙江流域水电开发导致的水库淹没、工程占地使得林地和灌草地面积减少，但随着近年来生态公益林管护、防护林建设、植树造林等生态恢复政策的实施，区域内林地和灌草地面积总体上呈现增加的趋势，植被资源得到有效恢复，区域内分布的珍稀植物目前均得到较好的保护。

此外，水库库区形成许多库湾，成为人工湿地，为湿地植物提供了生存条件，生长了多种水生植物，也为部分两栖类和水鸟类等湿地动物提供了适宜的栖息环境和食物来源，提高了局部区域的生物多样性价值。

综上，白龙江流域水电梯级开发实施后，相应的植被恢复措施及林地保护政策取得了一定成效，流域范围林地和灌草地面积总体上呈现增加的趋势，区域生态环境的优化效果明显，水土流失问题得到缓解，采取的陆生生态保护措施效果相对较好。

5.3.4 水生生态保护措施评价

已建工程中大部分水电站因建设年代早未开展环评工作外，其余各电站提出的环境影响评价文件中都不同程度地提出了减免和预防环境影响的措施，在工程建设和运行阶段一些电站还深化了措施设计内容，实了相关的环保措施。

白龙江流域干流苗家坝以上河段共有梯级 30 座，除 2 座为坝后式开发外，其余 28 座为引水式开发，苗家坝以下河段内苗家坝、碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化 6 个梯级均为坝后式，上下游梯级水位衔接，首尾相连，河道渠化。已建梯级基本为日调节性能，天然河段的水文情势已发生一定变化，且各梯级均未设置过鱼设施，对鱼类洄游已产生了一定阻隔影响。目前水生生态及鱼类保护措施主要包括下泄生态流量、鱼类增殖放流、栖息地保护和加强渔政管理等。本次对评价河段已建、在建电站的鱼类保护措施进行了调查，调查结果显示：部分建于上世纪的电站未采取人工增殖放流措施；其余建于 20 世纪的电站环境影响报告书提出了开展人工增殖放流措施，但大部分未建设鱼类增殖放流站。部分工程已实现人工放流。

结合水生生态现状调查结果总体分析，流域内已建梯级虽然落实了下泄生态流量、鱼类增殖放流、栖息地保护和加强渔政管理等保护措施，已实施的保护措施总体上对流域水电开发产生的水生生态影响起到了一定减缓作用，但由于河流整体开发程度较高，河流生境条件变化显著，生境破碎化和片段化明显，水文节律的改变、流量减少，原有适应山区流水生境的鱼类适宜生境萎缩，流域类多种鱼类近期调查中已退出在本流域分布。限于早期水电开发对水生生态保护的认知理念缺陷，流域内梯级均未建设过鱼设施，河流连通性阻隔影响未得到充分的重视，已建梯级阻隔形成的累积影响显著，加之减水河段对鱼类栖息生境的压缩，流域内水生生态系统功能总体呈退化趋势明显。

5.4 回顾性评价结论及后续开发方案的实施建议

5.4.1 回顾性评价结论

白龙江干流已（在）建梯级 36 座，水电开发程度较高。其中，引水式电站 29 座，占总数的 80.5%；坝后式电站 7 座，占总数的 19.5%。除在建的巴藏电站外，其余坝后式电站全部位于苗家坝以下的白龙江下游河段。

白龙江干流梯级规划及开发过程中，与当时的相关法律法规的要求以及国家产业政策、上位流域规划是基本符合的。部分工程由于建设年代较早等历史原因与法律法规要求不完全符合，通过开展综合评估，由市州人民政府提出了分类处置意见；部分环保措施未落实到位的工程，通过开展环境影响后评价，完善环境保护措施等方式对造成的影响进行了补救。

通过对流域水文情势、水环境、陆生生态、水生生态等方面进行的回顾性评价结果表明：梯级开发使白龙江水域形态发生了较大变化，白龙江干流苗家坝以上河段减水长度 114.3km，占河段总长的 47.19%；由于梯级电站的调节作用，流域把口站三磊坝不同年代的不均匀系数呈减小趋势，白龙江干流径流的年内分配趋于均匀；白龙江干流整体水质较好，各断面水质近年来均达到或优于Ⅲ类，可满足相关水质目标管理要求；已建工程未改变区域生态系统结构和稳定性；大坝阻隔效应使河流水生生境破碎化和片段化，流水生境大幅萎缩，对生物资源及基因的交流产生不利影响，原河流态水生生态系统和水生生物群落结构和组成发生变化。

在流域梯级开发过程中，工程建设单位和地方政府及有关部门均采取了多种环境保护措施：通过对工程生态流量下泄措施进行整改，核定工程生态流量下泄要求，有效缓解了由于梯级建设引起的水文情势变化或河道减脱水现象；已建工程在施工期和运行期均落实了环评报告及环评批复提出的水环境保护要求，甘肃、四川两省通过完善制度建设和治理能力建设的方式，加强了白龙江的治理与保护，对流域水质保护起到了有效的作用；已建工程的植被恢复措施及林地保护政策取得了一定成效，流域范围林地面积在逐渐增加，水土流失问题得到缓解，陆生生态保护措施效果相对较好；已开展的水生生态保护措施对水生生物资源保护起到了一定的作用，但由于流水生境存在较大幅度萎缩，已采取各项措施未从全流域

角度统筹考虑，大部分为补救性措施，缺乏统一规划，总体上对白龙江流域水生生态保护效果有限。白龙江流域水生生态保护措施有待进一步加强。

总体来说，白龙江干流梯级开发与当时的相关法律法规的要求、环境管理要求以及国家产业政策、上位流域规划是基本符合的。受限于早期环境保护理念和技术水平等原因，梯级开发对流域生态环境产生了一定影响，后期通过水电站生态环境问题整治、保障工程生态流量下泄、完善制度建设和治理能力建设等方式加强对白龙江的综合管理，流域梯级开发产生的不利影响得到了缓解，流域梯级开发造成的环境影响总体可控。但水生生态保护方面存在一定短板，在后续保护、治理与开发过程中应进一步加强。

5.4.2 后续开发方案的实施建议

（1）推荐近期实施白龙江引水工程

白龙江引水工程是国家“十三五”期间规划建设的节水供水 172 项重大水利工程项目之一。工程受水区人均水资源量不足 400m^3 ，不足全国平均水平的 1/6，属极度缺水地区。加之区域内河流含沙量高、水质差、矿化度高，地下水过度超采等原因，大部分地区的城乡生活供水严重不足。白龙江引水工程建成后，可提高区域城乡生活水安全保障程度，极大改善当地生产生活环境，促进当地经济发展和乡村振兴。对于落实《陕甘宁革命老区振兴规划（2012-2020 年）》，缓解甘、陕革命老区水资源短缺，巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起和乡村振兴战略的实施，促进区域经济社会的可持续发展具有重大的战略意义。

近期实施白龙江引水工程符合有关法律法规以及上位规划管理要求。

（2）不再建设巴藏电站

巴藏电站为《白龙江干流尼什峡至沙川坝河段梯级开发规划调整报告》规划的第 9 个梯级，电站坝址位于代古寺坝址下游约 15km。电站装机容量 5.1 万 kW，水库总库容 630 万 m^3 ，最大坝高 56.2m，引水式开发。电站于 2008 年 5 月开工建设，后因泥石流及其它原因停建，目前仅建成调压井、压力管道镇墩和部分支洞。

巴藏电站涉及甘肃白龙江阿夏省级自然保护区实验区。电站开工前取得了环评手续，但未取得保护区准入文件。2018 年 9 月，阿夏省级自然保护区管理局

向电站业主印送了《关于白龙江巴藏水电站位置的说明》（甘阿管函〔2018〕35号），明确指出电站涉及阿夏省级自然保护区实验区，在未办理自然保护区准入行政许可和使用林地审核审批手续前，不得开工建设。2020年3月，阿夏省级自然保护区管理局向电站业主印送了《关于敦促巴藏水电站办理保护区准予行政许可的函》（阿保函〔2020〕7号），要求在2020年4月底前办理保护区准予行政许可，完成规定整改任务。截止2021年7月底，巴藏电站尚未取得保护区准入手续。

依据水利部中科院水工程生态所2019年现场调查，巴藏河段基本维持自然流水河段，流量显著较代古寺减水河段大，水生生境维持相对较好，通过走访当地渔民，该河段是目前鱼类资源较为丰富的河段，且能捕获较大个体的裂腹鱼类。

综合上述分析，建议不再建设巴藏电站。

6 水源及下游区环境影响预测与评价

6.1 白龙江流域水资源利用影响评价与分析

白龙江流域 2019 年总供水量 22020 万 m^3 ，其中地表水供水量 16654 万 m^3 ，占总供水量 75.6%；地下水供水量 3174 万 m^3 ，占总供水量的 14.4%；其他水源供水量 2192 万 m^3 ，占总供水量的 10.0%。

白龙江流域 2019 年用水量 22020 万 m^3 ，其中城镇居民 4055 万 m^3 ，占总用水量的 18.4%；农村居民 1684 万 m^3 ，占总用水量的 7.6%；工业 2895 万 m^3 ，占总用水量的 13.1%；农业 13150 万 m^3 ，占总用水量的 59.7%；生态 237 万 m^3 ，占总用水量的 1.1%。

白龙江流域 2019 年水资源开发利用程度仅为 2.1%。

选择代古寺、两河口、甘川交界、三磊坝、汇入嘉陵江后 5 个典型断面，对比分析多年平均、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 来水条件下，白龙江引水工程调水对水源下游区白龙江干流河段水资源量的影响。其中，两河口断面位于新建代古寺枢纽坝址下游 84.49km，区间有岷江汇入；甘川交界断面位于新建代古寺枢纽下游 297.69km，区间有拱坝河、白水江等支流汇入；三磊坝水文站为白龙江干流出口控制站，位于新建代古寺枢纽下游 362.92km，距河口 11.20km。各典型断面位置见图 6.1-1。



图 6.1-1 水源及下游区水资源影响分析典型断面分布示意图

6.1.1 对年水资源总量的影响

多年平均、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 来水条件下，白龙江引水工程引水量分别为 7.74 亿 m^3 、7.31 亿 m^3 和 6.20 亿 m^3 ，分别占代古寺断面相应典型年来水量的 36.1%、43.7%和 41.4%。各断面水资源量减少的比例从上游向下游逐渐递减，白龙江流域出口控制断面三砦坝在 3 个典型年来水条件下，年水资源量分别减少 8.2%、8.3%和 9.2%；嘉陵江干流，白龙江汇口断面在 3 个典型年来水条件下，年水资源量分别减少 4.8%、5.1%和 5.8%。调水后各典型断面水资源量的减少比例见表 6.1-1。

表 6.1-1 工程调水后水源及下游区典型断面水资源量减少比例

来水条件	代古寺	两河口	甘川交界	三砦坝	入嘉陵江后
多年平均	36.1%	24.6%	9.7%	8.2%	4.8%
$P=75\%$	43.7%	26.8%	10.3%	8.3%	5.1%
$P=95\%$	41.4%	26.9%	10.9%	9.2%	5.8%

6.1.2 对水资源年内分配的影响

多年平均、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 来水条件下，白龙江引水工程调水前后代表断面逐月水资源量的变化情况见表 6.1-2~表 6.1-4。

多年平均情况下，代古寺、两河口、甘川交界、三磊坝、入嘉陵江后 5 个断面引水前后水资源量变化最大的月份均为 6 月，调水后水资源量分别减少了 55%、37%、15%、13%和 9%。

75%典型年，代古寺、两河口、甘川交界、三磊坝、入嘉陵江后 5 个断面引水前后水资源量变化最大的月份均为 5 月，调水后水资源量分别减少了 63%、37%、14%、14%和 8%。

95%典型年，代古寺、两河口、甘川交界、三磊坝、入嘉陵江后 5 个断面引水前后水资源量变化最大的月份均为 7 月，调水后水资源量分别减少了 58%、39%、18%、15%和 10%。

表 6.1-2 多年平均来水条件下各断面引水前后水量对比表

单位: 亿 m³

断面	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
代古寺	调水前	0.77	0.63	0.70	1.01	1.95	2.39	3.04	2.68	3.08	2.73	1.46	0.99	21.42
	调水后	0.77	0.63	0.70	0.62	0.92	1.08	1.46	1.59	2.20	1.97	0.86	0.89	13.68
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.39	1.03	1.30	1.59	1.09	0.88	0.76	0.60	0.10	7.74
	减少比(%)	0%	0%	0%	39%	53%	55%	52%	41%	29%	28%	41%	10%	36%
两河口	调水前	1.13	0.91	1.02	1.52	2.99	3.50	4.44	3.87	4.42	4.02	2.18	1.46	31.47
	调水后	1.13	0.91	1.02	1.13	1.96	2.20	2.86	2.78	3.53	3.25	1.58	1.36	23.72
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.39	1.03	1.30	1.59	1.09	0.88	0.76	0.60	0.10	7.74
	减少比(%)	0%	0%	0%	26%	34%	37%	36%	28%	20%	19%	27%	7%	25%
甘川交界	调水前	2.99	2.42	2.81	4.31	7.60	8.70	11.58	9.97	10.75	9.50	5.45	3.78	79.86
	调水后	2.99	2.42	2.81	3.92	6.57	7.40	10.00	8.88	9.87	8.74	4.85	3.68	72.12
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.39	1.03	1.30	1.59	1.09	0.88	0.76	0.60	0.10	7.74
	减少比(%)	0%	0%	0%	9%	14%	15%	14%	11%	8%	8%	11%	3%	10%
三磊坝	调水前	3.37	2.73	3.27	4.96	8.60	9.98	14.63	12.29	13.09	10.62	6.13	4.28	93.95
	调水后	3.37	2.73	3.27	4.57	7.57	8.67	13.04	11.20	12.21	9.86	5.53	4.18	86.21
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.39	1.03	1.30	1.59	1.09	0.88	0.76	0.60	0.10	7.74
	减少比(%)	0%	0%	0%	8%	12%	13%	11%	9%	7%	7%	10%	2%	8%
入嘉陵江 后	调水前	4.88	4.01	5.15	8.57	13.60	14.88	27.08	21.99	25.73	18.45	9.76	6.39	160.49
	调水后	4.88	4.01	5.15	8.17	12.57	13.58	25.49	20.90	24.85	17.69	9.16	6.29	152.75
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.39	1.03	1.30	1.59	1.09	0.88	0.76	0.60	0.10	7.74
	减少比(%)	0%	0%	0%	5%	8%	9%	6%	5%	3%	4%	6%	2%	5%

表 6.1-3 75%典型年来水条件下各断面引水前后水量对比表

单位: 亿 m³

断面	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
代古寺	调水前	0.72	0.57	0.65	1.11	2.31	2.32	2.87	1.66	1.39	1.32	1.07	0.72	16.71
	调水后	0.72	0.57	0.65	0.66	0.87	1.09	1.31	0.76	0.73	0.76	0.57	0.72	9.4
	减少量	0.00	0.00	0.00	-0.44	-1.45	-1.23	-1.56	-0.90	-0.66	-0.57	-0.51	0.00	7.31
	减少比(%)	0%	0%	0%	-40%	-63%	-53%	-54%	-54%	-47%	-43%	-47%	0%	44%
两河口	调水前	1.12	0.85	0.96	1.79	3.97	3.91	4.87	2.69	2.22	2.10	1.66	1.13	27.27
	调水后	1.12	0.85	0.96	1.35	2.52	2.69	3.31	1.79	1.55	1.54	1.15	1.13	19.96
	减少量	0.00	0.00	0.00	-0.44	-1.45	-1.23	-1.56	-0.90	-0.66	-0.57	-0.51	0.00	7.31
	减少比(%)	0%	0%	0%	-25%	-37%	-31%	-32%	-33%	-30%	-27%	-31%	0%	27%
甘川交界	调水前	2.92	2.22	2.51	4.65	10.12	9.75	14.18	7.03	5.74	5.20	3.91	2.88	71.11
	调水后	2.92	2.22	2.51	4.21	8.67	8.52	12.62	6.14	5.08	4.63	3.41	2.88	63.81
	减少量	0.00	0.00	0.00	-0.44	-1.45	-1.23	-1.56	-0.89	-0.66	-0.57	-0.51	0.00	7.31
	减少比(%)	0%	0%	0%	-10%	-14%	-13%	-11%	-13%	-12%	-11%	-13%	0%	10%
三磊坝	调水前	3.74	2.98	3.34	5.41	10.51	10.15	22.46	8.73	7.39	5.50	4.35	3.61	88.17
	调水后	3.74	2.98	3.34	4.96	9.06	8.92	20.90	7.83	6.73	4.93	3.84	3.61	80.86
	减少量	0.00	0.00	0.00	-0.44	-1.45	-1.23	-1.56	-0.89	-0.66	-0.57	-0.51	0.00	7.31
	减少比(%)	0%	0%	0%	-8%	-14%	-12%	-7%	-10%	-9%	-10%	-12%	0%	8%
入嘉陵江 后	调水前	5.34	4.39	5.45	9.67	17.21	13.30	42.47	12.55	11.95	7.94	7.37	5.11	142.73
	调水后	5.34	4.39	5.45	9.23	15.76	12.07	40.91	11.65	11.29	7.37	6.86	5.11	135.43
	减少量	0.00	0.00	0.00	-0.44	-1.45	-1.23	-1.56	-0.89	-0.66	-0.57	-0.51	0.00	7.31
	减少比(%)	0%	0%	0%	-5%	-8%	-9%	-4%	-7%	-6%	-7%	-7%	0%	5%

表 6.1-4 95%典型年来水条件下各断面引水前后水量对比表

单位: 亿 m³

断面	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
代古寺	调水前	0.96	0.73	0.77	0.84	1.23	1.31	1.76	1.54	2.04	1.81	1.20	0.79	14.99
	调水后	0.96	0.73	0.77	0.60	0.74	0.72	0.74	0.75	0.72	0.75	0.56	0.75	8.80
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.60	1.02	0.80	1.31	1.06	0.64	0.04	6.19
	减少比(%)	0%	0%	0%	29%	40%	45%	58%	52%	65%	59%	53%	5%	41%
两河口	调水前	1.21	0.88	0.95	1.38	2.03	2.05	2.58	2.33	3.30	3.05	1.99	1.30	23.06
	调水后	1.21	0.88	0.95	1.14	1.54	1.45	1.56	1.54	1.99	1.99	1.35	1.26	16.86
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.60	1.02	0.80	1.31	1.06	0.64	0.04	6.19
	减少比(%)	0%	0%	0%	17%	24%	29%	39%	34%	40%	35%	32%	3%	27%
甘川交界	调水前	3.06	3.17	3.44	3.71	5.52	5.09	5.77	5.26	7.84	6.56	4.27	3.35	57.03
	调水后	3.06	3.17	3.44	3.47	5.03	4.49	4.75	4.46	6.53	5.50	3.63	3.31	50.84
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.60	1.02	0.80	1.31	1.06	0.64	0.04	6.19
	减少比(%)	0%	0%	0%	7%	9%	12%	18%	15%	17%	16%	15%	1%	11%
三磊坝	调水前	3.61	3.75	4.06	4.39	6.52	6.01	6.82	6.21	9.27	7.76	5.05	3.96	67.42
	调水后	3.61	3.75	4.06	4.15	6.03	5.42	5.81	5.42	7.96	6.70	4.41	3.92	61.23
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.60	1.02	0.80	1.31	1.06	0.64	0.04	6.19
	减少比(%)	0%	0%	0%	6%	8%	10%	15%	13%	14%	14%	13%	1%	9%
入嘉陵江后	调水前	4.96	5.09	5.56	6.61	9.33	7.41	10.56	10.89	19.65	13.79	7.45	5.47	106.75
	调水后	4.96	5.09	5.56	6.37	8.84	6.81	9.54	10.10	18.33	12.72	6.82	5.43	100.56
	减少量	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.60	1.02	0.80	1.31	1.06	0.64	0.04	6.19
	减少比(%)	0%	0%	0%	4%	5%	8%	10%	7%	7%	8%	9%	1%	6%

6.2 水源及下游区水文情势影响预测评价

6.2.1 生态流量的确定及满足程度分析

6.2.1.1 计算河段

新建代古寺水库坝址至大容立节水电站坝址河段全长 22.6km，白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区实验区位于河段内。该河段既有水生生态敏感区，又受工程影响较大，基于该河段的保护需求开展代古寺水库生态流量计算。

计算河段内有实测河道大断面 11 个，其中 6#~10#断面位于白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区实验区内，9#~11#断面位于大容立节水电站回水范围内，各断面位置见表 6.2-1 和图 6.2-1。

表 6.2-1 生态流量计算河段实测断面一览表

序号	断面编号	断面间距 (m)	距新建代古寺坝址 (km)	备注
1	blj1#	/	1.7	
2	blj2#	2564	4.3	
3	blj3#	2590	6.9	
4	blj4#	2265	9.2	
5	blj5#	1971	11.1	
6	blj6#	2457	13.6	水产种质资源保护区实验区内
7	blj7#	1868	15.5	水产种质资源保护区实验区内
8	blj8#	1915	17.4	水产种质资源保护区实验区内
9	blj9#	1555	18.9	水产种质资源保护区实验区内 大容立节电站回水末端
10	blj10#	1461	20.4	水产种质资源保护区实验区内 大容立节电站库区
11	blj11#	2230	22.6	大容立节电站坝址



图 6.2-1 生态流量计算河段实测断面分布图

6.2.1.2 保护对象

根据文献记录和现状调查结果,白龙江分布的长江上游特有鱼类有安氏高原鳅、昆明高原鳅、长薄鳅、红唇薄鳅、张氏鲮、汪氏近红鲮、圆筒吻鲈、嘉陵颌须鲈、四川白甲鱼、异鳔鳅鲈、中华裂腹鱼、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、中华金沙鳅、青石爬鲃等 16 种,都是适应河流流水生境的种类,从现状调查情况来看,由于白龙江梯级开发程度较高,流水生境破坏严重,以及其他人类活动干扰等原因,大部分的种类都已难以发现,目前仅中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、张氏鲮、安氏高原鳅等在部分河段有一定种群规模,其中张氏鲮、安氏高原鳅为小型鱼类,对生境要求较低,因此应重点关注中华裂腹鱼和嘉陵裸裂尻鱼。

白龙江上游鱼类主要繁殖期为 3~6 月,以产粘沉性卵鱼类为主,为避免鱼类繁殖期因水位陡涨陡落导致鱼卵、鱼苗搁浅死亡,应保障下游水位的稳定性,水

位可缓慢上涨，一定要避免陡落。流水浅滩生境对于产粘沉性卵鱼类的繁殖及幼鱼等的索饵育肥具有重要作用。

6.2.1.3 新建代古寺水库下泄生态流量计算

依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，河流生态环境需水包括水生生态需水、水环境需水、湿地需水、景观需水、河口压咸需水。综合考虑代古寺坝下河段的功能和生态环境保护需求，重点分析水生生态需水和水环境需水。

1、水生生态需水

《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)明确水生生态需水计算中，应采用水力学法、生态水力学法、水文学法等方法计算水生生态流量。

(1) 水力学法

《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》推荐的水力学法包括湿周法和 R2-Cross 法。

1) 湿周法

① 方法简介

湿周法是以湿周(河床底质被水流淹没的部分)作为衡量栖息地质量的指标，利用湿周与流量的关系曲线来估算河道内流量的最小值。该法的基本假设是湿周和水生生物栖息地的有效性有直接的联系，确保一定水生生物栖息地的湿周，就能满足水生生物正常生存的要求。通过建立河道断面湿周与流量的关系曲线，确定该曲线的拐点，该拐点对应的流量值就是河道最小生态需水值，由此流量值即可估算出最小需水量的推荐值，见图 6.2-2。

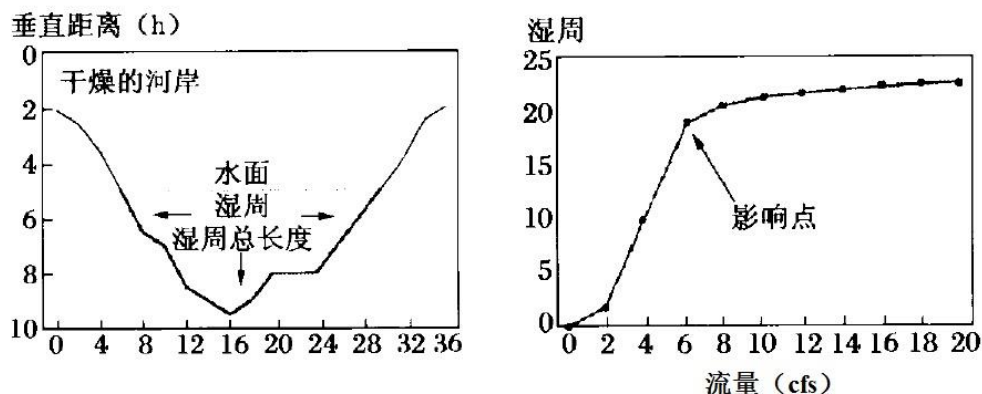


图 6.2-2 湿周的定义及湿周流量关系

根据谢才公式，可以导出湿周-流量关系式：

$$Q = \frac{1}{n} A^{\frac{5}{3}} \chi^{-\frac{2}{3}} j^{-\frac{1}{2}}$$

式中：Q 为河道流量，m³/s；A 为过水面积，m²； χ 为河流断面的湿周，m；j 为水力坡度；n 为糙率。

采用湿周法分析时，湿周、流量一般采用相对于多年平均流量下的相对值表示，即：

$$\text{相对流量 } x = \text{流量} / \text{多年平均流量} (\%)$$

$$\text{相对湿周长 } y = \text{湿周长} / \text{多年平均流量下的湿周长} (\%)$$

湿周法以浅滩断面湿周-流量曲线上的拐点所对应的流量作为水生生态需水量建议值，但由于河流实际断面的湿周-流量曲线往往很少只有一个拐点，多数是有多个拐点或者没有明显的拐点，人为确定拐点往往会有较大的偏差。Gippel 等（1998）对湿周法作了改进，采用数学方法来确定流量拐点并提出了两种方式来确定拐点：设定斜率对应点（斜率法）或最大曲率对应点（曲率法），认为采用斜率法较为合适，可选择斜率为 1 的点作为拐点。一般情况下，采用幂函数或对数函数来拟合湿周-流量关系。

幂函数形式如下：

$$y = ax^b$$

式中，a、b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y = abx^{b-1}$$

$$\text{当 } y=1 \text{ 时, } x = \left(\frac{a}{ab} \right)^{1/b-1}$$

对数函数形式如下：

$$y = a \ln(x) + b$$

式中，a、b 为待定系数，按方差最小通过拟合确定。

$$y' = a/x$$

$$\text{当 } y'=1 \text{ 时, } x=a$$

② 计算断面的选择

选择 blj2#、blj5#、blj6#、blj7#4 个浅滩特征明显且不受大容立节水电站回水影响的断面作为湿周法计算的控制断面，采用对数函数作为湿周流量关系曲线的拟合函数。各断面湿周-流量关系曲线如图 6.2-3 所示。

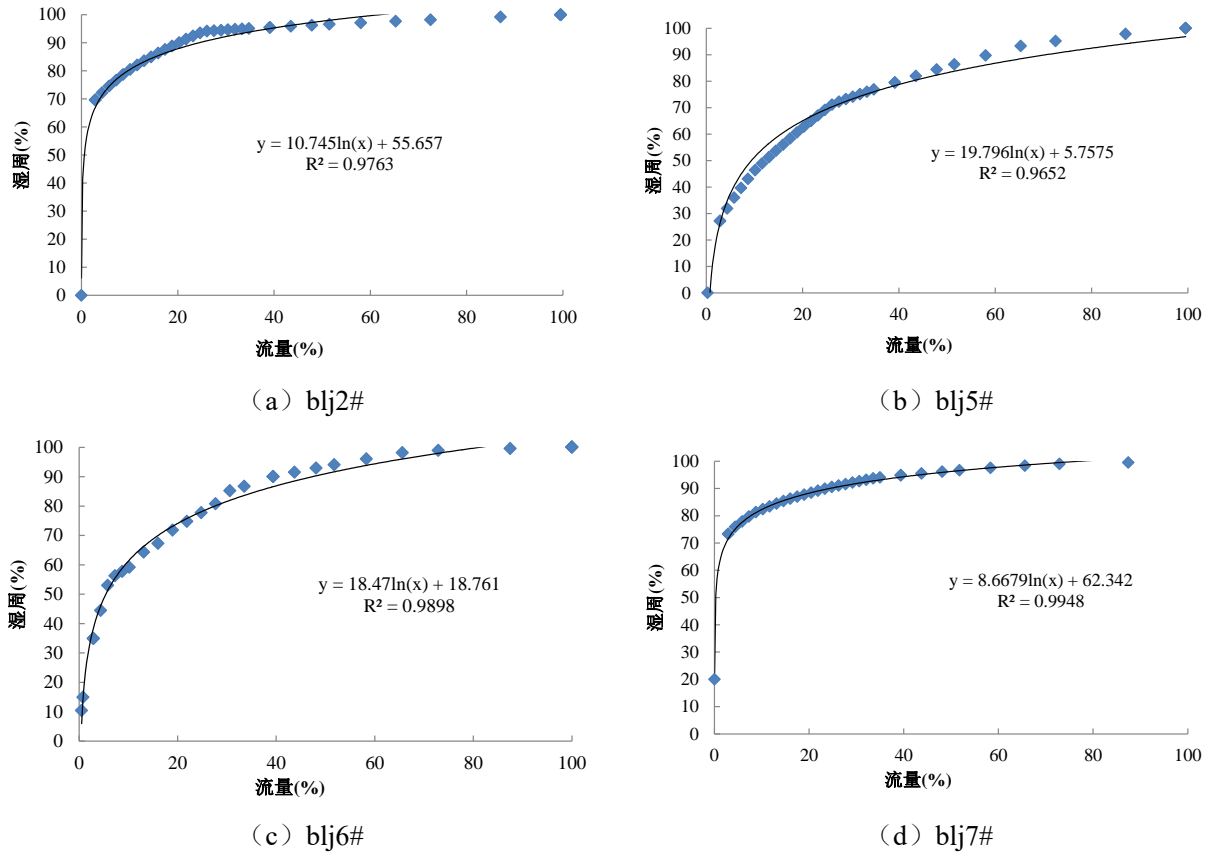


图 6.2-3 研究河段断面湿周-流量关系曲线

根据各断面的湿周-流量曲线，采用曲线斜率为1的方法拟定各断面的拐点，由拐点处流量估算最小生态流量，并计算各断面生态流量下的水深等水力要素，计算结果见表 6.2-2。

表 6.2-2 各断面湿周法估算结果

断面名称	距新建代古寺坝址距离 (km)	拐点对应的流量		湿周率 (%)	外包 (m³/s)
		占多年平均流量的比例 (%)	流量 (m³/s)		
blj2#	4.3	10.74	7.37	81.12	13.58
blj5#	11.1	19.80	13.58	61.95	
blj6#	13.6	18.47	12.67	67.73	
blj7#	15.5	8.67	5.95	81.25	

2) R2-Cross 法

R2-Cross 采用河流宽度、平均水深、平均流速及湿周率指标来评估河流栖息地的保护水平,从而确定河流目标流量。其中,湿周率指某一过水断面在某一流量时的湿周占多年平均流量满湿周的百分比。《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南(试行)》对河宽 30.5m 以下的小型河流提出了水力参数标准,见表 6.2-3。

表 6.2-3 R2-Cross 法确定最小流量的原始标准

河宽(m)	平均水深(m)	湿周率(%)	平均流速(m/s)
0.3~6.3	0.06	50	0.30
6.3~12.3	0.06~0.12	50	0.30
12.3~18.3	0.12~0.18	50~60	0.30
18.3~30.5	0.18~0.30	≥70	0.30

白龙江干流代古寺坝址多年平均流量为 $68.60\text{m}^3/\text{s}$,为中型河流。为体现河段的生境特点,对 R2-Cross 法的水力参数标准进行修订,见表 6.2-4。

表 6.2-4 白龙江代古寺坝下河段鱼类生存的水力参数标准

时期	平均水深 (m)	湿周率 (%)	流速 (m/s)
一般用水期 (11 月~翌年 2 月)	≥0.3	≥50	≥0.3
白龙江特有鱼类特别保护期 (3~6 月)	≥0.4	≥60	≥0.3
丰水期 (7~10)	≥0.4	≥60	≥0.3

R2-Cross 法的控制断面与湿周法一致,选取 blj2#、blj5#、blj6#、blj7#4 个浅滩特征明显的断面。根据河道水力计算成果,结合表 6.2-4 中的水力标准,确定不同时段满足鱼类生存的水力参数标准所需的流量,见表 6.2-5。

表 6.2-5 不同时期满足各水力参数标准所需流量结果表

断面	一般用水期 (11 月~次年 2 月)		白龙江特有鱼类特别保护期 (3~6 月)		丰水期 (7~10 月)	
	流量大小 (m^3/s)	占坝址多年平均 流量百分比(%)	流量大小 (m^3/s)	占坝址多年平均 流量百分比(%)	流量大小 (m^3/s)	占坝址多年平均 流量百分比(%)
blj2#	5.49	8	8.23	12	8.23	12
Blj5#	9.60	14	13.03	19	13.03	19
Blj6#	6.17	9	9.60	14	9.60	14
Blj7#	7.55	11	10.98	16	10.98	16

表 6.2-5 给出了不同时期 R2-Cross 法的计算成果。从中可以看出,一般用水期 4 个典型断面的生态流量大小分别为 $5.49\text{m}^3/\text{s}$ 、 $9.60\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6.17\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7.55\text{m}^3/\text{s}$,

取各断面计算成果的最大值 $9.60\text{m}^3/\text{s}$ 作为一般用水期 R2-Cross 法推荐的生态流量；白龙江特有鱼类保护期和丰水期 4 个典型断面的生态流量分别为 $8.23\text{m}^3/\text{s}$ 、 $13.03\text{m}^3/\text{s}$ 、 $9.60\text{m}^3/\text{s}$ 、 $10.98\text{m}^3/\text{s}$ ，取各断面计算成果的最大值 $13.03\text{m}^3/\text{s}$ 作为 3~10 月 R2-Cross 法推荐的生态流量。

(2) 生态水力学法

生态水力学法是通过水生生物适应的水力生境确定合适的流量，其假设水深、流速、湿周、水面宽、过水断面的面积、水面面积、水温是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要水力生境参数；急流、缓流、浅滩及深潭是流量变化对物种变化造成影响的主要水力形态。生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准见表 6.2-6。

表 6.2-6 生态水力学法确定大型河流最小流量的水力生境参数标准

项 目	生态水力学法推荐水力参数	
生态参数指标	最低标准参数值	累计河段长度的百分比
1.最大水深	鱼类体长的 2~3 倍	95%
2.平均水深	$\geq 0.3\text{m}$	95%
3.平均流速	$\geq 0.3\text{m/s}$	95%
4.水面宽度	$\geq 30\text{m}$	95%
5.湿周率	$\geq 50\%$	95%
6.过水断面面积	$\geq 30\text{m}^2$	95%
7.水面面积	$\geq 70\%$	
8.水温	适合鱼类生存、繁殖	

根据《水电水利建设项目河道生态用水、低温水和过鱼设施环境影响评价技术指南（试行）》的要求，生态水力学法主要适用于大中型河流内的水生生物所需的生态流量计算，对于中型河流，表 6.2-6 中标准可适当降低。代古寺坝址处多年平均流量为 $68.60\text{m}^3/\text{s}$ ，为中型河流，本报告结合研究河段的实际情况以及鱼类资源调查结果，鱼类平均体长为 20~30cm（重点关注的中华裂腹鱼和嘉陵裸裂尻鱼本次调查的平均体长分别为 11.5cm 和 12.5cm），鱼类体长按照最大水深为鱼类体长的 2~3 倍的要求，最大水深底限为 40~90cm，对于一般用水期（11 月至翌年 2 月）最大水深不小于 0.6m，对于白龙江特有鱼类特别保护期（3~6 月）和丰水期（7~10 月）最大水深不小于 0.8m。修订后的水力生境参数见表 6.2-7。

表 6.2-7 修订后的水力生境参数标准

项 目	生态水力学法推荐水力参数		
生态参数指标	最低标准参数值		累计河段长度的百分比
	白龙江特有鱼类特别保护期（3~6月）、丰水期（7~10月）	一般用水期（11月至翌年2月）	
1.最大水深	鱼类体长的 2~3 倍	鱼类体长的 2~3 倍	95%
2.平均水深	$\geq 0.3\text{m}$	$\geq 0.3\text{m}$	95%
3.平均流速	$\geq 0.3\text{m/s}$	$\geq 0.3\text{m/s}$	95%
4.水面宽度	$\geq 15\text{m}$	$\geq 10\text{m}$	95%
5.湿周率	$\geq 50\%$	$\geq 50\%$	95%
6.过水断面面积	$\geq 15\text{m}^2$	$\geq 10\text{m}^2$	95%
7.水面面积	$\geq 70\%$	$\geq 70\%$	
8.水温	适合鱼类生存、繁殖	适合鱼类生存、繁殖	
备注	最大水深限值 3~10 月取 0.8m，11 月至翌年 2 月取 0.6m。		

以最大水深 $\geq 0.8\text{m}$ 、平均水深 $\geq 0.3\text{m}$ 、平均流速 $\geq 0.3\text{m/s}$ 、水面宽度 $\geq 15\text{m}$ 、湿周率 $\geq 50\%$ 、过水断面面积 $\geq 15\text{m}^2$ 且满足上述参数的累计河段长度占新建代古寺坝下~blj9#断面（大容立节水电站回水末端）河段总长的百分率大于 95%，以及水面面积 $\geq 70\%$ 为限制条件，经多次试算，结果表明：同时满足上述要求的最小流量为 $16.46\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量比例为 24%。该流量状态下新建代古寺坝址~blj9#断面河段的生境情况见表 6.2-8。

表 6.2-8 最小流量（ $16.46\text{m}^3/\text{s}$ ）对应生境参数（3~10 月）

序号	生境参数指标	16.46m ³ /s 对应的参数值
1	最大水深	$\geq 0.8\text{m}$ 的累计河段长度比例为 96%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
2	平均水深	$\geq 0.4\text{m}$ 的累计河段长度比例为 100%，大于标准要求的“ $\geq 0.3\text{m}$ 的累计河段长度比例 $\geq 95\%$ ”
3	平均流速	$\geq 0.3\text{m/s}$ 的累计河段长度比例为 100%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
4	水面宽	$\geq 15\text{m}$ 的累计河段长度比例为 95%，等于标准要求的底限值
5	湿周率	$\geq 50\%$ 的累计河段长度比例为 98%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
6	过水断面面积	$\geq 15\text{m}^2$ 的累计河段长度比例为 98%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
7	水面面积	占枯期多年平均流量对应水面面积的 79%，大于标准要求的 $\geq 70\%$

以最大水深 $\geq 0.6\text{m}$ 、平均水深 $\geq 0.3\text{m}$ 、平均流速 $\geq 0.3\text{m/s}$ 、水面宽度 $\geq 10\text{m}$ 、湿周率 $\geq 50\%$ 、过水断面面积 $\geq 10\text{m}^2$ 且满足上述参数的且满足上述参数的累计河段长度占新建代古寺坝下~blj9#断面（大容立节水电站回水末端）河段总长的百分率大于 95%，以及过水面积 $\geq 70\%$ 为限制条件，经多次试算，结果表明：同时满

足上述要求的最小流量为 $10.98\text{m}^3/\text{s}$ ，占坝址处多年平均流量比例为 16%。该流量状态下代古寺坝址至立节河段的生境情况见表 6.2-9。

表 6.2-9 最小流量 ($10.98\text{m}^3/\text{s}$) 对应生境参数 (11 月~翌年 2 月)

序号	生境参数指标	$10.98\text{m}^3/\text{s}$ 对应的参数值
1	最大水深	$\geq 0.6\text{m}$ 的累计河段长度比例为 96%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
2	平均水深	$\geq 0.3\text{m}$ 的累计河段长度比例为 100%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
3	平均流速	$\geq 0.3\text{m/s}$ 的累计河段长度比例为 100%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
4	水面宽	$\geq 10\text{m}$ 的累计河段长度比例为 95%，等于标准要求的底限值
5	湿周率	$\geq 50\%$ 的累计河段长度比例为 98%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
6	过水断面面积	$\geq 10\text{m}^2$ 的累计河段长度比例为 96%，大于标准要求的 $\geq 95\%$
7	水面面积	占枯期多年平均流量对应水面面积的 75%，大于标准要求的 $\geq 70\%$

对于研究河段而言，水面宽度是约束最小流量值的敏感参数，其余参数均相对较容易达到标准要求。达到标准提出的“水面宽度 $\geq 15\text{m}$ 的累计河段长度比例为 95%”这一要求的最小流量为 $16.46\text{m}^3/\text{s}$ ，而此流量状态下，其余参数均大于标准要求的限值。结合研究河段坡陡流急、河道狭窄这一特点，“水面宽度 $\geq 15\text{m}$ 的累计河段长度比例为 95%”成为约束最小流量值的敏感参数是合理的。

(3) 水文学法

水文学法，又称历史流量法，是以河道的历史流量为基础，采用简单的水文指标对河流流量进行设定，最常用的代表性方法是 Tennant 法。

Tennant 法也叫蒙大拿 (Montana) 法，是在对美国东部、西部和中西部 11 条河流的生境和用途参数进行广泛现场调查的基础上于 1976 年提出的。Tennant 法根据水文资料和现场调查结果，以年平均径流量百分数来描述河道内流量状态，其推荐的流量标准见表 6.2-10。

表 6.2-10 保护鱼类、野生动物、娱乐和有关环境资源的河流状况

流量状况描述	枯水期推荐的基流 (%年平均流量)	汛期推荐的基流 (%年平均流量)
泛滥或最大	200	200 (48-72/小时)
最佳范围	60-100	60-100
非常好	40	60
很好	30	50
好	20	40
一般或退化	10	30
差或最小	10	10
严重退化	0-10	0-10

依据《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)，水资源较为丰沛地区河流，宜在“非常好”的分级之下取值。《河湖生态需水评估导则(试行)》(SL/Z479-2010)提出，年平均流量 20% 的流量提供了保护水生栖息地的适当标准。综合考虑白龙江流域水资源和生态环境状况，将维持水源及下游区水生生物栖息环境在“好”的状态作为本工程引水应遵循的底线，即各断面生态流量按照汛期、非汛期分别取多年平均流量的 40% 和 20% 进行控制。

新建代古寺水库坝址断面多年平均流量为 $68.60\text{m}^3/\text{s}$ ，结合 Tennant 法标准，分别以该断面处多年平均流量的 20% ($13.72\text{m}^3/\text{s}$) 和 40% ($27.44\text{m}^3/\text{s}$) 作为枯水期(11 月~次年 4 月)和丰水期(5~10 月) Tennant 法推荐的生态流量。

(4) 生境模拟法

生境模拟法的思路是通过建立河川径流与目标生物栖息地之间的关系，以探求生态流量。

1) 计算方法

假设水深、流速、河床底质是流量变化对物种数量和分布造成影响的主要因素，通过调查分析指示物种对水深、流速等的适宜要求，绘制水深、流速等环境参数与喜好度(被表示为 0~1 之间的值)之间的适宜性曲线；利用水动力模型计算的不同流量各断面流速与水深分布，结合适宜性曲线找出横断面各分区的流速、水深所对应的栖息地适应度指数，求得研究河段的权重可使用栖息地面积：

$$WUA = \sum_i F[f(V_i), f(D_i), f(C_i)] A_i$$

式中： A_i 为研究河段第 i 分区的水域面积； $f(V_i)$ 、 $f(D_i)$ 、 $f(C_i)$ 分别为第 i 分区的流速、水深、河床底质适应度指数； $F[]$ 为第 i 分区的组合适应度因子(CSF)。本次采用乘积法来推求 CSF，即：

$$CSF = f(V_i) f(D_i) f(C_i)$$

2) 计算参数、工况选取

选取代古寺坝下至立节水电站回水末端之间的 blj1#~ blj8# 八个典型断面作为计算断面，计算河段长度为 15.7km。计算流量范围为 $2\sim 110\text{m}^3/\text{s}$ 。

本研究仅考虑鱼类对流速、水深的喜好性来表达鱼类栖息地的优劣。根据相关资料，白龙江中华裂腹鱼类水深和流速适宜度曲线如图 6.2-4 所示。中华裂腹

鱼繁殖期最适宜流速范围为 1.5~2.5m/s，流速适应度指数取 1；当流速为 0 m/s 或者大于 3.5 m/s 时，适应度指数取 0。最适宜水深范围为 0.5~1.5m，适应度指数取为 1；当水深为 0m 或者大于 2.5m 时。适应度指数取为 0。

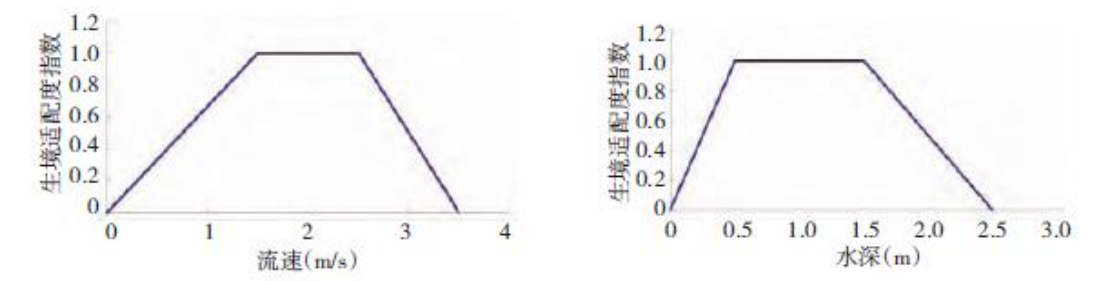


图 6.2-4 流速、水深与适应度指数关系

本研究假设各断面所代表的栖息地面积，为距上下游断面河段长各一半的栖息地面积，亦即在自然河道中各断面的权重取 0.5。具体计算方法如下： $A_1=B_1\times L_1\times 0.5$ ， $A_2=B_2\times (L_1+L_2)\times 0.5$ ，...， $A_7=B_7\times (L_6+L_7)\times 0.5$ ， $A_8=B_8\times L_7\times 0.5$ ，式中 A_i 、 B_i 、 L_i 分别为 i #断面代表的栖息地面积、水面宽度以及与 $(i+1)$ #断面的间距。WUA为各断面组合适应度因子与水域面积的累积和。

3) 计算结果分析

计算结果如表 6.2-11 和图 6.2-5 所示，WUA 与流量的关系曲线在流量 21m³/s 处存在明显的转折点，以此所对应的流量当作生态所需的基本流量，即生态流量取为 21m³/s。

表 6.2-11 WUA 与流量的关系计算成果表

模拟流量(m ³ /s)	WUA(m ²)
2	41632.0
3	62390.0
4	83231.1
5	104100.3
6	124892.6
7	145296.4
8	165084.6
9	180341.3
10	200028.7
11	215588.2
13	245664.2
15	272536.2

模拟流量(m ³ /s)	WUA(m ²)
17	296963.3
19	323344.9
21	346207.8
23	354821.3
25	364919.4
27	375579.3
30	389183.5
35	410076.3
40	429765.7
45	452469.2
50	470566.3
55	485488.6
60	492295.5
70	503927.0

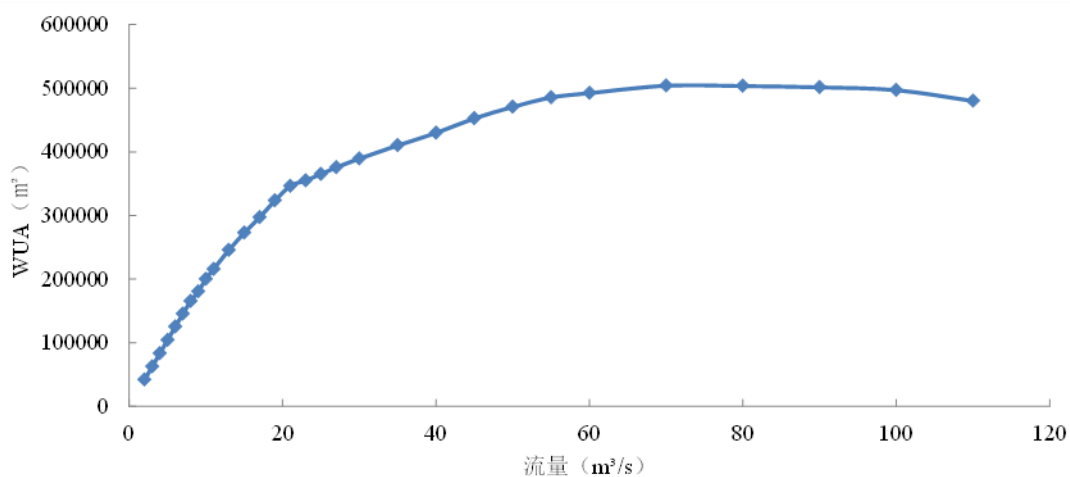


图 6.2-5 目标鱼种繁殖期栖息地可利用面积与流量关系图

(5) 水生生态需水推荐值

根据湿周法、R2-Cross 法、生态水力学法、Tennant 法、生境模拟法等几种方法的计算结果（见表 6.2-12），推荐新建代古寺枢纽坝下维持水生生态系统稳定所需水量在 11 月至翌年 2 月不应低于 13.72m³/s（占坝址处多年平均流量的 20%），在 3~4 月不应低于 21m³/s（占坝址处多年平均流量的 30.6%），在 5~10 月不应低于 27.44m³/s（占坝址处多年平均流量的 40%）。

表 6.2-12 代古寺坝下维持水生生态系统稳定所需水量最小推荐值

计算方法	计算值	推荐值
湿周法	13.58 m ³ /s	13.72m ³ /s (11 月至翌年 2 月), 21m ³ /s (3 月~4 月), 27.44m ³ /s (5 月~10 月)。
R2-Cross 法	9.60m ³ /s(11 月至翌年 2 月), 13.03m ³ /s(3~10 月)	
生态水力学法	10.98m ³ /s(11 月至翌年 2 月), 16.46m ³ /s(3~10 月)	
Tennant 法	13.72m ³ /s(11 月至翌年 4 月), 27.44m ³ /s(5~10 月)	
生境模拟法	21m ³ /s(3 月至 6 月)	

2、水环境需水

《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T712-2021)在“5.3 河流控制断面生态需水量计算”中明确,维持水功能区纳污能力是保护水域使用功能水质的基本要求,将水功能区纳污能力设计水量作为维持河道自净功能的最小水量。

依据《水域纳污能力计算规程》(GB25713-2010),采用 90%保证率最枯月平均流量作为代古寺坝下维持河道水环境所需的最小流量。基于代古寺坝址断面 1961~2017 年逐月径流系列,绘制最枯月平均流量频率曲线,求得到断面维持河道水环境所需的最小流量为 21.07m³/s (占坝址处多年平均流量的 30.71%)。

3、下泄生态流量推荐值

《水资源保护规划编制规程》(SL613-2013)和《全国水资源保护规划技术大纲(试行)》(水利部水利水电规划设计总院,2012)要求“对于我国南方河流,生态基流应不小于 90%保证率最枯月平均流量和多年平均天然径流量的 10%两者之间的大值,也可采用 Tennant 法取多年平均天然径流量的 20~30%或以上”。

新建代古寺水库坝址断面生态基流依据下游河道水生生态需水和水环境需水(见表 6.2-13)取外包,在 11 月至翌年 4 月不低于 21.07m³/s (占坝址处多年平均流量的 30.71%),在 5~10 月不低于 27.44m³/s (占坝址处多年平均流量的 40%);当天然来流小于生态流量时,按天然来流下泄。

表 6.2-13 新建代古寺坝水库断面生态基流

生态环境需水	计算值	生态流量推荐值
水生生态需水	13.72m ³ /s (11 月至翌年 2 月), 21m ³ /s (3~4 月), 27.44m ³ /s (5~10 月)	21.07m ³ /s (11 月至翌年 4 月), 27.44m ³ /s (5~10 月)
水环境需水	21.07m ³ /s	

白龙江上游鱼类主要繁殖期为 3~6 月,以产粘沉性卵鱼类为主,为避免鱼类繁殖期因水位陡涨陡落导致鱼卵、鱼苗搁浅死亡,应保障下游水位的稳定性,水

位可缓慢上涨，一定要避免陡落。白龙江上游鱼类产卵时不需要急、湍流的刺激信号，但考虑到水生生物栖息地依靠水流年内和年际的持续动态变化得以形成，在长期的栖息地的演变中，水生生物适应了其栖息地水流的自然涨落变化过程，为更好地保障新建代古寺水库下游江段水生生物的生境条件，产卵期下泄生态流量过程尽可能考虑河道水文条件的天然变化。选取日涨水率、日落水率 2 个生态水文因子，基于代古寺坝址断面 1961~2017 年共 56a 逐日流量数据进行统计分析，采用 IHA（Indicators of Hydrologic Alteration）方法确定不同时段涨水率和落水率适宜范围，见表 6.2-14。

表 6.2-14 新建代古寺坝水库坝址下游河段适宜生态水文学指标统计

时期	生态水文学指标	适宜范围
产卵期（3~6 月）	日涨水率	0.005~0.015
	日落水率	0.005~0.015

4 月为白龙江上游鱼类产卵行为较为集中的时段，该时段白龙江天然水文情势为涨水，考虑从 4 月 10 日~4 月 30 日构造一个持续涨水过程，日涨水率为 0.015，至 5 月 1 日将生态流量提升至 27.44m³/s。11 月 1 日进入枯水期，生态流量降低至 21.07m³/s 并保持该流量至翌年 3 月中旬。由此获得新建代古寺水库下泄生态流量过程见表 6.2-15、表 6.2-16 和图 6.2-6。

表 6.2-15 新建代古寺坝水库坝址断面生态流量过程

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生态流量（m ³ /s）	21.07	21.07	21.07	22.80	27.44	27.44	27.44	27.44	27.44	27.44	21.07	21.07

表 6.2-16 新建代古寺坝水库坝址断面 4 月生态流量过程

4 月	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日	9 日	10 日
生态流量（m ³ /s）	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.07	21.39
4 月	11 日	12 日	13 日	14 日	15 日	16 日	17 日	18 日	19 日	20 日
生态流量（m ³ /s）	21.39	21.39	21.39	21.39	21.39	21.39	21.82	22.25	22.68	23.11
4 月	21 日	22 日	23 日	24 日	25 日	26 日	27 日	28 日	29 日	30 日
生态流量（m ³ /s）	23.54	23.97	24.40	24.83	25.27	25.70	26.13	26.56	26.99	27.42

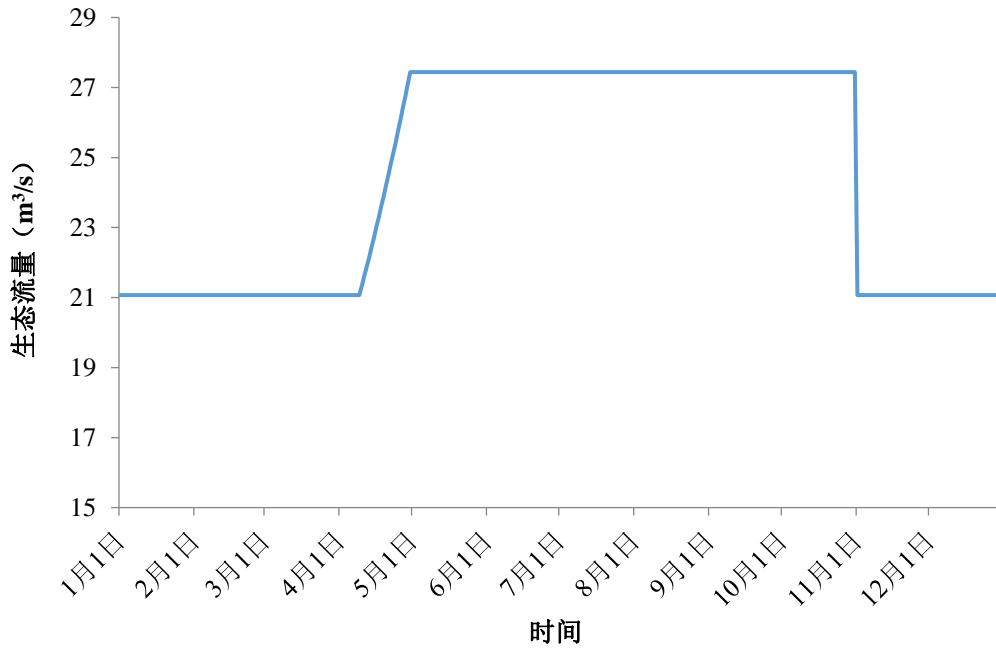


图 6.2-6 新建代古寺水库下泄生态流量过程示意图

6.2.1.4 生态流量满足程度分析

(1) 新建代古寺水库下泄生态流量满足程度分析

采用 1961 年 1 月~2017 年 12 月逐月系列进行分析。调水后，不能满足生态流量泄放要求的月份共有 16 个，生态流量达标率 97.66%。不达标月份均出现在 1~3 月，其中 1 月 2 个、2 月 9 个、3 月 5 个。1~3 月不达标月份均为天然来流小于生态流量泄放要求，见表 6.2-17。除去天然来流小于生态流量要求的 16 个月份，实际生态流量满足程度为 100%。

表 6.2-17 调水后新建代古寺水库下泄生态流量不达标月份统计

序号	年份	月	建库前流量 (m³/s)	建库后流量 (m³/s)	生态流量泄放要求 (m³/s)	差值 (m³/s)
1	1973	1	19.58	19.58	21.07	-1.49
2	1973	2	18.73	18.73	21.07	-2.34
3	1973	3	20.08	20.08	21.07	-0.99
4	1978	2	20.91	20.91	21.07	-0.16
5	1994	2	20.82	20.82	21.07	-0.25
6	1994	3	20.55	20.55	21.07	-0.52
7	1997	2	20.28	20.28	21.07	-0.79
8	1998	1	19.80	19.80	21.07	-1.27
9	1998	2	18.45	18.45	21.07	-2.62
10	1998	3	19.20	19.20	21.07	-1.87

序号	年份	月	建库前流量 (m ³ /s)	建库后流量 (m ³ /s)	生态流量泄放要求 (m ³ /s)	差值 (m ³ /s)
11	2001	3	19.89	19.89	21.07	-1.18
12	2003	2	19.84	19.84	21.07	-1.23
13	2003	3	18.89	18.89	21.07	-2.18
14	2007	2	20.79	20.79	21.07	-0.28
15	2008	2	20.64	20.64	21.07	-0.43
16	2017	2	20.68	20.68	21.07	-0.39

(2) 与嘉陵江流域综合规划环评管控要求的符合情况

《嘉陵江流域综合规划环境影响报告书》提出白龙江立节断面生态流量为 21.1m³/s。立节断面位于代古寺坝址下游约 26.5km，代古寺坝址集水面积 7864km²，立节断面集水面积 8205m²，代古寺~立节区间无大支流汇入。

采用 1961 年 1 月~2017 年 12 月逐月系列进行分析，白龙江引水工程实施后，立节断面不能满足嘉陵江流域综合规划环评报告书提出的生态流量泄放要求的月份共有 7 个，占总月份数的 1.02%，见表 6.2-18。由于白龙江引水工程 1~3 月不拦蓄，不满足生态流量泄放要求的月份均出现在 1~3 月，均是由于天然来流不满足造成。从总体上看，工程总体符合综合规划的规划环评提出的生态流量管控要求。

表 6.2-18 调水后立节断面生态流量不达标月份一览表

年	月	天然流量 (m ³ /s)	调水后流量 (m ³ /s)
1973	1	20.70	20.70
1973	2	19.77	19.77
1998	1	20.68	20.68
1998	2	19.24	19.24
1998	3	20.32	20.32
2003	2	20.96	20.96
2003	3	19.95	19.95

(3) 与控制断面生态流量（水量）保障目标的符合情况

根据《水利部关于印发第二批重点河湖生态流量保障目标函》（水资管〔2020〕285 号）要求，白龙江代古寺以下设有白水街（碧口）、三磊坝 2 个控制断面，生态基流分别为 24.6m³/s 和 33.3m³/s。

1) 白水街（碧口）断面生态流量保障目标符合情况

白水街断面位于甘肃省陇南市，是四川、甘肃两省省界断面。白水街（碧口）断面位于碧口水电站下游。碧口水电站 1979 年建成，控制流域面积 26010km²，水库实际总库容 2.14 亿 m³，调节库容 1.45 亿 m³，具有季调节能力。水库开发任务以防洪、发电为主。白水街断面依托碧口水文站开展生态流量保障目标管理。碧口水文站位于甘肃省文县碧口乡，东经 105°14′、北纬 32°45′，控制面积 26086km²。碧口水文站设立于 1956 年 2 月。目前观测项目为流量、水位、降水、蒸发、水质、泥沙、水温。

采用 1961 年 1 月~2017 年 12 月逐月系列进行分析，白龙江引水工程实施后，白水街断面各月下泄流量均大于《水利部关于印发第二批重点河湖生态流量保障目标函》确定的白水街断面生态基流 24.6m³/s，因此调水后白水街流量符合该断面的生态流量保障目标。

2) 三磊坝断面生态流量保障目标符合情况

三磊坝断面位于四川省广元市，是白龙江干流水系节点断面。三磊坝断面位于紫兰坝水电站下游 1km。紫兰坝水电站距宝珠寺水电站 14km，为其反调节电站，水库总库容 0.39 亿 m³，调节库容 0.12 亿 m³，具有日调节能力。三磊坝断面上游白龙江干流控制性工程为宝珠寺水电站。宝珠寺水电站 1984 年复工，1998 年建成，控制流域面积 28428km²，水库总库容 25.5 亿 m³，调节库容 13.4 亿 m³，具有不完全年调节能力。三磊坝断面依托三磊坝水文站开展生态流量保障目标管理。三磊坝水文站位于四川省广元市石龙乡，东经 105°38′00″、北纬 32°27′00″，控制流域面积 29247km²，是国家水文站。目前观测项目为流量、水位、降水、蒸发、泥沙。

采用 1961 年 1 月~2017 年 12 月逐月系列进行分析，白龙江引水工程实施后，三磊坝断面各月下泄流量均大于《水利部关于印发第二批重点河湖生态流量保障目标函》确定的三磊坝断面生态基流 33.3m³/s，因此调水后三磊坝断面流量符合该断面的生态流量保障目标。

6.2.2 库区水文情势影响预测

6.2.2.1 模型构建

(1) 模型构建

代古寺水库为典型的河道型水库，库区水动力计算采用纵向一维数学模型。利用 MIKE11 构建代古寺库区纵向一维水动力模型，计算范围及河网概化情况见图 6.2-7。

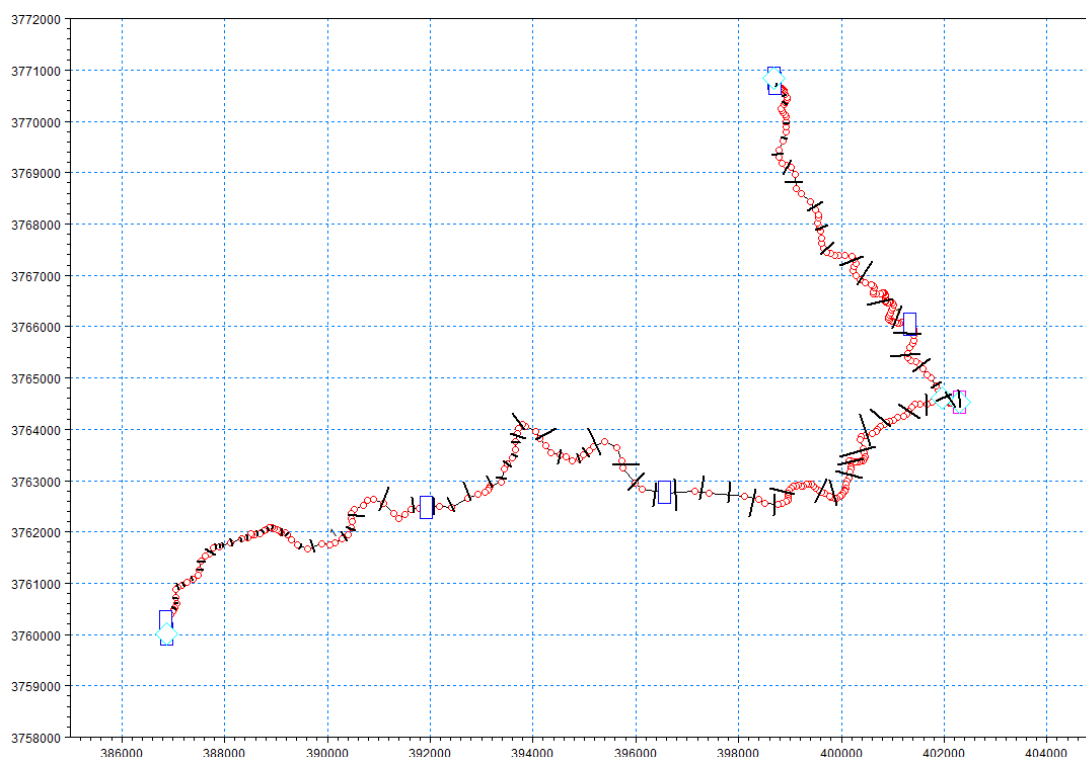


图 6.2-7 代古寺库区水质模型计算范围及河网概化情况

(2) 边界条件

采用设计水平年，代古寺水库建成运行后，典型丰水年（ $P=25\%$ ）、典型平水年（ $P=50\%$ ）、枯水年（ $P=75\%$ ）、特枯水年（ $P=95\%$ ）白龙江干流和腊子沟支流的逐月入库流量作为水库模型的入流边界条件，库区月末水位作为水位边界条件。

6.2.2.2 库区水文情势影响预测结果

(1) 代表断面的选择

选取代古寺库区白龙江干流的花园电站厂房下游、西布古村（现状水泊峡库区）、水泊峡厂房下游（现状代古寺水库库尾）、黑杂村（现状代古寺水库库区）

和支流腊子沟的腊子口乡（新建代古寺水库库尾）、尖藏村等 6 个断面，分析新建代古寺水库建设运行对水源区水文情势的影响，断面情况见表 6.2-19 和图 6.2-8。

表 6.2-19 水源区水文情势影响分析断面

序号	断面名称	所在水体	断面情况
1	花园电站厂房下游	白龙江干流	现状天然河段，新建代古寺水库库区
2	西布古村	白龙江干流	现状水泊峡库区，新建代古寺水库库区
3	水泊峡电站厂房下游	白龙江干流	现状代古寺水库库尾，新建代古寺水库库区
4	黑杂村	白龙江干流	现状代古寺水库库区，新建代古寺水库库区
5	腊子口乡	腊子沟	现状天然河段，新建代古寺水库库尾
6	尖藏村	腊子沟	现状代古寺水库库尾，新建代古寺水库库区



图 6.2-8 水源区水文情势影响分析断面分布示意图

（2）水域形态变化

现状情况下，代古寺水库正常蓄水位为 1710m；新建代古寺水库建成后，库区水位在死水位 1745m~正常蓄水位 1804m 之间变化，较现库区水位抬升 35~94m，库区各典型年逐月水位变化见图 6.2-9。新建代古寺水库一般从 5 月开始蓄水，在保障生态流量的前提下，余水充蓄库容；至 8 月底 9 月初，水库蓄至正常蓄水位。9 月~11 月，水库一般维持高水位运行，至 12 月开始消落。

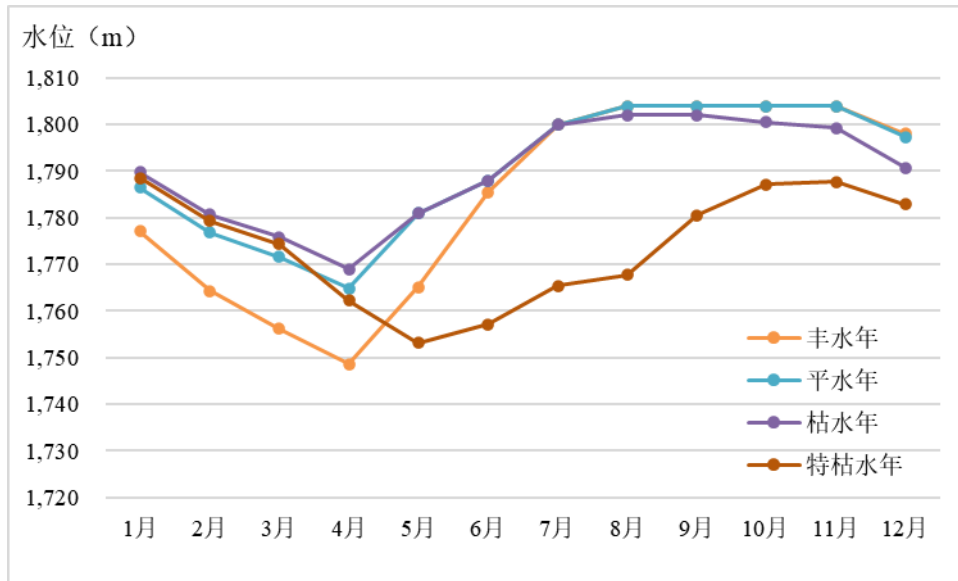


图 6.2-9 代古寺水库建成后典型年库区水位变化图

根据水库回水计算成果，新建代古寺水库正常蓄水位 1804m，相应的干流回水长度约 18.58km，腊子沟回水长度约 7.07km。现状情况下，代古寺水库正常蓄水位 1710m，干流回水长度约 6.8km，腊子沟回水长度约 2km。新建代古寺水库干流回水较现状增加约 12km，腊子沟回水较现状增加约 5km。

(3) 流速变化

各典型年流速变化见表 6.2-20~表 6.2-23。

丰水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 3.760 m/s、0.092 m/s、3.505 m/s、0.272 m/s、0.054 m/s、0.026 m/s；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 0.044 m/s、0.029 m/s、0.005 m/s、0.003 m/s、0.025 m/s、0.001 m/s；分别降低 3.717 m/s、0.063 m/s、3.500 m/s、0.269 m/s、0.029 m/s、0.025 m/s。

平水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 3.707 m/s、0.085 m/s、3.459 m/s、0.251 m/s、0.054 m/s、0.025 m/s；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 0.041 m/s、0.023 m/s、0.004 m/s、0.002 m/s、0.023 m/s、0.001 m/s；分别降低 3.666 m/s、0.062 m/s、3.456 m/s、0.248 m/s、0.031 m/s、0.024 m/s。

枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 3.558 m/s、0.065 m/s、3.275 m/s、0.192 m/s、0.050 m/s、0.023 m/s；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 0.037 m/s、0.019 m/s、0.003 m/s、0.002 m/s、0.021 m/s、0.001 m/s；分别降低 3.521 m/s、0.046 m/s、3.272 m/s、0.190 m/s、0.029 m/s、0.022 m/s。

特枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 3.493 m/s、0.058 m/s、3.221 m/s、0.173 m/s、0.049 m/s、0.023 m/s；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均流速分别为 0.046 m/s、0.036 m/s、0.005 m/s、0.003 m/s、0.041 m/s、0.001 m/s；分别降低 3.448 m/s、0.022 m/s、3.215 m/s、0.170 m/s、0.008 m/s、0.022 m/s。

表 6.2-20 代古寺库区流速变化（丰水年）

单位：m/s

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	3.263	3.305	3.298	3.411	3.813	3.997	4.055	4.265	4.353	4.269	3.704	3.390	3.760	4.353	3.263
	建库后	0.035	0.037	0.038	0.045	0.057	0.058	0.048	0.050	0.053	0.050	0.030	0.022	0.044	0.058	0.022
	变化	-3.228	-3.268	-3.260	-3.366	-3.757	-3.939	-4.007	-4.215	-4.300	-4.219	-3.674	-3.369	-3.717	-3.228	-4.300
西布古村	建库前	0.025	0.023	0.027	0.047	0.098	0.122	0.131	0.163	0.177	0.164	0.084	0.043	0.092	0.177	0.023
	建库后	0.016	0.034	0.041	0.054	0.058	0.038	0.021	0.021	0.023	0.021	0.012	0.008	0.029	0.058	0.008
	变化	-0.009	0.011	0.015	0.007	-0.041	-0.083	-0.110	-0.142	-0.154	-0.143	-0.072	-0.035	-0.063	0.015	-0.154
水泊峡电站厂房下游	建库前	2.781	2.759	2.801	3.084	3.679	3.872	3.939	4.166	4.258	4.167	3.528	3.022	3.505	4.258	2.759
	建库后	0.003	0.003	0.005	0.009	0.009	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.003	0.002	0.005	0.009	0.002
	变化	-2.778	-2.756	-2.796	-3.075	-3.670	-3.866	-3.935	-4.161	-4.253	-4.163	-3.525	-3.020	-3.500	-2.756	-4.253
黑杂村	建库前	0.069	0.069	0.080	0.141	0.294	0.359	0.384	0.481	0.524	0.483	0.249	0.127	0.272	0.524	0.069
	建库后	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.001	0.003	0.004	0.001
	变化	-0.067	-0.067	-0.078	-0.137	-0.290	-0.356	-0.382	-0.477	-0.520	-0.480	-0.247	-0.126	-0.269	-0.067	-0.520
腊子口乡	建库前	0.036	0.036	0.038	0.046	0.060	0.063	0.064	0.067	0.068	0.067	0.057	0.045	0.054	0.068	0.036
	建库后	0.036	0.037	0.037	0.046	0.060	0.042	0.009	0.008	0.008	0.007	0.004	0.004	0.025	0.060	0.004
	变化	0.000	0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.021	-0.055	-0.059	-0.060	-0.059	-0.053	-0.041	-0.029	0.001	-0.060
尖藏村	建库前	0.018	0.018	0.018	0.021	0.027	0.030	0.030	0.033	0.034	0.033	0.026	0.021	0.026	0.034	0.018
	建库后	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化	-0.017	-0.017	-0.017	-0.020	-0.026	-0.029	-0.029	-0.032	-0.033	-0.032	-0.025	-0.020	-0.025	-0.017	-0.033

表 6.2-21 代古寺库区流速变化（平水年）

单位：m/s

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	3.263	3.303	3.315	3.539	3.999	4.092	4.059	4.153	4.028	3.825	3.542	3.364	3.707	4.153	3.263
	建库后	0.029	0.037	0.040	0.049	0.060	0.059	0.048	0.047	0.041	0.033	0.024	0.022	0.041	0.060	0.022
	变化	-3.234	-3.267	-3.275	-3.490	-3.939	-4.033	-4.012	-4.107	-3.987	-3.791	-3.518	-3.342	-3.666	-3.234	-4.107
西布古村	建库前	0.028	0.026	0.032	0.064	0.123	0.136	0.131	0.146	0.127	0.098	0.063	0.041	0.085	0.146	0.026
	建库后	0.010	0.016	0.029	0.050	0.047	0.037	0.021	0.019	0.016	0.013	0.009	0.008	0.023	0.050	0.008
	变化	-0.018	-0.011	-0.003	-0.014	-0.076	-0.099	-0.110	-0.127	-0.111	-0.085	-0.054	-0.033	-0.062	-0.003	-0.127
水泊峡电站厂房下游	建库前	2.797	2.792	2.862	3.305	3.882	3.985	3.943	4.063	3.915	3.674	3.308	2.988	3.459	4.063	2.792
	建库后	0.002	0.002	0.003	0.006	0.007	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.004	0.007	0.002
	变化	-2.795	-2.790	-2.858	-3.299	-3.875	-3.979	-3.939	-4.059	-3.911	-3.671	-3.306	-2.986	-3.456	-2.790	-4.059
黑杂村	建库前	0.083	0.078	0.094	0.190	0.364	0.403	0.386	0.435	0.376	0.291	0.188	0.121	0.251	0.435	0.078
	建库后	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.004	0.001
	变化	-0.082	-0.077	-0.092	-0.188	-0.360	-0.400	-0.383	-0.432	-0.373	-0.288	-0.186	-0.119	-0.248	-0.077	-0.432
腊子口乡	建库前	0.038	0.038	0.040	0.052	0.063	0.065	0.064	0.066	0.064	0.060	0.052	0.044	0.054	0.066	0.038
	建库后	0.015	0.040	0.040	0.053	0.063	0.031	0.009	0.007	0.006	0.005	0.003	0.004	0.023	0.063	0.003
	变化	-0.023	0.002	0.000	0.001	0.000	-0.034	-0.055	-0.059	-0.058	-0.056	-0.049	-0.040	-0.031	0.002	-0.059
尖藏村	建库前	0.018	0.018	0.019	0.023	0.029	0.031	0.030	0.032	0.030	0.028	0.024	0.021	0.025	0.032	0.018
	建库后	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化	-0.017	-0.017	-0.018	-0.022	-0.028	-0.030	-0.029	-0.031	-0.029	-0.027	-0.023	-0.020	-0.024	-0.017	-0.031

表 6.2-22 代古寺库区流速变化（枯水年）

单位：m/s

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	3.284	3.317	3.328	3.492	3.841	3.920	3.984	3.690	3.570	3.519	3.429	3.325	3.558	3.984	3.284
	建库后	0.028	0.036	0.040	0.048	0.056	0.055	0.046	0.031	0.026	0.026	0.024	0.026	0.037	0.056	0.024
	变化	-3.256	-3.281	-3.288	-3.444	-3.785	-3.865	-3.938	-3.659	-3.544	-3.494	-3.405	-3.299	-3.521	-3.256	-3.938
西布古村	建库前	0.033	0.030	0.033	0.058	0.101	0.112	0.121	0.080	0.066	0.060	0.050	0.032	0.065	0.121	0.030
	建库后	0.010	0.014	0.022	0.041	0.040	0.031	0.020	0.012	0.010	0.009	0.009	0.009	0.019	0.041	0.009
	变化	-0.023	-0.016	-0.012	-0.017	-0.061	-0.081	-0.101	-0.069	-0.056	-0.051	-0.041	-0.023	-0.046	-0.012	-0.101
水泊峡电站厂房下游	建库前	2.869	2.833	2.883	3.231	3.708	3.806	3.871	3.497	3.348	3.269	3.114	2.868	3.275	3.871	2.833
	建库后	0.002	0.002	0.003	0.005	0.006	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.006	0.002
	变化	-2.867	-2.831	-2.880	-3.227	-3.702	-3.801	-3.867	-3.495	-3.346	-3.267	-3.112	-2.866	-3.272	-2.831	-3.867
黑杂村	建库前	0.096	0.088	0.098	0.172	0.301	0.335	0.359	0.237	0.197	0.177	0.146	0.095	0.192	0.359	0.088
	建库后	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001
	变化	-0.095	-0.086	-0.097	-0.170	-0.298	-0.332	-0.356	-0.235	-0.195	-0.175	-0.144	-0.094	-0.190	-0.086	-0.356
腊子口乡	建库前	0.041	0.039	0.041	0.050	0.061	0.062	0.063	0.056	0.053	0.050	0.047	0.040	0.050	0.063	0.039
	建库后	0.008	0.036	0.042	0.050	0.060	0.026	0.008	0.004	0.004	0.004	0.004	0.007	0.021	0.060	0.004
	变化	-0.033	-0.003	0.001	0.000	-0.001	-0.037	-0.055	-0.052	-0.049	-0.046	-0.043	-0.034	-0.029	0.001	-0.055
尖藏村	建库前	0.019	0.019	0.019	0.023	0.028	0.029	0.030	0.026	0.024	0.023	0.022	0.019	0.023	0.030	0.019
	建库后	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化	-0.018	-0.018	-0.018	-0.022	-0.027	-0.028	-0.029	-0.025	-0.023	-0.022	-0.021	-0.018	-0.022	-0.018	-0.029

表 6.2-23 代古寺库区流速变化（特枯水年）

单位：m/s

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	3.342	3.328	3.314	3.354	3.469	3.554	3.662	3.646	3.769	3.687	3.468	3.324	3.493	3.769	3.314
	建库后	0.035	0.041	0.041	0.044	0.047	0.050	0.053	0.052	0.055	0.049	0.042	0.037	0.046	0.055	0.035
	变化	-3.307	-3.287	-3.272	-3.311	-3.422	-3.504	-3.609	-3.593	-3.715	-3.638	-3.426	-3.287	-3.448	-3.272	-3.715
西布古村	建库前	0.043	0.037	0.036	0.042	0.056	0.065	0.078	0.076	0.092	0.081	0.056	0.035	0.058	0.092	0.035
	建库后	0.014	0.018	0.028	0.051	0.059	0.058	0.056	0.050	0.038	0.026	0.019	0.014	0.036	0.059	0.014
	变化	-0.030	-0.019	-0.008	0.009	0.003	-0.006	-0.022	-0.026	-0.054	-0.055	-0.038	-0.021	-0.022	0.009	-0.055
水泊峡电站厂房下游	建库前	3.029	2.943	2.926	3.014	3.218	3.328	3.475	3.457	3.622	3.505	3.218	2.914	3.221	3.622	2.914
	建库后	0.002	0.003	0.004	0.006	0.010	0.009	0.009	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002	0.005	0.010	0.002
	变化	-3.026	-2.940	-2.923	-3.008	-3.208	-3.319	-3.466	-3.450	-3.617	-3.501	-3.215	-2.911	-3.215	-2.911	-3.617
黑杂村	建库前	0.130	0.111	0.108	0.126	0.166	0.192	0.230	0.225	0.273	0.238	0.167	0.105	0.173	0.273	0.105
	建库后	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002
	变化	-0.128	-0.109	-0.106	-0.123	-0.162	-0.188	-0.226	-0.222	-0.270	-0.236	-0.165	-0.103	-0.170	-0.103	-0.270
腊子口乡	建库前	0.045	0.043	0.042	0.044	0.049	0.052	0.056	0.055	0.059	0.056	0.049	0.042	0.049	0.059	0.042
	建库后	0.014	0.044	0.043	0.044	0.049	0.051	0.056	0.056	0.059	0.027	0.018	0.031	0.041	0.059	0.014
	变化	-0.031	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.000	-0.030	-0.031	-0.011	-0.008	0.002	-0.031
尖藏村	建库前	0.021	0.020	0.020	0.021	0.023	0.024	0.025	0.025	0.027	0.026	0.023	0.020	0.023	0.027	0.020
	建库后	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	变化	-0.020	-0.019	-0.019	-0.020	-0.022	-0.023	-0.024	-0.024	-0.026	-0.025	-0.022	-0.019	-0.022	-0.019	-0.026

(4) 水面宽变化

各典型年库区水面宽变化见表 6.2-24~表 6.2-27。

丰水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 23.28m、71.09 m、15.06 m、26.06 m、35.93 m、52.54 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 84.85m、166.32m、405.42 m、410.22 m、73.79 m、371.05 m；分别增加 61.57m、95.23 m、390.36 m、384.15 m、37.86 m、318.52 m。

平水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 23.33 m、71.12 m、14.92 m、26.06 m、35.36 m、51.71m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 86.10 m、176.86 m、452.72 m、426.77 m、76.24 m、401.85 m；分别增加 62.77 m、105.73 m、437.81 m、400.70 m、40.89 m、350.14 m。

枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 22.83 m、71.05 m、14.09 m、26.06 m、33.24 m、48.69 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 81.65 m、168.36 m、457.99 m、426.49 m、70.49 m、404.92 m；分别增加 58.82 m、97.31 m、443.91 m、400.43 m、37.26 m、356.23 m。

特枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 22.81 m、71.30 m、13.89 m、26.06 m、32.60 m、47.76 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水面宽分别为 70.73 m、94.94 m、349.43 m、386.94 m、37.58 m、302.88 m；分别增加 47.92 m、23.65 m、335.54 m、360.88 m、4.97 m、255.12 m。

表 6.2-24 代古寺库区水面宽变化（丰水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	20.16	19.93	20.36	22.27	24.36	24.90	25.06	25.44	25.59	25.44	23.92	21.96	23.28	25.59	19.93
	建库后	56.25	54.73	56.57	65.39	81.47	89.60	99.52	108.01	109.83	108.69	100.75	87.38	84.85	109.83	54.73
	变化	36.09	34.80	36.21	43.12	57.11	64.70	74.46	82.57	84.25	83.25	76.83	65.42	61.57	84.25	34.80
西布古村	建库前	71.11	71.09	71.23	71.22	71.32	70.90	71.01	71.07	71.14	71.07	71.00	70.92	71.09	71.32	70.90
	建库后	88.47	59.66	55.03	67.55	88.11	130.79	237.50	261.01	262.36	262.15	257.63	225.56	166.32	262.36	55.03
	变化	17.35	-11.43	-16.20	-3.67	16.79	59.89	166.49	189.94	191.23	191.09	186.64	154.65	95.23	191.23	-16.20
水泊峡电站厂房下游	建库前	11.29	11.11	11.48	13.23	16.06	16.95	17.23	18.22	18.64	18.24	15.36	12.89	15.06	18.64	11.11
	建库后	376.00	256.09	202.83	182.18	277.55	449.63	508.23	527.35	529.01	529.00	525.09	502.12	405.42	529.01	182.18
	变化	364.71	244.98	191.35	168.95	261.48	432.69	491.00	509.13	510.38	510.76	509.72	489.23	390.36	510.76	168.95
黑杂村	建库前	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.07	26.07	26.07	26.07	26.06	26.06	26.06	26.07	26.06
	建库后	396.59	362.02	335.94	322.06	369.27	417.50	447.18	456.85	457.69	457.69	455.72	444.10	410.22	457.69	322.06
	变化	370.53	335.96	309.88	296.00	343.21	391.44	421.12	430.78	431.62	431.62	429.66	418.04	384.15	431.62	296.00
腊子口乡	建库前	27.50	27.42	28.03	31.16	37.34	39.87	40.77	43.74	45.02	43.82	35.93	30.58	35.93	45.02	27.42
	建库后	27.85	27.42	28.23	31.16	37.37	51.55	101.35	121.66	123.16	123.16	119.60	92.92	73.79	123.16	27.42
	变化	0.35	0.00	0.20	0.00	0.03	11.69	60.58	77.92	78.15	79.34	83.67	62.34	37.86	83.67	0.00
尖藏村	建库前	40.92	40.80	41.50	45.48	54.16	57.96	59.22	63.47	65.19	63.78	52.72	45.24	52.54	65.19	40.80
	建库后	300.31	237.07	210.78	198.41	247.06	384.42	470.80	484.12	485.27	485.27	482.57	466.56	371.05	485.27	198.41
	变化	259.39	196.26	169.28	152.93	192.90	326.46	411.59	420.65	420.08	421.49	429.85	421.33	318.52	429.85	152.93

表 6.2-25 代古寺库区水面宽变化（平水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	20.51	20.28	20.87	23.29	24.93	25.17	25.08	25.29	25.01	24.35	23.30	21.87	23.33	25.29	20.28
	建库后	64.04	57.20	59.01	71.41	88.41	93.36	99.85	106.65	105.50	103.25	99.07	85.44	86.10	106.65	57.20
	变化	43.53	36.92	38.13	48.12	63.48	68.19	74.77	81.36	80.50	78.90	75.77	63.57	62.77	81.36	36.92
西布古村	建库前	71.05	71.01	71.15	71.39	71.12	71.11	70.97	71.39	71.11	71.03	71.05	71.08	71.12	71.39	70.97
	建库后	117.50	89.66	76.86	79.69	106.79	152.31	238.29	260.76	261.59	261.25	256.40	221.17	176.86	261.59	76.86
	变化	46.44	18.64	5.71	8.30	35.66	81.20	167.32	189.37	190.48	190.21	185.35	150.09	105.73	190.48	5.71
水泊峡电站厂房下游	建库前	11.60	11.43	11.94	14.32	16.98	17.43	17.25	17.77	17.13	16.04	14.33	12.76	14.92	17.77	11.43
	建库后	450.74	395.29	302.67	281.27	420.59	464.52	509.29	527.34	528.97	528.95	524.56	498.51	452.72	528.97	281.27
	变化	439.14	383.86	290.73	266.96	403.61	447.09	492.04	509.57	511.84	512.91	510.23	485.75	437.81	512.91	266.96
黑杂村	建库前	26.06	26.06	26.06	26.06	26.07	26.07	26.07	26.07	26.07	26.06	26.06	26.06	26.06	26.07	26.06
	建库后	418.08	398.33	382.77	373.15	406.17	425.03	447.72	456.85	457.68	457.68	455.46	442.27	426.77	457.68	373.15
	变化	392.03	372.27	356.71	347.09	380.10	398.97	421.65	430.78	431.62	431.62	429.40	416.22	400.70	431.62	347.09
腊子口乡	建库前	28.15	27.90	28.79	33.44	39.97	41.32	40.78	42.33	40.43	37.48	33.42	30.29	35.36	42.33	27.90
	建库后	45.81	28.10	28.89	33.56	40.17	60.01	102.33	121.65	123.14	123.13	119.12	89.03	76.24	123.14	28.10
	变化	17.66	0.21	0.10	0.12	0.19	18.69	61.55	79.32	82.71	85.65	85.70	58.74	40.89	85.70	0.10
尖藏村	建库前	41.76	41.41	42.44	48.57	57.97	60.11	59.29	61.55	58.93	54.75	49.02	44.72	51.71	61.55	41.41
	建库后	386.64	304.97	257.97	248.28	335.87	415.99	471.54	484.12	485.27	485.27	482.21	464.05	401.85	485.27	248.28
	变化	344.88	263.56	215.53	199.71	277.89	355.88	412.25	422.57	426.33	430.52	433.19	419.33	350.14	433.19	199.71

表 6.2-26 代古寺库区水面宽变化（枯水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	21.10	20.64	21.06	23.05	24.46	24.73	24.90	23.85	23.40	23.18	22.66	20.93	22.83	24.90	20.64
	建库后	70.01	60.13	60.23	69.54	83.46	88.95	98.47	98.12	96.99	94.16	88.68	71.09	81.65	98.47	60.13
	变化	48.91	39.49	39.17	46.49	59.01	64.22	73.57	74.28	73.59	70.98	66.02	50.16	58.82	74.28	39.17
西布古村	建库前	70.91	70.77	70.92	71.30	71.34	71.43	71.24	70.88	71.02	70.89	70.95	70.96	71.05	71.43	70.77
	建库后	141.94	99.92	86.20	82.48	105.34	147.58	234.77	253.74	253.10	239.05	226.13	150.12	168.36	253.74	82.48
	变化	71.03	29.15	15.28	11.18	34.00	76.15	163.53	182.86	182.07	168.16	155.18	79.16	97.31	182.86	11.18
水泊峡电站厂房下游	建库前	12.12	11.76	12.11	13.97	16.20	16.65	16.94	15.22	14.52	14.15	13.42	11.99	14.09	16.94	11.76
	建库后	465.37	428.59	366.35	308.91	428.76	464.49	507.91	519.48	519.33	513.81	503.40	469.52	457.99	519.48	308.91
	变化	453.25	416.83	354.23	294.93	412.56	447.84	490.97	504.27	504.81	499.66	489.98	457.53	443.91	504.81	294.93
黑杂村	建库前	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06
	建库后	425.49	406.87	394.35	384.01	407.06	425.03	447.02	452.89	452.81	450.02	444.75	427.60	426.49	452.89	384.01
	变化	399.43	380.81	368.30	357.96	381.00	398.97	420.96	426.83	426.75	423.96	418.69	401.54	400.43	426.83	357.96
腊子口乡	建库前	29.09	28.45	29.13	32.70	37.84	39.04	39.86	35.46	33.84	32.99	31.55	28.92	33.24	39.86	28.45
	建库后	59.26	29.87	29.15	32.71	38.18	59.45	101.07	114.49	114.35	109.28	94.90	63.22	70.49	114.49	29.15
	变化	30.17	1.42	0.02	0.01	0.34	20.42	61.21	79.03	80.52	76.29	63.36	34.30	37.26	80.52	0.01
尖藏村	建库前	42.98	42.14	42.91	47.59	54.94	56.75	58.09	51.86	49.45	48.28	46.35	42.91	48.69	58.09	42.14
	建库后	418.35	336.97	289.66	261.06	340.10	415.98	470.58	478.67	478.57	474.72	467.46	426.95	404.92	478.67	261.06
	变化	375.37	294.83	246.74	213.47	285.16	359.23	412.49	426.81	429.11	426.44	421.11	384.04	356.23	429.11	213.47

表 6.2-27 代古寺库区水面宽变化（特枯水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	22.20	21.57	21.44	22.06	23.05	23.37	23.79	23.74	24.23	23.88	23.02	21.31	22.81	24.23	21.31
	建库后	71.08	63.04	61.63	63.83	69.03	71.86	75.88	75.39	80.98	79.66	73.03	63.33	70.73	80.98	61.63
	变化	48.87	41.48	40.18	41.77	45.98	48.49	52.08	51.64	56.75	55.77	50.01	42.03	47.92	56.75	40.18
西布古村	建库前	70.98	71.40	71.57	71.51	71.36	71.35	71.16	71.22	71.40	71.11	71.20	71.32	71.30	71.57	70.98
	建库后	132.68	96.79	81.66	69.23	73.24	76.40	82.18	84.78	103.38	117.03	116.88	105.04	94.94	132.68	69.23
	变化	61.70	25.39	10.10	-2.27	1.88	5.06	11.02	13.56	31.97	45.92	45.68	33.73	23.65	61.70	-2.27
水泊峡电站厂房下游	建库前	13.03	12.53	12.42	12.92	13.91	14.43	15.11	15.03	15.80	15.25	13.91	12.30	13.89	15.80	12.30
	建库后	460.14	422.63	336.53	239.34	196.36	214.94	256.91	296.17	424.65	453.77	455.01	436.71	349.43	460.14	196.36
	变化	447.11	410.10	324.10	226.42	182.45	200.51	241.80	281.15	408.85	438.52	441.10	424.41	335.54	447.11	182.45
黑杂村	建库前	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06	26.06
	建库后	422.84	403.85	387.95	354.96	332.31	342.65	363.99	378.15	405.71	419.61	420.24	410.98	386.94	422.84	332.31
	变化	396.78	377.79	361.89	328.90	306.25	316.59	337.93	352.09	379.65	393.55	394.18	384.92	360.88	396.78	306.25
腊子口乡	建库前	30.74	29.80	29.61	30.49	32.47	33.60	35.18	34.99	36.85	35.53	32.53	29.44	32.60	36.85	29.44
	建库后	54.53	29.83	29.63	30.62	32.54	33.79	35.19	35.02	36.93	49.45	49.98	33.41	37.58	54.53	29.63
	变化	23.79	0.03	0.02	0.12	0.07	0.19	0.01	0.03	0.08	13.92	17.45	3.97	4.97	23.79	0.01
尖藏村	建库前	45.18	43.94	43.64	44.75	47.43	49.01	51.27	50.98	53.64	51.91	47.75	43.61	47.76	53.64	43.61
	建库后	407.44	326.00	273.93	229.95	207.11	217.53	239.04	253.95	334.64	393.28	396.04	355.67	302.88	407.44	207.11
	变化	362.26	282.06	230.29	185.20	159.68	168.53	187.76	202.97	281.00	341.38	348.29	312.07	255.12	362.26	159.68

(5) 水深变化

各典型年库区水深变化见表 6.2-28~表 6.2-31。

丰水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 0.70 m、10.33 m、1.11 m、9.53 m、3.21 m、5.16 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 16.26 m、16.48 m、35.08 m、53.26 m、7.92 m、37.95 m；分别增加 15.56 m、6.15 m、33.97 m、43.73 m、4.71 m、32.78 m。

平水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 0.67 m、10.33 m、1.08 m、9.52 m、3.14 m、5.12 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 16.63 m、17.95 m、37.17 m、57.41 m、8.30 m、39.10 m；分别增加 15.96 m、7.61 m、36.09 m、47.88 m、5.16 m、33.98 m。

枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 0.56 m、10.33 m、0.96 m、9.52 m、2.85 m、4.81 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 15.52 m、17.75 m、36.55 m、57.25 m、7.60 m、38.09 m；分别增加 14.97 m、7.42 m、35.59 m、47.73 m、4.75 m、33.29 m。

特枯水年，现状条件下库区花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 0.52 m、10.34 m、0.93 m、9.52 m、2.77 m、4.73 m；新建代古寺水库运行后，花园电站厂房下游、西布古村、水泊峡电站厂房下游、黑杂村、腊子口乡、尖藏村断面平均水深分别为 12.93 m、14.66 m、27.95 m、45.63 m、3.47 m、33.71 m；分别增加 12.41 m、4.32 m、27.03 m、36.10 m、0.69 m、28.98 m。

表 6.2-28 代古寺库区水深变化（丰水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	0.28	0.26	0.30	0.46	0.78	0.90	0.94	1.10	1.17	1.10	0.69	0.42	0.70	1.17	0.26
	建库后	9.06	8.59	9.16	11.65	15.45	17.18	20.03	22.09	22.49	22.24	20.35	16.79	16.26	22.49	8.59
	变化	8.78	8.33	8.86	11.20	14.67	16.29	19.09	20.99	21.32	21.14	19.66	16.37	15.56	21.32	8.33
西布古村	建库前	10.33	10.33	10.34	10.34	10.34	10.32	10.33	10.33	10.33	10.33	10.33	10.32	10.33	10.34	10.32
	建库后	14.20	8.73	8.72	9.26	14.11	18.19	19.16	21.75	22.13	22.07	21.14	18.35	16.48	22.13	8.72
	变化	3.86	-1.60	-1.62	-1.08	3.76	7.86	8.84	11.42	11.79	11.74	10.81	8.03	6.15	11.79	-1.62
水泊峡电站厂房下游	建库前	0.59	0.56	0.61	0.85	1.23	1.36	1.41	1.57	1.64	1.58	1.13	0.80	1.11	1.64	0.56
	建库后	27.56	24.90	21.53	19.75	25.57	33.10	43.05	45.82	46.05	46.05	45.51	42.12	35.08	46.05	19.75
	变化	26.97	24.34	20.91	18.91	24.34	31.74	41.65	44.25	44.41	44.48	44.38	41.32	33.97	44.48	18.91
黑杂村	建库前	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.52	9.52	9.53	9.53	9.52
	建库后	47.11	38.79	32.68	29.74	40.42	54.41	64.18	67.09	67.33	67.33	66.76	63.23	53.26	67.33	29.74
	变化	37.59	29.27	23.16	20.22	30.89	44.89	54.65	57.56	57.80	57.80	57.23	53.71	43.73	57.80	20.22
腊子口乡	建库前	2.00	1.98	2.09	2.60	3.38	3.75	3.89	4.31	4.47	4.32	3.23	2.51	3.21	4.47	1.98
	建库后	2.06	1.98	2.13	2.60	3.38	5.74	11.59	13.61	13.81	13.81	13.33	11.05	7.92	13.81	1.98
	变化	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	1.99	7.70	9.30	9.34	9.49	10.10	8.53	4.71	10.10	0.00
尖藏村	建库前	3.68	3.66	3.79	4.44	5.52	5.89	6.00	6.35	6.48	6.38	5.36	4.40	5.16	6.48	3.66
	建库后	34.58	32.95	29.94	28.24	33.41	35.29	41.43	44.76	45.04	45.04	44.38	40.32	37.95	45.04	28.24
	变化	30.89	29.29	26.15	23.81	27.89	29.40	35.42	38.41	38.56	38.66	39.02	35.92	32.78	39.02	23.81

表 6.2-29 代古寺库区水深变化（平水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	0.31	0.29	0.34	0.57	0.90	0.97	0.94	1.03	0.93	0.77	0.56	0.41	0.67	1.03	0.29
	建库后	11.28	9.35	9.86	13.22	16.94	18.29	20.11	21.78	21.52	20.98	19.91	16.34	16.63	21.78	9.35
	变化	10.98	9.06	9.53	12.65	16.04	17.32	19.17	20.75	20.59	20.20	19.35	15.94	15.96	20.75	9.06
西布古村	建库前	10.33	10.33	10.34	10.35	10.33	10.33	10.33	10.35	10.33	10.33	10.33	10.33	10.33	10.35	10.33
	建库后	18.59	14.49	10.84	11.75	18.01	18.02	19.32	21.68	21.91	21.82	21.05	17.88	17.95	21.91	10.84
	变化	8.26	4.16	0.51	1.40	7.68	7.69	9.00	11.33	11.58	11.49	10.72	7.55	7.61	11.58	0.51
水泊峡电站厂房下游	建库前	0.63	0.61	0.68	0.99	1.37	1.44	1.41	1.50	1.39	1.22	0.98	0.78	1.08	1.50	0.61
	建库后	33.31	26.34	27.24	26.07	29.09	35.86	43.21	45.82	46.05	46.05	45.43	41.56	37.17	46.05	26.07
	变化	32.68	25.73	26.56	25.08	27.72	34.42	41.80	44.32	44.66	44.82	44.45	40.78	36.09	44.82	25.08
黑杂村	建库前	9.52	9.52	9.52	9.52	9.53	9.53	9.53	9.53	9.53	9.52	9.52	9.52	9.52	9.53	9.52
	建库后	54.62	47.33	43.06	41.14	50.31	57.02	64.35	67.09	67.33	67.33	66.68	62.66	57.41	67.33	41.14
	变化	45.10	37.81	33.53	31.61	40.78	47.49	54.82	57.56	57.81	57.81	57.16	53.13	47.88	57.81	31.61
腊子口乡	建库前	2.12	2.07	2.23	2.91	3.77	3.97	3.89	4.12	3.84	3.39	2.91	2.47	3.14	4.12	2.07
	建库后	4.87	2.08	2.24	2.92	3.80	6.78	11.67	13.61	13.81	13.81	13.26	10.75	8.30	13.81	2.08
	变化	2.76	0.01	0.02	0.01	0.03	2.81	7.78	9.49	9.97	10.42	10.35	8.28	5.16	10.42	0.01
尖藏村	建库前	3.84	3.77	3.95	4.87	5.89	6.08	6.01	6.20	5.98	5.58	4.92	4.32	5.12	6.20	3.77
	建库后	35.28	34.15	34.91	34.04	34.67	35.78	41.62	44.76	45.04	45.04	44.29	39.66	39.10	45.04	34.04
	变化	31.44	30.38	30.95	29.17	28.77	29.70	35.60	38.56	39.06	39.46	39.37	35.34	33.98	39.46	28.77

表 6.2-30 代古寺库区水深变化（枯水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	0.35	0.32	0.35	0.53	0.80	0.86	0.90	0.67	0.58	0.54	0.47	0.34	0.56	0.90	0.32
	建库后	12.87	10.16	10.19	12.74	15.83	17.02	19.75	19.65	19.34	18.53	17.07	13.14	15.52	19.75	10.16
	变化	12.51	9.84	9.84	12.21	15.04	16.16	18.85	18.99	18.76	17.99	16.60	12.81	14.97	18.99	9.84
西布古村	建库前	10.32	10.32	10.32	10.34	10.35	10.35	10.34	10.32	10.33	10.32	10.33	10.33	10.33	10.35	10.32
	建库后	18.27	16.75	13.61	12.58	17.76	18.19	19.23	20.03	20.01	19.87	18.60	18.10	17.75	20.03	12.58
	变化	7.95	6.43	3.29	2.24	7.41	7.84	8.89	9.71	9.68	9.55	8.28	7.77	7.42	9.71	2.24
水泊峡电站厂房下游	建库前	0.70	0.65	0.70	0.94	1.24	1.31	1.36	1.10	1.00	0.95	0.86	0.68	0.96	1.36	0.65
	建库后	36.02	28.85	26.41	27.14	28.96	35.86	43.00	44.71	44.69	43.88	42.32	36.75	36.55	44.71	26.41
	变化	35.32	28.20	25.72	26.20	27.72	34.55	41.65	43.60	43.68	42.93	41.46	36.07	35.59	43.68	25.72
黑杂村	建库前	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.53	9.53	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.53	9.52
	建库后	57.18	50.57	45.97	43.35	50.64	57.02	64.13	65.91	65.89	65.05	63.43	57.89	57.25	65.91	43.35
	变化	47.66	41.05	36.45	33.83	41.11	47.49	54.60	56.39	56.37	55.52	53.91	48.37	47.73	56.39	33.83
腊子口乡	建库前	2.28	2.17	2.28	2.81	3.44	3.61	3.75	3.15	2.96	2.85	2.65	2.25	2.85	3.75	2.17
	建库后	6.76	2.40	2.29	2.83	3.52	6.74	11.44	12.57	12.55	11.74	11.08	7.24	7.60	12.57	2.29
	变化	4.48	0.24	0.01	0.02	0.09	3.12	7.69	9.42	9.59	8.89	8.42	4.99	4.75	9.59	0.01
尖藏村	建库前	4.04	3.90	4.03	4.74	5.60	5.78	5.90	5.27	4.98	4.83	4.56	4.03	4.81	5.90	3.90
	建库后	35.76	34.74	34.29	34.83	34.60	35.78	41.37	43.42	43.39	42.42	40.56	35.94	38.09	43.42	34.29
	变化	31.72	30.84	30.26	30.10	29.00	30.00	35.46	38.15	38.41	37.60	36.00	31.91	33.29	38.41	29.00

表 6.2-31 代古寺库区水深变化（特枯水年）

单位：m

断面		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	最大	最小
花园电站厂房下游	建库前	0.43	0.39	0.38	0.42	0.51	0.58	0.65	0.65	0.74	0.67	0.52	0.37	0.52	0.74	0.37
	建库后	13.13	10.92	10.54	11.15	12.61	13.32	14.25	14.14	15.35	15.08	13.60	11.07	12.93	15.35	10.54
	变化	12.71	10.54	10.17	10.73	12.09	12.75	13.60	13.50	14.61	14.41	13.09	10.70	12.41	14.61	10.17
西布古村	建库前	10.33	10.35	10.36	10.35	10.35	10.35	10.34	10.34	10.35	10.33	10.34	10.34	10.34	10.36	10.33
	建库后	18.46	16.11	12.35	8.75	9.58	10.69	12.50	13.23	17.40	19.62	19.59	17.71	14.66	19.62	8.75
	变化	8.13	5.76	1.99	-1.60	-0.77	0.34	2.16	2.89	7.06	9.29	9.25	7.36	4.32	9.29	-1.60
水泊峡电站厂房下游	建库前	0.81	0.75	0.74	0.80	0.92	0.99	1.09	1.07	1.18	1.11	0.92	0.72	0.93	1.18	0.72
	建库后	35.07	27.58	26.32	24.25	20.92	22.51	25.37	26.36	28.50	33.88	34.12	30.54	27.95	35.07	20.92
	变化	34.25	26.83	25.58	23.45	20.00	21.52	24.29	25.28	27.32	32.78	33.19	29.82	27.03	34.25	20.00
黑杂村	建库前	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52
	建库后	56.27	49.44	44.37	37.22	31.75	34.34	39.22	42.16	50.14	55.15	55.37	52.08	45.63	56.27	31.75
	变化	46.75	39.92	34.84	27.70	22.23	24.82	29.69	32.64	40.61	45.63	45.85	42.56	36.10	46.75	22.23
腊子口乡	建库前	2.54	2.39	2.36	2.50	2.78	2.93	3.12	3.10	3.30	3.16	2.79	2.33	2.77	3.30	2.33
	建库后	6.07	2.39	2.36	2.52	2.79	2.95	3.11	3.11	3.33	4.97	5.03	2.93	3.47	6.07	2.36
	变化	3.54	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	1.82	2.24	0.60	0.69	3.54	0.00
尖藏村	建库前	4.39	4.20	4.15	4.33	4.72	4.92	5.20	5.17	5.46	5.27	4.76	4.15	4.73	5.46	4.15
	建库后	35.53	34.45	34.36	32.20	29.45	30.78	33.15	34.43	34.51	35.36	35.39	34.86	33.71	35.53	29.45
	变化	31.14	30.26	30.20	27.87	24.74	25.86	27.95	29.27	29.05	30.09	30.64	30.72	28.98	31.14	24.74

6.2.3 对水源下游区水文情势的影响

白龙江干流碧口以下有碧口、宝珠寺 2 座大型枢纽，调节库容分别为 2.21 亿 m^3 和 13.4 亿 m^3 ，均具有季调节（不完全年调节）能力。碧口库区以下江段水文情势变化很大程度上受碧口和宝珠寺两座电站调度运行的影响。因此，以位于碧口水库回水末端的苗家坝水电站坝址为界，将新建代古寺枢纽坝址下游的白龙江干流分成 2 段，分别分析工程建设运行对白龙江干流水文情势的影响。

6.2.3.1 新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址段

新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址的白龙江干流江段长度约 242km，其中新建代古寺枢纽坝址~陇南市文县高峰村约 221km 的白龙江干流有实测水下地形数据。采用考虑水工建筑物的 MIKE11 一维河道水动力模型，分析工程建设运行前后，河道典型断面水位、水深、流速的变化情况。

（1）模型构建

1) 计算范围与河网概化

模拟计算范围为新建代古寺水库坝下至陇南市文县高峰村约 221km 的白龙江干流江段。计算断面共 109 个，同时考虑到代古寺至高峰村共建有 16 个水电站，在模型中加入可控制建筑物模拟水电站运行，计算河道概化情况及水电站分布见图 6.2-10。

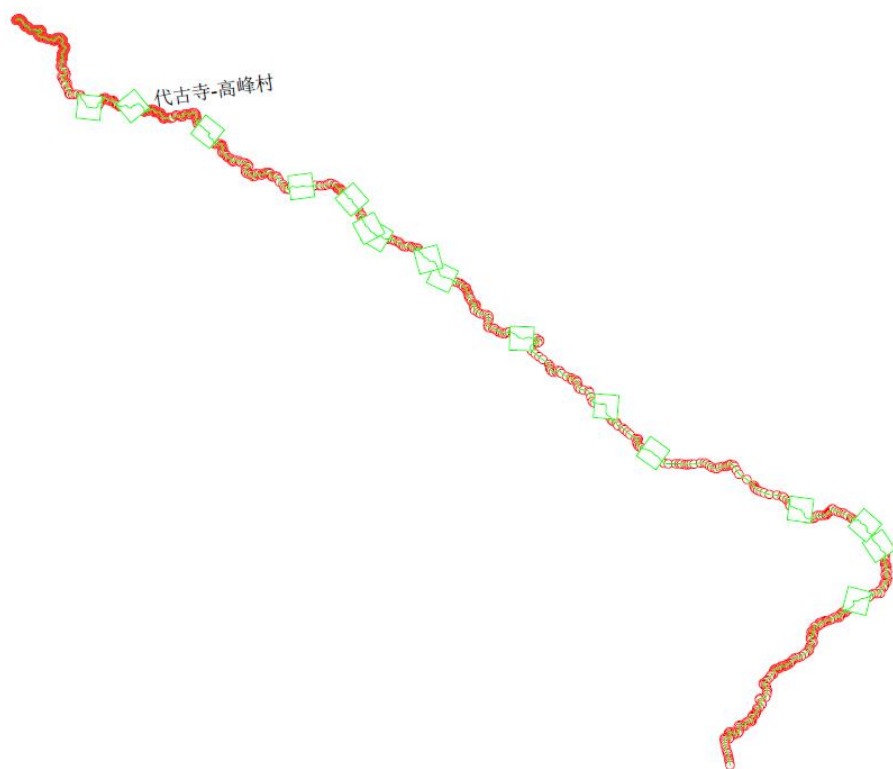


图 6.2-10 新建代古寺坝址~苗家坝段计算河道概化示意图

2) 模拟工况

选取多年平均和 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 典型年来水条件，预测分析工程调水前后对代古寺坝下游白龙江干流河段水文情势的影响。模拟工况见表 6.2-32。

表 6.2-32 新建代古寺坝址~苗家坝段水文情势影响预测工况

工况	工程方案	水文条件
1	调水前	多年平均
2		$P=75\%$
3		$P=95\%$
4	新建代古寺水库方案 (调水 7.74 亿 m^3)	多年平均
5		$P=75\%$
6		$P=95\%$

(2) 代表断面的选择

考虑水源及下游区生态环境敏感区分布情况，选取典型断面分析白龙江引水工程调水前后水位和流速的变化，见表 6.2-33。

表 6.2-33 新建代古寺坝址~苗家坝段水文情势变化分析代表断面选取

序号	断面	至代古寺坝址 距离 (m)	涉及水环境、水生态敏感点
1	代古寺坝下	1388	白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区
2	黑水沟口	11849	产卵场、白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区
3	曲马村	15453	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区
4	小蒜坝	56294	舟曲县峰迭新区污水处理厂排污口
5	云台村	70971	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区、舟曲县老城区污水处理厂排污口
6	两河口桥	84941	产卵场、省控断面
7	武都区汉王罗寨污水处理厂排口	162000	武都区汉王罗寨污水处理厂排污口
8	河口村	216940	产卵场

(3) 流速变化

1) 代古寺坝下

代古寺坝下断面平均流速变化情况见表 6.2-34。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下, 1月~3月断面平均流速未发生变化, 其余月份断面平均流速有所下降。其中, 多年平均来水条件下, 7月流速降幅最大, 减小了 23.7%; P=75%来水条件下, 5月流速降幅最大, 减小了 25.1%; P=95%来水条件下, 9月流速降幅最大, 减小了 25.1%。

表 6.2-34 代古寺坝下断面平均流速变化情况

单位: m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	0.97	0.97	0.0	0.95	0.95	0.0	1.02	1.02	0.0
2	0.94	0.94	0.0	0.92	0.92	0.0	0.98	0.98	0.0
3	0.95	0.95	0.0	0.92	0.92	0.0	0.97	0.97	0.0
4	1.04	0.92	-11.7	1.06	0.94	-11.6	1.00	0.91	-8.4
5	1.25	1.01	-19.1	1.33	1.00	-25.1	1.08	0.96	-11.5
6	1.36	1.06	-22.5	1.35	1.06	-21.4	1.11	0.96	-13.8
7	1.48	1.13	-23.7	1.45	1.10	-24.1	1.20	0.96	-20.4
8	1.41	1.16	-17.4	1.18	0.96	-18.3	1.15	0.96	-16.8
9	1.51	1.32	-12.8	1.13	0.96	-14.6	1.28	0.96	-25.1
10	1.42	1.25	-11.9	1.10	0.96	-12.7	1.22	0.96	-20.9
11	1.14	1.00	-12.3	1.05	0.90	-14.9	1.08	0.90	-17.1
12	1.03	1.00	-2.3	0.95	0.95	0.0	0.97	0.96	-1.2

2) 黑水沟口

黑水沟口断面平均流速变化情况见表 6.2-35。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外黑水沟口断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流速降幅最大，为 19.5%；P=75%来水条件下，5 月流速降幅最大，为 22.6%；P=95%来水条件下，9 月流速降幅最大，为 23.2%。

表 6.2-35 黑水沟口断面平均流速变化情况

单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	2.20	2.20	0.0	2.16	2.16	0.0	2.32	2.32	0.0
2	2.14	2.14	0.0	2.08	2.08	0.0	2.20	2.20	0.0
3	2.14	2.14	0.0	2.09	2.09	0.0	2.18	2.18	0.0
4	2.38	2.10	-12.0	2.45	2.15	-12.2	2.28	2.10	-8.1
5	2.85	2.34	-18.1	3.01	2.33	-22.6	2.51	2.21	-11.9
6	3.06	2.47	-19.5	3.05	2.50	-18.2	2.57	2.21	-14.3
7	3.26	2.65	-18.7	3.23	2.62	-19.0	2.77	2.22	-20.1
8	3.14	2.70	-13.8	2.73	2.24	-18.1	2.66	2.20	-17.2
9	3.30	3.00	-9.3	2.62	2.23	-15.1	2.94	2.25	-23.2
10	3.16	2.88	-9.0	2.56	2.22	-13.3	2.81	2.25	-19.9
11	2.65	2.31	-12.7	2.43	2.07	-14.9	2.52	2.10	-16.8
12	2.36	2.29	-2.7	2.16	2.16	0.0	2.23	2.20	-1.2

3) 曲马村

曲马村断面平均流速变化情况见表 6.2-36。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外曲马村断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流速降幅最大，为 22.4%；P=75%来水条件下，5 月流速降幅最大，为 26%；P=95%来水条件下，9 月流速降幅最大，为 26.7%。

表 6.2-36 曲马村断面平均流速变化情况

单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.23	1.23	0.0	1.20	1.20	0.0	1.30	1.30	0.0
2	1.19	1.19	0.0	1.14	1.14	0.0	1.22	1.22	0.0
3	1.19	1.19	0.0	1.15	1.15	0.0	1.21	1.21	0.0
4	1.35	1.15	-14.6	1.40	1.19	-14.9	1.28	1.16	-9.9
5	1.68	1.32	-21.2	1.79	1.33	-26.0	1.45	1.24	-14.2

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
6	1.82	1.42	-22.4	1.82	1.44	-20.7	1.49	1.24	-16.9
7	1.96	1.55	-21.2	1.95	1.53	-21.3	1.63	1.24	-23.4
8	1.88	1.58	-15.7	1.60	1.26	-21.4	1.55	1.23	-20.3
9	1.99	1.78	-10.5	1.52	1.25	-18.0	1.74	1.28	-26.7
10	1.89	1.70	-10.1	1.48	1.24	-16.0	1.66	1.27	-23.0
11	1.54	1.30	-15.4	1.39	1.13	-18.2	1.45	1.16	-20.0
12	1.33	1.29	-3.2	1.20	1.20	0.0	1.24	1.23	-1.2

4) 小蒜坝

小蒜坝断面平均流速变化情况见表 6.2-37。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外小蒜坝断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流速降幅最大，为 16.9%；P=75%来水条件下，5 月流速降幅最大，为 18.7%；P=95%来水条件下，9 月流速降幅最大，为 19.1%。

表 6.2-37 小蒜坝断面平均流速变化情况 单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.21	1.21	0.0	1.19	1.19	0.0	1.25	1.25	0.0
2	1.16	1.16	0.0	1.12	1.12	0.0	1.16	1.16	0.0
3	1.16	1.16	0.0	1.12	1.12	0.0	1.14	1.14	0.0
4	1.32	1.16	-12.4	1.37	1.21	-11.5	1.28	1.17	-8.6
5	1.61	1.35	-16.4	1.71	1.39	-18.7	1.43	1.28	-10.2
6	1.72	1.43	-16.9	1.74	1.49	-14.3	1.46	1.27	-12.6
7	1.75	1.55	-11.8	1.73	1.59	-8.2	1.57	1.29	-17.7
8	1.75	1.55	-10.9	1.55	1.31	-15.6	1.49	1.26	-15.6
9	1.73	1.70	-1.7	1.49	1.29	-13.2	1.68	1.36	-19.1
10	1.76	1.65	-6.4	1.45	1.28	-11.6	1.62	1.35	-16.5
11	1.49	1.32	-11.6	1.36	1.16	-14.4	1.44	1.23	-14.6
12	1.31	1.28	-2.4	1.19	1.19	0.0	1.25	1.24	-1.1

5) 云台村

云台村断面平均流速变化情况见表 6.2-38。云台村断面位于虎家崖水电站回水区，受电站回水影响流速较缓。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外云台村断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条

件下，6月流速降幅最大，为43.8%；P=75%来水条件下，5月流速降幅最大，为48%；P=95%来水条件下，9月流速降幅最大，为47.2%。

表 6.2-38 云台村断面平均流速变化情况

单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	0.09	0.09	0.0	0.08	0.08	0.0	0.09	0.09	0.0
2	0.08	0.08	0.0	0.07	0.07	0.0	0.08	0.08	0.0
3	0.08	0.08	0.0	0.07	0.07	0.0	0.07	0.07	0.0
4	0.11	0.08	-29.8	0.13	0.09	-31.5	0.10	0.08	-20.8
5	0.22	0.12	-43.6	0.27	0.14	-48.0	0.15	0.10	-30.7
6	0.27	0.15	-43.8	0.28	0.18	-37.7	0.16	0.10	-35.4
7	0.33	0.20	-41.1	0.36	0.22	-38.3	0.20	0.11	-46.7
8	0.30	0.20	-35.3	0.20	0.12	-41.3	0.17	0.10	-42.4
9	0.35	0.27	-23.3	0.17	0.11	-35.5	0.25	0.13	-47.2
10	0.31	0.24	-22.8	0.16	0.11	-33.1	0.23	0.13	-43.5
11	0.17	0.12	-28.6	0.13	0.08	-35.4	0.15	0.10	-35.7
12	0.12	0.11	-8.6	0.09	0.09	0.0	0.10	0.10	-5.0

6) 两河口桥

两河口桥断面平均流速变化情况见表 6.2-39，两河口桥位于石门坪水电站回水区，受电站回水影响流速较缓。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1月~3月以外两河口桥断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6月流速降幅最大，为37.1%；P=75%来水条件下，5月流速降幅最大，为35.8%；P=95%来水条件下，9月流速降幅最大，为39.1%。

表 6.2-39 两河口桥断面平均流速变化情况

单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	0.04	0.04	0.0	0.04	0.04	0.0	0.04	0.04	0.0
2	0.03	0.03	0.0	0.03	0.03	0.0	0.03	0.03	0.0
3	0.03	0.03	0.0	0.03	0.03	0.0	0.03	0.03	0.0
4	0.05	0.04	-25.9	0.06	0.05	-24.2	0.05	0.04	-16.7
5	0.10	0.07	-35.0	0.13	0.09	-35.8	0.07	0.05	-23.2
6	0.12	0.08	-37.1	0.14	0.10	-31.7	0.07	0.05	-28.2
7	0.15	0.10	-34.9	0.17	0.11	-31.5	0.09	0.05	-39.1
8	0.13	0.10	-29.1	0.09	0.06	-32.6	0.08	0.05	-33.8

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
9	0.16	0.12	-20.5	0.08	0.06	-28.2	0.12	0.07	-39.1
10	0.14	0.11	-18.1	0.07	0.05	-26.0	0.11	0.07	-35.2
11	0.08	0.06	-28.6	0.06	0.04	-29.3	0.07	0.05	-31.4
12	0.05	0.05	0.0	0.04	0.04	0.0	0.04	0.04	0.0

7) 武都区汉王罗寨污水处理厂排口

武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面平均流速变化情况见表 6.2-40。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流速降幅最大，为 20.9%；P=75%来水条件下，9 月流速降幅最大，为 16.8%；P=95%来水条件下，9 月流速降幅最大，为 21.7%。

表 6.2-40 污水处理厂排口断面平均流速变化情况 单位：m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.44	0.45	0.0	0.47	0.47	0.0	0.45	0.45	0.0
2	0.41	0.41	0.0	0.39	0.39	0.0	0.39	0.39	0.0
3	0.42	0.42	0.0	0.41	0.41	0.0	0.38	0.38	0.0
4	0.62	0.52	-16.2	0.72	0.61	-15.4	0.58	0.53	-8.0
5	1.00	0.82	-18.1	1.15	0.99	-13.5	0.77	0.70	-9.6
6	1.09	0.86	-20.9	1.15	1.01	-12.1	0.77	0.68	-12.3
7	1.19	1.02	-14.3	1.21	1.10	-9.4	0.87	0.69	-20.9
8	1.14	1.00	-12.2	0.92	0.77	-16.4	0.84	0.68	-18.3
9	1.19	1.10	-7.2	0.82	0.68	-16.8	1.10	0.86	-21.7
10	1.15	1.08	-6.0	0.79	0.67	-15.6	1.07	0.85	-20.3
11	0.82	0.66	-18.7	0.62	0.52	-16.1	0.78	0.64	-17.5
12	0.58	0.57	-1.7	0.47	0.47	0.0	0.54	0.52	-4.6

8) 河口村

河口村断面平均流速变化情况见表 6.2-41。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外河口村断面其余月份平均流速均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流速降幅最大，为 10.6%；P=75%来水条件下，5 月流速降幅最大，为 9.8%；P=95%来水条件下，7 月流速降幅最大，为 11.5%。

表 6.2-41 河口村断面平均流速变化情况

单位: m/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.93	0.93	0.0	0.93	0.93	0.0	0.93	0.93	0.0
2	0.91	0.91	0.0	0.89	0.89	0.0	0.89	0.89	0.0
3	0.91	0.91	0.0	0.91	0.91	0.0	0.88	0.88	0.0
4	1.03	0.96	-6.5	1.10	1.02	-6.9	1.01	0.97	-4.1
5	1.26	1.15	-8.8	1.39	1.25	-9.8	1.14	1.07	-6.6
6	1.32	1.18	-10.6	1.39	1.27	-8.5	1.14	1.05	-8.3
7	1.41	1.27	-10.1	1.47	1.35	-8.1	1.19	1.05	-11.5
8	1.36	1.26	-7.9	1.22	1.11	-8.5	1.16	1.05	-9.6
9	1.41	1.34	-5.2	1.16	1.06	-8.6	1.32	1.18	-10.6
10	1.37	1.30	-5.3	1.14	1.05	-7.9	1.29	1.18	-8.7
11	1.16	1.07	-7.7	1.04	0.95	-8.3	1.14	1.04	-8.7
12	1.00	0.98	-1.6	0.93	0.93	0.0	0.98	0.98	-0.6

(4) 水位变化

1) 代古寺坝下

代古寺坝下断面水位变化情况见表 6.2-42。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下, 除 1 月~3 月以外代古寺坝下断面其余月份水位均有所下降。其中, 多年平均来水条件下, 6~7 月水位降幅最大, 为 0.67m; P=75%来水条件下, 5 月水位降幅最大, 为 0.8m; P=95%来水条件下, 9 月水位降幅最大, 为 0.81m。

表 6.2-42 代古寺坝下断面水位变化情况

单位: m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1657.17	1657.17	0.00	1657.13	1657.13	0.00	1657.32	1657.32	0.00
2	1657.11	1657.11	0.00	1657.04	1657.04	0.00	1657.20	1657.20	0.00
3	1657.11	1657.11	0.00	1657.06	1657.06	0.00	1657.17	1657.17	0.00
4	1657.39	1657.05	-0.34	1657.46	1657.10	-0.36	1657.26	1657.04	-0.23
5	1657.90	1657.30	-0.60	1658.06	1657.26	-0.80	1657.52	1657.16	-0.37
6	1658.12	1657.45	-0.67	1658.10	1657.46	-0.64	1657.60	1657.15	-0.44
7	1658.33	1657.66	-0.67	1658.28	1657.58	-0.70	1657.81	1657.15	-0.66
8	1658.20	1657.73	-0.48	1657.76	1657.17	-0.59	1657.70	1657.16	-0.54
9	1658.38	1658.04	-0.33	1657.65	1657.17	-0.48	1657.97	1657.16	-0.81
10	1658.22	1657.91	-0.31	1657.58	1657.16	-0.41	1657.84	1657.17	-0.67
11	1657.68	1657.28	-0.40	1657.44	1656.99	-0.44	1657.52	1657.00	-0.53
12	1657.35	1657.28	-0.07	1657.13	1657.13	0.00	1657.19	1657.16	-0.03

2) 黑水沟口

黑水沟口断面水位变化情况见表 6.2-43。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外黑水沟口断面其余月份水位均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月水位降幅最大，为 0.53m；P=75%来水条件下，5 月水位降幅最大，为 0.58m；P=95%来水条件下，9 月水位降幅最大，为 0.58m。

表 6.2-43 黑水沟口断面水位变化情况 单位：m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1609.40	1609.40	0.00	1609.37	1609.37	0.00	1609.50	1609.50	0.00
2	1609.35	1609.35	0.00	1609.30	1609.30	0.00	1609.40	1609.40	0.00
3	1609.35	1609.35	0.00	1609.31	1609.31	0.00	1609.38	1609.38	0.00
4	1609.55	1609.32	-0.24	1609.61	1609.36	-0.25	1609.47	1609.31	-0.15
5	1609.95	1609.51	-0.44	1610.09	1609.51	-0.58	1609.66	1609.41	-0.25
6	1610.13	1609.62	-0.51	1610.13	1609.65	-0.48	1609.72	1609.41	-0.31
7	1610.31	1609.78	-0.53	1610.29	1609.75	-0.54	1609.88	1609.41	-0.47
8	1610.20	1609.82	-0.37	1609.85	1609.43	-0.42	1609.79	1609.40	-0.39
9	1610.35	1610.08	-0.27	1609.76	1609.42	-0.34	1610.02	1609.44	-0.58
10	1610.22	1609.97	-0.25	1609.70	1609.41	-0.29	1609.92	1609.44	-0.48
11	1609.78	1609.49	-0.29	1609.59	1609.29	-0.30	1609.67	1609.31	-0.36
12	1609.53	1609.48	-0.05	1609.37	1609.37	0.00	1609.42	1609.40	-0.02

3) 曲马村

曲马村断面水位变化情况见表 6.2-44。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1 月~3 月以外曲马村断面其余月份水位均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月水位降幅最大，为 0.62m；P=75%来水条件下，5 月水位降幅最大，为 0.64m；P=95%来水条件下，9 月水位降幅最大，为 0.63m。

表 6.2-44 曲马村断面水位变化情况 单位：m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1591.85	1591.85	0.00	1591.82	1591.82	0.00	1591.94	1591.94	0.00
2	1591.80	1591.80	0.00	1591.75	1591.75	0.00	1591.85	1591.85	0.00
3	1591.80	1591.80	0.00	1591.76	1591.76	0.00	1591.83	1591.83	0.00
4	1592.00	1591.77	-0.24	1592.07	1591.81	-0.25	1591.92	1591.77	-0.15
5	1592.45	1591.97	-0.48	1592.61	1591.97	-0.64	1592.13	1591.86	-0.26
6	1592.66	1592.09	-0.57	1592.66	1592.12	-0.53	1592.18	1591.86	-0.32
7	1592.88	1592.26	-0.62	1592.85	1592.24	-0.61	1592.37	1591.87	-0.50

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
8	1592.74	1592.31	-0.43	1592.33	1591.89	-0.44	1592.26	1591.86	-0.41
9	1592.92	1592.59	-0.33	1592.23	1591.88	-0.35	1592.53	1591.90	-0.63
10	1592.76	1592.48	-0.29	1592.17	1591.87	-0.30	1592.41	1591.90	-0.51
11	1592.25	1591.95	-0.31	1592.05	1591.75	-0.30	1592.13	1591.77	-0.36
12	1591.98	1591.93	-0.05	1591.82	1591.82	0.00	1591.87	1591.85	-0.02

4) 小蒜坝

小蒜坝断面水位变化情况见表 6.2-45。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外小蒜坝断面其余月份水位均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月水位降幅最大，为 0.48m；P=75%来水条件下，5 月水位降幅最大，为 0.50m；P=95%来水条件下，9 月水位降幅最大，为 0.49m。

表 6.2-45 小蒜坝断面水位变化情况

单位：m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1395.36	1395.36	0.00	1395.33	1395.33	0.00	1395.41	1395.41	0.00
2	1395.31	1395.31	0.00	1395.25	1395.25	0.00	1395.30	1395.30	0.00
3	1395.30	1395.31	0.00	1395.25	1395.25	0.00	1395.29	1395.29	0.00
4	1395.50	1395.30	-0.20	1395.57	1395.35	-0.22	1395.43	1395.31	-0.13
5	1395.92	1395.53	-0.39	1396.09	1395.59	-0.50	1395.65	1395.44	-0.21
6	1396.11	1395.65	-0.45	1396.15	1395.74	-0.41	1395.69	1395.43	-0.27
7	1396.30	1395.82	-0.48	1396.34	1395.88	-0.46	1395.86	1395.45	-0.41
8	1396.17	1395.83	-0.34	1395.84	1395.48	-0.36	1395.75	1395.41	-0.34
9	1396.33	1396.08	-0.25	1395.74	1395.46	-0.29	1396.03	1395.54	-0.49
10	1396.21	1395.98	-0.22	1395.68	1395.44	-0.25	1395.93	1395.53	-0.40
11	1395.75	1395.50	-0.25	1395.56	1395.30	-0.26	1395.67	1395.38	-0.29
12	1395.49	1395.45	-0.04	1395.34	1395.34	0.00	1395.41	1395.39	-0.02

5) 云台村

云台村断面水位变化情况见表 6.2-46。由于云台村断面处于虎家崖水电站回水范围内，水位受水电站壅水影响变幅较小，水位变化幅度较小。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，调水前后断面水位在 0.1m 范围内波动。

表 6.2-46 云台村断面水位变化情况

单位: m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1312.52	1312.47	-0.05	1312.54	1312.54	0.00	1312.51	1312.51	0.00
2	1312.51	1312.41	-0.10	1312.45	1312.45	0.00	1312.49	1312.49	0.00
3	1312.51	1312.41	-0.10	1312.45	1312.45	0.00	1312.48	1312.48	0.00
4	1312.50	1312.41	-0.09	1312.60	1312.58	-0.02	1312.55	1312.52	-0.03
5	1312.52	1312.57	0.06	1312.52	1312.56	0.04	1312.49	1312.57	0.08
6	1312.52	1312.51	-0.02	1312.59	1312.53	-0.07	1312.54	1312.56	0.02
7	1312.52	1312.50	-0.02	1312.54	1312.50	-0.03	1312.52	1312.59	0.06
8	1312.49	1312.51	0.02	1312.51	1312.52	0.02	1312.49	1312.54	0.04
9	1312.50	1312.50	0.00	1312.49	1312.49	0.00	1312.54	1312.51	-0.04
10	1312.50	1312.48	-0.01	1312.43	1312.47	0.04	1312.43	1312.50	0.07
11	1312.52	1312.43	-0.09	1312.48	1312.42	-0.06	1312.52	1312.42	-0.10
12	1312.50	1312.46	-0.04	1312.45	1312.45	0.00	1312.43	1312.51	0.08

6) 两河口桥

两河口桥断面水位变化情况见表 6.2-47, 两河口桥位于石门坪水电站回水区, 水位受水电站壅水影响变幅较小, 水位变化幅度较小。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下, 调水前后断面水位基本在 0.1m 范围内波动。

表 6.2-47 两河口桥断面水位变化情况

单位: m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	1222.13	1222.03	-0.10	1222.13	1222.13	0.00	1222.06	1222.06	0.00
2	1222.10	1222.00	-0.10	1222.07	1222.07	0.00	1221.98	1221.98	0.00
3	1222.10	1222.00	-0.10	1222.08	1222.08	0.00	1221.97	1221.97	0.00
4	1222.07	1222.05	-0.02	1222.14	1222.11	-0.03	1222.12	1222.05	-0.08
5	1222.06	1222.07	0.01	1222.13	1222.11	-0.02	1222.09	1222.06	-0.03
6	1222.06	1222.05	-0.01	1222.04	1222.07	0.03	1222.11	1222.04	-0.06
7	1222.13	1222.09	-0.05	1222.11	1222.09	-0.01	1222.12	1222.06	-0.06
8	1222.02	1222.07	0.05	1222.05	1222.03	-0.02	1222.06	1222.06	-0.01
9	1222.06	1222.06	0.00	1222.05	1221.97	-0.08	1222.11	1222.10	-0.02
10	1222.05	1221.98	-0.07	1222.01	1221.95	-0.05	1222.03	1222.08	0.05
11	1222.05	1222.08	0.04	1222.10	1221.95	-0.15	1222.10	1222.02	-0.08
12	1222.03	1222.01	-0.03	1222.03	1222.03	0.00	1222.09	1221.99	-0.10

7) 武都区汉王罗寨污水处理厂排口

武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面水位变化情况见表 6.2-48。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下,除 1 月~3 月以外该断面其余月份水位均有所下降。其中,多年平均来水条件下,7 月水位降幅最大,为 0.26m; P=75%来水条件下,5 月水位降幅最大,为 0.26m; P=95%来水条件下,7 月水位降幅最大,为 0.23m。

表 6.2-48 武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面水位变化情况 单位: m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	985.15	985.15	0.00	985.06	985.06	0.00	985.12	985.12	0.00
2	985.10	985.10	0.00	985.07	985.07	0.00	985.03	985.03	0.00
3	985.11	985.11	0.00	985.10	985.10	0.00	985.02	985.02	0.00
4	985.17	985.11	-0.07	985.21	985.15	-0.06	985.20	985.12	-0.08
5	985.42	985.24	-0.18	985.67	985.40	-0.26	985.29	985.14	-0.15
6	985.53	985.33	-0.20	985.66	985.44	-0.22	985.29	985.10	-0.19
7	985.69	985.43	-0.26	985.82	985.59	-0.23	985.35	985.12	-0.23
8	985.58	985.39	-0.19	985.37	985.17	-0.19	985.28	985.11	-0.17
9	985.69	985.55	-0.14	985.28	985.14	-0.13	985.52	985.33	-0.19
10	985.61	985.45	-0.16	985.22	985.12	-0.10	985.43	985.32	-0.11
11	985.27	985.22	-0.05	985.18	985.01	-0.17	985.30	985.18	-0.12
12	985.11	985.06	-0.05	985.06	985.06	0.00	985.14	985.04	-0.10

8) 河口村

河口村断面水位变化情况见表 6.2-49。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下,除 1~3 月以外河口村断面其余月份水位均有所下降。其中,多年平均来水条件下,7 月水位降幅最大,为 0.21m; P=75%来水条件下,5 月、7 月水位降幅最大,为 0.20m; P=95%来水条件下,9 月水位降幅最大,为 0.20m。

表 6.2-49 河口村断面水位变化情况 单位: m

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
1	793.41	793.41	0.00	793.41	793.41	0.00	793.41	793.41	0.00
2	793.37	793.37	0.00	793.35	793.35	0.00	793.34	793.34	0.00
3	793.38	793.38	0.00	793.37	793.37	0.00	793.33	793.33	0.00
4	793.54	793.46	-0.08	793.61	793.53	-0.08	793.52	793.47	-0.05
5	793.84	793.68	-0.17	794.03	793.83	-0.20	793.66	793.58	-0.08
6	793.93	793.73	-0.20	794.03	793.86	-0.17	793.66	793.56	-0.11
7	794.07	793.86	-0.21	794.16	793.96	-0.20	793.74	793.57	-0.18

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量	调水前	调水后	变化量
8	793.98	793.84	-0.15	793.78	793.63	-0.15	793.70	793.56	-0.14
9	794.07	793.95	-0.12	793.69	793.57	-0.12	793.93	793.73	-0.20
10	794.00	793.90	-0.10	793.65	793.56	-0.10	793.88	793.72	-0.16
11	793.68	793.58	-0.11	793.54	793.43	-0.11	793.67	793.55	-0.11
12	793.50	793.48	-0.02	793.41	793.41	0.00	793.48	793.47	-0.01

综上所述，工程调水后，除 1~3 月以外，其余月份水源及下游区白龙江干流各典型断面的流速、水位和流量与调水前相比基本都有所降低，其中多年平均和 P=75%来水条件下 5~7 月降低幅度最大，P=95%来水条件下 9 月份降低幅度最大。纵向上看，调水对下游河道水文情势的影响沿程有所减小，武都段流速、水位、流量变化幅度小于舟曲段。

(5) 流量变化

1) 代古寺坝下

代古寺坝下断面流量变化情况见表 6.2-50。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外代古寺坝下断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 55%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 62.6%；P=95%来水条件下，9 月流量降幅最大，为 64.6%。

表 6.2-50 代古寺坝下断面流量变化情况

单位：m³/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	28.7	28.7	0.0	27.0	27.0	0.0	35.7	35.7	0.0
2	25.7	25.7	0.0	23.6	23.6	0.0	30.2	30.2	0.0
3	26.3	26.3	0.0	24.2	24.2	0.0	28.8	28.8	0.0
4	38.9	25.4	-34.7	42.7	25.6	-40.0	32.6	23.3	-28.6
5	72.7	32.9	-54.7	86.3	32.3	-62.6	46.1	27.8	-39.7
6	92.2	41.5	-55.0	89.4	42.1	-52.9	50.7	27.7	-45.4
7	113.6	54.1	-52.4	107.3	49.0	-54.4	65.8	27.7	-57.8
8	99.9	59.5	-40.4	61.8	28.3	-54.1	57.6	27.8	-51.7
9	118.8	84.9	-28.5	53.8	28.3	-47.4	78.6	27.8	-64.6
10	102.11	73.2	-28.3	49.4	28.2	-42.8	67.6	27.9	-58.7
11	56.2	33.3	-40.7	41.4	21.8	-47.2	46.2	21.6	-53.2
12	36.8	33.2	-9.8	26.8	26.8	0.0	29.4	27.9	-5.2

2) 黑水沟口

黑水沟口断面流量变化情况见表 6.2-51。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外黑水沟口断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 44.1%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 47.4%；P=95%来水条件下，9 月流量降幅最大，为 47.8%。

表 6.2-51 黑水沟口断面流量变化情况

单位: m^3/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	30.1	30.1	0.0	28.4	28.4	0.0	36.4	36.4	0.0
2	32.8	32.8	0.0	28.8	28.8	0.0	31.4	31.4	0.0
3	32.6	32.6	0.0	28.8	28.8	0.0	30.4	30.4	0.0
4	47.7	32.5	-31.9	54.4	37.3	-31.4	42.8	33.5	-21.7
5	90.9	52.4	-42.4	113.9	59.9	-47.4	62.8	44.5	-29.2
6	114.4	64.0	-44.1	122.0	74.7	-38.8	66.6	43.6	-34.5
7	140.8	81.6	-42.0	149.8	91.5	-38.9	83.7	45.6	-45.5
8	123.0	82.3	-33.1	82.1	48.6	-40.8	71.6	41.9	-41.5
9	145.7	111.6	-23.4	71.7	46.2	-35.6	106.0	55.3	-47.8
10	128.2	99.7	-22.2	65.6	44.4	-32.3	94.0	54.4	-42.1
11	72.2	49.2	-31.9	52.9	33.3	-37.0	64.9	40.4	-37.8
12	47.4	43.8	-7.6	35.3	35.3	0.0	41.1	39.7	-3.4

3) 曲马村

曲马村断面流量变化情况见表 6.2-52。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外曲马村断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 51.8%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 58.3%；P=95%来水条件下，9 月流量降幅最大，为 59.8%。

表 6.2-52 曲马村断面流量变化情况

单位: m^3/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	30.5	30.5	0.0	28.8	28.8	0.0	36.6	36.6	0.0
2	27.5	27.5	0.0	24.8	24.8	0.0	30.5	30.5	0.0
3	27.7	27.7	0.0	25.3	25.3	0.0	29.2	29.2	0.0
4	40.9	25.7	-37.2	45.4	28.3	-37.7	34.9	25.6	-26.6
5	76.8	38.3	-50.1	92.6	38.6	-58.3	49.9	31.6	-36.7

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
6	97.3	46.9	-51.8	96.8	49.5	-48.9	54.3	31.3	-42.3
7	119.8	60.6	-49.4	117.0	58.7	-49.8	69.9	31.8	-54.5
8	105.2	64.5	-38.7	66.4	32.9	-50.4	60.8	31.1	-48.9
9	124.9	90.8	-27.3	57.9	32.4	-44.1	84.8	34.1	-59.8
10	108.0	79.5	-26.4	53.1	31.9	-39.9	73.6	34.0	-53.8
11	59.8	36.8	-38.4	44.0	24.4	-44.5	50.5	26.0	-48.6
12	39.2	35.6	-9.2	28.7	28.7	0.0	32.1	30.7	-4.4

4) 小蒜坝

小蒜坝断面流量变化情况见表 6.2-53。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外小蒜坝断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 45.9%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 49.9%；P=95%来水条件下，9 月流量降幅最大，为 50.5%。

表 6.2-53 小蒜坝断面流量变化情况

单位: m³/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	35.1	35.1	0.0	33.4	33.4	0.0	38.7	38.7	0.0
2	31.4	31.4	0.0	27.7	27.7	0.0	31.2	31.2	0.0
3	31.3	31.3	0.0	27.9	27.9	0.0	30.0	30.0	0.0
4	45.9	30.7	-33.1	52.0	34.9	-32.9	40.7	31.4	-22.9
5	87.2	48.7	-44.2	108.3	54.3	-49.9	59.3	41.0	-30.8
6	109.9	59.5	-45.9	115.3	68.0	-41.0	63.3	40.3	-36.3
7	135.3	76.1	-43.8	141.1	82.8	-41.3	80.1	42.0	-47.6
8	118.3	77.6	-34.4	78.0	44.5	-43.0	68.7	39.0	-43.2
9	140.2	106.1	-24.3	68.1	42.6	-37.5	100.4	49.7	-50.5
10	122.9	94.4	-23.2	62.3	41.1	-34.0	88.6	49.0	-44.7
11	68.9	45.9	-33.4	50.6	31.0	-38.8	61.1	36.6	-40.1
12	45.2	41.6	-8.0	33.5	33.5	0.0	38.7	37.3	-3.6

5) 云台村

云台村断面流量变化情况见表 6.2-54。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外云台村断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条

件下，6月流量降幅最大，为44.1%；P=75%来水条件下，5月流量降幅最大，为47.4%；P=95%来水条件下，9月流量降幅最大，为47.8%。

表 6.2-54 云台村断面流量变化情况

单位：m³/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	36.7	36.7	0.0	35.0	35.0	0.0	39.5	39.5	0.0
2	32.8	32.8	0.0	28.8	28.8	0.0	31.4	31.4	0.0
3	32.6	32.6	0.0	28.8	28.8	0.0	30.4	30.4	0.0
4	47.7	32.5	-31.9	54.4	37.3	-31.4	42.8	33.5	-21.7
5	90.9	52.4	-42.4	113.9	59.9	-47.4	62.8	44.5	-29.2
6	114.4	64.0	-44.1	122.0	74.7	-38.8	66.6	43.6	-34.5
7	140.8	81.6	-42.0	149.8	91.5	-38.9	83.7	45.6	-45.5
8	123.0	82.3	-33.1	82.1	48.6	-40.8	71.6	41.9	-41.5
9	145.7	111.6	-23.4	71.7	46.2	-35.6	106.0	55.3	-47.8
10	128.2	99.7	-22.2	65.6	44.4	-32.3	94.0	54.4	-42.1
11	72.2	49.2	-31.9	52.9	33.3	-37.0	64.9	40.4	-37.8
12	47.4	43.8	-7.6	35.3	35.3	0.0	41.1	39.7	-3.4

6) 两河口桥

两河口桥断面流量变化情况见表 6.2-55，多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外两河口桥断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 37.2%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 36.2%；P=95%来水条件下，9 月流量降幅最大，为 39.5%。

表 6.2-55 两河口桥断面流量变化情况

单位：m³/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	42.4	42.4	0.0	42.0	42.0	0.0	45.3	45.3	0.0
2	37.8	37.8	0.0	35.2	35.2	0.0	36.5	36.5	0.0
3	38.2	38.2	0.0	35.8	35.8	0.0	35.3	35.3	0.0
4	59.0	43.8	-25.8	69.2	52.1	-24.7	53.6	44.3	-17.4
5	112.2	73.7	-34.3	149.1	95.1	-36.2	76.2	57.9	-24.0
6	135.6	85.2	-37.2	151.8	104.5	-31.2	79.3	56.3	-29.0
7	166.5	107.3	-35.6	183.2	124.9	-31.8	96.7	58.6	-39.4
8	145.2	104.5	-28.0	101.0	67.5	-33.2	87.6	57.9	-33.9
9	170.8	136.7	-20.0	85.6	60.1	-29.8	128.2	77.5	-39.5

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
10	150.6	122.1	-18.9	78.7	57.5	-26.9	114.7	75.1	-34.5
11	84.3	61.3	-27.3	64.0	44.4	-30.6	77.2	52.7	-31.7
12	54.8	51.2	-6.6	42.2	42.2	0.0	48.7	47.3	-2.9

7) 武都区汉王罗寨污水处理厂排口

武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面流量变化情况见表 6.2-56。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 30.0%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 27.5%；P=95%来水条件下，7 月流量降幅最大，为 31.7%。

表 6.2-56 武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面流量变化情况 单位：m³/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	54.2	54.2	0.0	54.1	54.1	0.0	53.8	53.8	0.0
2	48.4	48.4	0.0	45.2	45.2	0.0	43.9	43.9	0.0
3	49.3	49.3	0.0	48.6	48.6	0.0	42.4	42.4	0.0
4	76.9	61.7	-19.8	91.1	74.0	-18.8	72.9	63.6	-12.8
5	144.9	106.4	-26.6	196.1	142.1	-27.5	103.2	84.9	-17.7
6	168.0	117.6	-30.0	195.1	147.8	-24.2	103.1	80.1	-22.3
7	207.0	147.8	-28.6	235.1	176.8	-24.8	120.2	82.1	-31.7
8	183.5	142.8	-22.2	129.1	95.6	-25.9	111.2	81.5	-26.7
9	206.8	172.7	-16.5	108.1	82.6	-23.6	168.2	117.5	-30.1
10	186.7	158.2	-15.3	101.1	79.9	-21.0	155.1	115.5	-25.5
11	107.8	84.8	-21.3	77.7	58.1	-25.2	104.2	79.7	-23.5
12	69.5	65.9	-5.2	53.8	53.8	0.0	65.7	64.3	-2.1

8) 河口村

河口村断面流量变化情况见表 6.2-57。多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下，除 1~3 月以外河口村断面其余月份流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，6 月流量降幅最大，为 30.0%；P=75%来水条件下，5 月流量降幅最大，为 27.5%；P=95%来水条件下，7 月流量降幅最大，为 31.7%。

表 6.2-57 河口村断面流量变化情况

单位: m^3/s

月份	多年平均			P=75%			P=95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	54.2	54.2	0.0	54.2	54.2	0.0	53.8	53.8	0.0
2	48.4	48.4	0.0	45.3	45.3	0.0	43.9	43.9	0.0
3	49.3	49.3	0.0	48.7	48.7	0.0	42.4	42.4	0.0
4	76.9	61.7	-19.8	91.2	74.1	-18.7	72.9	63.6	-12.8
5	144.9	106.4	-26.6	196.2	142.2	-27.5	103.2	84.9	-17.7
6	168.0	117.6	-30.0	195.2	147.9	-24.2	103.1	80.1	-22.3
7	207.0	147.8	-28.6	235.2	176.9	-24.8	120.2	82.1	-31.7
8	183.5	142.8	-22.2	129.2	95.7	-25.9	111.2	81.5	-26.7
9	206.8	172.7	-16.5	108.2	82.7	-23.6	168.2	117.5	-30.1
10	186.7	158.2	-15.3	101.2	80.0	-20.9	155.1	115.5	-25.5
11	107.8	84.8	-21.3	77.8	58.2	-25.2	104.2	79.7	-23.5
12	69.5	65.9	-5.2	53.9	53.9	0.0	65.7	64.3	-2.1

综上所述,工程调水后,除 1~3 月以外其余月份水源及下游区白龙江干流各典型断面的流速、水位和流量与调水前相比基本都有所降低,其中多年平均和 P=75%来水条件下 5~7 月降低幅度最大,P=95%来水条件下 9 月份降低幅度最大。纵向上看,调水对下游河道水文情势的影响沿程有所减小,武都段流速、水位、流量变化幅度小于舟曲段。

6.2.3.2 苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段

白龙江干流苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段全长约 132km。其中,苗家坝水电站坝下~碧口电站坝址江段为碧口水库库区,长度约 31km;麒麟寺电站坝下~宝珠寺电站坝址为宝珠寺电站库区,长度约 63km;电站库区河段长度共计 94km,约占苗家坝以下白龙江干流总长的 71.21%。碧口和宝珠寺水电站分别于 1969 年和 1984 年开工建设,依托宝珠寺电站库区形成的山水景观,1993 年建成白龙湖省级风景名胜区,2004 年由国务院命名为白龙湖国家级风景名胜区。本江段水文情势影响分析的重点是工程调水对碧口、宝珠寺库区水位的影响。

(1) 对碧口水电站库区水位的影响

碧口水电站位于甘肃省文县碧口镇上游 3km 的白龙江干流上,坝址距白龙江引水工程新建代古寺水库坝址 273km。工程以发电为主,兼有防洪、水运、灌溉等综合效益。工程于 1975 年 12 月 20 日下闸蓄水,1976 年底三台机组全部投

产，总装机容量 300MW (3×100MW)，设计年发电量 14.63 亿 kW·h。水库总库容 5.21 亿 m³，调节库容 2.19 亿 m³，库容系数 2.6%，属季调节水库，也是白龙江干流梯级中仅有的 2 座具有季调节以上能力的水库之一。

基于引水前后多年平均及 75%、95%典型年碧口入库流量变化，结合水库调度运行方案，分析白龙江引水工程运行对碧口水电站库区水位的影响。

1) 多年平均来水

多年平均来水条件下，引水前后碧口水电站库区水位变化情况见图 6.2-11。与引水前相比，白龙江引水工程引水后碧口库区水位在 4 月上旬和 4 月中旬略有降低，其中 4 月上旬降幅为 0.13m、4 月中旬降幅为 0.12m，其余时段引水前后库水位无明显变化。

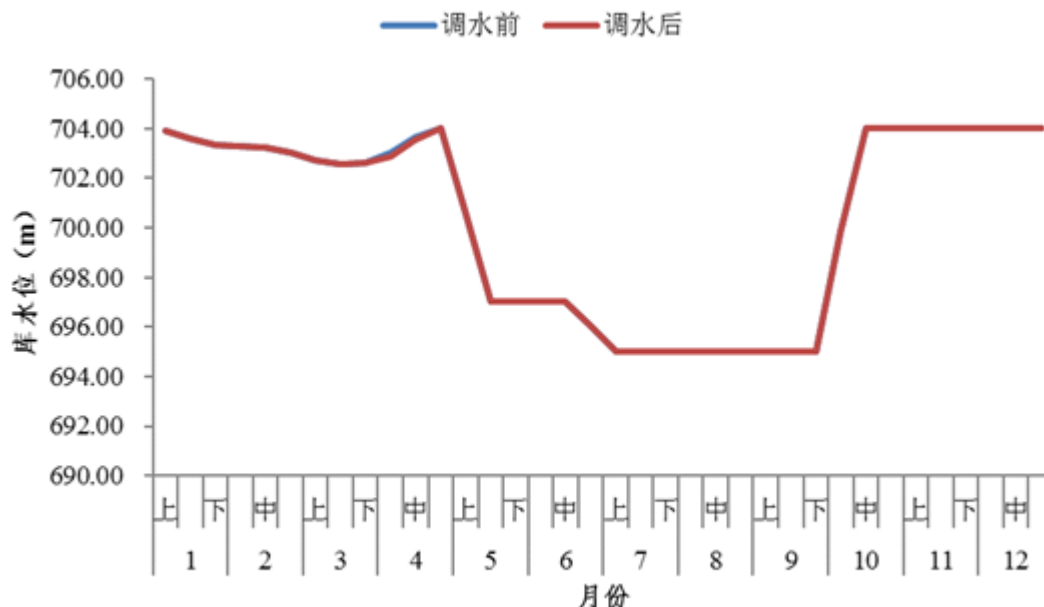


图 6.2-11 引水前后碧口水电站库区水位变化图（多年平均）

2) 75%典型年来水

75%典型年来水条件下，引水前后碧口水电站库区水位变化情况见图 6.2-12。与引水前相比，白龙江引水工程引水后碧口水电站库区水位基本无变化。

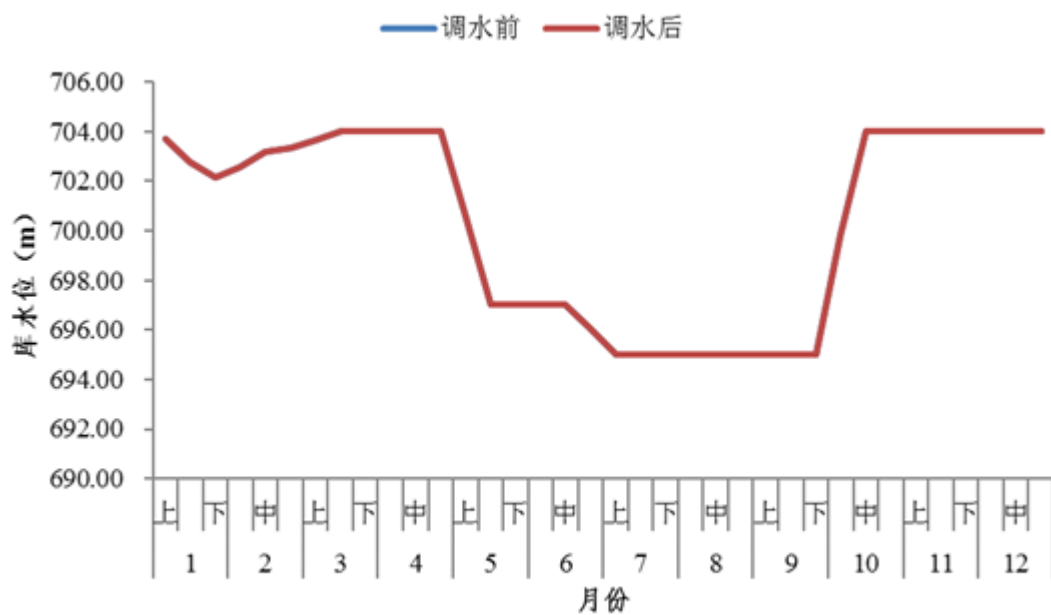


图 6.2-12 引水前后碧口水电站库区水位变化图（75%典型年）

3) 95%典型年来水

95%典型年来水条件下，引水前后碧口水电站库区水位变化情况见图 6.2-13。与引水前相比，白龙江引水工程引水后碧口水电站库区水位基本无变化。

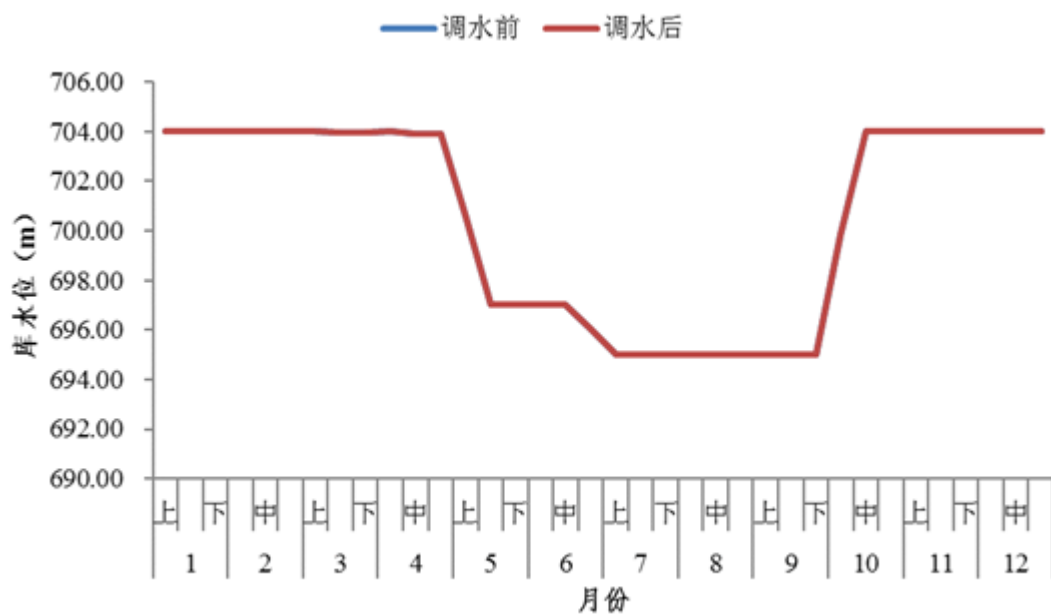


图 6.2-13 引水前后碧口水库水电站水位变化图（95%典型年）

(2) 对宝珠寺水电站库区水位的影响

宝珠寺水电站位于四川省广元市境内，座落在嘉陵江水系白龙江干流下游，电站坝址距白龙江引水工程新建代古寺水库坝址 348km。水库大坝为混凝土重力坝，电站为常规坝后式。工程以发电为主，兼有防洪、灌溉等综合效益。水库正常蓄水位 588 m，死水位 558 m，极限死水位 554 m，主汛期防汛限制水位为 583m，水库总库容 25.5 亿 m^3 ，调节库容 13.4 亿 m^3 ，为不完全年调节水库。电站总装机容量为 70 万 kW，保证出力 14.5 万 kW，设计年发电量 22 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

基于引水前后多年平均及 75%、95% 典型年宝珠寺水库入库流量变化，结合水库调度运行方案，分析白龙江引水工程运行对宝珠寺库区水位的影响。

1) 多年平均来水

多年平均来水条件下，引水前后宝珠寺库区水位变化情况见图 6.2-14。与引水前相比，白龙江引水工程引水后宝珠寺电站库区水位在 5 月中下旬有所降低，其中 5 月中旬降幅最大，为 1.21m，其余时段引水前后库水位变化不大。

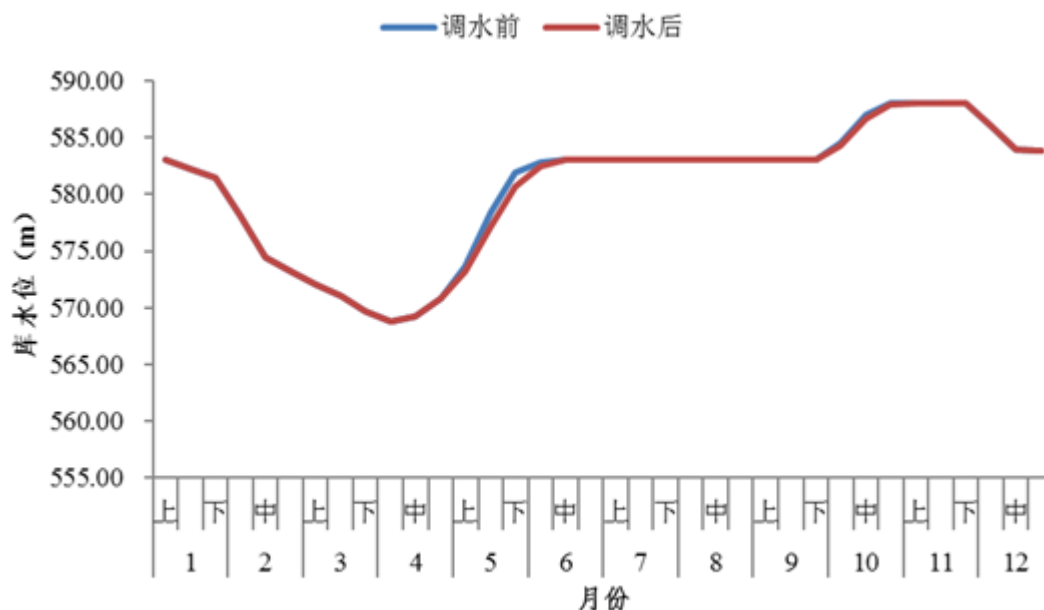


图 6.2-14 引水前后宝珠寺电站库区水位变化图（多年平均）

2) 75% 典型年来水

75% 典型年来水条件下，引水前后宝珠寺库区水位变化情况见图 6.2-15。与引水前相比，白龙江引水工程引水后宝珠寺电站库区水位在 5 月中旬略有降低，为 0.77m，其余时段引水前后库水位变化不大。

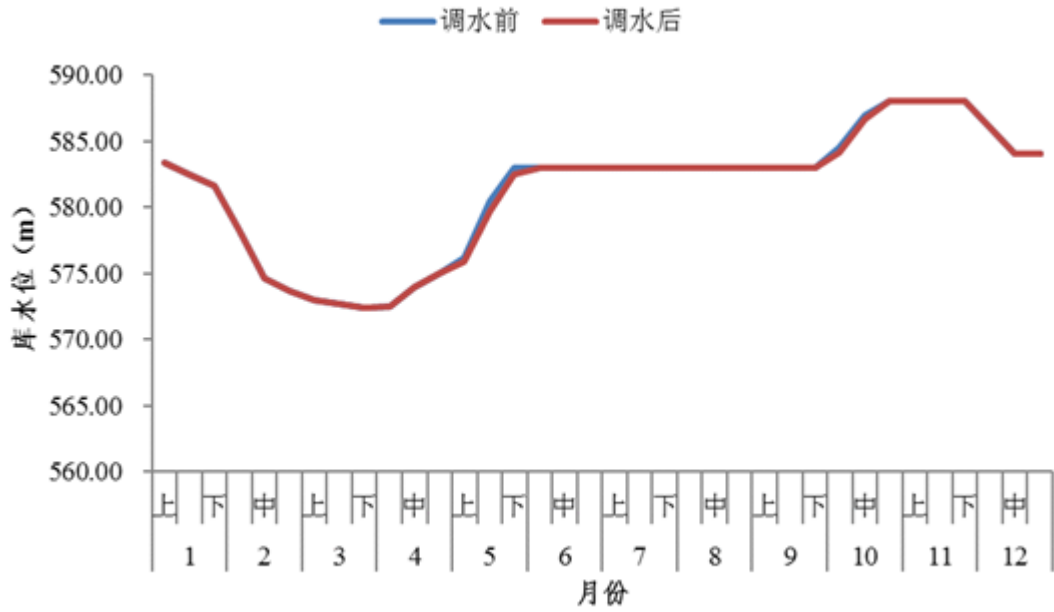


图 6.2-15 引水前后宝珠寺电站库区水位变化图（75%典型年）

3) 95%典型年来水

95%典型年来水条件下，引水前后宝珠寺库区水位变化情况见图 6.2-16。与引水前相比，白龙江引水工程引水后宝珠寺电站库区水位在7月中旬~8月中旬、10月中下旬均有所降低，其中8月上旬降幅最大，为1.72m，其余时段引水前后库水位变化不大。

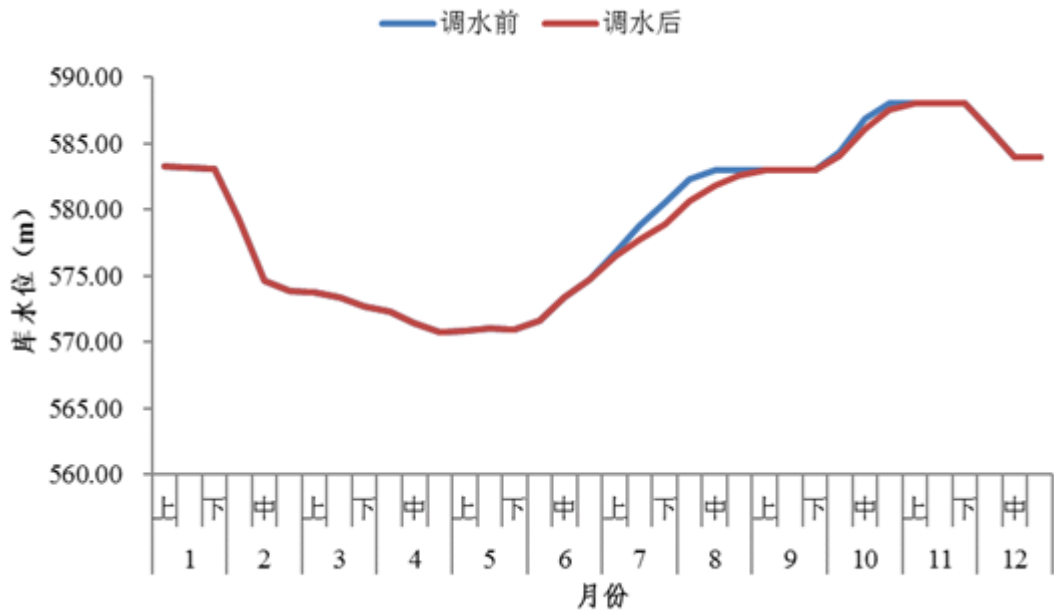


图 6.2-16 引水前后宝珠寺电站库区水位变化图（95%典型年）

6.2.4 小结

(1) 新建代古寺水库运行后，干流回水较现状增加约 12km，腊子沟回水较现状增加约 5km。从流速、水面宽和水深的变化情况看，新建代古寺水库运行后，库区平均流速较建库前降低 0.03m/s~4.3m/s，水面宽较建库前增加 5.71m~512.9m，水深较建库前增加 0.51m~57.8m。

(2) 多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下，1月~3月新建代古寺水库坝下 8 个代表断面的断面平均流速、水位均未发生变化，其余月份流速、水位有所下降。多年平均来水条件下，代古寺坝下 7 月流速降幅最大，减小了 23.7%；6~7 月水位降幅最大，降低了 0.67m。

(3) 白龙江干流苗家坝以下有碧口、宝珠寺 2 座大型水电站。上述 2 座水电站库区河段长度占苗家坝以下白龙江干流总长的 71.21%。多年平均来水条件下，白龙江引水工程引水后碧口库区水位在 4 月上旬和 4 月中旬略有降低，其中 4 月上旬降幅为 0.13m、4 月中旬降幅为 0.12m，其余时段引水前后库水位无明显变化；宝珠寺电站库区水位在 5 月中下旬有所降低，其中 5 月中旬降幅最大，为 1.21m，其余时段引水前后库水位变化不大。

6.3 水源及下游区地表水环境影响预测评价

6.3.1 水源及下游区水质影响预测

6.3.1.1 对水源区水质的影响

1、水源区污染源预测

根据工程可研报告社会经济指标预测情况，库区污染源与现状年基本类似，以农村生活污染和农业面源污染为主。

(1) 农村生活污染源预测

水源区涉及旺藏乡花园村、水泊沟村、阿寺村、洛大乡黑杂村、尖藏村和腊子乡黑多村，现状人口约 3974 人。根据工程可研报告的社会经济指标预测，规划人口增长率约 7‰，据此估算，至设计水平年 2040 年，水源区人口约 4601 人。根据可研报告，规划水平年水源区共安置人口 1892 人，大部分库区移民靠后安置仍在库区；洛大镇尖藏村位于淹没区和枢纽工程建设区共 781 人，搬迁至位于

代古寺坝下的洛大镇洛大村傲子坝。设计水平年考虑部分人口搬迁后，则库区人口数量约 3820 人，与基准年差别不大。《甘南州“十四五”规划和 2035 年远景目标的建议》提出“因地制宜推进农村改厕、生活垃圾处理和污水治理”，设计水平年考虑库区农村生活污水经分散处理后排放。则 COD、氨氮、总氮、总磷的入河量分别为 10.44 t/a、0.04 t/a、0.18 t/a、0.02 t/a。

（2）农田面源污染预测

设计水平年，考虑污染物产生系数及入河系数与现状水平年变化不大，则农田面源污染物入河量总氮、总磷分别为 3.8t/a、1.86 t/a。

（3）畜禽养殖污染预测

根据甘肃省 2010 年~2018 年的牲畜数量增长情况，大牲畜的年平均增长率约 0.56%，猪的年平均增长率约 0.2%，羊的年平均增长率约 0.79%，按照此系数估算，设计水平年畜禽养殖面源污染入河量 COD、总氮、氨氮、总磷分别为 34.57t/a、1.72 t/a、0.15 t/a、0.13 t/a。

2、水质数学模型

（1）模型建立

代古寺水库为典型的河道型水库，库区水质预测采用纵向一维水质数学模型。利用 MIKE11 构建代古寺库区纵向一维水质模型，计算范围及河网概化情况见图 6.2-7。

（2）边界条件

采用设计水平年，代古寺水库建成运行后，典型丰水年（P=25%）、平水年（P=50%）、枯水年（P=75%）、特枯水年（P=95%）白龙江干流和腊子沟支流的逐月入库流量作为水库水质模型的入流边界条件。干流入流水质采用 2019 年白云林场断面实测水质数据；由于腊子沟缺少常规水质监测资料，考虑腊子沟河段自然条件和污染源条件与干流相似，入流水质采用 2019 年白云林场断面实测水质数据。库区入库污染负荷根据污染源预测结果确定。

(3) 预测水质因子及模型参数

库区水质选择 COD、氨氮、TP、TN 等 4 个水质因子进行预测分析。降解系数参考同类工程确定，COD 降解系数取 $0.01d^{-1}$ ，氨氮降解系数取 $0.01d^{-1}$ ，TP 降解系数取 $0.04d^{-1}$ ，TN 降解系数取 $0.01d^{-1}$ 。

3、水源区水质预测结果分析

根据区域水系及周边环境特点，选择白龙江干流花园村、达修寺、水泊峡、坝前和支流腊子沟腊子口、尖藏村作为库区水质分析代表断面。

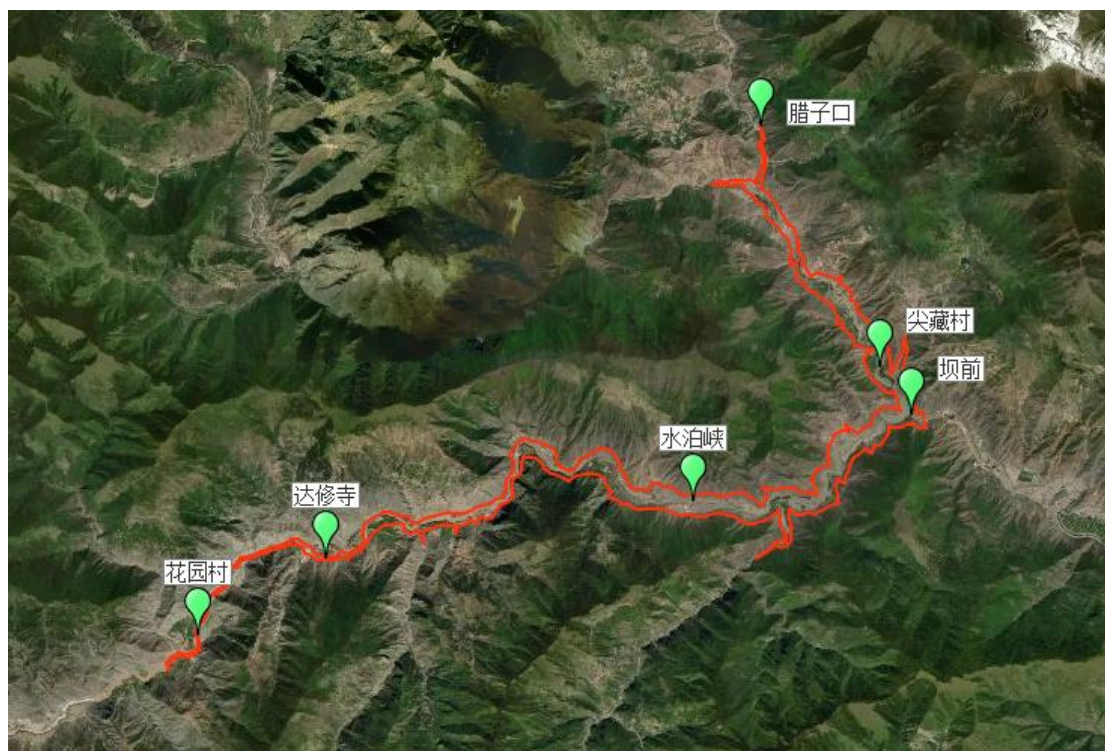


图 6.3-1 库区水质分析代表断面

(1) 库区水质预测结果分析

1) 丰水年

建库后，丰水年各断面 COD、 NH_3-N 、TP、TN 的预测浓度分别见~。从表中可以看出，丰水年库区 COD 浓度在 $4.7\sim 14.7mg/L$ 之间，可以满足 I 类水质标准； NH_3-N 浓度在 $0.02\sim 0.205$ 之间，可以满足 II 类水质标准；TP 浓度在 $0.01\sim 0.07mg/L$ 之间，按湖库标准评价，其中花园村、达修寺、腊子口 5~6 月不满足 III 类水质标准，为 IV 类，其他断面各月均能满足 III 类水质标准；TN 浓度在 $0.04\sim 0.83 mg/L$ 之间，可以满足 III 类水质标准。

表 6.3-1 代古寺库区主要断面 COD 浓度（丰水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	8.0	8.0	9.2	9.6	5.7	9.5
2 月	7.4	7.3	7.0	8.7	7.1	8.5
3 月	8.8	8.6	7.8	6.5	8.3	4.7
4 月	8.8	8.8	8.6	7.9	9.6	5.4
5 月	8.3	8.2	8.1	8.0	10.8	6.1
6 月	8.9	8.9	8.5	7.7	12.1	5.9
7 月	8.8	8.8	8.7	8.2	13.4	6.3
8 月	8.3	8.2	8.1	8.1	14.7	8.3
9 月	9.1	9.0	8.5	7.8	12.3	10.1
10 月	9.6	9.6	9.4	8.6	10.1	11.8
11 月	8.6	8.6	8.6	9.0	7.8	10.5
12 月	11.2	10.9	8.1	8.0	5.7	8.8

表 6.3-2 代古寺库区主要断面 NH₃-N 浓度（丰水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.041	0.044	0.106	0.125	0.201	0.124
2 月	0.035	0.034	0.028	0.083	0.184	0.084
3 月	0.065	0.063	0.048	0.020	0.165	0.078
4 月	0.078	0.077	0.071	0.046	0.147	0.086
5 月	0.066	0.065	0.063	0.057	0.129	0.076
6 月	0.067	0.066	0.062	0.048	0.111	0.058
7 月	0.047	0.047	0.045	0.046	0.093	0.045
8 月	0.062	0.061	0.048	0.034	0.075	0.043
9 月	0.076	0.075	0.064	0.048	0.108	0.040
10 月	0.078	0.077	0.069	0.057	0.140	0.034
11 月	0.076	0.074	0.062	0.053	0.172	0.040
12 月	0.090	0.087	0.057	0.043	0.203	0.044

表 6.3-3 代古寺库区主要断面 TP 浓度（丰水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3 月	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
4 月	0.05	0.05	0.03	0.01	0.05	0.01
5 月	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.02
6 月	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.02
7 月	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
8 月	0.05	0.04	0.02	0.01	0.05	0.04

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
9 月	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.02
10 月	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.03
11 月	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
12 月	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.03

表 6.3-4 代古寺库区主要断面 TN 浓度（丰水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.10	0.13	0.67	0.83	0.10	0.82
2 月	0.07	0.07	0.06	0.54	0.07	0.55
3 月	0.14	0.13	0.08	0.04	0.14	0.11
4 月	0.40	0.38	0.32	0.11	0.40	0.06
5 月	0.42	0.42	0.39	0.31	0.42	0.13
6 月	0.42	0.42	0.41	0.31	0.42	0.13
7 月	0.18	0.18	0.20	0.29	0.18	0.12
8 月	0.43	0.42	0.30	0.14	0.43	0.15
9 月	0.43	0.43	0.39	0.33	0.43	0.10
10 月	0.41	0.41	0.37	0.31	0.41	0.18
11 月	0.41	0.40	0.33	0.28	0.41	0.18
12 月	0.41	0.40	0.30	0.23	0.41	0.15

2) 平水年

建库后，平水年各断面 COD、NH₃-N、TP、TN 的预测浓度分别见表 6.3-5~表 6.3-8。从表中可以看出，平水年库区 COD 浓度在 4.1~14.7mg/L 之间，可以满足 I 类水质标准；NH₃-N 浓度在 0.024~0.203 之间，可以满足 II 类水质标准；TP 浓度在 0.01~0.07mg/L 之间，按湖库标准评价，其中花园村、达修寺、腊子口 5~6 月不满足 III 类水质标准，为 IV 类，其他断面各月均能满足 III 类水质标准；TN 浓度在 0.03~0.83 mg/L 之间，可以满足 III 类水质标准。

表 6.3-5 代古寺库区主要断面 COD 浓度（平水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	8.0	8.0	9.5	9.6	5.7	9.5
2 月	7.4	7.3	7.1	8.9	7.1	8.7
3 月	8.8	8.7	7.3	7.3	8.3	7.5
4 月	8.8	8.8	8.6	7.1	9.6	4.1
5 月	8.3	8.2	8.1	8.0	10.8	4.6
6 月	8.9	8.9	8.5	7.8	12.1	7.1
7 月	8.8	8.8	8.7	8.2	13.4	7.7
8 月	8.3	8.2	8.1	8.1	14.7	8.6

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
9 月	9.1	9.0	8.3	7.5	12.3	9.6
10 月	9.6	9.6	9.1	8.0	10.1	10.5
11 月	8.6	8.5	8.8	8.4	7.8	10.9
12 月	11.2	10.9	8.0	8.3	5.7	9.6

表 6.3-6 代古寺库区主要断面 NH₃-N 浓度（平水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.041	0.044	0.120	0.125	0.201	0.125
2 月	0.035	0.034	0.027	0.087	0.184	0.086
3 月	0.065	0.064	0.037	0.037	0.165	0.060
4 月	0.078	0.077	0.069	0.031	0.147	0.061
5 月	0.066	0.065	0.062	0.054	0.129	0.056
6 月	0.067	0.066	0.062	0.050	0.111	0.064
7 月	0.047	0.047	0.045	0.047	0.093	0.053
8 月	0.062	0.061	0.047	0.033	0.075	0.045
9 月	0.076	0.075	0.060	0.042	0.108	0.039
10 月	0.078	0.077	0.064	0.047	0.140	0.031
11 月	0.076	0.074	0.059	0.044	0.172	0.024
12 月	0.090	0.087	0.054	0.039	0.203	0.027

表 6.3-7 代古寺库区主要断面 TP 浓度（平水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3 月	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
4 月	0.05	0.05	0.03	0.01	0.05	0.01
5 月	0.07	0.07	0.05	0.02	0.07	0.01
6 月	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.03
7 月	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
8 月	0.05	0.04	0.02	0.01	0.05	0.04
9 月	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.03
10 月	0.05	0.05	0.02	0.01	0.05	0.01
11 月	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
12 月	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.02

表 6.3-8 代古寺库区主要断面 TN 浓度（平水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.10	0.13	0.78	0.83	0.10	0.83
2 月	0.07	0.07	0.05	0.58	0.07	0.56
3 月	0.14	0.13	0.06	0.19	0.14	0.36

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
4月	0.40	0.38	0.29	0.06	0.40	0.04
5月	0.42	0.42	0.38	0.28	0.42	0.03
6月	0.42	0.42	0.41	0.32	0.42	0.16
7月	0.18	0.18	0.20	0.30	0.18	0.16
8月	0.43	0.42	0.29	0.13	0.43	0.16
9月	0.43	0.43	0.38	0.30	0.43	0.11
10月	0.41	0.41	0.34	0.28	0.41	0.08
11月	0.41	0.40	0.31	0.24	0.41	0.13
12月	0.41	0.40	0.29	0.20	0.41	0.12

3) 枯水年

建库后, 枯水年各断面 COD、NH₃-N、TP、TN 的预测浓度分别见表 6.3-9~表 6.3-12。从表中可以看出, 枯水年库区 COD 浓度在 4.2~14.7mg/L 之间, 可以满足 I 类水质标准; NH₃-N 浓度在 0.019~0.203 之间, 可以满足 II 类水质标准; TP 浓度在 0.01~0.07mg/L 之间, 按湖库标准评价, 其中花园村、达修寺、腊子口 5~6 月不满足 III 类水质标准, 为 IV 类, 其他断面各月均能满足 III 类水质标准; TN 浓度在 0.02~0.83 mg/L 之间, 可以满足 III 类水质标准。

表 6.3-9 代古寺库区主要断面 COD 浓度 (枯水年) 单位: mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1月	8.0	8.0	9.4	9.6	5.7	9.5
2月	7.4	7.3	7.2	8.9	7.1	8.7
3月	8.8	8.7	7.2	7.2	8.3	7.7
4月	8.8	8.8	8.6	6.8	9.6	4.4
5月	8.3	8.2	8.1	8.0	10.8	4.2
6月	8.9	8.8	8.4	7.6	12.1	5.8
7月	8.8	8.8	8.7	8.1	13.4	6.6
8月	8.3	8.2	8.1	8.1	14.7	7.8
9月	9.1	8.9	7.8	7.5	12.3	8.3
10月	9.6	9.5	8.6	7.0	10.1	8.6
11月	8.6	8.5	8.8	7.5	7.8	9.0
12月	11.2	10.9	8.0	8.1	5.7	9.4

表 6.3-10 代古寺库区主要断面 NH₃-N 浓度 (枯水年) 单位: mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1月	0.041	0.044	0.118	0.125	0.201	0.125
2月	0.035	0.034	0.027	0.087	0.184	0.086
3月	0.065	0.064	0.035	0.035	0.165	0.059

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
4 月	0.078	0.077	0.066	0.026	0.147	0.056
5 月	0.066	0.065	0.061	0.051	0.129	0.051
6 月	0.067	0.066	0.061	0.046	0.111	0.052
7 月	0.047	0.046	0.045	0.045	0.093	0.045
8 月	0.062	0.061	0.041	0.030	0.075	0.041
9 月	0.076	0.074	0.050	0.026	0.108	0.033
10 月	0.078	0.076	0.057	0.031	0.140	0.027
11 月	0.076	0.074	0.056	0.035	0.172	0.021
12 月	0.090	0.087	0.054	0.036	0.203	0.019

表 6.3-11 代古寺库区主要断面 TP 浓度（枯水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3 月	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
4 月	0.05	0.05	0.02	0.01	0.05	0.01
5 月	0.07	0.07	0.04	0.02	0.07	0.01
6 月	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.02
7 月	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
8 月	0.05	0.04	0.01	0.01	0.05	0.03
9 月	0.05	0.05	0.02	0.00	0.05	0.03
10 月	0.05	0.05	0.02	0.01	0.05	0.02
11 月	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
12 月	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.02

表 6.3-12 代古寺库区主要断面 TN 浓度（枯水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.10	0.13	0.77	0.83	0.10	0.83
2 月	0.07	0.07	0.05	0.58	0.07	0.56
3 月	0.14	0.13	0.06	0.18	0.14	0.38
4 月	0.40	0.38	0.27	0.04	0.40	0.07
5 月	0.42	0.42	0.37	0.24	0.42	0.02
6 月	0.42	0.42	0.40	0.29	0.42	0.08
7 月	0.18	0.18	0.20	0.29	0.18	0.11
8 月	0.43	0.42	0.21	0.11	0.43	0.13
9 月	0.43	0.42	0.34	0.12	0.43	0.12
10 月	0.41	0.40	0.31	0.21	0.41	0.07
11 月	0.41	0.40	0.29	0.20	0.41	0.04
12 月	0.41	0.40	0.29	0.19	0.41	0.09

4) 特枯水年

建库后,特枯水年各断面 COD、NH₃-N、TP、TN 的预测浓度分别见表 6.3-13~表 6.3-16。从表中可以看出,特枯水年库区 COD 浓度在 5.1~14.7mg/L 之间,可以满足 I 类水质标准;NH₃-N 浓度在 0.019~0.203 之间,可以满足 II 类水质标准;TP 浓度在 0.01~0.07mg/L 之间,按湖库标准评价,其中花园村、达修寺、腊子口 5~6 月不满足 III 类水质标准,为 IV 类,其他断面各月均能满足 III 类水质标准;TN 浓度在 0.03~0.83 mg/L 之间,可以满足 III 类水质标准。

表 6.3-13 代古寺库区主要断面 COD 浓度(特枯水年) 单位: mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	8.0	8.0	9.1	9.6	5.7	9.5
2 月	7.4	7.3	7.1	8.7	7.1	8.7
3 月	8.8	8.7	7.5	6.6	8.3	6.7
4 月	8.8	8.8	8.6	7.4	9.6	5.1
5 月	8.3	8.2	8.0	8.0	10.8	7.3
6 月	8.9	8.8	8.6	7.8	12.1	8.5
7 月	8.8	8.8	8.7	8.4	13.4	9.2
8 月	8.3	8.2	8.0	8.1	14.7	10.1
9 月	9.1	9.0	8.5	7.6	12.3	9.9
10 月	9.6	9.6	9.3	8.2	10.1	10.4
11 月	8.6	8.6	8.5	8.7	7.8	10.1
12 月	11.2	10.9	8.5	8.0	5.7	8.4

表 6.3-14 代古寺库区主要断面 NH₃-N 浓度(特枯水年) 单位: mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	尖藏村	腊子口
1 月	0.041	0.044	0.102	0.125	0.125	0.201
2 月	0.035	0.034	0.028	0.079	0.086	0.184
3 月	0.065	0.064	0.040	0.019	0.065	0.165
4 月	0.078	0.077	0.068	0.036	0.079	0.147
5 月	0.066	0.065	0.063	0.056	0.088	0.129
6 月	0.067	0.066	0.064	0.051	0.080	0.111
7 月	0.047	0.047	0.045	0.047	0.067	0.093
8 月	0.062	0.061	0.053	0.035	0.057	0.075
9 月	0.076	0.075	0.065	0.044	0.043	0.108
10 月	0.078	0.077	0.067	0.051	0.031	0.140
11 月	0.076	0.075	0.062	0.048	0.033	0.172
12 月	0.090	0.087	0.062	0.042	0.042	0.203

表 6.3-15 代古寺库区主要断面 TP 浓度（特枯水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2 月	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3 月	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
4 月	0.05	0.05	0.03	0.01	0.05	0.01
5 月	0.07	0.07	0.05	0.03	0.07	0.03
6 月	0.07	0.07	0.06	0.04	0.07	0.05
7 月	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.05
8 月	0.05	0.04	0.03	0.01	0.05	0.02
9 月	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.01
10 月	0.05	0.05	0.03	0.02	0.05	0.02
11 月	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
12 月	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.03

表 6.3-16 代古寺库区主要断面 TN 浓度（特枯水年） 单位：mg/L

断面	花园村	达修寺	水泊峡	坝前	腊子口	尖藏村
1 月	0.10	0.13	0.63	0.83	0.10	0.83
2 月	0.07	0.07	0.06	0.51	0.07	0.57
3 月	0.14	0.13	0.06	0.03	0.14	0.29
4 月	0.40	0.38	0.29	0.07	0.40	0.03
5 月	0.42	0.41	0.39	0.30	0.42	0.21
6 月	0.42	0.42	0.41	0.33	0.42	0.25
7 月	0.18	0.18	0.17	0.26	0.18	0.24
8 月	0.43	0.42	0.35	0.14	0.43	0.11
9 月	0.43	0.43	0.39	0.30	0.43	0.06
10 月	0.41	0.41	0.36	0.29	0.41	0.12
11 月	0.41	0.40	0.33	0.25	0.41	0.16
12 月	0.41	0.40	0.32	0.22	0.41	0.14

(2) 取水口水质预测结果分析

表 6.3-17 为取水口水质预测结果。从预测结果可以看出，各典型年取水口 COD 浓度在 3.4~11.0mg/L 之间，可以满足 I 类水质标准；NH₃-N 浓度在 0.014~0.125 之间，可以满足 I 类水质标准；TP 浓度在 0.01~0.04mg/L 之间，按湖库标准评价，可以满足 III 类水质标准；TN 浓度在 0.01~0.83 mg/L 之间，可以满足 III 类水质标准。各典型年取水口水质可以满足 III 类水质标准。

表 6.3-17 建库后取水口水质预测结果

典型年	指标	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰水年	COD	9.5	8.6	7.0	3.8	3.8	6.2	6.1	5.1	8.2	10.1	11.0	9.7
	NH ₃ -N	0.125	0.085	0.062	0.065	0.047	0.037	0.028	0.027	0.032	0.029	0.023	0.028
	TP	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02
	TN	0.83	0.56	0.33	0.02	0.02	0.16	0.14	0.05	0.10	0.06	0.12	0.12
平水年	COD	9.6	8.7	8.0	6.7	5.5	3.6	4.2	6.5	8.1	8.7	9.3	10.0
	NH ₃ -N	0.125	0.086	0.060	0.042	0.030	0.033	0.029	0.034	0.031	0.026	0.020	0.016
	TP	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02
	TN	0.83	0.57	0.39	0.24	0.13	0.01	0.02	0.09	0.11	0.07	0.04	0.08
枯水年	COD	9.6	8.7	8.0	7.1	5.9	3.7	3.4	4.8	6.3	7.1	7.6	8.5
	NH ₃ -N	0.125	0.086	0.061	0.042	0.029	0.026	0.021	0.025	0.025	0.021	0.017	0.014
	TP	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01
	TN	0.83	0.57	0.40	0.27	0.15	0.03	0.01	0.04	0.07	0.07	0.05	0.03
特枯水年	COD	9.6	8.7	8.0	4.7	5.8	7.0	7.6	8.5	8.2	8.3	9.2	9.3
	NH ₃ -N	0.125	0.086	0.061	0.059	0.070	0.066	0.055	0.047	0.034	0.026	0.020	0.022
	TP	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02
	TN	0.83	0.57	0.40	0.08	0.07	0.17	0.16	0.18	0.12	0.05	0.06	0.10

(3) 库区富营养化预测

根据《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007), 水体营养状态评价标准及分级方法见表 6.3-18。

表 6.3-18 水体营养状态评价标准及分级方法

营养状态分级 EI: 营养状态指数		评价项目赋值 En	叶绿素 a (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
贫营养 0<EI≤20		10	0.0005	0.020	0.001
		20	0.0010	0.050	0.004
		30	0.0020	0.10	0.010
中营养 20<EI≤50		40	0.0040	0.30	0.025
		50	0.010	0.50	0.050
富营养	轻度富营养 50<EI≤60	60	0.026	1.0	0.10
	中度富营养 60<EI≤80	70	0.064	2.0	0.20
		80	0.16	6.0	0.60
	重度富营养 80<EI≤100	90 100	0.40 1.0	9.0 16.0	0.90 1.3

代古寺水库建成后, 库区各断面 TN 年均浓度为 0.18~0.32mg/L, 库区平均浓度 0.31 mg/L, 处于中度富营养状态; 各断面 TP 年均浓度为 0.01~0.04mg/L,

库区平均浓度 0.03 mg/L，处于中营养状态。根据现状监测资料，代古寺坝址叶绿素 a 浓度为 0.0099mg/L，处于中营养状态。

插值计算总氮、总磷和叶绿素 a 三个项目的赋分值，计算其平均值得到代古寺建库后营养状态指数 EI 为 44，即代古寺建库后营养状态为中营养状态。根据库区水温预测结果，库区位于高原山区，水温较低，年内最高水温不超过 20℃。参考流域内其他已建水库的情况，水库发生整体富营养化的可能性相对较低，但流动性较差的库湾应加强富营养化监测。

6.3.1.2 对水源区下游区水质的影响

1、水源下游区污染源预测

根据各级水污染防治行动计划和污染防治攻坚战等对工业企业排污、城镇生活污水及农村污染的管控要求，在预测污染源新增时上述指标不予考虑。结合目前城镇化带来的人口迁移效应，污染源预测仅考虑城市（市区、县城）人口增长带来的城镇生活污水新增量和污染物排放量，工业污染和农业农村面源污染负荷维持现状水平不增加。

白龙江引水工程水源下游区的白龙江干流涉及甘肃省甘南州、陇南市和四川省广元市 3 区 5 县共 41 个乡镇（街道）。根据陇南市人民政府关于印发陇南市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知（陇政发〔2021〕9 号），2020 年常住人口城镇化率为 32.84%，预期 2025 年达到 42.84%，累计增速 10%。根据甘南藏族自治州人民政府办公室关于印发甘南州国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知（州政发〔2021〕19 号），甘南州 2020 年常住人口城镇化率为 36.5%，预期 2025 年达到 43%。根据甘肃省人民政府办公厅关于印发《甘肃省新型城镇化规划（2021-2035 年）》的通知，2020 年城镇常住人口城镇化率为 52.23%，预期 2035 年达到 70%左右。根据广元市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要，2020 年广元市常住人口城镇化率为 48.7%，预期 2025 年达到 55%，年均增速 1.3%。据此估算，陇南市、甘南州和广元市 2040 年城镇化率约 50%、50%和 60%。

根据甘肃省人民政府关于印发甘肃省水污染防治工作方案的通知（甘政发〔2022〕103 号）、甘肃省“十四五”生态环境保护规划以及甘南州重点流域水生

态环境保护规划（2021-2025 年），至 2025 年，甘肃省地级城市、县城污水处理率分别达到 95%、90%以上，重点建制镇在具备污水收集处理能力的基础上，完善收集管网建设，提升污水收处率，舟曲县老城区污水处理厂达到一级 A 排放标准。根据《四川省“十四五”生态环境保护规划》，到 2025 年，四川省城市生活污水集中收集率比 2020 年提高 5 个百分点以上，建制镇污水处理率明显提升，县城污水处理率达到 95%以上。据此估算，2040 年白龙江引水工程水源下游区甘南州舟曲县城镇生活污水处理率可达 90%，陇南市武都区城镇生活污水处理率达 95%，广元市利州区和青川县城镇生活污水处理率分别达 100%和 95%。所有城镇污水处理厂生活污水出水水质可达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准，即 COD 排放浓度按 50mg/L 计算，氨氮排放浓度按 5mg/L 计算，其他直接排放的生活污水 COD 排放浓度取 300mg/L，氨氮排放浓度取 30mg/L。

经预测，2040 年，白龙江引水工程水源下游区评价河段城镇生活污水排放量为 791.64 万 m³。通过城镇污水处理厂排放生活污水入河系数取 1.0，其他散排生活污水入河系数取 0.5，经计算规划水平年水源下游区城镇生活污染 COD 入河量为 313t，氨氮入河量为 29t。规划水平年水源下游区工业和生活废污水及污染物入河量如下表所示。

表 6.3-19 评价河段废污水及污染物入河量

类别		工业	生活	合计
项目		2040 年	2040 年	2040 年
废污水（万 m ³ ）		279	792	1071
主要污染物（t）	COD	433	313	746
	氨氮	2	29	31

2、新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址段水质预测

（1）计算模型

新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址段水环境影响预测采用 MIKE11 模型的 AD 模块。

1) 计算范围及河网概化

新建代古寺枢纽坝址~苗家坝水电站坝址段水环境影响分析的计算范围与水文情势影响分析的计算范围相同，即代古寺坝下至陇南市文县高峰村约 220km 的白龙江干流江段。具体河网概化结果见 6.2.3.1 节。

2) 预测情景及预测断面的选择

①预测情景

预测内容主要为现状 2019 年、规划年 2040 年污染源变化和下泄流量变化两种因素影响下水源下游区水质的变化，3 种预测情景见表 6.3-20，其中设置情景 1 和情景 2 的目的是重点研究不同典型年调水后各月流量变化对坝下游沿程水质的影响，设置情景 3 主要为了预测规划水平年坝下游河段水质达标情况。水质边界条件均采用代古寺下泄水质预测结果。

情景 1：上游水质边界采用 2040 年预测代古寺下泄水质，流量采用工程调水前下泄流量，污染源条件采用 2019 年现状污染源。

情景 2：上游水质边界采用 2040 年预测代古寺下泄水质，流量采用工程调水后下泄流量，污染源条件采用 2019 年现状污染源。

情景 3：上游水质边界采用 2040 年预测代古寺下泄水质，流量采用工程调水后下泄流量，污染源条件采用 2040 年预测污染源。

表 6.3-20 水环境影响预测分析代表断面

预测情景	上游水质边界	上游流量边界	污染源条件
情景 1	2040 年预测值	工程调水前	2019 年现状污染源
情景 2	2040 年预测值	工程调水后	2019 年现状污染源
情景 3	2040 年预测值	工程调水后	2040 年预测污染源

