

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能

建设配套项目(一期)

建设单位: 中海石油(中国)有限公司蓬勃作业公司

编制日期: 2023年2月

中华人民共和国生态环境部制

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能

建设配套项目(二期)

建设单位: 中海石油(中国)有限公司蓬勃作业公司

编制日期: 2023 年 2 月

3017893

打印编号: 1673319594000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	4d8abm		
建设项目名称	蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）		
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中海石油（中国）有限公司蓬莱作业公司		
统一社会信用代码	91120000717837748J		
法定代表人（盖章）	马兆峰		
主要负责人（签字）	张志华		
直接负责的主管人员（签字）	依朗		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	海油环境科技（北京）有限公司		
统一社会信用代码	91110113MA01Q1H91A		
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
李雷飞	07351543507150279	BH013710	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李雷飞	建设项目基本情况、建设内容、生态环境影响分析、结论、附表、附图、附件	BH013710	
孔令宇	生态环境现状、保护目标及评价标准、主要生态环境保护措施、生态环境保护措施监督检查清单	BH008580	

目 录

一、建设项目基本情况.....	1
二、建设内容.....	8
三、生态环境现状、保护目标及评价标准.....	21
四、生态环境影响分析.....	34
五、主要生态环境保护措施.....	51
六、生态环境保护措施监督检查清单.....	60
七、结论.....	61
附图.....	62
附表.....	62
附件.....	62

一、建设项目基本情况

建设项目名称	蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）		
项目代码	2208-000000-04-01-956472		
建设单位联系人	依朗	联系方式	022-66501611
建设地点	中国渤海中部海域		
地理坐标	[REDACTED]		
建设项目行业类别	五十四、海洋工程 150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程	用地（用海）面积（m ² ） /长度（km）	16.4314 公顷 电缆长度：6.8km
建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	[REDACTED]	环保投资（万元）	[REDACTED]
环保投资占比（%）	[REDACTED]	施工工期	15 个月
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：_____		
专项评价设置情况	无		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	无		
其他符合性分析	为响应国家“双碳”目标，中海油设定“碳达峰、碳中和”阶段性目		

标及实施路径。实践集团公司“双碳”目标，将海上风电等绿色清洁电力引入现有的海上油田群电网是未来“零碳”油田建设的必做题。由此，启动蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）。

本项目位于渤海中部海域，在蓬莱油田群电网附近，拟布置4台单机容量为8.5MW的风电机组，装机规模为34MW，配套建设总长度约6.8km的35kV海底电缆（风机P1-1至P1-2间长约0.7km集电线路海底电缆；风机P1-4至P1-3间长约0.7km集电线路海底电缆；风机P1-3至P1-2间长约0.7km集电线路海底电缆；P1-2至PL19-3CEPB长约4.7km集输供电海底电缆），接入PL19-3CEPB平台，和蓬莱电网现有透平电站并网运行，为蓬莱油田群供电，同时对现有PL19-3CEPB平台改造校核。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），编制本环境影响报告表。

1、与产业政策的符合性

本项目属于国家《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）中“第一类 鼓励类”的“七、石油、天然气”中的“1、常规石油、天然气勘探与开采”，属于国家产业结构调整指导目录中鼓励类项目。因此，本项目符合国家产业政策。

2、与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据国务院发布的《全国海洋主体功能区规划》【国发（2015）42号】：内水和领海主体功能区划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域及禁止开发区域。其中，重点开发区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

本项目位于“内水和领海主体功能区-重点开发区域”，不位于限制开发区域和禁止开发区域内。

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，项目投产将实现海上油田绿电供应，降低了海上油气田开发过程中的二氧化碳排放。本项目施工期电缆铺设产生的悬浮沙超一（二）类水质的最大距离不会超过1.02km，运营期污染物均得到妥善处理处置，对海洋的影响是短期、可恢复的。本报告提出了溢油应急防范措施，避免发生重大环境事故，符合主

体功能区划的管理要求。

因此，本项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

3、与《山东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据山东省人民政府发布的《山东省海洋主体功能区规划》【鲁政发〔2017〕22号】：

工程位于《山东省海洋主体功能区规划》之外，相对位置关系见附图1。距离最近的区域为“长岛县海域”，最近距离约 [REDACTED]。

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，施工期和运营期的污染物均得到妥善的处理处置，不会影响到山东省海洋主体功能区，因此，工程建设与《山东省海洋主体功能区规划》相协调。

4、与《山东省海洋功能区划》（2011-2020年）的符合性分析

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》，项目位于山东省海洋功能区划范围之外，见附图1。距离山东省所管辖的海洋功能区最近的功能区为“A1-12 长岛北农渔业区”，最近距离为 [REDACTED]。

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，施工期和运营期的污染物得到妥善的处理处置，不会影响到山东省海洋功能区，因此，本项目建设与《山东省海洋功能区划》相协调。

5、与山东省“三区三线”的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号）。

山东省生态保护红线面积为21170.23平方公里，占国土面积10.55%，其中，陆域生态保护红线面积12033.76平方公里，占陆域面积的7.75%，海域生态保护红线面积9136.47平方公里，占管辖海域面积的20.10%。

本项目位于山东省“三区三线”划定成果范围之外，据山东省“三区三线”划定成果，项目用海不占用农业空间、生态空间及城镇空间，也不涉及生态红线及永久基本农田，项目用海与山东省“三区三线”划定成果相协调。

6、与《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的符合性分析

本项目位于山东省“三线一单”管控单元外。

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，属于海洋油气勘探

开发附属工程，施工期和运营期的污染物得到妥善的处理处置，不会影响到山东省“三线一单”管控范围，因此，本项目建设与《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》相协调。

7、与相关规划的符合性分析

(1) 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

《“十四五”海洋生态环境保护规划》由生态环境部、发展改革委、自然资源部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发，对“十四五”期间海洋生态环境保护工作作出了统筹谋划和具体部署。

《“十四五”海洋生态环境保护规划》提出“加强海上污染分类整治，实施船舶污染防治。进一步提升船舶污染物接收设施的运营和管理水平，推进与城市公共转运及处置设施的有效衔接，落实港口船舶污染物接收、转运、处置联合监管机制。深化海上船舶大气排放控制区管理。推进沿海港口和船舶岸电设施建设和使用。”

“强化海洋工程和海洋倾废环境监管。进一步加大“放管服”改革力度，合理划分海洋工程环评、海洋倾废等行政审批中央和地方事权，推动审批层级下沉、审批效能提升，积极服务保障沿海地区“六稳”、“六保”。依法建立实施海洋工程建设项目排污许可制度，强化海上油气勘探开发等海洋工程污染防治。科学管控废弃物海上倾倒，加快选划一批倾废区，建立倾废区运行情况定期评估机制，强化倾废活动的常态化监管。2025年底，基本建成国家涉海工程建设项目和海洋倾废监督管理系统。”

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，施工期和运营期污染物均得到有效的处理处置。施工船舶的生活污水经处理达标后排放；固体废物和船舶机舱含油污水运回陆上交由有资质单位进行处理；施工期电缆铺设产生悬浮物对周边海洋环境造成短暂影响；不存在向海洋违法倾倒废物的情况。

因此，本项目符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》的相关要求。

(2) 与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的符合性分析

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》（环海洋〔2022〕11号），“（十）船舶港口污染防治行动：进一步巩固船舶和港口污染治理成果，完善实施船舶水污染物转移处置联单制度，推进“船-港-城”全过程协同管理。”“（十二）海洋生态保护修复行动严格海洋伏季休渔监管执法，实施现代化海洋牧场建设，开展渔业资源增殖放流，清理取缔涉渔“三无”船舶。”“（十三）加强海洋环境风险防范和应急监管能力建设：建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力。以渤海为重点，

加强海洋石油勘探开发环境风险源排查整治和溢油风险监控。指导督促沿海省（市）有关部门和相关企业等加强海洋突发环境事件应急预案制修订，推进沿海地方应急船舶装备、物资保障、监测预警预报、监督执法等能力建设。”

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，施工期和运营期污染物均得到有效的处理处置。施工船舶的生活污水经处理达标后排放，固体废物和船舶机舱含油污水运回陆上交由有资质单位进行处理，施工期电缆铺设产生悬浮物对周边海洋环境造成短暂影响，针对施工期带来的生物资源损失，建设单位会采取相应生态补偿措施，以维持海洋生物资源可持续利用。

本项目为蓬莱油田群附属设施，蓬莱油田群已建立并形成一套环境保护管理机构和程序，并制订了溢油应急计划，符合《重点海域综合治理攻坚战行动方案》。

（3）与《“十四五”可再生能源发展规划》的符合性分析

2022年6月1日，国家发展改革委、国家能源局等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》。规划提出，“有序推进海上风电基地建设，海上风电开发建设重点：04海上风电与海洋油气田深度融合发展示范。统筹海上风电与油气田开发，形成海上风电与油气田区域电力系统互补供电模式，逐步实现海上风电与海洋油气产业融合发展。”

本项目实施后将接入蓬莱电网，和蓬莱电网现有透平电站并网运行，为蓬莱油田群供电，实现互补供电模式，符合《“十四五”可再生能源发展规划》。

（4）与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出要“坚持立足国内、补齐短板、多元保障、强化储备，完善产供储销体系，增强能源持续稳定供应和风险管控能力，实现煤炭供应安全兜底、油气核心需求依靠自保、电力供应稳定可靠。夯实国内产量基础，保持原油和天然气稳产增产，做好煤制油气战略基地规划布局和管控。扩大油气储备规模，健全政府储备和企业社会责任储备有机结合、互为补充的油气储备体系。加强煤炭储备能力建设。完善能源风险应急管控体系，加强重点城市和用户电力供应保障，强化重要能源设施、能源网络安全防护。多元拓展油气进口来源，维护战略通道和关键节点安全。培育以我为主的交易中心和定价机制，积极推进本币结算。加强战略性矿产资

源规划管控，提升储备安全保障能力，实施新一轮找矿突破战略行动。”

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，项目实施有助于加强海上油气勘探开发，提高油气储备能力，因此符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》对能源发展的需求。

(5) 与《海上风电开发建设管理办法》的符合性分析

国家能源局、国家海洋局于 2016 年印发的《海上风电开发建设管理办法》（以下简称为《办法》）中提出，“海上风电场应当按照生态文明建设要求，统筹考虑开发强度和资源环境承载能力，原则上应在离岸距离不少于 10 公里、滩涂宽度超过 10 公里时海域水深不得少于 10 米的海域布局。在各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、滨海湿地、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及划定的生态红线区内不得规划布局海上风电场。”

本项目风场选址位于离岸大于 [REDACTED] 处，风场处水深约为 27 米，符合深远布局的要求，符合“双十”原则。项目风机所在区域水深约 27m，不属于滨海湿地的范畴。项目风场选址不占用海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、生态红线，重要渔业水域、河口、海湾、不属于敏感和脆弱生态区域。鸟类主要活动区域为滨海湿地，本项目风场选址离岸 80km 以上，不是鸟类主要迁徙通道、栖息地。

综上所述，本项目符合《海上风电建设开发管理办法》的要求。

(6) 与《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》的符合性分析

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。为完整、准确、全面贯彻新发展理念，做好碳达峰、碳中和工作，中共中央 国务院现提出完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见，以下简称“意见”。

其指导思想为：以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持系统观念，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局，以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展为关键，加快形成节约资源和保护环境的产

业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，确保如期实现碳达峰、碳中和。

其主要目标是：到 2025 年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比 2020 年下降 13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源消费比重达到 20%左右；森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 180 亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。

到 2030 年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。单位国内生产总值能耗大幅下降；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上；非化石能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上；森林覆盖率达到 25%左右，森林蓄积量达到 190 亿立方米，二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降。

到 2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到 80%以上，碳中和目标顺利实现，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生新境界。

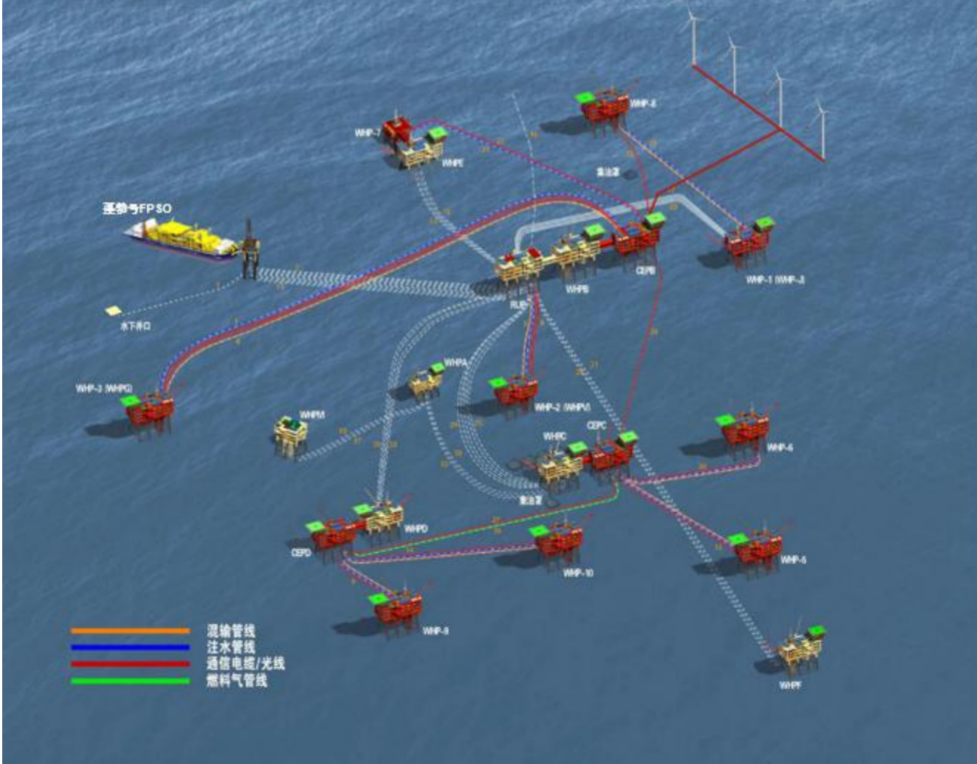
“意见”第五条提出：加快构建清洁低碳安全高效能源体系。其中明确提出：积极发展非化石能源。实施可再生能源替代行动，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，不断提高非化石能源消费比重。坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就地就近开发利用。因地制宜开发水能。积极安全有序发展核电。合理利用生物质能。加快推进抽水蓄能和新型储能规模化应用。统筹推进氢能“制储输用”全链条发展。构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。

本项目属于海上风电与海上油田融合开发新模式，项目建设完成后将接入蓬莱电网，将实现深远海海上风电的就地消纳，减少风电送出工程建设，大幅降低深远海风电开发的成本，实现海上油田绿电供应，降低海上油气田开发过程中的二氧化碳排放，符合“碳达峰”“碳中和”倡导的绿色能源、低碳发展、节约资源和保护环境理念。

综上所述，本项目符合《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》的要求。

二、建设内容

<p>地理位置</p>	<p>本项目位于渤海中部海域,位于蓬莱 19-3 油田范围内的渤中 11/05 合同区,油田开发区域为东经 [REDACTED], 北纬 [REDACTED], 西北距塘沽约 [REDACTED], 东南距蓬莱市约 [REDACTED], 油田范围内平均水深 [REDACTED]。地理位置详见下图。</p> <p style="text-align: center;">图 2-1 本项目地理位置图</p>
-------------	---

<p>项目组成及规模</p>	<p>一、PL19-3 油田整体开发现状</p> <p>PL19-3 油田所在的蓬莱油田群采用分期开发、分步实施的原则,蓬莱油田群现有海上设施主要包括 12 座井口平台(已建 WHPA 平台~WHPF 平台、WHPG 平台、WHPJ 平台、WHPK 平台、WHPL 平台、WHPM 平台、WHPV 平台)、1 座中心处理平台(CEPB 平台)、1 座立管公用设施平台(RUP 平台)和 1 艘 30 万吨级浮式生产储油装置(“蓬勃号”FPSO),以及相应的海底管道和海底电缆。各个平台和管线等设施的建设均履行了相关环境影响评价手续(各平台及设施详见附件 1),详见表 2-1。</p>										
											
<p style="text-align: center;">图 2-2 蓬莱油田群主要海上设施分布情况</p>											
<p style="text-align: center;">表 2-1 蓬莱油田群主要海上设施基本情况</p>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">油田</th> <th style="width: 25%;">平台</th> <th style="width: 25%;">所在环评</th> <th style="width: 25%;">批复时间</th> <th style="width: 25%;">投产时间</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PL19-3 油田一</td> <td>WHPA</td> <td>蓬莱 19-3 油田一期开发工程</td> <td>2000 年 7 月</td> <td>2002.12.31</td> </tr> </tbody> </table>		油田	平台	所在环评	批复时间	投产时间	PL19-3 油田一	WHPA	蓬莱 19-3 油田一期开发工程	2000 年 7 月	2002.12.31
油田	平台	所在环评	批复时间	投产时间							
PL19-3 油田一	WHPA	蓬莱 19-3 油田一期开发工程	2000 年 7 月	2002.12.31							

