

附件 5

《生态保护红线监测技术规程 (征求意见稿)》编制说明

《生态保护红线监测技术规程》编制组

二〇二〇年五月

目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
2 标准编制的必要性分析.....	3
2.1 落实国家和生态环境主管部门的相关要求.....	3
2.2 落实国家相关标准技术体系的要求.....	4
2.3 填补生态保护红线监测技术空白.....	4
3 国内外生态监测方法及标准制订进展.....	4
3.1 国外相关管理与监测技术进展.....	4
3.2 国内相关管理与监测技术进展.....	8
4 标准编制的基本原则.....	11
4.1 先进性原则.....	11
4.2 可操作性原则.....	11
4.3 持续性原则.....	11
5 技术路线.....	11
5.1 主要方法.....	12
5.2 技术依据.....	12
5.3 技术路线.....	13
6 标准框架结构.....	14
7 条文说明.....	15
7.1 适用范围.....	15
7.2 规范性引用文件.....	15
7.3 术语和定义.....	15
7.4 监测技术流程.....	19
7.5 监测准备.....	20
7.6 监测内容.....	22
7.7 监测指标和频次.....	23
7.8 监测方法.....	27
7.9 监测成果.....	28
7.10 质量控制.....	29
7.11 附录.....	29
8 标准与国内外相关技术标准的比较.....	40
9 标准实施建议.....	40
参考文献.....	40

《生态保护红线监测技术规程（征求意见稿）》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻落实中办、国办《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（以下简称《若干意见》）的安排部署，生态环境部启动了生态保护红线划定与监管制度建设相关工作。生态保护红线工作技术性强、涉及面广，为进一步规范划定并严守生态保护红线的各项工作，亟需结合实际制定相应的标准规范，为建立生态保护红线监管制度提供基础。为此，生态环境部下发了生态保护红线系列标准规范编制计划，并将《生态保护红线监测技术规程》（以下简称《规程》）列为其中任务之一。本《规程》与《生态保护红线本底调查技术指南》《生态保护红线生态功能评价技术指南》《生态保护红线保护成效评估技术指南》《生态保护红线生态补偿标准核定技术指南》《生态保护红线台账数据库技术规范》《生态保护红线监管数据质量控制技术规范》《生态保护红线监管平台建设指南》等同属于生态保护红线系列标准，均为通过绿色通道途径开展编制工作。受生态环境部委托，中国环境科学研究院、生态环境部卫星环境应用中心、生态环境部南京环境科学研究所、生态环境部环境规划院等单位承担了《规程》的编制任务。

标准编制组按照“面积不减少、性质不改变、功能不降低”的管控要求，构建包括生态系统面积、性质、功能和人类活动的监测指标体系；结合国家重点研发计划地球观测与导航重点专项子课题“重点区域生态环境高时空动态监测应用示范”，选取不同类型的生态保护红线，开展“天空地一体化”监测技术的应用示范，总结凝练研究成果进而形成《规程》。《规程》从技术层面规范各地生态保护红线监测工作，为后续生态保护红线监管等提供支撑。

1.2 工作过程

按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）有

关要求，项目承担单位组织专家成立了标准编制组。依托国家重点研发计划地球观测与导航重点专项子课题“重点区域生态环境高时空动态监测应用示范”，开展生态保护红线“天空地一体化”监测技术的应用示范。标准编制组成员查阅了国内外生态保护红线监测相关资料，在前期基础研究、文献资料分析和现场调研监测的基础上，召开了多次专家研讨会，确定了开展标准编制工作的原则、程序、步骤和方法。

2018年11月5日，《规程》通过生态环境部环境标准研究所组织的国家环境保护标准开题论证，与会专家提出三条修改意见和建议：1) 建议围绕红线监管需求，进一步明确监测指标；2) 建议增加质量控制措施；3) 进一步完善开题论证报告和标准草案的相关内容。

根据专家意见对技术规程进行了修改完善，并形成修改后的《规程》和编制说明。修改内容主要包括：1) 结合红线监管需求，征求环境管理和相关领域专家意见，更新了监测指标；2) 增加质量控制章节；3) 根据专家意见进一步完善了开题论证报告和标准草案的相关内容。

2019年11月6日，生态环境部自然生态保护司组织召开国家环境保护标准征求意见稿技术审查会，《规程（草案）》顺利通过技术审查。标准编制组根据专家意见，对《规程（草案）》进一步修改完善，形成《规程（修改稿）》。修改的内容见表1-1。