②预测断面

考虑计算河段取、排水口及敏感区分布情况，选取水环境预测代表断面见表 6.3-21。其中，舟曲县杜坝川下坝水源地、武都区后坝水源地、武都区钟楼滩水源地虽为地下水水源地，但水源井距离白龙江干流较近，属傍河型水源地，亦在上述水源地临近江段设置预测断面。

表 6.3-21 水环境影响预测分析代表断面

序号	断面	至代古寺坝址距离 (m)	备注
1	代古寺坝下	1388	白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区
2	黑水沟口	11849	产卵场、白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区
3	曲马村	15453	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区
4	小蒜坝	56294	舟曲县峰迭新区污水处理厂排污口
5	杜坝村	61202	舟曲县杜坝川下坝水源地
6	云台村	70971	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区、舟曲县老城区污水处理厂排污口
7	两河口桥	84941	产卵场、省控断面
8	拱坝河口	133089	后坝水源地
9	两水桥	134807	国控断面
10	钟楼滩村	146735	钟楼滩水源地
11	东江	152016	功能区监测断面（武都城区）
12	武都区汉王罗寨污水处理厂排口	162000	武都区汉王罗寨污水处理厂排污口
13	固水子村	167067	国控断面
14	外纳村	183869	外纳镇外纳村水源地
15	河口村	216940	产卵场

(2) 情景 1 和情景 2 代表断面水质变化对比

1) 代古寺坝下

代古寺坝下断面调水前后水质变化情况见表 6.3-22~表 6.3-25。总体而言，调水前后代古寺坝下断面水质变化不大，均保持在地表水 II 类标准。

表 6.3-22 调水前后代古寺坝下断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	9.51	9.51	0.0	9.49	9.49	0.0	9.46	9.46	0.0
2	8.88	8.88	0.0	8.88	8.88	0.0	8.89	8.89	0.0
3	7.25	7.25	0.0	7.25	7.25	0.0	7.24	7.24	0.0
4	7.11	7.12	0.1	7.11	7.12	0.2	7.11	7.12	0.1
5	8.09	8.12	0.4	8.10	8.16	0.7	8.10	8.13	0.3
6	7.79	7.80	0.2	7.79	7.81	0.2	7.79	7.80	0.1
7	8.25	8.26	0.1	8.26	8.28	0.3	8.25	8.27	0.2

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
8	8.15	8.16	0.1	8.16	8.17	0.2	8.15	8.16	0.1
9	7.53	7.53	0.1	7.53	7.55	0.2	7.53	7.56	0.4
10	8.00	8.01	0.1	8.00	8.03	0.3	8.01	8.07	0.7
11	8.36	8.36	0.0	8.36	8.36	0.0	8.36	8.36	0.0
12	8.26	8.26	0.0	8.26	8.26	0.0	8.26	8.26	0.0

表 6.3-23 调水前后代古寺坝下断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.120	0.120	0.0	0.118	0.118	0.0	0.116	0.116	0.0
2	0.087	0.087	0.0	0.087	0.087	0.0	0.087	0.087	0.0
3	0.036	0.036	0.0	0.035	0.035	0.0	0.035	0.035	0.0
4	0.031	0.031	0.0	0.031	0.031	1.0	0.031	0.031	0.7
5	0.055	0.056	1.8	0.055	0.056	1.8	0.055	0.056	1.8
6	0.049	0.049	0.0	0.049	0.050	2.0	0.049	0.049	0.0
7	0.047	0.047	0.0	0.047	0.047	0.0	0.047	0.047	0.0
8	0.032	0.032	0.0	0.032	0.033	3.1	0.032	0.033	3.1
9	0.042	0.042	0.0	0.042	0.043	2.4	0.042	0.043	2.4
10	0.047	0.048	2.0	0.047	0.048	2.1	0.048	0.048	0.0
11	0.044	0.044	0.0	0.044	0.044	0.0	0.044	0.044	0.0
12	0.040	0.040	0.0	0.040	0.040	0.0	0.040	0.040	0.0

表 6.3-24 调水前后代古寺坝下断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.80	0.80	0.0	0.79	0.79	0.0	0.77	0.77	0.0
2	0.58	0.58	0.0	0.58	0.58	0.0	0.58	0.58	0.0
3	0.19	0.19	0.0	0.18	0.18	0.0	0.18	0.18	0.0
4	0.06	0.06	6.5	0.06	0.07	10.0	0.06	0.06	5.4
5	0.29	0.30	2.2	0.29	0.31	4.1	0.30	0.30	1.8
6	0.33	0.33	1.2	0.33	0.33	1.5	0.33	0.33	0.9
7	0.30	0.31	1.3	0.31	0.31	2.1	0.30	0.31	1.8
8	0.13	0.13	2.3	0.13	0.14	5.3	0.13	0.13	3.7
9	0.31	0.31	0.4	0.31	0.31	1.6	0.31	0.32	3.6
10	0.28	0.28	0.7	0.28	0.29	1.4	0.28	0.29	2.8
11	0.24	0.24	1.2	0.24	0.24	1.7	0.24	0.25	2.9
12	0.21	0.21	0.5	0.21	0.21	0.0	0.21	0.21	0.0

表 6.3-25 调水前后代古寺坝下断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.011	0.011	0.0	0.011	0.011	0.0	0.010	0.010	0.0
2	0.005	0.005	0.0	0.005	0.005	0.0	0.005	0.005	0.0
3	0.001	0.001	0.0	0.001	0.001	0.0	0.001	0.001	0.0
4	0.003	0.003	0.0	0.003	0.003	0.0	0.003	0.003	0.0
5	0.024	0.024	0.0	0.024	0.024	0.0	0.024	0.024	0.0
6	0.035	0.035	0.0	0.035	0.035	0.0	0.035	0.035	0.0
7	0.029	0.029	0.0	0.029	0.029	0.0	0.029	0.029	0.0
8	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0
9	0.017	0.017	0.0	0.017	0.017	0.0	0.017	0.017	0.0
10	0.015	0.015	0.0	0.015	0.015	0.0	0.015	0.015	0.0
11	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0
12	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0

2) 黑水沟口

黑水沟口断面调水前后水质变化情况见表 6.3-26~表 6.3-29, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 11.9%, NH₃-N 浓度最大升高 24%, TN 浓度最大升高 50.7%, TP 浓度最大升高 30.4%。

表 6.3-26 调水前后黑水沟口断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	9.23	9.23	0.0	9.19	9.19	0.0	9.34	9.34	0.0
2	8.64	8.64	0.0	8.67	8.67	0.0	8.84	8.84	0.0
3	7.55	7.55	0.0	7.49	7.49	0.0	7.30	7.30	0.0
4	7.37	7.52	2.0	7.43	7.65	2.9	7.48	7.63	2.0
5	8.62	9.25	7.3	8.77	9.82	11.9	8.86	9.34	5.4
6	7.98	8.21	2.9	8.08	8.38	3.8	8.03	8.23	2.5
7	8.46	8.69	2.7	8.60	8.98	4.4	8.49	8.80	3.7
8	8.33	8.45	1.5	8.41	8.69	3.4	8.34	8.54	2.4
9	7.72	7.80	1.0	7.82	8.06	3.2	7.83	8.33	6.4
10	8.49	8.69	2.3	8.63	9.09	5.3	8.75	9.72	11.1
11	8.35	8.36	0.0	8.35	8.35	0.0	8.36	8.36	0.0
12	8.28	8.28	0.0	8.28	8.28	0.0	8.29	8.30	0.0

表 6.3-27 调水前后黑水沟口断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.122	0.122	0.0	0.121	0.121	0.0	0.117	0.117	0.0
2	0.090	0.090	0.0	0.089	0.089	0.0	0.087	0.087	0.0
3	0.044	0.044	0.0	0.042	0.042	0.0	0.037	0.037	0.0
4	0.036	0.039	6.9	0.037	0.041	10.0	0.038	0.040	6.7
5	0.060	0.066	10.4	0.062	0.072	15.9	0.063	0.067	6.8
6	0.053	0.058	9.3	0.055	0.061	10.8	0.054	0.058	7.3
7	0.048	0.048	0.6	0.048	0.049	2.6	0.048	0.049	1.1
8	0.037	0.041	10.3	0.040	0.048	19.9	0.038	0.043	14.2
9	0.047	0.049	4.2	0.049	0.055	12.1	0.050	0.062	23.3
10	0.054	0.057	5.5	0.056	0.063	12.5	0.058	0.072	24.0
11	0.047	0.048	2.9	0.047	0.049	4.7	0.048	0.051	6.7
12	0.051	0.052	2.0	0.052	0.052	0.0	0.055	0.056	1.8

表 6.3-28 调水前后黑水沟口断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.89	0.89	0.0	0.89	0.89	0.0	0.81	0.81	0.0
2	0.66	0.66	0.0	0.65	0.65	0.0	0.59	0.59	0.0
3	0.29	0.29	0.0	0.27	0.27	0.0	0.20	0.20	0.0
4	0.19	0.26	36.6	0.22	0.32	47.2	0.24	0.31	29.2
5	0.40	0.53	31.3	0.43	0.64	48.7	0.45	0.54	21.4
6	0.38	0.45	18.1	0.41	0.51	22.0	0.40	0.46	15.0
7	0.37	0.44	19.4	0.41	0.53	28.4	0.38	0.48	26.1
8	0.21	0.26	25.4	0.24	0.36	50.7	0.21	0.29	40.4
9	0.38	0.41	7.9	0.42	0.51	22.4	0.42	0.61	44.4
10	0.35	0.37	7.4	0.37	0.43	16.4	0.38	0.51	33.2
11	0.32	0.38	16.9	0.32	0.39	21.5	0.36	0.47	33.2
12	0.29	0.30	3.0	0.30	0.30	0.0	0.32	0.32	1.8

表 6.3-29 调水前后黑水沟口断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.010	0.010	0.0
2	0.006	0.006	0.0	0.006	0.006	0.0	0.005	0.005	0.0

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.002	0.002	0.0	0.002	0.002	0.0	0.001	0.001	0.0
4	0.005	0.006	16.4	0.005	0.006	19.1	0.005	0.006	19.1
5	0.024	0.025	3.2	0.024	0.025	4.8	0.024	0.025	2.4
6	0.035	0.035	0.1	0.034	0.034	0.2	0.034	0.034	1.1
7	0.028	0.028	1.4	0.028	0.028	1.1	0.028	0.028	1.2
8	0.011	0.013	11.9	0.012	0.016	30.4	0.011	0.014	23.5
9	0.017	0.017	0.0	0.016	0.016	0.0	0.016	0.016	2.3
10	0.015	0.015	0.2	0.015	0.016	6.5	0.015	0.016	3.9
11	0.012	0.012	7.1	0.011	0.011	4.2	0.011	0.011	3.5
12	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0

3) 曲马村

曲马村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-30~表 6.3-33, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 14.2%, NH₃-N 浓度最大升高 27.7%, TN 浓度最大升高 55%, TP 浓度最大升高 35.8%。

表 6.3-30 调水前后曲马村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	9.15	9.15	0.0	9.11	9.11	0.0	9.31	9.31	0.0
2	8.57	8.57	0.0	8.62	8.62	0.0	8.82	8.82	0.0
3	7.64	7.64	0.0	7.55	7.55	0.0	7.32	7.32	0.0
4	7.45	7.63	2.5	7.52	7.79	3.6	7.58	7.76	2.4
5	8.77	9.54	8.8	8.96	10.23	14.2	9.06	9.65	6.5
6	8.03	8.31	3.6	8.15	8.53	4.6	8.10	8.35	3.1
7	8.52	8.80	3.3	8.69	9.15	5.3	8.55	8.94	4.5
8	8.38	8.53	1.8	8.47	8.82	4.1	8.39	8.63	2.9
9	7.78	7.88	1.3	7.89	8.20	3.9	7.91	8.51	7.6
10	8.63	8.88	2.8	8.80	9.37	6.4	8.95	10.13	13.1
11	8.35	8.35	0.0	8.35	8.35	0.0	8.35	8.36	0.1
12	8.29	8.29	0.1	8.29	8.29	0.0	8.30	8.31	0.0

表 6.3-31 调水前后曲马村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.123	0.123	0.0	0.122	0.122	0.0	0.117	0.117	0.0
2	0.090	0.090	0.0	0.090	0.090	0.0	0.087	0.087	0.0
3	0.046	0.046	0.0	0.044	0.044	0.0	0.038	0.038	0.0
4	0.037	0.041	8.9	0.039	0.043	11.8	0.040	0.043	7.8
5	0.062	0.069	11.4	0.064	0.076	18.9	0.065	0.070	8.5
6	0.054	0.060	11.0	0.057	0.064	13.4	0.056	0.061	8.5
7	0.048	0.049	1.1	0.048	0.050	2.7	0.048	0.049	2.5
8	0.039	0.043	10.3	0.042	0.051	23.0	0.039	0.046	17.4
9	0.048	0.051	6.0	0.051	0.059	14.1	0.052	0.066	27.7
10	0.056	0.060	7.1	0.059	0.067	13.5	0.061	0.077	26.5
11	0.047	0.049	4.3	0.047	0.050	6.4	0.049	0.053	9.4
12	0.054	0.056	3.3	0.055	0.055	0.0	0.059	0.060	1.7

表 6.3-32 调水前后曲马村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.92	0.92	0.0	0.91	0.91	0.0	0.82	0.82	0.0
2	0.68	0.68	0.0	0.67	0.67	0.0	0.59	0.59	0.0
3	0.32	0.32	0.0	0.29	0.29	0.0	0.21	0.21	0.0
4	0.23	0.31	38.1	0.26	0.39	48.8	0.29	0.38	29.9
5	0.43	0.59	36.1	0.47	0.72	54.5	0.49	0.61	24.1
6	0.40	0.49	21.4	0.44	0.55	25.4	0.42	0.50	17.5
7	0.39	0.48	22.8	0.44	0.59	32.2	0.40	0.52	30.3
8	0.23	0.29	28.5	0.27	0.42	55.0	0.23	0.34	45.2
9	0.40	0.44	9.3	0.45	0.56	25.7	0.45	0.68	50.1
10	0.37	0.40	8.8	0.39	0.46	19.0	0.41	0.56	37.5
11	0.34	0.41	19.4	0.34	0.43	24.9	0.39	0.53	37.0
12	0.31	0.32	3.5	0.32	0.32	0.0	0.35	0.35	2.1

表 6.3-33 调水前后曲马村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.010	0.010	0.0
2	0.006	0.006	0.0	0.006	0.006	0.0	0.005	0.005	0.0

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.003	0.003	0.0	0.002	0.002	0.0	0.001	0.001	0.0
4	0.005	0.006	19.1	0.006	0.007	19.7	0.006	0.007	15.4
5	0.024	0.025	3.5	0.024	0.026	5.6	0.024	0.025	2.7
6	0.033	0.034	3.0	0.034	0.034	0.2	0.034	0.034	0.2
7	0.028	0.028	0.8	0.028	0.028	1.7	0.028	0.028	1.2
8	0.011	0.014	19.7	0.013	0.018	35.8	0.012	0.015	29.3
9	0.017	0.017	0.0	0.016	0.016	0.7	0.016	0.016	1.2
10	0.015	0.016	4.7	0.015	0.016	3.9	0.016	0.016	1.9
11	0.011	0.011	3.8	0.011	0.011	3.5	0.011	0.011	3.5
12	0.008	0.008	0.5	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.4

4) 小蒜坝

小蒜坝断面调水前后水质变化情况见表 6.3-34~表 6.3-37, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 23.4%, NH₃-N 浓度最大升高 39.6%, TN 浓度最大升高 63.3%, TP 浓度最大升高 45.1%。

表 6.3-34 调水前后小蒜坝断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	7.76	7.76	0.0	7.66	7.66	0.0	8.38	8.38	0.0
2	7.26	7.26	0.0	7.32	7.32	0.0	8.02	8.02	0.0
3	8.08	8.08	0.0	7.80	7.80	0.0	7.17	7.17	0.0
4	7.67	7.93	3.4	7.94	8.38	5.5	7.95	8.21	3.2
5	10.07	11.70	16.2	10.64	13.13	23.4	10.71	11.83	10.5
6	8.38	8.92	6.5	8.73	9.41	7.8	8.43	8.84	4.9
7	8.96	9.54	6.5	9.43	10.27	9.0	8.93	9.57	7.2
8	8.73	9.04	3.5	8.89	9.46	6.4	8.63	9.01	4.4
9	8.21	8.44	2.8	8.37	8.89	6.2	8.52	9.54	12.0
10	9.88	10.47	6.0	10.15	11.23	10.7	10.66	12.77	19.9
11	7.76	7.86	1.3	7.60	7.71	1.5	7.70	7.83	1.7
12	7.80	7.92	1.5	7.80	7.81	0.1	7.88	7.90	0.3

表 6.3-35 调水前后小蒜坝断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.127	0.127	0.0	0.126	0.126	0.0	0.118	0.118	0.0
2	0.095	0.095	0.0	0.094	0.094	0.0	0.087	0.087	0.0
3	0.072	0.072	0.0	0.066	0.066	0.0	0.049	0.049	0.0
4	0.048	0.055	15.1	0.052	0.062	19.6	0.053	0.060	12.2
5	0.075	0.092	22.1	0.080	0.105	30.9	0.082	0.093	14.1
6	0.065	0.078	20.5	0.072	0.087	21.2	0.068	0.079	15.9
7	0.049	0.051	4.1	0.051	0.053	4.0	0.049	0.051	4.2
8	0.054	0.064	20.1	0.060	0.081	33.6	0.054	0.070	29.2
9	0.062	0.068	10.0	0.069	0.084	22.6	0.070	0.098	39.6
10	0.076	0.085	11.8	0.082	0.099	20.9	0.088	0.120	36.4
11	0.053	0.058	8.5	0.053	0.059	11.4	0.056	0.065	15.6
12	0.084	0.088	4.4	0.086	0.086	0.1	0.097	0.099	2.4

表 6.3-36 调水前后小蒜坝断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.13	1.13	0.0	1.13	1.13	0.0	0.90	0.90	0.0
2	0.88	0.88	0.0	0.83	0.83	0.0	0.61	0.61	0.0
3	0.63	0.63	0.0	0.56	0.56	0.0	0.33	0.33	0.0
4	0.60	0.81	35.3	0.70	0.99	42.0	0.76	0.94	24.8
5	0.73	1.08	49.2	0.83	1.36	63.3	0.87	1.12	28.8
6	0.56	0.77	36.0	0.67	0.90	35.1	0.62	0.78	26.7
7	0.58	0.80	37.3	0.73	1.02	40.3	0.61	0.88	43.8
8	0.45	0.62	37.0	0.56	0.88	56.6	0.46	0.71	54.1
9	0.62	0.72	16.1	0.73	0.97	33.8	0.75	1.20	58.9
10	0.55	0.63	15.0	0.61	0.77	27.0	0.66	0.96	45.4
11	0.56	0.72	27.7	0.55	0.74	34.2	0.67	0.94	41.3
12	0.52	0.55	5.3	0.54	0.54	0.7	0.61	0.63	3.3

表 6.3-37 调水前后小蒜坝断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0
2	0.008	0.008	0.0	0.007	0.007	0.0	0.006	0.006	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.006	0.006	0.0	0.005	0.005	0.0	0.003	0.003	0.0
4	0.010	0.012	25.3	0.011	0.014	34.5	0.012	0.014	19.7
5	0.024	0.025	3.8	0.025	0.027	7.5	0.024	0.025	2.6
6	0.032	0.032	0.5	0.032	0.032	0.6	0.031	0.031	1.1
7	0.026	0.026	1.9	0.026	0.026	1.3	0.025	0.026	3.3
8	0.019	0.025	28.7	0.023	0.033	45.1	0.019	0.027	41.6
9	0.015	0.015	1.5	0.014	0.014	0.0	0.014	0.014	2.2
10	0.016	0.016	0.7	0.016	0.016	2.5	0.016	0.017	6.6
11	0.011	0.011	3.6	0.010	0.010	2.3	0.009	0.009	2.1
12	0.009	0.009	0.4	0.009	0.009	0.0	0.009	0.009	0.8

5) 杜坝村

杜坝村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-38~表 6.3-41, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 23.9%, NH₃-N 浓度最大升高 40%, TN 浓度最大升高 62.7%, TP 浓度最大升高 45.5%。

表 6.3-38 调水前后杜坝村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	7.68	7.68	0.0	7.58	7.58	0.0	8.34	8.34	0.0
2	7.20	7.20	0.0	7.26	7.26	0.0	8.00	8.00	0.0
3	8.17	8.17	0.0	7.89	7.89	0.0	7.20	7.20	0.0
4	7.76	8.06	3.8	8.05	8.52	5.9	8.07	8.35	3.6
5	10.24	11.97	16.9	10.84	13.43	23.9	10.93	12.11	10.8
6	8.44	9.03	7.0	8.81	9.53	8.1	8.50	8.95	5.3
7	9.02	9.64	6.9	9.52	10.40	9.2	9.01	9.70	7.7
8	8.79	9.12	3.8	8.97	9.58	6.8	8.69	9.11	4.9
9	8.27	8.52	3.0	8.46	9.01	6.6	8.60	9.67	12.4
10	10.04	10.67	6.2	10.33	11.48	11.1	10.86	13.06	20.3
11	7.76	7.87	1.4	7.62	7.73	1.4	7.72	7.85	1.7
12	7.80	7.93	1.7	7.81	7.83	0.2	7.90	7.92	0.3

表 6.3-39 调水前后杜坝村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.128	0.128	0.0	0.127	0.127	0.0	0.119	0.119	0.0
2	0.096	0.096	0.0	0.095	0.095	0.0	0.087	0.087	0.0
3	0.074	0.074	0.0	0.069	0.069	0.0	0.049	0.049	0.0
4	0.050	0.057	15.5	0.054	0.065	20.0	0.055	0.062	12.5
5	0.077	0.094	22.8	0.082	0.108	31.4	0.084	0.096	14.4
6	0.066	0.080	20.3	0.073	0.089	21.1	0.070	0.081	16.1
7	0.050	0.051	3.3	0.051	0.054	5.1	0.049	0.052	5.1
8	0.055	0.067	20.8	0.062	0.084	34.0	0.056	0.072	29.8
9	0.064	0.070	10.5	0.071	0.087	22.9	0.072	0.101	40.0
10	0.078	0.088	12.3	0.084	0.103	21.6	0.091	0.124	36.3
11	0.054	0.059	9.1	0.053	0.060	12.0	0.057	0.066	16.2
12	0.088	0.092	4.5	0.090	0.090	0.2	0.101	0.103	2.4

表 6.3-40 调水前后杜坝村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.15	1.15	0.0	1.16	1.16	0.0	0.91	0.91	0.0
2	0.90	0.90	0.0	0.86	0.86	0.0	0.62	0.62	0.0
3	0.66	0.66	0.0	0.59	0.59	0.0	0.34	0.34	0.0
4	0.64	0.86	35.0	0.74	1.05	41.5	0.81	1.01	24.6
5	0.76	1.14	49.5	0.87	1.42	62.7	0.91	1.18	28.7
6	0.58	0.80	36.6	0.69	0.93	35.1	0.64	0.81	27.1
7	0.61	0.84	37.8	0.76	1.06	40.0	0.64	0.92	44.2
8	0.48	0.66	37.0	0.59	0.92	55.8	0.49	0.75	53.9
9	0.64	0.75	16.5	0.76	1.02	33.8	0.79	1.24	58.5
10	0.57	0.66	15.3	0.63	0.80	27.2	0.69	1.00	45.1
11	0.59	0.75	28.0	0.58	0.78	34.5	0.70	0.98	41.0
12	0.55	0.58	5.4	0.57	0.57	0.7	0.64	0.66	3.3

表 6.3-41 调水前后杜坝村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.014	0.014	0.0	0.014	0.014	0.0	0.012	0.012	0.0
2	0.008	0.008	0.0	0.008	0.008	0.0	0.006	0.006	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
3	0.007	0.007	0.0	0.006	0.006	0.0	0.003	0.003	0.0
4	0.010	0.013	26.1	0.012	0.015	32.6	0.012	0.014	17.5
5	0.024	0.025	4.3	0.025	0.027	8.5	0.025	0.025	3.0
6	0.032	0.032	0.5	0.032	0.032	0.6	0.031	0.031	0.9
7	0.026	0.026	1.7	0.026	0.026	1.9	0.025	0.026	3.1
8	0.020	0.026	29.5	0.024	0.034	45.5	0.020	0.029	41.6
9	0.015	0.015	0.8	0.014	0.014	0.3	0.014	0.014	3.0
10	0.016	0.016	2.3	0.016	0.017	3.9	0.016	0.018	8.1
11	0.010	0.010	2.7	0.010	0.010	2.3	0.009	0.009	2.1
12	0.009	0.009	0.0	0.009	0.009	0.0	0.009	0.009	0.0

6) 云台村

云台村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-42~表 6.3-45, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 24%, NH₃-N 浓度最大升高 39.8%, TN 浓度最大升高 60.5%, TP 浓度最大升高 43.8%。

表 6.3-42 调水前后云台村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	7.44	7.44	0.0	7.33	7.33	0.0	8.16	8.16	0.0
2	6.97	6.97	0.0	7.02	7.02	0.0	7.84	7.84	0.0
3	8.24	8.24	0.0	7.92	7.92	0.0	7.17	7.17	0.0
4	7.82	8.13	3.9	8.14	8.63	6.0	8.14	8.43	3.5
5	10.50	12.31	17.3	11.15	13.83	24.0	11.23	12.44	10.8
6	8.52	9.14	7.3	8.92	9.67	8.4	8.57	9.06	5.6
7	9.12	9.77	7.2	9.66	10.56	9.4	9.09	9.80	7.8
8	8.86	9.22	4.0	9.05	9.68	6.9	8.74	9.18	5.0
9	8.37	8.63	3.2	8.55	9.13	6.7	8.72	9.81	12.5
10	10.29	10.97	6.6	10.59	11.78	11.2	11.17	13.42	20.1
11	7.70	7.81	1.4	7.60	7.67	0.9	7.70	7.82	1.5
12	7.72	7.87	2.0	7.73	7.74	0.2	7.80	7.86	0.7

表 6.3-43 调水前后云台村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.130	0.130	0.0	0.129	0.129	0.0	0.120	0.120	0.0
2	0.100	0.100	0.0	0.098	0.098	0.0	0.089	0.089	0.0
3	0.081	0.081	0.0	0.075	0.075	0.0	0.054	0.054	0.0
4	0.053	0.062	16.3	0.058	0.070	21.2	0.060	0.067	12.7
5	0.080	0.099	23.8	0.086	0.113	31.6	0.088	0.101	14.8
6	0.069	0.084	22.3	0.076	0.093	21.7	0.073	0.085	16.9
7	0.050	0.053	4.9	0.052	0.055	5.3	0.051	0.054	6.2
8	0.059	0.071	21.6	0.067	0.089	33.8	0.060	0.078	30.5
9	0.067	0.074	11.3	0.075	0.092	23.4	0.076	0.107	39.8
10	0.083	0.093	12.1	0.090	0.109	21.7	0.096	0.131	36.0
11	0.056	0.062	9.9	0.056	0.064	14.0	0.060	0.070	17.1
12	0.095	0.099	4.5	0.097	0.098	0.3	0.109	0.112	2.4

表 6.3-44 调水前后云台村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.20	1.20	0.0	1.21	1.21	0.0	0.94	0.94	0.0
2	0.95	0.95	0.0	0.90	0.90	0.0	0.63	0.63	0.0
3	0.73	0.73	0.0	0.65	0.65	0.0	0.37	0.37	0.0
4	0.72	0.95	33.3	0.83	1.15	39.1	0.90	1.10	23.0
5	0.82	1.22	48.7	0.95	1.52	60.5	0.99	1.26	27.8
6	0.62	0.85	37.2	0.73	0.99	34.7	0.68	0.86	27.3
7	0.65	0.89	38.0	0.81	1.12	38.9	0.68	0.97	43.6
8	0.53	0.72	36.5	0.65	1.00	53.5	0.54	0.82	52.7
9	0.69	0.81	16.8	0.81	1.08	33.2	0.84	1.32	56.2
10	0.61	0.71	15.5	0.67	0.86	27.1	0.73	1.05	43.8
11	0.63	0.81	27.7	0.62	0.83	34.1	0.75	1.05	39.4
12	0.59	0.62	5.5	0.61	0.62	1.0	0.70	0.72	3.6

表 6.3-45 调水前后云台村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.014	0.014	0.0	0.014	0.014	0.0	0.012	0.012	0.0
2	0.009	0.009	0.0	0.008	0.008	0.0	0.007	0.007	0.0

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.008	0.008	0.0	0.007	0.007	0.0	0.004	0.004	0.0
4	0.011	0.014	24.9	0.013	0.017	33.3	0.013	0.016	20.1
5	0.024	0.026	5.0	0.025	0.028	9.2	0.025	0.026	3.1
6	0.032	0.032	0.6	0.031	0.031	0.5	0.030	0.031	2.7
7	0.026	0.026	1.1	0.025	0.025	1.3	0.025	0.026	3.0
8	0.022	0.028	29.3	0.026	0.037	43.8	0.022	0.031	41.7
9	0.015	0.015	1.0	0.014	0.014	1.4	0.014	0.014	2.7
10	0.016	0.017	3.9	0.016	0.017	5.0	0.017	0.018	9.5
11	0.010	0.010	2.3	0.010	0.010	1.2	0.009	0.009	3.0
12	0.009	0.009	0.8	0.009	0.009	0.0	0.010	0.010	0.0

7) 两河口桥

两河口桥断面调水前后水质变化情况见表 6.3-46~表 6.3-49, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 14.9%, NH₃-N 浓度最大升高 35.3%, TN 浓度最大升高 42.5%, TP 浓度最大升高 31.4%。

表 6.3-46 调水前后两河口桥断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	7.02	7.02	0.0	6.86	6.86	0.0	7.69	7.69	0.0
2	6.60	6.60	0.0	6.59	6.59	0.0	7.38	7.38	0.0
3	8.18	8.18	0.0	7.81	7.81	0.0	7.13	7.13	0.0
4	7.79	8.02	2.9	8.08	8.40	4.1	8.07	8.28	2.5
5	10.48	11.75	12.1	10.99	12.63	14.9	11.18	12.07	8.0
6	8.62	9.16	6.3	9.00	9.58	6.5	8.66	9.09	5.0
7	8.95	9.36	4.6	9.45	10.03	6.2	8.96	9.43	5.3
8	8.68	8.89	2.5	8.79	9.13	3.8	8.49	8.69	2.3
9	8.43	8.66	2.8	8.57	9.03	5.3	8.77	9.58	9.2
10	10.29	10.84	5.4	10.50	11.37	8.3	11.04	12.59	14.0
11	6.80	6.90	1.5	6.30	6.52	3.4	6.60	6.86	4.0
12	7.10	7.20	1.4	6.90	6.93	0.4	7.13	7.17	0.5

表 6.3-47 调水前后两河口桥断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.133	0.133	0.0	0.134	0.134	0.0	0.125	0.125	0.0
2	0.107	0.107	0.0	0.108	0.108	0.0	0.098	0.098	0.0
3	0.135	0.135	0.0	0.153	0.153	0.0	0.117	0.117	0.0
4	0.128	0.156	21.8	0.141	0.176	24.6	0.135	0.155	15.2
5	0.105	0.131	25.2	0.115	0.148	28.7	0.109	0.125	14.8
6	0.090	0.114	26.5	0.101	0.124	22.4	0.093	0.111	19.3
7	0.062	0.070	12.7	0.065	0.073	12.8	0.061	0.069	14.0
8	0.072	0.087	20.7	0.081	0.104	28.3	0.075	0.095	27.3
9	0.085	0.096	12.4	0.093	0.115	22.6	0.096	0.130	35.3
10	0.100	0.112	12.3	0.108	0.129	19.9	0.114	0.148	29.9
11	0.067	0.076	12.8	0.070	0.082	17.3	0.071	0.085	19.2
12	0.106	0.111	4.1	0.109	0.109	0.2	0.121	0.123	2.2

表 6.3-48 调水前后两河口桥断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.33	1.33	0.0	1.38	1.38	0.0	1.10	1.10	0.0
2	1.12	1.12	0.0	1.13	1.13	0.0	0.85	0.85	0.0
3	1.08	1.08	0.0	1.14	1.14	0.0	0.77	0.77	0.0
4	1.20	1.51	25.9	1.34	1.73	28.8	1.36	1.60	17.8
5	1.09	1.52	39.0	1.25	1.78	42.5	1.22	1.49	22.9
6	0.85	1.15	36.1	0.99	1.29	29.9	0.90	1.13	25.8
7	0.86	1.17	35.1	1.04	1.37	32.2	0.86	1.20	39.7
8	0.76	1.00	31.5	0.91	1.29	41.2	0.81	1.15	42.0
9	0.89	1.04	16.1	1.02	1.31	28.6	1.06	1.53	44.6
10	0.81	0.94	15.3	0.89	1.11	24.5	0.96	1.30	36.2
11	0.96	1.21	26.7	1.02	1.35	31.9	1.08	1.46	34.5
12	0.89	0.94	5.5	0.98	0.99	0.9	1.01	1.05	3.5

表 6.3-49 调水前后两河口桥断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.016	0.016	0.0	0.017	0.017	0.0	0.014	0.014	0.0
2	0.011	0.011	0.0	0.012	0.012	0.0	0.010	0.010	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.008	0.008	0.0	0.007	0.007	0.0	0.004	0.004	0.0
4	0.011	0.013	19.8	0.012	0.015	22.0	0.013	0.015	13.5
5	0.023	0.023	0.2	0.023	0.024	1.4	0.023	0.023	1.1
6	0.028	0.028	0.8	0.027	0.027	1.3	0.026	0.027	3.8
7	0.024	0.024	0.9	0.023	0.023	1.6	0.023	0.024	4.0
8	0.022	0.028	23.3	0.026	0.034	31.4	0.023	0.029	29.6
9	0.014	0.014	1.9	0.014	0.014	2.2	0.012	0.013	6.7
10	0.016	0.016	2.4	0.016	0.016	3.5	0.016	0.017	2.7
11	0.015	0.016	7.1	0.017	0.018	10.4	0.015	0.016	8.4
12	0.014	0.014	0.0	0.015	0.015	0.0	0.014	0.014	0.0

8) 拱坝河口

拱坝河口断面调水前后水质变化情况见表 6.3-50~表 6.3-53, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 7.5%, NH₃-N 浓度最大升高 22.1%, TN 浓度最大升高 32.3%, TP 浓度最大升高 19.7%。

表 6.3-50 调水前后拱坝河口断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.61	6.61	0.0	5.90	5.90	0.0	6.83	6.83	0.0
2	6.10	6.10	0.0	5.63	5.63	0.0	6.48	6.48	0.0
3	7.48	7.48	0.0	6.64	6.64	0.0	6.45	6.45	0.0
4	7.20	7.24	0.6	7.22	7.27	0.6	7.47	7.53	0.8
5	9.34	9.79	4.9	10.01	10.76	7.5	9.71	10.01	3.0
6	7.77	7.84	0.9	8.14	8.32	2.2	7.76	7.83	1.0
7	8.81	9.09	3.2	9.87	10.47	6.0	8.91	9.24	3.8
8	8.00	8.03	0.3	8.11	8.13	0.2	7.80	7.86	0.8
9	8.07	8.20	1.6	7.46	7.46	0.1	8.56	9.05	5.7
10	9.29	9.55	2.8	9.11	9.38	2.9	9.73	10.32	6.0
11	6.12	6.22	1.7	5.70	5.89	3.3	6.12	6.31	3.1
12	6.80	6.99	2.8	6.22	6.25	0.4	7.30	7.34	0.6

表 6.3-51 调水前后拱坝河口断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.114	0.114	0.0	0.113	0.113	0.0	0.112	0.112	0.0
2	0.096	0.096	0.0	0.092	0.092	0.0	0.088	0.088	0.0
3	0.118	0.118	0.0	0.120	0.120	0.0	0.101	0.101	0.0
4	0.104	0.120	14.8	0.113	0.132	16.6	0.106	0.116	10.0
5	0.090	0.103	14.8	0.099	0.115	16.9	0.090	0.097	8.0
6	0.082	0.096	17.6	0.093	0.108	15.9	0.085	0.096	12.4
7	0.064	0.071	11.3	0.073	0.082	11.9	0.063	0.072	13.4
8	0.068	0.078	15.3	0.076	0.090	19.5	0.071	0.084	19.1
9	0.078	0.085	9.2	0.079	0.091	14.9	0.086	0.104	22.1
10	0.085	0.093	8.6	0.089	0.100	12.3	0.091	0.107	16.8
11	0.070	0.077	10.7	0.068	0.078	14.1	0.079	0.092	15.9
12	0.113	0.117	3.5	0.100	0.101	0.3	0.138	0.140	1.9

表 6.3-52 调水前后拱坝河口断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.38	1.38	0.0	1.38	1.38	0.0	1.14	1.14	0.0
2	1.20	1.20	0.0	1.18	1.18	0.0	0.93	0.93	0.0
3	1.29	1.29	0.0	1.38	1.38	0.0	0.98	0.98	0.0
4	1.42	1.70	19.5	1.53	1.86	21.4	1.58	1.78	13.1
5	1.09	1.40	28.5	1.23	1.60	30.1	1.18	1.37	16.3
6	0.87	1.11	28.4	0.99	1.22	22.6	0.91	1.09	19.6
7	0.95	1.23	28.4	1.15	1.44	25.1	0.96	1.26	31.4
8	0.86	1.07	24.9	0.99	1.30	31.2	0.91	1.20	32.1
9	0.97	1.10	13.8	1.04	1.28	22.3	1.14	1.51	32.3
10	0.88	0.99	12.8	0.94	1.12	19.2	1.01	1.28	26.0
11	1.10	1.33	21.2	1.10	1.38	25.9	1.26	1.58	25.5
12	0.97	1.02	4.8	1.06	1.07	1.2	1.07	1.10	3.2

表 6.3-53 调水前后拱坝河口断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.015	0.015	0.0	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0
2	0.011	0.011	0.0	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
3	0.009	0.009	0.0	0.009	0.009	0.0	0.006	0.006	0.0
4	0.011	0.013	15.4	0.012	0.014	17.2	0.012	0.013	9.8
5	0.021	0.021	1.9	0.020	0.020	0.4	0.021	0.021	0.9
6	0.026	0.026	0.7	0.025	0.025	0.2	0.024	0.025	4.2
7	0.022	0.022	0.0	0.023	0.023	1.4	0.021	0.022	4.4
8	0.019	0.022	16.5	0.022	0.026	19.7	0.019	0.023	19.3
9	0.013	0.013	3.8	0.012	0.012	5.6	0.010	0.011	6.9
10	0.014	0.014	0.0	0.014	0.014	1.1	0.014	0.014	2.9
11	0.017	0.018	6.7	0.016	0.017	9.0	0.021	0.024	14.7
12	0.012	0.012	1.5	0.013	0.013	0.3	0.012	0.012	0.3

9) 两水桥

两水桥断面调水前后水质变化情况见表 6.3-54~表 6.3-57, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 6.5%, NH₃-N 浓度最大升高 20.3%, TN 浓度最大升高 30.8%, TP 浓度最大升高 18.8%。

表 6.3-54 调水前后两水桥断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	6.45	6.45	0.0	5.68	5.68	0.0	6.65	6.65	0.0
2	5.95	5.95	0.0	5.44	5.44	0.0	6.30	6.30	0.0
3	7.31	7.31	0.0	6.40	6.40	0.0	6.32	6.32	0.0
4	7.03	7.04	0.1	7.00	7.00	0.0	7.29	7.32	0.4
5	9.06	9.38	3.5	9.81	10.45	6.5	9.40	9.61	2.2
6	7.50	7.54	0.6	7.97	8.08	1.4	7.57	7.59	0.3
7	8.63	8.82	2.2	9.76	10.29	5.5	8.75	8.99	2.8
8	7.70	7.79	1.2	7.80	7.88	1.1	7.60	7.65	0.7
9	7.90	7.99	1.1	7.00	7.07	1.1	8.38	8.75	4.5
10	9.07	9.28	2.3	8.81	8.98	1.9	9.50	9.97	5.0
11	6.00	6.07	1.2	5.60	5.75	2.7	6.02	6.19	2.8
12	6.70	6.86	2.3	6.07	6.09	0.3	7.20	7.22	0.3

表 6.3-55 调水前后两水桥断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.111	0.111	0.0	0.109	0.109	0.0	0.108	0.108	0.0
2	0.094	0.094	0.0	0.089	0.089	0.0	0.086	0.086	0.0
3	0.114	0.114	0.0	0.112	0.112	0.0	0.098	0.098	0.0
4	0.100	0.114	13.7	0.107	0.124	15.2	0.101	0.111	9.3
5	0.087	0.098	13.0	0.096	0.111	15.6	0.087	0.093	7.2
6	0.080	0.092	15.9	0.091	0.104	14.5	0.083	0.092	11.7
7	0.063	0.069	10.2	0.072	0.081	11.8	0.062	0.070	12.5
8	0.066	0.076	14.0	0.074	0.087	18.3	0.070	0.082	17.5
9	0.076	0.082	8.5	0.076	0.085	13.0	0.083	0.100	20.3
10	0.083	0.090	7.7	0.086	0.095	11.2	0.089	0.102	15.1
11	0.069	0.076	9.9	0.068	0.077	13.0	0.078	0.090	15.2
12	0.111	0.115	3.2	0.098	0.098	0.4	0.136	0.138	1.9

表 6.3-56 调水前后两水桥断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.38	1.38	0.0	1.39	1.39	0.0	1.15	1.15	0.0
2	1.21	1.21	0.0	1.20	1.20	0.0	0.95	0.95	0.0
3	1.33	1.33	0.0	1.44	1.44	0.0	1.03	1.03	0.0
4	1.45	1.72	18.5	1.57	1.89	20.0	1.61	1.80	12.4
5	1.08	1.38	26.8	1.22	1.57	28.8	1.17	1.35	15.4
6	0.87	1.11	27.0	0.99	1.21	21.6	0.91	1.08	18.7
7	0.96	1.22	27.1	1.15	1.43	24.3	0.96	1.25	30.1
8	0.87	1.08	23.9	0.99	1.29	29.8	0.91	1.19	30.8
9	0.97	1.10	13.4	1.05	1.27	20.8	1.15	1.50	30.7
10	0.89	1.00	12.4	0.95	1.13	18.3	1.02	1.27	24.8
11	1.12	1.34	20.2	1.12	1.39	24.6	1.27	1.58	24.3
12	0.99	1.03	4.7	1.08	1.09	1.2	1.08	1.11	3.2

表 6.3-57 调水前后两水桥断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.015	0.015	0.0	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0
2	0.011	0.011	0.0	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.009	0.009	0.0	0.009	0.009	0.0	0.006	0.006	0.0
4	0.011	0.013	12.7	0.012	0.014	17.1	0.012	0.013	9.8
5	0.021	0.021	2.1	0.020	0.020	3.1	0.021	0.021	1.1
6	0.026	0.026	0.9	0.025	0.025	0.8	0.025	0.025	2.9
7	0.021	0.021	2.1	0.022	0.022	1.0	0.021	0.021	3.6
8	0.019	0.022	15.8	0.021	0.025	18.8	0.019	0.022	17.1
9	0.012	0.012	2.9	0.011	0.011	1.4	0.010	0.010	6.4
10	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	2.8	0.014	0.014	2.8
11	0.017	0.018	9.0	0.015	0.016	7.5	0.021	0.024	13.4
12	0.012	0.012	0.0	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0

10) 钟楼滩村

钟楼滩村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-58~表 6.3-61, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 6.3%, NH₃-N 浓度最大升高 19.6%, TN 浓度最大升高 30.1%, TP 浓度最大升高 17.8%。

表 6.3-58 调水前后钟楼滩村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.64	6.64	0.0	5.80	5.80	0.0	6.76	6.76	0.0
2	6.14	6.14	0.0	5.58	5.58	0.0	6.44	6.44	0.0
3	7.47	7.47	0.0	6.52	6.52	0.0	6.47	6.47	0.0
4	7.14	7.18	0.5	7.09	7.10	0.2	7.42	7.47	0.7
5	9.09	9.42	3.6	9.81	10.43	6.3	9.44	9.65	2.3
6	7.57	7.58	0.2	7.97	8.09	1.4	7.62	7.66	0.5
7	8.76	9.01	2.8	9.95	10.53	5.9	8.91	9.24	3.7
8	7.80	7.86	0.7	7.95	7.97	0.3	7.70	7.76	0.8
9	7.98	8.09	1.3	7.09	7.15	0.9	8.51	8.94	5.0
10	9.08	9.29	2.3	8.84	9.02	2.0	9.48	9.93	4.8
11	6.00	6.15	2.5	5.70	5.87	3.0	6.10	6.28	3.0
12	7.00	7.03	0.5	6.20	6.22	0.3	7.40	7.46	0.8

表 6.3-59 调水前后钟楼滩村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.111	0.111	0.0	0.109	0.109	0.0	0.108	0.108	0.0
2	0.095	0.095	0.0	0.089	0.089	0.0	0.086	0.086	0.0
3	0.115	0.115	0.0	0.113	0.113	0.0	0.098	0.098	0.0
4	0.099	0.113	13.4	0.107	0.123	14.9	0.100	0.109	9.1
5	0.086	0.097	12.5	0.095	0.109	15.0	0.086	0.092	6.9
6	0.080	0.092	15.9	0.091	0.104	14.5	0.083	0.093	11.3
7	0.064	0.071	10.4	0.074	0.083	11.7	0.064	0.072	12.6
8	0.067	0.076	13.9	0.074	0.087	17.7	0.070	0.082	17.8
9	0.076	0.082	8.5	0.076	0.085	13.0	0.083	0.099	19.6
10	0.082	0.088	7.4	0.085	0.094	10.6	0.087	0.099	14.2
11	0.070	0.077	10.0	0.068	0.078	13.3	0.080	0.093	15.3
12	0.114	0.118	3.2	0.098	0.099	0.4	0.140	0.143	1.8

表 6.3-60 调水前后钟楼滩村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.38	1.38	0.0	1.38	1.38	0.0	1.14	1.14	0.0
2	1.21	1.21	0.0	1.19	1.19	0.0	0.94	0.94	0.0
3	1.33	1.33	0.0	1.44	1.44	0.0	1.02	1.02	0.0
4	1.46	1.73	18.2	1.57	1.89	19.8	1.62	1.81	12.1
5	1.08	1.37	26.3	1.22	1.56	27.8	1.17	1.35	15.1
6	0.87	1.10	26.6	0.99	1.20	21.1	0.91	1.08	18.3
7	0.97	1.23	26.8	1.17	1.45	23.6	0.98	1.26	29.6
8	0.88	1.09	23.5	1.00	1.29	29.1	0.93	1.20	30.1
9	0.98	1.11	13.2	1.05	1.27	20.8	1.16	1.51	29.9
10	0.89	1.00	12.2	0.95	1.12	18.1	1.02	1.27	24.0
11	1.13	1.35	19.9	1.12	1.39	24.4	1.29	1.60	23.7
12	0.98	1.03	4.7	1.08	1.09	1.3	1.08	1.11	3.2

表 6.3-61 调水前后钟楼滩村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.015	0.015	0.0	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0
2	0.011	0.011	0.0	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
3	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0	0.006	0.006	0.0
4	0.011	0.013	15.0	0.012	0.014	15.0	0.012	0.013	9.8
5	0.020	0.020	1.5	0.019	0.019	1.6	0.020	0.020	1.5
6	0.025	0.025	0.0	0.025	0.025	0.9	0.025	0.025	2.2
7	0.021	0.021	2.3	0.022	0.022	1.7	0.021	0.021	3.6
8	0.019	0.021	14.6	0.021	0.025	17.8	0.019	0.022	15.9
9	0.012	0.012	0.0	0.011	0.011	1.7	0.010	0.010	0.8
10	0.014	0.014	1.8	0.013	0.013	2.8	0.014	0.014	3.1
11	0.017	0.019	9.4	0.016	0.017	7.6	0.022	0.025	14.0
12	0.012	0.012	1.3	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.1

11) 东江

东江断面调水前后水质变化情况见表 6.3-62~表 6.3-65, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 6.3%, NH₃-N 浓度最大升高 19.6%, TN 浓度最大升高 30.1%, TP 浓度最大升高 18.1%。

表 6.3-62 调水前后东江断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
1	6.71	6.71	0.0	5.88	5.88	0.0	6.84	6.84	0.0
2	6.22	6.22	0.0	5.67	5.67	0.0	6.53	6.53	0.0
3	7.54	7.54	0.0	6.60	6.60	0.0	6.57	6.57	0.0
4	7.19	7.24	0.7	7.12	7.15	0.3	7.47	7.53	0.8
5	9.11	9.45	3.7	9.83	10.45	6.3	9.47	9.69	2.3
6	7.61	7.61	0.1	7.98	8.11	1.5	7.65	7.70	0.7
7	8.78	9.03	2.8	9.96	10.54	5.9	8.94	9.28	3.8
8	7.80	7.88	1.0	8.00	8.01	0.1	7.70	7.81	1.4
9	8.00	8.10	1.3	7.17	7.20	0.4	8.53	8.97	5.1
10	9.09	9.30	2.3	8.87	9.06	2.1	9.50	9.96	4.8
11	6.10	6.20	1.6	5.80	5.94	2.5	6.12	6.34	3.5
12	7.00	7.09	1.3	6.27	6.29	0.4	7.48	7.52	0.5

表 6.3-63 调水前后东江断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.111	0.111	0.0	0.109	0.109	0.0	0.109	0.109	0.0
2	0.095	0.095	0.0	0.090	0.090	0.0	0.086	0.086	0.0
3	0.115	0.115	0.0	0.113	0.113	0.0	0.098	0.098	0.0
4	0.099	0.113	13.5	0.107	0.123	14.9	0.100	0.109	9.1
5	0.086	0.097	12.6	0.095	0.109	14.9	0.086	0.092	6.8
6	0.080	0.092	15.9	0.091	0.104	14.5	0.083	0.093	11.4
7	0.064	0.071	10.5	0.074	0.083	11.7	0.064	0.072	12.7
8	0.067	0.076	13.9	0.074	0.088	17.6	0.070	0.082	17.5
9	0.076	0.082	8.5	0.076	0.086	13.1	0.083	0.099	19.6
10	0.082	0.088	7.4	0.085	0.094	10.7	0.087	0.099	14.2
11	0.070	0.078	10.3	0.069	0.078	13.5	0.080	0.093	15.4
12	0.114	0.118	3.3	0.099	0.099	0.4	0.140	0.143	1.8

表 6.3-64 调水前后东江断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.38	1.38	0.0	1.38	1.38	0.0	1.14	1.14	0.0
2	1.21	1.21	0.0	1.19	1.19	0.0	0.94	0.94	0.0
3	1.33	1.33	0.0	1.43	1.43	0.0	1.02	1.02	0.0
4	1.46	1.73	18.2	1.57	1.88	19.7	1.62	1.81	12.1
5	1.08	1.37	26.3	1.22	1.56	27.7	1.17	1.35	15.1
6	0.87	1.10	26.6	0.99	1.20	21.1	0.91	1.08	18.3
7	0.97	1.23	26.7	1.17	1.44	23.6	0.97	1.26	29.5
8	0.88	1.08	23.5	1.00	1.29	29.1	0.92	1.20	30.1
9	0.98	1.11	13.3	1.05	1.26	20.8	1.16	1.50	29.9
10	0.89	1.00	12.2	0.95	1.12	18.1	1.02	1.27	24.1
11	1.13	1.35	19.9	1.12	1.39	24.4	1.29	1.60	23.7
12	0.98	1.03	4.7	1.07	1.09	1.3	1.08	1.11	3.2

表 6.3-65 调水前后东江断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.015	0.015	0.0	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0
2	0.011	0.011	0.0	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
3	0.010	0.010	0.0	0.009	0.009	0.0	0.006	0.006	0.0
4	0.011	0.013	12.3	0.012	0.014	17.5	0.012	0.013	9.8
5	0.020	0.020	1.5	0.019	0.019	3.7	0.020	0.020	1.5
6	0.026	0.026	1.2	0.024	0.025	7.9	0.025	0.025	2.4
7	0.021	0.021	2.3	0.021	0.022	6.8	0.021	0.021	3.7
8	0.019	0.021	14.7	0.021	0.025	18.1	0.019	0.022	16.1
9	0.012	0.012	0.3	0.010	0.011	6.1	0.010	0.010	1.2
10	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	2.7	0.014	0.014	2.9
11	0.018	0.019	7.0	0.016	0.017	7.8	0.022	0.025	14.2
12	0.012	0.012	1.3	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0

12) 武都区东江污水处理厂排口

武都区东江污水处理厂排口断面调水前后水质变化情况见表 6.3-66~表 6.3-69, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95% 来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 6.2%, NH₃-N 浓度最大升高 19.8%, TN 浓度最大升高 29.9%, TP 浓度最大升高 17.8%。

表 6.3-66 调水前后武都区东江污水处理厂排口断面 COD 浓度变化

单位: mg/L

月 份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.69	6.69	0.0	5.87	5.87	0.0	6.82	6.82	0.0
2	6.21	6.21	0.0	5.67	5.67	0.0	6.52	6.52	0.0
3	7.51	7.51	0.0	6.58	6.58	0.0	6.56	6.56	0.0
4	7.16	7.20	0.6	7.10	7.12	0.2	7.43	7.49	0.7
5	9.09	9.41	3.5	9.80	10.41	6.2	9.43	9.64	2.2
6	7.59	7.60	0.1	7.97	8.10	1.6	7.64	7.70	0.8
7	8.76	9.00	2.8	9.94	10.52	5.9	8.91	9.24	3.7
8	7.70	7.87	2.1	7.98	7.99	0.1	7.70	7.79	1.2
9	7.98	8.09	1.3	7.16	7.18	0.3	8.51	8.94	5.0
10	9.07	9.28	2.3	8.84	9.02	2.0	9.47	9.92	4.7
11	6.10	6.20	1.6	5.83	5.97	2.4	6.13	6.35	3.6
12	7.00	7.07	1.0	6.27	6.28	0.2	7.45	7.50	0.6

表 6.3-67 调水前后武都区东江污水处理厂排口断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化

单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.113	0.113	0.0	0.111	0.111	0.0	0.111	0.111	0.0
2	0.097	0.097	0.0	0.092	0.092	0.0	0.089	0.089	0.0
3	0.117	0.117	0.0	0.115	0.115	0.0	0.101	0.101	0.0
4	0.101	0.114	13.5	0.108	0.124	14.9	0.101	0.110	8.9
5	0.087	0.098	12.6	0.096	0.110	14.9	0.087	0.093	7.0
6	0.081	0.093	15.9	0.092	0.104	13.9	0.084	0.094	11.7
7	0.065	0.072	10.6	0.074	0.084	12.4	0.065	0.074	13.1
8	0.068	0.077	14.0	0.075	0.088	17.6	0.071	0.083	17.5
9	0.076	0.083	8.5	0.077	0.087	13.1	0.084	0.100	19.8
10	0.083	0.089	7.5	0.086	0.095	10.8	0.087	0.100	14.1
11	0.071	0.079	10.7	0.070	0.080	14.0	0.082	0.094	15.5
12	0.116	0.119	3.2	0.100	0.100	0.5	0.141	0.144	1.8

表 6.3-68 调水前后武都区东江污水处理厂排口断面 TN 浓度变化

单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.37	1.37	0.0	1.37	1.37	0.0	1.14	1.14	0.0
2	1.21	1.21	0.0	1.19	1.19	0.0	0.94	0.94	0.0
3	1.33	1.33	0.0	1.43	1.43	0.0	1.02	1.02	0.0
4	1.45	1.71	17.9	1.56	1.87	19.4	1.60	1.79	11.9
5	1.08	1.36	26.1	1.22	1.55	27.6	1.17	1.34	14.9
6	0.87	1.10	26.6	0.99	1.20	21.1	0.91	1.08	18.2
7	0.97	1.23	26.6	1.17	1.44	23.5	0.97	1.26	29.2
8	0.88	1.08	23.4	1.00	1.29	28.9	0.92	1.20	29.9
9	0.98	1.11	13.2	1.04	1.26	20.6	1.16	1.50	29.6
10	0.89	1.00	12.2	0.95	1.12	18.0	1.02	1.26	24.0
11	1.12	1.34	19.7	1.11	1.38	24.1	1.29	1.59	23.5
12	0.98	1.03	4.8	1.07	1.09	1.6	1.07	1.11	3.4

表 6.3-69 调水前后武都区东江污水处理厂排口断面 TP 浓度变化

单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.017	0.017	0.0	0.016	0.016	0.0	0.015	0.015	0.0
2	0.013	0.013	0.0	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0
3	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.009	0.009	0.0
4	0.013	0.014	13.6	0.014	0.016	13.1	0.014	0.015	8.8
5	0.021	0.021	1.2	0.020	0.020	2.5	0.021	0.021	0.3
6	0.026	0.026	0.0	0.024	0.025	7.4	0.025	0.026	4.0
7	0.022	0.022	1.0	0.022	0.023	5.5	0.022	0.023	3.5
8	0.019	0.022	14.9	0.022	0.026	17.8	0.020	0.023	17.3
9	0.013	0.013	4.3	0.013	0.013	1.5	0.011	0.011	1.0
10	0.015	0.015	0.0	0.015	0.015	0.0	0.015	0.015	0.2
11	0.018	0.020	10.5	0.017	0.019	8.3	0.023	0.026	14.1
12	0.013	0.014	1.7	0.015	0.015	0.0	0.013	0.013	0.0

13) 固水子村

固水子村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-70~表 6.3-73, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 6.2%, NH₃-N 浓度最大升高 19.8%, TN 浓度最大升高 29.9%, TP 浓度最大升高 18.5%。

表 6.3-70 调水前后固水子村断面 COD 浓度变化

单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.69	6.69	0.0	5.88	5.88	0.0	6.83	6.83	0.0
2	6.22	6.22	0.0	5.68	5.68	0.0	6.53	6.53	0.0
3	7.51	7.51	0.0	6.58	6.58	0.0	6.57	6.57	0.0
4	7.16	7.21	0.6	7.10	7.12	0.3	7.43	7.49	0.7
5	9.09	9.41	3.5	9.80	10.41	6.2	9.43	9.63	2.2
6	7.59	7.60	0.1	7.97	8.10	1.6	7.64	7.70	0.8
7	8.76	9.00	2.8	9.93	10.51	5.9	8.91	9.24	3.7
8	7.80	7.86	0.8	7.98	7.99	0.1	7.70	7.79	1.2
9	7.98	8.09	1.3	7.16	7.18	0.3	8.51	8.94	5.0
10	9.07	9.28	2.3	8.84	9.01	2.0	9.47	9.91	4.7

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
11	6.10	6.20	1.7	5.83	5.98	2.6	6.13	6.36	3.7
12	7.00	7.07	1.1	6.27	6.29	0.3	7.45	7.50	0.6

表 6.3-71 调水前后固水子村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.114	0.114	0.0	0.112	0.112	0.0	0.112	0.112	0.0
2	0.098	0.098	0.0	0.093	0.093	0.0	0.090	0.090	0.0
3	0.118	0.118	0.0	0.116	0.116	0.0	0.102	0.102	0.0
4	0.101	0.115	13.6	0.108	0.124	15.0	0.102	0.111	8.9
5	0.087	0.098	12.8	0.096	0.110	15.0	0.088	0.094	7.0
6	0.081	0.094	16.2	0.092	0.105	14.4	0.085	0.095	11.5
7	0.065	0.072	10.5	0.075	0.084	11.7	0.066	0.074	13.7
8	0.068	0.077	14.1	0.075	0.089	18.0	0.071	0.084	17.7
9	0.076	0.083	8.5	0.077	0.087	13.5	0.084	0.100	19.8
10	0.083	0.089	7.9	0.086	0.096	10.8	0.088	0.100	14.5
11	0.072	0.079	10.4	0.071	0.081	14.2	0.082	0.095	15.6
12	0.116	0.120	3.3	0.101	0.101	0.6	0.142	0.144	1.9

表 6.3-72 调水前后固水子村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.37	1.37	0.0	1.37	1.37	0.0	1.14	1.14	0.0
2	1.21	1.21	0.0	1.19	1.19	0.0	0.95	0.95	0.0
3	1.33	1.33	0.0	1.43	1.43	0.0	1.02	1.02	0.0
4	1.45	1.71	17.8	1.56	1.87	19.4	1.60	1.79	11.8
5	1.08	1.36	26.1	1.22	1.55	27.6	1.17	1.34	14.9
6	0.87	1.10	26.6	0.99	1.20	21.1	0.91	1.08	18.2
7	0.97	1.23	26.6	1.17	1.44	23.5	0.97	1.26	29.2
8	0.88	1.08	23.4	1.00	1.29	28.9	0.92	1.20	29.9
9	0.98	1.11	13.2	1.04	1.26	20.6	1.16	1.50	29.6
10	0.89	1.00	12.2	0.95	1.12	18.0	1.02	1.26	23.9
11	1.12	1.34	19.7	1.11	1.38	24.1	1.29	1.59	23.5
12	0.98	1.03	4.8	1.07	1.09	1.6	1.07	1.11	3.4

表 6.3-73 调水前后固水子村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.018	0.018	0.0	0.017	0.017	0.0	0.015	0.015	0.0
2	0.014	0.014	0.0	0.014	0.014	0.0	0.012	0.012	0.0
3	0.013	0.013	0.0	0.013	0.013	0.0	0.010	0.010	0.0
4	0.013	0.015	13.4	0.014	0.016	15.2	0.014	0.015	9.6
5	0.022	0.022	0.2	0.020	0.020	1.1	0.022	0.022	0.9
6	0.027	0.027	1.0	0.025	0.026	2.8	0.025	0.026	4.0
7	0.022	0.022	2.2	0.023	0.023	1.0	0.023	0.023	1.0
8	0.019	0.022	15.2	0.022	0.026	18.5	0.020	0.023	17.2
9	0.013	0.013	4.3	0.013	0.013	2.0	0.011	0.012	5.2
10	0.015	0.015	1.8	0.015	0.015	2.7	0.015	0.015	0.6
11	0.019	0.020	8.6	0.018	0.020	10.0	0.023	0.027	16.4
12	0.014	0.014	1.6	0.015	0.015	0.5	0.014	0.014	0.3

14) 外纳村

外纳村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-74~表 6.3-77, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。多年平均来水条件下, 水质变化最大的月份基本为 5~7 月; P=75%来水条件下, 水质变化最大的月份基本为 6~8 月; P=95%来水条件下, 水质变化最大的月份基本为 7~10 月。总体而言, P=95%来水条件下水质变化幅度最大, 其中 COD 浓度最大升高 5.7%, NH₃-N 浓度最大升高 19.3%, TN 浓度最大升高 29.4%, TP 浓度最大升高 17%。

表 6.3-74 调水前后外纳村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.46	6.46	0.0	5.70	5.70	0.0	6.64	6.64	0.0
2	6.03	6.03	0.0	5.49	5.49	0.0	6.30	6.30	0.0
3	7.22	7.22	0.0	6.33	6.33	0.0	6.36	6.36	0.0
4	6.98	6.99	0.1	6.90	6.92	0.3	7.21	7.23	0.3
5	8.97	9.22	2.8	9.71	10.26	5.7	9.25	9.40	1.6
6	7.51	7.51	0.0	7.90	8.02	1.6	7.54	7.59	0.7
7	8.68	8.89	2.4	9.85	10.41	5.6	8.78	9.04	3.0
8	7.70	7.77	0.9	7.80	7.86	0.8	7.50	7.64	1.9
9	7.91	8.00	1.2	7.00	7.04	0.6	8.42	8.80	4.5

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
10	8.97	9.16	2.1	8.66	8.78	1.4	9.35	9.74	4.2
11	6.00	6.13	2.1	5.80	5.95	2.6	6.10	6.32	3.5
12	6.80	6.90	1.4	6.00	6.08	1.4	7.25	7.30	0.7

表 6.3-75 调水前后外纳村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.113	0.113	0.0	0.110	0.110	0.0	0.110	0.110	0.0
2	0.096	0.096	0.0	0.092	0.092	0.0	0.089	0.089	0.0
3	0.114	0.114	0.0	0.112	0.112	0.0	0.099	0.099	0.0
4	0.099	0.112	12.5	0.107	0.122	14.3	0.099	0.107	8.1
5	0.086	0.097	12.1	0.095	0.109	14.6	0.086	0.092	6.7
6	0.080	0.092	15.7	0.091	0.104	14.3	0.084	0.093	11.2
7	0.064	0.072	11.6	0.074	0.083	11.8	0.065	0.074	13.5
8	0.067	0.076	13.7	0.074	0.087	17.1	0.070	0.082	16.5
9	0.076	0.082	8.5	0.076	0.086	13.0	0.083	0.099	19.3
10	0.082	0.088	7.2	0.085	0.094	10.5	0.087	0.099	14.1
11	0.071	0.079	10.7	0.070	0.080	14.3	0.081	0.094	15.9
12	0.113	0.116	3.2	0.097	0.098	1.0	0.137	0.140	2.1

表 6.3-76 调水前后外纳村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.33	1.33	0.0	1.33	1.33	0.0	1.11	1.11	0.0
2	1.17	1.17	0.0	1.16	1.16	0.0	0.92	0.92	0.0
3	1.29	1.29	0.0	1.38	1.38	0.0	0.99	0.99	0.0
4	1.42	1.66	16.7	1.53	1.81	18.5	1.55	1.72	11.0
5	1.07	1.34	25.5	1.21	1.53	27.1	1.15	1.31	14.6
6	0.86	1.09	26.4	0.98	1.18	21.1	0.90	1.06	18.1
7	0.96	1.21	26.2	1.16	1.43	23.1	0.96	1.23	28.2
8	0.87	1.07	23.1	0.99	1.27	28.4	0.91	1.18	29.4
9	0.97	1.10	13.1	1.03	1.23	20.2	1.14	1.47	28.9
10	0.88	0.99	12.0	0.94	1.10	17.7	1.01	1.25	23.6
11	1.10	1.31	19.0	1.09	1.34	22.8	1.27	1.56	22.9
12	0.96	1.01	5.3	1.04	1.07	2.7	1.05	1.09	4.2

表 6.3-77 调水前后外纳村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.018	0.018	0.0	0.016	0.016	0.0	0.015	0.015	0.0
2	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0
3	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.010	0.010	0.0
4	0.013	0.014	13.0	0.014	0.015	12.0	0.013	0.015	10.9
5	0.021	0.021	0.9	0.020	0.020	2.4	0.021	0.021	0.3
6	0.026	0.026	0.5	0.024	0.025	4.2	0.025	0.026	3.5
7	0.022	0.022	1.0	0.023	0.023	0.8	0.023	0.023	0.9
8	0.019	0.022	14.7	0.022	0.026	17.0	0.019	0.023	16.8
9	0.013	0.013	4.3	0.013	0.013	0.9	0.011	0.011	3.1
10	0.015	0.015	0.3	0.015	0.015	0.5	0.015	0.015	0.5
11	0.019	0.020	8.4	0.017	0.019	10.0	0.023	0.027	14.2
12	0.014	0.014	1.4	0.015	0.015	0.3	0.014	0.014	0.3

15) 河口村

河口村断面调水前后水质变化情况见表 6.3-78~表 6.3-81, 调水前后各月水质保持在地表水 II 类标准。总体而言, P=75%和 P=95%来水条件下水质变化幅度较大, 其中 COD 浓度最大升高 5.5%, NH₃-N 浓度最大升高 19.2%, TN 浓度最大升高 29.3%, TP 浓度最大升高 16.5%。

表 6.3-78 调水前后河口村断面 COD 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	6.41	6.41	0.0	5.66	5.66	0.0	6.60	6.60	0.0
2	5.99	5.99	0.0	5.45	5.45	0.0	6.26	6.26	0.0
3	7.16	7.16	0.0	6.29	6.29	0.0	6.32	6.32	0.0
4	6.94	6.94	0.1	6.86	6.87	0.1	7.15	7.16	0.2
5	8.92	9.16	2.7	9.67	10.20	5.5	9.19	9.33	1.5
6	7.48	7.48	0.0	7.86	7.99	1.6	7.51	7.57	0.8
7	8.64	8.85	2.4	9.81	10.36	5.5	8.73	8.99	2.9
8	7.66	7.74	1.0	7.80	7.82	0.3	7.50	7.60	1.4
9	7.88	7.97	1.2	7.00	7.01	0.1	8.38	8.75	4.4
10	8.93	9.11	2.0	8.61	8.72	1.3	9.30	9.67	4.0
11	5.98	6.11	2.2	5.80	5.95	2.6	6.10	6.31	3.4
12	6.75	6.86	1.6	5.97	6.04	1.2	7.25	7.25	0.1

表 6.3-79 调水前后河口村断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.112	0.112	0.0	0.110	0.110	0.0	0.110	0.110	0.0
2	0.096	0.096	0.0	0.091	0.091	0.0	0.088	0.088	0.0
3	0.113	0.113	0.0	0.111	0.111	0.0	0.098	0.098	0.0
4	0.099	0.111	12.2	0.106	0.121	14.0	0.098	0.106	7.9
5	0.086	0.096	12.0	0.095	0.108	14.4	0.086	0.092	6.7
6	0.080	0.092	16.0	0.091	0.103	14.0	0.083	0.093	11.4
7	0.064	0.071	10.8	0.074	0.083	11.9	0.065	0.074	13.6
8	0.067	0.076	13.7	0.074	0.087	16.8	0.070	0.082	16.7
9	0.075	0.082	8.4	0.076	0.085	13.0	0.083	0.099	19.2
10	0.082	0.088	7.9	0.085	0.093	10.2	0.086	0.098	14.1
11	0.071	0.078	10.3	0.070	0.080	14.5	0.081	0.094	16.2
12	0.112	0.116	3.2	0.096	0.097	1.0	0.136	0.139	2.2

表 6.3-80 调水前后河口村断面 TN 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	1.32	1.32	0.0	1.33	1.33	0.0	1.11	1.11	0.0
2	1.17	1.17	0.0	1.15	1.15	0.0	0.92	0.92	0.0
3	1.28	1.28	0.0	1.37	1.37	0.0	0.99	0.99	0.0
4	1.41	1.64	16.5	1.52	1.80	18.3	1.54	1.70	10.8
5	1.06	1.33	25.4	1.20	1.52	27.0	1.14	1.31	14.5
6	0.86	1.08	26.4	0.97	1.18	21.1	0.90	1.06	18.1
7	0.96	1.21	26.0	1.15	1.42	23.0	0.96	1.22	28.0
8	0.87	1.07	23.1	0.98	1.26	28.3	0.90	1.17	29.3
9	0.96	1.09	13.1	1.02	1.23	20.2	1.14	1.46	28.7
10	0.88	0.98	12.0	0.93	1.10	17.7	1.00	1.24	23.6
11	1.10	1.31	18.9	1.08	1.33	22.6	1.26	1.55	22.8
12	0.95	1.00	5.4	1.03	1.06	2.9	1.04	1.09	4.5

表 6.3-81 调水前后河口村断面 TP 浓度变化 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)	调水前	调水后	变化率 (%)
1	0.017	0.017	0.0	0.016	0.016	0.0	0.015	0.015	0.0
2	0.014	0.014	0.0	0.013	0.013	0.0	0.012	0.012	0.0

月份	多年平均			75%			95%		
	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)	调水前	调水后	变化率(%)
3	0.012	0.012	0.0	0.012	0.012	0.0	0.010	0.010	0.0
4	0.013	0.014	12.4	0.014	0.015	12.4	0.013	0.015	10.1
5	0.021	0.021	0.7	0.020	0.020	2.2	0.021	0.021	0.2
6	0.026	0.026	0.0	0.024	0.025	4.2	0.025	0.026	3.2
7	0.022	0.022	0.8	0.022	0.023	4.7	0.023	0.023	1.3
8	0.019	0.022	14.4	0.022	0.025	16.5	0.019	0.022	16.5
9	0.013	0.013	4.3	0.013	0.013	1.2	0.011	0.011	3.1
10	0.015	0.015	0.3	0.015	0.015	0.0	0.015	0.015	0.5
11	0.018	0.020	10.5	0.017	0.019	8.0	0.023	0.026	14.1
12	0.013	0.014	1.9	0.015	0.015	0.5	0.014	0.014	0.5

(3) 情景3 规划2040年水源下游区水质达标情况

1) 代古寺坝下

规划2040年代古寺坝下断面水质如表 6.3-82 所示,规划2040年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下代古寺坝下断面各月主要污染物指标均满足地表水Ⅱ类标准。

表 6.3-82 规划2040年代古寺坝下断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	9.51	0.12	0.011	9.49	0.12	0.011	9.46	0.12	0.010
2	8.88	0.09	0.005	8.88	0.09	0.005	8.89	0.09	0.005
3	7.25	0.04	0.001	7.25	0.04	0.001	7.24	0.04	0.001
4	7.12	0.03	0.003	7.12	0.03	0.003	7.12	0.03	0.003
5	8.12	0.06	0.024	8.16	0.06	0.024	8.13	0.06	0.024
6	7.80	0.05	0.035	7.81	0.05	0.035	7.80	0.05	0.035
7	8.26	0.05	0.029	8.28	0.05	0.029	8.27	0.05	0.029
8	8.16	0.03	0.008	8.17	0.03	0.008	8.16	0.03	0.008
9	7.53	0.04	0.017	7.55	0.04	0.017	7.56	0.04	0.017
10	8.01	0.05	0.015	8.03	0.05	0.015	8.07	0.05	0.015
11	8.36	0.04	0.012	8.36	0.04	0.012	8.36	0.04	0.012
12	8.26	0.04	0.008	8.26	0.04	0.008	8.26	0.04	0.008

2) 黑水沟口

规划 2040 年黑水沟口断面水质如表 6.3-83 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下黑水沟口断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-83 规划 2040 年黑水沟口断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	9.23	0.12	0.012	9.19	0.12	0.012	9.34	0.12	0.010
2	8.64	0.09	0.006	8.67	0.09	0.006	8.84	0.09	0.005
3	7.55	0.04	0.002	7.49	0.04	0.002	7.30	0.04	0.001
4	7.52	0.04	0.006	7.65	0.04	0.006	7.63	0.04	0.006
5	9.25	0.07	0.025	9.82	0.07	0.025	9.34	0.07	0.025
6	8.21	0.06	0.035	8.38	0.06	0.034	8.23	0.06	0.034
7	8.69	0.05	0.028	8.98	0.05	0.028	8.80	0.05	0.028
8	8.45	0.04	0.013	8.69	0.05	0.016	8.54	0.04	0.014
9	7.80	0.05	0.017	8.06	0.06	0.016	8.33	0.06	0.016
10	8.69	0.06	0.015	9.09	0.06	0.016	9.72	0.07	0.016
11	8.36	0.05	0.012	8.35	0.05	0.011	8.36	0.05	0.011
12	8.28	0.05	0.008	8.28	0.05	0.008	8.30	0.06	0.008

3) 曲马村

规划 2040 年曲马村断面水质如表 6.3-84 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下曲马村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-84 规划 2040 年曲马村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	9.15	0.12	0.012	9.11	0.12	0.012	9.31	0.12	0.010
2	8.57	0.09	0.006	8.62	0.09	0.006	8.82	0.09	0.005
3	7.64	0.05	0.003	7.55	0.04	0.002	7.32	0.04	0.001
4	7.63	0.04	0.006	7.79	0.04	0.007	7.76	0.04	0.007
5	9.54	0.07	0.025	10.23	0.08	0.026	9.65	0.07	0.025
6	8.31	0.06	0.034	8.53	0.06	0.034	8.35	0.06	0.034
7	8.80	0.05	0.028	9.15	0.05	0.028	8.94	0.05	0.028
8	8.53	0.04	0.014	8.82	0.05	0.018	8.63	0.05	0.015
9	7.88	0.05	0.017	8.20	0.06	0.016	8.51	0.07	0.016

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
10	8.88	0.06	0.016	9.37	0.07	0.016	10.13	0.08	0.016
11	8.35	0.05	0.011	8.35	0.05	0.011	8.36	0.05	0.011
12	8.29	0.06	0.008	8.29	0.06	0.008	8.31	0.06	0.008

4) 小蒜坝

规划 2040 年小蒜坝断面水质如表 6.3-85 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下小蒜坝断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-85 规划 2040 年小蒜坝断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	7.76	0.13	0.014	7.66	0.13	0.014	8.38	0.12	0.012
2	7.27	0.10	0.008	7.32	0.09	0.007	8.02	0.09	0.006
3	8.08	0.07	0.006	7.81	0.07	0.005	7.17	0.05	0.003
4	7.93	0.06	0.012	8.38	0.06	0.014	8.21	0.06	0.014
5	11.70	0.09	0.025	13.13	0.11	0.027	11.83	0.09	0.025
6	8.93	0.08	0.032	9.41	0.09	0.032	8.84	0.08	0.031
7	9.54	0.05	0.026	10.27	0.05	0.026	9.57	0.05	0.026
8	9.04	0.06	0.025	9.46	0.08	0.033	9.01	0.07	0.028
9	8.44	0.07	0.015	8.89	0.08	0.014	9.54	0.10	0.014
10	10.47	0.09	0.016	11.23	0.10	0.016	12.78	0.12	0.017
11	7.76	0.06	0.010	7.76	0.06	0.010	7.76	0.07	0.009
12	7.80	0.09	0.009	7.80	0.09	0.009	7.80	0.10	0.009

5) 杜坝村

规划 2040 年杜坝村断面水质如表 6.3-86 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下杜坝村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-86 规划 2040 年杜坝村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	7.68	0.13	0.014	7.59	0.13	0.014	8.34	0.12	0.012
2	7.20	0.10	0.008	7.26	0.09	0.008	8.00	0.09	0.006
3	8.18	0.07	0.007	7.89	0.07	0.006	7.20	0.05	0.003
4	8.06	0.06	0.013	8.53	0.06	0.015	8.36	0.06	0.015

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
5	11.97	0.09	0.025	13.43	0.11	0.027	12.11	0.10	0.025
6	9.03	0.08	0.032	9.53	0.09	0.032	8.95	0.08	0.031
7	9.64	0.05	0.026	10.40	0.05	0.026	9.70	0.05	0.026
8	9.12	0.07	0.026	9.58	0.08	0.034	9.11	0.07	0.029
9	8.52	0.07	0.015	9.01	0.09	0.014	9.67	0.10	0.014
10	10.67	0.09	0.016	11.49	0.10	0.017	13.06	0.12	0.018
11	7.76	0.06	0.010	7.76	0.06	0.010	7.76	0.07	0.009
12	7.80	0.09	0.009	7.80	0.09	0.009	7.80	0.10	0.009

6) 云台村

规划 2040 年云台村断面水质如表 6.3-87 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下云台村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-87 规划 2040 年云台村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	7.45	0.13	0.015	7.34	0.13	0.015	8.17	0.12	0.013
2	6.98	0.10	0.009	7.04	0.10	0.009	7.85	0.09	0.007
3	8.25	0.08	0.008	7.94	0.08	0.007	7.19	0.06	0.004
4	8.14	0.06	0.014	8.64	0.07	0.017	8.44	0.07	0.017
5	12.32	0.10	0.026	13.84	0.11	0.028	12.45	0.10	0.026
6	9.15	0.08	0.032	9.68	0.09	0.032	9.06	0.09	0.031
7	9.78	0.05	0.026	10.57	0.06	0.026	9.81	0.05	0.026
8	9.22	0.07	0.028	9.69	0.09	0.037	9.19	0.08	0.031
9	8.63	0.07	0.015	9.14	0.09	0.014	9.82	0.11	0.014
10	10.97	0.09	0.017	11.78	0.11	0.017	13.43	0.13	0.018
11	7.70	0.06	0.010	7.70	0.06	0.010	7.70	0.07	0.009
12	7.72	0.10	0.010	7.72	0.10	0.010	7.72	0.11	0.010

7) 两河口桥

规划 2040 年两河口桥断面水质如表 6.3-88 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下两河口桥断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-88 规划 2040 年两河口桥断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	7.03	0.13	0.016	6.87	0.14	0.017	7.70	0.13	0.015
2	6.62	0.11	0.011	6.60	0.11	0.012	7.39	0.10	0.010
3	8.19	0.14	0.009	7.83	0.15	0.008	7.14	0.12	0.005
4	8.03	0.16	0.014	8.41	0.18	0.015	8.29	0.16	0.015
5	11.76	0.13	0.023	12.63	0.15	0.024	12.08	0.13	0.024
6	9.17	0.11	0.028	9.59	0.12	0.027	9.09	0.11	0.028
7	9.37	0.07	0.024	10.03	0.07	0.024	9.44	0.07	0.024
8	8.90	0.09	0.028	9.13	0.11	0.034	8.70	0.10	0.030
9	8.67	0.10	0.014	9.03	0.12	0.014	9.58	0.13	0.013
10	10.84	0.11	0.016	11.38	0.13	0.016	12.60	0.15	0.017
11	6.80	0.08	0.016	6.80	0.08	0.018	6.80	0.09	0.017
12	7.10	0.11	0.014	7.10	0.11	0.015	7.10	0.12	0.015

8) 拱坝河口

规划 2040 年拱坝河口断面水质如表 6.3-89 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下拱坝河口断面各月主要污染物指标均满足地表水Ⅱ类标准。

表 6.3-89 规划 2040 年拱坝河口断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.62	0.12	0.016	5.90	0.11	0.015	6.84	0.11	0.013
2	6.11	0.10	0.011	5.64	0.09	0.011	6.49	0.09	0.009
3	7.49	0.12	0.010	6.65	0.12	0.009	6.47	0.10	0.006
4	7.25	0.12	0.013	7.28	0.13	0.015	7.54	0.12	0.013
5	9.80	0.10	0.021	10.77	0.12	0.020	10.01	0.10	0.021
6	7.84	0.10	0.026	8.32	0.11	0.025	7.84	0.10	0.025
7	9.09	0.07	0.022	10.47	0.08	0.023	9.25	0.07	0.022
8	8.00	0.08	0.023	8.00	0.09	0.026	8.00	0.08	0.023
9	8.20	0.09	0.013	7.47	0.09	0.012	9.05	0.10	0.011
10	9.56	0.09	0.015	9.39	0.10	0.014	10.32	0.11	0.015
11	6.12	0.08	0.019	6.12	0.08	0.017	6.12	0.09	0.024
12	6.80	0.12	0.012	6.80	0.10	0.013	6.80	0.14	0.012

9) 两水桥

规划 2040 年两水桥断面水质如表 6.3-90 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下两水桥断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-90 规划 2040 年两水桥断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.46	0.11	0.015	5.69	0.11	0.014	6.66	0.11	0.013
2	5.96	0.10	0.011	5.45	0.09	0.010	6.31	0.09	0.009
3	7.32	0.11	0.010	6.41	0.11	0.010	6.33	0.10	0.006
4	7.05	0.11	0.013	7.00	0.12	0.015	7.33	0.11	0.013
5	9.39	0.10	0.021	10.45	0.11	0.020	9.61	0.09	0.021
6	7.50	0.09	0.026	7.50	0.10	0.025	7.50	0.09	0.025
7	8.82	0.07	0.021	10.29	0.08	0.022	9.00	0.07	0.021
8	7.70	0.08	0.022	7.70	0.09	0.025	7.70	0.08	0.022
9	7.99	0.08	0.012	7.08	0.09	0.011	8.76	0.10	0.010
10	9.29	0.09	0.014	8.98	0.10	0.013	9.97	0.10	0.014
11	6.00	0.08	0.018	6.00	0.08	0.017	6.00	0.09	0.024
12	6.70	0.12	0.012	6.70	0.10	0.013	6.70	0.14	0.012

10) 钟楼滩村

规划 2040 年钟楼滩村断面水质如表 6.3-91 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下钟楼滩村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-91 规划 2040 年钟楼滩村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.65	0.11	0.015	5.81	0.11	0.014	6.77	0.11	0.013
2	6.15	0.10	0.011	5.59	0.09	0.011	6.45	0.09	0.009
3	7.48	0.12	0.010	6.53	0.11	0.010	6.48	0.10	0.007
4	7.19	0.11	0.013	7.11	0.12	0.015	7.48	0.11	0.013
5	9.42	0.10	0.020	10.44	0.11	0.019	9.66	0.09	0.020
6	7.57	0.09	0.026	7.57	0.10	0.025	7.57	0.09	0.025
7	9.01	0.07	0.022	10.53	0.08	0.022	9.24	0.07	0.022
8	7.80	0.08	0.021	7.80	0.09	0.025	7.80	0.08	0.022
9	8.09	0.08	0.012	7.16	0.09	0.011	8.94	0.10	0.010

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
10	9.29	0.09	0.014	9.03	0.09	0.014	9.94	0.10	0.014
11	6.00	0.08	0.019	6.00	0.08	0.017	6.00	0.09	0.025
12	7.00	0.12	0.012	7.00	0.10	0.013	7.00	0.14	0.012

11) 东江

规划 2040 年东江断面水质如表 6.3-92 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下东江断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-92 规划 2040 年东江断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.72	0.11	0.016	5.89	0.11	0.014	6.84	0.11	0.013
2	6.23	0.10	0.011	5.68	0.09	0.011	6.54	0.09	0.009
3	7.55	0.12	0.010	6.61	0.11	0.010	6.58	0.10	0.007
4	7.24	0.11	0.013	7.15	0.12	0.015	7.54	0.11	0.013
5	9.45	0.10	0.020	10.45	0.11	0.019	9.69	0.09	0.020
6	7.62	0.09	0.026	8.11	0.10	0.025	7.71	0.09	0.025
7	9.03	0.07	0.022	10.55	0.08	0.022	9.28	0.07	0.022
8	7.80	0.08	0.021	7.80	0.09	0.025	7.80	0.08	0.022
9	8.10	0.08	0.012	7.20	0.09	0.011	8.97	0.10	0.010
10	9.30	0.09	0.014	9.07	0.09	0.014	9.96	0.10	0.014
11	6.10	0.08	0.019	6.10	0.08	0.017	6.10	0.09	0.025
12	7.00	0.12	0.012	7.00	0.10	0.013	7.00	0.14	0.012

12) 武都区汉王罗寨污水处理厂排口

规划 2040 年武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面水质如表 6.3-93 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-93 规划 2040 年武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面水质

单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.72	0.12	0.019	5.90	0.11	0.017	6.85	0.11	0.016
2	6.25	0.10	0.015	5.70	0.10	0.014	6.55	0.09	0.013
3	7.54	0.12	0.013	6.61	0.12	0.013	6.60	0.10	0.011

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
4	7.23	0.12	0.016	7.14	0.13	0.017	7.51	0.11	0.016
5	9.42	0.10	0.022	10.43	0.11	0.021	9.66	0.09	0.022
6	7.62	0.09	0.027	8.11	0.11	0.026	7.72	0.10	0.027
7	9.01	0.07	0.023	10.53	0.08	0.023	9.26	0.08	0.024
8	7.70	0.08	0.023	7.70	0.09	0.027	7.70	0.09	0.024
9	8.10	0.08	0.013	7.20	0.09	0.014	8.95	0.10	0.012
10	9.29	0.09	0.015	9.04	0.10	0.016	9.93	0.10	0.016
11	6.10	0.08	0.021	6.10	0.08	0.020	6.10	0.10	0.027
12	7.00	0.12	0.015	7.00	0.10	0.016	7.00	0.15	0.015

13) 固水子村

规划 2040 年固水子村断面水质如表 6.3-94 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下固水子村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-94 规划 2040 年固水子村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.73	0.12	0.020	5.91	0.11	0.018	6.86	0.11	0.017
2	6.26	0.10	0.016	5.72	0.10	0.016	6.57	0.09	0.014
3	7.55	0.12	0.015	6.62	0.12	0.014	6.62	0.11	0.012
4	7.24	0.12	0.016	7.14	0.13	0.017	7.52	0.11	0.017
5	9.42	0.10	0.022	10.42	0.11	0.021	9.66	0.10	0.023
6	7.62	0.09	0.027	8.11	0.11	0.026	7.72	0.10	0.028
7	9.01	0.07	0.023	10.53	0.08	0.024	9.26	0.08	0.024
8	7.80	0.08	0.023	7.80	0.09	0.027	7.80	0.09	0.024
9	8.10	0.08	0.013	7.21	0.09	0.014	8.95	0.10	0.012
10	9.29	0.09	0.016	9.04	0.10	0.016	9.93	0.10	0.016
11	6.10	0.08	0.021	6.10	0.08	0.021	6.10	0.10	0.028
12	7.00	0.12	0.015	7.00	0.10	0.017	7.00	0.15	0.015

14) 外纳村

规划 2040 年外纳村断面水质如表 6.3-95 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75%和 P=95%典型年来水条件下外纳村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-95 规划 2040 年外纳村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.49	0.12	0.019	5.73	0.11	0.018	6.67	0.11	0.017
2	6.07	0.10	0.016	5.53	0.09	0.015	6.34	0.09	0.014
3	7.26	0.12	0.014	6.37	0.11	0.014	6.40	0.10	0.012
4	7.02	0.11	0.016	6.94	0.12	0.017	7.26	0.11	0.016
5	9.24	0.10	0.022	10.27	0.11	0.021	9.42	0.09	0.022
6	7.53	0.09	0.027	8.03	0.10	0.026	7.62	0.09	0.027
7	8.90	0.07	0.023	10.42	0.08	0.024	9.07	0.08	0.024
8	7.70	0.08	0.023	7.70	0.09	0.026	7.70	0.08	0.024
9	8.02	0.08	0.013	7.07	0.09	0.014	8.81	0.10	0.012
10	9.17	0.09	0.015	8.81	0.10	0.016	9.75	0.10	0.016
11	6.00	0.08	0.021	6.00	0.08	0.021	6.00	0.10	0.028
12	6.80	0.12	0.015	6.80	0.10	0.017	6.80	0.14	0.015

15) 河口村

规划 2040 年河口村断面水质如表 6.3-96 所示, 规划 2040 年多年平均、P=75% 和 P=95% 典型年来水条件下河口村断面各月主要污染物指标均满足地表水 II 类标准。

表 6.3-96 规划 2040 年河口村断面水质 单位: mg/L

月份	多年平均			75%			95%		
	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷	COD	氨氮	总磷
1	6.44	0.12	0.019	5.69	0.11	0.018	6.63	0.11	0.017
2	6.03	0.10	0.016	5.49	0.09	0.015	6.30	0.09	0.014
3	7.20	0.12	0.014	6.32	0.11	0.014	6.36	0.10	0.012
4	6.97	0.11	0.016	6.89	0.12	0.016	7.19	0.11	0.016
5	9.18	0.10	0.022	10.21	0.11	0.020	9.35	0.09	0.022
6	7.50	0.09	0.027	8.00	0.10	0.026	7.59	0.09	0.027
7	8.86	0.07	0.023	10.37	0.08	0.023	9.01	0.08	0.024
8	7.66	0.08	0.022	7.66	0.09	0.026	7.66	0.08	0.024
9	7.98	0.08	0.013	7.03	0.09	0.015	8.77	0.10	0.012
10	9.12	0.09	0.015	8.74	0.10	0.016	9.69	0.10	0.016
11	5.98	0.08	0.021	5.98	0.08	0.020	5.98	0.10	0.028
12	6.75	0.12	0.015	6.75	0.10	0.017	6.75	0.14	0.015

3、苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段

碧口、宝珠寺两座电站库区的长度占白龙江干流苗家坝水电站坝址~白龙江入嘉陵江口段总长的 71.21%，本江段水环境影响分析的重点是工程调水对碧口、宝珠寺库区水质的影响。

(1) 对碧口水电站库区水质的影响

碧口水电站库区回水与上游苗家坝电站尾水衔接，库区河段总长约 31km，白龙江最大的支流白水江在碧口水电站库区汇入白龙江干流，汇口位于碧口水电站坝址上游约 11.42km。碧口水电站库区山高、谷深、坡陡，无乡镇驻地及工业企业，仅有少量村民居住。基于新建代古寺枢纽坝址~苗家坝江段水环境预测成果，选择流量和水质变化幅度均较大的 7 月，预测调水前后白水江汇口下游和碧口水电站坝址断面水质变化。

① 预测模型

假设支流入汇断面的污染物浓度在横向和垂向均完全混合，采用一维模型进行水质沿程衰减预测。

② 模型参数

COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 降解系数的选取参考《全国地表水环境容量核定技术指南》（中国环境规划院，2003.09）和《白龙江流域水环境污染综合治理研究》（付永志，2016.11）等相关研究成果，分别取 0.12 d^{-1} 和 0.10 d^{-1} 。初始断面入流流量和污染物浓度采用调水前后苗家坝水电站库区河口村断面模拟成果，见表 6.3-97。支流白水江入汇的流量采用相应典型年白水江尚德水文站 7 月月均流量数据，多年平均、75%、95%典型年分别为 $169.02\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $106.69\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $76.24\text{ m}^3/\text{s}$ ；入汇水质依据白水江文县保留区水质管理目标确定，即 II 类水质标准限值 COD 15 mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 0.5 mg/L 。

表 6.3-97 碧口库区水质影响预测初始断面参数取值

代表年	COD (mg/L)		$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)		流量 (m^3/s)	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
多年平均	8.64	8.85	0.064	0.071	238.4	179.3
75%	9.81	10.36	0.074	0.083	217.1	158.9
95%	8.73	8.99	0.065	0.074	132.3	94.2

③ 预测结果

调水对碧口水电站库区水质影响的预测结果见表 6.3-98 和表 6.3-99。

表 6.3-98 调水前后碧口库区江段 COD 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
白水江汇口下游	11.21	11.77	11.43	12.14	10.89	11.54
碧口坝前	11.12	11.68	11.34	12.04	10.81	11.45

表 6.3-99 调水前后碧口库区江段 NH₃-N 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
白水江汇口下游	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26
碧口坝前	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26

从预测结果可以看出,白龙江引水工程调水后,碧口水电站库区白水江汇口下游、碧口坝前 2 个断面 COD 和 NH₃-N 浓度在各典型年均略有升高,但水质类别仍维持在 II 类。

(2) 对碧口~麒麟寺江段水质的影响

白龙江干流碧口水电站坝址~麒麟寺水电站坝址段全长 12.84km,江段内分布有碧口壹号井水源地(乡镇级傍河型水源地)和碧口镇污水处理厂,区间无大支流入汇。该江段水质受碧口水电站下泄流量过程和碧口镇污水排放的共同影响。采用一维河道水质模型,预测调水前后江段水质变化情况。

① 预测断面

碧口~麒麟寺江段水质预测断面见表 6.3-100。

表 6.3-100 碧口~麒麟寺江段水质水质预测代表断面

序号	断面名称	距碧口坝址距离 (km)
1	碧口壹号井水源地	1.50
2	碧口污水处理厂下游 500m	7.15
3	麒麟寺水电站坝前	12.84

② 模型参数

COD 和 NH₃-N 降解系数的选取参考《全国地表水环境容量核定技术指南》(中国环境规划院,2003.09)和《白龙江流域水环境污染综合治理研究》(付永志,2016.11)等相关研究成果,分别取 0.15d⁻¹ 和 0.12d⁻¹。初始断面入流流量采

用工程设计单位提供的调水前后相应典型年 7 月碧口水电站的出库流量, 污染物浓度采用对碧口水电站坝址断面的水质预测成果, 见表 6.3-101。

表 6.3-101 碧口~麒麟寺江段初始断面参数取值

代表年	COD (mg/L)		NH ₃ -N (mg/L)		流量 (m ³ /s)	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
多年平均	11.12	11.68	0.24	0.28	407.04	347.76
75%	11.34	12.04	0.21	0.25	289.94	265.02
95%	10.81	11.45	0.22	0.26	211.80	169.87

污染源主要考虑碧口镇污水处理厂尾水。碧口镇污水处理厂处理规模为 5000m³/d (即 0.058m³/s), 执行一级 A 排放标准, COD、NH₃-N 排放浓度分别为 50mg/L 和 8mg/L。

③ 预测结果

调水对碧口~麒麟寺江段水质影响的预测结果见表 6.3-102 和表 6.3-103。

表 6.3-102 调水前后碧口~麒麟寺江段 COD 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
碧口壹号井水源地	11.10	11.66	11.32	12.01	10.79	11.43
碧口污水处理厂下游 500m	11.02	11.57	11.24	11.93	10.71	11.35
麒麟寺水电站坝前	10.93	11.48	11.15	11.84	10.63	11.26

表 6.3-103 调水前后碧口~麒麟寺江段 NH₃-N 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
碧口壹号井水源地	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26
碧口污水处理厂下游 500m	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26
麒麟寺水电站坝前	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26

从预测结果可以看出, 白龙江引水工程调水后, 白龙江干流碧口~麒麟寺江段各断面 COD 和 NH₃-N 浓度在不同典型年均略有升高, 但仍满足 II 类水质标准限值要求。

(3) 对宝珠寺水电站库区水质的影响

宝珠寺水电站位于麒麟寺水电站下游, 麒麟寺水电站~宝珠寺电站坝址之间 62.55km 的白龙江干流江段为宝珠寺水电站库区, 大团鱼河于麒麟寺水电站坝下

10.26km 处汇入白龙江。库区内有集中式地表水饮用水源保护区 1 个，即广元市白龙水厂水源地保护区；地表水国控断面 1 个，即甘~川省界断面姚渡；省控监测断面 2 个，分别为甘肃省控断面罐子沟（甘肃省出境断面）和四川省控断面白龙湖坝前；入河排污口 4 个，分别为广元市青川县姚渡镇集镇污水处理工程入河排污口、广元市青川县沙州镇污水处理站、广元市广元市利州区金洞乡白龙湖社区污水处理厂综合入河排污口和利州区金洞乡新场镇污水处理厂综合入河排污口。基于碧口~麒麟寺江段水质预测成果，选择水质变化幅度最大的 7 月，采用一维模型预测宝珠寺水电站库区水质变化。

① 预测断面

基于宝珠寺水电站库区江段内水源保护区、国省控断面及入河排污口分布情况，确定该江段水质预测断面见表 6.3-104。

表 6.3-104 宝珠寺水电站库区江段水质水质预测代表断面

序号	断面名称	距麒麟寺水电站坝址距离 (km)
1	罐子沟	9.829
2	姚渡	10.775
3	姚渡镇污水处理厂排口下游 500m	12.286
4	沙州镇污水处理站排口下游 500m	35.226
5	金洞乡白龙湖社区、新场镇农村污水处理站排口下游 500m	46.374
6	白龙湖水厂水源地保护区上边界	60.052
7	白龙湖坝前	62.552

② 模型参数

COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 降解系数的选取参考《全国地表水环境容量核定技术指南》（中国环境规划院，2003.09）和《白龙江流域水环境污染综合治理研究》（付永志，2016.11）等相关研究成果，分别取 0.12d^{-1} 和 0.10d^{-1} 。考虑到碧口水电站坝址~麒麟寺水电站坝址区间长度较短，无大支流入汇，麒麟寺水电站又仅有日调节能力，宝珠寺库区江段水环境模拟的初始断面入流流量仍采用工程设计单位提供的调水前后相应典型年 7 月碧口水电站的出库流量，污染物浓度采用对麒麟寺水电站坝址断面的水质预测成果，见表 6.3-105。

表 6.3-105 宝珠寺水电站库区江段初始断面参数取值

代表年	COD (mg/L)		NH ₃ -N (mg/L)		流量 (m ³ /s)	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
多年平均	10.93	11.48	0.24	0.28	407.04	347.76
75%	11.15	11.84	0.21	0.25	289.94	265.02
95%	10.63	11.26	0.22	0.26	211.80	169.87

基于陇南、广元两市 2018 年环境统计数据，以及长江经济带入河排污口核查成果，确定宝珠寺水电站库区江段水质影响预测的污染源输入条件见表 6.3-106。

表 6.3-106 宝珠寺水电站库区江段水质影响预测污染源输入条件

序号	污染源名称	废污水排放量 (m ³ /s)	污染物浓度 (mg/L)	
			COD	NH ₃ -N
1	姚渡镇污水处理工程	0.0023	50	8
2	沙州镇污水处理站	0.0032	50	8
3	金洞乡白龙湖社区农村污水处理站	0.0023	50	8
4	金洞乡新场镇农村污水处理站	0.0012	50	8

支流大团鱼河无水文站，其流量以临近的白水江尚德站为参证站，采用面积比法推求，多年平均、75%、95%典型年分别为 14.55m³/s、9.19 m³/s、6.56 m³/s。大团鱼河无常规水质监测断面，也没有划分水功能区，结合大团鱼河口附近白龙江干流的水质管理要求，大团鱼河入汇水质采用 II 类水质标准限值，即 COD 和 NH₃-N 分别为 15mg/L 和 0.5mg/L。

③ 预测结果

调水对碧口水电站库区水质影响的预测结果见表 6.3-107 和表 6.3-108。

表 6.3-107 调水前后宝珠寺库区江段 COD 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
罐子沟	10.86	11.40	11.07	11.76	10.56	11.18
姚渡	10.99	11.54	11.19	11.86	10.68	11.32
姚渡镇污水处理厂排口下游 500m	10.97	11.52	11.17	11.84	10.67	11.30
沙州镇污水处理站排口下游 500m	10.64	11.17	10.83	11.48	10.34	10.95
金洞乡白龙湖社区、新场镇农村污水处理站排口下游 500m	10.48	11.00	10.66	11.31	10.19	10.79
白龙湖水厂水源地保护区上边界	10.28	10.79	10.46	11.09	9.99	10.59
白龙湖坝前	10.24	10.75	10.42	11.05	9.95	10.54

表 6.3-108 调水前后宝珠寺库区江段 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
罐子沟	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26
姚渡	0.25	0.29	0.22	0.26	0.23	0.27
姚渡镇污水处理厂排口下游 500m	0.25	0.29	0.22	0.26	0.23	0.27
沙州镇污水处理站排口下游 500m	0.24	0.28	0.21	0.25	0.22	0.26
金洞乡白龙湖社区、新场镇农村 污水处理站排口下游 500m	0.24	0.27	0.21	0.24	0.22	0.25
白龙湖水厂水源地保护区上边界	0.23	0.27	0.20	0.24	0.21	0.25
白龙湖坝前	0.23	0.27	0.20	0.24	0.21	0.25

从预测结果可以看出, 白龙江引水工程调水后, 不同典型年来水条件下, 宝珠寺水电站库区各断面 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均略有升高, 但仍满足 II 类水质标准限值要求。

(4) 对宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段水质的影响

宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段全长 25.87km, 清江河 (下寺河) 于白龙江河口以上 6.58km 处汇入白龙江。江段内有三堆镇水源地、昭化场镇水源地 2 个傍河型乡镇级地下水饮用水源保护区; 地表水国控断面 1 个, 为白龙江入嘉陵江河口的苴国村; 入河排污口 1 个, 为广元市利州区三堆镇镇污水厂入河排污口。基于宝珠寺库区江段水质预测成果, 选择流量和水质变化幅度均较大的 7 月, 采用一维模型预测宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段水质变化。

1) 预测断面

基于宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段内水源保护区、国控断面及入河排污口分布情况, 确定该江段水质预测断面见表 6.3-109。

表 6.3-109 宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段水质预测代表断面

序号	断面名称	距宝珠寺水电站坝址距离 (km)
1	三堆镇水源地	1.23
2	三堆镇污水处理厂排口下游 500m	2.77
3	苴国村 (昭化场镇水源地)	24.58

2) 模型参数

COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 降解系数 K_1 的选取参考《全国地表水环境容量核定技术指南》(中国环境规划院, 2003.09) 和《白龙江流域水环境污染综合治理研究》(付

永志, 2016.11) 等相关研究成果, 分别取 $0.12d^{-1}$ 和 $0.10d^{-1}$ 。宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段水环境模拟的初始断面入流流量采用工程设计单位提供的调水前后相应典型年 7 月宝珠寺水电站的出库流量, 污染物浓度采用对宝珠寺水电站坝址断面的水质预测成果, 见表 6.3-110。

表 6.3-110 宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段初始断面参数取值

代表年	COD (mg/L)		NH ₃ -N (mg/L)		流量 (m ³ /s)	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
多年平均	10.24	10.75	0.23	0.27	485.99	413.50
75%	10.42	11.05	0.20	0.24	358.86	333.94
95%	9.95	10.54	0.21	0.25	145.66	143.30

基于陇南、广元两市 2018 年环境统计数据, 以及长江经济带入河排污口核查成果, 宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段污染源主要考虑三堆镇污水处理厂尾水。三堆镇污水处理厂处理规模为 $2000m^3/d$ (即 $0.023m^3/s$), 执行一级 A 排放标准, COD、NH₃-N 排放浓度分别为 50mg/L 和 8mg/L。

清江河上寺水文站位于广元市下寺乡下寺村, 地处清江河下游, 距清江河口 28.3km, 设立于 1956 年, 站址控制集水面积为 $2457km^2$, 是清江河唯一流量观测站。清江河入汇流量采用相应典型年上寺水文站 7 月月均流量数据, 多年平均、75%、95%典型年分别为 $58.40m^3/s$ 、 $36.86 m^3/s$ 、 $26.34 m^3/s$ 。清江河入汇水质依据下寺河青川广元保留区水质管理目标确定, 即 III 类水质标准限值 COD 20mg/L, NH₃-N 1.0mg/L。

3) 预测结果

调水对宝珠寺水电站坝下~白龙江河口江段水质影响的预测结果见表 6.3-111 和表 6.3-112。

表 6.3-111 调水前后宝珠寺水电站坝下~白龙江河口 COD 浓度变化情况

单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
三堆镇水源地	10.23	10.73	10.41	11.03	9.94	10.53
三堆镇污水处理厂排口下游 500m	10.21	10.72	10.39	11.02	9.93	10.52
苴国村 (昭化场镇水源地)	10.94	11.53	10.95	11.56	11.16	11.67

表 6.3-112 调水前后宝珠寺水电站坝下~白龙江河口 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况

单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
三堆镇水源地	0.23	0.27	0.20	0.24	0.21	0.25
三堆镇污水处理厂排口下游 500m	0.23	0.27	0.20	0.24	0.21	0.25
苴国村(昭化场镇水源地)	0.31	0.35	0.27	0.31	0.33	0.36

从预测结果可以看出,白龙江引水工程调水后,不同典型年来水条件下,宝珠寺水电站库区各断面 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均略有升高,但水质类别仍维持在 II 类。

6.3.1.3 小结

(1) 根据水质预测结果,建库后除花园村、达修寺、腊子口 5~6 月 TP 为 IV 类湖库标准,其余月份 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 浓度均可达到 III 类标准。TN 浓度在 0.02~0.83 mg/L 之间,可以满足 III 类水质标准。

(2) 建库后,取水口 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN 浓度均能达到 III 类标准。

(3) 代古寺水库建成后,库区各断面 TN 处于中度富营养状态;各断面 TP 处于中营养状态。叶绿素 a 浓度为 0.0099mg/L,处于中营养状态。代古寺建库后营养状态指数 EI 为 44,为中营养状态。根据库区水温预测结果,库区位于高原山区,水温较低,年内最高水温不超过 20℃。参考流域内其他已建水库的情况,水库发生整体富营养化的可能性相对较低,但流动性较差的库湾应加强富营养化监测。

(4) 调水后,代古寺坝下~苗家坝坝址河段 15 个典型断面 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 水质类别均维持地表水 II 类;苗家坝坝址~白龙江入嘉陵江河口段各断面 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度略有升高,但水质类别仍维持在 II 类。

6.3.2 水源及下游区水温影响预测

6.3.2.1 基础资料

(1) 径流

代古寺坝址集水面积 7864km²,多年平均径流量 21.65 亿 m³,平均流量 68.6m³/s,径流深 275mm。径流主要集中在 5~10 月,占全年的 75%,11~4 月占

全年的 25%。代古寺坝址多年平均各月径流量和流量频率成果见表 6.3-113、表 6.3-114。

表 6.3-113 代古寺坝址多年平均各月径流量

项目	月份												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
径流量 (亿 m ³)	0.773	0.634	0.711	1.01	1.98	2.48	3.08	2.74	3.10	2.71	1.44	0.984	21.65
流量 (m ³ /s)	28.9	26.0	26.5	38.9	74.1	95.7	115	102	120	101	55.5	36.7	68.59

表 6.3-114 代古寺坝址径流量频率计算成果 单位: 亿 m³

时段	统计参数			不同保证率设计值			
	均值	Cv	Cs/Cv	20%	50%	80%	90%
年径流	21.65	0.25	2.5	26.0	21.1	17.0	13.8
11~4 月	5.65	0.18	2.5	6.48	5.58	4.78	4.12

(2) 水库运行调度

代古寺水库正常蓄水位 1804m，死水位 1745m，总库容为 4.08 亿 m³，库容系数 0.24，为不完全年调节水库。代古寺水库各典型水文年的出入库流量及水位见表 6.3-115。

表 6.3-115 代古寺水库各典型年出入库流量和坝前水位

月份	平水年			丰水年			枯水年		
	入库流量 (m ³ /s)	出库流量 (m ³ /s)	库水位 (m)	入库流量 (m ³ /s)	出库流量 (m ³ /s)	库水位 (m)	入库流量 (m ³ /s)	出库流量 (m ³ /s)	库水位 (m)
6 月	22.5	22.5	1786.4	19.6	19.6	1777.1	27.0	27.0	1789.8
7 月	21.1	21.1	1776.9	18.7	18.7	1764.3	23.6	23.6	1780.7
8 月	21.9	21.9	1771.6	20.1	20.1	1756.3	24.2	24.2	1775.9
9 月	46.1	27.7	1764.8	32.5	23.1	1748.7	42.7	25.6	1769.0
10 月	103.8	43.4	1781.0	80.7	27.6	1765.1	86.3	32.3	1781.0
11 月	113.3	67.4	1788.0	100.2	27.8	1785.5	89.4	42.1	1788.0
12 月	101.0	43.2	1800.0	100.7	34.8	1800.0	107.3	49.0	1800.0
1 月	124.8	86.9	1804.0	133.2	91.4	1804.0	61.8	28.3	1802.0
2 月	104.2	80.5	1804.0	144.8	117.3	1804.0	53.8	28.3	1802.0
3 月	82.3	58.7	1804.0	145.5	119.0	1804.0	49.4	28.2	1800.6
4 月	50.8	27.1	1804.0	64.8	41.2	1804.0	41.4	21.8	1799.3
5 月	33.8	30.8	1797.3	36.1	30.8	1798.1	26.8	26.8	1790.7

(3) 水温资料

代古寺坝址上下游分别设有麻亚寺和武都水文站，有多年观测水温资料，两站相距约 183.1km。代古寺坝址位于麻亚寺水文站下游 35.2km 处。

本次研究收集到麻亚寺站（1975~1992 年，共 18 年）和武都站（1965~2018，共 54 年）多年平均水温资料。本次研究假设两站之间的水温呈线性变化，采用增温率法确定各梯级电站坝址处水温及支流水温。麻亚寺站实测年内水温变化范围为 0.4℃~14.1℃，武都站实测水温范围为 3.5℃~18.5℃，计算得到逐月沿程增温率范围为 1.70~2.55℃/100km。

通过建立代古寺坝址水温、宕昌气温的相关关系，将宕昌逐日气温换算到坝址处河道高程，计算得到代古寺坝址的天然水温过程。

表 6.3-116 代古寺入库、坝址等特征断面的天然水温过程(℃)

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
麻亚寺站水温	0.4	2.0	4.9	8.5	10.6	12.4	13.8	14.1	11.6	8.4	4.0	1.1	7.7
武都站水温	3.5	5.5	8.8	12.3	14.6	16.7	18.5	18.5	15.5	12.0	7.8	4.3	11.5
增温率(℃/100km)	1.70	1.92	2.11	2.07	2.20	2.35	2.55	2.40	2.13	2.01	2.07	1.78	2.11
代古寺入库水温	0.7	2.3	5.2	8.9	11.0	12.8	14.2	14.5	11.9	8.7	4.4	1.4	8.0
代古寺坝址水温	1.0	2.7	5.6	9.3	11.4	13.3	14.7	14.9	12.3	9.1	4.8	1.7	8.4
巴藏库尾水温	1.4	3.1	6.1	9.7	11.8	13.7	15.2	15.4	12.8	9.5	5.2	2.1	8.8

(4) 气象资料

选用流域内临近代古寺坝址的宕昌县气象要素作为水温预测的气象边界，见表 6.3-117。

表 6.3-117 宕昌县气象站(2010~2019)气象特征值表

月份	太阳辐射(W/m ²)	风速(m/s)	相对湿度(%)	云量(成)	气温(℃)
1	98.1	1.28	57.0	4.5	-1.5
2	114.8	1.44	58.0	6.5	1.6
3	140.7	1.65	61.0	7.5	6.8
4	178.4	1.95	61.0	7.5	11.8
5	193.4	1.70	65.0	7.5	14.4
6	193.0	1.58	69.0	7.5	17.9
7	197.5	1.39	70.0	7.5	20.3
8	190.7	1.46	72.0	6.5	20.4
9	138.7	1.31	75.0	7.5	15.7
10	116.2	1.33	74.0	7.5	10.7

月份	太阳辐射(W/m ²)	风速(m/s)	相对湿度(%)	云量(成)	气温(℃)
11	103.4	1.20	67.0	4.5	5.2
12	95.6	1.21	59.0	4.5	-0.4
年均	146.7	1.46	65.7	6.6	10.2

6.3.2.2 数学模型及验证

(1) 水库水温结构的经验判断

本次采用库水交换次数法、密度佛汝德数法对代古寺水库水温结构进行初步判断。

1) α - β 指数法

α - β 指数法计算公式为:

$$\alpha = \frac{w}{v}, \quad \beta = \frac{w_c}{v}$$

式中: w 为年均径流量, v 为水库总库容, w_c 为一次入库洪量, α 、 β 为指数, β 用于判断洪水对稳定分层型水库水温的影响。当 $\alpha \leq 10$ 时, 为水温稳定分层型; $\alpha \geq 20$ 时, 为混合型; $10 < \alpha < 20$ 时, 为过渡型。若 $\beta > 1$, 则水库水温为临时的混合型; 若 $\beta < 0.5$, 则水库仍为稳定分层; $0.5 < \beta < 1$, 则洪水的影响介于前二者之间。

2) 密度佛汝得数法

密度佛汝得数法表征水库平均流动速度的惯性力与保持密度稳定的重力之比, 反映了水库中驱使流动的因素和维持密度分层稳定因素的对比关系, 计算表达式为:

$$F_r = \frac{u}{\left(\frac{\Delta \rho}{\rho_0} g d \right)^{1/2}}$$

式中: $u = \frac{Q}{bd}$, d 为水库的平均深度; b 为水库的平均宽度; Q 为通过水库的流量; $\Delta \rho$ 为深度 d 范围的密度差; ρ_0 为参考密度。

因为资料限制, 本次采用公式的另外一种形式, 如下:

$$F_r = 320 \frac{LQ}{HV}$$

式中： F_r 为密度佛汝德数； L 为水库长度(m)； Q 为入流量（ m^3/s ）； H 为平均水深(m)； V 为蓄水体的体积（ m^3 ）；当 $F_r \ll \frac{1}{\pi}$ ，为深而分层很强的水库； $0.1 < F_r < 1$ 为弱分层水温结构； $F_r > 1$ 时为充分混合的水库。

3) 判别结果

采用 α - β 指数法、密度佛汝德数法计算的结果见表 6.3-118。

表 6.3-118 代古寺水库水温结构的经验判别

参数	流量(m^3/s)	正常水位库容(10^8m^3)	年径流量(10^8m^3)	判别系数 α	判别系数 β
取值	68.6	3.7964	21.63	5.698	0.971
参数	72h 洪量 $P=1\%$ (万 m^3)	回水长度(km)	水面面积(km^2)	平均水深(m)	判别系数 F_r
取值	36867	18.8	8.76	43.3	0.025
库容比 法判断	稳定分层		密度佛汝 德数判断	稳定分层	

采用两种方法的判别结果均为稳定分层型水温结构。库水交换次数的方法仅考虑了库容与年来流量，密度佛汝德数法也无法考虑来流过程及泄流孔口等因素，用此类经验判别法判断水库水温结构类型时考虑的因素比较单一，只考虑了地形中的库容或回水长度、宽深等条件和径流情况，未涉及气象、水文过程、水位变化、泄流孔口位置和几何尺寸等其它因素，因此上述判定结果仅可作为是否开展进一步计算的依据，水库的逐月分层过程、下泄水温等仍需要采用数学模型或其它方法等作进一步分析。

4) 水温数学模型的选择

代古寺水库库区长 18.8km 左右，正常蓄水位时坝前最大水深约 119m 左右，平均宽约 466m，宽度平均的立面二维模型可较好地模拟出此类狭长窄深型水库在纵向和垂向上的水温时空分布。本次采用立面二维水温模型对代古寺库区水温进行预测。

腊子沟在坝址上游 100m 处汇入白龙江，但腊子沟流域面积仅占坝址控制流域面积的 10%，对主库水温影响较为有限，本次预测将腊子沟等高程库容并入主库进行计算。

(2) 库区二维水温数学模型

代古寺库区采用宽度平均的立面二维水温数学模型进行预测。

1) 模型方程与数值解法

① 状态方程

对于常态下的水体，可忽略压力变化对密度的影响，密度与温度的关系可表示为：

$$\frac{\rho - \rho_s}{\rho_s} = -\beta(T - T_s) = -\beta\Delta T$$

式中： $\beta[1/^\circ\text{C}]$ 为等压膨胀系数； $\rho[\text{kg/m}^3]$ 为密度； $T[^\circ\text{C}]$ 为温度； $\rho_s[\text{kg/m}^3]$ 、 $T_s[^\circ\text{C}]$ 为参考状态的密度和温度。对于天然水体，该函数关系可近似为：

$$\begin{aligned} \rho = & (0.102027692 \times 10^{-2} + 0.677737262 \times 10^{-7} \times T - 0.905345843 \times 10^{-8} \times T^2 \\ & + 0.864372185 \times 10^{-10} \times T^3 - 0.642266188 \times 10^{-12} \times T^4 \\ & + 0.105164434 \times 10^{-17} \times T^7 - 0.104868827 \times 10^{-19} \times T^8) \times 9.8 \times 10^5 \end{aligned}$$

根据 Boussinesq 近似，在密度变化不大的浮力流问题中，只在重力项中考虑密度的变化，而控制方程的其它项中不考虑浮力作用。

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho_a} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{-u'_i u'_j}) + \beta \Delta T g_i$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u_i \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} (D_T \frac{\partial T}{\partial x_i} - \overline{u'_i T'}) + \frac{q}{C_p}$$

紊动动能 k 输运方程模化为：

$$\frac{\partial k}{\partial t} + u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = -\frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\frac{\nu_t}{\sigma_k} + \nu \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \varepsilon + G_b$$

湍动能耗散率的模型方程为：

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\nu + \frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{\varepsilon 3} G_b) - C_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k}$$

由于河宽变化对水面热量交换和热量向水下的传递都具有一定的影响，将三维湍浮力流的时均连续方程、动量方程、热量方程组、k 和 ε 方程沿河宽方向积

分,就可得到水动力学和温度的立面二维方程组,在笛卡儿直角坐标系下水动力学方程分别为:

$$\begin{aligned}\frac{\partial Bu}{\partial x} + \frac{\partial Bw}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial Bu}{\partial t} + u \frac{\partial Bu}{\partial x} + w \frac{\partial Bu}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(B\nu_e \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B\nu_e \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ &\quad - \frac{B}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(B\nu_t \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B\nu_t \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \frac{\partial Bw}{\partial t} + u \frac{\partial Bw}{\partial x} + w \frac{\partial Bw}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(B\nu_e \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(B\nu_e \frac{\partial w}{\partial z} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial Bp}{\partial z} \\ &\quad + \frac{\partial}{\partial x} \left(B\nu_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_t \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \beta B \Delta T g \\ \frac{\partial Bk}{\partial t} + u \frac{\partial Bk}{\partial x} + w \frac{\partial Bk}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[B \left(\frac{\nu_t}{\sigma_k} + \nu \right) \frac{\partial k}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[B \left(\frac{\nu_t}{\sigma_k} + \nu \right) \frac{\partial k}{\partial z} \right] + B(G_k + G_b - \varepsilon) \\ \frac{\partial B\varepsilon}{\partial t} + u \frac{\partial B\varepsilon}{\partial x} + w \frac{\partial B\varepsilon}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[B \left(\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} + \nu \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[B \left(\frac{\nu_t}{\sigma_\varepsilon} + \nu \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right] \\ &\quad + BC_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} (G_k + C_{\varepsilon 3} G_b) - BC_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k} \\ G_k &= \nu_t \left[2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right] \\ \text{式中:}\end{aligned}$$

$G_b = -\beta g \frac{\nu_t}{\sigma_T} \frac{\partial T}{\partial z}$ 为浮力生成项,该浮力项在稳定分层时可抑制紊动动能的生成,

削弱热量向下的传递,是水库能保持稳定分层的重要因素; ν_e [m²/s]是分子粘性

系数 ν 与紊动涡粘系数 ν_t 之和, $\nu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$; u 、 w [m/s]为纵向和垂向流速; p [Pa]

为压强; T [°C]为水温; B [m]为水体宽度,为高程的函数; k [m²/s²]为紊动动能;

ε [m²/s³]为紊动动能耗散率; σ_k 、 σ_ε 分别为紊动动能和耗散率的普朗特数,一般

取 1.0 和 1.3。其它模型常数 C_μ 、 $C_{\varepsilon 1}$ 、 $C_{\varepsilon 2}$ 的取值分别为 0.09、1.44、1.92。水动

力学模型方程组中的常数为通用常数,其取值由基本实验确定。 $C_{\varepsilon 3}$ 为铅垂方向速度 w 和水平方向速度 u 比值的函数,取值介于 0~1。

$$\frac{\partial BT}{\partial t} + u \frac{\partial BT}{\partial x} + w \frac{\partial BT}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[B \left(\frac{\lambda}{\rho C_p} + \frac{v_t}{\sigma_T} \right) \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[B \left(\frac{\lambda}{\rho C_p} + \frac{v_t}{\sigma_T} \right) \frac{\partial T}{\partial z} \right] + \frac{1}{\rho C_p} \frac{\partial B \varphi_z}{\partial z}$$

式中： σ_T 是温度普朗特数，与密度梯度和流速梯度有关，可采用 Munk-

Anderson 公式修正温度普朗特数， $\sigma_{T0} = \frac{(1+3.33R_i)^{1.5}}{(1+10R_i)^{0.5}}$ ，其中 σ_{T0} 为无温度梯度环境下的紊动普朗特数，通常取为 0.85， R_i 为密度梯度 Richardson 数，

$$R_i = -\frac{g}{\rho} \frac{\frac{\partial \rho}{\partial z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2} ; C_p [\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}] \text{ 为水的比热； } \lambda \text{ 为分子热扩散系数} (\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}) ;$$

$\varphi_z [\text{W/m}^2]$ 为穿过 z 平面的太阳辐射通量。

②水面热交换

水面热交换包括净太阳短波辐射、净长波辐射、蒸发和传导四个方面。通过水面进入水体的热通量为：

$$\varphi_n = \varphi_{sn} + \varphi_{an} - \varphi_{br} - \varphi_e - \varphi_c$$

a) 净吸收的太阳短波辐射

一般来说，太阳的红外辐射(一般亦称长波辐射)大部分都被表层 1m 内的水体所吸收；水体对太阳辐射的反辐射随着太阳辐射的入射角的增大而增加。当太阳高度较低时，水库水体所反射的太阳辐射能量增加，而水体所吸收的太阳辐射能量减少；当太阳高度较大时，反射与吸收情况与上面情况相反。

水体表面净吸收的太阳短波辐射通量为

$$\varphi_{sn} = \beta_1 \varphi_s (1 - \gamma)$$

式中： $\varphi_s [\text{W/m}^2]$ 是到达地面的总太阳辐射量 (W/m^2)； γ 是水面反射率，它与太阳角度和云层覆盖率相关； β_1 是太阳辐射的表面吸收系数。进入水体的太阳辐射部分在水面被吸收，穿过水体的太阳辐射沿深度方向以指数函数衰减：

$$\varphi_z = (1 - \gamma)(1 - \beta_1)\varphi_s \exp(-\eta \cdot H)$$

其中 η 为太阳辐射在水体中的衰减系数，与水体的透明度和水质相关；H为水深(m)。

b) 大气长波辐射

大气所吸收的太阳能以长波形式向地面发射，其长波辐射强度取决于气温和云量：

$$\varphi_{an} = \sigma \cdot \varepsilon_{ac} \cdot (273 + T_a)^4$$

式中： σ 是 Stefan-Boltzman 常数，等于 $5.67 \times 10^{-8} [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4]$ ； ε_a 为大气发射率，

$$\varepsilon_{ac} = 1.24 \cdot \left(\frac{e_a}{T_a + 273} \right)^{\frac{1}{7}} \cdot (1 + 0.17 \cdot C_r^2)$$

式中： T_a 为水面上 2m 处的气温。 C_r 为云层覆盖率。 e_a [hPa]为水面上空气的蒸发压力。

c) 水体长波的返回辐射 φ_{br}

水体吸收的大气长波辐射会向大气进行返回辐射，其强度可用 Stefan-Boltzman 定律计算：

$$\varphi_{br} = \sigma \cdot \varepsilon_w \cdot (273 + T_s)^4$$

式中： T_s [°C]为水体表面温度， ε_w (=0.965) 为水体的长波发射率。

d) 水面蒸发热损失 φ_e

水在从液体转变为气体的蒸发过程中需要吸收热量，水体由于蒸发损失的热量大多根据空气与水面的蒸发压力计算，本次计算采用了《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式：

$$\varphi_e = f(W)(e_s - e_a)$$

式中： $f(W)$ [W/(m²·hPa)]是风函数，反映了自由对流和强迫对流对蒸发的影响，计算为：

$$f(W) = \sqrt{22.0 + 12.5W^2 + 2.0(\Delta T)}$$

式中： W [m/s]是水面上 10m 处的风速； ΔT [°C]为水气温差； e_s [hPa]是相应于水面温度 T_s 的紧靠水面的空气饱和蒸发压力， e_a [hPa]为水面上空气的蒸发压力，可由水面温度 T_s [°C]计算：

$$e_s = 6.11 \times 10^{\frac{7.5T_s}{(T_s+237.3)}}$$

$$e_a = 6.11 \times hum \times 10^{\frac{7.5T_a}{(T_a+237.3)}}$$

式中： hum 为相对湿度。

e) 热传导通量 φ_c

当水温与气温有温差时，水气界面上会通过传导进行热交换，热传导通量正比于温差：

$$\varphi_c = 0.627 \sqrt{22.0 + 12.5W^2 + 2.0(\Delta T)} (T_s - T_a)$$

式中， T_a 为气温， T_s 为水面温度。

③边界条件及求解方法

进口边界的水温采用库尾实测水温，速度假定为均匀流速， k 、 ε 可分别由入流速度近似计算：

$$k = 0.00375u^2, \varepsilon = k^{1.5} / (0.4H_0)$$

式中： H_0 [m]为进口断面水深。

假定出口断面为充分发展的湍流，有 $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial k}{\partial x} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \frac{\partial T}{\partial x} = 0$ ， $w = 0$ 。

水面表层单元计入水气热交换。库底和坝体表面采用无滑移边界条件，且为绝热边界。

水面采用浮动平面。考虑到水库水面除库尾部分河段外基本为水平面，而库尾均匀混合段对整个水库水温分布影响有限，因而水位是根据计算时间步长 Δt

内入库和出库水量的差 ΔV ，通过库容曲线得到该时段内的水位变化 ΔZ ，该时段末的水位则为 $Z + \Delta Z$ 。

采用有限体积法和混合格式对微分方程进行离散。采用 SIMPLE 算法求解差分方程，并采用交错网格避免出现棋盘式不均匀压力场。具体求解时，水动力方程与温度方程相耦合，计算中首先根据入、出库流量差计算该时刻运行水位，依次求解 u 、 w 动量方程和 k 、 ε 方程，再求解温度方程，然后用新的温度值修正 w 和 k 方程的源项，重新计算水动力学方程，直到各方程的误差余量小于容许值。对于水库年过程的模拟，模型可选择一年中的任意一个时刻作为起始计算时间，计算 365 天之后，与一年前的当前时刻水温、流场进行对比，如果水温、流场的误差值大于设定误差，继续进行迭代计算；如果小于设定误差，则认为迭代收敛，取最近一年的下泄水温、温度场与流场作为预测结果。

2) 模型参数分析

标准 k - ε 模型中的参数对各种形态的流体具有普遍适用性。温度普朗特数取固定值 0.85。

除水库入、出库流动导致库区热量变化外，水气热交换是影响库区水温结构的另一主要热源项。各水气热交换项的经验公式均较多，其中不同蒸发公式的差异性较大，本次采用《工业循环水冷却设计规范》推荐的计算公式。

在热通量计算方法确定的条件下，模型中需要率定的参数只有热通量计算中的太阳辐射表面吸收系数 β_1 和太阳辐射在水体中的衰减系数 η ，它们与水体的色度和浊度有关。一般 β_1 的取值范围为 0.4~0.7， η 为 0~1。经多次试算，均为 0.65 和 0.5。

3) 模型验证

本次利用 2009 年 11 月~2010 年 7 月紫坪铺水库实测资料对立面二维水库水温模型进行验证，并为模型参数取值的合理性提供依据。

图 6.3-2 比较了 2010 年 7 月 6 日计算与实测的库区内水温分布，颜色代表温度值，相同位置处实测点与计算等温线颜色越一致则计算与实测值吻合得越好。图 6.3-3 提取了计算的垂线数据，与实测数据进行了单线对比。

距库尾 7.0km 处的实测和计算水温均未出现分层现象,由于距离库尾较近掺混现象明显二者垂向基本无温差,计算值垂向平均比实测值高 0.4℃。

距库尾 14.3km 处的实测和计算水温表层均出现温跃层,但实测表层水温比计算水温低 3.7℃,应是由于库中两侧山体遮挡使进入库区的长短波辐射大幅低于气象站测值所致,而数学模型中并未考虑水面以上地形对气象条件的影响。表层温跃层之下的实测与计算水温之较为接近,计算值比实测值约高 0.2℃。

距库尾 18.2km 处的实测与计算水温仍存在温跃层,实测表层水温比计算值低 1.2℃,与距库尾 14.3km 处垂向水温相比已较为接近,主要是由于随着水流向大坝前行,水面逐渐开阔,两侧山体对水面上气象条件的影响逐渐减弱。

距库尾 21.5km 和 23.6km 处的表层之下的实测与计算水温较接近。实测的表层水温已比计算水温高,一方面是由于坝前水面开阔山体影响减弱,另一方面,实测水温所测的是一条垂线,而计算值是一个宽度平均的数值,不能充分反映河宽方向的表层水温变化。

从水温结构上看,模型较好地模拟了库尾无分层结构到坝前分层结构的发展过程;模拟出在入、出流和水气界面热交换影响下垂向斜温层的形成和发展。

由于实测值垂线选择的限制,实测处的库底高程与计算值(深弘线值)并不一致,但从坝前(距库尾 23.6km 处)垂线来看,二者高程接近,水温数值接近,因此水库坝前的低温水(13.3℃)是稳定存在的,模型也准确地进行了模拟。

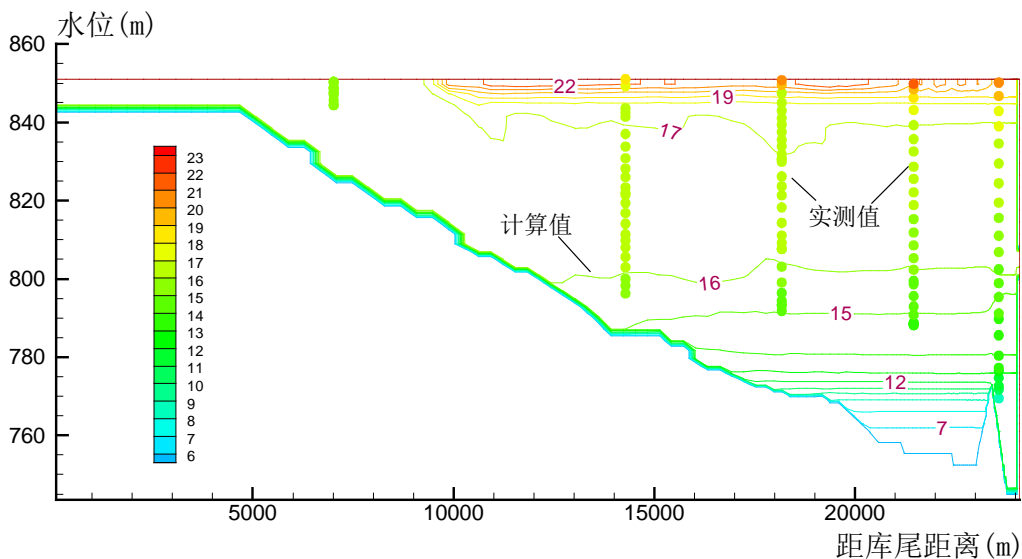


图 6.3-2 紫坪铺库区 2010 年 7 月 6 计算与实测的水温分布比较

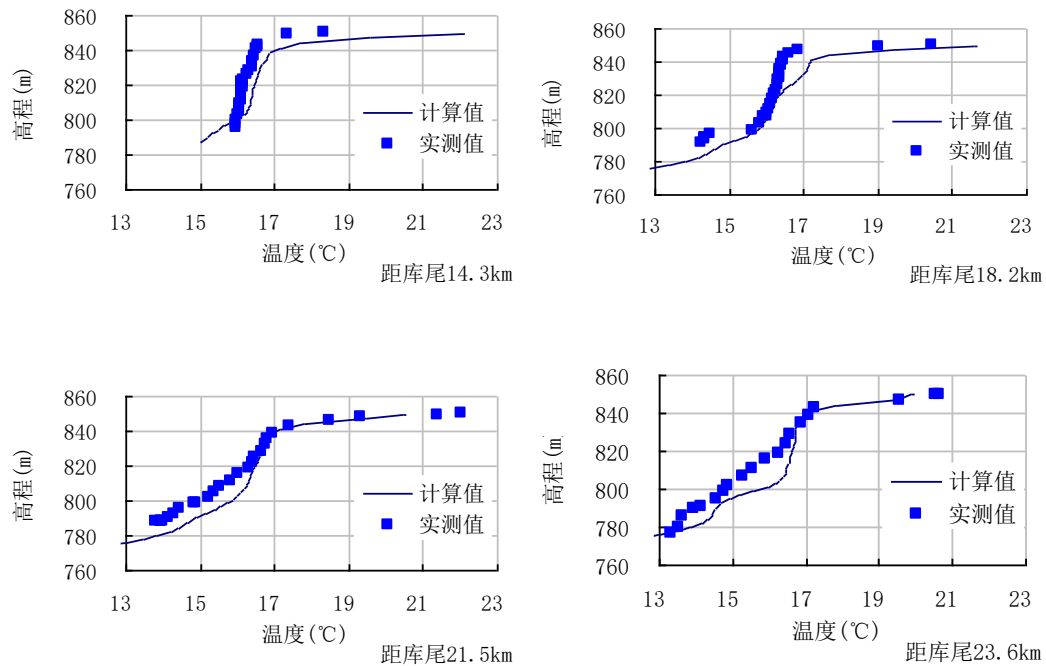


图 6.3-3 紫坪铺库区 2010 年 7 月 6 日计算与实测的垂线水温比较

图 6.3-4 和表 6.3-119 比较了水库出流计算水温和坝址下游实测水温过程。计算下泄水温过程与紫坪铺坝下水温过程总体吻合较好,2009 年 11 月 6 日~2010 年 4 月 5 日间计算水温略有偏低,最大低 1.2℃。2010 年 5 月 9 日~7 月 15 日的实测水温与计算水温较为接近。

2010 年 2 月中旬~2010 年 3 月底计算水温比实测水温系统偏低,说明在升温期由于温跃层的逐渐形成,进水口附近三维流场效应导致上层温度较高的水被吸入进水口造成的实测下泄水温偏高。

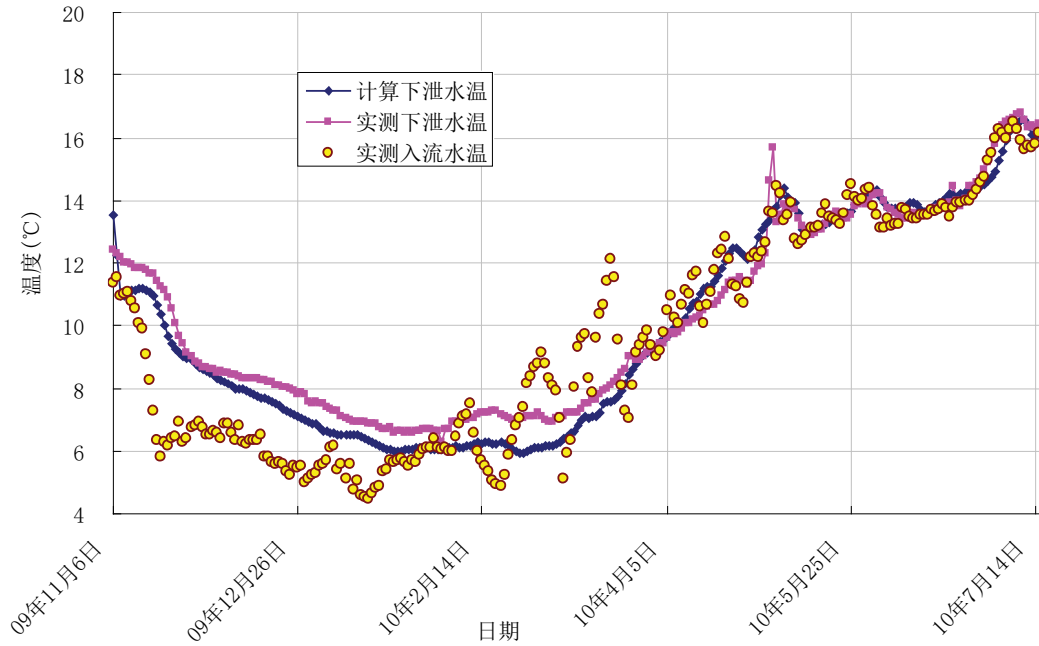


图 6.3-4 2009 年 11 月 6 日~2010 年 7 月 15 日紫坪铺坝下温度比较

表 6.3-119 紫坪铺水库月均下泄水温实测值与计算值比较

月份		2009 年 11 月	2009 年 12 月	2010 年 1 月	2010 年 2 月	2010 年 3 月	2010 年 4 月	2010 年 5 月	2010 年 6 月	2010 年 7 月
a	实测入流水温	8.2	6.0	5.4	8.7	9.8	11.0	13.5	13.7	15.9
b	实测坝下水温	10.9	8.2	6.9	7.0	7.8	10.5	13.5	13.9	16.3
c	计算坝下水温	10.3	7.7	6.3	6.1	7.3	11.1	13.6	14.0	15.9
d	c-b	-0.6	-0.5	-0.6	-0.9	-0.5	0.6	0.1	0.1	-0.4

(3) 河道一维水温数学模型

纵向一维河道水温模型由河道水面线计算方程和一维温度对流扩散方程组成。河道水面曲线的计算采用逐段试算法。

1) 水面线计算公式

$$Z_i - Z_{i+1} = \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_{i+1}^2} - \frac{1}{A_i^2} \right) + \frac{\Delta s Q^2}{2} \left(\frac{1}{K_i^2} + \frac{1}{K_{i+1}^2} \right)$$

$$K_i = \frac{1}{n} R_i^{\frac{2}{3}} A_i$$

式中, Z_i 、 Z_{i+1} 分别为流段上游、下游水位(m); Q 为流量(m^3/s); A 为过水断面面积(m^2); K 为断面平均流量模数; n 为糙率; R 为水力半径(m); 若已知下游断面的水位 Z_{i+1} , 通过迭代可求出上游水位 Z_i 。

2) 纵向一维温度方程

$$\frac{\partial(QT)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{B\varphi_n}{\rho C_p}$$

式中: D_L 为纵向弥散系数(m^2/s), ρ 为水的密度(kg/m^3), C_p 为水的比热($\text{cal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$), B 为河面宽度(m), φ_n 为水体与大气之间的热交换通量(W/m^2)。其

中 $\frac{\partial(QT)}{\partial x}$ 为移流产生的热变化率, $\frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial T}{\partial x} \right)$ 为离散产生的热变化率, $\frac{B\varphi_n}{\rho C_p}$ 为表面热交换率, 其它符号意义同前。

3) 纵向弥散系数 D_L

$$D_L = \frac{0.011\bar{u}^2 b^2}{hu^*}$$

式中: \bar{u} 为断面平均流速(m/s), b 为河宽(m), h 为平均水深(m), u^* 为摩阻流速(m/s), $u^* = \sqrt{gRI}$, 其中 g 为重力加速度, R 为水力半径, I 为水力坡降。

4) 水面热交换量 φ_n

水面热交换计算与立面二维模型相同。

5) 模型求解

运用有限差分的隐式格式对纵向一维温度方程式离散。运用 TDMA (Tridiagonal Matrix Algorithm) 法, 即追赶法求解。

6.3.2.3 新建代古寺库区水温预测

(1) 计算条件及网格划分

计算网格单元在主流方向上尺寸为 10~200m, 在水深方向上为 1~2m, 在正常蓄水位下, 代古寺库区离散为 115×62 个矩形网格。

(2) 计算工况

本次预测对典型平水年、丰水年、枯水年水文条件下不同取水口方案的水库水温结构和下泄水温进行预测。各工况采用的水文、入库水温和气象资料参见 6.3.2.1 节，取水口方案分为单层取水和分层取水。电站进水口为岸塔式，发电引水洞进口底板高程 1733.50m。同时为缓解水温影响，本次拟定了三种分层取水方案进行比选，分别为：①3.0m×20 层叠梁门取水方案（叠梁门方案 1）；②5.0m×12 层叠梁门方案（叠梁门方案 2）；③4 层固定取水口方案，各层取水口顶高程分别为 1791 米、1774 米、1757 米、1740 米。各计算工况见表 6.3-120。

表 6.3-120 代古寺水库水温预测工况表

工况编号	水文条件	取水口方案	入流水温	数学模型	气象条件
1	典型平水年入、出库流量过程	单层取水口方案	入库断面的水温采用多年平均天然逐月水温	立面二维水温模型	各气象要素采用库周气象参证站的逐月多年平均值
2	典型丰水年入、出库流量过程	单层取水口方案			
3	典型枯水年入、出库流量过程	单层取水口方案			
4	采用典型平水年入库流量过程	叠梁门方案 1			
5	采用典型丰水年入库流量过程	叠梁门方案 1			
6	采用典型枯水年入库流量过程	叠梁门方案 1			
7	采用典型平水年入库流量过程	叠梁门方案 2			
8	采用典型丰水年入库流量过程	叠梁门方案 2			
9	采用典型枯水年入库流量过程	叠梁门方案 2			
10	采用典型平水年入库流量过程	4 层固定取水口			
11	采用典型丰水年入库流量过程	4 层固定取水口			
12	采用典型枯水年入库流量过程	4 层固定取水口			
13	水库典型丰、平、枯水文年调度运行方式的出库流量过程	单层、分层取水方案	河段入流水温采用各典型水文年水库下泄水温过程	河道纵向一维水温模型	

(3) 平水年库区水温预测结果及分析

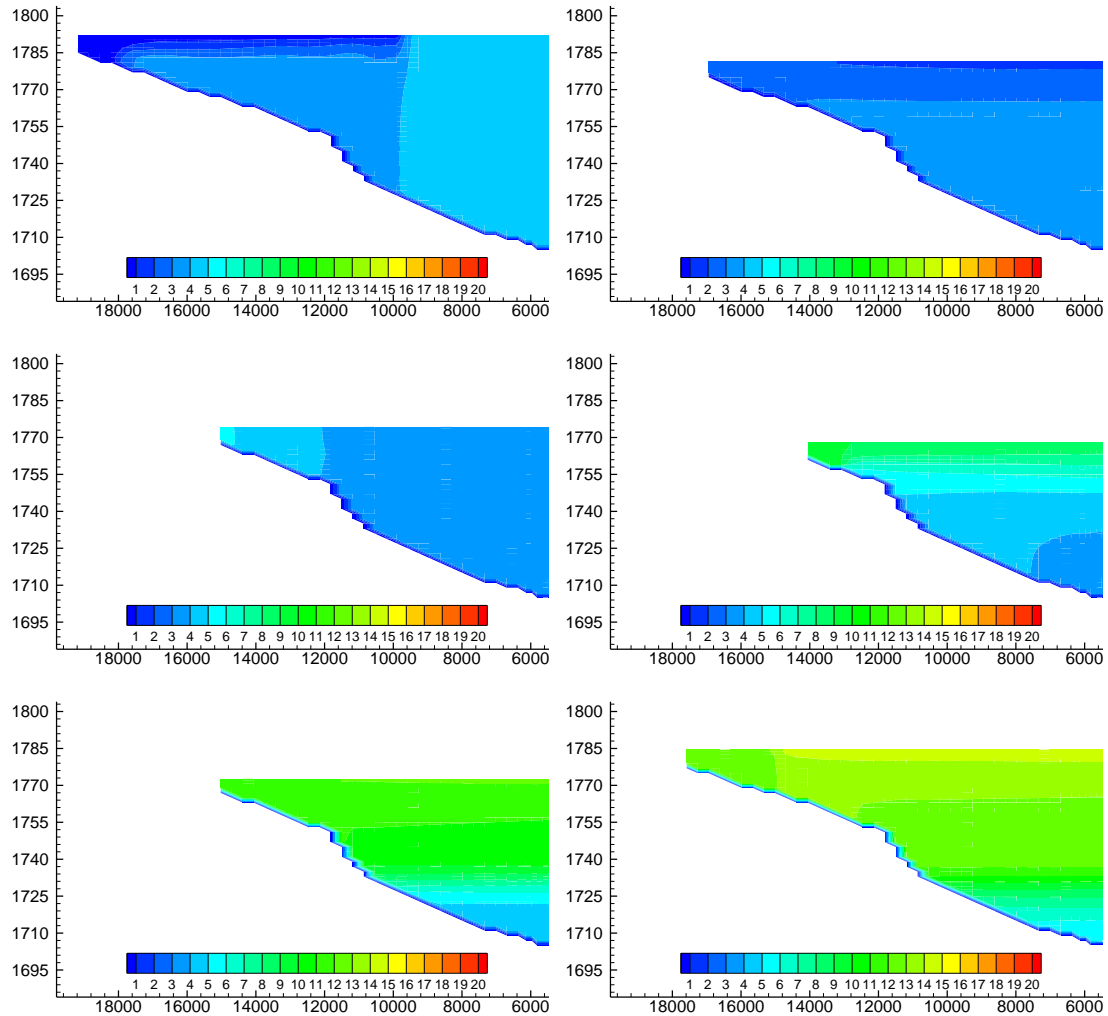


图 6.3-5 显示了代古寺水库在平水年、天然入流、多年平均入库水温 and 多年平均气象条件、采用单层取水口（工况 1）下各月月中的库区立面二维水温预测结果，图 6.3-6 为各月月中坝前水温分布。

平水年库区月均水温在 2 月最低，来流水温低于 4℃，沿表层向坝前流动，坝前平均水温为 3.5℃，水面未结冰，但垂向呈逆温分布。进入 3 月，入流水温 5.2℃，进入库区后与低温水（<4℃）混合形成 4℃等温线向前推进，速度较慢，因而坝前仍为逆温分布。

4 月太阳辐射、气温、入流水温持续快速上升，受气象条件和来流水温影响库区水温继续快速上升。表层 15m 内形成梯度为 0.21℃/m 的温跃层，库底水温仍为 4℃。天然来流温度高于表层水温，来流沿表层向坝前快速推进。

5 月~7 月，太阳辐射、来流水温、气温逐渐发展到全年最高水平，库表水温持续快速上升，使表层水温在 8 月到达全年最高的 17.4℃。6 月来流量大幅增加

至 $113.3\text{m}^3/\text{s}$, 月径流量为月末库容 2.91 倍, 大流量使库区水体掺混和紊动增强, 库底低温水层趋于破坏。7、8 月气温、太阳辐射达到全年最高值, 随着水库蓄水、流速减缓, 表层热量的蓄积使表层水温在 8 月达到年内最高。

9 月气温、太阳辐射、来流水温进入快速下降期, 来流沿库底进入库区, 上层水体失温明显, 库底也受垂向热交换影响大幅升温至 7.9°C 。

10 月以后来流水温、气温降速更快, 库区水温整体下降, 来流从库尾开始下潜向坝前爬行, 并在 12 月初在库尾形成逆温分布, 库尾 4°C 等温线在全水深向坝前推进。

总体来看, 平水年水库呈分层型水温结构特征。水库 11 月到翌年 1 月的坝前垂向基本同温, 从 4 月开始库区垂向水温分层逐渐明显, 至 10 月主汛期结束时分层现象逐渐消失。水库 11 月到翌年 1 月的坝前垂向基本同温, 7 月表层和底层温差最大达到 11.7°C , 库底在 1 月~6 月存在低温水区域, 4 月~10 月存在明显的温度分层现象。

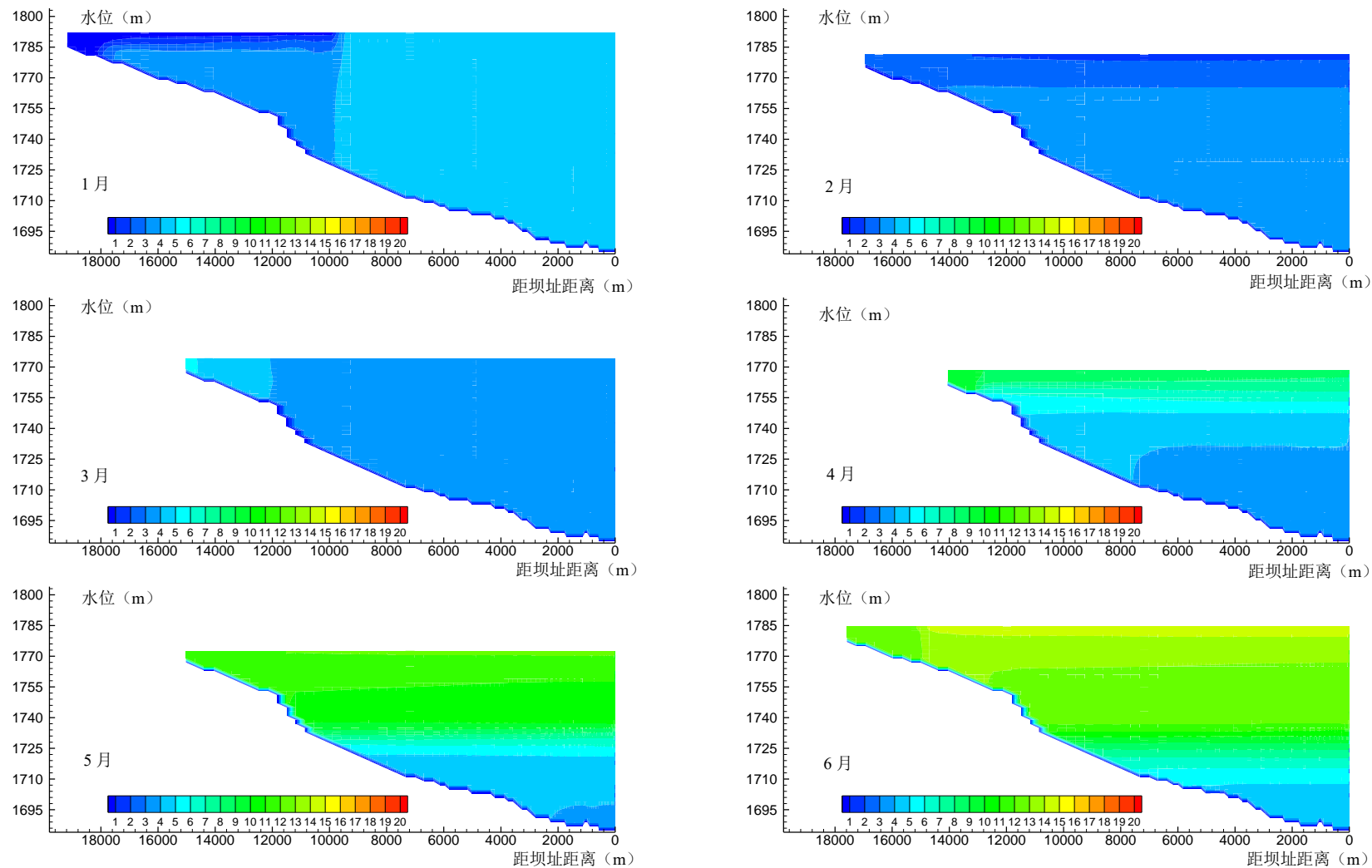
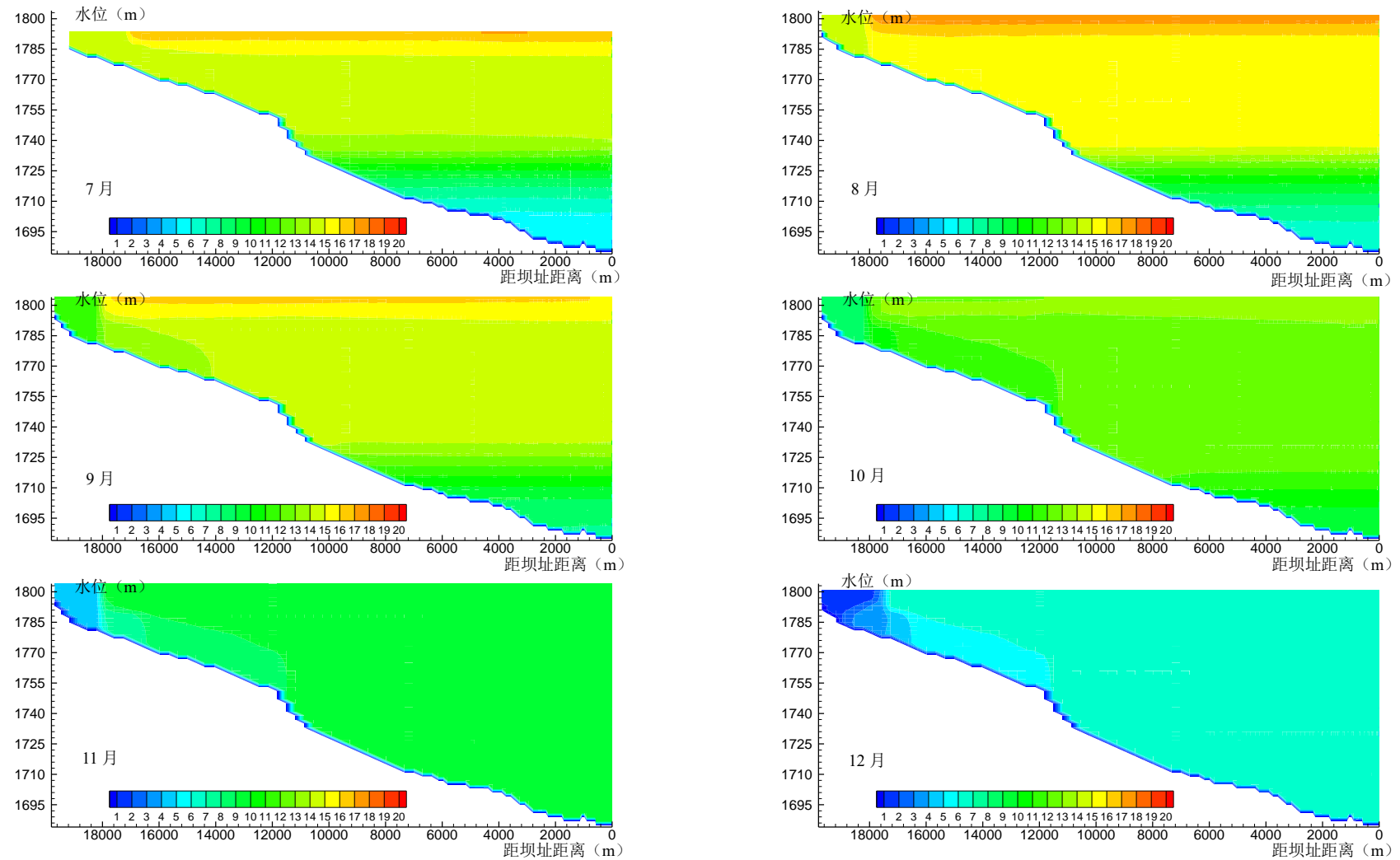


图 6.3-5 代古寺水库逐月库区水温分布（1~6 月）



续图 6.3-5 代古寺水库逐月库区水温分布（7~12月）

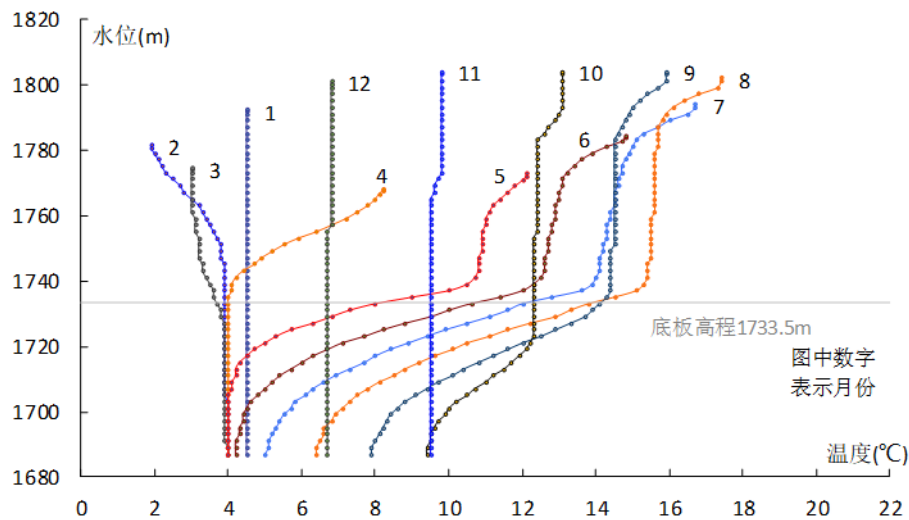


图 6.3-6 工况 1 的坝前水温分布

(4) 丰水年库区水温预测结果及分析

图 6.3-7 显示了代古寺水库在丰水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件、采用单层取水口（工况 2）下各月月中坝前水温分布。

库区在典型丰水年的水温结构和平水年相近，水库总体呈分层水温结构特征。除入出库流量和坝前水位外，代古寺水库丰水年的计算条件与平水年基本相同，来流水温仍采用多年平均的逐日入库水温。

代古寺丰水年来流为平水年的 1.08 倍，年均水位比平水年降低 5.9m，主要是在 2~5 月比平水年低 12.5~16.2m。丰水年流量的提高主要是在 8~12 月，平均比平水年高 25.7m³/s，但 1~6 月来流量反而比平水年低 9.5m³/s。在升温期流量降幅不明显但水位降幅较大情况下，丰水年在升温期的调节能力相应减弱，分层现象弱于平水年，因而其低温水现象较平水年有所减缓。

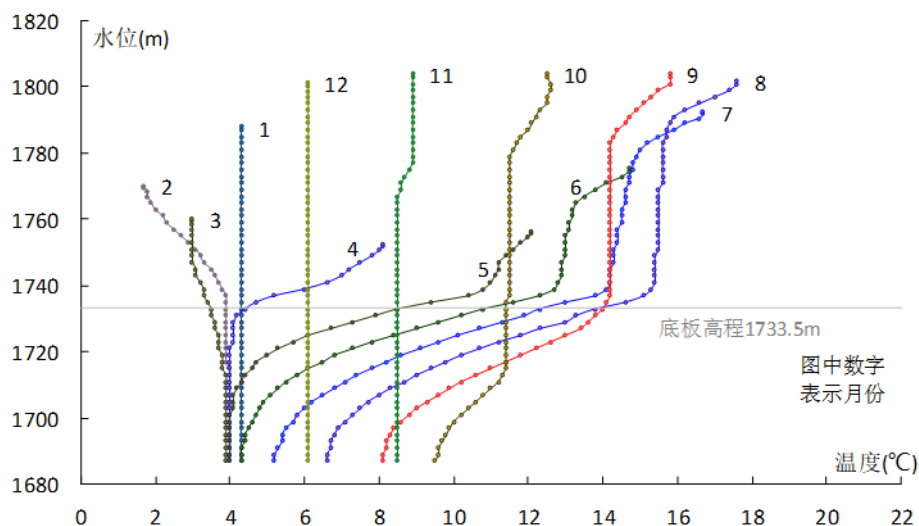


图 6.3-7 工况 2 的坝前水温分布

(5) 枯水年库区水温预测结果及分析

图 6.3-8 显示了代古寺水库在枯水年、天然入流、多年平均入库水温和多年平均气象条件、采用单层取水口（工况 3）下各月月中坝前水温分布。

代古寺枯水年来流为平水年的 76.7%，年均水位仅比平水年降低 0.3m。水位降低主要是在 8~12 月，降低了 2.0~6.6m。在来流量明显减小而水位变化不大情况下，与平水年相比调节能力相应提高，分层现象比平水年增强，水库春季低温水和冬季高温水现象均较平水年更为突出。

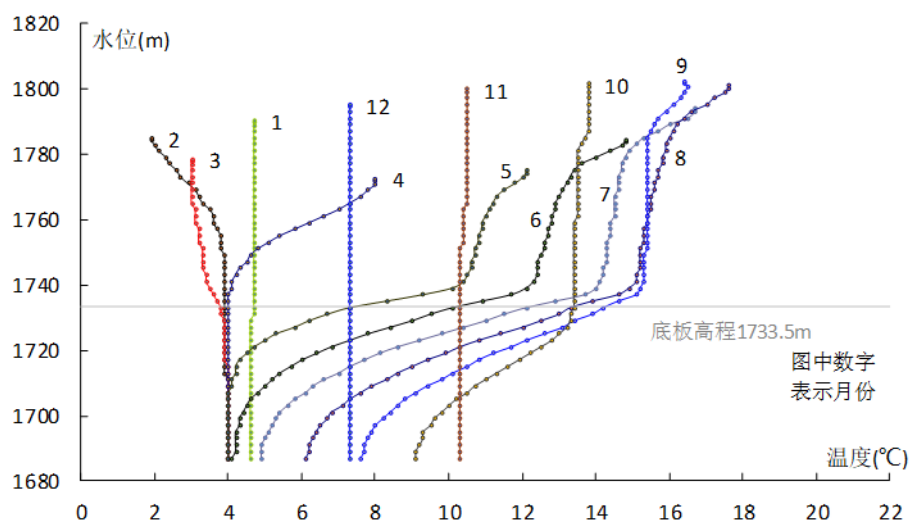


图 6.3-8 工况 3 的坝前水温分布

（6）流场分析

为说明库区水温分层与流动的关系，图 6.3-9 和图 6.3-12 分别绘出了平水年低温水降幅相对偏大的 4 月和高温水升幅相对偏大的 12 月的温度场叠加流场。

由于水库坝前流速远小于库尾流速，整个库区绘制流场方式未能充分显示坝前的流动特性，图 6.3-10、图 6.3-11 和图 6.3-13、图 6.3-14 分别绘制了 4 月和 12 月库区坝前 5km、2km 的流场细节。

从图 6.3-9 的 4 月流场中可见水流入库后沿表层流动，在坝前 6km 逐步下潜到发电孔口高程出库，在坝前 1km 附近基本完成下潜过程。4 月来流水温较高，表层流动转下潜带来表层下的回流。图 6.3-10、图 6.3-11 则表明了泄流孔口对坝前垂向流速分布的影响，远离孔口时，主流动层流速在垂向分布较为均匀，随流动向坝前推进，孔口高程范围内的流速逐渐加大，主流动层边缘处的流速则减小，越接近泄流孔口主流动层边界越清晰。

图 6.3-12~图 6.3-14 为 12 月流场，来流水温低于库区水温，从入库开始即下潜沿河床向坝前推进，库区底部水体流速较大，主流动层以上大范围形成回流。

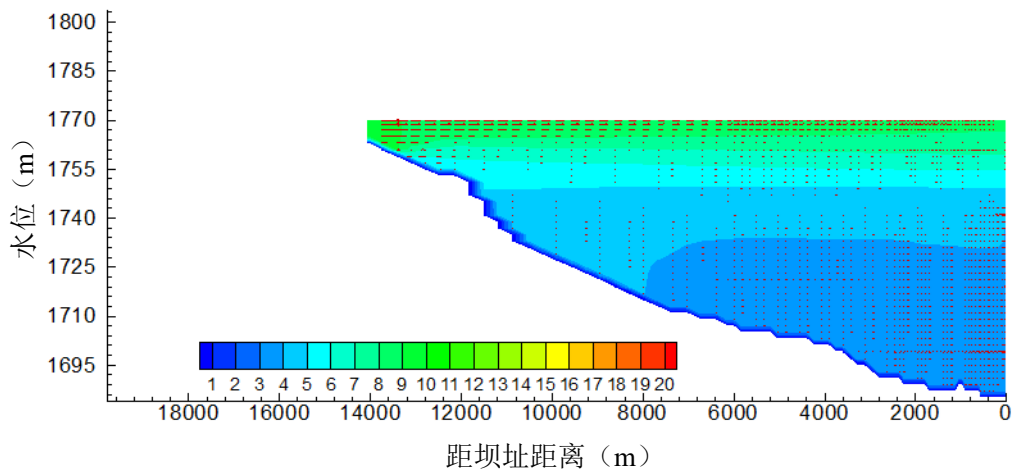


图 6.3-9 代古寺水库典型平水年 4 月全库区流场

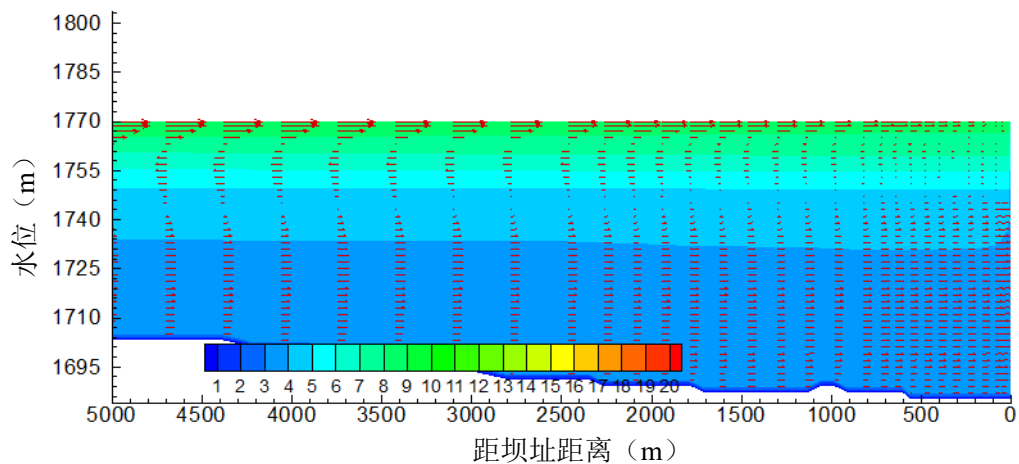


图 6.3-10 代古寺水库典型平水年 4 月坝前 5km 流场

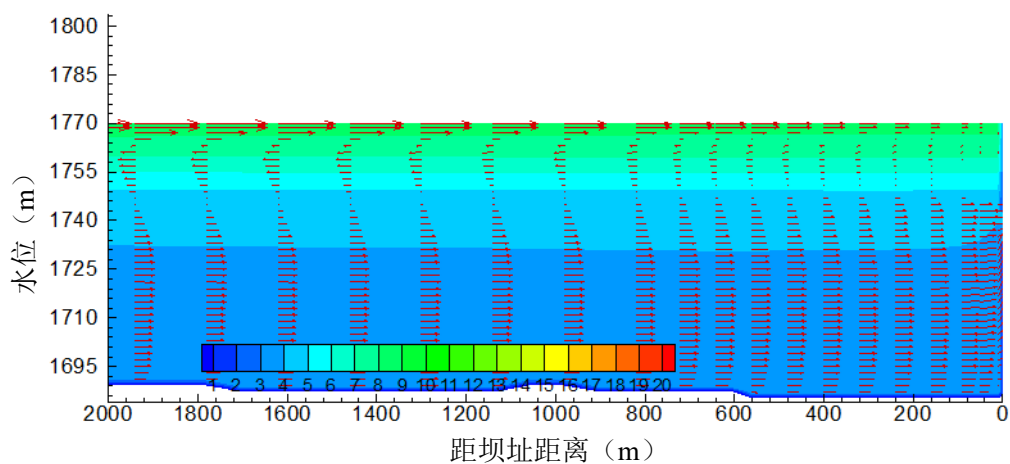


图 6.3-11 代古寺水库典型平水年 4 月坝前 2km 流场

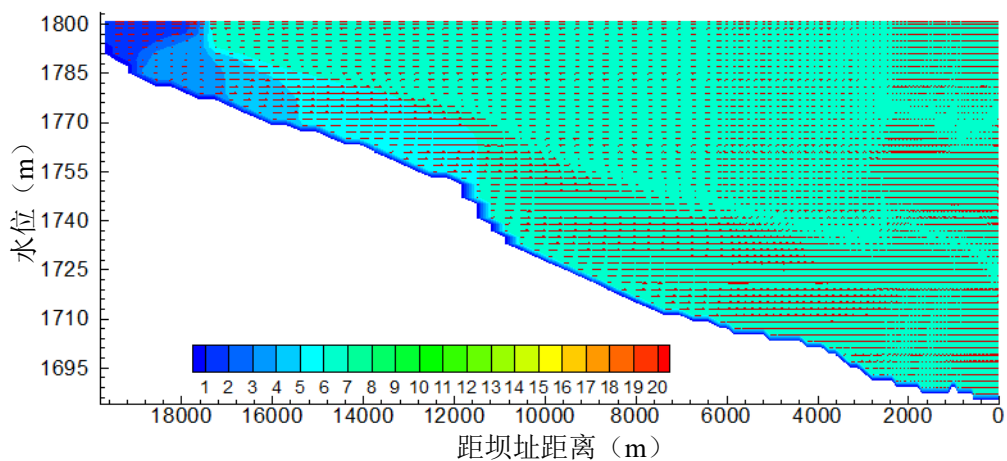


图 6.3-12 代古寺水库典型平水年 12 月全库区流场

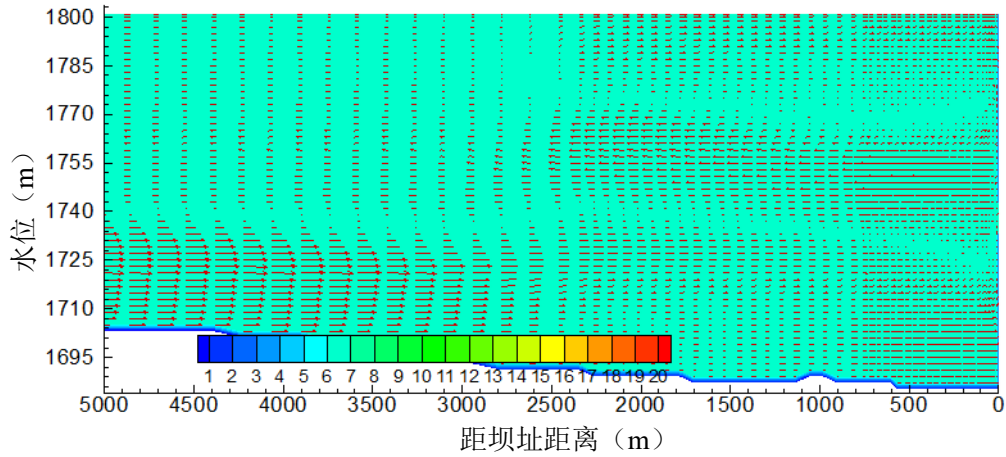


图 6.3-13 代古寺水库典型平水年 12 月坝前 5km 流场

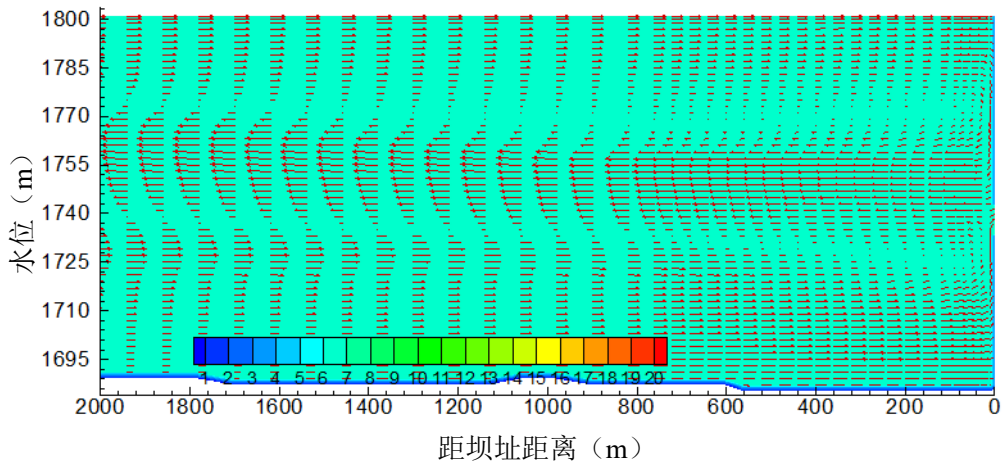


图 6.3-14 代古寺水库典型平水年 12 月坝前 2km 流场

(7) 类比工程水温对比

由于代古寺水库所在河段缺乏历史水温观测成果，本次选取下游的宝珠寺水库进行水温类比，以对代古寺水库的水温影响进行合理性分析。

宝珠寺水库位于四川省广元市境内，是嘉陵江水系白龙江干流的第二个梯级电站。宝珠寺电站为堤坝式开发，1996 年 10 月下闸蓄水，1998 年 6 月建成。大坝正常蓄水位 588m，白龙江干流回水长 67.8km，支流刘家河和青川河支库回水分别长 18km 和 27.8km。水库总面积 62km²，总库容 25.5 亿 m³，调节库容 13.4 亿 m³，具不完全年调节性能。

宝珠寺水库与代古寺水库的工程特性及水温影响对比见表 6.3-121。据宝珠寺水库水温调查（戴松晨，《宝珠寺水库蓄水前后水温、水质变化回顾分析》，图

6.3-15)，宝珠寺水库在 10 月仍存在分层现象，表层 20m 内为同温层，以下经温跃层后亦为同温层。库表水温 20.0℃，库底水温为 10.8℃。

宝珠寺水库多年平均的来流水温在 5.3~20.5℃，受宝珠寺水库调节，其坝前库底水温应略高于 5.3℃。从宝珠寺坝前监测水温来看，宝珠寺库区库底水温变幅明显，水库呈分层特征。这与代古寺水库的预测水温结构基本一致。

从表层水温来看，宝珠寺表层水温比月均气温高 3.1℃；代古寺表层水温比月均气温 1.8~2.9℃。即使考虑到宝珠寺日间、夜间表层水温差异，二者的表层水温也与气温有较好的跟随性。这说明两库表层水温与秋冬季流速缓慢、多受气象条件影响，其变化规律是相近的。

此外，宝珠寺水库 2000 年 10 月 17 日坝下 500m 水温为 18.3℃，比 10 月坝址水温 15.1℃升高 3.2℃；而代古寺水库 10 月高温升幅为 2.3~4.3℃，二者基本相当。

由于流域水温实测数据匮乏，仅可根据零星历史资料对代古寺模拟水温进行类比分析。前述宝珠寺坝前水温分布说明代古寺水库水温预测结果定性上基本合理，库底水温和表层水温、水温结构的基本吻合能在一定程度上说明预测边界条件和热量计算方法的合理性。

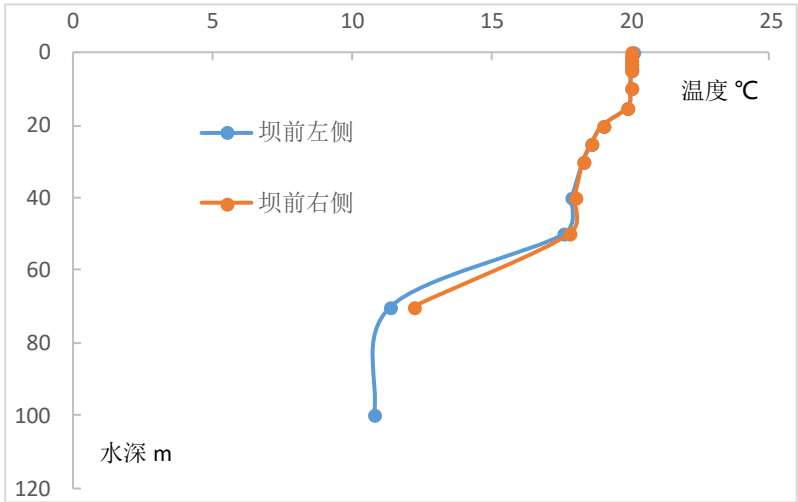


图 6.3-15 宝珠寺库区 2000.10.17 坝前垂向水温分布

表 6.3-121 代古寺水库与宝珠寺水库工程特性对比一览表

工程名称	单位	宝珠寺水库	代古寺水库	相似度
所在河流		白龙江	白龙江	相同
气候类型		亚热带向暖温带过渡	亚热带向暖温带过渡	相同

工程名称	单位	宝珠寺水库	代古寺水库	相似度
调节能力		不完全年调节	不完全年调节	相同
正常蓄水位	m	588	1804	有异
正常水位库容	亿 m ³	21.0	3.8	有异
调节库容	亿 m ³	13.4	3.13	有异
流量	m ³ /s	333.0	68.6	有异
最大坝高	m	132	151	相近
周边气温	℃	广元, 5.5~26.2℃ 平均 16.5℃	宕昌, -1.4~20.8℃ 平均 10.4℃	有异
库水年交换次数 以总库容计	次	5.00	5.70	相近
水温结构		分层型	分层型	相同

6.3.2.4 下泄水温及水温影响减缓措施预测

(1) 单层取水下泄水温

1) 平水年

与坝址现状水温相比, 水库对下游水温有显著影响。下泄水温在 3 月~7 月比建坝前坝址水温有所降低, 平均降低了 2.2℃, 4 月份降低最多, 达 4.9℃。8 月~翌年 2 月, 下泄水温平均上升 2.8℃, 12 月温升幅度最大, 为 5.0℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月; 全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月, 建坝后为 3 月; 月均最高温度从建坝前的 14.9℃升为建坝后的 15.0℃, 月均最低温度从建坝前的 1.0℃升为建坝后的 3.6℃, 全年温差减小了 2.5℃。

表 6.3-122 工况 1 的水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	下泄水温	与坝址水温差值
1 月	-1.5	4.5	4.5	1.0	4.6	3.6
2 月	1.5	1.9	4.0	2.7	3.9	1.2
3 月	6.7	3.0	4.0	5.6	3.6	-2.0
4 月	11.8	8.2	4.0	9.3	4.7	-4.6
5 月	14.3	12.1	4.0	11.4	9.9	-1.5
6 月	17.9	14.8	4.2	13.3	12.1	-1.2
7 月	20.3	16.7	5.0	14.7	13.7	-1.0
8 月	20.4	17.4	6.4	14.9	15.0	0.1
9 月	15.7	15.9	7.9	12.3	14.3	2.0
10 月	10.8	13.1	9.4	9.1	12.2	3.1
11 月	5.2	9.8	9.5	4.8	9.5	4.7
12 月	-0.4	6.8	6.7	1.7	6.7	5.0

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	下泄水温	与坝址水温差值
年均	10.2	10.4	5.8	8.4	9.2	0.8
最大值	20.4	17.4	9.5	14.9	15.0	5.0
最小值	-1.5	1.9	4.0	1.0	3.6	-4.6
年内变幅	21.9	15.5	5.5	13.9	11.4	-

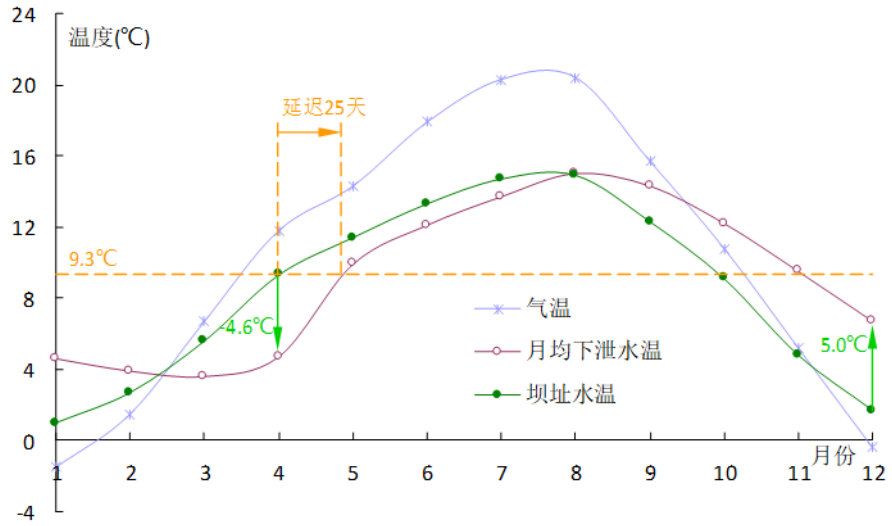


图 6.3-16 工况 1 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

图 6.3-17 比较了代古寺典型平水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，代古寺下泄水温最大降幅为 6.0°C （4 月 17 日），最大升幅为 6.1°C （12 月 16 日）。以 4 月坝址现状水温 9.3°C 为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 14 日到达 9.3°C ，建坝后下泄水温在 5 月 9 日到达 9.3°C ，延迟了 25 天。

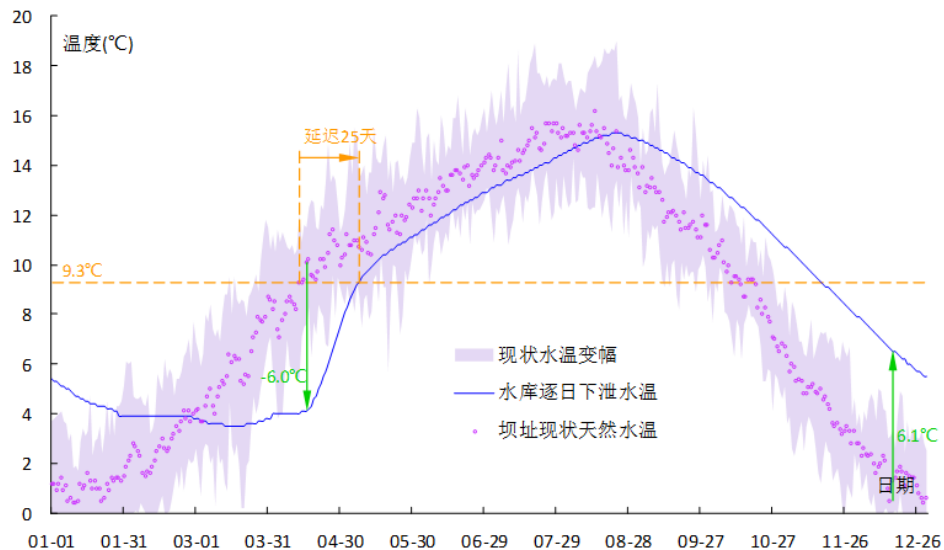


图 6.3-17 典型平水年逐日下泄水温与现状水温比较

2) 丰水年

与坝址现状水温相比，水库对下游水温有显著影响。下泄水温在 3 月~7 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 1.7℃，4 月份降低最多，达 3.3℃。8 月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 2.4℃，12 月温升幅度最大，为 4.3℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前后均为 8 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度从建坝前的 14.9℃升为建坝后的 15.0℃，月均最低温度从建坝前的 1.0℃升为建坝后的 3.4℃，全年温差减小了 2.3℃。

表 6.3-123 工况 2 的水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址天然水温	下泄水温	与坝址水温差值
1 月	-1.5	4.3	4.3	1.0	4.3	3.3
2 月	1.5	1.7	4.0	2.7	3.8	1.1
3 月	6.7	3.0	3.9	5.6	3.4	-2.2
4 月	11.8	8.1	4.0	9.3	6.0	-3.3
5 月	14.3	12.1	4.0	11.4	10.4	-1.0
6 月	17.9	14.7	4.3	13.3	12.3	-1.0
7 月	20.3	16.7	5.2	14.7	13.8	-0.9
8 月	20.4	17.6	6.6	14.9	15.0	0.1
9 月	15.7	15.8	8.1	12.3	14.1	1.8
10 月	10.8	12.5	9.5	9.1	11.3	2.2
11 月	5.2	8.9	8.5	4.8	8.5	3.7
12 月	-0.4	6.1	6.1	1.7	6.0	4.3
年均	10.2	10.1	5.7	8.4	9.1	0.7
最大值	20.4	17.6	9.5	14.9	15.0	4.3
最小值	-1.5	1.7	3.9	1.0	3.4	-3.3
年内变幅	21.9	15.9	5.6	13.9	11.6	-

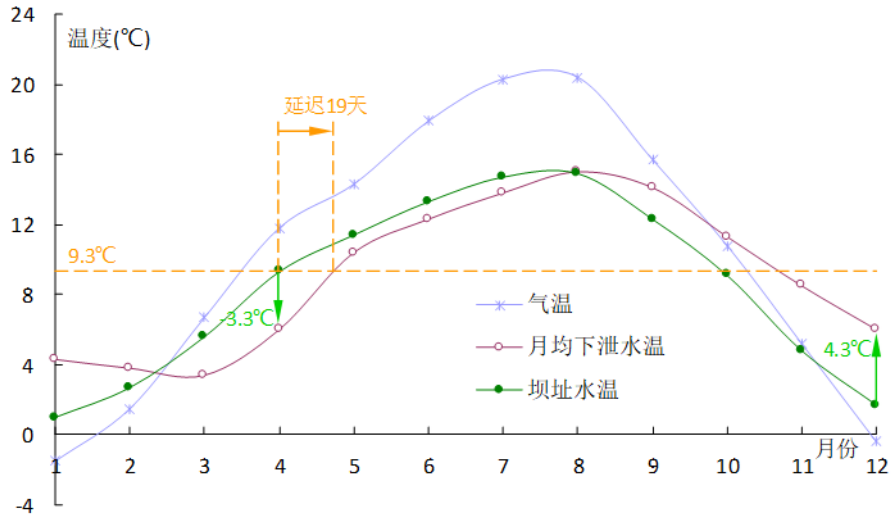


图 6.3-18 工况 2 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

图 6.3-19 比较了代古寺典型丰水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，代古寺下泄水温最大降幅为 4.7°C （4 月 1 日），最大升幅为 5.5°C （12 月 16 日）。以 4 月坝址现状水温 9.3°C 为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 14 日到达 9.3°C ，建坝后下泄水温在 5 月 3 日到达 9.3°C ，延迟了 19 天。

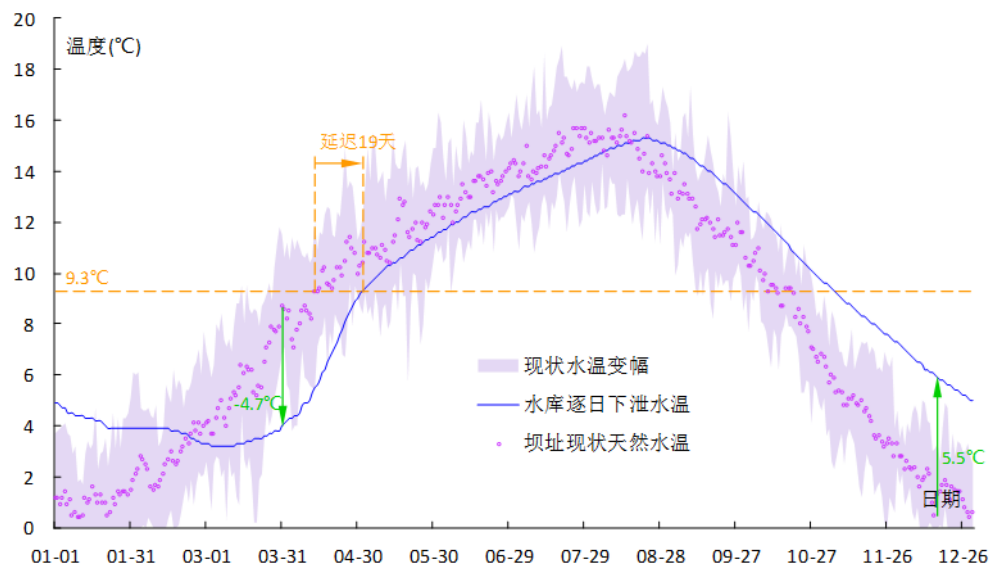


图 6.3-19 典型丰水年逐日下泄水温与现状水温比较

3) 枯水年

与坝址现状水温相比，水库对下游水温有较大影响。下泄水温在 3 月~8 月比建坝前坝址水温有所降低，平均降低了 2.0°C ，4 月份降低最多，达 5.0°C 。9

月~翌年 2 月，下泄水温平均上升 3.8℃，11 月温升幅度最大，为 5.5℃。全年出现月均最高温度的月份建坝前为 8 月，建坝后为 9 月；全年出现月均最低温度的月份建坝前为 1 月，建坝后为 3 月；月均最高温度建坝前后均为 14.9℃，月均最低温度从建坝前的 1.0℃升为建坝后的 3.7℃，温差减小了 2.7℃。

表 6.3-124 工况 3 的水温及气温(℃)

月份	气温	表层水温	库底水温	坝址水温	下泄水温	与坝址水温差值
1 月	-1.5	4.7	4.6	1.0	4.8	3.8
2 月	1.5	1.9	4.0	2.7	3.9	1.2
3 月	6.7	3.0	4.0	5.6	3.7	-1.9
4 月	11.8	8.0	4.0	9.3	4.3	-5.0
5 月	14.3	12.1	4.0	11.4	9.2	-2.2
6 月	17.9	14.8	4.1	13.3	11.8	-1.5
7 月	20.3	16.7	4.9	14.7	13.7	-1.0
8 月	20.4	17.6	6.1	14.9	14.6	-0.3
9 月	15.7	16.4	7.6	12.3	14.9	2.6
10 月	10.8	13.8	9.1	9.1	13.3	4.2
11 月	5.2	10.5	10.3	4.8	10.3	5.5
12 月	-0.4	7.3	7.3	1.7	7.2	5.5
年均	10.2	10.6	5.8	8.4	9.3	0.9
最大值	20.4	17.6	10.3	14.9	14.9	5.5
最小值	-1.5	1.9	4.0	1.0	3.7	-5.0
年内变幅	21.9	15.7	6.3	13.9	11.2	-

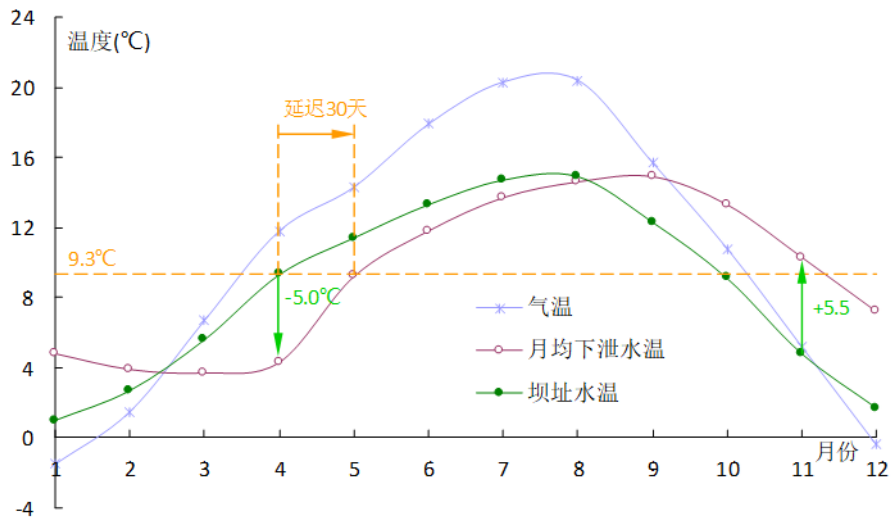


图 6.3-20 工况 3 月均下泄水温、坝址处天然水温比较

图 6.3-21 比较了代古寺典型枯水年全年的逐日下泄水温过程与坝址现状水温。与坝址现状逐日水温相比，代古寺下泄水温最大降幅为 6.2°C （4 月 18 日），最大升幅为 6.7°C （12 月 16 日）。以 4 月坝址现状水温 9.3°C 为特征温度统计延迟时间，建坝前坝址处水温在 4 月 14 日到达 9.3°C ，建坝后下泄水温在 5 月 14 日到达 9.3°C ，延迟了 30 天。

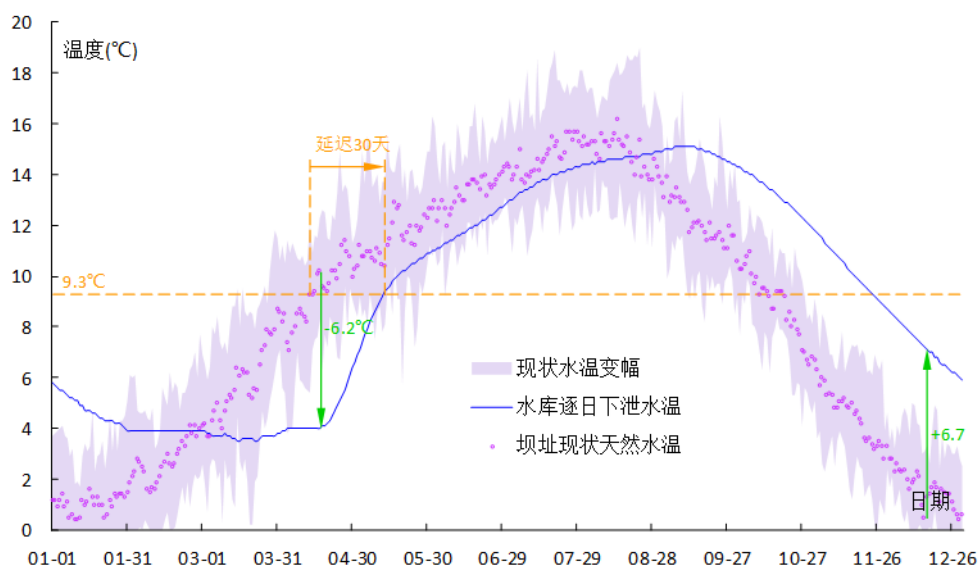


图 6.3-21 典型枯水年逐日下泄水温与现状水温比较

(2) 水温影响减缓措施效果分析

根据单层取水下泄水温分析可知，代古寺水库在丰、平、枯典型年运行时均对下游造成低温水效应，因此本工程考虑采用叠梁门和多层孔口的分层取水措施缓解水温影响。本次拟定了三种分层取水方案进行比选，分别为：① $3.0\text{m} \times 20$ 层叠梁门取水方案（叠梁门方案 1）；② $5.0\text{m} \times 12$ 层叠梁门方案（叠梁门方案 2）；③4 层固定取水口方案，各层取水口顶高程分别为 1791 米、1774 米、1757 米、1740 米。

根据下游水生保护需要和水温计算分析结果，除 3~7 月采用分层措施改善下泄低温水的影响外，其它月份可不采用分层取水。由于 3 月库区水温呈逆温分布状态，不能取用上层水，故仅在 4~7 月分层取水。

表 6.3-125~表 6.3-127 对比了各典型年代古寺水库两种叠梁门方案与多层孔口方案的下泄水温。各典型年两种叠梁门方案的取水效果基本一致，最大差别约 0.1°C 。平水年 4~7 月多层孔口的增温效果普遍比叠梁门弱 $0.3 \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ ，丰水年

4~7 月多层孔口增温效果比叠梁门弱 0.5~1.1℃，枯水年 4~7 月多层孔口增温效果比叠梁门弱 0.3~0.8℃。

表 6.3-125 平水年叠梁门与多层孔口分层取水效果对比(℃)

月份	坝址现状 水温	平水年下泄水温				对比		
		单层取水	叠梁门 3.0m 门高	叠梁门 5.0m 门高	多层孔口	c-b	d-b	e-b
	a	b	c	d	e			
4 月	9.3	4.7	6.7	6.7	6.3	2	2	1.6
5 月	11.4	9.9	11.1	11.1	10.8	1.2	1.2	0.9
6 月	13.3	12.1	13.4	13.5	13	1.3	1.4	0.9
7 月	14.7	13.7	15.2	15.3	14.7	1.5	1.6	1

表 6.3-126 丰水年叠梁门与多层孔口分层取水效果对比(℃)

月份	坝址现状 水温	丰水年下泄水温				对比		
		单层取水	叠梁门 3.0m 门高	叠梁门 5.0m 门高	多层孔口	c-b	d-b	e-b
	a	b	c	d	e			
4 月	9.3	6	7.1	7.1	6	1.1	1.1	0
5 月	11.4	10.4	11.3	11.3	10.6	0.9	0.9	0.2
6 月	13.3	12.3	13.5	13.5	13.1	1.2	1.2	0.8
7 月	14.7	13.8	15.2	15.3	14.7	1.4	1.5	0.9

表 6.3-127 枯水年叠梁门与多层孔口分层取水效果对比(℃)

月份	坝址现状 水温	枯水年下泄水温				对比		
		单层取水	叠梁门 3.0m 门高	叠梁门 5.0m 门高	多层孔口	c-b	d-b	e-b
	a	b	c	d	e			
4 月	9.3	4.3	6.4	6.4	5.6	2.1	2.1	1.3
5 月	11.4	9.2	10.9	10.9	10.6	1.7	1.7	1.4
6 月	13.3	11.8	13.3	13.4	13	1.5	1.6	1.2
7 月	14.7	13.7	15.2	15.3	14.7	1.5	1.6	1

表 6.3-128 对比了多层孔口和两种门高叠梁门取水时下泄水温到达特征水温 9.3℃ 的延迟时间。叠梁门到达 9.3℃ 的时间基本上延迟在 13~22 天，而多层孔口到达 9.3℃ 的时间延迟在 19~23 天。5m 门高叠梁门与 3m 门高叠梁门方案的延迟时间基本一致，较单层取水提前 6~8 天。

表 6.3-128 叠梁门(5m 和 3m)和多层孔口取水时下泄水温延迟时间对比

项目		典型年		
		平水年	丰水年	枯水年
达到 9.3℃的时间	天然水温	4 月 14 日		
	单层取水	5 月 9 日	5 月 3 日	5 月 14 日
	3m 叠梁门	5 月 3 日	4 月 27 日	5 月 6 日
	5m 叠梁门	5 月 3 日	4 月 27 日	5 月 6 日
	多层孔口	5 月 5 日	5 月 3 日	5 月 7 日
延迟时间	单层取水	25 天	19 天	30 天
	3m 叠梁门	19 天	13 天	22 天
	5m 叠梁门	19 天	13 天	22 天
	多层孔口	21 天	19 天	23 天
比单层取水提前时间	3m 叠梁门	6 天	6 天	8 天
	5m 叠梁门	6 天	6 天	8 天
	多层孔口	4 天	0 天	7 天