期		环境影响报告书		
PL19-3 油田二期	WHPC	蓬莱 19-3 油田二期开发工程环境影响报告书	2004 年 4 月	2007.07.12
	WHPB			2008.08.06
	WHPD			2009.06.05
	WHPF			2009.12.27
	WHPE			2010.04.1
PL19-3 油田	WHPM	《蓬莱 19-3 油田 3 区北调整井（蓬莱 19-3 油田明珠轮单点系泊改造项目）环境影响报告书》	2010 年 5 月	2011.04.01
PL19-3 油田 4 区	WHPK	PL19-3 油田 4 区调整/PL19-9 油田二期开发项目环境影响报告书	2018.10.12	2020.5.13
PL19-9 油田	WHPJ	蓬莱 19-9 油田综合调整项目环境影响报告书	2015 年 4 月	2016.12.10
PL25-6 油田	WHPF	蓬莱 25-6 油田开发工程环境影响报告书	2008 年 12 月	2009.12.27
	WHPL			2020.12.10
PL19-3 油田 1/3/8/9 区块	WHPV	PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书	2016 年 6 月	2018.08.27
	WHPG			2018.12.26
	CEPB			2018.12.26
公用设施平台	RUP 平台	蓬莱 19-3 油田二期开发工程环境影响报告书	2004 年 4 月	2008.08.06
主要依托设施	“蓬勃号” FPSO			2009.5.13

二、本项目建设内容及规模

本项目主要建设内容包括：

a：新建风机：本工程共布置 4 台单机容量为 8.5MW 的风电机组，叶轮直径 228m，轮毂高度 133m。

b：新建电缆：设置 1 回 35kV 集电线路，由 1 回 35kV 海底电缆接至 PL19-3CEPB 平台 35kV 配电装置；新建风机 P1-1 至 P1-2 间长约 0.7km 集电线路海底电缆；风机 P1-4 至 P1-3 间长约 0.7km 集电线路海底电缆；风机 P1-3 至 P1-2 间长约 0.7km 集电线路海底电缆；P1-2 至 PL19-3CEPB 长约 4.7km 集输供电海底电缆。

本项目建设内容见表 2-2a，工程特性表见表 2-2b。

表 2-2a 本项目建设内容

工程	坐标	工程内容
新建风机		本工程共布置 4 台单机容量为 8.5MW 的风电机组，叶轮直径 228m，轮毂高度 133m。
新建海缆	P1-1 至 P1-2 间长约 0.7km 集电线路海底电缆； P1-4 至 P1-3 间长约 0.7km 集电线路海底电缆； P1-3 至 P1-2 间长约 0.7km 集电线路海底电缆； P1-2 至 PL19-3CEPB 长约 4.7km 集输供电海底电缆	设置 1 回 35kV 集电线路，由 1 回 35kV 海底电缆接至 PL19-3CEPB 平台 35kV 配电装置

接入平台适应性改造	为满足风机接入油田群电网需求,需要在 PL19-3CEPB 平台东北角桩腿新增 1 条电缆护管,海缆登陆平台后通过新增的一个海缆接线箱后转接后接入油田群现有预留 35kV 高压开关
-----------	--

表 2-2b 本项目工程特性表

名称		单位 (型号)	数量	备注	
风电场场址	经度 (东经)		■		
	经度 (北纬)		■		
	平均海平面高程	m	■	相对于相对于海图基准面	
	水深范围	m	■		
	平均高潮位	m	■		
	平均低潮位	m	■		
	设计高水位	m	■	1 年一遇高水位 (相对于海图基准面)	
	设计低水位	m	■	1 年一遇低水位 (相对于海图基准面)	
	50 年一遇高水位	m	■	相对于相对于海图基准面	
	50 年一遇低水位	m	■		
	风电场离岸距离	km	■		
	多年平均气温	°C	11.9		
	历史最高气温	°C	33		
	历史最低气温	°C	-16		
	轮毂高度年平均风速	m/s	8.32		
	空气密度	kg/m ³	1.222		
	轮毂高度年平均风功率密度	W/m ²	726		
	轮毂高度 50 年一遇最大风速	m/s	41.7		
盛行风向		SSW 和 NE 方向			
主要设备	风电机组	推荐机型	WTG8500A		
		台数	台	4	
		额定功率	kW	8500	
		叶片数	片	3	
		叶轮直径	m	228	
		切入风速	m/s	3	
		额定风速	m/s	12	
		切出风速	m/s	25	
		设计极大风速	m/s	70	
		轮毂高度	m	133	
		发电机额定功率	kW	8500	

		发电机功率 因数		0.95	
		额定电压	V	1140	
土建	风电机组 基础	台数	台	4	
		型式		单桩基础	
		地基特征		设计等级为甲级， 结构安全等级为 一级，结构重要性 系数取 1.1	
施工	主要工程 量	风电机组钢 管桩	t	6752	
		风电机组导 管架或过渡	t	400	套笼
		场内集电线 路海底电缆	km	2.1	
		高压送出海 底电缆	km	4.7	
	施工期限	总工期	月	15	
		第一批机组 发电	月	15	

三、主要结构、尺度

1、分散式发电机组

(1) 风机机型

本项目新建 4 座风机所在场址位于渤海区域，所选风电机组具备较强的抗潮湿、防盐雾腐蚀、抗海冰等性能；多年极端最高最低气温分别是 36.7℃和-13.0℃，选择常温型风电机组可满足环境温度要求。本阶段推荐采用单机容量 8.5MW 风电机组。

表 2-3 风机参数特征表

机型	单位	WTG8500A
额定功率	kW	8500
叶轮直径	m	228
扫风面积	m ² /kW	40828
设计寿命	年	25
功率调节方式	/	变速变桨
轮毂高度	m	133
IEC 等级	/	IEC S
切入风速	m/s	3
额定风速	m/s	12
切出风速（10min）	m/s	25
最大风速（10min）	m/s	50

(2) 风机结构

风电机组主流机型结构型式情况，本风电项目采用具有代表性的水平轴、上

风向式、三叶片风电机组。

①桩基

综合考虑基础结构、施工难易程度、工程经济性等因素，结合风电场地形地质、海洋水文条件等方面因素，本工程拟定采用无灌浆链接段单桩基础结构型式为：单桩基础与风机塔筒连接处外径 8.0m，水中部分通过锥形段过渡到 8.5m，泥面以下为单根直径 8.5m 钢管桩。钢管桩平均桩长约为 101m，平均入土深度约为 58.5m，桩顶高程为 12.5m，钢管桩平均壁厚度 70mm，基础总重量约 1700t。为防止桩周冲刷，沿单桩轴线一定圆周范围内采用抛石进行保护。



图 2-3 单桩风机基础模型

表 2-4 单桩基础主要工程量表

序号	项目	单位	单台工程量	备注
1	钢管桩	t	1700	EH36
2	附属构件	t	120	
3	抛石	m ³	1500	1080um
4	重防腐涂层	m ²	1600	800um
5		m ²	1200	1080um/800um
6	平台及附属构件涂层	m ²	800	/
7	外加电流设备	套	1	/
合计	钢材	t	1820	/

②机组各部件

表 2-5 机组各部件尺寸及重量表

部件	尺寸 (m)	重量 (t)	备注
叶片	113 (长)	43	内含发电、传动设备等
轮毂	5.59×4.97×4.85	95	不含叶片
发电机	/	30	/
机舱	8.9×4.65×4.84	260	/
塔架	116Φ7.5*Φ5, 3	626	/

③防腐设计

新建设施外表面所处的海洋环境划分为3个腐蚀区域，即大气区、飞溅区和全浸区。

考虑到本工程基础结构的重要性，根据邻近海域港口及近海工程的防腐蚀设计经验，参考《海上风电场钢结构防腐蚀技术规范》（NB/T 31006）、《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》（JTS153-3），塔筒防腐采用2mm腐蚀裕量+内外表面涂覆重防腐涂层。叶片采用玻璃钢材质等耐蚀材料，外涂腻子+聚氨酯面漆。螺栓紧固件采用热渗锌涂层。飞溅区通常需要增加钢的壁厚，即预留一定的腐蚀裕量，并采用玻璃鳞片环氧等高性能防腐蚀涂料。全浸区的泥面以下腐蚀控制采用阴极保护防腐蚀措施，泥面以上腐蚀控制采用涂层联合阴极保护防腐蚀措施。塔筒内部泥面以上采用涂层设计，海水浸没区采用牺牲阳极阴极保护设计。

表 2-6 风机基础防腐蚀方案

区域	结构部位	防腐措施
大气区	塔筒	2mm腐蚀裕量+内外表面涂覆重防腐涂层
	叶片	玻璃钢材质+腻子+聚氨酯面漆
	螺栓紧固件	热渗锌涂层
飞溅区	钢结构	10mm腐蚀裕量+玻璃鳞片环氧涂层
全浸区	钢结构	涂层与牺牲阳极阴极联合保护 设置1套阴极保护监测系统
海泥区	钢结构	牺牲阳极（全浸区阳极提供保护）
钢管桩内部	钢结构	涂层与牺牲阳极阴极联合保护

(3) 风机布置

本项目为分散式风电，场区周边建设有多个海上油气平台，间距较为紧凑，本次布置风机时考虑在合作区范围内开展布机，与带直升机甲板油气平台保留保留3km安全距离，考虑障碍物尾流对风电机组的影响，同时考虑与已有管道、管线、海底电缆、船只锚地等安全避让距离。本次考虑风机与管道、管线、海底电缆保留500m，与船只锚地保留1km。基于以上原则开展风电机组布置4台风机排成一排，垂直于主导风向布置，4台机组全部接入PL19-3CEPB平台。

(4) 基础靠船及防撞设计

本工程风机基础防撞系统按照正常运行维护船舶停靠设计，对于偏离航道误闯入风电场区的大中型船只，则主要通过警戒标示、航标灯、AIS系统予以导助航，同时注意施工期间船舶的安全运行。根据以往设计经验，一般采用靠船钢管即可满足设计要求，但由于渔船停泊不规范等因素，国内已建风场停靠时出现防撞钢管变动较大的情况，因此本工程也考虑附着式防护系统，即直接利用风机设置防撞钢管并在外侧设置橡胶护舷的靠泊系统方式，进一步确保船舶的安全停

靠，降低船舶撞击力。

本次设计采用钢管防撞，暂不考虑防撞钢管的消能功能。本次计算船舶撞击力按照600kN计算，荷载分项系数按1.5取用，即船舶撞击力按照900kN计算。

2、电气

本项目共布置4台单机容量为8.5MW的风电机组，4台风机通过一回4.7km、35kV、500mm²海底电缆接入PL19-3CEPB平台。本工程风电机组单机容量8.5MW，风电机出口电压为1140V，根据风电场装机规模及接入系统电压等级，风电场输电系统初拟采取一级升压方式。每台风电机组配套设置一套升压设备，考虑到海上风电场设备运行环境较差、腐蚀及盐雾重，在塔筒内单独设置一层设备平台，升压设备布置在该专用平台上，升压后接入PL19-3CEPB平台35kV高压开关柜。风电机组-升压变拟采用“1机1变”单元接线方式。根据风电机组容量和布置情况，机组高压侧采用4台风电机为一个联合单元的接线方式。按风电机布置及线路走向划分，风电场本期初拟设置1回35kV集电线路，由1回35kV海底电缆接至PL19-3CEPB平台35kV配电装置。

每台风电机初拟配置一套升压变压设备。35kV海底电缆选用铜导体3芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光复合海底电缆。

接入风机配套提供1套风力发电机组计算机监控系统，监控系统包括风机机组监控系统、风力发电机组在线健康监测与振动分析系统、机组配套升压设备监控系统。

此本工程配置1套设备状态监测系统，跟踪监测风电场设备和基础状态，故障及时报警以预防重大事故发生。系统由现地监测单元、网络设备及监测主站组成。

表 2-7 电气主要设备清册

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	风力发电机组	8500kW 1140V 50Hz	台	4	
2	机组升压设备	高压柜 40.5kV 630A 25kA； 升压变压器 9350kVA， Dyn11， 36.75±2×2.5%/1.14kV；	套	4	风电机组厂家配套提供，高压侧为SF6绝缘断路器柜
3	海底光电复合海缆	XLPE-3×300 26/35kV+24芯 光缆	km	0.7	配电缆终端及安装附件
4	海底光电复合海缆	XLPE-3×150 26/35kV+24芯 光缆	km	1.4	配电缆终端及安装附件
5	海底光电复合海缆	XLPE-3×500 26/35kV+24芯 光缆	km	4.7	配电缆终端及安装附件
6	风机监控系统	含场区加密以及接续盒等附件	套	1	风机主机厂家配套提供；

3、新建电缆

本项目新建4段海底电缆路由，其中风机间集电线路海底电缆路由3段、集输供电海底电缆路由1段，路由总长约6.8km，路由图详见图2-4。

1) 风机间集电线路海底电缆路由

①P1-1至P1-2集电线路海底电缆路由，拟建1条35kV铜导体3芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，海缆截面为 $3 \times 150\text{mm}^2$ ，路由长约0.7km。

②P1-4至P1-3集电线路海底电缆路由，拟建1条35kV铜导体3芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，海缆截面为 $3 \times 150\text{mm}^2$ ，路由长约0.7km。

③P1-3至P1-2集电线路海底电缆路由，拟建1条35kV铜导体3芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，海缆截面为 $3 \times 300\text{mm}^2$ ，路由长约0.7km。

2) 集输供电海底电缆路由

P1-2至PL19-3CEPB集输供电海底电缆路由，拟建1条35kV铜导体3芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，海缆截面为 $3 \times 500\text{mm}^2$ ，路由长约4.7km。

表 2-8 风机间集电线路海底电缆路由关键点坐标统计表

序号	起点	止点
P1-1至P1-2		
P1-4至P1-3		
P1-3至P1-2		

表 2-9 P1-2 至 PL19-3CEPB 集输供电海底电缆路由关键点坐标统计表

序号	经度	纬度
起点P1-2		
拐点1		
拐点2		
拐点3		
止点PL19-3CEPB		

图2-4 电缆路由走向图

电缆基本参数见下表。

表 2-10 电缆基本参数

序号	名称	长度 (km)	规格	外径 (mm)	寿命
1	P1-1 至 P1-2 间、P1-4 至 P1-3 间海底光电复合海缆	0.7×2	XLPE-3×150 26/35kV+24 芯光缆	150	25
2	P1-3 至 P1-2 集电线路海底电缆路由	0.7	XLPE-3×300 26/35kV+24 芯光缆	300	25
3	P1-2 风机 --PL19-3CEPB	4.7	XLPE-3×500 26/35kV+24 芯光缆	500	25

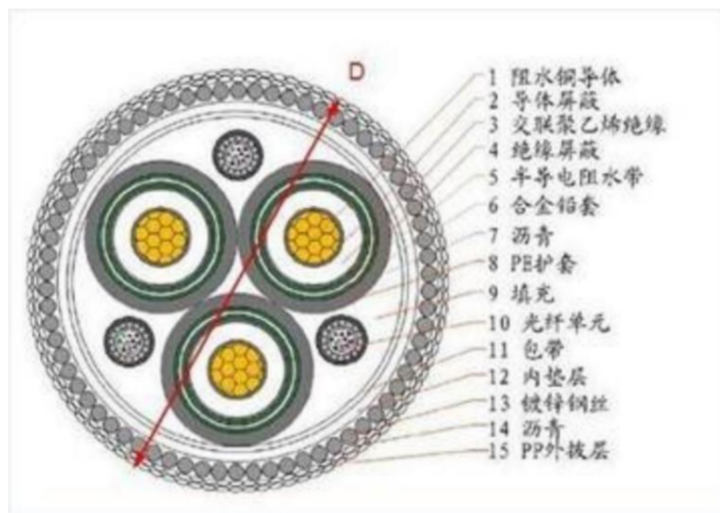


图 2-5 拟建电缆剖面图

4、平台适应性改造

蓬莱19-3CEPB平台做适应性改造工程主要为：新增1条海缆护管；新增1个35kV海缆接线箱、1个光纤接线箱；平台PMS系统和35kV开关柜适应性改造。

5、依托工程及电力校核

(1) 依托平台概况

本项目通过 PL19-3CEPB 平台为蓬莱油田群提供电力，PL19-3CEPB 中心处理平台于 2018 年投产，设计寿命 25 年，属于蓬莱 19-3 油田 1/3/8/9 区综合调整项目。