表 1-1 专家意见及修改情况

序号	专家意见	采纳情况	修改说明
1	标准中的流程图的可操作性不强，不具基层人员参考性。	采纳	从提高可操作性角度，修改了技术流程图。
2	指标体系中，对于人类活动干扰应考虑生产生活用地的退出情况。生产生活行为的强度，建议将部分功能指标重组为生态系统质量指标大类。	采纳	指标体系中，通过计算人类活动干扰指标体现生产生活用地的退出情况； 增加生态修复等正向人类活动干扰指标； 增加植被覆盖度作为生态系统质量类指标。
3	生态系统功能监测5年一次，可能不太能满足生态红线监管的需求，可否提高监测频率？	采纳	修改为生态系统功能为阶段性监测，每5年开展1次，有条件的地方可每年开展1次。
4	建议进一步完善指标，增加敏感/脆弱性内容。	采纳	指标体系中新增了水土流失、石漠化、土地沙化敏感性内容。
5	人类活动干扰监测建议增加正向人为干扰的内容。如生态修复等生态工程的类型和面积等。	采纳	增加生态修复等正向人类活动干扰指标。
6	人类活动要界定清楚。	采纳	已经在标准中明确人类活动，包括农业等10类人类活动以及允许的8类活动。
7	生态功能、生态系统功能与生态服务功能等专业术语保持一致规范。	采纳	已根据意见将专业术语统一。

2 标准编制的必要性分析

2.1 落实国家和生态环境主管部门的相关要求

《环境保护法》第十七条规定，国家建立、健全环境监测制度。国务院环境保护主管部门制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，统一规划国家环境质量监测站（点）的设置，建立监测数据共享机制，加强对环境监测的管理。

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》要求，生态环境主管部门会同有关部门建设和完善生态保护红线综合监测网络体系，充分发挥地面生态系统、环境、气象、水文水资源、水土保持、海洋等监测站点和卫星的生态监测能力，布设相对固定的生态保护红线监控点位，及时获取生态保护红线监测数据。

《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》指出，制定实施生态保护红线管理办法、保护修复方案，建设国家生态保护红线监管平台，开展生态保护红线监测预警与评估考核。

《生态环境监测网络建设方案》要求加强生态监测系统建设。建立天地一体化的生态遥感监测系统，研制、发射系列化的大气环境监测卫星和环境卫星后续星并组网运行；加强无人机遥感监测和地面生态监测，实现对重要生态功能区、自然保护区等大范围、全天候监测。

《关于构建现代环境治理体系的指导意见》第十七条指出，强化监测能力建设。加快构建陆海统筹、天地一体、上下协同、信息共享的生态环境监测网络，实现环境质量、污染源和生态状况监测全覆盖。

《关于推进生态环境监测体系与监测能力现代化的若干意见》要求完善生态质量监测网络。建立央地共建、部门共享的多元合作机制，2025年底前，联合建立天地一体的国家生态质量监测网络，基本覆盖全国典型生态系统、自然保护地、重点生态功能区和生态保护红线重点区域。各省根据生态保护需求和主要地理单元，补充设置地方生态质量监测站点，组织开展本地区生态质量监测。

本标准作为生态保护红线制度体系的重要配套，其制定和实施是落实国家生态环境监管要求和推动生态保护红线长效监管的有效手段。

2.2 落实国家相关标准技术体系的要求

《国家环境保护标准“十三五”发展规划》要求，“配合生态保护红线监管平台建设，研究制订生态保护红线保护成效评估和监管技术指南，对重要生态功能区人类干扰、生态破坏等活动的监测、评估、预警工作进行指导。建立自然保护区管理、监测、成效评估管理标准体系，继续完善生物多样性调查、监测与评估技术规范”。

制定本标准是落实国家生态环境保护标准体系建设的客观要求。

2.3 填补生态保护红线监测技术空白

一是划定并严守生态保护红线，要求实现一条红线管控重要生态空间，确保面积不减少、性质不改变、生态功能不降低。围绕“面积、性质、功能”的生态保护红线监测指标体系尚未建立，亟待填补这项空白。

二是我国生态环境监测应用技术得到快速发展，但受到生态环境复杂性和监测技术水平的限制，与国外先进国家相比仍然存在“代差”。生态保护红线监测应用技术难度大，从多源卫星遥感影像处理、关键生态参数反演、专题数据生产到业务应用系统开发仍有许多关键技术尚未解决。

三是生态监测行业标准、技术规范相对偏少，生态监测行业标准体系建设滞后于其它行业，难以从技术规范层面引领全国开展生态保护红线监测技术的应用。

本标准通过构建生态保护红线监测指标体系，明确监测方法，能够实现对生态保护红线的“天空地一体化”综合监测，为生态保护红线长效监管提供直接、客观、准确的监测结果。

3 国内外生态监测方法及标准制订进展

3.1 国外相关管理与监测技术进展

国外没有生态保护红线的概念，但在与生态保护红线理念相近的自然保护地划定与监管方面做了大量研究（Douvere 2007, Santi 2010, Halpern 2010, Mora 2011）。西方发达国家的生态底线区域与物种保护区域以自然保护地的形式得以体现，保护地系统也是当前国际上普遍认同的生态保护与物种保护系统（Dearden 2005, Leverington