通过对比三种分层取水方案的效果,可以看出叠梁门分层取水效果优于多层固定取水口方案,而两种叠梁门方案(3m 门高和 5m 门高)的改善效果基本一致。综合考虑分层取水效果和调度运行的便利性,推荐工程采用 5m×12 层叠梁门取水方案。

6.3.2.5 坝下河道水温预测

将代古寺下泄水温作为研究河段的上游边界,采用纵向一维数学模型模拟代古寺坝下河段的沿程水温。代古寺水库下游的特征断面如表 6.3-129 所示。

表 6.3-129 代古寺水库下游河段特征断面

序号	特征断面	至代古寺坝址距离 (m)	涉及水生态敏感点
1	代古寺坝下	1388	白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区末端
2	各峪	12363	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区 1#
3	巴藏乡	21184	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区 2#
4	河南村	69364	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区 3#
5	安子坪	72529	白龙江舟曲特有鱼类省级水产种质资源保护区 4#

表 6.3-130~表 6.3-132 对典型平水年单层取水、叠梁门取水时的坝下特征断面水温进行了对比。

该地区年均太阳辐射约 146.7W/m^2 ，属中等水平辐射；年均气温 10.2°C 。由气象条件带来的热通量较为有限，无论是春季低温水还是冬季高温水现象，单纯受气象影响的坝下河段水温恢复效果不明显。

(1) 单层取水

单层取水时，坝下断面由于距离坝址较近，水温变化幅度与下泄水温基本一致。各段面春季低温水最大降幅均出现在 4 月，在巴藏乡最大降幅缩至 $2.8\sim 4.2^\circ\text{C}$ ，在河南村、安子坪进一步缩至 $1.6\sim 2.4^\circ\text{C}$ ；冬季高温水最大升幅均出现在 12 月，在巴藏乡最大升幅缩至 $3.1\sim 4.1^\circ\text{C}$ ，在河南村、安子坪进一步缩至 $1.2\sim 1.7^\circ\text{C}$ 。

(2) 分层取水

5m 叠梁门方案取水时，4~7 月水库下泄低温水现象得到了部分缓解。原降幅最大的 4 月，在巴藏断面处降幅缩减到 $1.8\sim 2.4^\circ\text{C}$ ，在河南村、安子坪进一步缩至 $1.1\sim 1.4^\circ\text{C}$ 。6 月及以后的断面水温均不低于现状水温。而 3 月由于水库无法启用叠梁门，至最下游的安子坪断面时低温水降幅仍有 $0.8\sim 0.9^\circ\text{C}$ 。

多层孔口取水时，4~7 月水库下泄低温水现象得到了部分缓解。原降幅最大的 4 月，在巴藏断面处降幅缩减到 $2.5\sim 3.1^\circ\text{C}$ ，在河南村、安子坪进一步缩至 $1.5\sim 1.8^\circ\text{C}$ 。

表 6.3-130 代古寺水库下游断面水温变化(单层取水，平水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
代古寺坝下天然水温	a1	1.1	2.7	5.7	9.3	11.4	13.3	14.7	15.0	12.4	9.1	4.8	1.7	8.4
建库后水温	a2	4.6	3.9	3.6	4.8	9.9	12.1	13.7	15.0	14.3	12.2	9.4	6.7	9.2
a2 - a1	a3	3.5	1.2	-2.0	-4.5	-1.5	-1.2	-1.0	0.1	2.0	3.1	4.7	4.9	0.8
各峪天然水温	b1	1.2	2.9	5.9	9.5	11.7	13.5	15.0	15.2	12.6	9.3	5.0	1.9	8.7
建库后水温	b2	4.2	3.9	4.1	5.4	10.3	12.5	14.1	15.3	14.2	11.8	8.8	6.1	9.2
b2 - b1	b3	3.0	1.0	-1.8	-4.2	-1.3	-1.0	-0.9	0.0	1.7	2.5	3.8	4.1	0.6
巴藏乡天然水温	c1	1.4	3.1	6.1	9.7	11.8	13.8	15.2	15.5	12.8	9.5	5.2	2.1	8.8
建库后水温	c2	4.0	3.9	4.4	5.8	10.6	12.8	14.4	15.5	14.2	11.6	8.4	5.7	9.3
c2 - c1	c3	2.6	0.8	-1.7	-3.9	-1.2	-1.0	-0.8	0.0	1.5	2.2	3.2	3.6	0.4
河南村天然水温	d1	2.2	4.0	7.1	10.7	12.9	14.9	16.5	16.6	13.8	10.5	6.2	2.9	9.9
建库后水温	d2	3.3	4.3	6.2	8.3	12.2	14.3	16.0	16.6	14.5	11.2	7.2	4.4	9.9
d2 - d1	d3	1.1	0.3	-0.9	-2.4	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.7	0.7	1.0	1.4	0.0
安子坪天然水温	e1	2.3	4.1	7.2	10.8	13.0	15.0	16.5	16.7	13.9	10.5	6.3	3.0	9.9
建库后水温	e2	3.3	4.3	6.4	8.5	12.3	14.4	16.1	16.7	14.6	11.1	7.2	4.3	9.9
e2 - e1	e3	1.0	0.2	-0.8	-2.3	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.7	0.6	0.9	1.3	0.0

表 6.3-131 代古寺水库下游断面水温变化(5m 叠梁门取水, 平水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
代古寺坝下天然水温	a1	1.1	2.7	5.7	9.3	11.4	13.3	14.7	15.0	12.4	9.1	4.8	1.7	8.4
建库后水温	a2	4.6	3.9	3.6	6.7	11.1	13.5	15.3	15.0	14.3	12.2	9.4	6.7	9.7
a2 - a1	a3	3.5	1.2	-2.0	-2.5	-0.3	0.2	0.6	0.1	2.0	3.1	4.7	4.9	1.3
各峪天然水温	b1	1.2	2.9	5.9	9.5	11.7	13.5	15.0	15.2	12.6	9.3	5.0	1.9	8.7
建库后水温	b2	4.2	3.9	4.1	7.2	11.4	13.8	15.5	15.3	14.2	11.8	8.8	6.1	9.7
b2 - b1	b3	3.0	1.0	-1.8	-2.3	-0.3	0.2	0.5	0.0	1.7	2.5	3.8	4.1	1.0
巴藏乡天然水温	c1	1.4	3.1	6.1	9.7	11.8	13.8	15.2	15.5	12.8	9.5	5.2	2.1	8.8
建库后水温	c2	4.0	3.9	4.4	7.5	11.6	14.0	15.7	15.5	14.2	11.6	8.4	5.7	9.7
c2 - c1	c3	2.6	0.8	-1.7	-2.2	-0.2	0.2	0.5	0.0	1.5	2.2	3.2	3.6	0.9
河南村天然水温	d1	2.2	4.0	7.1	10.7	12.9	14.9	16.5	16.6	13.8	10.5	6.2	2.9	9.9
建库后水温	d2	3.3	4.3	6.2	9.4	12.8	15.0	16.7	16.6	14.5	11.2	7.2	4.4	10.1
d2 - d1	d3	1.1	0.3	-0.9	-1.3	-0.1	0.1	0.3	0.0	0.7	0.7	1.0	1.4	0.3
安子坪天然水温	e1	2.3	4.1	7.2	10.8	13.0	15.0	16.5	16.7	13.9	10.5	6.3	3.0	9.9
建库后水温	e2	3.3	4.3	6.4	9.5	12.8	15.1	16.8	16.7	14.6	11.1	7.2	4.3	10.2
e2 - e1	e3	1.0	0.2	-0.8	-1.3	-0.1	0.1	0.3	0.0	0.7	0.6	0.9	1.3	0.3

表 6.3-132 代古寺水库下游断面水温变化(多层孔口取水, 平水年)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
代古寺坝下天然水温	a1	1.1	2.7	5.7	9.3	11.4	13.3	14.7	15.0	12.4	9.1	4.8	1.7	8.4
建库后水温	a2	4.6	3.9	3.6	6.3	10.8	13.0	14.7	15.0	14.3	12.2	9.4	6.7	9.6
a2 - a1	a3	3.5	1.2	-2.0	-2.9	-0.6	-0.3	0.0	0.1	2.0	3.1	4.7	4.9	1.1
各峪天然水温	b1	1.2	2.9	5.9	9.5	11.7	13.5	15.0	15.2	12.6	9.3	5.0	1.9	8.7
建库后水温	b2	4.2	3.9	4.1	6.8	11.1	13.3	15.0	15.3	14.2	11.8	8.8	6.1	9.6
b2 - b1	b3	3.0	1.0	-1.8	-2.7	-0.5	-0.2	0.0	0.0	1.7	2.5	3.8	4.1	0.9
巴藏乡天然水温	c1	1.4	3.1	6.1	9.7	11.8	13.8	15.2	15.5	12.8	9.5	5.2	2.1	8.8
建库后水温	c2	4.0	3.9	4.4	7.2	11.4	13.5	15.2	15.5	14.2	11.6	8.4	5.7	9.6
c2 - c1	c3	2.6	0.8	-1.7	-2.5	-0.5	-0.2	0.0	0.0	1.5	2.2	3.2	3.6	0.7
河南村天然水温	d1	2.2	4.0	7.1	10.7	12.9	14.9	16.5	16.6	13.8	10.5	6.2	2.9	9.9
建库后水温	d2	3.3	4.3	6.2	9.2	12.6	14.8	16.5	16.6	14.5	11.2	7.2	4.4	10.1
d2 - d1	d3	1.1	0.3	-0.9	-1.5	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.7	0.7	1.0	1.4	0.2
安子坪天然水温	e1	2.3	4.1	7.2	10.8	13.0	15.0	16.5	16.7	13.9	10.5	6.3	3.0	9.9
建库后水温	e2	3.3	4.3	6.4	9.3	12.7	14.8	16.5	16.7	14.6	11.1	7.2	4.3	10.1
e2 - e1	e3	1.0	0.2	-0.8	-1.5	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.7	0.6	0.9	1.3	0.2

6.3.2.6 小结

(1) 代古寺水库水温结构为分层型, 4~9 月份存在明显分层现象。水库表层水温变幅较大, 变幅为 1.6~17.6℃, 库底水温变幅为 3.9℃~10.3℃。

(2) 水库运行对下游水温存在明显影响。平、丰、枯水年下泄低温水均在 4 月降幅最大, 分别为 4.6℃(平)、3.3℃(丰)、5.0℃(枯); 冬季高温水最大升幅均在 12 月, 分别为 5.0℃(平)、4.3℃(丰)、5.5℃(枯)。

(3) 代古寺水库采用叠梁门方案取水后, 春季低温水现象得到了部分缓解。3m 门高叠梁门方案的平、丰、枯水年 4~7 月下泄水温比单层取水最大可提高 2.0℃、1.4℃、2.1℃, 与天然水温相比的最大降幅缩小为 2.7℃(平)、2.2℃(丰)、2.9℃(枯)。各典型年 3 月由于库区水温逆温分布, 无法启用叠梁门。5m 门高叠梁门方案的水温改善效果与 3m 方案基本一致。采用多层固定孔口取水后, 春季低温水现象得到了部分缓解。平、丰、枯水年 4~7 月下泄水温比单层取水最大可提高 1.6℃、0.9℃、1.4℃, 与天然水温相比的最大降幅缩小为 3.0℃(平)、3.3℃(丰)、1.7℃(枯)。4、5 月受水位影响多无法启动上层孔口因而改善效果有限。

(4) 水库下泄水温存在明显的延迟现象, 但采用叠梁门取水后得到了部分缓解。以 4 月坝址天然水温 9.3℃为特征温度统计延迟时间, 单层取水时下泄水温较天然水温延迟 19~30 天; 叠梁门取水较天然水温延迟 13~22 天; 多层孔口取水较天然水温延迟 19~23 天。根据三种分层取水方案对下泄水温的改善效果分析, 推荐采用 5m×12 层叠梁门取水方案。

(5) 代古寺水库单层取水时, 坝址下游巴藏断面最大有 2.8~4.2℃的低温水降幅、3.1~4.1℃的高温水升幅, 安子坪断面最大有 1.6~2.4℃的低温水降幅、1.2~1.7℃的高温水升幅。叠梁门取水时, 4~7 月水库下泄低温水现象得到了部分缓解, 原降幅最大的 4 月, 在巴藏断面处降幅缩减到 1.8~2.4℃, 在河南村、安子坪进一步缩至 1.1~1.4℃; 多层取水时, 原降幅最大的 4 月, 在巴藏断面处降幅缩减到 2.5~3.1℃, 在河南村、安子坪进一步缩至 1.5~1.8℃。

6.3.3 代古寺水库过饱和 TDG 分析

高坝泄流时常会导致下游水体中总溶解气体 (TDG) 过饱和。过饱和溶解气体的产生主要是由于高速下泄的水流将空气以气泡的形式带入至水体深处, 水体深处的气泡由于承受着高于大气压数倍的压力, 致使气泡周围水体总溶解气体浓度迅速升高, 从而导致水体中总溶解气体过饱和。

6.3.3.1 工程泄水消能建筑物

代古寺水库泄水建筑物采用左岸岸边溢洪道为主，右岸泄洪放空洞为辅的布置格局。遭遇设计洪水时，溢洪道单独泄洪，最大泄量为 $2446\text{m}^3/\text{s}$ 。当遭遇校核洪水时，溢洪道和泄洪放空洞联合泄洪，溢洪道最大泄量为 $2896\text{m}^3/\text{s}$ ，泄洪放空洞最大泄量为 $724\text{m}^3/\text{s}$ 。

溢洪道位于面板堆石坝左岸坝肩，溢洪道轴线与坝轴线夹角 93.6° ，采用开敞式岸边溢洪道型式。由进水渠段、控制段、泄槽段、挑流鼻坎段和消力塘段组成，自引渠段到下游消力塘末端，总长 685m 。其中，控制段采用 WES 低实用堰，堰顶高程为 1792.00m ，共布置 2 孔，孔口尺寸为 $13.0\times 12.0\text{m}$ ，总宽度 38m ，长 40m 。泄槽净宽 30m ，纵坡 $i=0.455$ ，泄槽长 215m 。下游采用挑流消能方案，最大泄量 $2896\text{m}^3/\text{s}$ ，消力塘宽 38m ，长 245m ，底部高程为 1660.00m ，出口接原河道。

泄洪放空洞进口采用岸塔式型式，底板高程为 1733.50m ，隧洞出口底高程为 1681.88m 。泄洪放空洞为无压隧洞，采用城门洞型断面。其中，龙抬头段衬砌后断面尺寸为 $6.0\text{m}\times 8.0\text{m}$ ，顶拱为 120° ；导流洞结合段衬砌后断面尺寸为 $7.5\text{m}\times 9.0\text{m}$ ，顶拱为 120° 。导流洞结合段长 960.22m ，占导流洞洞段总长的 79.2% 。出口采用挑流消能方案，最大泄量 $724\text{m}^3/\text{s}$ ，鼻坎下游采用斜坡护坦与护岸相连，后接消力塘。消力塘宽 14m ，底部高程为 1660.00m ，出口接原河道。

6.3.3.2 国内有关工程的过饱和 TDG 观测成果

根据四川大学等单位对三峡、二滩、紫坪铺、漫湾、铜街子等水电站的观测成果，大坝泄水时，坝下 TDG 饱和度在 $114.9\%\sim 142.5\%$ 之间。

表 6.3-133 国内有关工程大坝泄水时过饱和 TDG 观测成果

工程名称	消能方式	泄洪流量	发电流量	TDG 饱和度 (%)
三峡	挑流消能	20200	15600	138
二滩	挑流消能	3706	1809	140
紫坪铺	挑流消能	340	0	114.9
漫湾	挑流消能	1810	1927	124
大朝山	挑流消能	830	2120	116
龚嘴	面流消能	2642	1580	142.5
铜街子	底流消能	317	1920	138.7

从下游影响范围观测来看,根据《三峡水库泄水溶解气体过饱和及其对鱼类影响和保护措施研究》(2009年),葛洲坝下江段过饱和程度逐渐降低,影响范围到城陵矶附近(约400km),城陵矶下江段由于洞庭湖水的汇入,DO饱和度显著下降,基本能恢复正常水平,DN的衰减较DO慢,更不容易恢复到正常水平;根据二滩水库下游泄水观测结果来看,过饱和TDG在二滩坝下雅砻江天然河道内的恢复过程相当缓慢,至金沙江汇口附近时,TDG饱和度仍大于120.0%;根据紫坪铺水库2006年泄水原型观测结果来看,过饱和TDG在坝下岷江河道内的衰减速率较快,在约40km的河道内,过饱和TDG已基本恢复至正常饱和状态。

支流汇入、水深、紊动特性是影响过饱和TDG沿程恢复释放的重要因素。TDG饱和度较高的下泄水流与饱和度较低的支流来水混合可以加速过饱和TDG的耗散;水体紊动越强,过饱和TDG恢复释放越快。发电尾水中TDG饱和度与坝前水体中TDG饱和度差异不大,发电尾水的掺混对于稀释坝下TDG过饱和度具有一定作用。

紫坪铺下游河道过饱和溶解气体恢复较快,其原因主要是由于紫坪铺下游河道流量在坝下约7km处经都江堰分水闸分流进入都江堰灌区,灌区内各河流量明显减小,水深变浅,水体承压接近大气压,加快了河道内过饱和溶解气体的溢出。同时,TDG饱和度较高的水流与饱和度较低的水流混合也可以加速过饱和TDG的耗散。

6.3.3.3 代古寺水库泄洪过饱和TDG分析

代古寺水库不承担下游防洪任务,水库汛期限制水位和正常蓄水位相同,为1804m。设计洪水标准为 $P=0.2\%$ (500年一遇),校核洪水标准为 $P=0.02\%$ (5000年一遇)。水库汛期由溢洪道和泄洪放空洞共同参与泄洪,当汛期洪水小于或等于设计洪水标准时,仅溢洪道参与泄洪,当汛期洪水大于设计洪水标准时,由溢洪道和泄洪放空洞共同参与泄洪。

泄流设施为闸门控制溢洪道,水库起调水位为正常蓄水位1804m。库水位1804m时水库最大泄流能力为 $2133\text{m}^3/\text{s}$,当入库洪水流量小于 $2133\text{m}^3/\text{s}$ 时,按入库流量控泄,库水位保持1804m;当入库洪水流量大于 $2133\text{m}^3/\text{s}$ 时,水库全

部敞泄，水库开始滞洪，库水位上升。退水期入库流量小于水库泄流能力，水库又转入控泄阶段，避免对下游造成人造洪峰，库水位逐步降至 1804m。代古寺水库调洪计算成果见表 6.3-134。

表 6.3-134 代古寺水库调洪计算成果

洪水标准	洪水频率 P (%)		
	0.02	0.2	2
洪峰流量 (m³/s)	4116	2755	1481
总泄量 (m³/s)	3620	2446	1481
最高水位 (m)	1806.71	1805.14	1804
对应库容 (亿 m³)	4.08	3.94	3.92

根据代古寺水库防洪调节成果，5000 年一遇设计洪水条件下，最大泄量为 3620 m³/s，500 年一遇设计洪水条件下，最大泄量为 2446m³/s，50 年一遇设计洪水条件下，最大泄量为 1481m³/s。

代古寺水库最大坝高 151m，根据大坝和泄水建筑物规模，以及泄洪流量的大小，采用漫湾水电站作为类比工程分析代古寺水库泄洪过饱和 TDG 影响，两工程基本参数对比见表 6.3-135。从表中数据对比可以看出，代古寺水库与漫湾水电站在最大坝高、消能方式等对过饱和 TDG 生成水平有重要影响的参数特征具有类比性，因此采用漫湾水电站原型观测成果开展代古寺水库过饱和 TDG 生成预测分析是合理的。

表 6.3-135 代古寺水库与漫湾水电站类比分析表

项目	漫湾水电站	代古寺水库
最大坝高 (m)	132	151
泄洪建筑物	表孔、泄洪洞	溢洪道、泄洪放空洞
消能方式	挑流	挑流
泄洪流量 (m³/s)	1810 (原观期间表孔泄洪量)	1481 (50 年一遇设计洪水最大泄量)

根据四川大学对漫湾水电站开展的过饱和 TDG 观测，观测期间 TDG 饱和度在 115%~121%之间。类比漫湾水电站，代古寺水库泄洪可能存在坝下生成过饱和 TDG 的风险，TDG 饱和度在 120%左右。代古寺水库为白龙江引水工程水源水库，泄洪时间较短，根据 1961 年~2017 年共 57 年的长系列调算成果，平均每年发生泄洪的时间为 15 天，产生气体过饱和影响的时间较短。

代古寺水库发电流量约为 $125\text{m}^3/\text{s}$ ，约占 50 年一遇设计洪水最大泄量的 8.44%，发电尾水掺混后对于稀释坝下 TDG 过饱和度具有一定作用。同时，代古寺坝下有大容立节等电站，库区水体的掺混也可在一定程度上缓解 TDG 过饱和度；代古寺坝下有黑水沟、曲瓦河等支流汇入，汇入后可使 TDG 过饱和度进一步减小。

6.4 水源区地下水环境影响预测评价

6.4.1 施工期水库对地下水环境的影响

水库周边地下水类型主要有基岩裂隙水和松散岩类孔隙水两大类型。松散岩类孔隙水主要赋存于白龙江及其支沟沟谷地带，呈带状分布，多为潜水，水位埋深小于 5m；基岩裂隙水是区内分布最广的地下水类型，区内大部分地区分布有基岩裂隙水。基岩裂隙水一般以潜水的形式出现，局部具有承压性。库区由于构造节理裂隙较发育，连通性好，为大气降水入渗补给地下水提供了良好通道和空间。施工期坝址的开挖会对浅层地下水造成一些影响，主要是会造成一些浅层地下水的排泄，在施工完成后，受开挖影响的局部地下水将会逐渐恢复。因此，在施工期水库工程浅层地下水受开挖的影响范围及时段均有限，可以采取防渗措施进行处理，降低其影响程度。

6.4.2 运营期水库对地下水环境的影响

（1）水库渗漏

代古寺水库地貌属深度切割侵蚀、剥蚀的中高山区，地势总体北西高、东南低。两岸地形陡峻，天然边坡一般为 $47^\circ \sim 65^\circ$ ，局部近直立。两岸顶高程一般 2200~4000m 不等，相对高差达 500~2200m 以上，岸坡多为陡坡、悬崖，坡度一般 $30^\circ \sim 70^\circ$ ，局部近直立。水库正常蓄水位 1804m，库区周边无低于正常蓄水位的低矮垭口，主要的临谷有北侧的桑坝隆哇沟和南侧的磨沟，谷底高程均高于正常蓄水位，临谷最终汇入白龙江。水库区地形封闭条件较好。

库区地层主要为志留系板岩、千枚岩，局部为泥盆系泥质灰岩夹板岩，灰岩多呈透镜体或条带状分布，岩溶现象不发育，库盆岩体透水性较差。库区回水范

围主要的区域性断裂多为III级断裂及褶皱，延伸一般不大，构造行迹多呈 NW 向展布，均为挤压形成，未切过地下水分水岭，其透水性一般不大。

库区两岸支流众多，大部分支流常年有水，白龙将为本区的最低侵蚀基准面。地下水分水岭与地表水分水岭一致，两岸地下水位高于正常蓄水位。

综合以上分析，库区两岸地形封闭条件较好，库盆岩体透水性微弱，库区构造一般规模不大，多为压性构造，地下水分水岭高程高于正常蓄水位，同时根据可研报告，运营期水库库岸、坝址、坝基等将采取边坡处理、帷幕灌浆等防渗措施，因此该水库不存在绕坝渗漏和永久渗漏问题。

根据地下水赋存条件和水动力特征，库区内地下水划分为基岩裂隙水和松散岩类孔隙水两大类型。松散岩类孔隙水主要赋存于白龙江及其支沟沟谷地带，呈带状分布，多为潜水，水位埋深小于 5m。白龙江阶地含水层岩性为砂砾卵石，颗粒均匀，磨圆度好，泥质含量偏高，富水性近河段强，远河段弱。大冲沟含水层为砂、碎石、块石夹土，分选性和磨圆度均较差，且含泥质高，富水性较差。接受大气降水、基岩裂隙水及地表水补给，向河谷内排泄或沿含水层向下游径流。孔隙水受季节性气候的影响，水位变化大。在水库蓄水初期，水库蓄水将会抬高地表水水位，地表水补给地下水，抬高库区地下水的水位。当水库蓄水至正常蓄水位线后，两岸坡岩土体逐步达饱和状态，地下水量达到均衡。

通过以上渗流分析得知，库区两岸坡降大，岩层顶部的高程远高于水库的正常高水位，即地下水位仍远低于地下水分水岭，水位抬升不会改变地下水的排泄条件，地下水补给来源仍然是大气降水、基岩裂隙水及地表水，地下水又补给库水。且库岸岩性主要为透水性弱的志留系板岩、千枚岩。因此，水库封闭条件好，由水库蓄水引起回水导致的地下水壅高范围有限。

基岩裂隙水是区内分布最广的地下水类型，区内大部分地区分布有基岩裂隙水。基岩裂隙水一般以潜水的形式出现，局部具有承压性。库区由于构造节理裂隙较发育，连通性好，为大气降水入渗补给地下水提供了良好通道和空间。接受大气降水补给，地下水赋存于卸荷带、断裂构造及其破碎带岩体中，沿裂隙网络系统运移，在含水层被切割或受阻以后以泉的形式溢出，转化为地表水，或间接补给其它类型地下水，向沟谷下游和低洼之处排泄。水库蓄水过程中，库水不断

向两岸坡渗透，库水补给地下水，地下水储量不断增加，至水库蓄水至正常蓄水位线后，两岸地下水位两岸逐步抬高，两岸坡岩土体逐步达饱和状态，地下水量达到均衡。

(2) 水库浸没

代古寺水库属于峡谷型水库，两岸一般坡度较陡，沿江分布多级阶地，其中Ⅲ~Ⅳ级阶地最为发育，村庄及耕地多分布于此，Ⅲ级阶地阶面一般高出河床 20~30m，Ⅳ级阶地阶面高出河床 35~50m；Ⅴ~Ⅶ级阶地，高于河床 90~250m 不等，零星分布于两岸高高程处。Ⅲ~Ⅳ级阶地均为侵蚀堆积阶地，具典型的二元结构，表层 0.5~3m 为低液限粘土，下部为砂卵砾石层。近坝库区阶地多被淹没，正常蓄水位线以上两岸大部分基岩出露，基本不存在浸没问题。库区浸没主要存在于中、上游段的Ⅲ~Ⅳ级阶地上。

水库正常蓄水位 1804m，考虑到波浪、洪水等因素，其最高水位不会超过 1806m。受浸没影响的库岸地表主要为村庄、耕地、果树园，通过现场调查了解，民用建筑基础埋深一般 1~2m，本次预测取值为 2m；小麦、玉米等农作物根系深度一般为 0.5m 左右；苹果树根系埋深约 1m。根据《水力发电工程地质手册》，低液限粘土毛细水上升高度为 1~1.5m，砂卵砾石本次计算根据经验取值为 0.8m。本次预测采用规范附录中公式：

$$H_{cr} = H_k + \Delta H$$

其中：

H_{cr} —为临界地下水位埋深，m；

H_k —为土壤毛细水上升带高度，m；

ΔH —为安全超高值，m。

根据以上参数，进行库区浸没预测，受浸没影响的库段主要有三处：位于(2)库段左岸的达修寺及水泊沟村南侧部分农田，浸没面积约 1.5 万 m^2 ，其中达修寺局部地基存在浸没问题；位于(3)库段右岸西布古村部分果园及民房，浸没面积约 2.1 万 m^2 ；位于(9)库段右岸腊子口派出所河段两间民房及部分 595 乡道路基，浸没面积约 0.23 万 m^2 。初步估算代古寺库区浸没面积约 3.85 万 m^2 ，具体分布位置见图 6.4-1。浸没影响主要库段详细评价见表 6.4-1。

针对受到浸没影响的果园、农田等，规划中对区域实施农田防护工程，低地垫高、新造耕园地，并对耕园地沿江侧边坡进行防护。其中达修寺浸没防护区、腊子口派出所防护区在经济比选后，决定采取一次性补偿方式；水泊沟村农田垫地采取的防护措施为现浇混凝土板护坡。对于受到浸没影响的村庄，结合移民意愿和地方政府意见，水源工程本阶段搬迁安置采取集中安置方式，集中安置点分别为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点。

综上得出，水库不存在永久渗漏等问题，仅在库区存在一定的浸没。结合库区水文地质条件情况，库区不存在渗漏情况，同时库区位于区域的最低基准面，周边泉水排泄、河流最终都汇入库区，结合库区的居民生活用水全部取自库区上游沟谷中的泉水，因此，运营期水库引水对库区下游地下水水位的影响较小。

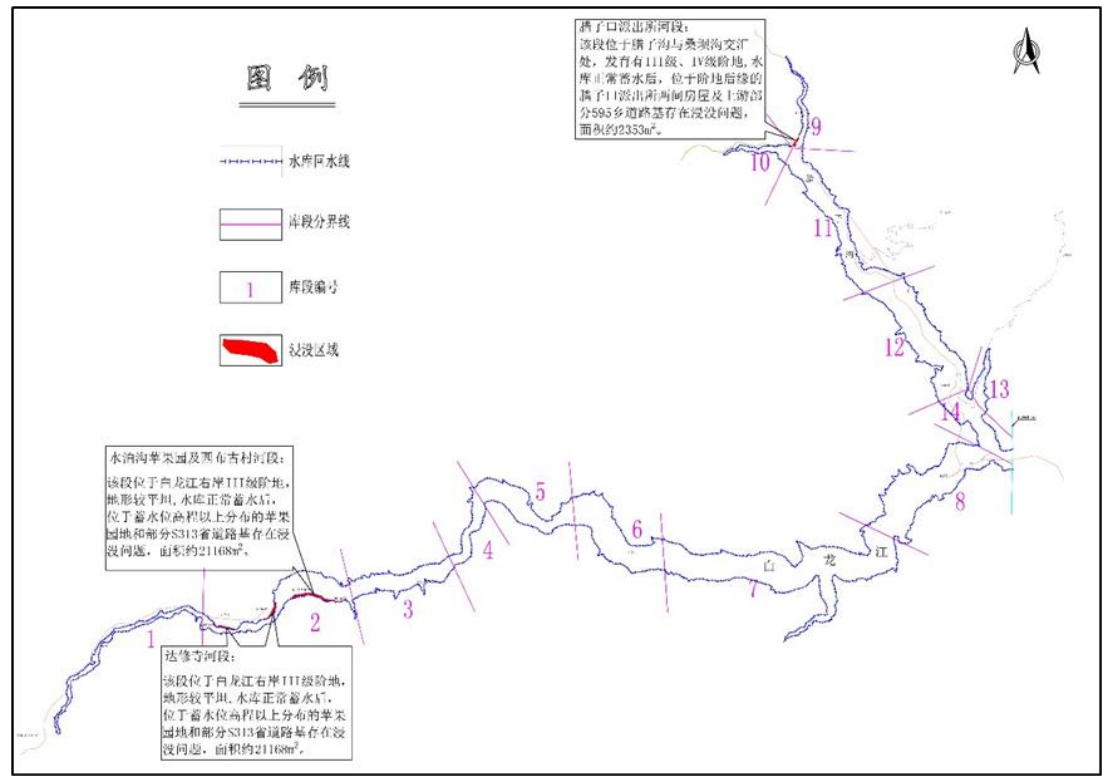


图 6.4-1 库区浸没位置分布示意图

表 6.4-1 库区主要浸没调查统计表

位置	名称	浸没类别	浸没范围（m）			浸没面积（m ² ）	基本地质条件	浸没评价
			长度	宽度	高程			
白龙江	达修寺河段	农田和达修寺等建筑物	620	10~43	1804~1808.8	14969	该段位于白龙江左岸 III 级阶地，地形较平坦，表部为	水库正常蓄水后，位于阶地前缘呈带状分布耕地以及 313 省道

位置	名称	浸没类别	浸没范围 (m)			浸没面积 (m ²)	基本地质条件	浸没评价
			长度	宽度	高程			
干流库段							低液限粘土，厚约0.5~1m，下部为砂卵砾石层，厚约2~5m。	南侧水泊沟村部分民房存在浸没问题，面积不大；位于阶地中后缘的达修寺地面高程在1809~1820m，与浸没控制高程1808.8m极为接近，局部可能存在浸没问题，建议进行防护。
	西布古村河段	农田和民房、省道等建筑物	800	25~40	1804~1808.8	21168	该段位于白龙江右岸Ⅲ级阶地，地形较平坦，表部为低液限粘土，厚约0.5~2m，下部为砂卵砾石层，厚约10~12m。	水库正常蓄水后，位于蓄水位高程以上分布的苹果园、部分S313省道路基以及西布古村部分民房存在浸没问题，面积不大，浸没问题不突出。
腊子沟支流库段	腊子口派出所河段	民房、595乡道等建筑物	140	9~12	1804~1808.8	2353	该段位于腊子沟与桑坝沟交汇处，发育有Ⅲ级、Ⅳ级阶地，阶地表部为低液限粘土，厚约0.4~1.5m，下部为砂卵砾石层及坡、洪积碎石夹土，厚约8~10m。	水库正常蓄水后，位于阶地后缘的腊子口派出所两间房屋及上游部分595乡道路基存在浸没问题，面积不大，浸没问题不突出。

6.5 水源及下游区陆生生态环境影响预测评价

6.5.1 水源区占地对土地利用的影响

水源工程（代古寺水库工程）建成后，水库淹没占地区全部变为水体，枢纽工程区变为建设用地，临时占地区域将进行植被恢复区域土地资源的影响将得到恢复。水源工程建设前后水源及下游区土地利用面积变化情况，详见表 6.5-1。

表 6.5-1 水源及下游区各用地类型面积变化表

土地利用类型	面积 (hm ²)			面积比 (%)		
	现状	建设后	变化	现状	建设后	变化
耕地	17561	17527.11	-33.89	25.46	25.42	-0.04
林地	24001	23530.42	-470.58	34.8	34.12	-0.68

土地利用类型	面积 (hm ²)			面积比 (%)		
	现状	建设后	变化	现状	建设后	变化
园地	810	674.07	-135.93	1.17	0.98	-0.19
草地	20778	20596.39	-181.61	30.13	29.87	-0.26
建设用地	2308	2392.57	84.57	3.35	3.47	0.12
水域及水利设施用地	1810	2555.21	745.21	2.62	3.71	1.09
其他土地	1694	1686.23	-7.77	2.46	2.45	-0.01
合计	68962	68962		100	100.00	

从上表可知,代古寺水库工程建成后,水源及下游区建设用地、水域及水利设施用地分别增加 0.12%和 1.09%,其余用地类型均不同程度减少,但变幅均较小。工程建成后,土地利用类型仍以林地、草地、耕地为主,由此可见,工程对水库及下游区土地利用结构影响较小。

6.5.2 对植被及植物资源的影响

(1) 施工期

1) 施工占地对植物及植被的影响

水源工程占地面积共占地 200.92hm² (不包括水库淹没区),其中永久占地 145.4 hm²,临时占地 55.52hm²,永久占地主要包括坝址区,临时占地主要包括渣场、生产生活区、料场等。根据工程布置,结合实地调查,工程占用的主要植被类型包括铁杆蒿灌草丛、农田栽培植被。调查表明,占地区植被在周边广泛分布,而且无重点保护野生植物种类。水源工程建设不会造成区域物种及群落的消失,仅为植物个体损失,植被生物量减少。类比现有代古寺水电站工程,水源工程施工对区域植物及植被的影响较小。

2) 施工活动对植物及植被的影响

本工程施工活动对植物及植被的影响主要为施工活动产生的废水、固废、扬尘等对其影响。施工期施工废水主要包括生产作业废水、生活污水、车辆冲洗废水、施工机械维修废水、下雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水等。固体废物主要来自施工产生的建筑垃圾以及施工人员生活垃圾。施工废水及固废会破坏地表及水域环境,改变土地利用情况,进而影响周围植物正常生命活动。由于评价区沿线均布置有弃渣场和污水处理系统,工程施工产生的废水、固废等会进行集中处理,经处理后其对植物及植被的影响较小。

扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，使其生命活动受到一定影响。在施工期定期洒水抑尘，可有效缩减扬尘扩散范围，从而减轻施工期扬尘等对周围植物及植被的影响。

3) 人为干扰对植物及植被的影响

施工期工程区人员增多，施工人员活动会破坏施工区及周围植物资源，使其个体损失，植被生物量减少，但这样影响可通过施工前划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解。

4) 水土流失对植物及植被的影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响，同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏了土壤的结构，增加植被复垦工作的难度。但本工程在可研阶段充分考虑到了水土流失问题，只要切实落实水土保持方案，本工程水土流失对区域植物及植被的影响较小。

5) 临时占地区典型工程影响分析

表 6.5-2 水源及下游区临时占地区典型工程主要植被类型

典型工程	主要植被
1#工区弃渣场	植被以灌丛为主，植被覆盖度 50%左右。灌丛包括沙棘灌丛、河柳灌丛、绣线菊灌丛、河朔荊花灌丛等。伴生的草本植物主要有白羊草、白茅、纤毛鹅观草、萎陵菜、画眉草、铁杆蒿、长芒草、白羊草、茭蒿、大羽茅、香茅草。
水源区生产生活区	灌丛和草地为主，植被覆盖度 50%左右，植被类型与弃渣场类似。

由表 6.5-2 可知，受施工临时占地影响的植被均为常见类型，植物均为适应性强、抗逆性强、分布范围广的种类，施工占地对水源区植物及群系的影响主要为植物个体损失和植被生物量减少，且随着施工结束对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复等，可使临时占地区植物及植被在适宜条件下迅速得到恢复，因此，工程临时占地对植物及植被的影响较小。

总体上，本项目施工期对植物及植被的影响较小，采取相应的措施后，是可以接受的。

（2）运行期

1）水库淹没植被分析

代古寺水库运行期将淹没土地 873.14hm^2 ，根据工程可研，结合现状调查，淹没区主要植被类型包括灌丛、草地、农田栽培植被。淹没区植被在周边广泛存在，而且没有重点保护野生植物种类。水库回水淹没不会造成区域物种及群落的消失，仅为植物个体损失，植被生物量减少。

2）对水库消落带植被的影响

根据水库调度方案，代古寺水库正常运用最高水位为正常蓄水位 1804.00m ，最低运行水位为死水位 1745.0m 。当水库来水量大于各用水部门需水时，在满足各用水需求的条件下，水库蓄水运用；当水位超过最高运行水位后，水库弃水。由此可见，水库水位的反复升降，将在库周形成垂直高度为 59m 的消落带，通过评价区 DEM 数据，可以勾画出库周的消落带范围，共 424.6hm^2 ，见图 6.5-1。由于消落带反复被长时间淹没，致使植物不容易生长，从而对该区域植被及景观造成一定损失，但由于本项目所在区域河流落差较大，加之两岸多为高山峡谷，地形陡峭，故消落带面积较小，消落带植被均为中低覆盖度草地及裸露岩石，因此生态影响较小。

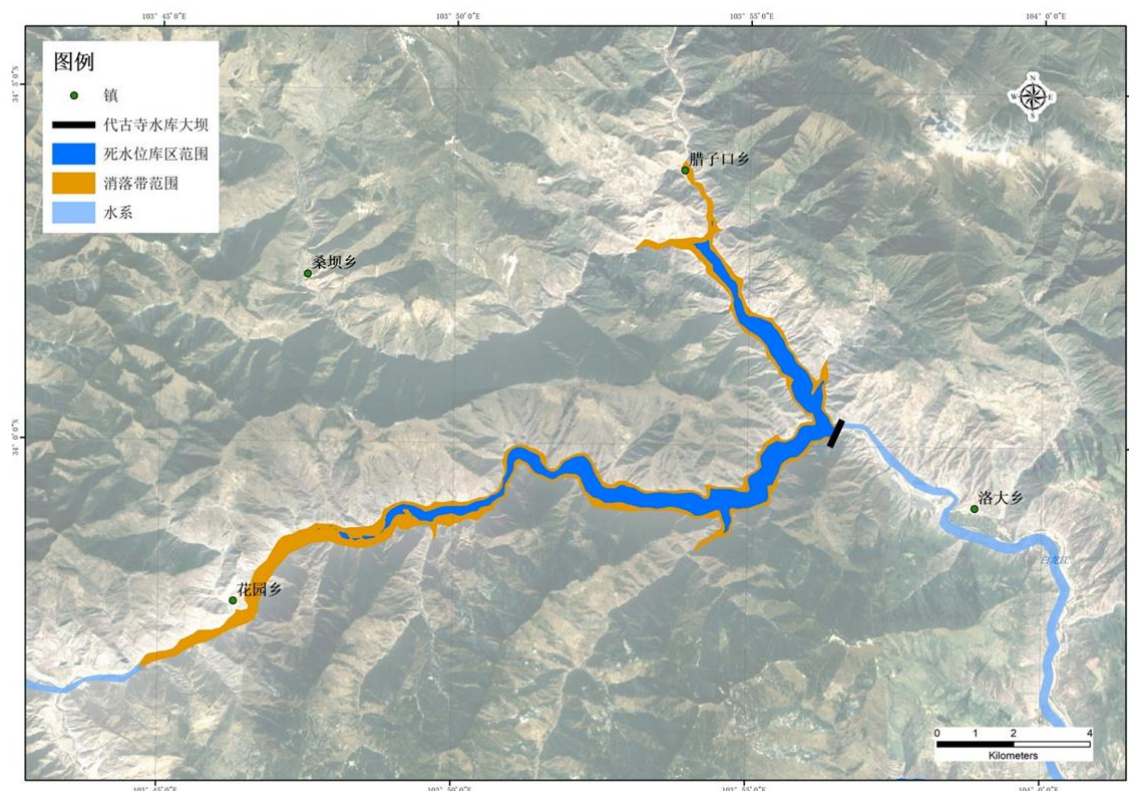


图 6.5-1 代古寺水库消落带范围图

3) 对水库大坝下游植被的影响

根据水文情势预测结论，不同来水条件下，各典型断面水位均有所下降，水位降低对白龙江沿岸浅滩、湿地植被产生一定不利影响。由于下游为高山峡谷型河道，岸滩均为砾石裸地，无明显的湿地发育，两岸植被以低覆盖度草地和稀疏灌丛为主，需水量较小，故运行期下泄水量减少对下游河道岸边植被影响较小。

(3) 对重要植物物种的影响

1) 对重点保护植物及极危、濒危、易危种的影响

评价区共有国家重点保护野生植物 19 种，有极危、濒危、易危种共 5 种，特有种 9 种。本次调查中，在代古寺水库占地内暂未发现上述植物，但有的植物为一年生植物，不排除施工期会在工程占地区内出现。为了减少工程的影响，建议将这些重要物种打印出图片分发给施工人员，如果遇到，要采取移栽措施加以保护，则工程对这些重要物种影响较小。

2) 对古树名木的影响

水库及下游区评价区内无古树名木分布，故代古寺水库施工和运行不会对古树名木产生影响。

6.5.3 对陆生动物的影响

(1) 施工期

1) 对鸟类的影响

项目区周边以林鸟和农田区鸟类为主。工程施工期间，施工噪声对这些鸟类的栖息会产生一定干扰，详见下表。

表 6.5-3 施工噪声对鸟类影响方式表

影响方式	影响区域	鸟类反应	影响性质
施工噪声	施工机械噪声源强 100 分贝左右。研究表明，小于 50dB 的噪声对鸟类的正常活动无明显影响，据此推算，工程噪声影响范围为施工区 300m 以内区域，300m 以外区域，鸟类受施工噪声影响很小。	施工区 52~300m 区域，鸟类会受到噪声影响，但不明显，300m 以外的区域，鸟类不会受到噪声的影响。	暂时性可逆影响
	研究表明，鸟类栖息地噪声平均 24h 噪声不能超过 65dB (Leq24h)，超过这个阈值则对鸟类有明显影响，此范围为施工区外 52m 以内区域。	施工区 5.5~52m 区域，鸟类会受到有明显影响。	暂时性可逆影响
	研究表明，一般鸟类耐受的最大噪声不超过 87dB (Lmax)，超过该值鸟类会立刻逃离。此范围为工程区外 5.5m 以内区域。	施工区 0~5.5m 区域，鸟类无法承受噪声影响。	

由上表可知，施工机械噪声源强 100dB 左右，在距离施工区 0~5.5m 区域，鸟类无法承受噪声影响；距离施工区 5.5~52m 区域，鸟类会受到明显影响；距离施工区 52~300m 区域，鸟类会受到噪声影响，但不明显；距离施工区 300m 以外的区域，鸟类不会受到噪声的影响。分析可知，鸟类如果无法承受噪声影响后，会自动远离施工区，由于工程区周边适宜生境比较广阔，因此施工噪声对其生存影响不大，而且工程结束后，噪声影响随即消失，因此噪声对鸟类的影响是短期的，可恢复。

2) 对两栖、爬行类动物的影响

工程及其周边地区有两栖类动物 3 科 5 种，两栖类动物幼体的生存一般都有赖于足够的水源。工程仅水源区施工时，可能对其产生影响，但受惊吓后，它们会远离施工区，因此影响不大。

工程及其周边地区有爬行类动物 6 科 15 种，这些动物主要栖息于草地内，施工道路及干支渠系开挖可能对这些动物的迁徙、觅食活动有一定的限制，但由于爬行类生境范围较大，迁移能力较强，工程施工不会对其产生较大影响，随着施工活动的结束，临时占地处的植被恢复，对两栖爬行类生境的影响将逐步缓解。

3) 对哺乳类动物的影响

评价区及周边区域哺乳动物种类较多，工程施工期间，首先是工程占地对其栖息地产生一定影响，现场调查可知，在工程区周边存在大范围适宜生境，哺乳动物具有较强的迁徙能力，受影响后会迅速迁入新的栖息地生存，因此工程占地对其影响是有限的。

(2) 运行期

水源工程（代古寺水库）建成后，2 月初开始蓄水，蓄水至死水位约需 45 天的时间，库区野生动物的栖息地将被淹没，它们将被迫上移寻找新的栖息地，极少部分野生动物来不及逃离可能会被淹死，如一些穴居的啮齿类动物，或部分有冬眠习性的两栖类动物，建议蓄水时安排巡护人员沿岸进行巡视，对这类动物采取保护措施。现场调查发现，新建的代古寺水库，位于陡峭的沟谷内，淹没面积比较小，而且野生动物很少，因此对野生动物影响较小。

(3) 对重要野生动物物种的影响

1) 对重要物种中兽类的影响

工程区周边分布的重要物种的兽类中，共有国家重点保护兽类 22 种，生物多样性红色名录中的极危、濒危、易危种共 20 种。这些野生动物主要栖息于代古寺水库旁的两个自然保护区及输水线路沿途的多个森林公园内，下面选取其中较典型的动物进行重点分析。

①对大熊猫的影响

根据《甘肃多儿自然保护区科学考察报告》(2014 年)及其他相关资料可知，工程区附近大熊猫仅分布于代古寺水库西南侧的甘南迭部阿夏省级自然保护区和甘南迭部多儿国家级自然保护区缓冲区及核心区内的竹林内，其中栖息地面积约 510km²，潜在栖息地面积 214km²，两类栖息地距离代古寺水库库区最近距离 3.6km，距离水库大坝最近距离 5.5km（见图 6.5-2），距离较远。而且工程区与

大熊猫栖息地之间地形陡峭，植被以草地和裸岩为主，覆盖度仅 20% 左右，且库区附近居民点较多，人类活动频繁，大熊猫不太可能到工程区附近觅食，因此工程对大熊猫产生影响的可能性很小。

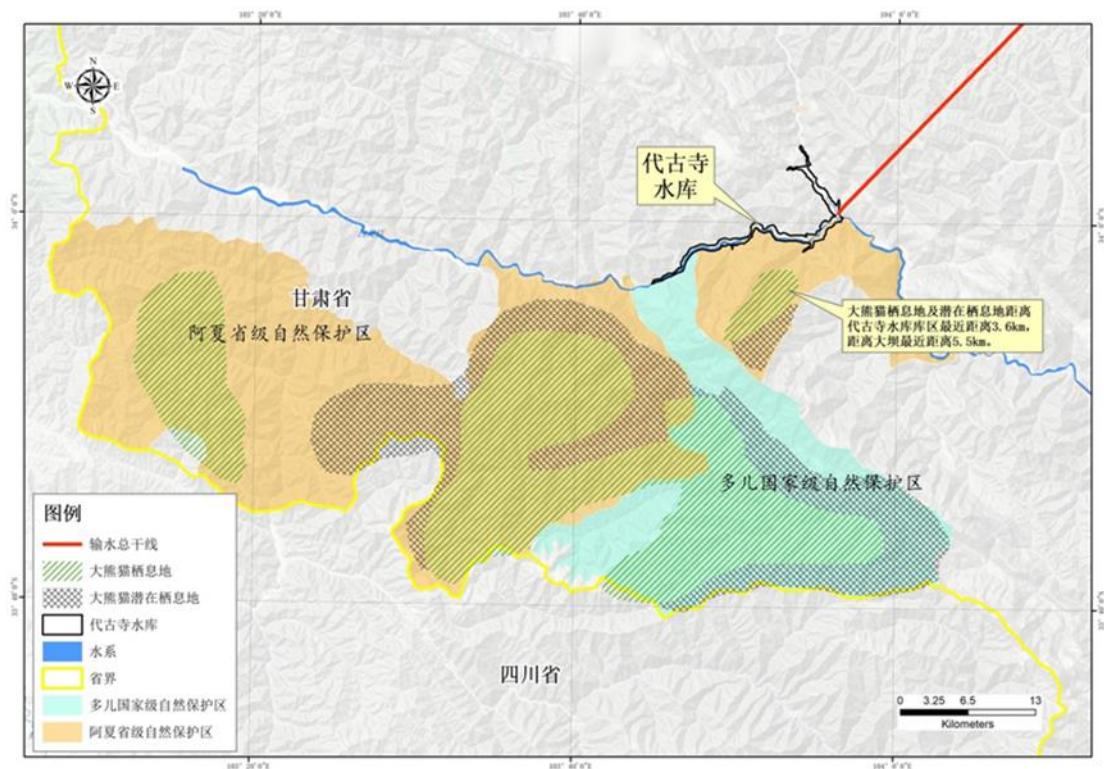


图 6.5-2 工程与大熊猫栖息地及潜在栖息地位置关系图

②对水獭的影响

水獭主要栖息于甘南迭部阿夏省级自然保护区和甘南迭部多儿国家级自然保护区内林木繁茂的河溪地带。本工程可能对这些河溪产生影响的工程内容为代古寺水库回水，调查发现，水库回水区的河谷两侧地形陡峭，植被稀疏，且附近村庄较多，人类干扰明显，不适合水獭生存，因此工程对水獭产生影响可能性较小。

③对其他重要野生动物的影响

其他重要物种主要分布于两个自然保护区内，这些兽类绝大部分栖息于茂密的森林和草地内，只有岩羊栖息在海拔 2100m 以上的高山裸岩地带。两个保护区内的这些适宜生境均距离工程较远。但不排除这些野生动物到工程区附近觅食，为此需要加强施工人员的生态保护意识，遇到这些重点保护野生动物，要及时采取规避、停工、营救或报警等措施，以降低对野生动物的影响。详见表 6.5-4。

表 6.5-4 工程对重要物种中兽类影响分析表

序号	中文名	保护等级	濒危等级	分布	影响
1	大熊猫	一级	VU	仅分布于甘南迭部阿夏省级自然保护区和甘南迭部多儿国家级自然保护区的缓冲区及核心区内的竹林内	工程在大熊猫栖息地附近没有工程内容，因此不会对其产生影响
2	豹	一级	CR	分布于水源区及部分输水线路所在的陇南山地和六盘山区，其中在甘南迭部阿夏省级自然保护区、甘南迭部多儿国家级自然保护区、官鹅沟森林公园、腊子口森林公园分布、云崖寺森林公园均有分布。	这些野生动物主要栖息于自然保护区及森林公园的林地及草地内，但这些区域工程大多以隧洞形式通过，故一般情况下不会对它们产生较大影响。不排除这些野生动物到平原区或工程区附近觅食，为此需要加强施工人员的生态保护意识，遇到重点保护野生动物，要及时采取停工、营救或报警等措施，使对其影响降到最低程度。
3	马麝	一级	CR		
4	林麝	一级	CR		
5	贡山羚牛	一级	VU		
6	豺	一级	EN		
7	金猫	一级	CR		
8	喜马拉雅斑羚	一级	EN		
9	梅花鹿	一级	CR		
10	雪豹	一级	EN		
11	小熊猫	二级	VU		
12	黑熊	二级	VU		
13	棕熊	二级	VU		
14	石貂	二级	EN		
15	猓猓	二级	EN		
16	马鹿	二级	EN		
17	中华鬣羚	二级	VU		
18	豹猫	二级	VU		
19	毛冠鹿	二级	VU		
20	青鼬	二级	/		
21	岩羊	二级	/	栖息在工程南部山区海拔 2100m 以上的高山裸岩地带，不同地区栖息的高度有所变化，但少见于森林及灌木丛中。	工程在岩羊栖息地附近没有工程内容，因此不会对其产生影响。
22	水獭	二级	EN	主要栖息于两个自然保护区和腊子口国家森林公园内林木繁茂的溪河地带。	工程水源区地形陡峭，植被稀疏，不适合水獭生存。其他工程占地区也不适合水獭生存，因此本工程基本不会对水獭产生影响。

2) 对重要物种中鸟类的影响

评价区重要物种中,共有国家重点保护鸟类 31 种,省级重点保护鸟类 5 种,生物多样性红色名录中的极危、濒危、易危种共有鸟类 6 种。其中林鸟 33 种,水鸟 3 种。这些林鸟主要栖息于陇南山地和六盘山区的林区内,其中在工程沿线的自然保护区及森林公园内分布比较集中。这些鸟类大多分布区域比较广阔,受到工程影响后,会远离施工区寻找适宜生境继续生存,因此工程对这些鸟类影响不大。如果施工时发现工程占地区或水库淹没区有重点保护鸟类的卵或幼鸟,要上报林业管理部门,并根据要求采取进一步保护措施。3 种水鸟主要栖息于评价区内的河流及水库湿地内,工程建成后,评价区水域面积会扩大,水鸟的栖息范围将有所增加,故对其生长和繁殖是非常有利的。

由此可知,工程对 33 种林鸟影响不大,是可以接受的;对 3 种水鸟的影响主要是有利影响。详见下表。

表 6.5-5 工程对重要物种中鸟类影响分析表

序号	中文名	保护等级	濒危等级	分布区	影响
1	金雕	一级	VU	栖息于陇南山地和六盘山区的林区内,自然保护区、森林公园、风景名胜区内分布比较集中	这些鸟类分布区域比较广阔,受到工程影响后,会远离施工区寻找适宜生境继续生存,因此工程对这些鸟类影响不大。如果施工时发现工程占地区或水库淹没区有重点保护鸟类的卵或幼鸟,要上报林业管理部门,并根据要求采取进一步保护措施
2	斑尾榛鸡	一级	/		
3	红喉雉鹑	一级	VU		
4	绿尾虹雉	一级	EN		
5	秃鹫	一级			
6	胡兀鹫	一级			
7	草原雕	一级	VU		
8	猎隼	一级	EN		
9	黑鸢	二级	/		
10	高山兀鹫	二级	/		
11	凤头蜂鹰	二级	/		
12	松雀鹰	二级	/		
13	雀鹰	二级	/		
14	大鵟	二级	VU		
15	普通鵟	二级	/		
16	红隼	二级	/		
17	游隼	二级	/		
18	红脚隼	二级	/		
19	斑头鸨鹑	二级	/		
20	雕鸮	二级	/		
21	灰林鸮	二级	/		
22	纵纹腹小鸮	二级	/		

序号	中文名	保护等级	濒危等级	分布区	影响
23	鬼鸮	二级	/		
24	短耳鸮	二级	/		
25	藏雪鸡	二级	/		
26	红腹锦鸡	二级	/		
27	蓝马鸡	二级	/		
28	血雉	二级	/		
29	红腹角雉	二级	/		
30	云雀	二级	/		
31	雪鸽	省级	/		
32	渡鸦	省级	/		
33	戴胜	省级	/		
34	灰鹤	二级	/	栖息于评价区 内的河流及水 库湿地内	工程建成后，评价区水 域面积会扩大，故对其 生长和繁殖是有利的
35	大白鹭	省级	/		
36	红头潜鸭	省级	/		

(4) 对重要物种生境的影响

1) 对各类生境面积的影响

采用与现状评价同样的方法，将工程布局图与其他生态要素图叠加分析，可得到各类适宜度生境的面积及分布情况，详见表 6.5-6。

表 6.5-6 评价区各适宜度生境面积表

生境适宜度	现状		施工期		运营期	
	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)
最适宜生境	3810.75	15.43	3800.64	15.39	3808.12	15.42
适宜生境	4499.79	18.22	4455.49	18.04	4476.57	18.13
勉强适宜生境	7438.74	30.12	7450.84	30.17	7346.89	29.75
不适宜生境	8947.72	36.23	8990.03	36.40	9065.42	36.71
合计	24697	100	24697.00	100.00	24697	100.00

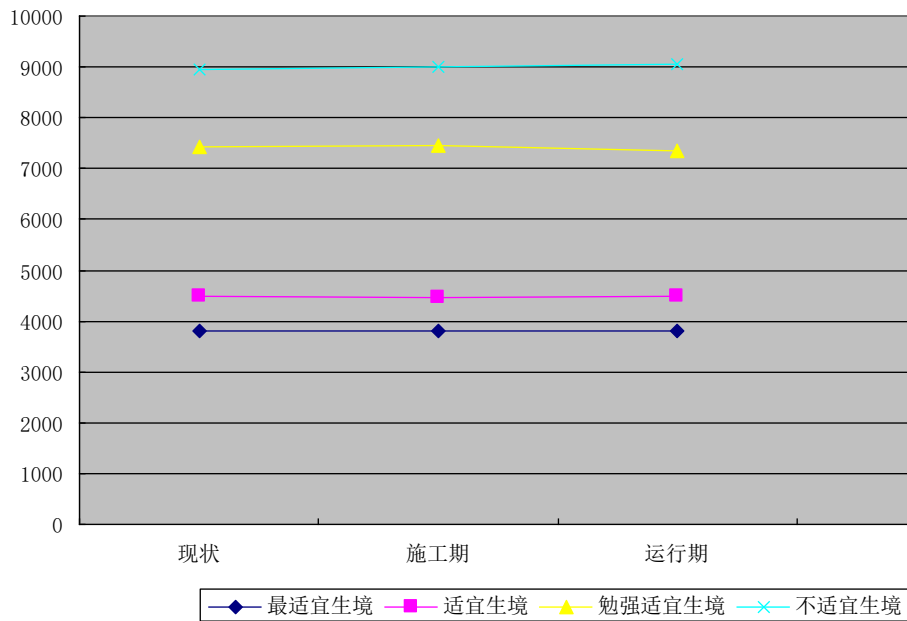


图 6.5-3 评价区生境适宜度面积变化曲线图

由以上图表可得出如下结论：

①评价区四种适宜度生境面积中，最适宜生境和适宜生境面积呈减少趋势，勉强适宜生境和不适宜生境面积呈增加趋势。主要原因是工程施工和运营均对原有生境产生了扰动，使得评价区生境适宜度整体有所下降。

②四种适宜度生境面积变化幅度均很小，均不超过 0.5%，其中不适宜生境面积变化幅度最大，施工期和运行期分别增加 0.17%和 0.48%。主要原因是生境评价区面积较大，工程占地及影响范围面积相等较小。

2) 生境适宜度变化对野生动物的影响

最适宜生境和适宜生境面积均减少，由于分布于这些区域的重要物种主要为猛禽和陆禽，重点保护兽类主要分布于附近自然保护区的核心区和缓冲区，在施工区附近基本没有分布。受到施工影响后，猛禽和陆禽会飞离施工区，在附近区域很容易找到类似生境。而且这些区域内施工主要以隧洞为主，对最适宜生境和适宜生境面积影响非常有限，也不会对兽类的移动通道产生阻隔影响，因此二者面积变化对重要物种影响不大。

勉强适宜生境和不适宜生境面积均增加，由于这些区域野生动物很少，基本没有重要物种分布，施工方式以埋管为主，施工结束后，随着生态修复完成，生

态影响随即消失,因此勉强适宜生境和不适宜生境的面积变化对野生动物影响不大。

6.5.4 对生态系统影响分析

6.5.4.1 对生态系统面积影响分析

水源工程实施后,将导致农田生态系统减少 168.16 hm²,占评价区的 0.96%;森林生态系统减少 19.85hm²,占评价区的 0.09%;灌丛生态系统减少 436.31hm²,占评价区的 13.00%;草地生态系统减少 116.42hm²,占评价区的 0.56%;湿地生态系统减少 120.55hm²,占评价区的 5.22%;城镇生态系统减少 60.83hm²,占评价区的 3.36%;其他类型生态系统减少 6.56hm²,占评价区的 0.39%。各生态系统减少面积较小,占评价区比例较小,对生态系统面积的影响较小。详见表 6.5-7。

表 6.5-7 代古寺水库工程占用各类生态系统面积表

生态系统类型	永久占用面积 (hm ²)	临时占用面积 (hm ²)	合计	评价区 (hm ²)	占比 (%)
农田生态系统 (包括园地)	149.76	18.4	168.16	17561	0.96
森林生态系统	11.8	8.05	19.85	21454	0.09
灌丛生态系统	421.56	14.75	436.31	3357	13.00
草地生态系统	103.12	13.3	116.42	20778	0.56
湿地生态系统	119.51	1.04	120.55	2308	5.22
城镇生态系统	60.83	0	60.83	1810	3.36
其他	6.56	0	6.56	1694	0.39
合计	873.14	55.52	928.66	68962	1.35

6.5.4.2 生态系统生物量和生产力分析

上述工程占地将导致生态系统生产力和生物量下降,计算可知,工程实施后,评价区平均生物量降低 1.10t/hm²,平均生产力降低 0.16t/hm².a,分别占施工前的 2.15%和 2.35%,降低比例均较小,详见表 6.5-8、表 6.5-9。

表 6.5-8 水源及下游区生态系统生物量减少情况表

用地类型	占地面积 (hm ²)	单位面积生物量 (t/hm ²)	生物量减少量 (t)	评价区平均减少量 (t/hm ²)
农田生态系统	168.16	11	1849.76	1.10
森林生态系统	19.85	250	4962.5	
灌丛生态系统	436.31	68	29669.08	
草地生态系统	116.42	16	1862.72	

用地类型	占地面积 (hm ²)	单位面积生物量 (t/hm ²)	生物量减少量 (t)	评价区平均减少量 (t/hm ²)
湿地生态系统	120.55	0.2	24.11	
城镇生态系统	60.83	1.0	60.83	
其他	6.56	0.2	1.312	
合计			38430.31	

表 6.5-9 水源及下游区生态系统生产力降低情况表

用地类型	占地面积 (hm ²)	净第一性生产力 (t/hm ² .a)	减少量 (t/a)	评价区平均减少量 (t/hm ² .a)
农田生态系统	168.16	6.4	23401.47	0.16
森林生态系统	19.85	12.2	9426.21	
灌丛生态系统	436.31	6	849.00	
草地生态系统	116.42	5.5	3080.00	
湿地生态系统	120.55	5	641.85	
城镇生态系统	60.83	1.1	335.05	
其他	6.56	0.2	4.55	

6.5.4.3 生态系统稳定性分析

生态系统稳定性主要受生物量和景观异质性决定的,工程实施后生物量变化较小,库区水面的扩大有利于周边区域景观异质性的增加,因此工程建成后,水库及下游区的生态系统稳定性将有一定程度增加。

6.5.4.4 生态系统服务功能影响

水源工程实施后,评价区生态系统结构的变化必然导致生态系统服务功能的变化,详见表 6.5-10。

表 6.5-10 水源及下游区生态服务价值变化表

生态系统类型	工程实施后生态系统面积 (hm ²)	单位面积生态系统服务价值 (元/hm ²)	工程实施后生态系统服务价值 (万元)	工程实施前生态系统服务价值 (万元)	变化 (万元)
农田生态系统	17527.11	6114.3	10716.60	10737.32	-20.72
林地生态系统	23530.42	19335	45496.07	41481.31	4014.76
灌丛生态系统	674.07	9667.5	651.66	3245.38	-2593.72
草地生态系统	20596.39	6406.5	13195.08	13311.43	-116.35
湿地生态系统	2392.57	40676.4	9732.11	9388.11	344
城镇生态系统	2555.21	-1000	-255.52	-181.00	-74.52
其他生态系统	1686.23	371.4	62.63	62.92	-0.29
合计	68962		79598.62	78045.46	1553.16

上表显示，代古寺水库工程实施后，水源及下游评价区生态系统服务价值将增加 1553.16 万元，占现状的 1.99%，单位价值由 113.17 万元/km² 上升到 115.42 万元/km²。生态服务价值上升的主要原因是代古寺水库水面将扩大 8.79km²，湿地生态系统又是生态系统服务价值最高的类型，因此拉升了水源及下游区的生态服务价值。

6.5.4.5 对景观优势度的影响

水源工程实施后，水源及下游区各类生态系统的面积和斑块数量也将发生变化，进而导致其优势度也随之变化，详见表 6.5-11。

表 6.5-11 水源及下游区各类景观优势度值变化表

拼块类型	建设后				建设前	Do 变化 (%)
	Rd(%)	Rf(%)	Lp(%)	Do(%)	Do(%)	
农田生态系统	25.34	45.33	25.42	30.13	30.40	-0.90
森林生态系统	22.17	62.72	34.12	37.49	36.78	1.89
灌丛生态系统	8.13	21.5	0.98	7.40	9.84	-32.97
草地生态系统	15.11	52.69	29.87	30.89	32.02	-3.66
湿地生态系统	5.35	13.88	3.47	11.06	6.48	41.41
城镇生态系统	13.7	20.4	3.71	9.64	9.84	-2.07
其他生态系统	10.2	9.54	2.45	5.81	6.17	-6.20

从上表可知，水库建成后，水源及下游区湿地生态系统优势度增加较多，增幅 41.41%；灌丛生态系统优势度降低较多，降幅 32.97 %；其他生态系统优势度变化均不大。水域及湿地景观是对生态有利的景观类型，其优势度大幅增加对水源及下游区整体的生态质量的改善是有利的。

6.5.5 对生物多样性的影响

工程对生物多样性的影响难以定量化分析，下面针对生物多样性的 6 个指标进行定性分析。分析可知，本工程对评价区野生维管束植物丰富度、野生动物丰富度、生态系统类型多样性、物种特有性、受威胁物种的丰富度、外来物种入侵度影响均较小，因此对评价区生物多样性影响较小。详见表 6.5-12。

表 6.5-12 生物多样性指标影响分析

指标	影响程度
野生维管束植物丰富度	工程建设运行不会导致工程区微管植物种类减少，影响较小。
野生动物丰富度	施工期，施工噪声和人员活动会降低工程区附近野生动物数量和种类，因此会导致野生动物丰富度降低。

指标	影响程度
生态系统类型多样性	与评价区相比，工程占地面积不大，不会导致生态系统类型多样性降低。
物种特有性	评价区共有中国特有动物 5 种，分别为大熊猫、梅花鹿、红喉雉鹑、红腹锦鸡、蓝马鸡。特有植物共 9 种，分别为珙桐、独叶草、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、紫芒披碱草、大果青杆、榉树。由前面重要物种影响分析可知，工程对这几种野生动物和野生植物影响不大，因此工程对物种特有性影响很小。
受威胁物种的丰富度	本工程不会导致评价区某个动植物物种数量大幅降低进而变成受威胁的物种，因此对受威胁物种的丰富度影响较小
外来物种入侵度	本工程生态恢复时，只要不使用外来物种，就不会涉及外来物种入侵问题，因此对外来物种入侵度影响很小。

6.5.6 累积生态影响分析

在水源和下游区，主要的生态问题是多个梯级电站的修建，使得白龙江水体的连续性被打破，河道有时出现减水现象，进而对两岸植被产生一定负面影响。本工程建成后，由于部分河水被调走，代古寺水库下泄流量减少，河道减水现象将会趋于严重。但由于代古寺水库库容较大，经过水库调节后，下泄水量更加均匀。此外，下游河道为高山峡谷型，两岸多为悬崖峭壁，没有开阔的岸滩湿地，因此即使下泄水量略有减少，对两岸植被的影响也很小。由此可见，工程对水源及下游区累积的生态影响较小。

6.6 水源及下游区水生生态环境影响预测评价

6.6.1 施工期影响预测

6.6.1.1 对水生生境的影响

施工期间，枢纽工程（主要是导流、截流等）、供水工程涉水施工，可能会造成施工河段水体悬浮物增加，水体透明度降低，浑浊度增加。其次，施工会破坏河流沿岸的生境的稳定性，对底栖动物、鱼类等的生存造成一定影响。再次，施工过程中，由于工程废水、生活污水、油泄露等因素，可能会影响水生生境质量。施工期大坝截流和初期蓄水阶段，可能导致坝下河段减水。另外本工程将拆除代古寺水电站的闸门以及花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等 5 座电站的大坝，拆除、爆破施工将对水生生境造

成短暂的影响，施工期应选择低水位进行，并采取驱鱼措施，避免拆除、爆破等施工对鱼类的伤害。

6.6.1.2 对浮游植物的影响

施工期间，枢纽工程（主要是导流、截流等）、引水口工程、拆除爆破等涉水施工，可能会造成施工河段水体悬浮物增加，水体透明度降低，浑浊度增加，导致浮游植物光合作用效率降低，不利于浮游植物、浮游动物生长、繁殖，将对浮游生物群落结构产生影响。根据现状调查的结果，代古寺及支流腊子沟浮游植物和浮游动物种类组成简单、现存量较低，施工可能造成部分河段的浮游生物密度降低。其次，施工过程中，由于工程废水、生活污水等因素，可能对浮游生物产生不利影响。通过加强施工管理、优化施工工艺等保护措施，施工期水质影响较小，因此对浮游生物影响较小。

6.6.1.3 对底栖动物的影响

涉水施工特别是围堰施工、基坑开挖、拆除爆破等工程直接占压或破坏河床底质，导致坝址附近等施工附近区域底栖动物损失。同时施工造成水体干扰，施工区域下游局部底质沉积物增加，影响到周边水域底栖动物的呼吸、摄食等，不利于底栖动物的繁衍，现存量会下降，但该影响会随着施工结束而逐渐消失。

6.6.1.4 对鱼类的影响

施工期间，枢纽工程施工导流、截流等涉水施工将干扰、占用水体，可能会增加周边水域鱼类伤亡几率，也不利于鱼类栖息生长。水域中悬浮物的含量增加，影响鱼类的滤水和呼吸功能，可能会对其造成损伤。施工期间废水废渣排放有可能导致水体质量下降，破坏水生生境，影响鱼类的生长，需加强水环境管理。

另外，施工期间来自施工机械和交通运输等的噪声对鱼类的干扰外，还会对鱼类造成一定程度上的驱赶作用。本工程将拆除代古寺水电站的闸门以及花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等5座电站的大坝，拆除、爆破施工将对鱼类等水生生物产生较大影响，因此应选择低水位时，开展拆除、爆破时应采取驱鱼措施，尽量避免对鱼类的影响。

6.6.2 运行期影响预测

6.6.2.1 对水生生境的影响

白龙江干流已（在）建梯级共 36 级，新建代古寺水库距现状代古寺电站约 380m，对河流连通性基本不形成新的影响。由于新建代古寺水库将会淹没白龙江干流代古寺、水泊峡、花园三座大坝，对河流连通性恢复有一定正效应。

6.6.2.2 对浮游植物的影响

新建代古寺水库后，将形成正常蓄水位库容 3.84 亿 m^3 的大型水库，回水长度约 21km，水库库容显著增大，库区水面变宽，水流变缓，营养物质滞留，透明度增加，有利于浮游生物的繁衍，库中浮游植物现存量均会明显增加，种类组成将由目前以硅藻门为主转变为以硅藻门、蓝藻门、绿藻门为主。工程实施后，文县以上江段白龙江中下游流量和水位略有降低，以 6 月份流量和水位变幅较大，将会引起浮游植物有效栖息空间相对缩小，浮游植物总生物量将有所下降。代古寺坝址到文县境界江段居民集中居住区，沿江排污口较多，局部库湾和集镇分布江段水质 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度有所升高，引起该江段浮游植物中的耐污性种类增加，浮游植物的密度和生物量也将有所增加。但水源下游区江段浮游生物仍将以流水性、寡污性的类群为主，浮游植物硅藻门仍为绝对优势种群。

6.6.2.3 对浮游动物的影响

与浮游植物类似，新建代古寺水库，库区水面变宽，水流变缓，营养物质滞留，透明度增加，有利于浮游动物的繁衍，浮游动物的种类和现存量均会有所增加。工程实施后，文县以上江段白龙江中下游流量和水位略有降低，营养物质浓度增加，浮游动物密度和生物量将有所增加。水源下游区江段浮游动物仍将以流水性、寡污性的类群为主。由于白龙江中下游沿江集镇对局部水域有排污情况，尤其是武都江段，局部水域水质有变差的趋势，导致浮游动物中耐污性的枝角类和桡足类种类有所增加，原生动物和轮虫等寡污性种类有所减少。

6.6.2.4 对底栖动物的影响

代古寺建库后，库区底栖生物中原有流水性种类减少，静水或微流水的摇蚊幼虫种类和数量将会增加，静水、沙生的软体动物也可能出现，对静水、缓流的底层鱼类生长、发育有利，但流水性鱼类饵料资源会明显下降；下游区下泄水

量有所减少，代古寺坝下各引水式电站坝前回水以上江段大量浅滩、砾石、周从生物保留的营养源，使底栖动物有较多的食物来源和隐蔽场所，水体自净能力进一步减弱，水体总磷、总氮和有机碎屑增加，耐氧型环节动物、软体动物、摇蚊科底栖动物有所增加，好氧型种类进一步减少，该江段底栖动物将维持稳定并有上升趋势。

6.6.2.5 对鱼类的影响

(1) 大坝阻隔对鱼类的影响

由于本工程是在已建代古寺坝下 380m 新建代古寺大坝，对白龙江干流基本上不产生新的阻隔影响，同时新建代古寺水库将淹没原代古寺大坝、水泊峡水电站、花园水电站，将恢复局部河流连通性，新建代古寺坝址至上一级九龙峡坝址长约 35km 河段将成为连续的河流+水库的复合生态系统，裂腹鱼类等将能够在库尾以上流水河段产卵繁殖，在库中索饵、越冬，鱼类资源量将有所增加。

(2) 水文情势改变对鱼类的影响

现状代古寺水库库容较小，水库回水较短，河道基本维持流水或缓流生境，现状调查中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼等流水性鱼类依然有一定种群，但库中静水性鱼类及养殖品种和外来鱼类等亦占有较高比例。新建代古寺水库运行后，将形成长约 21km、库容 3.84 亿 m^3 的大型河道型水库，流速变缓，库中适宜静缓流生境的鱼类种群规模将逐渐增长，流水性鱼类将逐步向库尾退缩，但由于库尾至九龙峡水电站坝址有长约 14km 的流水河段（含长约 8.3km 的减水河段），通过栖息地保护与修复措施，能够为流水性鱼类提供完成生活史的生境条件，同时代古寺水库及回水变动段可为流水性鱼类提供索饵、越冬等场所，流水性鱼类能够维持一定的种群规模，并可能较现状有所增长。

新建代古寺坝下河段，由于引水导致的水量减少、流速变缓，加之气体过饱和、低温水下泄等，水库的调节也可能导致坝下水位频繁波动，将对坝下河段鱼类造成显著的不利影响，因此坝下河段鱼类资源将显著减少，但其影响程度越往下游越小，特别是岷江和拱坝河两条支流汇入后，影响显著减小，且主要影响范围在苗家坝库尾以上河段。

现状调查在苗家坝库尾河口村河段采集到一定数量的蛇鮈,该种类为非典型产漂流性卵鱼类,判断在河口村河段存在蛇鮈的产卵生境。工程运行后,河口村断面流量有所下降,多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下,除 1~3 月以外河口村断面其余月份流量均有所下降。其中,多年平均来水条件下,6 月流量降幅最大,为 30.0%; P=75%来水条件下,5 月流量降幅最大,为 27.5%; P=95%来水条件下,7 月流量降幅最大,为 31.7%。平均流速亦有所下降,多年平均、P=75%和 P=95%来水条件下,除 1 月~3 月以外河口村断面其余月份平均流速均有所下降。其中,多年平均来水条件下,6 月流速降幅最大,为 10.6%; P=75%来水条件下,5 月流速降幅最大,为 9.8%; P=95%来水条件下,7 月流速降幅最大,为 11.5%。蛇鮈的产卵期为 4~6 月,流量、流速降低将对其产卵繁殖、栖息等造成一定影响,种群规模将有所下降,但由于其在微流水中即可繁殖,工程运行后,多年平均 4~6 月河口村断面的平均流速 0.96 m/s、1.15 m/s、1.18m/s,依然保持 1m/s 左右,能够满足蛇鮈产卵繁殖需求。

(3) 水环境改变对鱼类的影响

根据水环境预测成果,调水后 COD_{Mn} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度有所升高,水文年来水越少,浓度升高越大,在 P=95%来水条件下污染物浓度升高幅度最大。在三种来流条件下,调水前后各典型断面 COD_{Mn} 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均满足 II 类水质标准限值要求。因此,水环境改变对鱼类的影响较小,部分河段营养物质浓度增加,有利于饵料生物的生长,对鱼类生长觅食有利。

(4) 下泄水气体过饱和对鱼类的影响

水中气体过饱和是由于水库下泄水流通过溢洪道或泄水闸冲泄到消力池时产生巨大的压力并带人大量空气所造成的。过饱和气体需要经过一定流程的逐渐释放才能恢复到正常水平。

新建代古寺最大坝高 151m,水库泄洪、发电等可能产生气体过饱和现象,对坝下鱼类造成一定影响,可能影响仔幼鱼的存活率,过饱和气体会经过一定流程的逐渐释放恢复到正常水平,影响会逐渐消失。

气体过饱和对鱼类影响主要从气体过饱和的发生时间和频率、鱼类补偿深度要求及鱼类对过饱和环境的耐受性三个方面分析进行分析。

在我国目前的地表水环境质量标准中,尚未对水体总溶解气体饱和度进行限定。参照美国国家及其一些州的标准,暂按 110%的 TDG 饱和度作为评价过饱和 TDG 影响限值的指标判断。

对于过饱和水体,在水深大于鱼类补偿深度要求条件下,如果鱼类潜入到补偿深度以下的水域内生活,就可以躲避总溶解气体过饱和影响。代古寺坝址以下为峡谷型河道,水流湍急,最大水深 2-3m,水深较浅,鱼类无法进入深水区躲避,下泄气体过饱和对鱼类影响较大。代古寺坝下约 23km 为大容立节坝址,水库水深较大,鱼类能够主动进入深水区躲避气体过饱和影响。

国外关于鱼类对溶解气体过饱和环境的耐受性研究表明,长期在气体过饱和环境中生存或间歇性的暴露于气体过饱和环境中的鱼类都有可能患气泡病或死亡。鱼类气泡病发病率与其在溶解气体过饱和水体中的滞留时间有关。不同鱼类甚至同一种鱼类在不同生活阶段对过饱和气体的耐受性并不相同。因此,未来大坝下泄水引起气体过饱和对土著鱼类的影响尚需进一步监测研究。

(5) 低温水下泄对鱼类的影响

根据水温预测成果,代古寺水库水温结构为分层型,4~9 月份存在明显分层现象。水库运行对下游水温存在明显影响。平、丰、枯水年下泄低温水均在 4 月降幅最大,分别为 3.5℃(平)、3.9℃(丰)、5.4℃(枯);冬季高温水最大升幅均在 12 月,分别为 4.9℃(平)、4.1℃(丰)、4.3℃(枯)。生态放水发电系统在采用叠梁门方案取水后,春季低温水现象得到了有效缓解。平、丰、枯水年 4-7 月下泄水温比单层取水最大可提高 2.2℃、2.1℃、3.0℃,与天然水温相比的最大降幅缩小为 1.3℃(平)、1.8℃(丰)、2.9℃(枯)。但各典型年 3 月由于库区水温逆温分布,无法启用叠梁门,3 月低温水降幅仍有 2.1℃(平)、2.2℃(丰)、2.7℃(枯)。

代古寺坝下以裂腹鱼为主,其繁殖期较早,主要在 3~5 月,特别是 3 月份为裂腹鱼类的繁殖初始时期,低温水下泄可能导致鱼类繁殖启动的水温信号推迟,从而对坝下鱼类的产卵繁殖、生长等造成一定的影响,鱼类产卵期推迟,生长期滞后,将对鱼类种群产生一定影响。同时繁殖期推迟后,如果进入雨季,流量增大,泥沙含量增加,将不利于裂腹鱼等繁殖和受精卵孵化,影响鱼类的繁殖和受精卵及仔幼鱼的成活率。春夏季的低温水下泄可能影响浮游生物、着生藻类等的

生长，对鱼类索饵产生一定影响。冬季的滞温效益，可能对鱼类的生理、生长等产生一定影响，特别是裂腹鱼等适应冷水环境的鱼类，自然状况下冬季的水温低可能对其性腺发育等起着关键作用，滞温效益可能打破这一温度的自然节律，对鱼类发育产生影响。

代古寺坝下天然水温 4 月份平均为 9.3℃，接近嘉陵裸裂尻鱼等的繁殖水温。本工程采用叠梁门减缓坝下水温影响，叠梁门运用后，到达 9.3℃的时间基本上延迟在 15 天以内，总体上对鱼类繁殖、生长影响较小。

（6）取水卷吸对鱼类资源的影响

根据现状调查结果，代古寺水库鱼类均为产粘沉性卵或粘性卵种类，受精卵在近岸浅水区孵化，仔稚鱼也在近岸浅水区栖息。

新建代古寺水库正常蓄水位 1804m，死水位 1745m，取水口底板高程 1735m，直径 5.1m。在正常蓄水位运行时，取水口位于水面以下约 59m，该深度淡水鱼类分布较少，取水对鱼类卷吸效应影响较小。但水库死水位运行时，取水口几乎位于表层，卷吸效应对鱼类资源影响较大。

（7）对鱼类种类组成的影响

工程建成运行后，新建代古寺坝址至九龙峡坝址河段能够为现状分布的所有鱼类种类提供完成生活史的生境条件，坝上鱼类种类组成不会发生明显改变。但由于新建代古寺水库为大型河道型水库，大面积的静缓流生境为适应静缓流生境的鱼类提供了广阔的生存空间，一些外来鱼类、养殖品种等可能会成为水库中的优势种。

坝下河段由于水量减少、水文情势改变、低温水下泄等将对鱼类生长繁殖等产生不利影响，但鱼类完成生活史的生境条件依然存在，不会对鱼类种类多样性产生影响，坝下江段鱼类种类组成不会发生改变。

（8）对坝上鱼类的影响

坝上河段分以下 3 个河段进行预测分析：

1) 九龙峡坝址以上河段，该河段基本不受本工程影响，水生生境及鱼类等基本维持现状。

2) 新建代古寺水库库尾至九龙峡坝址河段, 该河段现状上段为九龙峡水电站减水河段(约 8.3km), 下段为花园水电站库区河段(约 5.7km), 由于减水和水库淹没, 水生生境现状较差, 鱼类资源破坏较严重。新建代古寺水库运行后, 花园水电站大坝将拆除, 花园水电站库区将恢复为流水生境, 中华裂腹鱼等流水性鱼类将有所增加。另外新建代古寺水库将形成约 21km、库容 3.84 亿 m^3 的大型河道型水库, 可为鱼类提供更大的栖息、索饵空间, 嘉陵裸裂尻鱼等适应静缓流的种类种群规模将有所增加, 但其繁殖期需要到库尾以上流水生境寻找适宜的流水浅滩产卵繁殖, 因此新建代古寺库尾至九龙峡坝址 14km 的流水河段将成为嘉陵裸裂尻鱼、中华裂腹鱼等鱼类重要的繁殖场所。

3) 新建代古寺库区河段, 该河段现状已建代古寺水电站、水泊峡水电站、花园水电站, 河流连通性破坏严重, 形成不连续的三个河道型水库, 鱼类生境状况较差。新建代古寺水库运行后, 将形成长约 21km、库容 3.84 亿 m^3 的大型河道型水库, 流速变缓, 库中适宜静缓流生境的鱼类种群规模将逐渐增长, 同时水库在低水位运行时, 库尾流水河段增加, 代古寺水库及回水变动段可为鱼类提供索饵、越冬等场所, 库尾以上流水生境能为鱼类提供繁殖场所, 流水性鱼类能够维持一定的种群规模, 因此, 该河段鱼类资源将较现状有所增长。

(9) 对坝下河段鱼类的影响分析

本工程对坝下河段的影响分以下 5 个河段进行预测分析:

1) 新建代古寺坝址至现状代古寺厂房

该河段长约 8.7km, 为现状代古寺水电站的减水河段, 但依然有一定水量, 且为流水生境, 河道蜿蜒曲折, 生境多样性较高, 洲滩丰富, 可为裂腹鱼类等提供产卵繁殖、索饵等场所, 从鱼类资源现状调查结果来看, 渔获物中以中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼为主, 鱼类资源较丰富。本工程实施后, 该河段水量将较现状有所增加, 但可能受低温水下泄和气体过饱和影响较大, 鱼类资源可能有所下降。

2) 现状代古寺厂房至大容立节水电站坝址

该河段长约 14.3km, 由于巴藏水电站尚未开发, 该河段基本维持自然流水河段, 流量显著较代古寺减水河段大, 水生生境维持相对较好, 通过走访当地渔民, 该河段是目前鱼类资源较为丰富的河段, 且能捕获较大个体的裂腹鱼类。

白龙江引水工程实施后，该河段水量将显著减少，根据水文情势预测结果，以该河段黑水沟口断面为例，除 $P=95\%$ 来水条件下 1~3 月调水前后流量不变，多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下，黑水沟口断面各月流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月流量降幅最大，为 40.6%； $P=75\%$ 来水条件下，6 月流量降幅最大，为 51.2%； $P=95\%$ 来水条件下，5 月流量降幅最大，为 52.8%。

由于该河段离新建代古寺坝址较近，受到低温水下泄影响明显，根据水温预测成果，单层取水时，巴藏入库断面处春季低温水最大降幅均出现在 4 月，分别为 3.2℃(平)、3.6℃(丰)、5.0℃(枯)，比坝址处恢复了 0.3-0.4℃；冬季高温水最大升幅均出现在 12 月，分别为 4.5℃(平)、3.7℃(丰)、3.9℃(枯)，比坝址处恢复了 0.4℃。4 月份正是裂腹鱼等主要繁殖期，水温下降将导致鱼类繁殖期推迟，影响鱼类繁殖和生长。

因此工程实施后，该河段水生生境状况将较现状变差，水文预测分析显示，黑水沟口断面平均流速由 2.7m/s 下降至 2.4m/s，平均水深由 0.97m 下降至 0.80m，该河段形态、底质等未发生显著改变，依然维持急流生境，能够满足裂腹鱼类等栖息、繁殖的生境需求，该河段鱼类多样性可以维持，但鱼类资源量将有所下降。

3) 大容立节坝址至岷江河口

该河段长约 61km，已建大容立节、喜儿沟、凉风壳、锁儿头、虎家崖、南峪、两河口等 7 座引水式电站，河流连通性破坏严重，形成以中小型水库、减水河段相间的生境格局，且由于电站调峰运行，厂房以下河段水位波动频繁，对鱼类产卵、栖息等影响较大。该区间沿岸有立节镇、憨班乡、峰迭镇、舟曲县城、南峪乡等城镇分布，人类活动如排污、堤防建设、捕捞等对鱼类生境及鱼类资源影响较大，通过现场调查，该河段鱼类资源较为贫乏。

该河段区间为峡谷江段，多小型冲沟，无大型支流汇入。白龙江引水工程实施后，该河段流量下降明显，以云台村断面为例，除 $P=95\%$ 来水条件下 1~3 月调水前后流量不变，多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下，云台村断面各月流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月流量降幅最大，为 40.6%； $P=75\%$ 来水条件下，6 月流量降幅最大，为 51.2%； $P=95\%$ 来水条件下，5 月流量降幅最大，为 52.8%。

因此，白龙江引水工程实施后，该河段水生环境状况将进一步恶化，鱼类资源将进一步下降。

4) 岷江河口至苗家坝库尾

该河段长约 132km，已建石门坪、沙湾、白鹤桥、石门、拱坝河、锦屏、汉王、椒园坝、大园坝、橙子沟、临江等 11 座引水式电站，该河段与上一河段相似，河流生境受梯级开发影响破坏严重，且目前在建的五九高速，部分施工区位于河道内，桥墩的建设、挖沙取石等对河道生境破坏严重。通过现场调查及走访，该区间鱼类资源较上一河段更为贫乏。

由于该区间有岷江、拱坝河等较大支流汇入，白龙江引水工程实施后，流量降幅较以上岷江河口以上河段明显减小。以武都断面为例，除 $P=95\%$ 来水条件下 1~3 月调水前后流量不变，多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下，断面各月流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月流量降幅最大，为 27.6%； $P=75\%$ 来水条件下，7 月流量降幅最大，为 33.6%； $P=95\%$ 来水条件下，7 月流量降幅最大，为 37.7%。

因此，白龙江引水工程实施后，由于流量减少，河流生境状况较现状进一步下降，鱼类资源也较现状明显下降，但下降幅度较上一河段有所趋缓。

5) 苗家坝库尾至白龙江河口

该河段已建苗家坝、碧口、麒麟寺、宝珠寺、紫兰坝、昭化等 6 座中大型水库，均为坝后式开发，具有一定的调节能力，其中宝珠寺为不完全年调节，碧口为季调节，其他为日调节。该河段基本为首尾相接的中大型河道型水库河段，以静缓流生境为主，水库面积较大，适宜静缓流鱼类栖息繁衍，加之水库渔业的发展，目前该河段库区鱼类资源量较大，种类以鲢、鳙、鲤、鲫、翘嘴鲇、蓝鳃太阳鱼等为主，库尾流水河段有少量蛇鮈等流水性鱼类栖息。

白龙江引水工程实施后，该河段流量亦有所下降，河口村断面除 $P=95\%$ 来水条件下 1~3 月调水前后流量不变，多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下，河口村断面各月流量均有所下降。其中，多年平均来水条件下，7 月流量降幅最大，为 27.6%； $P=75\%$ 来水条件下，7 月流量降幅最大，为 33.6%； $P=95\%$ 来水条件下，7 月流量降幅最大，为 37.7%。库中水位可能在部分时期由于水量减少而有

所下降,但由于水库的调节作用,基本上依然维持现状的水库生境,鱼类种类结构等不会发生较大变化,由于水库水位下降、库容减小,鱼类资源量将有所下降,但下降幅度较小。

6.7 水源及下游区环境敏感区影响分析

水源区直接涉及 4 个环境敏感区,分别为:甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、腊子口国家森林公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区。同时,从代古寺坝址到嘉陵江汇口还分布有白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区、甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区、舟曲杜坝川下坝饮用水水源保护区、武都后坝饮用水水源保护区、武都钟楼滩饮用水水源保护区、甘肃文县白龙江大鲵省级自然保护区、甘肃白水江国家级自然保护区、文县碧口镇壹号井饮用水水源保护区、白龙湖国家级风景名胜区、利州区广元市白龙水厂饮用水水源保护区、利州区三堆镇饮用水水源保护区等 11 个环境敏感区。

6.7.1 对甘肃多儿国家级自然保护区的影响

(1) 工程与保护区的位置关系

代古寺水库坝址不在该保护区范围内,保护区内无工程建设,仅回水淹没部分保护区,淹没区全部位于保护区实验区的北部边缘地带,淹没面积 2.53hm^2 ,均为永久占地。

工程与甘肃多儿国家级自然保护区位置关系见图 4.1-28。

(2) 对保护区的影响分析

① 土地利用的影响分析

水源工程在该保护区内没有施工内容,项目运行期水库回水将淹没实验区 2.53hm^2 ,为永久占地。按地类分:林地 0.14hm^2 ,耕地 2.14hm^2 ,水域 0.22hm^2 ,建设用地 0.03hm^2 。多儿国家级自然保护区总面积 54575hm^2 ,其中实验区总面积 25689.15hm^2 ,本项目占地面积占保护区总面积的 0.05% ,占保护区实验区面积的 0.01% ,占地面积比例较小,对保护区的土地利用影响较小。

②生态系统及环境质量影响分析

运营期间对生态环境影响轻微，项目运营不会造成自然保护区动植物种群和群落的波动，也不会造成自然保护区生态系统类型及组成的改变，自然保护区生态系统基本可以保持稳定状态。

③植被及植物多样性影响分析

本项目运营期淹没区域主要涉及自然保护区边缘的实验区，根据调查植物群落类型主要为当地比较常见的生物群落类型，在保护区内分布普遍，无特有生物群落分布。本项目建设地点离人类活动区域较近，不会导致保护区的生物群落类型发生改变，也不会对保护区的生物群落特有性产生影响。

④动物多样性分析

项目占保护区面积较小，为 2.53hm^2 ，占保护区总面积的 0.05% ，占实验区面积的 0.01% ，对生态环境影响轻微，对野生动物影响较小。保护区内水面面积增加，可能会吸引更多野生动物前来饮水，进而成为多种野生动物稳定的水源地，对其生存是有利的。

⑤对保护区结构和功能的影响

对保护区结构的影响主要从工程的占地面积以及保护区功能区变化两方面进行分析。项目运营期淹没保护区的面积为 2.53hm^2 ，占保护区总面积的 0.05% ，保护区内无工程建设。

从保护区的功能来看，项目对保护区的植被、野生动植物资源均影响不大，对保护区的主要保护对象（大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统）的影响也很小。而且水库建成后，有利于改善局部区域小气候，对库周的植被会产生一定正面影响，同时还会为野生动物提供稳定的饮用水源。因此，本工程对多儿自然保护区的功能影响较小。

（3）主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意在甘肃多儿国家级自然保护区实验区内实施本工程。目前，《白龙江引水工程对甘肃多儿国家级自然保护区生物多样性影响评价报告》已编制完成，待本工程项目立项批复后，报主管部门审查。

6.7.2 对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的影响

(1) 工程与保护区的位置关系

白龙江引水工程项目位于甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的实验区东北部边缘，属洛大林场和水泊沟林场，部分新建代古寺坝体位于保护区实验区内，占地 59.23hm^2 ，水库新增淹没区共淹没保护区实验区 79.28hm^2 ，均为永久占地。

工程与甘肃白龙江阿夏省级自然保护区位置关系见图 4.1-29。

(2) 对保护区的影响分析

① 土地利用影响分析

根据工程布置，结合现场实际调查，水源工程坝址位于保护区实验区内，占地 59.23hm^2 ，运行期水库淹没区共淹没保护区实验区 79.28hm^2 ，本工程占用自然保护区的实验区面积共 138.51hm^2 ，占地均为永久占地。按地类分：林地 66.34hm^2 、耕地 41.29hm^2 、水域 7.49hm^2 、未利用地 2.03hm^2 、建设用地 21.36hm^2 。自然保护区总面积 135536hm^2 ，其中实验区总面积 39393.3hm^2 ，本项目占地面积占保护区总面积的 0.10% ，占实验区面积的 0.35% ，占地面积比例较小，对保护区的土地利用影响较小。

② 对保护区结构的影响

对保护区结构的影响主要从工程的占地面积以及保护区功能区变化两方面进行分析。工程在保护区内共占地 138.51hm^2 ，仅占保护区总面积的 0.10% ，见表 6.7-1。

表 6.7-1 工程在甘肃白龙江阿夏省级自然保护区内占地面积比例表

功能区名称	核心区	缓冲区	实验区	合计
功能区面积 (hm^2)	51214.2	44928.5	39393.3	135536
占地面积 (hm^2)	0	0	138.51	138.51
占地面积百分比 (%)	0	0	0.35	0.10

从保护区的功能来看，工程对保护区的植被、野生动植物资源均影响不大，对保护区的主要保护对象（大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统）的影响也很小。而且水库建成后，有利于改善局部区域小气候，对库周的植被会产生一定正面影响，同时还会为野生动物提供稳定的饮用水源。因此，本工程对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的功能影响较小。

③对植被及植物资源影响分析

本项目占地主要涉及自然保护区边缘的实验区,根据调查植物群落类型主要为灌草丛和耕地,在保护区内分布普遍,是当地比较常见的生物群落类型,无特有生物群落分布。本项目建设地点离人类活动区域较近,不会导致保护区的生物群落类型发生改变,也不会对保护区的生物群落特有性产生影响。

在建设过程中,建设对植物群落结构的破坏是不可避免的,项目区分布的植被在周边区域分布广泛,而且现场调查未发现重点保护野生植物分布,施工造成的地表植被破坏是局部小范围的,通过加强施工管理,可以将其影响强度控制在最小范围,不会简化或改变影响评价区内植被群落的水平和垂直结构,因此工程对植被和植物资源影响较小。

④对野生动物影响分析

由于工程占地区内植被以人工林、耕地、建设用地为主,人类干扰强烈,缺乏野生动物的栖息地,野生动物比较稀少,兽类主要为大仓鼠、灰仓鼠、长尾仓鼠等小型啮齿类动物;鸟类有凤头百灵、细嘴沙百灵、短趾沙百灵、喜鹊、乌鸦、大山雀、树麻雀等常见鸟类;两栖类有大蟾蜍、花背蟾蜍;爬行类极为少见。上述野生动物体型较小,栖息地面积不大,工程施工后,它们会向周边地区转移,由于附近适宜生境非常广阔,它们很容易找到新的栖息地,故工程对这些野生动物影响很小。

该保护区有多种重点保护野生动物分布,但它们均分布于海拔较高的保护区核心区内,这里林地覆盖率 70%以上,可为野生动物尤其是大中型兽类提供良好的栖息地。核心区距离库区最近距离 3km 左右,距离坝址最近距离 8km 左右,距离较远,施工期工程对其产生影响的可能性较小。运行期,随着库区水面扩大,可能会吸引更多野生动物前来饮水,进而成为多种野生动物稳定的水源地,对其生存是有利的。届时需要加强库区巡护和野生动物监测,如果发现野生动物较集中的饮水区,可单独规划饮水区加以保护。

(3) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日,甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意在甘肃白龙江阿夏省级自然保护区实验区内实施本工程。目前,

《白龙江引水工程对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区生物多样性影响评价报告》已编制完成，待本工程项目立项批复后，报主管部门审查。

6.7.3 对腊子口国家森林公园的影响

(1) 工程与其位置关系

代古寺水库回水淹没风景游赏区 3.23hm^2 ；总干线 DZ1#隧洞 DZ08+100~DZ10+000 段穿越森林公园，穿越长度为 1.9km ，其中穿越生态与景观恢复区 0.484km ，生态保护区 1.416km 。穿越腊子口国家森林公园的隧洞为输水总干线西秦岭隧洞，洞径 5.10m ，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1710m ，穿越区地表高程平均 3400m ，最低高程 3320m ，由此可见，隧洞最小埋深 1610m 。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 1#洞口约 7.5km 。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

工程与腊子口国家森林公园位置关系见图 4.1-33。

(2) 对森林公园的生态影响分析

①回水淹没影响

代古寺水库回水淹没森林公园 3.23hm^2 ，包括水体 0.8hm^2 ，滩地 2.03hm^2 ，草地 0.20hm^2 ，林地 0.02hm^2 。占地面积占森林公园总面积(48560hm^2)的 0.06% ，占地区植物种类均为当地常见种，工程占地不会造成植物物种或植被类型消失，不会减少森林公园内植物的物种丰富度，对植物资源的影响甚微。

②隧洞穿越影响

穿越腊子口国家森林公园的隧洞为输水总干渠西秦岭隧洞，洞径 5.10m ，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1710m ，穿越区地表高程平均 3400m ，最低高程 3320m ，由此可见，隧洞最小埋深 1610m 。根据地下水专题报告，森林公园穿越段工程位于地下水深部缓流带，与浅层地下水联系微弱，工程施工对浅层地下水水位基本无影响。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 1#洞口约 7.5km 。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地，由此可见，隧洞工程在腊子口森林公园内无永久占地和临时占地。

现场调查可知，腊子口国家森林公园内隧洞上方均为林地，以油松、山杨、白桦、祁连圆柏、云杉等为主，由于距离隧洞埋深 1610m，距离较远，该隧道对上方植被影响很小。

此外，施工噪声会驱使林地中的动物向远离工程区的地区迁移，这会使森林公园林地中动物的分布发生改变，但不会对动物种类产生明显不利影响。

③生态系统及环境质量影响分析

施工期：在实施生态保护措施情况下，项目施工不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会对其生态系统组成构成威胁，基本不会对生态系统稳定性产生不良影响，基本不会改变生态系统的功能和结构。

运营期：运营期间对生态环境影响轻微，项目运营不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会造成森林公园生态系统类型及组成的改变，森林公园生态系统基本可以保持稳定状态。

④植被及植物多样性影响分析

施工期：在有保护措施的情况下，工程施工期对森林公园植物个体影响较小，且影响是暂时的，随施工结束得以减缓和消除，不至于引起植物群落结构的变化。

运营期：项目对森林公园的植物植被造成直接的侵占与破坏较少，且不会引起评价范围植被生物量的直接损失以及植被群落结构的改变，对生态环境影响较轻微。

⑤动物多样性分析

施工期：在有保护措施情况下，项目施工行为及地表扰动对区域动物的影响可以接受，且为暂时影响，随施工结束和采取一定的控制措施避免和消除。

运营期：项目占森林公园面积较小，为 3.23hm^2 ，占森林公园总面积的 0.06%，森林公园内水面面积增加，可能会吸引更多野生动物前来饮水，进而成为多种野生动物稳定的水源地，对其生存是有利的。

（3）地文资源、人文资源、水文资源影响

输水总干线以隧洞方式从森林公园地下通过，隧洞最小埋深 1610 m，位于地下水位以下，不会影响地文、人文、水文资源；总干渠隧洞布设于森林公园东南边缘地区，离现有的地文、人文资源距离较远，不会对其产生影响。

(4) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越腊子口森林公园，原则同意在腊子口森林公园风景游赏区内蓄水建设代古寺水库。

6.7.4 对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响

(1) 工程与其位置关系

新建代古寺坝址位于保护区实验区，代古寺枢纽回水淹没实验区长度 31.3km，面积 250.4hm²。

工程与白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区位置关系见图 4.1-35。

(2) 影响分析

1) 对渔业资源的影响

①对鱼类区系组成的影响。保护区内鱼类区系组成单一，仅有属于第三纪早期区系复合体的种类和属于中亚山区区系复合体的种类。该工程建设和运营对鱼类区系组成产生一定的不利影响，但不会造成鱼类种类的消失和灭绝，鱼类区系组成不会发生明显的变化，对鱼类区系组成影响较小。

②对鱼类种群结构的影响。该工程建设和运营导致河流水文情势、岸线、底质、沉积物等均发生了一定的变化，对鱼类种群结构产生一定的不利影响，造成工程影响区域鱼类种群结构发生了一定的变化。施工期随着 5 座水电站大坝的拆除，河流连通，对喜大水面和流水生活裂腹鱼亚科鱼类的成鱼、亲鱼有一定的积极作用，该工程建设和运营对鱼类种群结构即产生一定的不利影响，又有一定的积极作用。

③对鱼类资源的影响。该工程施工期对工程区及其下游鱼类的摄食、栖息、生长等产生一定的不利影响；施工期产生的噪声和震动对鱼类的生活习性产生一定的不利影响，但影响在可控范围内。施工结束后，影响不复存在。该工程运行期引水可能造成仔鱼和鱼卵损失，但该工程淹没区拆除 5 座水电站，实现水体自然联通，在一定程度上减轻白龙江迭部段水电站造成河流片段化和孤立生境的影响，相对增加了鱼类的生产空间和种质资源交流的几率，并直接减小了水电站引

水发电造成的鱼类资源损失，对鱼类的生长、繁殖和栖息产生一定的积极影响。水库淹没 1 处索饵场，对鱼类资源产生一定的不利影响。

④对鱼类繁殖的影响。该工程建设和运行对区系组成、种群结构、鱼类资源产生一定的不利影响，相应对鱼类繁殖产生一定的不利影响。施工期随着 5 座水电站大坝的拆除，河流连通，对鱼类繁殖和种质资源交流有一定的积极作用。运营期高坝大库的形成，阻隔鱼类的种质资源交流，对鱼类的繁殖产生一定的不利影响。

⑤对鱼类等水生生物洄游阻隔的影响。该工程高坝大库的建成运行，对鱼类等水生生物产生直接的洄游阻隔影响。但该工程淹没区拆除 5 座水电站大坝，实现水体自然联通，在一定程度上减轻白龙江迭部段水电站造成河流片段化和孤立生境的影响，增加了鱼类的生产空间和种质资源交流的几率，在一定程度上减小了对鱼类洄游阻隔的影响。

⑥对珍稀、濒危物种的影响。该工程影响河段分布的珍稀、濒危物种为国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼，该工程建设和运营对河流的水文情势、底质、岸线、沉积物等均产生了一定的影响，该工程引水可能造成珍稀、濒危鱼类的仔鱼和鱼卵损失，并对珍稀、濒危鱼类种质资源交流产生阻隔影响。该工程建设和运行对珍稀、濒危物种产生一定的不利影响。施工期随着 5 座水电站大坝的拆除，河流连通，对珍稀、濒危物种为国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼有一定的积极作用，鱼类资源逐渐增加。运营期高坝大库的形成，对珍稀、濒危物种为国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼有一定的积极作用，库尾及浅水库湾对仔幼鱼有一定的积极作用。该工程大坝的施工产生噪声和振动对珍稀、濒危物种国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼产生一定的不利影响。坝后河段水流加速对珍稀、濒危物种国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼的仔幼鱼产生一定的不利影响。所以，该工程建设和运营对珍稀、濒危物种国家二级重点保护动物重口裂腹鱼和省级重点保护野生动物嘉陵裸裂尻鱼既产生一定的不利影响，也有一定的积极作用。

2) 对保护区生态系统结构完整性和主要功能的影响

本工程施工期新建引水枢纽工程,同时拆除代古寺水电站的闸门以及花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等 5 座电站的大坝,会对水体产生扰动,对保护区产生一定的不利影响。施工期产生的噪声及震动对鱼类生活习性产生了一定的不利影响。

运营期代古寺水电站的闸门以及花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等 5 座电站的大坝拆除后,将实现水体自然联通,在一定程度上减轻白龙江迭部段水电站造成河流片段化和孤立生境的影响,相对增加了鱼类的生产空间和种质资源交流的几率,对鱼类的生长、繁殖和栖息产生一定的积极影响。但高坝大库的形成,造成保护区水体与下游水体分割开来,阻隔鱼类种质资源的交流,对保护区水生生态环境产生一定的影响。

综上所述,该工程建设和运行对保护区服务功能和生态系统结构完整性产生了一定的不利影响。

(3) 主管部门意见

2022 年 9 月 29 日农业农村部以长渔函字〔2022〕99 号文批复了《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》,“《专题报告》的主要内容和结论应纳入项目环评报告,水生生物资源保护和补偿措施纳入项目环保措施,生态补偿经费纳入项目环保投资。”

6.7.5 对下游区环境敏感区的影响

6.7.5.1 对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区的影响

(1) 工程与其位置关系

本工程不直接涉及该保护区,保护区位于代古寺坝址下游约 8.8km 处,工程与其位置关系见图 4.1-36。

(2) 影响分析

保护区主要保护对象以裂腹鱼为主,本次拟以重口裂腹鱼为代表进行分析。

重口裂腹鱼属冷水性鱼类,平时多生活于缓流的沱中,摄食季节在底质为沙和砾石、水流湍急的环境中活动,秋后向下游动,在河流的深坑或水下岩洞中越冬。生殖季节一般在 6~8 月,产卵于水流湍急的砂石河床中。根据相关文献资料

介绍,重口裂腹鱼繁殖期最适宜水深为 0.5~1.5m,最适宜流速范围为 1.5~2.5m³/s。经分析,在代古寺水库保证下泄生态基流情况下,引水后水动力条件能够满足重口裂腹鱼的繁殖要求。

此外,代古寺水库下泄产生的低温水和气体过饱和对下游保护区水体产生一定的不利影响,产生的低温水和气体过饱和影响鱼类的摄食、栖息和性腺发育等生活习性,降低鱼类新陈代谢的能力,使鱼生长缓慢,鱼类产卵期推迟或无法产卵,气体过饱和也容易造成鱼类患气泡病死亡。

由于代古寺坝址距离白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区最近距离 8.8km,所以下泄低温水和产生的气体过饱和对鱼类的影响有限。同时,该工程采取叠梁门分层取水的方式缓解了低温水和气体过饱和的不利影响。

(3) 主管部门意见

2020 年 12 月 3 日甘肃省农业农村厅以甘农渔函〔2020〕44 号文批复了《白龙江引水工程对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》,“原则同意修改完善后专题论证报告的主要结论及水生生物保护和补偿措施”。

6.7.5.2 对甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区的影响

(1) 工程与保护区区位关系

甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区在工程以下约 20km 处,工程与保护区区位关系见图 4.1-30。

(2) 对保护区的影响分析

甘肃白龙江插岗梁省级自然保护区主要保护对象为大熊猫等多种珍稀濒危野生动植物及其赖以生存的自然生态环境和生物多样性。大熊猫是一种喜温性动物,活动区域多在坳沟、山腹洼地、河谷阶地等,这些地方森林茂盛,竹类生长良好,气温相对较为稳定,隐蔽条件良好,食物资源和水资源都很丰富。

白龙江引水工程代古寺坝址距离保护区较远,且保护区主要分布于拱坝河、黑水沟、黑峪沟、大峪沟、峰叠沟等支流,不涉及白龙江干流,白龙江引水工程对保护区基本无影响。

6.7.5.3 对文县白龙江大鲵省级自然保护区的影响

(1) 工程与保护区区位关系

文县白龙江大鲵省级自然保护区在工程以下 206km,地理位置见图 4.1-31。

(2) 对保护区的影响分析

白龙江引水工程代古寺坝址距离保护区很远,本引水工程实施后,造成的坝下河段减水情况在区间及拱坝河、岷江、让水河、五库河、格格河、大团鱼河、洋汤河、白水江等支流的作用下,坝下减水河段的水文情势能得到沿程恢复。

根据 6.2.3.2 节预测结果,多年平均来水条件下,白龙江引水工程引水后碧口库区水位在 4 月上旬和 4 月中旬略有降低,其中 4 月上旬降幅为 0.13m、4 月中旬降幅为 0.12m,其余时段引水前后库水位无明显变化。因此,白龙江引水工程基本不会对保护区产生影响。

6.7.5.4 对甘肃白水江国家级自然保护区的影响

(1) 工程与保护区区位关系

甘肃白水江国家级自然保护区在工程以下 220km,白龙江在碧口镇和中庙乡之间只涉及其实验区,甘肃白水江国家级自然保护区地理位置见图 4.1-32。

(2) 对保护区的影响分析

白水江国家级自然保护区主要涉及白水江、让水河、小团鱼河等支流,仅实验区涉及白龙江干流碧口镇和中庙乡之间约 9km 河段。大熊猫是一种喜温性动物,活动区域多在坳沟、山腹洼地、河谷阶地等,这些地方森林茂盛,竹类生长良好,气温相对较为稳定,隐蔽条件良好,食物资源和水资源都很丰富。白龙江引水工程代古寺坝址距离保护区很远,不会改变保护区的气温和竹类生长,不会影响大熊猫的饮水,基本不会对保护区产生影响。

6.7.5.5 对白龙湖国家级风景名胜区的影响

(1) 工程与其区位关系

风景区在工程以下约 280km 处,距白龙江入嘉陵江交汇点约 35km,工程与风景区区位关系见图 4.1-34。

(2) 对风景名胜区的影响分析

白龙江引水工程代古寺坝址距离风景名胜区很远，本引水工程实施后，造成的坝下河段减水情况在区间支流的共同作用下，坝下减水河段的水文情势能得到沿程恢复。

根据 6.2.3.2 节预测结果，多年平均来水条件下，白龙江引水工程引水后宝珠寺电站库区水位在 5 月中下旬有所降低，其中 5 月中旬降幅最大，为 1.21m，其余时段引水前后库水位变化不大。因此，白龙江引水工程对风景名胜区的影响很小。

6.7.5.6 对饮用水水源保护区的影响

(1) 水源区下游饮用水水源保护区分布情况

代古寺坝址至嘉陵江汇口的白龙江干流分布有集中式地表水饮用水水源保护区 1 个，为广元市白龙水厂水源地。另有 5 个地下水集中式饮用水水源保护区，其水源井位于白龙江干流河滩地上，水源保护区范围涉及白龙江干流地表水域。饮用水水源保护区分布见图 4.1-37。

(2) 对饮用水水源保护区的影响分析

1) 对饮用水水源保护区水位的影响

水源下游区舟曲县杜坝川下坝水源地（新建代古寺坝下 61km）位于锁儿头电站水库回水范围，武都区后坝水源地（新建代古寺坝下 133km）位于锦屏电站水库回水范围，水源地水位受电站库区回水控制，工程前后水位基本不变。武都区钟楼滩水源地位于新建代古寺坝下 147km，参考距坝 162km 的武都区汉王罗寨污水处理厂排口断面各典型年水位最大减小 0.23~0.28m，水位下降幅度总体较小，且水位下降主要出现在水量较丰的 5~10 月。综合而言，工程前后新建代古寺坝下水源地水位变化较小。

2) 对饮用水水源保护区取水量的影响

以杜坝川下坝水源地为例，该水源地位于代古寺断面与两河口断面之间，按照最不利的条件，水量减少按照代古寺断面计算，水资源量减少 41%。该水源地为舟曲县饮用水水源地，舟曲县最新人口数据约为 14 万，按照甘肃省城镇生活用水定额表，每人每天用水量平均为 100L/天，则年用水量为 0.051 亿 m^3 ，开采

量占河流径流量的百分比小, 足以满足开采需求, 因此对该水源地影响较小。同理, 其他水源地距离代古水水库距离较远, 且中间有岷江、拱坝区地下水的坝河等汇入, 对河流径流量的影响越来越小, 因此工程对水库下游区饮用水水源保护区取水量的影响较小。

3) 对饮用水水源保护区水质的影响

根据水源下游区水环境影响预测结果, 调水前后 7 月份水量和污染物浓度变幅均较大, 作为不利月份分析调水对水源保护区水质的影响。

从预测结果可以看出, 白龙江引水工程调水后, 不同典型年来水条件下, 各水源地 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均略有升高, 但水质类别仍维持在 II 类。

表 6.7-2 调水前后水源下游区水源保护区 COD 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
杜坝川下坝水源地	12.54	13.75	12.39	13.50	12.59	14.02
后坝水源地	12.76	14.13	13.27	14.35	13.43	14.66
钟楼滩水源地	12.72	14.10	13.38	14.44	13.53	14.72
碧口壹号井水源地	13.26	14.11	13.45	14.18	13.57	14.30
白龙湖水厂水源地保护区上边界	12.19	12.95	12.35	13.00	12.46	13.12
三堆镇水源地	12.12	12.87	12.28	12.93	12.39	13.34

表 6.7-3 调水前后水源下游区水源保护区 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度变化情况 单位: mg/L

断面	多年平均		75%		95%	
	调水前	调水后	调水前	调水后	调水前	调水后
杜坝川下坝水源地	0.209	0.227	0.207	0.222	0.208	0.225
后坝水源地	0.199	0.214	0.209	0.219	0.208	0.218
钟楼滩水源地	0.197	0.212	0.209	0.219	0.208	0.217
碧口壹号井水源地	0.31	0.34	0.30	0.32	0.30	0.33
白龙湖水厂水源地保护区上边界	0.29	0.32	0.28	0.30	0.28	0.31
三堆镇水源地	0.29	0.32	0.28	0.30	0.28	0.31

6.8 水源区土壤环境影响预测评价

6.8.1 施工期土壤环境影响分析

(1) 工程占地对土壤环境的影响

水源区工程征地总面积为 1079.54hm^2 , 永久征地包括大坝、溢洪道、输水隧洞进出口等水工建筑物占地、管理范围占地和永久道路占地等, 永久征地中包括

耕地 34.62hm²，园地 146.56hm²，林地 469.37 hm²，草地 185.92 hm²。临时征地主要包括施工生产生活区、施工临时道路、弃渣场等，临时征地中包括耕地 14.26hm²，园地 1.39hm²，林地 17.14 hm²，草地 8.94 hm²。

施工期建设征地以及枢纽工程、溢洪道、输水隧洞进口等工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失。这将直接导致该区域土壤和表土丧失，其中表土经过运输、机械翻动、堆存、碾压，土壤的结构、孔隙率等均发生一定的变化，根据水利水电工程经验，施工期产生的临时表土仍可用于绿化覆土，采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等复垦措施后还可用于农业生产。根据《白龙江引水工程可行性研究报告》，建设单位按照规定缴纳耕地开垦费，由甘南州地方政府进行耕地占补平衡工作。工程占地应把表层耕植土预先剥离，同与施工作业剥离的表土分类集中收集和堆放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复、临时占用耕地的复垦等，从而减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

(2) 施工过程可能对土壤表层的污染影响

水源区施工生产、生活区，生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴、生活垃圾随意堆存等可能导致 pH、COD、石油类等污染因子进入土壤表层。施工过程产生的建筑垃圾、生活垃圾等固废，若不妥善处置，回填入土，将对所在区域土壤质量造成不利影响，从而影响土壤耕作和农作物的生长。通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用，建筑垃圾和生活垃圾定点堆存，及时清运等措施，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以控制在最小影响范围内。

6.8.2 运行期土壤环境影响分析

6.8.2.1 土壤盐化影响分析

(1) 土壤盐度增量计算方法

单位质量土壤中盐度的增量计算方法为：

$$\Delta S = n \left(\frac{I_s - L_s - R_s}{\rho_b \times A \times D} \right)$$

其中：

ΔS —单位质量表层土壤中盐度的增量，g/kg；

I_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中盐度的输入量，g；

L_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中盐度经淋溶排出的量，g；

R_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中盐度经径流排出的量，g；

ρ_b —表层土壤的容重，kg/m³；

A —预测评价范围，m²；

D —表层土壤的深度，取 0.2m；

n —持续的年份。

在此基础上，计算单位质量土壤中盐度的预测值（预测值等于现状值与增量的叠加）。

（2）土壤盐化预测

在预测结果的基础上，利用土壤盐化综合评分方法，开展盐化预测。

开展盐化预测过程中，各影响因素的分值与权重参照表 6.8-1 选取，计算公式为：

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Ix_i$$

式中：

n ——影响因素指标数目；

Ix_i ——影响因素 i 指标评分；

Wx_i ——影响因素 i 指标权重；

表 6.8-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分 值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD) (m)	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
干燥度 (EPR)	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量 (SSC) (g/kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) (g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15

影响因素	分 值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、 砂粉土	0.10

(3) 预测结果

1) 水库向两侧邻谷渗漏问题

据设计方案，水库正常蓄水位高程为 1804m，库区水位抬升约 0~145m。水库区回水范围内左岸主要支流腊子沟及其冲沟桑坝隆哇沟在白龙江北侧。其中腊子沟在平面上近南北向展布，支流源头发源于岷县以南麻子川，高程约 3102m，经岷县与迭部县界附近由南西转向南东向，经腊子口乡、岔隆卡让、采古、尖藏村下游附近流向白龙江，发育长度大于 50km，由麻子川至腊子口乡段，河床高程为 3102~2000m，平均比降约 3.7%，由腊子口乡至尖藏，河道高程为 2000~1670m，平均比降约 2.0%；支流腊子沟与白龙江大角度或近垂直相交，腊子沟与白龙江之间发育支沟桑坝隆哇沟延伸长度大于 25km，该沟谷河道高程 2800~1780m，平均比降约 4.1%，桑坝乡上游段流向南东，下游段近东西向，与白龙江干流几乎平行发育，其与白龙江之间宽约 3.8~6.0km。根据工程区地形图可知：白龙江与桑坝隆哇在库区左岸地表分水岭在纳尕山-麻古山-黑拉-其儿果达-沙日-尖藏一线，山脊制高点高程为：纳尕山（4425m）~沙日（3080m）；桑坝隆哇与腊子沟地表分水岭在迭山山系纳尕山-莫老-黑多一线，山脊制高点高程为纳尕（4425m）~黑多（2520m）。

库区左岸白龙江与桑坝隆哇沟之间，以及桑坝隆哇沟与腊子沟的地表分水岭两侧均发育有较大冲沟，冲沟沟源段地下水溢出高程在 2500~2850m 之间。据此判断，地下分水岭与地表分水岭一致，水库左岸分水岭位置的地下水位高程应高于 2000m。库尾上游右岸发育较大支流多儿沟，库区回水范围内较大冲沟为磨沟及水泊沟，其中磨沟发育长度 14.2km，沟源高程为 2750m，沟内纵坡坡降约 7%，分析认为，库区右岸以羊布梁山脉为制高点（高程 4250m），沿羊布梁-日吾美盖-班藏一线为库区右岸上游段白龙江与多儿沟地表分水岭；沿羊布梁-早布保尕-尕瓦山一线为库区右岸下游段白龙江与磨沟地表分水岭，其分水岭制高点高程分别为羊布梁（4250m）-班藏（3040m）和羊布梁（4250m）-尕瓦山（2900m）。

综上所述，白龙江为本区最低侵蚀基准面，且库区回水范围内支流冲沟沟源高程均大于 2500m，两岸地形封闭条件好；岩层走向与水库大体垂直或斜交，粉砂质板岩夹粉砂岩、炭质板岩相互间透水性微弱，岩体相互间水力联系差，地下水分水岭高程远高于正常蓄水位。未发现贯穿库区上下游和切割分水岭的大断裂，库水不存在沿断裂向外渗漏问题。水库两岸不存在邻谷侧向渗漏问题，且两侧多为裸露岩层，少见土壤，因此也不会造成库区土壤盐化。

2) 库首渗漏问题

代古寺坝址的两岸岩体为印支期（晚三叠系）侵入黑云母花岗闪长岩、石英二长闪长岩等，在坝址区呈岩株状产出；坝址区左岸高程 1820m、右岸 2000m 以上高程及河床下游均出露志留系上统卓乌组（S3zw）砂质板岩、炭质板岩夹灰岩，地层较为稳定，厚达大于 3500m；根据测绘及勘探资料，坝址区无大的区域性断层通过，且坝址区的岩体岩溶不发育，岩浆岩与志留系板岩呈焊接式接触，接触带具有 20~40m 轻微蚀变现象，地层岩性挤压紧密，透水性较弱，产生集中渗漏的可能性小，可能的渗漏形式为裂隙式渗漏，库首不存在集中管道式渗漏通道。

综上所述，根据库盆岩性、两岸分水岭形态等水文地质条件及断层性质和规模初步判定，水源库库盆封闭条件较好，库区不存在向库外永久性渗漏问题，土壤不产生盐化。

3) 小结

由于水源区库区封闭条件较好，不存在渗漏问题，这里仅对天然条件下的土壤盐化进行评价。库区地下水水位大于 2.5m，盐化评价得分 0；库区位于迭部县，蒸降比大于 2.5 小于 6，盐化评价得分 4，权重为 0.25，计 1；库区土壤含盐量为 0.41g/kg，无渗水新增，盐化评价得分 0；地下水溶解性总固体小于 1g/L，得分为 0，土壤质地包括壤土，盐化评价得分 4，权重为 0.1，计 0.4；Sa 合计 1.4，土壤盐化综合评分预测结果为轻度盐化，这属于天然条件自然引起，而非工程建设运营造成。

6.8.2.2 土壤酸化或碱化影响分析

根据土壤环境质量现状监测结果,水源区工程征地范围内及征地范围外附近土壤的 pH 值范围在 8.4~8.5 之间,存在轻度碱化现象,属于天然条件自然引起。

6.9 水源区移民安置环境影响评价

6.9.1 水源区移民安置情况

至规划水平年,水源工程区生产安置人口为 1685 人,搬迁安置人口为 1892 人。

6.9.2 搬迁安置环境影响分析

本阶段搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。本阶段设计单位与地方政府对白龙江引水工程建设征地移民搬迁安置去向共同进行了分析和研究,结合工程建设征地实际情况,在征求建设征地涉及村意见基础上,确定水源工程后靠集中安置区域为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点。

(1) 生态环境影响分析

永久占地将改变区域土地利用状况,将不可避免地破坏土地的地表植被和生态环境。施工临时占地会破坏原有地表植被,改变原有地貌特征,对农业生产和生态环境具有一定的不利影响。施工过程中将破坏原有地表植被,给区域生态环境带来不利影响,但施工结束后,可通过及时拆除临时占地上的设施,采取相应的措施恢复原有地表植被。从对区域土地资源的影响而言,永久占地的影响较大,但相对于区域土地总面积及耕地总面积的比例则很低。因此,在区域上工程建设对土地资源、土地利用结构总体影响较小。

调查发现,水泊沟村安置用地类型主要为耕地,还有部分灌木林地,有蒿类、河朔堯花、绣线菊等灌丛植被,草本植物主要有白羊草、黄背草、茭蒿、长芒草、植被覆盖度 50%左右;傲子坝安置点现状用地类型为乔木林地和灌木林地,主要有白刺花灌丛、黄蔷薇灌丛等,草本植物主要有白茅、纤毛鹅观草、萎陵菜等,植被覆盖度 60%左右;麻牙园艺场安置点用地类型为耕地,植被覆盖度 50%左右。

根据规划,安置点建成后,绿化率 10%左右,除绿地外,其余全部变为建设用地。由此可见,移民安置区会减少该地区生态用地面积,降低区域生态环境质量,但这是无法避免的,只要做好安置区的绿化工作,生态影响是可以接受的。

(2) 水土流失影响分析

移民安置需要占用一定的土地,破坏原有植被。会造成一定范围和有限时间的水土流失。根据同类水利工程移民安置经验,移民安置区水土流失主要发生在“三通一平”时期,移民安置点的房屋建设和各专项设施的复建必然在一定范围挖取松散的表层土,并抛弃不需要的土、石方,如处理不当,不但破坏原有景观地貌,且可能造成废弃物堆体垮塌,加剧水土流失。

为了防止上述水土流失产生,必须统一规范安置区的各项建设活动,对施工弃土弃渣,选择合适的场地集中堆放,并采取相应的工程拦挡、植被恢复措施,通过采取合适的水土保持措施可以消除或降低水土流失风险。

(3) 社会环境影响

安置后安置区人均耕地数量有一定程度减少,为弥补安置区原居民的损失,结合移民安置规划,应进一步完善安置区的农田水利工程,调整种植结构,提高粮食单产,改善移民生活质量,保障安置移民的正常生活生产。

(4) 人群健康影响

移民搬迁后,安置区基础设施健全,医疗和卫生条件较搬迁前有较大改善,移民生活环境、质量有所提高,不会增加新的传染病种。对安置区原居民健康不会产生不良影响。

6.9.3 生产安置环境影响分析

代古寺水库工程建设征地涉及迭部县旺藏镇的水泊沟村、花园村、阿寺村,洛大镇的尖藏村、黑杂村、洛大村和腊子口镇的黑多村,在充分考虑征地区和安置区各村组的人均耕地情况基础上,保证移民生活水平不降低。根据建设征地涉及村组的基本情况分析,水源水库区工程征地前村组人均耕地为 1.18~1.86 亩,耕地损失率在 1.6%~94% (腊子口镇黑多村和洛大镇黑扎村) 之间。白龙江引水工程输水工程区建设征地对涉及各村的耕园地影响程度为 0.001%~10.86%。建设征地后,人均占有耕地指标减少,种植业生产在一定时期内会受到不同程度影

响。按照甘肃省和陕西省相关政策，根据环境容量分析结论，参考移民意愿，结合地方政府意见和当地实际情况，本阶段生产安置采取农业安置，一次性补偿安置（需要满足条件）两种方式，基本上能够保证移民的生产生活水平不降低。

6.9.4 专项设施改复建环境影响

工程专项设施改复建包括对水利、交通、电力、通讯设施及其它设施的改复建。

首先，在专项设施改复建过程中，占压和开挖将扰动地表，破坏土壤和植被，若不采取有效的防护措施和施工迹地恢复措施，会加剧当地水土流失，对生态环境造成一定影响。

其次，交通、通讯、电力设施的改建，可能会短时期影响当地居民的出行、通信、用电等，只要事先及时告知、做好相关组织协调工作，不会给当地居民生产生活带来严重影响。

6.10 水源区施工期环境影响预测分析

6.10.1 水环境影响预测评价

本工程水污染源主要包括生产废水和生活污水两部分。其中，生产废水主要来源于砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌合系统冲洗废水、机械车辆维修冲洗含油废水、基坑废水和隧洞废水；生活污水主要来源于施工人员的日常生活，如食堂污水、清洗污水、粪便排泄污水等。

（1）砂石料加工系统冲洗废水

根据施工组织设计，水源工程设 1 个砂石料加工系统，即尖藏石料场，生产规模为 600 t/h。砂石料加工系统废水主要污染物为 SS，浓度为 2500mg/L，具有废水量大，SS 浓度高的特点。参考类似工程，水源工程砂石料加工系统冲洗废水产生量为 900m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 22500kg/h。若不经处理，废水任意排放，将污染周围土壤环境，损坏植被，影响河流水质。从节约水资源，保护生态环境等角度出发，须对砂石料加工系统废水进行处理。考虑到砂石料加工系统用水水质要求不高，拟采取措施对砂石料加工系统冲洗废水进行处理，然后回用于砂石料加工系统生产，不外排，对周围环境无影响。

(2) 隧洞废水

根据施工组织设计，DZ-1#隧洞进口及 DZ1-A1 支洞布置于水源区，隧洞施工方法为 TBM 法，TBM 法施工用水主要源于隧洞降尘及机器冷却用水。根据类似工程隧洞施工经验，主要污染物为 SS，浓度约 500~3000mg/L。施工期通过排水设施将渗流或涌水强排至洞外。根据《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)，废水经深度处理达到一级标准后优先综合利用，确需排放的经处理达标后可排入附近水体。采取这些措施的情况下，隧洞排水对周围水体水质影响较小。

(3) 混凝土拌和系统冲洗废水

根据生产能力要求不同选取了 $4 \times 3.0\text{m}^3$ 混凝土拌和楼为三班生产制。混凝土生产系统废水主要来源于混凝土转筒、料罐、搅拌机等冲洗废水，每座拌和楼冲洗废水产生强度根据型号不同取 $1\text{m}^3/\text{次}$ 估算，废水产生系数 0.8。

根据施工组织设计，水源工程设置 1 个混凝土拌和系统，生产规模为 $240\text{m}^3/\text{h}$ 。其主要污染物 SS 浓度可达 5000mg/L，pH 约 12。水源工程混凝土拌和系统冲洗废水量为 $28.8\text{m}^3/\text{d}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 144kg/h。混凝土拌和系统冲洗废水量少，与坝址处多年平均流量相差悬殊，在不采取任何处理措施的事故排放情况下，废水将沿地表流动，经地表入渗、蒸发、植物吸收、拦挡及排水沟疏导等作用下，很难形成地表径流汇入白龙江及大坝下游，因此实际上混凝土拌和系统冲洗废水对本项目水库及大坝下游水环境影响极小。但为节约水资源，本阶段拟对混凝土拌和系统冲洗废水进行处理后，回用于混凝土拌和系统的冲洗，不外排，对周围水环境无影响。

(4) 机械车辆维修冲洗含油废水

根据施工组织设计章节内容，水源工程机械车辆为 421 辆，维修冲洗按 $0.4\text{m}^3/\text{次}$ ，每天 3 次，参考同类型工程，石油类排放浓度为 30mg/L，SS 排放浓度为 2000mg/L。由此计算维修冲洗含油废水排放量为 $505.2\text{m}^3/\text{d}$ ，石油类排放量 15.2kg/d，SS 排放量 1010.4kg/d。

含油废水污染物主要为石油类和悬浮物，直接排入地表水体将对水环境产生污染。本阶段拟将处理达标后的废水回用于机械车辆冲洗或施工场地洒水降尘，不外排到地表水体中，不会对地表水环境产生明显不利影响。

（5）基坑废水

根据施工组织设计章节内容，基坑废水主要来自主体工程建筑物开挖过程中的基坑排水，包括初期排水废水和经常性排水废水两部分。基坑废水主要污染物为 SS，其浓度约 2000mg/L。基坑废水若直接排放，将对河流水质产生影响。因此本阶段拟对基坑废水在基坑内进行沉淀处理后，再回用于混凝土的养护和冲洗。

（6）施工生活污水

通过参照类似工程，施工期生活用水定额为 120L/（人·d），排放系数按 0.8 计，施工生活污水源于施工人员日常生活，污染途径有淘米洗菜、碗筷及衣物清洗、洗澡、粪便排泄等，特征污染物有 BOD₅、COD、NH₃-N、SS 等，其浓度分别可达 200 mg/L、300 mg/L、30 mg/L、250 mg/L，本次施工生活污水以此作为计算依据。

根据施工组织设计，水源工程施工高峰期施工人数为 1050 人，生活污水排放量 101m³/d，BOD₅、COD、NH₃-N、SS 排放量分别为 20.2kg/d、30.2kg/d、3.0kg/d、25.2kg/d。主要集中在大坝施工区，在不采取处理措施的事故排放情况下，废水将沿地表流动，由于污水量不大，且经地表入渗、蒸发、植物吸收、拦挡及排水沟疏导等作用后，很难形成地表径流汇入施工区附近河流，因此实际上施工区生活污水对河流水环境影响极小。但考虑节约水资源及减少对环境的影响，本阶段拟对施工生活污水进行处理后回用于除尘洒水、浇灌周围农田或绿化，不外排，对周围水环境无影响。

6.10.2 环境空气影响预测评价

本工程建设过程中，对环境空气的影响主要集中在工程施工期，运行期基本无大气污染物排放。施工期影响范围主要为施工征地范围内，主要污染源为粉尘（TSP）和 NO₂，粉尘来源于土石方开挖爆破、料场开采、混凝土拌和、水泥等物资的装卸、运输等活动，NO₂ 主要来源于燃油机械的运行和车辆的运输等，本工程主要预测施工粉尘、爆破、燃油和交通扬尘对环境空气的影响。

（1）砂石加工系统对环境空气影响分析

砂石料加工系统在粗碎、中碎、细碎及筛分等的运输过程中均会产生粉尘，类别同类型工程，砂石加工系统在湿法作业下进行工作，TSP 排放系数为

0.003kg/t，因此本工程砂石加工系统粉尘排放强度为 1.8kg/h。在采取先进、低尘破碎工艺和环境保护措施的前提下，除尘率将达到 99%以上，则 TSP 排放强度为 0.018kg/h。污染物预测方法采用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的 AERSCREEN 估算模式。

经估算模式预测，在施工高峰期，不利气象条件下，在采取相应环境保护措施下砂石加工系统作业周围 TSP 的浓度均小于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准规定的 24 小时平均浓度限值（ $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ ），砂石加工系统周围最大地面浓度预测值最大占标率为 0.45%。因此，本工程砂石加工系统在采取湿法作业后对周围环境空气影响较小，均能达到环境空气质量标准（GB3095-2012）二级标准。

（2）施工粉尘影响分析

类比其他同类工程，施工场地周边地区 TSP 浓度值在 40m 范围内呈明显下降趋势，50m 范围之外，TSP 浓度值变化基本稳定，可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。如采取洒水措施后，距施工现场 40m 外的 TSP 浓度值即可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）24h 平均浓度的二级标准。

开挖、填筑过程中主要污染物为粉尘，对周围居民点及施工人员造成一定的影响。水源工程仅有 1 个敏感目标，即尖藏村，距离工区最近距离约 42m，因此需采取洒水降尘等措施，减缓施工粉尘影响。

（3）交通运输和爆破对环境空气影响分析

1) 燃油的影响分析

施工燃油废气主要来源于施工机械运行、汽车运输、工程爆破等过程，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 、CO，产生量不大。枢纽工程所在地地形较为开阔，各施工区空气扩散条件较好，施工废气易于扩散，对周围环境造成影响的可能性不大，尤其是进入九十年代以后，随着科技水平的提高，施工机械的性能已有了很大程度的改良，多数机械在运行过程中机械废气可达标排放。工程施工排放的废气污染物增量很小，不足以产生明显的污染影响。另外，众多同类工程施工期环境监测结果也表明施工机械尾气排放对大气环境不会造成大的影响。

2) 交通扬尘的影响分析

本工程施工期交通对环境空气的影响主要包括车辆运输过程中产生的扬尘和尾气排放的影响。目前国家已经对出厂及正在投入行驶的各类机动车辆制定了严格的检测、限制要求,施工期使用的运输将要求选择达到相应国家标准的车辆,其尾气排放中的主要污染物 CO、NO₂ 等对沿线环境的影响很小。由于施工交通主要是大型车辆运输砂石料、水泥、弃渣等,运输过程中产生的 TSP 等对沿线的环境将产生一定影响。

6.10.3 声环境影响预测评价

本工程对声环境造成的影响主要来自施工期。工程施工噪声主要包括两类:

(1) 固定点源噪声,主要来自土石方开挖与填筑、混凝土拌和以及石方工程中施工噪声、机械噪声以及隧洞开挖等产生的爆破噪声;(2) 流动线源噪声,主要各类自卸汽车、机动翻斗车等在运输和装卸过程中产生的噪声。

(1) 固定点源噪声影响预测分析

1) 爆破噪声影响预测分析

①预测模式

爆破噪声为阵发性声源,具有持续时间短、声强大的特点,但其影响短暂且呈局部性。结合工程规模,并根据其他工程爆破监测结果,本工程隧洞单个爆眼的噪声值选取 130dB (A)。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009),采用无指向性点声源几何发散衰减公式进行预测,预测公式如下所示:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20lg\left(\frac{r}{r_0}\right)$$

式中: $L_A(r)$ ——距声源 r (m) 处的 A 声级, dB;

$L_A(r_0)$ ——距声源 r_0 处的 A 声级, dB;

r ——测点与声源的距离, m。

②预测结果

根据计算结果可知,爆破噪声传播至居民点后,并考虑当地环境噪声背景值因此爆破作业会给施工区周围居民带来瞬时不利影响。

表 6.10-1 爆破噪声源衰减预测表

声源	源强	与声源不同距离的噪声值 dB (A)					
	dB (A)	10m	20m	50m	100m	200m	400m
等效值	130	110	104	96	90	86	78

③声环境敏感点影响分析

参考其他工程对石方开挖爆破噪声的监测和调查,考虑到爆破作业的非连续性,当爆破噪声低于 120.0dB (A) 时,人群对爆破噪声反应不明显;当爆破噪声在 120.0~129.9dB (A) 时,人群会产生短暂惊觉,但偶尔出现可以接受;当爆破噪声大于 130.0dB (A) 时,人们普遍有惊吓感。

由于本工程洞口施工工程量有限、施工爆破作业持续时间短,且随着爆破逐步转入地下,噪声影响也将逐渐消失。

2) 施工机械噪声影响预测分析

①预测模式

固定点源噪声预测采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009) 中推荐的无指向性点源户外声传播衰减模式,公式如下:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中: $L_A(r)$ ——距离声源处的 A 声级, dB (A);

$L_A(r_0)$ ——参考位置处的 A 声级, dB (A);

r 、 r_0 ——均为接受点距声源的距离, m。

②预测结果

在噪声预测过程中,不考虑噪声在传播过程中的几何发散、遮挡、空气吸收和地面效应作用下产生的衰减量,点噪声源贡献值预测结果见下表。

表 6.10-2 施工区主要固定点源噪声源衰减预测表

噪声类型	声源	源强 dB(A)	与声源不同距离的噪声值 dB (A)						达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》的距离 (m)		达到《声环境质量标准》2 类标准规定的限值的距离 (m)	
			10m	20m	50m	100m	200m	400m	昼间	夜间	昼间	夜间
固定	挖掘机	85	65	59	51	45	39	33	6	32	18	56
	推土机	90.5	71	64	57	51	44	38	11	60	33	106

噪声类型	声源	源强 dB(A)	与声源不同距离的 噪声值 dB (A)						达到《建筑施 工场界环境噪 声排放标准》 的距离 (m)		达到《声环境质 量标准》2 类标 准规定的限值的 距离 (m)	
			10m	20m	50m	100m	200m	400m	昼间	夜间	昼间	夜间
点源	潜孔钻	68.5	49	42	35	29	22	16	1	5	3	8
	手持式风钻	68.5	49	42	35	29	22	16	1	5	3	8
	扒渣机	85	65	59	51	45	39	33	6	32	18	56
	装载机	85	65	59	51	45	39	33	6	32	18	56
	振动碾	90.5	71	64	57	51	44	38	11	60	33	106
	搅拌站	87.5	68	61	54	48	41	35	7	42	24	75
	拌和机	82.5	63	56	49	43	36	30	4	24	13	42
	振捣器	87.5	68	61	54	48	41	35	7	42	24	75
	风水枪	85	65	59	51	45	39	33	6	32	18	56
	混凝土泵	100	80	74	66	60	54	48	32	178	100	316
	变频机组	57.5	38	31	24	18	11	5	1	1	1	2
	钢筋加工系统	90	70	64	56	50	44	38	10	56	32	100
	地质钻机	68.5	49	42	35	29	22	16	1	5	3	8
	中压泥浆灌浆泵	82.5	63	56	49	43	36	30	4	24	13	42
	灰浆搅拌机	100	80	74	66	60	54	48	32	178	100	316
	电焊机	67.5	48	41	34	28	21	15	1	4	2	7
	电焊条烘箱	57.5	38	31	24	18	11	5	0	1	1	2
	汽车起重机	85	65	59	51	45	39	33	6	32	18	56
	试压泵	100	80	74	66	60	54	48	32	178	100	316

计算最不利情况,即所有声源同时作用工下在距离处的噪贡献值预测结果见下表。

表 6.10-3 不同施工机械噪声叠加预测值

声源	源强 dB (A)	与声源不同距离的噪声值 dB (A)					
		10m	20m	50m	100m	200m	400m
等效值	106	86	80	72	66	60	54

根据上述两表计算结果分析,各施工机械影响范围昼间大部约在 50m 左右,如果不同机械时施工,则影响范围在 200m 左右。

③声环境敏感点影响分析

根据预测结果,结合现状居民点,筛选敏感目标,本工程涉及敏感目标有 1 个,即尖藏村,影响居民约 15 户 53 人,未采取措施情况昼间超标 0.2dB (A),夜间超标 9dB (A),采取措施后昼间达标,夜间超标 4dB (A)。

表 6.10-4 水源工程施工噪声影响预测

工程 类型	序号	保护 对象	具体 情况	特性	与工程位 置关系	最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施) dB(A)		超标分析 (采取措施) dB(A)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
水源 工程	1	尖藏村	约 15 户 53 人	集中居住区	代古寺水库 附近	42	58.78	58.78	54.5	45	60.2	59.0	超标 0.2	超标 9	达标	超标 4

(2) 流动线源噪声影响预测分析

交通流动噪声主要发生在施工区内外交通道路沿线,其噪声源强的大小与车流量、车型、车速及路况等因素有关。本阶段拟根据施工道路两侧敏感目标性质及分布状况、地面声障碍物分布情况等,结合施工运输车辆行驶方式和流量,预测施工交通流动噪声对道路两侧声环境的影响。

①预测方法

采用流动声源模式进行预测。

$$L_r = 10 \lg \frac{N}{r} + 30 \lg \frac{V}{50} + 64$$

式中: L_r ——距声源 r 处的噪声值, dB (A);

N ——车流量, 辆/h;

V ——车速, km/h;

r ——预测点距声源的距离, m。

②预测结果

类比同类水库工程施工情况,并且考虑到本工程施工布置、物料运输和土石方开挖量、弃渣量等,本工程预测时间选择在施工高峰期,昼间车流量 20 辆/h、运行速度 20km/h; 夜间车流量 10 辆/h、运行速度 15km/h, 预测结果见下表。

表 6.10-5 流动线源噪声预测表

时间段	车流量 (辆/单向·小时)	车速 (km/h)	与声源不同距离的噪预测值 dB (A)							
			10	20	50	70	80	100	150	200
昼间	30	15	53	50	46	45	44	43	41	40
夜间	20	10	46	43	39	38	37	36	34	33

③声环境敏感点影响分析

根据预测结果可知,工程施工交通流动噪声源昼间和夜间影响范围均小于 10m。据现有施工道路两侧居民点距离道路中心线距离 5~600m,因此昼夜间对其均有一定影响。但由于运输车辆少、运输时间短,且施工噪声对声环境的影响属于暂时、短期行为,随着工程竣工,施工噪声影响将不复存在,因此本工程施工交通流动噪声源产生的影响不大,但仍需采取有效措施进一步减免影响。

6.10.4 固体废物影响预测评价

工程施工产生的固体废物主要包括施工弃渣和生活垃圾，其中弃渣对环境的影响主要体现为新增水土流失。

(1) 施工弃渣

水源枢纽工程土石方平衡以单个建筑物的挖填就地平衡为原则，多余弃料就近利用后剩余部分拉运至弃渣场。

代古寺枢纽工程土方开挖总量为 168.43 万 m^3 （自然方），石方开挖（含洞挖）总量为 330.90 万 m^3 （自然方）；临时工程土方开挖 0.99 万 m^3 （自然方），石方开挖 7.01 万 m^3 （自然方），围堰拆除 1.95 万 m^3 。代古寺枢纽坝体堆石填筑 512.56 万 m^3 （实方），其它土石方填筑 64.58 万 m^3 （实方）；临时工程围堰石渣填筑 1.48 万 m^3 （实方）。土石方填筑利用开挖料为 249.07 万 m^3 （自然方）；土石方弃渣总量（松方）为 366.50 万 m^3 。

(2) 生活垃圾

根据施工组织设计章节内容，水源工程施工高峰期施工人数为 1050 人，以每人每天产生生活垃圾 1.0kg 计，施工高峰期产生生活垃圾 1050kg/d。若生活垃圾乱堆乱放对施工区周围居民居住环境、身体健康产生不利影响，同时，生活垃圾的不适当堆置还会破坏周围环境景观，使堆置区土壤结构受到破坏或受到致病菌的污染，生活垃圾堆放产生的渗滤液可能影响地表水水质。因此应该对生活垃圾采取相应的处理措施。

7 输水线路及受水区环境影响预测与评价

7.1 受水区水资源利用影响评价与分析

7.1.1 工程实施后受水区水资源配置

(1) 受水区设计水平年需水量

根据工程可研报告成果，白龙江引水工程受水区 2040 年总需水量为 16.02 亿 m^3 ，其中非农业总需水量为 11.42 亿 m^3 ，农业灌溉多年平均毛需水量为 4.60 亿 m^3 。受水区各省地市 2040 年需水预测成果见表 7.1-1。

表 7.1-1 2040 年受水区需水量表（多年平均） 单位：万 m^3

省	市	非农业需水										农业 需水	合计
		生活			工业					生态	小计		
		县城 生活	村镇 生活	小计	一般工业			火电	小计				
					煤炭开 采及煤 化工	石油开 采及石 油化工	其他 工业						
甘肃	天水	12381	6767	19148	0	0	5398	183	5581	2177	26906	15621	42527
	平凉	7729	6775	14504	8618	1667	2061	2239	14585	978	30067	12847	42914
	庆阳	8788	11012	19800	3896	7400	3293	130	14719	1521	36040	13812	49852
	小计	28898	24554	53452	12514	9067	10752	2552	34885	4676	93013	42280	135293
陕西	延安	8487	1327	9814	0	6446	3106	1144	10696	717	21227	3676	24903
合计		37385	25881	63266	12514	15513	13858	3696	45581	5393	114240	45956	160196

(2) 受水区设计水平年白龙江引水工程运行前供水量

白龙江引水工程受水区 2040 年工程建设前各工程供水量为 10.44 亿 m^3 ，其中水库工程供水量 2.75 亿 m^3 ，引提水工程供水量 2.82 亿 m^3 ，外调水工程供水量 0.4 亿 m^3 ，窖池供水量 0.10 亿 m^3 ，地下水供水量 3.54 亿 m^3 ，疏干水供水量 0.10 亿 m^3 ，再生水供水量 0.75 亿 m^3 。各工程供水量详见表 7.1-2。

表 7.1-2 2040 年受水区白龙江引水工程运行前各供水工程供水量 单位：万 m^3

省	市	水库	引提水	外调水	窖池	地下水	疏干水	再生水	合计
甘肃省	天水市	5261	14051	0	267	13066	0	2360	35005
	平凉市	9832	7211	0	260	5373	529	1859	25064
	庆阳市	10616	4988	2206	334	8520	429	1651	28744
	小计	25709	26250	2206	861	26959	958	5870	88813
陕西省	延安市	1776	1970	1731	23	8456	0	1654	15610
合计		27485	28220	3937	884	35415	958	7524	104423

(3) 受水区可供水量

白龙江引水工程受水区 2040 年各工程多年平均可供水量为 7.53 亿 m^3 ，即退还河道内生态用水和生活、工业用水挤占的农业用水，其中水库工程可供水量 2.34 亿 m^3 ，引提水工程可供水量 2.09 亿 m^3 ，外调水工程可供水量 0.4 亿 m^3 ，窖池可供水量 0.10 亿 m^3 ，地下水可供水量 1.77 亿 m^3 ，疏干水可供水量 0.10 亿 m^3 ，再生水可供水量 0.75 亿 m^3 。各工程供水量详见表 7.1-3。

表 7.1-3 2040 年受水区各供水工程供水量 单位：万 m^3

省	市	水库	引提水	外调水	窖池	地下水	疏干水	再生水	合计
甘肃省	天水市	5195	10742	0	267	6990	0	2360	25553
	平凉市	9013	5964	0	260	2960	529	1859	20585
	庆阳市	7916	3290	2206	334	4013	429	1651	19839
	小计	22124	19997	2206	860	13963	958	5870	65978
陕西省	延安市	1240	940	1731	23	3772	0	1654	9359
合计		23364	20937	3937	883	17735	958	7524	75337

(4) 受水区供需分析成果

受水区 2040 年多年平均总需水 16.02 亿 m^3 ，各水源多年平均总供水量 7.53 亿 m^3 ，各行业总缺水量 8.49 亿 m^3 。2040 年受水区多年平均供需情况见表 7.1-4。

表 7.1-4 受水区 2040 年多年平均供需分析表 单位：万 m^3

省	市	需水	供水									缺水量
			地表水					地下水	疏干水	再生水	小计	
			水库	引提水	外调水	窖池	小计					
甘肃省	天水市	42527	5195	10742	0	267	16204	6990	0	2360	25553	16974
	平凉市	42913	9013	5964	0	260	15237	2960	529	1859	20585	22328
	庆阳市	49850	7916	3290	2206	334	13746	4013	429	1651	19839	30011
	小计	135291	22124	19997	2206	860	45186	13963	958	5870	65978	69313
陕西省	延安市	24903	1240	940	1731	23	3934	3772	0	1654	9359	15544
合计		160194	23364	20937	3937	883	49120	17735	958	7524	75337	84857

(5) 水资源配置方案

2040 年受水区总需水量 16.02 亿 m^3 ，总配置水量 14.82 亿 m^3 ，其中当地地表水配置水量 4.93 亿 m^3 ，当地地下水配置水量 1.77 亿 m^3 ，再生水配置水量 0.75 亿 m^3 ，疏干水配置水量 0.10 亿 m^3 ，白龙江引水工程配置水量 7.27 亿 m^3 。2040 年受水区多年平均水资源总体配置情况见表 7.1-5、表 7.1-6 和表 7.1-7。

表 7.1-5 2040 年受水区各市水资源总体配置表（多年平均） 单位：万 m³

分市	需水	供水量										缺水量
		地表水					地下水	疏干水	再生水	白龙江引水工程	小计	
		水库	引提水	外调水	窖池	小计						
天水市	42527	5030	10742	0	267	16039	6990	0	2360	15128	40517	2011
平凉市	42913	9367	5964	0	260	15591	2960	529	1859	20698	41637	1276
庆阳市	49851	7916	3290	2206	334	13746	4013	429	1651	28512	48352	1499
延安市	24903	1240	940	1731	23	3934	3772	0	1654	8365	17724	7179
合计	160194	23554	20937	3937	883	49310	17735	958	7524	72703	148229	11964

设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总供水量 7.27 亿 m³，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为 1.51 亿 m³、2.07 亿 m³、2.85 亿 m³、0.84 亿 m³，分别占总调水量的 21%、29%、39%、12%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.72 亿 m³、村镇生活 2.05 亿 m³、煤化工 0.58 亿 m³、石油开采及石油化工 0.9 亿 m³、其他工业 0.68 亿 m³、高效经济林 0.34 亿 m³。各行业配置水量分别占总水量的 37.4%、28.3%、8%、12%、9%、5%。

推算至水源区断面，天水市、平凉市、庆阳市、延安市四市调水量分别为 1.61 亿 m³、2.2 亿 m³、3.03 亿 m³、0.9 亿 m³。按用水行业划分，县城生活（含市区）2.90 亿 m³、村镇生活 2.19 亿 m³、煤炭开采及煤化工 0.62 亿 m³、石油开采及石油化工 0.95 亿 m³、其他工业 0.73 亿 m³、高效经济林 0.36 亿 m³。

2040 年白龙江供水 7.27 亿 m³ 中，有 2.9 亿 m³ 替代水源。其中白龙江引水工程实施后，首先水库（取水口）水量优先满足河道生态基流，其次满足供水范围内工业及农业用水，该部分生态基流量为 0.58 亿 m³；另外将有部分被生活供水挤占的农业灌溉水库退还至农业灌溉，由于调整了供水对象，减少部分水量主要是为汛期水，无法用于农业灌溉，进而导致本地地表水工程供水量均有所减小，受水区共减小 0.56 亿 m³，该水量也将留在河道；这两部分水量共计 1.14 亿 m³，对改进生态环境具有积极作用。设计水平年受水区严格按照当地地下水可开采量开采，共减少地下水开采 1.77 亿 m³，使受水区地下水逐步得到恢复。

表 7.1-6 2040 年受水区各县（区）水资源总体配置表（多年平均）

单位：万 m³

市	序号	县区	生活								工业												生态		农业								合计										
			县城生活				村镇生活				煤炭开采及煤化工				石油开采及石油化工				火电		其他工业				高效经济林（经济林考虑直接由）				农田		畜牧养殖												
			其他水源	白龙江供水			其他水源	白龙江供水			其他水源	白龙江供水			其他水源	白龙江供水	其他水源	白龙江供水			其他水源	白龙江供水	其他水源	白龙江供水			其他水源	白龙江供水	其他水源	白龙江供水													
				其中	白龙	江供		其中	白龙	江供		其中	白龙	江供				其中	白龙	江供				其中	白龙	江供					其中	白龙		江供	其中	白龙	江供	其中	白龙	江供	其中	白龙	江供
				江供水	江供水	小计		江供水	江供水	小计		江供水	江供水	小计				江供水	江供水	小计				江供水	江供水	小计					江供水	江供水		小计	江供水	江供水	小计	江供水	江供水	小计	江供水	江供水	小计
1	秦州区	1233	255	2910	3165	192	332	151	483	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1231	289	672	961	734	0	0	0	0	394	394	378	0	87	0	8860						
2	麦积区	3447	118	0	118	223	782	0	782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2433	255	6	261	714	0	0	0	0	0	2212	0	534	0	10723							
3	武山县	0	355	885	1240	234	423	596	1019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	51	124	191	0	0	0	60	60	3235	0	788	0	6891								
4	甘谷县	160	215	1280	1495	212	412	397	808	0	0	0	0	0	0	0	183	0	115	3	79	82	251	0	0	0	128	128	2875	0	708	0	7017										
5	清水县	0	326	357	683	269	340	690	1031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	23	58	137	0	0	0	68	68	962	0	220	0	3428									
6	张川县	34	205	514	720	38	582	826	1408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115	0	0	0	151	0	0	0	39	39	883	0	211	0	3598										
平凉市	7	崆峒区	756	648	2725	3374	163	849	263	1112	868	0	1863	1863	0	0	0	0	666	0	214	274	768	1041	383	0	0	0	0	0	3574	0	912	0	14925								
	8	庄浪县	246	203	527	731	203	829	853	1681	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	11	121	132	185	0	0	0	0	0	1087	0	272	0	4607								
	9	华亭县	316	108	376	484	114	355	186	541	1604	0	2427	2427	0	0	0	0	94	0	64	105	0	105	114	0	0	0	0	0	901	0	225	0	6990								
	10	崇信县	36	46	297	343	282	158	250	408	309	0	1078	1078	0	0	0	0	363	0	25	35	38	73	49	0	0	0	163	163	326	0	81	0	3537								
	11	泾川县	96	186	734	921	386	511	42	553	0	0	0	0	0	0	1647	1647	0	0	21	112	93	205	151	0	0	0	0	0	2294	0	574	0	6848								
	12	灵台县	125	20	201	222	354	548	355	903	98	0	280	280	0	0	0	0	976	0	15	40	35	75	96	0	0	0	335	335	1000	0	250	0	4730								

白龙江引水工程环境影响报告书

市	序号	县区	生活							工业											生态		农业								合计				
			县城生活				村镇生活			煤炭开采及煤化工				石油开采及石油化工				火电					其他工业				高效经济林（经济林 考虑直接由）					农田		畜牧养殖	
			其他 水源	白龙江供水			其他 水源	白龙江供水			其他 水源	白龙江供水			其他 水源	白龙 江供水	其他 水源	白龙江供水			其他 水源	白龙 江供水	其他 水源	白龙江供水			其他 水源	白龙 江供水	其他 水源	白龙 江供水					
				其中 白龙 江供 水	白龙 江新 增水 源	小计		其中 白龙 江供 水	白龙 江新 增水 源	小计		其中 白龙 江供 水	白龙 江新 增水 源	小计				其中 白龙 江供 水	白龙 江新 增水 源	小计				其中 白龙 江供 水	白龙 江新 增水 源	小计									
庆阳市	13	西峰区	0	1064	2540	3604	95	766	0	766	0	0	0	0	0	132	900	1032	130	0	420	577	168	746	454	0	0	0	430	430	3109	0	779	0	11565
	14	镇原县	0	228	516	744	19	1178	1609	2787	0	0	0	0	0	357	0	357	0	0	55	204	0	204	233	0	0	0	855	855	932	0	240	0	6427
	15	环县	1047	0	0	0	704	774	386	1160	73	0	0	0	0	1117	475	1592	0	0	377	217	0	217	164	0	0	0	261	261	706	0	176	0	6478
	16	华池县	0	189	351	540	117	210	157	367	0	0	0	0	0	1578	288	1867	0	0	52	0	0	0	74	0	0	0	137	137	661	0	167	0	3982
	17	庆城县	0	295	580	874	48	464	459	923	0	0	0	0	0	731	432	1164	0	0	102	809	0	809	155	0	0	0	0	0	574	0	144	0	4794
	18	合水县	0	130	441	571	139	123	415	538	0	0	0	0	0	722	305	1027	0	0	73	0	0	0	84	0	0	0	109	109	558	0	139	0	3238
	19	宁县	0	197	462	660	547	619	1434	2053	3478	0	165	165	0	93	181	275	0	0	91	62	0	62	247	0	0	0	236	236	1419	0	355	0	9586
	20	正宁县	0	195	462	657	83	238	317	554	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	110	0	0	0	171	171	376	0	94	0	2283
延安市	1	宝塔区	2230	2400	1290	3690	367	105	14	119	0	0	0	0	338	0	0	0	57	0	1015	721	213	934	475	0	0	0	0	0	555	0	139	0	9917
	2	安塞区	151	494	267	761	76	260	14	274	0	0	0	0	660	0	0	0	0	0	141	261	22	283	110	0	0	0	0	0	136	0	34	0	2626
	3	志丹县	30	469	261	730	80	149	10	159	0	0	0	0	716	0	0	0	0	0	114	193	67	260	72	0	0	0	0	0	200	0	50	0	2411
	4	吴起县	0	466	369	835	119	121	5	126	0	0	0	0	900	0	0	0	0	0	145	135	59	194	61	0	0	0	0	0	312	0	78	0	2770
合计			9907	8815	18347	27162	5066	11130	9427	20557	6607	0	5813	5813	2614	4731	4229	8960	2469	0	6949	4413	2415	6828	5393	0	0	0	3384	3384	29265	0	7256	0	148230

表 7.1-7 2040 年白龙江引水工程水资源配置表（多年平均） 单位：万 m³

市	序号	县区	白龙江供水总量	白龙江替代当地水源	白龙江供水新增水源
天水市	1	秦州区	5004	877	4127
	2	麦积区	1160	1155	5
	3	武山县	2443	851	1592
	4	甘谷县	2514	629	1885
	5	清水县	1840	702	1138
	6	张川县	2166	788	1378
平凉市	7	崆峒区	7390	1771	5619
	8	庄浪县	2544	1043	1501
	9	华亭市	3558	569	2989
	10	崇信县	2066	240	1826
	11	泾川县	3326	809	2517
	12	灵台县	1815	609	1206
庆阳市	13	西峰区	6578	2539	4039
	14	镇原县	4947	1967	2979
	15	环县	3231	2108	1122
	16	华池县	2910	1978	932
	17	庆城县	3770	2299	1471
	18	合水县	2245	975	1270
	19	宁县	3449	972	2478
	20	正宁县	1383	433	950
延安市	21	宝塔区	4743	3226	1517
	22	安塞区	1318	1015	303
	23	志丹县	1149	811	338
	24	吴起县	1155	722	433
合计			72703	29089	43614

由上表可知，2040 年白龙江供水 7.27 亿 m³ 中，有 2.91 亿 m³ 为替代当地其他水源，白龙江供水新增水源总量为 4.36 亿 m³。

7.1.2 对区域水资源利用的影响

根据工程可研成果，2040 水平年白龙江引水工程实施前后，工程涉及各用水区水资源分配情况见表 7.1-8。

表 7.1-8 2040 年工程实施前后各用水区水资源分配表 单位: 亿 m^3

用水区		地表水资源量	工程实施前			工程实施后		
			灌区综合用水	向外流域调水	水资源利用率	灌区综合用水	向外流域调水	水资源利用率
水源区	白龙江用水区	102.93	5.12	0	4.97%	5.12	-7.74	12.46%
受水区	甘肃省天水市、平凉市、庆阳市	引水+6.8 亿 m ³						
	陕西省延安市	引水+0.9 亿 m ³						
说明：1.工程实施后水源区河流生态用水参见 6.2.1.3 节，工程水资源配置以满足河流生态用水为前提，此表中不再列出。								
2.向外流域调水量和流域内调配水量均为设计水量，-代表调出，+代表调入。								

(1) 流域内水资源配置变化

①从表 7.1-8 可以看出: 2040 年工程实施前, 白龙江流域用水区灌区综合用水量为 5.12 亿 m^3 , 无外调水量, 其水资源利用率为 4.97%, 水资源开发利用程度低; 工程实施后, 灌区综合用水量仍为 5.12 亿 m^3 , 白龙江引水工程设计外调水量为 7.74 亿 m^3 , 使该区地表水资源利用率由工程实施前的 4.97%增至工程实施后的 12.46%, 水资源开发利用程度仍较低。

工程水资源配置及水源区流域内水资源调配均优先考虑生态用水, 工程实施前后白龙江流域生态用水均可满足代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月不低于 $21.07\text{m}^3/\text{s}$, 在 5~10 月不低于 $27.44\text{m}^3/\text{s}$, 三磊坝断面最小流量不低于 $85.1\text{m}^3/\text{s}$ 。满足《嘉陵江水量分配方案》中主要控制断面最小下泄流量。

②对白龙江而言, 由于白龙江引水工程的实施, 进一步加大本流域水资源利用率。尽管本工程引水规模是在满足白龙江经济用水、生态用水前提下进行流域外水资源配置, 但还是应关注水资源配置后各类变化, 避免对当地经济发展和生态产生影响。

(2) 甘肃省东部的庆阳、平凉地区、陕西省延安地区是具有悠久革命历史的地区, 境内有众多的革命遗迹。受水资源条件限制, 基本生存和发展受到严重制约, 本工程向城乡生活供水 4.74 亿 m^3 , 可从根本上解决城乡居民生活缺水问题。甘肃平凉、庆阳两市的能源资源富集地区, 是陇东能源基地重要组成部分, 但一直受缺水困扰难以发展, 本工程向陇东能源基地供水 1.71 亿 m^3 , 可为当地能源工业发展提供水资源, 为加快其石油、煤炭资源开发转化步伐、推进新型工

业化提供水源保证。给其他工业供水 0.63 亿 m^3 来支撑当地经济社会的其他工业发展。并为助推乡村产业振兴,适当发展高效农业,本工程给高效经济林供水 0.35 亿 m^3 。

(3) 总体上讲,本工程建设可进一步实现甘肃省、陕西省延安市长江流域和黄河流域水资源优化配置,从水资源相对丰富的白龙江引水往资源性缺水的甘肃天水市、平凉市、庆阳市和陕西省延安市,在满足白龙江流域经济社会用水和生态需水的前提下,为受水区提供城乡生活用水以及工业发展用水,可视为改善革命老区和六盘山区民生、脱贫致富发展的最根本性工程。

7.2 输水线路及受水区水文情势影响预测评价

通过分析受水区各县(区)历史实际取用水数据,计算各县(区)不同用水部门取退水比例;结合各县(区)现状治污水平及水污染防治工作方案相关要求,采用水资源分区套行政区划的方法,将受水区划分为 73 个计算单元,合理确定各计算单元中水回用率。在此基础上,以白龙江引水工程多年平均水资源配置方案为依据,按照前面划分的计算单元逐个计算不同行业退水量。通过分析各计算单元与河流水系、水文站网的关系,计算白龙江引水工程实施后受水区各主要河流代表水文站径流变化情况。

7.2.1 河网水系概化

7.2.1.1 甘肃省受水区河网水系

根据白龙江引水工程总体安排,白龙江引水工程受水区范围为天水市黄河流域内非引洮工程受水区、平凉市非引洮工程受水区、庆阳市全部,包括天水市秦州区(黄河流域)、麦积区(黄河流域)、武山县(渭河以南)、甘谷县(渭河以南)、清水县、张家川县;平凉市庄浪县、崆峒区、华亭县、崇信县、泾川县、灵台县和庆阳市西峰区、镇原县、环县、华池县、庆城县、合水县、宁县、正宁县,共 3 市 20 县区,见图 7.2-1。其中,天水市的麦积、秦州部分区域在长江流域,天水市渭河以北的甘谷、武山、秦安和平凉的静宁县属引洮供水二期工程受水区,均不属于白龙江引水工程的受水区范围。



图 7.2-1 白龙江引水工程甘肃省受水区范围示意图

受水区主要位于渭河和泾河的源头区域，水系较多。泾渭河流域位于秦岭以北，以六盘山为分水岭，六盘山大致为东南至西北走向，渭河位于六盘山西南侧，地貌以土石山区为主；泾河流域位于六盘山东北侧，总体地势由东北西三面向东南倾斜，地貌以黄土高原沟壑区为主。受水区河流可分为渭河水系、泾河水系以及北洛河水系，见图 7.2-2。其中，渭河水系主要包括渭河干流、榜沙河、葫芦河、藉河、牛头河、通关河等，泾河水系主要包括泾河干流、马莲河、蒲河、洪河、黑河、汭河、达溪河、四郎河等，此外，华池县和合水县的部分区域还位于北洛河水系的葫芦河。

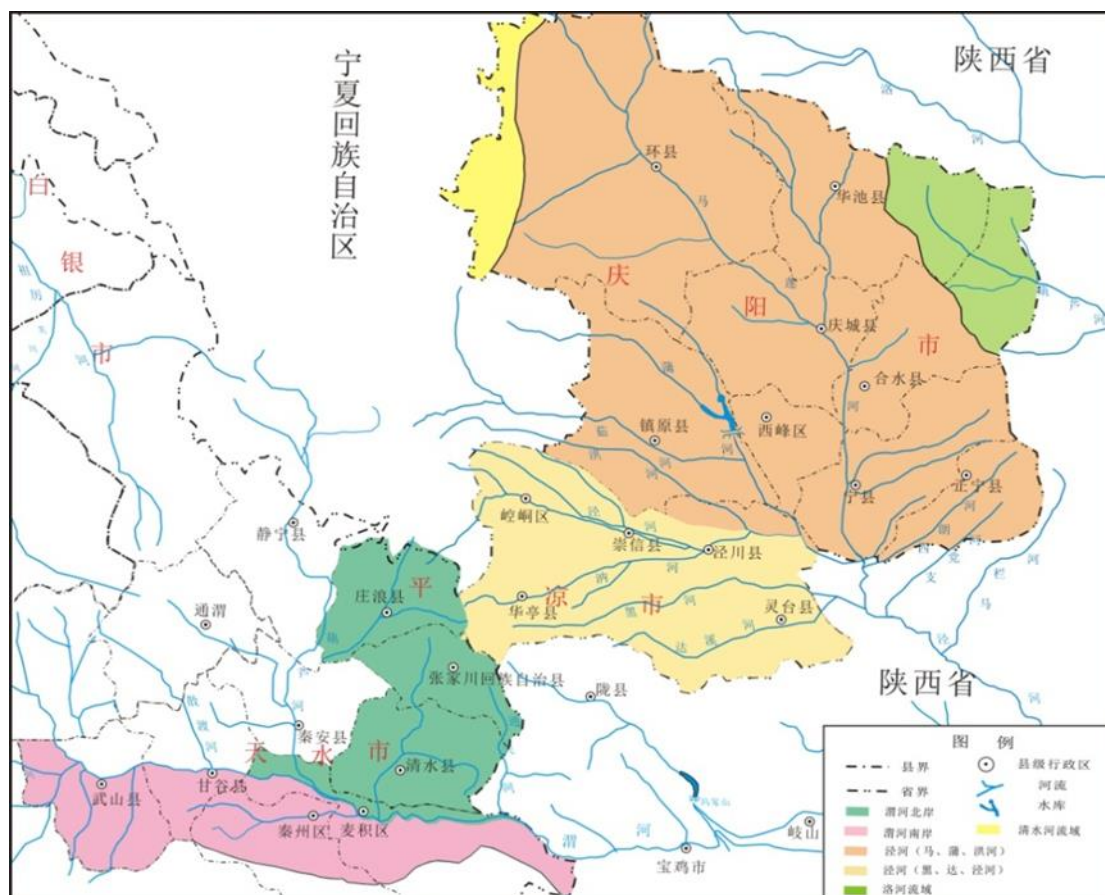


图 7.2-2 甘肃省受水区河流水系图

7.2.1.2 陕西省延安市受水区河网水系

根据白龙江引水工程总体安排，白龙江引水工程陕西省延安市受水区范围为延安市吴起县、志丹县、安塞区、宝塔区，共 2 县 2 区。受水区河流可分为北洛河水系、延水河水系和汾川河水系，见图 7.2-3。其中，北洛河水系主要包括北洛河干流、周河等，延水河水系主要包括延水河干流、杏子河、西川、蟠龙河等。

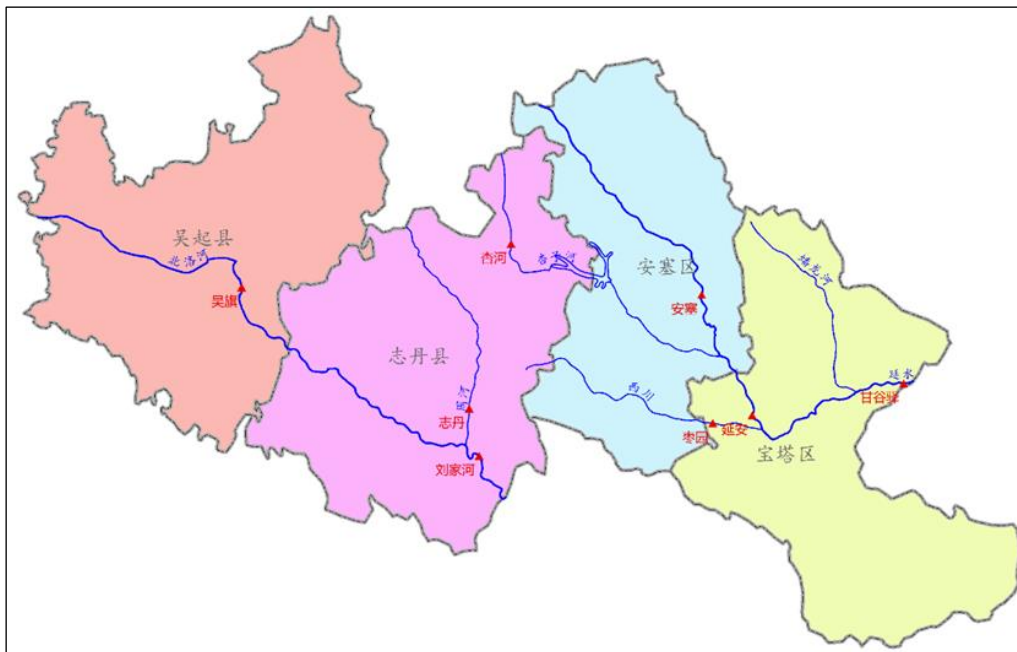


图 7.2-3 延安市受水区范围及河流水系图

7.2.2 水文站网分布

7.2.2.1 甘肃省受水区

受水区范围内涉及的水文站站点较多，如图 7.2-4 所示。可以看出，水文站主要分布于渭河、泾河的干流及葫芦河、马莲河等主要支流上。本次选取资料条件较好，缺测较少，且作为河流的主要控制站的站点作为代表站。

渭河干流选取武山、北道、林家村作为代表站，榜沙河选取鸳鸯镇作为代表站，葫芦河选取秦安作为代表站，藉河选取天水作为代表站，牛头河选取社堂作为代表站，通关河选取凤阁岭作为代表站。

泾河干流选取泾川、景村作为代表站，汭河选取袁家庵作为代表站，洪河选取红河作为代表站，蒲河选取杨家萍作为代表站，马莲河选取雨落萍作为代表站，四郎河选取罗川作为代表站，黑河选取张河作为代表站，达溪河选取百里作为代表站。

北洛河流域选取张村驿站作为代表站。

表 7.2-1 受水区主要水文站基本信息表

水系	河流	测站名称	建站年份	集水面积 (km ²)	多年平均径流量 (亿 m ³)	地址 (县、乡、村)	东经		北纬	
							度	分	度	分
渭河水系	渭河干流	武山	1974	8080	5.36	武山县城北	104	53	34	44
		北道	1990	23385	10.71	麦积区渭河大桥南端	104	45	34	37
	散渡河	甘谷	1958	2484	0.49	甘谷县甘谷车站道北	105	20	34	46
	葫芦河	北峡	1975	2840	—	静宁县八里乡红林村	105	45	35	34
		秦安	1955	9805	2.80	秦安县十里铺	105	40	34	54
	藉河	天水	1958	1019	0.72	天水市天水郡	105	41	34	35
	牛头河	社棠	1972	1846	—	天水县社棠镇	105	58	34	33
泾河水系	泾河干流	崆峒水库	1982	570	—	崆峒区崆峒水库坝下	106	31	35	32
		平凉		1305	1.24	崆峒区西郊街道	106	38	35	33
		泾川（三）	1936	3145	2.36	泾川县泾河大桥下游	107	21	35	20
		杨家坪（二）	1955	14124	6.51	宁县长庆桥镇	107	44	35	20
		景村	1963	40281	13.79	彬县新堡子乡景村	108	8	35	0
	纳河	安口	1975	1133	1.37	华亭市新安乡小庄	106	50	35	15
		袁家庵	1935	1645	1.57	泾川县袁家庵村	107	19	35	19
	洪河	红河	1988	1272	—	泾川县红河乡	107	28	35	27
	蒲河	三岔	1958	1429	—	镇原县三岔镇	107	2	36	3
	蒲河	姚新庄	1963	2264	—	镇原县新集乡姚新庄村	107	19	35	52
	蒲河	巴家嘴	1951	3522	—	庆阳县西峰镇巴家嘴	107	30	35	41
	蒲河	毛家河(二)	1952	7189	1.77	西峰区肖金镇毛家河村	107	35	35	31
	黑河	太白良	1976	334	—	庆阳县太白良乡太白良村	107	25	35	58
	茹河	开边	1977	2232	0.42	镇原县开边镇	107	3	35	46
	马连河	洪德	1958	4640	0.65	环县洪德马连滩村	107	12	36	46

水系	河流	测站名称	建站年份	集水面积 (km ²)	多年平均径流量 (亿 m ³)	地址 (县、乡、村)	东经		北纬	
							度	分	度	分
	马连河	庆阳	1951	10603	2.03	庆城县城西门外	107	53	36	0
	马连河	雨落坪	1954	19019	4.18	宁县新庄镇雨落坪村	107	53	35	20
	柔远川	悦乐	1958	528	—	华池县悦乐镇张湾村	107	54	36	18
	东川	贾桥	1979	2988	—	庆城县玄马镇贾桥村	107	54	36	5
	合水川	板桥	1958	807	—	合水县板桥枣树台村	107	59	35	55
	九龙河	宁县	1983	632	—	宁县新宁镇王栲栳村	107	56	35	28
	四郎河	罗川	1982	517	—	正宁县罗川乡城关村	108	13	35	19
	黑河	张河		1506	—	彬县丁家镇张河村	107	43	35	10
	达溪河	百里	1975	817	—	灵台县百里乡百里	107	24	35	2
		灵台		1500	0.44	灵台县中台镇	107	32	35	3
北洛河	北洛河	吴旗	1980	3408	0.80	陕西省吴旗县城关镇宗石湾	108	12	36	53
	北洛河	刘家河	1958	7325	2.06	志丹县永宁乡刘家河	108	46	36	33
	周河	志丹	1960	774	0.24	志丹县城关	108	46	36	39
延河	延河	安塞	1973	1334	0.50	陕西省延安市安塞县武洞镇	109	19	36	52
	延河	甘谷驿	1952		2.67	陕西省延安市甘谷驿村	109	47	36	42
	延河	延安	1951		1.10	陕西省延安市李家砭	109	27	36	38
	杏子河	杏河	1967	479	0.16	陕西省志丹县杏河镇牛圈子村	108	50	36	58
	西川	枣园	1971	719	0.21	陕西省延安市枣园乡上砭沟村	109	19	36	37

7.2.3 计算单元划分

7.2.3.1 甘肃省受水区

白龙江引水工程甘肃省受水区涉及天水市、平凉市、庆阳市的 3 市 20 个县，分布有渭河、泾河及其主要支流十余条河流，水系拓扑图见图 7.2-5 和图 7.2-6。为定量分析白龙江引水工程退水对受水区河流水文情势的影响，采用水资源分区套行政区划的方法，将受水区划分为 62 个计算单元，如表 7.2-2、图 7.2-7 所示。

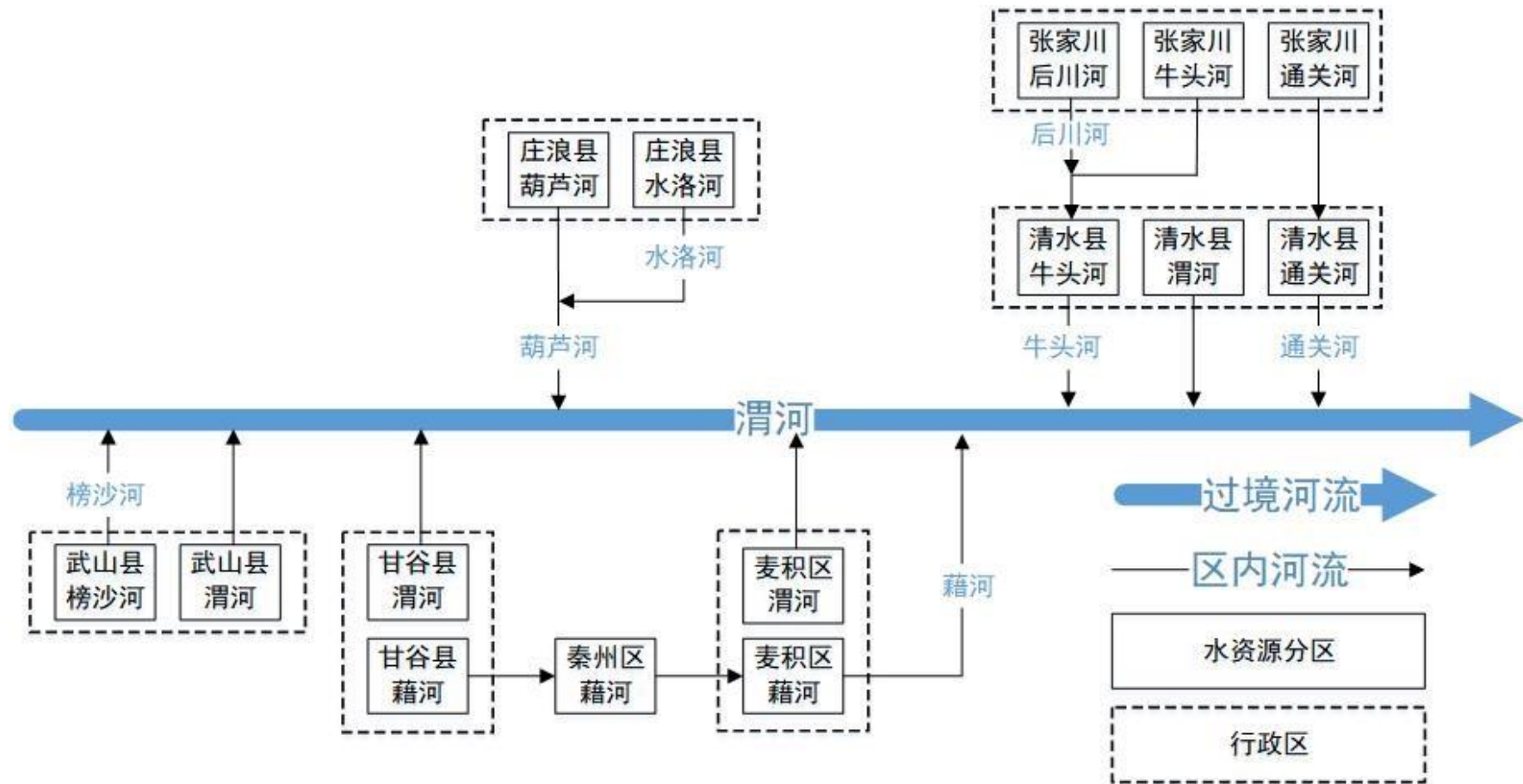


图 7.2-5 渭河水系拓扑图

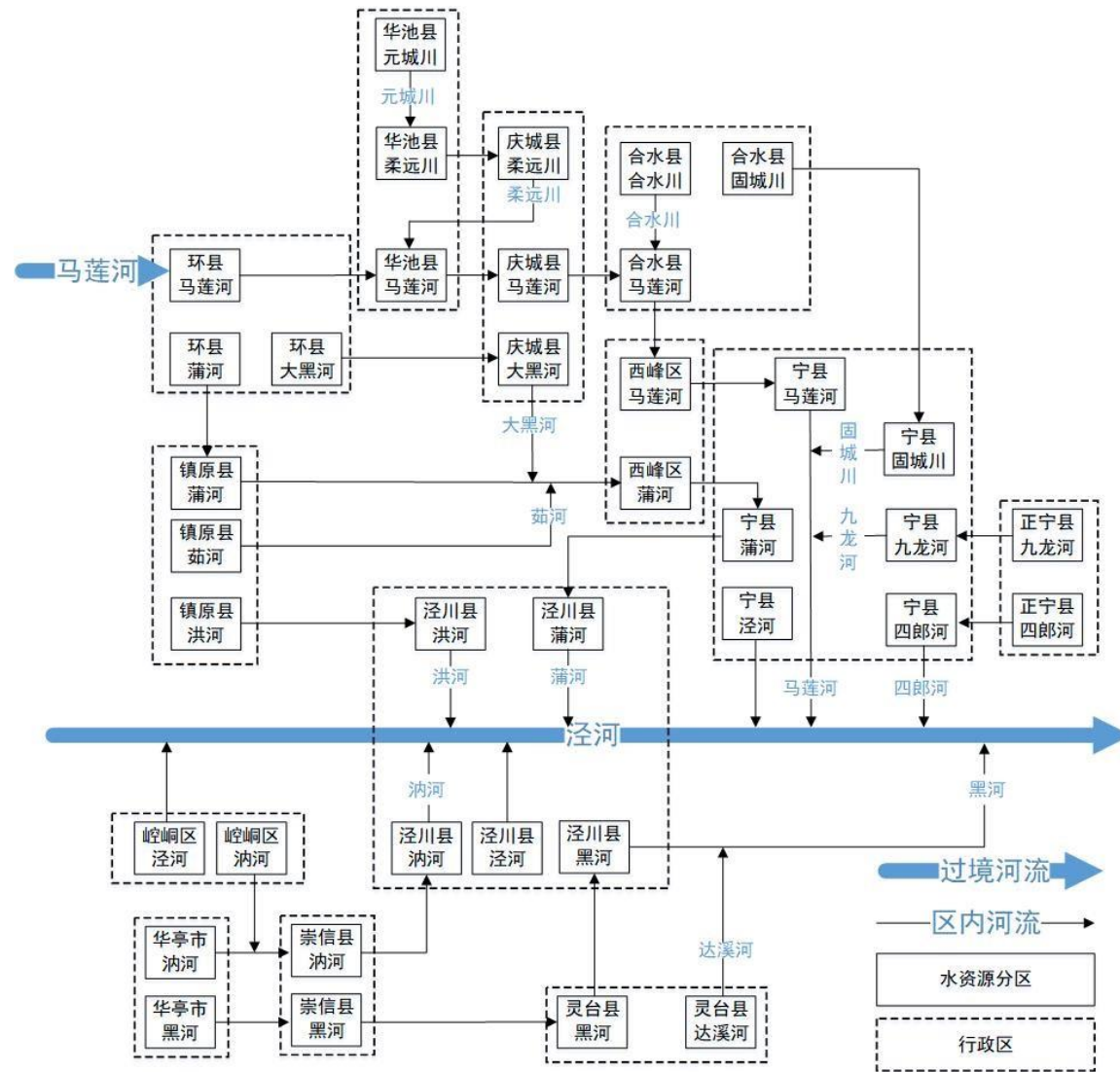


图 7.2-6 泾河水系拓扑图

表 7.2-2 受水区计算单元划分成果表

序号	市	县区	计算单元编号	计算单元名称	面积 (hm ²)
1	天水市	秦州区	I-1	秦州区藉河计算单元	170085
2		麦积区	I-2	麦积区葫芦河计算单元	11933
3			I-3	麦积区藉河计算单元	62664
4			I-4	麦积区渭河干流计算单元	110237
5			I-5	麦积区渭河干流计算单元	62787
6		武山县	I-6	武山县榜沙河计算单元	44917
7			I-7	武山县渭河干流计算单元	11275
8			I-8	武山县渭河干流计算单元	156971
9			I-9	武山县漳河计算单元	14272
10		甘谷县	I-10	甘谷县藉河计算单元	18427
11			I-11	甘谷县渭河干流计算单元	61051
12		清水县	I-12	清水县后川河计算单元	25414
13			I-13	清水县牛头河计算单元	185384
14			I-14	清水县通关河计算单元	23267
15			I-15	清水县渭河干流计算单元	36707
16			I-16	清水县渭河干流计算单元	22296
17		张家川	I-17	张家川后川河计算单元	52519
18			I-18	张家川洛水河计算单元	56788
19			I-19	张家川牛头河计算单元	36074
20			I-20	张家川通关河计算单元	41147
21	平凉市	平凉县	II-1	平凉县泾河干流计算单元	208730
22			II-2	平凉县泾河源计算单元	53596
23			II-3	平凉县内河计算单元	28291
24		庄浪县	II-4	庄浪县葫芦河计算单元	91086
25			II-5	庄浪县洛水河计算单元	134829
26		华亭县	II-6	华亭县黑河计算单元	24240
27			II-7	华亭县内河计算单元	155296
28		崇信县	II-8	崇信县黑河计算单元	49836
29			II-9	崇信县内河计算单元	70222
30		泾川县	II-10	泾川县黑河计算单元	52838
31			II-11	泾川县洪河计算单元	31748
32			II-12	泾川县泾河干流计算单元	109448
33			II-13	泾川县内河计算单元	19555
34			II-14	泾川县蒲河计算单元	5452
35		灵台县	II-15	灵台县达溪河计算单元	95697
36			II-16	灵台县黑河计算单元	94333

序号	市	县区	计算单元编号	计算单元名称	面积 (hm ²)
37	庆阳市	西峰区	III-1	西峰区马莲河计算单元	78147
38			III-2	西峰区蒲河计算单元	72805
39		镇原县	III-3	镇原县洪河计算单元	144653
40			III-4	镇原县蒲河计算单元	194209
41			III-5	镇原县茹河计算单元	192491
42		环县	III-6	环县大黑河计算单元	77748
43			III-7	环县马莲河计算单元	1277730
44			III-8	环县蒲河计算单元	107588
45		华池县	III-9	华池县葫芦河(北洛河)计算单元	165718
46			III-10	华池县马莲河计算单元	30178
47			III-11	华池县柔远川计算单元	190708
48			III-12	华池县元城川计算单元	199077
49		庆城县	III-13	庆城县大黑河计算单元	81615
50			III-14	庆城县马莲河计算单元	278895
51			III-15	庆城县柔远河计算单元	49934
52		合水县	III-16	合水县固城川计算单元	181822
53			III-17	合水县合水川计算单元	134640
54			III-18	合水县葫芦河(北洛河)计算单元	94040
55		宁县	III-19	宁县固城川计算单元	178601
56			III-20	宁县泾河干流计算单元	14265
57			III-21	宁县九龙河计算单元	67198
58			III-22	宁县马莲河计算单元	98383
59			III-23	宁县蒲河计算单元	15982
60			III-24	宁县四郎河计算单元	25702
61		正宁县	III-25	正宁县九龙河计算单元	26101
62			III-26	正宁县四郎河计算单元	173453

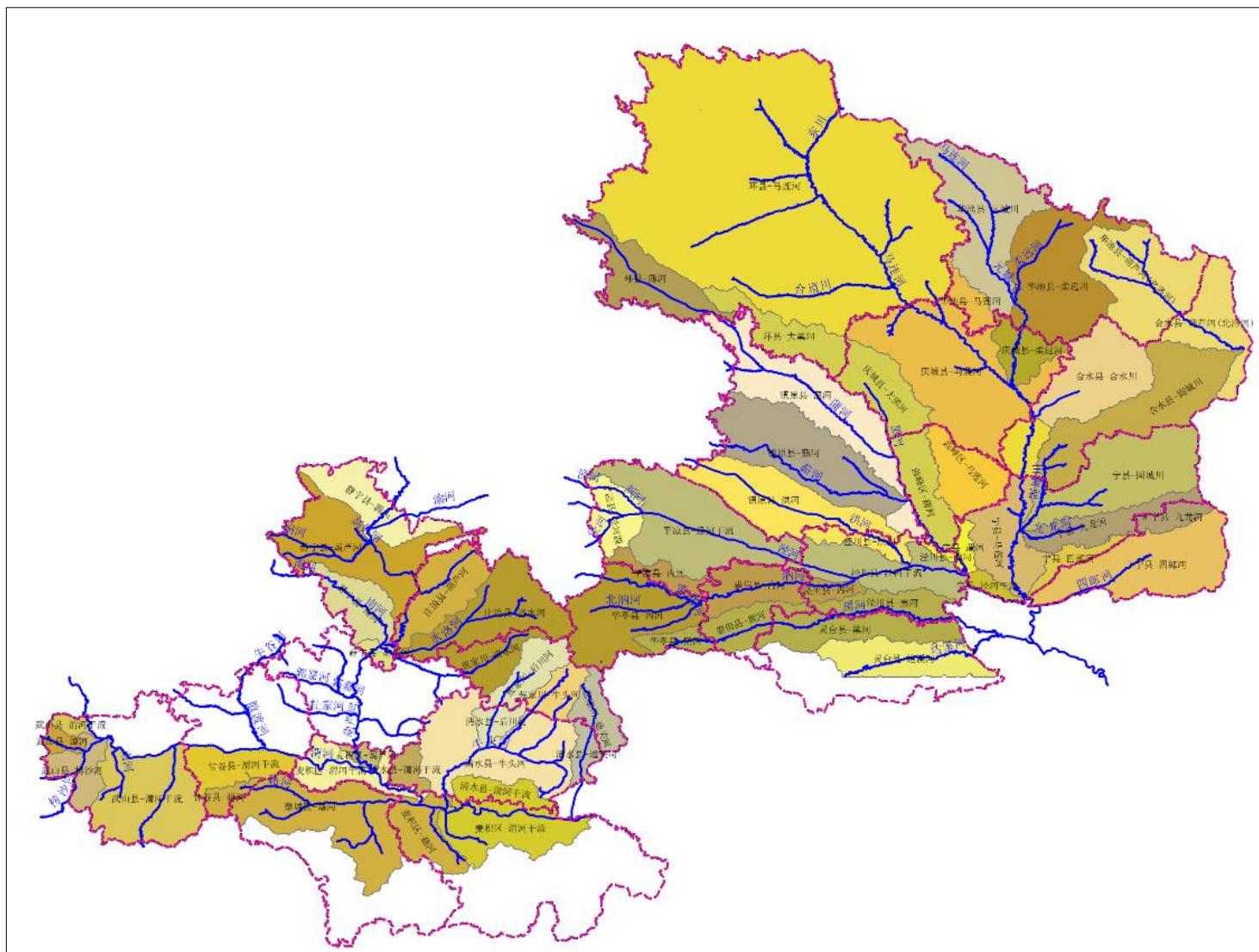


图 7.2-7 甘肃省受水区计算单元划分成果

7.2.3.2 陕西省延安市受水区

白龙江引水工程延安市受水区涉及延安市 2 县 2 区，分布有北洛河、延水河及其主要支流，水系拓扑图见图 7.2-8。为定量分析白龙江引水工程退水对延安受水区河流水文情势的影响，采用水资源分区套行政区划的方法，将受水区划分为 11 个计算单元，如表 7.2-3、图 7.2-9 所示。

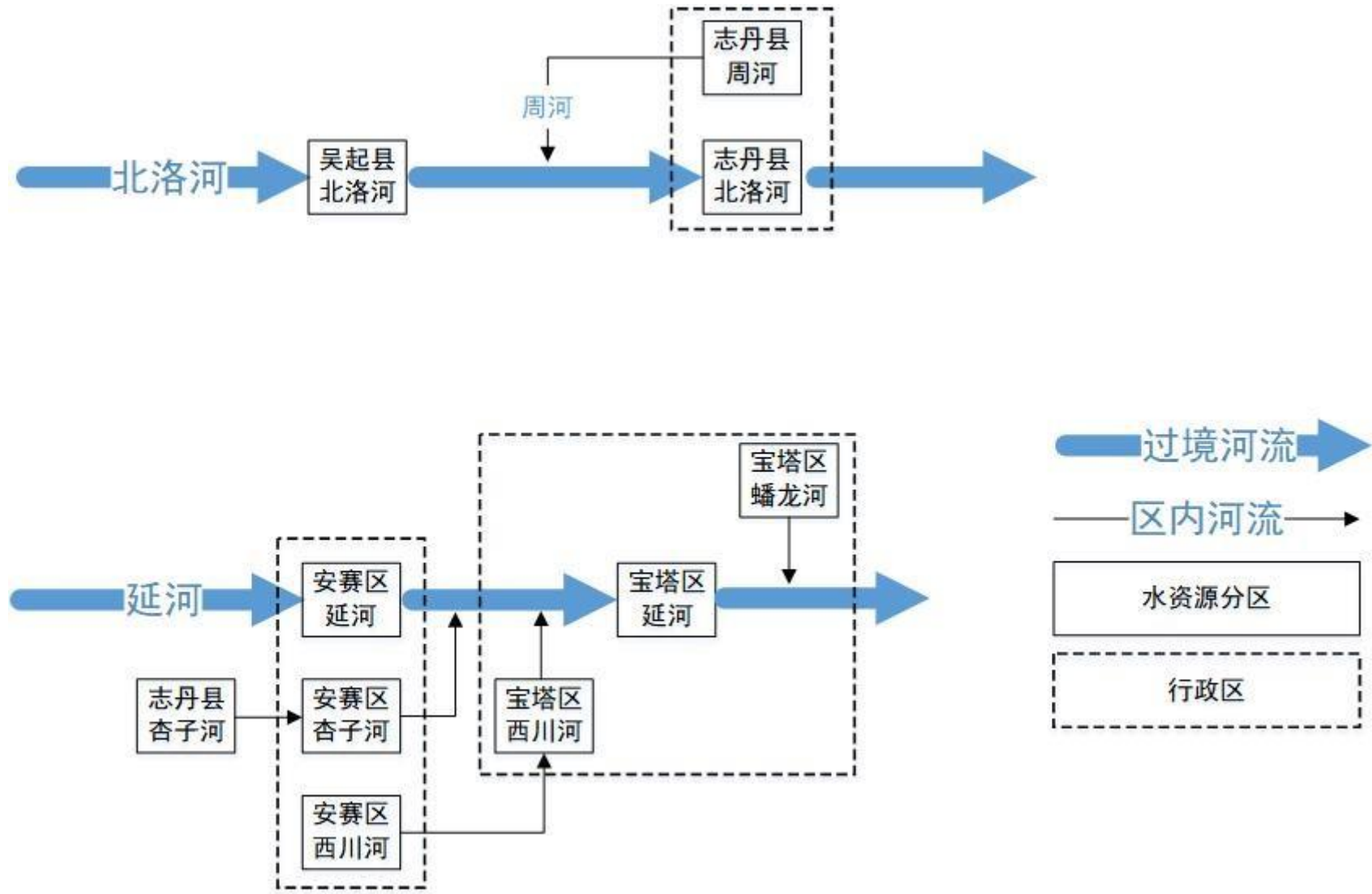


图 7.2-8 北洛河和延河水系拓扑图

表 7.2-3 延安市受水区计算单元划分成果表

序号	市	县区	计算单元编号	计算单元名称	面积 (km ²)
1	延安市	吴起县	I-1	吴起县-北洛河计算单元	5893
2		安塞区	II-1	安塞区-杏子河计算单元	769
3			II-2	安塞区-西川河计算单元	1044
4			II-3	安塞区-延河计算单元	2790
5		宝塔区	III-1	宝塔区-延河计算单元	2133
6			III-2	宝塔区-蟠龙河计算单元	1137
7			III-3	宝塔区-汾川河计算单元	2028
8			III-4	宝塔区-西川河计算单元	176
9		志丹县	IV-1	志丹县-周河计算单元	1647
10			IV-2	志丹县-北洛河计算单元	3201
11			IV-3	志丹县-杏河计算单元	1021