(2) 电力能力分析

2023 年蓬莱电网区域最大负荷为 122MW，海上风电作为不稳定电源，具有波动性、随机性和间歇性的特点，无法单独给海上油气田负荷进行供电，需要与

	<p>平台自发电等稳定电源进行组网后共同为平台负荷进行供电。正常情况下风电向电网提供部分电力，不足的电力由平台的发电机进行补充。平台的发电机组根据风机出力的波动情况实时进行补偿。但是由于平台发电机组的调节能力和调节速度是有一定限制的，如果风机在电网电源中的占比过高，风电短时间内波动的数值超过了电网内自发电机组的调节能力，就会造成电网电源输出功率小于或者大于负荷需求，使电网失去稳定。本项目依据 DLT 1234-2013《电力系统安全稳定计算规范》和 GB 38755-2019《电力系统安全稳定导则》等电力行业和国家标准，根据油田电网负荷，在电网运行 6 台备用 2 台发电机组 4 种不同开机工况下的情况进行了仿真，通过仿真分析得出在风电机组送出海缆发出故障导致风力电源瞬时全部脱网的事故工况下，如果电网仍然能够保持稳定运行，要求电网接入风力发电的总量不超过 36MW。根据风资源选型，本项目推荐 8.5MW 机型，因此最大能够接入 4 台风力发电机组，即 34MW。风电接入容量占发电机出力比例 29.27%。</p>
<p>总平面及现场布置</p>	<p>本项目平面布置图见下图。</p> <p style="text-align: center;">图 2-6 本项目平面布置图</p>
<p>施工方案</p>	<p>一、施工方案</p> <p>1、单桩桩基施工</p> <p>本阶段单桩基础主要施工工序：钢管桩制作→钢管桩运输→钢管桩沉桩施工→基础保护施工→附属构件安装。</p> <p>（1）钢管桩制作</p> <p>钢管桩拟在工程场区附近的大型钢结构加工企业类企业中进行整体的加工制作，通过海运至工程施工现场。</p> <p>（2）钢管桩运输</p> <p>根据钢结构体运输尺寸与重量的要求与特点，本阶段选择甲板驳船作为运输工具进行钢构件的运输，船舶吨位在5000吨级，每次运输1根单桩基础，驳船的配套拖轮考虑为2000HP及以上动力。</p> <p>（3）钢管桩沉桩施工</p>

钢管桩海上沉桩系统包括打桩船、运桩船、抛锚艇、拖轮与交通艇等船舶组合，其中以打桩船为主要施工设备。打桩船主要由以下几个部分组成：船体系统（包括船体、锚位系统、动力系统）、吊装系统、锤击沉桩系统（包括打桩锤、替打）、海上沉桩GPS测量定位系统。

推荐采用常规浮式起重船舶进行单桩基础的沉桩施工；

吊桩系统是整个吊打沉桩方式的重要组成部分，起重机械应满足管桩植桩吊重、吊高的要求，推荐3000吨级及以上起重船。

具体沉桩过程中，管桩可在自身重量的作用下插入海床一定深度，桩顶的液压打桩锤放置后，锤重亦可让单桩基础下沉一定的量。在正式打桩前，应采用小功率轻打，并在打桩过程中，随时监测桩身的垂直度，再逐步加大功率至额定功率打桩。

根据已施工的风机单桩基础相关施工经验，推荐选择S-2400型液压打桩锤作为首选锤型，MENCK-3000S型液压打桩锤作为备选锤型。

（4）防冲刷施工

单桩沉桩结束后及时进行基础冲刷防护施工，单桩基础周围拟采用抛石防冲刷保护方式。风机基础施工完成后，对桩基周围铺设砼联锁块软体排，并抛石，抛石范围为桩周外1倍桩径范围以内，砼联锁块软体排铺设范围为桩周32m×32m的范围以内，抛填好后再安装附属结构。本项目拟采用3000t石料进行抛石。

（5）附属构件安装

本工程单桩基础的附属结构包括：靠船防撞构件、爬梯、内平台、外平台、阴极保护系统等，均采用场内预制加工好，现场起重船吊装安放。单桩基础内平台支撑牛腿焊接于桩体内壁，与桩体成一体进行沉桩施工，内平台主体在陆上制作完成后，运至海上进行安装。

2、风机安装

结合国内外风机设备海上安装经验及施工作业船舶，考虑工程场区的海洋水文、工程地质条件，推荐采用自升式平台进行分体安装的风机设备组装与吊装方案。

（1）风机部件组装

在陆上或者自升式平台上完成塔筒、机舱、轮毂、叶片等主要部件的预组装，将上述4类主要部件组合成2个或3个大的组合体。对于塔筒，可先安装好内部电气设备，再将各段塔筒组合成整根塔筒，也可分段运输安装。对于其余部件，一种方式为将轮毂、三个叶片形成风轮组合体，最终形成风轮组合体、塔筒、机舱三大部分；另一种方式为将机舱、轮毂先整拼成组合体，剩余三个叶片、塔筒。本工程拟采用机舱轮毂组合体、塔筒、单叶片模式。

(2) 风机海上运输

风机预拼装后的各组合体可通过自升式船舶或者平板驳船运输至工程现场。

(3) 自升平台船就位

自升平台船航行至风机基础附近，选择合适的地点就位、桩腿预压、入泥下沉、顶升、平稳等工序。

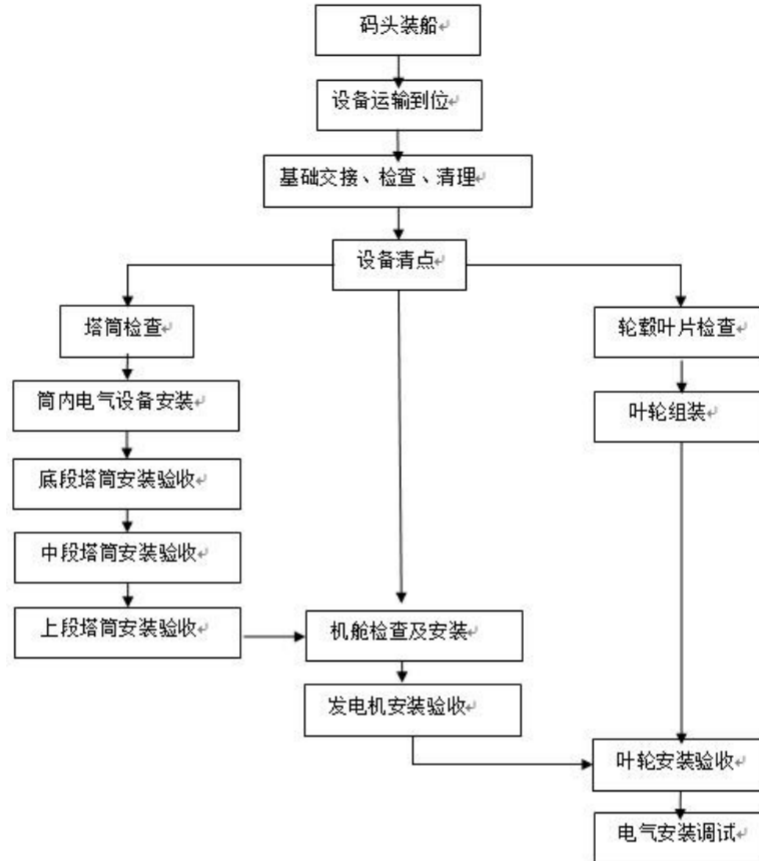


图 2-7 风机分体吊装方案施工工艺流程图

(4) 风机吊装顺序：下端塔筒→第二节塔筒→第三节塔筒→上端塔筒→机舱轮毂组合体→叶片。本过程以发电机机舱组合体吊装为关键步骤，根据此吊装要求，选择满足相应额定吊重和吊高的自升式起重平台。根据此吊装要求分析，选择额定起吊重量为800t级及以上，吊高130m以上，桩腿90m以上的自升式起重平台。

3、电缆敷设

本工程电缆主要连接风机与风机之间、风机与海上油气平台之间。

(1) 海底电缆起始端铺设

铺缆船绞锚就位至距离起始平台（或风机）30m左右。施工船上履带式张紧器将电缆从海缆托盘内牵引出，将电缆送至入水槽，电缆终端采取保护措施后扎上网套，和拖拉钢缆一端连接，拖拉钢缆另一端与J型套管内预穿的牵引钢索连接，

通过设于立管支撑上的转向滑轮，绞于船上卷扬机；

(2) 海底电缆风机之间海域、风机与油气平台之间海域正常铺设

根据锚重与投入地表层深度的关系，电缆敷设采用挖沟敷设方式，挖沟顶宽大约2m、底宽大约0.5m、沟深约2m，敷缆速度控制在2000m/d，拟采用专业海底电缆敷设船进行敷埋施工，铺缆船队由铺设施工船、锚艇、工作交通艇组成。

(3) 海底电缆结束端上平台/风机铺设

当海底复合缆被铺设到终点平台（或风机）附近后，将电缆挖沟犁吊放到甲板上，铺缆船调整前行方向，用船上吊机抽放海底电缆，当到达设定的电缆截止点后，用电砂轮将海底电缆截断，并将海底电缆头做好绝缘和水密，绑扎好海底电缆拖网，再用吊机将电缆头吊放到电缆护管底部。通过电缆护管上部的导向滑轮将拖拉缆绳引回铺缆船上，通过船上锚机，并在潜水员水下指挥下，慢慢拖拉海底电缆穿过电缆护管登上终点平台（或风机）。

(4) 海底电缆管道跨越施工

新建电缆与已建管道跨越点处理方式：在原有管道上方放置水泥垫块（至少30cm高），在其上方铺设新建海底电缆，新建电缆上方再铺设水泥压块进行防护。跨越点处理拟使用200吨级浮吊船。

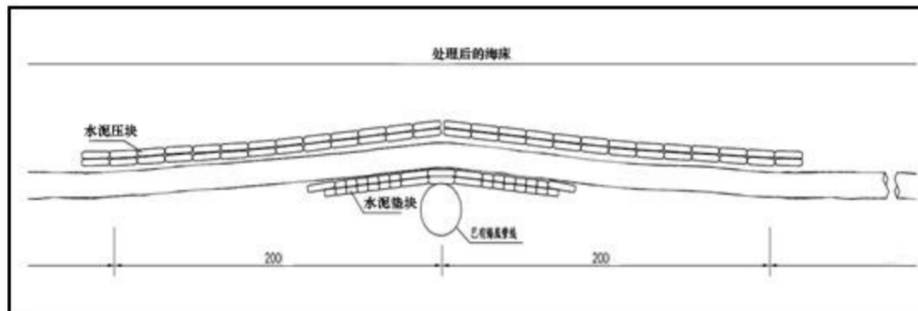


图 2-8 新建电缆与原有海底电缆管道的交叉点剖面图

二、工期安排

本项目具体人员工期安排详见下表，计划起始时间根据实际审批时间调整。

表2-11 施工安排

	施工时间	天数	人数	船数
单桩基础施工	2023.9~2023.10	44	100	14
风机安装施工	2023.9~2023.11	48	100	11
电缆铺设	2023.10~2023.11	32	50	5
平台改造	2023.8	60	30	/

其他 无

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状	<p>1、海洋生态环境调查</p> <p>本项目位于在《山东省海洋功能区划》和山东省“三区三线”范围外。</p> <p>(1) 调查资料来源</p> <p>为了解项目周边的生态环境现状，本次引用已有历史资料的主要调查结论。海水水质、沉积物、海洋生物生态调查现状资料来自《蓬莱油田海洋环境监测-春季环境质量现状调查与评价报告》（██████████，2020年8月），调查时间为2020年5月1日~5月2日（春季），水质调查站位46个，沉积物调查站位27个，海洋生态调查站位27个，生物质量调查站位5个。渔业资源现状调查与评价主要根据██████████对PL19-3油田5/10区周围海域的现场调查资料及有关科学研究成果，调查时间为2020年10月，调查站位14个。海洋生态环境调查站位、渔业资源调查站位分布见图3-1~图3-2。</p> <p style="text-align: center;">图 3-1 环境质量现状调查站位图</p> <p style="text-align: center;">图 3-2 渔业资源调查站位图</p> <p>(2) 海水水质评价结果</p> <p>按照一类海水水质标准要求，评价结果为：调查海域海水中铅、总汞、磷酸盐、石油类出现超一类海水水质标准现象，其他评价因子均符合第一类海水水质标准。</p> <p>①表层海水水质评价结果</p> <p>46个监测站位表层海水pH、DO、COD、无机氮、铜、锌、镉、总铬、总汞、砷、挥发酚、硫化物等12个项目均满足一类海水水质标准。2个站位的磷酸盐超四类海水水质标准；1个站位的石油类超过一类海水水质标准，符合三类海水水质标准；1个站位的铅超过一类海水水质标准，符合二类海水水质标准。</p> <p>②中层海水水质评价结果</p> <p>46个监测站位中层海水pH、DO、COD、磷酸盐、无机氮、铜、铅、锌、镉、总铬、总汞、砷、挥发酚、硫化物等14个项目均满足一类海水水质标准。</p> <p>③底层海水水质评价结果</p>
--------	--

46个监测站位底层海水pH、DO、COD、无机氮、铜、锌、镉、总铬、砷、挥发酚、硫化物等11个项目均满足一类海水水质标准。3个站位的磷酸盐超过四类海水水质标准；1个站位的铅超一类海水水质标准，符合二类海水水质标准；1个站位的总汞超一类海水水质标准，符合二类海水水质标准。

表 3-1 春季调查海域海水超标要素统计

评价因子	层次	站位总数	评价结果范围（按一类水质标准评价）	符合一类水质站位数（个）	符合二类水质站位数（个）	符合三类水质站位数（个）	符合四类水质站位数（个）
石油类	表层	■	■■■■■	■	■	■	■
铅	表层	■	■■■■■	■	■	■	■
	底层	■	■■■■■	■	■	■	■
总汞	底层	■	■■■■■	■	■	■	■
磷酸盐	表层	■	■■■■■	■	■	■	■
	底层	■	■■■■■	■	■	■	■

④超标原因

调查海域铅、总汞少量测站超标可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、附近海域陆源入海排污口（河）向调查海域附近海域的重金属直排以及大气湿沉降等共同作用的结果。调查海域的少量测站磷酸盐和石油类超标的情况，与历年海洋环境公报描述大致相符，估计与附近海域陆源污染物大量排海有关，还可能与过往船舶的偶然排放污染有关。调查海域溶解氧、重金属（铅、总汞）、石油类和磷酸盐超标的情况，与渤海自身半封闭性有关。

(3) 沉积物评价结果

调查海区表层海洋沉积物各调查站位按照海洋沉积物质量一类标准进行评价，评价结果显示，2020年春季调查的有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、总铬、汞、镉、砷均符合沉积物一类标准，不存在超标现象。评价结果表明工程海域的沉积物质量总体良好。

(4) 生物质量评价结果

2020年春季调查海域所采集生物样品中，软体动物（非双壳类）、鱼类和甲壳类体内铜、铅、镉、总铬、锌、砷、总汞和石油烃的含量均未超标，说明调查海域生物质量状况整体较好。

(5) 海洋生态评价结果

1) 叶绿素a

2020年5月, 调查海域的表层叶绿素a变化范围为 [] $\mu\text{g/L}$, 平均值为 [] $\mu\text{g/L}$ 。10m层叶绿素a变化范围为 [] $\mu\text{g/L}$, 平均值为 [] $\mu\text{g/L}$ 。底层叶绿素a变化范围为 [] $\mu\text{g/L}$, 平均值为 [] $\mu\text{g/L}$ 。

2) 初级生产力

2020年5月, 调查海域的初级生产力变化范围为 [] $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 [] $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。调查海域初级生产力水平受其真光层叶绿素a水平和海域透明度的影响, 平面分布整体表现为西高东低的变化趋势。

3) 浮游植物

2020年5月, 调查海域共鉴定浮游植物 [] 种(类), 总密度变化范围为 [] 个/ m^3 , 平均值为 [] 个/ m^3 。优势种类为具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata*), 该种的密度占浮游植物总密度的63.00%。

各站位浮游植物样品的多样性指数(H)在 [] 之间波动, 平均值为 []; 均匀度(J)在 [] 之间波动, 平均值为 []; 丰度(d)在 [] 之间波动, 平均值为 []; 优势度(D2)在 [] 之间波动, 平均值为 []。

4) 浮游动物

2020年5月, 调查海域浅水I型网所获浮游动物共有 [] 种(类), 生物量(湿重)变化范围在 [] mg/m^3 之间, 平均生物量为 [] mg/m^3 。

浮游动物的多样性指数在 [] 之间波动, 平均值为 []。均匀度在 [] 之间波动, 平均值为 []。丰度在 [] 之间波动, 平均值为 []。优势度在 [] 之间波动, 平均值 []。

5) 底栖生物

2020年5月, 调查海域共鉴定底栖生物 [] 种(类), 总生物量变化范围为 [] g/m^2 , 平均值为 [] g/m^2 。调查海域的底栖生物总生物密度变化范围为 [] 个/ m^2 , 平均值为 [] 个/ m^2 。

调查海域底栖生物的平均多样性指数为 [], 均匀度及丰度均较高, 优势度较低, 表明该海域底栖生物群落结构较好, 底质环境质量状况优良。

(6) 渔业资源评价结果

1) 鱼卵、仔稚鱼

秋季调查垂直拖网仅3号站采集到鱼卵和仔稚鱼, 鱼卵和仔稚鱼密度分别为 [] 粒/ m^3 和 [] 尾/ m^3 , 因此, 鱼卵和仔稚鱼平均密度分别为 [] 粒/ m^3 和 [] 尾/ m^3 。