2010)。保护地系统早期仍对其保护主体内容存在一些争议，随着世界自然保护同盟（IUCN）对于全球自然保护体系建设的大力推动，“保护地”实现了标准化分类，并被明确定义为：一个具有明确范围的、可识别并管理的地理空间，可通过法定的或其他有效方法，实现对其与自然相关的生态系统服务和文化价值的长期保护（Joppa et al., 2008）。然而，随着人们对生物多样性保护认识的加深，即使只计算陆生脊椎动物物种数量，此系统也远未达到完善的程度。因此，国际上开始使用空缺分析（gap analysis）来评估保护地的保护范围（Brook et al., 2004；Bakarr 2004）。近年来一些国家开始在原有保护地的基础上跨区域构建更大空间尺度的绿色生态廊道或生态保护网络来对生物多样性进行更全面的保护。世界上成立的自然保护机构不计其数，保护的资源类型也是多种多样。世界自然保护联盟（IUCN）保护区委员会（CNPPA）管理下的“国家公园”、联合国教科文组织（UNESCO）世界遗产委员会的世界遗产评定及人与生物圈计划（MAB）无疑是自然保护潮流中具有世界影响力的保护系统。与自然保护地建设相适应，国外建立了大量区域尺度和国家尺度的生态环境监测网络。区域尺度的生态环境观测网络多数在20世纪90年代由联合国及有关国际组织领导建立，用以收集区域的生物、大气、水、土壤以及污染物的综合观测数据，目前主要观测网络有全球陆地观测系统（GTOS）、以及国际生物多样性观测网络（GEO·BON）等。在国家尺度的生态环境监测网络中，US-LTER、ECN 和CEN具有特色和代表性，是ILTER及其他全球性生态环境观测研究网络的发起成员。

3.1.1 国家公园生态系统管理与监测

1972年，美国建立了全世界第一个自然保护区即黄石国家公园，国家公园建立的目的是维持区域生态系统的完整性，同时为科研、环境保护教育、生态旅游提供场所。美国从20世纪60年代开始认识到区域生态系统管理对国家公园野生动物食物链安全以及生态系统完整性的重要性，在黄石国家公园开始试行大黄石生态系统管理以及与之相适应的管理决策机构—大黄石生态系统协调委员会，其中一个重要功能是基于科学研究的评估—决策—监测体系。对生态系统中各组成要素之间相互影响的属性、程度、机制和规律的研究，在此科学研究的基础上经设定指标、确定阈值、风险分析等步骤实现生态系统的管理。针对气候变化、入侵物种、物种保护、土地使用等问题，制定清单普查、监测评估、战略计划、实施计划、管理导则、管理手册等文件落实管

理，并定期汇报完成成果和下一步工作重点。主要内容和文件有《Bridger-Teton国家森林化学大量抽样调查及促进空气质量的数据分析》《大黄石地区空气质量评估》《大黄石生态系统白皮松监测程序》等（吴承照，2014）。

3.1.2 全球陆地观测系统（GTOS）

为了观测、模拟和分析全球陆地生态系统以便维持其可持续发展，1993年联合国粮农组织（FAO）、UNEP、UNESCO、WMO 以及国际科学联合会理事会（ICSU）联合发起筹建 GTOS。1995年，筹建阶段的任务基本完成，编制了《全球陆地观测系统—从概念到实践》规划报告。1996年，5个联合发起的国际组织代表在罗马召开会议，标志着 GTOS进入实施阶段，同时组建了由全球范围内的17名专家组成的GTOS指导委员会。GTOS通过遥感和地面观测2种手段获取陆地生态系统数据，数据采集均采用全球一致的标准和方法，保证了全球不同区域数据的可比性。为了推动全球和地区性的生态系统数据整合以及区域性监测网络的构建工作，GTOS还组建了4个技术委员会，分别为海岸带观测、陆地气候观测、陆地碳观测以及全球森林和土地覆盖动态观测技术委员会，建立了从宏观区域—研究中心—研究台站—采样点多尺度的观测指标体系，同时结合不同时空分辨率的多源遥感影像，最终能获得时间分辨率为1 d、空间分辨率为30 m的陆地生态系统观测数据。目前已纳入观测的生态环境指标超过180个，社会经济指标达55个。

3.1.3 国际生物多样性观测网络（GEO·BON）

生物多样性观测是在一定区域内对生物多样性的定期测量，它通过获取生态系统的格局与质量、物种组成与分布以及环境要素等方面的数据，掌握生物多样性的变化趋势及其驱动因素，协助保护成效评估，是生物多样性保护的基础性工作和重要手段（徐海根等，2012）。国际生物多样性观测网络（GEO·BON）由国际生物多样性研究计划、自然保护联盟和美国国家航空航天局于2008年联合成立，用于搜集全球生物多样性数据信息，评估全球生物多样性状况。GEO·BON下设生态系统服务功能监测工作组、遥感跨尺度整合及模型模拟工作组、生物多样性指示指标研究工作组等9个工作组。GEO·BON旨在通过连接和支持这些组织在一个科学的框架内的工作，建立一个全球的网络。例如，GEO·BON将促进自上而下测量与自下而上测量的结合，自

上而下测量来自于卫星观测，测量生态系统的完整性，而自下而上的测量，出现在最新领域和基于分子调查的方法，以测量生态系统过程、关键生物种群发展趋势、生物多样性遗传基础为主。GEO·BON的作用是指导数据收集、使数据标准化和交换信息。在联合国《生物多样性公约》（2011—2020年生物多样性战略规划）的推动下，世界多国都在进行生物多样性观测网络建设（马克平，2011），制定了生物多样性观测的指标、方法和相关技术标准，实施了一系列生物多样性观测计划。