图 7.2-9 延安市受水区计算单元划分成果

7.2.4 受水区水资源配置方案及退水量预测

7.2.4.1 受水区水资源配置方案

根据白龙江引水工程总体安排，2040 年甘肃省受水区多年平均配置白龙江引水 64327 万 m^3 ，其中生活用水 41017 万 m^3 ，工业用水 19932 万 m^3 ，高效经济林用水 3377 万 m^3 。上述配水中，城镇生活和其他工业配水量使用以后以废污水排放进入当地地表水，高效经济林和煤炭、石油化工用水全部消耗。2040 年延安市受水区多年平均配置白龙江引水 8369 万 m^3 ，其中生活用水 6698 万 m^3 ，工业用水 1672 万 m^3 。

7.2.4.2 受水区退水量预测

(1) 耗水率

根据 2016 年~2020 年甘肃省水资源公报及陕西省水资源公报，天水市、平凉市、庆阳市及延安市年总供水量、总耗水量及总耗水率见表 7.2-4，随着社会发展，受水区耗水率呈现减小趋势。

表 7.2-4 受水区供水、耗水情况表

地市	年份	供水量 (亿 m^3)	耗水量 (亿 m^3)	耗水率 (%)
天水市	2016	3.89	2.50	64.2
	2017	3.86	2.45	63.6
	2018	3.68	2.33	63.5
	2019	4.06	2.62	64.6
	2020	3.46	2.20	63.8
平凉市	2016	2.60	1.67	64.1
	2017	2.57	1.66	64.6
	2018	2.52	1.58	62.9
	2019	2.52	1.58	62.9
	2020	2.50	1.57	62.6
庆阳市	2016	2.85	1.82	63.9
	2017	2.71	1.68	62.2
	2018	2.67	1.63	61.0
	2019	2.84	1.73	60.9
	2020	2.82	1.72	60.8
延安市	2016	2.56	1.56	60.9
	2017	2.67	1.62	60.7
	2018	2.74	1.60	58.4

地市	年份	供水量 (亿 m ³)	耗水量 (亿 m ³)	耗水率 (%)
	2019	2.83	1.63	57.6
	2020	3.12	1.54	49.4

(2) 中水回用

根据《甘肃省水污染防治工作方案》(2015-2050 年), 到 2020 年, 缺水城市再生水利用率达到 20%以上; 根据《庆阳市十四五生态环境保护规划》, 到 2025 年, 庆阳市全市城市再生水利用率达到 25%以上; 根据《平凉市白龙江引水工程受水区水污染防治规划》, 2040 年, 平凉市县城生活及工业再生水回用率 30%。

《延安市生态环境保护“十四五”规划 (2021 年~2025 年)》提出, 至 2025 年, 城市再生水利用率超过 25%。

考虑到 2040 年社会发展水平及节水要求的提高, 2040 年本工程受水区天水市、平凉市、庆阳市、延安市城市建成区生活及工业再生水利用率应达到 30%以上。受水区各地市 2040 年再生水回用率见表 7.2-5。

表 7.2-5 白龙江引水工程受水区再生水回用率

地市	再生水回用率	
	城市/县城生活	工业
天水市	30%	30%
平凉市	30%	30%
庆阳市	30%	30%
延安市	30%	30%

(3) 排放量

根据以上分析, 2040 年白龙江引水工程受水区总排放量为 36032 万 m³, 具体见表 7.2-6。其中, 白龙江引水工程新增排放量为 9901 万 m³, 具体见表 7.2-7。

表 7.2-6 2040 年白龙江引水工程受水区总排放量 单位: 万 m³

市	县区	生活		工业				生态	农业			合计
		县城生活	村镇生活	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业		高效经济林	农田	畜牧养殖	
天水市	秦州区	2033	43	0	0	0	1029	242	0	108	13	3468
	麦积区	1647	64	0	0	0	1263	236	0	662	80	3952
	武山县	573	80	0	0	0	58	63	0	977	118	1869
	甘谷县	765	65	0	0	86	92	83	0	878	106	2076
	清水县	316	83	0	0	0	27	45	0	272	33	777
	张川县	348	93	0	0	0	54	50	0	261	32	838

市	县区	生活		工业				生态	农业			合计
		县城生活	村镇生活	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业		高效经济林	农田	畜牧养殖	
平凉市	崆峒区	1895	67	0	0	88	166	126	0	1167	210	3718
	庄浪县	448	99	0	0	0	27	61	0	348	63	1045
	华亭市	367	34	0	0	12	22	37	0	288	52	814
	崇信县	174	36	0	0	48	13	16	0	104	19	410
	泾川县	467	49	0	0	0	30	50	0	734	132	1462
	灵台县	159	66	0	0	129	12	32	0	320	58	775
庆阳市	西峰区	1666	60	0	0	60	539	146	0	966	218	3655
	镇原县	344	197	0	0	0	120	75	0	298	67	1101
	环县	484	131	0	0	0	274	53	0	219	49	1210
	华池县	250	34	0	0	0	24	24	0	207	47	585
	庆城县	404	68	0	0	0	421	50	0	178	40	1161
	合水县	264	47	0	0	0	34	27	0	173	39	584
	宁县	305	182	0	0	0	71	79	0	440	99	1176
	正宁县	304	45	0	0	0	28	35	0	117	26	554
延安市	宝塔区	1866	219	0	0	20	702	0	0	155	39	3000
	安塞区	288	158	0	0	0	153	0	0	38	10	645
	志丹县	240	107	0	0	0	135	0	0	56	14	552
	吴起县	263	110	0	0	0	122	0	0	87	22	605
合计		15868	2138	0	0	443	5416	1528	0	9054	1585	36032

表 7.2-7 2040 年白龙江引水工程新增排放量

单位: 万 m³

市	县区	生活		工业				高效经济林	合计
		县城生活	村镇生活	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业		
天水市	秦州区	1344.4	9.7	0.0	0.0	0.0	315.2	0.0	1669.3
	麦积区	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	2.8
	武山县	408.9	38.1	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	470.9
	甘谷县	591.4	25.4	0.0	0.0	0.0	37.1	0.0	653.8
	清水县	164.9	44.2	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0	219.9
	张家川县	237.5	52.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	290.3
平凉市	崆峒区	1250.0	16.8	0.0	0.0	0.0	354.8	0.0	1621.6
	庄浪县	241.7	54.6	0.0	0.0	0.0	55.9	0.0	352.2
	华亭市	172.5	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	184.4
	崇信县	136.2	16.0	0.0	0.0	0.0	17.6	0.0	169.8
	泾川县	336.7	2.7	0.0	0.0	0.0	43.0	0.0	382.3
	灵台县	92.2	22.7	0.0	0.0	0.0	16.2	0.0	131.1
庆阳市	西峰区	1173.5	0.0	0.0	0.0	0.0	77.6	0.0	1251.1
	镇原县	238.4	112.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	351.0

市	县区	生活		工业				高效经济林	合计
		县城生活	村镇生活	煤炭开采及煤化工	石油开采及石油化工	火电	其他工业		
	环县	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0
	华池县	162.2	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	173.2
	庆城县	268.0	32.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300.1
	合水县	203.7	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	232.8
	宁县	213.4	100.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	313.8
	正宁县	213.4	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	235.6
	合计	8036	724	0	0	0	1141	0	9901
延安市	宝塔区	360	16	0	0	0	104	0	481
	安塞区	74	38	0	0	0	32	0	144
	志丹县	71	22	0	0	0	29	0	122
	吴起县	81	18	0	0	0	22	0	121
合计		8036	724	0	0	0	1141	0	9901

7.2.4.3 入河量预测

(1) 退水去向

白龙江引水工程涉及甘肃省天水市、平凉市、庆阳市及陕西省延安市 4 个地市，共 24 个县区，退水河流涵盖渭河、泾河、北洛河、延河 4 个水系，受水区退水去向见图 7.2-5、图 7.2-6、图 7.2-8。

(2) 入河系数

① 县城生活污水

由于水资源公报中已考虑该部分耗水情况，县城生活污水经处理回用后均可入河，即入河系数为 1。

② 村镇生活污水

经调查，受水区现状农村生活污水收集处理率约为 20%~25%，《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划》及《白龙江引水工程延安段受水区水污染防治规划》提出甘肃、延安受水区 2040 年农村生活污水收集处理率达到 30%、48%，故本次村镇生活污水入河系数取 0.48。

③ 工业污水

入河系数取 1，同县城生活污水。

④ 农业面源

由于受水区位于黄土高原，蒸发量较大，农田灌溉基本无退水，尽在汛期发生强降雨时部分面源污染物入河，参考现状第二次污染源普查成果，不考虑该部

分污水入河量，仅考虑污染物入河量。同时，白龙江引水工程新增农业用水均为高效经济林，采用高效节水灌溉，基本无退水。因此，农业面源入河系数取 0。

(3) 入河量

根据以上分析，2040 年受水区废污水入河总量及白龙江新增废污水入河量情况见表 7.2-8。

表 7.2-8 2040 年受水区废污水入河情况 单位：万 m³

县区	废污水入河总量				白龙江新增废污水入河量			小计
	县城生活	村镇生活	工业	小计	县城生活	村镇生活	工业	
秦州区	2033	13	1029	3075	1344	3	315	1662
麦积区	1647	19	1263	2929	0	0	3	3
武山县	573	24	58	655	409	11	24	444
甘谷县	765	20	178	963	591	8	37	636
清水县	316	25	27	368	165	13	11	189
张川县	348	28	54	430	237	16	0	253
崆峒区	1895	24	888	2807	1250	5	355	1610
庄浪县	448	36	93	578	242	16	56	314
华亭县	367	13	122	502	172	4	0	176
崇信县	174	13	213	400	136	5	18	159
泾川县	467	18	105	589	337	1	43	380
灵台县	159	24	492	676	92	7	16	115
西峰区	1666	18	599	2283	1173	0	78	1251
镇原县	344	59	120	523	238	34	0	272
环县	484	39	274	797	0	8	0	8
华池县	250	10	24	284	162	3	0	165
庆城县	404	20	421	846	268	10	0	278
合水县	264	14	34	312	204	9	0	212
宁县	305	55	71	430	213	30	0	244
正宁县	304	13	28	345	213	7	0	220
宝塔区	1866	66	722	2653	360	5	104	469
安塞区	288	47	153	487	74	11	32	117
志丹县	240	32	135	407	71	7	29	107
吴起县	263	33	122	418	81	5	22	108
合计	15868	665	7225	23758	8036	217	1141	9394

7.2.5 工程对受水区河流水文情势影响分析

7.2.5.1 甘肃省受水区

白龙江引水工程实施后，受水区渭河、泾河流域主要控制断面流量过程将会有所变化。与现状相比，工程实现后，各断面径流量均有所增加。径流量的增加主要来自调水新增受水区县城、村镇生活退水和一般工业退水以及替代当地水源退还的生态水量。

以白龙江引水工程不同来水年份水资源配置方案为依据，对前面划分的 62 个计算单元逐个开展退水量计算，通过分析各计算单元与河流水系、水文站网的拓扑关系，计算得到白龙江工程退水导致各水文站径流的改变量。基于受水区各水文站 1956~2016 年多年平均实测径流过程，分析 2040 年白龙江引水工程实施前后各主要控制断面流量过程变化，详细结果见表 7.2-9、图 7.2-10~图 7.2-21 所示。

表 7.2-9 工程对受水区重要河流主要控制断面流量过程影响

单位: m³/s

河流	水文站	项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
渭河干流	武山	引水前流量		5.5	5.8	8.3	12.1	18.7	20.1	26.6	29.3	30.8	26.8	12.2	6.6
		引水后增加率	多年平均	5.9%	5.6%	3.9%	2.7%	1.8%	1.6%	1.2%	1.1%	1.1%	1.2%	2.7%	4.9%
			95%	6.0%	5.7%	4.0%	2.7%	1.8%	1.6%	1.2%	1.1%	1.1%	1.2%	2.7%	5.0%
			85%	6.0%	5.7%	4.0%	2.7%	1.8%	1.6%	1.2%	1.1%	1.1%	1.2%	2.7%	5.0%
			50%	6.0%	5.7%	4.0%	2.7%	1.8%	1.6%	1.2%	1.1%	1.1%	1.2%	2.7%	5.0%
	北道	引水前流量		11.4	13.4	18.1	20.7	30.5	35.2	61.9	64.1	61.6	52.1	24.4	12.7
		引水后增加率	多年平均	8.0%	6.8%	5.1%	4.4%	3.0%	2.6%	1.5%	1.4%	1.5%	1.8%	3.7%	7.2%
			95%	8.1%	6.9%	5.1%	4.5%	3.0%	2.6%	1.5%	1.4%	1.5%	1.8%	3.8%	7.3%
			85%	8.1%	6.9%	5.1%	4.5%	3.0%	2.6%	1.5%	1.4%	1.5%	1.8%	3.8%	7.3%
			50%	8.1%	6.9%	5.1%	4.5%	3.0%	2.6%	1.5%	1.4%	1.5%	1.8%	3.8%	7.3%
	林家村	引水前流量		22.7	24.1	32.6	43.3	55.3	56.8	98.6	104.3	119.1	91.8	48.0	27.2
		引水后增加率	多年平均	8.9%	8.3%	6.2%	4.6%	3.6%	3.5%	2.0%	1.9%	1.7%	2.2%	4.2%	7.4%
			95%	9.0%	8.4%	6.2%	4.7%	3.7%	3.6%	2.1%	2.0%	1.7%	2.2%	4.2%	7.5%
			85%	9.0%	8.4%	6.2%	4.7%	3.7%	3.6%	2.1%	2.0%	1.7%	2.2%	4.2%	7.5%
			50%	9.0%	8.4%	6.2%	4.7%	3.7%	3.6%	2.1%	2.0%	1.7%	2.2%	4.2%	7.5%
葫芦河	秦安	引水前流量		2.1	3.7	6.1	5.4	5.2	7.6	20.0	22.2	15.1	10.0	5.9	2.7
		引水后增加率	多年平均	14.2%	8.3%	5.0%	5.6%	5.9%	4.0%	1.5%	1.4%	2.0%	3.1%	5.2%	11.4%
			95%	14.4%	8.4%	5.0%	5.7%	6.0%	4.1%	1.6%	1.4%	2.0%	3.1%	5.3%	11.5%
			85%	14.4%	8.4%	5.0%	5.7%	6.0%	4.1%	1.6%	1.4%	2.0%	3.1%	5.3%	11.5%
			50%	14.4%	8.4%	5.0%	5.7%	6.0%	4.1%	1.6%	1.4%	2.0%	3.1%	5.3%	11.5%
藉河	天水	引水前流量		0.6	0.7	0.8	1.3	1.7	1.7	3.7	3.3	4.9	4.4	1.9	0.9
		引水后增加率	多年平均	97.2%	92.1%	73.1%	47.0%	35.3%	35.9%	16.4%	18.3%	12.5%	14.0%	31.6%	68.7%
			95%	98.5%	93.3%	74.1%	47.6%	35.8%	36.4%	16.6%	18.6%	12.7%	14.1%	32.0%	69.6%

河流	水文站	项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
			85%	98.5%	93.3%	74.1%	47.6%	35.8%	36.4%	16.6%	18.6%	12.7%	14.1%	32.0%	69.6%
			50%	98.5%	93.3%	74.1%	47.6%	35.8%	36.4%	16.6%	18.6%	12.7%	14.1%	32.0%	69.6%
泾河干流	泾川	引水前流量		2.5	3.1	3.3	2.8	3.3	3.8	9.0	10.8	10.5	7.8	5.0	3.0
		引水后增加率	多年平均	29.0%	23.4%	22.3%	26.1%	22.0%	19.3%	8.2%	6.8%	7.0%	9.4%	14.7%	24.3%
			95%	29.4%	23.7%	22.7%	26.5%	22.4%	19.6%	8.3%	6.9%	7.1%	9.6%	14.9%	24.7%
			85%	29.4%	23.7%	22.7%	26.5%	22.4%	19.6%	8.3%	6.9%	7.1%	9.6%	14.9%	24.7%
			50%	29.4%	23.7%	22.7%	26.5%	22.4%	19.6%	8.3%	6.9%	7.1%	9.6%	14.9%	24.7%
	杨家坪	引水前流量		8.4	10.4	13.4	11.4	13.8	15.3	38.0	46.3	38.5	26.8	17.0	9.9
		引水后增加率	多年平均	17.9%	14.5%	11.3%	13.2%	10.9%	9.9%	4.0%	3.3%	3.9%	5.6%	8.9%	15.2%
			95%	18.1%	14.7%	11.4%	13.4%	11.1%	10.0%	4.0%	3.3%	4.0%	5.7%	9.0%	15.4%
			85%	18.1%	14.7%	11.4%	13.4%	11.1%	10.0%	4.0%	3.3%	4.0%	5.7%	9.0%	15.4%
			50%	18.1%	14.7%	11.4%	13.4%	11.1%	10.0%	4.0%	3.3%	4.0%	5.7%	9.0%	15.4%
	景村	引水前流量		13.6	19.1	26.5	21.1	23.9	24.5	67.1	84.1	63.5	41.7	27.0	16.2
		引水后增加率	多年平均	22.7%	16.2%	11.7%	14.7%	13.0%	12.6%	4.6%	3.7%	4.9%	7.4%	11.5%	19.2%
			95%	23.0%	16.4%	11.8%	14.9%	13.1%	12.8%	4.7%	3.7%	4.9%	7.5%	11.6%	19.4%
			85%	23.0%	16.4%	11.8%	14.9%	13.1%	12.8%	4.7%	3.7%	4.9%	7.5%	11.6%	19.4%
			50%	23.0%	16.4%	11.8%	14.9%	13.1%	12.8%	4.7%	3.7%	4.9%	7.5%	11.6%	19.4%
纳河	袁家庵	引水前流量		1.8	1.9	2.1	2.5	3.3	3.3	7.7	8.8	12.6	8.5	4.5	2.4
		引水后增加率	多年平均	13.4%	12.2%	11.4%	9.6%	7.1%	7.3%	3.1%	2.7%	1.9%	2.8%	5.3%	10.1%
			95%	13.6%	12.4%	11.5%	9.8%	7.2%	7.4%	3.1%	2.7%	1.9%	2.8%	5.4%	10.2%
			85%	13.6%	12.4%	11.5%	9.8%	7.2%	7.4%	3.1%	2.7%	1.9%	2.8%	5.4%	10.2%
			50%	13.6%	12.4%	11.5%	9.8%	7.2%	7.4%	3.1%	2.7%	1.9%	2.8%	5.4%	10.2%
蒲河	毛家河	引水前流量		2.2	2.6	4.0	3.4	3.9	5.3	13.6	17.6	6.4	4.0	3.2	2.3
			多年平均	28.2%	23.7%	15.1%	17.9%	15.6%	11.6%	4.5%	3.5%	9.6%	15.3%	18.8%	27.0%

河流	水文站	项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
		引水后增加率	95%	28.5%	24.0%	15.3%	18.1%	15.8%	11.7%	4.5%	3.5%	9.7%	15.5%	19.0%	27.3%
			85%	28.5%	24.0%	15.3%	18.1%	15.8%	11.7%	4.5%	3.5%	9.7%	15.5%	19.0%	27.3%
			50%	28.5%	24.0%	15.3%	18.1%	15.8%	11.7%	4.5%	3.5%	9.7%	15.5%	19.0%	27.3%
马莲河	庆阳	引水前流量		1.1	2.2	4.9	2.8	3.4	5.9	19.3	22.7	7.0	3.4	2.6	1.6
		引水后增加率	多年平均	44.1%	22.5%	10.1%	17.9%	14.8%	8.5%	2.6%	2.2%	7.2%	14.8%	19.3%	31.9%
			95%	44.6%	22.7%	10.2%	18.1%	15.0%	8.6%	2.6%	2.2%	7.2%	15.0%	19.5%	32.2%
			85%	44.6%	22.7%	10.2%	18.1%	15.0%	8.6%	2.6%	2.2%	7.2%	15.0%	19.5%	32.2%
			50%	44.6%	22.7%	10.2%	18.1%	15.0%	8.6%	2.6%	2.2%	7.2%	15.0%	19.5%	32.2%
	雨落坪	引水前流量		3.1	5.5	9.8	7.3	7.8	11.0	37.0	41.4	16.6	9.4	6.8	4.2
		引水后增加率	多年平均	35.3%	19.7%	11.1%	14.8%	13.9%	9.8%	2.9%	2.6%	6.5%	11.5%	15.9%	25.8%
			95%	35.7%	19.9%	11.2%	15.0%	14.1%	10.0%	3.0%	2.6%	6.6%	11.6%	16.1%	26.1%
			85%	35.7%	19.9%	11.2%	15.0%	14.1%	10.0%	3.0%	2.6%	6.6%	11.6%	16.1%	26.1%
			50%	35.7%	19.9%	11.2%	15.0%	14.1%	10.0%	3.0%	2.6%	6.6%	11.6%	16.1%	26.1%
黑河	灵台	引水前流量		0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	1.3	1.6	2.2	1.9	0.9	0.5
		引水后增加率	多年平均	19.2%	16.1%	12.5%	11.0%	12.0%	14.6%	5.2%	4.2%	3.1%	3.6%	7.7%	13.3%
			95%	19.5%	16.3%	12.6%	11.1%	12.1%	14.8%	5.3%	4.2%	3.1%	3.7%	7.8%	13.5%
			85%	19.5%	16.3%	12.6%	11.1%	12.1%	14.8%	5.3%	4.2%	3.1%	3.7%	7.8%	13.5%
			50%	19.5%	16.3%	12.6%	11.1%	12.1%	14.8%	5.3%	4.2%	3.1%	3.7%	7.8%	13.5%

(1) 渭河干流

白龙江引水工程实施后,渭河干流各代表水文站径流量均有一定程度的增加,表现出从上游到下游增加量不断增大的特点,增加幅度最大的月份为枯水期(12~3月),其次为4~6月份,汛期增加幅度最小。

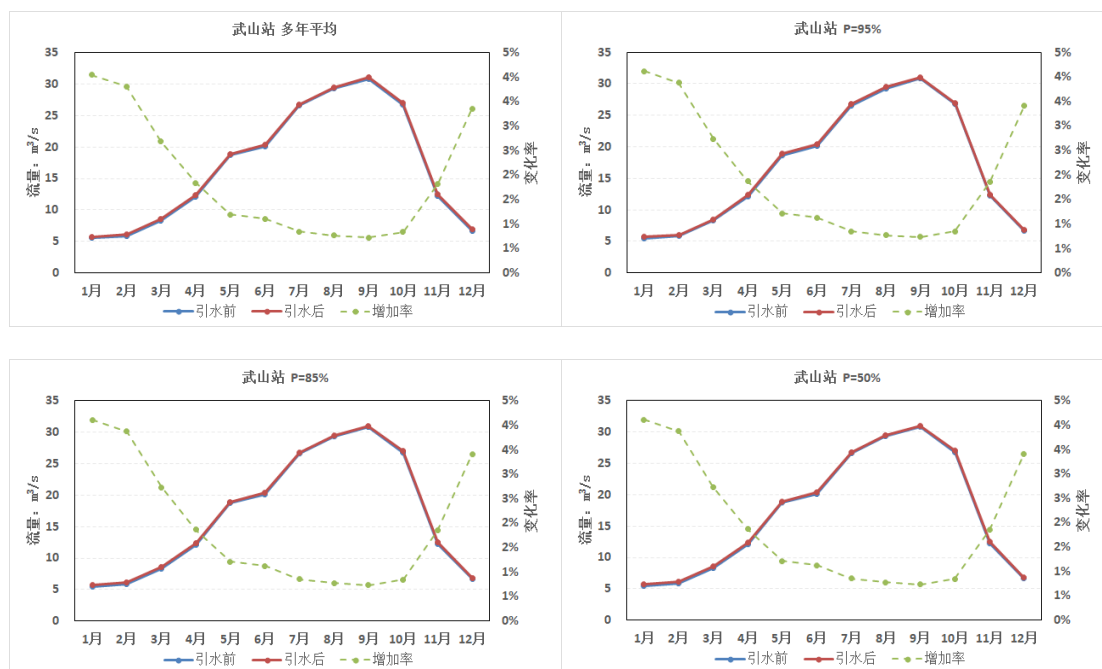


图 7.2-10 白龙江引水工程实施前后渭河干流武山站水文情势变化

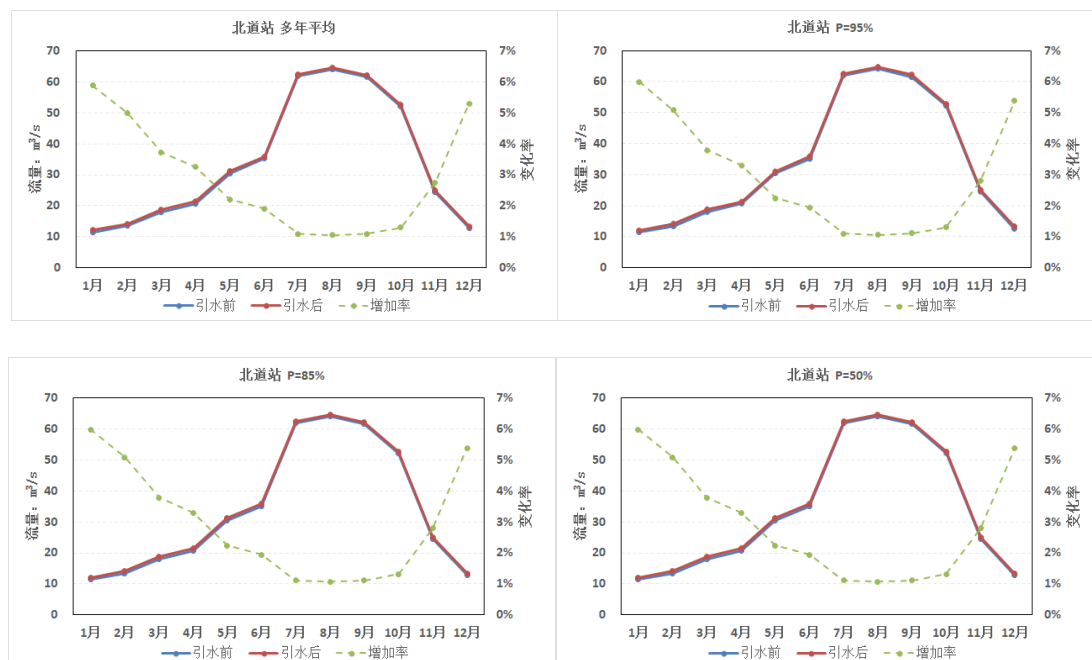


图 7.2-11 白龙江引水工程实施前后渭河干流北道站水文情势变化

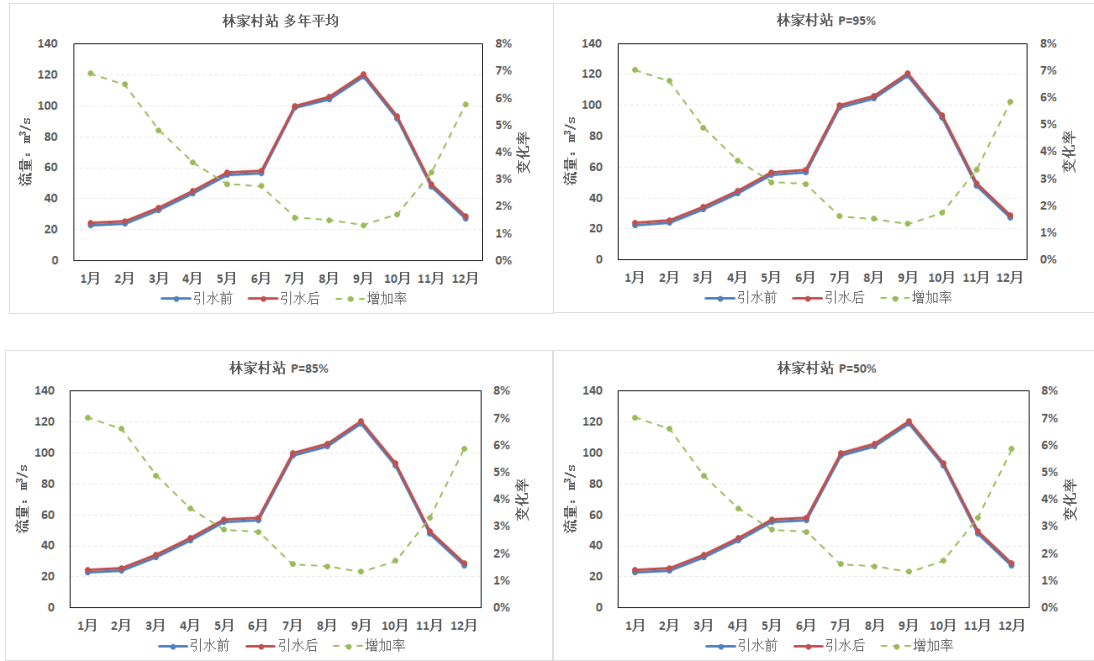


图 7.2-12 白龙江引水工程实施前后渭河干流林家村站水文情势变化

(2) 葫芦河

白龙江引水工程实施后, 葫芦河秦安站径流量均有一定程度的增加, 增加幅度最大的月份为枯水期(12~3月), 其次为4~6月份, 汛期(7~10月)增加幅度最小。

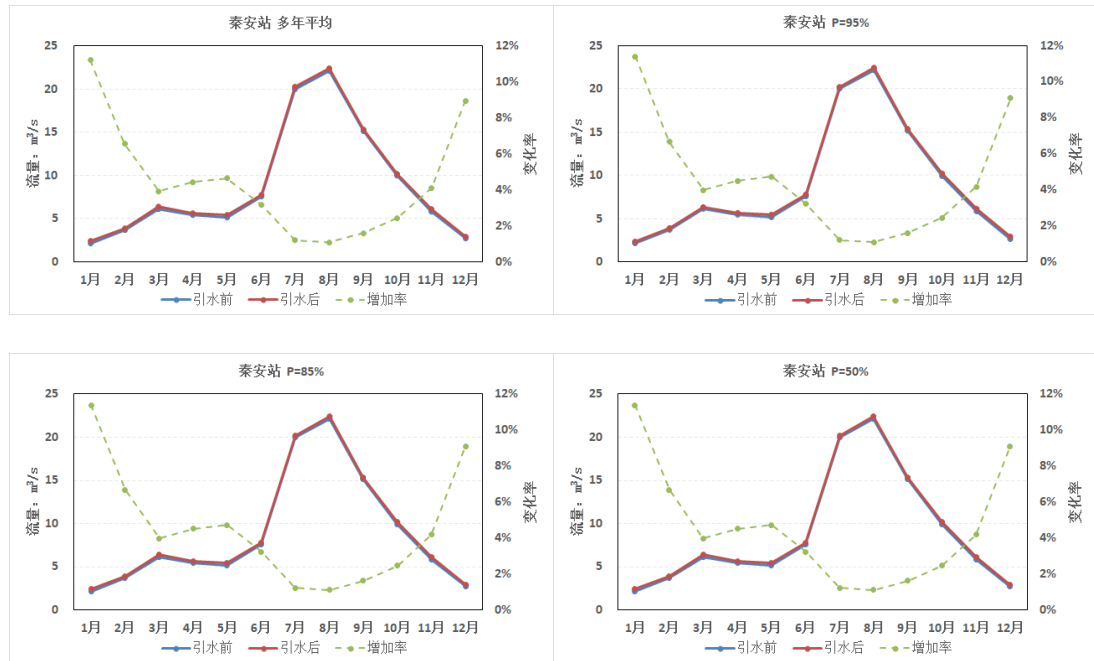


图 7.2-13 白龙江引水工程实施前后葫芦河水文情势变化

(3) 黑河

白龙江引水工程实施后，黑河灵台站径流量有一定程度的增加，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期（7~10月）增加幅度最小。

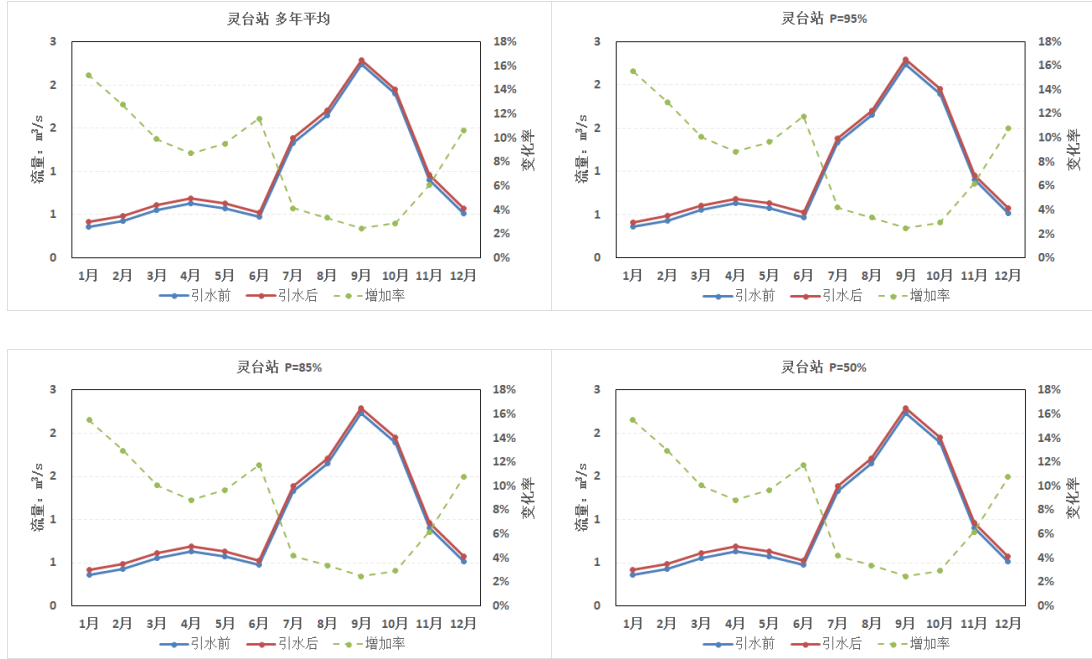


图 7.2-14 白龙江引水工程实施前后黑河水文情势变化

(4) 泾河干流

白龙江引水工程实施后，泾河干流各代表水文站径流量均有一定程度的增加，表现出从上游到下游增加量不断增大的特点，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。

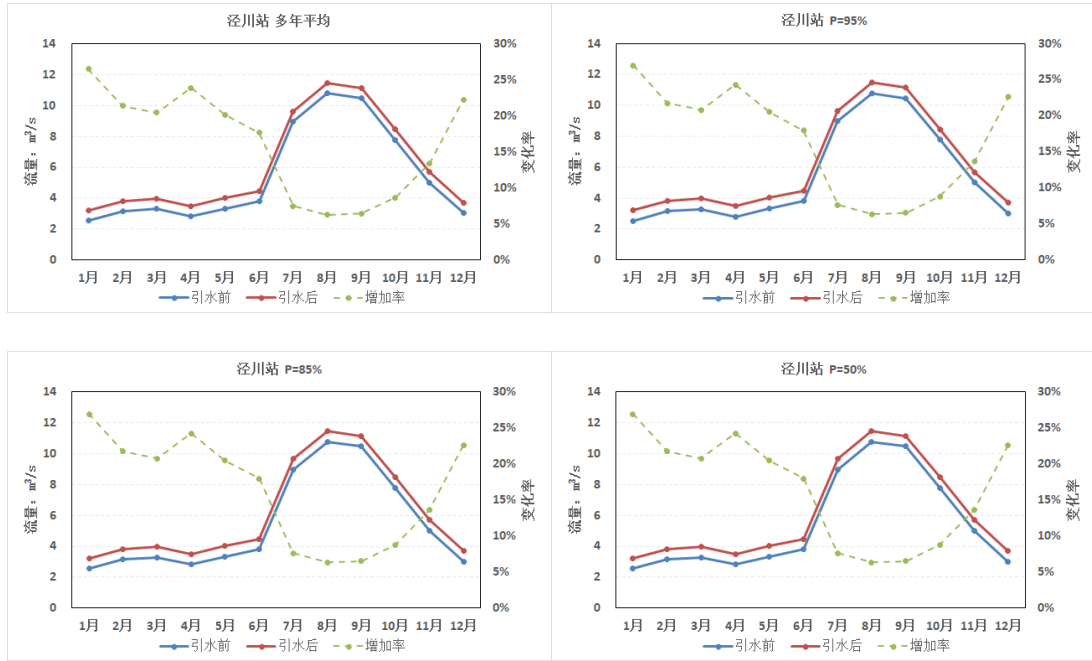


图 7.2-15 白龙江引水工程实施前后泾河干流泾川站水文情势变化

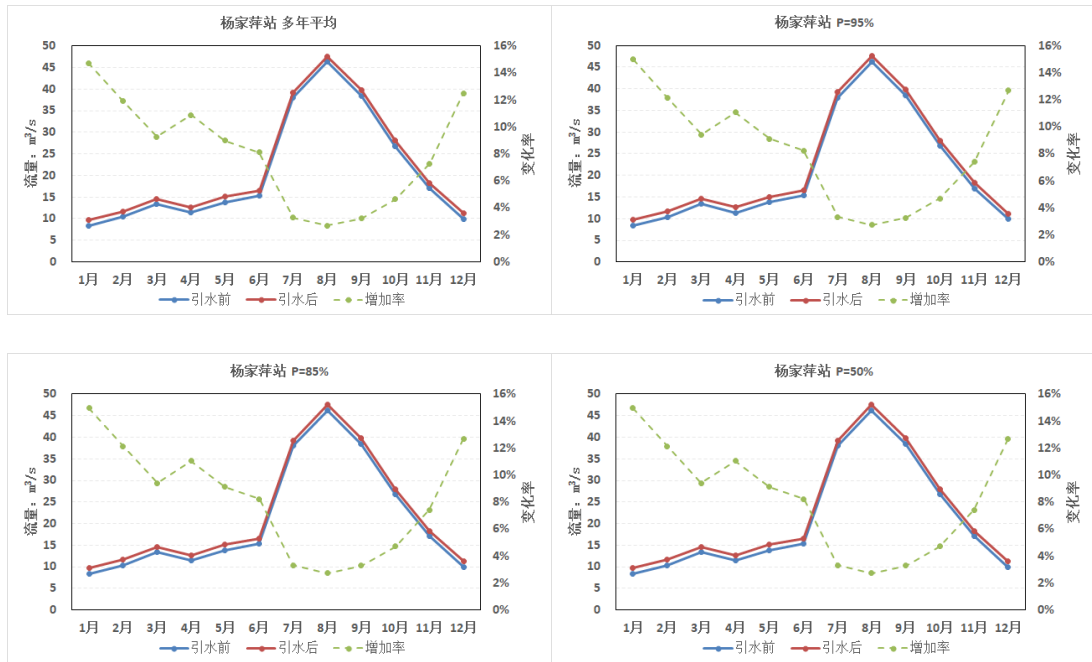


图 7.2-16 白龙江引水工程实施前后泾河干流杨家坪站水文情势变化

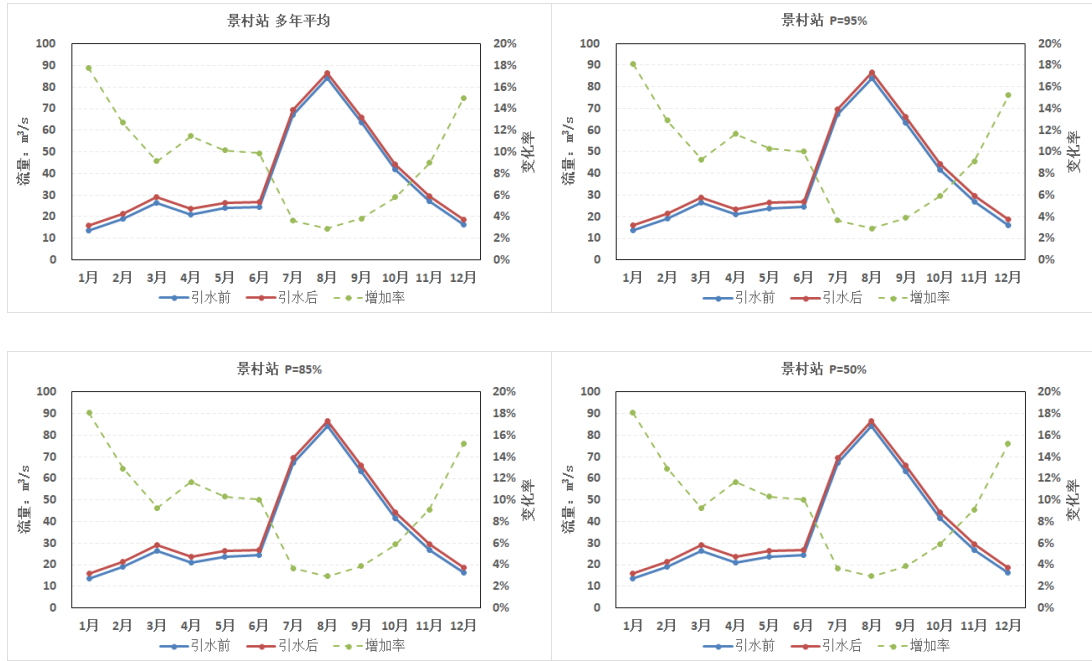


图 7.2-17 白龙江引水工程实施前后泾河干流景村站水文情势变化

(5) 汭河

白龙江引水工程实施后，汭河袁家庵站径流量有一定程度的增加，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3 月），其次为 4~6 月份，汛期（7~10 月）增加幅度最小。

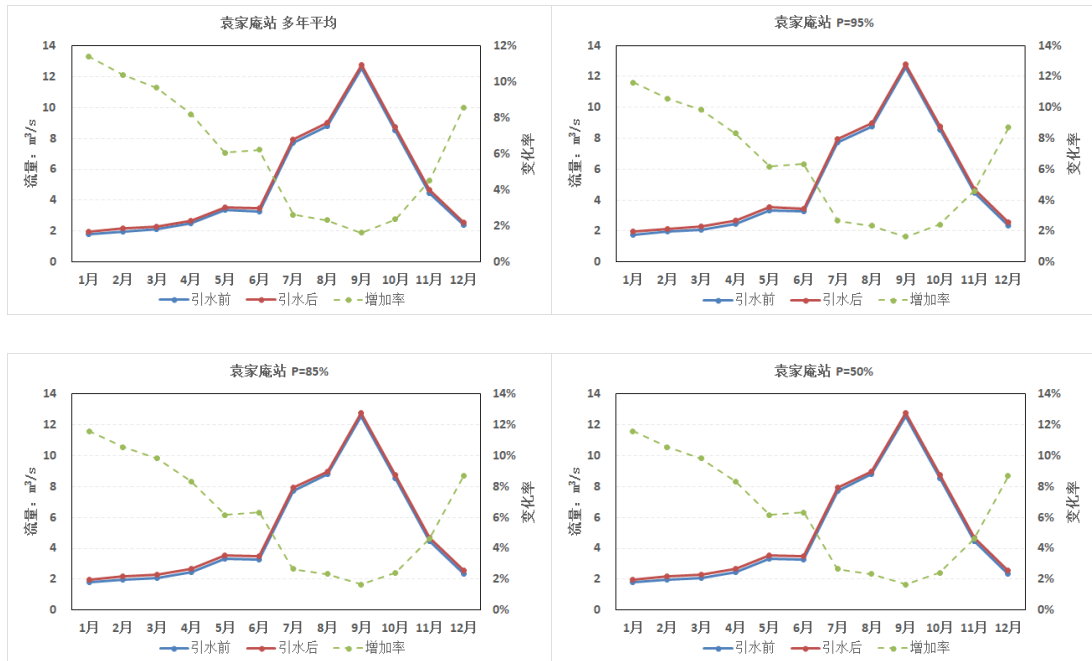


图 7.2-18 白龙江引水工程实施前后汭河水文情势变化

(6) 蒲河

白龙江引水工程实施后，蒲河杨家萍站径流量有一定程度的增加，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期（7~10月）增加幅度最小。

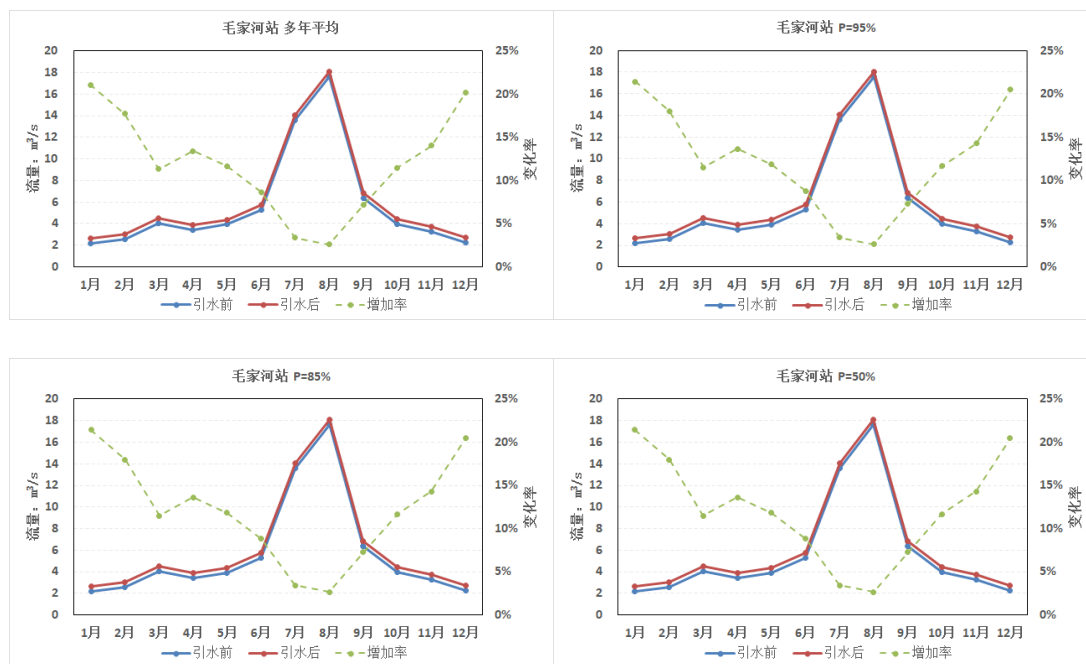


图 7.2-19 白龙江引水工程实施前后蒲河水文情势变化

(7) 马莲河

白龙江引水工程实施后，马莲河雨落萍站径流量有一定程度的增加，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期（7~10月）增加幅度最小。

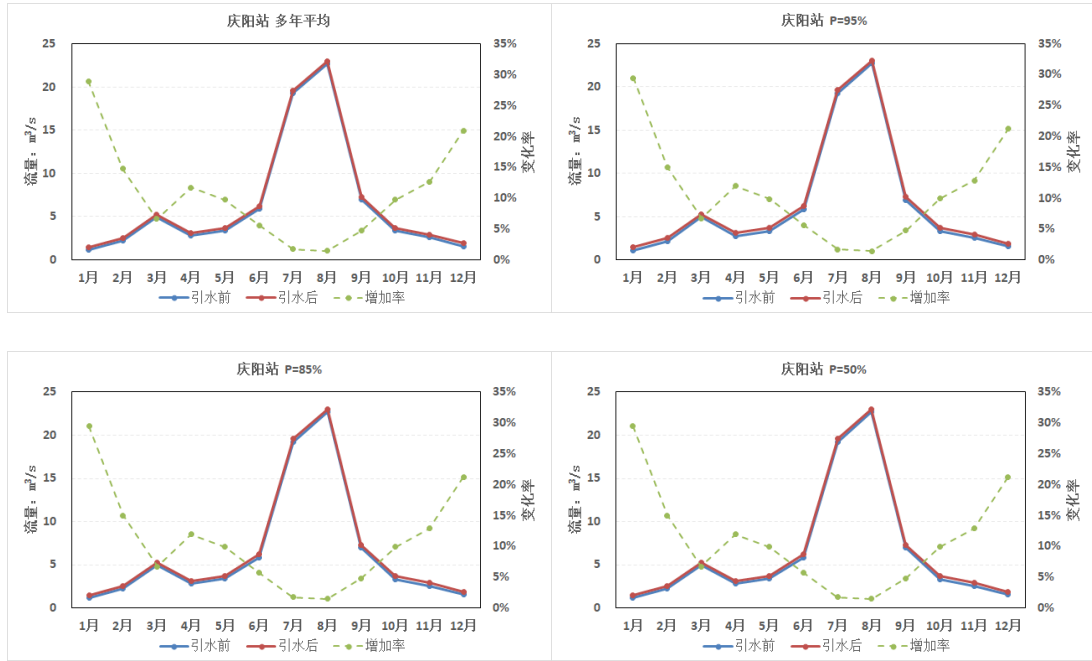


图 7.2-20 白龙江引水工程实施前后马莲河庆阳站水文情势变化

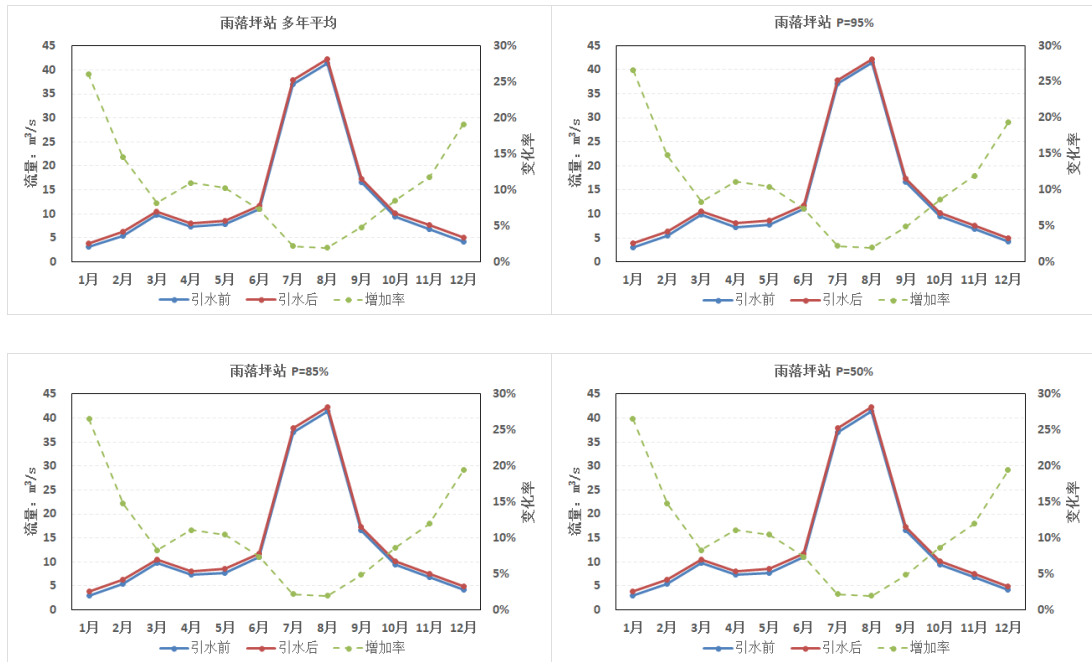


图 7.2-21 白龙江引水工程实施前后马莲河雨落坪站水文情势变化

综上，白龙江引水工程实施后，受退水影响，受水区各河流径流量均有一定程度的增加，总体上来说泾河流域径流变化幅度大于渭河流域，空间上表现为从上游到下游径流增加量不断增大的特点，年内分配上表现为增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。其中，增加幅度最

大的河流为泾河支流马莲河、蒲河，其次为泾河干流、泾河支流泾河、黑河、渭河干流等。

7.2.5.2 陕西省延安市受水区

白龙江引水工程实施后，受水区北洛河、延河水系主要控制断面流量过程将会有所变化。与现状相比，工程实现后，各断面径流量均有所增加。径流量的增加主要来自受水区县城、村镇生活退水和一般工业退水以及替代当地水源退还的生态水量。

通过分析受水区各县（区）历史实际取用水数据，计算各县（区）不同用水部门取退水比例；结合各县（区）现状治污水平及水污染防治工作方案相关要求，合理确定各计算单元中水回用率；在此基础上，以白龙江引水工程多年平均水资源配置方案为依据，按照前面划分的计算单元逐个计算不同行业退水量；通过分析各计算单元与河流水系、水文站网的关系，并与替代当地水源退还河道内的生态水量加和，计算白龙江引水工程实施后受水区各主要河流代表水文站径流变化情况。2040 年不同配水方案下调水前后各主要控制断面多年平均条件下月流量过程变化情况见表 7.2-10、图 7.2-22～图 7.2-29 所示。

表 7.2-10 工程对受水区重要河流主要控制断面流量过程影响

单位: m³/s

水系	河流	水文站	项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北洛河水系	北洛河	吴旗	引水前流量		0.5	1.0	3.1	1.9	1.6	2.4	5.8	8.2	2.4	1.6	1.1	0.7
			引水后增加率	多年平均	86.2%	46.2%	15.2%	24.6%	29.1%	19.6%	8.1%	5.7%	19.5%	28.6%	41.1%	64.0%
				95%	87.2%	46.7%	15.3%	24.9%	29.4%	19.9%	8.2%	5.7%	19.7%	28.9%	41.5%	64.7%
				85%	87.2%	46.7%	15.3%	24.9%	29.4%	19.9%	8.2%	5.7%	19.7%	28.9%	41.5%	64.7%
				50%	87.2%	46.7%	15.3%	24.9%	29.4%	19.9%	8.2%	5.7%	19.7%	28.9%	41.5%	64.7%
		刘家河	引水前流量		2.3	3.4	6.9	4.9	4.1	6.1	14.4	18.5	6.7	4.6	3.7	2.8
			引水后增加率	多年平均	25.8%	17.4%	8.6%	12.2%	14.3%	9.6%	4.1%	3.2%	8.9%	12.8%	16.2%	21.3%
				95%	26.0%	17.6%	8.7%	12.3%	14.4%	9.7%	4.1%	3.2%	9.0%	13.0%	16.4%	21.5%
				85%	26.0%	17.6%	8.7%	12.3%	14.4%	9.7%	4.1%	3.2%	9.0%	13.0%	16.4%	21.5%
				50%	26.0%	17.6%	8.7%	12.3%	14.4%	9.7%	4.1%	3.2%	9.0%	13.0%	16.4%	21.5%
	周河	志丹	引水前流量		0.2	0.4	0.7	0.5	0.4	0.7	1.9	2.3	0.8	0.4	0.3	0.2
			引水后增加率	多年平均	22.8%	10.6%	5.8%	8.1%	10.8%	5.7%	2.3%	1.8%	5.6%	9.8%	12.8%	20.7%
				95%	23.0%	10.7%	5.9%	8.2%	10.9%	5.8%	2.3%	1.8%	5.6%	9.9%	12.9%	20.8%
				85%	23.0%	10.7%	5.9%	8.2%	10.9%	5.8%	2.3%	1.8%	5.6%	9.9%	12.9%	20.8%
				50%	23.0%	10.7%	5.9%	8.2%	10.9%	5.8%	2.3%	1.8%	5.6%	9.9%	12.9%	20.8%
延河水系	延河	安塞	引水前流量		0.5	0.9	1.7	1.2	0.9	1.3	3.7	3.8	1.8	1.1	1.0	0.6
			引水后增加率	多年平均	18.9%	10.4%	5.6%	7.9%	10.3%	7.3%	2.5%	2.4%	5.1%	8.2%	9.5%	15.7%
				95%	19.1%	10.5%	5.6%	8.0%	10.4%	7.4%	2.5%	2.5%	5.2%	8.2%	9.6%	15.9%
				85%	19.1%	10.5%	5.6%	8.0%	10.4%	7.4%	2.5%	2.5%	5.2%	8.2%	9.6%	15.9%
				50%	19.1%	10.5%	5.6%	8.0%	10.4%	7.4%	2.5%	2.5%	5.2%	8.2%	9.6%	15.9%
		延安	引水前流量		1.0	1.5	2.2	1.9	1.6	2.6	9.5	9.0	4.0	2.3	1.6	1.2
			引水后增加率	多年平均	13.7%	9.8%	6.5%	7.7%	8.7%	5.4%	1.5%	1.6%	3.6%	6.3%	8.9%	11.6%
				95%	13.9%	9.9%	6.6%	7.7%	8.8%	5.5%	1.5%	1.6%	3.6%	6.3%	9.0%	11.7%

水系	河流	水文站	项目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
				85%	13.9%	9.9%	6.6%	7.7%	8.8%	5.5%	1.5%	1.6%	3.6%	6.3%	9.0%	11.7%
				50%	13.9%	9.9%	6.6%	7.7%	8.8%	5.5%	1.5%	1.6%	3.6%	6.3%	9.0%	11.7%
		甘谷驿	引水前流量		1.9	3.3	5.3	4.1	3.3	4.8	46.9	14.7	7.5	4.2	3.3	2.2
			引水后增加率	多年平均	14.5%	8.2%	5.3%	6.7%	8.3%	5.7%	0.6%	1.9%	3.7%	6.6%	8.3%	12.3%
				95%	14.7%	8.3%	5.3%	6.7%	8.4%	5.8%	0.6%	1.9%	3.7%	6.6%	8.3%	12.4%
				85%	14.7%	8.3%	5.3%	6.7%	8.4%	5.8%	0.6%	1.9%	3.7%	6.6%	8.3%	12.4%
				50%	14.7%	8.3%	5.3%	6.7%	8.4%	5.8%	0.6%	1.9%	3.7%	6.6%	8.3%	12.4%
	杏子河	杏河	引水前流量		0.2	0.3	0.5	0.4	0.3	0.6	1.3	1.4	0.6	0.3	0.2	0.2
			引水后增加率	多年平均	15.0%	9.5%	5.2%	6.6%	8.5%	4.6%	2.0%	1.9%	4.7%	8.0%	11.0%	16.9%
				95%	15.1%	9.5%	5.2%	6.6%	8.6%	4.6%	2.0%	1.9%	4.8%	8.0%	11.0%	17.0%
				85%	15.1%	9.5%	5.2%	6.6%	8.6%	4.6%	2.0%	1.9%	4.8%	8.0%	11.0%	17.0%
				50%	15.1%	9.5%	5.2%	6.6%	8.6%	4.6%	2.0%	1.9%	4.8%	8.0%	11.0%	17.0%
	西川	枣园	引水前流量		0.2	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	1.8	1.7	0.8	0.5	0.4	0.3
			引水后增加率	多年平均	17.8%	9.1%	5.8%	8.1%	9.4%	6.3%	1.9%	2.0%	4.3%	6.7%	9.3%	12.7%
				95%	17.9%	9.1%	5.8%	8.2%	9.5%	6.3%	1.9%	2.0%	4.4%	6.8%	9.4%	12.8%
				85%	17.9%	9.1%	5.8%	8.2%	9.5%	6.3%	1.9%	2.0%	4.4%	6.8%	9.4%	12.8%
				50%	17.9%	9.1%	5.8%	8.2%	9.5%	6.3%	1.9%	2.0%	4.4%	6.8%	9.4%	12.8%

(1) 北洛河水系

白龙江引水工程实施后，北洛河各代表水文站径流量均有一定程度的增加，表现出从上游到下游增加量不断增大的特点，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。

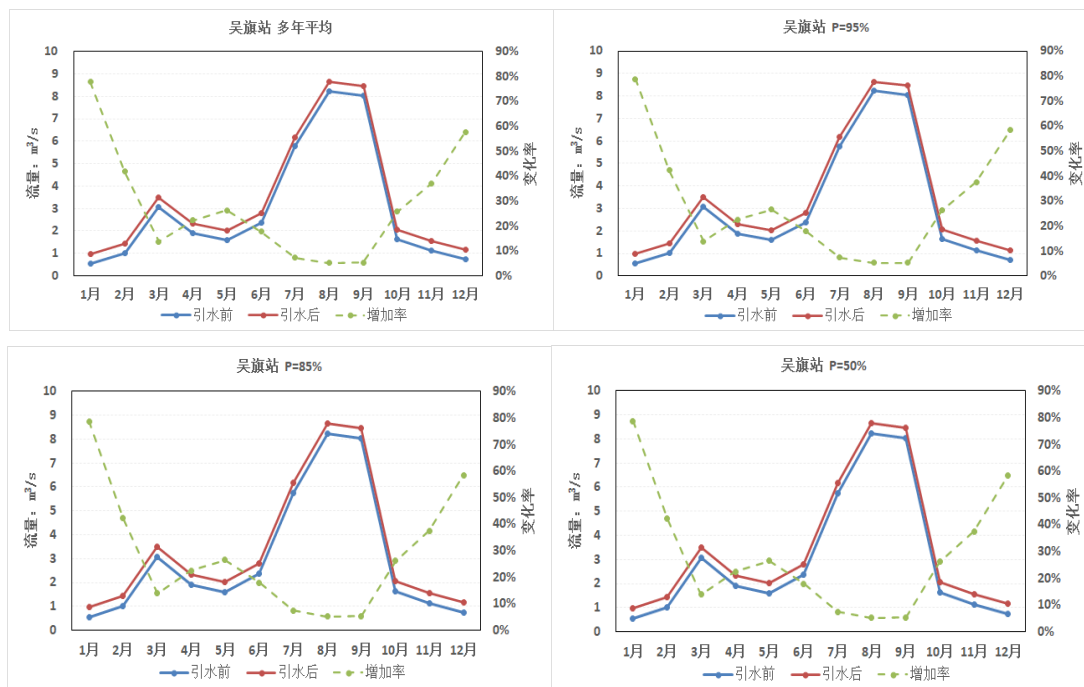


图 7.2-22 白龙江引水工程实施前后北洛河干流吴旗站水文情势变化

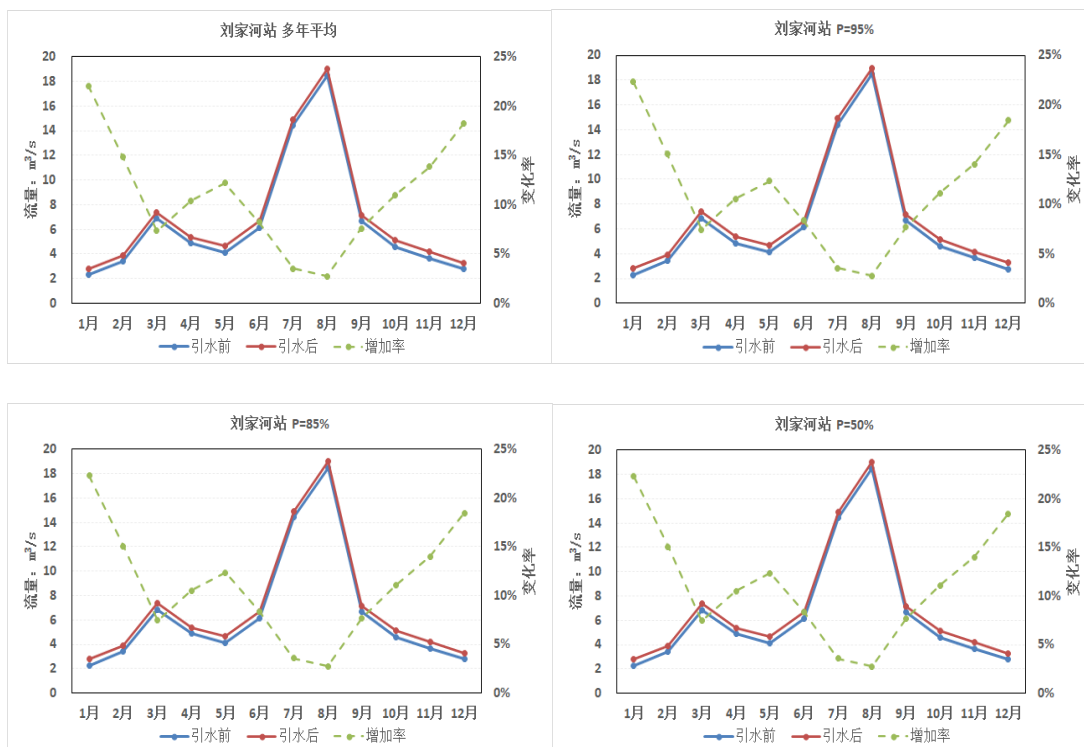


图 7.2-23 白龙江引水工程实施前后北洛河干流刘家河站水文情势变化

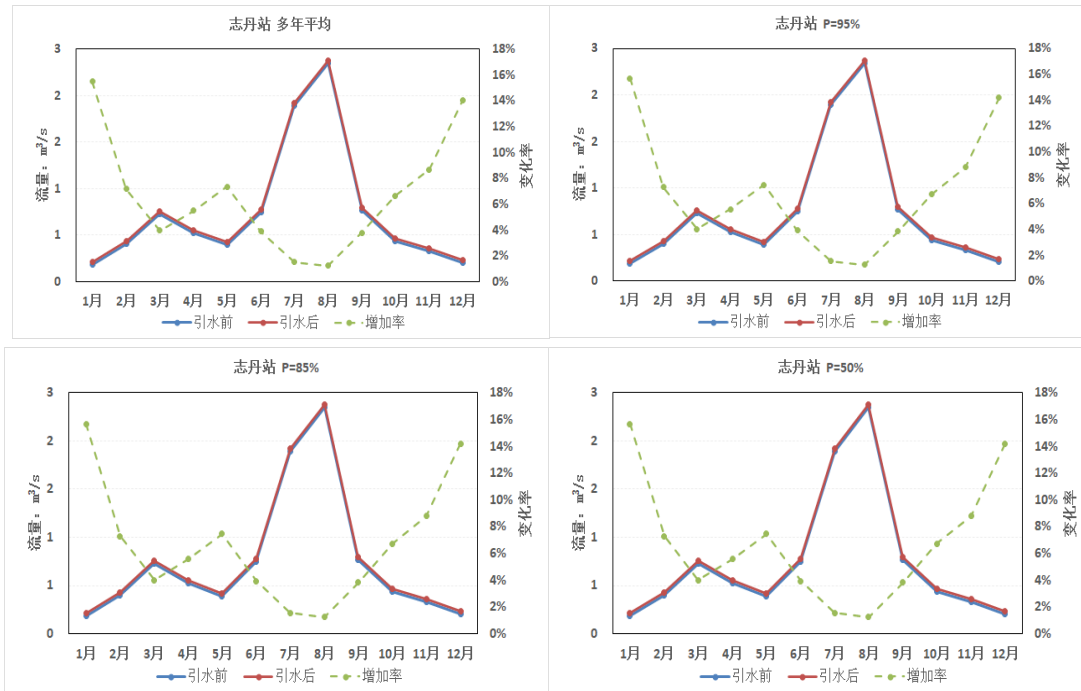


图 7.2-24 白龙江引水工程实施前后周河志丹站水文情势变化

(2) 延河水系

白龙江引水工程实施后，延河各代表水文站径流量均有一定程度的增加，表现出从上游到下游增加量不断增大的特点，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。

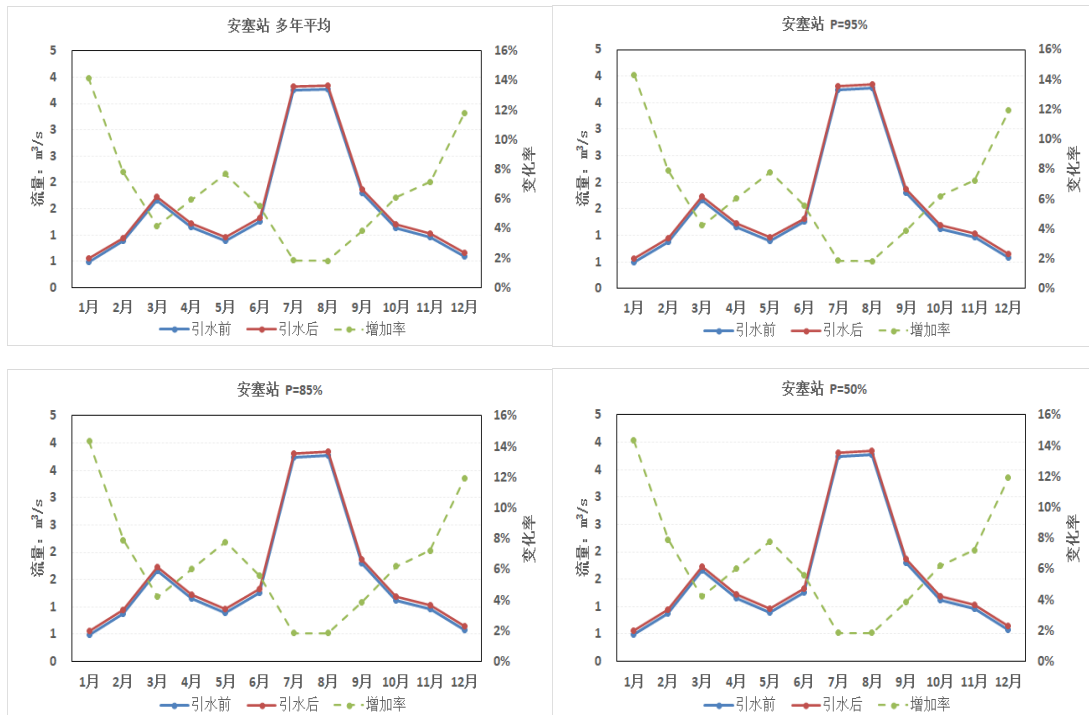


图 7.2-25 白龙江引水工程实施前后延河干流安塞站水文情势变化

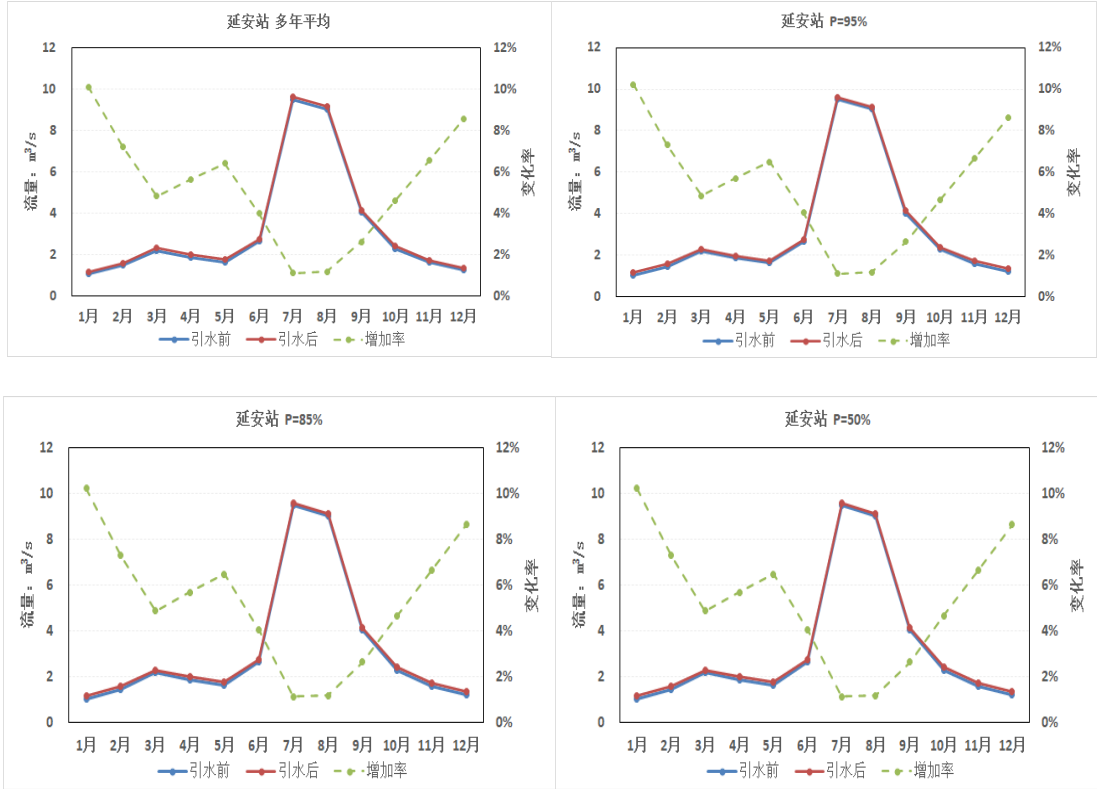


图 7.2-26 白龙江引水工程实施前后延河干流延安站水文情势变化

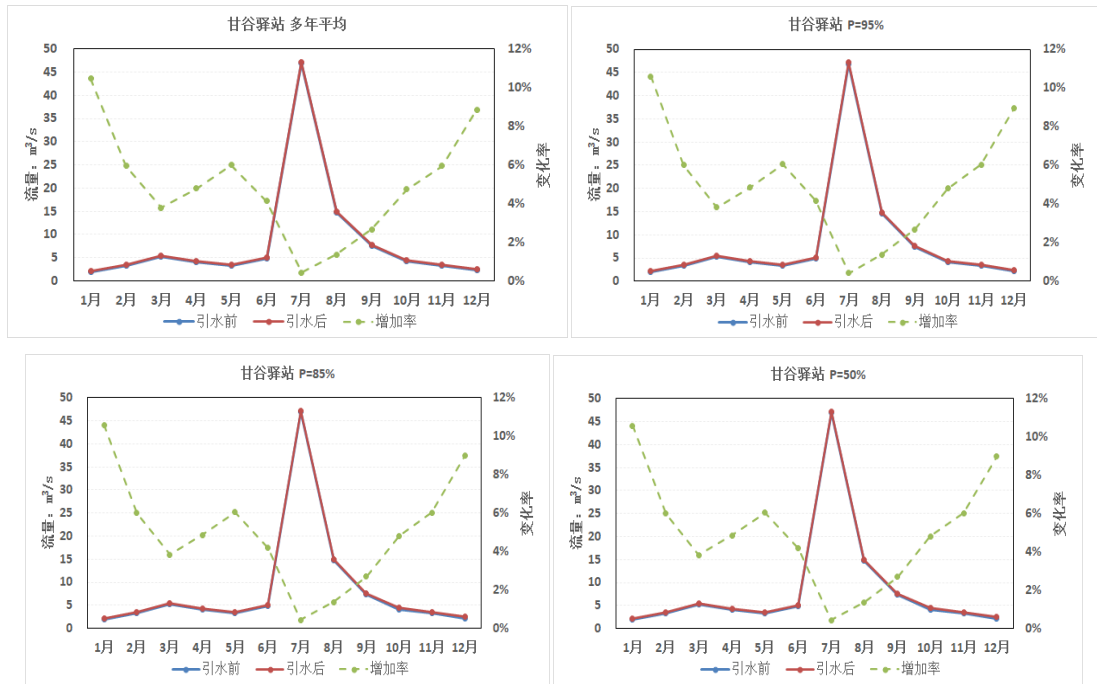


图 7.2-27 白龙江引水工程实施前后延河干流甘谷驿站水文情势变化

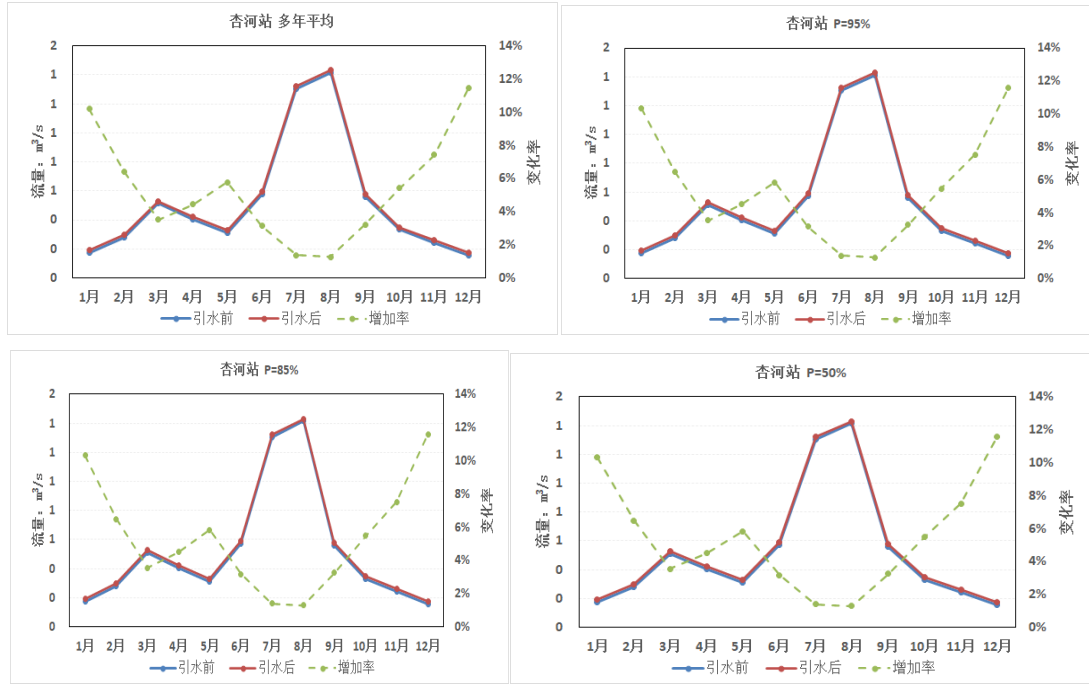


图 7.2-28 白龙江引水工程实施前后杏子河杏河站水文情势变化

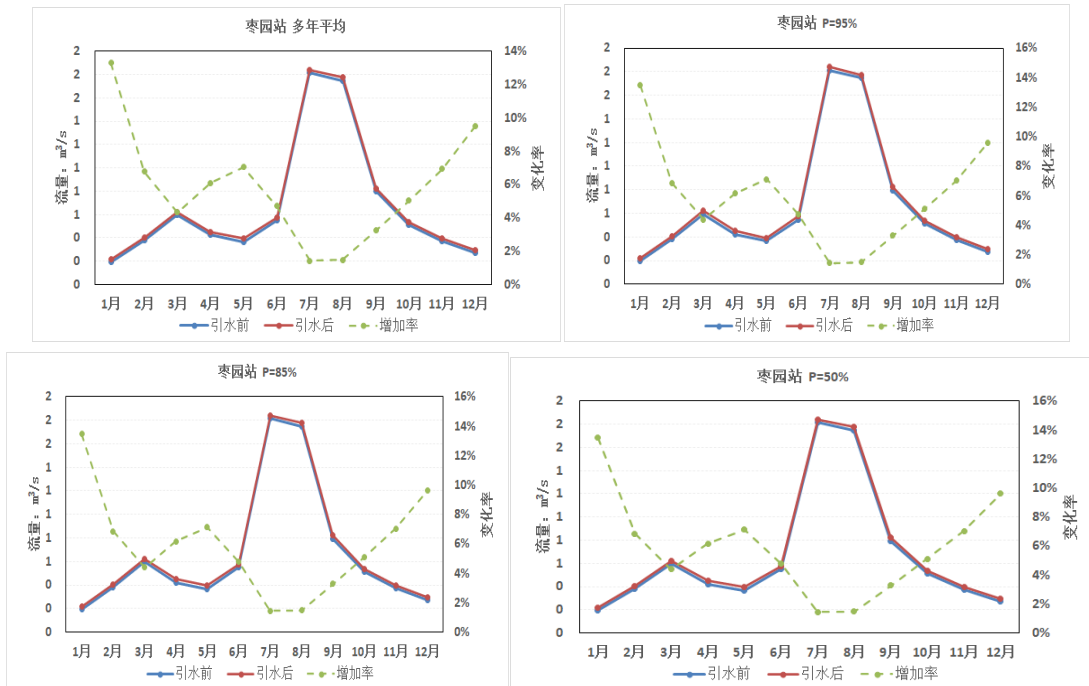


图 7.2-29 白龙江引水工程实施前后西川河枣园站水文情势变化

分析结果表明：白龙江引水工程实施后，受退水和替代当地水源退还的生态水量影响，受水区各河流径流量均有一定程度的增加，总体上来说泾河流域径流变化幅度大于渭河流域，北洛河流域径流变化幅度大于延河流域，空间上表现为从上游到下游径流增加量不断增大的特点，时间上表现为增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。受水区主要河流中，

增加幅度较大的河流为泾河支流马莲河、蒲河和北洛河干流，其次为泾河干流、泾河支流泾河、黑河、渭河干流、周河、西川河等。

7.2.6 工程对输水干线河流水文情势影响分析

（1）施工期影响

根据工程设计方案，白龙江引水工程总干线及干线需跨越的较大规模河流有渭河水系、泾河水系及北洛河等，输水线路工程在跨越这些河流时以隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵及圆管涵等形式穿过，施工期采用分期导流或一次拦断河床导流，导流时段均为枯水期。一次拦断河床导流方式，施工采取枯水期围堰一次拦断河床，河床内穿围堰铺设导流管道下泄河水的导流方式，在截流后，河水水位上涨至导流管道进口前，这段时间对下游的河段水文情势影响较大，但一般时间很短，其后，河水将通过导流管道下泄，对水文情势基本无影响；若采用分期导流方式，则对该河段水文情势影响较小。输水总干线及输水干线采用一次拦断河床导流方式的输水建筑物见表 7.2-11 和表 7.2-12。

表 7.2-11 输水总干线各跨河建筑物类型及导流方式

序号	河道、冲沟名称	桩号位置	输水建筑物特征		施工导流			
			建筑物	类型	洪水重现期(年)	导流时段	导流流量(m ³ /s)	导流方式
1	清水河	ZQ75+480.52~ ZQ75+538.23	ZQ-1#倒虹吸	埋管	10	枯水期	1.82	一次拦断河床导流
2	潘润河	ZQ100+928.80~ZQ101+244.40	ZQ-5#倒虹吸	管桥	10	枯水期	11	一次拦断河床导流
3	前河	ZQ107+122.03~ZQ107+282.20	ZQ-6#倒虹吸	管桥	10	枯水期	3.83	
4	洪河	ZQ117+702.00~ZQ120+393.80	ZQ-7#倒虹吸	埋管	10	枯水期	3.21	
5	仙马沟			管桥	10	枯水期	0.47	
6	白羊圈沟	ZQ123+358.80~ZQ123+541.90	ZQ-8#倒虹吸	管桥	10	枯水期	0.47	
7	交口河	ZQ135+762.00~ZQ137+085.41	ZQ-10#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	2.37	一次拦断河床导流
8	时家河	ZQ140+347.09~ZQ141+275.80	ZQ-11#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	0.96	
9	韩咀沟	ZQ142+060.30~ZQ142+176.80			10	枯水期	0.36	
10	清水沟	ZQ164+805.47~ZQ165+027.80	ZQ-13#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	1.8	一次拦断河床导流
11	黑河	ZQ170+486.10~ZQ170+603.27	ZQ-14#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	21.9	
12	刘湾家山河	ZQ174+232.26~ZQ174+334.74			10	枯水期	15.8	
13	野狐沟	ZQ196+987.49~ZQ197+618.33	ZQ-17#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	0.95	
14	麻子沟	ZQ200+522.77~ZQ200+825.38	ZQ-18#倒虹吸	埋管、 管桥	10	枯水期	0.46	

表 7.2-12 输水干线各跨河建筑物类型及导流方式

序号	位置	名称 (河道、冲沟)	输水建筑 物特征	类型	级别	导流建筑 物级别	洪水重现期 (年)	导流时段	导流流量 (m³/s)	导流方式
平凉干线										
1	华崇灵干线	韩家河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	2.95	一次拦断河床导流
2		韩家河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	3.01	一次拦断河床导流
3		芦子沟	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	3.65	一次拦断河床导流
4		磨石沟	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	1.75	一次拦断河床导流
5	华亭干线	南川河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	9.52	一次拦断河床导流
6		南川河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	8.67	一次拦断河床导流
7		车头沟	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	1.39	一次拦断河床导流
8	灵台干线	黑河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	22.81	一次拦断河床导流
9		小河	压力管道	埋管	2	4	10	枯水期	5.18	一次拦断河床导流
庆阳干线										
1	华池干线	宋家河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.51	一次拦断河床导流
2		庄子沟 (宋家河右岸支沟)	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.14	一次拦断河床导流
3		陈家河 (宋家河右岸支沟)	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.12	一次拦断河床导流
4		无名沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.45	一次拦断河床导流
5	环县干线	马莲河左岸支沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.87	一次拦断河床导流
6		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.37	一次拦断河床导流
7		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.71	一次拦断河床导流
8		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.44	一次拦断河床导流
9		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.74	一次拦断河床导流

序号	位置	名称 (河道、冲沟)	输水建筑 物特征	类型	级别	导流建筑 物级别	洪水重现期 (年)	导流时段	导流流量 (m³/s)	导流方式
10		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.26	一次拦断河床导流
11		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.58	一次拦断河床导流
12		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	1.22	一次拦断河床导流
13		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.22	一次拦断河床导流
14		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.57	一次拦断河床导流
15		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.23	一次拦断河床导流
16		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	1.03	一次拦断河床导流
17	庆城干线	马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.34	一次拦断河床导流
18		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.84	一次拦断河床导流
19		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.30	一次拦断河床导流
20		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.49	一次拦断河床导流
21		马莲河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.35	一次拦断河床导流
22	正宁干线	虎家沟 (九龙河右岸支沟)	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	1.47	一次拦断河床导流
23	庆阳南干线	九道河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.32	一次拦断河床导流
24		无名沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	1.19	一次拦断河床导流
25	西峰干线	无名沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	8.56	一次拦断河床导流
26		无名沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	2.62	一次拦断河床导流
延安干线										
1	延安干线	芋子沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.09	一次拦断河床导流
2		火烟沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.13	一次拦断河床导流
3		西沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.28	一次拦断河床导流
4		堡子沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.06	一次拦断河床导流

序号	位置	名称 (河道、冲沟)	输水建筑 物特征	类型	级别	导流建筑 物级别	洪水重现期 (年)	导流时段	导流流量 (m³/s)	导流方式
5		北大河	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.34	一次拦断河床导流
6		后山沟	圆形管道	埋管	3	5	10	枯水期	0.04	一次拦断河床导流
7		乔沟河	三心圆箱涵	埋管	3	5	10	枯水期	0.25	一次拦断河床导流

(2) 运行期影响

由于运行期输水线路工程在跨越这些河流时以隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵及圆管涵等形式穿过，不与沿途河流发生水力联系，只通过用水户退水对受水区河流产生影响，因此工程运行期对输水干线基本不会改变跨越、穿越河流的水文情势。

7.3 输水线路及受水区地表水环境影响预测评价

根据引调水工程审批原则，本工程受水区涉及的甘肃省受水区及延安市受水区分别编制了白龙江引水工程受水区水污染防治规划，本专题主要基于工程受水区水污染防治规划及国家和地方对工程受水区水环境保护的有关要求，结合工程水资源配置方案，进行白龙江引水工程受水区水环境预测。

7.3.1 规划年污染源排放总量预测

根据甘肃省水污染防治工作方案（2015-2050 年），到 2020 年，全省所有县城和重点镇具备污水收集处理能力，地级城市、县城污水处理率分别达到 95%、85%左右；根据《陕西省水污染防治工作方案》、《延安市水污染防治工作方案》，到 2020 年，延安市城区及县城生活污水处理率分别稳定达到 95%和 85%以上，市区污水收集率达到 100%。

到规划水平年 2040 年，考虑到污水治理力度的提高，受水区地级城市、县城污水收集率及污水收集处理率均应达到 100%，村镇生活污水收集处理率达到 30%，工业污水实现全收集处理率达到 100%。

7.3.1.1 预测方法与参数选取

规划污染源总量按照点污染源和面污染源进行预测，其中点污染源污染包括工业源和县城生活污水、村镇生活污水；面污染源包括农田面源、畜禽养殖。

(1) 点污染源

①工业源

工业废水入河量及主要污染物的污染负荷计算公式如下：

$$W_i = C_{\text{标}} \times Q_{\text{工排}}$$

式中： $Q_{\text{工排}}$ 代表规划年工业废水排放，万 m^3 ； i 代表某种水污染物； W_i 代表工业污染负荷量， t/a 。

白龙江引水工程受水区各工业污水处理厂的污水排放标准按现行排放标准的最严标准要求，即甘肃省受水区各个县区至 2040 年工业废水各污水处理厂出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标，即 COD 50mg/L，氨氮 5mg/L，总磷 0.5 mg/L；陕西省延安市受水区各个县区工业污水收集处理后排放标准按照《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB 61/224-2018）B 标准的要求达标排放，即 COD 50mg/L，氨氮 5mg/L，总磷 0.5 mg/L。

②县城生活污水

城市生活污水入河量及主要污染物的污染负荷计算公式如下：

$$W_i = C_{\text{标}} \times Q_{\text{城排}}$$

式中： $Q_{\text{城排}}$ 代表规划年城市生活排放，万 m^3 ； i 代表某种水污染物； W_i 代表城市生活污染负荷量，t/a。

根据“实施最严格的水资源管理政策”、《水污染防治行动计划》、《甘肃省水污染防治工作方案》、《陕西省水污染防治工作方案》的要求，基于天水市、平凉市、庆阳市及延安市受水区水污染防治规划，考虑 2040 年受水区综合发展水平，按照甘肃省受水区县城及中心城区污水处理后的出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标，即 COD 50mg/L，氨氮 5mg/L，总磷 0.5 mg/L；陕西省延安市受水区县城及中心城区污水处理后的出水水质达到《陕西省黄河流域污水综合排放标准》（DB 61/224-2018）A 标准的要求，即 COD 30mg/L，氨氮 1.5mg/L，总磷 0.3mg/L。

③村镇生活污水

村镇生活污水入河量及主要污染物的污染负荷计算公式如下：

$$W_i = C_{\text{标}} \times Q_{\text{村排}} \times k_{\text{收}}$$

式中： $Q_{\text{村排}}$ 代表规划年村镇生活排放量，万 m^3 ； $k_{\text{收}}$ 代表规划年村镇生活污水收集处理率，取 0.3； i 代表某种水污染物； W_i 代表村镇生活污染负荷量，t/a。

根据“实施最严格的水资源管理政策”、《水污染防治行动计划》、《甘肃省水污染防治工作方案》、《陕西省水污染防治工作方案》的要求，基于天水市、平凉市、庆阳市及延安市受水区水污染防治规划，考虑 2040 年受水区综合发展水平，甘肃省受水区 2040 年村镇生活污水集中处理设施出水水质达到《城镇污水处理

厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准,即 COD 50mg/L,氨氮 5mg/L,总氮 15 mg/L,总磷 0.5 mg/L。陕西省受水区 2040 年村镇生活污水集中处理设施出水水质按照《陕西省黄河流域污水综合排放标准》(DB 61/224-2018) B 标准的要求达标排放,即 COD 50mg/L,氨氮 5mg/L,总磷 0.5 mg/L。

(2) 面污染源

①农业面源

根据相应灌溉发展规划,2040 年甘肃省受水区实际灌溉农田面积为 172.56 万亩,延安市有效灌溉面积为 22.66 万亩,与现状年相比变化较小。COD、总氮、总磷的农田化肥流失系数分别为 3.33kg/亩、0.3 kg/亩、0.04 kg/亩。

②畜禽养殖

甘肃省受水区牲畜养殖方式由传统的散养模式向规模化养殖方向发展,受水区现状规模化养殖大牲畜、猪、羊分别占各自总牲畜的 3%、36%和 26%。规模化养殖已初具规模。畜牧业是甘肃大力培养发展的产业,是加强贫困区尽快扶贫脱贫的重要手段,是农村居民进入小康的一项产业政策,是实施并巩固乡村振兴的重要抓手。根据受水区畜牧业发展规划及历年牲畜养殖增长情况综合分析确定牲畜养殖规模。预测 2019 年~2040 年牲畜年均增长率为 1%~2%,到 2040 年受水区大牲畜 301.9 万头、猪 225.4 万头、羊 387.6 万头。

陕西省畜牧业是延安市农村居民的主要支柱产业之一,是加强贫困区尽快脱贫的重要手段之一,根据受水区畜牧业发展规划及历年牲畜养殖增长情况综合分析确定牲畜养殖规模。预测 2019 年~设计水平年牲畜数量按照年均增长率为 1%,2040 年两区两县牲畜数量发展到 68.07 万头(只),其中大牲畜、猪、羊分别为 8.73 万头、17.62 万头和 41.72 万只。

根据白龙江引水工程水资源配置方案,用水行业为县城生活、村镇生活、工业及高效经济林,无新增农业及畜禽养殖用水,故 2040 年面污染源与现状年差异较小。

7.3.1.2 规划年污染源总量预测分析

根据预测,2040 年受水区废水年排放总量为 23758.0 万 t/a, COD、NH₃-N、TP 入河量分别为 15820.9t/a、1129.0t/a、149.2t/a。详见表 7.3-1。

表 7.3-1 规划年受水区各市县污染物入河总量情况

区县	点源				面源			点源+面源			
	污水量 (万 m ³ /a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)	污水量 (万 m ³ /a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)
秦州区	3074.6	1537.3	153.7	15.4	92.0	0.8	0.9	3074.6	1629.3	154.5	16.2
麦积区	2929.5	1464.7	146.5	14.6	227.2	1.4	2.6	2929.5	1692.0	147.9	17.3
武山县	655.4	327.7	32.8	3.3	89.1	0.9	0.9	655.4	416.8	33.6	4.2
甘谷县	962.9	481.4	48.1	4.8	147.9	1.5	1.8	962.9	629.3	49.7	6.6
清水县	368.0	184.0	18.4	1.8	551.2	4.5	4.0	368.0	735.2	22.9	5.9
张川县	430.0	215.0	21.5	2.2	225.4	1.0	0.9	430.0	440.4	22.5	3.1
崆峒区	2807.5	1403.7	140.4	14.0	467.2	2.4	2.5	2807.5	1870.9	142.8	16.5
庄浪县	577.8	288.9	28.9	2.9	406.8	3.1	4.0	577.8	695.8	32.0	6.8
华亭县	501.6	250.8	25.1	2.5	337.2	2.0	1.8	501.6	588.0	27.1	4.3
崇信县	400.4	200.2	20.0	2.0	67.5	0.5	0.7	400.4	267.6	20.5	2.7
泾川县	589.5	294.7	29.5	2.9	267.1	2.1	2.8	589.5	561.8	31.5	5.8
灵台县	675.9	338.0	33.8	3.4	99.7	0.5	0.5	675.9	437.7	34.3	3.9
西峰区	2282.9	1141.5	114.1	11.4	127.6	1.0	1.3	2282.9	1269.1	115.2	12.7
镇原县	522.6	261.3	26.1	2.6	400.0	2.0	3.3	522.6	661.3	28.1	5.9
环县	797.3	398.7	39.9	4.0	122.7	0.8	1.4	797.3	521.4	40.7	5.4
华池县	284.1	142.0	14.2	1.4	106.5	0.8	0.9	284.1	248.5	15.0	2.3
庆城县	845.6	422.8	42.3	4.2	165.6	0.9	0.9	845.6	588.4	43.2	5.1
合水县	311.9	156.0	15.6	1.6	82.6	0.5	0.7	311.9	238.6	16.1	2.2
宁县	430.3	215.2	21.5	2.2	322.1	2.0	2.2	430.3	537.2	23.6	4.3
正宁县	344.6	172.3	17.2	1.7	76.4	0.7	0.9	344.6	248.7	17.9	2.6
宝塔区	2653.2	953.5	67.4	9.5	23.5	1.2	0.3	2653.2	977.0	68.5	9.8

区县	点源				面源			点源+面源			
	污水量 (万 m ³ /a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)	污水量 (万 m ³ /a)	COD (t/a)	氨氮 (t/a)	总磷 (t/a)
安塞区	487.4	186.2	14.3	1.9	21.9	1.1	0.2	487.4	208.1	15.4	2.0
志丹县	406.6	155.4	11.9	1.6	26.3	1.3	0.2	406.6	181.7	13.3	1.7
吴起县	418.4	156.6	11.7	1.6	19.6	1.0	0.2	418.4	176.1	12.7	1.7
合计	23758.0	11347.8	1094.9	113.5	4473.1	34.1	35.7	23758.0	15820.9	1129.0	149.2

7.3.2 规划年白龙江引水工程配水后污染源增量预测

根据白龙江引水工程水资源配置方案，设计水平年 2040 年白龙江引水工程多年平均总供水量 7.27 亿 m^3 ，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为 1.51 亿 m^3 、2.07 亿 m^3 、2.85 亿 m^3 、0.84 亿 m^3 ，分别占总调水量的 21%、29%、39%、12%。按用水行业划分，配置给县城生活（含市区）2.72 亿 m^3 、村镇生活 2.05 亿 m^3 、煤化工 0.58 亿 m^3 、石油开采及石油化工 0.9 亿 m^3 、其他工业 0.68 亿 m^3 、高效经济林 0.34 亿 m^3 。各行业配置水量分别占总水量的 37.4%、28.3%、8%、12%、9%、5%。2040 年白龙江供水 7.27 亿 m^3 中，有 2.91 亿 m^3 为替代当地其他水源，白龙江供水新增水源总量为 4.36 亿 m^3 。故本次污染源增量预测，只考虑白龙江供水新增水源 4.36 亿 m^3 的退水污染。

根据预测，2040 年白龙江引水工程受水区废污水入河总量及污染物入河量、白龙江引水工程新增废污水入河量及污染物入河量见表 7.3-2。

2040 年白龙江引水工程供水后，受水区新增污水量为 9394.3 万 t/a ，其中 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 入河量为 4579.7 t/a 、449.2 t/a 、45.8 t/a ；2040 年白龙江引水工程受水区废污水入河总量的 40%来自于白龙江引水工程新增废污水，但污染物入河总量中，白龙江引水工程贡献比例较小，2040 年化学需氧量、氨氮、总磷入河总量中，白龙江引水工程新增污染物仅占 29%、40%、31%。

表 7.3-2 2040 年受水区污染物总量及白龙江新增污染物量

区县	废水总量及污染物总量				白龙江引水新增废水总量及污染物总量			
	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
秦州区	3074.6	1629.3	154.5	16.2	1662.5	831.2	83.1	8.3
麦积区	2929.5	1692.0	147.9	17.3	2.8	1.4	0.1	0.0
武山县	655.4	416.8	33.6	4.2	444.2	222.1	22.2	2.2
甘谷县	962.9	629.3	49.7	6.6	636.0	318.0	31.8	3.2
清水县	368.0	735.2	22.9	5.9	189.0	94.5	9.4	0.9
张川县	430.0	440.4	22.5	3.1	253.3	126.7	12.7	1.3
崆峒区	2807.5	1870.9	142.8	16.5	1609.8	804.9	80.5	8.0
庄浪县	577.8	695.8	32.0	6.8	314.0	157.0	15.7	1.6
华亭市	501.6	588.0	27.1	4.3	176.0	88.0	8.8	0.9
崇信县	400.4	267.6	20.5	2.7	158.6	79.3	7.9	0.8
泾川县	589.5	561.8	31.5	5.8	380.5	190.2	19.0	1.9
灵台县	675.9	437.7	34.3	3.9	115.2	57.6	5.8	0.6
西峰区	2282.9	1269.1	115.2	12.7	1251.1	625.5	62.6	6.3
镇原县	522.6	661.3	28.1	5.9	272.2	136.1	13.6	1.4
环县	797.3	521.4	40.7	5.4	8.1	4.1	0.4	0.0
华池县	284.1	248.5	15.0	2.3	165.5	82.7	8.3	0.8
庆城县	845.6	588.4	43.2	5.1	277.6	138.8	13.9	1.4
合水县	311.9	238.6	16.1	2.2	212.5	106.2	10.6	1.1
宁县	430.3	537.2	23.6	4.3	243.6	121.8	12.2	1.2
正宁县	344.6	248.7	17.9	2.6	220.1	110.1	11.0	1.1
宝塔区	2653.2	977.0	68.5	9.8	469.2	162.6	10.9	1.6

区县	废水总量及污染物总量				白龙江引水新增废水总量及污染物总量			
	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
安塞区	487.4	208.1	15.4	2.0	117.3	43.8	3.3	0.4
志丹县	406.6	181.7	13.3	1.7	106.9	39.2	2.9	0.4
吴起县	418.4	176.1	12.7	1.7	108.4	37.9	2.6	0.4
合计	23758.0	15820.9	1129.0	149.2	9394.3	4579.7	449.2	45.8

7.3.3 污染物削减后规划年污染源排放总量

根据《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划》及《白龙江引水工程延安段受水区水污染防治规划》，2040 年受水区新增污染物削减量详见表 7.3-3。

表 7.3-3 2040 年受水区污染物削减量一览表 单位: t/a

地市	区县	污染物削减量		
		COD	NH ₃ -N	TP
天水市	秦州区	1275.3	140.0	15.1
	麦积区	—	80.8	8.6
	武山县	—	7.8	—
	甘谷县	91.6	32.6	4.9
	清水县	—	—	3.3
	张家川县	210.2	13.8	2.4
	小计	1577.1	275	34.3
平凉市	崆峒区	1534.6	129.0	15.4
	庄浪县	457.8	22.2	6.0
	华亭市	521.7	24.4	4.1
	崇信县	—	5.0	1.5
	泾川县	—	—	2.2
	灵台县	211.3	25.1	3.2
	小计	2725.4	205.7	32.4
庆阳市	西峰区	1051.9	106.3	12.0
	镇原县	162.5	7.7	4.3
	环县	330.4	33.4	5.1
	华池县	29.8	7.1	1.7
	庆城县	—	17.2	3.1
	合水县	—	—	0.4
	宁县	—	—	1.8
	正宁县	168.3	14.6	2.3
	小计	1742.9	186.3	30.7
延安市	宝塔区	676.3	67.7	4.3
	安塞区	125.7	8.3	0.4
	志丹县	44.9	—	—
	吴起县	176.7	4.5	1.0
	小计	1023.6	80.4	5.7
合计		7069.0	747.4	103.1

注：“—”表示不需要削减。

按照上述削减量进行削减后，2040 年受水区污染物总量见表 7.3-4。

表 7.3-4 污染物削减后 2040 年受水区污染物总量

区县	2019 年现状废水总量及污染物总量				2040 年削减后废水总量及污染物总量				2040 年入河量与 2019 年变化情况			
	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
秦州区	766.0	897.3	23.1	6.2	3074.6	354.0	14.5	1.1	2308.6	-543.3	-8.6	-5.1
麦积区	688.6	2141.5	25.1	7.9	2929.5	1692.0	67.1	8.7	2240.9	-449.5	42	0.8
武山县	649.4	737.1	18.7	5.8	655.4	416.8	25.8	4.2	6	-320.3	7.1	-1.6
甘谷县	829.1	957.4	23.5	7.6	962.9	537.7	17.1	1.7	133.8	-419.7	-6.4	-5.9
清水县	473.0	1016.3	16.6	7.4	368.0	735.2	22.9	2.6	-105	-281.1	6.3	-4.8
张川县	481.5	733.6	15.9	5.6	430.0	230.2	8.7	0.7	-51.5	-503.4	-7.2	-4.9
崆峒区	1562.9	1062.6	22.7	5.9	2807.5	336.3	13.8	1.1	1244.6	-726.3	-8.9	-4.8
庄浪县	413.5	1029.1	19.8	6.6	577.8	238.0	9.8	0.8	164.3	-791.1	-10	-5.8
华亭市	483.7	573.3	7.3	2.6	501.6	66.3	2.7	0.2	17.9	-507	-4.6	-2.4
崇信县	132.2	214.0	3.9	1.2	400.4	267.6	15.5	1.2	268.2	53.6	11.6	0
泾川县	192.5	676.4	13.1	4.6	589.5	561.8	31.5	3.6	397	-114.6	18.4	-1
灵台县	132.5	399.5	8.3	1.8	675.9	226.4	9.2	0.7	543.4	-173.1	0.9	-1.1
西峰区	391.8	448.4	14.4	3.2	2282.9	217.2	8.9	0.7	1891.1	-231.2	-5.5	-2.5
镇原县	425.8	926.3	13.8	6.0	522.6	498.8	20.4	1.6	96.8	-427.5	6.6	-4.4
环县	584.6	505.7	9.9	3.1	797.3	191.0	7.3	0.3	212.7	-314.7	-2.6	-2.8
华池县	122.4	249.6	4.2	1.5	284.1	218.7	7.9	0.6	161.7	-30.9	3.7	-0.9
庆城县	244.4	441.9	8.6	2.2	845.6	588.4	26.0	2.0	601.2	146.5	17.4	-0.2
合水县	136.8	246.5	4.0	1.4	311.9	238.6	16.1	1.8	175.1	-7.9	12.1	0.4
宁县	408.7	818.3	14.2	4.6	430.3	537.2	23.6	2.5	21.6	-281.1	9.4	-2.1
正宁县	167.8	273.7	5.5	1.8	344.6	80.4	3.3	0.3	176.8	-193.3	-2.2	-1.5

区县	2019 年现状废水总量及污染物总量				2040 年削减后废水总量及污染物总量				2040 年入河量与 2019 年变化情况			
	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
宝塔区	1707.23	914.41	158.3		2653.2	977.0	68.5	9.8	945.97	62.59	-89.8	
安塞区	266.69	213.94	36.33		487.4	208.1	15.4	2.0	220.71	-5.84	-20.93	
志丹县	272.19	203.82	34.54		406.6	181.7	13.3	1.7	134.41	-22.12	-21.24	
吴起县	245.72	165.56	27.84		418.4	176.1	12.7	1.7	172.68	10.54	-15.14	
合计	11778.87	15846.246	529.721		23758.0	9775.5	462.0	51.8	11979.13	-6070.746	-67.721	-35.2

7.3.4 水质影响预测和评价

利用 MIKE11 软件建立评价河段一维水质模型，预测工况主要为现状 2019 年、规划年 2040 年 2 种情景多年平均来流情况下的 2 个工况，预测计算工程建设前后的受水区水质的变化。

情景 1：2040 年采用规划年治污水平条件下，即受水区落实《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划》及《白龙江引水工程延安段受水区水污染防治规划》情况下，白龙江引水工程实施后受水区水质变化，上游边界采用 2019 年各断面实测水质数据，其中超过水功能区划水质目标的，采用目标水质限值。

情景 2：治污水平同情景一，流量采用 90%保证率最枯月流量（相对不利的水情条件），水质上游边界采用枯水期（12 月-次年 3 月）平均浓度。

情景 3：2040 年采用现状年治污水平条件下，白龙江引水工程实施后受水区重点流域水质变化，上游边界采用 2019 年各断面实测水质数据。

7.3.4.1 水质预测情景 1

(1) 预测模型

①HD 水动力模型

河网水动力模拟的基本目的是提供河道各个断面、各个时刻的水位和流量等水文要素信息，为水质模型提供基础信息。MIKE11 HD 模型基本原理为圣维南方程组。其差分格式采用了六点中心隐式格式，数值计算采用传统的追赶法，即双扫算法。计算网格由水位点和流量点交叉组成。圣维南方程组为：

$$\begin{aligned}\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= q \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q}{C^2} \frac{Q}{AR} &= 0\end{aligned}$$

式中：A 为过水断面面积；Q 为流量；x 为距离坐标；t 为时间坐标；q 为旁侧入流量；g 为重力加速度；h 为水位；R 为水力半径，C 为谢才系数。

河网概化的原则是能基本反映天然河网的水力特性，即概化后河网、湖泊的输水能力和调蓄能力与实际河网、湖泊相近或基本一致。本次评价根据收集到的河网地形图、河道断面数据概化河网及其河道断面，模拟范围包括渭河、泾河及其主要支流（马莲河、蒲河、葫芦河等）、延河、北洛河。其中渭河干流模拟河

段为榜沙河汇入口以上至通关河汇入口以下，全长约 225.2km，泾河干流模拟河段为崆峒水库以上至泾河出甘肃界，全长约 211.1km，北洛河模拟河段为金汤断面至马老庄断面，全长 77.3km，延河模拟河段为龙安断面至甘谷驿断面，全长 97.6km。模型概化河网见图 7.3-1~图 7.3-4。

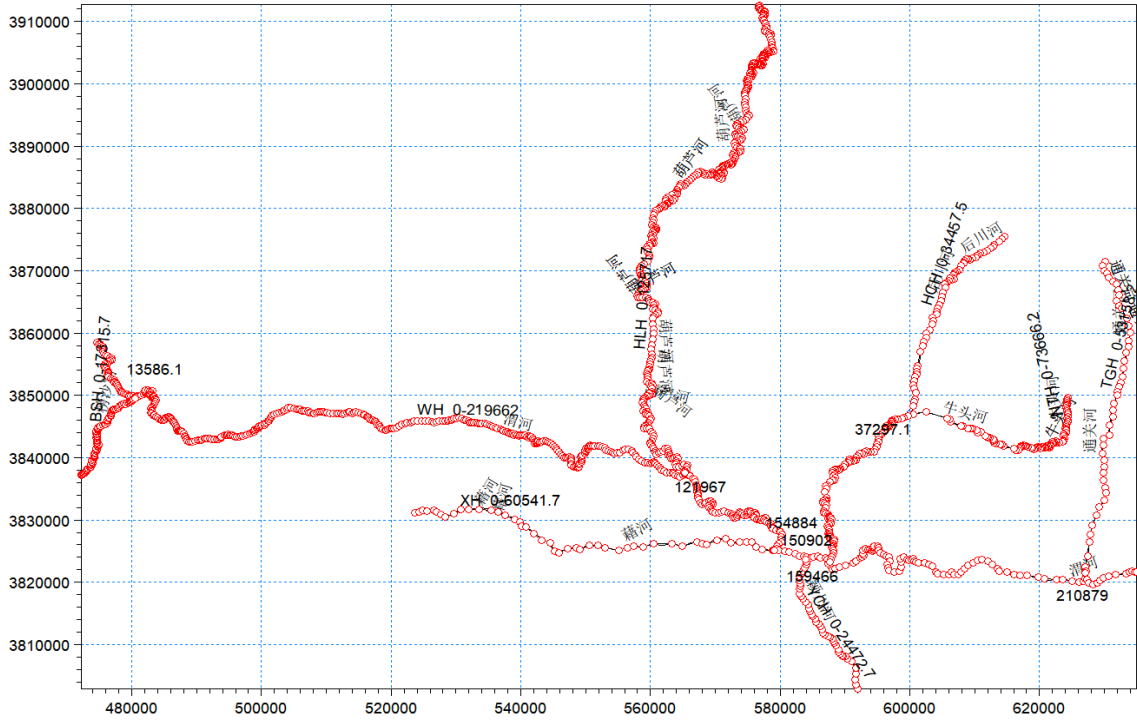


图 7.3-1 渭河流域受水河段概化图

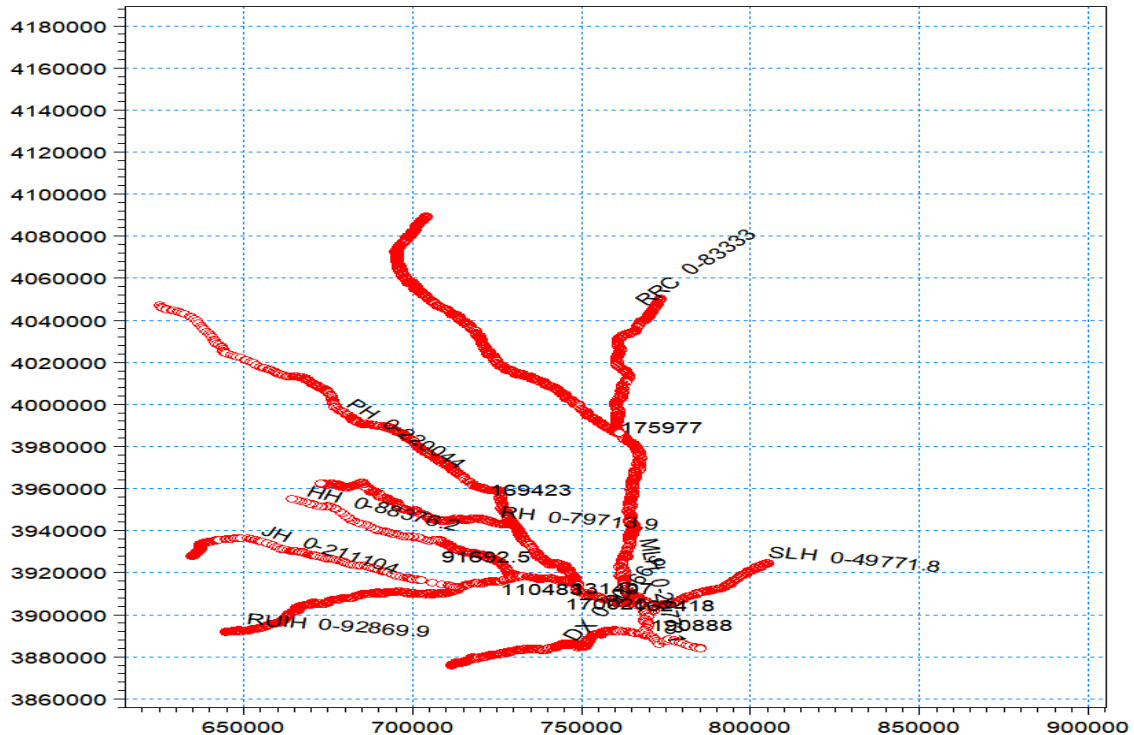


图 7.3-2 泾河流域受水河段概化图

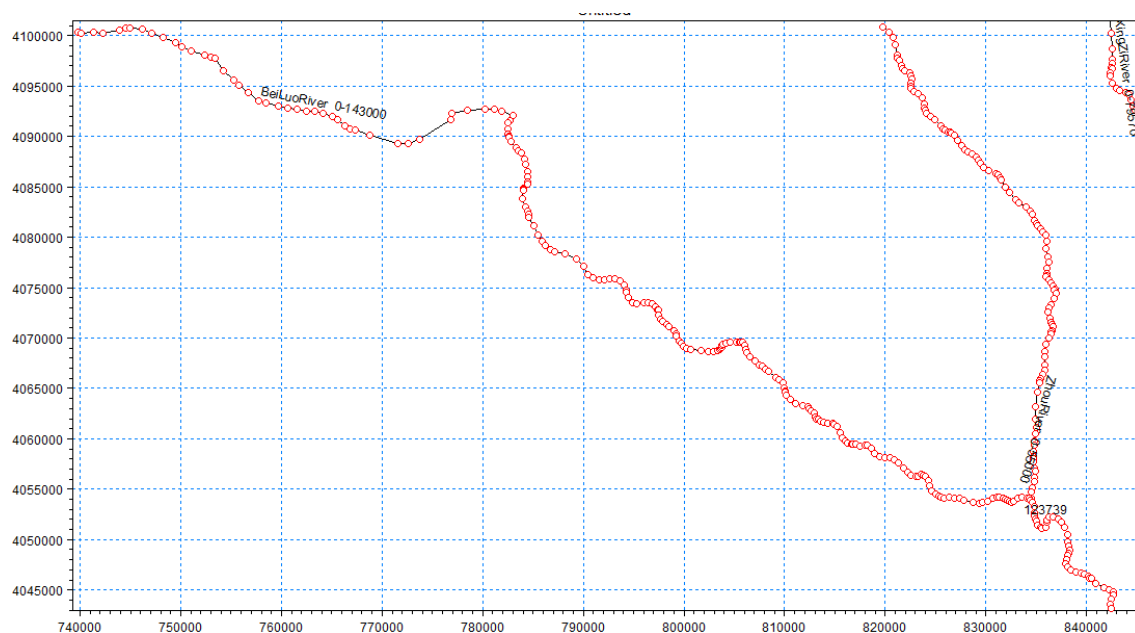


图 7.3-3 北洛河流域受水河段概化图

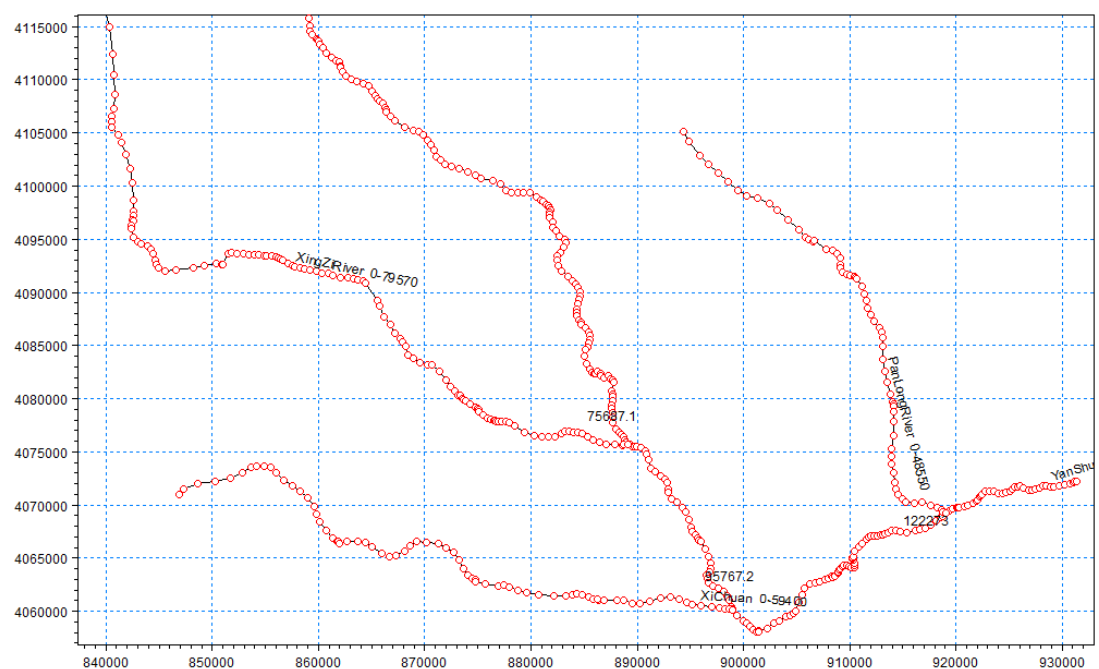


图 7.3-4 延河流域受水河段概化图

②AD 对流扩散模型

MIKE11 AD 可对水体中的可溶性物质和悬浮性物质对流扩散过程进行模拟，根据 HD 模块产生的水动力条件，应用对流扩散方程进行计算。一维河流水质模型的基本方程为：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = E_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - KC$$

式中：C 为模拟物质的浓度，u 为河流平均流速；Ex 为对流扩散系数；K 为模拟物质的一级衰减系数。

（2）边界条件

分别选取渭河干支流、泾河干支流及北洛河干支流、延河干支流 2019 年实测来水浓度，其中超过水质目标的水质则采用目标水质限值。渭河流域主要河流来水污染物浓度过程见表 7.3-5。泾河流域主要河流来水污染物浓度过程见表 7.3-6。北洛河、延河流域主要河流来水污染物浓度过程见表 7.3-7。

表 7.3-5 渭河流域主要河流来水污染物浓度过程

单位: mg/L

河流	因子	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
渭河干流	COD	13.10	8.80	11.60	12.60	12.00	18.30	14.80	12.60	16.30	18.70	20.00	14.00
	氨氮	0.85	0.32	0.57	0.16	0.43	0.15	0.17	0.06	0.11	0.27	0.41	1.00
	TP	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.04	0.11	0.08	0.05	0.05	0.04	0.03
榜沙河	COD	7.60	8.20	11.60	13.50	20.00	14.20	5.80	10.00	14.20	11.80	10.00	10.50
	氨氮	0.20	0.15	0.05	0.14	0.24	0.20	0.06	0.16	0.28	0.22	0.17	0.21
	TP	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
耨河	COD	15.30	14.60	20.00	18.20	9.66	12.10	14.20	16.40	9.20	8.32	15.00	7.77
	氨氮	0.64	0.58	0.97	0.99	0.47	0.38	0.40	0.40	0.53	0.35	0.40	0.35
	TP	0.07	0.08	0.11	0.12	0.04	0.02	0.02	0.06	0.04	0.02	0.04	0.06
葫芦河	COD	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	19.80	20.00	12.40
	氨氮	0.72	0.33	0.37	0.25	0.44	0.31	0.33	0.17	0.16	0.69	0.29	0.58
	TP	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06
牛头河	COD	12.30	15.20	14.30	16.50	13.10	7.40	14.70	16.00	15.10	8.05	13.20	6.24
	氨氮	0.39	0.47	0.53	0.41	0.52	0.20	0.19	0.31	0.27	0.20	0.19	0.21
	TP	0.10	0.07	0.05	0.08	0.06	0.01	0.05	0.06	0.05	0.03	0.05	0.08
水洛河	COD	20.00	20.00	20.00	20.00	12.70	11.80	20.00	11.40	16.60	17.00	13.60	20.00
	氨氮	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	TP	0.16	0.32	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.18	0.01	0.16	0.05
通关河	COD	10.62	11.33	12.99	15.12	14.53	15.90	14.29	11.20	12.88	13.22	11.20	11.76
	氨氮	0.22	0.17	0.06	0.16	0.27	0.22	0.07	0.18	0.32	0.25	0.19	0.24
	TP	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01

表 7.3-6 泾河流域主要河流来水污染物浓度过程

单位: mg/L

河流	因子	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
泾河干流	COD	18.60	10.10	13.80	7.10	11.60	11.50	5.40	10.60	12.00	6.60	6.60	20.00
	氨氮	0.36	0.27	0.24	0.29	0.40	0.48	0.64	0.31	0.29	0.32	0.69	0.19
	TP	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
纳河	COD	15.80	20.00	16.60	12.20	15.10	12.60	7.10	5.00	18.60	15.40	8.60	11.60
	氨氮	1.00	1.00	1.00	0.84	1.00	0.95	0.96	0.89	0.73	0.57	0.34	0.46
	TP	0.02	0.14	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.07	0.04
四郎河	COD	12.20	12.00	12.30	20.00	12.20	15.20	20.00	13.40	18.60	13.50	11.40	20.00
	氨氮	0.99	0.87	0.91	0.16	0.62	0.46	0.83	0.77	0.15	0.37	0.23	0.64
	TP	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.06	0.02	0.02	0.03	0.01
洪河	COD	9.40	13.20	16.30	20.00	20.00	20.00	18.40	18.20	20.00	17.90	15.80	19.20
	氨氮	0.28	0.36	0.44	0.23	0.37	0.31	0.77	0.20	0.21	0.21	0.23	0.25
	TP	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
黑河	COD	9.40	10.80	18.30	12.70	13.80	14.80	4.40	8.60	13.80	9.52	11.00	18.40
	氨氮	0.27	0.31	0.34	0.15	0.60	0.44	0.81	0.27	0.14	0.31	0.25	0.40
	TP	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05
马莲河	COD	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	氨氮	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	TP	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
茹河	COD	14.00	10.60	20.00	20.00	13.20	19.80	19.00	18.40	17.60	16.10	20.00	11.00
	氨氮	0.55	0.63	1.00	0.59	0.97	0.26	1.00	0.61	0.40	0.10	0.51	0.05
	TP	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04

表 7.3-7 北洛河、延河流域主要河流来水污染物浓度过程

单位: mg/L

河流	因子	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北洛河	COD	15.00	17.00	19.00	15.00	15.00	20.00	20.00	20.00	19.00	14.00	20.00	15.00
	氨氮	1.00	1.00	1.00	0.60	0.36	0.55	0.28	0.39	1.00	0.42	0.35	0.22
	TP	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.18	0.20	0.06
周河	COD	18.00	18.00	14.00	16.00	12.00	10.00	16.00	18.00	15.00	10.00	14.00	18.00
	氨氮	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.15	1.00	0.83
	TP	0.20	0.20	0.20	0.15	0.08	0.09	0.11	0.05	0.10	0.13	0.13	0.14
延河	COD	20.00	9.00	6.00	8.00	4.00	9.00	20.00	10.00	10.00	5.00	20.00	11.00
	氨氮	0.72	0.16	0.33	0.21	0.13	0.60	0.28	0.18	0.12	0.11	0.19	0.36
	TP	0.06	0.05	0.20	0.20	0.06	0.06	0.08	0.04	0.20	0.04	0.20	0.07
杏子河	COD	4.00	2.00	8.00	2.00	20.00	12.00	14.00	20.00	14.00	6.00	10.00	14.00
	氨氮	0.19	0.27	0.34	0.05	0.13	0.12	0.11	0.36	0.20	0.24	0.05	0.10
	TP	0.02	0.04	0.20	0.12	0.07	0.12	0.08	0.20	0.09	0.08	0.16	0.03

(3) 入河污染物及分布

根据 7.3.1 节规划年入河污染物预测方法，根据流域分区，以县为单位对受水区污染物入河分布进行概化，具体如下：

表 7.3-8 受水区各计算单元污染源

流域	计算单元	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河 量 (t/a)	总磷入河 量 (t/a)
渭河流域	秦州区藉河	3074.6	354.0	14.5	1.1
	麦积区	2929.5	1692.0	67.1	8.7
	麦积渭干 1	732.4	423.0	16.8	2.2
	麦积渭干 2	1854.5	1075	43.6	5.6
	麦积藉河	342.6	194	6.7	0.9
	武山县	655.4	416.8	25.8	4.2
	武山渭河 1	163.9	104.2	6.5	1.0
	武山渭河 2	376.2	237.9	14.9	2.5
	武山榜沙河	115.3	74.7	4.4	0.7
	甘谷县渭河	962.9	537.7	17.1	1.7
	清水县	368.0	735.2	22.9	2.6
	清水渭干 1	22.1	44.1	1.4	0.2
	清水渭干 2	58.9	117.6	3.7	0.4
	清水牛头河	272	542	16.8	1.9
	清水通关河	15	31.5	1	0.1
	张家川县	430.0	230.2	8.7	0.7
	张家川县牛头河	301.0	161.1	6.1	0.5
	张家川县后川河	86.0	46.0	1.7	0.1
	张家川县通关河	43.0	23.0	0.9	0.1
	庄浪县	577.8	238.0	9.8	0.8
	庄浪县葫芦河	404.5	166.6	6.8	0.6
	庄浪县水洛河	173.4	71.4	2.9	0.3
泾河流域	崆峒区	2807.5	336.3	13.8	1.1
	崆峒区泾河干流	1965.2	235.4	9.6	0.8
	崆峒区泾河源	561.5	67.3	2.8	0.2
	崆峒区汭河	280.7	33.6	1.4	0.1
	华亭市	501.6	66.3	2.7	0.2
	华亭市黑河	70.2	9.3	0.4	0.0
	华亭市汭河	431.3	57.0	2.3	0.1
	崇信县	400.4	267.6	15.5	1.2
	崇信县黑河	56.0	37.5	2.2	0.2
	崇信县汭河	344.3	230.2	13.3	1.0

流域	计算单元	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河 量 (t/a)	总磷入河 量 (t/a)
	泾川县	589.5	561.8	31.5	3.6
	泾川县黑河	141.5	134.8	7.6	0.9
	泾川县洪河	82.5	78.7	4.4	0.5
	泾川县泾河干流	294.7	280.9	15.8	1.8
	泾川县汭河	47.2	44.9	2.5	0.3
	泾川县蒲河	23.6	22.5	1.3	0.1
	灵台县	675.9	226.4	9.2	0.7
	灵台县达溪河	338.0	113.2	4.6	0.4
	灵台县黑河	338.0	113.2	4.6	0.4
	西峰区	2282.9	217.2	8.9	0.7
	西峰区马莲河	1141.5	108.6	4.4	0.4
	西峰区蒲河	1141.5	108.6	4.4	0.4
	镇原县	522.6	498.8	20.4	1.6
	镇原县洪河	130.6	124.7	5.1	0.4
	镇原县蒲河	130.6	124.7	5.1	0.4
	镇原县茹河	261.3	249.4	10.2	0.8
	环县	797.3	191.0	7.3	0.3
	环县大黑河	47.8	11.5	0.4	0.0
	环县马莲河	701.6	168.1	6.4	0.3
	环县蒲河	47.8	11.5	0.4	0.0
	华池县	284.1	218.7	7.9	0.6
	华池县葫芦河(北洛河)	42.6	32.8	1.2	0.1
	华池县马莲河	14.2	10.9	0.4	0.0
	华池县柔远川	113.6	87.5	3.2	0.2
	华池县元城川	113.6	87.5	3.2	0.2
	庆城县	845.6	588.4	26.0	2.0
	庆城县大黑河	76.1	53.0	2.3	0.2
	庆城县马莲河	422.8	294.2	13.0	1.0
	庆城县柔远河	346.7	241.3	10.6	0.8
	合水县	311.9	238.6	16.1	1.8
	合水县固城川	137.3	105.0	7.1	0.8
	合水县合水川	99.8	76.4	5.2	0.6
	合水县马莲河	74.9	57.3	3.9	0.4
	宁县	430.3	537.2	23.6	2.5
	宁县固城川	215.2	268.6	11.8	1.3
	宁县泾河干流	21.5	26.9	1.2	0.1
	宁县九龙河	30.1	37.6	1.6	0.2

流域	计算单元	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
	宁县马莲河	38.7	48.4	2.1	0.2
	宁县蒲河	107.6	134.3	5.9	0.6
	宁县四郎河	17.2	21.5	0.9	0.1
	正宁县	344.6	80.4	3.3	0.3
	正宁县九龙河	48.2	11.3	0.5	0.0
	正宁县四郎河	296.4	69.1	2.9	0.3
北洛河流域	吴起县北洛河	418.4	176.1	12.7	1.7
	志丹县	406.6	181.7	13.3	1.7
	志丹县周河	113.8	50.9	3.7	0.5
	志丹县北洛河	223.6	99.9	7.3	1.0
	志丹县杏河	69.1	30.9	2.3	0.3
延河流域	安塞区	487.4	208.1	15.4	2.0
	安塞区杏子河	82.9	35.4	2.6	0.3
	安塞区西川河	112.1	47.9	3.5	0.5
	安塞区延河	292.4	124.8	9.2	1.2
	宝塔区	2653.2	977.0	68.5	9.8
	宝塔区延河	1591.9	586.2	41.1	5.9
	宝塔区蟠龙河	796.0	293.1	20.6	2.9
	宝塔区西川河	265.3	97.7	6.9	1.0

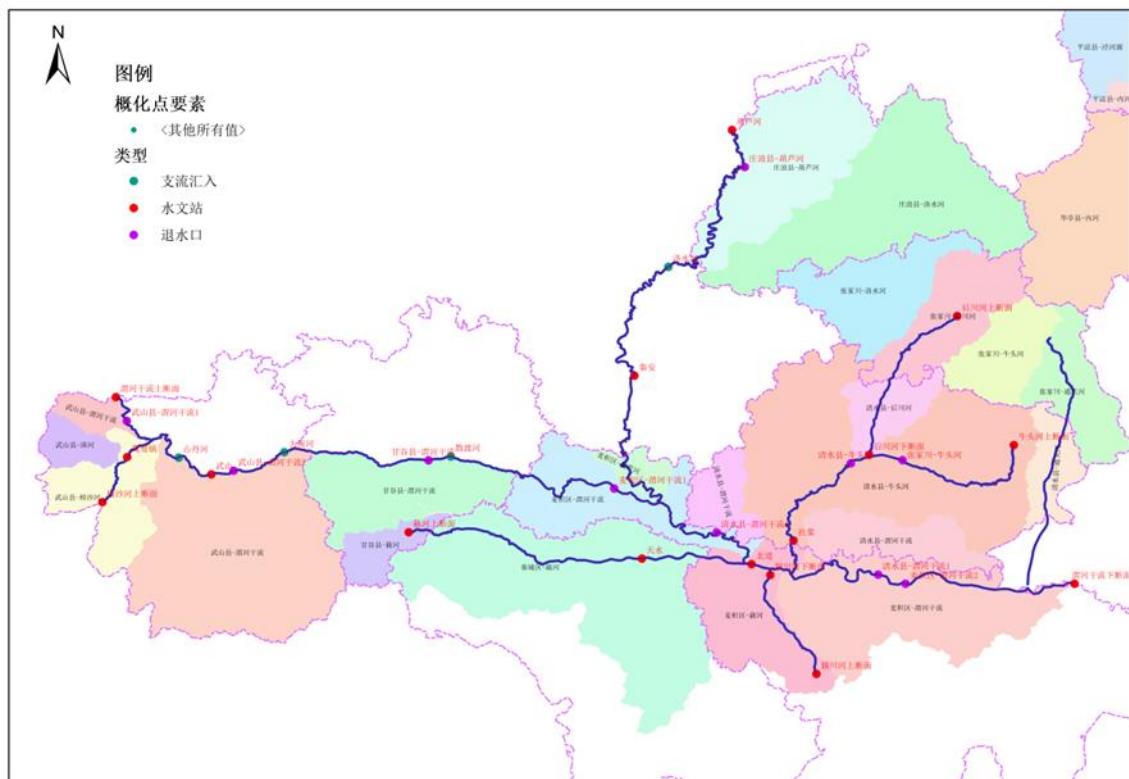


图 7.3-5 渭河流域污染源概化图

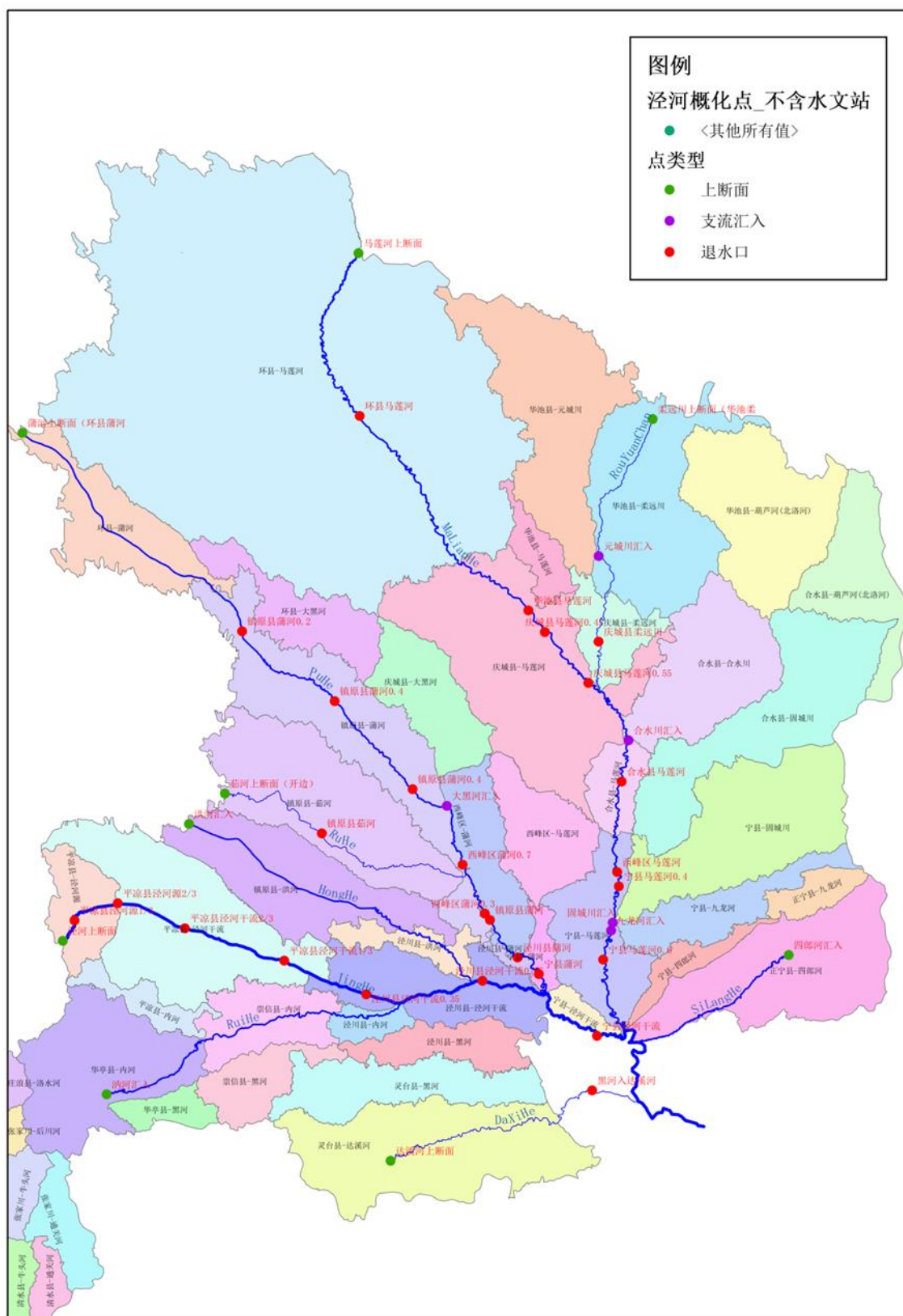


图 7.3-6 泾河流域污染源概化图

(4) 污染物衰减系数确定

参考泾渭河流域研究成果，其中 COD、氨氮、TP 的降解系数分别取值为 0.0075/h、0.005/h、0.00208/h。扩散系数采用以下公式：

$$\text{顺直河段为 } E_y = (0.1 \sim 0.2) H \sqrt{gHJ}$$

$$\text{弯曲河段为 } E_y = (0.4 \sim 0.2) H \sqrt{gHJ}$$

式中：H 为河道断面平均水深（m）；g 为重力加速度（m/s²）；J 为河道水力比降。

本次评价扩散系数采用 0.0755。

(5) 受水区水质变化

1) 渭河流域

①渭河伯阳断面

表 7.3-9 渭河伯阳断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	18.50	7.80	0.41	0.26	0.13	0.05
2 月	18.20	8.29	0.53	0.32	0.16	0.07
3 月	18.90	8.96	0.85	0.38	0.13	0.03
4 月	16.30	9.53	0.62	0.31	0.14	0.06
5 月	15.20	9.43	0.48	0.29	0.06	0.04
6 月	14.60	8.81	0.41	0.31	0.05	0.03
7 月	15.30	10.25	0.41	0.34	0.06	0.03
8 月	14.10	8.16	0.38	0.35	0.05	0.03
9 月	16.60	9.29	0.29	0.36	0.04	0.05
10 月	15.80	8.65	0.29	0.34	0.14	0.06
11 月	17.10	8.70	0.35	0.28	0.09	0.05
12 月	18.40	8.19	0.33	0.31	0.11	0.05

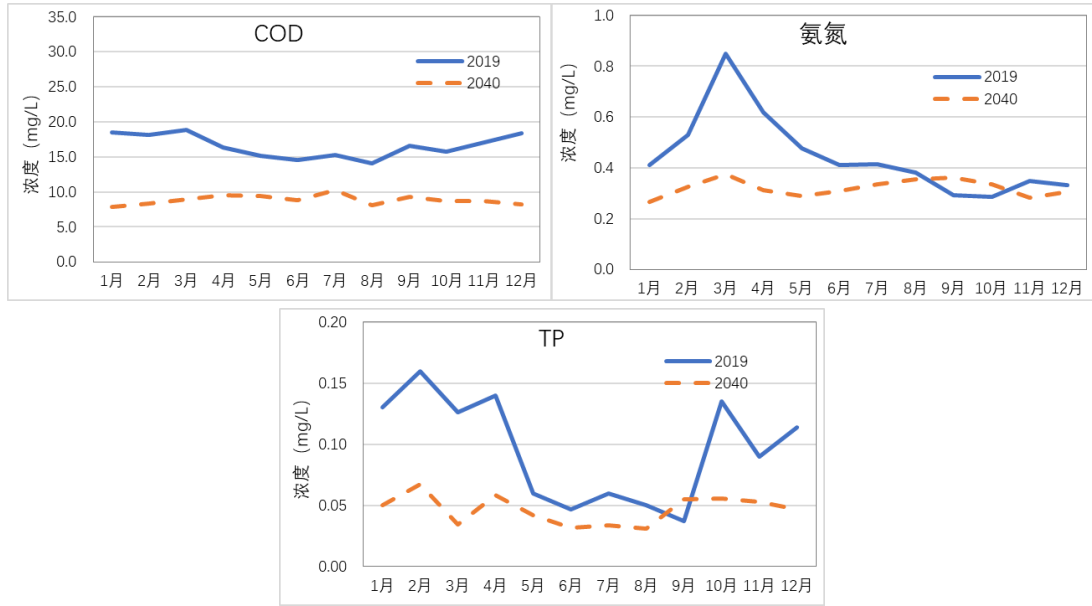


图 7.3-7 渭河伯阳断面水质变化

由以上图表可知，2040 年渭河伯阳断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

②渭河葡萄园断面

表 7.3-10 渭河葡萄园断面水质变化情况

单位: mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	7.41	0.53	0.26	0.13	0.05	14.50
2 月	7.90	0.78	0.31	0.17	0.06	14.60
3 月	8.47	1.25	0.36	0.10	0.03	26.90
4 月	8.93	0.88	0.31	0.14	0.06	19.30
5 月	8.89	0.93	0.28	0.06	0.04	18.30
6 月	8.38	0.78	0.30	0.06	0.03	12.60
7 月	9.61	0.52	0.32	0.07	0.03	15.40
8 月	7.85	0.50	0.34	0.07	0.03	13.40
9 月	8.77	0.44	0.35	0.02	0.05	15.50
10 月	8.25	0.43	0.32	0.05	0.05	13.70
11 月	8.27	0.47	0.28	0.06	0.05	16.30
12 月	7.83	0.50	0.30	0.11	0.04	17.20

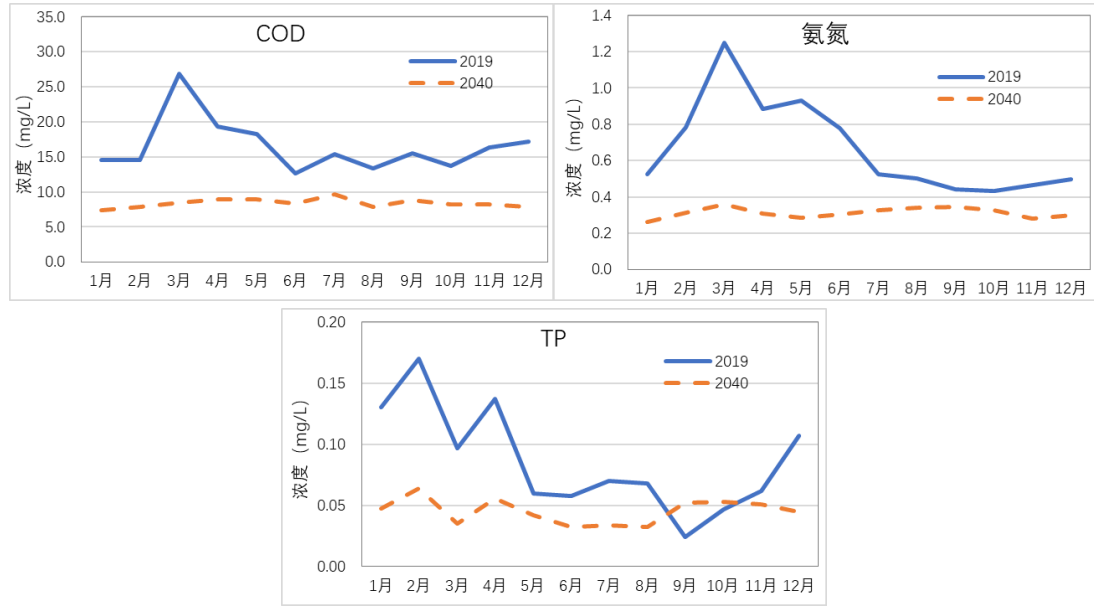


图 7.3-8 渭河葡萄园断面水质变化

由以上图表可知，2040 年渭河葡萄园断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

③渭河太碌断面

表 7.3-11 渭河太碌断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	14.50	7.34	0.70	0.26	0.06	0.05
2 月	16.90	7.82	0.69	0.31	0.20	0.06
3 月	21.30	8.39	1.30	0.36	0.11	0.03
4 月	29.70	8.85	0.40	0.30	0.12	0.06
5 月	15.10	8.80	0.49	0.28	0.03	0.04
6 月	15.00	8.31	0.33	0.30	0.04	0.03
7 月	25.70	9.52	0.43	0.32	0.08	0.03
8 月	26.80	7.78	0.29	0.34	0.08	0.03
9 月	22.90	8.68	0.21	0.34	0.04	0.05
10 月	19.10	8.18	0.37	0.32	0.07	0.05
11 月	18.70	8.20	0.34	0.28	0.07	0.05
12 月	24.40	7.76	0.34	0.30	0.06	0.04

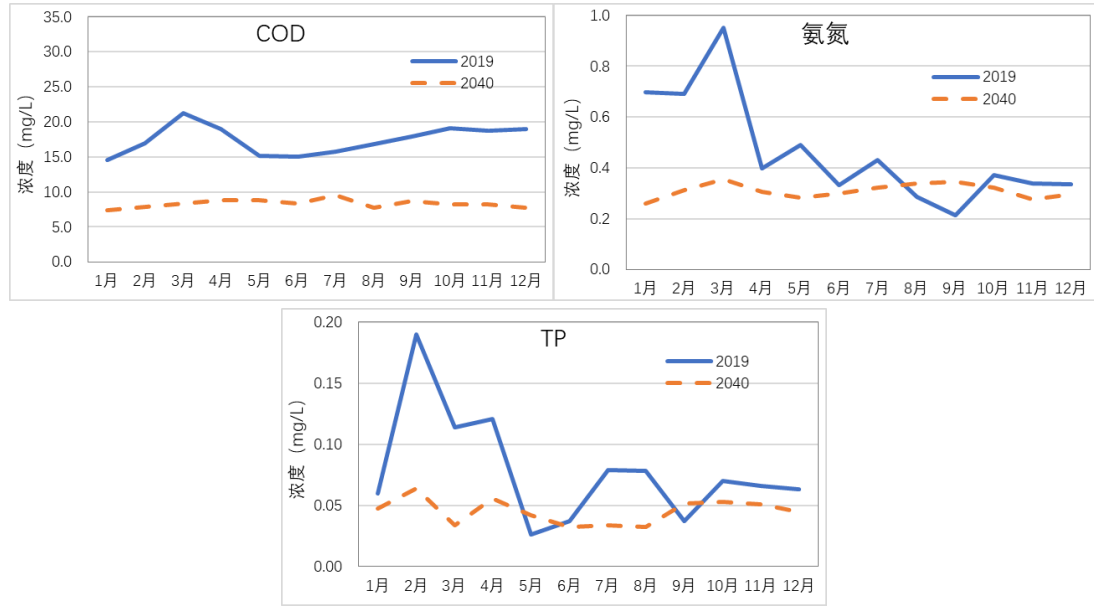


图 7.3-9 渭河太峪断面水质变化

由以上图表可知，2040 年渭河太峪断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

2) 泾河流域

①泾河平镇桥断面

表 7.3-12 泾河干流平镇桥断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	11.80	11.92	0.71	0.74	0.01	0.05
2 月	15.20	12.51	0.73	0.82	0.07	0.06
3 月	13.20	13.15	0.35	0.75	0.02	0.06
4 月	10.80	11.28	0.70	0.82	0.01	0.06
5 月	21.10	11.65	0.53	0.74	0.03	0.05
6 月	9.80	11.73	0.61	0.70	0.01	0.06
7 月	13.50	11.32	1.32	0.88	0.02	0.05
8 月	5.80	11.29	0.37	0.77	0.05	0.05
9 月	14.60	10.58	0.65	0.64	0.01	0.05
10 月	11.80	9.95	0.77	0.64	0.01	0.04
11 月	11.80	9.49	0.51	0.67	0.01	0.05
12 月	12.80	12.91	0.55	0.66	0.08	0.05

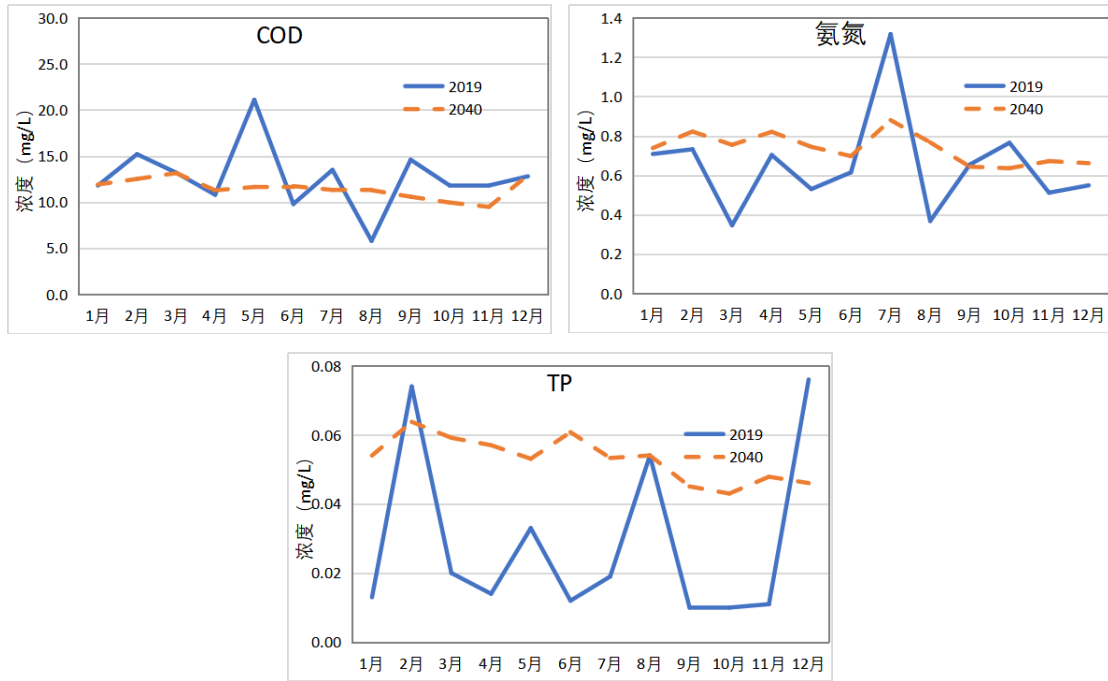


图 7.3-10 泾河干流平镇桥断面水质变化

由以上图表可知，2040 年泾河干流平镇桥断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

②泾河长庆桥断面

表 7.3-13 泾河干流长庆桥断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	15.80	10.40	0.90	0.26	0.01	0.04
2 月	22.80	11.15	0.81	0.33	0.08	0.05
3 月	19.00	11.55	1.12	0.34	0.02	0.05
4 月	12.50	11.14	0.88	0.38	0.02	0.05
5 月	17.90	11.20	0.66	0.35	0.01	0.05
6 月	16.20	11.85	0.48	0.38	0.01	0.05
7 月	11.10	12.29	1.27	0.46	0.01	0.05
8 月	5.00	12.38	0.87	0.44	0.02	0.06
9 月	14.60	11.52	0.64	0.41	0.01	0.05
10 月	17.80	11.39	0.45	0.36	0.01	0.04
11 月	9.80	10.98	0.49	0.35	0.02	0.04
12 月	15.60	11.00	0.37	0.31	0.08	0.05

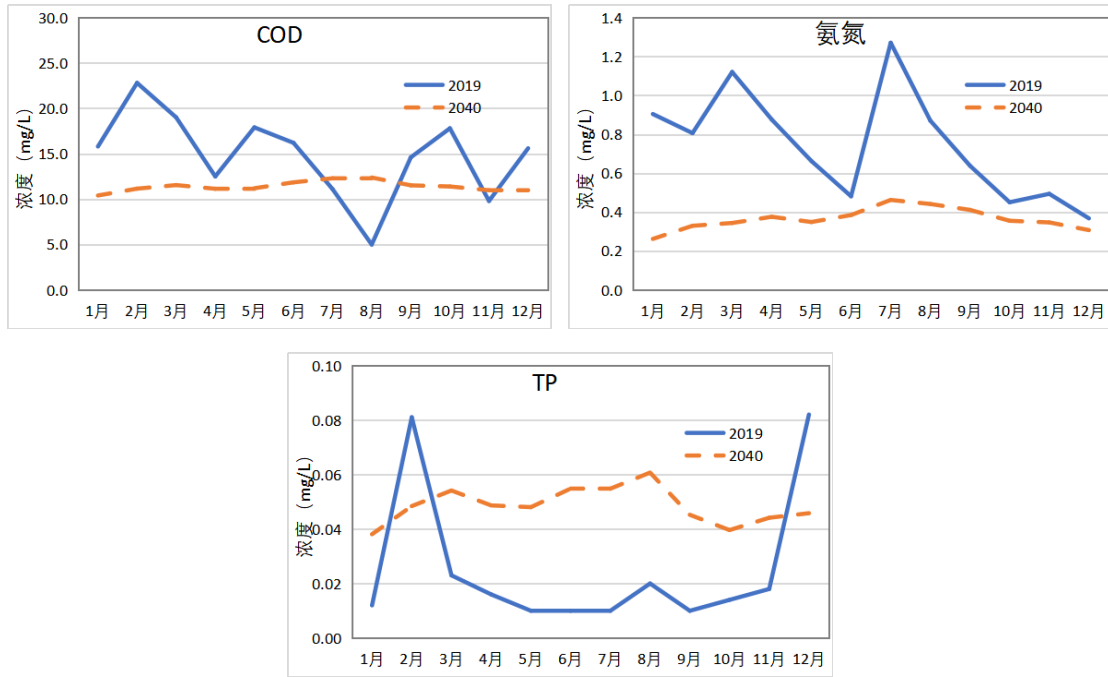


图 7.3-11 泾河干流长庆桥断面水质变化

由以上图表可知，2040 年泾河干流长庆桥断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

③纳河圣母桥断面

表 7.3-14 纳河圣母桥断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	12.20	7.80	0.66	0.40	0.01	0.01
2 月	24.40	10.13	0.55	0.49	0.06	0.08
3 月	15.00	9.58	0.51	0.51	0.01	0.03
4 月	14.80	8.37	0.82	0.47	0.02	0.01
5 月	11.90	10.18	0.51	0.60	0.01	0.01
6 月	14.20	9.26	0.72	0.58	0.01	0.01
7 月	11.50	7.79	0.71	0.72	0.01	0.02
8 月	6.60	6.41	0.79	0.69	0.02	0.02
9 月	12.60	16.13	0.68	0.60	0.01	0.01
10 月	11.50	13.63	0.32	0.45	0.02	0.01
11 月	10.60	8.26	0.51	0.24	0.02	0.05
12 月	17.20	7.76	0.45	0.24	0.02	0.03

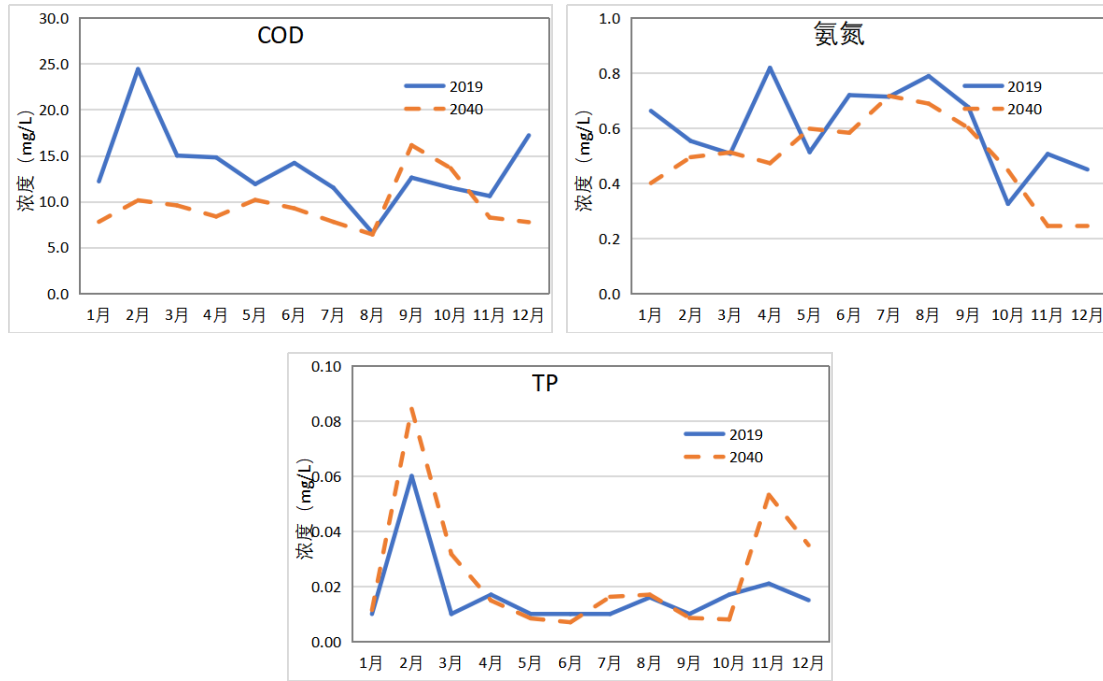


图 7.3-12 纳河圣母桥断面水质变化

由以上图表可知，2040 年纳河圣母桥水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

④马莲河周家村断面

表 7.3-15 马莲河周家村断面水质变化情况

单位：mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	33.40	14.78	2.53	0.34	0.04	0.05
2 月	37.20	15.27	2.84	0.39	0.04	0.06
3 月	35.10	15.62	3.27	0.43	0.01	0.06
4 月	51.30	15.48	0.92	0.42	0.02	0.06
5 月	38.20	15.72	0.92	0.42	0.01	0.06
6 月	17.60	16.25	0.97	0.45	0.03	0.08
7 月	30.00	17.22	1.15	0.47	0.03	0.08
8 月	35.40	17.57	1.43	0.50	0.02	0.08
9 月	25.00	16.25	1.41	0.45	0.03	0.07
10 月	25.10	15.75	0.93	0.42	0.02	0.06
11 月	30.20	15.70	0.93	0.42	0.03	0.06
12 月	28.00	15.09	0.96	0.40	0.02	0.06

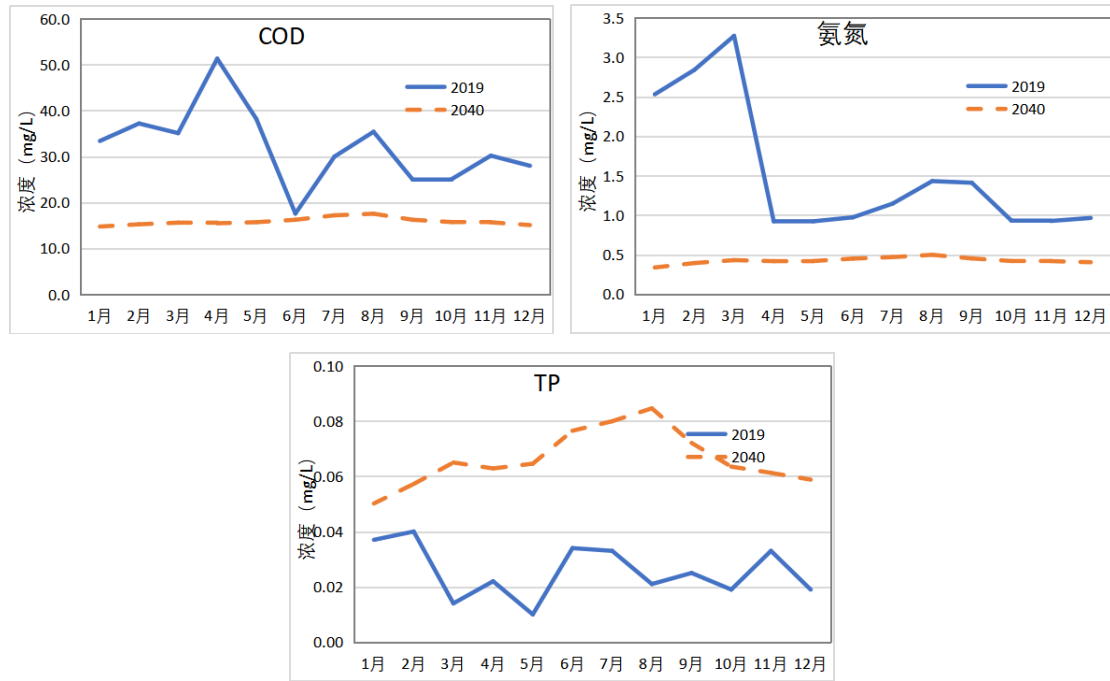


图 7.3-13 马莲河周家村断面水质变化

由以上图表可知，2040 年马莲河周家村断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

3) 北洛河流域

①北洛河金汤断面

表 7.3-16 北洛河金汤断面水质变化情况

单位: mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	15.00	8.22	1.93	0.97	0.18	0.09
2 月	17.00	10.42	1.74	0.98	0.40	0.12
3 月	19.00	12.19	1.40	0.98	0.32	0.13
4 月	15.00	9.48	0.60	0.59	0.24	0.12
5 月	15.00	9.42	0.36	0.35	1.25	0.12
6 月	26.00	12.74	0.55	0.54	0.15	0.09
7 月	24.00	12.99	0.28	0.27	0.25	0.13
8 月	45.00	13.05	0.39	0.38	0.28	0.13
9 月	19.00	12.11	1.89	0.98	0.40	0.13
10 月	14.00	8.79	0.42	0.41	0.18	0.11
11 月	26.00	12.34	0.35	0.34	0.29	0.12
12 月	15.00	8.99	0.22	0.22	0.06	0.04

由上表可知，2040 年北洛河金汤断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

②北洛河旦八断面

表 7.3-17 北洛河旦八断面水质变化情况

单位: mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	22.00	8.34	0.92	0.87	0.31	0.11
2 月	21.00	10.54	1.82	0.88	0.27	0.14
3 月	22.00	12.31	1.35	0.88	0.66	0.15
4 月	11.00	9.60	0.30	0.53	0.30	0.14
5 月	23.00	9.54	0.32	0.32	0.19	0.14
6 月	17.00	12.86	0.81	0.48	0.09	0.11
7 月	28.00	13.11	0.44	0.24	0.33	0.15
8 月	48.00	13.17	0.32	0.34	0.28	0.15
9 月	24.00	12.23	0.34	0.88	0.54	0.14
10 月	10.00	8.91	0.17	0.37	0.11	0.13
11 月	18.00	12.46	0.23	0.31	0.18	0.14
12 月	21.00	9.11	0.23	0.19	0.07	0.04

由上表可知, 2040 年北洛河旦八断面水质较好, 各时期均能达到目标水质要求。

4) 延河流域

①延河石窑村断面

表 7.3-18 延河石窑村断面水质变化情况

单位: mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	13.00	13.50	1.53	0.84	0.15	0.07
2 月	22.00	10.50	4.40	0.85	0.36	0.14
3 月	18.00	9.00	1.99	0.55	0.41	0.29
4 月	9.00	8.50	0.14	0.43	0.11	0.07
5 月	11.00	8.70	0.13	0.31	0.06	0.05
6 月	8.00	10.20	0.89	0.46	0.06	0.08
7 月	15.00	10.50	0.28	0.37	0.08	0.08
8 月	22.00	12.50	0.78	0.41	0.13	0.14
9 月	6.00	12.20	0.48	0.35	0.12	0.09
10 月	20.00	9.60	0.21	0.32	0.27	0.05
11 月	15.00	9.50	0.14	0.39	0.17	0.11
12 月	11.00	9.70	0.23	0.38	0.05	0.04

由上表可知，2040 年延河石窑沟断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

②延河朱家沟断面

表 7.3-19 延河朱家沟断面水质变化情况

单位: mg/L

月份	COD		氨氮		TP	
	2019	2040	2019	2040	2019	2040
1 月	27.00	14.04	2.83	0.82	0.12	0.08
2 月	21.00	11.49	2.84	0.76	0.24	0.16
3 月	18.00	9.36	1.63	0.59	0.49	0.32
4 月	13.00	8.84	1.26	0.46	0.11	0.08
5 月	16.00	9.05	0.32	0.33	0.08	0.05
6 月	11.00	10.61	0.46	0.48	0.13	0.09
7 月	21.00	10.92	0.36	0.39	0.13	0.08
8 月	23.00	13.00	1.19	0.43	0.23	0.15
9 月	16.00	12.69	0.72	0.37	0.16	0.10
10 月	11.00	10.52	0.66	0.34	0.09	0.06
11 月	19.00	10.52	0.25	0.41	0.19	0.12
12 月	16.00	10.09	1.12	0.41	0.07	0.05

由上表可知，2040 年延河朱家沟断面水质较好，各时期均能达到目标水质要求。

7.3.4.2 水质预测情景 2

治污水平同情景 1, 流量采用 90%保证率最枯月流量(相对不利的水情条件), 水质上游边界采用枯水期(12 月~次年 3 月)平均浓度, 具体见表 7.3-20。

表 7.3-20 受水区各退水河流 90%保证率最枯月流量预测边界条件

流域	河流	流量 (m ³ /s)	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	TP (mg/L)
渭河流域	渭河干流	0.644	11.88	0.69	0.02
	榜沙河	0.351	9.48	0.15	0.02
	耨河	0.546	14.42	0.64	0.08
	葫芦河	0.020	18.10	0.50	0.02
	牛头河	0.048	12.01	0.40	0.08
	水洛河	0.201	20.00	1.00	0.14
	通关河	0.128	11.68	0.17	0.02
泾河流域	泾河干流	0.090	15.63	0.27	0.02
	汭河	0.210	16.00	0.87	0.06

流域	河流	流量 (m³/s)	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	TP (mg/L)
	四郎河	1.316	14.13	0.85	0.03
	洪河	0.050	14.53	0.33	0.02
	黑河	0.181	14.23	0.33	0.02
	马莲河	0.030	20.00	1.00	0.20
	茹河	0.044	13.90	0.56	0.03
北洛河流域	北洛河	0.064	16.50	0.81	0.16
	周河	0.016	17.00	0.95	0.19
延河流域	延河	0.039	11.50	0.39	0.10
	杏子河	0.028	7.00	0.23	0.07

根据上述边界条件，对 2040 年受水河流主要断面水质进行预测，结果见表 7.3-21。

表 7.3-21 情景 2 条件下 2040 年受水河流主要断面水质预测结果表

断面	水质目标	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	TP (mg/L)
泾河平镇桥	III	16.14	0.91	0.13
泾县长庆桥	III	13.91	0.57	0.11
纳河圣母桥	III	15.34	0.68	0.14
马莲河周家村	IV	21.42	0.94	0.19
渭河伯阳	III	14.39	0.74	0.13
渭河葡萄园	III	14.16	0.73	0.13
渭河太碌	III	14.04	0.72	0.12
北洛河金汤	III	17.84	0.93	0.15
北洛河旦八	III	18.26	0.95	0.15
延河石窑村	III	16.29	0.89	0.12
延河朱家沟	III	16.46	0.92	0.12

由表可知，2040 年白龙江引水工程实施后，泾河、渭河、北洛河及延河主要断面水质均达Ⅲ类，均满足水环境功能目标，马莲河周家村断面水质达到Ⅳ类，满足水环境功能目标。

7.3.4.3 水质预测情景 3

考虑不利情况，2040 年本工程受水区治污水平与现有治污水平相同，白龙江引水工程实施后，由于新增废污水量及入河污染物的增加，可能会加重受水区现有重点流域水环境污染程度。情景 3 选取现状污染较为严重的马莲河及延河进行水质预测。

(1) 现状治污水平下污染源预测

考虑现状治污水平下，受水区点源污染主要为县城生活污水、工业废水及部分村镇生活污水，其排污标准分别采用一级 A、一级 B、一级 B；面源污染主要为剩余村镇生活污水、畜禽养殖及农田面源污染，现状约有 80% 村镇生活污水无法进行处理，污染物入河系数取 0.2。采用现状排污水平下，2040 年马莲河及延河流域各计算单元污染源见表 7.3-22。

表 7.3-22 现状治污水平下 2040 年马莲河及延河流域各计算单元污染源

流域	计算单元	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
马莲河流域	环县	797.3	521.4	40.7	5.4
	环县大黑河	47.8	31.3	2.4	0.3
	环县马莲河	701.6	458.8	35.8	4.8
	环县蒲河	47.8	31.3	2.4	0.3
	华池县	284.1	248.5	15.0	2.3
	华池县葫芦河(北洛河)	42.6	37.3	2.3	0.3
	华池县马莲河	14.2	12.4	0.8	0.1
	华池县柔远川	113.6	99.4	6.0	0.9
	华池县元城川	113.6	99.4	6.0	0.9
	庆城县	845.6	588.4	43.2	5.1
	庆城县大黑河	76.1	53.0	3.9	0.5
	庆城县马莲河	422.8	294.2	21.6	2.6
	庆城县柔远河	346.7	241.3	17.7	2.1
	合水县	311.9	238.6	16.1	2.2
	合水县固城川	137.3	105.0	7.1	1.0
	合水县合水川	99.8	76.4	5.2	0.7
	合水县马莲河	74.9	57.3	3.9	0.5
	宁县	430.3	537.2	23.6	4.3
	宁县固城川	215.2	268.6	11.8	2.2
	宁县泾河干流	21.5	26.9	1.2	0.2
	宁县九龙河	30.1	37.6	1.6	0.3
	宁县马莲河	38.7	48.4	2.1	0.4
	宁县蒲河	107.6	134.3	5.9	1.1
延河流域	安塞区	487.4	208.1	15.4	2.0
	安塞区杏子河	82.9	35.4	2.6	0.3
	安塞区西川河	112.1	47.9	3.5	0.5
	安塞区延河	292.4	124.8	9.2	1.2
	宝塔区	2653.2	977.0	68.5	9.8

流域	计算单元	废水排放量 (万 t/a)	COD 入河量 (t/a)	氨氮入河量 (t/a)	总磷入河量 (t/a)
	宝塔区延河	1591.9	586.2	41.1	5.9
	宝塔区蟠龙河	796.0	293.1	20.6	2.9
	宝塔区西川河	265.3	97.7	6.9	1.0

(2) 预测结果

1) 马莲河流域

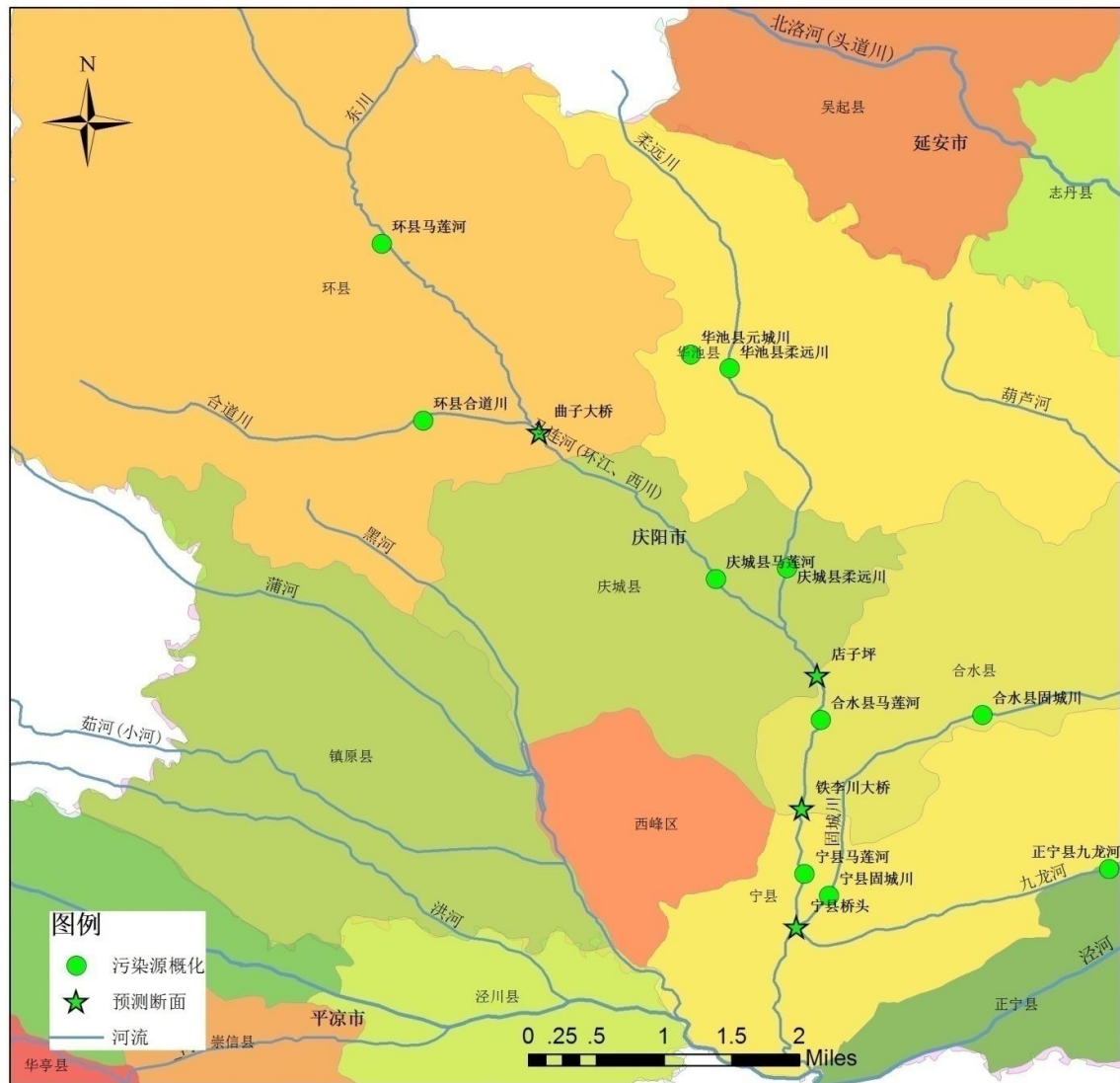


图 7.3-14 马莲河流域预测断面与污染源概化示意图

预测结果见表 7.3-23 及图 7.3-15。结果显示，采用现状治污水平，2040 年白龙江引水工程实施后，马莲河主要考核断面各污染物难以达标。

表 7.3-23 现状治污条件下 2040 年马莲河重要断面水质

控制断面	指标	水质目标	达标限值	预测结果	是否达标
曲子大桥	COD	IV	30	52.35	不达标

控制断面	指标	水质目标	达标限值	预测结果	是否达标
	氨氮	IV	1.5	2.27	不达标
	总磷	IV	0.3	0.50	不达标
店子坪	COD	IV	30	36.45	不达标
	氨氮	IV	1.5	2.08	不达标
	总磷	IV	0.3	0.52	不达标
铁李川大桥	COD	IV	30	30.98	不达标
	氨氮	IV	1.5	1.99	不达标
	总磷	IV	0.3	0.52	不达标
宁县桥头	COD	IV	30	32.82	不达标
	氨氮	IV	1.5	2.07	不达标
	总磷	IV	0.3	0.55	不达标

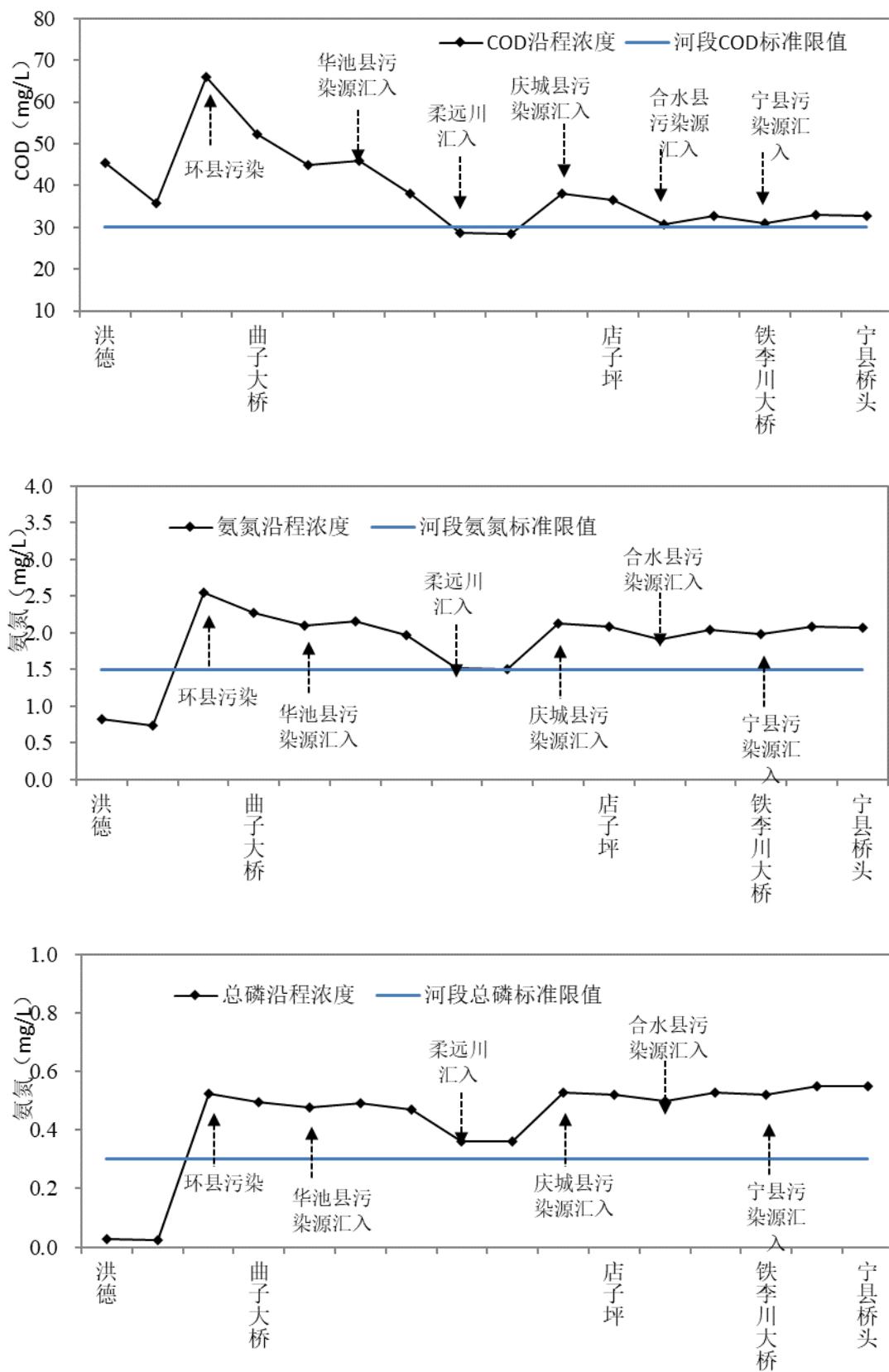


图 7.3-15 现状治污水平下马莲河污染物沿程变化情况

2) 延河流域

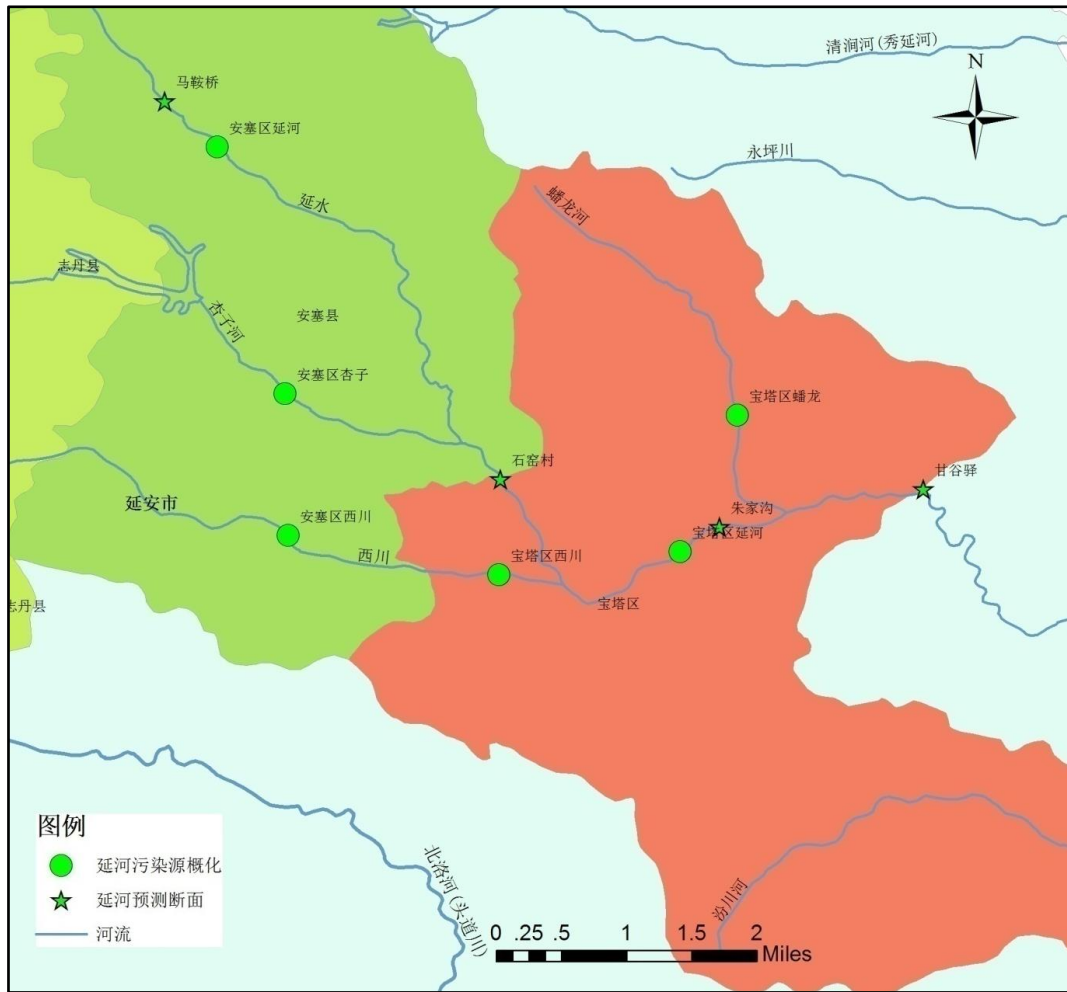


图 7.3-16 延河流域预测断面与污染源概化示意图

预测结果见表 7.3-24 及图 7.3-17。结果显示，采用现状治污水平，2040 年白龙江引水工程实施后，延河各主要考核断面总磷不达标，甘谷驿断面氨氮不达标。

表 7.3-24 现状治污条件下 2040 年延河重要断面水质

控制断面	指标	水质目标	达标限值	预测结果	是否达标
马鞍桥	COD	III	20	8.0	达标
	氨氮	III	1	0.15	达标
	总磷	III	0.2	0.25	不达标
石窑村	COD	III	20	10.0	达标
	氨氮	III	1	0.39	达标
	总磷	III	0.2	0.3	不达标
朱家沟	COD	III	20	14.6	达标
	氨氮	III	1	0.99	达标
	总磷	III	0.2	0.40	不达标

控制断面	指标	水质目标	达标限值	预测结果	是否达标
甘谷驿	COD	III	20	14.1	达标
	氨氮	III	1	1.09	不达标
	总磷	III	0.2	0.41	不达标

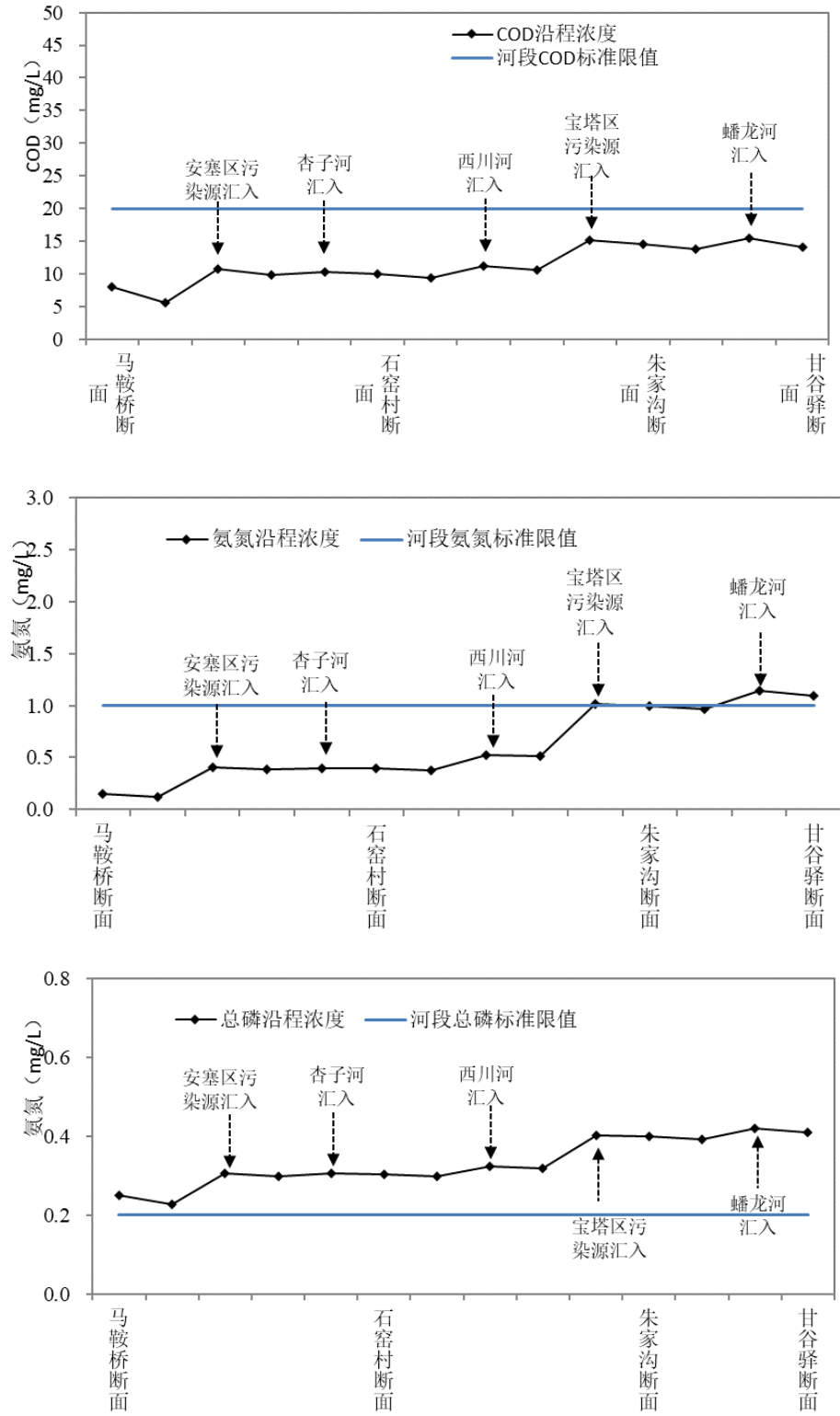


图 7.3-17 现状治污水平下延河污染物沿程变化情况

7.4 输水线路及受水区地下水环境影响预测评价

7.4.1 施工期隧洞对地下水环境的影响

施工前期隧洞的开挖可能会对地下水水位产生影响，从而影响到保护目标。本次预测分别对总干线、干线隧洞选取合适的方法进行分段预测，最终分析隧洞施工对周边地下水水位的影响。

7.4.1.1 预测方法

本次隧洞涌水量预测方法如下：

1、正常涌水量的计算方法

(1) 降雨入渗法

适用条件：埋深较浅的越岭隧洞或者隧洞通过岩溶地区。

计算公式：

$$Q_s = \frac{1000\alpha WA}{365}$$

式中：

Q_s —隧洞通过含水体地段的正常涌水量， m^3/d ；

α —降雨入渗系数；

W —涌水量计算时段的多年平均降水量， mm ；

A —隧洞通过含水体地段的集水面积， km^2 。

(2) 裘布依理论公式

适用条件：隧洞通过潜水含水层。

计算公式：

$$Q_s = LK \frac{H^2 - h^2}{R_y - R_0}$$

式中：

Q_s —隧洞正常涌水量， m^3/d ；

K —含水体的渗透系数， m/d ；

H —含水层原始静水位至隧洞底板的垂直距离， m ；

h —洞内排水沟假设水深， m ；

R_y —隧洞涌水地段的引用补给半径，m；

L —隧洞通过含水体的长度，m；

r_0 —洞身横断面等价圆半径，m。

(3) 铁路勘察规程经验公式

适用条件：隧洞通过潜水含水层。

计算公式：

$$Q_s = KH (0.676 - 0.06K)$$

式中：

Q_s —隧洞通过含水层地段的正常涌水量， m^3/d ；

K —含水层的渗透系数，m/d；

H —含水层原始静水位至隧洞底板的垂直距离，m。

2、最大涌水量的计算方法

(1) 水均衡法

适用条件：埋深较浅的越岭隧洞或者隧洞通过岩溶地区。

计算公式：

$$Q_0 = \frac{1000\alpha WA}{365}$$

式中：

Q_0 —隧洞通过含水层地段的最大涌水量， m^3/d ；

α —降雨入渗系数；

W —涌水量计算时段的多年平均最大降水量，mm；

A —隧洞通过含水层地段的集水面积， km^2 。

(2) 古德曼经验式

适用条件：隧洞通过潜水含水层。

计算公式：

$$Q_0 = L \frac{2\pi KH}{\ln \frac{4H}{d}}$$

式中：

Q_0 —隧洞通过含水层地段的最大涌水量， m^3/d ；

K—含水层渗透系数，m/d；

H—静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离，m；

d—洞身横断面等价圆直径，m；

L—隧洞通过含水体的长度，m。

(3) 铁路勘察规程经验公式

适用条件：隧洞通过潜水含水层。

计算公式：

$$Q_0 = 0.0255 + 1.9224KH$$

式中：

Q_0 —隧洞通过含水层地段的最大涌水量， m^3/d ；

K—含水层的渗透系数，m/d；

H—含水层原始静水位至隧洞底板的垂直距离，m。

3、影响半径的计算方法

影响半径计算公式采用库萨金影响半径计算公式，该公式适用于计算潜水含水层群井、基坑、矿山巷道的影响半径，有时也用于承压含水层。

计算公式如下：

$$R = 2S\sqrt{HK}$$

式中：

R—影响半径，m；

H—承压水和潜水含水层的厚度，m；

K—渗透系数，m/d；

S—水位降深，m。

7.4.1.2 预测参数

涌水量、水位降深、影响半径的计算过程中涉及到一些参数的选取，因此参数的选取对于预测结果的准确性是至关重要的。结合以上预测方法，相关的参数主要包括降雨入渗系数、渗透系数等。

1、降雨入渗系数

降雨入渗系数的取值主要参照《水文地质手册》（第二版）中降雨入渗系数经验值。降水入渗系数的变化范围在 0~1 之间，具体取值表见下表。

表 7.4-1 入渗系数 (α) 的经验数值表

岩石名称	α 值	岩石名称	α 值	岩石名称	α 值
亚黏土	0.01~0.02	坚硬岩石 (裂隙极少)	0.01~0.10	裂隙岩石 (裂隙极深)	0.02~0.25
轻亚黏土	0.02~0.05				
粉砂	0.05~0.08	半坚硬岩石 (裂隙较少)	0.1~0.15	岩溶化极弱的灰岩	0.01~0.1
细砂	0.08~0.12			岩溶化较弱的灰岩	0.10~0.15
中砂	0.12~0.18	裂隙岩石 (裂隙度中等)	0.15~0.18	岩溶化中等的灰岩	0.15~0.20
粗砂	0.18~0.24			岩溶化较强的灰岩	0.20~0.30
砂砾	0.24~0.30	裂隙岩石 (裂隙度较大)	0.18~0.20	岩溶化极强的灰岩	0.30~0.50
卵石	0.30~0.35				

2、渗透系数

预测中的渗透系数的取值来自工勘钻孔压水试验数据或者岩石经验渗透系数值，其中经验渗透系数值来自于《水文地质手册》（第二版）中的渗透系数经验值，渗透系数经验值见表 7.4-2 和表 7.4-3。

表 7.4-2 松散土石渗透系数经验值

岩性	岩层颗粒		渗透系数 K/(m/d)	岩性	岩层颗粒		渗透系数 K/(m/d)
	粒径	所占比重			粒径	所占比重	
轻亚黏土			0.05~0.1	粗砂	0.5~1.0	>50	25~50
亚黏土			0.10~0.25	砾砂	1.0~2.0	>50	50~100
黄土			0.25~0.50	圆砾			75~150
粉土质砂			0.50~1.0	卵石			100~200
粉砂	0.05~0.1	70 以下	1.0~1.5	块石			200~500
细砂	0.1~0.25	>70	5.0~10.0	漂石			500~1000
中砂	0.25~0.5	>50	10.0~25				

表 7.4-3 岩石和岩体的渗透系数 K 值

岩块	K (实验室测定) (cm/s)	岩块	K (实验室测定) (cm/s)
砂岩 (白垩复理层)	$10^{-8} \sim 10^{-10}$	脉状混合岩	3.3×10^{-3}
粉岩 (白垩复理层)	$10^{-8} \sim 10^{-9}$	绿泥石化脉状页岩	0.7×10^{-2}
花岗岩	$2 \times 10^{-10} \sim 5 \times 10^{-11}$	片麻岩	$1.2 \times 10^{-3} \sim 1.96 \times 10^{-2}$
板岩	$1.6 \times 10^{-10} \sim 5 \times 10^{-11}$	伟晶花岗岩	0.6×10^{-3}
角砾岩	4.6×10^{-10}	褐煤岩	$1.7 \times 10^{-2} \sim 2.39 \times 10^{-3}$
方解石	$9.3 \times 10^{-8} \sim 7 \times 10^{-10}$	砂岩	10^{-2}

岩块	K (实验室测定) (cm/s)	岩块	K (实验室测定) (cm/s)
灰岩	$1.2 \times 10^{-7} \sim 7 \times 10^{-10}$	泥岩	10^{-4}
白云岩	$1.2 \times 10^{-8} \sim 4.6 \times 10^{-9}$	鳞状片岩	$10^{-2} \sim 10^{-4}$
砂岩	$1.2 \times 10^{-5} \sim 1.6 \times 10^{-7}$	一个吕荣单位	$1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-5}$
砂泥岩	$2 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-7}$	裂隙宽度 0.1mm, 间距 1m 和不透水 岩块的岩体	0.8×10^{-4}
细粒砂岩	2×10^{-7}		
蚀变花岗岩	$0.6 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$		

7.4.1.3 预测结果

施工期隧洞预测分别对 DZ-1#、ZQ-1#、总干线剩余隧洞、干线隧洞进行预测，结果如下：

(1) DZ-1#隧洞

根据隧洞区地貌、地表水系、构造、地层展布、岩性及岩性组合特征，DZ-1#隧洞地下水系统具有多级水流系统，主要包括：(1)浅循环地下水系统、(2)受区域分水岭控制的深循环系统、(3)受构造、地层展布控制的地下水系统。白龙江引水工程 1#隧洞区域多级地下水系统分析见表 7.4-4。

根据隧洞地下水循环分带统计表，DZ-1#隧洞隧洞分段 0~1+135、1+300~2+650、53+300~54+550、54+550~60+950、60+950~93+040、94+590~99+552 洞段地下水循环带位于水平径流带，其余洞段位于深部缓流带。与浅层水之间水力联系很小，因此施工期 DZ-1#隧洞涌水量预测主要针对浅循环地下水系统和受构造、地层展布和岩性组合控制的地下水系统，预测结果综合考虑施工期所采取的措施。

表 7.4-4 隧洞地下水循环分带统计表

分区	洞段分段	所属流域	水文地质单元划分	洞段地下水位（m）	洞段地下水循环带	地下水流向	说明	
南秦岭 断褶带	0-1+135	嘉陵江-白 龙江流域	白龙江右段南秦岭 裂陷盆地水文地质 单元	垂直渗流带 0-19.4	隧洞埋深 303m ， 隧洞位于水平径流 带	NW→SE	该段主要为志留系变质砂岩， 经物探与钻孔揭露地下水富水 性较差	
				水平径流带 19.4-57.4				
				深部缓流带＞57.4				
	1+135-2+485			垂直渗流带 0-13.2	隧洞埋深 510m ， 隧洞位于水平径流 带	NW→SE	该段岩性主要为三叠系变质砂 岩与灰岩互层，岩溶发育弱- 中，地下水富水性一般，隧洞 穿越该段内地下水深部缓流带	
				水平径流带 13.2-65.7				
				深部缓流带＞65.7				
南秦岭 裂陷盆 地	2+485-11+385	白龙江腊 子河流域	腊子河南秦岭裂陷 盆地水文地质单元	垂直渗流带 0-50.3	隧洞埋深 1048m， 隧洞位于深部缓流 带	流向 NE、SW		
				水平径流带 50.3-86.4				
				深部缓流带＞86.4				
	11+385-42+855	岷江南河 流域	南河南秦岭裂陷盆 地水文地质单元	垂直渗流带 0-24.1	隧洞埋深 648m ， 隧洞位于深部缓流 带	向 NE 河谷岷 江、SE 河谷南 河排泄	该段为白垩系砂岩地层，经物 探解译该段地下存在大段异常 低阻带，地下富水情况较好	
				水平径流带 24.1-76.3				
				深部缓流带＞76.3				
				42+855-47+615		垂直渗流带 0-15.1	向 NE 河谷 （岷江）排泄	该段地层岩性主要为泥盆系、 二叠系灰岩与变质砂岩、千枚 岩互层，经野外调查，地下岩 溶发育较差，据物探解译与钻 孔揭露，地下水富水性较差， 隧洞在该段内主要穿越地下水 深部缓流带
						水平径流带 15.1-46.2		
						深部缓流带＞46.2		
	47+615-49+155		垂直渗流带 0-18.5	向 NE 河谷 （岷江）排泄				
			水平径流带 18.5-7.9					
			深部缓流带＞39.2					
中秦岭 断褶带	49+155-50+485	嘉陵江-岷 江流域	岷江上段中秦岭断 褶带水文地质单元	垂直渗流带 0-35.4		向 NE 河谷申 都河、SW 河 谷岷江排泄		
				水平径流带 35.4-86.4				
				深部缓流带＞86.4				
	50+485-53+135			垂直渗流带 0-34.0				
				水平径流带 34.0-85.0				