2) 鱼类

秋季调查期间共捕获鱼类 [] 种。平均渔获量 [] kg/h , 其中幼鱼尾数为 [] 尾/h, 成体鱼类平均生物量为 [] kg/h 。经换算秋季鱼类平均资源量为 []

■ kg/km²，其中，鱼类成体平均资源量为 ■ kg/km²，幼鱼平均资源密度为 ■ 尾/km²。

3) 头足类

秋季调查海域共获得头足类 ■ 种。平均渔获量为 ■ kg/h，其中，幼体尾数平均为 ■ 尾/h，成体平均生物量 ■ kg/h。经换算秋季头足类平均资源量为 ■ kg/km²，其中，头足类成体平均资源量为 ■ kg/km²，幼体平均资源密度为 ■ 尾/km²。

4) 甲壳类

秋季调查渔获甲壳类 ■ 种。虾类平均生物量为 ■ kg/h，其中，虾类成体平均生物量为 ■ kg/h，虾类幼体平均生物密度为 ■ 尾/h；蟹类平均生物量为 ■ kg/h，其中，蟹类成体生物量为 ■ kg/h，蟹类幼体平均密度为 ■ 尾/h。经换算，秋季虾类平均资源量为 ■ kg/km²，虾类成体平均资源量为 ■ kg/km²，虾类幼体平均资源密度为 ■ 尾/km²；蟹类平均资源量为 ■ kg/km²，蟹类成体平均资源量为 ■ kg/km²，蟹类幼体平均资源密度为 ■ 尾/km²。

2、鸟类及栖息地概况

本部分内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》（■，2022年10月）：

(1) 调查时间

本次调查为秋季调查，2022年10月。

(2) 调查方法

① 实地调查

在项目区域16km*16km范围内，设置1条16km的样线和3个半径2km的样点。

图 3-3 调查范围地理位置、样点、样线示意图

表3-2 鸟类现状调查海上样线法记录表格

点号	北纬	东经
样点 1	■	■
样点 2	■	■
样点 3	■	■
样线	■	■

②访问法和收集历史资料法

由于项目位于渤海中部莱州湾北端，距陆地较远，海洋生境单一，不同鸟类的居留型及迁徙季节存在一定差异，实地调查并不能完全反映该地区的真实鸟类状况，所以需要收集历史资料进行数据完善，主要对2006年以来调查评价范围及周边春季、秋季迁徙期和越冬期候鸟调查进行收集和整理。主要参考了《山东省鸟类志》和临近的山东长岛国家级自然保护区相关的研究论文以及中国鸟类记录中心数据。

(3) 调查结果

在项目所在海洋生境中，鸟类主要为游禽，以红嘴鸥、黑尾鸥、西伯利亚银鸥为主。红嘴鸥、黑尾鸥、西伯利亚银鸥以及部分雁鸭类则大多见于秋冬季节，根据观测，大多在距离滩涂2km以内的海洋生境中活动，但也会随船只等抵达项目所在区域。但由于项目所在区域距离岸边较远，来此觅食的个体数量相对较少。

这几种鸟类的翼展均在1米左右或以上，根据Langston（2010）的研究，银鸥的撞击风险为中等，而红嘴鸥的撞击风险则很低。普通鸬鹚和部分雁鸭类的撞击风险应介于银鸥和红嘴鸥之间。但根据欧洲地区的研究结果，以及我们对陆地风电场区的观察，鸥类大多会在飞行高度以及位置上主动规避风机叶片所能影响的区域。总体而言，上述这些鸟类多为游禽，撞击风险非常低，影响较小。

本次调查的海洋生境中，记录到较多的黑尾鸥，若干迁徙中的黑雁。2022年10月30日-31日，共观测到2个种类（黑尾鸥、黑雁），黑尾鸥40只左右，状态是在项目区域附近觅食；黑雁5只，状态是迁徙飞翔。

黑尾鸥是海洋生境中的优势鸟类，该种鸟类在我国境内分布广泛，数量较多，不属于国家一级和二级保护鸟类。黑雁是典型的迁徙型鸟类，其中分布在中国的黑雁主要迁徙于西伯利亚北极冻原带繁殖地和中国黄海、东海和渤海湾以及朝鲜和日本沿海的越冬地之间，迁来中国的时间多在9月末至12月初，不属于国家一级和二级保护鸟类

3、声环境、电磁环境调查

声环境及电磁环境现状调查与评价引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）声环境、电磁环境调查分析报告》（XXXXXXXXXX，2022年12月）。

(1) 评价范围、标准和评价量

1) 评价范围

根据国家海洋局《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014）要求，

声环境现状调查与评价包括水下和水上声环境现状调查与评价；所有规模海上风电项目均需进行水下声环境的现状调查与评价。海洋生态环境影响评价范围主要依据评价区域及周边区域生态完整性确定，以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定。本项目装机容量<100MW，所需要的水下声环境评价等级为3级，以海上风电项目工程外缘线为起点向外扩展一般应不小于8km。

2) 水上声环境评价标准和评价量

①评价标准

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中评价等级判定标准，本项目主体工程位于海上无声环境敏感目标，按照三级进行评价，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准{昼间：65（dB（A）），夜间：55（dB（A））}。

②评价量

根据GB3096，声环境质量评价量为昼间等效A声级（L_d）、夜间等效A声级（L_n），夜间突发噪声的评价量为最大A声级（L_{Amax}）。

3) 水下声环境评价等级、标准和评价量

评价等级根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014）要求，水下声环境影响评价工作不划定具体评价等级，所以不给定标准。

水下声环境背景监测主要测量的参数包括：水下噪声频带声压级 L_{pf} 和 水下噪声声压谱（密度）级 L_{ps} 。

4) 电磁环境等级、标准和评价量

蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）变压器升至35kV，通过一条35kV海底电缆，将电力输送至PL19-3CEPB，接入蓬莱电网，和蓬莱电网现有透平电站并网运行，为蓬莱油田群供电。

①评价标准

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），输变电工程公众曝露控制限值为电场强度4000V/m、磁感应强度100μT。

②评价量

a. 电场强度E

b. 磁感应强度B。

(2) 工程海域声环境现状调查

1) 水上噪声现场调查

①调查站点

项目组于 2022 年 12 月 8~9 日对蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）工程海域的声环境质量进行了现场调查，在工程海域共设置 9 个水上噪声调查站点，调查站点布设示意图详见下图。

图 3-3 项目海域声环境调查站点布设示意图

②调查期间海况

声环境调查期间，天气晴，风速 1.5m/s~2.0m/s，海况 2-3 级，温度：-2.5℃~1.2℃。

③调查内容

检测要素为：昼间等效 A 声级（ L_d ）、夜间等效 A 声级（ L_n ）。每个站点连续测量时间均为 10min 以上。

④调查结果

工程海域水上声环境调查结果见附表 4-1。

⑤调查结果评价

根据本次调查结果，蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）环境噪声昼间等效声级为（48.5~51.8）dB(A)，夜间等效声级为（47.2~49.2）dB(A)，小于《声环境质量标准》（GB 3096-3008）的3类声环境功能区的限值要求。

2) 水下噪声环境现场调查

监测方法按《声学 水下噪声测量》（GB/T 5265-2009）相关规定进行。测声换能器系统采用船载方式进行测量，在噪声测量期间不能启动主机和辅机，禁止船上进行能产生撞击声传入水中的人为活动，并避开测量点附近可能存在的各种干扰噪声源（如船舶航行等）。每次测量记录时间均为 2min 以上，同时记录测量时间、监测点位深度、测点深度、气候条件（风向、风速）等，并拍照留存。

①调查站点

项目组于 2022 年 12 月 8 日，在海上风机工程区设置 3 个调查断面进行水下噪声检测，每个断面分别在距拟建风机位置 300 米、500 米、1000 米位置，共调查 9 个站点。项目海域深度约 25.5 米，根据各站点不同的海域深度，设置 3 个水层深度：1m、12m（0.5 倍水深）、20m（0.8 倍水深）。

图 3-4 项目海域水下噪声调查站点布设示意图

②调查内容

调查要素为频带声压级 L_{pf} 、声压谱级 L_{ps} 。

③调查结果

调查结果见附表 4-2~附表 4-3。

④水下噪声环境调查结论

本项目工程海域水下环境背景噪声声谱级随着频率的增高而下降，总体上，在 100Hz 以上的频率的噪声谱级在 105dB 以下；500Hz 以上频率的噪声谱级均在 100dB 以下；1kHz 以上频率的噪声谱级在 90dB 以下；而在 5kHz 以上频率，噪声谱级在 70dB 以下。

(3) 工程海域电磁环境现状调查

1) 调查站点

根据原国家海洋局关于《海上风电项目海洋环境影响评价技术规范》的通知（2014.4）要求，在工程海域共设置 9 个电磁检测站点，调查站点布设示意图详见图 3-5。

图 3-5 项目海域声环境调查站点布设示意图

2) 调查时间及环境

2022 年 12 月 8 日项目组对本项目工程海域开展了电磁环境现场调查。电磁环境调查期间，天气晴，无雨、无雾、无雪，相对湿度 72.4%~76.7%，满足 HJ 681 各标准内的气象要求。

3) 调查结果

工程海域电磁环境调查结果见下表。

表 3-3 电磁辐射检测结果

站点编号	站点位置	检测结果	
		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1#			
2#			
3#			
4#			
5#			
6#			
7#			
8#			
9#			

4) 调查结论

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中的“第 4.1 款 公众曝露控制限值：为控制电场、磁场、电磁场所致公众曝露，环境中电场、磁场、电磁

场场量参数的方均根值应满足表 3 要求。”

表 3-4 公众暴露控制限值（摘选）

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁感应强度 (μT)
0.025kHz~1.2kHz	200/f	5/f

我国现行输变电工程运行频率为0.05kHz，则输变电工程公众暴露控制限值为电场强度4000V/m、磁感应强度100μT。

根据本次检测结果，蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）工频电场强度为（0.240~0.779）V/m，工频磁感应强度为（0.0137~0.0187）μT，小于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的控制限值要求，即工频电场强度控制限值4000V/m、工频磁感应强度控制限值100μT，本次电磁辐射现状检测结果达标。

1、相关工程环保手续执行情况

本项目新建风机经过 35kV 海底电缆接入 PL19-3CEPB 平台，通过 PL19-3CEPB 平台接入蓬莱油田群电网，故本报告主要介绍与本工程直接相关的 PL19-3CEPB 平台的环保手续及相关环保措施落实情况。

表 3-5 与本工程相关的环评批复情况

环评报告	环评批复	批复中与本项目相关工程内容	竣工验收
PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书	国海环字 [2016]301 号	PL19-3CEPB	尚未验收

2、相关环保措施落实情况

表 3-6 与本次相关工程批复中相关环保措施落实情况

报告名称	批复要求	落实情况
《P L19-3 油田 1/3/8 /9 区块综合调整项目环境影响报告	<p>a: 污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准，含油钻井液和钻屑运回陆地交由有资质的单位处置；非含油钻井液和钻屑符合国家标准方可间歇排海；船舶机舱含油污水、生活垃圾和生产垃圾运回陆地处理；含油生产水经处理达标后全部回注地层；生活污水经处理达标后方可排海。</p> <p>b: 严格按照设计深度下入套管，严格执行钻井作业规程；配备安全有效的井控设备和充足的压井材料；在关键部位安装温度和压力报警器，并设置相应的应急关断系统；加强随钻监测，及时控制可能遇到的溢流和井</p>	<p>a: 按照批复要求，含油钻井液和钻屑运回陆地处理；非含油钻井液和钻屑符合国家标准间歇排海；船舶机舱含油污水、生活垃圾和生产垃圾均运回陆地处理；含油生产水经处理达标后全部回注地层；生活污水经处理达标后排海。</p> <p>b: 油田作业过程中严格按照设计深度下入套管，严格执行钻井作业规程；油田配备了安全有效的井控设备和充足的压井材料；在关键部位安装了温度和压力报警器，并设置了相应的应急关断系统；钻井期间随钻监测。</p>

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题

<p>告 书》</p>	<p>涌。</p> <p>c: 加强注水作业管理, 防止地质性溢油事故发生。预先识别海底地质断层和压力异常地层, 制定有针对性井控预案。严格按照设计注入压力和注入量进行分层系注水作业。在注水过程中加强实时监测, 发现异常情况, 立即停止注水并采取有效措施, 杜绝超注超压。</p> <p>d: 切实落实生态保护措施, 合理安排施工作业时间。施工期应尽可能避开工程所在海域主要经济鱼类的产卵盛期(5-6月), 减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。</p> <p>e: 定期对海底管道进行检测与维护, 及时发现并消除事故隐患; 加强海底管道巡检工作, 并采取必要的管道防护措施, 避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害, 防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成的油气泄漏。</p> <p>f: 切实落实环境风险防范措施, 配备与油田规模相适应的溢油应急设备和物资, 制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局备案, 发生溢油事故时, 应当立即启动溢油应急计划, 采取有效措施减轻事故对海洋环境特别是对敏感目标、渔业资源等的影响, 并按照规定立即报告国家海洋局北海分局, 及时通报渔业、海事、军队等有关部门。</p> <p>g: 加强与军队等有关部门的沟通, 及时通报有关情况, 防止项目建设与运营对军事设施和军事活动产生影响。</p> <p>h: 加强工程施工期的环境监控管理, 落实报告书的监测计划, 并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局北海分局。严格执行“三同时”和竣工验收制度, 环境保护设施未经验收合格, 工程不得投入运行。</p>	<p>c: 油田作业者已预先识别海底地质断层和压力异常地层, 制定有针对性井控预案, 运营期严格按照设计注入压力和注入量进行分层系注水作业, 在注水过程中加强实时监测, 发现异常情况, 立即停止注水并采取有效措施, 杜绝超注超压。</p> <p>d: 海上施工作业避开了主要经济鱼类的产卵盛期(5-6月);</p> <p>e: 油田作业者定期对海底管道进行了检测与维护, 并加强海底管道巡检工作。</p> <p>f: 油田作业者制定了溢油应急计划并报主管部门备案, 运营期间严格执行。</p> <p>g: 油田作业者及时与军队等有关部门的沟通, 及时通报有关情况, 防止项目建设与运营对军事设施和军事活动产生影响。</p> <p>h: 环保设施与主体工程执行“三同时”制度。</p>
<p>(3) 环保设施运行情况</p> <p>根据 PL19-3CEPB 平台生产水和生活污水的环境监测报表中的监测数据可知:</p> <p>生产水处理设施处理效果良好, 出水石油类含量$\leq 30\text{mg/L}$, 符合《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》(SY/T5329-2012)中的石油类$\leq 30\text{mg/L}$的标准要求; 生活污水经处理后 COD 含量$\leq 300\text{mg/L}$, 符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中的一级标准, 环保设施运行情况良好, 生活污水和生产水处理装置运行正常。</p> <p>经核实, PL19-3CEPB 平台环保设施运行良好, 采取的环保措施有效, 未出现环境污染和生态破坏问题。</p>		

表 3-7 PL19-3CEPB 平台生产水处理结果			
时间	月平均浓度 (mg/L)	时间	月平均浓度 (mg/L)
2022.01	15.6	2022.07	13.5
2022.02	11	2022.08	10.8
2022.03	12.2	2022.09	12.7
2022.04	10.2	2022.10	11.9
2022.05	15.5	2022.11	13.5
2022.06	13.9	2022.12	12.1

表 3-8 PL19-3CEPB 平台生活污水排放监测结果	
时间	COD (mg/L)
2022.01	34
2022.02	30
2022.03	46
2022.04	20
2022.05	22
2022.06	26
2022.07	48
2022.08	39
2022.09	21

(4) 风险事故回顾

PL19-3CEPB 平台在生产过程中, 严格执行各项安全环保制度。自投产至今, 未发生过井喷溢油事故。海管运行至今, 未发生过破裂泄漏事故。本平台历史上没有发生过其它类型溢油事故, 没有发生过跑、冒、滴、漏等事故。

根据生活污水、含油生产水的检测结果显示均能做到达标排放或回注, 不存在环保问题。

本报告参考《海洋工程环境影响评价技术导则 (GB/T 19485-2014)》中海洋生态环境影响三级评价范围 (5km) 识别生态环境保护目标, 根据识别, 本项目附近的主要环境保护目标见下表和附图 3~附图 5。

表 3-9 工程周边环境敏感目标					
敏感区类型	敏感目标名称		相对本项目		主要保护对象
			方位	最近距离 (km)	
渔业“三场一通道”	索饵场	鳀索饵场			鳀
		中国对虾索饵场			中国对虾
	洄游通道	黄姑鱼洄游通道			黄姑鱼