3.1.4 美国长期生态研究网络（US-LTER）

US-LTER建于1980年，是世界上建立最早、覆盖生态系统类型最多的国家长期生态研究网络，由代表森林、草原、农田、湖泊、海岸、极地冻原、荒漠和城市生态系统类型的26个站点组成。监测指标体系囊括了生态系统各要素，包括生物种类、植被、水文、气象、土壤、降雨、地表水、人类活动、土地利用、管理政策等。主要研究内容包括：生态系统初级生产力格局、种群营养结构的时空分布特点、地表及沉积物有机物质聚集的格局与控制、无机物及养分在土壤、地表水及地下水间的运移格局、干扰的模式和频率。US-LTER的突出特点是注重观测的标准化，制订了有效度量标准，实施标准化测量，如《长期生态学研究中的土壤标准方法》（第二版）《初级生产力监测原理与标准》《环境抽样的ASTM标准》《生物多样性的测量与监测：哺乳动物的标准方法》等，同时也非常注重监测数据的规范化共享。在US-LTER基础上，2000年，美国国家基金委员会（NSF）提出建立“美国国家生态观测站网络（NEON）”的设想，目标是针对美国国家层面所面临的重大环境问题，利用最先进的仪器和装备，在区域至大陆尺度上开展生态系统的观测、研究、试验和综合分析；在组成结构上，先按照植被分区图划分为17个区域网络，每个区域网络由1个核心站和若干卫星站构成；17个区域网络组成国家网络。

3.1.5 日本长期生态研究网络（JaLTER）

日本政府重视自然环境状况普查，1972年制定的《自然环境保护法》规定国家必须每5年实施一次生态环境基础调查，内容包括地形、地质、植被等。1973年开始第1次调查，建立了全国1 km×1 km网络单元的植被、地形地貌等自然生态环境普查数据。在第6次和第7次调查中重点开展了全国生物多样性及植被状况普查，并编制了1:2.5

万比例尺植被现状图（陈平，2013）。在生态环境监测方面，2002年日本政府启动了“生物多样性国家战略”，计划在日本建设1000个固定监测站，开展动植物栖息地环境及生活状态的长期监测，每5年为一个工作周期，连续开展100年的长期监测。2003年，日本生态学会与其他学会联合发起了JaLTER建设，在森林、草地、湖泊、海洋生态系统开展长期定位观测。重点围绕全球变化对生物多样性和生态系统功能的响应与反馈机制、海陆生态系统的水文—生物地球化学过程及相关作用关系，不同时空尺度生态系统监测网络和技术研发这3个研究目标开展监测。网络监测站点监测指标包括气象、水文、植被及二氧化碳通量等（日本生态学会，2014）。

3.1.6 英国环境变化研究监测网络（ECN）

英国环境变化研究监测网络（ECN）成立于1992年，其目标通过监测具有重要环境意义的指标来获得具有可比性的长期监测数据。1993年开始陆地生态系统监测，1994年起开始监测淡水生态系统。ECN由12个陆地生态系统监测站和45个淡水生态系统监测站组成，覆盖了英国主要环境梯度和生态系统类型。其特点是非常重视监测工作，对所有的监测指标都制定了标准的ECN测定方法和严格的数据质量控制体系，包括数据格式、数据精度要求、丢失数据处理、数据可靠性检验等，所有监测数据都建立中央数据库系统进行集中管理、共享。在监测指标上，ECN不追求监测生态系统全部要素指标，而是根据自然生态系统类型和特点来确定监测指标体系，如陆地生态系统监测指标在类型上包括气象（包含自动气象站13项、标准气象站14项），空气（二氧化氮），降水（14项），土壤（15项）等。

3.2 国内相关管理与监测技术进展

3.2.1 中国生态系统研究网络

中国科学院于1988年开始筹建中国生态系统研究网络（Chinese Ecosystem Research Networks, CERN）。中国生态系统研究网络（CERN）是为了监测中国生态环境变化，综合研究中国资源和生态环境方面的重大问题，发展资源科学、环境科学和生态学，于1988年开始组建成立的。目前，研究网络由16个农田生态系统试验站、11个森林生态系统试验站、3个草地生态系统试验站、3个沙漠生态系统试验站、2个

沼泽生态系统试验站、3个湖泊生态系统试验站、3个海洋生态系统试验站、1个城市生态站，以及水分、土壤、大气、生物、水域生态系统5个学科分中心和1个综合研究中心所组成（傅伯杰，2010）。CERN的主要目标是对全国不同区域和不同重要生态系统类型进行长期监测与实验，同时结合遥感与模型模拟等方法，研究我国生态系统的结构与功能、过程与格局的变化规律，并开展生态系统优化管理与示范。CERN采用统一的监测规范，对水分、土壤、气候和生物4个方面进行监测。