分区	洞段分段	所属流域	水文地质单元划分	洞段地下水位 (m)	洞段地下水循环带	地下水流向	说明
				深部缓流带 > 85.0		向 NE 河谷申都河、SW 河谷岷江排泄	
	53+135-54+385	渭河-申都河流域	榜沙河中秦岭断褶皱水文地质单元	垂直渗流带 0-34.4	隧洞埋深 741m， 隧洞位于水平径流带	SW→NE	该段地层岩性主要为二叠系灰岩与变质砂岩、千枚岩互层，岩溶发育较差，据物探解译与钻孔揭露，地下水富水性一般，隧洞在该段内主要穿越地下水水平径流带
				水平径流带 34.4-81.6			
				深部缓流带 > 81.6			
	54+385-60+785			垂直渗流带 0-41.5		NW→SE	
				水平径流带 41.5-86.3			
				深部缓流带 > 86.3			
	60+785-92+875	渭河榜沙河流域	山丹河中秦岭断褶皱水文地质单元	垂直渗流带 0-11.5	隧洞埋深 512m， 隧洞位于深部缓流带	流向 SW、NE	该段地层岩性主要为二叠系灰岩与变质砂岩、千枚岩互层，岩溶发育差，据物探解译与钻孔揭露，地下水富水性差，隧洞在该段内主要穿越地下水深部缓流带
				水平径流带 11.5-56.7			
				深部缓流带 > 56.7			
	92+875-94+425			垂直渗流带 0-12.2		向 NE 河谷渭河、SW 河谷榜沙河排泄	
				水平径流带 12.2-49.5			
				深部缓流带 > 49.5			
	94+425-99+352	渭河流域	龙川河中秦岭断褶皱水文地质单元	垂直渗流带 0-10.8	隧洞埋深 278m， 隧洞位于水平径流带	流向 SW、NE	该段为白垩系砂岩地层，经钻孔揭露，地下水富水性良好，隧洞主要穿越该段内地下水水平径流带

DZ-1#隧洞施工期涌水量、水位降深、影响半径计算参数见表 7.4-5。

表 7.4-5 DZ-1#隧洞施工期影响预测计算参数表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
			入渗系 数 α	集水面积 (km^2)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
DZ0+000	DZ0+626	471	0.25	0.24	1.00E-02	40	650
DZ0+626	DZ0+726	100	0.6	0.05	2.59E-02	89	660
DZ0+726	DZ0+889	164	0.25	0.08	5.00E-03	113	680
DZ0+889	DZ1+406	517	0.2	0.26	1.00E-03	177.5	685
DZ1+406	DZ1+756	350	0.6	0.18	2.59E-02	251	690
DZ1+756	DZ2+485	729	0.5	0.36	4.00E-02	365.5	700
DZ2+623	DZ2+973	350	0.6	0.18	2.59E-02	493	725
DZ13+690	DZ13+790	100	0.6	0.05	2.59E-02	1110	770
DZ16+890	DZ16+990	100	0.6	0.05	2.59E-02	1125	765
DZ20+749	DZ21+019	270	0.6	0.14	2.59E-02	847	750
DZ26+023	DZ26+199	176	0.6	0.09	2.59E-02	785	740
DZ34+860	DZ34+960	100	0.6	0.05	2.59E-02	591.5	725
DZ42+453	DZ42+803	350	0.6	0.18	2.59E-02	716.5	700
DZ44+285	DZ44+385	100	0.6	0.05	2.59E-02	612	700
DZ46+005	DZ46+105	100	0.6	0.05	2.59E-02	606	700
DZ46+369	DZ46+469	100	0.6	0.05	2.59E-02	606	700
DZ48+589	DZ48+689	100	0.6	0.05	2.59E-02	654.5	705
DZ49+055	DZ49+155	100	0.6	0.05	2.59E-02	641	715
DZ51+969	DZ51+989	20	0.6	0.01	1.47E-04	742	715
DZ53+135	DZ53+709	574	0.4	0.29	5.01E-03	724	715
DZ53+709	DZ53+809	100	0.4	0.05	1.50E-02	741	715
DZ53+809	DZ53+909	100	0.6	0.05	2.59E-02	742	715
DZ53+909	DZ54+176	267	0.3	0.13	1.50E-02	746	715
DZ54+176	DZ54+805	629	0.3	0.31	1.00E-02	748	715
DZ54+805	DZ54+893	88	0.2	0.04	6.00E-04	746	715
DZ54+893	DZ54+953	60	0.6	0.03	2.59E-02	746	720
DZ54+953	DZ57+136	2183	0.35	1.09	5.00E-03	725	720
DZ57+136	DZ58+977	1841	0.2	0.92	1.00E-03	772	720
DZ58+977	DZ59+619	642	0.25	0.32	5.00E-03	789	720
DZ59+619	DZ60+325	706	0.2	0.35	1.00E-03	762.5	720
DZ60+325	DZ60+425	100	0.6	0.05	2.59E-02	745	720
DZ60+425	DZ61+155	730	0.2	0.37	1.00E-02	745	720
DZ61+155	DZ61+355	200	0.6	0.10	2.59E-02	745	720
DZ61+355	DZ62+224	869	0.15	0.43	6.00E-04	759.5	705

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
			入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
DZ62+224	DZ62+552	328	0.6	0.16	2.59E-02	781.5	715
DZ62+552	DZ62+808	256	0.3	0.13	6.00E-04	791	715
DZ62+808	DZ64+149	1341	0.3	0.67	5.01E-03	776.5	715
DZ64+149	DZ64+569	420	0.2	0.21	6.00E-04	770	710
DZ64+569	DZ65+158	589	0.2	0.29	1.04E-04	770	705
DZ65+158	DZ65+787	629	0.2	0.31	6.00E-04	770	705
DZ65+787	DZ66+319	532	0.2	0.27	1.04E-04	770	700
DZ66+319	DZ66+498	179	0.2	0.09	6.00E-04	770	700
DZ66+498	DZ66+648	150	0.6	0.08	2.59E-02	770	700
DZ66+648	DZ67+161	513	0.4	0.26	1.00E-03	780	705
DZ67+161	DZ68+537	1376	0.4	0.69	5.00E-03	784.5	705
DZ68+537	DZ68+911	374	0.2	0.19	6.00E-04	747	705
DZ68+911	DZ69+061	150	0.2	0.08	1.00E-03	733.5	705
DZ69+061	DZ69+161	100	0.6	0.05	2.59E-02	727.5	710
DZ69+161	DZ70+180	1019	0.2	0.51	1.00E-03	712.5	710
DZ70+180	DZ70+404	224	0.2	0.11	5.00E-03	714	710
DZ70+404	DZ70+504	100	0.6	0.05	2.59E-02	713.5	710
DZ70+504	DZ70+810	306	0.2	0.15	1.00E-03	711	715
DZ70+810	DZ70+910	100	0.6	0.05	2.59E-02	709	715
DZ70+910	DZ71+144	234	0.2	0.12	1.00E-02	707.5	715
DZ71+144	DZ71+495	351	0.2	0.18	1.00E-03	704	715
DZ71+495	DZ71+595	100	0.6	0.05	2.59E-02	701	720
DZ71+595	DZ71+976	381	0.2	0.19	1.00E-02	694.5	720
DZ71+976	DZ72+440	464	0.3	0.23	1.00E-03	678	720
DZ72+440	DZ72+847	407	0.2	0.20	1.00E-02	662	715
DZ72+847	DZ73+753	906	0.2	0.45	1.00E-03	627.5	715
DZ73+753	DZ75+184	1431	0.2	0.72	5.00E-03	584.5	715
DZ75+184	DZ77+178	1994	0.2	1.00	1.00E-03	634.5	710
DZ77+178	DZ77+585	407	0.2	0.20	5.00E-03	718	710
DZ77+585	DZ80+260	2675	0.4	1.34	1.00E-02	803	710
DZ80+260	DZ80+770	510	0.4	0.26	2.00E-02	847	710
DZ80+770	DZ81+176	406	0.6	0.20	1.00E-02	833	710
DZ81+176	DZ81+440	264	0.6	0.13	2.50E-02	824	710
DZ81+440	DZ81+830	390	0.4	0.20	2.00E-02	813.5	705
DZ81+830	DZ82+021	191	0.45	0.10	2.50E-02	803.5	705
DZ82+021	DZ82+765	744	0.4	0.37	1.00E-02	780.5	705

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
			入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
DZ82+765	DZ83+493	728	0.4	0.36	2.00E-02	740.5	705
DZ83+493	DZ83+789	296	0.4	0.15	2.50E-02	712	705
DZ83+789	DZ83+889	100	0.6	0.05	2.59E-02	701.5	705
DZ83+889	DZ84+620	731	0.4	0.37	1.00E-02	677.5	705
DZ84+620	DZ85+755	1135	0.6	0.57	2.00E-02	619.5	705
DZ85+755	DZ85+855	100	0.6	0.05	2.59E-02	590	700
DZ85+855	DZ85+999	144	0.4	0.07	2.50E-02	596.5	700
DZ85+999	DZ86+309	310	0.4	0.16	2.00E-02	601.5	700
DZ86+309	DZ86+578	269	0.4	0.13	1.00E-02	597.5	700
DZ86+578	DZ86+945	367	0.45	0.18	2.00E-02	592	700
DZ86+945	DZ87+166	221	0.4	0.11	2.50E-02	587	700
DZ87+166	DZ87+419	253	0.4	0.13	2.00E-02	585	700
DZ87+419	DZ87+947	528	0.4	0.26	1.00E-02	589.5	700
DZ87+947	DZ88+941	994	0.4	0.50	2.00E-02	602	700
DZ88+941	DZ89+312	371	0.4	0.19	1.00E-02	613.5	695
DZ89+312	DZ89+987	675	0.4	0.34	2.00E-02	619.5	695
DZ89+987	DZ90+336	349	0.4	0.17	1.00E-02	606	695
DZ90+336	DZ90+528	192	0.4	0.10	2.00E-02	594	695
DZ90+528	DZ91+135	607	0.4	0.30	3.00E-02	576.5	695
DZ91+135	DZ91+285	150	0.6	0.08	2.59E-02	559.5	695
DZ91+285	DZ91+927	642	0.2	0.32	1.00E-03	537	695
DZ91+927	DZ92+511	584	0.25	0.29	5.00E-03	497	695
DZ92+511	DZ92+875	364	0.3	0.18	5.00E-04	455.5	690
DZ94+425	DZ94+655	230	0.2	0.12	1.00E-03	315	690
DZ94+655	DZ95+005	350	0.25	0.18	5.00E-03	291	690
DZ95+005	DZ95+492	487	0.2	0.24	1.00E-03	262	690
DZ95+492	DZ95+607	115	0.25	0.06	5.00E-03	244.5	690
DZ95+607	DZ95+983	376	0.2	0.19	5.00E-04	230	690
DZ95+983	DZ96+391	408	0.25	0.20	5.00E-03	205	685
DZ96+391	DZ96+773	382	0.3	0.19	1.00E-02	182	685
DZ96+773	DZ97+060	287	0.2	0.14	1.00E-03	161	685
DZ97+060	DZ97+200	140	0.3	0.07	1.00E-02	142	680
DZ97+200	DZ99+095	1895	0.25	0.95	5.00E-03	67	680

根据以上相关参数,采用涌水量计算公式对 DZ-1#隧洞施工期涌水量进行计算,计算结果见表 7.4-6。

表 7.4-6 DZ-1#隧洞施工期涌水量计算结果一览表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
DZ0+000	DZ0+626	471	0.29	0.36	裘布依理论	160.08	0.34	古德曼经验式	379.13	0.80
DZ0+626	DZ0+726	100	1.65	5.00	裘布依理论	76.93	0.77	古德曼经验式	368.91	3.69
DZ0+726	DZ0+889	164	0.41	0.61	裘布依理论	62.94	0.38	古德曼经验式	139.76	0.85
DZ0+889	DZ1+406	517	0.13	0.11	裘布依理论	111.64	0.22	古德曼经验式	125.10	0.24
DZ1+406	DZ1+756	350	4.64	23.67	裘布依理论	447.58	1.28	古德曼经验式	2881.14	8.23
DZ1+756	DZ2+485	729	10.38	79.36	裘布依理论	1395.50	1.91	古德曼经验式	12537.59	17.20
DZ2+623	DZ2+973	350	9.12	65.17	裘布依理论	626.19	1.79	古德曼经验式	4981.75	14.23
DZ13+690	DZ13+790	100	20.52	220.17	裘布依理论	268.27	2.68	古德曼经验式	2801.62	28.02
DZ16+890	DZ16+990	100	20.80	224.65	裘布依理论	270.08	2.70	古德曼经验式	2833.59	28.34
DZ20+749	DZ21+019	270	15.66	146.76	裘布依理论	632.83	2.34	古德曼经验式	6024.58	22.31
DZ26+023	DZ26+199	176	14.51	130.94	裘布依理论	397.14	2.26	古德曼经验式	3684.98	20.94
DZ34+860	DZ34+960	100	10.94	85.64	裘布依理论	195.93	1.96	古德曼经验式	1654.32	16.54
DZ42+453	DZ42+803	350	13.25	114.18	裘布依理论	754.59	2.16	古德曼经验式	6790.17	19.40
DZ44+285	DZ44+385	100	11.32	90.14	裘布依理论	199.28	1.99	古德曼经验式	1701.70	17.02
DZ46+005	DZ46+105	100	11.20	88.81	裘布依理论	198.31	1.98	古德曼经验式	1687.85	16.88
DZ46+369	DZ46+469	100	11.20	88.81	裘布依理论	198.31	1.98	古德曼经验式	1687.85	16.88
DZ48+589	DZ48+689	100	12.10	99.69	裘布依理论	206.07	2.06	古德曼经验式	1799.25	17.99
DZ49+055	DZ49+155	100	11.85	96.62	裘布依理论	203.94	2.04	古德曼经验式	1768.36	17.68
DZ51+969	DZ51+989	20	0.08	0.05	裘布依理论	3.32	0.17	古德曼经验式	2.26	0.11
DZ53+135	DZ53+709	574	2.61	9.93	裘布依理论	547.36	0.95	古德曼经验式	2171.71	3.78
DZ53+709	DZ53+809	100	7.98	53.25	裘布依理论	167.00	1.67	古德曼经验式	1157.24	11.57

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
DZ53+809	DZ53+909	100	13.72	120.33	裘布依理论	219.39	2.19	古德曼经验式	1997.48	19.97
DZ53+909	DZ54+176	267	8.03	53.79	裘布依理论	447.39	1.68	古德曼经验式	3107.21	11.64
DZ54+176	DZ54+805	629	5.38	29.45	裘布依理论	861.84	1.37	古德曼经验式	4890.91	7.78
DZ54+805	DZ54+893	88	0.32	0.43	裘布依理论	29.53	0.34	古德曼经验式	40.85	0.46
DZ54+893	DZ54+953	60	13.79	121.30	裘布依理论	131.99	2.20	古德曼经验式	1203.88	20.06
DZ54+953	DZ57+136	2183	2.61	9.93	裘布依理论	2081.32	0.95	古德曼经验式	8254.58	3.78
DZ57+136	DZ58+977	1841	0.56	0.98	裘布依理论	811.78	0.44	古德曼经验式	1469.77	0.80
DZ58+977	DZ59+619	642	2.84	11.27	裘布依理论	638.45	0.99	古德曼经验式	2605.32	4.06
DZ59+619	DZ60+325	706	0.55	0.96	裘布依理论	309.40	0.44	古德曼经验式	557.84	0.79
DZ60+325	DZ60+425	100	13.77	121.06	裘布依理论	219.84	2.20	古德曼经验式	2004.22	20.04
DZ60+425	DZ61+155	730	5.36	29.27	裘布依理论	998.23	1.37	古德曼经验式	5657.24	7.75
DZ61+155	DZ61+355	200	13.77	121.06	裘布依理论	439.67	2.20	古德曼经验式	4008.44	20.04
DZ61+355	DZ62+224	869	0.33	0.44	裘布依理论	294.22	0.34	古德曼经验式	409.44	0.47
DZ62+224	DZ62+552	328	14.45	130.07	裘布依理论	738.48	2.25	古德曼经验式	6841.86	20.86
DZ62+552	DZ62+808	256	0.34	0.47	裘布依理论	88.44	0.35	古德曼经验式	124.79	0.49
DZ62+808	DZ64+149	1341	2.80	11.03	裘布依理论	1324.15	0.99	古德曼经验式	5379.05	4.01
DZ64+149	DZ64+569	420	0.33	0.45	裘布依理论	143.17	0.34	古德曼经验式	200.17	0.48
DZ64+569	DZ65+158	589	0.06	0.03	裘布依理论	83.89	0.14	古德曼经验式	48.54	0.08
DZ65+158	DZ65+787	629	0.33	0.45	裘布依理论	214.42	0.34	古德曼经验式	299.78	0.48
DZ65+787	DZ66+319	532	0.06	0.03	裘布依理论	75.77	0.14	古德曼经验式	43.84	0.08
DZ66+319	DZ66+498	179	0.33	0.45	裘布依理论	61.02	0.34	古德曼经验式	85.31	0.48
DZ66+498	DZ66+648	150	14.24	127.21	裘布依理论	335.23	2.23	古德曼经验式	3090.36	20.60

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
DZ66+648	DZ67+161	513	0.56	0.99	裘布依理论	227.36	0.44	古德曼经验式	413.10	0.81
DZ67+161	DZ68+537	1376	2.82	11.18	裘布依理论	1364.49	0.99	古德曼经验式	5557.34	4.04
DZ68+537	DZ68+911	374	0.32	0.43	裘布依理论	125.59	0.34	古德曼经验式	173.79	0.46
DZ68+911	DZ69+061	150	0.53	0.91	裘布依理论	64.48	0.43	古德曼经验式	114.75	0.76
DZ69+061	DZ69+161	100	13.45	116.82	裘布依理论	217.24	2.17	古德曼经验式	1964.86	19.65
DZ69+161	DZ70+180	1019	0.51	0.87	裘布依理论	431.80	0.42	古德曼经验式	760.85	0.75
DZ70+180	DZ70+404	224	2.57	9.70	裘布依理论	211.95	0.95	古德曼经验式	836.28	3.73
DZ70+404	DZ70+504	100	13.19	113.46	裘布依理论	215.15	2.15	古德曼经验式	1933.27	19.33
DZ70+504	DZ70+810	306	0.51	0.87	裘布依理论	129.53	0.42	古德曼经验式	228.08	0.75
DZ70+810	DZ70+910	100	13.11	112.39	裘布依理论	214.47	2.14	古德曼经验式	1923.11	19.23
DZ70+910	DZ71+144	234	5.09	27.09	裘布依理论	311.84	1.33	古德曼经验式	1736.96	7.42
DZ71+144	DZ71+495	351	0.51	0.85	裘布依理论	147.85	0.42	古德曼经验式	259.47	0.74
DZ71+495	DZ71+595	100	12.96	110.50	裘布依理论	213.26	2.13	古德曼经验式	1905.01	19.05
DZ71+595	DZ71+976	381	4.99	26.35	裘布依理论	503.07	1.32	古德曼经验式	2784.76	7.31
DZ71+976	DZ72+440	464	0.49	0.81	裘布依理论	191.84	0.41	古德曼经验式	332.42	0.72
DZ72+440	DZ72+847	407	4.76	24.52	裘布依理论	524.72	1.29	古德曼经验式	2858.48	7.02
DZ72+847	DZ73+753	906	0.45	0.72	裘布依理论	360.51	0.40	古德曼经验式	608.64	0.67
DZ73+753	DZ75+184	1431	2.10	7.19	裘布依理论	1225.63	0.86	古德曼经验式	4524.13	3.16
DZ75+184	DZ77+178	1994	0.46	0.73	裘布依理论	797.81	0.40	古德曼经验式	1351.93	0.68
DZ77+178	DZ77+585	407	2.58	9.78	裘布依理论	386.17	0.95	古德曼经验式	1526.59	3.75
DZ77+585	DZ80+260	2675	5.77	32.76	裘布依理论	3797.26	1.42	古德曼经验式	22070.89	8.25
DZ80+260	DZ80+770	510	12.08	99.37	裘布依理论	1048.97	2.06	古德曼经验式	8762.42	17.18

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
DZ80+770	DZ81+176	406	5.99	34.61	裘布依理论	586.98	1.45	古德曼经验式	3454.30	8.51
DZ81+176	DZ81+440	264	14.68	133.19	裘布依理论	599.03	2.27	古德曼经验式	5545.31	21.00
DZ81+440	DZ81+830	390	11.61	93.53	裘布依理论	786.15	2.02	古德曼经验式	6477.94	16.61
DZ81+830	DZ82+021	191	14.32	128.25	裘布依理论	427.97	2.24	古德曼经验式	3928.22	20.57
DZ82+021	DZ82+765	744	5.61	31.39	裘布依理论	1041.27	1.40	古德曼经验式	5994.39	8.06
DZ82+765	DZ83+493	728	10.56	81.23	裘布依理论	1400.21	1.92	古德曼经验式	11178.18	15.35
DZ83+493	DZ83+789	296	12.69	106.98	裘布依理论	624.40	2.11	古德曼经验式	5503.00	18.59
DZ83+789	DZ83+889	100	12.97	110.61	裘布依理论	213.33	2.13	古德曼经验式	1906.14	19.06
DZ83+889	DZ84+620	731	4.87	25.39	裘布依理论	953.36	1.30	古德曼经验式	5233.83	7.16
DZ84+620	DZ85+755	1135	8.84	62.16	裘布依理论	1997.09	1.76	古德曼经验式	15023.00	13.24
DZ85+755	DZ85+855	100	10.91	85.32	裘布依理论	195.68	1.96	古德曼经验式	1650.84	16.51
DZ85+855	DZ85+999	144	10.63	82.03	裘布依理论	278.08	1.93	古德曼经验式	2310.93	16.05
DZ85+999	DZ86+309	310	8.58	59.47	裘布依理论	537.50	1.73	古德曼经验式	4004.09	12.92
DZ86+309	DZ86+578	269	4.30	21.03	裘布依理论	329.53	1.23	古德曼经验式	1735.16	6.45
DZ86+578	DZ86+945	367	8.45	58.07	裘布依理论	631.29	1.72	古德曼经验式	4678.21	12.75
DZ86+945	DZ87+166	221	10.46	80.08	裘布依理论	423.37	1.92	古德曼经验式	3499.79	15.84
DZ87+166	DZ87+419	253	8.35	57.04	裘布依理论	432.62	1.71	古德曼经验式	3193.42	12.62
DZ87+419	DZ87+947	528	4.24	20.61	裘布依理论	642.48	1.22	古德曼经验式	3368.00	6.38
DZ87+947	DZ88+941	994	8.59	59.54	裘布依理论	1724.17	1.73	古德曼经验式	12847.77	12.93
DZ88+941	DZ89+312	371	4.41	21.88	裘布依理论	460.51	1.24	古德曼经验式	2446.10	6.59
DZ89+312	DZ89+987	675	8.84	62.16	裘布依理论	1187.70	1.76	古德曼经验式	8934.38	13.24
DZ89+987	DZ90+336	349	4.36	21.48	裘布依理论	430.55	1.23	古德曼经验式	2277.70	6.53

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
DZ90+336	DZ90+528	192	8.47	58.36	裘布依理论	330.82	1.72	古德曼经验式	2454.31	12.78
DZ90+528	DZ91+135	607	12.31	102.36	裘布依理论	1262.69	2.08	古德曼经验式	11370.53	18.73
DZ91+135	DZ91+285	150	10.34	78.79	裘布依理论	285.85	1.91	古德曼经验式	2369.87	15.80
DZ91+285	DZ91+927	642	0.39	0.57	裘布依理论	236.54	0.37	古德曼经验式	379.12	0.59
DZ91+927	DZ92+511	584	1.79	5.64	裘布依理论	461.45	0.79	古德曼经验式	1615.00	2.77
DZ92+511	DZ92+875	364	0.16	0.16	裘布依理论	87.58	0.24	古德曼经验式	93.70	0.26
DZ94+425	DZ94+655	230	0.23	0.26	裘布依理论	65.26	0.28	古德曼经验式	87.86	0.38
DZ94+655	DZ95+005	350	1.05	2.52	裘布依理论	212.20	0.61	古德曼经验式	626.03	1.79
DZ95+005	DZ95+492	487	0.19	0.19	裘布依理论	126.42	0.26	古德曼经验式	160.42	0.33
DZ95+492	DZ95+607	115	0.88	1.94	裘布依理论	64.01	0.56	古德曼经验式	178.92	1.56
DZ95+607	DZ95+983	376	0.08	0.06	裘布依理论	65.23	0.17	古德曼经验式	55.72	0.15
DZ95+983	DZ96+391	408	0.74	1.49	裘布依理论	208.34	0.51	古德曼经验式	551.91	1.35
DZ96+391	DZ96+773	382	1.31	3.53	裘布依理论	259.80	0.68	古德曼经验式	942.67	2.47
DZ96+773	DZ97+060	287	0.12	0.09	裘布依理论	59.24	0.21	古德曼经验式	64.35	0.22
DZ97+060	DZ97+200	140	1.02	2.44	裘布依理论	84.38	0.60	古德曼经验式	284.77	2.03
DZ97+200	DZ99+095	1895	0.24	0.28	水均衡法	441.30	0.23	水均衡法	661.95	0.35

根据施工期地下水水位降深和影响半径结果,得出因隧洞施工而受到影响的保护目标,保护目标影响结果统计见表 7.4-7。

表 7.4-7 DZ-1#隧洞施工期影响保护目标统计表

起始桩号	终止桩号	降深 (m)	影响半径 (m)	影响敏感目标(与隧洞 最近距离)(m)	敏感目标最大水位降 深(m)
DZ49+055	DZ49+155	11.85	96.62	上拉村(93m)、中拉 村(0m)	上拉村(0.44)、中 拉村(11.85)
DZ60+425	DZ61+155	5.36	29.27	申都乡(0m)	5.36
DZ69+161	DZ70+180	0.51	0.87	元草村(0m)	0.51
DZ71+144	DZ71+495	0.51	0.85	红崖村(0m)	0.51
DZ95+607	DZ95+983	0.08	0.06	杨家半山(0m)	0.08
DZ96+391	DZ96+773	1.31	3.53	蒲家半山(0m)	1.31

根据 DZ-1#隧洞地质与水文地质条件,将隧洞进行了分段预测,分段涌水量预测结果见表 7.4-6,得出施工期正常涌水量为 $50536.29\text{m}^3/\text{d}$,最大涌水量为 $309214.73\text{m}^3/\text{d}$ 。涌水量较大的主要集中在断层构造破碎带、碳酸盐岩地层,易发生涌水的区段为 DZ13+690~DZ13+790、DZ16+890~DZ16+990、DZ20+749~DZ21+019、DZ26+023~DZ26+199、DZ62+224~DZ62+552、DZ66+498~DZ66+648、DZ81+176~DZ81+440、DZ81+830~DZ82+021。根据影响目标预测结果统计表(表 7.4-7)得出,隧洞影响范围内的村庄共计 7 个,敏感目标地下水水位降深较大的区段分别为 DZ49+055~DZ49+155、DZ60+425~DZ61+155、DZ96+391~DZ96+773,对应的敏感点水位降深值分别为上拉村 0.44m、中拉村 11.85m、申都乡 5.36m、蒲家半山 1.31m,其余区段敏感目标的水位降深值较小。

结合野外调查工作成果,上拉村、中拉村生活用水水源为泉水,泉点位于拉子沟中,泉点位置距离隧洞中心线平面投影最短距离为 1.5km,不在影响范围内;申都乡、阴山村两个村已经实现了自来水供应,水源位于取水口位于闫井河上游的林口沟上沟口,水源位置距离隧洞中心线平面投影最短距离大于 30km,不在影响范围内;元草村目前生活用水全部来自井水,井水含水层厚度普遍 1m 多,结合已经实施的岷县闫井镇农村供水工程,该工程将元草村划定为供水范围,输水管线从村庄经过,但并未入户,可能会对村民生活用水产生影响;红崖村影响范围内居民户数为 1 户,生活用水全部来自于井水,含水层厚度 1m 多,经常性的断水,受影响人口数为 4 人;蒲家半山、杨家半山村民生活用水来源全部来自

于泉水，泉水已经全部入户，不存在自家水井，泉水位置距离隧洞中心线平面投影最短距离 329m，不在影响范围内。

因此得出，DZ-1#隧洞施工期受到影响的村庄为元草村和红崖村，水位降深影响范围相对较小，受到影响的居民较少，其中元草村为 2 户 8 口人，红崖村为 1 户 4 口人。

(2) ZQ-2#隧洞

ZQ-2#隧洞施工期涌水量预测参数见表 7.4-8。

表 7.4-8 ZQ-2#隧洞施工期影响预测计算参数表

起始桩号	终止桩号	段长(m)	相关参数				
			入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
2+023	5+287	3264	0.15	1.63	7.00E-03	26.6	482.4
5+287	12+523	7236	0.15	3.62	7.00E-03	/	482.4
12+523	14+905	2382	0.2	1.19	1.00E-02	154	482.4
14+905	15+687	782	0.15	0.39	1.50E-02	224	482.4
15+687	18+765	3078	0.15	1.54	2.00E-02	245	482.4
18+765	18+965	200	0.6	0.10	2.59E-02	261	482.4
18+965	20+592	1627	0.15	0.81	2.00E-02	268	482.4
20+592	22+302	1710	0.15	0.86	2.00E-02	279	482.4
22+302	22+502	200	0.6	0.10	2.59E-02	305	482.4
22+502	24+489	1987	0.15	0.99	1.50E-02	296	482.4
24+489	24+833	344	0.15	0.17	1.50E-02	286	482.4
24+833	25+689	856	0.15	0.43	1.50E-02	301	482.4
25+689	25+789	100	0.6	0.05	2.59E-02	320	482.4
25+789	27+042	1253	0.15	0.63	1.50E-02	344	482.4
27+042	27+142	100	0.6	0.05	2.59E-02	370	482.4
27+142	29+675	2533	0.15	1.27	1.50E-02	451	482.4
29+675	30+525	850	0.15	0.43	8.00E-02	555	482.4
30+525	32+849	2324	0.15	1.16	1.50E-02	612	482.4
32+849	32+949	100	0.6	0.05	8.00E-02	650	482.4
32+949	33+572	623	0.15	0.31	1.50E-02	690	482.4
33+572	33+672	100	0.6	0.05	8.00E-02	727	482.4
33+672	34+459	787	0.15	0.39	1.50E-02	757	482.4
34+459	35+412	953	0.6	0.48	2.59E-02	840	482.4
35+412	36+949	1537	0.15	0.77	1.50E-02	872	482.4
36+949	37+049	100	0.6	0.05	8.00E-02	822	615
37+049	37+850	801	0.15	0.40	1.50E-02	837	615

起始 桩号	终止 桩号	段长 (m)	相关参数				
			入渗系 数 α	集水面积 (km^2)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
37+850	37+950	100	0.6	0.05	8.00E-02	855	615
37+950	38+485	535	0.15	0.27	1.50E-02	857	615
38+485	38+585	100	0.6	0.05	8.00E-02	860	615
38+585	40+792	2207	0.15	1.10	1.50E-02	770	615
40+892	41+405	613	0.6	0.31	8.00E-02	637	615
41+405	42+095	690	0.6	0.35	2.59E-02	526	615
42+095	44+404	2309	0.18	1.15	2.00E-02	370	615
44+404	44+804	400	0.18	0.20	1.50E-02	/	615
44+804	47+820	3016	0.18	1.51	1.50E-02	226	615
47+820	48+579	759	0.18	0.38	1.50E-02	169	615
48+579	50+012	1433	0.2	0.72	2.59E-02	117	615
50+012	53+437	3425	0.15	1.71	5.00E-03	125	615
53+437	53+737	300	0.15	0.15	7.00E-03	32	615
53+737	56+653	2916	0.15	1.46	7.00E-03	90	615
56+653	56+703	50	0.6	0.03	8.00E-02	103	615
56+703	57+654	961	0.15	0.48	7.00E-03	61	615
57+654	57+855	201	0.15	0.10	7.00E-03	17	615
57+855	57+951	96	0.15	0.05	1.80E-02	13	615

根据以上相关参数，采用涌水量计算公式对 ZQ-2#隧洞施工期涌水量进行计算，计算结果见表 7.4-9。

表 7.4-9 ZQ-2#隧洞施工期涌水量计算结果一览表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量数 值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
2+023	5+287	3264	0.13	0.12	裘布依理论	829.73	0.25	古德曼经验式	1403.25	0.43
5+287	12+523	7236	/	/	水均衡法	717.26	0.10	水均衡法	1075.88	0.15
12+523	14+905	2382	1.10	2.74	裘布依理论	1491.59	0.63	古德曼经验式	5147.81	2.16
14+905	15+687	782	2.41	8.82	裘布依理论	719.77	0.92	古德曼经验式	3402.53	4.35
15+687	18+765	3078	3.50	15.51	裘布依理论	3417.69	1.11	古德曼经验式	19176.67	6.23
18+765	18+965	200	4.82	25.07	裘布依理论	260.67	1.30	古德曼经验式	1697.28	8.49
18+965	20+592	1627	3.83	17.74	裘布依理论	1888.69	1.16	古德曼经验式	10890.45	6.69
20+592	22+302	1710	3.99	18.84	裘布依理论	2025.03	1.18	古德曼经验式	11821.31	6.91
22+302	22+502	200	5.63	31.68	裘布依理论	281.63	1.41	古德曼经验式	1923.54	9.62
22+502	24+489	1987	3.18	13.40	裘布依理论	2099.30	1.06	古德曼经验式	10803.90	5.44
24+489	24+833	344	3.07	12.73	裘布依理论	357.30	1.04	古德曼经验式	1819.42	5.29
24+833	25+689	856	3.23	13.74	裘布依理论	911.92	1.07	古德曼经验式	4717.54	5.51
25+689	25+789	100	5.91	34.04	裘布依理论	144.22	1.44	古德曼经验式	999.77	10.00
25+789	27+042	1253	3.70	16.79	裘布依理论	1426.32	1.14	古德曼经验式	7692.41	6.14
27+042	27+142	100	6.84	42.32	裘布依理论	155.02	1.55	古德曼经验式	1124.64	11.25
27+142	29+675	2533	4.84	25.20	裘布依理论	3299.02	1.30	古德曼经验式	19393.00	7.66
29+675	30+525	850	31.06	413.99	裘布依理论	2833.25	3.33	古德曼经验式	41172.58	48.44
30+525	32+849	2324	6.57	39.84	裘布依理论	3524.00	1.52	古德曼经验式	22886.26	9.85
32+849	32+949	100	36.38	524.71	裘布依理论	360.69	3.61	古德曼经验式	5521.48	55.21
32+949	33+572	623	7.41	47.69	裘布依理论	1002.93	1.61	古德曼经验式	6778.28	10.88
33+572	33+672	100	40.69	620.66	裘布依理论	381.43	3.81	古德曼经验式	6060.89	60.61
33+672	34+459	787	8.13	54.80	裘布依理论	1326.89	1.69	古德曼经验式	9250.63	11.75

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
					涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量数 值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m ³ /d)	单位长度涌水量 数值 (m ³ /d)
34+459	35+412	953	15.52	144.77	裘布依理论	2223.54	2.33	古德曼经验式	21100.86	22.14
35+412	36+949	1537	9.37	67.75	裘布依理论	2780.92	1.81	古德曼经验式	20337.04	13.23
36+949	37+049	100	46.01	746.20	裘布依理论	405.57	4.06	古德曼经验式	6716.09	67.16
37+049	37+850	801	8.99	63.72	裘布依理论	1419.93	1.77	古德曼经验式	10240.69	12.78
37+850	37+950	100	47.86	791.59	裘布依理论	413.62	4.14	古德曼经验式	6941.30	69.41
37+950	38+485	535	9.21	66.01	裘布依理论	959.64	1.79	古德曼经验式	6976.65	13.04
38+485	38+585	100	48.14	798.54	裘布依理论	414.83	4.15	古德曼经验式	6975.33	69.75
38+585	40+792	2207	8.27	56.22	裘布依理论	3752.78	1.70	古德曼经验式	26313.40	11.92
40+892	41+405	613	35.65	509.05	裘布依理论	2188.83	3.57	古德曼经验式	33283.37	54.30
41+405	42+095	690	9.72	71.74	裘布依理论	1274.54	1.85	古德曼经验式	10351.58	15.00
42+095	44+404	2309	5.29	28.78	裘布依理论	3146.03	1.36	古德曼经验式	20052.40	8.68
44+404	44+804	400	/	/	裘布依理论	60.66	0.15	水均衡法	90.99	0.23
44+804	47+820	3016	2.43	8.94	裘布依理论	2788.19	0.92	古德曼经验式	13215.77	4.38
47+820	48+579	759	1.82	5.78	裘布依理论	608.16	0.80	古德曼经验式	2645.19	3.49
48+579	50+012	1433	2.16	7.53	裘布依理论	1257.98	0.88	古德曼经验式	6492.29	4.53
50+012	53+437	3425	0.45	0.71	裘布依理论	1378.17	0.40	古德曼经验式	3150.83	0.92
53+437	53+737	300	0.16	0.15	裘布依理论	80.19	0.27	古德曼经验式	145.29	0.48
53+737	56+653	2916	0.45	0.72	裘布依理论	1186.17	0.41	古德曼经验式	2929.48	1.00
56+653	56+703	50	5.77	33.10	裘布依理论	72.18	1.44	古德曼经验式	635.24	12.70
56+703	57+654	961	0.31	0.40	裘布依理论	328.31	0.34	古德曼经验式	726.02	0.76
57+654	57+855	201	0.09	0.06	裘布依理论	49.24	0.24	古德曼经验式	66.10	0.33
57+855	57+951	96	0.17	0.16	裘布依理论	31.98	0.33	古德曼经验式	70.39	0.73

根据施工期地下水水位降深和影响半径结果，得出受到影响的保护目标，保护目标影响结果见表 7.4-10。

表 7.4-10 ZQ-2#隧洞施工期影响保护目标统计表

起始桩号	终止桩号	降深 (m)	影响半径 (m)	影响敏感目标（与隧洞最近 距离）(m)	敏感目标最大水位 降深 (m)
2+023	5+287	0.13	0.12	上阳岫 (0m)	0.13
15+687	18+765	3.50	15.51	刘房沟村 (0m)	3.50
18+965	20+592	3.83	17.74	刘咀村 (0m)	3.83

根据 ZQ-2#隧洞地质与水文地质条件，将隧洞进行分段预测，涌水量预测结果见表 7.4-9。从表中可以看出 ZQ-2#隧洞正常涌水量为 $56275.82\text{m}^3/\text{d}$ 。涌水量较大的区段主要集中在断层构造破碎带，易发生大量涌水的区段为 29+675~30+525、32+849~32+949、33+572~33+672、34+459~35+412、36+949~37+049、37+850~37+950、38+485~38+585、40+892~41+405。根据水位降深和影响半径对隧洞周边敏感目标进行分析，得出此次受到影响的村庄共计 3 个，普遍敏感目标最大水位降深值较小，最大降深点为刘咀村，水位降深为 3.83m，刘房沟村水位降深最大值为 3.50m。受影响村庄均所属行政区划为庄浪县，结合野外调查工作成果，庄浪县目前已经实现全部通自来水，自来水来自花崖河水库和竹林寺水库，水源为地表水，因此 ZQ-2#隧洞施工期不会对村庄生活用水造成影响。

(3) 总干线 DZ 编号小隧洞

根据工程布置，DZ 编号隧洞包括 DZ-2#隧洞~DZ-19#隧洞，共 18 个隧洞。各个隧洞施工期涌水量预测参数见表 7.4-11。

根据以上相关参数，采用涌水量计算公式对 DZ-2#~DZ-19#隧洞施工期涌水量进行计算，计算结果见表 7.4-12。

表 7.4-11 DZ-2#~DZ-19#隧洞施工期影响预测计算参数表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆中心的距离 (m)	降雨量(mm)
DZ-2#隧洞	DZ100+056	DZ100+323	267	0.20	0.13	0.01	/	650
	DZ100+323	DZ100+809	486	0.20	0.24	0.01	14.7	650
	DZ100+809	DZ101+415	606	0.25	0.30	0.02	15.7	650
DZ-3#	DZ101+653	DZ103+183	1530	0.25	0.77	0.02	14.4	650
	DZ103+183	DZ103+609	426	0.25	0.21	0.02	/	650
	DZ103+609	DZ104+866	1257	0.20	0.63	0.01	/	650
	DZ104+866	DZ108+655	3789	0.20	1.89	0.01	163.0	650
	DZ108+655	DZ108+665	10	0.60	0.01	0.08	326.0	650
	DZ108+665	DZ111+552	2917	0.30	1.46	0.01	313.0	650
	DZ111+552	DZ113+648	2094	0.20	1.05	0.01	94.5	650
	DZ113+648	DZ113+848	200	0.60	0.10	0.08	72.0	650
	DZ113+848	DZ115+428	1580	0.20	0.79	0.01	41.0	650
	DZ115+428	DZ116+627	1199	0.20	0.60	0.01	/	650
	DZ116+627	DZ116+667	40	0.60	0.02	0.08	/	650
	DZ116+667	DZ118+432	1745	0.20	0.87	0.01	/	650
	DZ118+432	DZ118+492	60	0.60	0.03	0.08	/	650
	DZ118+492	DZ118+853.291	390.8	0.20	0.20	0.01	/	650
DZ-4#	DZ119+407	DZ120+311	879.2	0.20	0.44	0.01	/	650
	DZ120+311	DZ122+435	2138	0.10	1.07	0.01	190.5	650
	DZ122+435	DZ122+475	40	0.60	0.02	0.08	385.0	650
	DZ122+475	DZ123+523	1038	0.10	0.52	0.01	416.5	650
	DZ123+523	DZ123+598	75	0.60	0.04	0.08	442.0	650

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆中心的距离 (m)	降雨量(mm)
DZ-4#	DZ123+598	DZ124+341	741	0.15	0.37	0.01	417.0	650
	DZ124+341	DZ125+501	1172	0.10	0.59	0.01	354.0	650
	DZ125+501	DZ125+681	180	0.60	0.09	0.08	305.5	650
	DZ125+681	DZ138+867	13197	0.15	6.60	0.00	216.5	650
	DZ138+867	DZ141+633	2808	0.25	1.40	0.02	190.5	650
	DZ141+633	DZ145+939	4280	0.20	2.14	0.01	46.5	650
	DZ145+939	DZ146+044	110	0.02	0.06	0.02	/	650
DZ-5#	DZ147+832	DZ152+117	4286	0.20	2.14	0.01	23.0	650
	DZ152+117	DZ152+535	418	0.20	0.21	0.01	/	650
DZ-6#	DZ152+904	DZ153+453	549	0.20	0.27	0.01	/	650
	DZ153+453	DZ155+313	1860	0.20	0.93	0.01	79.5	650
	DZ155+313	DZ157+223	1910	0.20	0.96	0.01	56.5	650
	DZ157+223	DZ162+973	5750	0.20	2.88	0.01	/	650
	DZ162+973	DZ163+329	356	0.02	0.18	0.02	/	650
DZ-7#	DZ164+684	DZ165+744	1060	0.02	0.53	0.02	/	650
	DZ165+744	DZ167+863	2119	0.20	1.06	0.01	/	650
	DZ167+863	DZ180+367	12504	0.25	6.25	0.02	103.0	650
	DZ180+367	DZ181+907	1540	0.25	0.77	0.02	/	650
DZ-8#	DZ182+086	DZ182+349	263	0.25	0.13	0.02	/	650
	DZ182+349	DZ184+222	1873	0.25	0.94	0.02	78.5	650
	DZ184+222	DZ184+737	515	0.20	0.26	0.01	49.5	650
	DZ184+737	DZ185+271	534	0.20	0.27	0.01	/	650

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆中心的距离 (m)	降雨量(mm)
DZ-9#	DZ185+650	DZ185+977	327	0.20	0.16	0.01	/	650
	DZ185+977	DZ187+747	1770	0.20	0.89	0.01	38.0	650
	DZ187+747	DZ188+024	277	0.20	0.14	0.01	/	650
DZ-10#	DZ188+981	DZ189+425	444	0.20	0.22	0.01	/	650
	DZ189+425	DZ190+397	972	0.20	0.49	0.01	15.5	650
	DZ190+397	DZ191+264	867	0.20	0.43	0.01	/	650
DZ-11#	DZ191+422	DZ192+201	779	0.20	0.39	0.00	/	650
	DZ192+201	DZ193+205	1004	0.20	0.50	0.00	13.0	650
	DZ193+205	DZ196+517	3312	0.25	1.66	0.02	73.0	650
	DZ196+517	DZ198+356	1839	0.15	0.92	0.01	51.0	650
	DZ198+356	DZ198+376	20	0.60	0.01	0.08	48.0	650
	DZ198+376	DZ198+703	327	0.20	0.16	0.02	24.0	650
	DZ198+703	DZ199+474	771	0.20	0.39	0.02	/	650
DZ-12#	DZ199+838	DZ200+174	336	0.18	0.17	0.05	/	650
	DZ200+174	DZ201+584	1410	0.18	0.71	0.05	41.0	650
	DZ201+584	DZ202+644	1060	0.20	0.53	0.03	32.5	650
	DZ202+644	DZ203+034	390	0.20	0.20	0.03	/	650
DZ-13#	D203+432	D204+154	722	0.20	0.36	0.03	/	650
	D204+154	D204+911	757	0.20	0.38	0.03	8.0	650
	D204+911	DZ206+346	1435	0.20	0.72	0.03	/	650
DZ-14#	DZ206+512	DZ209+059	2547	0.20	1.27	0.01	/	650
DZ-15#	DZ209+982	DZ210+839	857	0.05	0.43	0.02	/	650
DZ-16#	DZ214+939	DZ216+011	1072	0.05	0.54	0.02	/	650

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆中心的距离 (m)	降雨量(mm)
DZ-17#	DZ218+019	DZ218+229	210	0.02	0.11	0.02	/	650
	DZ218+229	DZ224+530	6301	0.20	3.15	0.01	25.0	650
DZ-18#	DZ225+415	DZ226+425	1010	0.20	0.51	0.01	/	650
	DZ226+425	DZ231+971	5546	0.20	2.77	0.01	43.0	650
DZ-19#	DZ232+457	DZ235+447	2990	0.20	1.50	0.01	25.5	650
	DZ235+447	DZ236+992	1545	0.20	0.77	0.01	/	650

表 7.4-12 DZ-2#~DZ-19#隧洞施工期涌水量计算结果一览表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
DZ-2#	100+056	100+323	267	/	/	水均衡法	47.55	0.18	水均衡法	71.32	0.27
	100+323	100+809	486	0.11	0.08	裘布依理论	135.18	0.28	古德曼经验式	215.23	0.44
	100+809	101+415	606	0.18	0.18	裘布依理论	194.04	0.32	古德曼经验式	432.77	0.71
DZ-3#	DZ101+653	DZ103+183	1530	0.16	0.16	裘布依理论	488.28	0.32	古德曼经验式	1042.27	0.68
	DZ103+183	DZ103+609	426	/	/	水均衡法	94.83	0.22	水均衡法	142.24	0.33
	DZ103+609	DZ104+866	1257	/	/	水均衡法	223.85	0.18	水均衡法	335.77	0.27
	DZ104+866	DZ108+655	3789	1.19	3.07	裘布依理论	2462.65	0.65	古德曼经验式	8725.56	2.30
	DZ108+655	DZ108+665	10	18.25	186.37	裘布依理论	25.56	2.56	古德曼经验式	313.48	31.35
	DZ108+665	DZ111+552	2917	2.17	7.56	裘布依理论	2546.46	0.87	古德曼经验式	10703.13	3.67
	DZ111+552	DZ113+648	2094	0.66	1.25	裘布依理论	1020.88	0.49	古德曼经验式	3016.18	1.44
	DZ113+648	DZ113+848	200	4.03	19.34	裘布依理论	242.41	1.21	古德曼经验式	1947.30	9.74
	DZ113+848	DZ115+428	1580	0.28	0.36	裘布依理论	533.46	0.34	古德曼经验式	1248.81	0.79
	DZ115+428	DZ116+627	1199	/	/	水均衡法	213.52	0.18	水均衡法	320.28	0.27
	DZ116+627	DZ116+667	40	/	/	水均衡法	21.37	0.53	水均衡法	32.05	0.80
	DZ116+667	DZ118+432	1745	/	/	水均衡法	310.75	0.18	水均衡法	466.13	0.27
	DZ118+432	DZ118+492	60	/	/	水均衡法	32.05	0.53	水均衡法	48.08	0.80
	DZ118+492	DZ118+853.291	390.8	/	/	水均衡法	69.59	0.18	水均衡法	104.39	0.27
DZ-4#	DZ119+407	DZ120+311	879.2	/	/	水均衡法	156.57	0.18	水均衡法	234.85	0.27
	DZ120+311	DZ122+435	2138	1.30	3.50	裘布依理论	1448.24	0.68	古德曼经验式	5185.76	2.43
	DZ122+435	DZ122+475	40	21.55	239.19	裘布依理论	111.09	2.78	古德曼经验式	1435.19	35.88
	DZ122+475	DZ123+523	1038	2.84	11.30	裘布依理论	1034.77	1.00	古德曼经验式	4717.71	4.54
	DZ123+523	DZ123+598	75	24.74	294.23	裘布依理论	223.14	2.98	古德曼经验式	3012.28	40.16

隧洞 名称	起始 桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响 半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
DZ-4#	DZ123+598	DZ124+341	741	2.84	11.32	裘布依理论	739.13	1.00	古德曼经验式	3371.15	4.55
	DZ124+341	DZ125+501	1172	2.54	9.56	裘布依理论	1105.45	0.94	古德曼经验式	4909.56	4.19
	DZ125+501	DZ125+681	180	17.10	169.07	裘布依理论	445.44	2.47	古德曼经验式	5354.36	29.75
	DZ125+681	DZ138+867	13197	0.36	0.52	裘布依理论	4743.20	0.36	古德曼经验式	8692.13	0.66
	DZ138+867	DZ141+633	2808	3.39	14.81	裘布依理论	3074.97	1.10	古德曼经验式	17894.00	6.37
	DZ141+633	DZ145+939	4280	0.35	0.48	裘布依理论	1570.32	0.37	古德曼经验式	3952.93	0.92
	DZ145+939	DZ146+044	110	/	/	水均衡法	1.96	0.02	水均衡法	2.94	0.03
DZ-5#	DZ147+832	DZ152+117	4286	0.17	0.17	裘布依理论	1237.29	0.29	古德曼经验式	2493.04	0.58
	DZ152+117	DZ152+535	418	/	/	水均衡法	74.44	0.18	水均衡法	111.66	0.27
DZ-6#	DZ152+904	DZ153+453	549	/	/	水均衡法	97.77	0.18	水均衡法	146.65	0.27
	DZ153+453	DZ155+313	1860	0.59	1.07	裘布依理论	865.18	0.47	古德曼经验式	2524.24	1.36
	DZ155+313	DZ157+223	1910	0.56	0.99	裘布依理论	874.38	0.46	古德曼经验式	2697.66	1.41
	DZ157+223	DZ162+973	5750	/	/	水均衡法	1023.97	0.18	水均衡法	1535.96	0.27
	DZ162+973	DZ163+329	356	/	/	水均衡法	6.34	0.02	水均衡法	9.51	0.03
DZ-7#	DZ164+684	DZ165+744	1060	/	/	水均衡法	18.88	0.02	水均衡法	28.32	0.03
	DZ165+744	DZ167+863	2119	/	/	水均衡法	377.36	0.18	水均衡法	566.03	0.27
	DZ167+863	DZ180+367	12504	1.21	3.15	裘布依理论	8236.49	0.66	古德曼经验式	32598.21	2.61
	DZ180+367	DZ181+907	1540	/	/	水均衡法	342.81	0.22	水均衡法	514.21	0.33
DZ-8#	DZ182+086	DZ182+349	263	/	/	水均衡法	58.54	0.22	水均衡法	87.82	0.33
	DZ182+349	DZ184+222	1873	0.92	2.09	裘布依理论	1084.22	0.58	古德曼经验式	3987.25	2.13
	DZ184+222	DZ184+737	515	0.24	0.28	裘布依理论	159.30	0.31	古德曼经验式	327.10	0.64
	DZ184+737	DZ185+271	534	/	/	水均衡法	95.10	0.18	水均衡法	142.64	0.27

隧洞 名称	起始 桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响 半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
DZ-9#	DZ185+650	DZ185+977	327	/	/	水均衡法	58.23	0.18	水均衡法	87.35	0.27
	DZ185+977	DZ187+747	1770	0.19	0.19	裘布依理论	495.18	0.28	古德曼经验式	937.16	0.53
	DZ187+747	DZ188+024	277	/	/	水均衡法	49.33	0.18	水均衡法	73.99	0.27
DZ-10#	DZ188+981	DZ189+425	444	/	/	水均衡法	79.07	0.18	水均衡法	118.60	0.27
	DZ189+425	DZ190+397	972	0.08	0.05	裘布依理论	241.11	0.25	古德曼经验式	296.22	0.30
	DZ190+397	DZ191+264	867	/	/	水均衡法	154.40	0.18	水均衡法	231.60	0.27
DZ-11#	DZ191+422	DZ192+201	779	/	/	水均衡法	138.73	0.18	水均衡法	208.09	0.27
	DZ192+201	DZ193+205	1004	0.05	0.02	裘布依理论	269.81	0.27	古德曼经验式	201.40	0.20
	DZ193+205	DZ196+517	3312	0.79	1.67	裘布依理论	1785.04	0.54	古德曼经验式	6191.74	1.87
	DZ196+517	DZ198+356	1839	0.37	0.52	裘布依理论	689.53	0.37	古德曼经验式	1747.50	0.95
	DZ198+356	DZ198+376	20	2.69	10.53	裘布依理论	19.96	1.00	古德曼经验式	145.72	7.29
	DZ198+376	DZ198+703	327	0.30	0.39	裘布依理论	119.56	0.37	古德曼经验式	331.93	1.02
	DZ198+703	DZ199+474	771	/	/	水均衡法	137.30	0.18	水均衡法	205.95	0.27
DZ-12#	DZ199+838	DZ200+174	336	/	/	水均衡法	53.85	0.16	水均衡法	80.78	0.24
	DZ200+174	DZ201+584	1410	1.32	3.59	裘布依理论	991.90	0.70	古德曼经验式	5223.96	3.70
	DZ201+584	DZ202+644	1060	0.59	1.09	裘布依理论	513.85	0.48	古德曼经验式	1901.14	1.79
	DZ202+644	DZ203+034	390	/	/	水均衡法	69.45	0.18	水均衡法	104.18	0.27
DZ-13#	D203+432	D204+154	722	/	/	水均衡法	128.58	0.18	水均衡法	192.86	0.27
	D204+154	D204+911	757	0.15	0.13	裘布依理论	326.40	0.43	古德曼经验式	642.45	0.85
	D204+911	DZ206+346	1435	/	/	水均衡法	255.55	0.18	水均衡法	383.32	0.27
DZ-14#	DZ206+512	DZ209+059	2547	/	/	水均衡法	453.58	0.18	水均衡法	680.36	0.27
DZ-15#	DZ209+982	DZ210+839	857	/	/	水均衡法	38.15	0.04	水均衡法	57.23	0.07
DZ-16#	DZ214+939	DZ216+011	1072	/	/	水均衡法	47.73	0.04	水均衡法	71.59	0.07

隧洞 名称	起始 桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响 半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
DZ-17#	DZ218+019	DZ218+229	210	/	/	水均衡法	3.74	0.02	水均衡法	5.61	0.03
	DZ218+229	DZ224+530	6301	0.14	0.13	裘布依理论	1667.73	0.26	古德曼经验式	2977.55	0.47
DZ-18#	DZ225+415	DZ226+425	1010	/	/	水均衡法	179.86	0.18	水均衡法	269.79	0.27
	DZ226+425	DZ231+971	5546	0.40	0.61	裘布依理论	2201.96	0.40	古德曼经验式	6146.40	1.11
DZ-19#	DZ232+457	DZ235+447	2990	0.24	0.28	裘布依理论	980.04	0.33	古德曼经验式	2348.37	0.79
	DZ235+447	DZ236+992	1545	/	/	水均衡法	275.14	0.18	水均衡法	412.71	0.27

根据施工期地下水水位降深和影响半径结果，得出受到影响的保护目标，保护目标影响结果见表 7.4-13。

表 7.4-13 DZ-2#~DZ-19#隧洞施工期影响保护目标统计表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	降深(m)	影响半径(m)	影响敏感目标(与隧洞最近距离)(m)	敏感目标最大水位降深(m)
DZ-3#	DZ104+866	DZ108+655	1.19	3.07	刘家咀(0m)	1.19
DZ-7#	DZ167+863	DZ180+367	1.21	3.15	蔺坪村(0m)、大庄村(0m)、朱杈家阳坡(0m)	1.21
DZ-8#	DZ182+349	DZ184+222	0.92	2.09	常家洼(0m)	0.92
DZ-11#	DZ193+205	DZ196+517	0.79	1.67	辛丑村(0m)	0.79
	DZ196+517	DZ198+356	0.37	0.52	赵家沟(0m)	0.37
DZ-12#	DZ201+584	DZ202+644	0.59	1.09	大湾村(0m)	0.59

根据 DZ2#~DZ19#隧洞地质与水文地质条件，将隧洞进行分段预测，涌水量预测结果见表 7.4-12。从表中可以看出隧洞正常涌水量为 50293.56m³/d，最大涌水量为 167973.72m³/d。从表 7.4-12 中可以看出隧洞涌水量整体较小，单位长度涌水量较大的区段主要集中的断层构造破碎带上，主要包括 DZ108+655~DZ108+665、DZ122+435~DZ122+475、DZ123+523~DZ123+598、DZ125+501~DZ125+681。根据水位降深和影响半径对隧洞周边敏感目标进行分析，得出此次受到影响的村庄共计 8 个，但水位降深值很小，最大值为 1.21m，最小值为 0.37m，影响半径值均较小，因此 DZ2#~DZ19#隧洞对周边敏感目标的水位影响均较小。

(4) 总干线 ZQ 编号小隧洞

根据工程布置，ZQ 编号隧洞包括 ZQ-1#隧洞、ZQ-3#~ZQ-38#隧洞，共 37 个隧洞。各个隧洞施工期涌水量预测参数见表 7.4-14。

根据以上相关参数，采用涌水量计算公式对 ZQ-1#~ZQ-36#隧洞（ZQ-2#除外）施工期涌水量进行计算，计算结果如表 7.4-15。

表 7.4-14 ZQ-1#~ZQ-36#隧洞 (ZQ-2#除外) 隧洞施工期影响预测计算参数表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系 数 α	集水面积 (km^2)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆 中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
ZQ-1#	0+132.16	0+242	110	0.02	0.06	2.30E-02	/	550
	0+242	1+980.7	1738	0.18	0.87	7.00E-03	45.00	550
ZQ-3#	58+623.16	58+875	252	0.20	0.13	1.83E-02	17.33	550
	58+875	60+480	1605	0.20	0.80	1.35E-02	61.23	550
	60+480	61+091	611	0.25	0.31	1.35E-02	50.90	550
	61+091	61+729	638	0.25	0.32	7.60E-03	70.70	550
	61+729	63+983	2254	0.20	1.13	7.60E-03	146.08	550
	63+983	68+035	4052	0.30	2.03	1.30E-03	200.78	550
	68+035	68+134	99	0.20	0.05	1.62E-02	163.40	550
	68+134	68+184	50	0.60	0.03	8.00E-02	169.75	550
	68+184	68+987	803	0.20	0.40	1.62E-02	192.43	550
	68+987	69+541	558	0.30	0.28	1.31E-02	231.28	550
	69+541	69+968	423	0.20	0.21	1.04E-02	235.93	550
	69+968	70+068	100	0.60	0.05	8.00E-02	220.08	550
	70+068	70+633	565	0.20	0.28	5.00E-02	/	550
	70+633	71+484	851	0.20	0.43	3.97E-02	/	550
	71+484	71+584	100	0.60	0.05	8.00E-02	/	550
	71+584	72+199	615	0.18	0.31	5.00E-02	/	550
	72+199	72+299	100	0.60	0.05	8.00E-02	/	550
	72+299	72+734	435	0.18	0.22	1.04E-02	/	550
	72+734	73+063	329	0.18	0.16	1.31E-02	/	550

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆 中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
ZQ-3#	73+063	73+325	262	0.18	0.13	1.62E-02	/	550
	73+325	73+971	646	0.20	0.32	1.62E-02	/	550
	73+971	74+021	50	0.20	0.03	1.62E-02	/	550
	74+021	74+291	270	0.20	0.14	1.30E-03	56.53	550
	74+291	75+365	1074	0.02	0.54	1.50E-02	67.48	550
	75+365	75+665	300	0.25	0.15	7.60E-03	69.35	550
	75+665	76+249.56	585	0.02	0.29	1.50E-02	32.03	550
ZQ-4#	76+868.43	78+118	1250	0.02	0.63	1.50E-02	13.95	550
	78+118	80+048.24	1930	0.02	0.97	1.50E-02	/	550
ZQ-5#	80+265.433	81+744.133	1509	0.02	0.75	1.50E-02	/	550
ZQ-6#	181+954.12	182+829.42	874	0.02	0.44	1.50E-02	/	557
ZQ-7#	183+192.8	183+400.8	208	0.02	0.10	1.50E-02	/	557
ZQ-8#	183+590.8	184+137.81	565	0.02	0.28	1.50E-02	/	557
ZQ-9#	185+399.8	186+045	644	0.02	0.32	1.50E-02	/	557
ZQ-10#	186+130.34	190+965.91	4835	0.02	2.42	1.50E-02	/	557
ZQ-11#	190+985.71	191+278.87	293	0.02	0.15	1.50E-02	/	557
ZQ-12#	191+339.87	192+515	1175	0.02	0.59	1.50E-02	/	557
ZQ-13#	193+349.7	194+204.91	855	0.02	0.43	1.50E-02	/	557
ZQ-14#	194+429.41	194+751.3	322	0.02	0.16	1.50E-02	/	557
ZQ-15#	195+199.27	195+488.52	289.25	0.02	0.14	1.50E-02	/	557
ZQ-16#	195+571.21	196+070.91	499.7	0.02	0.25	1.50E-02	/	557
ZQ-17#	196+569.09	197+209.2	640.11	0.02	0.32	1.50E-02	/	557

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
				入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面等效圆 中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
ZQ-18#	200+616.59	201+696	1079.4	0.02	0.54	1.50E-02	/	557
ZQ-19#	206+609.5	206+721.3	111.8	0.02	0.06	1.50E-02	/	557
ZQ-20#	209+312.09	210+315.56	1003.5	0.02	0.50	1.50E-02	/	557
ZQ-21#	212+586.91	213+243.7	656.79	0.02	0.33	1.50E-02	/	557
ZQ-22#	213+344.41	213+694.5	350.09	0.02	0.18	1.50E-02	/	557
ZQ-23#	221+817.3	222+167	350	0.02	0.18	1.50E-02	/	557
ZQ-24#	222+242.7	223+251.8	1009	0.02	0.50	1.50E-02	/	557
ZQ-25#	223+322.418	224+170.3	848	0.02	0.42	1.50E-02	/	557
ZQ-26#	224+215	226+880	2665	0.02	1.33	1.50E-02	/	557
ZQ-27#	226+898	230+062.8	3164	0.02	1.58	1.50E-02	/	557
ZQ-28#	230+578.3	233+186.91	2608	0.02	1.30	1.50E-02	/	557
ZQ-29#	234+242.5	235+219.8	997	0.02	0.50	1.50E-02	/	557
ZQ-30#	235+332.2	237+671.7	2339	0.02	1.17	1.50E-02	/	557
ZQ-31#	237+915.7	238+614.5	699	0.02	0.35	1.50E-02	/	557
ZQ-32#	239+274.3	241+451.7	2177	0.02	1.09	1.50E-02	/	557
ZQ-33#	241+484.41	241+799.2	315	0.02	0.16	1.50E-02	/	557
ZQ-34#	241+884.7	242+191.32	307	0.02	0.15	1.50E-02	/	557
ZQ-35#	243+903.92	244+385.3	481	0.02	0.24	1.50E-02	/	557
ZQ-36#	246+819.7	247+790.2	970	0.02	0.49	1.50E-02	/	557
ZQ-37#	249+099.3	250+338.8	1239	0.02	0.62	1.50E-02	/	557
ZQ-38#	251+053.5	251+782.9	729	0.02	0.36	1.50E-02	/	557

表 7.4-15 ZQ-1#~ZQ-36#隧洞 (ZQ-2#除外) 施工期涌水量计算结果一览表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
ZQ-1#	0+132.16	0+242	110	/	/	水均衡法	1.24	0.01	水均衡法	1.86	0.02
	0+242	1+980.7	1738	0.23	0.25	裘布依理论	511.80	0.29	古德曼经验式	949.10	0.55
ZQ-3#	58+623.16	58+875	252	0.23	0.26	裘布依理论	80.66	0.32	古德曼经验式	188.20	0.75
	58+875	60+480	1605	0.59	1.07	裘布依理论	744.88	0.46	古德曼经验式	2116.33	1.32
	60+480	61+091	611	0.49	0.81	裘布依理论	260.35	0.43	古德曼经验式	702.80	1.15
	61+091	61+729	638	0.39	0.57	裘布依理论	239.38	0.38	古德曼经验式	528.65	0.83
	61+729	63+983	2254	0.80	1.68	裘布依理论	1196.98	0.53	古德曼经验式	3275.69	1.45
	63+983	68+035	4052	0.19	0.19	裘布依理论	1045.69	0.26	古德曼经验式	1293.91	0.32
	68+035	68+134	99	1.89	6.14	裘布依理论	80.79	0.82	古德曼经验式	334.19	3.38
	68+134	68+184	50	9.50	70.03	裘布依理论	92.30	1.85	古德曼经验式	861.53	17.23
	68+184	68+987	803	2.23	7.85	裘布依理论	710.43	0.88	古德曼经验式	3089.39	3.85
	68+987	69+541	558	2.18	7.59	裘布依理论	487.68	0.87	古德曼经验式	2023.99	3.63
	69+541	69+968	423	1.75	5.49	裘布依理论	331.86	0.78	古德曼经验式	1231.00	2.91
	69+968	70+068	100	12.32	103.37	裘布依理论	210.07	2.10	古德曼经验式	2122.59	21.23
	70+068	70+633	565	/	/	水均衡法	85.14	0.15	水均衡法	127.71	0.23
	70+633	71+484	851	/	/	水均衡法	128.23	0.15	水均衡法	192.35	0.23
	71+484	71+584	100	/	/	水均衡法	45.21	0.45	水均衡法	67.81	0.68
	71+584	72+199	615	/	/	水均衡法	83.40	0.14	水均衡法	125.11	0.20
	72+199	72+299	100	/	/	水均衡法	45.21	0.45	水均衡法	67.81	0.68
	72+299	72+734	435	/	/	水均衡法	58.99	0.14	水均衡法	88.49	0.20
	72+734	73+063	329	/	/	水均衡法	44.62	0.14	水均衡法	66.93	0.20
	73+063	73+325	262	/	/	水均衡法	35.53	0.14	水均衡法	53.30	0.20

隧洞 名称	起始 桩号	终止 桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
ZQ-3#	73+325	73+971	646	/	/	水均衡法	97.34	0.15	水均衡法	146.01	0.23
	73+971	74+021	50	/	/	水均衡法	7.53	0.15	水均衡法	11.30	0.23
	74+021	74+291	270	0.05	0.03	裘布依理论	39.64	0.15	铁路勘察 规程经验公式	44.91	0.17
	74+291	75+365	1074	0.72	1.46	裘布依理论	549.85	0.51	古德曼经验式	1695.02	1.58
	75+365	75+665	300	0.38	0.55	裘布依理论	111.56	0.37	古德曼经验式	244.99	0.82
	75+665	76+249.56	585	0.34	0.48	裘布依理论	214.11	0.37	古德曼经验式	537.63	0.92
ZQ-4#	76+868.43	78+118	1250	0.15	0.14	裘布依理论	350.30	0.28	古德曼经验式	669.93	0.54
	78+118	80+048.24	1930	/	/	水均衡法	29.08	0.02	水均衡法	43.62	0.02
ZQ-5#	80+265.433	81+744.133	1509	/	/	水均衡法	22.74	0.02	水均衡法	34.11	0.02
ZQ-6#	181+954.12	182+829.42	874	/	/	水均衡法	13.34	0.02	水均衡法	20.01	0.02
ZQ-7#	183+192.8	183+400.8	208	/	/	水均衡法	3.17	0.02	水均衡法	4.76	0.02
ZQ-8#	183+590.8	184+137.81	565	/	/	水均衡法	8.62	0.02	水均衡法	12.93	0.02
ZQ-9#	185+399.8	186+045	644	/	/	水均衡法	9.83	0.02	水均衡法	14.74	0.02
ZQ-10#	186+130.34	190+965.91	4835	/	/	水均衡法	73.78	0.02	水均衡法	110.68	0.02
ZQ-11#	190+985.71	191+278.87	293	/	/	水均衡法	4.47	0.02	水均衡法	6.71	0.02
ZQ-12#	191+339.87	192+515	1175	/	/	水均衡法	17.93	0.02	水均衡法	26.90	0.02
ZQ-13#	193+349.7	194+204.91	855	/	/	水均衡法	13.05	0.02	水均衡法	19.57	0.02
ZQ-14#	194+429.41	194+751.3	322	/	/	水均衡法	4.91	0.02	水均衡法	7.37	0.02
ZQ-15#	195+199.27	195+488.52	289.25	/	/	水均衡法	4.42	0.02	水均衡法	6.63	0.02
ZQ-16#	195+571.21	196+070.91	499.7	/	/	水均衡法	7.65	0.02	水均衡法	11.48	0.02
ZQ-17#	196+569.09	197+209.2	640.11	/	/	水均衡法	9.82	0.02	水均衡法	14.73	0.02
ZQ-18#	200+616.59	201+696	1079.41	/	/	水均衡法	16.59	0.02	水均衡法	24.89	0.02

隧洞 名称	起始 桩号	终止 桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
						涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)	涌水量 计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量 数值 (m³/d)
ZQ-19#	206+609.5	206+721.3	111.8	/	/	水均衡法	1.72	0.02	水均衡法	2.58	0.02
ZQ-20#	209+312.09	210+315.56	1003.47	/	/	水均衡法	15.48	0.02	水均衡法	23.22	0.02
ZQ-21#	212+586.91	213+243.7	656.79	/	/	水均衡法	10.15	0.02	水均衡法	15.22	0.02
ZQ-22#	213+344.41	213+694.5	350.09	/	/	水均衡法	5.34	0.02	水均衡法	8.13	0.02
ZQ-23#	221+817.3	222+167	350	/	/	水均衡法	5.34	0.02	水均衡法	8.01	0.02
ZQ-24#	222+242.7	223+251.8	1009	/	/	水均衡法	15.40	0.02	水均衡法	23.10	0.02
ZQ-25#	223+322.418	224+170.3	848	/	/	水均衡法	12.94	0.02	水均衡法	19.41	0.02
ZQ-26#	224+215	226+880	2665	/	/	水均衡法	40.67	0.02	水均衡法	61.00	0.02
ZQ-27#	226+898	230+062.8	3164	/	/	水均衡法	48.28	0.02	水均衡法	72.43	0.02
ZQ-28#	230+578.3	233+186.91	2608	/	/	水均衡法	39.80	0.02	水均衡法	59.70	0.02
ZQ-29#	234+242.5	235+219.8	997	/	/	水均衡法	15.21	0.02	水均衡法	22.82	0.02
ZQ-30#	235+332.2	237+671.7	2339	/	/	水均衡法	35.69	0.02	水均衡法	53.54	0.02
ZQ-31#	237+915.7	238+614.5	699	/	/	水均衡法	10.67	0.02	水均衡法	16.00	0.02
ZQ-32#	239+274.3	241+451.7	2177	/	/	水均衡法	33.22	0.02	水均衡法	49.83	0.02
ZQ-33#	241+484.41	241+799.2	315	/	/	水均衡法	4.81	0.02	水均衡法	7.21	0.02
ZQ-34#	241+884.7	242+191.32	307	/	/	水均衡法	4.68	0.02	水均衡法	7.03	0.02
ZQ-35#	243+903.92	244+385.3	481	/	/	水均衡法	7.34	0.02	水均衡法	11.01	0.02
ZQ-36#	246+819.7	247+790.2	970	/	/	水均衡法	14.80	0.02	水均衡法	22.20	0.02
ZQ-37#	249+099.3	250+338.8	1239	/	/	水均衡法	18.91	0.02	水均衡法	28.36	0.02
ZQ-38#	251+053.5	251+782.9	729	/	/	水均衡法	11.12	0.02	水均衡法	16.69	0.02

根据施工期地下水水位降深和影响半径结果，得出受到影响的保护目标，保护目标影响结果见表 7.4-16。

表 7.4-16 ZQ-1#~ZQ-36#隧洞施工期影响保护目标统计表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	降深(m)	影响半径(m)	影响敏感目标(与隧洞最近距离)(m)	敏感目标最大水位降深(m)
ZQ-3#	60+480	61+091	0.49	0.81	白崖子(0m)	0.49
	63+983	68+035	0.19	0.19	颀岭村(0m)	0.19

根据 ZQ1#~ZQ36#隧洞（ZQ-2#除外）地质与水文地质条件，将隧洞进行分段预测，涌水量预测结果见表 7.4-15。从表中可以看出隧洞正常涌水量为 8481.77m³/d，最大涌水量为 23745.12m³/d。从表 7.4-15 中可以看出隧洞涌水量整体较小，结合表 7.4-16，根据水位降深和影响半径对隧洞周边敏感目标进行分析，得出此次受到影响的村庄共计 2 个，水位降深值很小，最大值为 0.49m，同时影响半径最大为 0.81m，因此 ZQ1#~ZQ36#隧洞（ZQ-2#除外）对周边敏感目标的水位影响均较小。

（5）干线隧洞

根据工程布置，干线编号隧洞包括天水一干线及分干、天水二干线及分干、平凉一干线及分干、华池干线、延安干线及分干隧洞。各个隧洞施工期涌水量预测参数见表 7.4-17。

根据以上相关参数，采用涌水量计算公式对干线隧洞施工期涌水量进行计算，计算结果如表 7.4-18。

表 7.4-17 干线及分干线工程隧洞施工期影响预测计算参数表

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系数 α	集水面积 (km^2)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
天水一干线及分干	TS1#无压隧洞	10+400.51	10+480	79	0.05	0.04	2.30E-02	/	491.7
		10+480	10+789.510	310	0.2	0.16	7.00E-03	/	491.7
	TS2#无压隧洞	11+417.851	11+567	149	0.2	0.07	1.64E-02	/	491.7
		11+567	12+837	1270	0.2	0.64	1.64E-02	45	491.7
		12+837	12+891	54	0.2	0.03	1.64E-02	/	491.7
		12+891	12+939.376	48	0.05	0.02	2.30E-02	/	491.7
	TS3#无压隧洞	38+086.924	38+167	81	0.05	0.04	2.30E-02	/	491.7
		38+167	38+941.246	774	0.02	0.39	1.50E-02	8	491.7
	TS4#无压隧洞	39+066.303	39+160	94	0.05	0.05	2.30E-02	/	491.7
		39+160	39+415	255	0.2	0.13	7.00E-03	14	491.7
		39+415	39+467.242	52	0.02	0.03	1.50E-02	7	491.7
	TS5#无压隧洞	42+897.807	42+960	63	0.05	0.03	2.30E-02	/	491.7
		42+960	43+228	268	0.02	0.13	1.50E-02	/	491.7
		43+228	43+250.112	22	0.05	0.01	2.30E-02	/	491.7
	TS6#无压隧洞	44+138.802	44+164	26	0.05	0.01	2.30E-02	/	491.7
		44+164	44+248	84	0.02	0.04	1.50E-02	/	491.7
		44+248	44+846	598	0.02	0.30	1.50E-02	12	491.7
		44+846	44+928	82	0.02	0.04	1.50E-02	/	491.7
		44+928	45+133.666	205	0.05	0.10	2.30E-02	/	491.7

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
天水一干线及分干	TS7#无压隧洞	46+268.928	46+556	288	0.2	0.14	7.00E-03	/	491.7
		46+556	47+783	1227	0.2	0.61	7.00E-03	16	491.7
		47+783	47+960	177	0.1	0.09	2.40E-02	8	491.7
		47+960	48+110.372	150	0.1	0.08	2.40E-02	/	491.7
	TS8#无压隧洞	51+515.611	51+538	23	0.1	0.01	2.40E-02	/	491.7
		51+538	56+357	4819	0.1	2.41	2.40E-02	105	491.7
		56+357	56+370.046	13	0.1	0.01	2.40E-02	/	491.7
	TS9#无压隧洞	56+491.842	57+960	1470		0.74	2.40E-02	34.5	491.7
		57+960	58+218	258	0.6	0.13	8.00E-02	69	491.7
		58+218	59+846	1630	0.1	0.82	1.60E-02	70	491.7
		59+846	65+228.439	5380	0.25	2.69	1.00E-02	51	491.7
	1#穿管隧洞	80+529.649	80+777.627	248	0.25	0.12	1.00E-02	/	491.7
天水二干线及分干	张清隧洞	39+841.110	39+947	106	0.05	0.05	2.30E-02	/	491.7
		39+947	41+637	1690	0.2	0.85	9.50E-03	26	491.7
		41+637	41+679.880	42	0.05	0.02	2.30E-02	/	491.7
	QS1#无压隧洞	13+316.359	13+399	83	0.05	0.04	2.30E-02	/	491.7
		13+399	13+649	250	0.02	0.13	1.47E-02	/	491.7
		13+649	14+491	842	0.02	0.42	1.47E-02	10	491.7
		14+491	15+051	560	0.18	0.28	2.85E-02	9	491.7
		15+051	15+603.997	552	0.18	0.28	2.85E-02	/	491.7
	QS2#无压隧洞	15+836.437	16+042	206	0.18	0.10	2.85E-02	/	491.7
		16+042	21+845.804	5803	0.18	2.90	2.85E-02	91	491.7

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
天水二干线及分干	QS3#无压隧洞	21+885.804	22+643	758	0.18	0.38	2.85E-02	6	491.7
		22+643	23+232	589	0.18	0.29	2.85E-02	/	491.7
		23+232	23+371.506	139	0.05	0.07	2.30E-02	/	491.7
平凉一干线及分干	PLY1#无压隧洞	0+000	2+321.67	2321	0.25	1.16	4.06E-02	/	615
	PLY2#无压隧洞	4+271.90	5+704.51	1433	0.15	0.72	4.06E-02	/	615
	PLY3#无压隧洞	6+423.84	7+409.51	986	0.15	0.49	4.06E-02	/	615
	PLY4#无压隧洞	7+542.51	9+371.17	1829	0.15	0.91	4.06E-02	/	615
	PLY1#穿管隧洞	20+628.06	21+194.76	567	0.15	0.28	4.06E-02	/	615
	PLY2#穿管隧洞	21+692.52	23+359.16	1667	0.15	0.83	4.06E-02	/	615
	PLY3#穿管隧洞	23+404.96	25+064.16	1659	0.15	0.83	4.06E-02	/	615
华池干线	HC1#无压隧洞	2+740.00	3+315.00	575	0.05	0.29	2.30E-02	/	510
	HC2#无压隧洞	3+850.00	4+360.00	510	0.05	0.26	2.30E-02	/	510
延安干线延安段（子午岭前段）	YA1#隧洞	2+307.43	5+671.11	3364	0.02	1.68	1.50E-02	/	500
	YA2#隧洞	6+175.00	7+235.00	1060	0.02	0.53	1.50E-02	/	500
	YA3#隧洞	7+655.98	8+615.00	959	0.02	0.48	1.50E-02	/	500
	YA4#隧洞	8+955.00	10+370.00	1415	0.05	0.71	1.20E-02	/	500
	YA5#隧洞	10+735.00	12+415.00	1680	0.05	0.84	1.20E-02	/	500
	YA6#隧洞	12+890.00	16+135.00	3245	0.05	1.62	1.20E-02	/	500
	YA7#隧洞	16+165.00	16+690.00	525	0.05	0.26	1.20E-02	/	500
	YA8#隧洞	16+730.00	17+565.00	835	0.05	0.42	1.20E-02	/	500
	YA9#隧洞	18+326.89	19+105.00	778	0.05	0.39	1.20E-02	/	500

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系 数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
延安干线延安段（子午 岭后段）	SYA1#无压隧洞	0+000	0+400	400	0.2	0.20	1.60E-02	/	500
		0+400	0+700	300	0.2	0.15	1.86E-02	/	500
		0+700	25+900	25200	0.15	12.60	7.95E-03	80.9	500
		25+900	27+940	2040	0.2	1.02	1.86E-02	22	500
		27+940	27+960	20	0.02	0.01	1.50E-02	/	500
	SYA2#无压隧洞	28+025	28+040	15	0.02	0.01	1.50E-02	/	500
		28+040	28+160	120	0.2	0.06	1.86E-02	10	500
		28+160	28+840	680	0.15	0.34	7.95E-03	28	500
		28+840	29+000	160	0.2	0.08	1.86E-02	12	500
	延安干线志安段	1#穿管隧洞	44+540	44+554	14	0.02	0.01	1.50E-02	/
44+554			47+070	2516	0.15	1.26	7.95E-03	54	500
SYA3#无压隧洞		49+455	49+473	18	0.02	0.01	1.50E-02	/	500
		49+473	49+665	193	0.15	0.10	7.95E-03	/	500
		49+665	51+065	1400	0.15	0.70	7.95E-03		500
		51+065	51+515	450	0.15	0.23	7.95E-03	/	500
		51+515	62+665	11150	0.15	5.58	7.95E-03	56	500
		62+665	62+770	105	0.15	0.05	7.95E-03	/	500
		SYA4#无压隧洞	63+115	63+175	60	0.15	0.03	7.95E-03	/
63+175			63+795	620	0.15	0.31	7.95E-03	10	500
63+795			63+947	153	0.15	0.08	7.95E-03	/	500
63+947			64+160	212	0.15	0.11	7.95E-03	5	500
64+160			64318.1	159	0.15	0.08	7.95E-03	/	500

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
延安干线志安段	SYA4#无压隧洞	64+318	68+352	4034	0.15	2.02	7.95E-03	30	500
		68+352	68+435	83	0.15	0.04	7.95E-03	/	500
	SYA5#无压隧洞	68+565	69+039	474	0.15	0.24	7.95E-03	/	500
		69+039	69+168	128	0.2	0.06	1.60E-02	/	500
		69+168	69+630	463	0.15	0.23	7.95E-03	/	500
	SYA6#无压隧洞	69+990	70+013	23	0.02	0.01	1.50E-02	/	500
		70+013	70+210	198	0.2	0.10	1.60E-02	/	500
		70+210	70+240	30	0.02	0.01	1.50E-02	/	500
	SYA7#无压隧洞	70+390	70+459	69	0.02	0.03	1.50E-02	/	500
		70+459	71+470	1012	0.15	0.51	7.95E-03	7	500
		71+470	71+605	135	0.02	0.07	1.50E-02	/	500
	SYA8#无压隧洞	71+675	71+708	33	0.02	0.02	1.50E-02	/	500
		71+708	72+080	372	0.2	0.19	1.60E-02	/	500
	SYA9#无压隧洞	72+510	72+950	440	0.02	0.22	1.50E-02	/	500
延安干线安宝段	SYA10#无压隧洞	76+077	76+105	28	0.18	0.01	3.46E-02	/	500
		76+105	85+805	9700	0.15	4.85	2.54E-02	56	500
		85+805	88612	2807	0.15	1.40	7.95E-03	58	500
		88612	94+097	5485	0.15	2.74	2.54E-02	52.3	500
		94+097	94+980	883	0.18	0.44	3.46E-02	/	500
	SYA11#无压隧洞	95+015	96+230	1215	0.18	0.61	3.46E-02	/	500

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	相关参数				
					入渗系数 α	集水面积 (km ²)	渗透系数 K (m/d)	原始静水位至洞身横截面 等效圆中心的距离 (m)	降雨量 (mm)
吴起分干	WQ1#无压隧洞	29+990	30+166	176	0.02	0.09	1.50E-02	/	500
		30+166	31+992	1826	0.2	0.91	1.60E-02	6	500
		31+992	32+175	183	0.02	0.09	1.50E-02	/	500
安塞分干	AS1#无压隧洞	2+205	2+362	157	0.18	0.08	4.71E-02	5	500
		2+362	6+310	3948	0.1	1.97	2.38E-02	12	500
	AS2#无压隧洞	20+390	20+488	98	0.02	0.05	1.50E-02	/	500
		20+488	20+694	206	0.18	0.10	4.71E-02	/	500
		20+694	22+660	1966	0.15	0.98	3.46E-02	16	500
		22+660	23+790	1130	0.1	0.57	2.38E-02	31	500
宝塔分干	BT1#无压隧洞	15+778	16+163	385	0.02	0.19	1.50E-02	/	500
	BT2#无压隧洞	16+498	17+513	1015	0.2	0.51	1.49E-02	/	500
	BT3#无压隧洞	17+573	19+123	1550	0.2	0.78	1.49E-02	/	500
	BT4#无压隧洞	19+283	20+423	1140	0.2	0.57	1.49E-02	/	500
		20+423	21+623	1200	0.2	0.60	1.49E-02	6	500
		21+623	22748	1125	0.2	0.56	1.49E-02	/	500
		22+748	22+843	95	0.02	0.05	1.50E-02	/	500

表 7.4-18 干线及分干线工程隧洞施工期涌水量计算结果一览表

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)	正常涌水量 (m ³ /d)			最大涌水量 (m ³ /d)		
							涌水量 计算公式	涌水量数 值 (m ³ /d)	单位长度涌 水量数值 (m ³ /d)	涌水量 计算公式	涌水量数 值 (m ³ /d)	单位长度涌 水量数值 (m ³ /d)
天水一 干线及 分干	TS1#无压隧洞	10+400.51	10+480	79	/	/	水均衡法	2.66	0.03	水均衡法	3.99	0.05
		10+480	10+789.510	310	/	/	水均衡法	41.76	0.13	水均衡法	62.64	0.20
	TS2#无压隧洞	11+417.851	11+567	149	/	/	水均衡法	20.07	0.13	水均衡法	30.11	0.20
		11+567	12+837	1270	0.53	0.91	裘布依理论	554.20	0.44	古德曼经验式	1377.00	1.08
		12+837	12+891	54	/	/	水均衡法	7.27	0.13	水均衡法	10.91	0.20
		12+891	12+939.376	48	/	/	水均衡法	1.62	0.03	水均衡法	2.42	0.05
	TS3#无压隧洞	38+086.924	38+167	81	/	/	水均衡法	2.73	0.03	水均衡法	4.09	0.05
		38+167	38+941.246	774	0.09	0.06	裘布依理论	170.39	0.22	古德曼经验式	228.91	0.30
	TS4#无压隧洞	39+066.303	39+160	94	/	/	水均衡法	3.17	0.03	水均衡法	4.75	0.05
		39+160	39+415	255	0.07	0.04	裘布依理论	46.31	0.18	古德曼经验式	50.50	0.20
		39+415	39+467.242	52	0.08	0.05	裘布依理论	11.39	0.22	古德曼经验式	14.20	0.27
	TS5#无压隧洞	42+897.807	42+960	63	/	/	水均衡法	2.12	0.03	水均衡法	3.18	0.05
		42+960	43+228	268	/	/	水均衡法	3.61	0.01	水均衡法	5.42	0.02
		43+228	43+250.112	22	/	/	水均衡法	0.74	0.03	水均衡法	1.11	0.05
	TS6#无压隧洞	44+138.802	44+164	26	/	/	水均衡法	0.88	0.03	水均衡法	1.31	0.05
		44+164	44+248	84	/	/	水均衡法	1.13	0.01	水均衡法	1.70	0.02
		44+248	44+846	598	0.13	0.11	裘布依理论	143.60	0.24	古德曼经验式	228.88	0.38
		44+846	44+928	82	/	/	水均衡法	1.10	0.01	水均衡法	1.66	0.02
		44+928	45+133.666	205	/	/	水均衡法	6.90	0.03	水均衡法	10.36	0.05

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
							涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
天水一 干线及 分干	TS7#无压隧洞	46+268.928	46+556	288	/	/	水均衡法	38.80	0.13	水均衡法	58.20	0.20
		46+556	47+783	1227	0.08	0.05	裘布依理论	231.54	0.19	古德曼经验式	266.29	0.22
		47+783	47+960	177	0.14	0.12	裘布依理论	46.46	0.26	古德曼经验式	83.75	0.47
		47+960	48+110.372	150	/	/	水均衡法	10.10	0.07	水均衡法	15.16	0.10
	TS8#无压隧洞	51+515.611	51+538	23	/	/	水均衡法	1.55	0.07	水均衡法	2.32	0.10
		51+538	56+357	4819	1.80	5.71	裘布依理论	3839.01	0.80	古德曼经验式	14891.25	3.09
		56+357	56+370.046	13	/	/	水均衡法	0.88	0.07	水均衡法	1.31	0.10
	TS9#无压隧洞	56+491.842	57+960	1470	0.59	1.08	裘布依理论	681.82	0.46	古德曼经验式	1906.68	1.30
		57+960	58+218	258	3.86	18.15	裘布依理论	304.19	1.18	古德曼经验式	1902.22	7.37
		58+218	59+846	1630	0.80	1.70	裘布依理论	869.68	0.53	古德曼经验式	2430.98	1.49
		59+846	65+228.439	5380	0.37	0.52	裘布依理论	1953.83	0.36	古德曼经验式	3916.51	0.73
	1#穿管隧洞	80+529.649	80+777.627	248	/	/	水均衡法	41.76	0.17	水均衡法	62.64	0.25
天水二 干线及 分干	张清隧洞	39+841.110	39+947	106	/	/	水均衡法	3.57	0.03	水均衡法	5.35	0.05
		39+947	41+637	1690	0.18	0.18	裘布依理论	440.65	0.26	古德曼经验式	703.52	0.42
		41+637	41+679.880	42	/	/	水均衡法	1.41	0.03	水均衡法	2.12	0.05
	QS1#无压隧洞	13+316.359	13+399	83	/	/	水均衡法	2.80	0.03	水均衡法	4.19	0.05
		13+399	13+649	250	/	/	水均衡法	3.37	0.01	水均衡法	5.05	0.02
		13+649	14+491	842	0.11	0.08	裘布依理论	190.86	0.23	古德曼经验式	280.27	0.33
		14+491	15+051	560	0.18	0.19	裘布依理论	162.34	0.29	古德曼经验式	338.51	0.60
		15+051	15+603.997	552	/	/	水均衡法	66.93	0.12	水均衡法	100.39	0.18
	QS2#无压隧洞	15+836.437	16+042	206	/	/	水均衡法	24.98	0.12	水均衡法	37.46	0.18
		16+042	21+845.804	5803	1.85	5.96	裘布依理论	4693.11	0.81	古德曼经验式	18993.15	3.27

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
							涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
天水二 干线及 分干	QS3#无压隧洞	21+885.804	22+643	758	0.12	0.10	裘布依理论	203.71	0.27	古德曼经验式	360.23	0.48
		22+643	23+232	589	/	/	水均衡法	71.41	0.12	水均衡法	107.12	0.18
		23+232	23+371.506	139	/	/	水均衡法	4.68	0.03	水均衡法	7.02	0.05
平凉一 干线及 分干	PLY1#无压隧洞	0+000	2+321.67	2321	/	/	水均衡法	488.84	0.21	水均衡法	733.26	0.32
	PLY2#无压隧洞	4+271.90	5+704.51	1433	/	/	水均衡法	181.04	0.13	水均衡法	271.56	0.19
	PLY3#无压隧洞	6+423.84	7+409.51	986	/	/	水均衡法	124.56	0.13	水均衡法	186.84	0.19
	PLY4#无压隧洞	7+542.51	9+371.17	1829	/	/	水均衡法	231.09	0.13	水均衡法	346.63	0.19
	PLY1#穿管隧洞	20+628.06	21+194.76	567	/	/	水均衡法	71.65	0.13	水均衡法	107.48	0.19
	PLY2#穿管隧洞	21+692.52	23+359.16	1667	/	/	水均衡法	210.66	0.13	水均衡法	315.99	0.19
	PLY3#穿管隧洞	23+404.96	25+064.16	1659	/	/	水均衡法	209.65	0.13	水均衡法	314.47	0.19
华池 分干	HC1#无压隧洞	2+740.00	3+315.00	575	/	/	水均衡法	20.09	0.03	水均衡法	30.13	0.05
	HC2#无压隧洞	3+850.00	4+360.00	510	/	/	水均衡法	17.82	0.03	水均衡法	26.72	0.05
延安干 线延安 段（子 午岭前 段）	YA1#隧洞	2+307.43	5+671.11	3364	/	/	水均衡法	46.08	0.01	水均衡法	69.12	0.02
	YA2#隧洞	6+175.00	7+235.00	1060	/	/	水均衡法	14.52	0.01	水均衡法	21.78	0.02
	YA3#隧洞	7+655.98	8+615.00	959	/	/	水均衡法	13.14	0.01	水均衡法	19.71	0.02
	YA4#隧洞	8+955.00	10+370.00	1415	/	/	水均衡法	48.46	0.03	水均衡法	72.69	0.05
	YA5#隧洞	10+735.00	12+415.00	1680	/	/	水均衡法	57.53	0.03	水均衡法	86.30	0.05
	YA6#隧洞	12+890.00	16+135.00	3245	/	/	水均衡法	111.13	0.03	水均衡法	166.70	0.05
	YA7#隧洞	16+165.00	16+690.00	525	/	/	水均衡法	17.98	0.03	水均衡法	26.97	0.05
	YA8#隧洞	16+730.00	17+565.00	835	/	/	水均衡法	28.60	0.03	水均衡法	42.89	0.05
	YA9#隧洞	18+326.89	19+105.00	778	/	/	水均衡法	26.64	0.03	水均衡法	39.97	0.05

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
							涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
延安干线延安段（子午岭后段）	SYA1#无压隧洞	0+000	0+400	400	/	/	水均衡法	54.79	0.14	水均衡法	82.19	0.21
		0+400	0+700	300	/	/	水均衡法	41.10	0.14	水均衡法	61.64	0.21
		0+700	25+900	25200	0.46	0.74	裘布依理论	10200.78	0.40	古德曼经验式	20936.63	0.83
		25+900	27+940	2040	0.29	0.37	裘布依理论	680.98	0.33	古德曼经验式	1470.98	0.72
		27+940	27+960	20	/	/	水均衡法	0.27	0.01	水均衡法	0.41	0.02
	SYA2#无压隧洞	28+025	28+040	15	/	/	水均衡法	0.21	0.01	水均衡法	0.31	0.02
		28+040	28+160	120	0.13	0.11	裘布依理论	29.94	0.25	古德曼经验式	50.52	0.42
		28+160	28+840	680	0.16	0.15	裘布依理论	168.15	0.25	古德曼经验式	250.10	0.37
		28+840	29+000	160	0.16	0.15	裘布依理论	42.16	0.26	古德曼经验式	75.84	0.47
延安干线志安段	1#穿管隧洞	44+540	44+554	13.9	/	/	水均衡法	0.19	0.01	水均衡法	0.29	0.02
		44+554	47+070	2516	0.31	0.40	裘布依理论	838.76	0.33	古德曼经验式	1521.83	0.60
	SYA3#无压隧洞	49+455	49+473	17.5	/	/	水均衡法	0.24	0.01	水均衡法	0.36	0.02
		49+473	49+665	192.5	/	/	水均衡法	19.78	0.10	水均衡法	29.67	0.15
		49+665	51+065	1400	/	/	水均衡法	143.84	0.10	水均衡法	215.75	0.15
		51+065	51+515	450	/	/	水均衡法	46.23	0.10	水均衡法	69.35	0.15
		51+515	62+665	11150	0.32	0.43	裘布依理论	3781.72	0.34	古德曼经验式	6937.32	0.62
		62+665	62+770	104.7	/	/	水均衡法	10.76	0.10	水均衡法	16.14	0.15
	SYA4#无压隧洞	63+115	63+175	59.9	/	/	水均衡法	6.15	0.10	水均衡法	9.23	0.15
		63+175	63+795	619.8	0.06	0.03	裘布依理论	111.13	0.18	古德曼经验式	111.65	0.18
		63+795	63+947	152.6	/	/	水均衡法	15.68	0.10	水均衡法	23.52	0.15
		63+947	64+160	212.2	0.03	0.01	水均衡法	21.80	0.10	水均衡法	32.70	0.15
		64+160	64318.1	158.6	/	/	水均衡法	16.29	0.10	水均衡法	24.44	0.15

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
							涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
延安干线志安段	SYA4#无压隧洞	64+318	68+352	4033.9	0.17	0.17	裘布依理论	1027.68	0.25	古德曼经验式	1561.28	0.39
		68+352	68+435	83	/	/	水均衡法	8.53	0.10	水均衡法	12.79	0.15
	SYA5#无压隧洞	68+565	69+039	474.3	/	/	水均衡法	48.73	0.10	水均衡法	73.09	0.15
		69+039	69+168	128.2	/	/	水均衡法	17.56	0.14	水均衡法	26.34	0.21
		69+168	69+630	462.5	/	/	水均衡法	47.52	0.10	水均衡法	71.28	0.15
	SYA6#无压隧洞	69+990	70+013	22.5	/	/	水均衡法	0.31	0.01	水均衡法	0.46	0.02
		70+013	70+210	197.6	/	/	水均衡法	27.07	0.14	水均衡法	40.60	0.21
		70+210	70+240	29.9	/	/	水均衡法	0.41	0.01	水均衡法	0.61	0.02
	SYA7#无压隧洞	70+390	70+459	68.8	/	/	水均衡法	0.94	0.01	水均衡法	1.41	0.02
		70+459	71+470	1011.5	0.04	0.02	水均衡法	103.92	0.10	古德曼经验式	146.37	0.14
		71+470	71+605	134.7	/	/	水均衡法	1.85	0.01	水均衡法	2.77	0.02
	SYA8#无压隧洞	71+675	71+708	32.6	/	/	水均衡法	0.45	0.01	水均衡法	0.67	0.02
		71+708	72+080	372.4	/	/	水均衡法	51.01	0.14	水均衡法	76.52	0.21
	SYA9#无压隧洞	72+510	72950	440	/	/	水均衡法	6.03	0.01	水均衡法	9.04	0.02
延安干线安宝段	SYA10#无压隧洞	76+077	76+105	27.71	/	/	水均衡法	3.42	0.12	水均衡法	5.12	0.18
		76+105	85+805	9700.29	1.01	2.42	裘布依理论	5837.28	0.60	古德曼经验式	19285.12	1.99
		85+805	88612	2807	0.33	0.45	裘布依理论	968.05	0.34	古德曼经验式	1794.78	0.64
		88612	94+097	5484.87	0.95	2.18	裘布依理论	3192.80	0.58	古德曼经验式	10341.23	1.89
		94+097	94+980	883.13	/	/	水均衡法	108.88	0.12	水均衡法	163.32	0.18
	SYA11#无压隧洞	95+015	96+230	1215	/	/	水均衡法	149.79	0.12	水均衡法	224.69	0.18

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长(m)	降深(m)	影响半径(m)	正常涌水量 (m³/d)			最大涌水量 (m³/d)		
							涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)	涌水量计算公式	涌水量数值 (m³/d)	单位长度涌水量数值 (m³/d)
吴起分干	WQ1#无压隧洞	29+990	30+166	176.2	/	/	水均衡法	2.41	0.01	水均衡法	3.62	0.02
		30+166	31+992	1826	0.07	0.04	裘布依理论	414.32	0.23	古德曼经验式	486.97	0.27
		31+992	32+175	182.8	/	/	水均衡法	2.50	0.01	水均衡法	3.76	0.02
安塞分干	AS1#无压隧洞	2+205	2+362	157	0.17	0.16	裘布依理论	49.27	0.31	古德曼经验式	111.79	0.71
		2+362	6+310	3948	0.20	0.22	裘布依理论	1160.73	0.29	古德曼经验式	2397.57	0.61
	AS2#无压隧洞	20+390	20+488	98	/	/	水均衡法	1.34	0.01	水均衡法	2.01	0.02
		20+488	20+694	206	/	/	水均衡法	25.40	0.12	水均衡法	38.10	0.18
		20+694	22+660	1966	0.39	0.58	裘布依理论	768.49	0.39	古德曼经验式	2106.52	1.07
		22+660	23+790	1130	0.53	0.90	裘布依理论	496.46	0.44	古德曼经验式	1341.80	1.19
宝塔分干	BT1#无压隧洞	15+778	16+163	385	/	/	水均衡法	5.27	0.01	水均衡法	7.91	0.02
	BT2#无压隧洞	16+498	17+513	1015	/	/	水均衡法	139.04	0.14	水均衡法	208.56	0.21
	BT3#无压隧洞	17+573	19+123	1550	/	/	水均衡法	212.33	0.14	水均衡法	318.49	0.21
	BT4#无压隧洞	19+283	20+423	1140	/	/	水均衡法	156.16	0.14	水均衡法	234.25	0.21
		20+423	21+623	1200	0.06	0.04	裘布依理论	267.50	0.22	古德曼经验式	297.22	0.25
		21+623	22748	1125	/	/	水均衡法	154.11	0.14	水均衡法	231.16	0.21
		22748	22843	95	/	/	水均衡法	1.30	0.01	水均衡法	1.95	0.02

根据施工期地下水水位降深和影响半径结果,得出受到影响的保护目标,保护目标影响结果见表 7.4-19。

表 7.4-19 干线及分干线工程隧洞施工期影响保护目标统计表

干线名称	隧洞名称	起始桩号	终止桩号	降深 (m)	影响半 径 (m)	影响敏感目标 (与隧洞最近距 离)(m)	敏感目标最 大水位降深 (m)
天水一干 线及分干	TS3#无压隧洞	38+167	38+941.246	0.09	0.06	张家窑村 (0m)	0.09
	TS8#无压隧洞	51+538	56+357	1.8	5.71	李家那面 (0m)	1.8
	TS9#无压隧洞	56+491.842	57+960	0.59	1.08	李家那湾 (0m)	0.59
		58+218	59+846	0.8	1.7	宋家庄村 (0m)	0.8
天水二干 线及分干	张清隧洞	39+947	41+637	0.18	0.18	尹家庄 (0m)、蒲 家庄 (0m)	0.18
	QS1#无压隧洞	14+491	15+051	0.18	0.19	蒲魏村 (0m)	0.18
	QS2#无压隧洞	16+042	21+845.804	1.85	5.96	赵湾村 (0m)、李 湾村 (0m)、王家 沟里 (0m)	1.85
	QS3#隧洞	21+885.804	22+643	0.12	0.1	碓窝子 (0m)	0.12
延安干线 延安段 (子午岭 后段)	SYA1#无压隧 洞	0+700	25+900	0.46	0.74	橡树咀 (0m)、樊 圪子 (0m)、碾子 畔 (0m)	0.46
延安干线 安宝段	SYA10#无压隧 洞	76+105	85+805	1.01	2.42	西庄盖 (0m)	1.01
		88+612	94+097	0.95	2.18	白家畔 (0m)	0.95

根据干线隧洞地质与水文地质条件,将隧洞进行分段预测,涌水量预测结果见表 7.4-18。从表中可以看出天水一干线及分干、天水二干线及分干、平凉一干线及分干、华池干线、延安干线及分干正常涌水量分别为 9041.28m³/d、5869.80m³/d、1517.48m³/d、37.90m³/d、32053.89m³/d,对应的最大涌水量分别为 27580.46m³/d、20944.39m³/d、2276.23m³/d、56.85m³/d、74096.19m³/d。从表 7.4-18 中可以看出干线及分干单位长度隧洞涌水量整体较小,结合表 7.4-19,根据水位降深和影响半径对隧洞周边敏感目标进行分析,得出此次受到影响的村庄共计 16 个,但水位降深值很小,最大值为 1.85m,同时影响半径最大为 5.96m,因此各个干线隧洞施工期对周边敏感目标的水位影响均较小。

7.4.1.4 涌水量结果分析

针对本项目工程内容中包含多条引水隧洞,施工过程中遇到的隧洞地质条件也不相同。国内外学者对涌水量计算进行了大量研究并且提出了很多理论与方法,但是由于涌水量和地形地貌、地质岩性、地层构造、水文气象、施工扰动等诸多因素影响,至今尚无成熟的理论和公认的准确计算方法。因此分析涌水量计算结果的合理性显得尤为重要,本次选择六盘山 ZQ-2#隧洞进行类比分析涌水量预测结果的合理性。

通过搜集资料,六盘山特长隧道是天水至平凉铁路最长隧道,位于甘肃省平凉市华亭县六盘山山脉,全长 16690m,洞身以 $N36^{\circ}E$ 穿越六盘山,最大埋深约 720m。隧道范围内地层有第四系松散层、上第三系泥岩、白垩系下统砂岩夹泥岩、三叠系下统砂岩夹砾岩,局部夹页岩,震旦系白云岩、玄武岩,断层角砾岩和断层泥砾等。隧道位于六盘山褶皱带、鄂尔多斯地台个大地构造单元,隧道区多种构造交叉交织,复合叠置,褶曲、断裂较为发育,主体构造走向以北西向为主、与当地山脉走向基本一致。较大的断层有 F4、F4-1、F5 等。六盘山隧道施工过程中测得的隧道正常涌水量为 $21000\text{m}^3/\text{d}$,最大涌水量约为正常涌水量的 3.1 倍。



图 7.4-1 ZQ-2#隧洞与六盘山特长隧道位置关系图

结合施工期 ZQ-2#隧洞涌水量预测结果, 正常涌水量为 $56275.82\text{m}^3/\text{d}$, 最大涌水量为 $394215.83\text{m}^3/\text{d}$, 通过工程类比法, 认为涌水量计算结果与实际结果较为吻合, 计算参数、计算方法的选取比较准确。

7.4.2 运营期隧洞对地下水环境的影响

根据工程设计和地下水防渗要求, 隧洞形成后均将进行衬砌、防渗, 施工期渗漏降低的地下水位将会不断上升, 地下水径流系统得到恢复。因此, 工程运行期隧洞在做好工程防渗漏措施基础上, 对周边地下水环境的影响很小。

7.4.3 工程对受水区地下水环境的影响

根据搜集资料, 2019 年受水区的地下水供给量为 3.63 亿 m^3 , 其中甘肃省受水区地下水供给量 2.82 亿 m^3 , 延安市地下水供给量 0.81 亿 m^3 , 深层承压水处于严重超采状态。白龙江引水进入受水区后, 深层承压水减采, 受水区地下水水位下降趋势将得到明显缓解。如果受水区地下水全部停采, 则地下水水位将逐年回升, 最终达到天然状态。受水区具体水位抬升值见表 7.4-20。

表 7.4-20 受水区深层水水位抬升值统计表

地区	超采区面积 A (km^2)	可开采量 (万 m^3/a)	给水度 u	水位升幅 (m/a)
庆阳	214.53	1664	0.1	0.78
	23.71	137	0.1	0.58
	84.53	489	0.1	0.58
平凉	98.95	96.1	0.1	0.10
	80.22	78	0.1	0.10
天水	39.66	128	0.1	0.32
	68.07	160	0.1	0.24
	30.04	116	0.1	0.39
延安	275.3	230	0.1	0.08
	35	277	0.1	0.79

7.4.4 工程对敏感区地下水环境的影响

通过整理搜集的资料, 此次隧洞穿越的生态敏感区共 10 个, 涉及隧洞 5 座, 穿越敏感区的隧洞及隧洞桩号的信息统计见下表。

表 7.4-21 隧洞穿越敏感区信息汇总表

序号	敏感区名称	隧洞 编号	桩号	长度 (km)
1	腊子口国家森林公园	DZ1#	DZ08+100~10+000	1.9
2	官鹅沟国家森林公园		DZ11+024~14+824	3.8
3	榜沙河省级森林公园		DZ79+530~80+500	0.97
4	武山县水帘洞省级地质公园	DZ4#	DZ130+973~131+797	0.824
5	云崖寺国家森林公园	ZQ2#	ZQ22+964~33+334	10.37
6	云崖寺风景名胜区			10.37
7	庄浪云崖寺省级地质公园		ZQ26+690~26+900	0.21
8	崇信龙泉寺-五龙山省级风景名胜区	PLY3#	PLY23+404~25+064	1.659
9	崇信县五龙山省级森林公园	穿管		
10	陕西吴起退耕还林森林公园	WQ1#	WQ29+990~32+175	2.185

由于隧洞施工可能会造成潜水地下水水位出现降低的现象，从而对生物、动物等产生影响，因此在此分别分析相应敏感区桩号的地下水影响，分述如下：

(1) 腊子口国家森林公园

腊子口国家森林公园段隧洞全长 1.9km，穿越三叠系郭家山组（T₂gj），围岩主要为微晶~粉晶灰岩夹鲕粒灰岩、角砾状灰岩、含鲕粒砾屑灰岩及少量钙质板，中厚层夹薄层状架构，岩体较完整；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别以Ⅲ类为主，其次为Ⅳ类，少量Ⅱ类。

根据水文地质单元分区，DZ08+100~DZ10+000 属腊子河南秦岭裂陷盆地水文地质单元，该段隧洞不发育断层，隧洞埋深 1460~2120m。根据隧址区的压水试验数据（以钻孔 B1DK13 为例，见图 7.4-3），随着试验段的深度增加，裂隙发育越来越弱，裂隙的渗透性随着深度的增加呈负指数降低，且隧洞段位于深部缓流带，与浅层地下水联系较为微弱，因此隧洞施工对潜水影响很小。

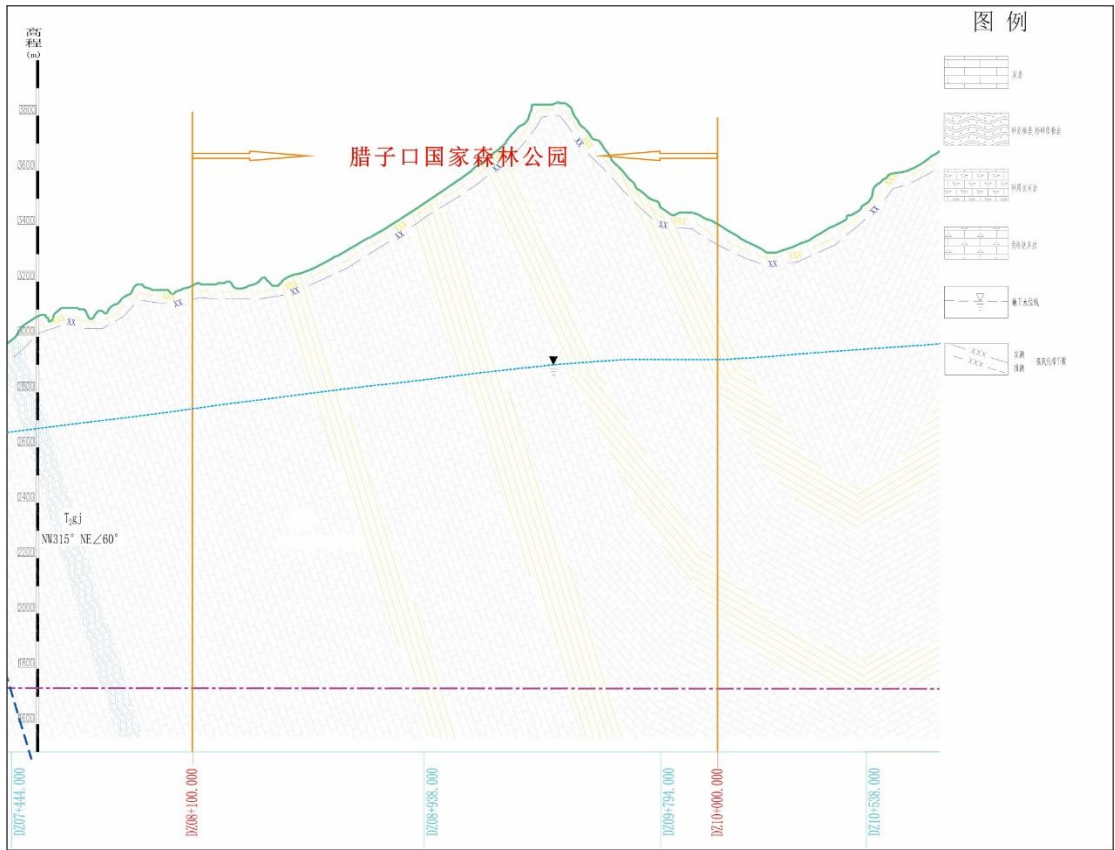


图 7.4-2 穿越腊子口国家森林公园段隧洞纵剖面图

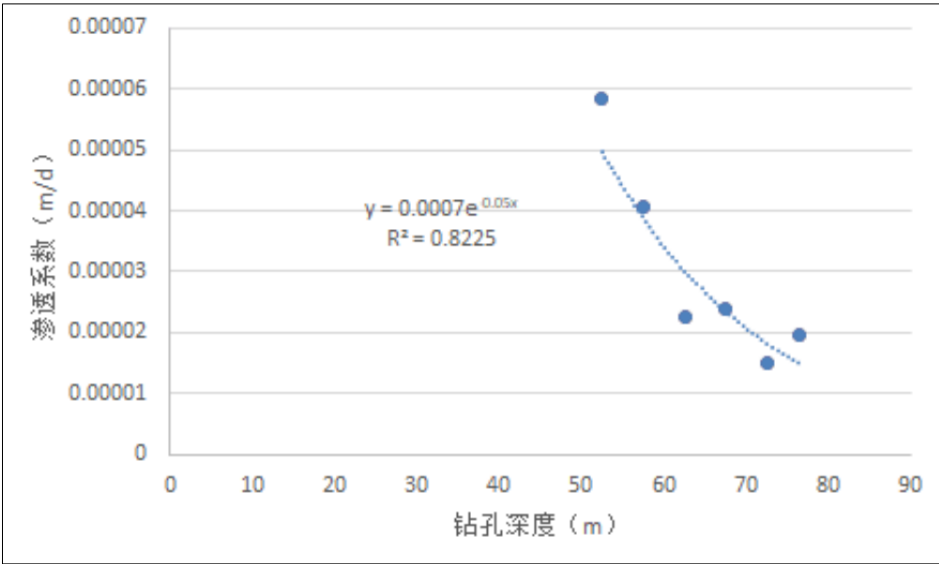


图 7.4-3 岩体埋深与渗透系数的相关性

(2) 官鹅沟国家森林公园

官鹅沟国家森林公园段隧洞全长 3.8km，穿越地层为三叠系郭家山组、三叠系光盖山组。按桩号分述如下：

DZ11+024.00~DZ12+895.00 隧洞穿越三叠系郭家山组 (T_{2gj})，围岩主要为微晶~粉晶灰岩夹鲕粒灰岩、角砾状灰岩、含鲕粒砾屑灰岩及少量钙质板，中厚层夹薄层状架构，岩体较完整；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别以III类为主，其次为IV类，少量II类。

DZ12+895.00~DZ13+690.00 隧洞穿越三叠系光盖山组 (T_{2gg})，围岩主要为中细粒长石岩屑砂岩夹泥质粉砂质板岩，偶夹少量微晶灰岩，中厚层结构为主夹薄层状结构，岩体较完整；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别以III类为主，其次为IV类，少量V类。

DZ13+690.00~ DZ13+790.00 隧洞穿越 F_{146} 断层及其影响带，围岩主要为碎裂岩夹糜棱岩，岩体破碎，裂隙发育；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别为IV~V类。

DZ13+790.00~ DZ14+824.00 隧洞穿越三叠系光盖山组 (T_{2gg})，围岩主要为中细粒长石岩屑砂岩夹泥质粉砂质板岩，偶夹少量微晶灰岩，中厚层结构为主夹薄层状结构，岩体较完整；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别以III类为主，其次为IV类，少量II类及V类。

根据水文地质单元分区，官鹅沟国家森林公园 (DZ11+024~DZ14+824) 分别属腊子河南秦岭裂陷盆地水文地质单元和南河南秦岭裂陷盆地水文地质单元，隧洞埋深 1090~2100m，隧洞位于深部缓流带。在 DZ13+690.00~DZ13+790.00 段穿越了 F_{146} 断层，采取措施水位后降深及影响范围计算结果见下表。结合施工组织，在该断层位置已经进行了化学帷幕灌浆的措施，化学灌浆帷幕厚度为 9m，施工期渗透系数为 $5Lu$ ，加之隧洞施工采用盾构机，为边挖边衬砌的施工方式，因此虽然施工期可能会对潜水造成一定的影响，但是已经尽可能的采取措施切断与潜水之间的水力联系。

表 7.4-22 断层 F_{146} 处水位降深计算结果表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
DZ13+690	DZ13+790	100	20.52	220.17

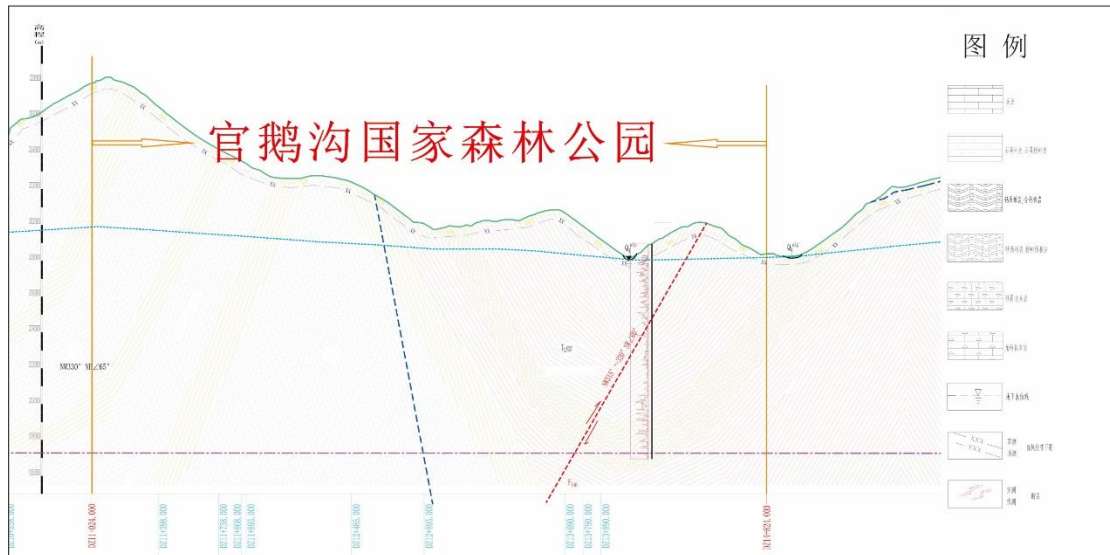


图 7.4-4 官鹅沟国家森林公园段隧洞纵剖面图

(3) 榜沙河省级森林公园

隧洞穿越榜沙河省级森林公园对应的桩号为 DZ79+530~DZ80+500，全长 0.97km。隧洞穿越二叠系大关山组（P₂dg），围岩以微晶灰岩、生物碎屑灰岩为主，夹泥质粉砂质板岩，中厚层结构，局部夹薄层，岩体较完整~完整性差；隧洞位于地下水位以下。隧洞围岩类别以Ⅲ类为主，其次为Ⅱ类及Ⅳ类。

根据隧洞纵剖面图，榜沙河省级森林公园段隧洞埋深 913~983m，水位埋深约 77.1~122m。根据工勘压水试验成果（钻孔 B1DK9）大关山组灰岩的平均渗透系数为 $1.27 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，粉砂岩平均渗透系数为 $1.34 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，板岩的平均渗透系数为 $3.38 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，因此潜水与隧洞之间存在着多层相对隔水层。天然状况下，假定隧洞开挖过程中不衬砌，隧洞段的稳定水位降深及影响范围计算结果见表 7.4-23。但实际上，隧洞施工采用的盾构机施工，边开挖边衬砌，目的就是要快速封堵洞壁上的裂隙，大幅降低涌水量。因此，隧洞的盾构机施工方式对潜水的产生影响很微弱。

表 7.4-23 隧洞穿榜沙河省级森林公园段水位降深计算结果表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
DZ77+585	DZ80+260	2675	5.77	32.76
DZ80+260	DZ80+770	510	12.08	99.37

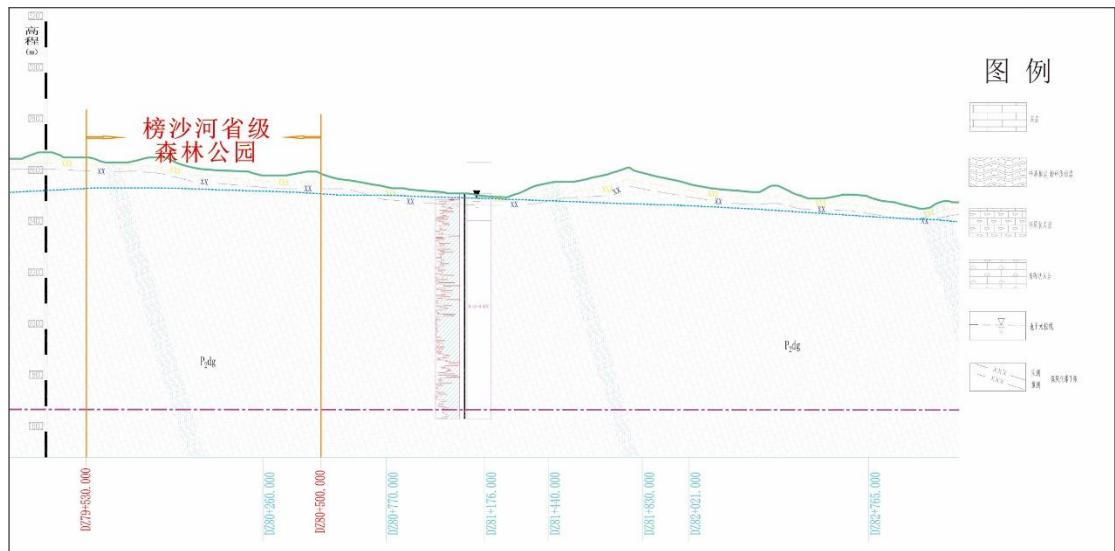


图 7.4-5 榜沙河省级森林公园段隧洞纵剖面图

(4) 武山县水帘洞省级地质公园

结合工程布置，DZ4#隧洞在 DZ130+973~DZ131+797 穿越了武山县水帘洞省级地质公园，全长 0.824km。

隧洞岩性为白垩系麦积山组(K₂mj)砾岩，厚层~巨厚层状，岩体遇水软化，岩体完整性较好，构造不发育。隧洞基本位于地下水位以下。结合工勘钻孔压水试验成果(BZ4DK1)，麦积山组砂岩、砾岩、泥质粉砂岩、细砂岩的渗透系数为 $4.02 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，砾岩的渗透系数为 $1.60 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，且渗透系数随埋深成负指数下降。

天然状况下，隧洞施工期地下水水位降深及影响半径见下表。穿越段隧洞埋深 358~448m 水位埋深约 155.4~267.5m，根据影响结果计算表，隧洞施工对潜水水位的影响较小。

表 7.4-24 隧洞穿武山县水帘洞省级地质公园段水位降深计算结果表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
DZ125+681	DZ138+867	13197	0.363332	0.516417

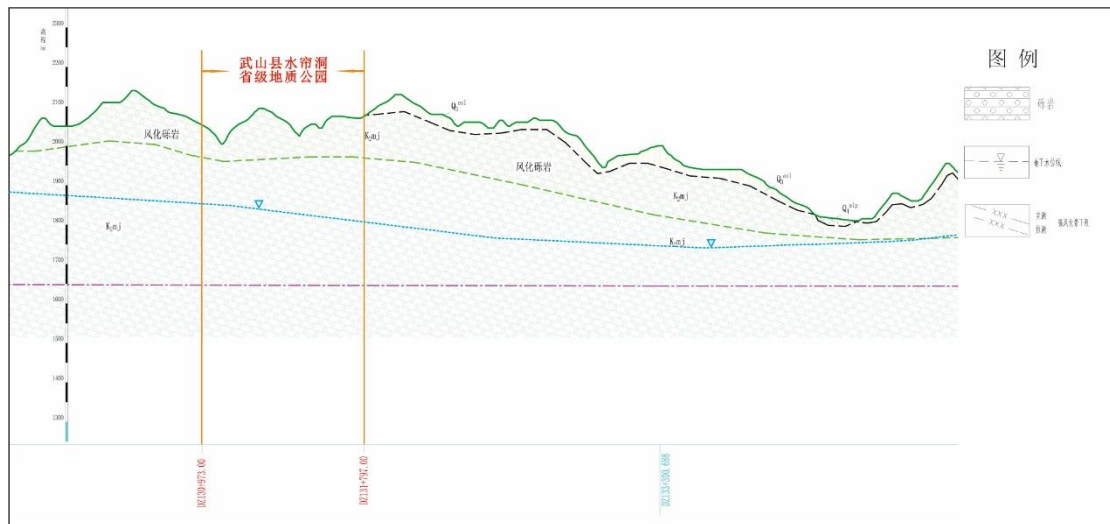


图 7.4-6 武山县水帘洞省级地质公园段隧洞纵剖面图

(5) 云崖寺国家森林公园和云崖寺风景名胜区

根据工程布置，云崖寺国家森林公园和云崖寺风景名胜区对应隧洞桩号一致，隧洞 ZQ2# 穿越敏感区桩号为 ZQ22+964~ZQ33+334，全长 10.37km。隧洞穿越段围岩按桩号分段描述如下：

22+964~24+489：隧洞埋深 300~530m，隧洞围岩为白垩系和尚铺组地层，和尚铺组岩性以砾岩、砂砾岩、泥质砂岩为主，夹少量砂岩、砂质泥岩，以中厚~巨厚层状为主，少量呈薄层~中厚层状，层间结合较差，完整性较好，砾岩、砂砾岩以较软岩为主，泥质砂岩以软岩~较软岩为主，围岩类别为 IV 类。

24+489~27+042：隧洞埋深 280~540m，段长 2.553km。沿线表层被风积马兰黄土覆盖，厚度 5~8m；其下伏基岩为白垩系和尚铺组地层。洞身围岩为白垩系和尚铺组地层。岩性以砂岩、砂砾岩为主，少量泥质砂岩，以中厚~巨厚层状为主，少量呈薄层~中厚层状，层间结合较差，砂岩、砂砾岩以较软为主，泥质砂岩以软岩~较软岩为主，岩层产状 NW290° NE∠12°，岩层走向与洞线夹角 65°；其中桩号 25+742 处发育逆断层 F₃₄，影响带宽约 10m，产状 NE350° SW∠70°，断层走向与洞线夹角近垂直；王家崖河附近部分隧洞段存在有较高压力的承压含水层，主要分布在桩号 24+489~24+833，据钻孔揭示情况，地下水活动强烈，可能有涌水现象，其他隧洞段地下水活动轻微~中等，沿裂隙面有大量滴水，在裂隙密集及断层带可能在线状或股状流水，桩号 24+489~24+

833、25+689~25+789 段初步划分围岩类别为 V 类，其余洞段初步划分围岩类别 IV 类；

27+042~30+525：洞身段，隧洞埋深 382~760m，其中桩号 28+496 以后洞段隧洞埋深大于 600m，属深埋洞段，段长 3483m。洞身围岩主要为白垩系和尚铺组地层。岩性以砂岩、砂砾岩为主，少量泥质砂岩，以中厚~巨厚层状为主，少量呈薄层~中厚层状。在桩号 27+092 发育逆断层 F_{35} ，影响带宽约 20m，产状 $NE340^{\circ} \quad NE \angle 65^{\circ}$ ，断层走向与洞线夹角近垂直；根据大地电磁测深向斜核部附近发育断层 F_{w1} ，位于桩号 29+785，向斜主要分布在桩号 29+675~30+525 段，物探推测该段向斜核部部位地下水较富集，可能存在突、涌水问题，在裂隙密集及断层带可能在线状或股状流水，其他洞段基本分无地下水活动，局部地下水活动轻微，地下水主要沿裂隙面有大量滴水，桩号 27+142~29+675 段初步划分围岩类别为 IV 类，围岩不稳定；桩号 27+042~27+142、29+675~30+525 洞段初步划分围岩类别为 V 类，围岩极不稳定。

30+525~33+334：洞身段，隧洞埋深大于 600m，属深埋洞段，洞身围岩主要为白垩系和尚铺组地层。和尚铺组岩性以砂砾岩、砂岩为主，夹少量泥质砂岩，以中厚~巨厚层状为主，少量呈薄层~中厚层状，层间结合较差，砂砾岩以中硬岩为主，泥质砂岩以较软岩为主。物探推测桩号 32+899 段分别分布断层 F_{w2} ，断层两侧岩体较为破碎；洞身基本无地下水活动，局部地下水活动轻微，主要沿裂隙面有渗水。桩号 30+525~32+849、32+949~33+334 围岩类别为 IV 类，桩号 32+849~32+949 洞段围岩类别为 V 类。

根据穿越段地质条件，隧洞均属深埋隧洞，最小埋深深度为 280m，隧洞施工期地下水水位降深及影响半径见下表。结合工勘钻孔压水试验成果，BZK108 钻孔 270m 以下透水率 1.8~3.8lu，具弱透水性；BZK109 钻孔 500m 以下透水率 1.7~2.0lu，具弱透水性，得出潜水与隧洞之间存在着天然相对隔水层，因此仅在构造发育位置潜水与隧洞可能产生水力联系。

本次断层发育有 F_{34} 、 F_{35} 、 F_{w1} 、 F_{w2} ，断层的性质为压扭性断层，其中 F_{w2} 断层处基本无地下水活动， F_{34} 和 F_{35} 结合施工组织在施工前会进行化学帷幕灌浆，施工期围岩渗透系数达到 5Lu； F_{w1} 位于向斜位置，会进行超前预注浆阻水，注

浆半径为 6.8m, 隧洞周边围岩渗透系数达到 $5L_u$, 同时考虑施工采用护盾式 TBM 施工, 因此隧洞施工对潜水影响较小。

表 7.4-25 云崖寺国家森林公园和云崖寺风景名胜区段水位降深计算结果表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
22+502	24+489	1987	3.1796	13.3997
24+489	24+833	344	3.0722	12.7264
24+833	25+689	856	3.2333	13.7406
25+689	25+789	100	5.9121	34.0404
25+789	27+042	1253	3.6952	16.7878
27+042	27+142	100	6.8358	42.3225
27+142	29+675	2533	4.8446	25.2012
29+675	30+525	850	31.065	413.989
30+525	32+849	2324	6.574	39.8367
32+849	32+949	100	36.382	524.711
32+949	33+572	623	7.4119	47.6903

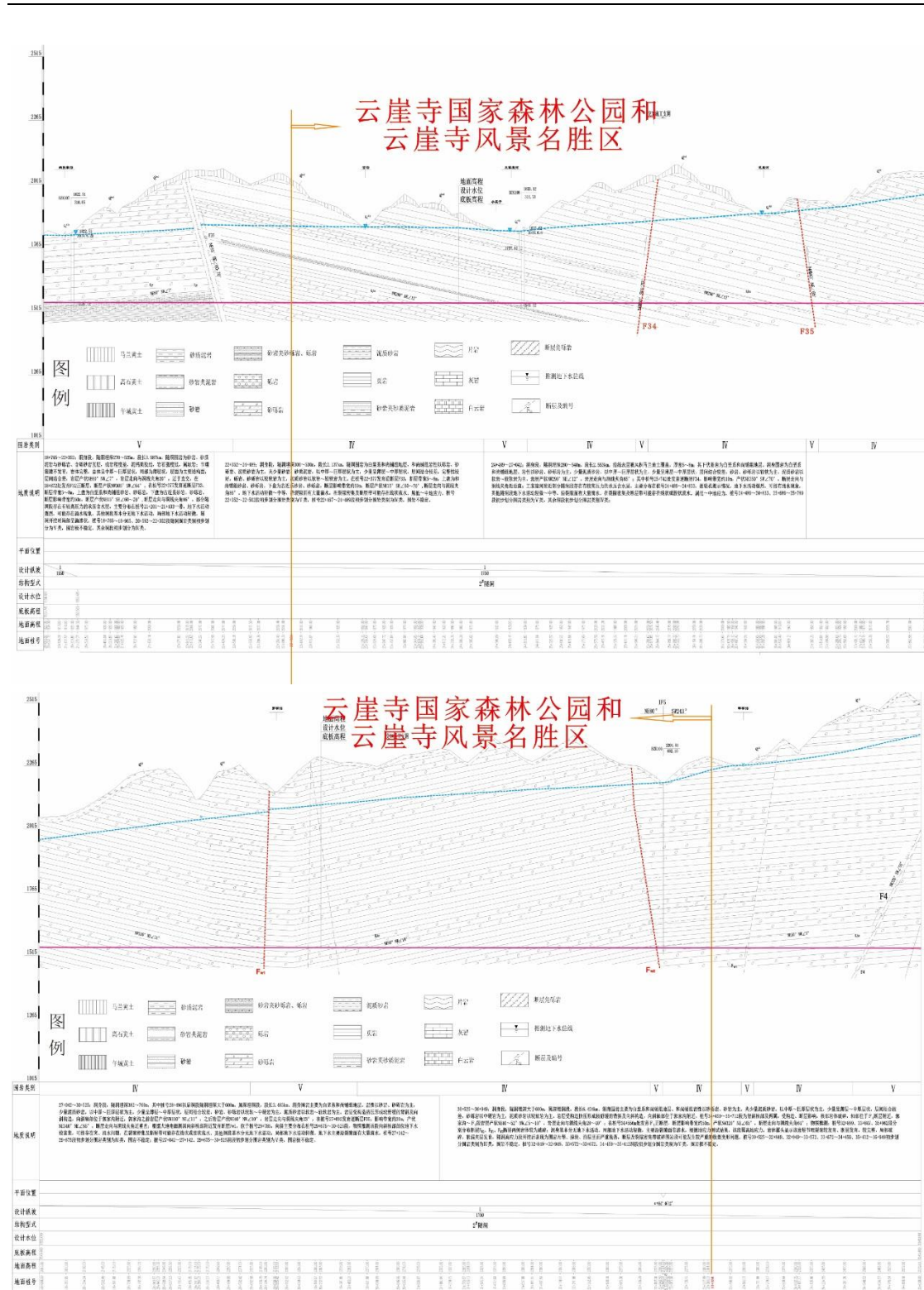


图 7.4-7 云崖寺国家森林公园和云崖寺风景名胜区段隧洞纵剖面图

（6）庄浪云崖寺省级地质公园

结合工程布置，线路穿越庄浪云崖寺省级地质公园的隧洞桩号为 ZQ2#隧洞 ZQ26+690~ZQ26+900，全长 0.21km，隧洞埋深 340~401m。沿线表层被风积马兰黄土覆盖，厚度 5~8m；其下伏基岩为白垩系和尚铺组地层。洞身围岩为白垩

系和尚铺组地层，岩性以砂岩、砂砾岩为主，少量泥质砂岩，以中厚~巨厚层状为主，少量呈薄层~中厚层状，岩层产状 NW290° NE∠12°，岩层走向与洞线夹角 65°；洞段围岩类别 IV 类。

隧洞开挖过程中，未采取任何措施条件下的稳定水位降深计算结果见下表。穿越段位于花崖河附近，水位埋深约 0~55.65m。结合工勘钻孔压水试验成果，BZK108 钻孔 270m 以下透水率 1.8~3.8lu，具弱透水性，潜水与隧洞之间存在着天然相对隔水层，因此仅在构造发育位置潜水与隧洞可能产生水力联系。本次穿越段构造不发育，同时考虑施工采用护盾式 TBM 施工，为边开挖边衬砌，因此隧洞施工过程对潜水影响较小。

表 7.4-26 庄浪云崖寺省级地质公园段水位降深计算结果表

起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
25+789	27+042	1253	3.70	16.79

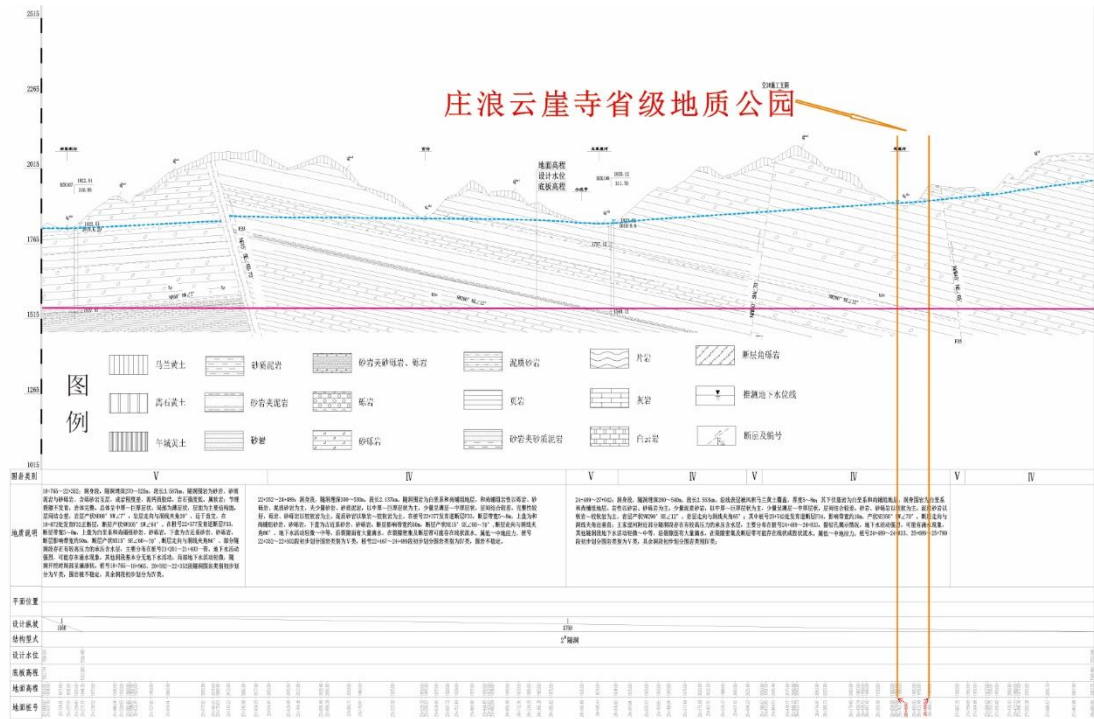


图 7.4-8 庄浪云崖寺省级地质公园段隧洞纵剖面图

(7) 崇信县五龙山省级森林公园和崇信龙泉寺-五龙山省级风景名胜区

根据工程布置，穿越两个敏感区的隧洞为 PLY3#穿管隧洞，全长 1659m，对应桩号为 PLY23+404~PLY25+064，隧洞埋深 50~295m。

洞室岩性为三叠系上统崆峒山组长石砂岩夹砾岩及煤线，岩石中硬，层间结合较好，完整性较好。岩体中层间次级小断层及层面发育，沿线地下水活动微弱，呈线流、股流，局部为涌水。围岩类别属III、IV类，其中III类围岩隧洞采用喷锚加钢筋网支护，IV类围岩隧洞采用喷锚支护加刚性支护，开挖时支护紧跟，局部洞段超前支护并进行全段面衬砌。结合工程地质资料成果，地层 T_{3k} 砂砾岩透水率 0.55~1.35lu，具微~弱透水性。因此潜水与隧洞发生水力联系的可能性不大，对潜水水位影响有限。

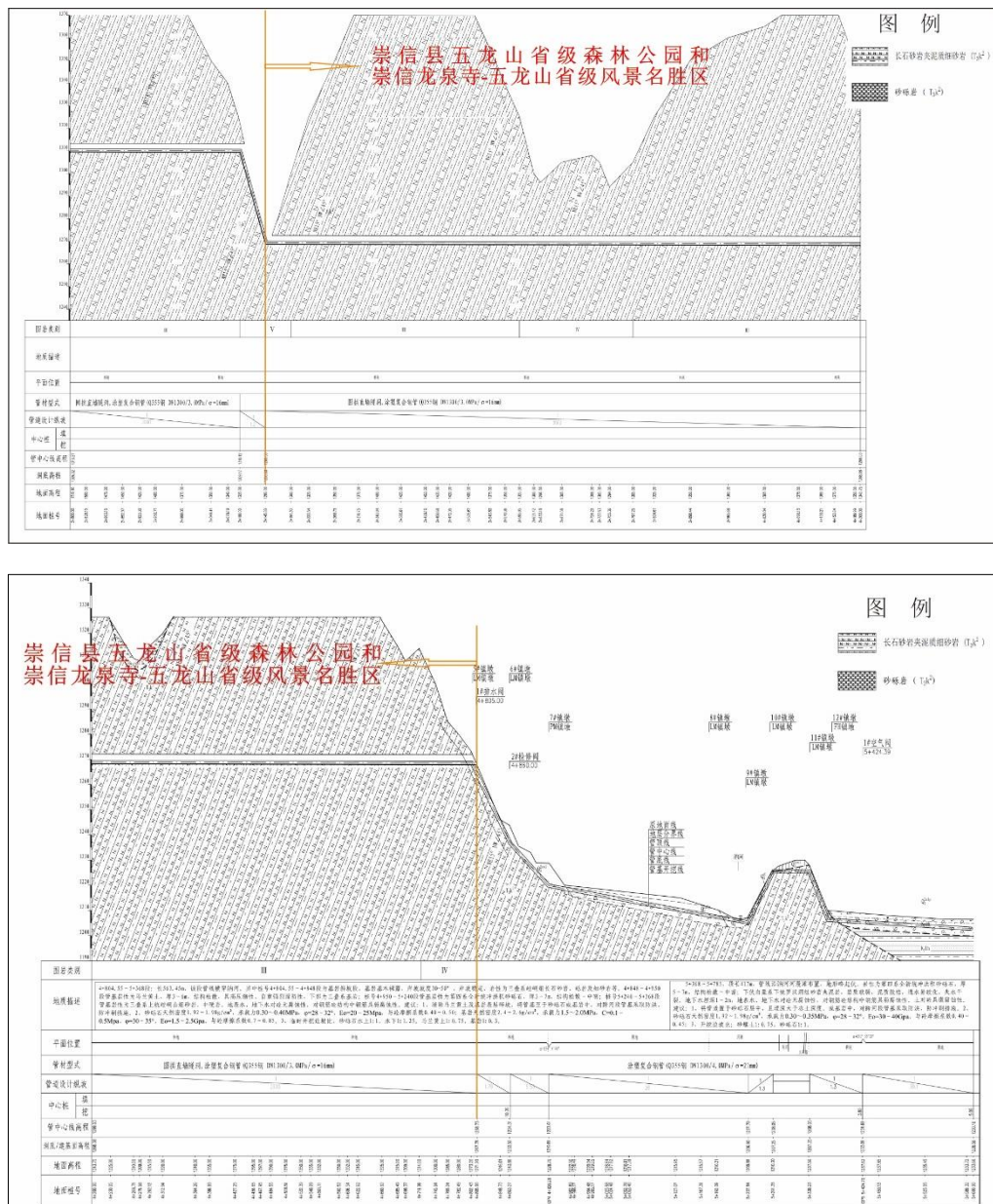


图 7.4-9 崇信县五龙山省级森林公园和崇信龙泉寺-五龙山省级风景名胜景区段隧洞纵剖面图

(8) 陕西吴起退耕还林森林公园

根据工程布置，穿越陕西吴起退耕还林森林公园的隧洞桩号为 WQ29+990~32+175，全长 2185m。穿越段隧洞岩性分段描述如下：

K29+980.0~K30+166.2 段：洞室埋深 12~60m，洞室围岩为⑨-1 层离石黄土，洞室位于地下水位以上。K30+166.2~K31+992.2m 段：洞室埋深 30~130m，洞室围岩为⑩-1 层红粘土，洞室位于地下水位以下。K31+992.2~K32+175m 段：洞室埋深 6~22m，洞室围岩为⑨-1 层离石黄土，洞室位于地下水位以上。

天然状况未采取任何措施情况下水位降深计算结果见下表。根据计算结果可知，隧洞施工期对地下水水位的影响很小。

表 7.4-27 陕西吴起退耕还林森林公园段水位降深计算结果表

隧洞名称	起始桩号	终止桩号	段长 (m)	降深 (m)	影响半径 (m)
WQ1# 无压隧洞	29+990	30+166	176.2	/	/
	30+166	31+992	1826	0.07	0.04
	31+992	32+175	182.8	/	/

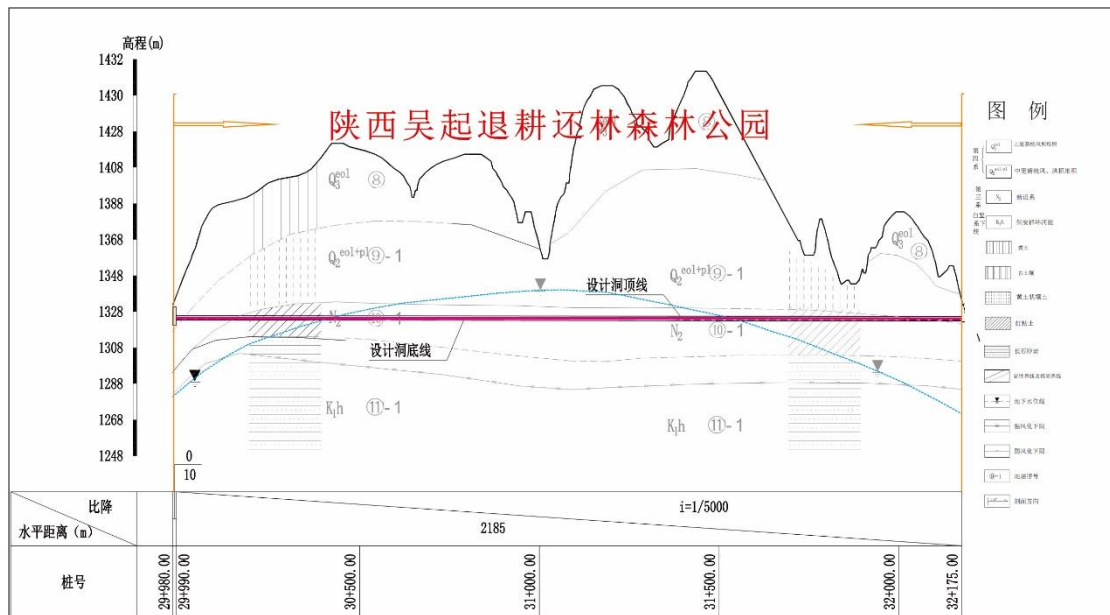


图 7.4-10 陕西吴起退耕还林森林公园段隧洞纵剖面图

综上可得，穿越敏感区段隧洞大部分都为深埋隧洞，潜水与隧洞之间存在多层天然的相对隔水层，且随着深度的增大围岩渗透系数呈负指数减小，潜水与隧洞之间无直接水力联系，仅在断层发育地段，且断层带导水的情况下，潜水与隧

洞位置直接导通，隧洞的开挖会对潜水水位造成影响。结合施工组织内容，深埋长隧洞的施工方式为 TBM，为边挖边衬砌，同时对于有断裂导通的位置均采取了化学帷幕灌浆的措施或超前预注浆阻水的措施，使施工时围岩渗透系数达到 5Lu 。因此，施工期潜水与隧洞导通的可能性很小，对上述敏感区的潜水水位影响均较小。

7.4.5 运营期高效灌溉区地下水环境影响

运营期高效灌区主要是灌溉管线进行灌溉，本次灌溉为高效节水灌溉的现代化高效节水型农业，灌溉主要为果树。根据高效灌溉数据，滴灌是干旱缺水地区最有效的一种节水灌溉方式，其水的利用率可达 95%；喷灌节水效果显著，水的利用率可达 0.80；其余覆膜灌、微喷等高效灌溉的水利用率也非常高。同时灌溉区位于陇中、陇东黄土高原区，多属于干旱、半干旱地区，年蒸发量较大，因此灌溉经包气带渗入到地下水的水量会很小，对地下水水位的影响较小。

7.5 输水线路及受水区陆生生态环境影响预测评价

7.5.1 输水线路工程占地对土地利用的影响

输水线路工程建成后，永久占地变为建设用地，临时占地均恢复原状，由此可得到工程建成后输水线路区土地利用面积变化情况，详见表 7.5-1。

表 7.5-1 输水线路区各用地类型面积变化表

土地利用类型	面积 (hm^2)			面积比 (%)		
	现状	建设后	变化	现状	建设后	变化
耕地	119062	118770.08	-291.92	51.753	51.626	-0.127
林地	46443	46314.6	-128.4	20.187	20.132	-0.056
园地	1179	1019.22	-159.78	0.512	0.443	-0.069
草地	44922	44820.28	-101.72	19.526	19.482	-0.044
水域及水利设施用地	7909	7895.62	-13.38	3.438	3.432	-0.006
建设用地	8157	8853.94	696.94	3.546	3.849	0.303
其他土地	2387	2385.26	-1.74	1.038	1.037	-0.001
合计	230059	230059		100.000	100.000	

从上表可知，工程建成后，输水线路区只有建设用地比例增加 0.303%，其余用地类型均不同程度减少，但变化比例均很小。工程建成后，土地利用类型仍

以耕地、林地、草地为主，由此可见，工程对输水线路区土地利用结构影响非常小。

7.5.2 对植被及植物资源的影响

输水线路区对植被及植物资源的影响主要在施工期，运行期基本无影响。

(1) 隧洞工程的影响

本工程输水工程中隧洞工程总长 483.09km，占输水线路总长度的 36.35%，是各类输水建筑的主体。隧洞进出口和隧洞施工支洞施工会对占地区及周围地表造成扰动，破坏洞口占地区原有植物及植被；隧洞主体施工可能会导致地表塌陷、地表水漏失及地下水的径流改变，进而影响隧道上方植物生命活动；隧洞进出口附近及浅埋隧洞施工对地表植物地下部分也会产生一定影响；隧洞弃渣及隧洞施工产生的废水会破坏植物生长环境，隧洞弃渣还会压覆地表植物及植被。

①隧洞进出口和施工支洞施工对植物及植被的影响

隧洞进出口和支洞口施工对占地区植物及植被的影响主要为隧洞洞口开挖、砍伐等破坏占地区植物及植被；洞口开挖扰动了周围地表，破坏了原有的地貌、植被和土壤结构，进而对周围植被产生不良影响。现场调查发现，在地势较平缓的隧洞口区，土地类型以经济林地、耕地为主；地势起伏较大地区的隧洞口，土地类型以灌草地为主，植被覆盖度不高，群系结构及种类组成较简单。由于隧洞口区植物及植被在评价区分布广泛，且隧洞开挖面有限，相对整个评价区，生物量损失占比较小，因此对占地区植被的影响较小。隧洞口施工时采取相应的水土保持措施，防止水土流失对植被造成的影响。类比引大济湟工程，总体对植物及植被的影响较小。

②地表塌陷对植物及植被的影响

在强岩溶区，隧洞施工遇到分布有极软岩如煤层、断层软弱带的洞段，施工开挖时容易产生极严重变形，存在坍塌或地表沉降风险。地表坍塌或沉降可能改变土壤物化性质及水分分布，改变植物生长及生存环境，也可能破坏植物地下根系，可能会对地表植物及植被产生不利影响。由于工程施工方案中考虑了安全性，对地质条件不佳的地区采用安全系数较高的盾构法施工，因此本工程遇到地表塌陷的可能不大，地表塌陷对植物及植被的影响较小。

③地表水漏失及地下水的径流改变对植物的影响

地表水、地下水分布及含量与地表植物生命活动关系密切，隧洞工程施工可能会破坏某些地下水的储存点和转移通道，特别是在可溶岩地段，隧洞施工造成地下水与地表水的重新分配，从而形成新的含水层和地下水转移通道，而原来某些含水层和转移通道中所含的地下水可能减少甚至枯竭，因此对植物的生长发育可能产生影响。

根据地质专题调查研究，包气带内土壤中的毛细水主要被植物利用，毛细水主要由降雨补给。现场调查可知，隧洞穿越的西秦岭及六盘山隧洞上方植被以针叶林、阔叶林为主，常见的群系有侧柏林、油松林、构树林、刺槐林、栓皮栎林等，这些树种均为中生植物，具有较强的耐旱能力，对生境的适应能力较强；根据《刺槐和侧柏人工林有效根系密度分布规律研究》（王进薪等，2004年）等文献资料，刺柏和侧柏在垂直方向上，有效根系主要分布在0~60cm土层内。西秦岭及六盘山区气候湿润，降雨量比较丰富，依靠降雨或土壤包气带中裂隙水基本可满足其生存需要；此外，工程在这个区域内的隧洞大部分很深，通常埋深在600m以上，隧洞工程施工引起的地下水水位变化和下降，对包气带内土壤水分基本不会产生影响。即使施工过程中出现隧洞涌水，施工人员也会及时采取封堵措施，施工完成后，隧洞将成为相对封闭的系统，对地下水的影响逐渐消失，因此工程对地下水的扰动不会对山区乔木林植被产生较大影响。

隧洞穿越的黄土丘陵区地表植被主要为农田和草地，该区域草地主要为温带典型草原，主要群落类型包括长芒草群系、羊茅群系禾叶嵩草群系、地榆+牛尾蒿群系等，这些植被根系较短，大部分位于0~20cm的土层内，植物生长所需水分来源主要为降水和凝结水等，基本不依赖地下水。而且在植物生长期雨量多，因此本工程对黄土丘陵区隧洞上方植被的影响很小。

④浅埋隧洞施工对地表植物地下部分的影响

由于植物地上与地下部分的相互关系，地下部分根系破坏会使得植物地上部分枯萎或死亡。浅埋隧洞施工对植物的影响主要为浅埋隧洞施工可能会破坏该区域植物根系，影响植物根系生命活动，进而对植物的生长发育产生一定影响。

根据可研资料，本工程浅埋隧洞主要为各干线隧洞，浅埋隧洞区土地利用类型以经济林地、耕地、灌草地为主，浅埋隧洞区植物及植被在评价区均具有广泛分布，浅埋隧洞区植物以浅根系植物为主，根据《果树根系分布的研究》（刘兴治等，1980年）及评价区常见灌木植物根系特征等，浅埋隧洞区植物根系多分布于60cm以上土层，由于浅埋隧洞区占地面积较小，浅埋隧洞区植物及植被均在评价区分布广泛，浅埋隧洞区植物根系浅，因此浅埋隧洞施工对区域植物及植被的影响较小。

⑤弃渣、废水的影响

隧洞开挖将产生大量弃渣和施工废水，弃渣主要为各种岩石碎块或风化岩类与泥土的混合物，无法当作种植土来直接利用；废水多为已被油脂污染，带有强碱性污染物的废水。隧洞弃渣如就地堆积，将压覆地表植物及植被，改变区域土壤结构及性质，还可能影响原系统稳定性，易造成水土流失，较大面积的水土流失还会损失较多植物及较大面积植被。施工废水如任其排放，会污染土壤，改变土地性质，进而会对区域植物生长及生存产生不利影响。输水线路区弃渣、废水等均会进行统一调配与处理，因此弃渣、废水的影响较小。

（2）埋管、倒虹吸、箱涵工程对植物及植被的影响

埋管、倒虹吸、箱涵工程是主要的输水形式，工程内容主要包括土方开挖、土方夯填、混凝土浇筑和钢管制安等。工程对生态环境的影响主要是地面开挖对地表植被的破坏，开挖的土方临时堆存对土地的占压造成对地表植被的破坏。由于由于工程施工简单，施工期较短，施工占地面积较小，施工完成后开挖土方回填，多余的土方运送到弃渣场进行处理，且施工区以农业植被和草丛为主，乔木林地多为人工杨树林、刺槐林、榆树林、油松林；灌木林包括酸枣灌丛、荆条灌丛、胡枝子灌丛；天然草地包括针茅+隐子草+冰草群丛、长芒草+糙隐子草+兴安胡枝子群丛、长芒草+兴安胡枝子+白莲蒿群丛等，农作物主要有玉米、小麦、蔬菜等。受工程占地影响的植被和植物种类均为区域内的常见类型，不会造成区域物种及群落的消失，仅为植物个体损失，植被生物量减少。工程实施对区域内植被和植物多样性的影响较小。

（3）渡槽工程对植物及植被的影响

全线共有 10 座渡槽，总长度为 1.13km。渡槽断面为单线、单槽箱式矩形全封闭结构，单跨跨度 15m，槽身为现浇钢筋混凝土，断面尺寸（2.0~2.05）m×（4.2~3.4）m；槽墩为钢筋混凝土结构实体墩，基础为扩大基础。

渡槽工程主要生态影响为桥墩占地造成少量植被破坏，由于工程量很少，施工简单，施工期较短，施工占地面积较小，且施工区以农业植被和草丛为主。受影响的植被和植物种类均为区域内的常见类型，因此工程实施对植被和植物多样性的影响很小。

（4）施工活动对植物及植被的影响

1）废水、固废的影响

本工程施工活动对植物及植被的影响主要为施工活动产生的废水、固废、扬尘等对其影响。施工期施工废水主要包括生产作业废水、生活污水、车辆冲洗废水、施工机械维修废水、下雨时冲刷浮土及建筑泥沙等产生的地表径流污水等。固体废物主要来自施工产生的建筑垃圾以及施工人员生活垃圾。施工废水及固废会破坏地表及水域环境，改变土地利用情况，进而影响周围植物正常生命活动。由于评价区沿线均布置有弃渣场和污水处理系统，工程施工产生的废水、固废等会进行集中处理，经处理后其对植物及植被的影响较小。

2）扬尘的影响

扬尘主要来源于开辟施工便道，土石方调配，建筑物施工，直至工程竣工后场地清理、恢复等诸多工程，其中以运输车辆引起的二次扬尘影响时间最长，对周围植物及植被影响最严重。扬尘粗颗粒随风飘落到附近地面或植物叶、茎、花表面，使其生命活动受到一定影响。在施工期定期洒水抑尘，可有效缩减扬尘扩散范围，从而减轻施工期扬尘等对周围植物及植被的影响。

3）人为干扰的影响

施工期工程区人员增多，施工人员活动会破坏施工区及周围植物资源，使其个体损失，植被生物量减少，但这样影响可通过施工前划定施工范围，规范施工人员活动等进行缓解。

（5）水土流失对植物及植被的影响

施工期占地区开挖、施工场地平整、施工道路建设等扰动地表，造成大面积的土壤裸露，受雨水冲击时易造成水土流失，将对植物及其生境造成不利影响，同时，水土流失易导致土壤中的有机质也不断流失，从而破坏了土壤的结构，增加植被复垦工作的难度。但本工程在可研阶段充分考虑到了水土流失问题，只要切实落实水土保持方案，本工程水土流失对区域植物及植被的影响较小。

（6）典型工程临时占地对植物及植被的影响

根据现状调查选择的典型工程的调查结果，输水线路区弃渣场、生产生活区临时占地区域的占地类型主要为林地、草地和耕地。主要植被类型主要为人工种植的栓皮栎、辽东栎、女贞等，山坡零星生长有胡枝子、荆条、羊茅、早熟禾、隐子草、荆条、酸枣灌丛，草本植物包括母菊、艾、隐子草、白莲蒿、艾、酸模、委陵菜、飞廉及耕地种植的常见农作物等。

受施工临时占地影响的植被均为常见类型，植物均为适应性强、抗逆性强、分布范围广的种类，施工占地对水源区植物及群系的影响主要为植物个体损失和植被生物量减少，且随着施工结束对临时占地区土地平整、复耕、植被恢复等，可使临时占地区植物及植被在适宜条件下迅速得到恢复，因此，工程临时占地对植物及植被的影响较小。

（7）对重要植物物种的影响

1）对重点保护植物及极危、濒危、易危种的影响

评价区共有国家重点保护野生植物 20 种，有陕西省重点保护植物 3 种，有极危、濒危、易危种共 5 种。本次调查中，在输水线路占地内暂未发现上述植物，但有的植物为一年生植物，不排除施工期会在工程占地区内出现。为了减少工程的影响，建议将这些重要物种打印出图片分发给施工人员，如果遇到，要采取移栽措施加以保护，如此则工程对这些重要物种影响不大。

2）对古树名木的影响

根据调查，输水线路区工程周边 100m 范围内共有古树 10 株，由于古树距离施工布置区域较近，可能受施工期间人员活动、车辆往来产生的扬尘、人为干扰，其生长环境受到间接影响。

为了减少对古树的影响，建议施工前在古树及工区附近树立标牌，告知施工人员古树的位置及相关保护信息；临时道路尽量远离古树；弃渣场要严格控制好占地边界，严禁向古树方向扩展。如此则工程对古树的影响是可以接受的。工程与古树位置关系及影响分析详见表 7.5-2。

表 7.5-2 工程区周边 100m 范围古树影响分析表

序号	地区		名称	经度（度）	纬度（度）	位置关系	影响分析
	市	县					
1	定西	漳县	杨树	104.6011	34.5664	与施工道路最近距离为 16m	人员往来增加干扰几率，车辆增加产生扬尘影响，影响较小
2	天水	秦安县	国槐	105.7520	35.0899	与海湾石料厂最近距离为 42m	
3	平凉	泾川县	毛泡桐	107.3572	35.3408	与泾川分干施工区最近距离为 30m	
4	庆阳	西峰区	侧柏	107.6193	35.7855	与施工道路最近距离为 30m	
5	庆阳	西峰区	油松	107.6193	35.7855	与施工道路最近距离为 30m	
6	庆阳	庆城县	枣树	107.6365	36.2180	与环线分干施工区最近距离为 90m	距离较远，基本无影响
7	庆阳	庆城县	枣树	107.6365	36.2180		
8	庆阳	庆城县	枣树	107.6365	36.2180		
9	庆阳	庆城县	枣树	107.6365	36.2180		
10	庆阳	宁县	油松	108.1226	35.4447	与正宁分干施工区最近距离为 40m	影响较小

7.5.3 对陆生动物的影响

（1）对两栖动物的影响

两栖动物的运动能力较弱，皮肤通透性较好，对水依赖性大。输水沿线两栖动物有 7 种，数量较少，主要分布于输水总干线、干线所在的山区溪流内。输水总干线、干线多以隧洞形式布设，隧道施工过程中不会对两栖类动物产生影响。另外部分倒虹吸、渡槽、施工场地等临时工程布设在河道等水域附近，施工期间产生的噪声、震动及人为干扰等也会对生活于附近的两栖动物产生驱赶影响。由于输水总干线、干线开挖段工程量较小，临时工程布置分散、占地面积有限，受施工干扰影响的两栖类动物可以顺利迁移，且在施工结束后，随着开挖区域回填、施工干扰消除、临时占地生境恢复等，受影响的两栖类可回到原有生境生活，因

此影响较小。输水分干线多以埋管方式施工，临时占地面积较大，但这些工程区多位于陇西和陇东黄土高原农业区，两栖动物很少，因此影响较小。

（2）对爬行类动物的影响

爬行类动物对水有一定依赖性，但其体表被鳞的生理特点决定了其对水的依赖性不如两栖类明显，其生存方式也较爬行类更为多样，有生活于灌丛石隙下的灌丛石隙型、生活于水域附近潮湿的林间的林栖傍水型以及生活于人类居民点附近的住宅型等。工程建设期间对其影响主要有：工程临时占地占用其生境、人类活动对其干扰等。输水总干线及干线区的爬行类种类最多的是林栖傍水型，包括黑眉锦蛇、白条锦蛇、赤链蛇、虎斑颈槽蛇、乌梢蛇等。施工期间，施工支洞开挖、弃渣场、施工场地等临时占地将占用这些爬行类动物的生境，将其驱赶到远离工程区域的其他生境中生活；施工期间产生的扬尘、弃渣等会劣化占地区及周边爬行类动物生境，另外施工机械、运行车辆等产生的噪声也会对工程影响区域的爬行类动物产生干扰影响，迫使其迁移至远离工程影响的区域，施工道路车辆行驶频率的增加也会加大对部分爬行类动物碾压的风险，导致其伤亡。由于输水总干线、干线主要以隧洞形式穿越，工程占地面积较小，施工结束后临时占地区将采取植被恢复措施，受施工影响的爬行类生境可得到恢复，同时施工期在做好严格控制施工范围、加强人员及车辆等管理措施的前提下，施工对输水沿线区爬行类动物的影响有限。输水分干线多以埋管方式施工，临时占地面积较大，但这些工程区多位于陇西和陇东黄土高原农业区，爬行动物很少，因此影响较小。

（3）对鸟类的影响

输水沿线区生境类型多样，植被覆盖率较高，环境敏感区也多，分布的鸟类种类和数量较多，且有较多国家级和省级重点保护鸟类，如斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉及多种猛禽等。工程建设期间对鸟类的影响主要有：工程占地对生境占用、施工噪声、震动对其的驱赶，扬尘、弃渣等对其生境的污染，人类活动对其的干扰等。输水总干线沿线区主要为林地，分布的鸟类以生活于林地和灌丛的猛禽、鸣禽为主。施工支洞及其他临时工程占地会直接占用其生境，但由于鸟类善飞翔，趋避能力较强，工程建设基本不会伤害鸟类个体。鸟类的感官非常灵敏，对噪声和震动反应较为敏感，工程建设期间挖掘机、推土机和混凝土搅拌机

等的机械噪声，运输车辆产生的噪声、土石方开挖以及爆破等的噪声将对鸟类产生一定影响，尤其是穿越敏感区段如官鹅沟森林公园、 腊子口森林公园附近的施工支洞、 施工场地等，施工噪声干扰会使偶尔到施工区附近活动的鸟类远离施工区域， 导致施工区鸟类种类和数量明显下降。砂石料加工系统和混凝土生产系统产生的粉尘，运输车辆在运输过程中产生的扬尘、汽车尾气，水泥等粉料运输产生的粉尘，土石方开挖产生的粉尘等会对施工区造成污染，改变鸟类分布，导致施工区鸟类种类和数量下降。输水沿线区及周边林地覆盖率较高，林地面积较大，施工期间受影响的鸟类将暂时远离施工区域，待施工结束后，临时占地区植被恢复，施工干扰影响消失，鸟类生境和鸟类种类和数量将得到一定程度恢复。

（4）对兽类的影响

输水线路多位于山区，人为活动相对较少。工程施工对兽类动物的影响主要是工程占地占用其生境，施工噪声、震动及人为活动等方面。

施工期间，输水总干线、干线的施工支洞、弃渣场、施工场地、临时道路等，以及输水分干线的地表开挖，都将占地将占用植被，造成输水线路评价范围内树栖型和地面生活型的兽类如珀氏长吻松鼠、草兔等的栖息地面积减少， 迫使其迁移到附近相似的生境栖息；施工期间产生的噪声、震动等以及人为活动会干扰兽类的正常栖息和生活，对其造成驱赶影响。部分营巢于地下的半地下生活型种类可能会受到开挖施工影响。施工支洞开挖区施工会破坏部分半地下生活型种类如刺猬的洞穴，对其栖息产生影响，施工支洞开挖范围较小，对兽类的影响有限。此外，半地下生活的啮齿类动物中有少数种类如褐家鼠、黄胸鼠等与人类关系密切，喜欢在人类活动范围如村落、菜地活动，施工人员的进驻、生活垃圾的堆放，会使这些啮齿类动物的数量增加，导致传染性疾病的传播。随着工程的结束和当地植被的恢复，工程开挖及施工干扰对兽类产生的影响将逐步缓解。

（5）对重要野生动物物种及其生境的影响

1) 对重要物种中兽类的影响

工程区周边分布的重要物种的兽类中，共有国家重点保护兽类 21 种，省级保护动物 1 种，生物多样性红色名录中的极危、濒危、易危种共 19 种。这些野生动物主要栖息于输水线路沿途的多个森林公园内，相比水源及下游区域减少了

国家级保护兽类大熊猫和青鼬，增加了国家二级重点保护野生动物赤狐和省级保护动物果子狸，变化较小，这里不再赘述，详见 6.5.3 节。

2) 对重要物种中鸟类的影响

输水线路区保护鸟类与水源区及下游区域分布种类相同，这里不再赘述，详见 6.5.3 节。

3) 对重要物种中两栖类的影响

工程区周边共有重点保护两栖类 2 种，为大鲵和西藏山溪鲵，分布于输水沿线的山区及溪流内。本工程施工期施工道路及干支渠系开挖可能对这些两栖类动物的迁徙、觅食活动有一定的限制，但由于两栖类生境范围较大，工程施工不会对其产生较大影响，随着施工活动的结束，对两栖类生境的影响将结束。运行期输水线路全线封闭，与地表水系无交汇，因此工程对二者基本无影响。详见表 7.5-3。

表 7.5-3 工程对重要物种中两栖类影响分析表

序号	种 名	等级	分布	影响分析
1	大鲵	二级	分布于输水沿线的山区及溪流内	本工程施工期施工道路及干支渠系开挖可能对这些两栖类动物的迁徙、觅食活动有一定的限制，但由于两栖类生境范围较大，工程施工不会对其产生较大影响，随着施工活动的结束，对两栖类生境的影响将结束。运行期输水线路全线封闭，与地表水系无交汇，因此工程对二者基本无影响。
2	西藏山溪鲵	二级		

(6) 小结

总的来说，输水总干线、干线多位于山区，野生动物较多，但工程主要以隧洞形式布设，占地面积较小，对野生动物影响有限。输水分干线多位于陇西和陇东黄土高原农业区，主要以埋管形式布设，尽管临时占地面积较大，但由于人类活动频繁，野生动物稀少，因此影响也较小。

7.5.4 对生态系统影响分析

7.5.4.1 对生态系统面积分析

输水线路工程将导致农田生态系统减少 3656.48hm²，占评价区的 3.07%；森林生态系统减少 772.64 hm²，占评价区的 2.17%；灌丛生态系统减少 141.50 hm²，

占评价区的 1.18%；草地生态系统减少 560hm²，占评价区的 1.25%；湿地生态系统减少 128.37hm²，占评价区的 1.57%；城镇生态系统减少 304.59hm²，占评价区的 3.85%；其他类型生态系统减少 22.74hm²，占评价区的 0.95%；详见表 7.5-4。

表 7.5-4 输水线路区占用各类生态系统面积表

生态系统类型	永久占用面积 (hm ²)	临时占用面积 (hm ²)	合计 (hm ²)	评价区 (hm ²)	占比 (%)
农田生态系统 (包括园地)	451.7	3204.79	3656.48	119279	3.07
森林生态系统	107.09	665.55	772.64	35621	2.17
灌丛生态系统	21.32	120.18	141.50	12000	1.18
草地生态系统	101.72	458.28	560	44706	1.25
湿地生态系统	13.38	114.99	128.37	8157	1.57
城镇生态系统	36	268.57	304.59	7908	3.85
其他	1.74	20.99	22.74	2388	0.95
合计	732.94	4853.35	5586.32	230059	2.43

注：根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查（HJ 1166-2021）》，园地归属于农田生态系统，故将园地并入农田生态系统内。

7.5.4.2 生态系统生物量和生产力分析

评价区各类生态系统面积的变化，将导致评价区生物量降低 0.56t/hm²，生产力平均降低 0.08t/hm².a，分别占施工前的 1.10%和 1.17%，降低比例均很小。详见表 7.5-5、表 7.5-6。

表 7.5-5 输水线路区生态系统生物量减少情况表

用地类型	占地面积 (hm ²)	单位面积生物量 (t/hm ²)	生物量减少量 (t)	评价区平均减少量 (t/hm ²)
农田生态系统	3656.48	11	40221.28	0.56
森林生态系统	772.64	250	193160	
灌丛生态系统	141.50	68	9622	
草地生态系统	560	16	8960	
湿地生态系统	128.37	0.2	25.674	
城镇生态系统	304.59	1.0	304.59	
其他	22.74	0.2	4.548	
合计			252298.09	

表 7.5-6 输水线路区生态系统生产力降低情况表

用地类型	占地面积 (hm ²)	净第一性生产力 (t/hm ² .a)	减少量 (t/a)	评价区平均减少量 (t/hm ² .a)
农田生态系统	3656.48	6.4	1076.22	0.08
森林生态系统	772.64	12.2	242.17	
灌丛生态系统	141.50	6	2617.86	
草地生态系统	560	5.5	640.31	
湿地生态系统	128.37	5	602.75	
城镇生态系统	304.59	1.1	66.91	
其他	22.74	0.2	1.31	

7.5.4.3 生态系统稳定性分析

生态系统稳定性主要受生物量和景观异质性决定的，输水线路工程实施后，评价区生物量变化很小，输水线路多为隧洞，其余工程也绝大部分位于地下，因此工程对周边区域景观异质性影响也很小，故工程对生态系统稳定性影响很小。

7.5.4.4 生态系统服务功能分析

输水线路工程建设后，评价区生态系统结构的变化必然导致生态系统服务功能的变化，详见表 7.5-7。

表 7.5-7 输水线路区生态服务价值变化表

生态系统类型	工程实施后 生态系统面积 (hm ²)	单位面积生态 系统服务价值 (元/hm ²)	工程实施后生态 系统服务价值 (万元)	工程实施前生 态系统服务价 值(万元)	变化 (万元)
农田生态系统	118827.3	6114.3	72654.58	72930.76	-276.18
林地生态系统	35513.91	19335	68666.14	68873.2	-207.06
灌丛生态系统	11978.68	9667.5	11580.39	11601	-20.61
草地生态系统	44604.28	6406.5	28575.73	28640.9	-65.17
湿地生态系统	8143.62	40676.4	33125.31	33179.74	-54.43
城镇生态系统	8604.95	-1000	-860.50	-790.8	-69.70
其他生态系统	2386.26	371.4	88.63	88.69	-0.06
合计	230059		213830.29	214523.49	-693.20

上表显示，输水线路建设后，输水线路区生态系统服务价值将减少 693.2 万元，占现状的 0.32%，单位平均价值由 93.24 万元/km² 下降到 92.90 万元/km²，下降幅度很小。

7.5.4.5 对景观优势度的影响

输水线路建设后,评价区各类生态系统的面积和斑块数量将发生变化,进而导致其优势度也随之变化,具体见表 7.5-8。

表 7.5-8 输水线路区各生态系统优势度值变化表

斑块类型	建设后				建设前	Do 变化 (%)
	Rd(%)	Rf(%)	Lp(%)	Do(%)	Do(%)	
农田生态系统	32.01	47.3	51.65	45.65	46.60	-2.03
森林生态系统	12.13	55.73	15.44	24.69	24.82	-0.54
灌丛生态系统	9.1	23.52	5.21	10.76	10.79	-0.28
草地生态系统	11.83	48.76	19.39	24.84	24.94	-0.39
湿地生态系统	7.12	12.81	3.54	6.75	6.89	-2.00
城镇生态系统	19.81	16.48	3.74	10.94	9.56	14.46
其他生态系统	8	7.54	1.04	4.41	4.46	-1.23

从上表可知,工程运行后,输水线路区城镇生态系统优势度增加,增幅 14.46 %;其余生态系统优势度均不同程度降低,但降幅较小。城镇生态系统是对生态不利的景观类型,其优势度增加对评价区生态质量是不利的,但影响很小。

7.5.5 累积生态影响分析

输水总干线全线采用无压隧洞(渡槽、箱涵、圆涵)结合有压倒虹吸的自流输水方式,干线及分干线主要采用有压重力流管道,局部采用无压隧洞、无压管道及泵站加压的输水方式。工程区附近已有的工程多为各类交通工程,其目前主要生态影响为阻隔影响,由于大部分区域野生动物非常稀少,阻隔影响不明显。

7.5.6 灌区工程生态影响分析

受水区按照节水优先、以水定产的原则,设计水平年不再发展灌溉面积,各地市灌溉面积维持基准年面积不变,但一批高附加值的高效经济作物种植面积将不断加大,尤其是当地特色种植苹果的种植面积将不断加大,设计水平年种植结构高效经济作物的种植比例有所增加。

由此可见,本工程不会增加受水区的灌溉面积,仅使种植结构发生一定改变,而受水区的土地利用结构基本不会改变,因此本工程的生态影响不大。

7.6 输水线路及受水区水生生态环境影响预测评价

7.6.1 施工期影响预测

受水区及输水沿线建设总干线工程 409.93 km，以隧洞、渡槽、箱涵、无压圆涵、倒虹吸等方式；干线及分干线总长约 836.83 km，以有压埋管、无压隧洞、洞穿管、倒虹吸、渡槽、无压圆涵等方式。

由于输水线路均是以隧洞、渡槽、倒虹吸等封闭式方式穿越沿线水体，施工期可能会对穿越河流进行围堰开挖，对水生生态将造成一定影响，特别是对河流底质、水生植物、底栖动物等造成一定影响，从而影响鱼类栖息、索饵、繁殖等，但随着施工结束，河道恢复至施工前状态，影响会随之消失。

另外，施工废水的排放，施工弃渣的堆放等，很容易对河流产生水质污染，影响水生生物的生存，施工场地产生的固体废弃物、倒虹吸开挖产生的废渣可能会堆在河谷处，也可能对河流环境产生一定的不良影响，渡槽施工过程中可能会在河道中修建建筑物和围堰施工，均会短期内使河道浑浊，对其中生活的水生生物产生不良影响。施工前加强管理，禁止将废水、废渣倒入河流，可有效减缓对沿线水生生态的影响。

7.6.2 运行期影响预测

7.6.2.1 输水沿线

根据工程设计方案，白龙江引水工程总干线及干线需跨越的较大规模河流有渭河水系、泾河水系及北洛河等，输水线路工程在跨越这些河流时以隧洞、渡槽、倒虹吸、箱涵及圆管涵等形式穿过，不与沿途河流发生水力联系，只通过用水户退水对受水区河流产生影响，因此工程运行后，对输水沿线影响较小或基本无影响。

7.6.2.2 受退水区

受退水区由于水资源量增加，对于局地水生生态的改善有利，水生生物种类和资源量将有所增加。

（1）水文情势

白龙江引水工程实施后，受水区渭河、泾河流域主要控制断面流量过程将会有所变化。与现状相比，工程实现后，各断面径流量均有所增加。径流量的增加主要来自受水区县城、村镇生活退水和一般工业退水。

以渭河干流为例，白龙江引水工程实施后，渭河干流各代表水文站径流量均有一定程度的增加，表现出从上游到下游增加量不断增大的特点，增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。其中，武山站增加幅度为0.28%~1.59%，平均增加幅度为0.48%；北道站增加幅度为0.28%~1.59%，平均增加幅度为0.50%；林家村站增加幅度为0.54%~2.85%，平均增加幅度为1.01%。总体上看，白龙江引水工程实施后，受退水影响，受水区各河流径流量均有一定程度的增加，总体上来说泾河流域径流变化幅度大于渭河流域，空间上表现为从上游到下游径流增加量不断增大的特点，年内分配上表现为增加幅度最大的月份为枯水期（12~3月），其次为4~6月份，汛期增加幅度最小。其中，增加幅度最大的河流为泾河支流马莲河、蒲河，其次为泾河干流、泾河支流汭河、黑河、渭河干流等。

（2）水环境

2040年采用规划年治污水平条件下，渭河、泾河、北洛河、延河干支流各断面水质均较好，各时期均能达到目标水质要求。

2040年采用现状年治污水平条件下，2040年白龙江引水工程实施后，马莲河主要考核断面各污染物难以达标；延河各主要考核断面总磷不达标，甘谷驿断面氨氮不达标。

（3）水温

以白龙江引水工程输水干线最末端分水口门-正宁县西坡为例，西坡水温较水源区水温略有降低，降低幅度为0.296℃。白龙江引水工程输水总干线沿程水温降温有限。

因此，工程运行后，受水区总体上水环境质量略有改变，但改变幅度不大，且由于水量增加，总体上水环境质量有所改善，对水生生态有利。

7.6.3 生物入侵影响及风险分析

7.6.3.1 鱼类评估

(1) 可能造成入侵的鱼类种类分析

白龙江引水工程是从代古寺水库引水，引水口位于白龙江上游，从文献记录和现场调查来看，上游分布有土著鱼类 9 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鮡、青石爬鮡，另外现状调查中在代古寺库中采集到麦穗鱼、泥鳅，这两种鱼类原本应该在该河段无分布；还有一种来自黄河流域的外来种：花斑裸鲤、硬刺高原鳅。

以上 13 种鱼类中，红尾副鳅、东方高原鳅、麦穗鱼、泥鳅等在受水区均有分布，花斑裸鲤、硬刺高原鳅为黄河水系鱼类，其主要分布于黄河上游水系，分布海拔相对较高，若进入受水区，可能会在渭河、泾河、延河上游或源头区域形成种群，但不会存在生物入侵风险。因此，对于受水区而言，可能成为入侵种的鱼类有 7 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、白缘鮡、青石爬鮡。

(2) 外来种风险评估指标体系

原环保部于 2011 年发布了《外来物种环境风险评估技术导则》(HJ624-2011)，对入侵风险评估给出了宏观指导和要求，但缺乏具体的指标体系，因此本报告的评估程序和撰写格式按照导则的要求进行，具体指标采用窦寅等（2011）。窦寅等（2011）在现状调查、文献分析和专家咨询的基础上，构建了一套包含 5 个一级指标、12 个二级指标、44 个三级指标的可量化的外来鱼类入侵风险评估指标体系。西南林业大学已经将窦寅等的体系和国外的 FISK 体系应用在李仙江流域外来种风险分析上，结果显示二者得到的评价结果是一致的（杨丽萍等，2012）。这就肯定了窦寅等的体系是适用于我国鱼类外来种入侵风险评估的。据此本报告运用这一体系对白龙江引水工程面临的外来种入侵风险进行评估。

窦寅等（2011）提出的风险评估总分值的计算公式为：

$$W = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} \sum_{k=1}^n \alpha_{ijk} P_{ijk}$$

式中，W 为外来鱼类入侵风险评估总分值； α_i 为一级指标的权重分值； α_{ij} 为二级指标的权重分值； α_{ijk} 为三级指标的权重分值； P_{ijk} 为三级指标的评估值；n

为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标下的三级指标个数； m 为第 i 个一级指标下的二级指标个数。

表 7.6-1 外来鱼类入侵风险评估指标体系及评分标准

一级指标		二级指标		三级指标		不同分值所对应的评估标准		
名称	权重	名称	权重	名称	权重	0	1	2
入侵历史与分布现状	0.15	入侵历史	0.60	是否存在入侵史 (P_{111})	0.10	否		是
				对入侵地区本地种的影响 (P_{112})	0.50	降低 0~ 10%	降低 10% 以上	至少 1种本地种灭绝
				对入侵地区生态环境的影响 (P_{113})	0.25	不显著	显著	极显著
				对入侵地区经济贸易的影响 (P_{114})	0.15	不显著	显著	极显著
		评估地区分布情况	0.40	人工养殖规模 ¹⁾ (P_{121})	0.15	0~ 0.1%	0.1%~ 2.0%	> 2.0%
				人工养殖分布 (P_{122})	0.15	高度集中	比较集中	广泛分布
				自然生态系统中的分布 (P_{123})	0.70	未发现	偶见	常见
定殖与建群的可能性	0.20	环境适应能力	0.55	对水温的适应情况 (P_{211})	0.20	不适应	部分适应	完全适应
				对水化因子的适应情况 (P_{212})	0.20	不适应	部分适应	完全适应
				对水文条件的适应情况 (P_{213})	0.15	不适应	部分适应	完全适应
				存在天然饵料资源的情况 (P_{214})	0.10	无	存在	充足
				存在有效天敌的情况 (P_{215})	0.15	较多	较少	无
				存在竞争压力的情况 (P_{216})	0.10	高	较高	较低
				遗传多样性高低 (P_{217})	0.10	很低	较高	极高
					0.10	缓慢	一般	迅速
		生长繁殖能力	0.45	初次性成熟年龄 (P_{221})	0.30	> 2 a	1~ 2 a	< 1 a
				繁殖次数 (P_{223})	0.35	每年或多年 1次	每年 2~ 4次	每年 4次以上
				年繁殖量 (P_{224})	0.10	低	中	高
				繁殖方式 (P_{225})	0.10	两性繁殖	存在性逆转	单性繁殖
				育幼行为 (P_{226})	0.05	无	一般护幼行为	强烈护幼行为
传播与扩散的可能性	0.20	个体易扩散性	0.35	个体形态特征可分辨程度 (P_{311})	0.20	易分辨	较难分辨	极难分辨
				繁殖体形态特征 (P_{312})	0.30	浮性卵	黏附活动物体的黏性卵	黏附固定物体的黏性卵
				个体或繁殖体在运输环境的存活率 (P_{313})	0.10	0~ 5%	> 5%~ 50%	> 50%
		环境易扩散性	0.25	迁徙范围 (P_{314})	0.40	定居	一定范围	长距离迁徙
				水域可流通性 (P_{321})	0.65	封闭水系	存在一定流通性	流通性强, 水系发达
				水域受自然干扰次数 (P_{322})	0.35	极少	偶尔	频繁
		人为传播的可能性	0.40	被目的性引种与传播的程度 (P_{331})	0.45	较低	一般	较高
				评估区渔业水产业发展的程度 (P_{332})	0.30	较低	一般	较高
影响与危害的评估	0.25	对本地物种的影响与危害	0.60	繁殖干扰 (P_{411})	0.30	无干扰	领域式干扰	“杂交”式干扰
				捕食危害 (P_{412})	0.35		广食性	专食性
				竞争压力 (P_{413})	0.20	无竞争	干扰式竞争	剥夺式竞争
				是否为病原体的媒介动物 (P_{414})	0.15	否	是	
		对环境的影响与危害	0.10	对自然景观的影响 (P_{421})	0.40	无	一定程度破坏	较大程度破坏
				对水环境质量的影响 (P_{422})	0.60	无	一定程度降低	较大程度降低
		对人类的影响与危害	0.30	是否为人畜病原体的媒介动物 (P_{431})	0.40	否	是	
				个体及其分泌物对人畜的危害 (P_{432})	0.30	无	一定危害	较大危害
				对经济活动的影响 (P_{433})	0.30	无或较低	一般	较高
预防与控制的难度	0.20	预防入侵的难度	0.50	引入渠道的规范性 (P_{511})	0.35	较高	一般	较低
				使用程序的规范性 (P_{512})	0.35	较高	一般	较低
				公众对该外来鱼入侵的防范意识 (P_{513})	0.30	很强	一般	无或较低
		控制入侵的难度	0.50	现有控制技术 (P_{521})	0.50	存在简便的控制方式	存在复杂的控制方式	没有可行的控制方式
				控制所需成本 (P_{522})	0.20	无或较低	较高	极高
				控制造成的负面效应 (P_{523})	0.30	无或较低	一定	较高

1) 占水产养殖总面积比例。

根据外来鱼类入侵风险评估总分值 W ，可确定外来鱼类的风险级别和相应的管理措施，3 类风险级别的判定标准则依据使用该体系对若干种已知具风险和无风险的外来鱼作出的评分结果进行分析而确定。

表 7.6-2 风险评估总分值(W)、风险级别及管理措施的对照

W 值	风险级别	管理措施
[0 0.700)	可接受	可引进
[0.700 1.000)	一定风险	需进一步获取信息, 采取防范监控措施
[1.000 2.000]	不可接受	入侵风险高, 禁止引进

根据《四川鱼类志》(丁瑞华, 1994)、《横断山区鱼类》(陈宜瑜, 1998)、《中国动物志鲤形目》(中卷)(陈宜瑜等, 1998)、《中国动物志鲤形目(下卷)》(乐佩琦, 2000)、《中国动物志鲇形目》(褚新洛等, 1999)、《长江鱼类早期资源》(曹文宣等, 2007)等文献资料, 确定各评估指标的赋值; 找不到现有数据的, 根据近缘种的数据或评估专家的经验判定。

(3) 入侵风险评估

根据鱼类生态习性, 将可能成为入侵种的 7 种鱼类分为三个类群, 即重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼为一个类群, 安氏高原鳅、斯氏高原鳅为一个类群, 白缘鳅、青石爬鮡为一个类群, 分别进行生物入侵风险评估。

①重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼入侵风险评估

对重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼入侵受水区的各项三级指标赋值做一说明, 详见表 7.6-3。

表 7.6-3 对重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼入侵风险评估体系三级指标评估分值

指标名称	指标代码	赋值	说明
是否存在入侵史	P111	0	否
对入侵地区本地种的影响	P112	0	无影响
对入侵地区生态环境的影响	P113	0	不显著
对入侵地区经济贸易的影响	P114	0	不显著
人工养殖规模	P121	0	无
人工养殖分布	P122	0	无
自然生态系统中的分布	P123	0	未发现

指标名称	指标代码	赋值	说明
对水温的适应情况	P211	1	部分适应，重口裂腹鱼等分布山区流水生境，海拔较高、水温较低，受水区海拔相对较低，日照充足，水温较高，在受水区河流上游或源头可适应
对水化因子的适应情况	P212	1	部分适应，裂腹鱼类对溶解氧等要求较高
对水文条件的适应情况	P213	0	重口裂腹鱼等一般在干流流水生境栖息，受水区河流落差相对较小，水流较平缓，因此赋值为不适应
存在天然饵料资源的情况	P214	1	本种主要摄食着生藻类，因此赋值为存在
存在有效天敌的情况	P215	0	人类活动和许多禽类都是本种的有效天敌，赋值为较多
存在竞争压力的情况	P216	1	本种主要摄食着生藻类，受水区有类似食性的鱼类且存在空间竞争，因此赋值为较高
遗传多样性高低	P217	1	研究表明重口裂腹鱼等不同分布区种群间遗传多样性较高
生长速度	P221	0	重口裂腹鱼等裂腹鱼类生长缓慢，赋值为缓慢
初次性成熟年龄	P222	0	研究数据表明，重口裂腹鱼等裂腹鱼类性成熟年龄较晚
繁殖次数	P223	0	重口裂腹鱼等裂腹鱼类每年繁殖一次
年繁殖量	P224	0	重口裂腹鱼等裂腹鱼类年繁殖量较低
繁殖方式	P225	0	双性繁殖
育幼行为	P226	0	无
个体形态特征可分辨程度	P311	0	易分辨
繁殖体形态特征	P312	2	重口裂腹鱼等裂腹鱼类产粘沉性卵，为“粘附固定物体的粘性卵”
个体或繁殖体在运输环境的存活率	P313	1	重口裂腹鱼等裂腹鱼类对水温升高比较敏感，需要的溶解氧水平很高，在运输过程中存活率相对较低
迁徙范围	P314	1	研究表明，重口裂腹鱼等裂腹鱼类的分布特点为狭域短距离洄游性鱼类
水域可流通性	P321	1	存在一定流通性
水域受自然干扰次数	P322	2	频繁
被目的性引种与传播的程度	P331	1	重口裂腹鱼等是重要的经济鱼类之一，成体个体较大，其肉质鲜美，引种养殖目的性较强，但水域环境有所限制，故目的性引种为一般
评估区渔业水产业发展的程度	P332	1	一般
其他人为活动强度	P333	1	一般

指标名称	指标代码	赋值	说明
繁殖干扰	P411	0	重口裂腹鱼等是高海拔高原鱼类，繁殖水温下限为 13℃左右，在受水区鱼类繁殖水温一般较高，因此对本地物种无干扰
捕食危害	P412	2	本种主要摄食着生藻类
竞争压力	P413	0	重口裂腹鱼等为高原鱼类，对溶氧、透明度和水温要求较高，可能仅在受水区河流源头能生存，对本地物种无竞争压力
是否为病原体的媒介动物	P414	0	否
对自然景观的影响	P421	0	无
对水环境质量的影响	P422	0	无
是否为人畜病原体的媒介动物	P431	0	否
个体及其分泌物对人畜的危害	P432	0	无
对经济活动的影响	P433	0	无
引入渠道的规范性	P511	0	较高
使用程序的规范性	P512	0	较高
公众对该外来鱼入侵的防范意识	P513	2	无或较低
现有控制技术	P521	0	存在简便的控制方式
控制所需成本	P522	0	较低
控制造成的负面效应	P523	0	无或较低

风险评估：对重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼入侵受水区的风险评估总分为 0.3853，风险级别为可接受。

②安氏高原鳅、斯氏高原鳅风险评估

对安氏高原鳅、斯氏高原鳅入侵受水区的各项三级指标赋值做一说明，详见表 7.6-4。

表 7.6-4 安氏高原鳅、斯氏高原鳅入侵风险评估体系三级指标评估分值

指标名称	指标代码	赋值	说明
是否存在入侵史	P111	0	否
对入侵地区本地种的影响	P112	0	无影响
对入侵地区生态环境的影响	P113	0	不显著
对入侵地区经济贸易的影响	P114	0	不显著
人工养殖规模	P121	0	无
人工养殖分布	P122	0	无
自然生态系统中的分布	P123	0	未发现

指标名称	指标代码	赋值	说明
对水温的适应情况	P211	0	高原鳅适应海拔较高、水温较低，受水区海拔相对较低，日照充足，水温较高
对水化因子的适应情况	P212	0	不适应
对水文条件的适应情况	P213	1	高原鳅为小型鱼类，能够适应缓流或静水环境，受水区河流落差相对较小，水流较平缓，因此赋值为适应
存在天然饵料资源的情况	P214	1	高原鳅以有机碎屑等为食，因此赋值为存在
存在有效天敌的情况	P215	0	人类活动和许多禽类都是本种的有效天敌，赋值为较多
存在竞争压力的情况	P216	0	本种主要摄食有机碎屑，受水区有多种类似食性的鱼类且存在空间竞争，因此赋值为高
遗传多样性高低	P217	1	高原鳅不同分布区种群间遗传多样性较高
生长速度	P221	0	高原鳅生长缓慢，赋值为缓慢
初次性成熟年龄	P222	0	高原鳅生长缓慢，性成熟年龄较晚
繁殖次数	P223	0	高原鳅每年繁殖一次
年繁殖量	P224	0	高原鳅年繁殖量较低
繁殖方式	P225	0	双性繁殖
育幼行为	P226	0	无
个体形态特征可分辨程度	P311	0	易分辨
繁殖体形态特征	P312	2	高原鳅产粘沉性卵，为“粘附固定物体的粘性卵”
个体或繁殖体在运输环境的存活率	P313	0	高原鳅对水温升高比较敏感，需要的溶解氧水平很高，在运输过程中存活率相对较低
迁徙范围	P314	0	高原鳅为定居性鱼类
水域可流通性	P321	0	封闭水体
水域受自然干扰次数	P322	2	频繁
被目的性引种与传播的程度	P331	0	高原鳅无小型鱼类，无经济价值，被目的性引种与传播的可能性低
评估区渔业水产业发展的程度	P332	1	一般
其他人为活动强度	P333	1	一般
繁殖干扰	P411	0	因本种是高海拔高原鱼类，繁殖水温较低，在受水区鱼类繁殖水温一般较高，因此对本地物种无干扰
捕食危害	P412	2	主要摄食有机碎屑
竞争压力	P413	0	本种为高原鱼类，对溶氧、透明度和水温要求较高，可能仅在受水区河流上游或源头能生存，对本地物种无竞争压力
是否为病原体的媒介动物	P414	0	否
对自然景观的影响	P421	0	无

指标名称	指标代码	赋值	说明
对水环境质量的影响	P422	0	无
是否为人畜病原体的媒介动物	P431	0	否
个体及其分泌物对人畜的危害	P432	0	无
对经济活动的影响	P433	0	无
引入渠道的规范性	P511	0	较高
使用程序的规范性	P512	0	较高
公众对该外来鱼入侵的防范意识	P513	2	无或较低
现有控制技术	P521	0	存在简便的控制方式
控制所需成本	P522	0	较低
控制造成的负面效应	P523	0	无或较低

风险评估：安氏高原鳅、斯氏高原鳅入侵受水区的风险评估总分为 0.2783，风险级别为可接受。

③白缘鲃、青石爬鲃入侵风险评估

对白缘鲃、青石爬鲃入侵受水区的各项三级指标赋值做一说明，详见表 7.6-5。

表 7.6-5 白缘鲃、青石爬鲃入侵风险评估体系三级指标评估分值

指标名称	指标代码	赋值	说明
是否存在入侵史	P111	0	否
对入侵地区本地种的影响	P112	0	无影响
对入侵地区生态环境的影响	P113	0	不显著
对入侵地区经济贸易的影响	P114	0	不显著
人工养殖规模	P121	0	无
人工养殖分布	P122	0	无
自然生态系统中的分布	P123	0	未发现
对水温的适应情况	P211	0	白缘鲃、青石爬鲃适应海拔较高、水温较低，受水区海拔相对较低，日照充足，水温较高
对水化因子的适应情况	P212	0	不适应
对水文条件的适应情况	P213	1	白缘鲃、青石爬鲃为急流性种类，受水区河流落差相对较小，水流较平缓，因此赋值为适应
存在天然饵料资源的情况	P214	1	白缘鲃、青石爬鲃以底栖动物等为食，因此赋值为存在
存在有效天敌的情况	P215	0	人类活动和许多禽类都是本种的有效天敌，赋值为较多

指标名称	指标代码	赋值	说明
存在竞争压力的情况	P216	0	主要摄食底栖动物，受水区有多种类似食性的鱼类且存在空间竞争，因此赋值为高
遗传多样性高低	P217	1	白缘鲃、青石爬鮡不同分布区种群间遗传多样性较高
生长速度	P221	0	白缘鲃、青石爬鮡生长缓慢，赋值为缓慢
初次性成熟年龄	P222	0	白缘鲃、青石爬鮡生长缓慢，性成熟年龄较晚
繁殖次数	P223	0	白缘鲃、青石爬鮡每年繁殖一次
年繁殖量	P224	0	白缘鲃、青石爬鮡年繁殖量较低
繁殖方式	P225	0	双性繁殖
育幼行为	P226	0	无
个体形态特征可分辨程度	P311	0	易分辨
繁殖体形态特征	P312	2	白缘鲃、青石爬鮡产粘沉性卵，为“粘附固定物体的粘性卵”
个体或繁殖体在运输环境的存活率	P313	0	白缘鲃、青石爬鮡对水温升高比较敏感，需要的溶解氧水平很高，在运输过程中存活率相对较低
迁徙范围	P314	0	白缘鲃、青石爬鮡为定居性鱼类
水域可流通性	P321	0	封闭水体
水域受自然干扰次数	P322	2	频繁
被目的性引种与传播的程度	P331	1	白缘鲃、青石爬鮡具有较高的经济价值，被目的性引种与传播的可能性较高
评估区渔业水产业发展的程度	P332	1	一般
其他人为活动强度	P333	1	一般
繁殖干扰	P411	0	白缘鲃、青石爬鮡繁殖水温较低，在受水区鱼类繁殖水温一般较高，因此对本地物种无干扰
捕食危害	P412	2	主要摄食有机碎屑
竞争压力	P413	0	白缘鲃、青石爬鮡对溶氧、透明度和水温要求较高，可能仅在受水区河流上游或源头能生存，对本地物种无竞争压力
是否为病原体的媒介动物	P414	0	否
对自然景观的影响	P421	0	无
对水环境质量的影响	P422	0	无
是否为人畜病原体的媒介动物	P431	0	否
个体及其分泌物对人畜的危害	P432	0	无
对经济活动的影响	P433	0	无

指标名称	指标代码	赋值	说明
引入渠道的规范性	P511	0	较高
使用程序的规范性	P512	0	较高
公众对该外来鱼入侵的防范意识	P513	2	无或较低
现有控制技术	P521	0	存在简便的控制方式
控制所需成本	P522	0	较低
控制造成的负面效应	P523	0	无或较低