评价标准	<p>1、环境质量标准</p> <p>本项目相关的平台和现状调查站位位于功能区和“三区三线”之外，执行如下标准。</p> <p style="text-align: center;">表 3-10 环境质量标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">类别</th> <th colspan="2">采用标准</th> <th rowspan="2">各评价因子从一类标准行进行评价，评价至符合的标准</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>海水水质</td> <td colspan="2">《海水水质标准》（GB3097-1997）</td> </tr> <tr> <td>海洋沉积物</td> <td colspan="2">《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">生物质量</td> <td>贝类（双壳）</td> <td>《海洋生物质量》（GB18421-2001）</td> </tr> <tr> <td>软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（重金属）</td> <td>《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》</td> </tr> <tr> <td>软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（石油烃）</td> <td>《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）</td> </tr> </tbody> </table>			类别	采用标准		各评价因子从一类标准行进行评价，评价至符合的标准	海水水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）		海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）		生物质量	贝类（双壳）	《海洋生物质量》（GB18421-2001）	软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（重金属）	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（石油烃）	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）
	类别	采用标准		各评价因子从一类标准行进行评价，评价至符合的标准																
海水水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）																			
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）																			
生物质量	贝类（双壳）	《海洋生物质量》（GB18421-2001）																		
	软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（重金属）	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》																		
	软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类（石油烃）	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）																		
<p>2、污染物排放标准</p> <p>本项目施工期和运营期产生的污染物有：施工作业和机组维护船舶产生的生活污水、机舱含油污水、船舶垃圾，生产垃圾。</p> <p>本项目在海上建设和生产过程中所产生的相关污染物的处理与排放将执行表 3-11 中所列标准。</p> <p style="text-align: center;">表 3-11 污染物排放标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">污染物</th> <th style="width: 35%;">采用标准</th> <th style="width: 10%;">等级</th> <th style="width: 40%;">标准值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">船舶机舱含油污水</td> <td>《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号）</td> <td rowspan="2"></td> <td>运回陆地处理</td> </tr> <tr> <td>《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）</td> <td>收集并排入接收设施</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">船舶垃圾</td> <td rowspan="2">《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）</td> <td rowspan="2">/</td> <td>禁止投入水域</td> </tr> <tr> <td>在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里</td> </tr> </tbody> </table>			污染物	采用标准	等级	标准值	船舶机舱含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号）		运回陆地处理	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）	收集并排入接收设施	船舶垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）	/	禁止投入水域	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里			
污染物	采用标准	等级	标准值																	
船舶机舱含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号）		运回陆地处理																	
	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）		收集并排入接收设施																	
船舶垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）	/	禁止投入水域																	
			在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里																	

				(含)的海域, 粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放; 在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
	船舶生活污水			与最近陆地间距离 > 12 海里的海域 船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
	船舶大气污染物	《船舶大气污染物排放控制区实施方案》	/	1、船舶发动机污染物排放满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB 15097-2016)中船机排气污染物排放限值要求; 2019 年 1 月 1 日起应使用硫含量不大于 0.5% _{m/m} 的船用燃油; 2、2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶, 所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的, 应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求
	生产垃圾	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)	一级	禁止排放或弃置入海
其他	本项目运营期污染物主要是机组维护产生的船舶垃圾与生产垃圾, 其中船舶生活垃圾、生产垃圾、船舶机舱含油污水均得到妥善有效处理, 不排海, 仅有少量船舶生活污水处理达标后排海, 不需要申请总量控制指标。			

四、生态环境影响分析

施 工 期 生 态 环 境 影 响 分 析	<p>1、施工期产污环节及污染源分析</p> <p>本项目海上施工作业内容有风机海上安装、海底电缆铺设以及PL19-3CEPB平台的改造等。施工阶段产生的污染物主要为电缆及抛石施工产生的悬浮物、船舶机舱含油污水、作业人员产生的少量生活污水、生活垃圾、生产垃圾。</p> <p>(1) 船舶污染物</p> <p>①机舱含油污水</p> <p>根据参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数和中国海油多年统计资料，大型施工船舶机舱含油污水产生量为(0.3~0.5) m³/ (船·日)，一般工作船舶机舱含油污水产生量为(3~5) m³/ (船·月)；本项目大型施工船舶机舱含油污水产生量按0.5m³/ (船·日)，一般工作船舶机舱含油污水产生量按5m³/ (船·月)，据此计算本项目建设阶段机舱含油污水产生量约117m³。根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》和《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的相关要求，施工船舶机舱含油污水经收集铅封后运回陆上交由有资质单位接收处理。</p> <p style="text-align: center;">表 4-1 机舱含油污水核算结果表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">序号</th> <th style="width: 20%;">施工内容</th> <th style="width: 15%;">施工天数 (天)</th> <th style="width: 15%;">施工船舶 (条)</th> <th style="width: 15%;">机舱含油 污水(m³)</th> <th style="width: 25%;">备注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">风机基础施 工</td> <td style="text-align: center;">44</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">234.7</td> <td style="text-align: center;">9 艘大型船 舶</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">风机分体施 工</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">152</td> <td style="text-align: center;">4 艘大型船 舶</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">海底电缆铺 设</td> <td style="text-align: center;">32</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">48</td> <td style="text-align: center;">2 艘大型船 舶</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">合计</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">434.7</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>②船舶生活污水</p> <p>根据中国海油统计资料，生活污水平均每人每天按0.35m³计算，估算本项目建设阶段产生的生活污水总计约为4410m³。</p> <p>③船舶生活垃圾</p> <p>建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海油统计资料多年统计资料，生活垃圾按1.5kg/ (人·日)计算，其中食品废弃物按1kg/ (人·日)；其它生活垃圾按0.5kg/ (人·日)。由此估算本项目建设阶段共产生生活垃圾约18.9t。</p>	序号	施工内容	施工天数 (天)	施工船舶 (条)	机舱含油 污水(m ³)	备注	1	风机基础施 工	44	14	234.7	9 艘大型船 舶	2	风机分体施 工	48	11	152	4 艘大型船 舶	3	海底电缆铺 设	32	5	48	2 艘大型船 舶	合计		/	/	434.7	
序号	施工内容	施工天数 (天)	施工船舶 (条)	机舱含油 污水(m ³)	备注																										
1	风机基础施 工	44	14	234.7	9 艘大型船 舶																										
2	风机分体施 工	48	11	152	4 艘大型船 舶																										
3	海底电缆铺 设	32	5	48	2 艘大型船 舶																										
合计		/	/	434.7																											

表 4-2 生活污水核算结果表

施工阶段		施工人数	施工天数	生活污水 (m ³)		生活垃圾 (t)	
				产生负荷	产生量	产生负荷	产生量
1	风机基础施工	100	44	0.35m ³ (人·天)	1540	1.5kg (人·天)	6.6
2	风机分体施工	100	48		1680		7.2
3	海底电缆铺设	50	32		560		2.4
4	平台适应性改造	30	60		630		2.7
合计		/	/	/	4410	/	18.9

④船舶生产垃圾

建设阶段产生的生产垃圾主要包括废旧零件、边角料、油棉纱和包装材料等。根据中国海油多年统计资料，大型施工船舶按 5t/年计算，小型船舶 0.5t/年计算。由此估算出本项目建设阶段生产垃圾产生量总计约为 9.9t。

(2) 悬浮物

①铺设管线悬浮物

海底电缆铺设，采用边挖边埋的埋设方式。顶宽大约 2m、底宽大约 0.5m、沟深约 2m，长度 6.8km，挖沟速率为 2000m/d。

挖沟深度 (m) = 2.0m;

挖沟截面积 = (上底 + 下底) / 2 × 挖沟深度;

搅动海底泥沙总量 = 挖沟截面积(m²) × 海缆长度 (m) × 起沙率 (15%);

悬浮物源强 = 每天搅动海底泥沙量 (m³) × 泥沙湿容重 (kg/m³) × 挖沟速率 (m/d) / 86400(s)。

起砂率按 15%、泥沙湿容重参考蓬莱海区泥沙湿容重按 1780kg/m³ 计算时，本项目海底电缆铺设作业卷起的海底沉积物的量为 2550m³，挖沟速率为 2000m/d，则计算本项目海底电缆施工产生悬浮沙源强为 15.45kg/s。

②打桩悬浮物

本工程风机桩基用液压打桩锤施打沉桩，单根直径 8.5m 钢管桩定位于海底，钢管桩入土深度约 58m，沉桩施工振动会导致海底泥沙再悬浮引起水体浑浊，污染局部海水水质，并可能影响局部沉积物环境。打桩悬浮物浓度不高，本次打桩产生的悬浮沙源强按着下列公式进行计算。

$$M = \pi \times (0.25 \times D^2 - (0.5 \times D - d)^2) \times h \times \rho \times n$$

其中，M：桩基施工时产生的泥沙量；

D：钢管桩直径，根据施工方案本工程钢管桩直径为 8.5m；

d：钢管桩厚度，根据施工方案取最大厚度为 0.09m；

h: 桩基深度取平均值约为 58.5m;

ρ : 覆盖层泥沙浓度, 根据有关资料, 取值为 1780kg/m³;

n: 泄漏量, 按照施工量的 5%估算。

根据施工设计和施工进度安排, 打桩时间按每天工作 8 小时计。根据上述计算公式, 钢管桩打桩施工产生的悬浮物源强为 0.43kg/s。

根据类似工程实际施工经验, 引起周围海域悬浮物浓度增加 (>10mg/L) 范围一般在半径在 100m 内。

③抛石

抛石施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可按下式计算:

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中: Q——抛石作业悬浮泥沙产生量, kg/h;

E——抛石作业效率, m³/h;

c——石料中泥土含量, % (体积), 本项目取 10%;

α ——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数, 以 20%计;

ρ ——泥土密度, 取 1780kg/m³。

本工程抛石单个作业面效率约为 33.3m³/h (800m³/d, 24 小时连续施工), 石料中泥土含量取 10%, 根据上式计算结果可知, 抛填作业悬浮泥沙源强约为:

$$Q = 33.3 \times 1780 \times 0.1 \times 0.2 / 3600 = 0.33 \text{kg/s}.$$

(3) 废气

废气主要来自于施工船只及机械排放的柴油机尾气, 主要污染物为 NO₂、SO₂、CO、非甲烷总烃等, 此类废气为间歇排放, 随着项目施工结束而结束。

本项目位于渤海, 属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交通运输部, 2018.11) 规定的船舶大气污染物排放控制区沿海控制区。施工船舶应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》以及《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法 (中国第一、二阶段)》(GB 15097-2016) 中的相关要求。

本项目由船舶在不同阶段分别进行施工, 对于广阔的海域影响较小。

(4) 噪声

施工现场的各类机械设备包括装载机、挖掘机、打桩机, 等海上施工噪声源。

水下打桩可分为冲击打桩和振动打桩两类, 冲击打桩使用水锤泵 (Hydraulicram) 对桩施加冲击力将桩沉入地下, 水下冲击打桩是海洋工程的典型主要强噪声来源。

2、施工期环境影响分析

本项目施工期主要污染物是悬浮物、船舶机舱含油污水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾。其中，生活垃圾和生产垃圾全部送至陆上由有资质单位处理；船舶生活污水处理达标后排放；船舶机舱含油污水根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》运回陆地由有资质单位处理、不排海。电缆铺设、抛石产生的悬浮物对海水水质、海底沉积物和生物生态有一定影响。

(1) 对海水水质环境的影响分析

本项目电缆铺设产生的悬浮物对海水水质环境的影响分析类比《PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书》（国海环字[2016]301 号）中 PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道铺设产生悬浮物的预测结果。

本项目与类比对象距离相近，都处在同一海域，气象、水深、水动力环境、沉积物环境等相似，悬浮物排放速率小于类比对象，因此，认为类比可行。类比条件分析见下表。

本项目抛石产生悬浮物的源强较小，且施工范围较小、工期较短，因此，抛石产生悬浮物对海洋水质环境的影响甚微，仅在风机桩基附近，本项目未进行计算。

表 4-3 类比条件分析表

对象	类比对象	本项目
水文动力	潮流性质：不正规半日潮流 潮落潮流的方向为 SE-NW	潮流性质：不正规半日潮流 潮落潮流的方向为 SE-NW
水深		
排放位置	PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道	P3-1 风机至 P3-2 风机 P3-2 风机至 P3-3 风机 P3-3 风机至 P3-4 风机 PL19-3CEPB 至 P3-2 风机
悬浮物源强	管道长度 1.6km，悬浮物源强 17.13kg/s	电缆总长 6.8km，悬浮物源强 15.45kg/s

《PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书》中 PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道铺设产生悬浮物的预测结果为：

表 4-4 原环评中 PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道铺设悬浮物预测结果

平台	超一(二)类 包络面积 (km ²)	超三类包络 面积(km ²)	超四类包 络面积 (km ²)	超一类最 大距离(km)	恢复时 间(h)
PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道	2.38	0.20	0.11	1.02	12.2

表 4-5 原环评中 PL19-3RUP 至 PL19-3WHPV 注水海底管道铺设悬浮物超标浓度区间面积(km²)

浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	>100
PL19-3RUP 至 PL19-3WHP V 注水海底 管道	0.90	0.91	0.38	0.20

根据类比，本项目电缆铺设产生悬浮物对水质环境的影响如下：

本项目电缆铺设产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的面积为 10.12km²，超三类海水水质标准的面积为 0.85km²，超四类海水水质标准的面积为 0.47km²。超一类海水水质范围距离排放点最远距离约 1.02km，排放结束最长 12.2h 后可恢复一类海水水质标准。

表 4-6 本项目电缆铺设产生悬浮物类比结果

超一(二)类包络面积(km ²)	超三类包络面积(km ²)	超四类包络面积(km ²)	超一类最大距离(km)	恢复时间(h)
10.12	0.85	0.47	1.02	12.2

表 4-7 本项目电缆铺设产生悬浮物不同超标浓度区间面积(km²)

10~20	20~50	50~100	>100
3.83	3.87	1.62	0.85

(2) 对水动力环境与地形地貌环境的影响分析

本项目新建 4 座风机，新建 4 条海底电缆，风机桩基尺寸较小，对流场影响范围较小，仅对桩基附近局部流场有影响，对大海域水动力环境基本无影响；电缆埋设于海面以下，对水动力环境基本无影响。

综上所述，本工程的建设对工程附近海域的水文动力环境影响较小。

(3) 对沉积物环境的影响分析

风机基础采用单根钢管桩，桩基部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变，但桩基占海面积较小，因此施工期风机基础对海洋沉积物环境的影响较小。

电缆铺设期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。

按照工程建设方案，本工程电缆施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中电缆开挖的影响面积是 0.014km²，覆盖的影响范围按两侧各 5m 计算，影响面积是 0.15km²。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变

化。

(4) 对生态环境的影响分析

①对浮游生物的影响

悬浮物对浮游植物的影响表现在：由于悬浮物的含量增高，增大了水体的消光系数降低光线射深度，可降低海水的透光率，一方面影响浮游植物的光合作用，在一定程度上影响水体的浮游植物的生长与繁殖；另一方面，由于悬浮物快速下沉，部分浮游植物被携带而随之下沉，使水体中浮游植物遭受一定的影响。

悬浮物对浮游动物的影响可表现在：一是海水悬浮物浓度的增加，可导致海水透明度和光照下降，将对浮游动物的繁殖和生长造成一定的影响，进而造成浮游动物的生物量降低；二是悬浮物含量增多对浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用，过量悬浮物使其食物过滤系统和消化器官受到阻塞。当水中悬浮物浓度突然增高时，浮游动物无法逃避高浓度悬浮物的影响。

②对底栖生物的影响

本项目新建 4 座风机，铺设 4 条总长度约 6.8km 的海底电缆。该施工阶段对底栖生物主要的影响是挖沟所破坏的海底对底栖生物的直接破坏及作业时所搅起的沉积物引起悬浮物超标。新建 4 座风机占海面积约为 226.9m²，铺设海底电缆悬浮物挖起和覆盖面积约为 0.15km²，在此面积范围内底栖生物可能受到一定程度的掩埋。

堆积在管沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于管沟。但挖沟所破坏的海底海床以及在管沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物的掩埋造成较大的破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响沿管线一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，管线路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

③对渔业资源的影响

施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡，对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响。

本项目电缆铺设产生的悬浮物对渔业资源会产生一定的影响，但影响范围较小，且随着施工期结束其影响也将逐渐恢复，对渔业资源的影响较小。

(5) 对渔业“三场一通道”的影响分析

本项目位于鳀索饵场、中国对虾索饵场、黄姑鱼洄游通道，距离其他敏感目标均较远。本项目施工期船舶污染物除船舶生活污水达标排放外，其他均运往陆上进行处理，且生活污水排放量较小，对“三场一通道”的影响较小。电

缆铺设产生悬浮物会对“三场一通道”产生一定的影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间约为 12.2h，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本工程的建设对渔业资源的“三场一通道”的影响较小，且是暂时可恢复的。

(6) 对鸟类的影响

本部分内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》（2022 年 10 月）：

项目建设期间的噪音、灯光以及产生的废物等对周边鸟类的觅食和繁殖影响存在着一定的影响，但由于本海上风力发电场距离海岸较远，距离保护区实验区边界 10km 以上，远离鸟类活动的主要区域，所以建设期间对周边鸟类觅食和繁殖的影响非常小。另一方面，建设期间将会暂时性对海洋底栖生物和鱼类造成影响，进而影响鸟类的食物链，影响鸟类的正常觅食。海上风电场建设期间，还有可能会对途经该区域的迁徙鸟类的迁徙活动造成影响。但鸟类有规避性，可以通过主动规避来选择其他路线，项目所在区域面积占渤海湾的比例极低，有充足的空间供鸟类规避。总体而言，施工期对鸟类各方面的影响非常小。