3.2.2 全国生态调查评估指标与方法

生态环境部与中国科学院利用“天地一体化”调查方法，自2000年开始联合开展了3次全国生态现状调查，主要以“摸清现状，发现变化，揭示问题，提出对策”为总体目标，构建了包括生态系统格局、质量、服务功能、人为胁迫、生态问题等26个监测评估指标。部分成果已经为国家生态文明重大改革任务和生态保护综合管理提供了重要支撑。第一次“2000年全国生态现状调查”，为全国生态功能区划编制提供了基础，孕育了生态保护红线，催生了重要生态功能保护区保护的政策措施。之后，开展的两次调查评估成果在生态文明建设多项工作中得到了应用，特别是对生态保护红线划定、推动形成主体功能区战略发挥了重要的支撑作用。三次调查评估的结果联系起来看，从2000年以来，我国的生态状况总体在好转，特别是十八大以来，党中央国务院高度重视生态环境保护，采取了一系列措施，生态环境改善趋势更加明显。

3.2.3 县域生态环境质量监测评价

2014年，原环保部、财政部组织开展国家重点生态功能区县域生态环境质量监测评价与考核工作，根据防风固沙、水土保持、水源涵养和生物多样性维护4种生态功能类型分布区的自然生态、环境特征等综合条件，确定突出不同生态功能类型的差异化特征的监测指标体系，包括自然生态监测指标和环境状况监测指标。原环保部2015年发布修订版本《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/192-2015），规定利用生态环境状况指数评价区域生态环境状态，评价指标体系包括生物丰度指数、植被覆盖指数、水网密度指数、土地胁迫指数、污染负荷指数。

3.2.4 自然保护区人类活动遥感监测

为贯彻落实《中华人民共和国自然保护区条例》，加强自然保护区监督管理，规范自然保护区人类活动遥感监测及核查处理的工作程序和制度措施，落实工作责任，原环保部组织制定了《自然保护区人类活动遥感监测及核查处理办法（试行）》（国环规生态[2017]3号）。该办法规定，生态环境部负责组织对国家级自然保护区遥感监测结果进行实地核查。对监测发现的人类活动点位逐一进行核查和处理。同时把遥感监测和实地核查工作的完成情况纳入地方环保部门领导干部的绩效考核，并定期向公众公开自然保护区人类活动遥感监测和实地核查情况。2017年12月，原环保部发布并实施《自然保护区管理评估规范》（HJ 913-2017），该规范明确了自然保护区管理评估的基本原则、评估目的、评估工作程序、评估内容、评估方法、评估指标与评分、评估周期、评估结果等级等内容。

3.2.5 土地利用动态遥感监测

2015年，原国土资源部发布了《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T 1010），明确土地利用动态遥感监测是以土地变更调查的数据及图件为基础，运用遥感图像处理与识别技术，从遥感图像上提取变化信息，从而达到对耕地及建设用地等土地利用变化情况的定期监测的目的。该规程内容包括范围、术语遥感监测土地分类、总则、设计书编制、设计要求、监测方法精度检验、监测成果整理提交、检查验收等章节，附录包括土地利用动态遥感监测统计表、土地利用动态遥感监测图例、图廓整饰及图式。

3.2.6 全国森林资源清查

国家林业主管部门自1973年开始，先后开展了多次森林资源清查。清查引入了遥感、全球定位和地理信息系统等技术。在监测内容方面，以森林资源面积和蓄积量为主，逐渐增加了森林健康、生态功能、生物多样性等生态状况指标。在技术标准方面，1978年，原农林部颁布了《全国森林资源连续清查技术规定》；1982年，原林业部制定了《森林资源调查主要技术规定》；2004年，国家林业局颁布了《国家森林资源连续清查技术规定》；2008年，国家林业局又制定了《〈国家森林资源连续清查技术规定〉补充技术规定》《国家森林资源连续清查森林生物量模型建立暂行办法（试行）》

和《国家森林资源连续清查定点监测原则方案（试行）》。2009年国家林业局发布了《沙化土地监测技术规程（GB/T 24255-2009）》，该规程规定了沙化土地监测采用的土地利用分类、土地沙化属性、沙化土地分类分级，还规定了沙化土地监测的内容、方法、技术流程、监测成果、质量要求等内容及要求。

4 标准编制的基本原则

4.1 先进性原则

综合应用高时空分辨率的多源卫星遥感影像、无人机和地面观测手段，采用先进的监测仪器设备和统一、标准化的监测方法，能快速准确监测到生态保护红线面积、性质、功能和人类干扰活动、生态修复建设活动的动态变化特征。

4.2 可操作性原则

在制订本标准时，充分考虑我国东、中、西部地区不同省份所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，使本标准切实可行。监测指标体系构建和监测方法突出不同功能类型的差异化特征，在不同类型的生态保护红线因地制宜增加特色监测指标，监测技术手段建设成本相对低廉、可行。

4.3 持续性原则

生态保护红线监测关注生态系统面积、性质、功能动态变化，以及对人类干扰活动、生态保护修复的相互作用机制等，这些监测内容必须用长期连续数据才能得到科学的答案，因此生态保护红线可持续性监测十分重要。