风险评估：白缘鲃、青石爬鮡入侵受水区的风险评估总分为 0.3143，风险级别为可接受。

(4) 小结

对 7 种可能入侵的种类进行了入侵风险评估，风险评估总分值均较低，风险级别为可接受。

7.6.3.2 底栖动物评估

水源区共检出底栖动物 35 种，环节动物 1 种，占 2.857%；软体动物 2 种，占 5.714%；节肢动物 32 种，占 91.426%，优势种有四节蜉、扁蜉、假蜉、纹石蛾、摇蚊、多足摇蚊、钩虾等。

受水区含沙量高，不利于底栖动物生长，共检出底栖动物 13 种，环节动物 2 种，占 15.385%；节肢动物 10 种，占 76.231%；扁形动物 1 种，占 7.692%，优势种有扁蜉、纹石蛾、摇蚊、沼虾、舌蛭等。

水源区底栖动物均为常见、广布种类，受水区河流含沙量高，底质为细砂质，不利于底栖动物的附着、栖息、生长，底栖动物的入侵风险较低。

7.6.3.3 浮游动植物评估

根据现状调查结果，白龙江浮游动植物与受退水区的浮游动植物组成成分大体相同，不会对受退水区造成入侵，风险级别为可接受。

7.7 输水线路区环境敏感区影响分析

白龙江引水工程输水线路区直接涉及的环境敏感区共有 15 个，分别为：官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级

地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库水源地保护区，其中甘肃省境内 12 个、陕西省境内 3 个。

7.7.1 对官鹅沟国家森林公园的影响

(1) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越官鹅沟国家森林公园，总干线 DZ1#隧洞 DZ11+024~DZ14+824 段穿越森林公园，穿越长度为 3.8km，全部位于大庙滩景区。穿越森林公园的隧洞洞径 5.10m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，隧洞高程 1698m，穿越区地表高程平均 3400m，最低高程 3310m，隧洞最小埋深 1612m，施工方式为 TBM。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 1#洞口约 9.0km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

(2) 工程对森林公园的环境影响分析

1) 生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿越评价区，其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入，工程施工对生态系统的影响较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对森林公园产生影响。

2) 植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使森林公园内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用森林公园土地资源，且在工程施工严格管理不进入森林公园内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内森林植被造成很大的影响。

3) 动物多样性影响分析

工程不涉及森林公园地表范围,施工活动亦不在森林公园地表范围内,基本位于地表下约 1612m 隧洞处,工程建设不占用森林公园地表的野生动物栖息地,工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。另外基本不会使森林公园内的珍稀濒危保护动物种类数量发生变化,不会导致这些物种种群发生大的波动或出现衰退现象。

隧洞埋深较深,无占地,隧洞工程施工对隧洞上方植被基本不产生影响,对野生动物也不产生影响,不会影响地文、人文、水文资源;因此工程对森林公园的结构和功能均不产生影响。

(3) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日,甘肃省林业和草原局以“甘林保函(2022)731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越官鹅沟国家森林公园。

7.7.2 对庄浪县云崖寺国家森林公园的影响

(1) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越云崖寺国家森林公园,总干线六盘山山段 ZQ2#隧洞 ZQ22+964~ZQ33+334 段穿越森林公园,穿越长度共 10.37km,其中生态保育区 4.9km、一般游憩区 5.47km。穿越森林公园的隧洞洞径 4.60m,施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知,该森林公园内隧洞高程 1655m,穿越区地表高程平均 2530m,最低高程 2500m,隧洞最小埋深 845m。森林公园内无施工支洞,距离最近的施工支洞 6#洞口约 3.7km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

(2) 工程对森林公园的环境影响分析

1) 生态系统影响分析

施工期:工程主要以隧洞的形式穿越评价区,其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入,工程施工对生态系统的影响较小,基本不会改变现有生态系统的结构和功能,不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对森林公园产生影响。

2) 植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使森林公园内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用森林公园土地资源，且在工程施工严格管理不进入森林公园内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内森林植被造成很大的影响。

3) 动物多样性影响分析

工程不涉及森林公园地表范围，施工活动亦不在森林公园地表范围内，基本位于地表下约 845m 隧洞处，工程建设不占用森林公园地表的野生动物栖息地，工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。另外基本不会使森林公园内的珍稀濒危保护动物种类数量发生变化，不会导致这些物种种群发生大的波动或出现衰退现象。

工程在森林公园内无地表施工占地，隧洞最小埋深 845m，位于地下水位以下。对上方植被基本不产生影响，对野生动物也不产生影响，不会影响地文、人文、水文资源；因此工程对森林公园的结构和功能均不产生影响。

(3) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越云崖寺国家森林公园。

7.7.3 对腊子口国家森林公园的影响

已在 6.7.3 节论述，不再赘述。

7.7.4 对榜沙河省级森林公园的影响

(1) 工程与森林公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越榜沙河省级森林公园，总干线 DZ1#隧洞 DZ79+530~DZ80+500 段穿越森林公园，穿越长度为 0.97km，位于生态保育区。穿越森林公园的隧洞洞径 5.10m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，隧洞高程 1695m，穿越区地表高程平均 2620m，最低高程 2600m，隧洞最小埋深

905m。森林公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 5#洞口约 5.0km。森林公园内无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

（2）工程对公园的环境影响分析

1）生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿越评价区，其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入，工程施工对生态系统的影响较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对森林公园产生影响。

2）植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使森林公园内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用森林公园土地资源，且在工程施工严格管理不进入森林公园内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内森林植被造成很大的影响。

3）动物多样性影响分析

工程不涉及森林公园地表范围，施工活动亦不在森林公园地表范围内，基本位于地表下约 905m 隧洞处，工程建设不占用森林公园地表的野生动物栖息地，工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。另外基本不会使森林公园内的珍稀濒危保护动物种类数量发生变化，不会导致这些物种种群发生大的波动或出现衰退现象。

工程在森林公园内无地表施工占地，隧洞最小埋深 905m，位于地下水位以下。对上方植被基本不产生影响，对野生动物也不产生影响，不会影响地文、人文、水文资源；因此工程对森林公园的结构和功能均不产生影响。

（3）主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越榜沙河省级森林公园。

7.7.5 对崇信五龙山省级森林公园的影响

(1) 工程与森林公园位置关系

本次平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越五龙山省级森林公园一般游憩区，隧洞长度为 1600m，埋管长度约 500m，穿越长度共 2100m。穿越区隧洞洞径 3.0×3.5m，施工方式为钻爆法，采用人工手持式风钻钻孔，装药爆破，ZWY-60L 履带式扒渣机装 3t 井下自卸车出渣，洞外由 1m³ 液压反铲挖掘机装 8t 自卸汽车运输，开挖料运至临时堆料场。由工程剖面设计图可知，该森林公园内隧洞高程 1530m，埋深约 100m。森林公园内无施工支洞。埋管工程为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1.2m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m³ 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填，就近堆放。森林公园内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

(2) 工程对公园的环境影响分析

1) 隧洞生态影响

穿越区隧洞洞径 3.0×3.5m，施工方式为钻爆法，采用人工手持式风钻钻孔，装药爆破，ZWY-60L 履带式扒渣机装 3t 井下自卸车出渣，洞外由 1m³ 液压反铲挖掘机装 8t 自卸汽车运输，开挖料运至临时堆料场。该森林公园内隧洞高程 1530m，最大埋深约 295m。根据地下水专题报告，隧洞埋深较深，施工引起的地下水水位变化和下降，对包气带内土壤水分基本不会产生影响。森林公园内无施工支洞。

隧洞工程在森林公园内除隧洞口外无地表施工占地，隧洞口永久占地 0.2hm²，占地类型均为草地，由于工程占地面积较小，占森林公园面积比例很小，生物量减少量很少。隧洞埋深 100m，位于地下水位以下，对上方植被产生影响较小。

隧洞采用钻爆法施工，隧洞口施工时，爆破噪声为阵发性声源，具有持续时间短、声强大的特点，可能会对周围动物产生影响。洞口施工工程量有限，施工爆破持续时间短，随着爆破逐步转入地下，噪声影响也就随之消失。因此，爆破作业会给施工区周围的动物带来瞬时不利影响，爆破产生的噪声对动物的影响较小。

2) 埋管生态影响

埋管工程为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1.2m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m³ 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填，就近堆放。

埋管工程占地 0.45 hm²，均为临时占地，占地类型包括林地 0.15hm²，草地 0.3hm²。工程占用的林地主要为油松林、落叶松林，草地主要种类有心叶淫羊藿、铁杆蒿、披碱草等群系。未发现国家和地方保护野生植物种类，工程占地不会造成植物物种或植被类型消失，不会减少森林公园内植物的物种丰富度，对植物资源的影响甚微。工程施工完成后，临时占地进行生态恢复，对森林公园生态系统结构影响很小。

3) 生态系统及环境质量影响分析

施工期：在实施生态保护措施情况下，项目施工不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会对其生态系统组成构成威胁，基本不会对生态系统稳定性产生不良影响，基本不会改变生态系统的功能和结构。但施工扰动会影响植被的水土保持功能，引发水土流失。

运营期：运营期间对生态环境影响轻微，项目运营不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会造成森林公园生态系统类型及组成的改变，森林公园生态系统基本可以保持稳定状态。

4) 植被及植物多样性影响分析

施工期：在有保护措施的情况下，工程施工期对森林公园植物个体影响较小，且影响是暂时的，随施工结束得以减缓和消除，不至于引起植物群落结构的变化。

运营期：项目对森林公园的植物植被造成直接的侵占与破坏较少，且不会引起评价范围植被生物量的直接损失以及植被群落结构的改变，对生态环境影响较轻微。

5) 动物多样性分析

施工期：在有保护措施情况下，项目施工行为及地表扰动对区域动物的影响可以接受，且为暂时影响，随施工结束和采取一定的控制措施避免和消除。

运营期：项目占森林公园面积较小，为 0.2hm²，运营期间整个管道系统为密闭输送，对生态环境影响轻微，不会对野生动物，尤其是鸟类活动产生较大影响。

(3) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越崇信五龙山省级森林公园。

7.7.6 对吴起省级退耕还林森林公园的影响

(1) 工程与森林公园位置关系

本工程延安干线吴起段穿越森林公园一般游憩区 6.0km，其中隧洞下穿 2.185km，埋管穿越 3.815km。其中隧洞为马蹄形无压隧洞， $B \times H = 2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ ，施工方式为钻爆法；隧洞高程 1322m，最小埋深 26m；埋管均为压力管道，施工作业面宽度约 9m，管径 1m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m^3 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填就近堆放，在生产区钢管加工厂制管，运至施工现场后。森林公园内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

(2) 工程对公园的环境影响分析

1) 工程占地影响

工程在森林公园内共占地 2.6hm^2 ，其中永久占地 0.35hm^2 ，包括隧洞口、空气阀井、泄水检修阀井的占地；临时占地 2.25hm^2 ，包括临时堆土区、埋管区、施工道路的占地。共占用农田 1.20hm^2 ，滩地 0.16hm^2 ，草地 1.21hm^2 ，林地 0.03hm^2 。工程占地面积仅占森林公园总面积的 0.06%，对森林公园生态系统结构影响很小。

表 7.7-1 工程在吴起退耕还林森林公园内占地面积表 单位： hm^2

用地类型	永久占地	临时占地	合计
农田	0.18	1.02	1.2
滩地	0.04	0.12	0.16
草地	0.12	1.09	1.21
林地	0.01	0.02	0.03
合计	0.35	2.25	2.6

2) 对植被及野生动植物资源的影响

北端的无压隧洞长度为 2.18km，马蹄形隧洞， $B \times H = 2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ ，隧洞高程 1322m，最小埋深 26m；南端为压力管道长度为 5.12km，施工作业面宽度约 9m，管径 1m，埋深 2.5m，管材为球墨铸铁管，采用 2m^3 挖掘机开挖，开挖料全部用于后期回填就近堆放，在生产区钢管加工厂制管，后运至施工现场。

调查表明，工程占用的林地植被主要为油松林、沙棘、酸枣灌丛，草地主要种类有大花虎耳草、珠芽蓼、圆穗蓼、黄苗、大黄、唐松草、冷龙胆等，未发现国家和地方保护野生植物种类，工程占地不会造成植物物种或植被类型消失，不会减少森林公园内植物的物种丰富度，对植物资源的影响甚微。根据地下水专题报告，森林公园穿越段地下水水位埋深约 16.76m，施工引起的地下水水位变化和下降，对包气带内土壤水分基本不会产生影响，隧洞工程施工对上方植被影响很小。工程施工完成后，临时占地进行生态恢复，对森林公园生态系统结构影响很小。

3) 对野生动物的影响

施工期：在有保护措施情况下，项目施工行为及地表扰动对区域动物的影响可以接受，且为暂时影响，随施工结束和采取一定的控制措施避免和消除。

运营期：项目占森林公园面积较小，为 0.09hm²，运营期间整个管道系统为密闭输送，对生态环境影响轻微，不会对野生动物，尤其是鸟类活动产生较大影响。

4) 生态系统及环境质量影响分析

施工期：在实施生态保护措施情况下，项目施工不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会对其生态系统组成构成威胁，基本不会对生态系统稳定性产生不良影响，基本不会改变生态系统的功能和结构。但施工扰动会影响植被的水土保持功能，引发水土流失。

运营期：运营期间对生态环境影响轻微，项目运营不会造成森林公园动植物种群和群落的波动，也不会造成森林公园生态系统类型及组成的改变，森林公园生态系统基本可以保持稳定状态。

5) 对景观的影响

工程均位于森林公园的一般游憩区，距离核心景区和生态保育区较远，且均位于地下，施工结束后对临时用地及时进行植被恢复，不会对森林景观产生较大影响。

(3) 主管部门意见

2020年9月25日陕西省林业局复函表示“原则同意该工程穿越吴起省级退耕还林森林公园一般休憩区”。

7.7.7 对庄浪云崖寺省级风景名胜区的影

(1) 工程与风景名胜区位置关系

输水总干线以隧洞形式穿越云崖寺风景名胜区，总干线 ZQ2#隧洞中的 ZQ22+964~ZQ33+334 段穿越森林公园，穿越长度为 10.37km，位于三级保护区，距离核心景区较远。穿越隧洞洞径 4.60m，施工方式为 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该风景名胜区内隧洞高程 1655m，穿越区地表高程平均 2530m，最低高程 2500m，隧洞最小埋深 845m。风景名胜区内无施工支洞，距离最近的施工支洞 6#洞口约 3.7km。

(2) 工程对风景名胜区的环境影响分析

1) 生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿评价区，其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入，工程施工对生态系统的影响较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对风景名胜区产生影响。

2) 植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使风景名胜区内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用风景名胜区土地资源，且在工程施工严格管理不进入风景名胜区内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内植被造成很大的影响。

3) 动物多样性影响分析

工程不涉及风景名胜区地表范围, 施工活动亦不在风景名胜区地表范围内, 基本位于地表下约 845m 隧洞处, 工程建设不占用风景名胜区地表的野生动物栖息地, 工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。

工程在风景名胜区内无地表施工占地, 隧洞最小埋深 845m, 位于地下水位以下, 对上方植被基本不产生影响, 对野生动物也不产生影响, 因此工程对风景名胜区生态影响很小。由于地表无占地, 因此对风景名胜区的景观也不产生影响。

(3) 主管部门意见

2022 年 12 月 5 日, 甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越庄浪云崖寺省级风景名胜区三级保护区。

7.7.8 对崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区的影响

(1) 工程与风景名胜区位置关系

平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越, 隧洞长度为 1600m, 埋管长度约 500m, 穿越长度共 2100m, 均位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 3.0×3.5m, 施工方式为钻爆法, 采用人工手持式风钻钻孔, 装药爆破, ZWY-60L 履带式扒渣机装 3t 井下自卸车出渣, 洞外由 1m³ 液压反铲挖掘机装 8t 自卸汽车运输, 开挖料运至临时堆料场。由工程剖面设计图可知, 该森林公园内隧洞高程 1530m, 埋深约 100m。森林公园内无施工支洞。埋管工程为压力管道, 施工作业面宽度约 9m, 管径 1.2m, 埋深 2.5m, 管材为球墨铸铁管, 采用 2m³ 挖掘机开挖, 开挖料全部用于后期回填, 就近堆放。风景名胜区内无渣场、施工营地、生活营地等临时占地。

(2) 工程对风景名胜区的环境影响分析

《崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区总体规划(2021-2035 年)》将该风景名胜区划分为三个层级, 即一级保护区、二级保护区、三级保护区, 其中一级保护区为风景名胜区核心景区, 为严格禁止建设范围; 二级保护区为严格限制建设范围; 三级保护区为限制建设范围。本工程穿越风景名胜区的三级保护区, 是符合规划要求的。

隧洞工程在风景名胜区内无地表施工占地，隧洞埋深 100m，位于地下水位以下，对上方植被基本不产生影响。埋管工程施工占地约 0.5hm²，主要为临时占地，占地面积较小。调查表明，工程占用的林地主要为油松、落叶松、刺槐、毛白杨、国槐、草地主要种类有心叶淫羊藿、铁杆蒿、披碱草、冰草、狗尾草、荠菜、田旋花、山丹花等。未发现国家和地方保护野生植物种类，工程占地不会造成植物物种或植被类型消失，不会减少风景名胜区内植物的物种丰富度，对植物资源的影响甚微。工程施工完成后，临时占地进行生态恢复，对风景名胜区生态系统结构影响很小。

本工程仅穿越三级保护区，施工结束后对临时占地进行植被恢复，恢复原地貌，对风景名胜区景观的影响很小，是可接受的。

（3）主管部门意见

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区三级保护区。

7.7.9 对庄浪云崖寺省级地质公园的影响

（1）工程与地质公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越庄浪云崖寺省级地质公园，总干线 ZQ2#隧洞 ZQ26+690~ZQ26+900 段穿越地质公园，穿越长度为 0.21km，位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 4.60m，施工方式 TBM 法。由工程剖面设计图可知，该地质公园内隧洞高程 1655m，穿越区地表高程平均 2530m，最低高程 2530m，隧洞最小埋深 875m。地质公园内无施工支洞，距离最近的施工支洞 6#洞口约 7.46km。地质公园内无弃渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

（2）工程对公园的环境影响分析

1) 生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿评价区，其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入，工程施工对生态系统的影响较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对地质公园产生影响。

2) 植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使地质公园内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用地质公园土地资源，且在工程施工严格管理不进入地质公园内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内植被造成很大的影响。

3) 动物多样性影响分析

工程不涉及地质公园地表范围，施工活动亦不在地质公园地表范围内，基本位于地表下约 875m 隧洞处，工程建设不占用地质公园地表的野生动物栖息地，工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。

由于工程在地质公园内没有永久占地和临时占地，地表无露出的施工区，穿越隧洞埋深较深，施工噪声等干扰因素传至地表后基本消失，因此对地质公园生态环境产生的影响很小。

(3) 主管部门意见

2020 年 10 月 26 日，甘肃省林业和草原局出具了白龙江引水工程穿越庄浪云崖寺省级地质公园影响评价报告的审查意见，同意项目实施。

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区。

7.7.10 对武山县水帘洞省级地质公园的影响

(1) 工程与地质公园位置关系

本次输水总干线以隧洞形式穿越水帘洞省级地质公园，总干线 DZ4#隧洞 DZ130+973~DZ131+797 段穿越地质公园，穿越长度为 0.86km，位于三级保护区。穿越区隧洞洞径 5.1m，施工方式为 TBM。由工程剖面设计图可知，该地质公园内隧洞高程 1580m，穿越区地表高程平均 2350m，最低高程 2200m，隧洞最

小埋深 620m。地质公园内无施工支洞，距离 5#施工支洞洞口约 3.0km。地质公园内无弃渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地。

（2）工程对公园的环境影响分析

1）生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿评价区，其对评价区生态系统产生的影响相对较小。施工将从评价区外围城区道路进入，工程施工对生态系统的影响较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响该评价区生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对地质公园产生影响。

2）植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使地质公园内常见植物物种消失，且在施工期结束后会逐渐恢复。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用地质公园土地资源，且在工程施工严格管理不进入地质公园内的前提下，工程施工和运营不会对评价区内植被造成很大的影响。

3）动物多样性影响分析

工程不涉及地质公园地表范围，施工活动亦不在地质公园地表范围内，基本位于地表下约 620m 隧洞处，工程建设不占用地质公园地表的野生动物栖息地，工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。

由于工程在地质公园内没有永久占地和临时占地，地表无露出的施工区，穿越隧洞埋深较深，施工噪声等干扰因素传至地表后基本消失，因此对地质公园生态环境产生的影响很小。

（3）主管部门意见

2020 年 10 月 26 日，甘肃省林业和草原局出具了白龙江引水工程穿越武山县水帘洞省级地质公园影响评价报告的审查意见，同意项目实施。

2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越武山县水帘洞省级地质公园三级保护区。

7.7.11 对陕西北洛河湿地的影响

（1）工程与湿地位置关系

本工程的延安干线跨越北洛河湿地，吴起分干线布置于北洛河两侧阶地，基本呈直线布置，伴行志吴公路，并 15 次穿越北洛河，穿越长度约 2.7km。吴起分干线全线的主要工程形式为压力管道，延安干线穿越北洛河也采用压力管道形式。

（2）工程对湿地的环境影响分析

工程以压力管道形式穿越北洛河湿地，共占地 2.43hm²，均为临时占地，其中滩地 1.56hm²，水体 0.04hm²，草地 0.61hm²，农田 0.22hm²。工程区附近北洛河河道宽 20m 左右，沿岸植被主要为农田及草地，野生动物稀少，施工期会对附近野生动物产生惊扰，但整体对北洛河重要湿地影响很小。

（3）主管部门意见

2020 年 9 月 25 日陕西省林业局复函表示“原则同意穿越陕西北洛河湿地吴起段”。

7.7.12 对武山县饮用水水源保护区的影响

（1）工程与饮用水水源保护区位置关系

根据工程布置，天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区渭河上游准保护区（桩号范围 TS02+020～TS03+715）和二级保护区（桩号范围 TS03+715～TS06+780 和 TS07+276～TS09+848），穿越渭河上游准保护区 1695m、二级保护区 5637m，总计穿越长度为 7332m。穿越线路工程内容主要为有压埋管。天水一干线从一级保护区东北侧穿越，距离一级保护区边界最近约 400m，距离最近的取水井为 07#，距离为 700m。

（2）工程对饮用水水源保护区的环境影响分析

天水一干线穿越武山县饮用水水源二级保护区及渭河上游准保护区部分工程为 1#有压埋管，埋管直径为 1.8m，材料为涂塑复合钢管，采用购买成品或生

产区钢管加工厂制管后运至施工现场进行安装，土方开挖主要在干地进行，填筑料全部利用开挖料。

输水埋管在地下水位以上，不会阻断地下水的补给途径，对水源保护区的影响有限。

该段埋管穿越渭河，该河段比降小，河岸岸坡平缓，边坡稳定性较好时，可利用枯水期施工，施工导流工程量较小，虽然施工期围堰施工会造成渭河悬浮物升高，但持续时间较短，影响范围也不大，且武山县饮用水水源保护区为地下水水源地，不直接从河道取水，围堰施工不会对取水井水质造成影响。

天水一干线工程段共布置 18 个工区，均不在水源保护区范围内，最近的 TS-1#工区距离渭河上游准保护区边界约 50m；天水一干线工程共布置 19 个弃渣场，均不在水源保护区范围内，最近的 TS-1#弃渣场距离渭河上游准保护区边界约 230m。

穿越水源保护区段总占地面积 325.11 亩，其中永久占地 5.59 亩，临时占地 319.52 亩，占地类型以耕地为主，施工时间约 2 个月。在做好施工期和运营期各项生态环境保护措施的基础上，评价认为本工程的建设对武山县饮用水水源保护区影响较小。

（3）主管部门意见

2021 年 6 月，甘肃省生态环境厅印发甘环函〔2021〕120 号批复《白龙江引水工程穿越武山县饮用水水源保护区工作方案》，同意本工程实施。

7.7.13 对西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区的影响

（1）工程与饮用水水源保护区位置关系

本项目总干线以倒虹吸埋管方式穿越巴家咀水源地准保护区 15.175km，庆阳一干线以埋管方式穿越二级保护区 13.27km、准保护区 3.06km。

（2）工程对饮用水水源保护区的环境影响分析

总干线 ZQ 段穿越庆阳市巴家咀饮用水水源保护区线路均为倒虹吸，设计埋深为 5m，倒虹吸跨越黑河段采用管桥通过，跨度约 100m；庆阳一干线穿越巴家咀水源地段线路，除桩号 18+607~18+627 段为管桥外，其余均为有压埋管，管径 2.2m，采用涂塑复合钢管。

本工程料场均不在水源保护区范围内，附近的料场有巨淇商品混凝土厂，与巴家咀水源地二级保护区的最短距离为 3.1km。巴家咀水源地范围内禁止布置施工区，附近的工区均在水源地一级保护区上游，距水源地准保护区最短距离约 100m（ZQ-25#工区），距水源地二级保护区最短距离约 150m（QY-3#工区）。巴家咀水库饮用水水源保护区范围内禁止布置弃渣场，附近的弃渣场均在水源地一级保护区上游，距水源地准保护区最短距离约 250m（ZQ-XZ59#弃渣场）。工程占用水源保护区内各类土地共计 157.41 hm²，其中永久占地 12.87 hm²，临时占地 144.54 hm²，工程穿越巴家咀饮用水水源保护区段施工时间约 12 个月。

总干线涉及西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区（黑河）部分工程为 ZQ-12#倒虹吸及 ZQ-14#倒虹吸，材料为钢管及 RCP 管，采用购买成品或生产区钢管加工厂制管后运至施工现场进行安装。土方开挖主要在干地进行，填筑料全部利用开挖料，水下开挖部分在围堰的围护下进行，可利用枯水期施工，施工导流工程量较小，施工本身不会对地表水产生明显不利影响。在做好施工期和运营期各项生态环境保护措施的基础上，评价认为本工程的建设对巴家咀水库饮用水水源保护区影响较小。

（3）主管部门意见

2021 年 6 月，甘肃省生态环境厅印发甘环函〔2021〕119 号批复《白龙江引水工程穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区工作方案》，同意本工程实施。

7.7.14 对华池县鸭儿洼饮用水水源保护区的影响

（1）工程与饮用水水源保护区位置关系

延安干线以隧洞型式局部穿越鸭儿洼水源地二级保护区边缘两处共 910m，一是桩号 2+615.00~2+820.00，长 205m，隧洞埋深 66m~90m；二是桩号 3+095.00~3+800.00，长 705m，隧洞埋深 27m~107m。隧洞为三心圆结构，隧洞净宽 2.53m，净高 2.78m。隧洞位于地下，隧洞进出口均不在水源保护区范围内，隧洞进口与水源地二级保护区的最短距离为 150m，隧洞出口与水源地二级保护区的最短距离为 710m。

华池干线在桩号 3+029.23 处进入鸭儿洼水源地二级保护区，长 5.12km，主要建筑物包括有压埋管和无压隧洞，其中隧洞长 0.8km/2 段，有压埋管长 3.78km/1

段，倒虹吸埋管长 0.54km/1 段。隧洞为无压洞，隧洞埋深 30m~87m。隧洞选用 1.58m×1.88m 三心圆拱型断面，隧洞纵坡为 1/2000。1#隧洞进口距离鸭儿洼水源地二级保护区边界 650m，1#隧洞出口、2#隧洞进出口均在水源地二级保护区范围内。输水管道主要包括重力流输水管道、镇墩及跨沟建筑物等。华池干线采用球墨铸铁管，管径为 DN900mm。

（2）工程对饮用水水源保护区的环境影响分析

本工程料场均不在水源保护区范围内，附近的料场有合水建恒商品砂石料场，与鸭儿洼水源地的最近距离为 43km。鸭儿洼水源地范围内禁止布置施工区，附近的工区距水源地一级保护区最近距离约 320m（HCG-1#工区），距水源地二级保护区最近距离约 220m（YAG-2#工区）。鸭儿洼饮用水水源保护区范围内禁止布置弃渣场，附近的弃渣场均在水源地一级保护区下游，距水源地二级保护区最近距离约 110m（HCG-1#弃渣场）。工程占用鸭儿洼饮用水水源保护区内各类土地共计 14.55 hm²，其中工程永久占地 2.76hm²，临时占地 11.80 hm²。工程穿越鸭儿洼饮用水水源保护区段施工时间约 8 个月。

土方开挖主要在干地进行，填筑料全部利用开挖料，水下开挖部分在围堰的围护下进行，可利用枯水期施工，施工导流工程量较小，施工本身不会对地表水产生明显不利影响。由于本工程为供水工程，工程建成后将替代鸭儿洼饮用水水源，故本工程的建设不违反《中华人民共和国水污染防治法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关规定。

同时，工程施工过程中做好废污水的收集及处理，禁止向水源保护区内排放废污水。在采取上述措施后，评价认为本工程的建设对鸭儿洼饮用水水源保护区影响较小。

（3）主管部门意见

2021 年 6 月，甘肃省生态环境厅印发甘环函〔2021〕119 号批复《白龙江引水工程穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区工作方案》，同意本工程实施。

7.7.15 对红庄水库饮用水水源保护区的影响

(1) 工程与饮用水水源保护区位置关系

白龙江引水工程延安干线宝塔分干线穿越红庄水库水源地二级保护区 0.7km，准保护区 3.3km。其中 4#隧洞穿越准保护区 1.9km、埋管穿越准保护区 1.4km、埋管穿越二级保护区 0.7km。

(2) 工程对饮用水水源保护区的环境影响分析

工程占用红庄水库水源地内各类土地共计 7.38hm²，其中工程永久占地 0.26hm²，临时占地 7.12hm²。4#隧洞为无压洞，隧洞埋深大于 50m，隧洞选用 2.5m×2.5m 马蹄形断面，隧洞出口位于准保护区内，进口位于保护区外，距离保护区边界约 1.6km。水源地内无施工临时设施。

由于本工程属与县城供水有关的水源工程，工程运行期不排放污染物，通过采取严格的施工期废污水处理利用不外排措施，加强施工管理，工程建设对红庄水库饮用水源地的运行安全影响很小。

(3) 主管部门意见

2021 年 1 月，延安市生态环境局复函表示同意本项目建设。

7.7.16 对生态保护红线的影响

(1) 工程与生态保护红线位置关系

工程共涉及生态保护红线 10 处，其中 8 处与环境敏感区重叠，分别为：甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、腊子口国家森林公园、官鹅沟国家森林公园、武山县水帘洞省级地质公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、崇信五龙山省级森林公园、陕西吴起省级退耕还林森林公园，其余 1 处为科学评估区、1 处为双评价生态极重要区。总干线以隧洞方式穿越科学评估区和双评价生态极重要区，穿越长度分别为 3.9km 和 2.4km，穿越的生态保护红线类型均为“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线，均位于甘肃省陇南市宕昌县。

（2）工程对生态保护红线的环境影响分析

与环境敏感区重叠的 8 处生态保护红线，工程对其的影响分析详见各环境敏感区部分。本节仅对总干线穿越的 1 处科学评估区、1 处双评价生态极重要区进行分析。

1）生态系统影响分析

施工期：工程主要以隧洞的形式穿越这 2 处生态保护红线，其对生态保护红线内生态系统产生的影响相对较小，基本不会改变现有生态系统的结构和功能，不会直接影响生态系统和环境质量。

运营期：穿越管线全为地下隧洞工程，在运营单位做好管线管理工作前提下，项目基本不会对生态保护红线产生影响。

2）植被及植物多样性影响分析

对植物多样性影响分析：工程施工期不会使生态保护红线内常见植物物种消失。

对植被影响分析：穿越管线全为地下隧洞工程，不占用生态保护红线土地资源，且在工程施工严格管理不进入生态保护红线内的前提下，工程施工和运营不会对生态保护红线内森林植被造成很大的影响。

3）动物多样性影响分析

工程不涉及生态保护红线地表范围，施工活动亦不在生态保护红线地表范围内，基本位于地表下约 1000m 隧洞处，工程建设不占用生态保护红线内地表的野生动物栖息地，工程的施工和运营对野生动物活动的影响有限。

（3）主管部门意见

2021 年 5 月 21 日，延安市自然资源局出具《关于<白龙江引水工程延安段建设意见>征求意见的复函》（延市自然资便字〔2021〕99 号）复函，表示同意工程建设；2021 年 5 月 28 日，甘肃省自然资源厅出具《甘肃省自然资源厅关于白龙江引水工程穿越生态保护红线的意见》（甘资规划函〔2021〕70 号）回函表示工程符合生态保护红线管控要求。

7.8 输水线路及受水区土壤环境影响预测评价

7.8.1 施工期土壤环境影响分析

(1) 工程占地对土壤环境的影响

输水线路区工程征地总面积为 4824.47hm²，永久征地包括隧洞进出口、渡槽投影面积、倒虹吸、引水渠道等主体工程占地及管理范围，以及施工永久道路占地等，永久征地中包括耕地 295.86hm²，园地 157.61hm²，林地 154.50 hm²，草地 107.84 hm²。临时征地主要包括管线工程、施工生产生活区、施工临时道路、料场、弃渣场等，临时征地中包括耕地 2750.86hm²，园地 497.92hm²，林地 949.52 hm²，草地 378.05 hm²。

施工期建设征地以及隧洞工程、倒虹吸、渡槽、引水渠、管线工程等工程开挖、剥离表土，引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失。这将直接导致该区域土壤和表土丧失，其中表土经过运输、机械翻动、堆存、碾压，土壤的结构、孔隙率等均发生一定的变化，根据水利水电工程经验，施工期产生的临时表土仍可用于绿化覆土，采取土地平整、沟槽改造及撒播草种等复垦措施后还可用于农业生产。根据《白龙江引水工程可行性研究报告》，建设单位按照规定缴纳耕地开垦费，由陇南市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市和延安市地方政府进行耕地占补平衡工作。工程占地应把表层耕植土预先剥离，同与施工作业剥离的表土分类集中收集和堆放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复、临时占用耕地的复垦等，从而减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

(2) 施工过程可能对土壤表层的污染影响

输水线路区沿线的生产、生活区，生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等可能导致 pH、COD、石油类等污染因子进入土壤表层。埋管工程施工过程中，施工机械碾压、人员践踏及土方临时堆放，可能会影响区域内土壤的紧实度，回填土层过松时，容易引起水土流失；施工过程产生的建筑垃圾、生活垃圾等固废，若不妥善处置，回填入土，将对所在区域土壤质量造成不利影响，从而影响土壤耕作和农作物的生长。通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用，建筑垃圾和生活垃

圾定点堆存、及时清运等措施，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以控制在最小影响范围内。

7.8.2 运行期土壤环境影响分析

7.8.2.1 土壤盐化影响分析

本工程主要为输水管线，包括输水总干线、9 条干线及 18 条分干线。在开展预测分析时，均采用上述评价方法开展预测分析。考虑流量差异，在预测时将工程分为总干线与干线两类，将 18 条分干线纳入干线类型预测。依据实测资料，引水段白龙江水质 TDS 约为 300mg/L，以此作为盐度输入量开展分析。项目运行后，正常工况下引水干线不会出现渗漏，因此也不会对土壤环境造成影响，这里的预测分析假定的非正常工况是：管线按照一定的渗漏量渗漏，渗漏水中所有盐分都累积到土壤中。

总干线渠首设计流量 32m³/s，总干线线路总长约 492.07km。假定总干线某点渗漏，渗漏影响面积为 100m²，影响深度为 0.2m，土壤容重为 1350kg/m³。类似地，9 条干线总长 409.93km、18 条分干总长 426.90km，采用同样的渗漏影响面积与深度参数进行预测分析。

根据已有的田间灌溉研究，通常情况下低矿化度（小于 1g/L）水源流经土壤后，土壤中盐分往往出现被淋洗后降低的状态（Ls 约为 1281kg/hm²），很难出现盐分累积的情况。为了使设定情景最不利，这里假定总干线每年渗漏点渗漏出的水量在土壤中净滞留量 30g（即盐分输入量减去淋容排出量、减去径流排出量）；由于分干渗漏所引起的土壤盐分净累积往往远小于干线盐分累积，这里假定为 3g/年，计算结果见表 7.8-1。

表 7.8-1 干线/分干泄露点盐分增量预测表

工程	持续年份	1 年	3 年	5 年	10 年	20 年
总干线	ΔS (g/kg)	0.001	0.003	0.006	0.011	0.02
干线/分干线	ΔS (g/kg)	0.0001	0.0003	0.0006	0.0011	0.002

由上述计算可知，总干线渗漏 20 年后最大盐分累积 0.02g/kg，不会显著改变土壤含盐量，也不会影响土壤盐化评分；同样干线/分干线渗漏 20 年后最大盐分累积 0.002g/kg，同样也不会显著改变土壤含盐量，也不会影响土壤盐化评分。

因此可见输水线路渗漏不会造成沿线土壤含盐量显著变化,也不会影响土壤盐化评分。

输水总干线工程分布在水、平凉、庆阳,干线与分干分布在水、平凉、庆阳及延安。由于管线渗漏给土壤带来的盐分增量不足以引起盐化评价得分,因此这里按照地区开展输水线路沿线土壤盐化评价。

对于天水段工程:地下水水位大于 2.5m,盐化评价得分 0;干燥度(蒸降比 EPR) 2.35,盐化评价得分 2,权重 0.25,计 0.5;土壤本底含盐量 0.637g/kg,即使新增 0.02g/kg 后盐化评价得分仍为 0;地下水溶解性总固体小于 1g/L,盐化评价得分 0;土壤质地包括沙土,盐化评价得分 2,权重 0.1,计 0.2;因此 Sa 为 0.7,属于未盐化。

对于平凉段工程:地下水水位大于 2.5m,盐化评价得分 0;干燥度(蒸降比 EPR) 2.35,盐化评价得分 2,权重 0.25,计 0.5;土壤本底含盐量 0.406g/kg,新增 0.02g/kg 后盐化评价得分仍为 0;地下水溶解性总固体小于 1g/L,盐化评价得分 0;土壤质地包括沙土,盐化评价得分 2,权重 0.1,计 0.2;因此 Sa 为 0.7,属于未盐化。

对于庆阳段工程:地下水水位大于 2.5m,盐化评价得分 0;干燥度(蒸降比 EPR) 6.67,盐化评价得分 6,权重 0.25,计 1.5;土壤本底含盐量 0.375g/kg,新增 0.02g/kg 后盐化评价得分仍为 0;地下水溶解性总固体大于 1g/L (1.35 g/L),盐化评价得分 2,权重 0.15,计 0.3;土壤质地包括黏土、沙土,盐化评价得分 2,权重 0.1,计 0.2;因此 Sa 为 2,属于中度盐化。

对于延安段工程:地下水水位大于 2.5m,盐化评价得分 0;干燥度(蒸降比 EPR) 2.8,盐化评价得分 4,权重 0.25,计 1;土壤本底含盐量 0.544g/kg,新增 0.02g/kg 后盐化评价得分仍为 0;地下水溶解性总固体最大监测点大于 5g/L (5.66 g/L),盐化评价得分 6,权重 0.15,计 0.4;土壤质地包括沙土,盐化评价得分 2,权重 0.1,计 0.2;因此 Sa 为 1.6,属于轻度盐化。

天水与平凉段属于未盐化,庆阳段为中度盐化、延安段轻度盐化。庆阳和延安段土壤盐化,均由土壤本地环境所致。所以,本项目建成后不会引起周边土壤发生盐化现象。

7.8.2.2 土壤酸化或碱化影响分析

根据土壤环境质量现状监测结果，水源区工程征地范围内及征地范围外附近土壤的 pH 值范围在 8.3~9.5 之间，存在不同程度的碱化现象。本次监测的 19 个监测点位中，正宁县高家渠村、安塞区后窑子沟无酸化（碱化），吴起县金佛坪村为中度碱化，其余各监测点位均为轻度碱化。本工程建设运行后，输水线路区主要污染物为管理区生活污水和泵站等运行可能产生的少量含油废水，经处理后优先回用或达标排放，不会对工程附近的土壤产生污染，因此，运行期本工程建设不会改变工程区土壤环境的酸碱度。

7.8.2.3 灌溉对土壤环境的影响

白龙江引水工程主要为高效经济林提供灌溉用水，采用滴管的灌溉方式。

盐度增量计算公式采用《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018) 指定公式（公式 5-1），灌溉水水质与代古寺水库水一致，TDS 为 300mg/L；每年灌溉水中有 50% 的盐分净滞留在了土壤中，土壤容重选 1350kg/m³；预测深度选择 0.2m，土壤孔隙度选择 0.2，计算结果如下表所示。

表 7.8-2 灌区盐分累积计算成果一览表

地市	灌溉水量	净累积盐分	灌溉面积	1 年后 盐度增量	3 年后 盐度增量	5 年后 盐度增量	10 年后 盐度增量	20 年后 盐度增量
	万 m ³	×10 ⁶ g	万亩	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
天水市	689	1033.5	8.05	0.014265	0.042795	0.071325	0.142650	0.285300
平凉市	497	745.5	5.81	0.014257	0.042771	0.071285	0.142570	0.285141
庆阳市	2198	3297	25.69	0.014260	0.042779	0.071299	0.142598	0.285195

土壤盐化预测采用公式 5-2，经预测分析：

天水灌区：地下水水位大于 2.5m，盐化评价得分 0；干燥度（蒸降比 EPR）2.35，盐化评价得分 2，权重 0.25，计 0.5；土壤本底含盐量 0.637g/kg，即使 20 年后新增 0.285g/kg 后盐化评价得分仍为 0；地下水溶解性总固体小于 1g/L，盐化评价得分 0；土壤质地包括沙土，盐化评价得分 2，权重 0.1，计 0.2；因此 Sa 为 0.7，属于未盐化。

平凉灌区：地下水水位大于 2.5m，盐化评价得分 0；干燥度（蒸降比 EPR）2.35，盐化评价得分 2，权重 0.25，计 0.5；土壤本底含盐量 0.406g/kg，20 年后新增 0.285g/kg 后盐化评价得分仍为 0；地下水溶解性总固体小于 1g/L，盐化评

价得分 0；土壤质地包括沙土，盐化评价得分 2，权重 0.1，计 0.2；因此 S_a 为 0.7，属于未盐化。

庆阳灌区：地下水水位大于 2.5m，盐化评价得分 0；干燥度（蒸降比 EPR ）6.67，盐化评价得分 6，权重 0.25，计 1.5；土壤本底含盐量 0.375g/kg，20 年后新增 0.285g/kg 后盐化评价得分仍为 0；地下水溶解性总固体大于 1g/L(1.35 g/L)，盐化评价得分 2，权重 0.15，计 0.3；土壤质地包括黏土、沙土，盐化评价得分 2，权重 0.1，计 0.2；因此 S_a 为 2，属于中度盐化。

灌区内灌溉过程中灌溉水盐分的 50%都滞留在了土壤层中而没有被淋滤排走的情况下，天水、平凉及庆阳灌区的土壤盐化等级均未受到灌溉影响而发生变化。灌溉用水对土壤环境影响较小。

7.9 输水线路区移民安置环境影响评价

7.9.1 输水线路区移民安置情况

至规划水平年，输水工程建设区生产安置人口为 2663 人，搬迁安置人口为 1338 人。

7.9.2 输水沿线区移民安置影响分析

由于白龙江引水工程规模大，线路长，输水线路沿线建设征地影响程度小且较为分散，由于耕地损失率不大、涉及零星的搬迁安置人口，搬迁安置均采用后靠自行分散安置的方式，生产安置均采用就近有偿调剂土地或货币补偿。当地乡镇也完全有容量消纳这些移民，因此综合来看输水线路及受水区搬迁、生产安置环境影响小，对当地农业生产也影响不大。

7.9.3 专项设施改复建环境影响

首先，在专项设施改复建过程中，占压和开挖将扰动地表，破坏土壤和植被，若不采取有效的防护措施和施工迹地恢复措施，会加剧当地水土流失，对生态环境造成一定影响。

其次，交通、通讯、电力设施的改建，可能会短时期影响当地居民的出行、通信、用电等，只要事先及时告知、做好相关组织协调工作，不会给当地居民生产生活带来严重影响。

7.10 输水线路区施工期环境影响预测分析

7.10.1 水环境影响预测评价

(1) 砂石料加工系统冲洗废水

根据施工组织设计，输水线路工程共设 6 个砂石料加工系统，生产规模为 1638 t/h，其中青山梁石料场规模为 300 t/h，海湾石料场规模为 480 t/h，庄浪县韩店天然砂砾料场规模为 253 t/h，庄浪县试雨河天然砂砾料场规模为 195 t/h，崇信县杜家沟天然砂砾料场规模为 172 t/h，崆峒区白水镇天然砂砾料场规模为 238 t/h。经计算，砂石料加工系统冲洗废水产生量为 2457m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 61425kg/h，其中青山梁石料场冲洗废水产生量为 450m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 11250kg/h，海湾石料场冲洗废水产生量为 720m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 18000kg/h，庄浪县韩店天然砂砾料场冲洗废水产生量为 379.5m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 9487.5kg/h，庄浪县试雨河天然砂砾料场冲洗废水产生量为 292.5m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 7312.5kg/h，崇信县杜家沟天然砂砾料场冲洗废水产生量为 258m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 6450kg/h，崆峒区白水镇天然砂砾料场冲洗废水产生量为 357m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 8925kg/h。考虑到砂石料加工系统用水水质要求不高，拟采取措施对砂石料加工系统冲洗废水进行处理，然后回用于砂石料加工系统生产，不外排，对周围环境无影响。

(2) 混凝土拌和系统冲洗废水

根据施工组织设计，输水线路工程共设 223 个混凝土拌和系统，生产规模为 5036m³/h，其中输水总干线工程规划布置 84 个工区，生产规模为 2533m³/h，输水干线工程规划布置 140 个工区，生产规模为 2503m³/h。经计算，混凝土拌和系统冲洗废水排水量为 1471m³/d，冲洗废水中 SS 排放强度为 7116kg/d。废水中主要污染物为 SS，浓度可达 5000mg/L，pH 值约 12。该部分废水经沉淀中和处理后仍回用于混凝土拌和系统的冲洗，对周围环境无影响。

表 7.10-1 混凝土拌和系统冲洗废水排放概况

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m ³ /h)	冲洗废水(m ³ /d)	排放强度(kg/d)
1	输水总干线	DZ-1#	DZ1#隧洞	50	9.6	48
2		DZ-2#	DZ1#隧洞	50	9.6	48
3		DZ-3#	DZ1#隧洞	50	9.6	48
4		DZ-4#	DZ1#隧洞	50	9.6	48
5		DZ-5#	DZ1#隧洞	50	9.6	48
6		DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞	50	9.6	48
7		DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞	25	9.6	48
8		DZ-8#	DZ3#隧洞	15	2.4	12
9		DZ-9#	DZ3#隧洞	15	2.4	12
10		DZ-10#	DZ3#隧洞	15	2.4	12
11		DZ-11#	DZ3#隧洞	15	2.4	12
12		DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ4#隧洞进口	25	9.6	48
13		DZ-13#	DZ4#隧洞	50	9.6	48
14		DZ-14#	DZ4#隧洞	15	2.4	12
15		DZ-15#	DZ4#隧洞	15	2.4	12
16		DZ-16#	DZ4#隧洞	15	2.4	12
17		DZ-17#	DZ4#隧洞	15	2.4	12
18		DZ-18#	DZ4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞	25	9.6	48
19		DZ-19#	DZ5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞	25	9.6	48
20		DZ-20#	DZ6#隧洞	15	2.4	12
21		DZ-21#	DZ6#隧洞	15	2.4	12
22		DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞	25	9.6	48
23		DZ-23#	DZ7#隧洞	15	2.4	12
24		DZ-24#	DZ7#隧洞	15	2.4	12
25		DZ-25#	DZ7#隧洞	15	2.4	12
26		DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞	25	9.6	48
27		DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞	25	9.6	48
28		DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞	25	9.6	48
29		DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞	25	9.6	48
30		DZ-30#	DZ11#隧洞	15	2.4	12
31		DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞	25	9.6	48
32		DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞	25	9.6	48
33		DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞	25	9.6	48
34		DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞	25	9.6	48
35		DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞	25	9.6	48
36		DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞	25	9.6	48

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m ³ /h)	冲洗废水(m ³ /d)	排放强度(kg/d)
37		DZ-37#	DZ17#隧洞	15	2.4	12
38		DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞	25	9.6	48
39		DZ-39#	DZ18#隧洞	15	2.4	12
40		DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞	25	9.6	48
41		DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸、DZ3#箱涵	25	9.6	48
42		ZQ-1#	1#箱涵, 1#隧洞, 2#箱涵	30	2.4	12
43		ZQ-2#	2#隧洞进口	30	9.6	48
44		ZQ-3#	2#隧洞 1#施工竖井	30	9.6	48
45		ZQ-4#	2#隧洞 2#施工竖井	60	9.6	48
46		ZQ-5#	2#隧洞 3#施工竖井	30	9.6	48
47		ZQ-6#	2#隧洞 4#施工竖井	60	9.6	48
48		ZQ-7#	2#隧洞 5#施工平洞	30	9.6	48
49		ZQ-8#	2#隧洞 6#施工竖井	30	9.6	48
50		ZQ-9#	2#隧洞 7#施工平洞	60	9.6	48
51		ZQ-10#	2#隧洞 8#施工斜井	30	9.6	48
52		ZQ-11#	2#隧洞 9#施工竖井	30	9.6	48
53		ZQ-12#	2#隧洞出口	60	9.6	48
54		ZQ-13#	3#箱涵, 3#隧洞进口	25	9.6	48
55		ZQ-14#	3#隧洞 1#施工平洞	25	9.6	48
56		ZQ-15#	3#隧洞出口	25	9.6	48
57		ZQ-16#	1#倒虹吸, 4#隧洞进口	33	9.6	48
58		ZQ-17#	4#隧洞出口	33	9.6	48
59		ZQ-18#	4#箱涵, 5#隧洞, 5#箱涵	33	9.6	48
60		ZQ-19#	2#倒虹吸	33	9.6	48
61		ZQ-20#	3#、4#倒虹吸	33	9.6	48
62		ZQ-21#	1#、2#圆涵, 5#倒虹吸	33	9.6	48
63		ZQ-22#	6#倒虹吸, 3#圆涵	33	9.6	48
64		ZQ-23#	7#、8#倒虹吸, 4#、5#圆涵	38	9.6	48
65		ZQ-24#	6#圆涵, 9#、10#倒虹吸	38	9.6	48
66		ZQ-25#	7#圆涵, 11#倒虹吸	38	9.6	48
67		ZQ-26#	8#、9#、10#、11#圆涵, 13#倒虹吸	38	9.6	48
68		ZQ-27#	12 倒虹吸	25	9.6	48
69		ZQ-28#	14#倒虹吸	25	9.6	48
70		ZQ-29#	15#倒虹吸, 12#、13#、14#圆涵, 6#、7#、8#、9#隧洞, 6#箱涵	38	9.6	48
71		ZQ-30#	10#隧洞进口	38	9.6	48
72		ZQ-31#	10#隧洞出口	38	9.6	48

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m³/h)	冲洗废水(m³/d)	排放强度(kg/d)
73		ZQ-32#	7#、8#、9#箱涵，11#、12#、13#、14#、15#、16#、17#隧洞，15#、16#、17#、18#圆涵，16#倒虹吸	38	9.6	48
74		ZQ-33#	18#、19#、20#隧洞，18#、19#倒虹吸，19#、20#、21#、22#、23#圆涵，1#、2#渡槽	38	9.6	48
75		ZQ-34#	21#、22#隧洞，20#、21#、22#倒虹吸，24#圆涵，10#箱涵	25	9.6	48
76		ZQ-35#	25#圆涵，3#、4#、5#渡槽，23#、24#、25#隧洞	25	9.6	48
77		ZQ-36#	26#隧洞，11#箱涵	38	9.6	48
78		ZQ-37#	27#隧洞进口	38	9.6	48
79		ZQ-38#	27#隧洞出口	38	9.6	48
80		ZQ-39#	23#倒虹吸，28#隧洞	38	9.6	
81		ZQ-40#	26#圆涵，24#倒虹吸，29#、30#隧洞，12#箱涵	38	9.6	
82		ZQ-41#	27#圆涵，25#、26#倒虹吸，31#、32#隧洞	25	9.6	
83		ZQ-42#	13#、14#箱涵，28#圆涵，27#、28#倒虹吸，33#、34#、35#、36#隧洞	25	9.6	
84		ZQ-43#	29#、30#、31#倒虹吸，37#、38#隧洞，29#圆涵	25	9.6	
小计				2533	684	3180
85	输水干线	TS-1#	TS1#有压埋管	4	2.4	12
86		TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞	4	2.4	12
87		TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞	8	2.4	12
88		TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、武山段	4	2.4	12
89		TS-5#	TS3#有压埋管	2	2.4	12
90		TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽、TS4#无压隧洞	4	2.4	12
91		TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞	8	2.4	12
92		TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞	8	2.4	12
93		TS-9#	TS6#无压隧洞、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞	8	2.4	12
94		TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管	6	2.4	12
95	TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞	4	2.4	12	

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m ³ /h)	冲洗废水(m ³ /d)	排放强度(kg/d)
96		TS-12#	TS8#无压隧洞	8	2.4	12
97		TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞	8	2.4	12
98		TS-14#	TS9#无压隧洞	8	2.4	12
99		TS-15#	TS9#无压隧洞	8	2.4	12
100		TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管	6	2.4	12
101		TS-17#	TS6#有压埋管、TS1#洞穿管、TS7#有压埋管	6	2.4	12
102		TS-18#	TS7#有压埋管	8	2.4	12
103		ZH-1#	张家川进水池、ZH1#有压埋管	2	2.4	12
104		ZH-2#	ZH1#有压埋管	2	2.4	12
105		ZH-3#	ZH1#有压埋管	8	2.4	12
106		ZH-4#	ZH1#有压埋管、张清泵站	3	2.4	12
107		ZH-5#	ZH2#有压埋管、ZH1#隧洞	6	2.4	12
108		ZH-6#	ZH1#隧洞、ZH3#有压埋管，张家川段	10	2.4	12
109		ZH-7#	QS1#有压埋管、ZH2#隧洞	8	2.4	12
110		ZH-8#	ZH2#隧洞、倒虹吸、ZH3#隧洞	8	2.4	12
111		ZH-9#	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞	8	2.4	12
112		ZH-10#	ZH4#隧洞	6	2.4	12
113		HCLG-1#	1#隧洞进口	20	9.6	48
114		HCLG-2#	1#圆形管道，2#隧洞进口	20	9.6	48
115		HCLG-3#	2#隧洞，2#圆形管道，3#隧洞进口	20	9.6	48
116		HCLG-4#	3#隧洞、3#圆形管道、4#隧洞进口	20	9.6	48
117		HCLG-5#	4#隧洞出口	20	9.6	48
118		HCLG-6#	4#圆形管道	15	2.4	12
119		HTG-1#	1#圆形管道	15	2.4	12
120		CLG-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2#圆形管道、2#隧洞进口	20	9.6	48
121		CLG-2#	2#隧洞出口	20	9.6	48
122		CLG-3#	3#圆形管道	15	2.4	12
123		CXG-1#	圆形管道	15	2.4	12
124		KJG-1#	圆形管道	15	2.4	12
125		JCG-1#	圆形管道	15	2.4	12
126		JCG-2#	圆形管道	15	2.4	12
127		JCG-3#	圆形管道	15	2.4	12
128		JCG-4#	圆形管道	15	2.4	12
129		JCG-5#	圆形管道	15	2.4	12
130		JCG-6#	圆形管道	15	2.4	12

序号	工程 类型	工区	控制建筑物	生产规模(m ³ /h)	冲洗废水(m ³ /d)	排放强度(kg/d)
131		LTG-1#	圆形管道	15	2.4	12
132		LTG-2#	圆形管道	15	2.4	12
133		LTG-3#	圆形管道	15	2.4	12
134		LTG-4#	圆形管道	15	2.4	12
135		LTG-5#	圆形管道	15	2.4	12
136		LTG-6#	圆形管道	15	2.4	12
137		ZYG-1#	圆形管道	15	2.4	12
138		QYG-1#	圆形管道	15	2.4	12
139		QYG-2#	圆形管道	15	2.4	12
140		QYG-3#	圆形管道	15	2.4	12
141		QYG-4#	圆形管道	15	2.4	12
142		XFG-1#	圆形管道	15	2.4	12
143		HCG-1#	圆形管道	15	2.4	12
144		QCG-1#	圆形管道	15	2.4	12
145		QCG-2#	圆形管道	15	2.4	12
146		HXG-1#	圆形管道	15	2.4	12
147		HXG-2#	圆形管道	15	2.4	12
148		HXG-3#	圆形管道	15	2.4	12
149		HXG-4#	圆形管道	15	2.4	12
150		QYNG-1#	圆形管道	15	2.4	12
151		QYNG-2#	圆形管道	15	2.4	12
152		QYNG-3#	圆形管道	15	2.4	12
153		HSG-1#	圆形管道	15	2.4	12
154		HSG-2#	圆形管道	15	2.4	12
155		HSG-3#	圆形管道	15	2.4	12
156		HSG-4#	圆形管道	15	2.4	12
157		NZG-1#	圆形管道	15	2.4	12
158		NZG-2#	圆形管道	15	2.4	12
159		NZG-3#	圆形管道	15	2.4	12
160		NXG-1#	圆形管道	15	2.4	12
161		NXG-2#	圆形管道	15	2.4	12
162		ZNG-1#	圆形管道	15	2.4	12
163		ZNG-2#	圆形管道	15	2.4	12
164		ZNG-3#	圆形管道	15	2.4	12
165		ZNG-4#	圆形管道	15	2.4	12
166		ZNG-5#	圆形管道	15	2.4	12
167		ZNG-6#	圆形管道	15	2.4	12

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m ³ /h)	冲洗废水(m ³ /d)	排放强度(kg/d)
168		YAG-1#	圆形管道	20	9.6	48
169		YAG-2#	三心圆隧洞	20	9.6	48
170		YAG-3#	圆形管道、三心圆隧洞	20	9.6	48
171		YAG-4#	圆形管道、三心圆隧洞	20	9.6	48
172		YAG-5#	圆形管道、三心圆隧洞	20	9.6	48
173		YAG-6#	圆形管道、三心圆隧洞	20	9.6	48
174		YAG-7#	箱涵、三心圆隧洞	20	9.6	48
175		YAG-8#	渡槽、三心圆隧洞	20	9.6	48
176		YAG-9#	圆形管道、三心圆隧洞	20	9.6	48
177		YAG-10#	三心圆隧洞、渡槽、箱涵	20	9.6	48
178		YA-1#	1#-1 隧洞进口	30	9.6	48
179		YA-2#	1#-1 隧洞 1#支洞	30	9.6	48
180		YA-3#	1#-1 隧洞 2#支洞	30	9.6	48
181		YA-4#	1#-1 隧洞 3#支洞	30	9.6	48
182		YA-5#	1#-1 隧洞 4#支洞	30	9.6	48
183		YA-6#	1#-1 隧洞 5#支洞	30	9.6	48
184		YA-7#	1#-1 隧洞 6#支洞	30	9.6	48
185		YA-8#	1#-1 隧洞出口	30	9.6	48
186		YA-9#	1#-2 隧洞出口、1#涵洞	30	9.6	48
187		YA-10#	压力管道	30	9.6	48
188		YA-11#	压力管道	30	9.6	48
189		YA-12#	压力管道、2#-1 隧洞、后牛沟倒虹	30	9.6	48
190		YA-13#	2#-2 隧洞进口	30	9.6	48
191		YA-14#	2#-2 隧洞 1#支洞	30	9.6	48
192		YA-15#	2#-2 隧洞 2#支洞	30	9.6	48
193		YA-16#	2#-2 隧洞 3#支洞	30	9.6	48
194		YA-17#	2#-2 隧洞出口、麻子沟倒虹	30	9.6	48
195		YA-18#	2#-3 隧洞进口	30	9.6	48
196		YA-19#	2#-3 隧洞 1#支洞	30	9.6	48
197		YA-20#	2#-3 隧洞出口、2#涵洞	30	9.6	48
198		YA-21#	2#-4 隧洞、朱家沟倒虹、2#-5 隧洞、3#涵洞、2#-6 隧洞、4#涵洞 68+150~71+270	30	9.6	48
199		YA-22#	2#-7 隧洞、背梁沟倒虹、2#-8 隧洞、压力管道	30	9.6	48
200		YA-23#	压力管道、3#-1 隧洞	30	9.6	48
201		YA-24#	5#涵洞、3#-2 隧洞进口	30	9.6	48
202		YA-25#	3#-2 隧洞 1#支洞	30	9.6	48
203		YA-26#	3#-2 隧洞 2#支洞	30	9.6	48

序号	工程类型	工区	控制建筑物	生产规模(m³/h)	冲洗废水(m³/d)	排放强度(kg/d)	
204		YA-27#	3#-2 隧洞 3#支洞	30	9.6	48	
205		YA-28#	3#-2 隧洞出口、6#涵洞	30	9.6	48	
206		YA-29#	3#-3 隧洞、7#涵洞、3#-4 隧洞	30	9.6	48	
207		YA-30#	压力管道	20	9.6	48	
208		YA-31#	压力管道	20	9.6	48	
209		YA-32#	压力管道	20	9.6	48	
210		YA-33#	压力管道	20	9.6	48	
211		YA-34#	压力管道	20	9.6	48	
212		YA-35#	压力管道	20	9.6	48	
213		YA-36#	压力管道	20	9.6	48	
214		YA-37#	压力管道、4#隧洞	30	9.6	48	
215		YA-38#	压力管道	20	9.6	48	
216		YA-39#	压力管道	20	9.6	48	
217		YA-40#	5#隧洞进口	30	9.6	48	
218		YA-41#	5#隧洞出口、压力管道	30	9.6	48	
219		YA-42#	压力管道	20	9.6	48	
220		YA-43#	压力管道	20	9.6	48	
221		YA-44#	6#-1 隧洞、庄子沟倒虹、6#-2 隧洞、8#涵洞、6#-3 隧洞 15+724~19+080	30	9.6	48	
222		YA-45#	刘家河倒虹、6#-4 隧洞进口	30	9.6	48	
223		YA-46#	6#-4 隧洞出口、压力管道	30	9.6	48	
小计				2503	787	3936	
合计				5036	1471	7116	

(3) 机械车辆维修冲洗含油废水

根据施工组织设计章节内容,输水线路工程机械车辆维修冲洗含油废水排放量为 7441m³/d,石油类排放量 223kg/d,SS 排放量 14882kg/d,本次环评拟对其进行收集处理后,回用于除尘洒水,对周围环境无影响。

表 7.10-2 机械车辆维修冲洗含油废水排放量

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
1	输水总干线	DZ-1#	DZ1#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
2		DZ-2#	DZ1#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
3		DZ-3#	DZ1#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
4		DZ-4#	DZ1#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
5		DZ-5#	DZ1#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
6		DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞	58	69.3	2.1	138.6

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
7		DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞	43	52	1.6	103.9
8		DZ-8#	DZ3#隧洞	43	52	1.6	103.9
9		DZ-9#	DZ3#隧洞	43	52	1.6	103.9
10		DZ-10#	DZ3#隧洞	43	52	1.6	103.9
11		DZ-11#	DZ3#隧洞	43	52	1.6	103.9
12		DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞进口	43	52	1.6	103.9
13		DZ-13#	DZ-4#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
14		DZ-14#	DZ-4#隧洞	43	52	1.6	103.9
15		DZ-15#	DZ-4#隧洞	43	52	1.6	103.9
16		DZ-16#	DZ-4#隧洞	43	52	1.6	103.9
17		DZ-17#	DZ-4#隧洞	43	52	1.6	103.9
18		DZ-18#	DZ-4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞	43	52	1.6	103.9
19		DZ-19#	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞	43	52	1.6	103.9
20		DZ-20#	DZ6#隧洞	43	52	1.6	103.9
21		DZ-21#	DZ6#隧洞	43	52	1.6	103.9
22		DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞	43	52	1.6	103.9
23		DZ-23#	DZ7#隧洞	43	52	1.6	103.9
24		DZ-24#	DZ7#隧洞	43	52	1.6	103.9
25		DZ-25#	DZ7#隧洞	43	52	1.6	103.9
26		DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞	43	52	1.6	103.9
27		DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞	43	52	1.6	103.9
28		DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞	43	52	1.6	103.9
29		DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞	43	52	1.6	103.9
30		DZ-30#	DZ11#隧洞	43	52	1.6	103.9
31		DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞	43	52	1.6	103.9
32		DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞	43	52	1.6	103.9
33		DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞	43	52	1.6	103.9
34		DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞	43	52	1.6	103.9
35		DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞	43	52	1.6	103.9
36		DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞	43	52	1.6	103.9
37		DZ-37#	DZ17#隧洞	43	52	1.6	103.9

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
38		DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞	43	52	1.6	103.9
39		DZ-39#	DZ18#隧洞	43	52	1.6	103.9
40		DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞	43	52	1.6	103.9
41		DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸、DZ3#箱涵	43	52	1.6	103.9
42		ZQ-1#	1#箱涵、1#隧洞进口	58	69.3	2.1	138.6
43		ZQ-2#	1#隧洞 1#施工支洞	29	34.6	1	69.3
44		ZQ-3#	1#隧洞 2#施工支洞	58	69.3	2.1	138.6
45		ZQ-4#	1#隧洞 3#施工支洞	29	34.6	1	69.3
46		ZQ-5#	1#隧洞 4#施工支洞	58	69.3	2.1	138.6
47		ZQ-6#	1#隧洞 5#施工支洞	29	34.6	1	69.3
48		ZQ-7#	1#隧洞出口	58	69.3	2.1	138.6
49		ZQ-8#	2#箱涵、2#隧洞进口	29	34.6	1	69.3
50		ZQ-9#	2#隧洞 6#施工支洞	29	34.6	1	69.3
51		ZQ-10#	2#隧洞出口	58	69.3	2.1	138.6
52		ZQ-11#	1#倒虹吸、3#隧洞进口	43	52	1.6	103.9
53		ZQ-12#	3#隧洞出口	43	52	1.6	103.9
54		ZQ-13#	3#箱涵、4#隧洞、4#箱涵	43	52	1.6	103.9
55		ZQ-14#	2#倒虹吸	29	34.6	1	69.3
56		ZQ-15#	3#倒虹吸、4#倒虹吸	43	52	1.6	103.9
57		ZQ-16#	1#圆涵、5#倒虹吸、2#圆涵	43	52	1.6	103.9
58		ZQ-17#	6#倒虹吸、3#圆涵	43	52	1.6	103.9
59		ZQ-18#	7#倒虹吸、4#圆涵、8#倒虹吸	43	52	1.6	103.9
60		ZQ-19#	5#圆涵、9#倒虹吸、6#圆涵、10#倒虹吸	43	52	1.6	103.9
61		ZQ-20#	7#圆涵、11#倒虹吸	43	52	1.6	103.9
62		ZQ-21#	8#圆涵、9#圆涵、10#圆涵、13#倒虹吸、11#圆涵	43	52	1.6	103.9
63		ZQ-22#	12 倒虹吸	29	34.6	1	69.3
64		ZQ-23#	14#倒虹吸	29	34.6	1	69.3
65		ZQ-24#	15#、16#倒虹吸，12#、13#、14#圆涵，5#、6#、7#、8#隧洞，5#箱涵	115	138.6	4.2	277.1
66		ZQ-25#	9#隧洞进口	29	34.6	1	69.3
67		ZQ-26#	9#隧洞出口	29	34.6	1	69.3
68		ZQ-27#	6#、7#、8#箱涵，10#、11#、12#、13#、14#、15#、16#隧洞，15#、	115	138.6	4.2	277.1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m³/d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
			16#、17#、18#、19#圆涵, 17#倒虹吸				
69		ZQ-28#	17#、18#隧洞, 18#、19#、20#倒虹吸, 20#、21#、22#、23#圆涵, 1#、2#渡槽	115	138.6	4.2	277.1
70		ZQ-29#	19#、20#、21#隧洞, 21#、22#、23#倒虹吸, 24#圆涵, 9#箱涵	58	69.3	2.1	138.6
71		ZQ-30#	25#圆涵, 3#、4#、5#渡槽, 22#、23#、24#隧洞, 25#隧洞进口	87	103.9	3.1	207.8
72		ZQ-31#	25#隧洞出口、10#箱涵	29	34.6	1	69.3
73		ZQ-32#	26#隧洞进口	29	34.6	1	69.3
74		ZQ-33#	26#隧洞出口	29	34.6	1	69.3
75		ZQ-34#	24#倒虹吸、27#隧洞进口	43	52	1.6	103.9
76		ZQ-35#	27#隧洞出口、26#圆涵、25#倒虹吸、28#隧洞、11#箱涵、29#隧洞进口	58	69.3	2.1	138.6
77		ZQ-36#	29#隧洞出口, 27#圆涵, 26#、27#倒虹吸, 30#隧洞, 31#隧洞进口	58	69.3	2.1	138.6
78		ZQ-37#	31#隧洞出口, 12#、13#箱涵, 28#圆涵, 28#、29#倒虹吸, 32#、33#、34#隧洞	58	69.3	2.1	138.6
79		ZQ-38#	30#、31#倒虹吸, 35#、36#隧洞, 29#圆涵	115	138.6	4.2	277.1
小计				3796	4555	137	9110
80	输水干线	TS-1#	TS1#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
81		TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
82		TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
83		TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、武山段	29	35.3	1.1	70.6
84		TS-5#	TS3#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
85		TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽、TS4#无压隧洞	29	35.3	1.1	70.6
86		TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
87		TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
88		TS-9#	TS6#无压隧洞、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
89		TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管	22	26.5	0.8	53

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
90		TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
91		TS-12#	TS8#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
92		TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞	29	35.3	1.1	70.6
93		TS-14#	TS9#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
94		TS-15#	TS9#无压隧洞	22	26.5	0.8	53
95		TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
96		TS-17#	TS6#有压埋管、TS1#洞穿管、TS7#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
97		TS-18#	TS7#有压埋管	22	26.5	0.8	53
98		ZH-1#	张家川进水池、ZH1#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
99		ZH-2#	ZH1#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
100		ZH-3#	ZH1#有压埋管	29	35.3	1.1	70.6
101		ZH-4#	ZH1#有压埋管、张清泵站	29	35.3	1.1	70.6
102		ZH-5#	ZH2#有压埋管、ZH1#隧洞	29	35.3	1.1	70.6
103		ZH-6#	ZH1#隧洞、ZH3#有压埋管，张家川段	29	35.3	1.1	70.6
104		ZH-7#	QS1#有压埋管、ZH2#隧洞	22	26.5	0.8	53
105		ZH-8#	ZH2#隧洞、倒虹吸、ZH3#隧洞	22	26.5	0.8	53
106		ZH-9#	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞	22	26.5	0.8	53
107		ZH-10#	ZH4#隧洞	22	26.5	0.8	53
108		HCLG-1#	1#隧洞进口	22	26.5	0.8	53
109		HCLG-2#	1#圆形管道，2#隧洞进口	22	26.5	0.8	53
110		HCLG-3#	2#隧洞，2#圆形管道，3#隧洞进口	22	26.5	0.8	53
111		HCLG-4#	3#隧洞、3#圆形管道、4#隧洞进口	22	26.5	0.8	53
112		HCLG-5#	4#隧洞出口	22	26.5	0.8	53
113		HCLG-6#	4#圆形管道	22	26.5	0.8	53
114		HTG-1#	1#圆形管道	22	26.5	0.8	53
115		CLG-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2#圆形管道、2#隧洞进口	22	26.5	0.8	53
116		CLG-2#	2#隧洞出口	22	26.5	0.8	53
117		CLG-3#	3#圆形管道	22	26.5	0.8	53
118		CXG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
119		KJG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
120		JCG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
121		JCG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
122		JCG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
123		JCG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
124		JCG-5#	圆形管道	22	26.5	0.8	53

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
125		JCG-6#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
126		LTG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
127		LTG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
128		LTG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
129		LTG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
130		LTG-5#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
131		LTG-6#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
132		ZYG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
133		QYG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
134		QYG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
135		QYG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
136		QYG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
137		XFG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
138		HCG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
139		QCG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
140		QCG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
141		HXG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
142		HXG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
143		HXG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
144		HXG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
145		QYNG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
146		QYNG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
147		QYNG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
148		HSG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
149		HSG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
150		HSG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
151		HSG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
152		NZG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
153		NZG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
154		NZG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
155		NXG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
156		NXG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
157		ZNG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
158		ZNG-2#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
159		ZNG-3#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
160		ZNG-4#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
161		ZNG-5#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
162		ZNG-6#	圆形管道	22	26.5	0.8	53
163		YAG-1#	圆形管道	22	26.5	0.8	53

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m ³ /d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)
164		YAG-2#	三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
165		YAG-3#	圆形管道、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
166		YAG-4#	圆形管道、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
167		YAG-5#	圆形管道、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
168		YAG-6#	圆形管道、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
169		YAG-7#	箱涵、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
170		YAG-8#	渡槽、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
171		YAG-9#	圆形管道、三心圆隧洞	22	26.5	0.8	53
172		YAG-10#	三心圆隧洞、渡槽、箱涵	22	26.5	0.8	53
173		YA-1#	1#-1 隧洞进口	6	7.1	0.2	14.1
174		YA-2#	1#-1 隧洞 1#支洞	6	7.1	0.2	14.1
175		YA-3#	1#-1 隧洞 2#支洞	6	7.1	0.2	14.1
176		YA-4#	1#-1 隧洞 3#支洞	6	7.1	0.2	14.1
177		YA-5#	1#-1 隧洞 4#支洞	6	7.1	0.2	14.1
178		YA-6#	1#-1 隧洞 5#支洞	6	7.1	0.2	14.1
179		YA-7#	1#-1 隧洞 6#支洞	6	7.1	0.2	14.1
180		YA-8#	1#-1 隧洞出口	6	7.1	0.2	14.1
181		YA-9#	1#-2 隧洞出口、1#涵洞	6	7.1	0.2	14.1
182		YA-10#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6
183		YA-11#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6
184		YA-12#	压力管道、2#-1 隧洞、后牛沟倒虹	6	7.1	0.2	14.1
185		YA-13#	2#-2 隧洞进口	6	7.1	0.2	14.1
186		YA-14#	2#-2 隧洞 1#支洞	6	7.1	0.2	14.1
187		YA-15#	2#-2 隧洞 2#支洞	6	7.1	0.2	14.1
188		YA-16#	2#-2 隧洞 3#支洞	6	7.1	0.2	14.1
189		YA-17#	2#-2 隧洞出口、麻子沟倒虹	6	7.1	0.2	14.1
190		YA-18#	2#-3 隧洞进口	6	7.1	0.2	14.1
191		YA-19#	2#-3 隧洞 1#支洞	6	7.1	0.2	14.1
192		YA-20#	2#-3 隧洞出口、2#涵洞	6	7.1	0.2	14.1
193		YA-21#	2#-4 隧洞、朱家沟倒虹、2#-5 隧洞、3#涵洞、2#-6 隧洞、4#涵洞 68+150~71+270	6	7.1	0.2	14.1
194		YA-22#	2#-7 隧洞、背梁沟倒虹、2#-8 隧洞、压力管道	6	7.1	0.2	14.1
195		YA-23#	压力管道、3#-1 隧洞	6	7.1	0.2	14.1
196		YA-24#	5#涵洞、3#-2 隧洞进口	6	7.1	0.2	14.1
197		YA-25#	3#-2 隧洞 1#支洞	6	7.1	0.2	14.1
198		YA-26#	3#-2 隧洞 2#支洞	6	7.1	0.2	14.1
199		YA-27#	3#-2 隧洞 3#支洞	6	7.1	0.2	14.1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	车辆数量(辆)	冲洗废水(m³/d)	石油类(kg/d)	SS(kg/d)	
200		YA-28#	3#-2 隧洞出口、6#涵洞	6	7.1	0.2	14.1	
201		YA-29#	3#-3 隧洞、7#涵洞、3#-4 隧洞	6	7.1	0.2	14.1	
202		YA-30#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
203		YA-31#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
204		YA-32#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6	
205		YA-33#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6	
206		YA-34#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6	
207		YA-35#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6	
208		YA-36#	压力管道	4	5.3	0.2	10.6	
209		YA-37#	压力管道、4#隧洞	4	5.3	0.2	10.6	
210		YA-38#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
211		YA-39#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
212		YA-40#	5#隧洞进口	4	5.3	0.2	10.6	
213		YA-41#	5#隧洞出口、压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
214		YA-42#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
215		YA-43#	压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
216		YA-44#	6#-1 隧洞、庄子沟倒虹、6#-2 隧洞、8#涵洞、6#-3 隧洞 15+724~19+080	4	5.3	0.2	10.6	
217		YA-45#	刘家河倒虹、6#-4 隧洞进口	6	7.1	0.2	14.1	
218		YA-46#	6#-4 隧洞出口、压力管道	6	7.1	0.2	14.1	
小计				2405	2886	87	5772	
合计				6201	7441	223	14882	

(4) 基坑废水

根据施工组织设计章节内容, 基坑废水主要来自主体工程建筑物开挖过程中的基坑排水, 包括初期排水废水和经常性排水废水两部分。基坑废水主要污染物为 SS, 其浓度约 2000mg/L。基坑废水若直接排放, 将对河流水质产生影响。因此本阶段拟对基坑废水在基坑内进行沉淀处理达标后, 排入下游河道。

(5) 隧洞废水

根据施工组织设计, 本工程共有隧洞 159 座, 其中输水总干线工程共有隧洞 57 座, 干线工程共布置 51 座隧洞, 施工支洞共布置 51 座。

输水总干线工程共有隧洞 57 座, 总长 336.34km, 占本段引水线路总长的 68.35%; 隧洞断面为圆形、马蹄形及三心圆形, 圆形断面尺寸为直径 $\phi 4.70 \sim 5.10\text{m}$, 马蹄形洞径 4.30~4.70m, 三心圆断面尺寸为 (2.30~4.55) m \times (2.56~4.68) m。

干线工程共布置 51 座隧洞（含穿管隧洞 5 座），其中天水一干线 11 座（含穿管隧洞 1 座），天水二干线 4 座，隧洞净断面均为 2.5×2.5m 马蹄形；平凉一干线及分干华崇灵段 4 座，三心圆型断面，净断面尺寸为 2.50×2.50~3.00m；平凉一干线及分干崇灵段 2 座穿管隧洞，直墙圆拱型断面，净断面尺寸 3.0×3.5m；华池干线 2 座，三心圆型断面，净断面尺寸 1.58×1.88m；延安干线（甘肃段）9 座，三心圆型断面，净断面尺寸 2.53×2.78m；延安干线（陕西段）19 条，直墙圆拱型断面和马蹄形断面，净断面尺寸为 2.5×2.5m。

施工支洞共布置 51 座，其中总干线全线共布置 33 条支洞，天水一干线布置 3 座支洞，天水二干线布置 1 座支洞，延安干线陕西段共布置 14 条支洞。

根据施工组织设计，输水总干线长度 0.11km~99.55km，隧洞涌水量为 11.84~56275.82m³/d；输水干线长度 0.25km~27.96km，隧洞涌水量为 8.91~4562.25m³/d，各隧洞排水量变化较大，隧洞开挖排水会造成局部地下水位的下降，隧洞排水若得不到有效处理，可能会对周边河流水质造成一定影响。

表 7.10-3 隧洞废水产生量

序号	工程名称	建筑物名称	起始桩号	末端桩号	长度(m)	正常涌水量(m ³ /d)
1	输水总干线	DZ-1#隧洞	DZ0+0.000	DZ99+552.000	99552	50536.29
2		DZ-2#隧洞	DZ100+213.000	DZ101+590.000	1377	360.93
3		DZ-3#隧洞	DZ101+808.000	DZ119+021.800	17214	6728.79
4		DZ-4#隧洞	DZ119+555.800	DZ146+214.000	26658	14786.2
5		DZ-5#隧洞	DZ147+857.000	DZ152+715.000	4858	1384.44
6		DZ-6#隧洞	DZ153+039.000	DZ163+519.000	10480	4994.44
7		DZ-7#隧洞	DZ164+824.000	DZ182+067.000	17243	9279.56
8		DZ-8#隧洞	DZ182+236.000	DZ185+436.000	3200	1285.82
9		DZ-9#隧洞	DZ185+800.000	DZ188+189.000	2389	1093.98
10		DZ-10#隧洞	DZ189+131.000	DZ191+419.000	2288	632.26
11		DZ-11#隧洞	DZ191+547.000	DZ199+639.000	8092	3045.36
12		DZ-12#隧洞	DZ199+986.000	DZ203+199.000	3213	1038.11
13		DZ-13#隧洞	DZ203+582.000	DZ206+511.000	2929	542.05
14		DZ-14#隧洞	DZ206+662.000	DZ209+234.000	2572	343.73
15		DZ-15#隧洞	DZ210+127.000	DZ211+014.000	887	221.38
16		DZ-16#隧洞	DZ215+084.000	DZ216+166.000	1082	99.91
17		DZ-17#隧洞	DZ218+134.000	DZ224+700.000	6566	1814.74
18		DZ-18#隧洞	DZ225+570.000	DZ232+126.000	6556	1813.17
19		DZ-19#隧洞	DZ232+602.000	DZ237+167.000	4565	1370.33

序号	工程名称	建筑物名称	起始桩号	末端桩号	长度(m)	正常涌水量(m ³ /d)
20		ZQ-1#隧洞	ZQ0+132.16	ZQ1+980.7	1848.54	56275.82
21		ZQ-2#隧洞	ZQ2+022.77	ZQ57+951.44	55928.67	2020.41
22		ZQ-3#隧洞	ZQ58+623.16	ZQ76+249.56	17626.4	643.03
23		ZQ-4#隧洞	ZQ76+868.43	ZQ80+048.243	3179.81	422.31
24		ZQ-5#隧洞	ZQ80+265.433	ZQ81+774.133	1508.7	92.41
25		ZQ-6#隧洞	ZQ181+954.12	ZQ182+829.41	875.29	21.99
26		ZQ-7#隧洞	ZQ183+192.8	ZQ183+400.80	208	59.74
27		ZQ-8#隧洞	ZQ183+590.8	ZQ184+137.81	547.01	68.09
28		ZQ-9#隧洞	ZQ185+399.8	ZQ186+045.00	645.2	511.1
29		ZQ-10#隧洞	ZQ186+130.34	ZQ190+965.91	4835.57	31.08
30		ZQ-11#隧洞	ZQ190+985.71	ZQ191+278.87	293.16	124.13
31		ZQ-12#隧洞	ZQ191+339.87	ZQ192+515.00	1175.13	90.4
32		ZQ-13#隧洞	ZQ193+349.7	ZQ194+204.91	855.21	34.04
33		ZQ-14#隧洞	ZQ194+429.41	ZQ194+751.30	321.89	29.5
34		ZQ-15#隧洞	ZQ195+199.27	ZQ195+488.52	289.25	52.12
35		ZQ-16#隧洞	ZQ195+571.21	ZQ196+070.91	499.7	67.14
36		ZQ-17#隧洞	ZQ196+569.09	ZQ197+209.20	640.11	114.08
37		ZQ-18#隧洞	ZQ200+616.59	ZQ201+696.00	1079.41	11.84
38		ZQ-19#隧洞	ZQ206+609.5	ZQ206+721.30	111.8	110.28
39		ZQ-20#隧洞	ZQ209+312.09	ZQ210+315.56	1003.47	70.73
40		ZQ-21#隧洞	ZQ212+586.91	ZQ213+243.70	656.79	40.6
41		ZQ-22#隧洞	ZQ213+344.41	ZQ213+694.50	350.09	34.79
42		ZQ-23#隧洞	ZQ221+817.3	ZQ222+167.00	349.7	106.68
43		ZQ-24#隧洞	ZQ222+242.7	ZQ223+251.80	1009.1	103.83
44		ZQ-25#隧洞	ZQ223+322.418	ZQ224+170.30	847.88	233.24
45		ZQ-26#隧洞	ZQ224+215.	ZQ226+880.00	2665	334.95
46		ZQ-27#隧洞	ZQ226+898.	ZQ230+062.80	3164.8	274.69
47		ZQ-28#隧洞	ZQ230+578.3	ZQ233+186.91	2608.61	101.92
48		ZQ-29#隧洞	ZQ234+242.5	ZQ235+219.80	977.3	248.57
49		ZQ-30#隧洞	ZQ235+332.2	ZQ237+671.70	2339.5	75.17
50		ZQ-31#隧洞	ZQ237+915.7	ZQ238+614.50	698.8	230.17
51		ZQ-32#隧洞	ZQ239+274.3	ZQ241+451.70	2177.4	35.95
52		ZQ-33#隧洞	ZQ241+484.41	ZQ241+799.20	314.79	33.09
53		ZQ-34#隧洞	ZQ241+884.7	ZQ242+191.32	306.62	55.61
54		ZQ-35#隧洞	ZQ243+903.92	ZQ244+385.30	481.38	108.06
55		ZQ-36#隧洞	ZQ246+819.7	ZQ247+790.20	970.5	163.04
56		ZQ-37#隧洞	ZQ249+099.3	ZQ250+338.80	1239.5	/
57		ZQ-38#隧洞	ZQ251+053.5	ZQ251+782.90	729.4	/
58	天水一干线	TS-1#隧洞	TS10+182.482	TS10+571.491	389.009	105.77

序号	工程名称	建筑物名称	起始桩号	末端桩号	长度(m)	正常涌水量(m ³ /d)
59		TS-2#隧洞	TS11+199.869	TS12+721.394	1521.525	521.57
60		TS-3#隧洞	TS37+367.826	TS38+222.148	854.322	115.1
61		TS-4#隧洞	TS38+347.205	TS38+748.144	400.939	705.31
62		TS-5#隧洞	TS42+143.410	TS42+495.714	352.304	47.47
63		TS-6#隧洞	TS43+384.405	TS44+379.268	994.863	186.74
64		TS-7#隧洞	TS45+512.341	TS47+353.786	1841.445	410.6
65		TS-8#隧洞	TS50+745.643	TS55+600.078	4854.435	796.82
66		TS-9#隧洞	TS55+721.875	TS64+458.472	8736.597	2147.7
67		TS-1#穿管隧洞	TS79+796.530	TS80+066.475	269.945	18.18
68		TS-10#隧洞	TS90+157.360	TS91+115.094	957.734	/
69	天水二干线	ZQ-1#隧洞	ZQ40+031.340	ZQ41+865.000	1833.66	467.54
70		ZQ-2#隧洞	QS12+563.441	QS14+845.402	2281.961	337.4
71		ZQ-3#隧洞	QS15+025.317	QS21+070.176	6044.859	508.28
72		ZQ-4#隧洞	QS21+108.784	QS22+596.526	1487.742	127.28
73	平凉一干线及 分干华崇灵段	1#隧洞	0+000.000	2+321.49	2321.49	352.27
74		2#隧洞	4+254.12	5+743.29	1489.17	218.41
75		3#隧洞	6+539.63	7+423.91	884.28	150.42
76		4#隧洞	7+535.44	9+387.21	1851.77	280.22
77	平凉一干线及 分干崇灵段	1#隧洞	0+367.88	0+933.85	566	85.83
78		2#隧洞	1+433.00	4+728.00	3295	774.5
79	华池干线	1#隧洞	2+740.00	3+315.00	575	/
80		2#隧洞	3+850.00	4+360.00	510	/
81	延安干线 (甘肃段)	1#隧洞	2+307.11	5+671.11	3364	217.83
82		2#隧洞	6+175.00	7+235.00	1060	146.59
83		3#隧洞	7+655.98	8+615.00	959.02	197.28
84		4#隧洞	8+955.00	10+370.00	1415	227.42
85		5#隧洞	10+735.00	12+415.00	1680	439.77
86		6#隧洞	12+890.00	16+135.00	3245	61.65
87		7#隧洞	16+165.00	16+690.00	525	108.23
88		8#隧洞	16+730.00	17+565.00	835	153.44
89		9#隧洞	18+326.89	19+105.00	778.11	/
90	延安干线 (延安段)	1#无压隧洞	0+000	27+960	27960	4562.25
91		2#无压隧洞	28+025	29+000	975	209.33
92		1#穿管隧洞	44+540	47+070	2530	299.48
93		3#无压隧洞	49+455	62+770	13315	1674.46
94		4#无压隧洞	63+115	68+435	5320	562.13
95		5#无压隧洞	68+565	69+630	1065	132.55
96		6#无压隧洞	69+995	70+240	245	8.91
97		7#无压隧洞	70+390	71+605	1215	233.83

序号	工程名称	建筑物名称	起始桩号	末端桩号	长度(m)	正常涌水量(m ³ /d)
98		8#无压隧洞	71+675	72+080	405	102.37
99		9#无压隧洞	72+510	72+950	440	187.64
100		10#无压隧洞	76+077	94+980	18903	2316.19
101		11#无压隧洞	95+015	96+230	1215	149.81
102		吴起分干 1#无压隧洞	29+990	32+175	950	117.14
103		安塞分干 1#无压隧洞	2+205	6+310	4105	251.18
104		安塞分干 2#无压隧洞	20+390	23+790	3400	374.96
105		宝塔分干 1#无压隧洞	15+778	16+163	385	353.04
106		宝塔分干 2#无压隧洞	16+498	17+513	1015	52.75
107		宝塔分干 3#无压隧洞	17+573	19+123	1550	83.43
108		宝塔分干 4#无压隧洞	19+283	22+843	3560	127.41

(6) 施工生活污水

根据施工组织设计章节内容,输水线路工程施工高峰期施工人数为 15950 人,生活污水排放量 1531m³/d, BOD₅、COD、NH₃-N、SS 排放量分别为 306kg/d、459kg/d、46kg/d、383kg/d。若生活污水直接排放将对周边环境产生影响。本阶段拟对施工生活污水进行处理后回用于除尘洒水、浇灌周围农田或绿化,不外排或达标排放,对周围水环境无影响。

表 7.10-4 输水线路区生活污水产生量

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m ³ /d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
1	总干线	DZ-1#	DZ1#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
2		DZ-2#	DZ1#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
3		DZ-3#	DZ1#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
4		DZ-4#	DZ1#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
5		DZ-5#	DZ1#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
6		DZ-6#	DZ1#隧洞、DZ1#倒虹吸、DZ2#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
7		DZ-7#	DZ2#隧洞、DZ2#倒虹吸、DZ3#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
8		DZ-8#	DZ3#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
9		DZ-9#	DZ3#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
10		DZ-10#	DZ3#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
11		DZ-11#	DZ3#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
12		DZ-12#	DZ3#隧洞、DZ3#倒虹吸、DZ-4#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
13		DZ-13#	DZ-4#隧洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
14		DZ-14#	DZ-4#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
15		DZ-15#	DZ-4#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
16		DZ-16#	DZ-4#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
17		DZ-17#	DZ-4#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
18		DZ-18#	DZ-4#隧洞、DZ4#倒虹吸、DZ5#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
19		DZ-19#	DZ-5#隧洞、DZ5#倒虹吸、DZ6#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
20		DZ-20#	DZ6#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
21		DZ-21#	DZ6#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
22		DZ-22#	DZ6#隧洞、DZ6#倒虹吸、DZ7#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
23		DZ-23#	DZ7#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
24		DZ-24#	DZ7#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
25		DZ-25#	DZ7#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
26		DZ-26#	DZ7#隧洞、DZ1#渡槽、DZ8#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
27		DZ-27#	DZ8#隧洞、DZ7#倒虹吸、DZ9#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
28		DZ-28#	DZ9#隧洞、DZ8#倒虹吸、DZ10#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
29		DZ-29#	DZ10#隧洞、DZ2#渡槽、DZ11#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
30		DZ-30#	DZ11#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
31		DZ-31#	DZ11#隧洞、DZ9#倒虹吸、DZ12#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
32		DZ-32#	DZ12#隧洞、DZ10#倒虹吸、DZ13#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
33		DZ-33#	DZ13#隧洞、DZ3#渡槽、DZ14#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
34		DZ-34#	DZ14#隧洞、DZ11#倒虹吸、DZ15#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
35		DZ-35#	DZ15#隧洞、DZ12#倒虹吸、DZ16#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
36		DZ-36#	DZ16#隧洞、DZ1#箱涵、DZ17#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
37		DZ-37#	DZ17#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
38		DZ-38#	DZ17#隧洞、DZ13#倒虹吸、DZ18#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
39		DZ-39#	DZ18#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
40		DZ-40#	DZ18#隧洞、DZ14#倒虹吸、DZ19#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
41		DZ-41#	DZ19#隧洞、DZ15#倒虹吸、DZ3#箱涵	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
42		ZQ-1#	1#箱涵、1#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
43		ZQ-2#	1#隧洞 1#施工支洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
44		ZQ-3#	1#隧洞 2#施工支洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
45		ZQ-4#	1#隧洞 3#施工支洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
46		ZQ-5#	1#隧洞 4#施工支洞	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
47		ZQ-6#	1#隧洞 5#施工支洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
48		ZQ-7#	1#隧洞出口	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
49		ZQ-8#	2#箱涵、2#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
50		ZQ-9#	2#隧洞 6#施工支洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
51		ZQ-10#	2#隧洞出口	250	250	24	4.8	7.2	0.7	6
52		ZQ-11#	1#倒虹吸、3#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
53		ZQ-12#	3#隧洞出口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
54		ZQ-13#	3#箱涵、4#隧洞、4#箱涵	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
55		ZQ-14#	2#倒虹吸	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
56		ZQ-15#	3#倒虹吸、4#倒虹吸	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
57		ZQ-16#	1#圆涵、5#倒虹吸、2#圆涵	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
58		ZQ-17#	6#倒虹吸、3#圆涵	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
59		ZQ-18#	7#倒虹吸、4#圆涵、8#倒虹吸	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
60		ZQ-19#	5#圆涵、9#倒虹吸、6#圆涵、10#倒虹吸	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
61		ZQ-20#	7#圆涵、11#倒虹吸	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
62		ZQ-21#	8#圆涵、9#圆涵、10#圆涵、13#倒虹吸、11#圆涵	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
63		ZQ-22#	12 倒虹吸	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
64		ZQ-23#	14#倒虹吸	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
65		ZQ-24#	15#、16#倒虹吸，12#、13#、14#圆涵， 5#、6#、7#、8#隧洞，5#箱涵	170	170	16	3.3	4.9	0.5	4.1
66		ZQ-25#	9#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
67		ZQ-26#	9#隧洞出口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
68		ZQ-27#	6#、7#、8#箱涵，10#、11#、12#、13#、14#、 15#、16#隧洞，15#、16#、17#、18#、19#圆涵， 1 7#倒虹吸	170	170	16	3.3	4.9	0.5	4.1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量（kg/d）	生活污水量（m³/d）	BOD ₅ （kg/d）	COD（kg/d）	NH ₃ -N（kg/d）	SS（kg/d）
69		ZQ-28#	17#、18#隧洞，18#、19#、20#倒虹吸，20#、21#、22#、23#圆涵，1#、2#渡槽	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
70		ZQ-29#	19#、20#、21#隧洞，21#、22#、23#倒虹吸，24#圆涵，9#箱涵	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
71		ZQ-30#	25#圆涵，3#、4#、5#渡槽，22#、23#、24#隧洞，25#隧洞进口	130	130	12	2.5	3.7	0.4	3.1
72		ZQ-31#	25#隧洞出口、10#箱涵	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
73		ZQ-32#	26#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
74		ZQ-33#	26#隧洞出口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
75		ZQ-34#	24#倒虹吸、27#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
76		ZQ-35#	27#隧洞出口、26#圆涵、25#倒虹吸、28#隧洞、11#箱涵、29#隧洞进口	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
77		ZQ-36#	29#隧洞出口，27#圆涵，26#、27#倒虹吸，30#隧洞，31#隧洞进口	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
78		ZQ-37#	31#隧洞出口，12#、13#箱涵，28#圆涵，28#、29#倒虹吸，32#、33#、34#隧洞	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
79	ZQ-38#	30#、31#倒虹吸，35#、36#隧洞，29#圆涵	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6	
小计				7290	7290	700	140	210	21	175
80	干线	TS-1#	TS1#有压埋管	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
81		TS-2#	TS1#有压埋管、TS1#无压隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
82		TS-3#	TS1#无压隧洞、TS1#倒虹吸、TS2#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
83		TS-4#	TS2#无压隧洞、TS2#有压埋管、武山段	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
84		TS-5#	TS3#有压埋管	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
85		TS-6#	TS3#有压埋管、TS3#无压隧洞、TS1#渡槽、TS4#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
86		TS-7#	TS4#无压隧洞、TS4#有压埋管、TS5#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
87		TS-8#	TS5#无压隧洞、TS2#倒虹吸、TS6#无压隧洞	120	120	12	2.3	3.5	0.3	2.9
88		TS-9#	TS6#无压隧洞、TS3#倒虹吸、TS7#无压隧洞	120	120	12	2.3	3.5	0.3	2.9
89		TS-10#	TS7#无压隧洞、TS5#有压埋管	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
90		TS-11#	TS5#有压埋管、TS8#无压隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
91		TS-12#	TS8#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
92		TS-13#	TS8#无压隧洞、TS4#倒虹吸、TS9#无压隧洞	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
93		TS-14#	TS9#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
94		TS-15#	TS9#无压隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
95		TS-16#	TS9#无压隧洞、TS6#有压埋管	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
96		TS-17#	TS6#有压埋管、TS1#洞穿管、TS7#有压埋管	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
97		TS-18#	TS7#有压埋管	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
98		ZH-1#	张家川进水池、ZH1#有压埋管	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
99		ZH-2#	ZH1#有压埋管	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
100		ZH-3#	ZH1#有压埋管	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
101		ZH-4#	ZH1#有压埋管、张清泵站	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
102		ZH-5#	ZH2#有压埋管、ZH1#隧洞	100	100	10	1.9	2.9	0.3	2.4
103		ZH-6#	ZH1#隧洞、ZH3#有压埋管，张家川段	150	150	14	2.9	4.3	0.4	3.6
104		ZH-7#	QS1#有压埋管、ZH2#隧洞	120	120	12	2.3	3.5	0.3	2.9
105		ZH-8#	ZH2#隧洞、倒虹吸、ZH3#隧洞	120	120	12	2.3	3.5	0.3	2.9
106		ZH-9#	ZH3#隧洞、箱涵、ZH4#隧洞	120	120	12	2.3	3.5	0.3	2.9
107		ZH-10#	ZH4#隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
108		HCLG-1#	1#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
109		HCLG-2#	1#圆形管道，2#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
110		HCLG-3#	2#隧洞, 2#圆形管道, 3#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
111		HCLG-4#	3#隧洞、3#圆形管道、4#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
112		HCLG-5#	4#隧洞出口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
113		HCLG-6#	4#圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
114		HTG-1#	1#圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
115		CLG-1#	1#圆形管道、1#隧洞、2#圆形管道、2#隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
116		CLG-2#	2#隧洞出口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
117		CLG-3#	3#圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
118		CXG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
119		KJG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
120		JCG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
121		JCG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
122		JCG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
123		JCG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
124		JCG-5#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
125		JCG-6#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
126		LTG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
127		LTG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
128		LTG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
129		LTG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
130		LTG-5#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
131		LTG-6#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
132		ZYG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
133		QYG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
134		QYG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
135		QYG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
136		QYG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
137		XFG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
138		HCG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
139		QCG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
140		QCG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
141		HXG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
142		HXG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
143		HXG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
144		HXG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
145		QYNG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
146		QYNG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
147		QYNG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
148		HSG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
149		HSG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
150		HSG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
151		HSG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
152		NZG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
153		NZG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
154		NZG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
155		NXG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
156		NXG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
157		ZNG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
158		ZNG-2#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
159		ZNG-3#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
160		ZNG-4#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
161		ZNG-5#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
162		ZNG-6#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
163		YAG-1#	圆形管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
164		YAG-2#	三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
165		YAG-3#	圆形管道、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
166		YAG-4#	圆形管道、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
167		YAG-5#	圆形管道、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
168		YAG-6#	圆形管道、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
169		YAG-7#	箱涵、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
170		YAG-8#	渡槽、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
171		YAG-9#	圆形管道、三心圆隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
172		YAG-10#	三心圆隧洞、渡槽、箱涵	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
173		YA-1#	1#-1 隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
174		YA-2#	1#-1 隧洞 1#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
175		YA-3#	1#-1 隧洞 2#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
176		YA-4#	1#-1 隧洞 3#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
177		YA-5#	1#-1 隧洞 4#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
178		YA-6#	1#-1 隧洞 5#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
179		YA-7#	1#-1 隧洞 6#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
180		YA-8#	1#-1 隧洞出口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
181		YA-9#	1#-2 隧洞出口、1#涵洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量 (kg/d)	生活污水量 (m³/d)	BOD ₅ (kg/d)	COD (kg/d)	NH ₃ -N (kg/d)	SS (kg/d)
182		YA-10#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
183		YA-11#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
184		YA-12#	压力管道、2#-1 隧洞、后牛沟倒虹	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
185		YA-13#	2#-2 隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
186		YA-14#	2#-2 隧洞 1#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
187		YA-15#	2#-2 隧洞 2#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
188		YA-16#	2#-2 隧洞 3#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
189		YA-17#	2#-2 隧洞出口、麻子沟倒虹	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
190		YA-18#	2#-3 隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
191		YA-19#	2#-3 隧洞 1#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
192		YA-20#	2#-3 隧洞出口、2#涵洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
193		YA-21#	2#-4 隧洞、朱家沟倒虹、2#-5 隧洞、3#涵洞、2#-6 隧洞、4#涵洞 68+150~71+270	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
194		YA-22#	2#-7 隧洞、背梁沟倒虹、2#-8 隧洞、压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
195		YA-23#	压力管道、3#-1 隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
196		YA-24#	5#涵洞、3#-2 隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
197		YA-25#	3#-2 隧洞 1#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
198		YA-26#	3#-2 隧洞 2#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
199		YA-27#	3#-2 隧洞 3#支洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
200		YA-28#	3#-2 隧洞出口、6#涵洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
201		YA-29#	3#-3 隧洞、7#涵洞、3#-4 隧洞	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
202		YA-30#	压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
203		YA-31#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1

序号	工程类型	工区	控制建筑物	人数	生活垃圾产生量（kg/d）	生活污水量（m³/d）	BOD ₅ （kg/d）	COD（kg/d）	NH ₃ -N（kg/d）	SS（kg/d）
204		YA-32#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
205		YA-33#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
206		YA-34#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
207		YA-35#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
208		YA-36#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
209		YA-37#	压力管道、4#隧洞	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
210		YA-38#	压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
211		YA-39#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
212		YA-40#	5#隧洞进口	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
213		YA-41#	5#隧洞出口、压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
214		YA-42#	压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
215		YA-43#	压力管道	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
216		YA-44#	6#-1 隧洞、庄子沟倒虹、6#-2 隧洞、8#涵洞、6#-3 隧洞 15+724~19+080	40	40	4	0.8	1.2	0.1	1
217		YA-45#	刘家河倒虹、6#-4 隧洞进口	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
218		YA-46#	6#-4 隧洞出口、压力管道	70	70	7	1.3	2	0.2	1.7
小计				8660	8660	831	166	249	25	208
合计				15950	15950	1531	306	459	46	383

7.10.2 环境空气影响预测评价

(1) 砂石加工系统对环境空气影响分析

根据工程施工期工程分析，输水线路工程砂石加工系统施工高峰期污染物（TSP）排放量为 6.38kg/h。在采取先进、低尘破碎工艺和环境保护措施的情况下，除尘率将达到 99%以上，则 TSP 排放强度为 0.064kg/h。

(2) 施工粉尘影响分析

在不洒水情况下，距离工程施工区 100m 内各环境保护目标受施工粉尘影响较大，随着距离的增加，粉尘影响将逐渐减小。工程施工对周围居民点有一定影响，但由于每个施工区的施工时间短，施工强度不大，在采取洒水降尘等措施的情况下，施工粉尘影响可以减缓。

(3) 交通运输和爆破对环境空气影响分析

1) 燃油的影响分析

交通燃油影响与交通量、路况等有关，输水线路工程场内道路主要为施工场地的公路和施工便道，由于施工时间短，施工强度不大，交通量不大，燃油对环境的影响在施工结束后也将消失，环境影响较小。

2) 交通扬尘的影响分析

根据水源工程交通运输系统扬尘污染影响预测成果，路面交通运输产生的扬尘影响范围一般在宽 10~50m、高 4~5m 的空间内，3min 后较大颗粒即沉降于地面，微细颗粒（所占比重较小）在空中停留时间较长。输水线路工程场内道路主要为施工场地的公路和施工便道，由于施工时间短，施工强度不大，在采取洒水降尘等措施的情况下，施工粉尘影响可以减缓。

7.10.3 声环境影响预测评价

(1) 固定点源噪声影响预测分析

根据预测结果，结合现状居民点，筛选敏感目标，输水线路工程有 440 个。施工噪声影响预测结果见下表。

表 7.10-5 输水线路工程施工噪声影响预测

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	大庄村	104.28871	34.28447	约 33 户, 125 人	施工工区,东南方向	172.52	43.5	37.3	42	38	45.8	40.7	达标	达标	达标	达标
2	晋坪村	104.68730	34.65748	约 187 户, 692 人	施工工区,西南方向	148.40	44.8	38.6	42	38	46.7	41.3	达标	达标	达标	达标
3	红崖下	104.68801	34.67667	约 15 户, 48 人	施工工区,东南方向	68.00	51.6	45.4	44	37	52.3	46.0	达标	超标 1	达标	达标
4	民武村	104.69327	34.65272	约 213 户, 746 人	输水线路,东北方向	120.28	46.7	40.4	38	34	47.2	41.3	达标	达标	达标	达标
5	包坪村	104.76880	34.77276	约 246 户, 910 人	施工工区,东南方向	152.57	44.6	38.4	44	37	47.3	40.7	达标	达标	达标	达标
6	颀门村	104.78348	34.77662	约 225 户, 743 人	施工工区,西北方向	197.56	42.4	36.1	42	38	45.2	40.2	达标	达标	达标	达标
7	车川村	104.81614	34.78194	约 83 户, 324 人	施工工区,西北方向	156.30	44.4	38.1	38	34	45.3	39.6	达标	达标	达标	达标
8	老庄村	104.91025	34.73679	约 92 户, 276 人	施工工区,西北方向	195.55	42.4	36.2	42	38	45.2	40.2	达标	达标	达标	达标
9	坡儿村	104.93369	34.73812	约 276 户, 1021 人	输水线路,西南方向	149.94	44.8	38.5	44	37	47.4	40.8	达标	达标	达标	达标
10	上街村	104.94424	34.72581	约 135 户, 405 人	施工工区,西北方向	18.35	63.0	56.8	42	38	63.0	56.8	超标 8	超标 11.8	达标	达标
11	李尧村	104.99741	34.87852	约 34 户, 105 人	施工工区,西南方向	45.73	55.1	48.8	44	37	55.4	49.1	超标 0.4	超标 4.1	达标	达标
12	李家坪	105.00534	34.89583	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	42.89	55.6	49.4	38	34	55.7	49.5	超标 0.7	超标 4.5	达标	达标
13	居湾	105.01447	34.88653	约 20 户, 80 人	施工工区,西北方向	60.11	52.7	46.4	42	38	53.1	47.0	达标	超标 2	达标	达标
14	武山县	105.02230	34.76121	约 90 户, 324 人	输水线路,东北方向	122.09	46.5	40.3	44	37	48.5	42.0	达标	达标	达标	达标
15	董庄村	105.03432	34.76469	约 166 户, 515 人	输水线路,东北方向	111.21	47.4	41.1	42	38	48.5	42.8	达标	达标	达标	达标
16	裴家村	105.05788	34.76757	约 147 户, 515 人	输水线路,西北方向	137.88	45.5	39.2	38	34	46.2	40.4	达标	达标	达标	达标
17	上贾家沟	105.06233	34.91246	约 10 户, 31 人	施工工区,西北方向	27.80	59.4	53.1	42	38	59.5	53.3	超标 4.5	超标 8.3	达标	达标
18	上街村	105.07288	34.91822	约 15 户, 51 人	施工工区,东北方向	61.53	52.5	46.2	44	37	53.1	46.7	达标	超标 1.7	达标	达标
19	东坡峪村	105.07569	34.73010	约 158 户, 474 人	施工工区,东北方向	173.85	43.5	37.2	42	38	45.8	40.6	达标	达标	达标	达标
20	尉家沟村	105.07595	34.74546	约 214 户, 813 人	输水线路,西北方向	147.56	44.9	38.6	33	42	45.2	43.6	达标	达标	达标	达标
21	张家窑村	105.08925	34.71070	约 91 户, 273 人	施工工区,东北方向	169.90	43.7	37.4	44	38	46.8	40.7	达标	达标	达标	达标
22	毛家村	105.10663	34.70658	约 124 户, 409 人	施工工区,西北方向	179.51	43.2	36.9	34	43	43.7	44.0	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
23	洞子门	105.13548	34.92216	约 2 户, 8 人	施工工区,东南方向	174.98	43.4	37.2	38	45	44.5	45.7	达标	超标 0.7	达标	达标
24	碌碡滩	105.13674	34.93538	约 13 户, 39 人	施工工区,西北方向	43.00	55.6	49.4	43	35	55.8	49.5	超标 0.8	超标 4.5	达标	达标
25	冰滩村	105.13712	34.93650	约 18 户, 54 人	施工工区,东南方向	79.07	50.3	44.1	33	42	50.4	46.2	达标	超标 1.2	达标	达标
26	崔家台子	105.15719	34.93567	约 6 户, 20 人	输水线路,西南方向	88.76	49.3	43.1	36	38	49.5	44.2	达标	达标	达标	达标
27	南山村	105.16506	34.93934	约 10 户, 33 人	施工工区,东北方向	32.19	58.1	51.9	46	33	58.4	51.9	超标 3.4	超标 6.9	达标	达标
28	温水沟	105.16763	34.94014	约 20 户, 66 人	施工工区,东南方向	22.77	61.1	54.9	48	35	61.3	54.9	超标 6.3	超标 9.9	达标	达标
29	姚家湾村	105.18564	34.71206	约 67 户, 261 人	输水线路,西北方向	123.18	46.5	40.2	44	42	48.4	44.2	达标	达标	达标	达标
30	半家圪	105.18756	34.93501	约 5 户, 16 人	施工工区,东北方向	95.06	48.7	42.5	47	36	51.0	43.4	达标	达标	达标	达标
31	王家窑村	105.20165	34.70032	约 72 户, 230 人	施工工区,东南方向	103.27	48.0	41.7	37	42	48.3	44.9	达标	达标	达标	达标
32	温岷村	105.20409	34.93464	约 12 户, 43 人	施工工区,西南方向	146.55	45.0	38.7	38	35	45.8	40.2	达标	达标	达标	达标
33	常家咀	105.20972	34.93972	约 25 户, 75 人	施工工区,西北方向	86.85	49.5	43.3	48	33	51.8	43.6	达标	达标	达标	达标
34	王窑村	105.21911	34.93446	约 17 户, 51 人	施工工区,东北方向	173.15	43.5	37.3	41	42	45.4	43.3	达标	达标	达标	达标
35	石方村	105.23843	34.92699	约 9 户, 27 人	施工工区,西北方向	144.92	45.1	38.8	40	42	46.2	43.7	达标	达标	达标	达标
36	张窑	105.24396	34.94820	约 29 户, 107 人	施工工区,西南方向	161.27	44.1	37.9	42	44	46.2	44.9	达标	达标	达标	达标
37	上罗家峡	105.25601	34.94829	约 21 户, 63 人	施工工区,西南方向	141.21	45.3	39.0	35	33	45.7	40.0	达标	达标	达标	达标
38	下罗家峡	105.25703	34.94144	约 18 户, 54 人	施工工区,西北方向	44.98	55.2	49.0	44	41	55.5	49.6	超标 0.5	超标 4.6	达标	达标
39	阳圪寺村	105.27323	34.95292	约 58 户, 209 人	施工工区,东北方向	79.53	50.3	44.0	34	40	50.4	45.5	达标	超标 0.5	达标	达标
40	杨家坪	105.28825	34.96042	约 21 户, 74 人	施工工区,西北方向	111.74	47.3	41.1	43	36	48.7	42.2	达标	达标	达标	达标
41	蔺家窑	105.29310	34.96809	约 18 户, 59 人	施工工区,西南方向	36.08	57.1	50.9	48	35	57.6	51.0	超标 2.6	超标 6	达标	达标
42	药山里	105.29618	34.97171	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	118.59	46.8	40.5	36	38	47.1	42.5	达标	达标	达标	达标
43	马家河沟村	105.30541	34.65311	约 96 户, 317 人	施工工区,西南方向	141.76	45.2	39.0	49	40	50.5	42.5	达标	达标	达标	达标
44	圪罗沟	105.30915	34.97005	约 22 户, 81 人	施工工区,东北方向	115.48	47.0	40.8	33	42	47.2	44.4	达标	达标	达标	达标
45	斜坡村	105.31774	34.65015	约 87 户, 261 人	施工工区,西北方向	150.65	44.7	38.5	41	42	46.3	43.6	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
46	麻茨湾	105.32389	34.96895	约 8 户, 30 人	输水线路,东北方向	81.08	50.1	43.8	48	35	52.2	44.4	达标	达标	达标	达标
47	梨下湾	105.33927	34.97342	约 6 户, 21 人	施工工区,东北方向	140.19	45.3	39.1	45	40	48.2	42.6	达标	达标	达标	达标
48	上石咀村	105.35485	34.62848	约 25 户, 93 人	施工工区,西南方向	163.15	44.0	37.8	35	40	44.5	42.0	达标	达标	达标	达标
49	老虎湾	105.38639	34.99643	约 5 户, 18 人	施工工区,西南方向	146.58	45.0	38.7	45	34	48.0	40.0	达标	达标	达标	达标
50	米家湾	105.39074	34.98845	约 18 户, 63 人	施工工区,西南方向	38.36	56.6	50.3	40	42	56.7	50.9	超标 1.7	超标 5.9	达标	达标
51	庄科洼	105.41717	35.00582	约 2 户, 6 人	输水线路,西南方向	190.11	42.7	36.4	46	35	47.7	38.8	达标	达标	达标	达标
52	坪道山	105.43588	35.00277	约 9 户, 33 人	施工工区,西南方向	168.97	43.7	37.5	47	37	48.7	40.3	达标	达标	达标	达标
53	北灵村	105.44708	34.60290	约 174 户, 679 人	施工工区,东南方向	168.62	43.7	37.5	39	45	45.0	45.7	达标	超标 0.7	达标	达标
54	崔家磨村	105.45580	34.54013	约 15 户, 48 人	施工工区,西北方向	109.04	47.5	41.3	38	34	48.0	42.0	达标	达标	达标	达标
55	下磨村	105.45922	34.59423	约 69 户, 248 人	输水线路,东南方向	182.51	43.0	36.8	47	41	48.5	42.4	达标	达标	达标	达标
56	上川村	105.47163	34.99034	约 173 户, 571 人	施工工区,东南方向	131.59	45.9	39.6	48	35	50.1	40.9	达标	达标	达标	达标
57	何赵村	105.47296	34.58192	约 27 户, 97 人	输水线路,东南方向	32.07	58.2	51.9	38	40	58.2	52.2	超标 3.2	超标 7.2	达标	达标
58	朱湾村	105.48034	34.98566	约 111 户, 400 人	施工工区,西北方向	166.18	43.9	37.6	40	34	45.4	39.2	达标	达标	达标	达标
59	冯员村	105.48928	35.03696	约 78 户, 234 人	施工工区,西南方向	108.90	47.5	41.3	34	40	47.7	43.7	达标	达标	达标	达标
60	阴山湾	105.49119	35.02521	约 9 户, 36 人	施工工区,东北方向	163.69	44.0	37.7	38	43	45.0	44.1	达标	达标	达标	达标
61	槐川村	105.49120	34.97854	约 147 户, 470 人	施工工区,西北方向	171.64	43.6	37.3	39	45	44.9	45.7	达标	超标 0.7	达标	达标
62	任家沟	105.49380	35.03443	约 17 户, 65 人	施工工区,西北方向	95.71	48.7	42.4	48	35	51.4	43.1	达标	达标	达标	达标
63	窑上	105.49877	35.02682	约 3 户, 11 人	施工工区,东北方向	125.08	46.3	40.1	43	33	48.0	40.9	达标	达标	达标	达标
64	邵咀村	105.51883	34.98150	约 156 户, 608 人	施工工区,东南方向	96.45	48.6	42.3	48	35	51.3	43.1	达标	达标	达标	达标
65	张家坡村	105.53630	35.04111	约 69 户, 221 人	施工工区,东南方向	182.81	43.0	36.8	47	41	48.5	42.4	达标	达标	达标	达标
66	双石村	105.55693	35.07172	约 16 户, 58 人	施工工区,西南方向	154.37	44.5	38.3	38	34	45.4	39.6	达标	达标	达标	达标
67	张家岔	105.56465	35.07182	约 60 户, 198 人	施工工区,西北方向	17.63	63.3	57.1	33	36	63.4	57.1	超标 8.4	超标 12.1	达标	达标
68	员湾村	105.56853	35.05347	约 128 户, 410 人	施工工区,西北方向	63.47	52.2	46.0	38	34	52.4	46.2	达标	超标 1.2	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
69	蒋台村	105.57421	35.05645	约 4 户, 15 人	施工工区,东北方向	149.48	44.8	38.5	44	41	47.4	43.0	达标	达标	达标	达标
70	峡门下	105.60590	35.07492	约 13 户, 42 人	施工工区,东南方向	128.12	46.1	39.9	33	36	46.3	41.4	达标	达标	达标	达标
71	川子地	105.61677	35.07419	约 23 户, 87 人	输水线路,东北方向	128.74	46.1	39.8	38	34	46.7	40.8	达标	达标	达标	达标
72	孙阴山村	105.61994	35.06557	约 62 户, 198 人	施工工区,东南方向	129.09	46.1	39.8	46	41	49.0	43.5	达标	达标	达标	达标
73	杨李家	105.62989	35.09886	约 3 户, 11 人	施工工区,东南方向	189.86	42.7	36.5	45	35	47.0	38.8	达标	达标	达标	达标
74	陈寨村	105.63067	35.05724	约 107 户, 385 人	施工工区,东南方向	144.84	45.1	38.8	35	36	45.5	40.6	达标	达标	达标	达标
75	坑草坪	105.63367	35.08985	约 34 户, 109 人	输水线路,西南方向	110.22	47.4	41.2	39	36	48.0	42.3	达标	达标	达标	达标
76	侯山村	105.66612	35.11971	约 25 户, 98 人	施工工区,西南方向	92.27	49.0	42.7	38	41	49.3	45.0	达标	达标	达标	达标
77	马家阴湾	105.66815	35.10445	约 19 户, 61 人	输水线路,西南方向	94.53	48.8	42.5	48	35	51.4	43.2	达标	达标	达标	达标
78	陈家咀	105.69144	35.11140	约 11 户, 44 人	输水线路,西南方向	152.09	44.6	38.4	36	43	45.2	44.3	达标	达标	达标	达标
79	三道沟	105.69643	35.11615	约 13 户, 51 人	施工工区,西北方向	77.70	50.5	44.2	39	36	50.8	44.8	达标	达标	达标	达标
80	董家坪	105.69731	35.10845	约 9 户, 30 人	施工工区,西北方向	68.33	51.6	45.3	41	43	51.9	47.3	达标	超标 2.3	达标	达标
81	郭家坪	105.70446	35.11853	约 9 户, 34 人	施工工区,西南方向	110.40	47.4	41.2	46	33	49.8	41.8	达标	达标	达标	达标
82	关门咀	105.70677	35.11126	约 9 户, 31 人	施工工区,东北方向	44.71	55.3	49.0	33	34	55.3	49.2	超标 0.3	超标 4.2	达标	达标
83	杨家沟	105.70939	35.10782	约 5 户, 15 人	施工工区,东南方向	121.07	46.6	40.4	48	35	50.4	41.5	达标	达标	达标	达标
84	扁湾	105.71551	35.10890	约 6 户, 18 人	施工工区,东北方向	30.32	58.6	52.4	40	35	58.7	52.5	超标 3.7	超标 7.5	达标	达标
85	刘家川	105.71560	35.10341	约 18 户, 70 人	施工工区,东南方向	85.97	49.6	43.3	35	35	49.7	43.9	达标	达标	达标	达标
86	解放村	105.72463	35.11115	约 25 户, 95 人	输水线路,东南方向	45.87	55.0	48.8	38	34	55.1	48.9	超标 0.1	超标 3.9	达标	达标
87	李家坪	105.75947	35.10328	约 8 户, 32 人	施工工区,西北方向	88.98	49.3	43.0	41	41	49.9	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标
88	扯弓塬村	105.76667	35.09479	约 83 户, 324 人	输水线路,西北方向	166.36	43.9	37.6	44	33	46.9	38.9	达标	达标	达标	达标
89	炭王	105.76929	35.10082	约 18 户, 58 人	施工工区,西北方向	55.36	53.4	47.2	47	39	54.3	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
90	炭王	105.77349	35.09889	约 15 户, 51 人	施工工区,东南方向	153.04	44.6	38.3	45	42	47.8	43.6	达标	达标	达标	达标
91	白家湾	105.77919	35.09426	约 12 户, 41 人	施工工区,东南方向	59.06	52.8	46.6	36	38	52.9	47.2	达标	超标 2.2	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
92	王家磨	105.78309	35.08017	约 3 户, 9 人	施工工区,东北方向	200.47	42.2	36.0	48	35	49.0	38.5	达标	达标	达标	达标
93	连山村	105.79911	35.09466	约 43 户, 163 人	施工工区,西北方向	33.35	57.8	51.6	49	43	58.3	52.1	超标 3.3	超标 7.1	达标	达标
94	张家河湾	105.80104	35.06343	约 35 户, 133 人	施工工区,东南方向	63.94	52.2	45.9	47	42	53.3	47.4	达标	超标 2.4	达标	达标
95	胡岔村	105.81603	35.10621	约 19 户, 61 人	施工工区,西北方向	111.97	47.3	41.0	42	40	48.4	43.6	达标	达标	达标	达标
96	仁义村	105.81770	35.05823	约 210 户, 714 人	输水线路,西北方向	97.65	48.5	42.2	39	42	48.9	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标
97	川子里	105.82063	35.10725	约 23 户, 69 人	施工工区,西南方向	86.18	49.6	43.3	38	34	49.9	43.8	达标	达标	达标	达标
98	桑川村	105.83023	35.05394	约 106 户, 350 人	输水线路,西北方向	164.82	43.9	37.7	42	40	46.1	42.0	达标	达标	达标	达标
99	高家咀	105.83085	35.10815	约 11 户, 40 人	输水线路,西南方向	131.91	45.9	39.6	39	43	46.7	44.6	达标	达标	达标	达标
100	张山	105.84216	35.12856	约 15 户, 59 人	施工工区,东北方向	76.93	50.6	44.3	34	37	50.6	45.0	达标	超标 0	达标	达标
101	余家湾	105.84510	35.04891	约 34 户, 102 人	输水线路,西北方向	133.88	45.7	39.5	42	38	47.3	41.8	达标	达标	达标	达标
102	王家湾	105.85121	35.12519	约 22 户, 79 人	施工工区,西南方向	33.43	57.8	51.5	44	37	58.0	51.7	超标 3	超标 6.7	达标	达标
103	青龙沟	105.85363	35.11783	约 14 户, 53 人	施工工区,西南方向	106.61	47.7	41.5	42	38	48.7	43.1	达标	达标	达标	达标
104	高湾村	105.85602	35.11793	约 33 户, 119 人	施工工区,西南方向	98.35	48.4	42.2	43	37	49.5	43.3	达标	达标	达标	达标
105	高山顶湾	105.85860	35.11987	约 15 户, 54 人	施工工区,东南方向	70.01	51.4	45.1	42	38	51.8	45.9	达标	超标 0.9	达标	达标
106	南湾村	105.86602	35.12505	约 109 户, 436 人	输水线路,东北方向	102.59	48.1	41.8	42	38	49.0	43.3	达标	达标	达标	达标
107	王洼村	105.86730	35.03918	约 43 户, 172 人	施工工区,东南方向	123.66	46.4	40.2	33	39	46.6	42.6	达标	达标	达标	达标
108	连王村	105.87207	35.13621	约 11 户, 40 人	施工工区,西南方向	158.57	44.3	38.0	49	41	50.3	42.8	达标	达标	达标	达标
109	刘沟村	105.88159	35.13153	约 52 户, 203 人	输水线路,西南方向	95.41	48.7	42.4	33	40	48.8	44.4	达标	达标	达标	达标
110	王沟村	105.88855	35.13809	约 82 户, 271 人	施工工区,西南方向	68.72	51.5	45.3	45	44	52.4	47.7	达标	超标 2.7	达标	达标
111	刘家村	105.90400	35.09960	约 112 户, 426 人	施工工区,西北方向	100.24	48.3	42.0	43	37	49.4	43.2	达标	达标	达标	达标
112	冯湾村	105.91369	35.14527	约 17 户, 63 人	施工工区,西北方向	161.13	44.1	37.9	38	33	45.1	39.1	达标	达标	达标	达标
113	张塬村	105.91666	35.02106	约 46 户, 156 人	施工工区,东南方向	70.68	51.3	45.0	38	43	51.5	47.1	达标	超标 2.1	达标	达标
114	柳李村	105.92574	35.14102	约 20 户, 76 人	施工工区,西北方向	52.48	53.9	47.6	33	43	53.9	48.9	达标	超标 3.9	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
115	万柳村	105.93363	35.14384	约 6 户, 21 人	输水线路,东北方向	160.20	44.2	37.9	43	37	46.6	40.5	达标	达标	达标	达标
116	柳家滑沟	105.93475	35.15051	约 15 户, 45 人	施工工区,西南方向	54.89	53.5	47.2	43	37	53.9	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
117	杏花坪	105.93777	35.15360	约 14 户, 52 人	施工工区,东南方向	89.03	49.3	43.0	43	37	50.2	44.0	达标	达标	达标	达标
118	红土壑岷	105.94412	35.12594	约 15 户, 53 人	施工工区,东北方向	147.29	44.9	38.7	49	44	50.4	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标
119	赵家崖湾	105.94479	35.13328	约 60 户, 222 人	施工工区,西南方向	30.67	58.5	52.3	38	34	58.6	52.4	超标 3.6	超标 7.4	达标	达标
120	河北村	105.94769	35.12674	约 11 户, 40 人	施工工区,东南方向	103.23	48.0	41.8	36	33	48.3	42.3	达标	达标	达标	达标
121	东街村	105.95117	35.11870	约 105 户, 378 人	施工工区,东南方向	45.44	55.1	48.9	38	41	55.2	49.5	超标 0.2	超标 4.5	达标	达标
122	阎家河湾	105.97213	35.13744	约 16 户, 56 人	施工工区,西南方向	135.07	45.7	39.4	38	36	46.4	41.0	达标	达标	达标	达标
123	三合村	105.97266	35.13120	约 96 户, 307 人	施工工区,东南方向	28.02	59.3	53.1	42	38	59.4	53.2	超标 4.4	超标 8.2	达标	达标
124	毛柳村	105.97949	35.14501	约 35 户, 133 人	施工工区,西南方向	23.19	61.0	54.7	42	38	61.0	54.8	超标 6	超标 9.8	达标	达标
125	凤尾村	105.98766	35.00344	约 23 户, 76 人	施工工区,西北方向	86.78	49.5	43.3	38	33	49.8	43.6	达标	达标	达标	达标
126	李家坪	106.00266	35.15273	约 30 户, 102 人	施工工区,西南方向	88.92	49.3	43.0	47	42	51.3	45.6	达标	超标 0.6	达标	达标
127	鸾沟阴坡村	106.01979	35.14951	约 88 户, 264 人	施工工区,东北方向	12.73	66.2	59.9	39	41	66.2	60.0	超标 11.2	超标 15	达标	达标
128	刘家庄	106.03049	35.18020	约 12 户, 42 人	施工工区,东南方向	141.01	45.3	39.0	49	44	50.5	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
129	高庄	106.05367	35.01056	约 33 户, 119 人	施工工区,西北方向	136.09	45.6	39.4	39	34	46.5	40.5	达标	达标	达标	达标
130	河李新村	106.05880	35.00905	约 8 户, 31 人	施工工区,西北方向	98.36	48.4	42.2	38	34	48.8	42.8	达标	达标	达标	达标
131	阎庄村	106.06090	35.00600	约 156 户, 577 人	施工工区,西北方向	159.79	44.2	38.0	35	44	44.7	45.0	达标	达标	达标	达标
132	太愿村	106.06489	35.00180	约 135 户, 459 人	施工工区,西北方向	134.50	45.7	39.5	46	34	48.9	40.5	达标	达标	达标	达标
133	阳湾村	106.06605	35.00656	约 37 户, 111 人	施工工区,东南方向	168.52	43.7	37.5	37	40	44.6	41.9	达标	达标	达标	达标
134	太原新村	106.06971	35.00026	约 25 户, 98 人	输水线路,东南方向	103.89	47.9	41.7	34	40	48.1	43.9	达标	达标	达标	达标
135	大杨村	106.07038	34.98240	约 223 户, 714 人	输水线路,西北方向	91.18	49.1	42.8	46	35	50.8	43.5	达标	达标	达标	达标
136	小杨新村	106.07141	34.99672	约 36 户, 144 人	施工工区,东北方向	99.82	48.3	42.0	46	45	50.3	46.8	达标	超标 1.8	达标	达标
137	下马家	106.07210	34.99245	约 35 户, 140 人	施工工区,东北方向	113.52	47.2	40.9	34	43	47.4	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
138	大阳乡	106.07253	34.98678	约 235 户, 917 人	施工工区,东南方向	119.34	46.7	40.5	42	38	48.0	42.4	达标	达标	达标	达标
139	庄子	106.08144	34.97188	约 66 户, 224 人	施工工区,西北方向	76.55	50.6	44.3	42	38	51.2	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
140	史坪村	106.08639	35.17470	约 84 户, 294 人	输水线路,西南方向	166.81	43.8	37.6	42	38	46.0	40.8	达标	达标	达标	达标
141	史湾村	106.09608	35.17578	约 52 户, 172 人	施工工区,东南方向	77.55	50.5	44.2	38	33	50.7	44.6	达标	达标	达标	达标
142	豁岷村	106.09651	34.95507	约 6 户, 22 人	输水线路,西北方向	166.06	43.9	37.6	49	39	50.2	41.4	达标	达标	达标	达标
143	中庄新村	106.09773	34.95868	约 21 户, 74 人	输水线路,西北方向	51.55	54.0	47.8	33	40	54.1	48.5	达标	超标 3.5	达标	达标
144	尹家庄	106.10197	34.94944	约 23 户, 81 人	输水线路,东南方向	33.44	57.8	51.5	35	45	57.8	52.4	超标 2.8	超标 7.4	达标	达标
145	蒲家庄	106.10995	34.94150	约 30 户, 111 人	输水线路,西北方向	159.19	44.2	38.0	35	41	44.7	42.8	达标	达标	达标	达标
146	焦湾村	106.11613	35.17796	约 108 户, 367 人	输水线路,西南方向	31.00	58.4	52.2	44	42	58.6	52.6	超标 3.6	超标 7.6	达标	达标
147	宁马村	106.11961	34.93944	约 87 户, 348 人	施工工区,西南方向	175.59	43.4	37.1	37	44	44.3	44.8	达标	达标	达标	达标
148	中庄	106.14266	35.15799	约 21 户, 84 人	施工工区,西南方向	83.63	49.8	43.6	33	41	49.9	45.5	达标	超标 0.5	达标	达标
149	赵吴家阳山	106.14915	35.17933	约 12 户, 43 人	施工工区,东北方向	145.13	45.0	38.8	38	34	45.8	40.0	达标	达标	达标	达标
150	王店村	106.15424	34.89979	约 134 户, 509 人	施工工区,西南方向	134.23	45.7	39.5	38	34	46.4	40.6	达标	达标	达标	达标
151	韩家峡	106.15693	34.95088	约 8 户, 32 人	施工工区,西南方向	103.12	48.0	41.8	41	39	48.8	43.6	达标	达标	达标	达标
152	刘房沟村	106.18316	35.18749	约 76 户, 228 人	施工工区,东北方向	126.94	46.2	40.0	36	33	46.6	40.8	达标	达标	达标	达标
153	黄家堡村	106.18558	35.22146	约 21 户, 63 人	施工工区,西南方向	29.44	58.9	52.6	48	41	59.2	52.9	超标 4.2	超标 7.9	达标	达标
154	崔湾村	106.18831	34.97439	约 34 户, 129 人	施工工区,西北方向	128.73	46.1	39.8	38	34	46.7	40.8	达标	达标	达标	达标
155	刘山村	106.19123	35.20721	约 18 户, 54 人	施工工区,西北方向	166.42	43.9	37.6	38	34	44.9	39.2	达标	达标	达标	达标
156	护林沟	106.19442	35.24037	约 22 户, 84 人	施工工区,西南方向	20.33	62.1	55.9	37	42	62.1	56.0	超标 7.1	超标 11	达标	达标
157	试雨村	106.19480	35.22256	约 175 户, 420 人	施工工区,东南方向	26.90	59.7	53.4	44	42	59.8	53.7	超标 4.8	超标 8.7	达标	达标
158	瓦泉村	106.19758	34.97609	约 162 户, 535 人	施工工区,东南方向	165.81	43.9	37.6	43	37	46.5	40.3	达标	达标	达标	达标
159	蒲魏村	106.20330	34.84224	约 56 户, 224 人	输水线路,西北方向	17.06	63.6	57.4	35	44	63.6	57.6	超标 8.6	超标 12.6	达标	达标
160	刘村	106.20478	35.24527	约 20 户, 72 人	施工工区,东北方向	139.50	45.4	39.1	40	38	46.5	41.6	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
161	刘咀村	106.20729	35.19384	约 75 户, 263 人	输水线路,西南方向	146.11	45.0	38.7	34	45	45.3	45.9	达标	超标 0.9	达标	达标
162	西门村	106.20863	35.21724	约 30 户, 102 人	施工工区,西北方向	43.14	55.6	49.3	45	44	55.9	50.4	超标 0.9	超标 5.4	达标	达标
163	杜家庄	106.20930	35.19947	约 33 户, 116 人	输水线路,东北方向	139.71	45.4	39.1	33	37	45.6	41.2	达标	达标	达标	达标
164	西门村	106.21209	35.21556	约 286 户, 1144 人	施工工区,西南方向	96.85	48.6	42.3	35	33	48.7	42.8	达标	达标	达标	达标
165	方湾新村	106.22582	34.82488	约 12 户, 36 人	输水线路,西北方向	141.60	45.3	39.0	33	35	45.5	40.5	达标	达标	达标	达标
166	赵湾村	106.23376	34.82292	约 31 户, 124 人	施工工区,东南方向	185.57	42.9	36.7	38	34	44.1	38.5	达标	达标	达标	达标
167	李湾村	106.23943	34.81589	约 17 户, 56 人	输水线路,西北方向	44.54	55.3	49.1	44	41	55.6	49.7	超标 0.6	超标 4.7	达标	达标
168	上庄	106.24265	35.19643	约 6 户, 20 人	施工工区,东北方向	185.12	42.9	36.7	33	34	43.3	38.6	达标	达标	达标	达标
169	岔岔沟村	106.24754	35.19169	约 44 户, 167 人	施工工区,东北方向	107.30	47.7	41.4	39	44	48.2	45.9	达标	超标 0.9	达标	达标
170	包家窑	106.25872	34.79862	约 5 户, 20 人	施工工区,西南方向	169.63	43.7	37.4	45	35	47.4	39.4	达标	达标	达标	达标
171	朱家湾村	106.27165	35.20221	约 5 户, 16 人	施工工区,东北方向	57.73	53.0	46.8	44	37	53.6	47.2	达标	超标 2.2	达标	达标
172	碾盘湾	106.29474	35.20747	约 14 户, 52 人	输水线路,西南方向	116.52	46.9	40.7	40	41	47.7	43.9	达标	达标	达标	达标
173	庞家沟村	106.35152	35.21650	约 12 户, 46 人	输水线路,西南方向	96.28	48.6	42.4	45	41	50.2	44.7	达标	达标	达标	达标
174	红崖山	106.41491	35.27143	约 10 户, 36 人	施工工区,东南方向	72.87	51.0	44.8	37	36	51.2	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
175	水草沟	106.44043	35.26986	约 10 户, 38 人	施工工区,东南方向	134.55	45.7	39.4	43	39	47.6	42.2	达标	达标	达标	达标
176	文家崖	106.46693	35.25923	约 15 户, 53 人	施工工区,西北方向	96.31	48.6	42.4	41	38	49.3	43.7	达标	达标	达标	达标
177	庄家梁	106.46717	35.26618	约 8 户, 30 人	输水线路,西南方向	13.26	65.8	59.6	38	43	65.8	59.7	超标 10.8	超标 14.7	达标	达标
178	上沟	106.52521	35.28738	约 25 户, 85 人	施工工区,东北方向	75.59	50.7	44.5	44	37	51.5	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
179	傅家沟	106.59536	35.32087	约 45 户, 140 人	施工工区,东北方向	64.09	52.1	45.9	44	44	52.8	48.1	达标	超标 3.1	达标	达标
180	王家堰	106.72950	35.28369	约 12 户, 41 人	施工工区,东北方向	41.41	55.9	49.7	38	34	56.0	49.8	超标 1	超标 4.8	达标	达标
181	阳庄	106.74278	35.28221	约 31 户, 102 人	施工工区,东南方向	130.05	46.0	39.7	35	43	46.3	44.7	达标	达标	达标	达标
182	车头沟	106.76107	35.18923	约 16 户, 50 人	施工工区,西北方向	31.30	58.4	52.1	39	41	58.4	52.4	超标 3.4	超标 7.4	达标	达标
183	石坪子	106.76227	35.27294	约 38 户, 137 人	施工工区,西北方向	23.26	60.9	54.7	46	35	61.1	54.7	超标 6.1	超标 9.7	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
184	关家庄	106.77142	35.20345	约 32 户, 102 人	施工工区,西南方向	60.77	52.6	46.4	40	40	52.8	47.3	达标	超标 2.3	达标	达标
185	石堡子村	106.77785	35.26848	约 30 户, 117 人	施工工区,东南方向	34.04	57.6	51.4	38	34	57.7	51.5	超标 2.7	超标 6.5	达标	达标
186	立新村	106.78263	35.20941	约 83 户, 307 人	施工工区,西南方向	41.64	55.9	49.6	38	35	56.0	49.8	超标 1	超标 4.8	达标	达标
187	安回中学	106.78727	35.21857	约 1 户, 3 人	施工工区,东北方向	31.19	58.4	52.1	45	35	58.6	52.2	超标 3.6	超标 7.2	达标	达标
188	鸿福家园	106.79169	35.22799	约 28 户, 90 人	施工工区,东北方向	22.07	61.4	55.1	37	34	61.4	55.2	超标 6.4	超标 10.2	达标	达标
189	高镇村	106.79902	35.23307	约 157 户, 628 人	施工工区,东北方向	51.01	54.1	47.9	52	44	56.2	49.4	超标 1.2	超标 4.4	达标	达标
190	纪家庄	106.80258	35.25455	约 56 户, 207 人	施工工区,东南方向	25.50	60.1	53.9	48	38	60.4	54.0	超标 5.4	超标 9	达标	达标
191	小庄	106.81558	35.24534	约 16 户, 61 人	施工工区,西南方向	14.22	65.2	59.0	38	44	65.2	59.1	超标 10.2	超标 14.1	达标	达标
192	杨源村	106.82093	35.45262	约 48 户, 178 人	施工工区,西南方向	46.25	55.0	48.7	35	33	55.0	48.8	超标 0	超标 3.8	达标	达标
193	没道庄	106.82690	35.25147	约 10 户, 33 人	施工工区,西北方向	42.43	55.7	49.5	38	34	55.8	49.6	超标 0.8	超标 4.6	达标	达标
194	洪岳村	106.83610	35.47724	约 5 户, 20 人	施工工区,东北方向	138.94	45.4	39.2	46	41	48.7	43.2	达标	达标	达标	达标
195	阴亘庄	106.85908	35.26985	约 24 户, 74 人	施工工区,西南方向	163.66	44.0	37.7	49	33	50.2	39.0	达标	达标	达标	达标
196	观音殿村	106.88689	35.52339	约 13 户, 47 人	施工工区,东北方向	15.90	64.2	58.0	47	41	64.3	58.1	超标 9.3	超标 13.1	达标	达标
197	观殿村	106.88816	35.52596	约 12 户, 47 人	施工工区,西南方向	97.20	48.5	42.3	44	44	49.8	46.2	达标	超标 1.2	达标	达标
198	段湾	106.89504	35.52522	约 4 户, 14 人	施工工区,西北方向	169.41	43.7	37.4	45	33	47.4	38.8	达标	达标	达标	达标
199	铜城村	106.90540	35.27953	约 64 户, 211 人	施工工区,西南方向	77.81	50.5	44.2	49	42	52.8	46.3	达标	超标 1.3	达标	达标
200	庙庄	106.92126	35.55887	约 35 户, 116 人	施工工区,西南方向	174.23	43.5	37.2	44	42	46.7	43.2	达标	达标	达标	达标
201	高堡村	106.92534	35.48335	约 215 户, 817 人	施工工区,东南方向	28.03	59.3	53.1	48	40	59.6	53.3	超标 4.6	超标 8.3	达标	达标
202	十庄村	106.92556	35.55897	约 56 户, 179 人	施工工区,东北方向	149.13	44.8	38.6	43	43	47.0	44.3	达标	达标	达标	达标
203	唐湾	106.93140	35.29169	约 52 户, 203 人	施工工区,西南方向	137.37	45.5	39.3	41	34	46.8	40.4	达标	达标	达标	达标
204	扁山	106.93574	35.29385	约 17 户, 61 人	施工工区,西南方向	135.22	45.7	39.4	39	44	46.5	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
205	狮子庄	106.93891	35.31877	约 2 户, 5 人	施工工区,西南方向	35.17	57.4	51.1	49	34	57.9	51.2	超标 2.9	超标 6.2	达标	达标
206	大陈村	106.94144	35.47773	约 176 户, 563 人	施工工区,西北方向	59.18	52.8	46.6	39	38	53.0	47.1	达标	超标 2.1	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
207	朱家河滩	106.94391	35.45967	约 6 户, 23 人	施工工区,东北方向	52.23	53.9	47.7	39	44	54.1	49.2	达标	超标 4.2	达标	达标
208	东庄村	106.94829	35.29577	约 56 户, 174 人	施工工区,东南方向	36.65	57.0	50.7	48	35	57.5	50.9	超标 2.5	超标 5.9	达标	达标
209	黄岭子	106.95124	35.58290	约 7 户, 23 人	施工工区,东南方向	74.85	50.8	44.5	38	34	51.0	44.9	达标	达标	达标	达标
210	董家沟	106.95302	35.47364	约 33 户, 122 人	施工工区,西北方向	126.63	46.2	40.0	42	37	47.6	41.7	达标	达标	达标	达标
211	焦庄村	106.96414	35.47047	约 255 户, 791 人	施工工区,西北方向	88.17	49.4	43.1	49	36	52.2	43.9	达标	达标	达标	达标
212	鼻梁山	106.96986	35.30105	约 51 户, 153 人	施工工区,西南方向	15.71	64.4	58.1	43	33	64.4	58.1	超标 9.4	超标 13.1	达标	达标
213	平头村	106.97225	35.29432	约 36 户, 130 人	施工工区,西北方向	18.59	62.9	56.6	41	41	62.9	56.8	超标 7.9	超标 11.8	达标	达标
214	吴家庄	106.98116	35.30279	约 45 户, 162 人	施工工区,东南方向	45.06	55.2	49.0	40	43	55.3	49.9	超标 0.3	超标 4.9	达标	达标
215	彦家坡	106.98607	35.27148	约 18 户, 65 人	施工工区,西北方向	53.56	53.7	47.4	41	43	53.9	48.8	达标	超标 3.8	达标	达标
216	白崖沟泉	106.98657	35.27459	约 62 户, 192 人	施工工区,东南方向	78.35	50.4	44.1	49	45	52.8	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
217	高庄子村	106.98714	35.26534	约 117 户, 374 人	施工工区,西南方向	62.53	52.4	46.1	44	40	52.9	47.1	达标	超标 2.1	达标	达标
218	凉水泉村	106.99249	35.23800	约 23 户, 87 人	施工工区,西北方向	51.01	54.1	47.9	41	33	54.3	48.0	达标	超标 3	达标	达标
219	枣林村	106.99286	35.30408	约 63 户, 246 人	施工工区,西南方向	98.98	48.4	42.1	48	38	51.2	43.5	达标	达标	达标	达标
220	黑家沟	106.99708	35.23330	约 19 户, 67 人	施工工区,东南方向	56.74	53.2	46.9	42	39	53.5	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
221	黄花乡	107.00555	35.21925	约 286 户, 1115 人	施工工区,西北方向	38.63	56.5	50.3	46	45	56.9	51.4	超标 1.9	超标 6.4	达标	达标
222	石佛刘村	107.01791	35.65480	约 53 户, 207 人	施工工区,西北方向	97.56	48.5	42.2	40	37	49.1	43.4	达标	达标	达标	达标
223	石佛刘后庄	107.01933	35.64192	约 97 户, 340 人	施工工区,东南方向	122.09	46.5	40.3	49	33	51.0	41.0	达标	达标	达标	达标
224	虎儿湾	107.03111	35.69743	约 3 户, 12 人	施工工区,西南方向	112.38	47.3	41.0	48	35	50.7	42.0	达标	达标	达标	达标
225	仙马沟	107.03746	35.69801	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	25.04	60.3	54.1	41	41	60.4	54.3	超标 5.4	超标 9.3	达标	达标
226	黄花塬村	107.04162	35.20636	约 14 户, 42 人	施工工区,西北方向	48.73	54.5	48.3	35	34	54.6	48.4	达标	超标 3.4	达标	达标
227	曹家沟	107.04190	35.20744	约 7 户, 26 人	施工工区,东南方向	33.82	57.7	51.4	48	35	58.1	51.5	超标 3.1	超标 6.5	达标	达标
228	王沟圈村	107.05361	35.72007	约 36 户, 130 人	施工工区,西北方向	115.92	47.0	40.7	43	39	48.4	43.0	达标	达标	达标	达标
229	高年村	107.06450	35.18628	约 103 户, 402 人	施工工区,西南方向	27.41	59.5	53.3	48	35	59.8	53.3	超标 4.8	超标 8.3	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
230	西庄	107.08196	35.19311	约 51 户, 199 人	施工工区,西南方向	72.75	51.0	44.8	34	40	51.1	46.0	达标	超标 1	达标	达标
231	横渠村	107.08932	35.19333	约 251 户, 979 人	施工工区,东南方向	188.09	42.8	36.5	34	39	43.3	41.0	达标	达标	达标	达标
232	李家川	107.09022	35.41503	约 5 户, 20 人	施工工区,西北方向	159.26	44.2	38.0	37	45	45.0	45.8	达标	超标 0.8	达标	达标
233	贾前庄	107.09369	35.72276	约 3 户, 12 人	施工工区,东北方向	170.05	43.7	37.4	48	35	49.4	39.4	达标	达标	达标	达标
234	温家门前	107.10184	35.19113	约 40 户, 160 人	施工工区,东南方向	122.45	46.5	40.3	46	37	49.3	41.9	达标	达标	达标	达标
235	解放村	107.10726	35.74303	约 56 户, 213 人	施工工区,西南方向	119.36	46.7	40.5	34	39	47.0	42.8	达标	达标	达标	达标
236	郭家沟	107.11511	35.18780	约 86 户, 327 人	施工工区,东南方向	26.00	60.0	53.7	45	39	60.1	53.9	超标 5.1	超标 8.9	达标	达标
237	兰岔村	107.11949	35.76260	约 73 户, 292 人	施工工区,东北方向	13.10	65.9	59.7	39	41	65.9	59.7	超标 10.9	超标 14.7	达标	达标
238	温家沟	107.13128	35.18375	约 30 户, 117 人	施工工区,东南方向	142.46	45.2	39.0	48	35	49.8	40.4	达标	达标	达标	达标
239	马站	107.13862	35.18005	约 40 户, 148 人	施工工区,东南方向	89.69	49.2	43.0	34	35	49.3	43.6	达标	达标	达标	达标
240	里山	107.16895	35.79839	约 2 户, 8 人	施工工区,西南方向	96.37	48.6	42.3	33	45	48.7	46.9	达标	超标 1.9	达标	达标
241	魏家坪	107.19597	35.81409	约 5 户, 17 人	施工工区,东北方向	55.53	53.4	47.1	48	35	54.5	47.4	达标	超标 2.4	达标	达标
242	史家老庄	107.19979	35.15179	约 74 户, 259 人	施工工区,东北方向	114.58	47.1	40.8	34	45	47.3	46.4	达标	超标 1.4	达标	达标
243	老庄	107.21147	35.14962	约 41 户, 139 人	施工工区,东南方向	40.64	56.1	49.8	48	35	56.7	50.0	超标 1.7	超标 5	达标	达标
244	常家地庄	107.21236	35.82302	约 76 户, 243 人	施工工区,西南方向	19.00	62.7	56.5	44	45	62.8	56.8	超标 7.8	超标 11.8	达标	达标
245	西庄	107.21849	35.82495	约 23 户, 87 人	施工工区,东北方向	33.47	57.8	51.5	39	44	57.8	52.2	超标 2.8	超标 7.2	达标	达标
246	李家地庄	107.22820	35.83131	约 54 户, 200 人	施工工区,东北方向	154.84	44.5	38.2	45	39	47.8	41.6	达标	达标	达标	达标
247	孟回商庄	107.24137	35.84328	约 50 户, 170 人	施工工区,东北方向	135.04	45.7	39.4	38	45	46.4	46.1	达标	超标 1.1	达标	达标
248	朱家湾	107.28708	35.85777	约 8 户, 26 人	施工工区,东北方向	52.97	53.8	47.5	38	35	53.9	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
249	冉家洼村	107.29484	35.86491	约 7 户, 21 人	施工工区,东北方向	12.70	66.2	60.0	48	35	66.3	60.0	超标 11.3	超标 15	达标	达标
250	里壕	107.32658	35.87787	约 4 户, 13 人	施工工区,西南方向	49.32	54.4	48.2	44	45	54.8	49.9	达标	超标 4.9	达标	达标
251	新庄村	107.33527	35.88010	约 11 户, 39 人	施工工区,东北方向	172.30	43.5	37.3	38	33	44.6	38.7	达标	达标	达标	达标
252	上岭村	107.34883	35.80333	约 21 户, 65 人	施工工区,西南方向	19.62	62.4	56.2	48	35	62.6	56.2	超标 7.6	超标 11.2	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
253	郭家城	107.35600	35.13022	约 22 户, 88 人	施工工区,西南方向	120.22	46.7	40.4	36	34	47.0	41.3	达标	达标	达标	达标
254	周家岭	107.36645	35.12850	约 22 户, 77 人	施工工区,西北方向	107.94	47.6	41.4	43	38	48.9	43.0	达标	达标	达标	达标
255	东庄	107.38683	35.92764	约 5 户, 17 人	施工工区,西南方向	138.30	45.5	39.2	40	33	46.5	40.1	达标	达标	达标	达标
256	水晶崖	107.38807	35.12811	约 8 户, 26 人	施工工区,东北方向	114.91	47.1	40.8	41	33	48.0	41.5	达标	达标	达标	达标
257	西庄	107.38853	35.92422	约 3 户, 10 人	施工工区,西北方向	108.87	47.5	41.3	34	33	47.7	41.9	达标	达标	达标	达标
258	寇家庄	107.39025	35.92057	约 48 户, 158 人	施工工区,西北方向	186.44	42.9	36.6	39	41	44.4	42.3	达标	达标	达标	达标
259	吴堰村	107.39404	35.91691	约 36 户, 122 人	施工工区,西南方向	68.62	51.5	45.3	48	35	53.1	45.7	达标	超标 0.7	达标	达标
260	新庄	107.40716	35.35939	约 15 户, 60 人	施工工区,东南方向	62.38	52.4	46.1	45	45	53.1	48.6	达标	超标 3.6	达标	达标
261	新庄	107.40996	35.94443	约 8 户, 29 人	施工工区,东南方向	23.99	60.7	54.4	43	34	60.7	54.5	超标 5.7	超标 9.5	达标	达标
262	凤凰村	107.41054	35.36031	约 54 户, 211 人	施工工区,西南方向	15.30	64.6	58.3	45	35	64.6	58.4	超标 9.6	超标 13.4	达标	达标
263	王家前梁	107.42563	35.95219	约 8 户, 32 人	施工工区,东北方向	41.30	56.0	49.7	33	36	56.0	49.9	超标 1	超标 4.9	达标	达标
264	巴山村	107.43217	35.95284	约 11 户, 37 人	施工工区,东南方向	30.91	58.5	52.2	44	34	58.6	52.3	超标 3.6	超标 7.3	达标	达标
265	虎家庄	107.43913	35.95615	约 9 户, 28 人	施工工区,西南方向	16.77	63.8	57.5	36	40	63.8	57.6	超标 8.8	超标 12.6	达标	达标
266	梨儿园	107.44662	35.96360	约 4 户, 14 人	施工工区,东北方向	16.31	64.0	57.8	45	40	64.1	57.9	超标 9.1	超标 12.9	达标	达标
267	黄老庄	107.45548	35.81380	约 17 户, 56 人	施工工区,西北方向	111.08	47.4	41.1	49	43	51.3	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
268	武家南湾	107.46264	35.96561	约 6 户, 23 人	施工工区,东北方向	46.25	55.0	48.7	46	34	55.5	48.9	超标 0.5	超标 3.9	达标	达标
269	北湾	107.46570	35.97359	约 2 户, 7 人	施工工区,西南方向	19.79	62.3	56.1	43	34	62.4	56.1	超标 7.4	超标 11.1	达标	达标
270	杨家老庄	107.47150	35.98097	约 13 户, 44 人	施工工区,西南方向	133.85	45.7	39.5	46	34	48.9	40.6	达标	达标	达标	达标
271	孟家寨村	107.47380	36.35620	约 91 户, 328 人	施工工区,东南方向	164.98	43.9	37.7	42	41	46.1	42.7	达标	达标	达标	达标
272	峁子	107.47811	35.98005	约 10 户, 31 人	施工工区,东北方向	18.88	62.8	56.5	48	41	62.9	56.6	超标 7.9	超标 11.6	达标	达标
273	代家湾	107.47927	35.98404	约 4 户, 13 人	施工工区,东南方向	41.90	55.8	49.6	48	35	56.5	49.7	超标 1.5	超标 4.7	达标	达标
274	三河湾村	107.48139	35.99353	约 18 户, 56 人	施工工区,东北方向	23.00	61.0	54.8	41	35	61.1	54.8	超标 6.1	超标 9.8	达标	达标
275	三河湾	107.49028	35.99478	约 21 户, 78 人	施工工区,东南方向	41.88	55.8	49.6	33	40	55.9	50.0	超标 0.9	超标 5	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
276	马家砭	107.49663	36.03892	约 6 户, 22 人	施工工区,西北方向	123.20	46.5	40.2	33	36	46.7	41.6	达标	达标	达标	达标
277	白家庄子	107.50336	36.00804	约 15 户, 59 人	施工工区,西北方向	45.00	55.2	49.0	48	42	56.0	49.8	超标 1	超标 4.8	达标	达标
278	冯家湾	107.50434	36.03777	约 4 户, 14 人	施工工区,西南方向	29.35	58.9	52.7	35	42	58.9	53.0	超标 3.9	超标 8	达标	达标
279	茆骨堆塬	107.50513	36.05199	约 31 户, 93 人	施工工区,东北方向	13.30	65.8	59.5	44	45	65.8	59.7	超标 10.8	超标 14.7	达标	达标
280	观泉头	107.50682	36.03156	约 32 户, 125 人	施工工区,东南方向	143.42	45.1	38.9	44	39	47.6	42.0	达标	达标	达标	达标
281	北塬头村	107.50770	36.06623	约 54 户, 194 人	施工工区,西南方向	95.73	48.7	42.4	44	33	49.9	42.9	达标	达标	达标	达标
282	照抓	107.51223	36.07541	约 1 户, 4 人	施工工区,西南方向	150.43	44.7	38.5	37	34	45.4	39.8	达标	达标	达标	达标
283	李家湾	107.52129	36.06930	约 2 户, 6 人	输水线路,东北方向	181.79	43.1	36.8	36	37	43.9	39.9	达标	达标	达标	达标
284	梁家岷岷	107.52823	36.07576	约 7 户, 25 人	施工工区,东北方向	21.00	61.8	55.6	48	33	62.0	55.6	超标 7	超标 10.6	达标	达标
285	罗家沟	107.54100	36.09093	约 7 户, 22 人	施工工区,东南方向	142.72	45.2	38.9	38	44	45.9	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
286	岷岷子	107.54563	36.08741	约 9 户, 30 人	施工工区,西南方向	14.23	65.2	59.0	36	33	65.2	59.0	超标 10.2	超标 14	达标	达标
287	宗旗	107.54618	36.25994	约 3 户, 11 人	施工工区,西北方向	184.02	43.0	36.7	48	35	49.2	39.0	达标	达标	达标	达标
288	宗顾村	107.55101	36.25792	约 1 户, 4 人	施工工区,西北方向	190.42	42.7	36.4	34	35	43.2	38.8	达标	达标	达标	达标
289	白草湾	107.55501	36.08814	约 3 户, 11 人	施工工区,东南方向	78.47	50.4	44.1	42	41	51.0	45.9	达标	超标 0.9	达标	达标
290	塌儿坪	107.55890	36.12340	约 19 户, 57 人	施工工区,西北方向	133.61	45.8	39.5	35	43	46.1	44.6	达标	达标	达标	达标
291	寺咀子	107.56095	36.11876	约 5 户, 19 人	施工工区,东北方向	17.24	63.5	57.3	41	38	63.6	57.3	超标 8.6	超标 12.3	达标	达标
292	野狐沟	107.56172	36.12216	约 7 户, 28 人	施工工区,西北方向	17.05	63.6	57.4	35	42	63.6	57.5	超标 8.6	超标 12.5	达标	达标
293	麻子沟茆	107.56759	36.14161	约 7 户, 25 人	施工工区,东南方向	36.05	57.1	50.9	48	35	57.6	51.0	超标 2.6	超标 6	达标	达标
294	张家台上	107.57246	36.13784	约 14 户, 43 人	施工工区,东南方向	68.82	51.5	45.3	41	42	51.9	46.9	达标	超标 1.9	达标	达标
295	罗家岷岷	107.58104	36.14514	约 5 户, 15 人	施工工区,东北方向	114.39	47.1	40.9	42	42	48.3	44.5	达标	达标	达标	达标
296	店户村	107.58281	36.12894	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	153.15	44.6	38.3	34	42	44.9	43.6	达标	达标	达标	达标
297	米家湾	107.58326	36.15388	约 4 户, 14 人	施工工区,东北方向	41.21	56.0	49.7	48	35	56.6	49.9	超标 1.6	超标 4.9	达标	达标
298	前米家湾	107.58936	36.15695	约 7 户, 24 人	施工工区,西南方向	17.59	63.4	57.1	44	37	63.4	57.2	超标 8.4	超标 12.2	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
299	义门底庄	107.59023	35.81650	约 60 户, 192 人	施工工区,东南方向	99.29	48.3	42.1	34	34	48.5	42.7	达标	达标	达标	达标
300	安咀	107.61111	36.23127	约 120 户, 468 人	施工工区,东北方向	110.54	47.4	41.2	43	39	48.7	43.2	达标	达标	达标	达标
301	彭原	107.61303	35.80940	约 60 户, 240 人	施工工区,西北方向	64.70	52.1	45.8	48	35	53.5	46.2	达标	超标 1.2	达标	达标
302	任家咀	107.61425	35.80023	约 77 户, 277 人	施工工区,西北方向	14.00	65.4	59.1	42	43	65.4	59.2	超标 10.4	超标 14.2	达标	达标
303	长春堡	107.61487	35.80429	约 30 户, 111 人	施工工区,东南方向	35.87	57.2	50.9	36	40	57.2	51.3	超标 2.2	超标 6.3	达标	达标
304	野雀茆	107.61536	36.15894	约 3 户, 10 人	施工工区,东南方向	82.95	49.9	43.7	39	35	50.2	44.2	达标	达标	达标	达标
305	李家咀	107.61715	35.79520	约 33 户, 112 人	施工工区,西北方向	90.32	49.2	42.9	45	37	50.6	43.9	达标	达标	达标	达标
306	九家掌	107.61740	36.15526	约 5 户, 16 人	施工工区,西北方向	77.89	50.4	44.2	48	42	52.4	46.2	达标	超标 1.2	达标	达标
307	何家新村	107.61763	35.79099	约 40 户, 132 人	施工工区,西北方向	13.90	65.4	59.2	48	35	65.5	59.2	超标 10.5	超标 14.2	达标	达标
308	三义庙	107.61786	35.78405	约 70 户, 238 人	施工工区,西北方向	87.46	49.4	43.2	47	44	51.4	46.6	达标	超标 1.6	达标	达标
309	鄂旗坳	107.61904	35.78020	约 101 户, 364 人	施工工区,西北方向	111.93	47.3	41.0	40	40	48.0	43.6	达标	达标	达标	达标
310	北庄	107.62008	35.78658	约 22 户, 66 人	施工工区,东南方向	128.57	46.1	39.8	36	34	46.5	40.8	达标	达标	达标	达标
311	李家滩	107.62085	36.22672	约 23 户, 83 人	施工工区,东北方向	119.16	46.8	40.5	46	44	49.4	45.6	达标	超标 0.6	达标	达标
312	任家当庄	107.63083	35.76797	约 59 户, 212 人	施工工区,西北方向	65.67	51.9	45.7	38	34	52.1	46.0	达标	超标 1	达标	达标
313	狼刺湾	107.63415	36.16312	约 10 户, 36 人	施工工区,西南方向	24.29	60.6	54.3	48	36	60.8	54.4	超标 5.8	超标 9.4	达标	达标
314	前李家庄	107.63547	36.19238	约 2 户, 6 人	施工工区,西南方向	174.90	43.4	37.2	38	36	44.5	39.6	达标	达标	达标	达标
315	路家掌村	107.64001	36.16489	约 24 户, 74 人	施工工区,东北方向	172.87	43.5	37.3	46	44	47.9	44.8	达标	达标	达标	达标
316	瓦子湾	107.64210	36.18258	约 2 户, 7 人	施工工区,东南方向	31.61	58.3	52.0	39	43	58.3	52.5	超标 3.3	超标 7.5	达标	达标
317	下庄村	107.64653	35.76784	约 94 户, 376 人	施工工区,东北方向	111.07	47.4	41.1	49	41	51.3	44.1	达标	达标	达标	达标
318	官亭村	107.64805	36.20982	约 54 户, 173 人	施工工区,西北方向	77.90	50.4	44.2	39	45	50.7	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
319	老庄村	107.65336	35.76908	约 71 户, 234 人	施工工区,东北方向	126.94	46.2	40.0	48	35	50.2	41.2	达标	达标	达标	达标
320	老庄	107.66146	35.76905	约 28 户, 109 人	施工工区,西北方向	64.49	52.1	45.8	37	42	52.2	47.3	达标	超标 2.3	达标	达标
321	二台庄	107.67941	36.21690	约 8 户, 25 人	施工工区,东南方向	41.03	56.0	49.8	39	41	56.1	50.3	超标 1.1	超标 5.3	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
322	岳家塬村	107.68563	36.24480	约 13 户, 48 人	施工工区,东南方向	54.01	53.6	47.4	44	41	54.1	48.3	达标	超标 3.3	达标	达标
323	何西坳	107.68669	35.74274	约 36 户, 137 人	施工工区,西北方向	111.05	47.4	41.1	48	35	50.7	42.1	达标	达标	达标	达标
324	南庄	107.69769	36.28346	约 25 户, 100 人	施工工区,西南方向	152.72	44.6	38.3	46	37	48.4	40.7	达标	达标	达标	达标
325	惠家庄	107.73631	35.71460	约 25 户, 93 人	施工工区,西北方向	13.00	66.0	59.7	45	42	66.0	59.8	超标 11	超标 14.8	达标	达标
326	雷旗村	107.74908	36.11986	约 42 户, 139 人	施工工区,西北方向	40.20	56.2	49.9	45	45	56.5	51.1	超标 1.5	超标 6.1	达标	达标
327	史家湾	107.76210	36.28166	约 6 户, 22 人	施工工区,东北方向	160.56	44.2	37.9	49	38	50.2	41.0	达标	达标	达标	达标
328	齐家楼村	107.76313	35.69432	约 96 户, 365 人	施工工区,西北方向	165.71	43.9	37.6	37	35	44.7	39.5	达标	达标	达标	达标
329	宫家庄	107.76872	35.71492	约 62 户, 242 人	施工工区,西南方向	152.53	44.6	38.4	48	44	49.6	45.0	达标	超标 0	达标	达标
330	柳树河村	107.77043	36.29093	约 13 户, 52 人	施工工区,西南方向	13.50	65.7	59.4	46	34	65.7	59.4	超标 10.7	超标 14.4	达标	达标
331	焦村	107.77374	35.52836	约 58 户, 209 人	施工工区,东北方向	65.23	52.0	45.7	38	38	52.2	46.4	达标	超标 1.4	达标	达标
332	脚店庄	107.78394	36.29961	约 5 户, 19 人	施工工区,西南方向	145.60	45.0	38.8	41	34	46.5	40.0	达标	达标	达标	达标
333	西卜村	107.78451	35.53785	约 83 户, 266 人	施工工区,西南方向	176.68	43.3	37.1	37	34	44.2	38.8	达标	达标	达标	达标
334	枣林湾	107.78576	36.29776	约 13 户, 47 人	施工工区,西北方向	71.35	51.2	45.0	37	41	51.4	46.4	达标	超标 1.4	达标	达标
335	李岭村	107.78858	35.68029	约 65 户, 234 人	施工工区,东南方向	84.18	49.8	43.5	49	33	52.4	43.9	达标	达标	达标	达标
336	文家店	107.79135	35.67655	约 41 户, 148 人	施工工区,西北方向	29.00	59.0	52.8	40	41	59.1	53.1	超标 4.1	超标 8.1	达标	达标
337	高家坳	107.80890	35.55128	约 46 户, 179 人	施工工区,西南方向	36.00	57.1	50.9	36	39	57.2	51.2	超标 2.2	超标 6.2	达标	达标
338	康湾湾	107.81279	36.30826	约 1 户, 3 人	施工工区,东北方向	158.43	44.3	38.0	34	35	44.7	39.8	达标	达标	达标	达标
339	马家山	107.81358	36.32409	约 9 户, 29 人	施工工区,东南方向	76.10	50.6	44.4	38	45	50.9	47.7	达标	超标 2.7	达标	达标
340	石家岭	107.82187	35.55588	约 4 户, 14 人	施工工区,东南方向	154.36	44.5	38.3	39	38	45.6	41.1	达标	达标	达标	达标
341	老掌塬村	107.82798	36.32702	约 9 户, 29 人	施工工区,东北方向	78.95	50.3	44.1	49	45	52.7	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
342	范北	107.82908	35.55141	约 23 户, 85 人	施工工区,西北方向	85.83	49.6	43.4	43	41	50.5	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
343	田家坪	107.83006	35.73687	约 24 户, 96 人	施工工区,西南方向	87.00	49.5	43.2	42	41	50.2	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
344	任岭村	107.83918	35.66840	约 57 户, 194 人	施工工区,西南方向	180.32	43.2	36.9	49	45	50.0	45.6	达标	超标 0.6	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
345	张家拐沟	107.85791	35.76583	约 32 户, 112 人	施工工区,西北方向	62.23	52.4	46.1	33	44	52.4	48.2	达标	超标 3.2	达标	达标
346	西坳	107.86701	35.66553	约 33 户, 102 人	施工工区,东南方向	111.04	47.4	41.1	36	40	47.7	43.6	达标	达标	达标	达标
347	坳刘村	107.86987	35.54881	约 24 户, 82 人	施工工区,东北方向	132.05	45.9	39.6	34	36	46.1	41.2	达标	达标	达标	达标
348	水沟堰	107.87817	35.65140	约 33 户, 129 人	施工工区,东南方向	58.68	52.9	46.7	40	43	53.1	48.2	达标	超标 3.2	达标	达标
349	瓦斜乡	107.88008	35.62660	约 72 户, 223 人	施工工区,西北方向	86.13	49.6	43.3	46	45	51.2	47.3	达标	超标 2.3	达标	达标
350	望宁村	107.88029	35.64351	约 55 户, 220 人	施工工区,西北方向	59.00	52.9	46.6	48	35	54.1	46.9	达标	超标 1.9	达标	达标
351	下庄	107.89102	36.36775	约 7 户, 23 人	施工工区,东北方向	163.94	44.0	37.7	49	40	50.2	42.0	达标	达标	达标	达标
352	庄科	107.89500	35.54712	约 25 户, 98 人	施工工区,东北方向	74.00	50.9	44.6	45	45	51.9	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
353	西茆	107.89782	36.38839	约 2 户, 7 人	施工工区,东北方向	67.71	51.7	45.4	46	33	52.7	45.7	达标	超标 0.7	达标	达标
354	温家前梁	107.90390	36.41163	约 4 户, 16 人	施工工区,西北方向	73.52	50.9	44.7	39	36	51.2	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
355	昔咀村	107.90493	35.57012	约 49 户, 157 人	施工工区,东南方向	54.04	53.6	47.4	48	35	54.7	47.6	达标	超标 2.6	达标	达标
356	温台村	107.90615	36.36847	约 12 户, 37 人	施工工区,西北方向	41.07	56.0	49.8	45	33	56.3	49.8	超标 1.3	超标 4.8	达标	达标
357	武纪岔	107.90998	36.40449	约 6 户, 19 人	施工工区,东北方向	19.34	62.5	56.3	37	33	62.6	56.3	超标 7.6	超标 11.3	达标	达标
358	温家咀	107.91058	36.40788	约 23 户, 76 人	施工工区,西南方向	17.00	63.7	57.4	45	33	63.7	57.4	超标 8.7	超标 12.4	达标	达标
359	店坪村	107.91245	36.39501	约 4 户, 13 人	施工工区,东北方向	175.59	43.4	37.1	49	41	50.1	42.5	达标	达标	达标	达标
360	南沟门	107.91393	36.44932	约 5 户, 16 人	施工工区,西北方向	27.00	59.6	53.4	45	40	59.8	53.6	超标 4.8	超标 8.6	达标	达标
361	土坪村	107.91475	36.45491	约 10 户, 39 人	施工工区,东南方向	15.90	64.2	58.0	40	37	64.3	58.0	超标 9.3	超标 13	达标	达标
362	底下沟	107.93143	36.40713	约 5 户, 16 人	施工工区,西南方向	134.20	45.7	39.5	34	35	46.0	40.8	达标	达标	达标	达标
363	沟圪村	107.93373	35.54600	约 70 户, 238 人	施工工区,西北方向	158.34	44.3	38.0	43	44	46.7	45.0	达标	达标	达标	达标
364	郭家南咀	107.94338	35.77374	约 36 户, 119 人	施工工区,西南方向	30.81	58.5	52.3	49	33	59.0	52.3	超标 4	超标 7.3	达标	达标
365	焦家湾	107.94995	35.53433	约 17 户, 60 人	施工工区,东南方向	114.64	47.1	40.8	47	37	50.1	42.3	达标	达标	达标	达标
366	郭家咀	107.95212	35.77465	约 14 户, 53 人	施工工区,东北方向	35.09	57.4	51.1	43	36	57.5	51.3	超标 2.5	超标 6.3	达标	达标
367	郭家	107.96227	35.77737	约 20 户, 78 人	施工工区,西北方向	13.60	65.6	59.4	35	45	65.6	59.5	超标 10.6	超标 14.5	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
368	乔庄	107.96553	36.46311	约 37 户, 148 人	施工工区,西北方向	30.98	58.5	52.2	34	44	58.5	52.8	超标 3.5	超标 7.8	达标	达标
369	火烟沟	107.97494	36.45925	约 30 户, 111 人	施工工区,西北方向	24.99	60.3	54.1	48	35	60.6	54.1	超标 5.6	超标 9.1	达标	达标
370	杨塬	107.99298	36.48162	约 10 户, 35 人	施工工区,东北方向	46.67	54.9	48.6	38	35	55.0	48.8	达标	超标 3.8	达标	达标
371	徐家村	107.99355	35.48172	约 57 户, 217 人	施工工区,西北方向	135.30	45.6	39.4	49	41	50.7	43.3	达标	达标	达标	达标
372	黎家庄子村	107.99812	35.80262	约 34 户, 122 人	施工工区,西南方向	122.01	46.5	40.3	43	43	48.1	44.9	达标	达标	达标	达标
373	掌湾	108.01088	36.52011	约 5 户, 19 人	施工工区,西北方向	151.62	44.7	38.4	43	42	46.9	43.6	达标	达标	达标	达标
374	李沟门	108.02235	36.50588	约 20 户, 62 人	施工工区,东南方向	62.72	52.3	46.1	38	42	52.5	47.5	达标	超标 2.5	达标	达标
375	柔远川	108.02520	36.50853	约 3 户, 11 人	输水线路,西南方向	61.82	52.5	46.2	48	36	53.8	46.6	达标	超标 1.6	达标	达标
376	南庄寺	108.02931	35.85924	约 23 户, 83 人	施工工区,西南方向	71.14	51.2	45.0	46	38	52.4	45.8	达标	超标 0.8	达标	达标
377	孙家寨沟村	108.03972	35.87675	约 55 户, 193 人	施工工区,西南方向	119.91	46.7	40.4	42	34	48.0	41.3	达标	达标	达标	达标
378	路家老庄	108.04080	35.87448	约 15 户, 47 人	施工工区,东北方向	52.76	53.8	47.6	46	38	54.5	48.0	达标	超标 3	达标	达标
379	老庄	108.04639	35.88286	约 8 户, 26 人	施工工区,东南方向	163.55	44.0	37.8	36	35	44.6	39.6	达标	达标	达标	达标
380	任老庄	108.07316	36.53181	约 3 户, 12 人	输水线路,西南方向	155.62	44.4	38.2	48	33	49.6	39.3	达标	达标	达标	达标
381	烂窑沟	108.08075	36.53124	约 2 户, 7 人	输水线路,东北方向	263.06	39.9	33.6	33	38	40.7	39.4	达标	达标	达标	达标
382	良平村	108.08964	35.44631	约 71 户, 227 人	施工工区,西北方向	110.63	47.4	41.1	47	44	50.2	45.8	达标	超标 0.8	达标	达标
383	佛殿湾	108.09498	36.54137	约 19 户, 68 人	输水线路,西南方向	34.00	57.6	51.4	36	38	57.7	51.6	超标 2.7	超标 6.6	达标	达标
384	庙岸	108.10108	36.54451	约 9 户, 32 人	输水线路,西南方向	38.00	56.7	50.4	43	41	56.9	50.9	超标 1.9	超标 5.9	达标	达标
385	杨湾	108.10140	36.55109	约 2 户, 7 人	输水线路,西北方向	398.15	36.3	30.0	46	42	46.4	42.3	达标	达标	达标	达标
386	田新庄	108.10603	36.55439	约 7 户, 21 人	输水线路,东南方向	114.69	47.1	40.8	48	33	50.6	41.5	达标	达标	达标	达标
387	康沟门	108.19909	36.85635	约 1 户, 4 人	输水线路,西南方向	1089.40	27.5	21.3	46	40	46.1	40.1	达标	达标	达标	达标
388	碾咀村	108.20252	35.45675	约 34 户, 102 人	施工工区,东北方向	55.48	53.4	47.1	48	35	54.5	47.4	达标	超标 2.4	达标	达标
389	芦角	108.20922	36.83079	约 2 户, 8 人	输水线路,西北方向	192.70	42.6	36.3	49	37	49.9	39.7	达标	达标	达标	达标
390	道庙	108.22462	36.81659	约 3 户, 12 人	输水线路,西北方向	185.27	42.9	36.7	49	42	50.0	43.1	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
391	安子村	108.22928	35.46764	约 68 户, 265 人	施工工区,西南方向	21.48	61.6	55.4	47	41	61.8	55.5	超标 6.8	超标 10.5	达标	达标
392	栗家洼	108.27498	35.48664	约 18 户, 70 人	施工工区,东北方向	103.45	48.0	41.7	38	39	48.4	43.6	达标	达标	达标	达标
393	寨子洼	108.29574	36.78326	约 6 户, 19 人	输水线路,西北方向	123.33	46.5	40.2	49	39	50.9	42.7	达标	达标	达标	达标
394	王峪洼	108.29697	35.50153	约 101 户, 404 人	施工工区,西南方向	57.53	53.1	46.8	46	41	53.9	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
395	袁石洼	108.30127	36.77766	约 12 户, 38 人	输水线路,西北方向	136.57	45.6	39.3	38	45	46.3	46.0	达标	超标 1	达标	达标
396	老庙村	108.30443	35.49893	约 72 户, 281 人	施工工区,东南方向	46.50	54.9	48.7	33	37	55.0	49.0	达标	超标 4	达标	达标
397	金汤村	108.30649	36.77454	约 41 户, 152 人	输水线路,东南方向	180.61	43.1	36.9	40	38	44.9	40.5	达标	达标	达标	达标
398	曹河村	108.33983	36.66048	约 13 户, 39 人	输水线路,东南方向	47.59	54.7	48.5	46	45	55.3	50.1	超标 0.3	超标 5.1	达标	达标
399	蔡峪村	108.34637	35.49529	约 75 户, 263 人	施工工区,西北方向	57.16	53.1	46.9	39	34	53.3	47.1	达标	超标 2.1	达标	达标
400	胡兴庄村	108.35404	36.74502	约 34 户, 112 人	输水线路,东南方向	199.11	42.3	36.0	43	42	45.7	43.0	达标	达标	达标	达标
401	王老庄村	108.35914	36.66725	约 15 户, 48 人	输水线路,西南方向	82.87	49.9	43.7	42	38	50.6	44.7	达标	达标	达标	达标
402	山河镇	108.36542	35.49215	约 410 户, 1476 人	施工工区,东南方向	68.00	51.6	45.4	52	44	54.8	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
403	正宁县	108.36566	35.49253	约 7 户, 24 人	施工工区,东南方向	38.49	56.6	50.3	48	35	57.1	50.4	超标 2.1	超标 5.4	达标	达标
404	山河东关村	108.37757	35.49376	约 142 户, 511 人	施工工区,西南方向	16.00	64.2	57.9	44	34	64.2	58.0	超标 9.2	超标 13	达标	达标
405	姚庄	108.40107	36.72142	约 27 户, 97 人	输水线路,西北方向	164.72	43.9	37.7	37	41	44.7	42.7	达标	达标	达标	达标
406	王渠村	108.41039	36.68931	约 20 户, 64 人	输水线路,东北方向	108.22	47.6	41.3	48	43	50.8	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
407	王渠村	108.41714	36.69312	约 6 户, 21 人	输水线路,西南方向	49.80	54.3	48.1	33	35	54.4	48.3	达标	超标 3.3	达标	达标
408	西坡乡	108.41850	35.49730	约 243 户, 778 人	施工工区,东北方向	13.70	65.5	59.3	46	45	65.6	59.5	超标 10.6	超标 14.5	达标	达标
409	寨子圪	108.42988	36.72594	约 5 户, 17 人	输水线路,东南方向	97.33	48.5	42.3	39	35	49.0	43.0	达标	达标	达标	达标
410	刘台	108.43069	36.72265	约 2 户, 8 人	输水线路,西北方向	101.86	48.1	41.9	39	43	48.6	45.5	达标	超标 0.5	达标	达标
411	东新庄	108.43259	35.49695	约 14 户, 46 人	施工工区,西北方向	128.09	46.1	39.9	35	43	46.4	44.7	达标	达标	达标	达标
412	赵沟门村	108.43799	36.71946	约 1 户, 4 人	输水线路,东南方向	144.91	45.1	38.8	45	43	48.0	44.4	达标	达标	达标	达标
413	榆树沟	108.44274	36.71399	约 3 户, 10 人	输水线路,东南方向	143.43	45.1	38.9	37	38	45.8	41.5	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近距离 (m)	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 (未采取措施)		超标分析 (采取措施)	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
414	朱庄	108.49714	36.71420	约 9 户, 35 人	输水线路,西南方向	14.36	65.1	58.9	49	42	65.2	59.0	超标 10.2	超标 14	达标	达标
415	王兴庄	108.56973	36.73965	约 3 户, 11 人	输水线路,西南方向	503.16	34.2	28.0	36	45	38.2	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标
416	双墩村	108.58435	36.73178	约 4 户, 13 人	输水线路,西南方向	24.00	60.7	54.4	48	35	60.9	54.5	超标 5.9	超标 9.5	达标	达标
417	麻子沟村	108.64968	36.74544	约 5 户, 17 人	输水线路,东北方向	53.95	53.6	47.4	37	37	53.7	47.8	达标	超标 2.8	达标	达标
418	西武沟村	108.71788	36.87046	约 139 户, 431 人	输水线路,西北方向	20.28	62.1	55.9	38	43	62.1	56.1	超标 7.1	超标 11.1	达标	达标
419	沙道子村	108.74641	36.84321	约 182 户, 637 人	输水线路,东南方向	98.32	48.4	42.2	48	42	51.2	45.1	达标	超标 0.1	达标	达标
420	马岔村	108.75272	36.83437	约 62 户, 229 人	输水线路,西北方向	87.08	49.5	43.2	41	41	50.1	45.3	达标	超标 0.3	达标	达标
421	称庄	108.76439	36.78184	约 25 户, 100 人	输水线路,西南方向	105.99	47.8	41.5	35	40	48.0	43.8	达标	达标	达标	达标
422	米家砭	108.77202	36.77086	约 41 户, 160 人	输水线路,东北方向	61.98	52.4	46.2	49	45	54.1	48.6	达标	超标 3.6	达标	达标
423	麻地坪村	108.77246	36.79643	约 78 户, 289 人	输水线路,东北方向	194.58	42.5	36.2	33	35	43.0	38.7	达标	达标	达标	达标
424	高新庄	108.88384	36.74258	约 6 户, 18 人	输水线路,西北方向	13.60	65.6	59.4	34	38	65.6	59.4	超标 10.6	超标 14.4	达标	达标
425	范台	108.99710	36.71637	约 2 户, 7 人	输水线路,西南方向	163.07	44.0	37.8	38	33	45.0	39.0	达标	达标	达标	达标
426	石马科	109.03845	36.69872	约 16 户, 56 人	输水线路,东南方向	135.74	45.6	39.4	48	35	50.0	40.7	达标	达标	达标	达标
427	槐树庄	109.08584	36.68306	约 4 户, 12 人	输水线路,东南方向	184.55	43.0	36.7	40	34	44.7	38.6	达标	达标	达标	达标
428	砖窑湾镇	109.12622	36.68249	约 77 户, 285 人	输水线路,西南方向	140.94	45.3	39.0	52	44	52.8	45.2	达标	超标 0.2	达标	达标
429	前窑子沟	109.16699	36.70653	约 3 户, 12 人	输水线路,西南方向	171.34	43.6	37.3	48	40	49.3	41.9	达标	达标	达标	达标
430	后窑子沟	109.16965	36.71180	约 2 户, 7 人	输水线路,西南方向	187.82	42.8	36.6	46	40	47.7	41.6	达标	达标	达标	达标
431	高桥乡	109.20865	36.64768	约 87 户, 313 人	输水线路,东南方向	175.52	43.4	37.1	48	35	49.3	39.2	达标	达标	达标	达标
432	小桥沟	109.21776	36.77143	约 23 户, 74 人	输水线路,西南方向	14.10	65.3	59.0	47	39	65.4	59.1	超标 10.4	超标 14.1	达标	达标
433	桑塌湾	109.23413	36.81041	约 28 户, 95 人	输水线路,东北方向	108.70	47.6	41.3	41	45	48.4	46.5	达标	超标 1.5	达标	达标
434	李大庄	109.23745	36.80313	约 8 户, 32 人	输水线路,东南方向	122.18	46.5	40.3	42	34	47.8	41.2	达标	达标	达标	达标
435	李塌村	109.23770	36.82445	约 8 户, 27 人	输水线路,西南方向	176.90	43.3	37.1	39	33	44.7	38.5	达标	达标	达标	达标
436	龙石头村	109.24354	36.78017	约 61 户, 207 人	输水线路,东北方向	104.16	47.9	41.7	45	39	49.7	43.5	达标	达标	达标	达标

序号	保护对象	东经	北纬	具体情况	与工程位置关系	与工程最近 距离（m）	噪声贡献值 dB(A)		现状值 dB(A)		噪声预测值 dB(A)		超标分析 （未采取措施）		超标分析 （采取措施）	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
437	雇塌	109.25980	36.84906	约 12 户，44 人	输水线路,东南方向	157.54	44.3	38.1	33	42	44.6	43.5	达标	达标	达标	达标
438	温家沟村	109.30740	36.63404	约 14 户，42 人	输水线路,东北方向	170.42	43.6	37.4	49	44	50.1	44.9	达标	达标	达标	达标
439	张天河村	109.33066	36.66077	约 10 户，34 人	输水线路,西南方向	66.44	51.8	45.6	39	37	52.0	46.1	达标	超标 1.1	达标	达标
440	万庄村	109.36195	36.68751	约 83 户，257 人	输水线路,东南方向	154.16	44.5	38.3	42	45	46.4	45.8	达标	超标 0.8	达标	达标

(2) 流动线源噪声影响预测分析

工程沿线布置隧洞 159 座，隧洞采用钻爆法与 TBM 相结合施工方案。钻爆法施工过程中的爆破环节可能对施工场周围及隧洞垂直上方敏感点住宅产生振动影响。

根据相关研究成果，爆破引发振动具有如下特点：①爆破波振动频率较高，监测结果表明爆破振动最大振速主频约大于 50Hz，远远大于常见建筑物（小于 10Hz）的固有频率；②由于土岩介质的高频滤波作用，爆破振动幅值衰减得以迅速衰减；③在距离爆源较近处，质点铅垂向最大振速明显大于水平向最大振速。此外，爆破振动还具有持续时间短（通常仅为几毫秒或几十毫秒范围）特点。通常，破坏能量较大振动波通常为低于 10Hz 以下的振动，如地震波。而对于爆破振动，虽然其产生的振动物理参数如加速度、速度值可达很高值，但对建筑结构而言其破坏能量很小。

考虑本工程隧洞口爆破作业不会对附近居民点住宅造成明显振动影响。对于隧洞垂直上方区域内敏感点，由于工程隧洞埋深较大，结合上述爆破振动质点最大振速范围及土岩介质的高频滤波作用对振波的明显衰减效应，推测工程隧洞段内部爆破作业不会对位于隧洞垂直上方的敏感点造成影响。

7.10.4 固体废物影响预测评价

工程施工产生的固体废物主要包括施工弃渣和生活垃圾，其中弃渣对环境的影响主要体现为新增水土流失。

(1) 施工弃渣

1) 输水总干线

输水总干线工程土方开挖总量为 2549.27 万 m^3 （自然方），石方开挖（含洞挖）总量为 1150.24 万 m^3 （自然方）；土石方填筑总量为 1711.73 万 m^3 （压实方），土石方填筑利用量为 2166.00 万 m^3 （自然方），土石方弃渣总量为 2481.96 万 m^3 （松方）。

总干线工程沿线共设置 152 个弃渣场，其中代古寺～庄浪段 54 个，庄浪～庆阳段 98 个。

2) 输水干线

天水一干线工程土方开挖总量为 188.08 万 m^3 (自然方), 石方明挖总量为 8.80 万 m^3 (自然方), 石方洞挖总量为 21.46 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量为 150.73 万 m^3 (压实方), 土石方填筑利用量为 176.15 万 m^3 (自然方), 土方弃渣总量为 20.11 万 m^3 (松方), 石方弃渣总量为 41.41 万 m^3 (松方)。

天水二干线工程土方开挖总量为 135.09 万 m^3 (自然方), 石方明挖总量为 7.04 万 m^3 (自然方), 土方洞挖总量为 2.52 万 m^3 (自然方), 石方洞挖总量为 10.30 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量为 113.82 万 m^3 (压实方), 土石方填筑利用量为 133.66 万 m^3 (自然方), 土方弃渣总量为 7.99 万 m^3 (松方), 石方弃渣总量为 23.31 万 m^3 (松方)。

平凉干线工程土方开挖总量为 301.4 万 m^3 (自然方), 石方开挖总量为 32.5 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量为 289.7 万 m^3 (压实方), 土石方填筑利用量为 333.70 万 m^3 (自然方), 土方弃渣总量为 5.63 万 m^3 (松方), 石方弃渣总量为 49.60 万 m^3 (松方)。

庆阳一干线(庆阳段)工程土方开挖总量为 1105.9 万 m^3 (自然方), 石方开挖总量为 20.2 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量为 961.4 万 m^3 (压实方), 土石方填筑利用量为 1113.6 万 m^3 (自然方), 土方弃渣量为 53.7 万 m^3 (松方), 石方弃渣总量为 30.3 万 m^3 (松方)。

延安干线工程(子午岭前段)前段土方开挖总量为 51.2 万 m^3 (自然方), 石方开挖总量为 20.6 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量为 51.6 万 m^3 (压实方), 土石方填筑利用量为 19.9 万 m^3 (自然方), 土方弃渣量为 40.66 万 m^3 (松方), 石方弃渣总量为 27.8 万 m^3 (松方)。

延安干线工程子午岭后段土石方开挖总量 674.94 万 m^3 (自然方), 土石方填筑总量 472.93 万 m^3 (自然方), 土石方填筑利用总量 451.24 万 m^3 (自然方), 土石方弃渣总量 223.7 万 m^3 (自然方)。

本工程弃渣总量较大, 但各施工点的单位弃渣量较小, 干线工程在隧洞工程附近设置 100 个弃渣场, 多余弃料沿管线进行平均摊铺即可。

（2）生活垃圾

根据施工组织设计章节内容，输水线路工程施工高峰期施工人数为 15950 人，施工高峰期产生生活垃圾 15950kg/d。若生活垃圾乱堆乱放对施工区周围居民居住环境、身体健康产生不利影响，同时，生活垃圾的不适当堆置还会破坏周围环境景观，使堆置区土壤结构受到破坏或受到致病菌的污染，生活垃圾堆放产生的渗滤液可能影响地表水水质。

8 环境保护措施及其可行性论证

8.1 地表水环境保护措施

8.1.1 水源区地表水环境保护措施

8.1.1.1 生态流量保障措施

应保证新建代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 30.71%), 5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ (占断面多年平均流量 40%), 4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$; 当天然来流小于生态流量时, 按天然来流下泄。

(1) 施工期

第 1 年 5 月~第 2 年 10 月, 进行导流隧洞施工, 原河床过流, 利用现有的代古寺拱坝泄洪设施泄流; 第 2 年 11 月~第 6 年 2 月, 导流隧洞泄流, 导流隧洞布置在右岸, 与永久泄洪洞“龙抬头”结合布置, 由进口闸室段、洞身段、出口挑流消能段等部分组成。

进口设进水渠和封堵闸室, 导流隧洞进口河床高程约 1692.00m, 导流隧洞进口底板高程为 1694.00m, 闸室长 30.00m, 孔口尺寸 7.5m×9.0m。

导流隧洞洞身全长 1211.92m, 进口底高程 1694.00m, 出口底高程 1681.88m, 纵坡 1.00%, 自桩号 0+251.70 与永久泄洪洞结合, 结合段长 960.22m。洞身断面采用城门洞型, 尺寸 7.5m×9.0m。

导流隧洞出口采用等宽挑坎挑流消能。消能段长 23.50m, 挑坎高程 1686.36m, 挑角 26° , 反弧半径取 50.0m。挑坎下游接出口防护段, 段长 30m, 采用斜坡护坦与护岸相连, 底板高程为 1680.00m~1660.00m, 底板为 1.5m 厚钢筋混凝土。下游为消能区, 接至河底, 底板高程为 1660.00m, 两侧采用 0.5m 厚钢筋混凝土护坡。

(2) 初期蓄水

第 6 年 1 月~第 6 年 2 月, 考虑在右岸布置一条临时生态基流隧洞, 出口接导流隧洞下泄生态基流, 临时生态基流隧洞进口与导流洞进口布置在一起, 进口高程为 1694.00m, 与导流洞接点底高程 1692.40m, 洞长 189.97m, 纵坡为 0.84%,

距进口约 90m 处布置竖井式控制闸室，安装平台高程为 1764.00m，高于死水位（1745.00m）。控制闸室段长 15m，桩号为生 0+090.15～生 0+105.15，闸室前为有压洞段，洞身断面采用圆洞型，洞径 2.4m，闸室内平行布置两根 1.6m 直径的钢管过流，分别由活塞式调流阀控制流量，闸室后接无压洞段，洞身断面采用城门洞型，洞径尺寸为 2.4×3.0m。蓄水期由阀门控泄，确保下泄水量满足生态流量要求。

水库第 6 年 1 月初下闸蓄水，蓄至死水位（最低发电水位）需 45 天。第 6 年 2 月 16 日关闭临时生态基流洞阀门，生态基流由引水发电系统下泄。

（3）运行期

运行期通过发电机组下泄生态流量。生态放水发电系统布置在右岸，采用“一洞三机两根生态放水管”的布置形式。引水建筑物由进水塔、引水隧洞、调压室和压力管道等组成。

电站进水口为岸塔式，采用分层取水型式，同时兼做生态进水口。发电引水洞进口底板高程为 1733.50m，50 年泥沙淤积高程为 1733.00m，水库正常蓄水位为 1804.00m，最低发电水位为 1745.00m，死水位为 1745.00m。进水口前沿布置拦污栅，其后布置分层取水设施、事故闸门。

引水隧洞上游接进水口，下游接调压室，设计引用流量 125m³/s，洞径 6.4m，钢筋混凝土衬砌。隧洞总长 608.24m，隧洞自进口至调压室（竖井中心线）共由 3 个直线洞段和 2 个圆弧洞段组成，隧洞进口底高程 1733.50m，隧洞末端底高程 1727.42m，落差 6.08m，纵坡为 1%。

调压室直径 12m，调压室竖井顶高程为 1826.50m，底板顶高程为 1735.82m。调压室上游侧设 12.0m 长的渐变段与发电引水隧洞相连接，下游侧与压力钢管相连接，渐变段纵坡均为 1%。

压力管道为一条主管经过四个“卜”型岔管后形成三根内径 3.0m 支管和两根内径 1.8m（后渐变至 1.2m）支管。内径 3.0m 支管后接水轮发电机组，内径 1.8m（后渐变至 1.2m）支管为生态基流泄放管。

代古寺电站装机三台，单机容量 41.67MW，总装机容量为 125MW，单台机组额定流量为 39.7m³/s，满发流量为 125m³/s，在保证机组运行稳定安全的前提

下，确定每台机组稳定运行的流量区间为 $21.07\sim 39.7\text{m}^3/\text{s}$ ，可以满足大部分时段的生态流量下泄要求，同时，三台机组互为备用，保证率进一步提高。当天然来水低于 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ 时，机组停机，通过独立的两根生态基流放水管下泄生态流量。生态放水管布置在主机间内 3#机组右侧，长 15.8m ，管道中心线高程为 1658.50m ，管径由 1.8m 渐变至 1.2m ，管道上设置检修阀和调流阀，调流阀用于调节下泄的生态流量，经阀消能后，直接排入尾水渠中。

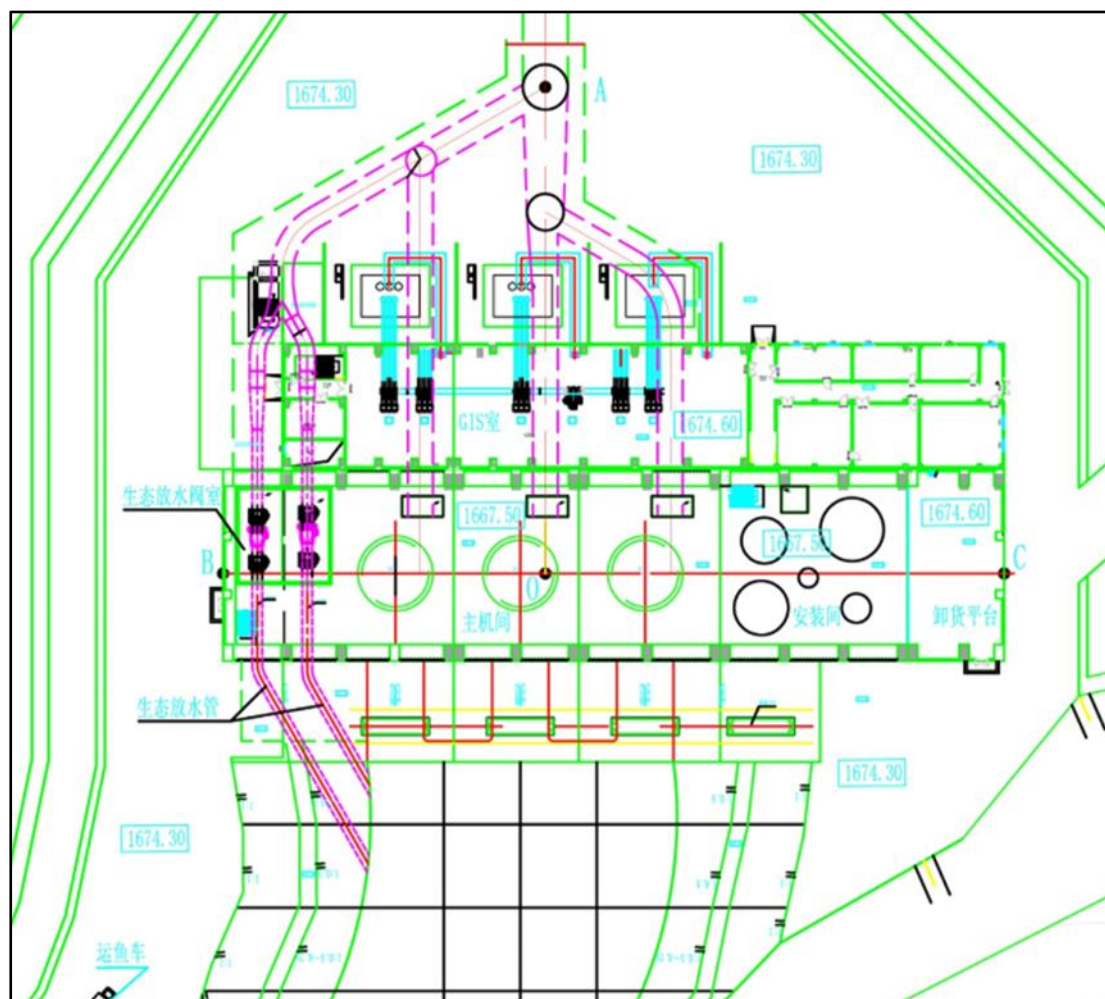


图 8.1-1 生态放水管及发电机组布置示意图

(4) 监控措施

在电站尾水渠下游设置一套生态流量在线监测系统，对初期蓄水期及运行期下泄流量进行实时监控。生态流量在线监测系统由超声波水位计、摄像机、生态流量监测终端、立杆等组成。