本项目海缆施工位于风电场的运行区域内，对鸟类的影响和风电场施工的影响一致。因此，海底电缆的铺设对鸟类的影响也非常有限，仅有可能会对部分鸟类的觅食有潜在影响，总体影响非常小。

(7) 噪声影响分析

本部分内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）声环境、电磁环境调查分析报告》（2022 年 12 月）：

风机基础打桩作业对渔业资源将产生一定的影响，主要体现于对游动鱼类的驱赶作用。但项目所在区不占用重要渔业种质资源的产卵场及洄游通道，风机打桩形成的噪声对渔业资源的影响在可接受范围之内。

在打桩作业中应采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，可达到减小水下噪声导致渔业资源的损失，避免造成大范围鱼类死亡。

3、施工期海洋生物资源损失估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

本项目电缆铺设产生悬浮物存续时间小于 15d，按一次性损害评估考虑，影响水深取平均水深 28m。经估算，本项目造成的海洋生物资源损失量如下：

表 4-8 本项目造成的海洋生物资源损失量

生物名称	损失量
底栖生物 (t)	2.31
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	0.625
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	0.333
幼鱼 (尾)	15726
头足幼体 (尾)	3881
虾类幼体 (尾)	5989
蟹类幼体 (尾)	849
鱼类成体 (kg)	282.22
头足类成体 (kg)	75.84
虾类成体 (kg)	135.30
蟹类成体 (kg)	33.67

4、施工期生物资源损失金额估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》：“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；占用渔业水域的生物资源的损害补偿，占用年限 20 年以上，按不低于 20 年补偿。”本项目电缆铺设造成的海洋生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。电缆占海对底栖生物的伤害经过一段时间可恢复，属一次性损害，按 3 倍进行补偿。本项目风机基础结构设计寿命为 25 年，对底栖生物的伤害按 20 年进行补偿。

(1) 鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，其经济价值按下式计算：

$$M=W \times P \times E$$

式中：M—鱼卵、仔稚鱼经济损失金额（元）；W—鱼卵、仔稚鱼损失量（个，尾）；P—鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算，单位为百分比（%）；E—成活鱼苗的商品价格。商品鱼苗按近三年主要鱼类苗种平均价格 1 元/尾计算。

(2) 幼体经济价值计算

幼体的经济价值折算成成体进行计算：

$$M=W_i \times P_i \times G_i \times E_i$$

式中：M_i——第 i 类幼体的经济损失额（元）；W_i——第 i 类幼体损失的资源量（尾）；P_i——第 i 类幼体折算为成体比例，按 100%；G_i——第 i 类幼体长成最小成熟规格的重量（kg/尾），蟹类按平均成体的最小成熟规格 0.1kg/尾计算，虾类按平均成体的最小成熟规格 0.005kg/尾~0.01kg/尾计算；E_i——第 i 类生物成体商品价格，虾类幼体折算为 0.01kg/尾，价格按 30 元/kg；蟹类幼体折算为 0.1kg/尾，价格按 50 元/kg；头足类幼体折算为 0.020kg/尾，价格按 20

元/kg 计算；幼鱼按 1 元/尾计算。

(3) 渔业生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：Mi—第 i 类渔业生物资源的经济损失额（元）；Wi—第 i 类渔业生物资源的损失量（kg）；Ei—生物资源的商品价格。生物资源（包括渔业资源、底栖生物）的价格按当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，按 12 元/kg。

(4) 本项目造成的海洋生物资源经济补偿金额

经计算可知，本项目造成生物资源损失金额约 [] 万元，该费用将纳入环保投资。

表 4-9 本项目造成的海洋生物资源经济补偿

生物名称		损失量	折算鱼苗损失量	单价	补偿年限 (年/倍)	补偿金额 (万元)
底栖生物 (t)	桩基占海	0.005	/	1.2 万元/t	3	[]
	电缆占海	2.31				[]
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)		0.625	1%	1 元/尾		[]
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		0.333	5%	1 元/尾		[]
幼鱼 (尾)		15726	/	1 元/尾		[]
头足幼体 (尾)		3881	/	20 元/kg		[]
虾类幼体 (尾)		5989	/	30 元/kg		[]
蟹类幼体 (尾)		849	/	50 元/kg		[]
鱼类成体 (kg)		282.22	/	1.2 万元/t		[]
头足类成体 (kg)		75.84	/	1.2 万元/t		[]
虾类成体 (kg)		135.30	/	1.2 万元/t		[]
蟹类成体 (kg)		33.67	/	1.2 万元/t		[]
生物资源资源损失补偿金额合计						[]

5、施工期环境风险影响分析

(1) 风险识别

本项目施工期大量施工船来往和定点作业，对通航环境造成一定影响，增加水上交通事故发生的概率；运营期，周围通航船舶存在与风机碰撞而发生交通事故的可能。一旦发生船舶碰撞事故，就存在船舶燃料油及油船油品泄露的可能，从而给海洋环境造成巨大的破坏和打击等。

(2) 风险事故发生可能性分析

根据交通部海事部门有关统计资料，1990~2010 年期间，共发生船舶溢油事故（溢油量≥50t），71 起，其中我国海域发生较大船舶溢油污染事故 36 起，发生频率为 1.71 次/a，所占比例 50.7%；发生重大船舶溢油事故 9 起，发生频率

为 0.43 次/a，所占比例为 12.7%；发生特别重大船舶溢油污染事故 4 起，发生频率为 0.19 次/a，所占比例为 5.6%。

船舶溢油事故按事故原因可分为操作性事故和海损性事故。操作性事故一般指在装/卸货油、加燃油、其他作业期间发生的事故，包括违章故意排放。海损性事故一般指由于碰撞、触礁/搁浅、船体损坏、火灾爆炸等引起的船舶事故。根据《我国沿海港口船舶溢油事故分析及对策研究》，对于溢油量在 1t 以下的船舶溢油事故，其原因主要是操作性事故。对于溢油量在 7t 以上的船舶溢油事故，原因则主要是海损性事故。从下图对船舶溢油事故原因分析可以看出，7 种事故原因所引起的船舶溢油事故次数和溢油总量的变化规律基本一致。即碰撞是船舶溢油事故的最主要原因，由碰撞引发的溢油事件共 42 起，其发生次数占总溢油次数的 59.15%，其导致的溢油总量也最高，占有所有溢油事故溢油总量的 44.35%；其次是触礁/搁浅而引起的船舶溢油事故，共发生溢油事件 14 起，占总船舶溢油事件次数的 19.72%，其溢油总量为 6564t，占有所有溢油事故溢油总量的 29.79%。由操作性原因和船体倾覆所导致的船舶事故次数最低，都为 2 起，占总船舶溢油事故的 2.82%。因此，碰撞、触礁/搁浅是我国溢油量在 50t 以上船舶溢油事故发生的主要原因。

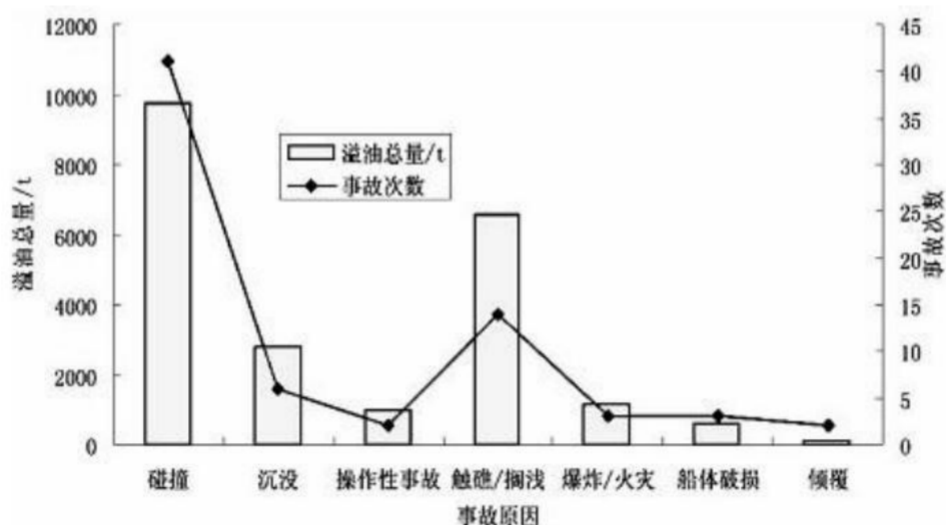


图 4-1 我国船舶溢油事故原因分析

(3) 代表事故及源项分析

本项目的风险事故类型为施工期船舶碰撞事故。

施工期船舶一旦发生碰撞泄漏源强参照《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)“第 7.2.1 水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的 1 个货油边舱或燃料油边舱的容积确定，”结合本工程船舶载重及实际施工经验情况，本工程施工期使用船舶最大单仓储油量约为

126m³。故一旦发生事故，事故的源项船舶燃料油泄漏，泄漏源强为 126m³。

(4) 溢油风险事故影响分析

溢油进入海洋水体后，在自身重力及海洋水体物理化学的作用下，同时发生扩展、漂移、扩散、蒸发、乳化、溶解等风化过程。本项目采用的溢油模型基于“油粒子”模型模拟溢油在水体中的扩展、漂移和风化过程，“油粒子”模型就是把溢油离散为大量粒子，每个粒子代表着一定体积的溢油，粒子的随机走动模拟了油膜的漂移过程，风化作用可以通过粒子的质量损失和热量交换来表示。

本项目溢油预测模拟采用中国海油自主研发的“中国近海海上溢油预测预警及应急决策支持系统”，目前版本号升级为 Expert (V5.3)，已经在近百个项目和实际溢油事故中进行了良好应用。本系统嵌套自然资源部第一海洋研究所的水动力快速预报模型，数值计算区域范围覆盖中国近海（经度 105°~130°N，纬度 16°~41°E），其计算过程中采用矩形网格计算，水动力和溢油模型计算过程中网格分辨率均设置为 1/24° × 1/24°。

1) 源强及溢油位置

假定本项目新建风电机组附近船舶发生碰撞，溢油量为 126m³，油膜漂移预测时间为溢油后的 72h。

2) 风场

根据周边敏感目标分布情况，选择海域主导风向和不利风向进行溢油模拟预测，风场数据见表 4-10。

表 4-10 工程海域风场

方向	N	NE	S	SW	NW	SE	W
平均风速(m/s)	6.0	10.2	8.5	5.8	6.0	5.7	9.8
最大风速(m/s)	16.0	18.0	26.0	23.0	16.0	26.0	21.0

3) 溢油预测结果

①油膜漂移轨迹

从图 4-2~图 4-3 可以看出：溢油事故发生后，油膜在风和潮流往复涨落的共同作用下呈现出蛇形运动，当风向与潮流方向一致时，油膜中心运动速度较大，可以看到油膜中心点间距较大，而当风向与潮流方向相反时，油膜运动方向甚至会与潮流方向相反，在图中可以看到油膜中心点分布比较密集甚至发生重叠。不同的风向直接导致溢油漂移方向不同，甚至决定了溢油是否抵岸。

图 4-2 极风 72h 溢油轨迹图（涨潮，落潮）

图 4-3 均风 72h 溢油轨迹图（涨潮，落潮）

②油膜抵岸时间及漂移平均速率

附表 4 分别给出了不同风向平均风速和极值风速作用下，溢油发生 72h 内油膜漂移距离、漂移的平均速度等。

③溢油对环境敏感目标的影响

对于本工程溢油事故而言，除了对海水水质、沉积物、海洋生态环境产生一定影响外，对周边环境敏感区也会产生不良影响，根据识别周边的环境敏感目标主要为自然保护区、生态红线区等，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会对敏感区并造成严重污染，根据预测结果，油膜抵达各个敏感区的时间和残余油量情况详见下表。

表 4-11 风机处溢油油膜漂移预测结果

敏感目标名称		不利条件	溢油点与敏感区之间的相对距离	最短到达时间 (h)	残余油量 (%)
鳀索饵场、中国对虾索饵场、黄姑鱼洄游通道		所有	溢油点位于其中	0	/
生态红线区	大连斑海豹国家级自然保护区	极风落潮 SW	■	40.5	38.7
	长岛自然保护区限制区	极风落潮 W	■	24	43.9
	蓬莱牙鲆黄盖鲽渔业海域限制区	极风涨潮 NW	■	40.5	37.6
	龙口渔业海域限制区	极风涨潮 N	■	20	54.7
	招远渔业海域限制区	极风落潮 N	■	31	40.6
	莱州—招远砂质岸线海域	极风涨潮 N	■	43.5	38.4
	东营黄河口生态限制区	极风涨潮 NE	■	45	39.3
	东营黄河口生态禁止区	极风涨潮 NE	■	51	38.2
	黄河南三角洲限制区	极风落潮 NE	■	63	36.3
	滦河口至老米沟海域沙源保护海域	极风涨潮 SE	■	49	36.1
	新开口至滦河口海域沙源保护海域	极风落潮 SE	■	50.5	36.1
自然保护区	大连斑海豹国家级自然保护区	极风落潮 SW	■	40.5	38.7
	山东长岛国家级自然保护区	极风落潮 W	■	24	43.9
水产种质资源保护区	辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区	极风涨潮 N	■	32	40.5
	辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾核心区	极风涨潮 N	■	32.5	40.5

	<p>4) 环境风险综合分析结论</p> <p>对于本项目溢油事故而言, 环境敏感区主要为海洋保护区、自然保护区、产卵场和索饵场等。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施, 油膜将在风、潮流的作用下迁移扩散至附近环境敏感区域。因此, 建设单位应予以足够重视, 在施工和生产过程中, 务必加强管理, 杜绝溢油事故的发生。同时配备足够的溢油应急反应设施, 并保持高效、可用性, 使突发溢油事故得以有效控制、高效回收, 方可避免溢油对敏感目标海域的危害。</p> <p>针对可能发生的风险, 蓬勃作业公司已编制《蓬莱油田溢油应急计划》(2021年11月备案) 并上报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行备案。本项目新建4台风机、风机间及风机与油田平台间电缆, 运营期不存在溢油风险, 故施工期船舶碰撞事故可以依托油田溢油应急设备, 且设备可以满足溢油应急的需要。一旦发生溢油事故, 应严格按照备案的溢油应急计划开展各种准备和响应工作。</p>
运营期生态环境影响分析	<p>1、运营期产污环节及污染源分析</p> <p>(1) 噪声</p> <p>本项目运营期主要噪声源为发电机组运行产生的噪声, 根据有关研究, 发电机组声功率级在100~106dB之间, 海面噪声在38.7~65.8dB之间。基本上与海域其它点测量到的背景噪声相近。</p> <p>(2) 生活污水</p> <p>运营期每半年进行一次机组维护, 维护船舶每次维护产生的生活污水量约为5m³, 每年产生的生活污水约为10m³, 经船舶生活污水处理系统处理合格后达标排放。</p> <p>(3) 生活垃圾</p> <p>运营期每半年一次巡检维护, 维护船舶每次维护人员2-4人, 每次维护产生的生活垃圾约为50kg, 每年维护产生的生活垃圾约为100kg, 船舶生活垃圾收集后运至陆上处理。</p> <p>(4) 生产垃圾</p> <p>参考同类项目, 单台机组每年更换的润滑油类约174.5kg, 4台风机共计产生废弃润滑油类698kg, 检修期间产生废弃含油棉纱约1kg/a; 废手套约8kg/a。生产垃圾均运回陆地交由有资质单位处理。</p> <p>(5) 电磁</p> <p>本工程海底电缆均敷设于海底土层以下, 电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有一定的屏蔽作用, 且鱼类活动空间较大, 在海底区域</p>

活动的鱼类种类及数量相对较少。根据类比陆上电缆线路磁场分布可知，本工程海底电缆上方 1m（中心处）工频磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）公众暴露控制限值 100 μ T。

2、运营期环境影响分析

（1）对海洋环境的影响

本项目运营期生活垃圾与生产垃圾均运回陆地交由有资质单位处理，仅船舶生活污水处理达标后排海，对海洋环境影响较小。

（2）对鸟类的影响

本部分内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》（2022年10月）：

项目建成后，风电场对鸟类的影响将仅局限于风电场所在海域，对于远离该海域的鸟类并没有影响。而该海域内没有鸟类繁殖和栖息，因此，不会对鸟类的繁殖和栖息地造成太大影响。对鸟类的影响主要体现在两个方面：觅食和迁徙。