5 技术路线

本部分规定了《规程》编制的主要方法、编制依据及技术路线。

5.1 主要方法

5.1.1 文献检索法

通过广泛的文献和资料查询，对国内外自然保护区、国家公园等各类自然保护地监测及其标准制定的历史、现状及问题进行详细的综合调研，研究分析国内外生态保护地监测方法的现状及发展趋势，把握生态保护红线监测的指标、方法和主要手段。

5.1.2 专家咨询法

生态监测指标确定、方法研究中需要咨询地理学、生态学、环境学等各方面专家，调研环境管理部门对生态环境管理的需求，并基于我国现有生态监测能力。通过公开征求意见等方式，广泛听取生态环境、自然资源、林草等部门的管理人员以及自然保护区工作人员的意见，确定生态保护红线监测系统建设的内容、技术要求和方法。组织多学科、多部门的研讨会，对标准草案进行咨询论证，在充分吸收专家意见的基础上，不断完善标准的文本。

5.1.3 对比分析

对国内外有代表性的成果进行整理，对比分析其建设过程、技术要求和方法，在此基础上，提出适应我国生态文明建设的生态保护红线监测标准。

5.1.4 实地调研

实地调研我国已开展的自然保护区、风景名胜区、森林公园、重要湿地、饮用水水源地等自然保护地监测工作，充分吸取现有工作的经验和教训，使制定的标准满足我国生态保护红线监测要求。

5.2 技术依据

GB/T 12343

国家基本比例尺地图编绘规范

GB/T 13923-2006

基础地理信息要素分类与代码

GB/T 15968-2008	遥感影像平面图制作规范
GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB/T 2260	中华人民共和国行政区划代码
GB/T 24356-2009	测绘成果质量检查与验收
GB/T 36197-2008	土壤质量 土壤采样技术指南
GB/T 24255-2009	沙化土地监测技术规程
CH/Z 3003-2010	低空数字航空摄影测量内业规范
DD 2011-06	矿产资源开发遥感监测技术要求
LYT 1213-1999	森林土壤含水量的测定
SL190-2007	土壤侵蚀分类分级标准
SL 592-2012	水土保持遥感监测技术规范
SL 750-2017	水旱灾害遥感监测评估技术规范
TD/T 1010-2015	土地利用动态遥感监测规程
TD/T 1055-2019	第三次全国国土调查技术规程
关于划定并严守生态保护红线的若干意见	(厅字〔2017〕2号)
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)
关于推进生态环境监测体系与监测能力现代化的若干意见	(环办监测〔2020〕9号)
生态保护红线划定指南	(环办生态〔2017〕48号)
生态保护红线勘界定标技术规程	(环办生态〔2019〕49号)
自然保护区人类活动遥感监测及核查处理办法(试行)	(国环规生态〔2017〕3号)