8.1.1.2 库底清理措施

为了保证水库运行安全,防止水质污染,满足生产、生活和工农业用水要求,在水库蓄水前应对水库新增淹没范围做好清库工作,库区清理工作按照《水利水电工程水库库底清理设计规范》(SL 644-2014)相关规定执行。

8.1.1.3 下泄低温水影响减缓措施

由于代古寺水库在运行时对下游造成低温水效应,本工程考虑采用叠梁门分层取水措施来减缓下泄低温水的影响。

由于叠梁门可保证在各运行水位下取得表层温水,为了减缓代古寺水库运行对下泄水温过程的影响,考虑在有低温水影响的月份采用叠梁门分层取水方案,达到取用上层温水减缓下泄低温水影响的目的。

在拦污栅下游3孔设3套叠梁隔水闸门,根据库水位变化逐节启闭,满足取水库表层水的环保要求,叠梁隔水闸门技术参数为 $5.4\times 60-3\text{m}$,门顶过流水深 $8\text{m}\sim 11.5\text{m}$,闸门结构按3m前后水压差设计。闸门共分20节,单节高度3m。主滑块采用复合材料通长布置,兼做止水,闸门不再设侧向橡皮水封。闸门根据库水位变化调整叠梁节数,当门顶水深低于 $8\sim 8.2\text{m}$,需提出1节叠梁门;门顶水深高于 $11.3\text{m}\sim 11.5\text{m}$,需放下1节叠梁门。提出孔口的叠梁闸门存放在隔水门槽下游侧的叠梁门库中。叠梁隔水闸门的检修与维护在墩顶检修平台上进行。

叠梁隔水闸门操作方式为水压差动水启闭,启闭时水压差按2m设计,每节叠梁闸门通过 $2\times 1600\text{kN}$ 塔顶双向门机(与拦污栅共用)利用自动抓梁操作。现地操作。叠梁分层取水控制系统设叠梁闸门挡水高度指示装置。

运行期应在坝前及坝下分别设置水温在线监测系统,对库区及下泄水温进行长期系统监测。

在工程建成运行后按照《饮用水水源保护区划分技术规范》(HJ338-2018)将新建代古寺水源水库库区划定饮用水水源地保护区,工程建设后应委托专业机

划分方案建议如下:

一级保护区陆域范围：一级保护区水域外 200m 范围内的陆域，不超过流域分水岭范围。

二级保护区陆域范围：一级保护区范围以外 3000m 范围内的陆域，不超过流域分水岭范围。

图 8.1-3 饮用水水源保护区划分示意图

8.1.1.5 加强水源区水环境风险防范

制定突发水污染事件应急预案，落实污染事故风险防范及应急措施，进行水库突发性污染事故应对演练，提高突发水污染事故发生时，应急响应及事故应对效率，将事故影响控制在最小范围内。建设水源区水质自动监测及预警系统，一旦水库水质出现污染问题，及时上报有关主管部门并采取相应的污染治理措施。

8.1.1.6 加强水源水库水环境监督管理

加强库周水环境管理力度，制定库区水质保护规划，确保库区水质达到功能区水质要求。建立水污染事故应急处理程序，增强监督执法快速反应能力。建立完善的白龙江引水工程水源区水环境监测体系，重点监测库区污染源排污情况和水环境质量状况，为代古寺水库水环境监督管理服务。

在白龙江引水工程代古寺水库库尾、代古寺水库取水口共设置 2 个水质自动监测站，各监测站主要建设内容包括：采水单元、配水单元、分析单元、系统控制单元、辅助设备、站房及附属施等。

监测项目主要为水温、pH 值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮和叶绿素等 10 项。

监测站信息通过网络接至调度中心实现自动数据传输、存储和分析等。实现水质检测信息的自动采集、实时数据传输、存储、显示和分析，能够及时准确的观测到水质变化情况，确保水库及供水水质的安全性。

8.1.1.7 加强库区污染源治理

严格控制库区周边农业生产的农药和化肥使用量，加强库区周边畜禽养殖污染防治，开展水库库区生态治理和保护、库周水环境综合治理和保护，开展库周水土流失综合治理，减少入库污染物负荷，加大库周植树绿化，实施库周滨水带、岸边缓冲带、沿江绿化带等生态屏障建设。

8.1.1.8 管理人员生活污水处理

工程运行期间，代古寺水库管理营地内排水均采用雨污分流制，管理人员产生的生活污水经化粪池的沉淀和降解后排入管理营地内设置的一体化生活污水处理设施进行处理。

8.1.1.9 科学研究

(1) 编制白龙江供水应急预案

为提高环境事故风险防范能力，防止和避免水源地被污染，保障居民饮水安全，应委托专业机构编制白龙江供水应急预案，提高突发公共安全事件处理能力。应急预案应建立事故报告制度，加强应急监测能力和应急队伍建设，定期组织应急演练。

(2) 水库水质监测与安全预警研究

通过建立代古寺水库水动力模型，结合水库水质监测数据，针对水库不同工况，模拟分析库区水质变化。基于水质模型，对于突发性水污染情况，提出安全预警方案。

(3) 水库藻群落演变规律及富营养化影响研究

研究代古寺水库浮游藻类和优势种的构成、数量和季节分布的变化，分析在环境因子影响下形成的藻类特征，找出浮游藻类在水体中的生长变化规律，以及代古寺水库可能发生富营养化的藻类特征及其时空分布，为代古寺库区水体富营养化的预测、防治提供基础和研究依据。

8.1.2 输水线路及受水区地表水环境保护措施

8.1.2.1 输水沿线水质保护措施

(1) 输水沿线包含隧洞、暗管、渡槽、倒虹吸等建筑物，工程实施后，输水沿线两侧各 5m 征地范围设置明显标志牌，防止人为干扰和破坏。

(2) 输水沿线安排看护人员定期巡逻，一旦遇到沿线建筑物受到人为损坏等现象，应及时加强检修保护。

(3) 安排检修人员定期维护输水沿线建筑物和节制闸，检修期防止含油废水进入输水管道中污染水质。

(4) 在甘陕交界处设置 1 个水质自动监测站，各监测站主要建设内容包括：采水单元、配水单元、分析单元、系统控制单元、辅助设备、站房及附属施等。

监测项目主要为水温、pH 值、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮和叶绿素等 10 项。

监测站信息通过网络接至调度中心实现自动数据传输、存储和分析等。实现水质检测信息的自动采集、实时数据传输、存储、显示和分析，能够及时准确的观测到水质变化情况，确保水库及供水水质的安全性。

8.1.2.2 落实工程受水区水污染防治规划

(1) 天水市受水区

①存量污染源控制措施

根据《天水市“十四五”生态环境保护规划》和各区县调查资料收集，2025年前，在天水市受水区范围内拟完成水环境水生态重点治理修复、农业农村污染治理、生态环境保护与修复三大类治理项目，其中水环境水生态重点治理修复项目17项、农业农村污染治理9项、生态环境保护与修复4项，总投资约41.8亿元，具体措施见附录11。

②增量污染源控制措施

天水市受水区规划年白龙江引水工程配水后污染源控制规划项目由项目所在地政府组织实施，污染源控制规划项目资金总估算8.21亿元，具体建设内容见表8.1-1。

表 8.1-1 天水市受水区规划年白龙江引水工程配水后新增污染源规划项目表

区县	规划治理项目类型	投资（亿元）	完成时间
秦州区	城镇污水处理及管网项目	1.65	2040年之前
	区域再生水循环利用项目	0.94	
	水生态保护修复项目	0.85	
	农村环境综合整治项目	0.74	
甘谷县	水生态保护修复项目	0.57	2040年之前
	农村环境综合整治项目	0.82	
清水县	水生态保护修复项目	0.35	2040年之前
张家川县	城镇污水处理及管网项目	0.81	2040年之前
	水生态保护修复项目	0.73	
	农村环境综合整治项目	0.75	
合计		8.21	

(2) 平凉市受水区

①存量污染源控制

根据《平凉市“十四五”生态环境保护规划》和各区县调查资料收集，2025年前，在平凉市受水区范围内拟完成城镇污水处理及管网、城镇污水处理处置设

施建设与提标、区域再生水循环利用、水生态保护修复、农村环境综合整治五大类项目，其中城镇污水处理及管网项目 10 项、城镇污水处理处置设施建设与提标项目 5 项、区域再生水循环利用项目 3 项、水生态保护修复项目 11 项、农村环境综合整治项目 7 项，总投资约 45 亿元，具体措施见附录 12。

②增量污染源控制措施

平凉市受水区规划年白龙江引水工程配水后污染源控制规划项目由项目所在地政府组织实施，污染源控制规划项目资金总估算 15.88 亿元，具体建设内容见表 8.1-2。

表 8.1-2 平凉市受水区规划年白龙江引水工程配水后新增污染源规划项目表

区县	规划治理项目类型	投资（亿元）	完成时间
崆峒区	城镇污水处理及管网项目	4.31	2040 年之前
	区域再生水循环利用项目	0.94	
	水生态保护修复项目	0.72	
	农村环境综合整治项目	0.96	
庄浪县	城镇污水处理及管网项目	1.91	2040 年之前
	水生态保护修复项目	0.61	
	农村环境综合整治项目	0.74	
华亭市	城镇污水处理及管网项目	0.37	2040 年之前
	区域再生水循环利用项目	0.39	
	水生态保护修复项目	0.81	
	农村环境综合整治项目	0.14	
崇信县	水生态保护修复项目	0.7	2040 年之前
	农村环境综合整治项目	0.51	
泾川县	水生态保护修复项目	1.14	2040 年之前
灵台县	水生态保护修复项目	0.73	2040 年之前
	农村环境综合整治项目	0.9	
合计		15.88	

（3）庆阳市受水区

①存量污染源控制措施

根据《庆阳市“十四五”生态环境保护规划》和各区县调查资料收集，2025 年前，在庆阳市受水区范围内拟完成水环境水生态治理修复工程、农村环境保护工程两大类治理项目，其中水生态治理修复工程 4 项、农村环境保护工程 8 项，总投资约 22 亿元，具体措施见附录 13。

②增量污染源控制措施

庆阳市受水区规划年白龙江引水工程配水后污染源控制规划项目由项目所在地政府组织实施，污染源控制规划项目资金总估算 18.56 亿元，具体建设内容见表 8.1-3。

表 8.1-3 庆阳市受水区规划年白龙江引水工程配水后新增污染源规划项目表

区县	规划治理项目类型	投资（亿元）	完成时间
西峰区	城镇污水处理及管网项目	1.48	2040 年之前
	区域再生水循环利用项目	1.29	
	水生态保护修复项目	1.93	
	农村环境综合整治项目	1.57	
镇原县	城镇污水处理及管网项目	0.91	2040 年之前
环县	城镇污水处理及管网项目	0.84	2040 年之前
华池县	城镇污水处理及管网项目	1.05	2040 年之前
	水生态保护修复项目	1.42	
	农村环境综合整治项目	0.87	
庆城县	水生态保护修复项目	1.68	2040 年之前
	农村环境综合整治项目	0.78	
宁县	水生态保护修复项目	0.73	2040 年之前
正宁县	城镇污水处理及管网项目	1.17	2040 年之前
	区域再生水循环利用项目	0.46	
	水生态保护修复项目	1.25	
	农村环境综合整治项目	1.13	
合计		18.56	

(4) 延安市受水区

①存量污染源控制措施

根据《延安市“十四五”生态环境保护规划》和各区县调查资料收集，2025 年前，在延安市受水区范围内拟完成工业废水治理、城镇生活污水治理、水生态保护修复、农村污水治理、畜禽养殖污染治理五大类治理项目，其中工业废水治理工程 2 项、城镇生活污水治理工程 26 项、水生态保护修复工程 8 项、农村污水治理工程 7 项、畜禽养殖污染治理工程 3 项，总投资约 46.6 亿元。具体措施见附录 14。

②增量污染源控制措施

延安市受水区规划年白龙江引水工程配水后污染源控制规划项目由项目所在地政府组织实施，污染源控制规划项目资金总估算 16.6 亿元，具体建设内容见表 8.1-4。

表 8.1-4 规划年白龙江引水工程配水后新增污染源规划项目投资匡算

县（市、区）	规划治理项目类型	总投资（亿元）	完成时间
宝塔区	工业废水治理	2	2040 年之前
	城镇污水处理及管网项目	2	
	区域再生水循环利用项目	0.8	
	水生态保护修复项目	3	
	农村环境综合整治项目	2	
安塞区	区域再生水循环利用项目	0.5	2040 年之前
	水生态保护修复项目	1	
	农村环境综合整治项目	1	
志丹县	区域再生水循环利用项目	0.3	2040 年之前
	水生态保护修复项目	1	
	农村环境综合整治项目	1	
吴起县	城镇污水处理及管网项目	1	2040 年之前
	农村环境综合整治项目	1	
合计		16.6	

8.1.2.3 管理人员生活污水处理

工程运行期间，管理单位距离市区或者县城近的直接管网并入城市污水处理厂处理后统一排放，其他建设在乡镇的管理局（所）就近接入乡镇污水处理厂处理达标后排放，不再另设污水处理设施，污泥定期清理拉运到附近县市污泥处置厂统一处理。

8.1.2.4 科学研究

开展水环境影响跟踪评估。对工程运行初期受水区水环境质量现状进行调查，对比分析工程运行初期与工程建成前水环境质量变化情况，结合受水区不同水平年主要水污染防治措施实施情况，分析预测远期供水规模下受水区水环境质量达标情况。提出受水区水污染防治措施优化建议。

8.2 地下水环境保护措施

8.2.1 施工期地下水环境保护措施

8.2.1.1 施工废污水处理措施

工程施工期间的废水主要来自混凝土生产系统冲洗和养护废水、砂石料场冲洗废水、施工机械检修冲洗废水、水库施工等基坑排水、隧洞排水等施工生产废水排放，施工人员生活污水排放等，均应严格执行地表水环境保护措施，以免造成地下水环境污染。具体措施详见“8.8 施工期环境保护措施”。

8.2.1.2 涌水量控制及生态保护措施

水库坝址的开挖会对浅层地下水造成一些影响，主要是会造成一些浅层地下水的排泄，但影响较小。工程施工过程对坝址区可能存在渗透变形的区域，进行全线防渗帷幕灌浆处理，降低其影响程度。在坝址区施工过程还需要密切注意地下水的排泄量的观测，发现涌漏水时应及时采取措施对地下水进行封堵，以免在施工中造成大量的地下水的涌出。

根据项目区隧洞水文地质条件，隧洞开挖涌水主要是由于部分施工段沟通导水断裂，引起断裂及周边裂隙水向此处富集所致。涌水量过大不仅会加大施工难度，同时对于隧洞周边的居民、生态及地下水环境也会产生影响。因此，在施工过程中，对于前期勘察过程中，发现隧洞构造、裂隙较发育段，根据该地区地下水水质，选取合适材料提前进行灌浆，在对导水裂隙进行封堵后进行钻进，同时调整隧洞施工工艺，采取边钻进边封堵的施工过程，严控隧洞施工涌水量。

8.2.1.3 居民饮水保障措施

隧洞施工，由于涌水导致含水层地下水水位标高下降，可能导致部分居民分散式饮用水点水位下降。在该情况下，由于施工过程对周边居民饮用水产生影响，需在施工期对于以上居民用水采取保证措施，为其提供生活用水，以保障居民生活饮用水安全。根据预测结果，施工期受到影响的村庄为定西市岷县蒲麻镇元草村2户、红崖村1户居民。拟通过采用临时送水或替代水源等解决受影响地下水用户居民用水问题。

8.2.2 运营期地下水环境保护措施

(1) 建立科学的用水制度，提倡节约用水，严格控制施工过程中的水资源浪费问题，最大限度的节约水资源。

(2) 为保障库区水质及安全，应严格执行《农药限制使用管理规定》(农业部令 2002 第 17 号)、《肥料登记管理办法》(农业部令 2000 第 32 号)，水库附近及其上游区应严格限制使用剧毒农药，限制、控制化肥使用量，以保护库区及周边地下水水质。

8.2.3 水库浸没区地下水环境保护措施

根据水库浸没成果得出，浸没的范围内主要为民房、果园以及农田等，分布在达修寺河段、西布古村河段和腊子口派出所河段。结合可研报告中建设征地与移民安置章节内容，本项目已经充分考虑了由于库区水位升高，水面展宽而导致的浸没问题，并采取了行之有效的措施。

针对受到浸没影响的果园、农田等，规划中对区域实施农田防护工程，低地垫高、新造耕园地，并对耕园地沿江侧边坡进行防护。其中达修寺浸没防护区、腊子口派出所防护区在经济比选后，决定采取一次性补偿方式；水泊沟村农田垫地采取的防护措施为现浇混凝土板护坡。

对于受到浸没影响的村庄，结合移民意愿和地方政府意见，水源工程代古寺水库本阶段搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。

8.2.4 移民安置区地下水环境保护措施

从人口密集程度、饮用水源概况、环境水文地质条件等方面，对移民安置区进行合理选址。

8.2.5 风险事故应急响应对策

环境风险事故是指由于违反环境保护法律法规的经济、社会活动与行为，以及意外因素的影响或不可抗拒的自然灾害等原因致使环境受到污染，人体健康受到危害，社会经济与人民群众财产受到损失，造成不良社会影响的突发性事件。

环境应急响应是针对可能或已发生的突发环境事件需要立即采取某些超出正常工作程序的行动,以避免事件发生或减轻事件后果的状态,也称为紧急状态;同时也泛指立即采取超出正常工作程序的行动。

地下水环境应急响应是指制定地下水风险事故应急响应预案,明确风险事故状态下应采取的封闭、截流等措施,提出防止受污染的地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的具体方案。

结合本项目建设性质,工程建设和运行期间存在大规模的点源污染事故发生的可能性较小,如发生危化品运输车辆道路外泄事故等可按照行业、专业或本地区政府部门制定的应急预案进行处理,故本报告暂不对防止地下水污染风险事故的地下水专门应急响应对策分析。

8.3 陆生生态保护措施

8.3.1 陆生植物保护措施

8.3.1.1 避让措施

本工程为线性工程,路线较长,区域内生态敏感区较多,生态敏感区内生态环境较好,植物种类组成丰富,植被类型多样,工程后续设计阶段,应充分考虑本工程与沿线各生态敏感区位置关系,优化工程设计,减少临时工程对生态敏感区的占用。

为了避免工程临时占地对生态敏感区的影响,在建设单位、设计单位、环评单位的共同努力下,对如下一些生态敏感区内的工程内容进行了优化:

(1) 根据最初工程设计,平凉一干线华崇灵段输水线路、HCL-4#弃渣场位于米家沟省级森林公园生态保育区内,经过优化后,将输水线路和弃渣场移出了该森林公园,这样工程完全避免了对该森林公园的生态影响。

(2) 根据最初工程设计,平凉一干线施工临时道路涉及崇信县五龙山省级森林公园 0.4km, CL-2#生产生活区紧挨崇信县五龙山省级森林公园边界。经过优化后,施工临时道路被移出了该森林公园, CL-2#生产生活区也远离了该森林公园,与森林公园边界最近距离 180m。

(3) 根据最初工程设计，延安干线的 13#弃渣场、14#弃渣场、3 个施工生产区位于吴起省级退耕还林森林公园一般游憩区，经过优化后，这些临时占地均移出了该森林公园。

8.3.1.2 减缓措施

(1) 对弃渣场、施工临建设施等临时用地区进行复垦，尽量做到土地复垦与生产建设同步施工，努力实现“边建设、边复垦”。另外，施工开挖采取分层堆存方式，将表层腐殖土剥离后单独堆存，并覆盖苫布，避免流失，施工结束后把施工前剥离的表层熟土回填至临时占地区、隧洞口等进行复垦，复耕或选择当地适宜植物如及时恢复绿化。

(2) 做好施工组织

工程占地应尽量利用既有场地，施工便道利用已有的地方道路，临时施工场地尽量选择荒地或植被发育较差的地带；减少对林地及植被较好的区域占用，减少临时占地对植被的破坏。堆料场优先布设在永久用地范围内，以减少植被破坏，生物量损失；其它临时用地范围在工程结束后采取平整、绿化等恢复措施，减少施工期对植被的影响。

(3) 优化工程施工时序

保护施工区域农业植被和果木林等。建议在评价区内的农田集中分布区以及果树集中分布区施工时，合理安排施工时间，在农作物和果实成熟收获后再开工建设。

(4) 划定施工活动范围

由于本工程为线性工程，沿线敏感区、敏感点较多，建议施工前应划定施工活动范围，在工程涉及敏感区段设立警示标志，采取围栏、警戒线等措施限定工程占用与扰动范围，同时对施工人员进行环境保护意识教育，宣传动植物保护法规，严禁随意扩大施工范围或进出保护区缓冲区、核心区及核心景区，禁止随意乱采乱伐等。

(5) 加强施工管理

施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对植被滥砍滥伐，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态环境；施工便道选择尽量避开林带，以林带

空隙地为主，尽可能不破坏原有地形、地貌；如遇无法避免的也应尽量减少施工作业带对林地的占用，大型机械尽量避免占用林地。

（6）保护好占地区的熟土

为防止施工占地区表层土的损耗，应对占地区耕地、林地等部分的表层土予以收集保存，工程施工前应将表层土与下层土分开，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存用于今后的回填，以恢复土壤理化性质。施工场地应设置表土堆存场，待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化。临时表土堆存场应采取临时防护措施：设土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或苫盖纤维布等其它覆盖物。

（7）加强宣传教育

施工前印发重点保护野生植物图册给施工人员，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，避免随意破坏重点保护野生植物，如果发现占地区有重点保护植物分布，要及时采取移栽措施进行保护。

8.3.1.3 修复措施

（1）代古寺水库工程区生态修复措施

1) 弃渣场

水源工程区布设 1 个弃渣场，即 ZGX1#弃渣场。工程结束后，在弃渣场覆盖表土 50cm，在上面采取栽植灌草相结合恢复植被，灌木选用沙棘，株行距为 1m×1m，共约 99671 株；草本植物选取针茅；攀援植物选用爬山虎，按 2m 间距，栽植于边坡下游，爬山虎 194102 株。

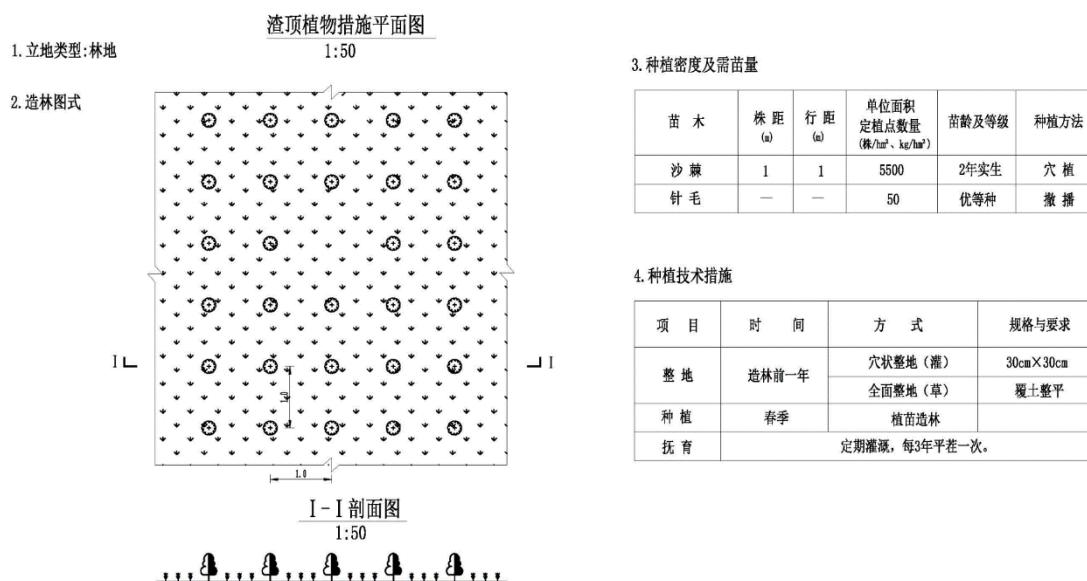


图 8.3-1 弃渣场生态修复平面设计图

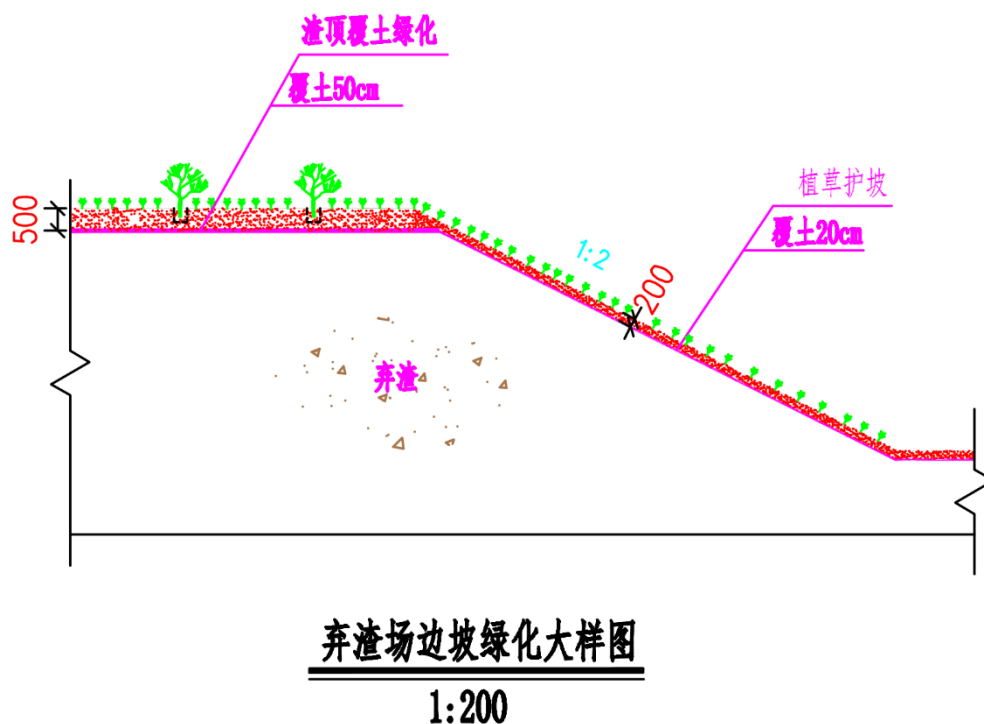


图 8.3-2 弃渣场生态修复断面设计图

2) 料场区

由于料场位于水库淹没区, 采料后形成的边坡陡, 蓄水后, 位于淹没线以上部分进行挂网喷播植草措施, 绿化面积为 3.11hm^2 。种植槽内灌木选择碧桃和沙棘, 按 1m 的株距进行绿化。

3) 施工生产生活区

施工生产生活区占地面积为 11.6hm^2 。施工结束后，对于枢纽工程施工区，栽植乔灌木恢复植被，草籽选用紫花苜蓿和黑麦草混播，混播比例为 1:1，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ；乔木选用国槐，株行距为 $5\text{m}\times 5\text{m}$ ，灌木选用碧桃，株行距为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，国槐 1248 株，碧桃 7802 株。

4) 交通道路区

施工完毕后，对临时道路区栽植铺地柏恢复植被，株行距按 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 设计。撒播草籽 2.13hm^2 ，草籽选用紫花苜蓿和黑麦草混播，比例为 1:1，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(2) 输水线路工程区生态修复措施

1) 主体管线区

①开挖线路区

主体工程管线开挖采用分层开挖的方式，顶部熟土开挖后应与深层土分开堆放，以供植被恢复用。工程施工结束后，应及时把剥离的表层熟土回填，以提高植物的成活率。工程施工完毕后，需对管线占地范围进行土地平整。

对占用的耕地复耕还田，复耕还田措施在建设整地于移民安置篇章中设计；对占用的其它地类管线上方播撒草籽，撒播紫花苜蓿和黑麦草籽，蒿草和百草，紫花苜蓿、三叶草、草木犀、针茅与黑麦草混播，撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，管线正上方两侧种植灌木，最外侧栽植乔木，乔木选择刺槐和圆柏，灌木选择沙棘、紫穗槐、柠条。按照四个生态分区进行植被恢复，植被种类及配置方式详见表 8.3-1。

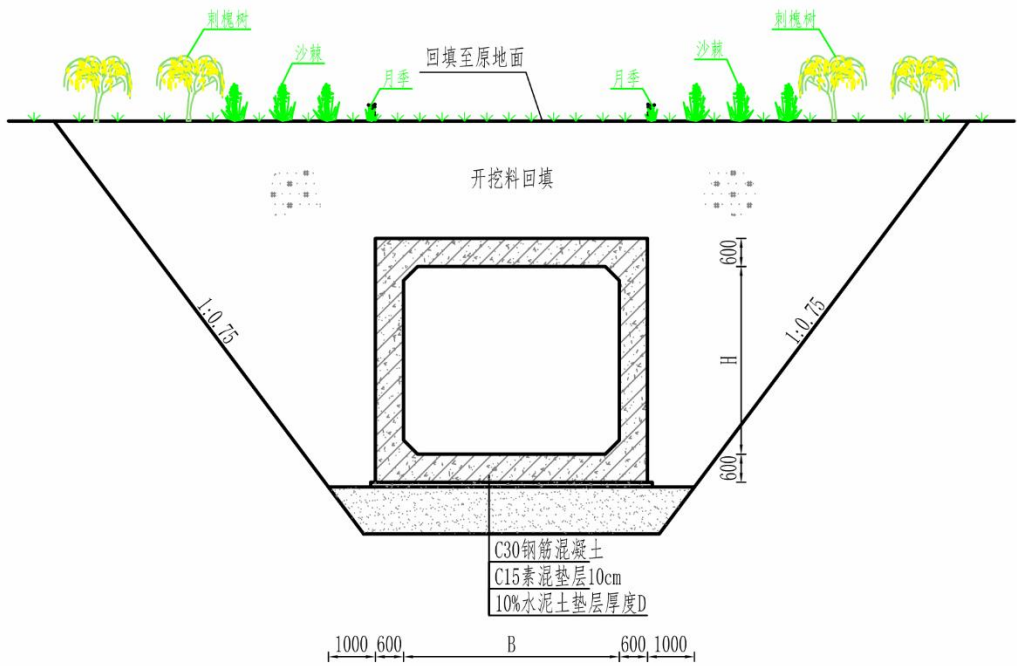


图 8.3-3 箱涵工程生态修复工程设计图

1:100

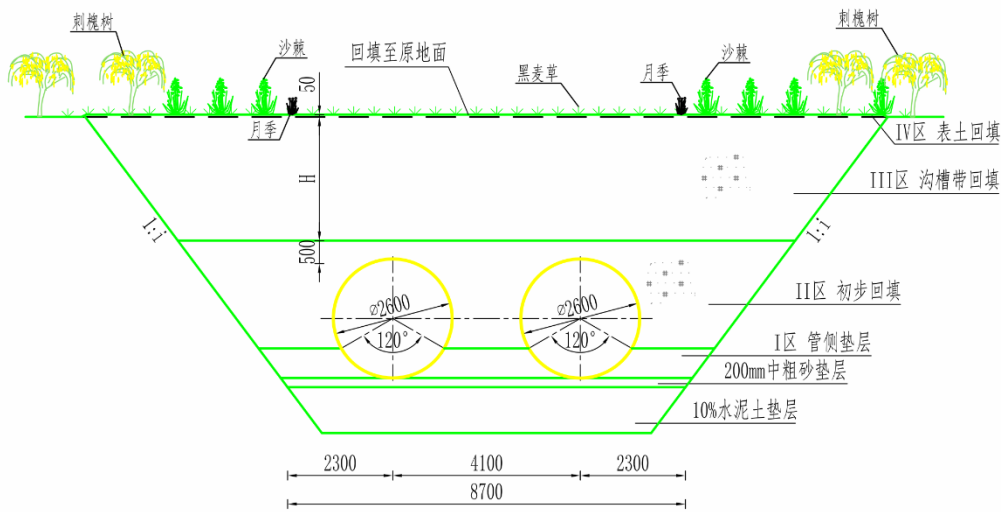


图 8.3-4 埋地钢管工程生态修复典型工程设计图

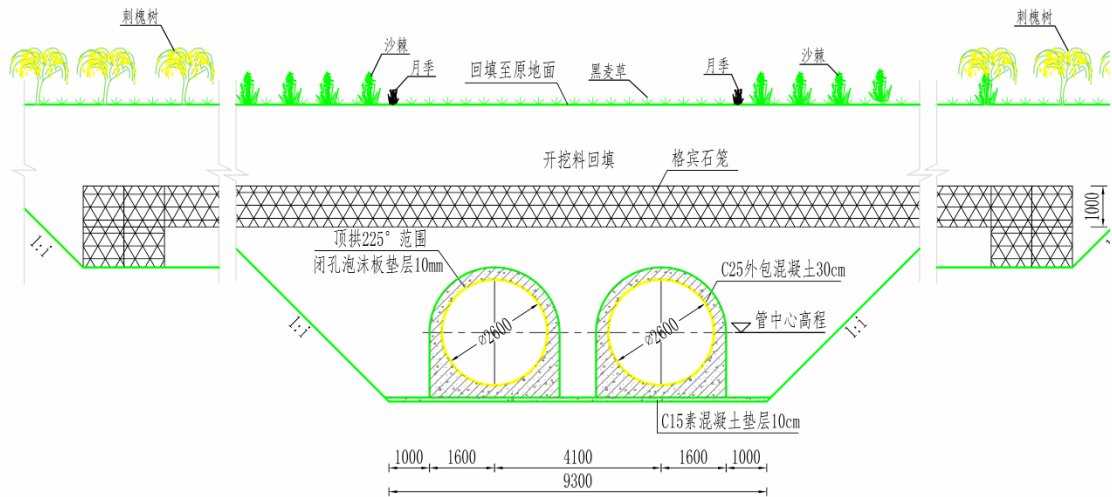


图 8.3-5 跨河、穿路段埋地钢管生态修复典型工程设计图

②隧洞区

施工前对隧洞洞脸区域占地范围内的表土进行剥离，施工结束后需要表土回填，对洞脸高陡边坡进行挂网喷播绿化。

在隧洞进出口处，顶部与下部高陡边坡在主体工程防护后，六盘山前段设计采用植生格挂网喷植被护坡的方式进行绿化，喷厚大于 8cm，绿化面积 47.30hm²，对于临时施工支洞封堵后，有 1.33hm²的洞口需栽植乔灌木进行绿化，乔木选择刺槐，灌木选择沙棘，植草选择紫花苜蓿和黑麦草混播。按照四个生态分区进行植被恢复，植被种类及配置方式详见表 8.3-1。



2) 弃渣场区

六盘山前段（西秦岭中高山区和陇西黄土高原区）：弃渣场栽植乔灌草恢复植被，草籽选用紫花苜蓿和黑麦草混播，混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm²；灌木选用铺地柏，株行距为 2m×2m，攀援植物选用爬山虎，按 2m 间距，栽植于边坡下游。

8-22

延安段子午岭后段（陇东黄土高原区）：采用灌草恢复植被，灌木选用紫穗槐和沙棘，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，草籽选择针茅草，播撒密度为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

3) 料场区

六盘山前段（西秦岭中高山区和陇西黄土高原区）：开采结束后对料场开采面进行修整，对开采形成的迹地实施植被恢复，选择铺地柏和沙棘，株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。攀缘植物沿开采边坡坡脚种植，迹地和料石加工场地播撒草籽，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

六盘山后段（六盘山中低山区和陇东黄土高原区）：取料结束后对底部取料平台土地整治，整治后进行覆土还田，对没有复垦条件的分级平台进行种树种草绿化，采用灌草综合绿化，株行距为 2m ，每穴种植 1 株，分级平台根据平台宽度种植灌木，边坡采用撒播种草，恢复植被。灌木选择沙棘和柠条，草种选用蒿草和白羊草，播种量 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。灌木栽植时采用穴状整地，穴状整地平面呈圆形，直径 0.3m ，中间低周围高，内低外高，深 0.3cm 。

4) 施工生产生活区

六盘山前段（西秦岭中高山区和陇西黄土高原区）：施工结束后，采取乔灌草恢复植被，草籽选用紫花苜蓿，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ；乔木选用国槐，株行距为 $5\text{m} \times 5\text{m}$ ，灌木选用铺地柏，株行距为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；

六盘山后（六盘山中低山区和陇东黄土高原区）：施工结束后，采取乔灌草相恢复植被，乔草混交面积为 16.87hm^2 ，灌草混交面积为 8.00hm^2 。草籽选用蒿草、白羊草、紫花苜蓿等当地乡土树草种，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，乔木选用杏树、榆树等，灌木选用柠条、紫穗槐等，乔木、灌木株行距均为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ；

延安段（子午岭前段）（陇东黄土高原区）：施工结束后，采取植草措施恢复植被，草种选择蒿草、白羊草混播，用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，延安段（子午岭后段）灌木选用沙棘、紫穗槐、柠条，株行距为 $1\text{m} \times 2\text{m}$ ；草种选用紫花苜蓿、三叶草、草木犀、针茅、黑麦草混播，用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

5) 施工道路区

六盘山前段（西秦岭中高山区和陇西黄土高原区）：对临时道路区撒播黑麦草，栽植铺地柏进行恢复植被，株行距按 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 设计。黑麦草撒播密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

六盘山后段（六盘山中低山区和陇东黄土高原区）：采取乔灌草混交的植被恢复措施草籽选用蒿草、白羊草、紫花苜蓿等当地乡土树草种，播撒密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，乔木选用杏树、榆树等，灌木选用柠条、紫穗槐等，乔木、灌木株行距均为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。

延安段（子午岭前段）（陇东黄土高原区）：采取植草措施恢复植被，草种选择蒿草、白羊草混播，用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ，延安段（子午岭后段）采取灌草结合的绿化方式，灌木选用沙棘、紫穗槐、柠条，株行距为 $1\text{m}\times 2\text{m}$ ；草种选用紫花苜蓿、三叶草、草木犀、针茅、黑麦草混播，用量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。详见表 8.3-1。

表 8.3-1 工程植被修复措施一览表

措施编号	工程分区	植物措施	种类选择	配置方式	实施时间	实施效果
1 水源工程						
1.1	主体工程区	挂植生格喷草护坡、植乔木、植灌木、植生袋护坡、铺草皮绿化、撒播草籽绿化	乔木：云杉 灌木：碧桃	乔木：单排种植，株距 2m 草本：植生格挂网喷，喷厚大于 8cm	边坡成型后	林草植被恢复率达 97%，林草覆盖率达 24%
1.2	生产生活区	撒播草籽、栽植乔木、灌木	乔木：国槐 灌木：碧桃 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
1.3	料场	栽植灌木、撒播草籽、挂植生格喷草护坡	灌木：碧桃和沙棘	灌木：株距 1m×1m	施工结束后	
1.4	弃渣场 (与 ZGX-1#渣场共用)	撒播草籽、栽植灌木	灌木：沙棘、爬山虎	灌木：沙棘，株行距为 2m×2m；爬山虎，2m 间距栽植	堆渣结束后	
1.5	临时道路	撒播草籽、栽植乔木、灌木、镀锌铁丝网植草护坡	灌木：铺地柏 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	灌木：株行距按 2m×2m 设计 草本：混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm ²	使用结束后	
1.6	永临结合道路	道路两侧栽种行道树，挖填边坡和路肩进行草皮护坡	乔木：国槐和云杉	株距 3m，种植方式为穴植，穴坑尺寸为 0.6m×0.6m	路基成型后	
1.7	临时堆存场	撒播草籽、栽植乔木	乔木：国槐 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	乔木：株行距为 5m×5m 草本：混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
1.8	移民安置区	撒播草籽、栽植乔灌木	乔木：国槐、云杉、广玉兰、日本樱花、银杏、刺槐等 灌木：碧桃、沙棘、月季等	乔木：株行距为 5m×5m，间种云杉、广玉兰、日本樱花等 灌木：株行距按 2m×2m 设计	施工结束后	

措施编号	工程分区	植物措施	种类选择	配置方式	实施时间	实施效果
2 输水工程						
2.1 西秦岭中高山区（代古寺水库-武山段）						
2.1.1	主体工程区	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡	挂植生格	草本：植生格挂网喷，喷厚大于 8cm	边坡成型后	林草植被恢复率达 97%，林草覆盖率达 24%
2.1.2	生产生活区	撒播草籽、栽植乔木、灌木	乔木：国槐 灌木：铺地柏 草本：紫花苜蓿	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒密度为 100kg/hm²	施工结束后	
2.1.3	料场	栽植灌木、撒播草籽	灌木：铺地柏、沙棘、爬山虎	灌木：株行距为 2m×2m	施工结束后	
2.1.4	弃渣场	撒播草籽、栽植灌木	灌木：铺地柏、爬山虎 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	灌木：株行距为 2m×2m；爬山虎， 2m 间距栽植 草本：混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm²	堆渣结束后	
2.1.5	施工管线	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡	草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	草本：植生格挂网喷，喷厚大于 8cm	施工后期	
2.1.6	洞口	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡	草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	草本：植生格挂网喷，喷厚大于 8cm	施工结束后	
2.1.7	临时道路	撒播草籽、栽植乔木、灌木、镀锌铁丝网植草护坡	灌木：铺地柏 草本：黑麦草	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒密度为 100kg/hm²	使用结束后	
2.1.8	永临结合道路	道路两侧栽种行道树，挖填边坡和路肩进行草皮护坡	乔木：国槐、云杉	株距 3m，种植方式为穴植，穴坑尺寸为 0.6m×0.6m，间种云杉	路基成型后	
2.2 陇西黄土高原区（武山-庄浪段）						
2.2.1	主体工程区	植乔木、灌木、植草、挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡	乔木：刺槐 灌木：沙棘 草本：黑麦草混播	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm²，植生格挂网喷，喷厚大于 8cm	边坡成型后	林草植被恢复率达

措施编号	工程分区	植物措施	种类选择	配置方式	实施时间	实施效果
2.2.2	生产生活区	撒播草籽、栽植乔木、灌木	乔木：国槐 灌木：铺地柏 草本：紫花苜蓿	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	95%， 林草 覆盖 率达 23%
2.2.3	料场	栽植灌木、撒播草籽	灌木：铺地柏、沙棘、爬山虎	灌木：株行距为 2m×2m	施工结束后	
2.2.4	弃渣场	撒播草籽、栽植灌木	灌木：铺地柏、爬山虎 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	灌木：碧桃，株行距为 2m×2m；爬山虎，2m 间距栽植 草本：混播比例为 1:1，播撒密度为 100kg/hm ²	堆渣结束后	
2.2.5	施工管线	栽植乔木、灌木，挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡、撒播草籽	乔木：刺槐 灌木：沙棘 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒密度为 100kg/hm ²	施工后期	
2.2.6	洞口	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡		喷厚大于 8cm	施工结束后	
2.2.7	临时道路	撒播草籽、栽植乔木、灌木、镀锌铁丝网植草护坡	灌木：铺地柏 草本：黑麦草	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒密度为 100kg/hm ²	使用结束后	
2.2.8	永临结合道路	道路两侧栽种行道树，挖填边坡和路肩进行草皮护坡	乔木：国槐、云杉	乔木：株行距为 5m×5m	路基成型后	
2.3 六盘山中低山区（庄浪-崆峒段）						
2.3.1	主体工程区	种草绿化	草本：蒿草和白羊草混播	草本：播撒密度为 100kg/hm ²	边坡成型后	95%， 林草 植被 恢复 率达
2.3.2	生产生活区	种草绿化、乔草混交、灌草混交	乔木：山杏（榆树） 灌木：紫穗槐、柠条 草本：紫花苜蓿	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
2.3.3	料场	灌草绿化	灌木：柠条、沙棘 草本：蒿草和白羊草	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	

措施编号	工程分区	植物措施	种类选择	配置方式	实施时间	实施效果
2.3.4	弃渣场	种草绿化、灌草混交	乔木：侧柏、油松、小叶杨和旱柳 灌木：紫穗槐、沙棘 草本：紫花苜蓿和黑麦草混播	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：混播比例为 1:1，密度为 100kg/hm ²	堆渣结束后	覆盖率达 23%
2.3.5	施工管线	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡、种草绿化	草本：蒿草、白羊草	草本：混播比例为 1:1，密度为 100kg/hm ²	施工后期	
2.3.6	洞口	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡、种草绿化	草本：蒿草、白羊草	草本：混播比例为 1:1，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
2.3.7	临时道路	植草护坡、菱形网格护坡、乔木绿化、乔草混交、灌草混交	乔木：杏树、榆树 灌木：紫穗槐、柠条 草本：黑麦草、蒿草等	乔木：株行距为 5m×5m 灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	使用结束后	
2.3.8	永临结合道路	道路两侧栽种行道树，挖填边坡和路肩进行草皮护坡	乔木：国槐 草本：黑麦草、蒿草等	乔木：株行距为 5m×5m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	路基成型后	
2.4 陇东黄土高原区（崆峒-延安段）						
2.4.1	主体工程区	种草绿化、栽植灌木	灌木：沙棘、紫穗槐、柠条 草本：蒿草和白羊草，紫花苜蓿、三叶草、草木犀、针茅与黑麦草混播	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	边坡成型后	林草植被恢复率达 95%， 林草覆盖率达 23%
2.4.2	生产生活区	撒播草籽、栽植灌木	灌木：沙棘、紫穗槐、柠条 草本：紫花苜蓿	灌木：株行距为 1m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
2.4.3	料场	种草绿化、灌木绿化	灌木：柠条、紫穗槐 草本：蒿草和白羊草	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
2.4.4	弃渣场	种草绿化、灌草混交	灌木：沙棘、紫穗槐、柠条 草本：针茅草	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 80kg/hm ²	堆渣结束后	
2.4.5	施工管线	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡	灌木：沙棘、紫穗槐、柠条	灌木：株行距为 2m×2m	施工后期	

措施编号	工程分区	植物措施	种类选择	配置方式	实施时间	实施效果
			草本：蒿草和白羊草	草本：播撒，密度为 100kg/hm ²		
2.4.6	洞口	挂植生格喷草（灌）护坡、植生袋护坡、种草绿化	草本：蒿草、白羊草	草本：混播比例为 1:1，密度为 100kg/hm ²	施工结束后	
2.4.7	临时道路	栽植灌木、种草	灌木：沙棘、紫穗槐、柠条 草本：黑麦草、蒿草等	灌木：株行距为 2m×2m 草本：播撒，密度为 100kg/hm ²	使用结束后	
2.4.8	永临结合道路	道路两侧栽种行道树，挖填边坡和路肩进行草皮护坡	乔木：旱柳、杨树	乔木：株行距为 5m×5m	路基成型后	

8.3.1.4 补偿措施

本工程建设征地范围涉及甘肃省的甘南州、陇南市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市和陕西省延安市。工程占地总面积 59.04km²，永久占用土地面积 16.74km²，其中：耕地 2.61km²、园地 3.04km²、林地 5.91km²、草地 2.73km²、其他各类土地 2.46km²。临时占用土地面积 42.30km²，其中：耕地 23.43km²、园地 4.68km²、林地 7.35km²、草地 2.57km²，其他各类土地 4.28km²。对上述生态损失，工程建设按照《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》的规定，针对占用的草地、园地、林地以及耕地均做相应的补偿。此部分费用已在工程移民占地费用中计列。

8.3.1.5 管理措施

(1) 建立完善的施工制度，有序管理施工活动。制订施工原则，划定施工范围，限定施工时间。施工过程中禁止对植被滥砍滥伐，破坏沿线生态环境；施工便道及大型机械应尽量避免林带，以林带空隙地为主，尽可能不破坏原有地形、地貌和林地。

(2) 加强对施工人员的管理，定期开展环保、防火等宣传教育。可组织专业人员通过宣传视频、讲座或印发图册等形式，强化施工人员环保意识；对于涉及穿越环境敏感区段，必要时划定施工红线，布设施工围栏，防止施工人员作业、施工机械布置、弃渣堆渣等超出作业带范围，增加占地，增大对施工区域陆生动植物、生态环境的影响；严禁施工人员私自野外用火，做好吸烟和生活用火等火源管理，严格控制易燃易爆器材的使用，爆破时采取有效的隔离和防火措施。

(3) 建立完善的生态影响监测制度。定期对施工期、运行期产生的生态影响进行监测与调查。施工期主要对永久占地、临时占地区进行监测；运行期主要监测植被变化、生态系统整体性变化。加强生态管理，设置生态环境管理人员，建立各种管理及报告制度。通过动态监测和完善管理，使生态向良性方向发展。

(4) 加强与当地林草、土地、各敏感区等相关管理部门的联系工作，施工过程中若发现保护植物应上报上级主管部门，对其进行就地保护或迁地保护。

(5) 库区清理前进行详细的生态调查。

8.3.2 陆生动物保护措施

8.3.2.1 避让与减缓措施

(1) 划定施工范围

在各施工洞口、生态敏感区、河流湿地附近设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围，施工活动不得超越征地范围。禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物，减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。以最大限度减缓对野生动物正常栖息的影响。施工人员不得随意进入两个自然保护区的缓冲区和核心区。

(2) 优化施工时段

优化施工时段，采用分时、分段施工方式，以减少对野生动物的影响。例如在生态敏感区附近，禁止夜间施工；当施工活动可能对野生动物迁徙、交配等产生影响时，应临时停止施工。

(3) 加强宣传教育

在施工前组织施工人员学习野生动物保护知识，介绍工程区分布的重点保护动物，学习国家相应法律法规，提高保护野生动物的法律意识，严禁施工人员非法猎捕野生动物。在施工中遇到的幼兽、幼鸟及鸟蛋等，应交给林业局的专业人员，不得擅自处理。

(4) 减少对野生动物栖息生境的破坏

野生动物分布相对较集中的敏感区域，尽量避免晨昏时间爆破。在进行埋管作业时，尽量减少管沟的保留时间，挖完管沟后尽快埋管，以减少管沟对野生动物的阻隔影响。

8.3.2.2 修复与补偿措施

工程施工期结合施工情况，边施工边恢复植被，确保生境连通性的尽快修复，植被恢复过程中优先选用本地土著植物，并减少人为活动的痕迹，从而使该地区的动物尽快恢复到施工前的种群状态，同时在工程区附近建设鸟类观测站和野生动物保护救助站，救助站基本特征见表 8.3-2。

表 8.3-2 野生动物救助站基本特征表

基本特征	内容
功能	野生动物搜寻、治疗、收养、放生恢复等
救助对象	工程区附近所有受伤的、被困的、或受淹没影响的野生动物及其卵或幼体等
位置	设在代古寺水库库区周围
规模	占地规模 4000m ² ，在工程筹建期第一年完成。其中包括 800m ² 封闭式生态棚，棚内模拟自然生态环境，并配有防惊吓隔离网、通风设备；2000 m ² 室外放生恢复适应场地；另有储藏间、手术室、观察室，办公区、职工生活区以及相应的设备等 1200m ²
站内人员	兽医，辅助搜寻救助员，设备保养员，饲养员，管理员等
物资	为动物救助必要的药品及饲料等

8.3.2.3 管理措施

(1) 建立完善的施工制度，有序管理施工活动。制订施工原则，划定施工范围，限定施工时间。施工过程中严格按照划定的施工范围进行施工，尽量避免对动物生境造成不良影响；按照规定的施工时间进行施工，以减缓对动物栖息与繁殖的不利影响。

(2) 加强对施工人员的管理，定期开展有关动物保护的宣传教育。可组织专业人员通过宣传视频、讲座或印发图册等形式，强化施工人员动物保护意识；开展相关野生动物保护法律法规教育，提高法律意识，保证依法施工。

(3) 建立完善的生态影响监测制度。定期对施工期、运行期产生的生态影响进行监测与调查。主要监测野生动物种群、数量变化及生态系统整体性变化。

(4) 加强与当地林草部门和各敏感区管理部门的联系工作，施工过程中若发现有受伤的野生保护动物，可及时联系有关部门进行相关救助。

8.3.3 重要物种保护措施

8.3.3.1 重点保护野生植物

结合评价区内关于保护植物的资料，根据现场调查，在评价区内发现国家一级重点保护植物 2 种，为红豆杉、珙桐；国家二级重点保护植物 18 种，为连香树、水青树、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、西康玉兰、水曲柳、野大豆、桃儿七、玫瑰、软枣猕猴桃、紫芒披碱草、毛披碱草、大果青杆、榉树、鹿角蕨、

独叶草；陕西省级重点保护野生植物 3 种，分别为秦岭党参、凹舌兰、沼兰，主要位于自然保护区、森林公园及风景名胜区等敏感区内。

在工程占地范围内暂未发现重点保护野生植物。由于评价区优越的自然环境，独特的气候特点，区域内还可能分布有其它重点保护野生植物，工程施工时若发现有其它重点保护野生植物，应立即上报相关部门，并采取就地保护或移栽等保护措施，以保证其种群的生存和繁衍。

8.3.3.2 古树名木

根据对水源区、输水线路及施工布置周边 100m 范围内古树名木的位置关系进行梳理，评价区古树名木不存在被工程直接占用的情况。距离工程较近的古树名木有 10 株，其中庆阳市 7 株，定西市、天水市、平凉市各 1 株。按照属地管理原则，各市境内涉及的古树名木在工程建设过程中应按照所在地管理办法进行保护，不得擅自处置。

（1）管理要求

1) 庆阳市境内古树管理要求

庆阳市境内距工程 100m 范围内古树有 7 株，按照甘肃省庆阳市人民政府办公室《庆阳市古树名木保护办法》（庆政办发〔2014〕188 号）相关规定执行，主要管理规定如下：

①本市行政区域内古树名木的保护管理工作由本市林业局主管，县（区）林业局负责本行政区域内的古树名木保护管理工作。

②市林业局对古树名木设立标志，悬挂保护牌，并统一制定和编号，保护标志以市人民政府名义设置。古树名木保护牌应当标明古树或者名木的中文名称、学名、科属、树龄、保护级别、编号、养护责任单位等内容。任何单位和个人不得损毁古树名木标志、保护牌等设施。

③建设项目影响古树名木正常生长的，应当采取避让和保护措施。建设单位提交的环境影响评价文件中应当包括对古树名木生长影响及避让保护措施等内容。环境保护行政主管部门在审批环境影响评价文件时，应当征求林业局意见。

④有下列情形之一的，可以采取移植古树名木的保护措施：（一）原生长环境不适宜古树名木继续生长，可能导致古树名木死亡的；（二）公共基础设施或者重要建设项目无法避让的；（三）科学研究等特殊需要的。

⑤禁止下列损毁古树名木的行为：（一）擅自砍伐；（二）擅自移植；（三）擅自处理死亡古树名木；（四）擅自修剪、采摘果实；（五）损坏古树名木相关保护设施；（六）刻划钉钉、剥皮挖根、攀树折枝、缠绕悬挂物品或者将古树名木作为支撑物；（七）在古树名木树冠垂直投影向外五米范围内进行建筑施工、硬化地面、挖坑取土、动用明火、排放烟气、倾倒污水垃圾、堆放易燃物、堆放倾倒有毒有害物品等；（八）其他损害古树名木生长的行为。

2) 平凉市境内古树管理要求

平凉市境内距工程 100m 范围内古树有 1 株，按照甘肃省平凉市人民政府办公室《平凉市古树名木保护管理办法》（平政办发〔2008〕106 号）、《平凉市古树名木保护条例》（2022 年修订草案三次审议稿）相关规定执行，主要管理规定如下：

①古树名木保护坚持政府主导、属地管理、社会参与、全面保护、原地保护、科学管护的原则。

②市、县（市、区）人民政府及其有关部门应当定期向社会发布古树名木保护信息，加强对古树名木保护工作的宣传教育。

③古树名木保护范围，由县（市、区）古树名木行政主管部门按照下列规定划定：（一）散生古树名木的保护范围不小于树冠垂直投影向外五米；（二）古树群保护范围不小于林沿向外五米；（三）古树名木有修剪、移植、影响工程建设等特殊情况的，其保护范围可以根据实际情况划定。

④禁止在古树名木保护范围内新建、扩建建（构）筑物。建设工程项目确需在古树名木保护范围内进行建设施工，建设单位应当采取避让措施；无法避让的，建设单位应当在施工前制定古树名木保护方案，并逐级上报古树名木行政主管部门批准。县（市、区）古树名木行政主管部门应当对保护方案的制定和落实予以指导、监督。建设和施工单位应当按照批准的避让或保护方案保护古树名木。

⑤禁止下列损害古树名木的行为：（一）擅自移植、砍伐、转让买卖；（二）刻划、钉钉、攀爬、折枝、挖根、剥树皮、摘采果实种子，在古树名木上缠绕、张贴、悬挂物品，或者以树干为支撑物；（三）在古树名木保护范围内非通透性硬化地面、敷设管线、架设电线、挖坑取土、非保护性填土、烧火、排烟、采石取砂、倾倒污水垃圾、堆放或者倾倒建筑材料和易燃易爆、有毒有害等物品；（四）其他影响古树名木正常生长的行为。

⑥禁止移植古树名木，但有下列情形之一的除外：（一）古树名木的生长状况对公众生命、财产安全可能造成危害，且采取防护措施后仍无法消除隐患的；（二）原生长环境不适宜古树名木继续生长可能导致死亡的；（三）因实施重点工程建设项目，确实无法避让或无法进行有效保护的；（四）法律、法规规定的其他情形。

3）天水市境内古树管理要求

天水市境内距工程 100m 范围内古树有 1 株，按照甘肃省天水市人民政府办公室《天水市古树名木保护条例》（2019 年 6 月 1 日起施行）相关规定执行，主要保护管理规定如下：

①古树名木保护坚持政府主导、分级负责、属地管理、全面保护、依法管护、科学养护的原则。

②新建、改建、扩建的建设工程涉及古树名木的，建设单位在办理规划许可手续时，应当征得县区古树名木保护行政主管部门同意。建设单位在施工前应当会同施工单位提出避让方案，落实保护措施，报县区古树名木保护行政主管部门备案，并签订临时管护责任书。涉及一级、二级古树和名木的，县区古树名木保护行政主管部门还应当报市人民政府批准。

③不得有下列损害古树名木的行为：（一）在树上刻划、张贴或者悬挂物品；（二）借树木作为支撑物或者固定物；（三）攀树、折枝、挖根、摘采果实种子或者剥损树枝、树干、树皮；（四）距树冠垂直投影五米的范围内堆放物料、挖坑取土、兴建临时设施建筑、倾倒有害污水、污物垃圾，动用明火或者排放烟气；（五）擅自移植、砍伐、转让买卖；（六）其他影响古树名木正常生长的行为。

4) 定西市境内古树管理要求

定西市境内距工程 100m 范围内古树有 1 株, 根据《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国森林法实施条例》、《城市绿化条例》等法律法规要求, 对定西市境内古树名木的主要保护管理要求如下:

①对城市古树名木实行统一管理, 分别养护。城市人民政府城市绿化行政主管部门, 应当建立古树名木的档案和标志, 划定保护范围, 加强养护管理。在单位管界内或者私人庭院内的古树名木, 由该单位或者居民负责养护, 城市人民政府城市绿化行政主管部门负责监督和技术指导。

②严禁砍伐或者迁移古树名木。因特殊需要迁移古树名木, 必须经城市人民政府城市绿化行政主管部门审查同意, 并报同级或者上级人民政府批准。

③新建、改建、扩建的建设工程影响古树名木生长的, 建设单位必须提出避让和保护措施。

④严禁下列损害城市古树名木的行为: (一) 在树上刻划、张贴或者悬挂物品; (二) 在施工等作业时借树木作为支撑物或者固定物; (三) 攀树、折枝、挖根摘采果实种子或者剥损树枝、树干、树皮; (四) 距树冠垂直投影 5 米的范围内堆放物料、挖坑取土、兴建临时设施建筑、倾倒有害污水、污物垃圾, 动用明火或者排放烟气; (五) 擅自移植、砍伐、转让买卖。

(2) 保护措施

本工程输水线路所涉及的古树名木, 不存在工程占用的情况, 距离工程均在 30m 以上, 可能受到施工期人员活动、车辆往来产生的扬尘或人为干扰, 生长环境受到间接影响。

因此, 工程建设期间, 除严格遵守各古树名木属地管理办法之外, 施工前还要在古树及附近工程边界树立标牌, 提前做好宣传教育工作, 告知施工人员古树的位置及相关保护要求; 临时道路的设置远离避让古树; 弃渣场要严格控制占地边界, 严禁向古树方向扩展; 严禁在古树树冠投影 5 米范围内非通透性硬化地面、敷设管线、架设电线、挖坑取土、非保护性填土、兴建临时设施建筑、烧火、排烟、采石取砂、倾倒污水垃圾、堆放或者倾倒建筑材料和易燃易爆、有毒有害等物品。

若发现生长情况确受工程影响的古树,要及时上报县区古树名木保护行政主管部门,根据具体情况采取支撑加固、树洞修补、整枝修剪、防治病虫害等措施,确需移植的,需上报上级主管部门批准,经批准移植的,按批准移植的方案实施移植,移植费用和五年内的复壮、养护费用由申请移植单位承担。

8.3.3.3 重点保护野生动物

本工程评价区共有重要野生动物 63 种,包括国家重点保护动物 56 种,其中一级重点保护 18 种,分别为金雕、秃鹫、草原雕、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、大熊猫、豹、豺、马麝、林麝、贡山羚牛、金猫、喜马拉雅斑羚、梅花鹿、雪豹、胡兀鹫、猎隼;二级重点保护 38 种,分别为黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鸢、普通鸢、红隼、游隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰鹤、斑头鸕鹚、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、云雀、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、青鼬、水獭、猓、豺、豹猫、毛冠鹿、马鹿、中华鬣羚、岩羊、赤狐、大鲵、西藏山溪鲵;省级重点保护野生动物 6 种,分别为大白鹭、红头潜鸭、雪鸽、渡鸦、戴胜、果子狸;极危种 6 种,分别为豹、林麝、金猫、大鲵、马麝、梅花鹿,濒危种 10 种,分别为豺、喜马拉雅斑羚、石貂、水獭、猓、马鹿、绿尾虹雉、猎隼、黑眉锦蛇、雪豹,易危种 13 种,分别为大熊猫、贡山羚牛、小熊猫、黑熊、棕熊、中华鬣羚、豹猫、毛冠鹿、金雕、大鸢、红喉雉鹑、草原雕、西藏山溪鲵。这些野生动物主要分布于自然保护区等环境敏感区内,其中多儿、阿夏两个自然保护区及腊子口、官鹅沟、云崖寺、五龙山等森林公园内分布比较集中。

除严格遵守《中华人民共和国野生动物保护法》(2016 年修订本)、《甘肃省实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》(2018 年修订)外,还需采取以下措施:对施工人员进行动物保护宣传教育;临时占地区域及时恢复,营造栖息生境;严禁抓捕幼鸟、幼兽;禁止夜间施工,采取降噪措施,减小施工爆破等噪声对其的干扰。本工程对重点保护野生动物的具体保护措施如表 8.3-3。

表 8.3-3 重点保护野生动物措施表

序号	种 名	生态型	保护措施
1	豹、大熊猫、马麝、林麝、扭角羚、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、青鼬、豺、金猫、马鹿、中华鬣羚、岩羊、喜马拉雅斑羚、果子狸、豹猫、雪豹、毛冠鹿、梅花鹿、赤狐	陆生兽类	划定施工区范围，严禁施工人员随意进入保护区。严禁猎捕。保护区附近禁止夜间施工。
2	水獭	水旁栖息	在河流等水域附近施工时，重点监测，防止出现人为捕捉的行为。
3	金雕、黑鸢、高山兀鹫、秃鹫、胡兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、草原雕、红隼、游隼、猎隼、红脚隼、斑头鸺鹠、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、雪鸽、渡鸦、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、戴胜	林鸟	施工洞口及各支洞附近的占地区域应及时恢复植被，营造鸟类栖息生境。若在夏季施工，严禁施工人员抓幼鸟、破坏鸟巢。
4	灰鹤、大白鹭、红头潜鸭	水鸟	在秋冬季节施工时应特别注意，在河道附近避免在鸟类集中觅食的晨昏施工，禁止夜间施工并减少高噪声设备的施工时间。
5	大鲵、西藏山溪鲵	两栖类	在河流等水域附近施工时，重点监测，防止出现人为捕捉的行为。

8.3.4 科学研究

(1) 珍稀保护动物专项影响及保护研究

本工程评价范围内分布有大熊猫、豹、豺等 18 种国家一级重点保护野生动物和小熊猫、黑熊、棕熊等 38 种国家二级重点保护野生动物，在珍稀保护动物栖息地生境开展专项调查的基础上，对珍稀保护动物的种群繁育、迁徙等行为建立动态监测档案，开展专项影响及保护研究，提高珍稀保护动物种群的数量和质量。

(2) 植被修复方案及植被动态变化跟踪研究

针对水源区和输水线路区施工影响特点，在这两个区域珍稀保护植物栖息地生境专项调查的基础上，开展不同工程段植被修复方案及评价区植被动态变化跟

踪研究。根据研究成果，结合不同物种的生态生物学特征，统筹考虑区域植被完整性，及时制定并实施科学、合理的植被分区恢复措施。

（3）景区专项环境保护设计研究

本工程在崇信五龙山省级森林公园、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、吴起省级退耕还林森林公园内有部分埋管工程，施工期土石方开挖及回填活动将对上述景区的景观造成一定影响，需结合各景区的总体规划开展专项环境保护设计研究，避免施工活动对景观造成不利影响。

（4）湿地生态恢复技术研究

本工程延安干线部分埋管穿越陕西北洛河重要湿地，湿地植物为各种湿地鸟类提供了栖息和食物来源，调查与研究北洛河湿地植物分布、生长规律、生物量；研究湿地植物（沉水植物、湿生植物、挺水植物等）适宜恢复区及恢复技术等，为湿地生境修复提供技术支撑。

8.4 水生生态保护措施

8.4.1 水生生态保护措施体系

8.4.1.1 保护对象

本工程对水生生态的主要影响范围在苗家坝库尾以上河段，鱼类以高原鱼类区系为主，主要有重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鲃、青石爬鲃等，其中红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅为小型鱼类，一般在小生境中即可栖息、繁殖，本工程对其影响较小；重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、白缘鲃、青石爬鲃为流水性或急流种类，对生境要求较高，且均为长江上游特有鱼类，其中重口裂腹鱼、白缘鲃、青石爬鲃在白龙江流域已十分罕见，因此应将这 5 种鱼类作为本工程的重点保护对象。另外苗家坝库尾至橙子沟电站分布有蛇鮈等产漂流性卵鱼类，工程实施后，对本江段水文情势影响较大，可能对蛇鮈的繁殖等造成一定影响，应重点关注。

8.4.1.2 总体方案框架

基于上述总体思路，以栖息地保护为主，其他多种保护措施为辅的水生生态保护方案的主要内容如下表所示。

表 8.4-1 白龙江引水鱼类保护规划方案

措施类型	措施体系具体内容	保护对象
栖息地保护	代古寺坝址至九龙峡坝址，代古寺坝址至大容立节坝址干支流	白龙江上游土著种类
过鱼设施	建设集运鱼系统	以中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼为主
增殖放流	在代古寺业主营地建设鱼类增殖放流站	中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼，远期白缘鮡、青石爬鮡
拦鱼设施	在引水口、电站取水口、集鱼通道进口临河道侧至河左岸设置电赶拦鱼装置	白龙江上游分布的所有种类
生态调度	在产粘沉性卵鱼类繁殖期保障下游水位稳定；在蛇鮈等产漂流性卵鱼类繁殖期以代古寺为主，开展联合生态调度	产粘沉性卵鱼类、产漂流性卵鱼类
渔政管理	加强宣传教育，禁止放生外流域的鱼类；严禁非法渔具渔法；加强禁渔期管理	所有土著种类

8.4.2 栖息地保护

栖息地保护范围主要有两个区域，这两处河段，河流蜿蜒曲折、支流较多、生境多样性较高；且河谷相对较为宽阔，分布有大小不等的砾石浅滩，为裂腹鱼等产粘沉性卵鱼类提供了产卵生境；同时这两处河段开发强度相对较低，且存在进一步开展生境修复（如连通性恢复）的可行性；另外这两处河段正好与白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区存在一定重叠，可以结合保护区的管理要求，进一步加强该河段的保护。

（1）新建代古寺水库长 21km，库尾以上至九龙峡水电站坝址将保留有约 14km 的流水河段（其中有约 8.3km 为九龙峡水电站减水河段），以及较大支流腊子沟。

1) 水库淹没区生境连通与恢复

代古寺水库形成后，将成为鱼类的索饵场和越冬场，库尾以上流水河段将为裂腹鱼等提供产卵繁殖的生境条件，九龙峡坝址至代古寺坝址间将形成河流+水库的复合生态系统，并能够为裂腹鱼等提供完成生活史的生境条件，具有一定的保护价值。应严格落实九龙峡水电站生态流量泄放措施，同时要求在裂腹鱼类主要繁殖期 3~5 月保证厂房以下河段水位的稳定性，避免调峰运行导致坝下水位陡涨陡落引起的鱼类受精卵或主动游泳能力较弱的仔稚鱼搁浅死亡。

白龙江引水工程建成后,水源代古寺水库将淹没代古寺水电站、花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站 6 座水电站,总装机容量 21.76 万 kW。为完全恢复此段河道连通性以及库区的生境,拟拆除花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等 5 座电站的大坝,代古寺电站大坝全部位于拟建代古寺水库死水位以下,考虑仅拆除其泄洪冲沙闸门。

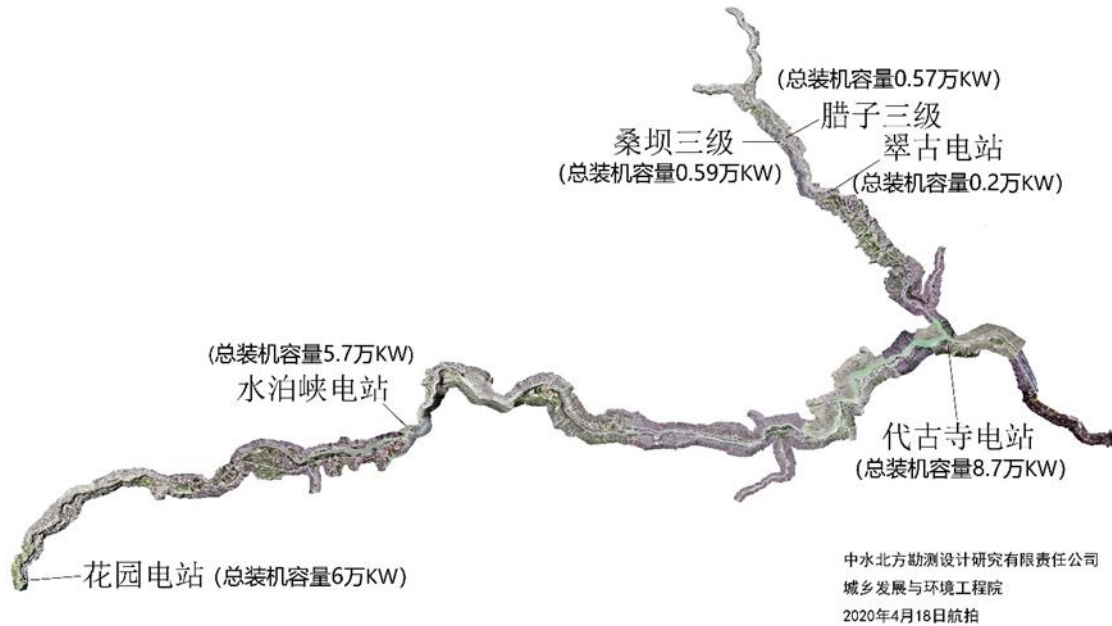


图 8.4-1 白龙江引水工程淹没影响电站

经初步估算,栖息地保护连通性措施投资为 9462.82 万元。

表 8.4-2 栖息地保护连通性措施投资表

电站名称	连通性措施	拆除工程量	投资(万元)	备注
代古寺水电站	拆闸门	858t	171.60	(不含运输费用)
花园水电站	拆大坝	24.55 万 m ³	4910.42	(不含运输费用)
水泊峡水电站	拆大坝	21.04 万 m ³	4207.76	(不含运输费用)
腊子口三级水电站	拆大坝	0.41 万 m ³	82.37	(不含运输费用)
桑坝三级水电站	拆大坝	0.18 万 m ³	36.08	(不含运输费用)
翠古水电站	拆大坝	0.27 万 m ³	54.60	(不含运输费用)
合计			9462.82	

2) 腊子沟生境连通与恢复

白龙江引水工程实施后将对白龙江干流及工程上游支流的水生态产生累积性和长期性的影响,尤其是在整个白龙江流域水电开发强度较高,基于水电开发

的历史现状，本项目水库大坝虽然设置了集运鱼设施，但依然难以恢复整个白龙江干流的水系连通性。在综合考虑成本和生态效益的前提下，将水库库尾附近的较大支流腊子沟作为生态修复的主要对象，拟拆除腊子沟现有的水电设施，恢复河流的连通性，以支流生境重塑来补偿干流的负面生态影响十分有必要。

腊子沟全长 56km，流域面积 487km²，多年平均流量 5.4m³/s，河道比降 34.91‰。腊子沟森林植被保存较好，水质较清澈，有利于裂腹鱼类等栖息、繁殖。

工程营运期形成库区，腊子沟支库水面增大，水深增加，可为裂腹鱼等提供索饵越冬场所；在水库低水位运行时，腊子沟支库回水变动段和库尾以上流水河段能够为鱼类栖息繁殖等提供条件。腊子沟上游为保护区核心区段，天然流水条件将为裂腹鱼等提供产卵繁殖的生境条件。

现状腊子沟中上游干流已建腊子口一级站、腊子口二级站、腊子口三级站、翠谷水电站。其中腊子口三级站、翠谷水电站在新建代古寺水库蓄水后将被回水淹没。腊子口一级站、腊子口二级站仍阻碍河道连通。

腊子口一级坝址距河口约 16.4km，高程约 2056m，坝址多年平均流量 4.1m³/s。以下河段流量较大，坡降较缓，平均比降约 15.36‰。腊子口二级坝址距河口约 13.3km，高程约 2056m，坝址多年平均流量 5.4m³/s。

《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》提出：建议将腊子沟作为河流连通性修复及鱼类栖息地保护主要对象，进行腊子口一级、腊子口二级电站的拆除，恢复河道的连通性，形成上游核心区产卵生境、中游实验区索饵生境和下游库区越冬生境的整体格局，并对原坝址等受人类影响较大、破坏严重的水域进行生境修复。

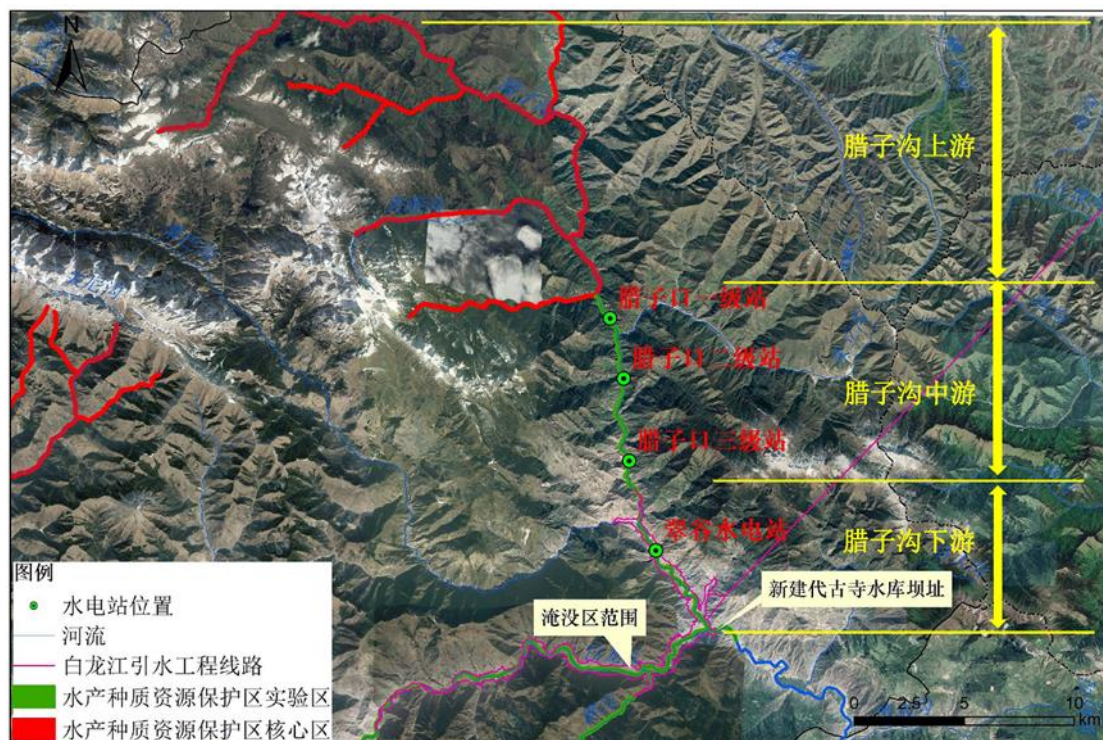


图 8.4-2 腊子沟生境替代与恢复区位图

2020 年 5 月重点针对九龙峡坝址至新建代古寺库尾段主要支流进行了生境调查，该区段共有 4 条较大支流，其中支流 1 汇口距九龙峡坝下几百米，汇入白龙江干流处落差较大，近似瀑布，且受采砂碎石等作业影响，水质十分浑浊，不适宜做鱼类栖息地保护；支流 2 落差较大，且下游建有引水式电站，大部分水量经发电厂房直接进入白龙江，下游形成减脱水河段，也不适应作为鱼类栖息地保护；支流 3 河流落差也较大，水量小，但水流十分湍急，泥沙含量非常高，也不适用作为鱼类栖息地保护；支流 4 下游已建多儿河水电站，形成较长的减脱水河段，不适宜作为鱼类栖息地保护。

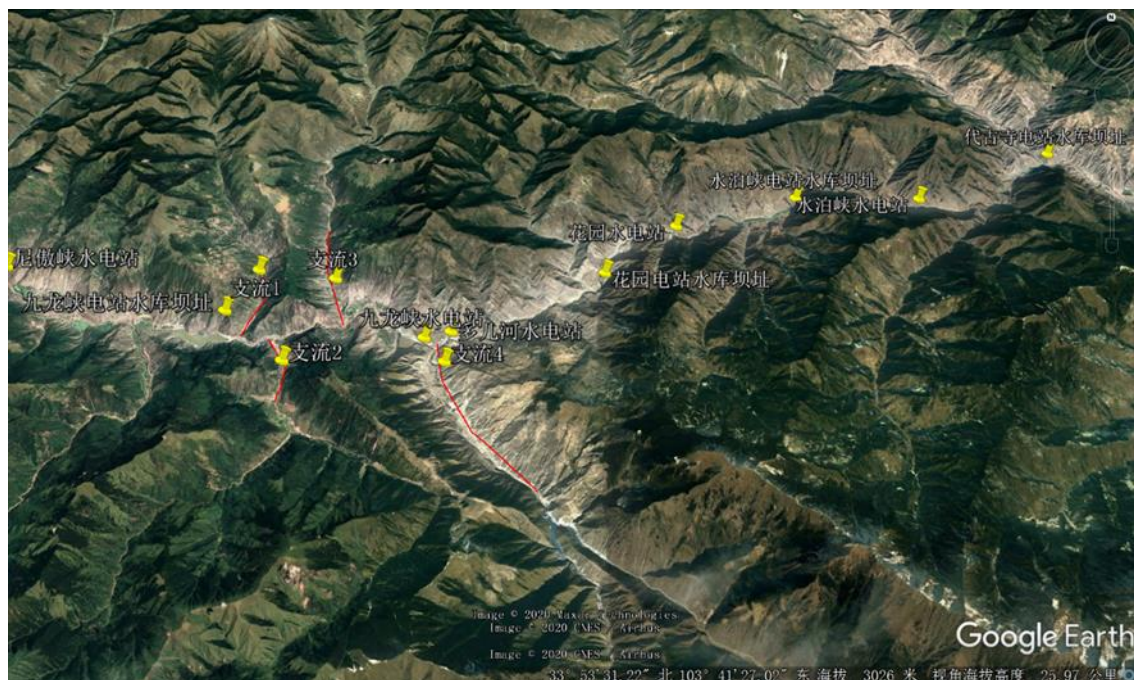


图 8.4-3 新建代古寺库尾以上至九龙峡坝址主要支流



图 8.4-4 支流 1 生境照片



图 8.4-5 支流 2 生境照片

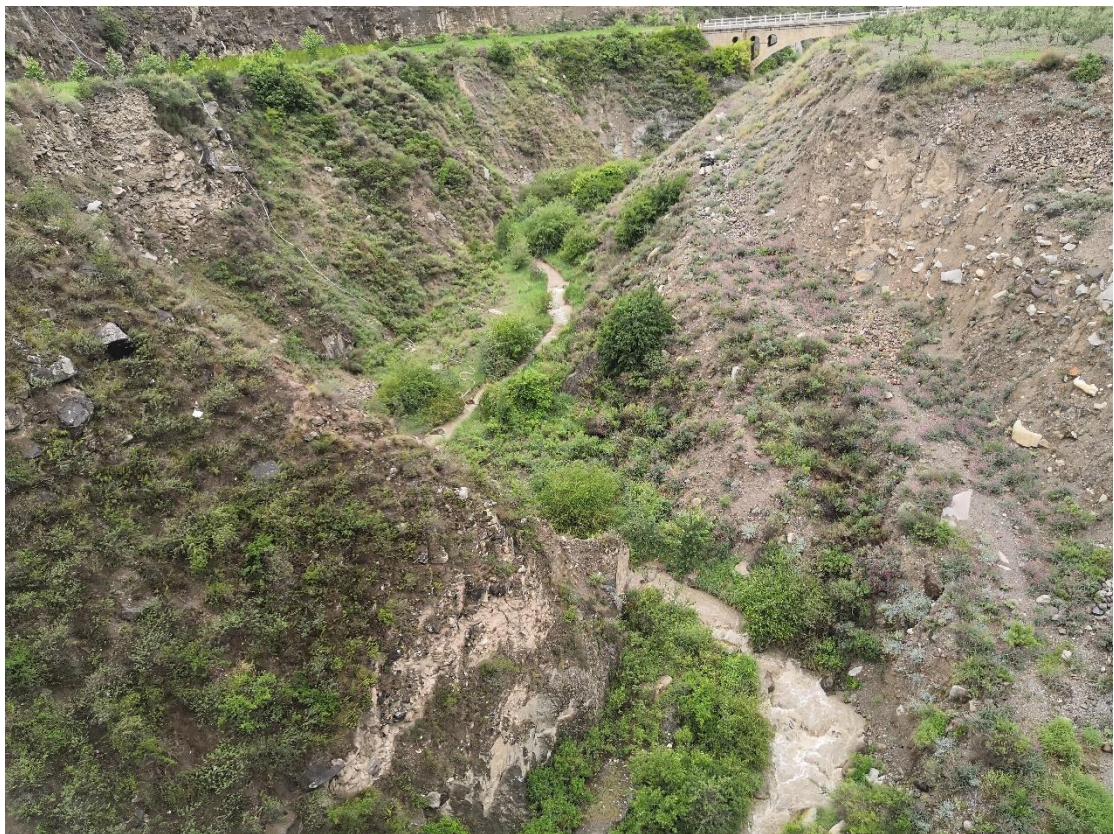


图 8.4-6 支流 3 生境照片

(2) 代古寺坝址至大容立节坝址，干流长约 23km（与保护区重叠的干流河长约 9km）

干流涉及巴藏（装机 5.1 万 kW）位于保护区内，目前该电站尚未建设完成，建议后续不再建设，维持该河段流水生境，为裂腹鱼等提供完成生活史并维持一定种群规模的生境条件。

2020 年 5 月对代古寺坝址至岷江河口主要支流生境状况进行了调查，支流 5 水量较小，流程短，无保护价值；支流 6 即曲瓦河，下游已建曲瓦四级，其厂房尾水直接进入白龙江，下游减脱水严重；支流 7、8、9 被划入白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区核心区，但均不具备保护价值，其中支流 7 流经峰迭镇，两岸渠化严重，水量小，落差大，水质有所污染，不适宜作为鱼类栖息地保护；支流 8 落差较大，右岸硬化，下游形成多级小型跌水，且水量小、含沙量高，不适宜作为鱼类栖息地保护；支流 9 下游流经南峪乡，水量小，右岸硬化，且河道破坏十分严重，不具备保护价值。

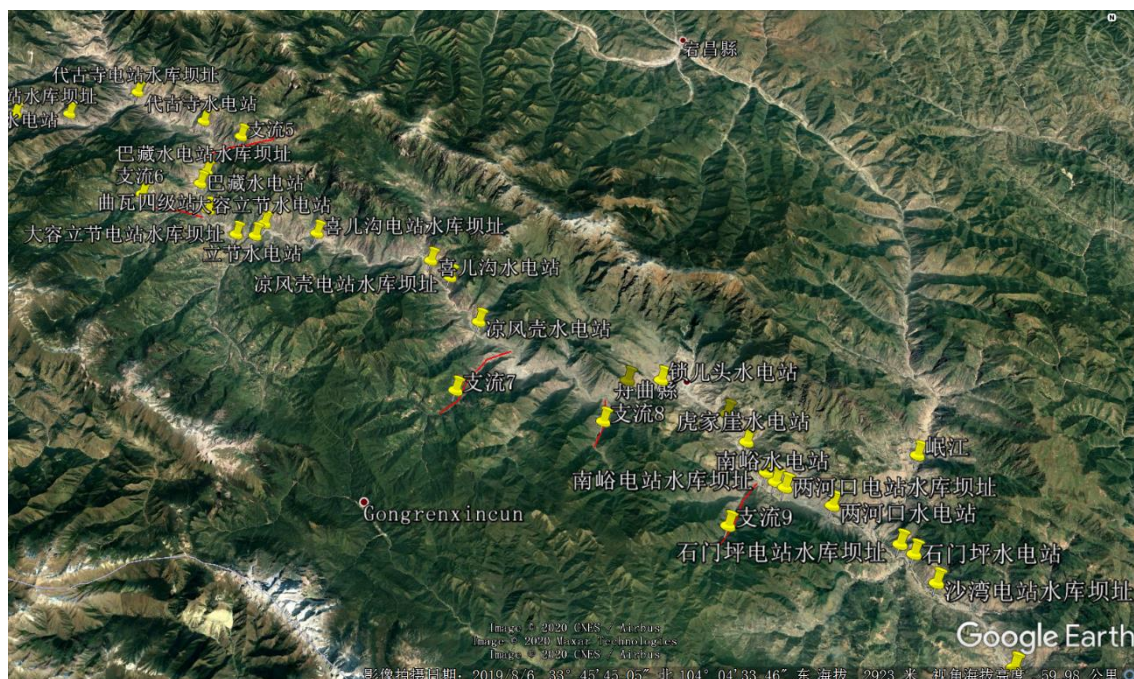


图 8.4-7 代古寺坝址以下至岷江河口主要支流



图 8.4-8 支流 5 生境照片



图 8.4-9 支流 6（曲瓦河）生境照片



图 8.4-10 支流 6（曲瓦河）曲瓦四级坝址



图 8.4-11 支流 7 生境照片



图 8.4-12 支流 8 生境照片



图 8.4-13 支流 9 生境照片

在代古寺下游巴藏水电站、放流平台等 8 处河段进行鱼类生境修复和保护，主要措施包括底栖生境营造、设置人工鱼巢等。

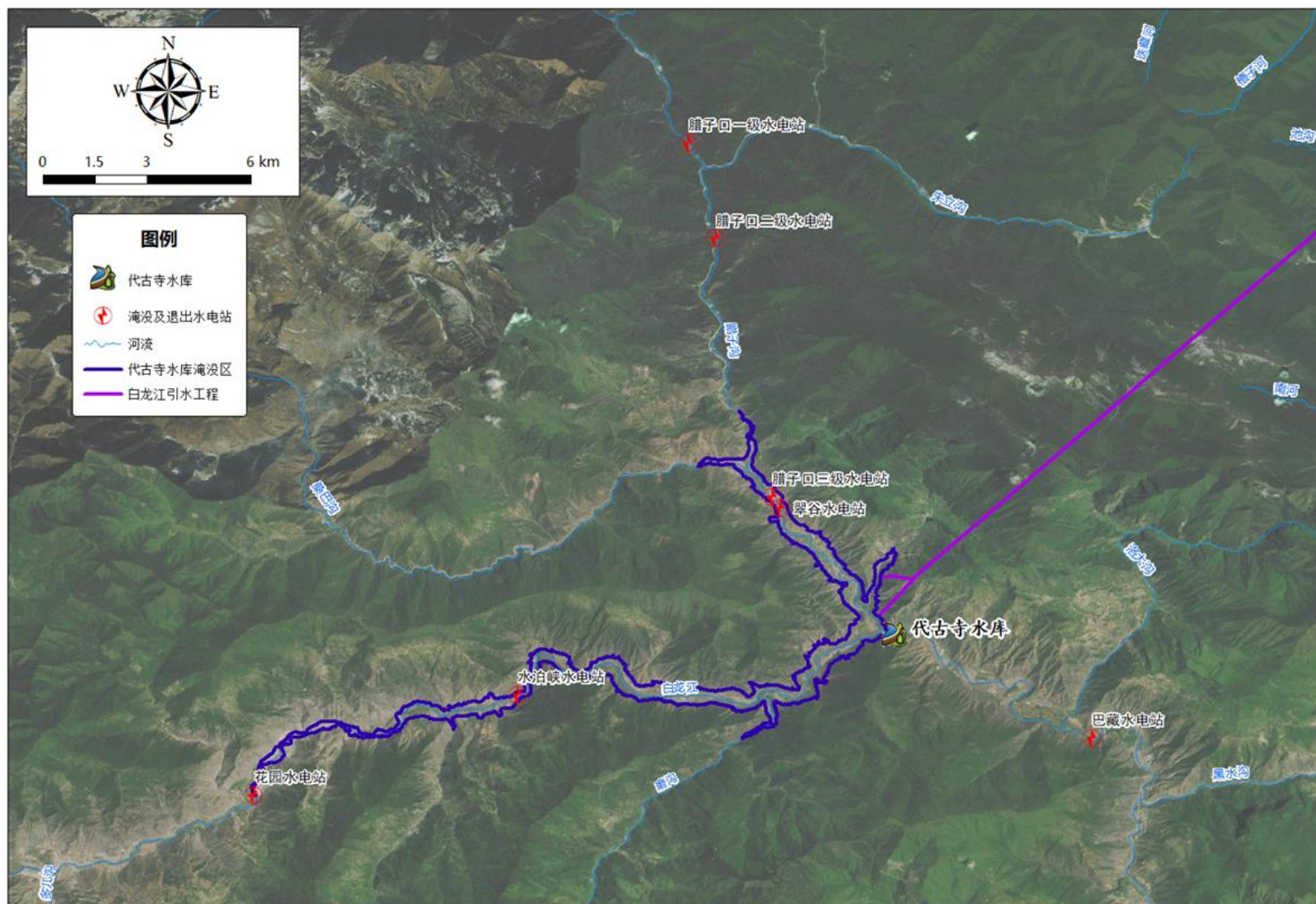


图 8.4-14 水库淹没及退出水电站位置分布图

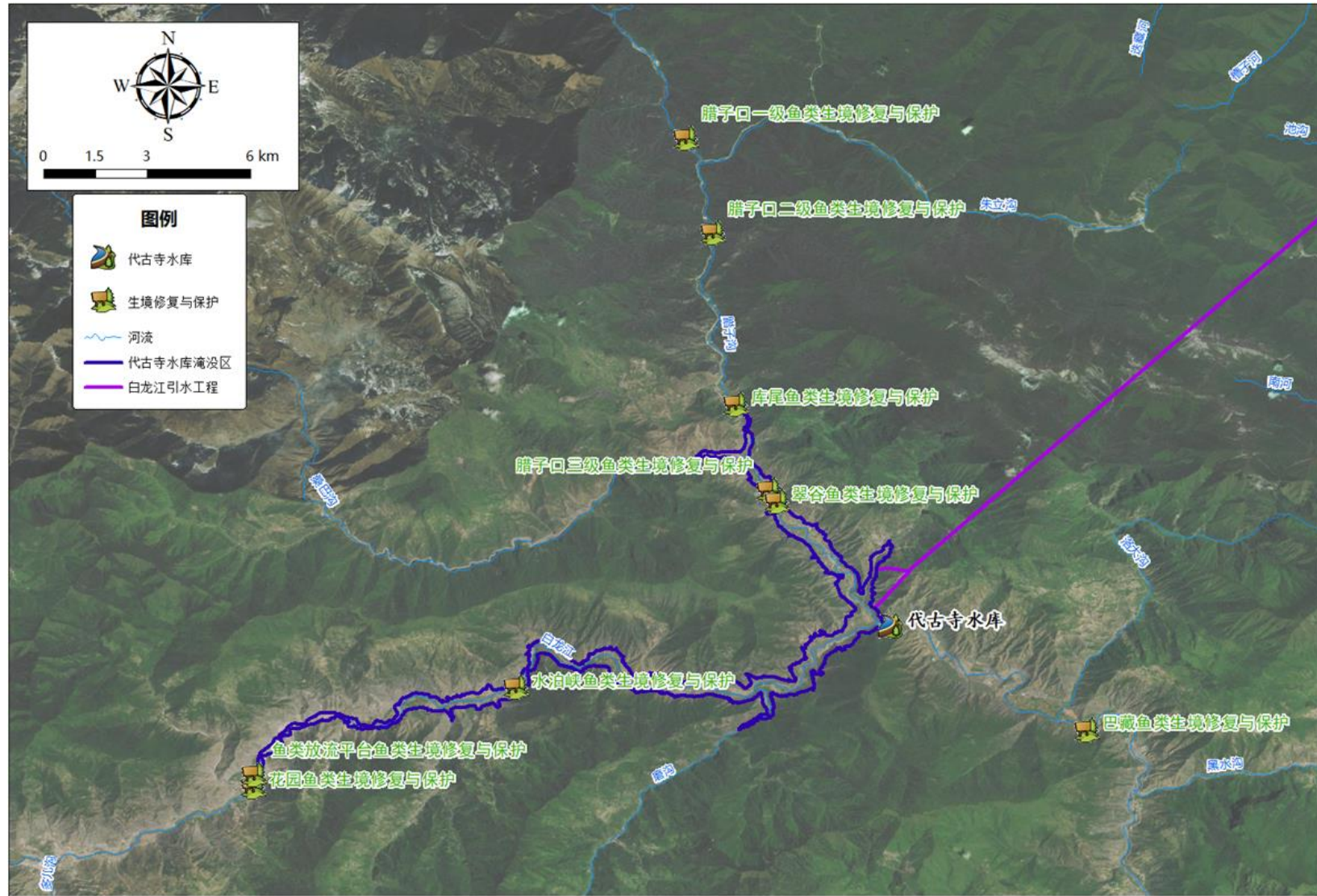


图 8.4-15 栖息地修复与保护措施位置图

8.4.3 过鱼设施

8.4.3.1 过鱼目标分析

本枢纽的建成对鱼类的阻隔影响主要体现在阻断洄游鱼类的洄游线路，使其无法完成生活史；对于在局部水域内能完成生活史的种类，则可能影响其在不同水域群体之间的遗传交流，导致种群整体遗传多样性下降。根据本工程特点，考虑在坝址适当位置设置过鱼设施，以维护河流连通性，减缓工程拦河阻隔对鱼类种群繁殖产生的不利影响。

（1）鱼类资源及生态习性

代古寺水库所在的白龙江上游分布有鱼类 9 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鲴、青石爬鮡等，其中裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，其他种类也有溯流习性和种群交流需求。

（2）过鱼目的

裂腹鱼类具有较强的生殖洄游习性，本工程过鱼目标主要是使坝址以下分布的裂腹鱼亲鱼在繁殖季节能够顺利达到坝上产卵场繁殖及保证种群的交流。

对于白缘鲴、青石爬鮡及鳅科鱼类，均为定居性种类，且其种群完成生活史所需的空間较小，阻隔不会影响其完成生活史，因此这些鱼类没有严格的过鱼要求。但是对这些鱼类而言，由于大坝的长期阻隔，完整的河流环境被分割成不同的片段，鱼类生境发生破碎化，从而形成大小不同的异质种群，种群间基因交流受到影响，进而影响各种群的稳定和发展。因此，也可以通过过鱼设施自由过坝，兼顾其种群基因交流的目的。

（3）过鱼对象

根据白龙江上游鱼类种类组成及其生态习性，本工程的主要过鱼对象是具有一定洄游迁移需求的 3 种裂腹鱼，即：重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼，本区域的其它鱼类白缘鲴、青石爬鮡及鳅科鱼类作为兼顾过鱼对象，虽没有特殊的洄游需求，但可以根据需要自由通过，以促进鱼类种群交流。

(4) 过鱼季节

根据工程的过鱼目的，过鱼季节应根据过鱼种类的繁殖季节确定，兼顾过鱼季节则应满足鱼类交流的需求。根据当地鱼类繁殖特性分析，中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼的繁殖期分别为 3~5 月、8~9 月、4~6 月，确定过鱼设施的主要过鱼季节为 3~9 月份。

表 8.4-3 过鱼季节选择表

过鱼对象		月份											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
主要过鱼种类	重口裂腹鱼												
	中华裂腹鱼												
	嘉陵裸裂尻鱼												
兼顾过鱼种类	白缘鲃												
	青石爬鮡												
	鳅科鱼类												
过鱼季节		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

8.4.3.2 过鱼设施选择

过鱼设施的种类包括鱼道、仿自然通道、升鱼机、鱼闸、集运鱼系统等，它不仅是洄游性鱼类穿越大坝上溯产卵的通道，也可作为协助大坝上游的亲体或幼鱼下行的设施。

不同的过鱼方式对不同类型的阻隔影响和不同生态习性的鱼类的过鱼效果差异较大，需要进行综合比选，各种过鱼措施优缺点见表 8.4-4。

根据过鱼设施的使用范围、优缺点，结合代古寺工程特点及过鱼对象的生态特点，对过鱼方案进行比选如下：

仿自然通道是指绕过大坝开挖的、呈模仿自然外观的小型河道，适合于所有具有足够空间的障碍物，因此其占地面积大，且在上下游设计水位变化较大时不适用。代古寺水库位于峡谷河段，受地形限制，仿自然通道难以布置；代古寺水库正常蓄水位 1804m，死水位 1745m，水位波动较大，仿自然通道难以实现。

鱼道设计长度一般较长，设计难度高，适用于中低水头大坝过鱼。代古寺坝高 151m，且位于峡谷河段，鱼道设计和布置十分困难，本工程也不具备建设技术型鱼道地形条件。按照一般鱼道 1:50 至 1:100 的坡比，鱼道长 7.55 至 15.1km，

中间还需设计若干休息池。由于鱼道设计太长，鱼类上溯需要耗费大量体力，过鱼效果难以保障。

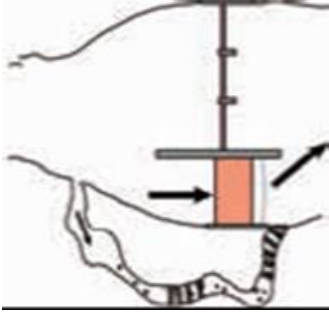
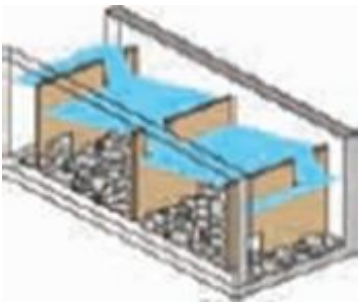

集运鱼系统是通过集鱼船或集鱼平台集鱼，然后通过运鱼系统转运以达到过鱼目的。集鱼船可以在电站厂房尾水附近集鱼，然后采用活鱼车将鱼类运输至坝上放流。对大坝工程没有选择性，且具有占地较小、转运灵活等优点。


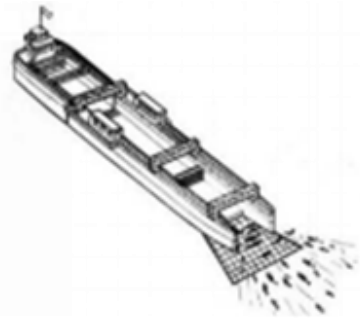

鱼闸适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑大型鱼类(如鲟鱼类)的地方，主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及中小型鱼类不适用，而代古寺大坝过鱼对象为裂腹鱼类、青石爬鮡等底层中小型鱼类，鱼闸不适宜在本工程建设。

人工辅助类过鱼设施中，升鱼机适合在高水头大坝中采用，近年来应用较多。升鱼机是利用机械升鱼和转运设施过坝，其主要优点为：能适用于高坝和库水位变幅较大的枢纽过鱼，也可用于较长距离转运鱼类。其主要缺点为：机械设施发生故障的可能性较大，以致耽误亲鱼过坝；过鱼不连续，也不能大量过鱼；机电设备较多，运行、保养、维修等后期费用高。通过升鱼机和运鱼系统结合，将鱼类从河道提升后平稳运输至坝址上游。适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，尤其适用于高坝。

根据本工程峡谷、高坝的特点及鱼类特点，可能采用的过鱼方式主要有两种种，即升鱼机、集运鱼系统。以下根据本工程的实际特点，对这两种种过鱼方式进行进一步比选。

表 8.4-4 各种过鱼措施应用范围、效果以及优缺点

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果
仿自然旁通式鱼道		绕过大坝并呈模仿自然外观，呈现自然形式的鱼道。	适合于所有具有足够空间的障碍，对于现存的坝堰改善特别有用，在上游设计蓄水水位变化较大时不适用。	占地面积大，枢纽区两侧以及上游需具备布置空间，在地面设置深沟，需结合技术型鱼道构造。	可使所有水生动物种类通过（鱼类、饵料生物等），为流水性水生生物提供栖息空间，是唯一能够绕过大坝且能很好与当地环境结合的鱼道。
技术型鱼道 （狭槽鱼道、水池鱼道、丹尼尔鱼道等）		采用混凝土式通道，内部设有各式隔板、狭槽等，将水槽分隔成一系列互相沟通的水池，有时成阶梯式。	采用型式较多，适合于中、低水头大坝，或用于大坝改造增设过鱼设施。	难以适应于建设高坝水利水电工程。	鱼道型式多样，狭槽型鱼道可通过较大水流，便于形成较好的吸引水流，一般不易堵塞；水池型鱼道所需流量较低，较易堵塞；丹尼尔鱼道需较大的流量，不适宜上游水位变化频繁的区域
鱼闸		为凹形通道，上下游两端都有可控制的闸门，通过控制闸门的开关或往通道注水来形成吸引流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域。	较高的设计和建造技术要求，需要频繁地维护和运行，建造和维修费用高，但对水消耗较低，适用于需要考虑大型鱼类（如鲟鱼类）的地方。	主要适用于鲑鳟鱼类以及游泳能力弱的鱼类，对中、底层以及小型鱼类不适用。

类型	示意图	原理	应用范围	优缺点	效果
升鱼机过鱼系统		通过升鱼机和运鱼系统结合，将鱼类从河道提升后平稳运输至坝址上游。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，尤其适用于如高坝。	需要空间不大，在设计和建造上对技术要求较高，需频繁地维护和运行，建设和维修费用高。	对游泳能力弱的鱼类效果较好
集运鱼系统		与升鱼机作用原理基本相同，通过坝下集鱼设施把鱼收集后，利用陆域运鱼系统将坝下鱼类运至库区放流，达到坝下、坝上鱼类繁殖交流。	适用于高水头，或空间以及水流量有限区域，如高坝，通常与枢纽工程区地形、枢纽工程布置无关联。	需要空间不大，设施布置灵活，但所需集鱼、运鱼设施要求相对较高。其缺点是运行费用大，受诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。	目前国内尚无运行成功先例，过鱼效果有待跟踪研究
人工网捕过坝		在大坝的上、下游利用“人工捕捞——运输——放流”的方式使得上下游鱼类得以遗传交流	适用于任何水头的枢纽工程。	捕捞方式灵活，不受工程枢纽限制；但捕捞效率低，在深水区域难以捕捞；无固定设施，连续稳定实施作业难度大；捕捞、转运过程中易对鱼类造成伤害	国内有实施先例，效果有待进一步分析

1、升鱼机方案

升鱼机适用于高坝过鱼和水库水位变幅较大的水电站，也适用于长距离转运。采用升鱼机方案，一般在下游均设有诱导设施，诱导设施是鱼类过坝的一项重要辅助设施。在过鱼设施的进口设置拦鱼、导鱼和诱鱼设施，可以防止鱼类误入被截断的水域，并帮助鱼类及早地发现新通道的入口，可以使分散零星的游鱼汇集起来，提高过鱼效率。

升鱼机对于高坝过鱼效果较好，前苏联克拉思诺达尔升鱼机 1974~1978 年过鱼量统计表明，过鱼品种有鲟、草鱼、鲢、鲤、文鳊等 20 多个，年过鱼量约 20~120 万尾，平均年过鱼量 70 万尾左右。

(1) 布置原则

1) 升鱼机布置原则

升鱼机布置原则：升鱼机主要由诱捕鱼系统和过坝系统（包括运鱼系统、放鱼系统等）组成。运行时先通过诱捕鱼系统将下游鱼类诱入鱼道内，鱼类通过鱼道游入赶鱼栅池后，赶鱼栅将鱼驱赶至集鱼斗内，提升集鱼斗并将其放至运输小车上，然后启动地面轨道运输和过坝系统，提升集鱼斗转运到上游库区的运鱼船内，由运鱼船运输至库尾将鱼释放。

2) 诱捕鱼系统布置原则

诱捕鱼系统布置原则：诱捕鱼系统设计至关重要，鱼类能否发现并进入鱼道进口直接影响整个过鱼设施的过鱼成效，因此，升鱼机诱捕鱼系统设计的好坏是升鱼机成败的关键。

根据已有的研究成果，鱼道进口位置的选择遵循以下主要原则：

- ①常有水流下泄的地方，尽可能靠近鱼类能上溯到达的最前沿；
- ②进鱼系统下泄水流应使鱼类易于分辨和发现；

为了提高诱捕鱼效果，鱼道进口应布置于鱼类聚集水域。工程枢纽的建设改变了河道的水力条件，各种鱼类为自己选择与它们生活特点相适应的水域。通过对已建成水利水电枢纽鱼类聚集情况的调研分析发现，鱼类逆流而上，鱼类聚集在经常有水流下泄处。

3) 过坝系统布置原则

由于升鱼机是利用集鱼斗将鱼类运输过坝，集鱼斗空间狭小，不利于鱼类长期存活，因此，应将过坝时间尽量缩短；另外，过坝运输过程中应尽量保持平稳，减少运输过程对鱼类的伤害。

(2) 升鱼机布置

过鱼建筑物采用“短鱼道+升鱼机”方式，其中鱼道设置在电站尾水渠下游，进口与下游河床相接，由进口、普通池室、休息池室、赶鱼栅池、集鱼斗池（集鱼槽）、消力池和供补水系统等组成。诱鱼水流引自电站压力钢管，通过在电站压力钢管设置旁通管，将引水发电部分流量引入鱼道，通过消能阀消能并调节流量，使鱼道内的流速满足诱鱼要求。

升鱼机采用轨道式过鱼系统，主要由斜坡运鱼小车、斜坡轨道、回转吊车、卷扬机等组成。轨道贴右岸岸坡布置，从下游吊装系统处一直延伸至坝顶，水平投影长度为 719.17m。滑轨基础沿右岸山坡设置，为使滑轨顺畅衔接，在地形起伏较大处下设排架柱支撑，排架高度随轨道地形变化而变化，排架基础均坐落在基岩上。不同坡度轨道间设回转吊倒运，轨道与坝顶起吊平台相接，通过坝顶固定门机将集鱼斗池送至上游水库内。

(3) 升鱼机运行流程

升鱼机运行流程如下：

1) 通过调流阀控制鱼道内的流量，将鱼诱至鱼道内，鱼沿鱼道逆流而上，游至赶鱼栅池。

2) 将鱼诱至赶鱼栅池后，先将集鱼斗活动门打开并将其放入集鱼槽底部，启动赶鱼栅，将赶鱼栅池内的鱼赶至集鱼槽。

3) 利用回转吊车提升集鱼斗，将鱼箱提升至坝下运鱼轨道上的小车上，运鱼小车经卷扬机牵引沿斜坡轨道送至吊运坝顶，轨道变坡处可由回转吊车将运鱼斗转运至下一段轨道的运鱼小车上。

4) 坝顶回转吊车的移动小车移动至坝下运鱼轨道上方，小车吊钩下降后，自动钩住集鱼斗并将其提升至坝顶以上高程。移动小车水平移动至坝上游水库运鱼船内，由运鱼船将鱼运至库尾释放。

2、集运鱼系统方案

集运鱼系统主要包括集鱼设施和运输设施。集鱼设施根据水域特点和大坝辅助设施可分为移动式集鱼系统和固定式集鱼系统，其中移动式集鱼系统主要为集鱼船，固定式集鱼系统主要为集鱼平台；运输设施包括运渔船、运鱼车、码头、吊车等。

移动式集鱼方案，集鱼船可驶至鱼类集群水域，打开两端，水流通过船身，并采用补水措施调节进口流速，以诱鱼进入船内，再通过驱鱼装置将鱼驱入紧接在其后的运鱼船。运鱼船可通过船闸过坝，将鱼放入适当水域，在没有设置船闸的大坝，可以将鱼从活渔船中转入活鱼车，转运到合适的水域放流。国内目前已开展相关试验型研究，彭水水电站已开始进行规划设计和建设，尚无建成运行的集运鱼系统。集运鱼系统过鱼实践和效果的资料主要来自国外，如在顿河支流内马内奇河口水电站进行的试验中，8天就收集了鲢、鳊、梭鲈等鱼2.5万尾。集鱼船机动灵活，可选择鱼类密集水域，且能够在较大范围内变动诱鱼流速，集鱼效果相对较好，将鱼运往上游适当的水域投放，与水电站布置无干扰。其缺点是运行费用大，受下游河道水深和诱鱼效果的制约较大，特别是诱集底层鱼类较困难，噪音、振动及油污也影响集鱼效果。

受水深、地形、地质条件及枢纽布置条件等的制约，部分中高坝水利工程布置鱼道或集鱼船在技术和经济上不合理，通常采用一种综合性的集运鱼系统。即固定式集鱼系统，在坝下游设置集鱼设备进行诱鱼，并在集鱼设备出口进行集鱼。集鱼完成后，将集鱼池内的鱼转运至运鱼车中，由运鱼车运往上游适宜水生环境放流。这种形式的集运系统集运鱼连续，运行过程中不产生噪声和振动，不会对鱼类造成干扰，但因集鱼地点较为固定，集鱼效果较移动式稍差。

集鱼平台可布置在电站尾水渠或尾水渠下游河道内，若电站尾水与河道衔接处流态良好且流量流速满足诱鱼要求，集鱼平台可由电站尾水自行补水，若电站尾水与河道衔接处流态较差，可在集鱼平台末端设泵房抽水至集鱼平台通道内补水。集鱼通道下游至上游（逆流而上）主要功能区由拦鱼索、诱鱼进口段、集鱼通道、集鱼池（布置集鱼斗）、引渠段和闸门控制段组成，集鱼通道内设置有拦鱼栅和赶鱼栅。

本工程集鱼平台位于电站尾水下游河道右岸，总长 53.00m，沿水流方向分别为闸门控制段、引渠段、集鱼斗池、赶鱼栅池、进口段及进口闸门。

结合本工程实际地形地质条件及下游水深等综合考虑，集运鱼系统选择集鱼平台+运鱼车形式进行比较。

3、过鱼方案选定

现从技术特点及技术可靠性、水电站和场地布设条件、集鱼效果、过鱼能力、适用性及过鱼效果、施工难度、运行管理和工程投资等方面对两种过鱼方案进行综合比选，见表 8.4-5。

表 8.4-5 代古寺水利枢纽过鱼设施比选表

项目	升鱼机	集运鱼系统	结论
技术特点及可靠性	适于高坝过鱼和水库水位的较大变幅；机械设施结构复杂，进出口位置受水电站布置影响较大，以及诱鱼措施的有效性。	集鱼、运鱼过程均通过集鱼船、运鱼车等进行，便于布置及运行管理，对水电站建筑物影响较小。	集运鱼系统较优
水电站和场地布设条件	对水电站和场地布置造成一定干扰。	基本不涉及水电站和场地布置。	集运鱼系统较优
集鱼效果	受诱鱼措施影响。	机动性好，需要专业人员。	基本相同
过鱼能力	不能连续过鱼，过鱼能力一般，应用较少。	不能连续过鱼，过鱼需车船转运。	基本相同
适用性及过鱼效果	适用高坝，在做好诱鱼的条件下具有较好效果。	机动灵活，集鱼范围较广。	集运鱼系统较优
施工难度	基础施工和机电、金属结构设备安装技术要求高。	仅修建集鱼平台，施工难度小。	集运鱼系统较优
运行管理	使用机械设备多，故障率较高；运行管理简单，运行费用高。需建立集运鱼系统的专业技术队伍。	集运系统机械设备相对较少，运行管理简单，运行费用较低	集运鱼系统较优
工程投资	须在大坝与鱼道之间铺设斜坡运鱼缆车轨道并设置大型回转吊，投资较高。	虽需新增分鱼暂养系统及运鱼车，但相比升鱼机方案工程量少，设备简单，经济性更好。	集运鱼系统较优

由上表可知，本工程采用集运鱼系统和升鱼机均能使坝上、下游鱼类进行种群交流，促进其基因交流，从重要的技术可靠度、施工难度、运行管理及工程投资等方面集运鱼系统较优，故综合比较，推荐采用集运鱼系统方案。

8.4.3.3 过鱼建筑物布置及结构设计

(1) 集、诱鱼道设计流速与水深

设计流速：依据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL609-2013) 3.0.5 条，鱼道设计流速可取主要过鱼对象极限流速，条件允许时可兼顾主要过鱼对象喜好流速。本工程的主要过鱼对象为中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼等，依据《水利水电工程鱼道设计导则》(SL609-2013) 附录 A.2，鱼类的游泳能力利用公式 A.2.2 估算鱼类极限流速。本工程鱼道设计流速取 1.00m/s，下阶段结合鱼类游泳能力试验成果确定鱼道的设计流速。

设计水深：集鱼通道水深一般不宜小于主要过鱼对象体长的 2~3 倍，经综合考虑，取集鱼通道水深不小于 1.0m。

(2) 设计运行水位

本工程主要过鱼季节为 3~9 月，故取集鱼通道进口处最高和最低水位为集鱼通道的最高和最低诱鱼水位。集鱼系统进出口及集鱼通道底板高程设为 1660.50m。

因集鱼通道补水采用电站尾水自由过流的方式，故其最小水深为电站下放生态流量工况，此时 3 月份最小生态流量为 21.07m³/s，集鱼通道进口水位为 1661.62m，通道底板高程为 1660.5m，集鱼通道最小水深为 1.12m。集鱼通道内最大水深为电站满发工况，此时流量为 124m³/s，集鱼通道进口水位为 1663.07m，进口最大水深为 2.57m。

(3) 集鱼流程

鱼群沿着河逆流而上，游至集鱼通道下游。利用集鱼通道的水流制造一个适合鱼类上溯的诱鱼流场，使鱼类沿着集鱼通道进口上溯。集鱼通道中布置有区域水池，鱼类游至赶鱼栅池时，鱼类观察设施统计鱼类的数量，达到一定数量后启动赶鱼栅，将鱼驱赶至集鱼池；集鱼池上游侧设置拦鱼栅防止鱼类上游，集鱼池内布置提升舱，当鱼类进入集鱼池（集鱼箱）后，起吊排架开始提升集鱼箱，提升至转运平台；将提升集鱼箱内的鱼经鱼类分类设施分类，转运至运鱼箱，再通过运鱼车装载运鱼箱运送到库尾码头放流。

(4) 集运鱼系统主要设施

1) 集鱼系统

集鱼系统位于坝址下游约 659m，发电厂房尾水处，布置于右岸。由诱鱼进口段、赶鱼栅池、赶鱼台车及赶鱼栅、集鱼池、固定拦鱼栅、运鱼斗、电动葫芦及自动抓取设备、水平运鱼排架等组成。

诱鱼进口布置在靠近电站尾水渠下游右岸，既能保证常年有下泄水流，又接近于鱼类上溯能到达的最前沿，受坝体阻隔，坝下上溯鱼类也一般均会聚集在坝址下方，为理想的鱼类诱集区域。

集鱼通道体型为 U 型槽结构，长 53m，高 14.5m，墙顶高程为 1672.50m，底板底高程为 1658.0m，底板顶高程 1660.50m，底板厚 2.0m。其中进口段长 14m，设一平板检修闸门，门高 3.5m。集鱼斗池段长 15m，其中集鱼斗坑长 2.0m，集鱼池长 13.0m，集鱼斗池上部设混凝土排架，排架高 7.8m。引渠段和闸门控制段长均为 12m，其中闸门控制段设一道平板工作闸门，闸门前设一道拦污栅。

赶鱼栅与赶鱼台车通过螺栓连接在一起，赶鱼台车安装高程为 1667.0m，可带动赶鱼栅沿水流方向移动，赶鱼栅尺寸为 2m×3.5m（宽×高）。平时赶鱼栅翻转至水面以上，需赶鱼时翻转至与水流方向垂直，赶鱼台车向上游侧集鱼池移动，把鱼赶至集鱼池。

集鱼箱是从集鱼池集鱼后，在鱼的转运过程中使用的储鱼设备，材质为不锈钢。集鱼箱深 1m，宽度 2.0m。集鱼箱底部设活动门，可通过固定在鱼箱上的 20kN 液压杆打开和关闭。

2) 运鱼系统

本工程集运鱼系统转运系统运行方式是由集鱼箱通过轨道排架抵达集运鱼码头后装入运鱼箱，再通过运鱼车装载运鱼箱运送到库尾码头放流。

运鱼箱用于转运鱼类的暂养储存，时间较长，因此，结合维生系统进行设计。考虑到设备投资与起吊设备的安全运输问题，运鱼箱不可过大，但若过小则会降低运输效率，根据国外运鱼箱普遍设计的参数，本方案运鱼箱拟采用为长 2.0m，宽 1.5m，高 1.0m。箱体装 2m³ 水，鱼和水总重约 2t。为保证箱体中水质达到运

输要求，运鱼箱中设有鱼类维生系统，该系统主要包括控温系统、充氧系统、水质监测系统及砂滤系统。

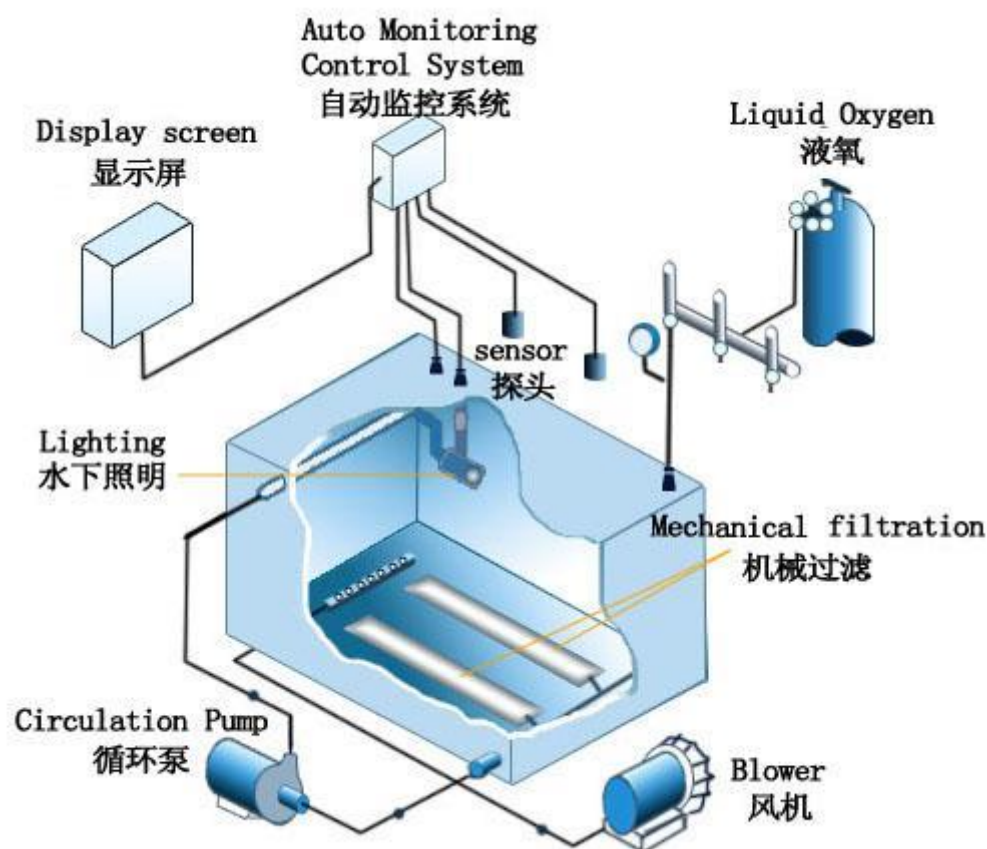


图 8.4-16 运鱼箱主要部件示意图

运鱼车主要用于活鱼箱的转运。由于运输时活鱼箱中鱼和水的最大重量为 2t，加上活鱼箱自重，建议采用 5t 平板车作为活鱼箱运送装置。平板车上可以设置定位脚以便运输过程中活鱼箱的固定。

库尾设一处放流平台，一处设在水库正常蓄水位回水末端。放流平台尺寸为 10m×10m（长×宽），与外部道路和放流道路相接。放流道路底坡为 1:10，路宽 4.0m，道路末端低于相应水位 0.5m。放流平台和放流道路均采用 20cm 厚的混凝土路面，平台和道路两侧设不锈钢栏杆，栏杆高 1.2m。

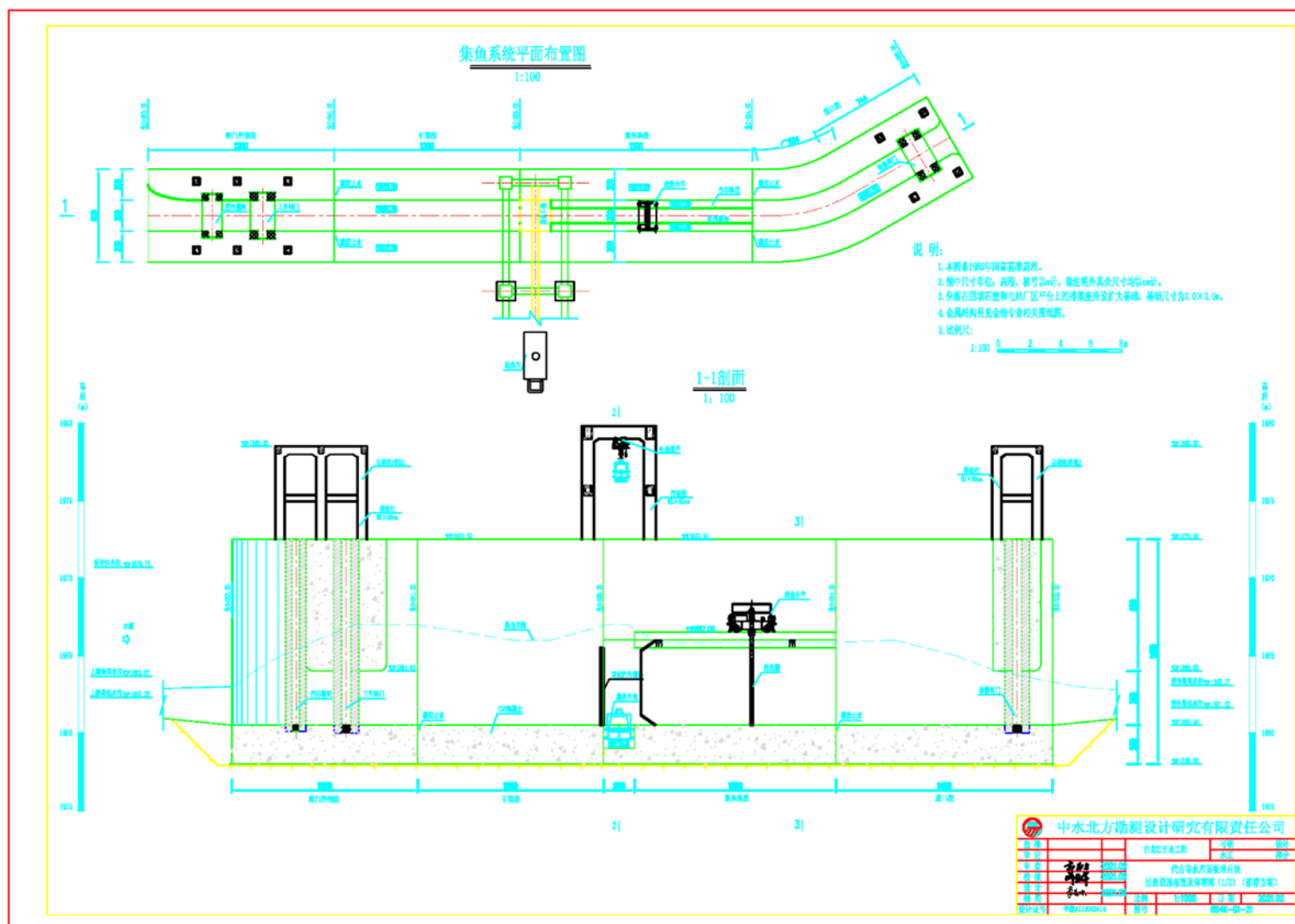


图 8.4-17 集鱼系统平面布置及剖面图 (一)

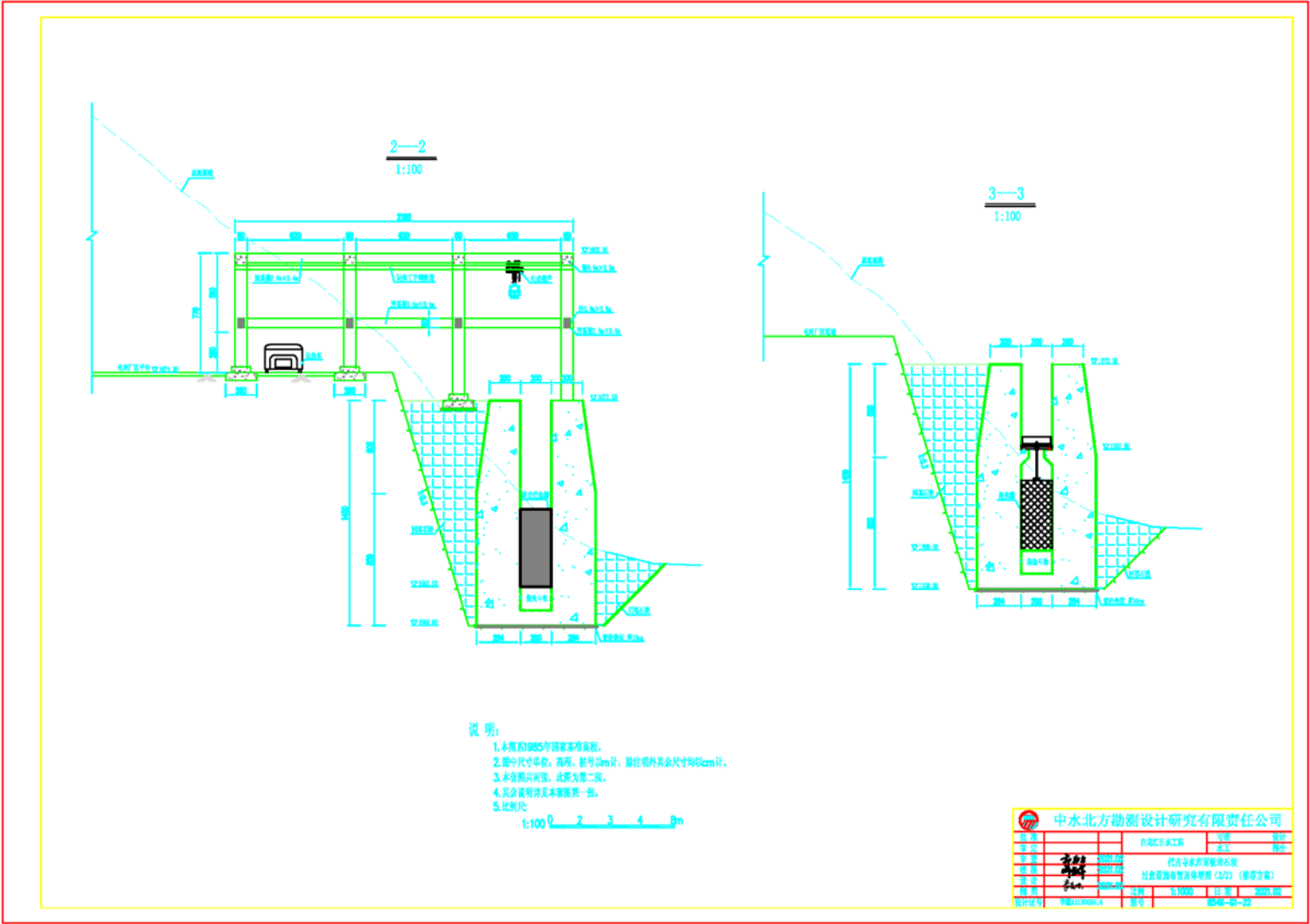


图 8.4-18 集鱼系统平面布置及剖面图（二）

8.4.4 增殖放流

8.4.4.1 放流对象

增殖放流种类的选择遵循了以下 3 点要素。一是由于工程施工和运行受到影响较大的物种。二是人工繁育成功且可以稳定开展增殖放流的物种。三是资源量下降较为明显的物种。结合施工和运营对工程区域影响，确定增殖放流对象为重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼等 4 种土著鱼类，前期放流重口裂腹鱼，3~5 年取得人工驯养繁殖成功后放流以上四种土著鱼类。

8.4.4.2 放流规模、规格及周期

增殖放流数量的多少一般与增殖放流的目标，放流水体自然环境、水文气候、理化性质、饵料生物资源、鱼类资源现状和种群结构特点以及放流对象生物学特性、规格大小与质量、放流频次和时间等相关联，水利水电工程建设后实施的增殖放流保护措施，属补偿性放流，因此，增殖放流数量的确定还与工程建设和运行对鱼类资源的影响范围和程度紧密联系。

考虑白龙江引水工程枢纽上游 380 米处已有代古寺水电站大坝，第二年开始按年度放流。考虑项目增殖放流站的建设周期，前 2 年每年放流苗种不少于 60 万尾，其中在现有坝址上游投放 20 万尾/年，下游 40 万尾/年；后 4 年每年放流苗种不少于 90 万尾，其中在上游 30 万尾/年，下游 60 万尾/年。水库建成蓄水后，由项目增殖放流站承担长期放流任务，每年 30 万尾，上下游各投放 15 万尾/年。各时段具体放流物种由所在地市州渔业行政主管部门根据苗种供应情况及资源状况确定。

根据重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼生长周期和摄食特性，结合近年来重口裂腹鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼增殖放流招标的规格和成功经验，本评价要求放流的上属鱼类苗种规格为 6cm 以上。

根据该工程影响程度，本评价要求在该工程开工之日起第二年实施增殖放流，每年在 9 月底前开展增殖放流活动，增殖放流活动要自觉接受渔业行政主管部门和保护区管理机构的监督。

8.4.4.3 增殖放流站设计

(1) 选址及布置

鱼类增殖站紧邻代古寺管理区西侧，位于代古寺厂区下游侧约 3.5km 处的迭部县洛大村，地处白龙江左岸，东侧为洛大校及乡政府，北侧紧邻 S313 省级公路，交通便捷。鱼类增殖站办公楼临近代古寺管理区布置在用地西侧，车间布置在用地东侧，功能分区明确。内部内围绕公共区域作环形道路，内部增设支路连接各建筑。主干道路宽度为 7m，支路为 4m，各支路末端设置回车场，满足消防救援的要求。在主入口附近设置停车场，方便人员出入。区内建筑周边以绿化为主，在人员聚集场所或活动场地辅以硬质铺装，满足功能及景观需要。

(2) 技术工作流程

人工增殖放流站的主要工作任务是进行放流对象野生亲本捕捞、运输、驯养，实施人工繁殖和苗种培育，提供苗种进行放流。增殖放流站不仅需要有专门的亲鱼、孵化设施、苗种培育池、亲鱼培育池及其它附属设施，而且还需要有丰富经验的专门技术人员。具体的技术工作流程如下图：

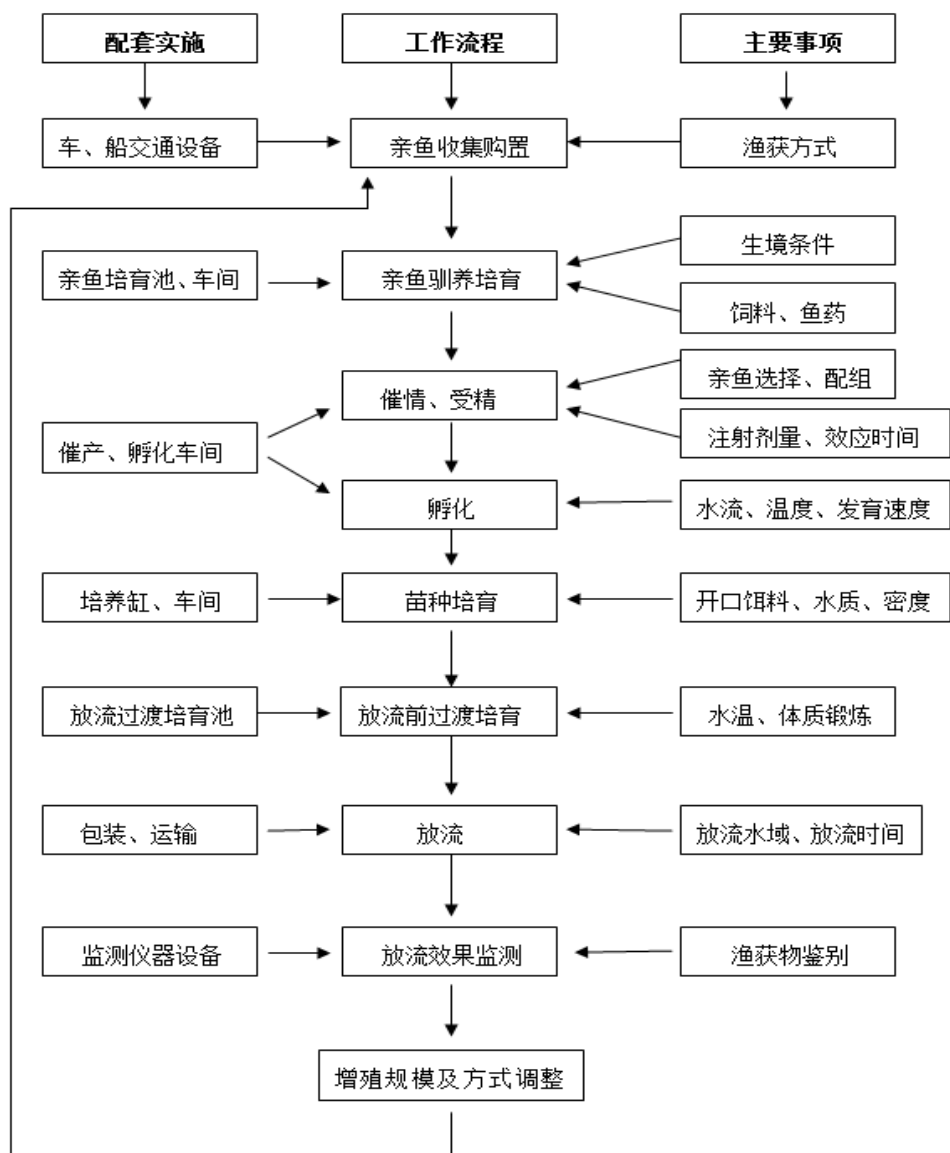


图 8.4-20 增殖站技术工作流程图

(3) 增殖放流站总体设计

本工程增殖放流站规划建设占地 20 亩，主要设施包括室内产孵车间，室外蓄水池、后备亲鱼池、饵料培育池等，及其它配套实施如办公用房、试验用房、供电、供水、交通、通讯等相关设施。增殖放流站各设施的布局可根据场地实际情况，并结合景观进行设计。主要设施说明如下：

蓄水池：蓄水池的水主要为保证产孵车间用水，其余鱼池用水一般是根据需要直接抽取入池。蓄水池一般位于增殖站用地的最高处，根据养殖水体的体积和换水率、拟建增殖放流站地形布置。

亲鱼培育池：亲鱼培育是鱼类繁殖的关键环节，性腺发育良好的雌雄亲鱼是鱼类人工繁殖的物质基础。亲鱼对水体条件要求较高，常规方式培育亲鱼放养密度一般为 $0.15\text{kg}/\text{m}^2$ ，亲鱼培育放养密度主要由水体溶氧决定，如果采用微流水、流水培育方式，则可以增加放养密度。亲鱼培育采取微流水方式，以保证亲鱼充足的溶氧和一定的水流刺激。采取的方式为：平时内循环流水，每 5 天更换 1 次水体（即每天更换 20% 的水量）。

鱼种培育池：一般池深 1m，地面露出 0.6m，地面下挖 0.4m。水泥池结构为砖墙加水泥底，底部进水口高，出水口低。进各池支管为 φ 水泥池结构为砖管，支管与地面成水平进入池内，池壁外用相应球阀控制。培育池的另一端排水，拦鱼设施、排水管、控制水位管、球阀和集鱼池等结构同室内水泥鱼种培育池。为便于排水，池底需有一定坡度，排水管 $\varphi 110\text{mm}$ 。

活饵料培育池：一般位于增殖站地势最低处，在培育池内衬砌 20cm 厚的 C20 混凝土用以防渗。池的一端上部进水。另一端底部排水，池内每 0.4m 高设置 1 个溢水口，最上面的溢水口为 1.2m 高，溢水口为阶梯式，具体结构同亲鱼培育池。

催产池：要求池底面向中心斜为 15 度，中心排水口直径 110mm，要有防逃板。

鱼苗培育缸：苗种培育成活率的高低与开口摄食密切相关，只有适时开口摄食了饵料的鱼苗才能成活。鱼苗开口期的合理放养密度、饵料大小和密度、水质条件等直接影响鱼苗能否及时开口摄食。为了提高鱼苗培育的成活率一般采用鱼苗培养缸，培养缸为直径 1.0m 的玻璃钢圆形缸，缸深 0.8m，控制水位 0.6m。

产孵车间主要主要仪器设备配置：①多功能水质分析仪；②室内养殖水处理系统，包括自动过滤器。③鱼苗孵化系统，包括底冲式孵化桶 40 套，直径 1m 的玻璃缸 120 个等。

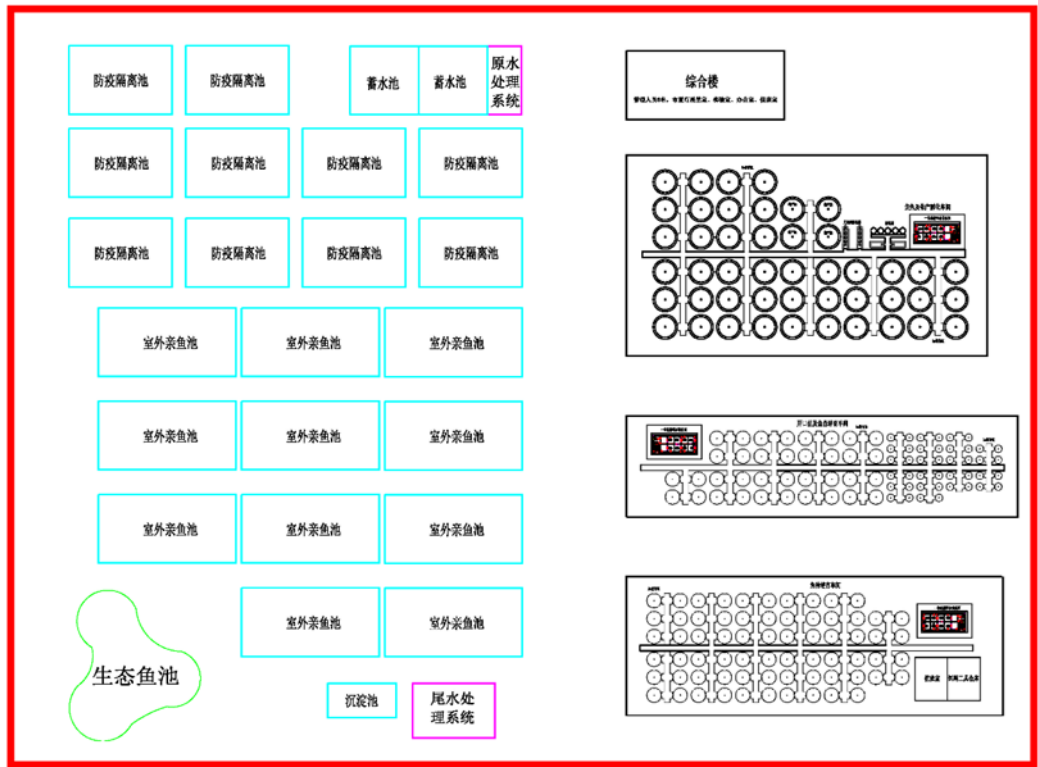


图 8.4-21 增殖放流站示意图

8.4.4.4 鱼种来源

增殖放流工作应根据《中国水生生物资源养护行动纲要》、《水生生物增殖放流管理规定》等规范性文件执行。放流种苗供应单位应选择信誉良好、管理规范、具备相应的技术力量的原良种场和良种繁育场、鱼类资源增殖站、野生动物驯养繁殖基地或救护中心以及其它具备相关资质的种苗生产单位,可通过招标的形式让专业团队来完成增殖放流的工作。放流的幼鱼必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须是无伤残和病害、体格健壮,符合鱼类行政主管部门制定的放流苗种种质技术规范。

统筹考虑白龙江甘肃段的鱼类增殖放流任务,综合考虑鱼种来源及鱼类运输距离等因素,白龙江甘肃段已存在 3 个增殖放流苗种供应单位,尚需为本项目新增一座新的增殖放流站。项目建成后,白龙江甘肃段的鱼类增殖放流任务拟由本工程新建的增殖放流站和现有 3 个增殖放流苗种供应单位完成。

8.4.4.5 放流地点

统筹考虑白龙江的鱼类增殖放流任务，本规划增殖放流的地点为白龙江麒麟寺水电站库尾以上白龙江干流河段，包括白龙江迭部段、舟曲段、宕昌段、武都段、文县段等江段。增殖放流的具体地点由当地渔业行政主管部门确定。

8.4.5 拦鱼措施

根据前面的分析，虽然白龙江引水工程建成运行后不会发生外来种入侵对本地水生生态造成较大影响的结果出现，但是一旦鱼类或者幼鱼进入输水管道，可能会使个体死亡，降低水源区鱼类资源量，因此，需要采用一定的拦鱼措施阻止鱼类进入引水。

一般的拦鱼设施分为机械和电器两种，前者又分为栅栏和网栏两类。如果在引水口设置多层金属拦鱼栅、网、尼龙拦鱼网等机械拦鱼网，运行过程中由于拦鱼网网眼较小，容易造成堵塞，甚至破坏拦鱼网，因此后期的维护和投资较大。拦鱼电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。电栅拦鱼的效果取决于鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。鱼的特性主要包括洄游习性、集群性、逃避习性和鱼的抗流能力。上述特性对电栅拦顺水鱼的成败起决定性作用，设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处的电栅栏顶流性强、集群性好、逃避方向由浅向深、由小水面向大水面逃离的鱼成功可能性就高。实践表明，电拦鱼栅是一种有效的拦截鱼类的行之可效的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响正常的排污、泄洪，维修也极为方便，通过已有的多项应用实例来看，拦鱼效率在 90%以上。

具体拦鱼电栅方案设计需根据地形、水深、水宽、流速、电导率及拦鱼种类、大小、分布水层等进行专题研究设计。

对于鱼卵、无主动游泳能力的鱼苗、游泳能力较弱的幼鱼和小型鱼类成鱼可能随水流进入引水口而导致鱼类资源损失的问题，目前尚无有效阻挡措施，可加强相关科学研究和试验，尽早开发有效的解决方法，同时通过增殖放流对鱼类资源进行补充。

本工程拟在取水口、电站引水口、集鱼通道进口临河道侧至河左岸设置电赶拦鱼装置。

8.4.6 渔政管理

本工程的代古寺水库位于甘南藏族自治州，由于受宗教信仰和生活习惯等原因，鱼类捕捞较少。在长江十年禁捕的背景下，应进一步加强渔政管理，严禁非法捕捞对鱼类资源的破坏。

另外，藏族同胞有放生的习俗，在鱼类资源调查中也采集到外来鱼类，可能是由于放生、养殖等引入，这些外来鱼类可能会对土著鱼类和河流生态系统带来严重的生态风险，因此应加强监管，积极宣传和引导。

由于本工程为跨流域引调水工程，输水线路长，施工范围大、时间长，涉及水源区和受水区河流、水库等，应加强施工期管理，应加强对施工人员生态环境保护法律法规的宣传教育，禁止施工人员捕捞等对鱼类资源的影响。

8.4.7 鱼类资源本底调查、跟踪监测及评估

（1）开展鱼类资源本底调查

1) 调查的范围

统筹考虑白龙江甘肃段的鱼类监测任务，现场在白龙江干流布设 10 个具有代表性的断面采集浮游生物水样和底栖动物的泥样，从上游至下游依次为白龙江干流碌曲段、白龙江干流新建代古寺枢纽库区 2 个断面和枢纽下游舟曲段 2 个断面、宕昌段 1 个段面、武都段 2 个段面、文县段 2 个段面。并在白龙江干流的激流段面、河湾、浅水草滩、已建成的水电站库区、减水河段、尾水河段和自然保护区及水产种质资源保护区所在具有代表性的河段捕捞鱼类标本。同时在上述区域开展营水生生活的两栖类、爬行类和哺乳类动物资源调查，并调查水生维管束植物资源现状。

2) 调查的内容

①水生生境

水生生境调查内容主要为水域形态结构、水文情势、水体理化性状和底质。其中，水域形态结构调查内容为水体宽度，沿岸带特征，河床形态特征，自然或人工阻隔情况，过鱼通道建设情况等。水文情势调查内容为流速等。水体理化性状调查内容为水温、溶解氧、透明度、电导率、色度、pH 等。底质调查内容包括水体底质类型和特征。

②鱼类资源

调查鱼类种类、分布、生物学特性、种群结构、优势种群、区系组成等。鱼类生物学调查主要调查鱼类栖息、摄食、生长和繁殖等生物学特征。调查鱼类“三场”（产卵场、索饵场、越冬场）。

③其他水生生物资源

水生生物主要调查监测浮游植物、着生藻类、浮游动物（原生动物、轮虫、浮游甲壳动物）、底栖动物分布、种群结构、优势种群等，以及营水生生活的两栖类、爬行类和哺乳类、水生维管束植物的种类组成及分布情况。

3) 调查的方法

本底调查遵循《内陆水域渔业资源调查手册》（张觉敏、何志辉等主编，1991年10月中国农业出版社出版），《河流水生生物调查指南》（陈大庆主编，2014年1月科学出版社出版），《水库渔业资源调查规范》（SL167-96），《渔业生态环境监测规范》（SC/T9102.3-2007），《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T9402-2010）等规范。

4) 调查的周期

鱼类资源本底调查自该工程正式批复后的第一年开始，由项目业主单位委托省内具有鱼类资源本底调查技术力量和能力并开展过鱼类资源本底调查的单位承担，连续开展2周期年的鱼类资源本底调查，每年每季度开展一次，编制白龙江干流甘肃段鱼类资源本底调查报告。

（2）水生生物资源跟踪监测及评估

1) 跟踪监测的范围

统筹考虑白龙江甘肃段的鱼类监测任务，重点考察白龙江引水工程影响范围，确定水生生物资源跟踪监测的范围为白龙江干流甘肃段（迭部至麒麟寺水电站库尾以上河段）。在白龙江干流布设10个具有代表性的断面进行调查，从上游至下游依次为白龙江干流新建代古寺枢纽库区2个断面和枢纽下游舟曲段2个断面、宕昌段1个断面、武都段2个断面、文县段3个断面。具体监测断面由项目业主单位委托的监测单位根据现场实际情况确定。

2) 跟踪监测的内容

①鱼类

跟踪监测鱼类种类、分布、种群结构、优势种群、区系组成等要素变动状况；跟踪监测鱼类“三场”（产卵场、索饵场、越冬场）变动状况；跟踪监测增殖放流鱼类成活率、生长、繁殖等状况。

②其他水生生物

跟踪监测底栖动物、营水生生活的两栖类水生动物种类、分布等要素变动状况

3) 跟踪监测的方法

跟踪监测的方法与鱼类资源本底调查监测的方法相同，根据《内陆水域渔业资源调查手册》（张觉敏、何志辉等主编，1991年10月中国农业出版社出版），《河流水生生物调查指南》（陈大庆主编，2014年1月科学出版社出版），《水库渔业资源调查规范》（SL167-96），《渔业生态环境监测规范》（SC/T9102.3-2007），《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T9402-2010）进行调查监测。

4) 监测的周期及成果

监测时限为17年（施工期7年，运行期10年），自该工程开工当年开始，跟踪监测水生生物资源，每年开展2次，次年及以后诸年监测结果与前一年监测结果比对，按年度编制水生生物资源跟踪监测报告，从开始监测次年起按年度完成资源状况评估报告，报省级渔业行政主管部门和项目业主单位备案。

8.4.8 加强宣传教育

建设单位应加大对管理人员和施工人员的宣传教育力度，开展保护生态环境和鱼类的专题宣传教育活动，特别要加大渔业法律法规的宣传力度，提高管理人员和施工人员保护生态环境及鱼类的意识，自觉贯彻执行渔业法律法规。在白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区沿岸制作保护鱼类的大型宣传牌6座，警示牌20个，并在白龙江干流舟曲县、宕昌县、武都区、文县各建设2座大型保护鱼类宣传牌，共建设8座宣传牌，在舟曲县、宕昌县、武都区、文县建设保护鱼类的警示牌40个，在项目开工后2年内建成。在白龙江舟曲段特有鱼类省级

水产种质资源保护区白龙江干流沿岸制作保护鱼类的大型宣传牌 2 座，警示牌 8 个，在该工程建成运营后建成。

8.4.9 建立乡村共管机制，完善社会参与制度

建立乡村共管机制。明确水产种质资源保护区周边居民的生产生活边界，项目业主单位与项目影响保护区周边区域乡镇和村社签订渔业资源保护协议，共同保护水产种质资源及其生态环境。业主单位协助保护区管理机构设立生态管护公益岗位，吸收保护区周边村民参与渔业资源保护区、保护区管理和管护工作等，费用由业主单位承担。在工程建设用工、投劳等方面优先考虑安排周边群众；通过提供信息、技术及服务等，积极为周边群众创造第三产业就业渠道，切实提高周边群众经济收入。乡村共管具体内容及方式由保护区管理机构和项目业主单位与有关乡镇、村舍共同制定，业主单位进行监督。

8.4.10 科学研究

白龙江引水工程实施后对白龙江水生生态将产生累积性、长期性影响，需要开展深入科学研究，逐步优化完善保护措施，尽量减缓工程影响。建议从以下几个方面开展研究。

（1）鱼类放流效果监测与评估研究

为保证鱼类增殖站增殖放流任务高效完成，并达到放流苗种在自然环境中较好的生存、繁衍的目的，需开展相关的增殖放流技术研究，主要开展对增殖放流对象的生态学和繁殖生物学调查、野生亲鱼的采集与驯养技术、人工繁育技术、大规模苗种培育技术等内容；同时开展增殖放流效果监测与评估，对放流苗种的标记回捕，对增殖放流效果进行监测与评价，不断改进和优化增殖放流方案，为资源增殖和物种保护提供科学依据。

（2）鱼类栖息地保护规划

通过对白龙江流域河道的连通状况进行调查与评价，提出库区及坝下的连通性修复方案，对工程影响的河段进行鱼类栖息生境保护与修复方案研究。

（3）青石爬鮡人工繁育技术研究

青石爬鮡等被列为《中国国家重点保护野生动物名录》Ⅱ级保护动物，其喜急流生境，种群规模较小，人工繁殖技术尚未突破。本工程运行后对其影响较大，

被列为本项目增殖放流远期放流对象。需开展青石爬鮡人工繁殖技术研究，尽快攻克繁育、放流等技术难题，尽早开展增殖放流。

（4）工程对白龙江水生生态长期生态效应研究

本工程对坝下白龙江至河口水生生态影响及对流域的长期生态效应十分复杂，需开展长期的生态效应研究，及时防范可能出现的生态问题，提出预警和减缓对策措施。

（5）生态调度研究

代古寺水库建成后，将对水源区及下游水文情势产生影响。根据代古寺水库调度运行方式和生态环境特点，运行过程中可能引发的低温水下泄、生态流量不足、人造洪峰缺失、应急调度不完善等生态问题或环境隐患，为改善上述问题，开展生态调度研究，为优化水库调度管理提供支撑。

（6）鱼类栖息地保护相关技术研究

根据代古寺水源区水生生态现状及需求，对栖息地保护技术（如河道连通、生境再造等）适用性、可行性进行研究，提出有针对性保护措施。

（7）土著鱼类驯养繁殖技术研究

鉴于裂腹鱼亚科鱼类为青藏高原特有鱼类，其繁殖习性和规率具有较强的生境和水文条件的限制，拟依托白龙江流域甘肃段现有 3 个增殖放流苗种供应单位已掌握重口裂腹鱼人工繁殖及苗种培育技术，利用现有场地、技术人员，许可其在自然水域采捕一定数量的齐口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、中华裂腹鱼三种鱼类亲本，开展亲鱼培育、催产、孵化、苗种培育等技术科学研究。

（8）低水头坝过鱼通道研究及试验

整个白龙江流域甘肃段水电开发强度较高（36 级电站），高坝大库对鱼类资源产生深远而又持久的叠加影响。同时，白龙江各支流也存在水头较小的坝体，加剧阻隔鱼类种质资源的自然交流，特别是对具有溯河产卵习性和洄游习性的鱼类产生加大的影响，导致近亲繁殖和无法完成繁殖过程。为了切实解决低水头坝对鱼类种质资源特别是基因自然交流的阻隔影响，需开展低水头坝过鱼通道的研究。

研究内容：研究设计低水头（5 米以下）拦河坝过鱼通道并试点试验，为境内白龙江水系支流低水头拦河坝提供过鱼通道模式。

（9）支流生境替代关键技术及鱼类生境再形成过程研究

以腊子沟支流为鱼类生境替代补偿实施对象，借鉴长江干流开发赤水河支流保护的经验和通过修复腊子沟支流的河流连通性、典型生境（产卵场、索饵场、育幼场）重建，但替代支流发挥怎样的保护效果及干流对其的影响仍不清楚，需要对鱼类典型生命过程进行跟踪监测、揭示支流鱼类种类组成与群落结构的差异特征、阐明梯级开发下鱼类支流生境替代效果以及干流工程建设对其的影响，科学评价支流生境替代对于鱼类资源保护和增值目标的实现程度。主要需要开发适用的监测技术与设备、长期跟踪监测研究保护鱼类的生境特性和保护鱼类得生境重塑理论与技术。

建议开展以下几项研究内容：

- 1) 高原山区河流的水动力指标与重要生境特性；
- 2) 保护性鱼类的关键行为跟踪；
- 3) 基于鱼类全生命过程的生境修复关键技术；
- 4) 支流替代生境鱼类种群演化与结构重塑效果评估。

8.5 环境敏感区保护措施

8.5.1 自然保护区保护措施

8.5.1.1 甘肃多儿国家级自然保护区保护措施

（1）建设方案优化措施

1) 精心优化设计，严格按照项目设计相关规范和自然保护区管理规定，统筹协调工程建设与生态保护的关系。

2) 优化施工组织方案，按照《建设项目环境保护设计规定》和保护区特点，优化施工组织方案设计，制定和完善环境保护措施，降低施工对保护区生物多样性的影响。合理布局施工场地：场地建设应尽可能减少占地规模，尽量使用废弃土地和难利用地，远离保护区及重点生态区域，最大限度降低对自然生态、森林植被和水源地的破坏。科学安排施工时间：施工时间应尽量避免鸟类和鱼类等野生动物繁殖、育幼期和集中觅食活动时间（如凌晨、黄昏）。若无法避开，施工

期间应加强管理、注意监视，采取有效措施最大限度的减轻工程施工对野生动物的干扰。禁止在保护区内设置取土场、弃渣场、料场、搅拌场、预制场和施工生活区。

3) 加强施工管理，加强监督检查。严格限定施工活动范围，严禁乱堆乱放，严禁乱弃乱排，杜绝野蛮施工，规范作业、安全生产、文明施工。

(2) 环境保护措施

1) 加强建设、运营期宣传教育工作。建设期，应设置保护区警示标志牌 1 个；运营期，在保护区淹没范围周边增加界碑和警示标志牌各 1 个，保护区应对进入该区域生产运营人员加强生态保护教育，提升其保护意识，同时加强区域巡护，努力将运营期产生的负面影响降到极微。

2) 健全规章制度，落实保护责任。工程建设单位要建立健全施工管理规章制度，落实生物多样性和环境保护管理责任人与责任。施工过程中严格遵守各种环境保护规章制度，规范施工，对违反规章制度施工造成生态环境破坏或生物多样性造成严重影响的行为要严肃追究责任。

3) 加强“三废”防治与处理，对施工过程中产生的弃渣、建筑垃圾、废料、废污水等应统一收集，能外运的运出保护区集中进行无害化处理，无法运出的应就地定点处理，清洁排放，防止对自然保护区生态环境造成污染。

4) 植物保护措施：项目施工过程中移植的受保护植物物种，施工单位或者委托保护区机构，加强项目后期的生态抚育与管理，保障移植的成活率与生态效果。对施工中占用的临时用地要尽快恢复；对因项目实施可能造成水土流失危害的区域应实施对应的水土保持措施。

5) 动物保护措施：与保护管理机构相协调，设置小型生态监测站和鸟类救护站，对保护措施的效果进行观测，并对受伤动物及时进行救护。加强对施工、工程维护人员的环保教育，严禁捕猎野生动物，如在工程周围遇到鸟巢雏鸟和野生动物，需在林草部门和生态环境部门专业人员的指导下进行妥善安置。定期对工程沿线生态保护和防护措施及设施进行检查，及时修复遭破坏的设施，监测和记录这些措施和设施在减缓对野生动物影响方面的作用，并进行动态调整与更新。

(3) 生态管理与监理

1) 生态管理

根据国家环境保护管理相关规定,工程建设与管理机构应设置专门的生态保护机构,安排专业生态保护和管理人员,对保护区施工标段的施工与运营中的生态保护工作进行管理。施工期生态管理的核心工作是减少人为扰动,避免对特殊物种的干扰与破坏。

2) 生态监理

与主体工程监理阶段划分一致,本项目的工程生态监理阶段分为施工准备阶段,施工阶段以及交工验收与缺陷责任期三个阶段。

①拟建工程生态监理范围为项目建设区与工程直接影响区域,包括施工营地,临时道路等。

②监理内容包括野生动物保护、植物与植被保护等生态保护工作的所有方面。

③根据相关要求,工程环境监理工作作为工程监理的一个重要组成部分,纳入主体工程监理体系。

④监理工作内容。本项目生态监理的工作内容主要是生态保护措施与工程的监理。措施监理主要是指为落实生态保护,针对沿线及保护区提出的各项软性管理措施,如生态保护意识教育,法规宣传,施工人员行为规范等,生态工程监理包括各项生态补偿生态修复工程措施,如施工围栏、植被修复,占用林地异地生态补偿等。

⑤监理组织机构及工作制度:生态监理是工程监理的一项组成,建议由专门机构实施生态监理工作拟建项目设立生态总监(或由总监兼任),主管工程生态监理工作,生态监理办负责组织实施,在保护区标段设立生态监理代表处和生态监理驻地办具体承担监理任务。现场生态监理工程师由专业机构生态专业人员担任。工程生态监理的工作制度包括:生态监理会议,生态监理记录与报告、人员培训、函件来往,生态监理奖惩。

8.5.1.2 甘肃白龙江阿夏省级自然保护区保护措施

(1) 生态避让与减缓措施

1) 植被保护措施

施工过程中要尽量减少占地建设，若开挖区域的地表覆盖有自然植被，地面表层土必须单独开挖，以用于日后回植。

严格控制施工范围，施工机械及车辆应在工程规划的范围内作业，不得擅自行驶出作业区，不得任意碾压植被。

施工所用的建筑材料不得在保护区内随意堆放，需临时堆放的物料必须堆放在保护区的建设用地内，严禁堆放在有自然植被分布的区域。

施工现场的人行和机械便道在通行前要铺垫草帘、棕垫、道木等对地表植被进行保护和隔离，防止植被被直接踩踏；施工结束后及时去掉遮盖物，并做好植被的养护或恢复工作。

现场施工临时用地时，如遇保护树种，在满足工程可行性的条件下，应占地的位置选择在林地范围之外，以减少对林地植被的破坏和占用；若确实无法避免，应尽量选择在林间空地内进行开挖，并且严格控制开挖面，以减少对乔木和灌木的砍伐。

2) 野生动物保护措施

在野生动物活动的主要地段，应加快施工进度，施工时尽量避开野生动物的繁殖期，尤其是繁殖配对和产仔期。施工期间主要会对大型哺乳动物的繁殖产生影响，对鸟类和小型哺乳动物的影响很小。

严禁在野生动物栖息地、繁殖地和主要迁徙通道上停放施工机械、修建施工营地。

施工时应避免高噪声施工设备同时运行使用，以免对野生动物产生过度惊扰。施工过程中发现受伤、病残饥饿、受困、迷途的野生动物时，需及时与保护区管理局联系，采取合理的救助措施。

3) 施工管理措施

合理安排作业时间，避开敏感时段施工，避免大量高噪声设备同时运行，严禁午间（12:00-2:00）和夜间（22:00-6:00）进行有噪声污染的施工作业。根据《建

筑施工场界噪声限值》(GB 12523-2011)中的规定,昼间施工时噪声应低于 70 dB(A),夜间施工时噪声应低于 50dB(A)。

大风天气(四级及四级以上,风速为 7 m/s 以上)应停止土方开挖、渣土运输等易产生扬尘的作业,必要时需进行洒水处理,以减少粉尘、扬尘等带来的大气污染。

施工时,建设材料的运输应尽量利用保护区内的现有道路,大型机械和车辆不得在林地内随意停放或行驶。

灰土搅拌点要远离保护区、居民区、河流等环境敏感点;禁止在保护区内搭建临时施工营地。

工程开挖出来的土方要随施工进度随时回填,剩余土方如不能及时回填或用于平整,要求全部运出保护区集中堆放,并采用遮雨布进行遮盖,工程最终剩余土方可用于施工营地周围的土地的平整。

所有的工程性弃渣、工程废料等必须全部运出自然保护区集中保存、回收或处理,禁止在保护区内堆放和丢弃。

4) 人员管理措施

施工方要制定详细的施工工作方案和规章制度,定期对施工人员进行生态保护、生产安全教育和培训,施工期间安排 1~2 名生产安全监督员在施工现场监督、规范施工人员的行为,杜绝非法破坏保护区野生动植物资源现象的发生。

加强防火安全教育,严禁野外不合理用火,严防火灾的发生。

在施工区沿途显著位置设立“保护区范围内禁止破坏野生动植物”“保护生态环境”“严禁野外用火、严防林草火灾”等宣传牌和警示牌 25 个,以提醒施工人员依法保护保护区的生态环境和自然资源。

5) 生物安全措施

建设单位应积极配合保护区管理部门做好对运送进保护区的物料的检查检疫工作,尤其是对外来木材、林木制品等可能携带病虫害的材料要加强检疫,防止病虫害、外来物种等的入侵。

建立施工期的生态环境监理制度,安排 1~2 名生态安全巡护员定期对项目建设区周边的生态环境进行监测,及时对可能发生的生物安全隐患进行上报、控制和预防。

6) 垃圾处理措施

施工前建设单位应制定详尽的垃圾处理方案,并与施工单位签订协议,确保施工单位严格按照垃圾处理方案操作,避免污染保护区的自然环境。

施工废弃物:施工单位必须随工程进度及时将工程性弃渣、工程废料等运出自然保护区集中保存、回收或处理,禁止在保护区内堆放和丢弃。有毒材料应单独收集,交环保部门集中处理,严禁随处抛弃。

生活垃圾:施工单位要对生活垃圾进行分类管理,无法降解的生活垃圾应集中收集,及时清运至县垃圾处理场统一处理;可降解的生活垃圾可就地填埋,不可随地抛撒。

工程施工结束后,建设单位要检查施工现场的垃圾处理情况,对未及时清理的垃圾要监督施工单位及时清理。

(2) 生态恢复与补偿措施

1) 及时做好临时施工便道的植被恢复工作。施工完毕后,需及时揭除草帘、棕垫、道木等覆盖设施,对植被受损区域进行植被恢复。

2) 做好施工区周边的植被恢复工作。清理碎石、危石,将开挖时保存的地表土进行回填并进行植被恢复。

3) 根据工程建设区的立地条件和气候特点,建议植被恢复时以保护区常见乔木、灌木为主进行配置。

4) 若在保护区内需征占林地,建设单位应按规定缴纳一定额度的森林植被恢复费。保护区管理部门按照专款专用的原则,将所缴纳的森林植被恢复费全部用于异地造林和林地养护上,保证保护区的森林覆盖率不因项目建设而下降。

8.5.2 森林公园保护措施

本工程共涉及 6 个森林公园,各森林公园具体环境保护措施见表 8.5-1。

8.5.3 风景名胜区保护措施

本工程共涉及 2 个风景名胜区,各风景名胜区具体环境保护措施见表 8.5-2。

8.5.4 地质公园保护措施

本工程共涉及 2 个地质公园，各地质公园具体环境保护措施见表 8.5-3。

表 8.5-1 森林公园环境保护措施一览表

序号	森林公园	涉及情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
1	腊子口国家森林公园	代古寺枢纽回水淹没风景游赏区 3.23hm ² ；总干线隧洞下穿生态保护区、生态与景观恢复区 1.9km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源保护：</p> <p>水源枢纽工程区：施工前对回水淹没区进行污染源排查与处理，避免蓄水后面源污染；淹没范围内施工前进行表土剥离，保留熟土用于周边施工临时占地的林草恢复措施；水库蓄水后进行景区美化，种植云杉、国槐、广玉兰、日本樱花等乔木、多边黄杨球、小叶女贞球等进行绿化恢复。</p> <p>输水线路区：本段工程隧洞埋深 1610m 以上，最近的施工支洞在 7.5km 外，在公园内无临时占地，施工期合理用地，不新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 2 条，共 2km；样方 4 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测水源区及线路区受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性、生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；至少安排 2 人加强对项目巡护管理；对工程回水淹没区，进行生态功能损害赔偿。</p>
2	官鹅沟国家森林公园	总干线隧洞下穿大庙滩景区 3.8km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源：本段工程隧洞埋深 1612m 以上，最近的施工支洞在 9km 外，在公园内无临时占地，施工期合理用地，不新增临时占地、新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 2 处；样线 4 条，共 4km；样方 8 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护</p>

序号	森林公园	涉及情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
			<p>规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 2 个、宣传牌 2 个；至少安排 3~4 人加强对项目巡护管理。</p>
3	榜沙河省级森林公园	总干线隧洞下穿生态保育区 0.97km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源：本段工程隧洞埋深 905m 以上，最近的施工支洞在 5km 外，在公园内无临时占地，施工期合理用地，不新增临时占地、新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 1 条，共 1km；样方 2 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；至少安排 1 人加强对项目巡护管理。</p>
4	云崖寺国家森林公园	总干线隧洞下穿 10.37km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源：本段工程隧洞埋深 845m 以上，最近的施工支洞在 3.7km 外，在公园内无临时占地，施工期合理用地，不新增临时占地、新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 3 处；样线 10 条，共 10km；样方 20 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态</p>

序号	森林公园	涉及情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
			<p>间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、中点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 5 个、宣传牌 5 个；至少安排 5~6 人加强对项目巡护管理。</p>
5	崇信县五龙 山省级森林 公园	平凉一干线隧洞穿越 一般休息区 1.6km， 埋管穿越一般休息区 0.5km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源：本段工程隧洞埋深 100m 以上，森林公园内无施工支洞；埋管工程施工作业面宽约 9m，埋深为 2.5m。</p> <p>本工程在施工期合理用地，不新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。工程弃土及时处理、复耕。施工前对隧洞洞脸区域占地范围内的表土进行剥离，施工后对隧洞进出口处采用植生格挂网喷植护坡的方式进行绿化。</p> <p>埋管作业的开挖料就近堆放，施工结束后全部用于后期回填，尽快恢复临时占地原有植被状态。保留地表熟土，使用本土化物种进行植被恢复。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 2 条，共 2km；样方 4 个，重点布设于埋管工区、沉管拼装场地等临时占地地区植被受影响较大区域。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；定期开展天然林保护、生态环境保护、野生动植物保护及森林防火培训活动；至少安排 2 人加强对项目巡护管理。</p>

序号	森林公园	涉及情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
6	陕西吴起退耕还林森林公园	延安干线吴起段隧洞下穿一般游憩区 2.185km，埋管穿越一般游憩区 3.815km	<p>1、施工期：</p> <p>（1）植物资源：本段工程涉及该森林公园北侧 2.18km 为无压隧洞，埋深 26m 以上；南侧 5.12km 为压力管道，作业面宽 9m，埋深 2.5m。施工期合理用地，不新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，避免加开车辆行驶新路。工程弃土及时处理、复耕。施工后对洞口及时恢复地表原貌，保留地表熟土，使用本土化物种进行植被恢复。埋管作业的开挖料就近堆放，施工结束后全部用于后期回填，尽快恢复临时占地原有植被状态。保留地表熟土，使用本土化物种进行植被恢复。树种选择以造林地原生树种油松、沙棘等树种为主，主要为进行穴状或鱼鳞坑方式整地。</p> <p>（2）动物资源保护：禁止施工人员滥捕滥杀野生动物，制定严格的工作制度、生态守则，定期宣传自然资源保护和生态保护的法规、条例，规范施工人员行为，提高其资源保护意识。设置移动声屏障降噪，施工时间避开鸟类迁徙、觅食等时间节点，定期对施工区与森林公园进行巡护与管理。</p> <p>2、运营期：制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与森林公园间设立保护监测站点，加强对森林公园森林生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 4 处；样线 8 条，共 8km；样方 15 个，重点布设于埋管工区、沉管拼装场地等临时占地植被受影响较大区域。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越森林公园起点、中点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 3 个、宣传牌 3 个；定期开展天然林保护、生态环境保护、野生动植物保护及森林防火培训活动；至少安排 4~5 人加强对项目巡护管理。</p>

表 8.5-2 风景名胜区环境保护措施一览表

序号	风景名胜 区	涉及 情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
1	云崖寺 风景名 胜区	总干线 隧洞下 穿三级 保护区 10.37km	<p>1、施工期： 合理安排施工时序，科学调度材料运输车辆，在风景名胜区附近工程段施工尽量避开风景名胜区的游览高峰期；临时施工营地、弃渣场等的设置远离风景名胜区，就近依托周边社会条件安排施工人员生活和住宿；施工机械严格管理，划定活动范围，进行临时挡护和覆盖，减少对周边景观影响。</p> <p>2、运行期： 制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与风景名胜区间设立保护监测站点，加强对风景名胜区生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 3 处；样线 10 条，共 10km；样方 20 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越风景名胜区起点、中点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 5 个、宣传牌 5 个；至少安排 5~6 人加强对项目巡护管理。</p> <p>（因工程穿越云崖寺风景名胜区和云崖寺森林公园部分重合，生态监测与管理措施保持一致）</p>
2	崇信龙 泉寺- 五龙山 省级风 景名胜 区	平凉一 干线隧 洞穿越 三级保 护区 1.6km， 埋管穿 越三级 保护区 0.5km	<p>1、施工期： 本段工程隧洞下穿 1.6km，埋深在 100m 以上；埋管长度 0.5km，埋深 2.5m，作业面宽 9m，涉及临时占地影响主要为埋管开挖施工。埋管作业的开挖料就近堆放，施工结束后全部用于后期回填，尽快恢复临时占地区原有植被状态。保留地表熟土，使用本土化物种进行植被恢复。</p> <p>合理安排施工时序，科学调度材料运输车辆，在风景名胜区附近工程段施工尽量避开风景名胜区的游览高峰期；临时施工营地、弃渣场等的设置远离风景名胜区，就近依托周边社会条件安排施工人员生活和住宿；施工机械严格管理，划定活动范围，进行临时挡护和覆盖，减少对周边景观影响。</p> <p>2、运行期： 制定完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与风景名胜区间设立保护监测站点，加强对风景名胜区生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 2 条，共 2km；样方 4 个，重点布设于埋管工区、沉管拼装场地等临时占地区植被受影响较大区域。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性及生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越风景名胜区起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；定期开展天然林保护、生态环境保护、野生动植物保护及森林防火培训活动；至少安排 2 人加强对项目巡护管理。</p> <p>（因工程穿越崇信龙泉寺-五龙山区级风景名胜区和崇信五龙山区级森林公园部分重合，生态监测与管理措施保持一致）</p>

表 8.5-3 地质公园环境保护措施一览表

序号	地质公园	涉及情况	保护措施	
			生态环境保护措施	生态监测与管理措施
1	武山县水帘洞省级地质公园	总干线隧洞下穿三级保护区 0.86km	<p>1、施工期： 本段工程隧洞下穿 0.86km，埋深在 620m 以上。TBM 施工时从保护地质遗迹的角度来选择工程机械，采取减震和吸震措施，减少对地质遗迹的影响；禁止施工人员捕猎动物；严禁在保护区内采石、取土等其他损害保护对象的活动；在园区内无临时占地，施工期合理用地，不新增临时占地、新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，加强运输车辆的管理，严禁在园区内乱开乱停；避免加开车辆行驶新路；合理安排施工时序，科学调度材料运输车辆，就近依托周边社会条件安排施工人员生活和住宿；施工机械严格管理，划定活动范围，进行临时挡护和覆盖，减少对周边地质景观影响。</p> <p>2、运行期： 完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与地质公园间设立保护监测站点，加强对地质公园生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 1 条，共 0.5km；样方 2 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性、生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越地质公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；至少安排 1 人加强对项目巡护管理。</p>
2	庄浪云崖寺省级地质公园	总干线隧洞下穿三级保护区 0.21km	<p>1、施工期： 本段工程隧洞下穿 0.21km，埋深在 875m 以上。TBM 施工时从保护地质遗迹的角度来选择工程机械，采取减震和吸震措施，减少对地质遗迹的影响；禁止施工人员捕猎动物；严禁在保护区内采石、取土等其他损害保护对象的活动；在园区内无临时占地，施工期合理用地，不新增临时占地、新建施工营地，施工活动严格限制在施工区域进行，加强运输车辆的管理，严禁在园区内乱开乱停；避免加开车辆行驶新路；合理安排施工时序，科学调度材料运输车辆，就近依托周边社会条件安排施工人员生活和住宿；施工机械严格管理，划定活动范围，进行临时挡护和覆盖，减少对周边地质景观影响。</p> <p>2、运行期： 完备的管线巡线方案、应急处置方案、生态保护方案，在项目与地质公园间设立保护监测站点，加强对地质公园生物资源的监测和巡护。</p>	<p>1、生态监测：设置固定监测站点 1 处；样线 1 条，共 0.5km；样方 2 个。对施工期和运营期（10 年）开展长期跟踪生态监测，施工期监测受影响的植物群落变化、重要物种活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护措施的有效性、生态修复效果等。</p> <p>2、管理：穿越地质公园起点、终点各设 1 个标牌；施工期、运营期设警示牌 1 个、宣传牌 1 个；至少安排 1 人加强对项目巡护管理。</p>

8.5.5 重要湿地保护措施

本工程的延安干线跨越北洛河湿地，吴起支线与北洛河湿地伴行，并 15 次穿越北洛河。吴起支线全线的工程形式为压力管道，延安干线穿越北洛河也采用压力管道形式。共占地 2.43hm²，均为临时占地。为了减少对湿地的影响，建议采取以下措施：

（1）合理安排工程施工时间（枯水期，分区、分期进行施工）；

（2）施工期在作业带两侧开挖集水沟，将作业带内水排出，通过排水导流沟将作业带隔离；

（3）导流渠开挖时将表土进行剥离，剥离完成后进行开挖，开挖土与表层土回填分开放置。回填及恢复时，按照施工反顺序，将开挖土分层回填，最后将开挖的表层土分散至导流施工区域并恢复原地貌；

（4）河道下淤泥丰富，用挖掘机将陈年淤泥从河道倒运到河岸上，并将淤泥在河岸上进行分层晾晒，并利用挖掘机对板结成块的淤泥进行碾压粉碎平整，待管道铺好后，分层进行回填；

（5）加强宣传教育，宣传教育设施主要包括大型宣传牌、警示牌的建设，大型宣传牌、警示牌应根据工程建设涉及重要湿地范围大小、道路长度、沟口和人员集中分布地的多少进行布设。同时制作宣传材料。

8.5.6 水产种质资源保护区保护措施

本工程代古寺水库回水淹没白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区，代古寺坝址下游约 8.8km 分布有白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区。

根据《中华人民共和国渔业法》和《水产种质资源保护区管理暂行办法》等相关法律法规，建设单位委托甘肃盛源生态生物体系咨询中心编制了《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》和《白龙江引水工程对白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，在分析工程建设对保护区的影响基础上，影响专题论证报告提出了保障生态流量下泄、加强施工期生态保护、采用叠梁门分层取水措施减缓下泄低温水的影响、设置挑流消能与消力塘削减气体过饱和影响、建设拦鱼设施、建设集运

鱼过鱼系统、建设鱼类增殖放流站、腊子沟替代生境恢复与重建、强化施工及运营过程中的渔业资源监测与管理等措施，并开展科学研究，包括支流生境替代关键技术及鱼类生境再形成过程研究、基于鱼类繁殖的生态调度研究。

根据上述要求，本评价均予以落实，详见 8.4 节，并将生态补偿费计入本工程环保投资中。

8.5.7 饮用水水源保护区保护措施

为降低水源保护区的污染风险，评价要求施工期采取以下保护措施：

（1）施工期加强施工管理，加强对施工机械的维护管理，严格落实各项施工废水的处理措施，避免施工机械跑冒滴漏现象发生，降低施工过程对饮用水源保护区的污染风险；

（2）设置施工围护挡墙，严格限制施工范围，设置饮用水水源保护区标志；工程施工期间，需要设置饮用水水源保护区警示标志；

（3）禁止在保护区内布置施工营地、施工道路、弃渣场与厕所；

（4）开挖产生的土石方以及施工人员生活垃圾应及时清运出水源保护区，避免在保护区内堆放；

（5）做好施工人员生活垃圾的收集工作，及时委托当地环卫部门妥善处理；禁止对垃圾进行深埋、焚烧等操作；

（6）施工人员进行宣传教育，文明施工；

（7）在输水线路穿河施工段周边布置防污屏，降低施工扰动对水源保护区地表水体水质的不利影响。

（8）针对工程涉及的水源保护区，施工前，业主及施工方可根据相关规定制定详细的施工期水污染应急预案。

运行期对水源保护区管理人员加强教育，按照《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等有关法律法规文件的要求，进行严格的监督管理，做到以下要求：

（1）在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口；

（2）禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；

(3) 禁止在饮用水水源一级保护区内从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动；

(4) 饮用水地表水源各级保护区及准保护区内，禁止一切破坏水环境生态平衡的活动以及破坏水源林、护岸林、与水源保护相关植被的活动；

(5) 禁止向水域倾倒生活污水、生活垃圾、粪便及其他废弃物；

(6) 禁止使用剧毒和高残留农药，不得滥用化肥，不得使用炸药、毒品捕杀鱼类。

8.5.8 生态保护红线保护措施

涉及生态保护红线属于上述环境敏感区的工程执行上述生态保护措施，其余涉及生态保护红线的工程需要采取如下措施：

(1) 避让措施

在工程选线设计过程中，优先考虑绕避措施，尽可能绕避生态保护红线区，减少占用生态保护红线面积；合理调配土石方，尽量考虑移挖作填；取土场、弃渣场、施工营地不可设置于生态保护红线内。

(2) 减缓措施

对于无法完全绕避的生态保护红线区域，合理选择线路敷设方式，减缓工程实施对生态保护红线的影响。线路经过山区时，优先选择隧道形式穿越，并通过调整线路纵断面，使隧道进、出口尽可能位于生态保护红线外，从而减缓工程建设对生态保护红线的影响。

线路经过河谷阶地，当地形起伏较小时，优先选择渡槽形式跨越，减少占用生态保护红线面积，降低对地表植被的破坏，从而减缓工程对生态保护红线的影响。

(3) 恢复和补偿措施

施工前，对生态红线区内的临时用地进行表土剥离，并进行临时存储，为植被恢复提供良好的土壤。施工结束后，对临时用地要及时进行生态修复。

8.6 土壤环境保护措施

8.6.1 施工期土壤环境保护措施

8.6.1.1 水源区

(1) 表层土应在作业带征地范围内进行堆放,并做好剥离表土临时苫盖拦截措施;施工便道区、临时施工营地区,施工前对施工扰动区进行表土剥离,剥离表土可以采用编织袋装填用作挖填边坡坡脚的临时挡墙;在施工便道有来水的一侧或路堑边坡下方道路一侧布设临时排水沟,排水沟末端设置沉沙池;对施工过程中产生的裸露边坡遇到降雨采用防雨布覆盖;施工结束后,对施工道路进行土地整治,原是耕地的则恢复为耕地,其他地类采取植被恢复措施。

(2) 施工后做好表土恢复。待施工结束后,将表土再施用到要进行植被建设的地段,使其得到充分、有效的利用,恢复后的土地尽快交由当地农民进行复垦。

(3) 严格按照施工组织设计控制施工范围,最大限度地减少对土壤的破坏,将临时占地控制在最低限度;机械维修保养站应铺设沙子以防止含油废水污染土壤,污染的沙子也要统一进行收集处理,工地上滴漏的油渍应及时进行清理;各种施工机械及车辆应定期进行检查维护,尽量减少跑、冒、滴、漏现象。

(4) 根据国家相关规定,应当对占用的基本农田采取“占一补一”的措施,对基本农田数量进行补偿。

(5) 对施工生产区进行场地硬化,加强施工物料的防流失措施,做好废污水处理池防渗处理。

(6) 建筑垃圾、生活垃圾设置集中堆放处,并及时清运,防止对土壤的污染。

8.6.1.2 输水线路区

本工程输水线路区占地类型主要为耕地、园地、林地、草地,施工作业带和管沟开挖将会破坏沿线的植被、扰动耕作土壤,使土壤的结构、孔隙率等发生变化,进而影响农作物及地表植被的生长。建议在施工期采取以下土壤环境保护措施:

(1) 挖掘及回填管沟时应分层开挖，分层回填。管沟挖掘时，表层土（一般 30cm）与底层土分开堆放；管沟填埋时，底土回填在下，表土回填在上，尽可能保持植物生长原有的生活环境。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。回填后多余的土应平铺在田间或作为田埂、渠埂，不得随意丢弃。

(2) 表层土应在作业带征地范围内进行堆放，并做好剥离表土临时苫盖拦截措施；施工便道区、临时施工营地区，施工前对施工扰动区进行表土剥离，剥离表土可以采用编织袋装填用作挖填边坡坡脚的临时挡墙；在施工便道有来水的一侧或路堑边坡下方道路一侧布设临时排水沟，排水沟末端设置沉沙池；对施工过程中产生的裸露边坡遇到降雨采用防雨布覆盖；施工结束后，对施工道路进行土地整治，原是耕地的则恢复为耕地，其他地类采取植被恢复措施。

(3) 施工后做好表土恢复。待施工结束后，将表土再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用，恢复后的土地尽快交由当地农民进行复垦。

(4) 严格按照施工组织设计控制施工范围，最大限度地减少对土壤的破坏，将临时占地控制在最低限度；机械维修保养站应铺设沙子以防止含油废水污染土壤，污染的沙子也要统一进行收集处理，工地上滴漏的油渍应及时进行清理；各种施工机械及车辆应定期进行检查维护，尽量减少跑、冒、滴、漏现象。

(5) 根据国家相关规定，应当对占用的基本农田采取“占一补一”的措施，对基本农田数量进行补偿。

(6) 对施工生产区进行场地硬化，加强施工物料的防流失措施，做好废污水处理池防渗处理。

(7) 建筑垃圾、生活垃圾设置集中堆放处，并及时清运，防止对土壤的污染。

8.6.2 运行期土壤环境保护措施

8.6.2.1 水源区

管理区生活污水集中收集，处理达标后回用，禁止随意排放。

8.6.2.2 输水线路区

- (1) 管理区生活污水集中收集，处理达标后回用，禁止随意排放。
- (2) 根据工程预测分析，项目施工过程中对土壤环境造成的影响可在短时间内恢复，而水源区及干线的运行对沿线及受水区土壤环境所造成的影响较小，因此考虑在评价区设置 5 个监测点开展跟踪监测工作,开展土壤盐度与 pH 监测，监测频率为 5 年 1 次。

表 8.6-1 土壤环境长期监测点一览表

编号	附近工程	经纬度		与工程关系	监测项目	监测频率
		纬度	经度			
01	天水一干线	34° 43' 35.4735" N	105° 07' 50.3469" E	干线附近	盐度、pH	5 年 1 次
02	天水一干线	34° 58' 39.3292" N	106° 11' 26.8077" E			
03	平凉干线	35° 18' 9.0928" N	106° 59' 39.9693" E			
04	庆阳一干线	35° 48' 43.0478" N	107° 35' 0.4130" E			
05	延安干线	36° 41' 49.5946" N	109° 13' 30.2164" E			

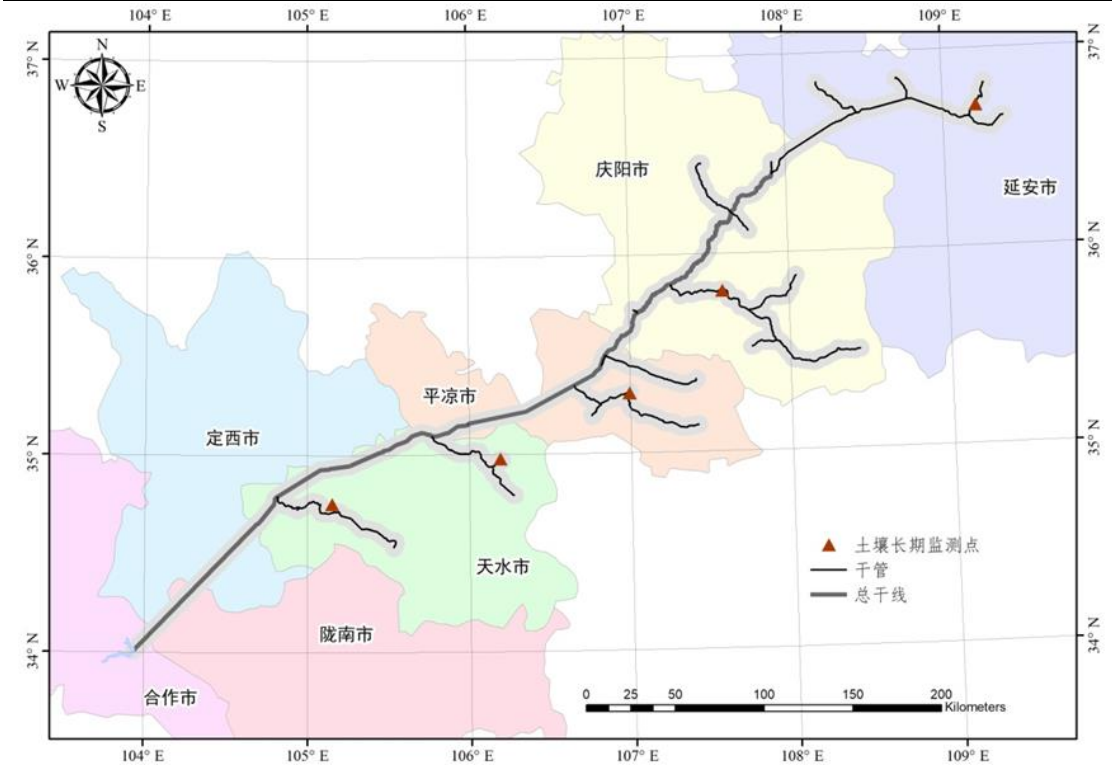


图 8.6-1 土壤环境长期监测点

8.6.2.3 受水区

- (1) 落实水污染防治规划，提高污水处理效率，减少污水排放。

(2) 加强工业企业污染治理，提高用水效率，增强污水处理能力，防止对土壤环境的污染。

(3) 提高城市、农村污水收集处理能力，提高污水处理率。

(4) 加快农业面源污染治理，减少对土壤环境的影响。

8.7 移民安置环境保护措施

8.7.1 移民安置环境保护措施

(1) 移民搬迁占地尽量少占耕地。搬迁过程中重视水土保持，建房时尽可能选择地势平缓地段，开挖土石方不得随意倾倒，防止产生新的水土流失。

(2) 在拆迁建房中应加强监督管理，尽量减少对植被的损坏，做好拆除后的清理工作，建房弃渣尽可能充分利用，以减轻对周围环境影响。

(3) 建房结束后及时做好四旁绿化，树种选用适生树种或常绿树种。

(4) 水源工程代古寺水库本阶段搬迁安置采取集中安置和分散后靠安置的方式。确定集中安置点分别为迭部县旺藏镇水泊沟村、旺藏镇麻牙园艺场安置点和洛大镇洛大村傲子坝安置点，规划水平年搬迁人口为 1892 人。安置点内居民生活污水通过新建污水管网统一收集，汇集至规划新建的污水处理站进行集中处理，处理后中水用于灌溉周边农田。同时在每个安置点内设置 30 套垃圾清扫工具、30 个分类垃圾桶和 3 座垃圾收集池，由清洁工每日定时用电动垃圾收集车运送至小型垃圾收集站，随后由镇区垃圾收运车进行统一收集处理。

(5) 移民安置点的建设施工单位动土工程应避开雨季，场地平整尽量做到挖、填平衡以减少弃渣弃土量；在场地平整时应及时做好排水系统建设，防止水土流失；废弃物及时运至集中堆放地点。

(6) 移民安置后，防疫保健工作要纳入属地同步管理，在安置点或安置点附近有卫生所。在人群中大力开展健康教育，普及卫生防病知识，提高自我保健意识。根据流行病学指征，有计划地对易感人群实施预防接种或预防服药。安置区内适龄儿童要按照国家有关规定，接受预防接种。

(7) 安置点新建的各类道路，应采取种植行道树进行绿化。对安置区的渠道、公路两旁采取种植行道树的绿化方式，不仅可以减少道路边坡的水土流失，

还可降低交通噪声和飘尘污染。树种选择适合当地气候土壤条件、生长快、萌生能力强的适生树种，以保持水土、美化环境、不妨碍行车为原则。

8.7.2 专项设施改迁建环境保护措施

(1) 在专项设施改迁建过程中，占压和开挖将扰动地表，破坏土壤和地表植被，会加剧当地水土流失。应做好施工规划，尽可能做到挖填平衡，减少弃渣量，并加强对临时弃渣的防护，采用渣面压实或苫盖等措施，避免松散的弃渣面在大风和降雨天气下，受到严重风蚀和水蚀。

(2) 改迁建结束后，做好临时占地区土地平整，促进其自然恢复。

8.8 施工期环境保护措施

8.8.1 施工期水环境保护措施

8.8.1.1 砂石料加工系统废水处理

(1) 砂石料废水概况

根据施工组织设计，水源工程设 1 个砂石料加工系统，即尖藏石料场，生产规模为 600 t/h。砂石料加工系统废水主要污染物为 SS，浓度为 2500mg/L，具有废水量大，SS 浓度高的特点。参考类似工程，水源工程砂石料加工系统冲洗废水产生量为 900m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 22500kg/h。

根据施工组织设计，输水线路工程共设 6 个砂石料加工系统，生产规模为 1638 t/h，其中青山梁石料场规模为 300 t/h，海湾石料场规模为 480 t/h，庄浪县韩店天然砂砾料场规模为 253 t/h，庄浪县试雨河天然砂砾料场规模为 195 t/h，崇信县杜家沟天然砂砾料场规模为 172 t/h，崆峒区白水镇天然砂砾料场规模为 238 t/h。经计算，砂石料加工系统冲洗废水产生量为 2457m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 61425kg/h，其中青山梁石料场冲洗废水产生量为 450m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 11250kg/h，海湾石料场冲洗废水产生量为 720m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 18000kg/h，庄浪县韩店天然砂砾料场冲洗废水产生量为 379.5m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 9487.5kg/h，庄浪县试雨河天然砂砾料场冲洗废水产生量为 292.5m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 7312.5kg/h，崇信县杜家沟天然砂砾料场冲洗废水产生量为 258m³/h，冲洗废水中 SS 排放强度为 6450kg/h，崆峒

区白水镇天然砂砾料场冲洗废水产生量为 $357\text{m}^3/\text{h}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 $8925\text{kg}/\text{h}$ 。

（2）废水特性及处理目标

砂石料加工系统废水主要污染物为 SS，浓度为 $25000\text{mg}/\text{L}$ ，具有废水量大，SS 浓度高的特点。砂石料加工系统废水经处理后 SS 小于 $200\text{mg}/\text{L}$ ，满足砂石加工生产用水水质要求，循环利用于砂石骨料的筛分与冲洗。

（3）处理方法

采取高效（旋流）污水净化器法处理。处理后水质满足砂石系统回用水标准（ $\text{SS}<100\text{mg}/\text{L}$ ）。

高效（旋流）污水净化器运用直流混凝、微絮凝、双向旋流分离、重力沉降、污泥致密层过滤、动态过滤、和污泥压缩沉淀的原理，使废水的混凝絮凝反应、旋流分离、重力沉降、过滤、吸附、污泥浓缩有机组合并在同一反应器内短时间（ 30min ）完成水的多级净化。

砂石料加工系统冲洗废水处理措施布置在砂石料加工场内第一筛分车间、第二筛分车间附近，具体位置可根据施工场地确定。

高效（旋流）污水净化器法的处理工艺为：砂石料加工系统生产废水经管网或集水沟收集后进入初沉池，自然沉淀大颗粒泥沙后自流进入调节池，为便于自流，初沉池出水端和调节池进水端之间要有一定的高差，以保证排水管的铺设有一定的坡度，坡度一般取 2%。调节池具有调节水质、水量的作用，池体不宜过大，需增加一定搅拌或曝气设施避免泥沙的沉淀。废水在调节池调节水质水量后，由提升泵提升并投加适量 PAC、PAM 后输送至高效混凝器及高效（旋流）污水净化器（2 台，处理能力 $125\text{t}/\text{h}$ ），废水在净化器中经絮凝反应、离心分离、重力分离、污泥浓缩等过程，处理后的清水由净化器顶端自流进入清水池，回用于生产或施工厂区洒水降尘。处理后的污泥进入浓浆池，由卧式离心机将污泥脱水后运送至渣场处理。

为避免非正常工况的发生，同时设置事故调蓄池，在净化器事故或检修时，存储污水。

为保证砂石料加工冲洗废水处理系统的正常运行，施工期要加强对废水处理设施的运行管理，需设置环保专职人员对处理设备进行维护，及时对设施设备进行检修检查，上清液及时回用，初沉池内沉砂要定期进行清理，同时，处理产生的污泥脱水干化后也要定期运往渣场。

砂石料加工系统废水处理工艺流程见图 8.8-1。

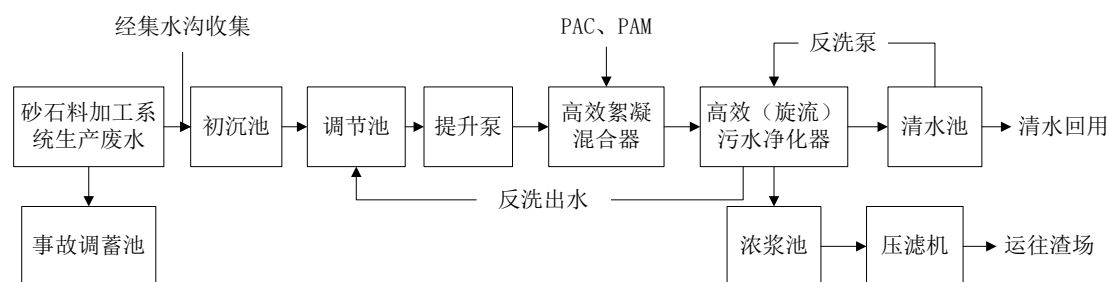


图 8.8-1 砂石料加工系统废水工艺流程图

（4）废水处理规模

根据砂石料加工废水排放强度，水源工程需设置 2 套规模 $900\text{m}^3/\text{h}$ 砂石料加工冲洗废水处理设施；输水管线工程需设置 2 套规模 $450\text{m}^3/\text{h}$ 砂石料加工冲洗废水处理设施，设置 4 套规模 $400\text{m}^3/\text{h}$ 砂石料加工冲洗废水处理设施，设置 4 套规模 $300\text{m}^3/\text{h}$ 砂石料加工冲洗废水处理设施。

（5）综合利用可行性分析

砂石料冲洗水采用的高效（旋流）污水净化器法一般情况下预沉淀池处理效率能达到 80%，SS 初始浓度为 25000mg/L 的废水经沉淀后，SS 浓度可降为 5000mg/L ；絮凝沉淀处理效率能达 97%，出水 SS 浓度小于 100mg/L 左右，低于 200mg/L ，可以满足砂石料冲洗的用水要求。