建成后，本项目对鸟类的影响将主要局限于海洋生境中，此刻的影响主要来自风力发电机组的运营。风机叶片运转和产生的噪声可能会对鸟类的正常觅食活动产生一定影响，不能完全排除鸟类与风机碰撞的可能性。根据调查和文献资料，在项目区域觅食的鸟类主要为各种鸥类、少量雁鸭类和鸬鹚等游禽。通常来说，翼展较大的鸟类撞击风险更高（Brown et al. 1992），恶劣天气下撞击风险更高（Larsen and Clausen 2002）。其中西伯利亚银鸥、黑尾鸥、红嘴鸥、黑嘴鸥、普通秋沙鸭、普通鸬鹚等受影响的可能性较大，且存在一定的撞击风险。这几种鸟类的翼展都超过或接近一米，会在海洋生境中觅食。根据观察，上述鸟类在觅食期间的飞行高度大多在距离海面 30m 以内，而风力发电机组的叶片旋转的高度多在 50-220m 之间，虽然不能排除鸟类有一定的概率会撞到风力发电机的叶片，但总体撞击风险较低。国外的相关研究也表明，这些类群的鸟类可以很好地适应海上风电场的影响。此外，根据对北部沿海地区陆地风电场的鸟类调查结果，同样生境下，有风机和无风机区域内觅食鸟类的种类组成及数量并无显著差异，其中包括了有潜在影响的各种鸥类和鸬鹚类。此外，由于该海域并不是鸟类的主要觅食区且鸟类本身能主动规避这些区域。因此，项目运营期对鸟类觅食的影响将会非常小。

在本项目场址及其周边邻近地区中，有多种鸟类（旅鸟、夏候鸟和冬候鸟）存在迁徙习性，可能会途经本风电场所在的区域。根据目前已有的卫星追踪研究，途经渤海湾的大型鸟类有白鹤、丹顶鹤、白枕鹤、白头鹤、东方白鹳、普通鸬鹚等。这些鸟类中的部分个体会选择直接穿越渤海湾或渤海，也有个体不

选择这一方式，而是沿海岸迁徙。由于目前尚缺乏精确的研究，不同种类中采用两种迁徙路径的个体所占的比例并不明确，且鸟类具体的迁徙路径受天气等外界因素的影响较大，即便同一个体，在不同季节、不同天气情况下，其选择的的路径也存在明显变化。根据李秀明（2016）对白鹤迁徙行为的研究，其追踪的6只白鹤中，不同个体的具体迁徙路径有较大差异，且同一个体在不同季节、不同年份中的迁徙路径也存在较大差异。这表明，白鹤的迁徙路径选择具有很大的可塑性，尽管可能有个体的迁徙路线可能会途经风电场所在区域，但渤海湾地区仍有很多区域可供迁徙个体进行选择，风电场的建设对其迁徙的潜在影响会非常小。

海上风电场对鹤类和鸕类跨海迁徙的影响，目前还缺乏研究可以参考，根据历史资料，鹤类、鸕类以及雁鸭类等大型鸟类在天气晴好状态下会通过改变飞行路线或改变飞行高度来规避风机。此外，渤海湾地区范围较广，风电场建成后，这些鸟类仍有足够的范围可穿越渤海湾，撞击风机的概率极低。

综上，虽然本项目所在区域所处的渤海湾地区位于东亚—澳大利亚候鸟迁徙路线上，但途经该区域的迁徙鸟类多集中于距离项目所在区域非常远的黄河入海口和山东长岛国家级自然保护区附近。已有研究表明，途经该地区的迁徙鸟类有多条路径跨越渤海湾和渤海，具体到项目所在区域，其所占用海域的面积占整个渤海湾地区的面积的比例较低，并非渤海湾地区迁徙鸟类的固定迁徙通道和必经区域。通过制定严格的施工及运营方案，可以进一步有效降低海上风电场对鸟类的潜在影响。因此，在严格落实相关保护措施的情况下，从对鸟类影响的角度来评估，本项目是可行的。

（3）水下噪声环境影响分析

本部分内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）声环境、电磁环境调查分析报告》（2022年12月）：

已有的海上风电在运营期的监测结果初步表明：风机运行中水下噪声的频谱级基本上都相似，总体由于风机噪声而引起的强度变化不大，基本上与海域其它点在没有风机运行的下测量到的背景噪声相近；风机在水中不同风速下产生的噪声强度变化不明显。与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为6m/s和13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速13m/s时在低频段（63Hz以下）风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在125Hz频点上风机在高风速（13m/s）比低风速（6m/s）下在水中辐射的水下噪声谱级高10dB/re1 μ Pa左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

国内海上风电场运营期水下噪声类比监测结果显示：总体由于风机噪声而引起的强度变化不大，基本上与海域其它点测量到的背景噪声相近。

因此，风电场营运所带来的轻微的噪声增加对鱼类等海洋生物影响不大，即鱼类等海洋生物对海上风电场营运噪声做出行为响应的可能性不大。

(4) 水下电磁影响分析

水下电磁对海洋生物影响分析内容内容引自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）声环境、电磁环境调查分析报告》（青岛海洋数据工程有限公司，2022年12月）。

该报告中电磁环境影响分析的评价范围为电缆两侧边缘各外延30m（水平）范围。

由于目前学术界对于海底电缆产生的电磁场对海洋生物产生的影响还未有科学的定论，电磁环境对海洋生物的影响目前还在研究中。水下电磁对海洋生物影响采用类比分析的方式开展，类比对象为与本项目类型相似、海上升压站电压（220kV）远高于本项目的华能山东半岛南4号海上风电项目所在区域工频电磁场监测资料进行类比分析。华能山东半岛南4号海上风电项目已于2022年7月11日通过了烟台市生态环境局的验收（烟环验[2022]2号）。

表 4-12 工频电场强度、工频磁感应强度检测结果

点位代号	检测位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
A1-1	海底输电电缆线路中心正上方海面处	0.354	0.0374
A1-2	海底输电电缆线路中心正上方海面西侧10米处	0.342	0.0351
A1-3	海底输电电缆线路中心正上方海面西侧20米处	0.351	0.0346
A1-4	海底输电电缆线路中心正上方海面西侧30米处	0.323	0.0311
A1-5	海底输电电缆线路中心正上方海面西侧40米处	0.314	0.0307
A1-6	海底输电电缆线路中心正上方海面西侧50米处	0.304	0.0316
检测值范围		0.304~0.354	0.0307~0.0374

从表 4-12 中可以看出，35kV 海底电缆正常运行的情况下，由于受屏蔽影响，检测结果接近背景值，检测各点工频电场强度在 0.304~0.354V/m 之间，远小于 4000V/m 的限值要求；工频磁感应强度在 0.0307~0.0374μT 之间，远小于 100μT 的限值要求。

经过分析评价，该报告给出的总结论为：本工程海底电缆均敷设于海底土层以下，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有一定的屏蔽作用，且鱼类活动空间较大，在海底区域活动的鱼类种类及数量相对较少。根

	<p>据类比陆上电缆线路磁场分布可知，本工程海底电缆上方 1m（中心处）工频磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014)公众暴露控制限值 100μT。根据相关调查及类比结果，海底电缆电磁辐射其周围海洋生物的影响极为有限。</p> <p>3、运营期环境风险分析</p> <p>本项目为蓬莱油田附属设施，运营期每半年进行一次机组维护，不新增油田的开发生产活动的环境风险。</p> <p>建设单位已针对蓬莱油田可能产生的溢油风险，制定了相应的风险防范措施和溢油应急计划，且已备案，详见附件 2。建设单位在运营期需要予以足够重视，在生产过程中，务必加强管理，杜绝风险事故的发生。一旦发生事故建议应充分利用现有的溢油应急设施，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。</p>
<p>选址 选线 环境 合理性 分析</p>	<p>1、本项目选址符合相关规划</p> <p>本项目选址建设符合《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》、《全国海洋主体功能区规划》的相关要求；位于《山东省海洋主体功能区规划》、《山东省海洋功能区划》（2011-2020 年）、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》范围之外，与之相协调。</p> <p>2、风电机组位置选址分析</p> <p>本项目为分散式风电，场区周边建设有多个海上油气平台，间距较为紧凑，本次布置风机时考虑在合作区范围内开展布机，与带直升机甲板油气平台保留 3km 安全距离，避让军事用海区域，考虑障碍物尾流对风电机组的影响同时考虑与已有管道、管线、海底电缆、船只锚地等安全避让距离。本次考虑风机与管道、管线、海底电缆保留 500m，与船只锚地保留 1km。基于以上原则，根据本风电项目风向玫瑰图确定的主导风向（SSW、NE），对各单机容量方案风机布置间距进行优化，合理选定各方案风机布置行距和列距，最终选定 8.5MW 机型，布置 4 台风电机组，布机位置考虑合作区范围选择在 CEPB 平台东北侧，4 台风机垂直于主导风向呈西北-东南向一排布置，4 台机组全部接入 CEPB 平台。</p> <p>3、海底电缆路由平面布置合理性分析</p> <p>本项目海底电缆路由线路平直且距离最短，线路最优，各段路由均无其他比选方案，海底电缆路由平面布置合理。</p>

五、主要生态环境保护措施

施工 期生 态环 境保 护措 施	<p>1、污染防治措施</p> <p>本项目施工阶段产生的污染物主要为电缆及抛石施工产生的悬浮物、船舶机舱含油污水、作业人员产生的少量生活污水、生活垃圾、生产垃圾。</p> <p>(1) 生活污水和生活垃圾</p> <p>本工程施工期，生活污水经船舶或平台上的生活污水处理装置处理达标后排海，生活垃圾运回陆地处理。</p> <p>(2) 船舶机舱含油污水</p> <p>施工船舶机舱含油污水按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求，铅封运回陆地交由有资质单位处理。</p> <p>(3) 生产垃圾</p> <p>施工期产生的生产垃圾经分类收集后，一般工业垃圾运回陆地处理，危险废物运回陆地委托有资质单位进行处理，并按照当地政府实施《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。</p> <p>(4) 船舶废气</p> <p>此外，本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）规定的船舶大气污染物排放控制区中的沿海控制区。建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：</p> <p>①2019年1月1日起应使用硫含量不大于0.5%m/m的船用燃油；</p> <p>②2015年3月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；</p> <p>③施工船舶还应严格执行其他现行国际公约和国内法律法规、标准规范关于大气污染物的排放控制要求。</p> <p>同时，建议交通海事部门加强船舶施工过程中的监督管理，确保大气污染物排放满足要求。</p> <p>2、生态环境保护措施</p> <p>(1) 污染物源头控制，尽量减少污染物排放量，各类污染物合理处置。同时，施工过程中，严格落实达标排放，合理安排施工计划，减少悬浮物扩散的影响范围，最大限度地减少对海洋生物的影响。</p> <p>(2) 本项目海洋生物资源补偿费用约[]万元，该费用将纳入环保投资，用于开展增殖放流等生态修复工作。</p> <p>(3) 鸟类的保护措施摘自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目</p>
---------------------------------	---

（一期）鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》（2022年12月）：

1) 设计阶段

鸟类通常以视觉判断飞行路线中的障碍物，为了降低迁飞时发生鸟撞的可能性，风力发电机机组叶片应涂装成橙红与白色相间颜色鲜艳的警示条带，对附近鸟类起到警示的作用，使鸟类在飞行中能及时分辨出安全路线，及时规避风机，防止鸟类撞上风机转动的叶片而死亡。

2) 建设阶段

①应加强对施工人员的生态环境保护宣传和教育工作。

②夜间施工慎选光源设备

在施工阶段，风电场区域的照明设备应选用白色闪光灯，并且尽可能少安装灯，灯的亮度和闪烁次数也要尽可能小和低。禁用钠蒸气灯，禁止长时间开启明亮的照明设备，需要照明的设备加装必要的遮光设施，增设警示性较强的红色光源，以减少施工光源对夜间迁徙鸟类的干扰。

（4）根据《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目（一期）声环境、电磁环境调查分析报告》中提出的相关生态保护措施包括：

①施工中的大直径单桩水下冲击式打桩将对周围海域的海洋生物的行为活动将带来一定影响。鉴于施工期的打桩噪声具有强度高、时间相对短的特点，海上施工期应对每日预计打桩数量（即最高数量）、打桩的持续时间做出预测，在时间上控制一次一桩，首桩打设采用较低功率的“软启动”方法。

②施工期的一般施工活动中，应注意施工机械和运输机械的维护和更新，尽量采用低噪声环保机械，避免噪声过大的运输船只在海上运输作业。

3、施工期环境风险防范措施

工程各项施工活动基本都需要依赖船舶，如一旦发生施工船舶碰撞、倾翻等突发性海上溢油事故，将可能对海域生态环境带来严重的影响。因此，对海上溢油事故应进行防范及应急处理，实行“预防为主、平灾结合、常备不懈”的方针，最大程度减轻事故的危害与损失。

（1）施工前需制定切实有效的安全管理措施和风险事故应急预案，并由建设单位负责组织对施工人员进行安全环保培训教育，同时加强设备的维护和管理，提高施工人员的安全防范意识，切实贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，预防溢油事故的发生。

（2）施工作业前按规定向所属海事局申请办理水上、水下施工作业手续，并获得施工许可。

（3）建设单位应根据工程施工水域和现场安全维护的需要，向海事管理机构申请设置施工水域警戒标志；当锚缆外伸较远时，应在锚缆入水处设置相应标志，夜间应

有警示灯标，在锚缆伸出方向用灯光照明，以警示过往船舶避开水下锚缆。

(4) 施工作业前，建设单位应向海事主管机关申请发布与工程施工有关的航海通（警）告，以便过往船舶识别施工水域，避开航行。

(5) 在电缆铺设的过程中，应设置阶段性施工警戒区，随时根据电缆铺设进度及时设置施工警戒区，警戒区范围建议为海底电缆两侧各 500m 以内水域，防止周围船舶误闯施工区域。施工船要正确显示号灯号型，加强与周围船舶的联系与沟通，避免周围船舶靠近电缆铺设区域。必要的时候联系海事主管部门，对电缆铺设给予相应的协助。

(6) 施工船舶和相关辅助船舶，应配备雷达、AIS 等助导航设备，并在核定的工程施工水域范围内进行施工作业和停泊，尽量减小对附近航行船舶安全航行的影响。

(7) 海域海况差会增加发生船舶碰撞的几率，因此海域风力增加海浪较大时，在达到施工船舶的抗风浪等级前，施工船应停止施工作业撤离施工现场就近避风。

4、施工期溢油应急措施

由于工程施工期作业船舶数量较多，可能发生与周围航行的渔船等船舶的碰撞风险，容易发生溢油风险，建议施工单位结合蓬莱油田群及渤海区域现有可依托的溢油应急能力做好相应的应急预案，确定应急预案的物资、能力、启动条件等相应内容，确保应急预案的有效性，将风险影响降低至最低限度。

(1) 溢油应急预案

1) 蓬莱油田应急组织机构

蓬莱油田溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、指导和支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急反应小组。其应急组织机构如下：

蓬莱油田溢油应急小组组长：由蓬勃号 FPSO 总监担任。

蓬莱油田溢油应急小组副组长：由 CEPB 总监担任。

成员：FPSO 和 CEPB 安全监督、FPSO 和 CEPB 维修监督、FPSO 和 CEPB 生产监督、FPSO 外输监督、FPSO 和 CEPB 其他成员。

蓬莱油田溢油应急组织机构图如下：

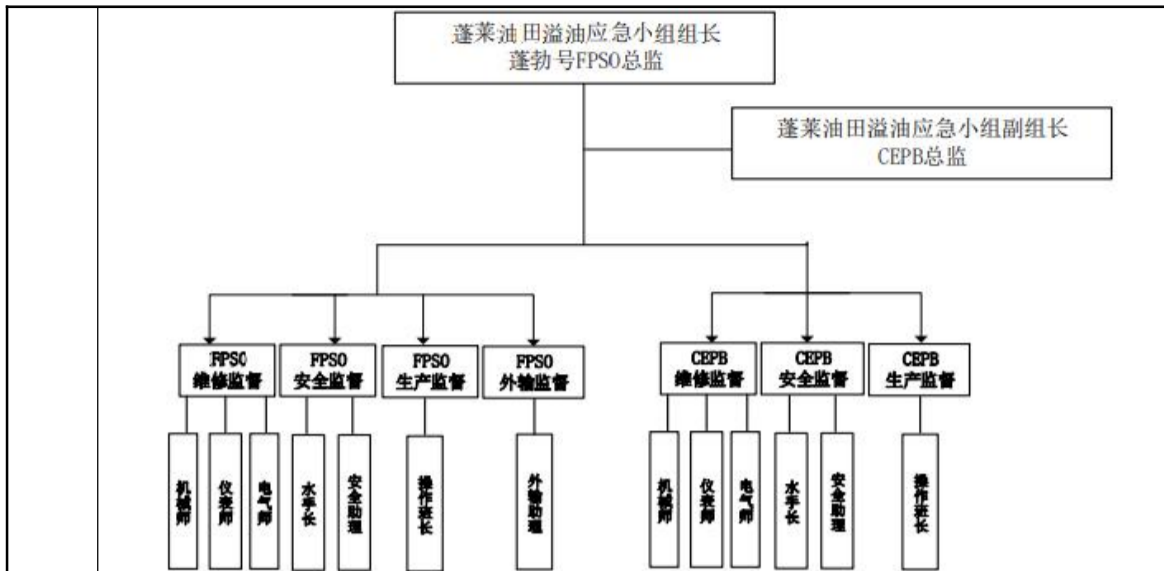


图 5-1 蓬莱油田现场应急小组组织机构

2) 天津分公司应急指挥中心

应急组织机构由应急指挥中心（包括常务机构应急协调办公室、技术组/专家组、资金保险组、通讯保障组、服务支持组、秘书组、兴城应急分中心、蓬莱应急分中心）和现场级应急组织（蓬莱油田现场应急小组）二级构成。