5.3 技术路线

《规程》编制工作拟采用基础调查、实地调研、咨询衔接等方法开展，技术路线如下图所示：

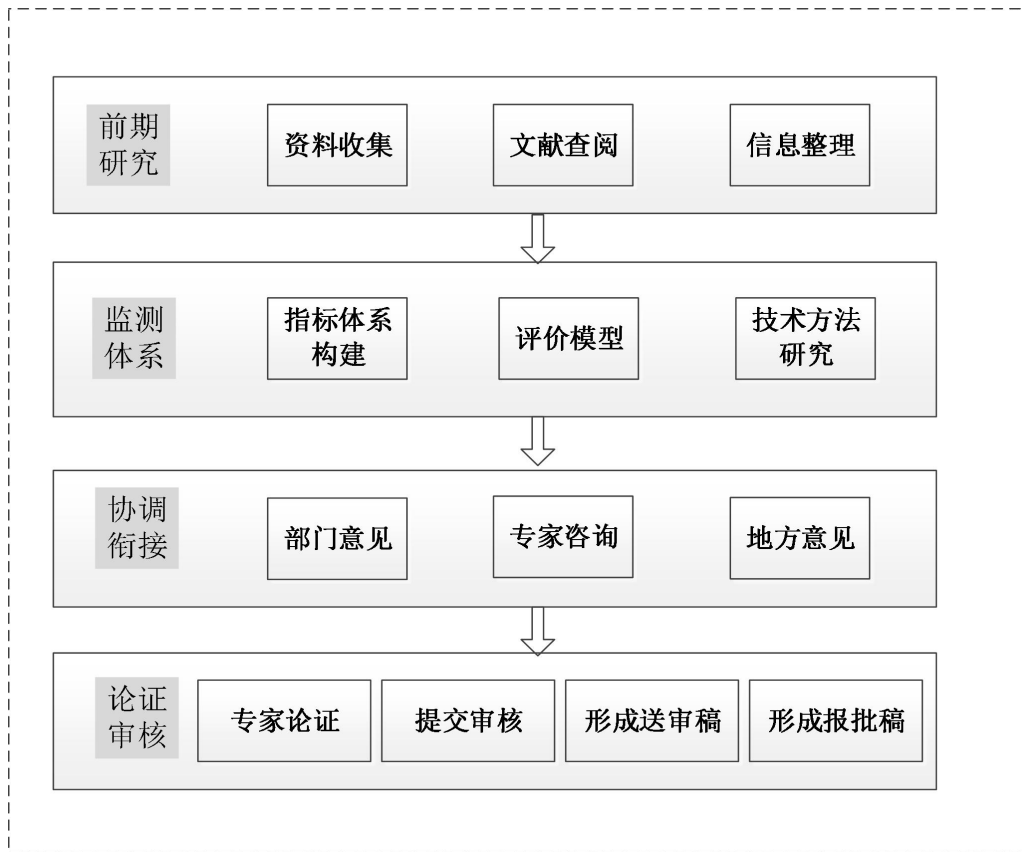


图 5-1 规程编制技术路线图

6 标准框架结构

本标准主要包括 11 个部分，具体如下：

1. 适用范围：本标准的主题内容与适用范围
2. 规范性引用文件：本标准中引用的标准、规范等
3. 术语与定义：本标准中关键词语的解释
4. 技术流程：本标准中监测的技术流程
5. 监测准备：本标准中的监测准备
6. 监测内容：本标准中的监测内容
7. 监测指标和频次：本标准中监测指标体系的构建原则、指标体系的构建及监测指标的监测频次
8. 监测方法：本标准中监测数据以及采取的方法
9. 监测成果：本标准中监测成果，包括监测数据、图件及报告
10. 质量控制要求：本标准中的质量控制要求，包括卫星遥感监测、航空遥感监

测及野外现场监测过程中的质量控制要求

11. 附录

7 条文说明

7.1 适用范围

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》《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》有关要求，指导和规范生态保护红线监测工作，保证监测成果的科学性和系统性，制定本标准。

本标准规定了生态保护红线的监测方式、技术流程、监测内容、监测指标及频次、监测方法和质量控制要求等。

本标准适用于综合运用卫星遥感、航空遥感和地面监测方式，对我国陆域生态保护红线的面积、性质和功能进行动态监测工作。

本标准适用于县级及以上行政区陆域生态保护红线动态变化监测。

7.2 规范性引用文件

本部分列出了在本标准中所引用的规章、标准、技术规范等规范性文件。

7.3 术语和定义

本部分为执行本标准制定的专门术语和对容易引起歧义的名词进行的定义。

7.3.1 生态保护红线 **ecological conservation redline**

本标准所指生态保护红线的定义，引自《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（以下简称《若干意见》）（厅字〔2017〕2号），生态保护红线指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线，通常包括具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防

风固沙、维护海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化等生态环境敏感脆弱区域。由此可见，本标准所指生态保护红线不能简单理解成字面上“线”的概念，而是“面”的概念，区域的概念。

7.3.2 生态功能 ecological function

本标准中的生态功能的定义，引自中国生物多样性保护国家委员会官网，是指生态系统在维持生命的物质循环和能量转换过程中为人类提供的惠益，包括水源涵养、水土保持、防风固沙、生物多样性等功能类型。生态系统功能是人类直接或者间接从生态系统中获得的惠益。国内绝大多数学者认为生态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效用。依据《若干意见》，生态保护红线通常包括“具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域。”因此，对生态保护红线生态功能的监测，主要从水源涵养、水土保持、防风固沙、生物多样性等功能类型角度确定监测指标。

7.3.3 生态敏感脆弱区 areas of sensitive and fragile ecological environment

本标准所指生态敏感脆弱区的定义，引自《生态保护红线划定指南》（以下简称《指南》）（环办生态[2017]48号），生态敏感脆弱区的定义是指生态系统稳定性差，容易受到外界活动影响而产生生态退化且难以自我修复的区域。

7.3.4 水源涵养 water conservation

本标准中的水源涵养的定义引自《指南》，水源涵养是指生态系统（如森林、草地等）通过其特有的结构与水相互作用，对降水进行截留、渗透、蓄积，并通过蒸散发实现对水流、水循环的调控，主要表现在缓和地表径流、补充地下水、减缓河流流量的季节波动、滞洪补枯、保证水质等方面。本标准水源涵养功能的评估方法参照《资源环境承载力监测预警技术方法》中给出的水源涵养功能指数计算方法，采用水量平衡方程计算水源涵养量，以水源涵养量作为生态系统水源涵养功能的评估指标。

7.3.5 水土保持 soil and water conservation

水土保持是指生态系统通过截留、吸收、下渗等作用以及植物根系的固持作用，减少土壤肥力损失以及减轻河流、湖泊、水库淤积的重要功能。本标准中所指的土壤保持的定义引自《指南》，土壤侵蚀是全球性环境问题之一，严重威胁国家与区域生态安全；土壤保持是生态系统通过其结构与过程减少由于降水所导致的土壤侵蚀的作用，是生态系统重要调节服务之一。综合国内外相关研究，生态系统保持土壤的生态学机制可以概括为：植被层截留、阻滞重新分配降水，降低降水的能量和侵蚀能力，减缓降水对土壤的冲刷；凋落物层吸收降水、减少地表径流，缓冲降水能量，保护土壤不受降水的直接侵蚀；土壤层动物活动增加土壤孔隙度，提高土壤的渗透性和蓄水能力，抑制地表径流形成，植被根系缠绕、固持土壤，提高土壤抗蚀性，从而减少土壤侵蚀。水土保持功能的评估方法采用《生态功能区划暂行规程》中推荐的修正通用水土流失方程（RUSLE）的水土保持服务模型。