8.8.1.2 混凝土拌合系统废水处理

（1）混凝土拌合系统废水产生概况

根据施工组织设计，水源工程混凝土拌和系统冲洗废水量为 $28.8\text{m}^3/\text{d}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 144kg/h ；输水线路工程混凝土拌和系统冲洗废水排水量为 $1471\text{m}^3/\text{d}$ ，冲洗废水中 SS 排放强度为 7116kg/d 。

（2）废水特性及处理目标

混凝土拌和冲洗废水产生量较小，间歇排放，为含 SS 较高的碱性废水，SS 浓度约为 5000mg/L ，pH 值在 11~12 范围。从环境保护和降低处理难度角度出发，

本阶段考虑废水处理达到《混凝土用水标准》(JGJ63-2006)($\text{pH}>5$, $\text{SS}\leq 2000\text{ mg/L}$)要求后, 循环用于混凝土拌和用水。

(3) 处理方案

混凝土拌合系统处理措施布置在拌合站底部或附近区域, 具体位置根据施工场地布置确定。处理工艺为“沉淀池+回用水池”: 在混凝土拌合系统每班末冲洗后, 冲洗废水经集水沟排入沉淀池内, 添加中和剂、PAC、PAM 等药剂, 充分混合接触, 静置沉淀 1~3h 后, 自流至回用水池。沉淀池出水端和回用水池进水端保持一定的高差, 以保证水流可自流进入回用水池。在回用水池沉淀 1~3h 后, 上清液可回用于混凝土拌合系统冲洗或施工场地洒水降尘、绿植浇灌等。混凝土系统拌和冲洗废水处理流程见图 8.8-2。

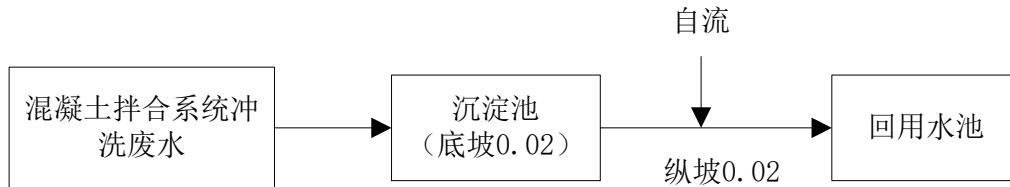


图 8.8-2 混凝土系统拌和冲洗废水处理流程图

(4) 废水处理规模

根据混凝土拌合系统废水产生量, 水源工程需设凝土拌合系统废水处理设施 1 套, 处理规模为 $30\text{m}^3/\text{d}$; 输水线路工程需设凝土拌合系统废水处理设施共 223 套, 其中 $11\text{m}^3/\text{d}$ 处理规模废水处理设施 130 套, $4\text{m}^3/\text{d}$ 处理规模废水处理设施 93 套。

(5) 运行管理与维护

由于混凝土冲洗废水处理构筑物简单, 没有机械设备维护问题, 在运行过程中主要注意定时清理。管理工作纳入混凝土拌和系统统一安排, 不另设机械和运行人员。

8.8.1.3 生产区含油废水处理措施

(1) 生产区含油废水产生概况

根据施工组织设计章节内容, 水源工程含油废水主要来源于机械车辆维修、冲洗等过程, 机械车辆维修冲洗含油废水排放量为 $505.2\text{m}^3/\text{d}$, 石油类排放量

15.2kg/d, SS 排放量 1010.4kg/d; 输水线路工程机械车辆维修冲洗含油废水排放量为 7441m³/d, 石油类排放量 223kg/d, SS 排放量 14882kg/d。

(2) 废水特性及处理目标

机械修理和汽车保养系统废水主要污染物为石油类和悬浮物, 含量为 SS: 2000mg/L, 石油类: 40mg/L。根据水环境功能要求, 本阶段考虑执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准, 处理达标后排放或用于洒水降尘, 废油收集后委托有资质单位处理。

(3) 方案选择

本阶段推荐采用隔油沉淀法的处理工艺。

隔油沉淀池污水处理工艺流程见图 8.8-3。

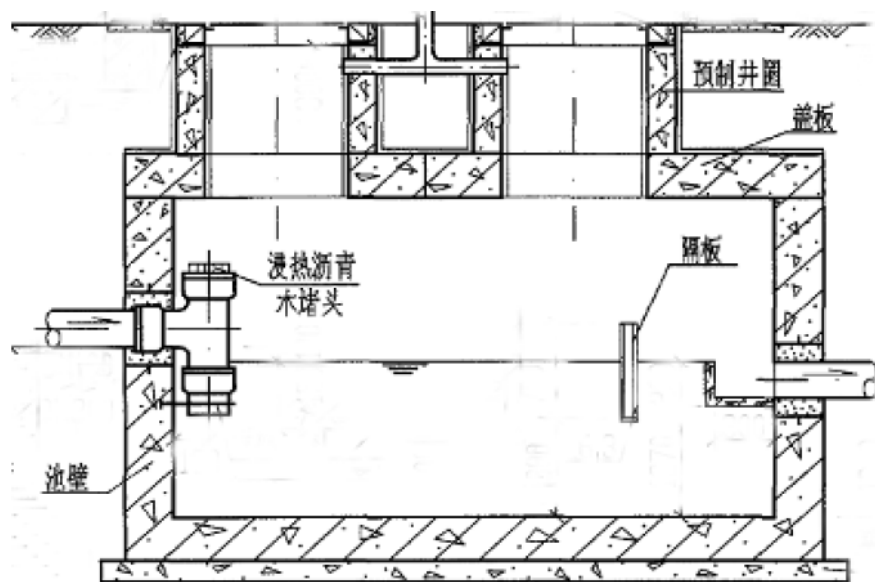


图 8.8-3 隔油沉淀池污水处理工艺流程图

(4) 废水处理规模

根据含油废水产生量, 水源工程需设废水处理设施 1 套, 处理规模为 510m³/d 处理设施 1 套; 输水线路工程需设废水处理设施共 381 套, 其中处理规模为 50m³/d 处理设施 5 套, 处理规模为 20m³/d 处理设施 91 套, 处理规模为 10m³/d 处理设施 141 套, 处理规模为 5m³/d 处理设施 144 套。

8.8.1.4 基坑废水处理措施

(1) 基坑废水产生概况

基坑废水主要由降水、渗水汇集而成，包括初期排水废水和经常性排水废水两部分。

(2) 废水特性

基坑废水主要污染物是 SS，其浓度约 2000mg/L，废水呈碱性，pH 值高达 11~12。

(3) 处理方案

根据大量已建和在建水利水电工程对基坑废水的处理经验，对基坑废水无需采取特殊处理设施，只需向基坑投加絮凝剂，静置沉淀一段时间后即可抽出回用。经沉淀处理后出水 SS 浓度可降至 70mg/L 以下，能满足施工回用水的要求。该处理方法技术合理，经济指标优越。

8.8.1.5 隧洞施工废水处理措施

(1) 隧洞排水产生概况

根据施工组织设计及地下水预测内容，输水总干线长度 0.11km~99.55km，隧洞涌水量为 11.84~56275.82m³/d；输水干线长度 0.25km~27.96km，隧洞涌水量为 8.91~4562.25m³/d，各隧洞排水量变化较大。

(2) 废水特性及处理目标

隧洞排水中不含有毒物质，但悬浮物含量较高，浇筑混凝土时 pH 值会较高。类比同类已建工程监测结果，本工程施工高峰期隧洞排水主要污染物浓度为：悬浮物 100~5000mg/L，pH 值为 8~10。根据水环境功能要求，本阶段考虑执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准，处理达标后排放或用于洒水降尘。

(3) 方案选择

根据隧洞涌水计算结果，DZ-1#隧洞、DZ-3#隧洞、DZ-4#隧洞、DZ-6#隧洞、DZ-7#隧洞、ZQ-1#隧洞、延安 1#无压隧洞涌水量为 200m³/h~4650m³/h，考虑隧洞涌水量较大，采取高效污水净化器法处理。

高效(旋流)污水净化器运用直流混凝、微絮凝、双向旋流分离、重力沉降、污泥致密层过滤、动态过滤、和污泥压缩沉淀的原理，使废水的混凝絮凝反应、

旋流分离、重力沉降、过滤、吸附、污泥浓缩有机组合并在同一反应器内短时间（30min）完成水的多级净化。

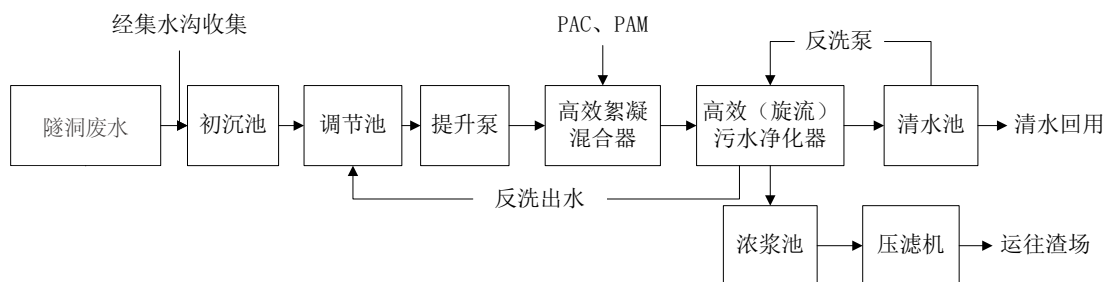


图 8.8-4 隧洞排水处理工艺流程图（高效污水净化器法）

除上述 7 个隧洞外，其他隧洞废水在隧洞施工场内修建排水沟汇集废水，排水沟出口进入一级沉淀池，投加混凝剂（采用聚合氯化铝 PAC），经沉淀池处理后，泵送至二级沉淀池，二级沉淀池内的废水经二次投药沉淀，处理后出水泵送至三级沉淀池，三级沉淀池内经沉淀后的水回用于施工场地洒水降尘或用于附近山林、草地的灌溉。工程施工结束后，对坑穴进行消毒，并用净土填塞，之后进行迹地恢复。工艺流程见图 8.8-5。

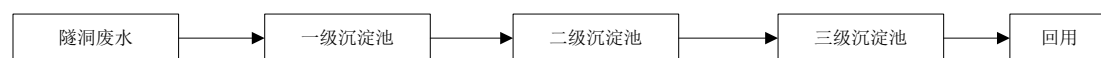


图 8.8-5 隧洞排水处理工艺流程图

（4）处理规模

根据隧洞废水产生量，隧洞工程需设废水处理设施共 120 套，其中：

高效污水净化器法：处理规模为 $4650\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $2440\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $620\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $390\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $290\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $210\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套，处理规模为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 1 套。

三级沉淀法：处理规模为 $100\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 7 套，处理规模为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 8 套，处理规模为 $30\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 24 套，处理规模为 $10\text{m}^3/\text{h}$ 处理设施 60 套。

施工隧洞生产废水处理设施表见表 8.8-1。

表 8.8-1 施工隧洞生产废水处理设施表

处理工艺	设施名称		净尺寸 (长×宽×高)	数量	总计
高效污水净化器法	高效污水净化器 (4650m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (2440m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (620m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (390m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (290m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (210m ³ /h)		/	1 套	1 套
	高效污水净化器 (200m ³ /h)		/	1 套	1 套
	初沉池 (4650m ³ /h)		63m×20m×4m	1 套	1 座
	初沉池 (2440m ³ /h)		33m×20m×4m	1 套	1 座
	初沉池 (620m ³ /h)		17m×10m×4m	1 套	1 座
	初沉池 (390m ³ /h)		13m×10m×3.3m	1 套	1 座
	初沉池 (290m ³ /h)		10m×10m×3.3m	1 套	1 座
	初沉池 (210m ³ /h)		10m×10m×2.5m	1 套	1 座
	初沉池 (200m ³ /h)		10m×10m×2.5m	1 套	1 座
	净化器废水提升泵 (渣浆泵)		/	14 套	14 套
	反洗水泵 (潜污泵)		/	14 套	14 套
三级沉淀法	处理规模 100m ³ /h	一级/二级/三级沉淀池	6.5m×6.5m×3m	7 套	21 座
	处理规模 50m ³ /h	一级/二级/三级沉淀池	5m×5m×2.3m	8 套	24 座
	处理规模 30m ³ /h	一级/二级/三级沉淀池	5m×3m×2.3m	24 套	72 座
	处理规模 10m ³ /h	一级/二级/三级沉淀池	5m×2m×1.3m	60 套	180 座
	回用水泵 (清水泵)		/	99 套	198 个

8.8.1.6 生活污水处理措施

(1) 生活污水产生概况

根据施工组织设计，水源工程施工高峰期施工人数为 1050 人，生活污水排放量 101m³/d，BOD₅、COD、NH₃-N、SS 排放量分别为 20.2kg/d、30.2kg/d、3.0kg/d、25.2kg/d；输水线路工程施工高峰期施工人数为 15950 人，生活污水排放量 1531m³/d，BOD₅、COD、NH₃-N、SS 排放量分别为 306kg/d、459kg/d、46kg/d、383kg/d。

(2) 污水特性及处理目标

生活污水来源于施工期生活区食堂废水、施工人员洗浴用水及粪便污水等。主要污染物为 COD、BOD₅、SS、TP、TN 等，根据类似工程经验，生活污水中

主要污染物浓度一般为：SS 为 150mg/L、COD 为 250mg/L、BOD₅ 为 150mg/L、NH₃-N 为 20mg/L、TP 为 4.5mg/L。

根据水环境功能要求，本阶段考虑执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准，处理达标后排放或回用于绿化及降尘。

(3) 处理方案选择

根据污水水质及排放特点，在施工生活区食堂设置泔水桶收集食物残渣，设置排水沟、沉淀池收集生活洗漱污水，采用小型生活污水处理一体化设备进行处理。处理后水质可达国家污水综合排放一级 B 标准，处理后污水可排入附近灌溉水渠用于农灌或施工区洒水降尘；施工生产生活区设置旱厕或环保厕所，定期清掏清运，远离河道水体布置。各生活营地移动式环保厕所的设置位置根据施工期各营地施工人员数量的变化定期调整。

根据其他工程经验，一体化设备具有占地面积小，运行管理简单、处理效果好、施工结束后可拆卸再利用等诸多优点。选择采用 WSZ-AO 系列一体化污水处理设备，该设备采用的是接触氧化工艺，可埋入地表以下，地表可作为绿化或广场用地，也可以设置于地面。

施工期对化粪池进行清运，消毒、掩埋等处理，以消除对环境的影响。冬季不施工时，须将池内污泥污水清排干净，防止化粪池冻裂。化粪池处理技术含量低，仅需要定期清掏。但若日常管理维护不到位，会出现沼气中毒、爆炸等安全隐患，需做到定期检查和定期清掏，杜绝危险事故发生。

(4) 废水处理规模

1) 一体化污水处理

根据各工区生活废水排放强度，水源工程需设废水处理设施共 1 套，处理规模为 110m³/d；输水线路工程需设废水处理设施共 246 套，其中处理规模为 20m³/d 处理设施 11 套，处理规模为 10m³/d 处理设施 113 套，处理规模为 5m³/d 处理设施 122 套。

2) 化粪池及其他卫生设施

根据施工营地布置及施工人员数量，在水源工程区设置 20 座卫生厕所和 10 座移动式环保厕所。输水线路工程设置 319 座卫生厕所和 160 座移动式环保厕

所。各生活营地移动式环保厕所的设置位置根据施工期各营地施工人员数量的变化定期调整。

8.8.2 施工期空气环境保护措施

8.8.2.1 设计目标

施工区环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准,施工期废气排放达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-2012)无组织排放标准。

8.8.2.2 粉尘防治措施

(1) 施工工艺要求

在工程施工过程中优先选择先进、低尘施工工艺和设备。钻孔、爆破尽量采用凿裂法施工,不仅生产率高于钻爆法,而且节省费用、安全且产尘率低;凿裂和钻孔尽量采用湿法作业,减少粉尘量;正确运用预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破技术、深孔微差挤压爆破技术等,以减少粉尘产生量;采用带有捕尘罩的浅孔钻进行钻孔,禁止把岩粉作为炮孔的堵塞炮泥,以防止岩粉在炮堆的鼓包运动过程中被扬起;砂石加工及混凝土拌和选择湿法作业。

(2) 土石方开挖

工程土石方开挖爆破应优先选择预裂爆破、光面爆破、缓冲爆破、深孔微差挤压爆破等爆破技术,以减少粉尘产生量。

在开挖、爆破高度集中的坝肩、料场等开挖区,非雨日采取洒水措施(主要针对开挖弃渣装载场地),以加速粉尘沉降,缩小粉尘影响时间域范围;料场开采、爆破过程中,采用洒水、覆盖草袋等降尘、控制爆破飞石措施,控制粉尘产生量。洒水次数及用水量根据天气情况和场地粉尘产生情况确定。

(3) 砂石及混凝土系统

在砂石加工场区及混凝土拌和场区强化洒水降尘,砂石骨料加工系统采用湿法破碎的低尘工艺,与干法破碎工艺相比,粉尘减少量将达到60%以上。

混凝土拌和系统在加装水泥时,尽量靠近搅拌机进料口,进料速度不宜过快,减少水泥粉尘外溢。

(4) 场内交通

交通车辆扬尘主要来自公路路面尘土和道路的损坏，只要有效控制来源，就可减少扬尘。应加强道路管理和维护，保持路面平坦清洁，无雨日要勤洒水；配备公路养护、维修、清扫队伍，使道路常年处于良好的运用状态，削减车辆运输产生的扬尘。

在物资运输过程中注意防止环境空气污染。水泥、石灰等细颗粒材料运输采用密封罐车；若采用敞篷车运输，应用篷布遮盖；装卸、堆放中应防止物料散落；水泥临时备料场宜建在有排浆引流的混凝土搅拌场或预制场内，就近使用。

在施工区控制车速，在靠近村寨居民点、学校、生活营地、施工营地及辅助企业行驶的车辆，车速不得超过 20km/h。

(5) 配置洒水车和雾炮机

根据本工程实际情况，各施工工段配备 1~3 辆洒水车，由专人负责洒水，在开挖、爆破以及道路（包括对外和对内公路）等区域产生粉尘较多的地方，非雨日早、中、晚在工区来回洒水，洒水次数不少于 6 次，以减少扬尘，缩短粉尘扩散距离和控制粉尘污染范围。施工过程中还需配合雾炮机，进一步减少污染源扬尘。

8.8.2.3 废气控制措施

(1) 施工机械废气控制措施

选用符合国家有关标准的施工机械和运输车辆，对排烟量大的车辆安装尾气净化器，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。

各类机动车辆严格执行《机动车强制报废标准规定》，推行强制更新报废制度，特别是发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，应予以更新；制定施工区运输车辆尾气监测和管理细则，并将其落到实处；加强对燃油机械设备的维护和保养，使发动机处于正常、良好的工作状态。

(2) 燃煤废气控制措施

施工期优先采用液化气或电能，尽量减少煤炭的使用如食堂取暖采用空调等电器，减轻煤炭燃烧污染物对环境气的影响。

8.8.2.4 劳动保护措施

由于施工人员身处施工前线，受大气污染物影响较严重，应该加强施工人员的劳动保护，按照国家有关劳动保护的规定，对施工人员发放防尘口罩等进行劳动保护。

8.8.3 声环境保护措施

8.8.3.1 设计目标

根据工程施工区声环境质量要求，施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），即昼间为 70dB(A)、夜间为 55dB(A)。环境影响区噪声满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类区标准，即昼间为 55dB(A)、夜间为 45dB(A)。

8.8.3.2 噪声源控制措施

（1）设立警示牌

为提醒进入施工区的外来人员及当地居民注意交通安全和自我防护，拟在对外公路及主要公路的交叉口处设置警示牌，限制车速，禁止鸣笛，提醒来往车辆减速慢行，来往车辆减速慢行，可降噪约 3~5dB(A)。

（2）固定点源控制

选用符合国家有关标准的施工机具，如打桩机、混凝土振捣器等符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。加强设备的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声。对砂石加工系统及混凝土拌和系统等振动大的设备使用减噪槽、减振机座等。

（3）交通噪声控制

做好施工区道路规划，在主要交通干道上实行汽车、人行道分流。

加强管理，结合施工区环境状况制定道路交通管理办法，在危险路段、降噪路段设执勤人员；车辆在本段应适当减速行驶，车速最好控制在 20km/h 以内，并禁鸣高音喇叭。

加强道路养护和车辆的维修保养，禁止使用高噪声车辆，在学校、居民点周围控制机动车辆行驶速度，并且禁止鸣笛。

施工单位必须选用符合国家有关环保标准的运输车辆，其噪声符合《汽车定置噪声限值》（GB16170—1996）等。

（4）施工、爆破噪声控制

施工中通过一次起爆的总导爆索量、总炸药量和起爆方式，降低振动及噪声，控制爆破抛头方向，避免正面爆破噪声指向敏感点。

严格控制爆破时间，非爆破时间禁止爆破，爆破时间宜选择早上 7:00~7:30、下午 17:00~17:30，以保障施工区及其周围地区居民有良好的生活和工作环境。爆破时间应事先告知周围居民。

优先采用先进爆破技术，如采用微差松动爆破可降低噪声 3~10dB。

8.8.3.3 传播途径控制措施

（1）潜孔钻、风钻、炸药爆破等强噪声源，由于其声级大都在 100dB 以上，对这类加工场建立隔声屏障。

（2）空压机等噪声值较高的施工机械尽量设置在室内或洞内作业。

（3）针对混凝土拌和系统噪声强度较高、占地面积较小特点以及噪声传播的方向性，在混凝土拌和系统设置屏障进行隔声封闭作业。

8.8.3.4 主要敏感对象保护措施

在采取上述噪声控制措施的基础上，提出如下环境保护措施。

（1）应该从源头控制污染源，选择符合噪声标准机械设备、优先采取先进低噪声施工技术，加强噪声源控制。

（2）在施工区进出路段设置限速禁鸣标志牌，对进入工区的运输车辆采取限制车速（经过学校、居民点时车速低于 20km/h）、禁止鸣笛等措施；严格控制施工时间，在午休时间 11:30~14:30，禁止爆破等源强大的施工活动，禁止夜间 22:00~次日 6:00 施工，设置警示牌 700 个。

（3）采用工程防护措施：在施工场界或影响居民点附近设置声屏障，可降低噪声值 5~8dB（A），设置声屏障 15km。

（4）加强与敏感点人群的沟通工作，施工前应在敏感点张贴公示，争取获得其谅解。公示内容包括：工程名称、施工时间安排，施工单位，建设单位及主要联系人名称与联系方式。对公众提出的环境影响投诉应及时予以反馈与解决。

8.8.3.5 劳动保护措施

对于强噪声源，如骨料粉碎、混凝土拌和等作业区，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离监视操作，这样既可减少作业人员，又可使作业人员尽量远离噪声源。在施工过程中，当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修工等，应给每位上岗施工人员配戴防噪声耳塞、耳罩、防声棉、防噪声头盔等个人防护工具，具体的防护工具根据不同岗位择优选取使用。同时实行轮岗换岗制度，避免长时间暴露在高分贝噪声环境中，防范职业病。

8.8.4 固体废物处置措施

8.8.4.1 施工弃渣处置

施工弃渣严禁向白龙江等河道内倾倒，应按要求送到指定的渣场进行堆放，堆放时应严格按照水土保持方案提出的相关工程措施、临时措施及植物措施等进行防护，以有效防治水土流失。

8.8.4.2 生活垃圾处置

在施工区生活营地和施工车间设置垃圾桶，集中收集生活垃圾，平时要求工人自觉将垃圾到入指定的垃圾箱内，安排清洁工负责日常垃圾清扫，并每日将垃圾转移至垃圾中转站。经常向垃圾堆放场所喷洒消毒药水，以防止蚊蝇孳生，每两周利用运渣车将堆存的生活垃圾转运至当地生活垃圾处置场所，由专人专车定期清运。对垃圾进行统一收集后，与施工区周边村镇生活垃圾一同处理。

8.8.4.3 施工期危险废物收集贮存运输处置

根据最新颁布的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日），结合《国家危险废物名录》、《危险废物豁免管理清单》（2021年版），本工程危险废物有（包括但不限于）：

（1）含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥；

（2）车辆及其它机械维修过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油。

施工单位须根据现场实际情况，根据《危险废物鉴别标准》及《国家危险废物名录》，进行危险废物识别；识别后的危险废物按照《危险废物贮存污染控制

标准》及《危险废物收集贮存运输技术规范》进行收集、贮存，并委托有资质的单位进行运输、转移。

8.8.5 人群健康保护措施

施工期人群健康保护主要针对施工人员和管理人员，其保护内容主要为：

（1）施工区卫生清理

在施工前期，做好施工营地清理和消毒工作，结合场地平整，对施工营地原有的厕所、蓄圈、垃圾堆等进行消毒，同时清理固体废物。

加强在施工区的卫生管理和卫生宣传教育，普及卫生常识。定期检查和消灭与传播疾病有关的媒介生物，如蚊虫、鼠、苍蝇等。施工区的厕所应经常清扫，定期清运到处理场所，并用杀虫剂喷洒，进行灭蚊灭蝇，避免传染病流行。

（2）环境卫生及食品卫生管理

1) 施工期加强对各施工人员生活区、办公区饮用水源、公共餐饮场所、垃圾堆放点、公共厕所等地的环境卫生管理，定期进行卫生检查。

2) 定期对各生活区的饮用水供水水质进行监测，以保证饮用水水质达标。

3) 从事餐饮工作的人员必须取得卫生许可证，并定期进行体检，有传染病带菌者要撤离其岗位。

4) 成立专门的清洁队伍，负责施工区、办公区、生活区的清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾桶（箱）。

5) 公共卫生设施应达到国家卫生标准和要求。

（3）施工人员疾病防治

施工人员进场前必须进行卫生检疫，如发现传染病患者，须对患者隔离治疗，切断传播途径；在工程施工高峰期对施工人群抽查检疫，以了解施工人员健康状况，预防疾病流行；在施工人员相对集中的地点设立医疗点，配备常用的治疗药品，开展简单治疗和工伤事故紧急处理。

施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作并通过广播、墙报、印发宣传手册等多种形式，对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的健康意识。

9 环境风险分析

9.1 环境风险评价目的与程序

环境风险是指突发性事故对环境（或健康）的危害程度。环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据环境保护部环发〔2012〕77号文《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》的要求，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）和《外来物种环境风险评估技术导则》（HJ 624-2011），通过风险调查、风险识别、风险事故分析和风险预测与评价等开展环境风险评价，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以达到降低危险，减少危害的目的。

评价工作程序见图 9.1-1。

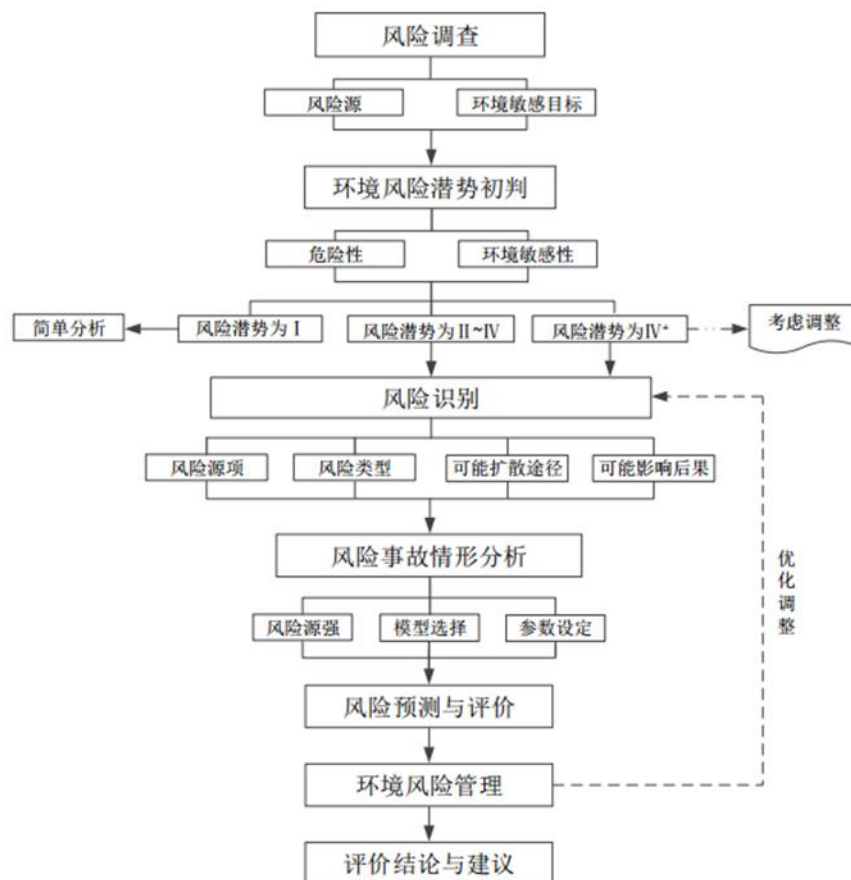


图 9.1-1 评价工作程序

9.2 环境风险源识别

本工程的环境风险主要表现在施工期及运行期某种突发性事故对相关区域的不利影响或危害，根据分析，风险源主要包括以下方面：

（1）施工期

施工期风险源主要是炸药、油料运输和废污水排放风险。

施工期所需油料和炸药全部外购运输进入施工区使用，油料可从当地的物资供应部门采购供应，炸药从当地民爆公司采购。白龙江引水工程所需炸药总量为16863.58t，民爆企业应严格遵守《民用爆炸物品安全管理条例》等相关要求进行操作，运输风险由民爆公司承担，最大运输量为20t。油料主要为汽柴油，最大运输量为20t。危险品运输和储存可能出现的环境风险类型是交通事故、火灾和爆炸。

水源工程区白龙江干流和腊子沟地表水环境水质目标为Ⅱ类，输水线路区穿越4处饮用水水源保护区，地表水环境敏感。工程施工期间将产生一定的废污水，包括生产废水和生活污水，如若处理不当可能会对施工区周边水体、水生生物造成较大影响。

（2）运行期

运行期主要的风险源包括供水安全风险、退水引来外来生物入侵的风险。

9.3 环境风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录C，危险物质数量与临界量的比值（Q）按下式进行计算：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：

q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质的最大存在量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：① $1 \leq Q < 10$ ；② $10 \leq Q < 100$ ；③ $Q \geq 100$ 。

本工程危险物质数量与临界量的比值 Q 计算如表 9.3-1。由于 Q 为 $0.408 < 1$ ，则该项目环境风险潜势为 I 级。

表 9.3-1 危险物质数量与临界量比值 (Q) 计算表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存储量/t	临界量/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质 (矿物油类, 如石油、汽油、柴油等; 生物柴油等)	/	20	2500	0.008
2	乳化炸药 (70%为硝酸铵)	6484-52-2	20	50	0.4
Q 值					0.408

9.4 评价等级

根据环境风险潜势初判, 环境风险潜势为 I 级, 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018) 评价工作等级划分要求, 确定本项目环境风险进行简要分析。由于本工程天水一干线穿越武山县饮用水水源保护区, 属地下水高度敏感区; 延安干线和华池干线穿越鸭儿洼饮用水水源保护区, 总干线和庆阳一干线穿越巴家咀饮用水水源保护区, 延安干线宝塔分干线穿越红庄水库饮用水水源保护区, 属地表水高度敏感区, 故参照三级要求开展环境风险评价工作。

9.5 环境风险分析

9.5.1 施工期环境风险分析

炸药风险主要来自于: 管理人员违反规定, 违章吸烟或未按有关规定操作造成火种引燃炸药; 由于静电作用、雷电条件等造成炸药爆炸。拟考虑的安全措施包括: 设置各类消防设施; 设置避雷设施和各类防静电设施; 按照《水电水利工程爆破施工技术规范》、《爆破安全规程》等有关规范, 制定严格操作规程。炸药是整个工程施工中的安全、消防管理重点, 管理严格, 事故防范措施严密, 根据以往水利工程施工情况, 发生爆炸事故的概率很小。

燃油风险主要来自于: 储罐、管道阀门等由于维护不当出现故障, 造成油气的泄漏可能导致火灾甚至爆炸; 油品在装卸作业时, 若流速过大易产生静电, 在雷电等条件下可能引发火灾燃烧; 由于油库操作人员的工作失误导致原油外溢, 遇到火源易引发火灾燃烧事故。从已有水利工程施工情况看, 发生油库事故的案

例极少，且水利工程施工管理较为严格，因此本工程施工期燃油发生泄漏和爆炸的概率不大。

废污水排放风险主要来自：生产废水、生活污水事故排放的情况下将对水源工程区白龙江干流、腊子沟以及输水线路涉及的 4 处饮用水水源保护区等水环境高度敏感水体造成一定的影响。本项目对于水环境高度敏感区的项目区采取严格的水环境保护措施，加强对施工机械的监督管理，定期对机械进行检查维护，加强对临近白龙江干流、腊子沟以及水源保护区施工场地的生产废水、生活污水及生活垃圾的处理处置，同时加强环保宣传教育，提高作业人员的环保意识，发生水质污染的概率很小。

9.5.2 运行期环境风险分析

9.5.2.1 供水安全风险分析

工程运行输水过程中，可能存在线路的阻塞、爆管等风险情况，导致不能正常供水。阻塞主要发生于山体隧洞塌陷的情况下，其影响因素为地下水的侵蚀、地震、工程结构变形等多方面；埋管段的阻塞风险相对较小，但水流过缓，悬浮物沉积或结垢亦可能导致阻塞。爆管而导致输水泄漏的情况主要影响因素有人类挖掘破坏、管壁受腐蚀而破坏、管内压力过大等，此外，在过河流段可能存在洪水冲毁输水线路的风险。

输水线路中断的影响具有局部性，事故发生后可立即通知最近的控制工程采取措施，截断来水，尽量减少损失，此外因工程线路涉及的区域地震活动不强，并且输水线路隧洞段具有一定深度的埋深，隧洞发生塌陷的可能性较小。

9.5.2.2 外来生物入侵影响及风险分析

本工程输水方式主要为隧洞或压力管道，全过程实现封闭式引水，来水进入自来水厂，经用户使用和污水处理厂处理后再退水至黄河支流渭河、延河、云岩河、清涧河、无定河流域，这一过程中生物入侵风险低。工程输水线路较长，六盘山和秦岭隧洞段输水线路为有压输水，调入水体中携带的水生生物存活几率小，且事故退水频次、退水时间比较低，退水量直接进入天然水体的概率也较小，因此外来生物入侵风险较低。

9.6 环境风险应对措施

9.6.1 施工期风险防范措施

(1) 建立以工程建设安全和环保领导小组为核心的责任制，层层签订责任书，明确各级安全和环保人员应承担的环境风险管理责任。

(2) 安全和环保领导小组应加强各施工队伍的环境风险意识宣传教育，并与运输油料的承包方签订事故责任合同，确保运输风险减缓措施得到落实；油料的暂存设施，建立岗位责任制，责任到人，一旦发生事故追究其责任。

(3) 油料的运输必须事先申请并经公安、环保等有关部门批准、登记，对临时存放区设置防漏、防溢、防渗设施，并且达到相关标准要求。

(4) 加强运输人员环境污染事故安全知识教育，运输人员应严格遵守易燃、易爆等危险货物运输的有关规定，具体包括《汽车危险货物运输规则》、《汽车危险货物运输、装卸作业规程》。

(5) 油料运输采用密闭性能优越的储油罐，暂存时应按照相关规范分类、定点储存。

(6) 做好油料的运输路线规划，对村庄、地表水体等敏感目标予以避让。

(7) 配备必需的消防器材，并定期更换，以保证消防器材在任何时候均处于有效状态。

9.6.2 运行期水质安全风险防范措施

(1) 加强管理，加强宣传教育，在隧洞进出口设置警示牌；

(2) 加强安全监督：要加强对隧洞进出口、代古寺水库枢纽、渡槽的水质监测，对取水、供水实施全过程管理，及时掌握水源环境、供水水质状况，并定期检查。

(3) 加强隧洞衬砌防护，做好专项排水设计，严格执行防渗措施，防止地表废水入渗污染水体水质。

9.6.3 施工期风险事故应急预案

整个施工期间涉及开挖爆破、污废水事故排放等引起的事故风险，因此制定统一的施工期应急预案体系，使施工期一旦发生风险事故，能够得到妥善的应急

处理。在此应急预案体系下，并根据事故危害程度详细制定各种事故下的分项应急措施。

（1）应急计划区

施工期风险应急计划区包括整个施工区，主要包括施工爆破区、油库区、炸药库区、环境保护目标区等。

（2）应急组织机构、人员

建立施工期安全风险应急领导小组，由建设管理机构的正职领导为小组组长，下设应急处置小组，当发生某种风险事故时，各成员各职其职协助配合，具体应急救援人员包括：

1) 危险源控制组：主要是负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；

2) 伤员抢救组：负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；

3) 医疗救护组：负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；

4) 消防组：负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；

5) 安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

6) 安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；

7) 物资供应组：负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；

8) 环境监测组：负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围；

9) 专家咨询组：负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

10) 综合协调组：负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

11) 善后处理组：负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

(3) 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级：特别重大(I 级)，重大(II 级)，较大(III 级)，一般(IV 级)。针对不同事故等级，实行分级响应。事故发生时，立即启动并实施本部门应急预案，其中：

I 级、II 级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特重大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

III 级、IV 级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

（4）报警、通讯联络方式

1) 报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾报警器；当地火警电话 119。

2) 应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用统一频道(消防频道)；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

3) 信息报送程序：发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。⑤应急环境监测、抢险、救援及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故出现后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

（5）应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处置，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

（6）人员紧急撤离、疏散组织计划

当危害人民生命安全的事故发生时，应立即组织可能受影响的的人员紧急撤离。撤离时由安全保护处置人员协同相关部门紧急撤离，设备保障人员准备紧急撤离车辆。医疗救护人员对事故现场受伤人员实施抢救撤离。

（7）事故应急救援终止

应急终止的条件为：

- 1) 事故现场得到控制，风险事件成立的条件已经消除；
- 2) 事故所造成的危害已基本消除，相关人员已安全撤离；
- 3) 已采取必要的防护措施，使事故成立条件消失或失事得到有效控制；
- 4) 事故现场各种专业应急处置行动已无继续的必要。

应急终止的程序：

- 1) 现场应急处置指挥部组织专家咨询论证调查，确认突发事件已具备应急终止条件后，以书面形式将认定结论向上级突发环境事件应急处置指挥部报告；
- 2) 接到上级突发环境事件应急处置指挥部应急终止通知后，现场应急处置指挥部负责应急人员及设备有序撤离；
- 3) 组织专家进行应急行动后的评估，编制应急评估报告，存档备案，并上报有关部门。

10 环境管理及环境监测计划

10.1 环境管理

环境管理是工程管理的一部分，是工程环境保护工作有效实施的重要环节。

本工程规模大、涉及范围广，为了充分发挥工程的社会效益、经济效益和生态效益，保护工程建设区的生态环境，环境管理必须贯穿整个工程建设期和运行期。

本工程的环境管理是工程管理重要组成部分，其目的在于保证《白龙江引水工程环境影响报告书》及相关审批文件中提出的各项环境保护措施能够得到全面实施，使工程的兴建对环境的不利影响得以减免，维护工程建设区域生态稳定，促进社会经济与生态环境相互协调和良性发展。

10.1.1 目的与任务

根据有关环境保护法律法规及本工程的特点，白龙江引水工程环境管理总目标是：

- (1) 确保本工程符合国家和地方的环境保护法律法规要求；
- (2) 保证各项环境保护措施按照《白龙江引水工程环境影响报告书》及其相关审批文件、环境保护设计的要求实施，使各项环境保护设施在施工和运行过程中正常、有效运行；
- (3) 预防污染事故的发生，保证各类污染物达标排放、合理回用，使工程区及其附近的水环境、大气环境、声环境达到国家环境质量标准的要求；
- (4) 水土流失和生态破坏得到有效控制，通过采取有效的恢复措施使本工程施工期临时占地能够恢复到施工前的水土保持功能和生态环境质量状态；
- (5) 协调好工程建设与环境保护的关系，保障工程建设的顺利进行，促进工程区环境美化；
- (6) 实现工程建设的环境、社会与经济效益的统一。

10.1.2 工作范围

(1) 《白龙江引水工程环境影响报告书》及相关审批文件中提出的各项环保措施纳入项目最终计划之中，包括标书、合同、文件、施工规划和技术规范；

(2) 与承包商签订合同时，规定承包商关于项目环境保护方面的责任和义务（以《白龙江引水工程环境影响报告书》及相关审批文件为技术依据），并将之写入合同中；

(3) 委托有关单位在工程施工期进行环境监理和监测；

(4) 妥善处理监理时发现的施工过程中发生的各类环境问题。

(5) 工程施工结束后、竣工前进行试运行及生态调查等监测工作，确保环保措施已得到有效实施或已准备实施；

(6) 工程运行期进行环境管理、监测、总结汇报，确保工程运行措施符合各项环境保护法律法规，并重视信息反馈，随时鉴别和纠正遗留问题。

10.1.3 环境管理

为了保证本工程环境管理工作的公正和有效，建议成立环境管理机构，行使环境管理的有关职权。机构应长期存在，并在业务上接受当地生态环境主管部门的指导，建立外部管理和内部管理相结合的管理体系。

内部管理机构应由建设单位组织设置，工作由建设单位负责组织实施，对工程环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到国家建设项目环境保护与地方环保部门的要求。内部管理体系应包括环境管理和环境监理两大部分，环境管理由建设单位环境管理和承包商环境管理组成。建议建设单位设置环境管理部门，配专职人员 2~3 人及数名兼职人员，对施工期、运行期的环境保护工作进行统一领导和组织。

外部管理由各级环境保护行政部门实施，以国家相关法律、法规为依据，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责对各阶段工作不定期监督、检查及环境保护工程竣工验收等。根据相关法规及工程管理规定，建立一个包括外部环境管理与内部环境管理的完善的环境管理体系。

10.1.4 环境管理职责

该环境管理机构应根据本工程建设不同阶段，制定相应的管理职责。建议其各阶段的主要职责如下：

（1）招标设计阶段及施工期

建设单位应在招标设计阶段，根据国家生态环境部批复的环境影响报告书及相关审批意见，结合招标设计成果，积极组织开展环境监理单位的聘用及各项环境保护措施的招标设计，并负责从施工到竣工验收期间的环境保护管理工作，其主要工作内容为：

- 1) 工程环境保护设计内容和招标内容的审核；
- 2) 负责将环境保护措施的招标设计成果纳入招标文件和承包商合同，并编制《工程施工环保手册》；
- 3) 制定年度环境保护工作计划；
- 4) 环境保护工作经费的审核和安排；
- 5) 监督承包商的环境保护对策措施执行情况；
- 6) 安排环境监测工作；
- 7) 委托环境监理单位编制监理报告说明项目施工过程中环保措施执行情况；
- 8) 编写年度环境保护阶段报告；
- 9) 编制工程竣工环境保护验收报告；
- 10) 配合各级生态环境主管部门的监督检查等事务。

（2）运行期

- 1) 制定年度环境保护工作计划；
- 2) 落实环境保护工作经费；
- 3) 监督生物资源保护措施的实施情况；
- 4) 同其它部门协调工作关系，安排环境监测工作；
- 5) 编写年度环境保护工作阶段报告；
- 6) 其它事务。

10.1.5 环境管理计划

环境管理计划的目的是针对施工和运行阶段产生的不利环境影响，提出减免、监督、监测的体制措施，确保环保措施得以有效实施，以保持工程地区生态环境的良性发展。

为使本工程的环境问题能及时得到解决，特制定本工程的环境管理计划，见表 10.1-1，其中环境保护措施监督机构为各级环保管理部门。

表 10.1-1 环境管理计划表

环境问题		减缓措施	实施机构	监督机构
施工期	空气 污染	在施工现场、主要运输道路及环境敏感区，干旱季节要采取洒水降尘措施；物料堆放场地要在居民区 200m 以外，同时要加盖苫布或洒水降尘，物料的运输也要加盖棚布并监督散料运输车辆的装载高度，车辆实行限速行驶。	承包商	各级生态环境主管部门
	水质 污染	防止施工对河流水质的污染；施工区内的生产生活废污水、生活垃圾要集中处理，处理达标后回用或排放，不得直接排入水体；施工材料不宜堆放在水体附近。		
	噪声	严格执行国家有关标准，施工人员配备保护设施；居民区附近施工场所设防噪设施，22：00-6：00 时禁止高噪声的施工进行。		
	生态环境	尽可能减少临时占地；施工完成后，恢复施工场地地表植被。		
	固体废物	施工生活垃圾分类存放，定期运往指定场所，不得随意丢弃，施工过程中产生的废机油等危废统一交由有资质单位处理		
	运输管理	制定合理的建筑材料运输计划；限制载重量；避开交通高峰；运输车辆通过居民区或学校时要禁鸣笛、限时速		
运行期	水质污染	制定水源保护区保护规定，防止引水水质受到污染。加强农药、化肥管理，加强城镇污水处理设施建设，保护水源水质。	各级地方政府	
	突发事件	对水质污染、供水故障等意外事故，应制定应急计划。	各市县水务局	

10.2 环境监理

环境监理是指机构依据法律、法规、规章授权或受业主的委托，依法对辖区内的污染源及其污染物排放情况进行监督，对生态破坏事件进行现场调查取证处置，并参与处理的执法行为。

10.2.1 目的与任务

工程建设环境监理工作的主要目的是落实本工程环境影响报告书及批复中所提出的各项环保措施，将工程施工活动产生的不利影响降低到可接受的程度。

工程建设环境监理的任务包括：质量控制，即按照国家或地方环境标准和招标文件中的环境保护条款、监督检查工程建设环境保护工作；组织协调工作，即协调业主与承包商、设计方与工程建设各有关部门之间的关系。

10.2.2 监理范围

本工程环境监理范围包括：施工布置区、施工场地、施工区域附近敏感区域等。

10.2.3 监理内容

根据国家环保总局环发〔2002〕141号文“关于在重点建设项目中开展工程环境监理试点的通知”，在施工过程中，聘任环境监理工程师在施工期间进行监理。根据本工程情况，需设置环境监理工程师。在具体实施过程中应做到：

在施工招标文件、施工合同和工程监理招标文件、监理合同中，明确施工单位和工程监理单位的环境保护责任。

建设单位应委托具有监理资质并经环境保护业务培训的第三方单位对初步设计报告中环境保护措施的实施情况进行环境监理。环境监理单位在项目实施阶段，依据建设单位的委托和监理合同中的环境要求，将环境保护工作纳入监理细则。

环境监理工程师根据施工特点和环境状况，采用检查、旁站和指令文件等监理方式，监督、检查施工单位对合同中有关环保条款的落实情况，发现和掌握施工过程中环境问题，提出要求施工单位限期整改指令；根据施工过程中环境问题，提出改善意见，对施工中不合适的环保措施，提出改进措施并经设计单位同意后实施。

环境监理工程师按要求编写环境监理日志，并对施工单位提交的环境月报、季报、年报进行审查，提出审查和修改意见。环境监理工程师编写的环境监理日志，作为建设单位编制工程环境监理报告的主要依据。

工程竣工验收时，建设单位应提交工程环境监理总结报告，并作为工程竣工环境保护验收的文件。

环境监理工程师参加施工单位组织的施工方案论证会，参与工程阶段验收和竣工验收。对已经完成的项目，责成施工单位进行现场清理消毒、迹地恢复。

环境监理主要内容见表 10.2-1。

表 10.2-1 环境监理内容一览表

阶段	监理环节		环保措施	监理内容
施工期	污水	砂石料加工废水	采取高效（旋流）污水净化器法处理。处理后水质满足砂石系统回用水标准（SS<100mg/L）。	每个砂石料加工工区设置高效（旋流）污水净化器，处理后用于砂石系统用水，严禁外排。
		生活污水	采用一体化污水处理设备进行处理，处理后的清水回用于绿化、场地清扫等用途。	每个施工生活营地建设一体化污水处理设备，处理后的生活污水用于林草和农田灌溉，严禁外排。
		车辆冲洗油污水	采用小型隔油池（间歇处理并投加混凝剂）处理，处理后的废水用于施工道路洒水降尘。	建集油池，废油收集委托有资质单位处理，处理后清水，达标排放或用于洒水降尘。
		混凝土拌合系统废水	选用平流沉淀池方案进行处理，处理后废水回收循环重复利用。	建设平流沉淀池和清水池，施工产生的混凝土拌合系统废水，经沉淀后进入清水池再循环利用。
		隧洞排水	采用高效污水净化器法和三级沉淀法处理。	建设高效污水净化器法和三级沉淀法处理，处理后清水回用或达标排放。
		基坑废水	采取在基坑水汇集到一定程度后向基坑投放一定量絮凝剂，让基坑水静置沉淀 48h 后用水泵抽出排抽。	投放絮凝剂，基坑水静置沉淀 48h 后，再外排。
	废气	隧洞爆破扬尘	采取湿法作业，尽量采用延时爆破、预裂爆破等技术，并减少爆破次数。尽量选用带收尘设备的施工机械以降低施工产生的粉尘量。隧洞现场的作业人员，应按照国家有关劳动保护的规定，发放防尘用品，如佩戴防尘口罩等。隧洞开挖时，增加通风设备，加强隧洞通风，以降低废气浓度。	配备洒水车，洒水降尘采用湿法作业，加强通风，佩戴防尘口罩。

阶段	监理环节		环保措施	监理内容
		砂石料及混凝土系统扬尘	采用湿法破碎的低尘工艺，降低砂石原料转运落差，砂石料破碎闭路循环破碎后再进入主筛分楼，混凝土系统配置袋式收尘器，强对除尘器的维护保养。	采用湿法破碎工艺，建设破碎闭路循环及混凝土系统配置袋式收尘器。
		施工交通扬尘	封闭运输；保持车辆进出施工场地路面清洁，运输车辆应当在除泥、冲洗干净后，方可驶出施工工地；在无雨天每日对施工运输经过的环境敏感地段附近进行洒水4~6次，并及时清扫道路。	配备洒水车，洒水降尘；运输的材料要用挡板和篷布封闭，保持车辆进出施工场地的路面和车辆清洁，控制车速。
		土石方开挖	非雨日采取洒水措施（主要针对开挖弃渣装载场地）以加速粉尘沉降，料场开采中采用洒水、覆盖苫布等降尘措施。	配置洒水车及覆盖苫布。
		料场堆放区	设简易棚，骨料堆积的边坡角度应稳定，细骨料堆等应适当加湿，防止细骨料被风吹散。	设置料场储存棚。
	噪声	运输车辆	敏感路段限制车辆时速在20km/h以内，严格控制车辆鸣笛。	敏感路段限速禁鸣，设置指示牌。
		施工机械	高噪声设备设置隔声罩	高噪声设备设置隔声罩
	固废	生活垃圾	各工区设施垃圾桶、垃圾箱，集中收集后纳入当地垃圾处理体系处理。	根据各施工生活区施工人员数量配备垃圾箱。
		弃渣	清运至附近渣场。	及时清运至渣场，不乱堆乱弃。
		建筑垃圾	对建筑垃圾进行分类，优先回收利用，剩余一般建筑垃圾清运至附近渣场，有毒、有害、易燃易爆等废物统一收集委托处理。	分类综合利用，剩余一般建筑垃圾运至附近渣场，危险废物统一收集处理，禁止乱堆乱弃。
	生态环境	其它临时占地	对占用的农田进行复耕，占用的荒地进行植被恢复。	临时占地施工结束后及时进行迹地恢复，复耕或植被恢复。

10.3 环境监测

该工程属于大型引水工程建设项目，按照国家有关工程建设项目开展环境监测的规定与要求，在工程施工期和运行期应进行环境监测，以便及时掌握工程施工和工程输水后对环境产生的影响。考虑到该项工程建设线路长、规模相对较大、运行期对环境污染小的实际情况，施工期将进行生产废水及生活污水污染源、地表水、地下水水质及大气、噪声、生态环境等监测，运行期进行地表水水源水质监测。环境监测由建设单位委托有资质的监测单位和具有调查能力的机构进行。

10.3.1 监测目的与任务

制定环境监测计划，监测工程施工期和运行期有关环境要素及因子的动态变化，为工程建设过程中的污染源控制、环境管理以及工程竣工验收提供依据，并为工程运行期环境监测提供依据。主要任务包括：

（1）施工期重点开展工程区域的环境质量和污染源监测，及时、全面地反映工程建设及运行过程中环境质量变化情况、污染物排放情况、环保设施运行效果，以便采取相应措施和管理对策。

（2）运行期重点开展对供水水质的定期监测等，连续、系统地观测工程兴建后相关环境因子的动态变化，为验证环境影响评价结论，分析工程所采取生态保护措施的实施效果，预防和应对突发环境事故，为工程运行期环境管理和运行管理提供依据。

10.3.2 监测原则

（1）与工程建设紧密结合的原则

监测的范围、对象和重点应结合供水工程施工、运行特点和周围环境敏感点的分布，及时反映工程施工和运行对周围环境敏感点的影响，以及环境变化对工程施工和运行的影响。

（2）针对性和代表性原则

根据环境现状和环境影响预测评价结果，选择对环境影响大、有控制性和代表性的以及对区域或流域环境影响起控制作用的主要因子进行监测、调查与观测，力求做到监测方案有针对性和代表性。

（3）经济性与可操作性原则

监测项目、频次、时段和方法以满足本监测系统主要任务为前提，尽量利用现有监测机构成果；新建断面的设置要可操作性强，力求以较少的投入获得较完整的环境质量数据。

（4）统一规划、紧密结合原则

本工程监测系统针对白龙江引水工程特点和环境影响特征，制定监测工作计划。

10.3.3 监测总体布局

白龙江引水工程环境监测由 4 个监测子系统组成：水环境、大气、噪声、陆生生态、水生生态（见图 10.3-1），按监测时段划分，分为施工期和运行期。

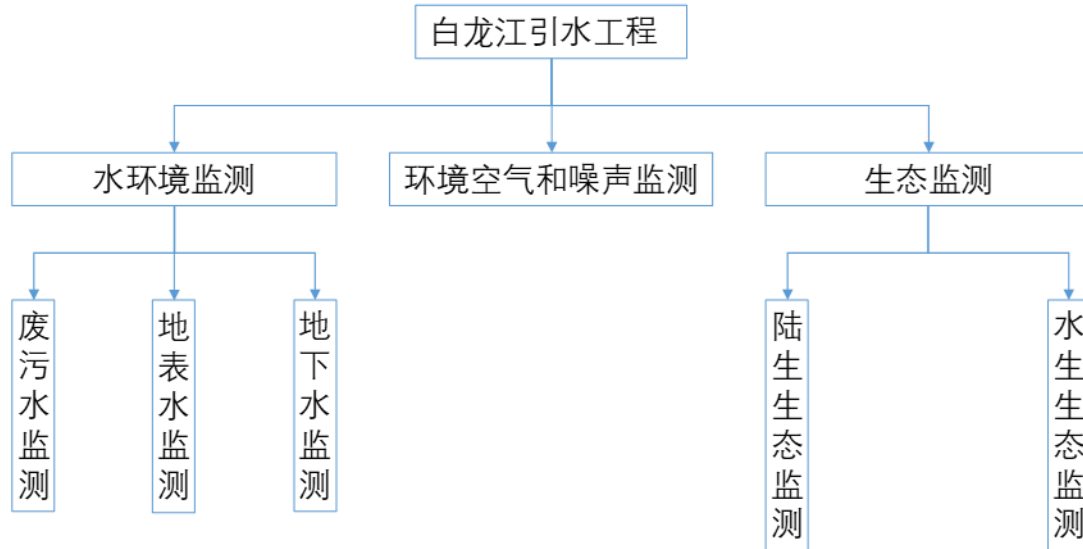


图 10.3-1 白龙江引水工程环境监测总体布局图

10.3.4 施工期环境监测计划

10.3.4.1 废污水监测

结合施工组织设计资料及施工的工艺流程，确定本工程施工期生产废（污）水监测内容包括砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、基坑废水、隧洞排水和施工生活污水，并选择具有代表性的生产废水和生活污水的主要排放口设置监测点。具体的监测点布设数量及位置、监测项目、监测频率详见表 10.3-1。

表 10.3-1 施工废（污）水监测技术要求一览表

污水来源	监测点位	监测参数	监测频率
砂石骨料加工废水	在各砂石料价格系统废水处理设施排放口各布置 1 个监测点。	SS、pH	砂石料加工系统运行时，每年监测 2 期，每期监测 1 天。
混凝土拌和冲洗废水	在各混凝土拌和冲洗废水处理设施排放口布设 1 个监测点。	SS、pH	混凝土拌和系统生产期，每年监测 2 期，每期监测 1 天。
机修含油废水	在各机修含油废水废水处理设施排放口布设 1 个监测点。	SS、pH、石油类	机械修理厂运行时，每年监测 2 期，每期监测 1 天。

污水来源	监测点位	监测参数	监测频率
基坑废水	在各基坑废水处理设施排放口布设 1 个监测点。	SS、pH	穿河工程施工期，每年监测 2 期，每期监测 1 天
隧洞排水	在各隧洞进出口或施工支洞排水处理设施排放口布设 1 个监测点。	SS、pH	隧洞工程施工期，每年监测 2 期，每期监测 1 天
生活污水	在各生活污水处理设施排放口布设 1 个监测点。	SS、COD、BOD ₅ 、TP、NH ₃ -N、粪大肠菌群	施工生活区使用期，每年监测 2 期，每期监测 1 天

10.3.4.2 地表水监测

选择能够反映施工废水排放对地表水水质影响情况的断面进行监测。因此，结合地表水环境现状监测断面和水功能区划，选择具有代表性的监测断面进行监测。本次布设监测点位共计 10 个，具体的监测断面布设位置、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 10.3-2。

表 10.3-2 施工期地表水监测技术要求一览表

序号	河流名称	监测断面	监测参数	监测频率
1	白龙江	坝址上游 1000m	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、氟化物、镉、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、汞、砷、铁、锰、悬浮物等 28 项	每年监测 2 期，每期监测 1 天
2	白龙江	坝址下游 1000m		
3	渭河	车川村		
4	清水河	莲花镇		
5	纳河	阴岔庄		
6	泾河	刘家庄		
7	马莲河	任堡村		
8	蒲河	牛心村		
9	北洛河	吊坪村		
10	周河	麻地坪村		
11	西川河	高桥乡		

10.3.4.3 地下水监测

根据地下水预测，在隧道开挖可能影响到的元草村、红崖村等敏感点或保护目标分别布设水位监测点，监测频率施工期每个季度监测一次，如若施工用时较短则可适当将监测时间缩短。

表 10.3-3 施工期地下水监测点汇总表

序号	隧洞名称	监测点位	监测因子	监测频率
1	DZ-1#隧洞	元草村	水位	施工期每个季度监测 1 次
2		红崖村		

10.3.4.4 环境空气

为监控工程施工对工程区域环境空气环境质量的影响,根据工程布置、工程敏感点分布情况及工程环境影响分析结果,每个监测点位监测环境空气环境质量。本次环境空气监测点位共计 36 个,其中水源工程 1 个,输水线路工程 35 个,监测点布设数量及位置、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 10.3-4。

表 10.3-4 施工期环境空气和噪声监测技术要求一览表

污染源	监测点位数量	监测点位	监测因子	监测频率
水源工程	1	尖藏村	TSP	施工期每年监测 2 期,每次连续监测 7 天,每天按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012)具体要求,监测日均值
输水线路工程	35	正宁县、西坡乡、安子村、昔咀村、柳树河村、土坪村、任家当庄、冉家洼村、虎家庄、朱家湾村、焦湾村、阳湾村、胡家村、蒲魏村、王家窑村、上拉子村、张天河村、马岔村、鸭洼村、乔庄、高庄村、北塬头村、常家地庄、黄老庄、东街村、冯湾村、常家坪村、峡口村、冰滩村、阳山寺村、员湾村、阴山庄、红旗村、下红庄、称庄		

10.3.4.5 噪声监测

为监控工程施工对工程区域声环境质量的影响,根据工程布置、工程敏感点分布情况及工程环境影响分析结果,每个监测点位监测声环境质量。本次噪声监测点位共计 36 个,其中水源工程 1 个,输水线路工程 35 个,监测点布设数量及位置、监测项目、监测周期、监测时段及频率见表 10.3-5。

表 10.3-5 施工期噪声监测技术要求一览表

噪声来源	监测点位数量	监测点位	监测因子	监测频率
水源工程	1	尖藏村	等效 A 声级	施工期每年监测 2 期,每次连续监测 2 天,每天按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)具体要求,监测昼间和夜间噪声值。
输水线路工程	35	正宁县、西坡乡、安子村、昔咀村、柳树河村、土坪村、任家当庄、冉家洼村、虎家庄、朱家湾村、焦湾村、阳湾村、胡家村、蒲魏村、王家窑村、上拉子村、张天河村、马岔村、鸭洼村、乔庄、高庄村、北塬头村、常家地庄、黄老庄、东街村、冯湾村、常家坪村、峡口村、冰滩村、阳山寺村、员湾村、阴山庄、红旗村、下红庄、称庄		

10.3.4.6 陆生生态和水生生态调查

为了解工程施工对陆生、水生生态的影响，验证环境影响预测结果，并为工程环境保护竣工验收提供基础资料，应对工程施工区及周边陆生生态进行调查。调查内容主要包括：施工区及周边陆生动物的种类、数量、出现频率、分布等；施工区占地范围内各类植被类型的占用、恢复情况以及恢复效果，对施工区占地范围内保护动植物的保护情况。施工高峰期调查一次。调查要求见表 10.3-6。

表 10.3-6 施工期生态调查技术要求

调查对象	调查范围	调查内容	调查时段	调查频次
陆生生态	淹没区、枢纽施工区及周围 200m 范围、引水线路沿线	植被类型，植物种类、郁闭度、盖度、多度；陆生动物的种类、数量、出现频率等	施工期	施工前、高峰期和施工结束分别监测 1 次，共计 3 次。
水生生态	工程涉及的白龙江河段	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等的种类、数量、分布、重要生境		

10.3.5 运行期环境监测计划

10.3.5.1 地表水监测

依照《水环境监测规范》和《生活饮用水检测标准》要求，在代古寺水库设置一个水质自动检测站，对水源水质进行定期监测。

（1）水质监测点位

水源工程水质监测点 1 个，即代古寺水库。

（2）水质监测时间与频率

常规水质指标：每月 1 次，上旬采样监测，如有异常情况，则须加密监测；

全水质指标：每年 1 次，6 月至 7 月采样监测。

（3）水质监测指标

常规水质指标共计 63 项，包括《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中表 1 地表水环境质量标准基本项目 23 项（除化学需氧量），表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目 5 项，表 3 集中式生活饮用水地表水源地特定项目 35 项（前 35 项）。

全水质指标共计 109 项，包括《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中表 1 地表水环境质量标准基本项目 24 项，表 2 集中式生活饮用水地表水源地补充项目 5 项，以及集中式生活饮用水地表水源地特定项目 80 项。

(4) 水质监测方法

常规水质指标和全水质指标均按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)要求进行水质分析。

(5) 应急方案

若白龙江水库突发水污染事件时，应当根据现场应对工作需要或在预警行动的基础上，及时启动突发环境事件应急预案，具体如下：

1) 先期处置

涉事企业事业单位或其他生产经营者应当立即进行先行处置，采取关闭、停产、封堵、围挡、转移等措施，切断和控制污染源，防止污染蔓延扩散。当涉事企业事业单位或其他生产经营者不明时，由事发地政府负责先期处置工作。事发地政府应当在进行先期处置的同时，组织生态环境、公安、水利、应急管理、住建等有关部门对污染来源开展调查，查明肇事者，确定污染物种类和污染范围，切断污染源。参与先期处置的有关部门、单位，应当依法及时收集、保全涉及突发水污染事件的相关证据。

2) 现场污染处置

事发地政府应当组织生态环境、水利等有关部门及环境应急专家人员，制定综合水污染治理方案。采取监测、排查等措施确定水体污染程度和范围，采取拦截、导流、疏浚等措施防止水体污染扩大，采取吸附、打捞、氧化还原、中和、消毒、临时收贮、微生物消解、引水稀释、转移异地处置、临时建设污水处置工程等措施处置污染物。根据公共利益和应急处置需要，必要时还可责令其他有关涉水企业事业单位采取停产、限产、限排等措施。

3) 信息报送和发布

突发水环境污染事件发生后，各地要依据原环境保护部《突发环境事件信息报告办法》(环保部令第 17 号)，按照初步认定的事件级别及时报告同级政府和上级环保部门。

4) 转移安置人员

根据突发水污染事件影响程度以及事发地的人文、气象、地理环境、人口密度等因素，可建立现场警戒区、重点防护区，及时有组织、有序疏散转移已受到影响和可能受到威胁的人员。同时，妥善做好转移人员的医学救援、生活安置保障等工作。

5) 应急监测

根据突发水污染事件的污染物主要因子、性质以及当地自然、社会、环境状况等，制定应急监测方案，明确监测方法，确定监测布点和频次，调配应急监测设备、车辆，及时开展监测。同时，加强对事发地相关地表水及饮用水源的水质监测，为突发水污染事件应急决策提供依据。

6) 事后调查与整改

突发环境事件应急处置期间，县级以上地方政府应当组织有关部门及专家依法依规开展污染损害评估。评估结论作为事件调查处理、损害赔偿、环境修复和生态恢复重建的依据，同时组织开展事件调查，查明事件原因，确认事件性质，认定事件责任，提出整改措施和处理意见，及时研究制定环境恢复工作方案并组织实施。

10.3.5.2 地下水监测

(1) 监测点位：监测点位均利用已有泉眼、水井取样检测。

(2) 监测项目：pH、总硬度、溶解性总固体、挥发性酚类、硫酸盐、氯化物、铁、锰、高锰酸盐指数、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）、氨氮、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、钙、镁、钠、钾、重碳酸根、碳酸根。

(3) 监测频次：结合项目运营期的时间，每年丰、平、枯三水期各一次。

(4) 地下水水位监测

根据前面预测分析，建设项目运营期对地下水水位影响较大的是水源水库工程，因此在水库工程周边可能影响的范围内布设水位监测点。

表 10.3-7 运营期地下水水质水位长期监测点汇总表

序号	名称	备注
1	黑杂村	利用已有民井/泉眼
2	尖藏村	利用已有民井/泉眼

10.3.5.3 土壤监测

在评价区设置 5 个监测点开展跟踪监测工作，具体点位详见表 10.3-8，开展土壤盐度与 pH 监测，监测频率为 5 年 1 次。

表 10.3-8 土壤环境监测点一览表

编号	附近工程	经纬度		与工程关系	监测项目	监测频率
		纬度	经度			
01	天水一干线	34°43'35.4735"N	105°07'50.3469"E	干线附近	盐度、pH	5 年 1 次
02	天水一干线	34°58'39.3292"N	106°11'26.8077"E			
03	平凉一干线	35°18'9.0928"N	106°59'39.9693"E			
04	庆阳一干线	35°48'43.0478"N	107°35'0.4130"E			
05	延安干线	36°41'49.5946"N	109°13'30.2164"E			

10.3.5.4 陆生生态和水生生态调查

为了解工程对陆生、水生生态的影响，工程建成后，水库库周区、引水线路沿线开展陆生生态和水生生态调查。调查要求见表 10.3-9。

表 10.3-9 运行期生态调查技术要求

调查对象	调查范围	调查内容	调查时段	调查频次
陆生生态	水库库周区、引水线路沿线	植被类型，植物种类、郁闭度、盖度、多度；陆生动物的种类、数量、出现频率等	运行期	工程运行期调查 2 次，每期时间间隔 3 年。
水生生态	工程涉及的白龙江河段	浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等的种类、数量、分布、重要生境		

10.4 环境保护设施“三同时”验收清单

本工程竣工后，建设单位应当按照相关规定对配套建设的环保设施进行验收，编制验收报告，同时施工期环境监理报告应作为环保竣工验收内容之一。本项目环境保护设施“三同时”验收清单见表 10.4-1。

表 10.4-1 白龙江引水工程环境保护设施“三同时”验收一览表

序号	影响源	验收项目	应达到标准或效果
一	施工期		
1	水环境	砂石料加工废水	处理后水质满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)
		混凝土拌合系统废水	
		机修含油废水	处理后水质满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准
		隧洞施工排水	
		施工人员生活污水	
2	环境空气	施工扬尘、燃油废气	施工区环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
3	声环境	施工噪声	施工区满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011), 环境影响区满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中1类区标准
4	固废	施工弃渣	满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)和《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的要求
		生活垃圾	
		危险废物	
5	水生生态	鱼类保护	按环评落实各项措施
6	陆生生态	陆生植被	按环评落实各项措施

序号	影响源		验收项目		应达到标准或效果
		陆生动物	生态保护宣、警示牌、合理布置施工时间、珍稀动物保护、野生动物救助		按环评落实各项措施
		自然保护地	自然保护地生态补偿措施		按环评落实各项措施
二	运营期				
1	水环境	生态流量	生态放水发电系统采用“一洞三机两根生态放水管”的布置，在电站尾水渠下游设置一套生态流量在线监测系统。		正常运行，满足生态流量下泄要求
		下泄低温水	叠梁门分层取水，在坝前及坝下分别设置水温在线监测系统。		正常运行，达到设计要求
		水源水质	在代古寺水库库尾、代古寺水库取水口、输水线路甘陕交界处共设置 3 个水质自动监测站。		正常运行，达到设计要求
		管理区生活污水	枢纽管理区设置 1 套一体化生活污水处理设施。		正常运行，达到设计要求
2	水生生态	鱼类保护	栖息地保护	2 处栖息地保护河段，具体措施包括：拆除 7 座电站大坝和 1 座电站闸门，8 处鱼类生境修复和保护。	按环评落实各项措施
			过鱼设施	建设集运鱼系统	正常运行，达到设计要求
			增殖放流	建设 1 座鱼类增殖放流站	正常运行，达到设计要求
			拦鱼	在取水口、电站引水口、集鱼通道进口临河道侧至河左岸设置电赶拦鱼装置。	正常运行，达到设计要求
3	移民安置		在每个集中安置点内建设 1 座污水处理站（配套污水管网），设置 30 套垃圾清扫工具、30 个分类垃圾桶和 3 座垃圾收集池。		正常运行，达到设计要求

11 环保投资估算及经济损益分析

11.1 环保投资估算

11.1.1 编制原则

(1) “谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。对于既保护环境，又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需的投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

(2) “突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

(3) “功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应就地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

(4) “一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

11.1.2 编制依据

- (1)《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)；
- (2)《水利工程设计概(估)算编制规定》(水总〔2002〕116号)；
- (3)《工程勘察设计收费管理规定》(国家计委、建设部计价格〔2002〕10号文)；
- (4)《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价〔2007〕670号文)。

11.1.3 编制方法及费用构成

根据《水利水电工程环境保护概估算编制规程》，结合工程实际情况，本工程环保投资分为环境保护措施、环境监测措施、环境保护临时措施，以及环境保护独立费用等五个部分。

11.1.4 环境保护投资估算

白龙江引水工程环境保护总投资 15.88 亿元，其中：环境保护措施投资 2.99 亿元；环境监测费用 0.75 亿元；仪器设备安装 2.41 亿元；环境保护临时措施费用共 4.75 亿元；独立费用 3.54 亿元；基本预备费 1.44 亿元。见表 11.1-1。

表 11.1-1 白龙江引水工程环境保护投资总表 单位：万元

工程	第一部分环境保护措施	第二部分环境监测	第三部分仪器设备 及安装	第四部分环 境保护临时 措施	第五部分 独立费用	基本预备 费	合计
水源工程	28339.45	548.28	4044.90	2797.85	14154.62	4988.51	54873.61
输水线路	1561.50	6915.12	20050.64	44700.19	21263.22	9449.07	103939.74
总计	29900.96	7463.40	24095.54	47498.04	35417.83	14437.58	158813.35

11.1.4.1 水源水库工程环保投资估算

水源水库（代古寺水库）工程环保投资为 5.49 亿元，详见表 11.1-2。

表 11.1-2 代古寺水库环保投资估算表

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	第一部分环境保护措施				28339.45	
1	鱼类保护				27072.5	
	(1) 鱼类增殖站				6326.63	
	1) 建筑工程				2944.73	
	①单体建筑工程				1465.11	
	综合楼	m ²	238	7000	166.43	
	鱼种培育车间	m ²	1061	4000	424.56	
	开口苗及鱼苗培育车间	m ²	888	3500	310.87	
	亲鱼及催产孵化车间	m ²	1545	3500	540.75	
	柴油机房	m ²	50	4500	22.5	
	②室外工程				267.05	
	土石挖方	m ³	16680	16.45	27.44	
	土石填方	m ³	16680	11.9	19.85	
	室外工程	项	1	2197668	219.77	按单体建筑工程投资 15%计算
	③室外构筑物				672.01	
	土方开挖	m ³	13995.83	20.53	28.73	
	土方回填	m ³	7095.924	29.49	20.93	
	C20 素混凝土基础垫层	m ³	441.8291	707.21	31.25	150mm 厚

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	C30 钢筋混凝土基础	m ³	1138.876	750.66	85.49	400mm 厚
	C30 钢筋混凝土侧壁	m ³	354.4042	783.065	27.75	300mm 厚
	HRB400 级钢筋	t	372.046	8635.62	321.28	
	钢材	t	2.35224	12000	2.82	Q235B
	级配碎石回填	m ³	784.08	208.61	16.36	
	混凝土垫层	m ³	164.6568	707.21	11.64	C20
	基础混凝土	m ³	705.672	750.66	52.97	C30
	墙体混凝土	m ³	744.876	783.065	58.33	C30
	板混凝土	m ³	156.816	815.47	12.79	C30
	梁混凝土	m ³	19.602	847.875	1.66	C30
	④原水及尾水处理系统				109.4	
	土方开挖	m ³	560	20.53	1.15	
	土方回填	m ³	120	29.49	0.35	
	混凝土垫层	m ³	90	707.21	6.36	C20
	基础混凝土	m ³	360	750.66	27.02	C30
	柱混凝土	m ³	32	801.13	2.56	C30
	板混凝土	m ³	88	815.47	7.18	C30
	梁混凝土	m ³	60	847.875	5.09	C30
	钢筋	t	68	8635.62	58.72	HRB400
	钢材	t	1	12000	0.96	
	⑤车间内部构筑物				431.16	
	车间内部构筑物混凝土	m ³	2590	801.13	207.49	C30
	车间内部构筑物钢筋	m ³	259	8635.62	223.66	HRB400 级 钢筋
	2) 车间养殖设备				675.69	
	①亲鱼及繁殖孵化车间				282.43	
	一体化循环水处理设备	套	1	622250	62.23	
	3m 催产池	套	4	21735	8.69	
	尤先科孵化器	套	5	35891.25	17.95	
	孵化桶	套	5	4485	2.24	
	3m 培育缸	套	42	21735	91.29	
	涡旋式鼓风机	台	2	7389.375	1.48	
	管配件及增氧装置	批	1	985539.2	98.55	
	②开口苗及鱼苗车间				193.39	
	一体化循环水处理设备	套	1	622250	62.23	
	1m 培育缸	套	42	7319	30.74	
	2m 培育缸	套	36	9473	34.1	
	涡旋式鼓风机	台	2	3096.5	0.62	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	管配件及增氧装置	批	1	657026.1	65.7	
	③鱼种车间				181.83	
	一体化循环水处理设备	套	1	622250	62.23	
	2m 培育缸	套	68	9473	64.42	
	涡旋式鼓风机	台	2	3096.5	0.62	
	管配件及增氧装置	批	1	545644.8	54.56	
	④室外池设备				18.05	
	涡旋式鼓风机	台	2	9852.5	1.97	
	便携式增氧机	台	4	4306.95	1.72	
	便携式吸污泵	台	4	19705	7.88	
	网具网箱	批	1	28150	2.82	
	便携式多参数水质分析仪	套	1	36595	3.66	
	3) 水处理系统				96	
	①尾水处理系统				70.12	
	竖流沉淀器	台	1	19233.8	1.92	
	叠螺机	套	1	90512	9.05	
	生物填料	m ³	2	7071.25	1.41	
	砂滤罐	台	1	43841.75	4.38	
	臭氧发生器	台	1	22628	2.26	
	脱气塔	套	1	41013.25	4.1	
	加药装置	套	2	14142.5	2.83	
	叶轮搅拌器	套	2	7354.1	1.47	
	管道式紫外线	套	1	12728.25	1.27	
	水泵	台	2	3394.2	0.68	
	循环泵	台	2	3959.9	0.79	
	吸污泵	台	1	3394.2	0.34	
	不锈钢水箱	套	1	282850	28.29	
	电控柜	套	1	113140	11.31	
	②原水处理系统			0	25.88	
	砂滤罐	台	1	107483	10.75	
	精密过滤器	台	1	38184.75	3.82	
	紫外线消毒器	台	1	70712.5	7.07	
	电控柜	套	1	42427.5	4.24	
	4) 机电设备				45.21	
	箱式变电站/315kVA	座	1	120000	12	
	柴油发电机/100kW	台	1	15000	1.5	
	低压开关柜/400V	台	1	40000	4	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	铠装电缆 YJV22-5×16	m	1000	135.9	13.59	
	铠装电缆 YJV22-4×25+1×16	m	800	176.52	14.12	
	5) 实验及其他设备				165	
	科研实验设施	项	1	370000	37	
	展示厅	项	1	880000	88	
	运输车辆	辆	2	200000	40	
	6) 运行费	年	5	1200000	600	暂定 5 年
	7) 人工增殖放流	年	6	3000000	1800	施工期开展 人工增殖放 流
	(2) 鱼类栖息地保护	项	1		16444.4	
	1) 淹没区水电站恢复连通性				9462.82	仅拆除费 用, 不含运 费等
	花园水电站 (拆坝)	m ³	245521	200	4910.42	
	水泊峡水电站 (拆坝)	m ³	210388	200	4207.76	
	翠古电站水电站 (拆坝)	m ³	2730	200	54.6	
	桑坝三级水电站 (拆坝)	m ³	1803.75	200	36.08	
	腊子口三级水电站 (拆坝)	m ³	4118.4	200	82.37	
	代古寺水电站 (拆闸门)	t	858	2000	171.6	
	2) 鱼类重要生境修复、保护	处	8	700000	560	
	3) 腊子口一级站和腊子口二级站 恢复连通性				6421.57	
	①腊子口一级站				2017.27	
	电站补偿	kW	2230	9030	2013.69	
	电站拆除	m ³	179.16	200	3.58	仅拆除费 用, 不含运 费等
	②腊子口二级站				4404.3	
	电站补偿	kW	4800	9030	4334.4	
	电站拆除	m ³	3494.96	200	69.9	仅拆除费 用, 不含运 费等
	4) 巴藏水电站退出	项	1		10000	当地政府建 设, 本次暂 不计入
	(3) 集运鱼系统				2270.47	
	1) 水工建筑工程				835.47	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	土方开挖	m ³	2112	20.53	4.34	
	石方明挖	m ³	8116	77.06	62.54	
	土方回填	m ³	4246	29.49	12.52	
	模板	m ²	13590	59.11	80.33	
	C25 结构混凝土 (二)	m ³	396	684.48	27.11	
	C30 结构混凝土 (二)	m ³	5011	700.72	351.13	
	C15 混凝土垫层	m ³	58	519.96	3.02	
	二期混凝土	m ³	42	1028.86	4.32	
	钢筋制安	t	254	8423.59	213.96	
	排水孔	m	522	206.72	10.79	
	喷混凝土 (厚 150mm)	m ³	199	902.94	17.97	
	边坡锚杆 (①25,L=4.5m)	根	148	222.51	3.29	
	挂网钢筋	t	5	8341.74	4.17	
	钢材	t	5	8000	4	
	集鱼进口启闭机房	m ²	20	1800	3.6	
	集鱼出口启闭机房	m ²	40	1800	7.2	
	细部结构	m ³	5508	45.73	25.19	
	2) 金属结构与安装工程				405	
	集鱼进口工作闸门及埋件	项	1		50	
	集鱼出口工作闸门及埋件	项	1		50	
	出口拦污栅及埋件	项	1		30	
	集鱼箱及埋件	项	1		10	
	电葫芦	台	1		5	
	固定卷扬机	台	3		45	两用一备
	圆孔隔板	套	1		25	
	进口装置	套	1		25	
	防逃逸装置	套	1		15	
	拦鱼电栅	套	1		120	
	运鱼车	套	1		25	
	诱鱼灯	套	1		2	
	轨道	套	1		3	
	3) 集运鱼系统监控系统				630	
	双频识别声呐	套	1		200	
	水下视频	套	1		150	
	PIT 设备	套	1		120	
	流速监控系统	项	1		80	
	数据集成平台	项	1		80	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	4) 水工物理和数学模型	项	1		200	
	5) 鱼类游泳能力试验	项	1		200	
	(4) 拦鱼设施				300	
	拦鱼系统	套	3	800000	240	
	设备及安装工程	项	3	200000	60	
	(5) 分层取水				/	计入主体
	(6) 水产种质资源保护区保护与 补偿				1731	根据专题批 复要求
	1) 鱼类资源本底调查	项	1		200	
	2) 水生生物资源跟踪监测及评估	项	1		680	
	3) 渔政监管	项	1		500	
	4) 警示宣传教育	项	1		144	
	5) 乡村共管机制	项	1		207	
2	陆生生态保护措施				60	
	(1) 植物保护措施					
	移植、采种、育苗、栽植	项	1	300000	30	
	(2) 陆生动物保护措施					
	宣传、宣传标识牌、动物救护费	项	1	300000	30	
3	环境敏感区保护措施				121	
	多儿国家级自然保护区	项	1	300000	30	
	阿夏省级自然保护区	项	1	320000	32	
	腊子口国家森林公园	项	1	290000	29	
	白龙江特有鱼类国家级水产种质资 源保护区	项	1	300000	30	
4	水源地保护				111.95	
	防护栏	km	2.43	450000	109.35	
	标识牌	个	13	2000	2.6	
5	运行期水环境风险防范				130	
	木制堵漏楔、堵漏枪、围油栏、撇 油器、吸油毡、分散剂	套	10	80000	80	
	潜污泵、活性炭、絮凝剂、中和剂	套	10	50000	50	
6	管理区人员生活污水处理措施				95	
	OGA 餐饮业含油污水处理器	套	1	300000	30	
	环保厕所	座	1	80000	8	
	格栅	个	1	10000	1	
	化粪池	座	1	60000	6	
	地理式生活污水一体化设备	套	1	500000	50	
7	集中安置点环保投资				749	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	(1) 生活污水处理措施				710	
	1) 污水处理站	座	3	700000	210	
	2) 污水管网	项	1	5000000	500	
	(2) 生活垃圾处理				39	
	1) 垃圾清扫工具	套	90	500	4.5	
	2) 分类垃圾桶	个	90	500	4.5	
	3) 垃圾收集池	座	15	20000	30	
第二部分环境监测					548.28	
1	水环境监测				34.56	
	(1) 河流水质监测	点·次	24	3000	7.2	
	(2) 砂石料废水监测	点·次	12	1500	1.8	
	(3) 混凝土拌和冲洗废水监测	点·次	12	1500	1.8	
	(4) 机修含油废水监测	点·次	12	1800	2.16	
	(5) 隧洞废水监测	点·次	12	1500	1.8	
	(6) 基坑废水监测	点·次	12	1500	1.8	
	(7) 生活污水监测	点·次	12	2000	2.4	
	(8) 饮用水水源地监测	点·次	12	7000	8.4	
	(9) 地下水水质监测	点·次	24	3000	7.2	
2	环境空气	点·次	84	2000	16.8	
3	声环境	点·次	24	800	1.92	
4	水生生态监测	次	3	1000000	300	
5	陆生生态监测	次	3	650000	195	
第三部分仪器设备及安装					4044.9	
1	生态基流监控设施	套	1	2500000	250	
2	废(污)水处理				2322	
	(1) 生产废水处理				2020	
	1) 砂石料加工系统废水				1260	
	高效污水净化器	套	2	4000000	800	处理规模 900m ³ /h, 一 备一用
	高效混凝混合器	套	2	1700000	340	处理规模 900m ³ /h, 一 备一用
	卧螺离心式污水脱泥机	套	2	300000	60	处理规模 900m ³ /h, 一 备一用
	净化器废水提升泵(渣浆泵)	套	3	50000	15	两用一备
	反洗水泵(潜污泵)	套	3	50000	15	两用一备

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	回用水泵（清水泵）	套	3	50000	15	两用一备
	浓浆池自动搅拌排污泵	套	3	50000	15	两用一备
	2）混凝土拌和废水处理				12	
	潜污泵	套	2	30000	6	一用一备
	清水泵	套	2	30000	6	一用一备
	3）机械保养含油废水处理				6	
	清水泵	套	2	30000	6	一用一备
	4）隧洞施工废水处理设备				736	
	高效污水净化器	套	2	3500000	700	
	净化器废水提升泵（渣浆泵）	套	4	30000	12	一用一备
	反洗水泵（潜污泵）	套	4	30000	12	一用一备
	回用水泵（清水泵）	套	4	30000	12	一用一备
	5）基坑废水处理设备				6	
	清水泵	套	2	30000	6	一用一备
	（2）生活污水处理				212	
	污水处理一体化设备	套	1	2000000	200	处理规模 110m³/d
	清水泵	套	2	30000	6	一用一备
	潜污泵	套	2	30000	6	一用一备
	（3）施工期水环境风险防范				90	
	木制堵漏楔、堵漏枪、围油栏、撇油器、吸油毡、分散剂	套	5	100000	50	
	潜污泵、活性炭、絮凝剂、中和剂	套	5	80000	40	
3	水温监测设备				172	
	土建	项	1	50000	5	
	水温监测分析系统	套	1	500000	50	
	监测设备	套	21	30000	63	
	监测设备电源	套	1	40000	4	
	监测设备通信	套	1	500000	50	
4	水质在线监控设备				1003.5	
	土建	项	3	250000	75	
	水质监测中心站系统	套	3	700000	210	
	监测设备	套	3	1550000	465	
	采集设备	套	3	65000	19.5	
	取水设施	套	3	30000	9	
	排水设施	套	3	45000	13.5	
	监测站电源	套	3	155000	46.5	
	监测站通信	套	3	300000	90	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	电子围栏及门禁系统	套	3	250000	75	
5	环境空气				80	
	雾炮机	辆	10	10000	10	
	洒水车	辆	2	250000	50	
	扬尘自动监控系统	套	4	50000	20	
6	固体废物				132.25	
	垃圾清运车	辆	3	300000	90	
	移动垃圾收集站	座	10	30000	30	
	垃圾桶	个	350	350	12.25	
7	噪声防治				25.15	
	限速禁鸣警示牌	个	5	300	0.15	
	隔声屏障	延米	1000	250	25	
8	环境保护宣传				60	
	第四部分环境保护临时措施				2797.85	
1	废（污）水处理				2274.61	
	(1) 生产废水处理				2098.12	
	1) 砂石料加工系统废水				985.81	
	①初沉池				174.18	
	土方开挖	m ³	3811.018	20.53	7.82	
	土方回填	m ³	444.1248	29.49	1.31	
	主体混凝土用量	m ³	548.1792	684.48	37.52	
	垫层混凝土用量	m ³	118.7136	684.48	8.13	
	钢筋	t	131.563	8423.59	110.82	
	模板	m ²	1450	59.11	8.57	
	②调节池				103.12	
	土方开挖	m ³	2307.658	20.53	4.74	
	土方回填	m ³	417.2448	29.49	1.23	
	主体混凝土用量	m ³	323.5392	684.48	22.15	
	垫层混凝土用量	m ³	66.8736	684.48	4.58	
	钢筋	t	77.64941	8423.59	65.41	
	模板	m ²	850	59.11	5.02	
	③事故蓄水池				147.25	
	土方开挖	m ³	3669.869	20.53	7.53	
	土方回填	m ³	399.3024	29.49	1.18	
	主体混凝土用量	m ³	456.2496	684.48	31.23	
	垫层混凝土用量	m ³	114.3168	684.48	7.82	
	钢筋	t	109.4999	8423.59	92.24	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	模板	m ²	1225	59.11	7.24	
	④浓浆池				87.09	
	土方开挖	m ³	1905.509	20.53	3.91	
	土方回填	m ³	222.0624	29.49	0.65	
	主体混凝土用量	m ³	274.0896	684.48	18.76	
	垫层混凝土用量	m ³	59.3568	684.48	4.06	
	钢筋	t	65.7815	8423.59	55.41	
	模板	m ²	725	59.11	4.29	
	⑤清水池				174.18	
	土方开挖	m ³	3811.018	20.53	7.82	
	土方回填	m ³	444.1248	29.49	1.31	
	主体混凝土用量	m ³	548.1792	684.48	37.52	
	垫层混凝土用量	m ³	118.7136	684.48	8.13	
	钢筋	t	131.563	8423.59	110.82	
	模板	m ²	1450	59.11	8.57	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	6	500000	300	
	2) 混凝土拌和废水处理				55.43	
	①沉淀池				12.71	
	土方开挖	m ³	254.3184	20.53	0.52	
	土方回填	m ³	156.1392	29.49	0.46	
	主体混凝土用量	m ³	40.3488	684.48	2.76	
	垫层混凝土用量	m ³	3.8304	684.48	0.26	
	钢筋	t	9.683712	8423.59	8.16	
	模板	m ²	93	59.11	0.55	
	②清水池				12.71	
	土方开挖	m ³	254.3184	20.53	0.52	
	土方回填	m ³	156.1392	29.49	0.46	
	主体混凝土用量	m ³	40.3488	684.48	2.76	
	垫层混凝土用量	m ³	3.8304	684.48	0.26	
	钢筋	t	9.683712	8423.59	8.16	
	模板	m ²	93	59.11	0.55	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	6	50000	30	
	3) 机械保养含油废水处理				120.99	
	①隔油沉淀池	座	1	400000	40	
	②清水池				32.99	
	土方开挖	m ³	743.7456	20.53	1.53	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	土方回填	m ³	288.0528	29.49	0.85	
	主体混凝土用量	m ³	103.2192	684.48	7.07	
	垫层混凝土用量	m ³	16.4736	684.48	1.13	
	钢筋	t	24.77261	8423.59	20.87	
	模板	m ²	262	59.11	1.55	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	6	80000	48	
	4) 隧洞施工废水处理				915.9	
	①初沉池				247.95	
	土方开挖	m ³	6410.578	20.53	13.16	
	土方回填	m ³	955.6848	29.49	2.82	
	主体混凝土用量	m ³	764.1792	684.48	52.31	
	垫层混凝土用量	m ³	190.7136	684.48	13.05	
	钢筋	t	183.403	8423.59	154.49	
	模板	m ²	2050	59.11	12.12	
	②清水池				247.95	
	土方开挖	m ³	6410.578	20.53	13.16	
	土方回填	m ³	955.6848	29.49	2.82	
	主体混凝土用量	m ³	764.1792	684.48	52.31	
	垫层混凝土用量	m ³	190.7136	684.48	13.05	
	钢筋	t	183.403	8423.59	154.49	
	模板	m ²	2050	59.11	12.12	
	③人工湿地	处	2	1500000	300	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	6	200000	120	
	5) 基坑排水处理				20	
	(2) 生活污水处理				126.49	
	①化粪池	座	1	200000	20	处理规模 110m ³ /d
	②回用水池				16.49	
	土方开挖	m ³	371.8728	20.53	0.76	
	土方回填	m ³	144.0264	29.49	0.42	
	主体混凝土用量	m ³	51.6096	684.48	3.53	
	垫层混凝土用量	m ³	8.2368	684.48	0.56	
	钢筋	t	12.3863	8423.59	10.43	
	模板	m ²	131	59.11	0.77	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	6	150000	90	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	(3) 施工期水环境风险防范				50	
	木制堵漏楔、堵漏枪、围油栏、撇油器、吸油毡、分散剂	套	5	50000	25	
	潜污泵、活性炭、絮凝剂、中和剂	套	5	50000	25	
2	环境空气质量保护				87	
	道路清扫人工费	年	6	45000	27	
	洒水车运行费(人工费、损耗费、燃油费等)	年	6	100000	60	
3	固体废物、生活垃圾处理及厕所建设				285.99	
	(1) 固体废物					
	危废暂存间	座	1	200000	20	
	运行管理费(人工费、材料费、电费等)	年	6	100000	60	
	(2) 厕所					
	卫生厕所	座	20	60000	120	
	移动式环保厕所	座	10	40000	40	
	(3) 生活垃圾处理					
	垃圾清运	t	2299.5	200	45.99	
4	人群健康保护				150.25	
	卫生清理费	m ²	155000	3	46.5	
	施工人员检疫	人	1050	250	26.25	
	卫生防疫	m ²	155000	3	46.5	
	灭鼠与灭蚊	m ²	155000	2	31	
第一至四部分合计					35730.48	
第五部分独立费用					14154.62	
1	建设管理费				3101.13	
	(1) 环境管理人员经常费	按一~四部分之和的 4% 计			1429.22	
	(2) 环境保护工程竣工验收费				600	
	(3) 环境保护宣传及技术培训费	按一~四部分之和的 3% 计			1071.91	
2	环境监理费	年	6	700000	420	
3	科研勘测设计咨询费				10309.48	
	(1) 科学研究试验费				3830	
	工程对白龙江水生生态长期生态效应研究	项	1		250	
	鱼类放流效果监测与评估研究	项	1		300	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	水库藻群落演变规律及富营养化影响研究	项	1		220	
	青石爬鮡人工繁育技术研究	项	1		200	
	鱼类栖息地保护相关技术研究	项	1		400	
	鱼类栖息地保护规划	项	1		350	
	划定饮用水源保护区专题研究	项	1		300	
	生态调度研究	项	1		350	
	白龙江供水应急预案	项	1		200	
	水库水质监测与安全预警研究	项	1		250	
	支流生境替代关键技术及鱼类生境再形成过程研究	项	1		800	
	土著鱼类驯养繁殖技术研究	项	1		150	
	低水头坝过鱼通道研究及试验	项	1		60	
	(2) 环评报告书编制费				2000	
	(3) 环境保护勘察费				4803.48	
	环境保护措施勘察费				3256.01	
	鱼类增殖站勘察费				1138.79	
	集运鱼系统勘察费				408.69	
	一至五部分之和				49885.1	
	基本预备费	按一~五部分之和的10%计			4988.51	
	环境保护总投资				54873.61	

11.1.4.2 输水线路工程环保投资估算

输水线路工程环保投资为 10.39 亿元，详见表 11.1-3。

表 11.1-3 输水工程环保投资估算表

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	第一部分环境保护措施				1561.50	
1	陆生生态保护措施				200.00	
	(1) 植物保护措施				100.00	
	移植、采种、育苗、栽植	项	1	1000000	100.00	
	(2) 陆生动物保护措施				100.00	
	宣传、宣传标识牌、动物救护费	项	1	1000000	100.00	
2	地下水保护措施				50.00	
	饮用水补偿费	项	1	500000	50.00	
3	环境敏感区保护措施				302.00	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	官鹅沟国家森林公园	项	1	240000	24.00	
	庄浪县云崖寺国家森林公园	项	1	150000	15.00	
	榜沙河省级森林公园	项	1	200000	20.00	
	崇信五龙山省级森林公园	项	1	240000	24.00	
	吴起省级退耕还林森林公园	项	1	180000	18.00	
	庄浪云崖寺省级风景名胜区	项	1	280000	28.00	
	崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区	项	1	280000	28.00	
	庄浪云崖寺省级地质公园	项	1	170000	17.00	
	武山县水帘洞省级地质公园	项	1	150000	15.00	
	陕西北洛河湿地	项	1	280000	28.00	
	武山县饮用水水源保护区	项	1	210000	21.00	
	西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区	项	1	230000	23.00	
	华池县鸭儿洼饮用水水源保护区	项	1	190000	19.00	
	红庄水库水源地保护区	项	1	220000	22.00	
4	管理区人员生活污水处理措施				1009.50	
	OGA 餐饮业含油污水处理器	套	16	200000	320.00	
	环保厕所	座	16	70000	112.00	
	格栅	个	16	2940	4.70	
	化粪池	座	16	58000	92.80	
	地埋式生活污水一体化设备	套	16	300000	480.00	
第二部分环境监测					6915.12	
1	水环境监测				4991.52	
	(1) 河流水质监测	点·次	160	3000	48.00	
	(2) 砂石料废水监测	点·次	96	1500	14.40	
	(3) 混凝土拌和冲洗废水监测	点·次	3584	1500	537.60	
	(4) 机修含油废水监测	点·次	3584	1800	645.12	
	(5) 隧洞废水监测	点·次	2544	1500	381.60	
	(6) 基坑废水监测	点·次	800	1500	120.00	
	(7) 生活污水监测	点·次	3584	2000	716.80	
	(8) 饮用水水源地监测	点·次	3584	7000	2508.80	
	(9) 地下水水质监测	点·次	64	3000	19.20	
2	环境空气	点·次	3920	2000	784.00	
3	声环境	点·次	1120	800	89.60	
4	水生生态监测	次	3	1500000	450.00	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
5	陆生生态监测	次	3	2000000	600.00	
	第三部分仪器设备及安装				20050.64	
1	废（污）水处理				16502.00	
	（1）生产废水处理				13304.00	
	1）砂石料加工系统废水				2520.00	
	高效污水净化器	台	12	1200000	1440.00	处理规模 300~450m³/h，一 备一用
	高效混凝混合器	台	12	500000	600.00	处理规模 300~450m³/h，一 备一用
	卧螺离心式污水脱泥机	台	12	100000	120.00	处理规模 300~450m³/h，一 备一用
	净化器废水提升泵（渣浆泵）	台	18	50000	90.00	两用一备
	反洗水泵（潜污泵）	台	18	50000	90.00	两用一备
	回用水泵（清水泵）	台	18	50000	90.00	两用一备
	浓浆池自动搅拌排污泵	台	18	50000	90.00	两用一备
	2）混凝土拌和废水处理				892.00	
	潜污泵	台	223	20000	446.00	
	清水泵	台	223	20000	446.00	
	3）机械保养含油废水处理				762.00	
	清水泵	台	381	20000	762.00	
	4）隧洞施工废水处理设备				9130.00	
	高效污水净化器	套	28	2700000	7560.00	处理设备布置于 DZ-1#隧洞、DZ- 3#隧洞、DZ-4#隧 洞、DZ-6#隧洞、 DZ-7#隧洞、ZQ- 1#隧洞、延安 1# 无压隧洞进出口 及支洞口，共计 28 处，水泵一用 一备
	净化器废水提升泵（渣浆泵）	套	56	25000	140.00	
	反洗水泵（潜污泵）	套	56	25000	140.00	
	潜污泵	套	258	25000	645.00	各隧洞口水泵一 用一备
	回用水泵（清水泵）	套	258	25000	645.00	各隧洞口水泵一 用一备
	（2）生活污水处理				3198.00	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	污水处理一体化设备	套	246	110000	2706.00	
	清水泵	台	246	20000	492.00	
2	环境空气				2088.00	
	雾炮机	辆	448	10000	448.00	
	洒水车	辆	82	200000	1640.00	
3	固体废物				797.20	
	垃圾清运车	辆	20	155000	310.00	
	移动垃圾收集站	座	224	20000	448.00	
	垃圾桶	个	1120	350	39.20	
4	噪声防治				363.44	
	限速禁鸣警示牌	个	448	300	13.44	
	隔声屏障	延米	14000	250	350.00	
5	环境保护宣传	项	1	3000000	300.00	
第四部分环境保护临时措施					44700.19	
1	废（污）水处理				32600.86	
	（1）生产废水处理				27211.55	
	1）砂石料加工系统废水				2880.34	
	①初沉池				618.74	
	②调节池				405.59	
	③事故蓄水池				527.89	
	④浓浆池				309.37	
	⑤清水池				618.74	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	500000	400.00	
	2）混凝土拌和废水处理				4441.22	
	①沉淀池				876.61	
	②清水池				876.61	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	3360000	2688.00	
	3）机械保养含油废水处理				5426.73	
	①隔油沉淀池	座	381	30000	1143.00	处理规模 5~50m³/d
	②清水池				1595.73	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	3360000	2688.00	
	4）隧洞施工废水处理				14163.26	
	①初沉池				3471.28	处理设备布置于 DZ-1#隧洞、DZ-

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
						3#隧洞、DZ-4#隧洞、DZ-6#隧洞、DZ-7#隧洞、ZQ-1#隧洞、延安 1#无压隧洞，处理规模 200~4650 m ³ /h
	②清水池				3471.28	
	③三级沉淀池				1682.70	
	④人工湿地	处	3	1500000	450.00	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	6360000	5088.00	
	5) 基坑排水处理				300.00	
	(2) 生活污水处理				4941.31	
	①化粪池	座	246	20000	492.00	处理规模 5~20m ³ /d。
	②回用水池				865.31	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	4480000	3584.00	
	(3) 施工期水环境风险防范				448.00	
	木制堵漏楔、堵漏枪、围油栏、撇油器、吸油毡、分散剂	套	448	5000	224.00	
	潜污泵、活性炭、絮凝剂、中和剂	套	448	5000	224.00	
2	环境空气质量保护				3225.60	
	道路清扫人工费	年	8	1792000	1433.60	
	洒水车运行费	年	8	2240000	1792.00	
3	固体废物、生活垃圾处理及厕所建设				6882.98	
	(1) 固体废物				4480.00	
	危废暂存间	座	224	120000	2688.00	
	运行管理费（人工费、材料费、电费等）	年	8	2240000	1792.00	
	(2) 厕所				1471.50	
	卫生厕所	座	218	40000	872.00	
	移动式环保厕所	座	109	55000	599.50	
	(3) 生活垃圾处理				931.48	
	垃圾清运	t	46574	200	931.48	暂未考虑运距
4	人群健康保护				1990.75	

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)	备注
	卫生清理费	m ²	1990000	3	597.00	
	施工人员检疫	人	15950	250	398.75	
	卫生防疫	m ²	1990000	3	597.00	
	灭鼠与灭蚊	m ²	1990000	2	398.00	
第一至四部分合计					73227.46	
第五部分独立费用					21263.22	
1	建设管理费				5725.92	
	(1) 环境管理人员经常费	按一~四部分之和的 4%计			2929.10	
	(2) 环境保护工程竣工验收费				600.00	
	(3) 环境保护宣传及技术培训费	按一~四部分之和的 3%计			2196.82	
2	环境监理费	年	8	1625000	1300.00	
3	科研勘测设计咨询费				13087.29	
	(1) 科学研究试验费				2300.00	
	水环境影响跟踪评估	项	1		400.00	
	施工期环境风险应急预案	项	1		500.00	
	景区专项环境保护设计研究	项	1		200.00	
	珍稀保护动物专项影响及保护研究	项	1		250.00	
	植被修复方案及植被动态变化跟踪研究	项	1		250.00	
	湿地生态恢复技术研究	项	1		200.00	
	环境影响后评价	项	1		500.00	
	(2) 环评报告书编制费(评价费)				2000.00	
	(3) 环境保护勘察设计费				8787.29	
4	各保护区等敏感区影响专题论证报告编制费	项	1		700.00	
5	受水区水污染防治规划编制费	项	1		450.00	
一至五部分之和					94490.67	
基本预备费		按一~四部分之和的 10%计			9449.07	
环境保护总投资					103939.74	

11.2 环境经济损益分析

环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理,在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下,运用费用—效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析,按效益/费用比值大小,从环保角度评判工程建设的合理性。

11.2.1 效益分析

11.2.1.1 社会效益

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水,向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县(区)以及陕西省延安市 4 县(区)共 24 县(区)供水,工程任务为“以城乡生活供水为主,结合工业供水,兼顾高效农业灌溉,并为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件。”。

工程可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通,优化水资源配置,缓解区域水资源时空分布不均矛盾,有效解决黄河流域甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺问题,提高区域水资源保障水平,巩固脱贫攻坚成果,助推绿色崛起、乡村振兴战略的实施和生态文明社会建设,对于促进受水区经济可持续发展以及黄河流域生态保护和高质量发展具有重大的战略意义。

11.2.1.2 经济效益

本工程效益分为城市生活、农村生活、工业、高效农业等供水效益和代古寺电站发电效益以及调水对下游电站发电影响产生的负效益三项。

(1) 供水效益

供水效益分为城市供水效益、农村生活供水效益、工业供水效益和高效农业灌溉供水效益。

经计算,设计水平年城市供水效益为 582682 万元,农村供水效益为 39533 万元,工业供水效益为 408637 万元,高效农业灌溉供水效益为 41132 万元,合计 1071984 万元。

（2）代古寺电站发电效益

代古寺电站利用代古寺水库生态基流及弃水进行发电，电站装机 125MW，多年平均发电量为 3.80 亿 kW·h，上网电价 0.241 元/kW·h，设计水平年代古寺电站发电效益为 8510 万元。

（3）工程建设对下游电站的影响的负效益

本工程对下游影响分析范围为白龙江代古寺以下至河口段的白龙江干流以及嘉陵江白龙江汇入口至亭子口水库坝下的嘉陵江干流段。本工程建成达产后，分析范围内电站多年平均发电量减少 14.26 亿 kW·h，甘肃省减少 10.51 亿 kW·h，四川省减少 3.75 亿 kW·h。根据甘肃省有关规定，甘肃省装机容量 5 万 kW 以上的电价为 0.241 元/kW·h（不含税，下同），5 万 kW 以下的上网电价为 0.219 元/kW·h；根据四川省有关文件，四川省宝珠寺水电站上网电价为 0.419 元/kW·h，紫兰坝水电站 0.273 元/kW·h，昭化水电站 0.272 元/kW·h，亭子口电站为 0.3333 元/kW·h。以各电站损失电力乘以相应上网电价即为各电站负效益，经计算，影响电站工程负效益合计为 37890 万元。

综上，白龙江引水工程的总效益为 1042605 万元。

11.2.1.3 生态环境效益

工程建成后，每年可获得清洁能源 3.80 亿 kW·h，有助于减少温室气体排放；通过建设增殖放流站，不仅能增加白龙江流域水生动物资源量，还可为鱼类人工繁殖技术的研究和发展提供良好的条件；本工程环保措施实施后，工程建设及移民可能造成新增水土流失基本可以得到控制；水库可能会使局部小环境变得湿润，使旱生河谷灌丛或草丛植被类型向半湿润的植被类型演化；白龙江引水工程是稳定可靠的水源，可退还受水区河道生态用水，替换受水区地下水水源，让受水区地下水得以涵养，改善城市生态环境用水的紧张局面，可有效改善区域生态环境。该部分的环境效益难以货币化，暂不计列。

11.2.2 损失分析

环境经济损失按项目的不利影响带来的环境损失计算，包括为减缓工程对环境的不利影响，所采取的环境保护措施。根据本工程及工程区域环境特点，为减免、恢复或补偿不利环境影响所采取的环境保护措施主要包括以下内容：施工期

生产废水及生活污水处理、大气及噪声污染控制措施、固体废弃物处置措施、人群健康保护措施、陆生生态与水生生态保护措施、环境管理、环境监理与环境监测。环境损失采用影子工程法估算，即认为环保恢复工程的费用与环境损失的费用相当，则本工程环境损失费为 158813.35 万元。

11.2.3 环境影响损益分析

11.2.3.1 定性分析

本工程环保投资为一次性或短期的环境经济损失，工程社会效益、经济效益、生态环境效益明显，工程供水、发电所带来的经济收益将是长期的，工程对于促进受水区经济可持续发展以及黄河流域生态保护和高质量发展具有重大的战略意义。

11.2.3.2 定量计算

经对工程带来的效益和损失量化计算，工程建成后能够带来每年约 1042604 万元的直接和间接经济效益，一次性损失为 158813.35 万元，见表 11.2-1。

表 11.2-1 工程建设效益/损失计算表

效益项		损失项	
供水效益	1071984 万元/年	环保措施费（一次性）	158813.35 万元
发电正效益	8510 万元/年		
发电负效益	-37890 万元/年		
合计	1042604 万元/年	合计	158813.35 万元

综合分析，从环境经济损益角度考虑，本工程建设是可行的。

12 结论

12.1 工程概况

(1) 流域概况

白龙江引水工程是从甘肃省白龙江上游迭部县代古寺自流引水至黄河流域天水市、平凉市、庆阳市和陕西省延安市 4 市 24 县（区）的跨流域调水工程。白龙江引水工程地跨长江、黄河两大流域，穿越秦岭、六盘山两大分水屏障。

白龙江是嘉陵江右岸最大的支流，发源于川、甘、青交界处西倾山东侧郭尔莽梁北麓的甘肃省碌曲县郎木寺附近，曲折东南流，经过四川若尔盖县、甘肃省迭部、舟曲、武都县，复进入四川省，经青川、昭化二县汇入嘉陵江。河道全长 562km，其中甘肃省境内 475km，占 82.5%。白龙江流域面积为 31562km²，甘川省界以上流域面积 26723km²，其中甘肃省境内面积 18127km²。自上而下较大支流有达拉河、多儿沟、腊子沟、岷江、拱坝河、白水江、大团鱼河等。新建代古寺坝址位于甘肃省迭部县黑杂村附近，白龙江干流与腊子沟交汇处，坝址以上流域面积 7864km²。

受水区位于黄河流域一级支流渭河及其支流（黄河二级支流）泾河、榜沙河、散渡河、葫芦河、藉河、牛头河、北洛河（周河）等，黄河流域一级支流延河及其支流（黄河二级支流）杏子河、西川河，泾河及其支流（渭河二级支流）马莲河、蒲河、洪河、黑河、汭河等。

渭河两岸支流众多，属不对称水系，南岸支流数量较多，但较大支流集中在北岸，水系呈扇状分布。北岸支流多发源于黄土丘陵和黄土高原区，源远流长，比降小，含沙量大；南岸支流众多，均发源于秦岭山区，源短流急，谷狭坡陡，径流较丰，含沙量小。渭河主要支流有泾河、北洛河、散渡河、葫芦河、榜沙河、藉河。

泾河是渭河一级支流，发源于宁夏六盘山东麓，南源出于泾源县老龙潭，北源出于固原大湾镇，至平凉八里桥汇合，东流经平凉、泾川于杨家坪进入陕西长武县，再经政平、亭口、彬县、泾阳县等，于西安市高陵区陈家滩注入渭河。泾河在受水区内流域面积 3.16 万 km²，干流河长 179km。泾河在甘肃境内的主要

支流有颍河、汭河、洪河、蒲河、马莲河、黑河等。马莲河为泾河最大的支流，流域面积 1.91 万 km²，占泾河流域面积的 61.81%。

延河是延安市的母亲河，黄河的一级支流，延安市第二大河，发源于靖边县天赐湾乡周山，由西北向东南，流经志丹、安塞、延安，由西北向东南于延长县南河沟凉水岸附近汇入黄河，全长 286.9km，流域面积 7725km²，多年平均径流总量 2.93 亿 m³，多年平均输沙量 3963 万 t。延河自西北向东南流经志丹、安塞、宝塔和延长 4 县（区），一级支流主要有坪桥川、杏子河、西川河、蟠龙川、南川河等。

（2）规划概况

《长江流域综合规划（2012~2030 年）》（国函〔2012〕220 号）提出，“在抓紧开展嘉陵江流域水量分配的基础上，研究从嘉陵江上游向邻近流域调水的必要性和可能性。”

《黄河流域综合规划（2012~2030 年）》（国函〔2013〕34 号）提出，“除继续开展南水北调西线工程前期工作外，还需要考虑其他外流域调水方案，以满足流域及相关地区经济社会发展和维持黄河生命健康用水需求，如引江济渭入黄方案、白龙江引水工程等。”

《嘉陵江流域综合规划》在跨流域调水部分指出“白龙江引水工程由嘉陵江流域引水至泾渭河流域及陕西省延河流域，解决相关区域缺水问题，保障‘关中-天水经济区’、陇东能源基地等重点地区供水安全。”

《甘肃省水安全保障规划》（甘政办发〔2020〕30 号）提出：“以合理开源、适度引调水为重点，形成以白龙江引水工程为骨干，当地水、外调水、非常规水联合调配的供水体系，保障城乡居民和陇东能源基地用水。”

《甘肃省“十四五”陇东南区域发展规划》（甘政办发〔2021〕93 号）提出：“强化水资源安全保障。统筹流域水资源配置，有序推进重大引调水工程、水系连通工程、重点水源工程建设。积极推进白龙江引水工程前期工作。”

（3）工程概况

白龙江引水工程是从甘肃省嘉陵江支流白龙江上游引水，向甘肃省陇东南天水、平凉、庆阳 3 市 20 县（区）以及陕西省延安市 4 县（区）共 24 县（区）供

水，工程任务为“以城乡生活供水为主，结合工业供水，兼顾高效农业灌溉，并为区域巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴创造条件”，工程受益总人口约 955 万人，其中甘肃省约 825 万人，延安市约 130 万人，高效农业灌溉面积约 40 万亩。设计水平年多年平均调水量 7.74 亿 m^3 ，其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市四市调水量分别为 1.61 亿 m^3 、2.20 亿 m^3 、3.03 亿 m^3 、0.90 亿 m^3 。

白龙江引水工程是在甘肃省甘南藏族自治州迭部县洛大乡境内白龙江干流现有代古寺电站大坝下游新建代古寺水库，自代古寺水库坝前取水后通过输水总干线穿越西秦岭、六盘山两座屏障输水至总干线末端华池县鸭儿洼，总干线沿线设武山、张家川、庄浪、华亭、崆峒、镇原、庆阳、庆城、延安共 9 个分水口，输水干线及分干线自总干线分水口引水后输水至受水区。

本工程由水源工程、输水工程两部分组成。代古寺水库为水源工程，水库正常蓄水位 1804m，总库容 4.08 亿 m^3 ，调节库容 3.13 亿 m^3 。输水工程包括输水总干线、干线、分干线及其附属建筑物，线路总长 1328.90km。输水总干线从代古寺水库至华池县鸭儿洼，全长 492.07km，总干线全部在甘肃境内，渠首设计流量 32 m^3/s 。输水干线共 9 条，总长 409.93km，输水分干线共 18 条，总长约 426.90km；干线及分干线中甘肃供水部分总长约 608.32km，延安供水部分总长约 228.51km。输水线路共设 5 座泵站，其中干线 2 座，总装机 7040kW，分干线 3 座，总装机 7080kW。

本工程共设置 225 个工区，其中水源枢纽工程 1 个，输水总干线工程 84 个，干线及分干线工程 140 个。共设置 252 个弃渣场，其中总干线 152 个，干线工程 100 个，水源枢纽工程就近利用总干线弃渣场，不单独设置弃渣场。施工总工期 98 个月。

本工程建设征地总面积 99905.55 亩，其中：工程永久征收土地面积 26272.37 亩，临时征用土地面积 73633.18 亩。基准年生产安置人口 4233 人，搬迁安置人口 3119 人，其中：水源工程代古寺水库生产安置人口 1586 人，搬迁安置 1785 人；输水工程建设区生产安置人口 2647 人，搬迁安置 1334 人。

本工程静态总投资为 636.10 亿元，其中环境保护工程投资 15.88 亿元，约占工程静态总投资的 2.5%。

12.2 工程分析结论

(1) 符合性分析

1) 国家政策

①与新形势下相关要求的符合性

白龙江引水工程可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通，优化水资源配置，缓解省内时空分布不均矛盾，有效解决甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺问题，提高区域水资源保障水平。水资源配置考虑了当地供水对象的基本用水需求，充分考虑了以水定地、以水定人、以水定产的要求，区域供水总量在区域用水总量控制指标以下，总体符合《中共中央国务院关于新时代推进西部大开发形成新格局的指导意见》、《国务院关于新时代支持革命老区振兴发展的意见》、《西部大开发重点区域和行业发展战略环境评价》以及习近平总书记在推动长江经济带发展座谈会和黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话精神等新形势下的相关要求。

②与产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）中有关水利类部分，本工程列入“跨流域调水工程”，为鼓励类项目。

③与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》的符合性

至设计水平年 2040 年，天水市总配置水量为 5.28 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.01 亿 m^3 ；平凉市总配置水量 4.88 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.08 亿 m^3 ；庆阳市总配置水量 5.04 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.01 亿 m^3 ；延安市总配置水量 1.84 亿 m^3 ，较用水总量指标小 0.26 亿 m^3 ；受水区各市均不超过用水总量指标，满足用水总量控制红线要求。

本工程配置后，天水市、平凉市、庆阳市、延安市 2040 年万元工业增加值用水量分别为 $10\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $25\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $18\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $9\text{m}^3/\text{万元}$ ，较用水效率控制指标分别低 $2\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $5\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $11\text{m}^3/\text{万元}$ 、 $1\text{m}^3/\text{万元}$ ；灌溉水利用系数分别为 0.64、0.63、0.62、0.7，较用水效率控制指标分别高 0.06、0.05、0.04、0.1。因此，满足用水效率控制红线要求。

按照《白龙江引水工程甘肃省受水区水污染防治规划（2019-2040 年）》和《白龙江引水工程延安段受水区水污染防治规划（2019-2040 年）》提出的总体部署，全面落实规划提出工业用水重复利用率、生活污水集中处理率等约束指标，强化工业废水治理、城镇污水处理设施建设、面源污染控制措施等，可大幅度削减受水区污染物的入河湖总量，规划水平年可实现水功能区污染物排放总量控制目标，满足水功能区限制纳污红线要求。

2) 法律法规

白龙江引水工程淹没甘肃多儿国家级自然保护区实验区，占用和淹没甘肃白龙江阿夏省级自然保护区实验区，不涉及缓冲区和核心区，未在实验区内建设生产设施，项目建成后不会在保护区范围内排放污染物，已编制白龙江引水工程对甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区生物多样性影响评价报告，待本工程项目立项批复后，报主管部门审查。2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意在两个保护区的实验区内实施代古寺水库建设及项目前期工作”。

本工程淹没和隧洞穿越腊子口国家森林公园，隧洞穿越官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、榜沙河省级森林公园，隧洞和埋管穿越崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园，工程选址选线尽量避让了森林公园，部分工程设施或布置确实无法避让的，在采取严格环保措施条件下，主管部门同意本工程占用国家森林公园。2020 年 9 月 25 日陕西省林业局复函表示“原则同意该工程穿越吴起省级退耕还林森林公园一般休憩区”；2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越 5 个森林公园，原则同意在腊子口森林公园风景游赏区内蓄水建设代古寺水库”。

本工程隧洞穿越庄浪云崖寺省级风景名胜区三级保护区，隧洞和埋管穿越崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区三级保护区，不涉及核心景区，且工程施工时需按要求做好污染防治和水土保持措施，保护好景区水体、动植物和地形地貌。2022 年 12 月 5 日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731 号文”复函

表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞（埋管）形式穿越风景名胜区三级保护区”。

本工程隧洞穿越庄浪云崖寺省级地质公园三级保护区和武山县水帘洞省级地质公园三级保护区。2020年10月26日，甘肃省林业和草原局出具了白龙江引水工程穿越庄浪云崖寺省级地质公园和武山县水帘洞省级地质公园影响评价报告的审查意见，同意项目实施。2022年12月5日，甘肃省林业和草原局以“甘林保函〔2022〕731号文”复函表示“我局原则同意白龙江引水工程以地下隧洞形式穿越庄浪县云崖寺和武山县水帘洞2个省级地质公园三级保护区”。

本工程埋管穿越陕西北洛河湿地，2020年9月25日陕西省林业局复函表示“原则同意穿越陕西北洛河湿地吴起段”。

本工程淹没白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区。2018年12月甘肃省农业农村厅复函表示“拟建白龙江引水工程属重大民生工程，虽涉及白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区，但在法律层面基本没有障碍”。2022年9月29日农业农村部以长渔函字〔2022〕99号文批复了《白龙江引水工程对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》。

本工程穿越武山县饮用水水源保护区二级保护区和准保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区二级保护区、华池县鸭儿洼饮用水水源保护区二级保护区、延安市红庄水库水源地二级保护区和准保护区，不涉及一级保护区。2021年6月，甘肃省生态环境厅印发甘环函〔2021〕119号和甘环函〔2021〕120号对《白龙江引水工程穿越武山县饮用水水源保护区工作方案》、《白龙江引水工程穿越西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区工作方案》和《白龙江引水工程穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区工作方案》进行了批复；延安市红庄水库管理处和延安市生态环境局复函表示，在做好污染防治措施的前提下，同意本项目建设。

综上所述，本工程直接涉及的18个环境敏感区，均已取得主管部门同意建设的意见，符合《中华人民共和国自然保护区条例》、《国家级森林公园管理办法》、《森林公园管理办法》、《风景名胜区条例》、《地质遗迹保护管理规定》、《中华人民共和国湿地保护法》、《湿地保护管理规定》、《水产种质资源保护区管理暂行办法》、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的规定。

3) 相关规划

经分析,工程建设与《全国主体功能区规划》、《全国生态功能区划》、《甘肃省主体功能区规划》、《甘肃省生态功能区划》、《陕西省主体功能区规划》、《陕西省生态功能区划》的相关要求是相符的。

工程建设符合《长江流域综合规划(2012~2030年)》、《黄河流域综合规划(2012~2030年)》和《嘉陵江流域综合规划》,符合《长江经济带发展规划纲要》、《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》、《甘肃省黄河流域生态保护和高质量发展规划》、《陕西省黄河流域生态保护和高质量发展规划》。

4) 与“三线一单”的符合性

经对比甘肃省生态保护红线划定成果,工程线路穿越一般控制区 26.25km,淹没一般控制区 143.64hm²,穿越方式为隧洞和埋管,涉及的生态保护红线类型主要是“两江一水”流域生物多样性-水土保持生态保护红线、西秦岭落叶阔叶林水源涵养-生物多样性维护生态红线、六盘山-子午岭山地水土保持-水源涵养生态保护红线,不涉及核心保护区。

经对比延安市生态保护红线划定成果,工程穿越延安市黄土丘陵沟壑水土流失防控生态保护红线(陕西吴起省级退耕还林森林自然公园 1.8km),穿越方式为隧洞,不涉及核心保护区。

本工程为跨流域引调水工程,属于《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中允许开发的工程,符合甘肃省、陕西省的生态保护红线管控要求,满足甘肃省、陕西省延安市环境质量底线的控制要求和水资源利用上线的要求,符合《甘肃省“三线一单”生态环境准入清单》和《陕西省延安市“三线一单”生态环境准入清单》相关要求。

(2) 调水规模的环境合理性

本工程设计水平年 2040 年从白龙江上游引水 7.74 亿 m³,占水源水库坝址断面多年平均径流量的 35.8%,占白龙江多年平均径流量的 7.5%,调水规模比《嘉陵江流域综合规划》中的规模小。

受水区的需水预测考虑了强化节水措施。与基准年相比,甘肃省万元工业增加值用水量由 32m³/万元降低至 10m³/万元,农田灌溉水有效利用系数由 0.52 提

升至 0.63，公共供水管网漏损率由 17~20%降低至 13%。符合《甘肃省实行最严格水资源管理制度考核办法》（甘政办发〔2014〕121 号）提出的用水效率控制指标和已批复的甘肃省水资源综合规划提出的强制节水定额，符合先节水后调水原则和要求；同时可以减水受水区地下水超采问题。延安市 2040 年万元工业增加值用水量由基准年 $10\text{m}^3/\text{万元}$ 降低至为 $9\text{m}^3/\text{万元}$ ；农田灌溉水有效利用系数由 0.6 提升至 0.7。公共供水管网漏损率由 19%降低至 13%。低于《陕西省节约用水规划》等用水效率控制指标。

综合考虑新建代古寺水库坝址下游维持水生生态流量需求，以及水利部相关规定，结合白龙江特有鱼类的繁殖敏感期需水，新建代古寺坝址断面生态流量在 11 月至翌年 4 月为 $21.07\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 30.71%），5 月~10 月为 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ （占断面多年平均流量 40%），4 月份模拟天然水文节律下泄流量缓涨至 $27.44\text{m}^3/\text{s}$ ；当天然来流小于生态流量时，按天然来流下泄。

综上所述，白龙江引水工程综合考虑了白龙江的供水条件、受水区节水水平、下游用水需求，从环境方面认为白龙江引水工程 7.74 亿 m^3 引水规模合理。

（3）工程方案的环境合理性

1) 工程总体布局

根据水源区水源选取、输水线路走向以及受水区水资源配置方案，工程总体布局共拟定两个方案，方案一为“新建代古寺水库方案（7.74 亿 m^3 ）”，方案二为“利用代古寺电站中间建库+首部新建达拉河水库方案（8.2 亿 m^3 ）”。经比选，在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，两个方案均不具有环境制约性。在 7.74 亿 m^3 配置的方案一中，水资源量、水文情势、施工期水土流失影响较小；方案一淹没和占地造成的生物量损失小于方案二；下游减水河段长度两个方案相当；陆生生态方面，环境敏感区及生态保护红线占用情况方案二影响稍微小于方案一，但方案一比方案二少征地 54444.49 亩，生物量损失少 83409.09t，林地和耕地损失比例和数量均较少；对植被和野生动物的影响类似；水生生态角度，方案二影响大于方案一。综合来看，从环境影响的角度，方案一影响相对较小，同意主体设计推荐的方案一。

2) 水源水库坝址

工程主体设计共拟定两个水源水库坝址，方案一为“代古寺枢纽及线路布置方案”，方案二为“立节枢纽及线路布置方案”。经比选，方案一在办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，不具有环境制约性；方案二在调整白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区核心区，并办理相关环境敏感区和生态保护红线准入手续的前提下，才不具有环境制约性。在方案一中，环境敏感区及生态保护红线占用情况影响略小；淹没和占地造成的生物量损失、对植被和野生动物的影响、水资源量、施工期水土流失影响两方案相当；水文情势、下游影响河段长度、水生生态等方案二小于方案一。综合来看，从环境影响的角度，方案二占用白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区核心区，有制约因素，故同意主体设计推荐的方案一。

12.3 环境现状评价结论

12.3.1 地表水环境质量现状

(1) 水源及下游区

白龙江干、支流水质良好，水质类别为Ⅰ~Ⅲ类，除部分断面个别月份水质为Ⅲ类以外，其余月份水质为Ⅰ~Ⅱ。各监测断面年度综合水质类别均达到水质管理目标。

(2) 输水线路区及受水区

甘肃省渭河干流 10 个常规水质监测断面，其中 9 个 2019-2021 年常规水质监测结果均达标；北道桥断面 2019 年超标，2020 年达标，主要超标月份为 1 月和 12 月；甘肃省渭河干流整体达标率 97.1%。

渭河支流共 16 个常规监测断面，根据年均评价结果，除散渡河小河口村断面 2020 年超标外，其余各断面各年份均达标；渭河支流整体达标率 97%。

泾河水系共 24 个常规监测断面，4 个十三五断面中，蒲河姚新庄及马头坡断面 2019 年及 2020 年年均水质均超标，汭河圣母桥及蒲河巴家咀水库断面 2019 年及 2020 年年均水质均达标。20 个十四五断面中，西川河柴家台村断面 2019 年及 2020 年年均水质均超标，马莲河宁县桥头断面 2019 年年均水质超标，马莲河洪德断面 2020 年及 2021 年年均水质均超标，马莲河五里桥断面 2021 年年均水

质超标，四郎河罗川断面 2020 年年均水质超标，其余各断面年均水质均达标。泾河水系整体达标率为 76.1%，其中，泾河干流均达标，泾河部分支流如马莲河、蒲河水质较差，主要原因为受地质因素影响，六价铬、氟化物等环境本底值超标，导致断面水质超标严重。

葫芦河流域太白、林镇两断面现状水质较好，均能达标。

北洛河干流存在轻度污染现象，支流存在轻度～重度污染现象，流域水质总体呈现改善趋势。

延河干流水质轻度污染，支流水质较好。

12.3.2 地下水环境质量现状

（1）水源及下游区

依据甘肃省 2019 年 6 月的地下水监测资料，水源及下游区甘南州的迭部县和舟曲县地下水水质较好，可满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准要求。

（2）输水线路区及受水区

评价区局部地区地下水水质现状不满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准。其中总硬度、溶解性总固体、氯化物、硫酸盐、硝酸盐（以氮计）、氟化物、锰超标可能与该地区的原生地质环境及地下水径流条件有关；耗氧量超标的点位，水体中存在有较多的树枝树叶，上游不远处种植小片的农作物，导致水体中含有较多有机质，从而造成耗氧量超标；氨氮超标点位位于河谷中，超标表示现状受到农业面源施肥的影响，由于超标点位很少，其余基本为未检出，因此影响范围还较小。

12.3.3 陆生生态现状

（1）水源及下游区

1) 植被及植物资源

水源及下游区共有野生维管植物 172 科、677 属、1561 种，其中蕨类植物 21 科、41 属、85 种；裸子植物 5 科、15 属、22 种；被子植物 146 科、621 属、1454 种；种子植物（裸子、被子植物）为 151 科、636 属、1476 种。

水源及下游区分布有国家重点保护野生植物 19 种，其中：一级重点保护野生植物 2 种，为红豆杉、珙桐；二级重点保护野生植物 17 种，为连香树、水青树、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、西康玉兰、水曲柳、桃儿七、玫瑰、软枣猕猴桃、紫芒披碱草、毛披碱草、大果青杆、榉树、鹿角蕨、独叶草。

水源及下游区纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 5 种，均为易危种，分别为红豆杉、独叶草、岷江柏木、秦岭冷杉、水曲柳。特有种共 9 种，分别为珙桐、独叶草、香果树、岷江柏木、秦岭冷杉、厚朴、紫芒披碱草、大果青杆、榉树。

新建代古寺水库及下游区、施工布置区外扩 100m 范围内没有古树名木。

2) 陆生动物

水源及下游区周边区域共有野生脊椎动物 188 种，其中两栖动物 1 目 3 科 5 种，爬行动物有 2 目 6 科 15 种，兽类 6 目 15 科 35 种，鸟类 14 目 39 科 133 种。

水源及下游区有国家重点保护野生动物 53 种，其中国家一级重点保护野生动物 18 种，分别为金雕、秃鹫、草原雕、斑尾榛鸡、红喉雉鹑、绿尾虹雉、大熊猫、豹、豺、马麝、林麝、贡山羚牛、金猫、喜马拉雅斑羚、梅花鹿、雪豹、胡兀鹫、猎隼；国家二级重点保护野生动物 35 种，分别为黑鸢、高山兀鹫、凤头蜂鹰、松雀鹰、雀鹰、大鵟、普通鵟、红隼、游隼、红脚隼、藏雪鸡、红腹锦鸡、蓝马鸡、血雉、红腹角雉、灰鹤、斑头鸕鹚、雕鸮、灰林鸮、纵纹腹小鸮、鬼鸮、短耳鸮、云雀、小熊猫、黑熊、棕熊、石貂、青鼬（黄喉貂）、水獭、猓獾、豹猫、毛冠鹿、马鹿、中华鬣羚、岩羊。

水源及下游区共有甘肃省重点保护野生动物 5 种，分别为红头潜鸭、雪鸽、渡鸦、戴胜、大白鹭。

水源及下游区有极危物种 5 种，分别为豹、林麝、金猫、马麝、梅花鹿；有濒危物种 9 种，分别为豺、喜马拉雅斑羚、石貂、水獭、猓獾、马鹿、绿尾虹雉、猎隼、雪豹；有易危物种 12 种，分别为大熊猫、贡山羚牛、小熊猫、黑熊、棕熊、中华鬣羚、豹猫、毛冠鹿、金雕、大鵟、红喉雉鹑、草原雕。特有种 5 种，分别为大熊猫、梅花鹿、红喉雉鹑、红腹锦鸡、蓝马鸡。

（2）输水线路区及受水区

1) 植被及植物资源

输水线路评价区共有野生维管植物 169 科、671 属、1510 种，其中蕨类植物 20 科 40 属 75 种；种子植物为 149 科 631 属 1435 种。

输水线路区分布有国家重点保护野生植物 20 种，其中一级重点保护野生植物 2 种，二级重点保护野生植物 18 种。纳入《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危种共 5 种，均为易危种，特有种共 9 种。输水线路区有 3 种陕西省重点保护植物，分别为秦岭党参、凹舌兰、沼兰。

输水线路工程区外扩 100m 范围内，共有古树 10 株，其中庆阳市 7 株，定西市、天水市、平凉市各 1 株。

2) 陆生动物

输水线路区共有野生脊椎动物 191 种，其中两栖动物 2 目 5 科 7 种，爬行动物有 2 目 6 科 16 种，兽类 6 目 15 科 35 种，鸟类 14 目 39 科 133 种。

输水线路区的重要野生动物共有 61 种，包括：国家重点保护动物 54 种；省级重点保护野生动物 6 种；极危种 6 种，濒危种 10 种，易危种 12 种；特有种 6 种。

12.3.4 水生生态现状

（1）水源及下游区

水源区共检出浮游植物计 7 门 89 种，其中硅藻门 48 种，绿藻门 22 种，蓝藻门 7 种，甲藻门 3 种，金藻门 3 种，隐藻门 3 种，裸藻门 3 种。

共检出浮游动物 58 种，以原生动物为主。

共检出底栖动物 53 种，其中环节动物 6 种，软体动物 4 种，节肢动物 42 种，其他动物 1 种。优势种有苏氏尾鳃蚓、四节蜉、扁蜉、微动蜉、假蜉、纹石蛾、摇蚊、多足摇蚊、钩虾等。

白龙江流域分布有鱼类 74 种，其中上游分布有 9 种，分别为重口裂腹鱼、中华裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、红尾副鳅、安氏高原鳅、斯氏高原鳅、东方高原鳅、白缘鲃、青石爬鲃，为典型高原鱼类区系，种类组成以裂腹鱼亚科、条鳅亚科高原鳅属及鲃科鱼类为主；中游分布有 31 种，种类组成较丰富，有鲤亚科、裂腹

鱼亚科、（鱼丹）亚科、鲃亚科、鮡亚科、鳅科、鲇科、鲢科等；下游分布有 64 种，种类组成更加丰富，除中游的绝大部分种类都有分布外，还有鮡亚科、铜鱼属、薄鳅属、鲈形目鮠科、合鳃鱼科、鳗鲡科等鱼类。其中：国家二级重点保护鱼类：胭脂鱼、重口裂腹鱼、青石爬鮡、长薄鳅；四川省重点保护野生动物：重口裂腹鱼、鳅、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡；甘肃省重点保护野生动物：齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、赤眼鳟、圆筒吻鮡；中国生物多样性红色名录种类：胭脂鱼、黑尾鳅、日本鳗鲡、四川白甲鱼、重口裂腹鱼、长薄鳅、青石爬鮡、嘉陵裸裂尻鱼、齐口裂腹鱼、中华裂腹鱼、红唇薄鳅、白缘鳅。受本工程影响较大的重点鱼类有 8 种，分别为中华裂腹鱼、齐口裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼、青石爬鮡、白缘鳅、安氏高原鳅、昆明高原鳅。

（2）输水线路区及受水区

受水区共检出浮游植物计 7 门 97 种，其中硅藻门 47 种，绿藻门 26 种，蓝藻门 12 种，甲藻门 3 种，金藻门 2 种，隐藻门 3 种，裸藻门 4 种。

共检出浮游动物 78 种，以轮虫为主。

共检出底栖动物 34 种，环节动物 4 种，软体动物 4 种，节肢动物 25 种，扁形动物 1 种，优势种有四节蜉、扁蜉、纹石蛾、原石蛾属、摇蚊、沼虾、椭圆萝卜螺、舌蛭等。

渭河全流域中鱼类共记录有 61 种，隶属于 5 目 9 科 43 属。本次采集到鱼类 16 种，隶属于 3 目 4 科 14 属，其中鲤形目鲤科鱼类占比最高，共有 9 属 9 种；鳅科其次，共有 3 属 5 种；鲇形目鲇科与鲈形目鳊鱼科各 1 种。在 16 种鱼类中，渭河调查到 14 种，泾河调查到 12 种。其中：国家一级重点保护鱼类：北方铜鱼，国家二级重点保护鱼类：秦岭细鳞鲑；陕西省重点保护野生动物：秦岭细鳞鲑；中国生物多样性红色名录种类：北方铜鱼、黄河裸裂尻鱼、秦岭细鳞鲑。受本工程影响较大的重点鱼类有 5 种，分别为北方铜鱼、似铜鮡、黄河裸裂尻鱼、平鳍鳅、陕西高原鳅。

12.3.5 土壤环境质量现状

(1) 水源及下游区

代古寺村和益高村监测点各项监测因子砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍、六六六总量、滴滴涕总量的标准指数均小于 1，满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 和表 2 风险筛选值。

代古寺大桥监测点 46 项监测因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中表 1 第二类用地筛选值。

(2) 输水线路区及受水区

各采样监测点各项监测因子砷、铬、铜、铅、锌、镉、汞、镍、六六六总量、滴滴涕总量的标准指数均小于 1，满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中表 1 和表 2 风险筛选值。

12.3.6 大气环境质量现状

(1) 水源及下游区

水源区尖藏村环境空气质量满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，空气质量状况良好。

(2) 输水线路区及受水区

除吊坪村、武家沟门监测点外，其他监测点环境空气质量均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，空气质量状况良好。吊坪村、武家沟门监测点 PM₁₀、PM_{2.5} 超标，主要是因为周边村庄取暖燃煤烧柴废气排放造成的。

12.3.7 声环境质量现状

(1) 水源及下游区

水源区尖藏村昼间等效连续 A 声级在 48~51dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级在 40~41dB(A)之间，均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准，水源区周边声环境质量状况良好。

(2) 输水线路区及受水区

输水线路区各监测点昼间等效连续 A 声级在 22~58dB(A)之间，夜间等效连续 A 声级在 20~45dB(A)之间，仅在米堡村昼间超标 3dB(A)，其他监测点均能

满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中1类标准,输水线路区声环境质量状况良好。

12.4 主要环境影响结论

12.4.1 水资源

(1) 水源及下游区

1) 多年平均、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 来水条件下,白龙江引水工程引水量分别为7.74亿 m^3 、7.31亿 m^3 和6.20亿 m^3 ,分别占代古寺断面相应典型年来水量的36.1%、43.7%和41.4%。各断面水资源量减少的比例从上游向下游逐渐递减,白龙江流域出口控制断面三磊坝在3个典型年来水条件下,年水资源量分别减少8.2%、8.3%和9.2%;嘉陵江干流,白龙江汇口断面在3个典型年来水条件下,年水资源量分别减少4.8%、5.1%和5.8%。

2) 多年平均、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 来水条件下,调水前后水资源量变化最大的月份分别为6月、5月和7月。代古寺断面水资源量在上述月份分别减少了55%、63%和58%;三磊坝断面水资源量在上述月份分别减少了13%、14%和15%。

(2) 输水线路区及受水区

1) 设计水平年2040年白龙江引水工程多年平均总供水量7.27亿 m^3 ,其中天水市、平凉市、庆阳市、延安市配置水量分别为1.51亿 m^3 、2.07亿 m^3 、2.85亿 m^3 、0.84亿 m^3 。按用水行业划分,配置给县城生活(含市区)2.72亿 m^3 、村镇生活2.05亿 m^3 、煤化工0.58亿 m^3 、石油开采及石油化工0.9亿 m^3 、其他工业0.68亿 m^3 、高效经济林0.34亿 m^3 。

2) 2040年白龙江供水7.27亿 m^3 中,有2.91亿 m^3 为替代当地其他水源,白龙江供水新增水源总量为4.36亿 m^3 。

12.4.2 水文情势

(1) 水源及下游区

1) 新建代古寺水库运行后,干流回水较现状增加约12km,腊子沟回水较现状增加约5km。从流速、水面宽和水深的变化情况看,新建代古寺水库运行后,

库区平均流速较建库前降低 0.03m/s~4.3m/s, 水面宽较建库前增加 5.71m~512.9m, 水深较建库前增加 0.51m~57.8m。

2) 多年平均、 $P=75\%$ 和 $P=95\%$ 来水条件下, 1 月~3 月新建代古寺水库坝下 8 个代表断面的断面平均流速、水位均未发生变化, 其余月份流速、水位有所下降。多年平均来水条件下, 代古寺坝下 7 月流速降幅最大, 减小了 23.7%; 6~7 月水位降幅最大, 降低了 0.67m。

3) 白龙江干流苗家坝以下有碧口、宝珠寺 2 座大型水电站。上述 2 座水电站库区河段长度占苗家坝以下白龙江干流总长的 71.21%。多年平均来水条件下, 白龙江引水工程引水后碧口库区水位在 4 月上旬和 4 月中旬略有降低, 其中 4 月上旬降幅为 0.13m、4 月中旬降幅为 0.12m, 其余时段引水前后库水位无明显变化; 宝珠寺电站库区水位在 5 月中下旬有所降低, 其中 5 月中旬降幅最大, 为 1.21m, 其余时段引水前后库水位变化不大。

(2) 输水线路区及受水区

1) 甘肃省受水区

白龙江引水工程实施后, 受退水影响, 受水区各河流径流量均有一定程度的增加, 总体上来说泾河流域径流变化幅度大于渭河流域, 空间上表现为从上游到下游径流增加量不断增大的特点, 年内分配上表现为增加幅度最大的月份为枯水期 (12~3 月), 其次为 4~6 月份, 汛期增加幅度最小。其中, 增加幅度最大的河流为泾河支流马莲河、蒲河, 其次为泾河干流、泾河支流泾河、黑河、渭河干流等。

2) 延安市受水区

白龙江引水工程实施后, 受水区北洛河、延河水系主要控制断面径流量均有所增加, 表现出从上游到下游增加量不断增大的特点, 增加幅度最大的月份为枯水期 (12~3 月), 其次为 4~6 月份, 汛期增加幅度最小。北洛河增加幅度大于延河。

12.4.3 地表水环境

(1) 水源及下游区

1) 建库后除花园村、达修寺、腊子口 5~6 月 TP 为Ⅳ类湖库标准，其余月份 COD、NH₃-N、TP 浓度均可达到Ⅲ类标准。TN 浓度在 0.02~0.83 mg/L 之间，可以满足Ⅲ类水质标准。

2) 建库后，各典型年取水口 COD、NH₃-N、TP、TN 浓度均能达到Ⅲ类标准。

3) 代古寺水库建成后，库区各断面 TN 处于中度富营养状态；各断面 TP 处于中营养状态。叶绿素 a 浓度为 0.0099mg/L，处于中营养状态。代古寺建库后营养状态指数 EI 为 44，为中营养状态。根据库区水温预测结果，库区位于高原山区，水温较低，年内最高水温不超过 20℃。参考流域内其他已建水库的情况，水库发生整体富营养化的可能性相对较低，但流动性较差的库湾应加强富营养化监测。

4) 调水后，代古寺坝下~苗家坝坝址河段 15 个典型断面 COD、NH₃-N、TP 水质类别均维持地表水Ⅱ类；苗家坝坝址~白龙江入嘉陵江河口段各断面 COD 和 NH₃-N 浓度略有升高，但水质类别仍维持在Ⅱ类。

5) 代古寺水库水温结构为分层型，4~9 月份存在明显分层现象。水库表层水温变幅较大，变幅为 1.6~17.6℃，库底水温变幅为 3.9℃~10.3℃。

6) 水库运行对下游水温存在明显影响。平、丰、枯水年下泄低温水均在 4 月降幅最大，分别为 4.6℃(平)、3.3℃(丰)、5.0℃(枯)；冬季高温水最大升幅均在 12 月，分别为 5.0℃(平)、4.3℃(丰)、5.5℃(枯)。

7) 代古寺水库采用叠梁门方案取水后，春季低温水现象得到了部分缓解。3m 门高叠梁门方案的平、丰、枯水年 4~7 月下泄水温比单层取水最大可提高 2.0℃、1.4℃、2.1℃，与天然水温相比的最大降幅缩小为 2.7℃(平)、2.2℃(丰)、2.9℃(枯)。各典型年 3 月由于库区水温逆温分布，无法启用叠梁门。5m 门高叠梁门方案的水温改善效果与 3m 方案基本一致。采用多层固定孔口取水后，春季低温水现象得到了部分缓解。平、丰、枯水年 4~7 月下泄水温比单层取水最大可

提高 1.6℃、0.9℃、1.4℃，与天然水温相比的最大降幅缩小为 3.0℃(平)、3.3℃(丰)、1.7℃(枯)。4、5 月受水位影响多无法启动上层孔口因而改善效果有限。

8) 水库下泄水温存在明显的延迟现象，但采用叠梁门取水后得到了部分缓解。以 4 月坝址天然水温 9.3℃为特征温度统计延迟时间，单层取水时下泄水温较天然水温延迟 19~30 天；叠梁门取水较天然水温延迟 13~22 天；多层孔口取水较天然水温延迟 19~23 天。根据三种分层取水方案对下泄水温的改善效果分析，推荐采用 5m×12 层叠梁门取水方案。

9) 代古寺水库单层取水时，坝址下游巴藏断面最大有 2.8~4.2℃的低温水降幅、3.1~4.1℃的高温水升幅，安子坪断面最大有 1.6~2.4℃的低温水降幅、1.2~1.7℃的高温水升幅。叠梁门取水时，4~7 月水库下泄低温水现象得到了部分缓解，原降幅最大的 4 月，在巴藏断面处降幅缩减到 1.8~2.4℃，在河南村、安子坪进一步缩至 1.1~1.4℃；多层取水时，原降幅最大的 4 月，在巴藏断面处降幅缩减到 2.5~3.1℃，在河南村、安子坪进一步缩至 1.5~1.8℃。

(2) 输水线路区及受水区

1) 2040 年采用规划年治污水平条件下，渭河、泾河、北洛河、延河干支流各断面水质均较好，各时期均能达到目标水质要求。

2) 2040 年采用现状年治污水平条件下，2040 年白龙江引水工程实施后，马莲河主要考核断面各污染物难以达标；延河各主要考核断面总磷不达标，甘谷驿断面氨氮不达标。

12.4.4 地下水环境

(1) 水源及下游区

运营期代古寺水库库岸、坝址、坝基等将采取边坡处理、帷幕灌浆等防渗措施，因此水库不存在绕坝渗漏和永久渗漏问题。在水库蓄水初期，水库蓄水将会抬高地表水水位，地表水补给地下水，抬高库区地下水的水位。当水库蓄水至正常蓄水位线后，两岸坡岩土体逐步达饱和状态，地下水量达到均衡。

结合库区水文地质条件情况，库区不存在渗漏情况，同时库区位于区域的最低基准面，周边泉水排泄、河流最终都汇入库区，结合库区的居民生活用水全部

取自库区上游沟谷中的泉水，因此，运营期水库引水对库区下游地下水水位的影响较小。

（2）输水线路区及受水区

1）总干线 DZ-1#隧洞施工期正常涌水量为 $50536.29\text{m}^3/\text{d}$ ，受到影响的村庄为元草村和红崖村；ZQ-2#隧洞正常涌水量为 $56275.82\text{m}^3/\text{d}$ ，施工期不会对村庄生活用水造成影响。

2）天水一干线及分干、天水二干线及分干、平凉一干线及分干、华池干线、延安干线及分干隧洞施工期正常涌水量分别为 $9041.28\text{m}^3/\text{d}$ 、 $5869.80\text{m}^3/\text{d}$ 、 $1517.48\text{m}^3/\text{d}$ 、 $37.90\text{m}^3/\text{d}$ 、 $32053.89\text{m}^3/\text{d}$ ，各个干线隧洞施工期对周边敏感目标的水位影响均较小。

3）工程运行期隧洞在做好工程防渗漏措施基础上，对周边地下水环境的影响很小。

12.4.5 陆生生态

（1）水源及下游区

1）调查表明，水源工程占地区植被在周边广泛分布，而且无重点保护野生植物种类。水源工程建设不会造成区域物种及群落的消失，仅为植物个体损失，植被生物量减少。

2）运行期水库水位的反复升降，将在库周形成垂直高度为 59m 的消落带面积约 300.5hm^2 。由于消落带反复被长时间淹没，致使植物不容易生长，从而对该区域植被及景观造成一定损失，但由于本项目所在区域河流落差较大，加之两岸多为高山峡谷，地形陡峭，故消落带面积较小，消落带植被均为中低覆盖度草地及裸露岩石，因此生态影响较小。

3）代古寺水库蓄水后，库区野生动物的栖息地将被淹没，它们将被迫上移寻找新的栖息地，极少部分野生动物来不及逃离可能会被淹死，例如一些穴居的啮齿类动物，或部分有冬眠习性的两栖类动物。现场调查发现，新建的水库代古寺水库，位于陡峭的沟谷内，淹没面积比较小，而且野生动物很少，因此对野生动物影响不大。

4) 工程建成后, 各景观类型面积各有增减, 其中增加的有水域及水利设施用地景观、住宅用地景观、其他用地景观, 其余景观面积均不同程度减少。

(2) 输水线路区及受水区

1) 隧洞口和支洞口施工对占地区植物及植被的影响主要为洞口开挖、砍伐等破坏占地区植物及植被, 由于隧洞口区植物及植被在评价区分布广泛, 因此对占地区植被的影响较小; 工程施工方案中考虑了安全性, 对地质条件不佳的地区采用安全系数较高的盾构法施工, 因此本工程遇到地表塌陷的可能不大, 地表塌陷对植物及植被的影响较小; 施工过程针对隧洞涌水及时采取封堵措施, 不会造成长期的地下水排泄, 因此工程对地下水的扰动不会对山区乔木林植被产生较大影响。

2) 埋管工程对生态环境的影响主要是地面开挖对地表植被的破坏, 开挖的土方临时堆存对土地的占压造成对地表植被的破坏。受工程占地影响的植被和植物种类均为区域内的常见类型, 施工结束后对临时占地进行植被恢复, 不会造成区域物种及群落的消失, 对区域内植被和植物多样性的影响较小。

3) 输水线路建筑物均位于地下或空中, 没有地上明渠, 对野生动物的阻隔影响不大。

12.4.6 水生生态

(1) 水源及下游区

1) 由于本工程是在已建代古寺坝下 380m 新建代古寺大坝, 对白龙江干流基本上不产生新的阻隔影响, 同时新建代古寺水库将淹没原代古寺大坝、水泊峡水电站、花园水电站, 将恢复局部河流连通性。工程建成运行后, 新建代古寺坝址至九龙峡坝址河段能够为现状分布的所有鱼类种类提供完成生活史的生境条件, 坝上鱼类种类组成不会发生明显改变。但由于新建代古寺水库为大型河道型水库, 大面积的静缓流生境为适应静缓流生境的鱼类提供了较好的生存空间, 一些外来鱼类、养殖品种等可能会成为水库中的优势种。

2) 新建代古寺坝下河段, 由于引水导致的水量减少、流速变缓, 加之气体过饱和、低温水下泄等, 水库的调节也可能导致坝下水位频繁波动, 将对坝下河段鱼类造成显著的不利影响, 因此坝下河段鱼类资源将显著减少, 但其影响程度

越往下游越小，特别是岷江和拱坝河两条支流汇入后，影响显著减小，且主要影响范围在苗家坝库尾以上河段。鱼类完成生活史的生境条件依然存在，不会对鱼类种类多样性产生影响，坝下江段鱼类种类组成不会发生改变。

3) 水环境改变对鱼类的影响较小，部分河段营养物质浓度增加，有利于饵料生物的生长，对鱼类生长觅食有利。

4) 新建代古寺最大坝高 151m，水库泄洪、发电等可能产生气体过饱和现象，对坝下鱼类造成一定影响，可能影响仔幼鱼的存活率，过饱和气体会经过一定流程的逐渐释放恢复到正常水平，影响会逐渐消失。

5) 代古寺坝下以裂腹鱼为主，其繁殖期较早，主要在 3~5 月，特别是 3 月份为裂腹鱼类的繁殖初始时期，低温水下泄可能导致鱼类繁殖启动的水温信号推迟，从而对坝下鱼类的产卵繁殖、生长等造成一定的影响，鱼类产卵期推迟，生长期滞后，将对鱼类种群产生一定影响。

(2) 输水线路区及受水区

1) 施工期可能会对穿越河流进行围堰开挖，对水生生态将造成一定影响，特别是对河流底质、水生植物、底栖动物等造成一定影响，从而影响鱼类栖息、索饵、繁殖等，但随着施工结束，河道恢复至施工前状态，影响会随之消失。

2) 工程运行后，由于输水沿线均为封闭式的隧洞、渡槽等，对输水沿线影响较小或基本无影响。受退水区由于水资源量增加，对于局地水生生态的改善有利，水生生物种类和资源量将有所增加。

12.4.7 土壤环境

(1) 水源及下游区

由于水源区库区封闭条件较好，不存在渗漏问题，土壤盐化综合评分预测结果为轻度盐化，这属于天然条件自然引起，而非工程建设运营造成。

水源区工程征地范围内及征地范围外附近土壤的 pH 值范围在 8.4~8.5 之间，不存在酸化或碱化现象。本工程建设运行后，废污水经处理后优先回用或达标排放，不会对工程附近的水质和土壤产生污染，因此，运行期本工程建设不会改变工程区土壤环境的酸碱度。

(2) 输水线路区及受水区

输水线路渗漏不会造成沿线土壤含盐量显著变化,也不会影响土壤盐化评分。

运行期本工程建设不会改变工程区土壤环境的酸碱度。

12.4.8 环境敏感区

(1) 水源及下游区

水源区共直接涉及 4 个环境敏感区。

1) 对甘肃多儿国家级自然保护区的影响

代古寺水库淹没部分实验区,淹没面积 2.53hm^2 。

工程在保护区内共占地 2.53hm^2 ,仅占保护区总面积的 0.05% ,对保护区的植被、野生动植物资源均影响不大,对保护区的主要保护对象(大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统)的影响也很小。

2) 对甘肃白龙江阿夏省级自然保护区的影响

部分新建代古寺坝体位于保护区实验区内,占地 59.23hm^2 ,水库新增淹没区共淹没保护区实验区 79.28hm^2 。

工程在保护区内共占地 138.51hm^2 ,仅占保护区总面积的 0.10% ,对保护区的植被、野生动植物资源均影响不大,对保护区的主要保护对象(大熊猫等珍稀濒危野生动植物及其森林生态系统)的影响也很小。

3) 对腊子口国家森林公园的影响

代古寺水库淹没风景游赏区 3.23hm^2 ;总干线隧洞穿越森林公园 1.9km ,其中穿越生态与景观恢复区 0.484km ,生态保护区 1.416km 。

工程淹没占地面积占森林公园总面积(48560hm^2)的 0.06% ,不会造成植物物种或植被类型消失,不会减少森林公园内植物的物种丰富度,对植物资源的影响甚微。

输水总干线以隧洞方式从森林公园地下通过,隧洞最小埋深 1610m ,位于地下水位以下,不会影响地文、人文、水文资源;总干线隧洞布设于森林公园东南边缘地区,离现有的地文、人文资源距离较远,不会对其产生影响。

4) 对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区的影响

新建代古寺坝址位于保护区实验区，代古寺枢纽回水淹没实验区长度 31.3km，面积 250.4hm²。

工程施工期对工程区及其下游鱼类的摄食、栖息、生长等产生一定的不利影响；施工期产生的噪声和震动对鱼类的生活习性产生一定的不利影响，但影响在可控范围内。施工结束后，影响不复存在。该工程运行期引水可能造成仔鱼和鱼卵损失，但该工程淹没区拆除 5 座水电站，实现水体自然联通，在一定程度上减轻白龙江迭部段水电站造成河流片段化和孤立生境的影响，相对增加了鱼类的生产空间和种质资源交流的几率，并直接减小了水电站引水发电造成的鱼类资源损失，对鱼类的生长、繁殖和栖息产生一定的积极影响。

(2) 输水线路区及受水区

输水线路共直接涉及 15 个环境敏感区。

1) 对森林公园的影响

输水线路总干线以隧洞形式穿越腊子口国家森林公园、官鹅沟国家森林公园、云崖寺国家森林公园、榜沙河省级森林公园，这些森林公园内无施工支洞，无渣场、施工道路、施工营地、生活营地等临时占地，无地表施工占地，对森林公园的结构和功能均不产生影响。

平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越五龙山省级森林公园，其中埋管段长 0.5km；延安干线以隧洞和埋管的形式穿越吴起省级退耕还林森林公园，其中埋管段长 3.815km。隧洞施工对森林公园的结构和功能基本不产生影响。埋管施工主要为临时占地，占地面积占森林公园总面积比例很小，占用的植被均为常见物种，不会造成植物物种或植被类型消失；工程施工完成后，临时占地进行生态恢复，对森林公园生态系统结构影响很小。

2) 对风景名胜区的影响

输水总干线以隧洞形式穿越云崖寺风景名胜区三级保护区，在风景名胜区内无地表施工占地，对景观基本无影响。

平凉一干线以隧洞和埋管的形式穿越龙泉寺-五龙山省级风景名胜区三级保护区，其中埋管段长 0.5km。本工程仅穿越三级保护区，施工结束后对临时占地进行植被恢复，恢复原地貌，对风景名胜区景观的影响很小，是可接受的。

3) 对地质公园的影响

总干线以隧洞形式穿越庄浪云崖寺省级地质公园和水帘洞省级地质公园。工程在地质公园内没有永久占地和临时占地，因此对地质公园不产生生态影响。隧洞 TBM 施工震动等对保护区原有地质遗迹和景观的影响轻微。

4) 对陕西北洛河湿地的影响

延安干线以压力管道形式跨越北洛河湿地，吴起分干线以压力管道形式穿越 2.7km。工程在湿地公园内均为临时占地，通过采取合理的湿地生态恢复措施，工程建设不会影响北洛河湿地生态功能。

5) 对饮用水水源保护区的影响

输水线路以埋管形式穿越武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区，以隧洞和埋管形式穿越华池县鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库饮用水水源保护区。

本工程不涉及饮用水水源保护区的一级保护区，在饮用水水源保护区内无施工临时布置，工程运行期不排放污染物，在采取严格的施工期废污水处理利用不外排措施、加强施工管理的基础上，本工程的建设对饮用水水源保护区影响较小。

12.4.9 施工期环境影响

(1) 施工期废污水

施工期废污水主要来源于砂石料加工系统冲洗、混凝土拌和系统冲洗、机械车辆维修冲洗、隧洞排水和施工人员生活，主要污染物有：pH、SS、COD、BOD₅、氨氮、石油类等。砂石料加工系统冲洗废水、混凝土拌合系统冲洗废水、机械车辆维修冲洗含油废水和生活污水经处理后全部综合利用；隧洞排水排水量较大，经处理后优先回用，不能回用的经处理达标后排放至Ⅲ类或Ⅳ类水体，施工期废污水对周围水环境的影响不大。

（2）废气

本工程对环境空气的影响主要集中在施工期，运行期基本无大气污染物排放。施工期影响范围主要为施工征地范围内，主要污染源为粉尘（TSP）和 NO₂，粉尘来源于土石方开挖爆破、料场开采、混凝土拌和、水泥等物资的装卸、运输等活动，NO₂ 主要来源于燃油机械的运行和车辆的运输等。

（3）噪声

本工程对声环境造成的影响主要来自施工期。工程施工噪声主要包括两类：1）固定点源噪声，主要来自土石方开挖与填筑、混凝土拌和以及石方工程中施工噪声、机械噪声以及隧洞开挖等产生的爆破噪声；2）流动线源噪声，主要各类自卸汽车、机动翻斗车等在运输和装卸过程中产生的噪声。

（4）固体废物

工程施工产生的固体废物主要包括施工弃渣和生活垃圾，其中弃渣对环境的影响主要体现为新增水土流失。

12.5 主要环境保护措施

（1）地表水环境

将新建代古寺水源水库库区划定饮用水水源地保护区，开展饮用水水源保护区达标建设；加强水源区水环境风险防范；采用叠梁门分层取水措施来减缓下泄低温水的影响；施工期采用导流洞，初期蓄水采用临时生态基流隧洞，运行期采用发电机组下泄生态流量；落实工程受水区水污染防治规划等。

编制白龙江供水应急预案，开展水库水质监测与安全预警研究、水环境影响跟踪评估。

（2）地下水环境

根据预测结果，施工期受到影响的村庄为定西市岷县蒲麻镇元草村 2 户、红崖村 1 户居民。拟通过采用临时送水或替代水源等解决受影响地下水用户居民用水问题。

（3）陆生生态

实施生态避让与减缓措施，做好施工组织、优化施工时序、划定施工活动范围、加强施工管理与宣传教育、保护占地区熟土资源、加强对重点野生动植物保护等措施等。

生态恢复与补偿措施主要包括选择适宜恢复植物、根据立地条件进行植被恢复、加强监测植被恢复情况、进行生态影响的补偿等。

开展珍稀保护动物专项影响及保护研究、植被修复方案及植被动态变化跟踪研究、景区专项环境保护设计研究、湿地生态恢复技术研究。

（4）水生生态

实施栖息地保护措施。将九龙峡坝址至新建代古寺水库坝址长约 35km 干流以及较大支流腊子沟、新建代古寺水库坝址至大容立节坝址长约 23km 干流及区间主要支流这两处河段划作为鱼类栖息地保护水域。拆除花园水电站、水泊峡水电站、腊子口三级水电站、桑坝三级水电站、翠古水电站等 5 座电站的大坝，拆除现有代古寺电站闸门，取消建设巴藏水电站。

在代古寺枢纽建设集运鱼过鱼系统，过鱼对象以中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼为主。

在代古寺业主营地建设鱼类增殖放流站，占地 20 亩，近期放流中华裂腹鱼、重口裂腹鱼、嘉陵裸裂尻鱼，远期放流白缘鲃、青石爬鮡，放流规模为 32 万尾/年。

在取水口、电站引水口、集鱼通道进口临河道侧至河左岸设置电赶拦鱼装置。

编制鱼类栖息地保护规划，开展鱼类放流效果监测与评估研究、集运鱼系统优化与设计研究、青石爬鮡人工繁育技术研究、白龙江水生生态长期生态效应研究、生态调度研究、鱼类栖息地保护相关技术研究。

（5）土壤环境

1) 表层土应在作业带征地范围内进行堆放，并做好剥离表土临时苫盖挡拦措施；施工后做好表土恢复。

2) 对施工生产区进行场地硬化，加强施工物料的防流失措施，做好废污水处理池防渗处理。

3) 在评价区设置 5 个监测点针对土壤盐度与 pH 开展跟踪监测工作, 监测频率为 5 年 1 次。

(6) 环境敏感区

1) 甘肃多儿国家级自然保护区保护措施: 优化建设方案; 设置保护区警示标志牌; 设置小型生态监测站和鸟类救护站; 加强生态管理与监理。

2) 甘肃白龙江阿夏省级自然保护区保护措施: 严格控制施工范围, 施工结束后及时做好植被的养护或恢复工作; 施工时尽量避开野生动物的繁殖期, 避免高噪声施工设备同时运行使用; 定期对施工人员进行生态保护、生产安全教育和培训; 设立宣传牌和警示牌; 建立施工期的生态环境监理制度。

3) 森林公园保护措施: 施工期合理用地, 不在森林公园内施工临时设施; 禁止施工人员捕杀野生动物; 施工结束后尽快恢复临时占地区原有植被状态; 设警示牌、宣传牌, 对施工期和运营期开展长期跟踪生态监测。

4) 风景名胜区保护措施: 不在风景名胜区内布置施工临时设施; 合理安排施工时序, 避开风景名胜区的游览高峰期; 施工结束后尽快恢复临时占地区原有植被状态; 设警示牌、宣传牌, 对施工期和运营期开展长期跟踪生态监测。

5) 地质公园保护措施: 不在地质公园内布置施工临时设施; TBM 施工时采取减震和吸震措施; 禁止施工人员捕猎动物; 设警示牌、宣传牌, 对施工期和运营期开展长期跟踪生态监测。

6) 重要湿地保护措施: 合理安排工程施工时间; 施工结束后及时对临时占地区进行植被恢复; 加强宣传教育, 设警示牌、宣传牌。

7) 水产种质资源保护区保护措施: 繁殖期与运行期的避让、渔业资源调查监测措施、建设拦鱼设施、建设过鱼设施、建设鱼类增殖站、建立乡村共管机制等生态补偿措施, 并加强保护宣传。

8) 饮用水水源保护区保护措施: 禁止在保护区内布置施工临时设施; 严格落实各项施工废水的处理措施; 设警示牌、宣传牌; 制定详细的施工期水污染应急预案; 在输水线路穿河施工段周边布置防污屏, 降低施工扰动对水源保护区地表水体水质的不利影响。

（7）施工期环境保护

1）施工废污水处理

砂石料加工系统废水采取高效（旋流）污水净化器法处理；混凝土拌合系统废水采用“沉淀池+回用水池”工艺处理；含油废水采用隔油沉淀池处理；隧洞排水采用高效（旋流）污水净化器和三级沉淀工艺处理；生活污水采用小型生活污水处理一体化设备进行处理。

2）环境空气保护

砂石骨料加工系统采用湿法破碎的低尘工艺；施工区配置洒水车和雾炮机；加强对燃油机械设备的维护和保养。

3）声环境保护

设立警示牌；设置隔声屏障；加强道路养护和机械车辆的维修保养；严格控制施工时间。

4）固体废物处置

施工弃渣严禁向河道内倾倒，应按要求送到指定的渣场进行堆放，并做好水土保持措施。

在施工区生活营地和施工车间设置垃圾桶，集中收集生活垃圾，并定期转运。

施工过程中产生的危废应按照《危险废物贮存污染控制标准》及《危险废物收集贮存运输技术规范》进行收集、贮存，并委托有资质的单位进行运输、转移。

12.6 环境保护投资

本工程环境保护工程投资 15.88 亿元，约占工程静态总投资的 2.5%。其中：水源水库（代古寺水库）工程环保投资为 5.49 亿元，输水线路工程环保投资为 10.39 亿元。

12.7 公众参与结论

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》相关要求，白龙江引水工程公众参与于 2019 年 11 月分别在甘肃省水利厅、甘肃省水务投资有限责任公司、延安市人民政府官网上进行了第一次公示。公示期为公示之日起十个工作日。具体公示内容包括工程基本情况、建设单位及环评单位名称和联系方式、征求公众意见的主要事项以及公众提出意见的主要方式等。在

第一次环境影响评价信息公开期间，共回收 12 份各相关部门反馈的调查问卷，经统计，从环保角度出发，各部门均支持该工程建设，没有提出反对意见，也对工程建设提出了一些建议，对于提出的与环境影响相关的合理建议在本报告书中均充分采纳，详见表 12.7-1。

环境影响报告书征求意见稿形成后，建设单位于 2022 年 6 月 1 日、2 日在甘肃省水利厅、甘肃省水务投资有限责任公司、延安市水务局官方网站以及大西北网、甘肃环评信息网等网络媒体进行环境影响评价公众参与第二次信息公示，将环境影响报告书全本及公众意见表作为附件公开，同时采取了报纸和张贴公示。在第二次信息公示期间，共收到了 28 份各部门书面反馈的公众意见表，收到的公众意见表均支持本项目的建设，没有提出反对意见。但工程实施过程中会对环境造成一定不利影响，提出了一些环保建议，对于提出的与环境影响相关的合理建议在本报告书中均充分采纳，详见表 12.7-1。

2022 年 11 月 3 日，建设单位报批环境影响报告书前，分别在甘肃省水务投资有限责任公司官网、延安市水务局官网和甘肃省环评信息网公开了拟报审的环境影响报告书全文和公众参与说明。公示期间，未收到公众反馈意见。

表 12.7-1 公众意见采纳情况

序号	公众意见	采纳与否	采纳说明或未采纳原因
一	第一次信息公示期间公众意见采纳情况		
1	引水下泄流量要保证下游居民生活用水、生态用水量。	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的生态流量保障措施，包括施工期、初期蓄水、运行期生态流量保障及监控措施，下一步将强化措施落实。
2	增加项目环保投资，将项目建设对当地生态环境的影响降到最低；增加水库岸坡治理投资，尽量避免滑坡、塌岸等次灾害。	采纳	在环境影响报告书“11 环保投资估算及经济损益分析”章节详细核算了环保投资，下一步将强化投资落实。
3	加强生态环境的保护，尽可能减少对居民生产生活的不利影响。	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的地表水、地下水、陆生生态、水生生态、环境敏感区、土壤环境、移民安置、施工期环境保护措施，下一步将强化环保措施落实。

序号	公众意见	采纳与否	采纳说明或未采纳原因
4	提前协调处理好生态敏感区方面的问题，加快推进项目前期。提前安排做好实物普查登记和生态敏感区排查避让，加快推进前期，及早落地实施，解决平凉缺水问题。	采纳	本项目涉及的 18 个环境敏感区，均已取得主管部门同意建设的意见。针对工程涉及的生态保护红线，甘肃省自然资源厅以甘资规划函〔2021〕70 号回函表示工程符合生态保护红线管控要求，延安市自然资源局以延市自然资便字〔2021〕99 号复函同意工程建设。
5	项目建设同时，统筹考虑上下游之间的补偿机制。	未采纳	根据《环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价技术导则总纲》等文件，上下游之间的补偿机制不属于环境影响评价范畴。
二	第二次信息公示期间公众意见采纳情况		
1	施工弃渣严禁向沿途河道内倾倒或随意乱堆，应按要求送到指定的渣场进行堆放，并采取相应的工程拦挡、植被恢复措施，加强水土保持和恢复治理，减少水土流失，改善河道水体水质。	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的施工期环境保护措施，包括施工弃渣处置方式，下一步将强化措施落实。
2	建议加强对工程涉及的森林公园、地质公园、风景名胜区、自然保护区等自然保护地的生态保护和修复，并减少对工程周边林地以及动植物的影响。	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的环境敏感区环境保护措施，下一步将强化措施落实。
3	工程线路应尽量不占或少占林草湿地，确需占用林草湿地的，施工前应申请办理使用林草湿地审批手续。	采纳	工程不同程度少量占用、穿越、跨越甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、陕西北洛河湿地等环境敏感区，占用和穿越生态保护红线一般控制区。建设单位已取得上述环境敏感区主管部门同意本工程占用、穿越、跨越的意见。
4	建议加强施工管理，严格限定施工活动范围，场地建设应尽可能减少占地规模，尽量使用废弃土地和难	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的环境敏

序号	公众意见	采纳与否	采纳说明或未采纳原因
	利用地，远离保护区及重点生态区域，最大限度降低对耕地和永久基本农田、自然生态、森林植被的破坏。		感区及施工期环境保护措施，下一步将强化措施落实。
5	项目要尽量少占用耕地、永久基本农田，占用的请统筹协调占补平衡问题。	采纳	“2.2.12.1 建设征地”统计占用耕地面积，后期将积极统筹协调占补平衡问题。
6	建议切实加强饮用水水源地保护，做好供水水源的水质保护、水土保持及周边生态建设工作，落实施工期各项环境保护措施，降低对环境的不利影响：1.加强对涉及环境敏感区的施工污染防治，并加强监测与管理。2.不在饮用水水源保护区、地质公园等环境敏感区内布置施工临时设施，施工废水经处理后综合利用，降低对环境的不利影响。3.加强施工期扬尘污染防治措施，不得影响区域环境空气质量。4.加强在地质公园内施工震动管理要求，落实减震措施，保护地质遗迹和景观。5.加强施工期生态保护措施。	采纳	在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的地表水、地下水、陆生生态、水生生态、环境敏感区、土壤环境、移民安置、施工期环境保护措施，下一步将强化措施落实。
7	施工过程中应注重对白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区的保护，落实环评报告中提出的栖息地保护、过鱼设施、增殖放流等各类鱼类保护措施。	采纳	本工程代古寺坝址及库区淹没涉及白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区实验区，影响专题报告已通过甘肃省农业农村厅预审，正在积极协调农业农村部审查。白龙江舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区位于代古寺坝下 8.8km，甘肃省农业农村厅以甘农渔函（2020）44 号文复函同意白龙江引水工程对舟曲段特有鱼类省级水产种质资源保护区影响专题论证报告主要结论及水生生物保护和补偿措施。环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的水生生态环境保护措施。后期施工运行阶段将严格落实相关保护措施。
8	该项目涉及穿越北洛河湿地、红庄水源地保护区、吴起县级退耕还林森林公园等环境敏感区，占用生态保护红线一般控制区。建议项目建	采纳	本项目吴起分干线以压力管道形式穿越陕西北洛河湿地，陕西省林业局以陕林场字（2020）330 号文“原则同意穿越陕西北洛河湿地吴起段”。针对工程涉及的生态

序号	公众意见	采纳与否	采纳说明或未采纳原因
	设前取得各有关部门的意见，在施工运营阶段严格落实《环境保护法》《陕西省饮用水水源保护条例》《陕西省湿地保护条例》等要求，采取有效措施避免对环境产生严重负面影响。		保护红线，延安市自然资源局以延市自然资源便字〔2021〕99号复函同意工程建设。在环境影响报告书“8 环境保护措施及其可行性论证”章节提出了拟采取的施工运营阶段环境保护措施，后期施工运行阶段将严格落实相关保护措施。。
9	项目设计要与甘肃省交通设施相关规划做好衔接，处理好工程项目与重大交通设施（现状和规划）交叉点的工程衔接问题。	未采纳	根据《环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价技术导则总纲》等文件，项目设计与甘肃省交通设施相关规划做好衔接不属于环境影响评价范畴。
10	建议加强地方水利基础设施建设，推进白龙江油橄榄灌溉引水工程建设；推进拱坝河水库、白露窑水库建设；加强中小河流及防洪沟道防治工程；推进区域内水生态综合治理项目。	未采纳	根据《环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目环境影响评价技术导则总纲》等文件，加强地方水利基础设施建设不属于环境影响评价范畴。

12.8 综合评价结论

白龙江引水工程实施后，可实现甘肃省长江、黄河流域水系连通，优化水资源配置，有效解决黄河流域甘肃省东部地区以及陕西省延安北部地区水资源短缺问题，提高区域水资源保障水平，巩固脱贫攻坚成果，助推绿色崛起、乡村振兴战略的实施和生态文明社会建设，对于促进受水区经济可持续发展以及黄河流域生态保护和高质量发展具有重大的战略意义。

工程不同程度少量占用、穿越、跨越甘肃多儿国家级自然保护区、甘肃白龙江阿夏省级自然保护区、官鹅沟国家森林公园、庄浪县云崖寺国家森林公园、腊子口国家森林公园、榜沙河省级森林公园、崇信五龙山省级森林公园、吴起省级退耕还林森林公园、庄浪云崖寺省级风景名胜区、崇信县龙泉寺-五龙山省级风景名胜区、庄浪云崖寺省级地质公园、武山县水帘洞省级地质公园、白龙江特有鱼类国家级水产种质资源保护区、陕西北洛河湿地、武山县饮用水水源保护区、西峰区巴家咀水库饮用水水源保护区、鸭儿洼饮用水水源保护区、红庄水库水源地保护区等 18 个环境敏感区，占用和穿越生态保护红线一般控制区。建设单位已取得上述环境敏感区和生态保护红线主管部门同意本工程占用、穿越、跨越的意见，本工程建设不具有环境制约性。

工程建设对环境的不利影响主要为淹没、占地对当地土地资源的影响，大坝阻隔及水文情势变化对下游河道生态及保护鱼类的影响，受水区废污水排放对区域水环境的影响，施工期“三废”排放对水、大气和声环境的影响等。在采取报告书提出的施工期环境保护措施、运行期水库分层取水、修建集运鱼系统，取水口设置电赶拦鱼装置、开展增殖放流及栖息地保护，下泄生态流量、划分水源地保护区、水源地设置隔离网和警示牌、水质在线监控等环境保护措施后，可使工程建设对影响区的不利影响得到较大程度减缓，使环境影响降低在自然与社会环境可承受的限度内。从环境保护角度分析，只要认真落实各项环境保护措施和环境监测方案，加强环境保护管理和监督，在建设和运行过程中注重对自然生态环境的保护，本工程无重大环境制约因素，其建设是可行的。

12.9 建议

(1) 切实加强饮用水水源地保护，建议白龙江引水工程建设管理单位协同水源地地方政府，做好供水水源的水质保护、水土保持及库周生态建设工作，在水源地保护区内采取隔离防护、综合整治和生态修复等措施，及时建立完善的饮用水源保护体系，加强水源水质管理，并制定应急饮用水源方案，保障供水安全。

(2) 进一步研究生态调度方案，优化调度和水资源配置，保护白龙江下游的生态环境，保障白龙江引水工程的生态效益；研究制定特枯年份及其它特殊枯水时段的调度运行方案及应急管理方案。

(3) 结合当地发展规划及环保要求，在下阶段优化工区布置及渣场设计等，尽量减少占地，做到不占用基本农田以及环境敏感区等，使施工扰动或污染源远离居民点等敏感保护对象。

(4) 结合施工组织设计，积极组织开展环境保护措施图设计，确保各项环保措施的实施。

(5) 加强对涉及环境敏感区的施工污染防治，并加强监测与管理，确保环境保护对象不受较大影响。

(6) 进一步开展白龙江鱼类栖息地保护、集运鱼技术研究和鱼类繁殖及放流习性的相关研究等。

附录 15 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input checked="" type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ; 涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型
		直接排放 <input type="checkbox"/> ; 间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ; 径流 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>
	影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ; pH 值 <input checked="" type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水位 (水深) <input checked="" type="checkbox"/> ; 流速 <input checked="" type="checkbox"/> ; 流量 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
评价等级		水污染影响型		水文要素影响型
		一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input type="checkbox"/> ; 三级 B <input checked="" type="checkbox"/>		一级 <input checked="" type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 在建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 拟建 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ; 环评 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环保验收 <input type="checkbox"/> ; 既有实测 <input type="checkbox"/> ; 现场监测 <input type="checkbox"/> ; 入河排放口数据 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40% 以下 <input checked="" type="checkbox"/> (水源及下游区); 开发量 40% 以上 <input checked="" type="checkbox"/> (输水线路及受水区)		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input checked="" type="checkbox"/> ; 补充监测 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		(水温、pH 值、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TN、TP、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬 (六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰、悬浮物、叶绿素 a、透明度)	监测断面或点位个数 (16) 个	
现状评价	评价范围	水源及下游区: 河流: 长度 (394) km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ² 输水沿线区: 输水工程交叉的渭河水系的渭河、榜沙河、散渡河、耨河、葫芦河、水洛河、通关河、后川河, 泾河水系的泾河、汭河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、黑河、柔远川、固城川、九龙河, 北洛河水系的北洛河、周河, 延河水系的西川河、杏子河, 共 23 条河流。 受水区: 受水区退水影响的河流主要包括渭河水系的渭河、榜沙河、散渡河、耨河、葫芦		

		河、颍川河、后川河、牛头河、通关河等，泾河水系的泾河、汭河、达溪河、黑河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、柔远川、四郎河等，北洛河水系的北洛河、葫芦河（北洛河）、周河，延河水系的延河、西川河、杏子河、蟠龙河等。共 27 条河流。	
	评价因子	水温、pH 值、DO、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TN、TP、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、硫酸盐、氯化物、硝酸银、铁、锰	
	评价标准	河流、湖库、河口：Ⅰ类 <input type="checkbox"/> ；Ⅱ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅲ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅳ类 <input checked="" type="checkbox"/> ；Ⅴ类 <input checked="" type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（ ）	
	评价时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ； 不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input checked="" type="checkbox"/> 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河潮演变状况 <input type="checkbox"/> 依托污水处理设施稳定达标排放评价 <input type="checkbox"/>	达标区 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	水源及下游区：河流：长度（394）km；湖库、河口及近岸海域：（ ）km ² 输水沿线区：主要包括渭河水系的渭河、榜沙河、散渡河、耨河、葫芦河、水洛河、通关河、后川河，泾河水系的泾河、汭河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、黑河、柔远川、固城川、九龙河，北洛河水系的北洛河、周河，延河水系的西川河、杏子河，共 23 条河流。 受水区：主要包括渭河水系的渭河、榜沙河、散渡河、耨河、葫芦河、颍川河、后川河、牛头河、通关河等，泾河水系泾河、汭河、达溪河、黑河、洪河、茹河、蒲河、大黑河、马莲河、柔远川、四郎河等，北洛河水系的北洛河、葫芦河（北洛河）、周河，延河水系的延河、西川河、杏子河、蟠龙河等。共 27 条河流。	
	预测因子	（COD、TN、TP、氨氮、水温、流量、流速、水深、水面宽等）	
	预测时期	丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；平水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input checked="" type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
影	水污染控制和水	区（流）域水环境质量改善目标 <input checked="" type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	

响 评 价	环境影响减缓措施有效性评价					
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input checked="" type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input checked="" type="checkbox"/>				
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）		排放浓度/（mg/L）
		本工程为水利工程，污染物为供水量增加后新增退水产生的污染物：2040 年(COD/氨氮)		2040 年 (4603.7/451.6)		《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A，《陕西省黄河流域污水综合排放标准》A 标准
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
（/）		（/）	（/）	（/）	（/）	
生态流量确定	生态流量：一般水期（21.07）m³/s；鱼类繁殖期（27.44）m³/s；其他（/）m³/s 生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m					
防 治 措 施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；区域削减 <input checked="" type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>				
	监测计划		环境质量		污染源	
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input checked="" type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>		手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位	砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、基坑废水、隧洞排水和施工生活污水处理设施排放口； 水源区布置 2 个河流监测断面，输水线路及受水区布置 9 个河流监测断面。		（/）	
	监测因子	水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、氟化物、镉、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、汞、砷、铁、锰、悬浮物等		（/）		
污染物排放清单	<input type="checkbox"/>					
评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>					
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

附录 16 生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ; 国家公园 <input type="checkbox"/> ; 自然保护区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自然公园 <input checked="" type="checkbox"/> ; 世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ; 生态保护红线 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重要生境 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	影响方式	工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ; 施工活动干扰 <input checked="" type="checkbox"/> ; 改变环境条件 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	评价因子	物种 <input checked="" type="checkbox"/> (种子植物; 野生脊椎动物; 水生生物; 重要物种) 生境 <input checked="" type="checkbox"/> (最适宜生境、适宜生境、勉强适宜生境、不适宜生境; 鱼类“三场一通道”) 生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> (植被型组、植被型、群系) 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> (森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、草地生态系统、城镇生态系统、其他) 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> (植物丰富度、动物丰富度、生态系统多样性、物种特有性、外来物种入侵度、受威胁物种丰富度; 浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等多样性) 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> (自然保护、森林公园、地质公园、风景名胜区、重要湿地、水产种质资源保护区) 自然景观 <input checked="" type="checkbox"/> (风景名胜区景观) 自然遗迹 <input type="checkbox"/> () 其他 <input checked="" type="checkbox"/> (景观优势度)
评价等级		一级 <input checked="" type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/>
评价范围		陆域面积: (2885.56) km ² ; 水域面积: (104.65) km ²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ; 遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ; 调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ; 调查点位、断面 <input type="checkbox"/> ; 专家和公众咨询法 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	调查时间	春季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ; 冬季 <input checked="" type="checkbox"/> 丰水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 枯水期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/>
	所在区域的生态问题	水土流失 <input checked="" type="checkbox"/> ; 沙漠化 <input type="checkbox"/> ; 石漠化 <input type="checkbox"/> ; 盐渍化 <input type="checkbox"/> ; 生物入侵 <input checked="" type="checkbox"/> ; 污染危害 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ; 土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>
生态影响预测与评价	评价方法	定性 <input type="checkbox"/> ; 定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ; 土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ; 重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生物入侵风险 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>
生态保护对策措施	对策措施	避让 <input checked="" type="checkbox"/> ; 减缓 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态修复 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态补偿 <input checked="" type="checkbox"/> ; 科研 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	生态监测计划	全生命周期 <input checked="" type="checkbox"/> ; 长期跟踪 <input checked="" type="checkbox"/> ; 常规 <input type="checkbox"/> ; 无 <input type="checkbox"/>
	环境管理	环境监理 <input checked="" type="checkbox"/> ; 环境影响后评价 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
评价结论	生态影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可行 <input type="checkbox"/>
注: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, 可√; “()”为内容填写项。		

附录 17 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型 <input type="checkbox"/> ；生态影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>				
	土地利用类型	建设用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input checked="" type="checkbox"/>				附图 30、附图 32
	占地规模	(6660.37) hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标 (农用地、草地、林地)、方位 (所在地)、距离 (所在地)				
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input checked="" type="checkbox"/> ；地下水位 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 ()				
	全部污染物	盐度				
	特征因子	盐度				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input checked="" type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>				
	敏感程度	敏感 <input type="checkbox"/> ；较敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>				
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>				
现状调查内容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input type="checkbox"/> ；d) <input type="checkbox"/>				
	理化特性	水源区土壤 pH 在 5.6~7.4 之间；土壤代换量较高，在 25~35 毫克当量/100 克土；土壤比重在 2.3~2.8 之间；孔隙度在 65~85% 之间。 输水线路区及受水区土壤 pH 在 5.6~8.5 之间；土壤代换量一般偏低，在 5~15 毫克当量/100 克土；土壤比重在 1.2~1.9 之间。				
	现场监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	附图 25
		表层样点数	11	11	0~20 cm	
		柱状样点数	0	0		
现状监测因子	GB15618-2018、GB36600-2018 中基本因子及土壤盐分含量					
现状评价	评价因子	GB15618-2018、GB36600-2018 中基本因子及土壤盐分含量				
	评价标准	GB 15618 <input checked="" type="checkbox"/> ；GB 36600 <input checked="" type="checkbox"/> ；表 D.1 <input type="checkbox"/> ；表 D.2 <input type="checkbox"/> ；其他 ()				
	现状评价结论	各采样监测点各项监测因子均符合 GB15618-2018、GB36600-2018				
影响预测	预测因子	盐度				
	预测方法	附录 E <input checked="" type="checkbox"/> ；附录 F <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 ()				
	预测分析内容	影响范围 (管线附近 200m 范围) 影响程度 (土壤含盐量变化小于 0.02g/kg)				
	预测结论	达标结论：a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input type="checkbox"/> ；c) <input type="checkbox"/> 不达标结论：a) <input type="checkbox"/> ；b) <input type="checkbox"/>				
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input type="checkbox"/> ；源头控制 <input checked="" type="checkbox"/> ；过程防控 <input type="checkbox"/> ；其他 ()				
	跟踪措施	监测点数	监测指标	监测频次		
		5	盐度、pH	5 年 1 次		
信息公开指标						
评价结论		项目建设运行不会引起土壤含盐量变化微弱，不足以改变土壤 Sa，因此环境影响可接受。				
注 1：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可 <input checked="" type="checkbox"/> ；“()”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。 注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。						

附表 18 大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input checked="" type="checkbox"/>			
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>			
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>		500-2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input type="checkbox"/>			
	评价因子	基本污染物 (PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃) 其他污染物 (TSP)					包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>		
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/>	其他标准 <input type="checkbox"/>		
现状评价	环境功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input type="checkbox"/>		一类区和二类区 <input checked="" type="checkbox"/>			
	评价基准年	(2019、2020) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input type="checkbox"/>		现状补充监测 <input checked="" type="checkbox"/>			
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>					不达标区 <input type="checkbox"/>		
污染源调查	调查内容	拟建项目正常排放源 <input checked="" type="checkbox"/> 拟建项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>			拟替代污染源 <input type="checkbox"/>	其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/>	区域污染源 <input type="checkbox"/>		
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	预测范围	边长 ≥ 50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>			边长= 5km <input type="checkbox"/>		
	预测因子	预测因子 (TSP)				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>			
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率 ≤ 100% <input checked="" type="checkbox"/>				C _{本项目} 最大占标率 > 100% <input type="checkbox"/>			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C _{本项目} 最大占标率 ≤ 10% <input checked="" type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大占标率 > 10% <input type="checkbox"/>			
		二类区	C _{本项目} 最大占标率 ≤ 30% <input checked="" type="checkbox"/>			C _{本项目} 最大占标率 > 30% <input type="checkbox"/>			
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		C _{非正常} 最大占标率 ≤ 100% <input type="checkbox"/>		C _{非正常} 占标率 > 100% <input type="checkbox"/>			
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 <input type="checkbox"/>				C _{叠加} 不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k ≤ -20% <input type="checkbox"/>				k > -20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()			有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input type="checkbox"/>		
	环境质量监测	监测因子: (TSP)			监测点位数 (36)		无监测 <input type="checkbox"/>		
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>							
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m							
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a		NO _x : () t/a		颗粒物: () t/a		VOCs: () t/a	

注: “☐” 为勾选项, 填 “☒”; “()” 为内容填写项

附录 19 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级 与范围	评价等级	一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input checked="" type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/>							
	评价范围	200m <input checked="" type="checkbox"/> 大于 200 m <input type="checkbox"/> 小于 200m <input type="checkbox"/>							
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>							
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/> 地方标准 <input type="checkbox"/> 国外标准 <input type="checkbox"/>							
现状评价	环境功能区	0 类区 <input type="checkbox"/>	1 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	2 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	3 类区 <input type="checkbox"/>	4a 类区 <input checked="" type="checkbox"/>	4b 类区 <input type="checkbox"/>		
	评价年度	初期 <input checked="" type="checkbox"/>		近期 <input type="checkbox"/>		中期 <input type="checkbox"/>		远期 <input type="checkbox"/>	
	现状调查方法	现场实测法 <input checked="" type="checkbox"/> 现场实测加模型计算法 <input type="checkbox"/> 收集资料 <input type="checkbox"/>							
	现状评价	达标百分比		98.75					
噪声源 调查	噪声源调查方法	现场实测 <input type="checkbox"/> 已有资料 <input checked="" type="checkbox"/> 研究成果 <input type="checkbox"/>							
声环境影 响预测与 评价	预测模型	导则推荐模型 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> _____							
	预测范围	200m <input checked="" type="checkbox"/> 大于 200 m <input type="checkbox"/> 小于 200m <input type="checkbox"/>							
	预测因子	等效连续 A 声级 <input checked="" type="checkbox"/> 最大 A 声级 <input type="checkbox"/> 计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>							
	厂界噪声贡献值	达标 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>							
	声环境保护目标处噪声值	达标 <input checked="" type="checkbox"/> 不达标 <input type="checkbox"/>							
环境监测 计划	排放监测	厂界监测 <input type="checkbox"/> 固定位置监测 <input checked="" type="checkbox"/> 自动监测 <input type="checkbox"/> 手动监测 <input type="checkbox"/> 无监测 <input type="checkbox"/>							
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（等效连续 A 声级） 监测点位数（36） 无监测 <input type="checkbox"/>							
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> 不可行 <input type="checkbox"/>							
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。									

甘肃省水务投资有限责任公司

委 托 书

中水北方勘测设计研究有限责任公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》的有关规定，兹委托你单位开展白龙江引水工程环境影响报告书的编制工作，请按照相关要求及规定，按时提交环境影响报告书。

特此委托。

甘肃省水务投资有限责任公司
2019年11月18日



延安市水务局

委托书

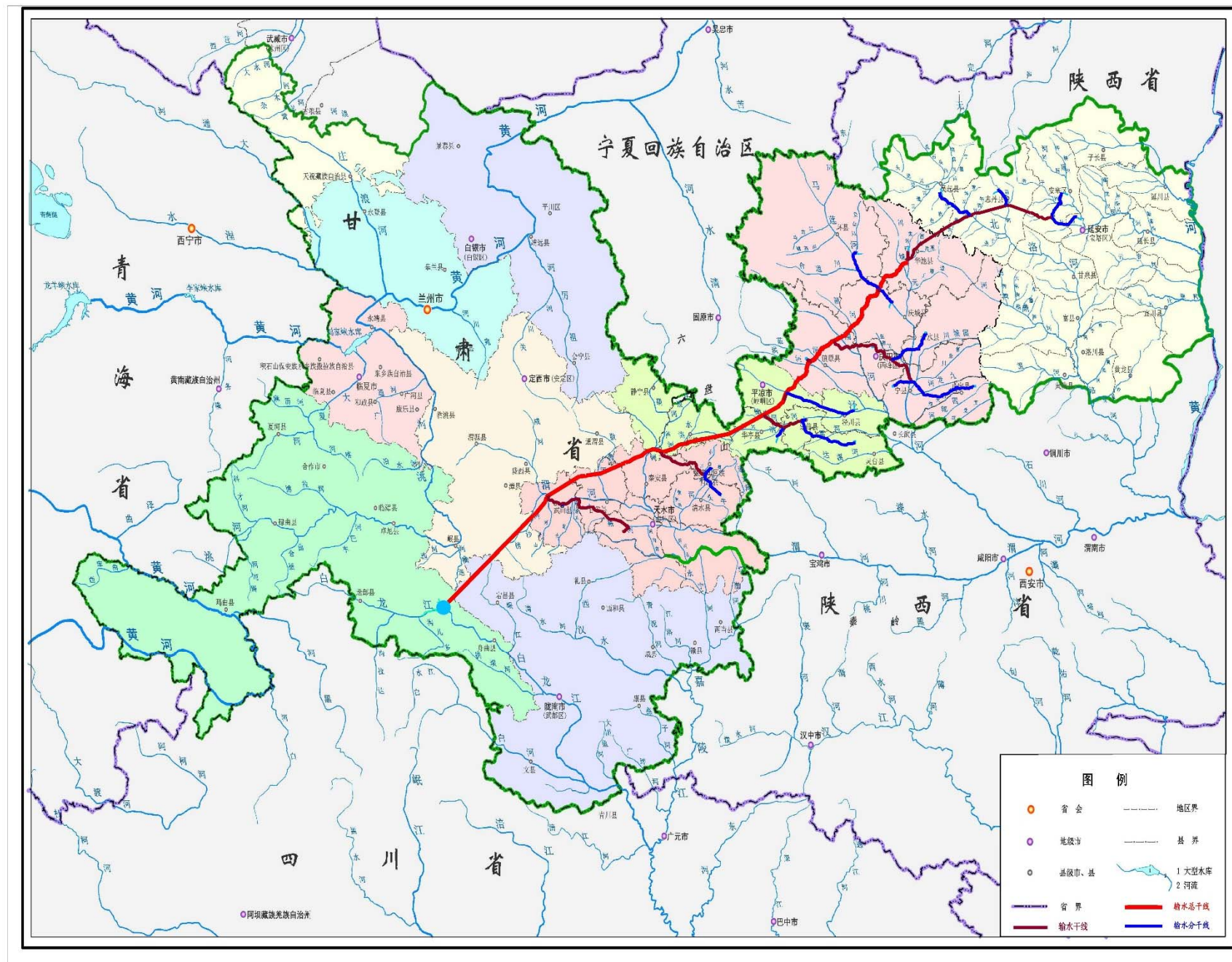
中水北方勘测设计研究有限责任公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关规定，兹委托你单位开展白龙江引水工程环境影响报告书的编制工作，请按照相关要求及规定，扎实细致开展工作，按时完成环境影响评价审查审批，提交环境影响评价报告书。

特此委托



附图 1 白龙江引水工程地理位置示意图



建设项目环境影响报告书审批基础信息表

填报单位（盖章）：

甘肃省水务投资有限责任公司、延安市水务局

填表人（签字）：

王莉

项目经办人（签字）：

张为星 王峰

建设项	项目名称	白龙江引水工程				建设内容	主要建设内容包括：（1）水源工程：代古寺水库正常蓄水位1804m，总库容4.08亿m ³ ，调节库容3.13亿m ³ ；（2）输水工程：包括输水总干线、干线、分干线及其附属建筑物，线路总长1328.90km。输水总干线从代古寺水库至华池县鸭儿洼，全长492.07km，总干线全部在甘肃境内，渠首设计流量32m ³ /s。输水干线共9条，总长409.93km，输水分干线共18条，总长约426.90km；干线及分干线中甘肃供水部分总长约608.32km，延安供水部分总长约228.51km。输水线路共设5座泵站，其中干线2座，总装机7040kW，分干线3座，总装机7080kW。				
	项目代码	2020-0005276-01-001157									
	环评报告编制单位	d1 water									
	建设地点	甘肃省甘南藏族自治州、陇南市、定西市、天水市、平凉市、庆阳市、陕西省延安市									
	项目建成年限（月）	98.0									
	环境影响评价行业类别	126.引水工程									
	建设性质	新建（迁建）									
	现有工程环评审批登记表编号（改、扩建项目）	没有工程环评审批登记表									
	环评审批机关	生态环境部									
	环评审批文号	环审〔2022〕119号									
建设单	建设单位	甘肃省水务投资有限责任公司、延安市水务局				环评编制单位	单位名称	中水北方勘测设计研究有限责任公司			
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91620000745866570W 116106000160741194					统一社会信用代码	91120103401360058T			
	法定代表人	徐崇铭、李宜然					姓名	刘卫			
	主要负责人	马立科、冯峰					曾用名	BW13162			
	联系电话	13893130938、13509117658					职业资格证书编号	07351223505120177			
	通讯地址	甘肃省兰州市城关区茨元巷街道张耀路29号、陕西省延安市宝塔区文化沟路3号					通讯地址	天津市河西区洞庭路60号			
	总投资（万元）	6360968.00					环保投资（万元）	158800.00			
	所占比例（%）	2.50					所占比例（%）	2.50			
	联系人	徐崇铭、李宜然					联系人	刘卫			
	联系电话	13893130938、13509117658					联系电话	15002287508			
污染物排放	废水	废水（万吨/年）	0.000		0.000		0.000		0.000		区域削减量（吨/年）
		氨氮	0.000		0.000		0.000		0.000		
		总磷	0.000		0.000		0.000		0.000		
		总氮	0.000		0.000		0.000		0.000		
		铅	0.000		0.000		0.000		0.000		
		汞	0.000		0.000		0.000		0.000		
		镉	0.000		0.000		0.000		0.000		
		铬	0.000		0.000		0.000		0.000		
		铜	0.000		0.000		0.000		0.000		
		锌	0.000		0.000		0.000		0.000		
		其他重金属	0.000		0.000		0.000		0.000		
		其他特征污染物	0.000		0.000		0.000		0.000		
		废气（万标立方米/年）	0.000		0.000		0.000		0.000		
		二氧化硫	0.000		0.000		0.000		0.000		
		氮氧化物	0.000		0.000		0.000		0.000		
挥发性有机物	0.000		0.000		0.000		0.000				

[illegible]

水污染治理与排放信息	口)																					
		无组织排放	序号	无组织排放源名称					污染物排放													
									污染物种类	排放浓度 (毫克/立方米)	排放标准名称											
水污染治理与排放信息（主要排放口）	车间或生产设施排放口	序号（编号）	排放口名称	废水类别	污染防治设施工艺			排放去向	污染物排放													
					序号（编号）	名称	污染治理设施处理水量(吨/小时)		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称										
	总排放口（间接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳污水处理厂		受纳污水处理厂排放标准名称	污染物排放													
						名称	编号		污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称										
	总排放口（直接排放）	序号（编号）	排放口名称	污染防治设施工艺	污染防治设施处理水量（吨/小时）	受纳水体		污染物排放														
						名称	功能类别	污染物种类	排放浓度（毫克/升）	排放量（吨/年）	排放标准名称											
固体废物信息	废物类型	序号	名称	产生环节及装置	危险废物特性	危险废物代码	产生量（吨/年）	贮存设施名称	贮存能力(吨/年)	自行利用工艺	自行处置工艺	是否外委处置										
													一般工业固体废物			/	/	/	/	/	/	
																/	/	/	/	/	/	
	危险废物																					