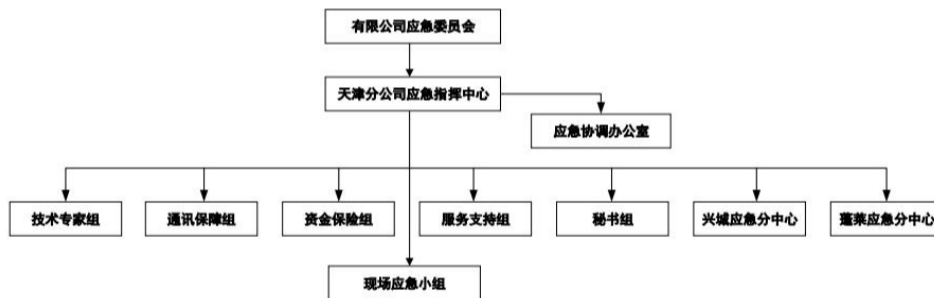


图 5-2 天津分公司应急组织机构图

(2) 溢油反应程序

根据《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》，海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级：

1) 特别重大溢油污染环境事件，是指溢油量 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；或者溢油量 500 吨以上且可能污染敏感海域，或者可能造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

2) 重大溢油污染环境事件，是指溢油量 500 吨以上 1000 吨以下，但不会污染敏感海域，不会造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

3) 较大溢油污染环境事件，是指溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

4) 一般溢油污染环境事件，是指溢油量 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发

溢油污染环境事件。

现场溢油事故发生后第一时间内，FPSO 总监应向天津分公司应急值班室报告，应急值班室依据天津分公司程序进行报告。

(3) 现场溢油应急资源及响应时间

1) 守护船华腾在海上现场值班，进行溢油应急反应。华腾配备消油剂喷洒装置。在守护船需要进行陆地补给、维护时，将由具备类似功能的船舶进行替代。

2) 蓬莱油田增加海洋石油 257 专业环保船，减弱其运载货物功能，以便在应急行动中迅速抵达现场进行溢油处置工作，对海洋石油 257 进行升级改造，包括：优化环保船指挥通讯系统功能，尽快加装海洋石油 257 应急通讯指挥系统；加强对环保船内置收油设备、舷外围控设备维护保养，保障长期应急处置过程可持续能力。同时考虑为环保船增加针对高粘稠度溢油回收设备，如船载挖机、机械抓斗和机械臂等。

3) 蓬勃号 FPSO 和 CEPB 上现有的溢油应急设备到达区块内的各个生产平台附近的船舶航行时间均在 1h 内，现场溢油应急力量的动员时间 0.5h，蓬莱油田内调用溢油应急能力的应急响应时间约为 1.5h。

4) 龙口应急基地到达蓬勃作业公司蓬莱油田的船舶航行时间约为 4—5h ()，加上 2h 陆上基地人员、设备动员、装船时间，实际到达油田从事应急反应的时间约为 6.5h。

5) 从塘沽应急基地到达蓬莱油田的船舶航行时间约为 12—13h ()，加上 2h 陆上基地人员、设备动员、装船时间，实际到达上述油田从事应急反应的时间约为 15.5h。

6) 若直升飞机从天津起飞，机组人员的动员时间约为 1h，飞行到油田现场的时间约需 1.5h。若从蓬莱起飞，机组人员的动员时间约为 1h，飞行到油田现场的时间约需 25 分钟。

(4) 油田自身溢油应急能力

在蓬莱油田作业过程中，如果海上设施发生溢油，所有存放在 FPSO 和 CEPB 的溢油应急设备将用来回收溢油。同时加强海上设施现有溢油回收设备设施的日常维保和检查，保障其性能处于随时可用状态。

蓬莱油田溢油应急设备清单见表 5-1 和表 5-2。

表 5-1 蓬莱油田 FPSO 溢油应急设备

设备配备	存放于蓬勃号 FPSO
围油栏	
围油栏动力站	
充吸气机	
撇油器	
储油囊	
高压清洗机	
吸油毛毡	

消油剂	
消油剂喷洒装置	

表 5-2 蓬莱油田 CEPB 溢油应急设备

设备配备	存放于 CEPB
围油栏	
围油栏动力站	
充吸气机	
撇油器	
储油囊	
高压清洗机	
吸油毛毡	
消油剂	
消油剂喷洒装置	

(5) 外借应急能力及分布情况

以下所有计算均以周边油田溢油应急设备运输至本项目风机处(模拟计算选择的溢油点)的直线航行距离为计算基础,船舶航行速度为 20.0 公里/小时,确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。以下计算为不考虑向申请航道时间的理论航行时间。

表 5-3 本项目周围应急资源协调时间

设备存放点	距离 (km)	航行时间 (小时)	动员时间 (小时)	到达时间 (小时)
BZ34-1		4.0	1.5	5.5
BZ34-2/4		4.5	1.5	6.0
环保公司龙口基地		4.5	2.0	6.5
环保公司塘沽基地		11.0	2.0	13.0

可协调应急力量调配程序:一旦发生溢油事故(达到一般溢油事故),超出蓬莱油田自身溢油应急能力,立即向上级天津分公司应急协调办公室申请,启动天津分公司区域性溢油应急计划。所有外借应急力量由天津分公司应急指挥中心统一调配。

(6) 可协调应急力量抵达时间

COES 应急基地同处塘沽和龙口,龙口应急基地到达蓬勃作业公司蓬莱油田的船舶航行时间约为 4—5h (), 加上 2h 陆上基地人员、设备动员、装船时间,实际到达油田从事应急反应的时间约为 6.5h。

塘沽应急基地到达蓬莱油田的船舶航行时间约为 12—13h (), 加上 2h 陆上基地人员、设备动员、装船时间,实际到达上述油田从事应急反应的时间约为 15.5h。(注:船舶反应时间不包括航行前向海事部门申请航道的时间。)

一旦发生超出蓬莱油田自身溢油应急能力的溢油事故,立即向上级天津分公司应急协调办公室报告,所有可调用的应急力量由天津分公司应急指挥中心统一调配。

	<p>(7) 小结</p> <p>本项目在建设阶段、运营阶段可能存在的主要环境风险类型为船舶溢油事故。根据应急响应时间分析,本项目可依托溢油应急资源可以在 5.5h 内到达溢油现场,并陆续进行溢油回收作业。当发生超出自身控制能力的溢油事故时,还可以通过集团公司的统一指挥协同,联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或国际的资源。因此,借助外部溢油应急能力能够满足突发溢油事故时的应急需要。</p> <p>本项目发生溢油事故的概率较低,且本项目制定了周密的溢油应急预案,配备了相应的溢油应急资源,采取了有效的环境风险防范措施,可以避免或者减轻事故对海洋生态环境的影响。</p>
运营期生态环境保护措施	<p>1、污染防治措施</p> <p>(1) 生活污水</p> <p>运营期每半年进行一次机组维护,维护船舶每次维护产生的生活污水经船舶生活污水处理系统处理合格后达标排放。</p> <p>(2) 生活垃圾</p> <p>运营期每半年一次巡检维护,船舶生活垃圾收集后运至陆上处理。</p> <p>(3) 生产垃圾</p> <p>运营期生产垃圾均运回陆地交由有资质单位处理。</p> <p>2、生态环境保护措施</p> <p>(1) 污染物源头控制,运营期仅维护船舶的少量生活污水处理达标后排海,其余污染物均运回陆上由有资质单位处理,不排海。</p> <p>(2) 鸟类保护措施摘自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目(一期)鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》(2022年12月):</p> <p>①加强鸟类保护宣传教育,邀请鸟类保护专家,定期进行鸟类保护教育,提出针对本项目鸟类保护工作的要求和措施,提高职工的环保意识和注重环保的自觉性。</p> <p>②加强鸟类保护责任管理,严格执行《野生动物保护法》、《森林和野生动物类型自然保护区管理办法》等法律法规。同时,结合项目实际,制定鸟类保护公约,建立鸟类保护各级岗位责任制,明确职责。</p> <p>(3) 电磁辐射防护措施摘自《蓬莱油田清洁能源综合利用调整产能建设配套项目(一期)声环境、电磁环境调查分析报告》(2022年12月):</p> <p>输变电工程电磁辐射污染采取的防治方式以预防为主,防治共同施行的治理方针,综合采用先进技术、管理方法对电磁辐射污染进行预防、治理。</p> <p>1) 变压器内所有高压设备、构筑物保证钢铁件均接地良好,所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密,以减小因接触不良而产生的火花放电。</p> <p>2) 加强工作人员有关电磁辐射知识的培训,减少工作人员在高电磁场区域的停留</p>

时间。

3) 工程运营单位制定对应的电磁辐射污染防治的规章管理制度。积极主动配合相关环境监管部门做好现场督察工作。

4) 运营单位在35kV变电设备附近比较醒目的位置悬挂辐射警示标语，防止有人接近变电设备及高压线路。

5) 加强对输变电设备的日常管理、维护、定期进行检修。

本工程采用海底电缆，电缆敷设于泥面下 2m；海上变电设备周边 1km 内无敏感目标，通过采取上述措施，可有效减缓电磁辐射影响。

1、施工期环境监测计划

本工程规划建设4台分散式风机，新建电缆总长度约6.8km，经过35kV系统接入PL19-3CEPB，接入蓬莱电网，和蓬莱电网现有透平电站并网运行，为蓬莱油田群供电。本项目施工期主要是电缆铺设产生悬浮物对海洋生态环境的影响。

①监测站位

考虑到本项目管缆铺设悬浮物类比分析可知，悬浮物最大扩散范围约为1.02km，因此监测站位拟设置在管缆路由两侧500-1000m范围内，结合本次工程新建分散式风机和管缆的位置分布情况，施工期监测站位布设见下图。

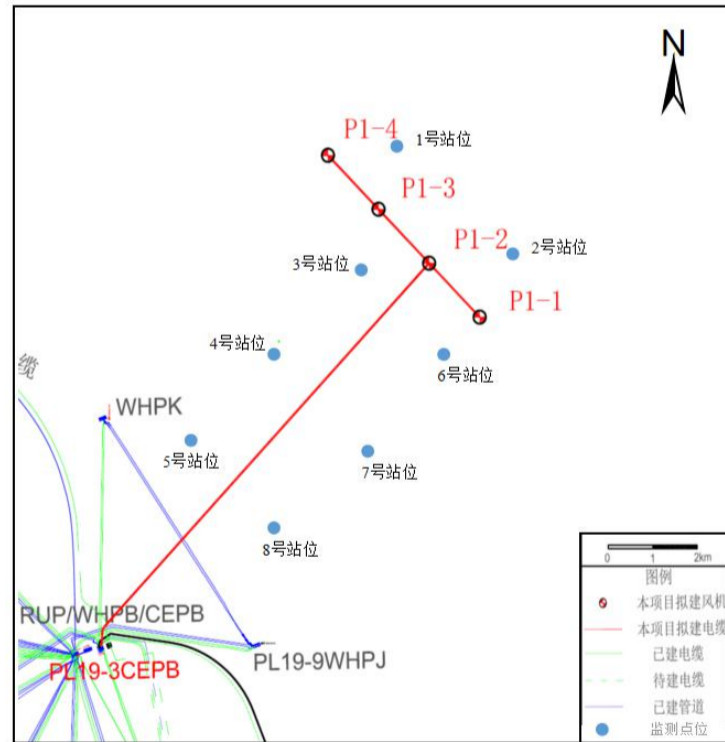


图5-3 施工期监测站位布设示意图

②监测项目

海水水质监测包括悬浮物、重金属（Zn、As、Hg、Cd、Cr、Cu、Pb）、石油类。

③监测频率与方法

其他

	<p>监测频率：建议本项目在施工期开展1次跟踪监测。</p> <p>监测方法：采样监测工作由有资质监测单位承担，海洋环境影响监测调查与分析方法按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）执行。</p> <p>2、运营期环境监测计划</p> <p>本项目运营期仅维护时有少量船舶生活污水排海，因此海水水质、沉积物、海洋生物生态不单独设置跟踪监测计划，纳入蓬莱油田现有跟踪监测计划，依托现有跟踪监测计划，对工程所在海域的海水水质、沉积物、海洋生物生态进行跟踪监测，使海洋生物资源和海洋生态环境得到尽快恢复和可持续利用。</p>																				
环保投资	<p>环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用，本项目环保投资主要为生活污水、生产垃圾及生活垃圾等的处理费用及海洋生物资源经济补偿。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2003），经核算本项目环保投资约为 █████ 万元。</p> <p style="text-align: center;">表 5-4 环境保护投资估算（万元）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">环境保护投资及生态补偿</th> <th style="width: 15%;">总投资额</th> <th style="width: 15%;">折合比率</th> <th style="width: 30%;">折合环保投资</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生活污水、生活垃圾等污染物处理费</td> <td style="text-align: center;">████</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">████</td> </tr> <tr> <td>海洋生物资源经济补偿</td> <td style="text-align: center;">████</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">████</td> </tr> <tr> <td>监测费用</td> <td style="text-align: center;">█</td> <td style="text-align: center;">100%</td> <td style="text-align: center;">█</td> </tr> <tr> <td>合计</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">████</td> </tr> </tbody> </table>	环境保护投资及生态补偿	总投资额	折合比率	折合环保投资	生活污水、生活垃圾等污染物处理费	████	100%	████	海洋生物资源经济补偿	████	100%	████	监测费用	█	100%	█	合计	/	/	████
环境保护投资及生态补偿	总投资额	折合比率	折合环保投资																		
生活污水、生活垃圾等污染物处理费	████	100%	████																		
海洋生物资源经济补偿	████	100%	████																		
监测费用	█	100%	█																		
合计	/	/	████																		

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/
水生生态	施工人员生活污水经船舶水处理装置处理达标后排海	符合《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	维护人员生活污水经船舶水处理装置处理达标后排海	符合《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
	船舶机舱含油污水运回陆地由有资质单位处理	符合《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)		
地表水环境	/	/	/	/
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	一次一桩，首桩打设采用较低功率的“软启动”方法；加强施工监管；合理安排施工期	/	/	/
大气环境	施工船舶使用符合要求的燃料油	符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案(交海发〔2018〕168号)》	/	/
固体废物	生活垃圾及生产垃圾运回陆地由有资质单位接收处理	相关接收手续	生活垃圾、生产垃圾运回陆地由有资质单位处理	相关接收手续
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	施工时做好通航安全保障措施；海上施工前制定或者修订防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境的应急预案	应有溢油应急预案	运营期各项风险防范措施及溢油应急设备设施	《蓬莱油田溢油应急计划》及备案证明
环境监测	施工期水质监测	/	本项目海洋水质、沉积物、海洋生态不单独设跟踪监测计划，纳入蓬莱油田现有跟踪监测计划中	跟踪监测计划与原《PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书》中一致
其他	/	/	/	/

七、结论

本项目内容为在蓬莱油田群电网附近，布置4台单机容量为8.5MW的风电机组，配套建设总长度约6.8km（风机间电缆路由3段、集输供电路由1段）的35kV海底电缆，接入PL19-3CEPB平台，和蓬莱电网现有透平电站并网运行，为蓬莱油田群供电，同时对现有PL19-3CEPB平台改造校核。

（1）本项目属于国家鼓励类建设项目，符合国家的产业政策和能源政策。工程拟采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求。

（2）项目用海属于油气工程附属设施，项目实施有助于所在海域主导功能的发挥，符合《全国海洋主体功能区规划》的相关要求；位于《山东省海洋主体功能区规划》、《山东省海洋功能区划》（2011-2020年）、山东省“三区三线”范围之外，施工期和运营期均不会对其产生不利影响。

（3）项目施工期和运营期，船舶生活污水处理达标后排海；船舶生活垃圾、生产垃圾和船舶含油污水运回陆上交有资质单位处理，不排海；海底电缆铺设产生悬浮物自然沉降，对该海域产生的环境影响是暂时可恢复的。

（4）工程存在一定溢油风险，一旦发生溢油事故会对生态和环境造成严重危害后果，拟采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施，建设单位已经制定了《蓬莱油田溢油应急计划》并在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，本项目运行后一并纳入该溢油应急计划。

（5）在施工和运营过程中严格落实本报告中提出的各项环境保护措施、溢油风险防范措施及溢油应急计划的基础上，从环境保护角度讲，本项目可行。

附图

- 附图 1 本项目与山东省海洋功能区划的位置关系
- 附图 2 本项目与海洋生态红线的位置关系
- 附图 3 本项目周边敏感目标分布图——保护区
- 附图 4 本项目周边敏感目标分布图——海洋生态红线
- 附图 5 渔业“三场一通道”

附表

- 附表 1 调查海域海水水质调查结果
- 附表 2 调查海域海水水质评价结果
- 附表 3 调查海域鸟类调查结果
- 附表 4 工程海域噪声环境调查结果
- 附表 5 溢油漂移预测结果

附件

- 附件 1 相关环评批复及竣工验收批复
- 附件 2 海洋石油勘探开发溢油应急计划备案登记表