参照《指南》内容：生态系统通过其结构和过程，改变侵蚀营力和土体抵抗力的相对大小，减少或避免土壤侵蚀发生，从而实现土壤资源的保护和土壤侵蚀的控制。因土壤保持无法直接量化，本标准以生态系统减少的土壤侵蚀量（即潜在土壤侵蚀与实际土壤侵蚀的差值）来表征生态系统土壤保持量。土壤保持=潜在侵蚀-实际侵蚀，潜在土壤侵蚀是气候、土壤、地形等自然因素决定的土壤侵蚀量，即假定没有植被保护情况下的土壤侵蚀状况；实际土壤侵蚀则为气候、土壤、地形、植被等因素共同决定的土壤侵蚀量，即现有植被覆盖状态下的土壤侵蚀状况。

7.3.6 防风固沙 sand fixation

本标准中的防风固沙定义是指生态系统通过固定表土、改善土壤结构、增加地表粗糙度、阻截等方式，减少土壤的裸露机会，提高起沙风速、降低大风功能，从而提高土壤的抗风蚀能力，削弱风的强度和携沙能力，减少土壤流失和风沙危害的重要功能。《指南》中指出防风固沙是生态系统（如森林、草地等）通过其结构与过程减少由于风蚀所导致的土壤侵蚀的作用，是生态系统提供的重要调节服务之一。防风固沙功能主要与风速、降雨、温度、土壤、地形和植被等因素密切相关。通常以防风固沙量（潜在风蚀量与实际风蚀量的差值）作为生态系统防风固沙功能的评估指标。《指

南》采用修正风蚀模型来计算防风固沙量，因此，本标准按照《指南》要求，选择修正风蚀模型计算防风固沙量。

7.3.7 生物多样性维护 biodiversity conservation

本标准中的生物多样性维护定义是指生态系统在维持基因、物种、生态系统多样性发挥的作用，与珍稀濒危和特有动植物的分布丰富程度密切相关。《指南》推荐采用物种分布模型进行生物多样性维护功能重要性评估。考虑到生物多样性维护功能与珍稀濒危和特有动植物的分布丰富程度密切相关，《指南》建议主要以国家一、二级保护物种和其他具有重要保护价值的物种（含旗舰物种）作为生物多样性保护功能的评估指标。《指南》中介绍了几种常用的物种分布模型，如归模型、分类树和混合大量简单模型的神经网络、随机森林等。其中逻辑斯蒂回归是最为简单、应用最广的模型。机器学习类复杂模型（如随机森林、神经网络、Maxent 等）的预测精度较高，近年来应用较多。

7.3.8 人类干扰活动 human disturbance activities

本标准中的人类干扰活动指生态保护红线内影响生态系统的各类人为活动，包括新增人类活动和规模扩大人类活动。新增人类活动反映在农业、养殖、居民区、工业、采矿、交通运输、旅游设施、水利水电设施、能源设施、其他人工设施等 10 大类用地类型面积的变化，以及生态保护红线允许的 8 类人类活动。规模扩大人类活动主要是指生态保护红线内不同类型人类活动新增面积，通常包括农业、养殖、居民区、工业、采矿、交通运输、旅游设施、水利水电设施、能源设施、其他人工设施等 10 大类用地类型面积的变化，以及生态保护红线允许的 8 类人类活动。

7.3.9 生态修复活动 ecological restoration activities

本标准中的生态修复活动指生态保护红线内开展的生态保护与修复活动，包括生产设施清退和生态修复建设活动，利用生产设施减少面积和生态修复面积开展监测。

7.3.10 自然生态用地 **natural ecological land**

本标准中的自然生态用地指生态保护红线内具有重要生态系统服务功能的各类用地，通常包括森林、草地、湿地、荒漠等自然生态系统，是生产性用地和建设性用地以外，以提供环境调节和生物保育等生态服务功能为主要用途，对维持区域生态平衡和持续发展具有重要作用的土地利用类型，按照《若干意见》的要求选取该指标。

7.4 监测技术流程

- a) 根据《若干意见》关于划定生态保护红线的技术要求和基本原则，结合各地生态保护红线划定技术工作开展的主要步骤，生态保护红线监测一般分为4个阶段，分别为监测准备、综合监测、质量控制和监测结果阶段，具体技术流程见图 7-1。
- b) 监测准备阶段指收集覆盖生态保护红线的高分辨率卫星遥感影像、近期航空影像，地形地貌、土壤、植被、气象等专题资料以及准备野外观测数据等。
- c) 综合监测阶段指综合利用卫星遥感、航空遥感和地面调查观测方式提取生态保护红线面积、人类干扰活动、生态修复活动、生态用地面积、植被生长态势以及不同类型红线的特征性指标等。
- d) 质量控制阶段指采用样本抽查、实地核查、地统计学等方法对综合监测数据开展精度验证，保证精度，生成质控数据。
- e) 监测结果包括监测数据、监测图表和监测报告。

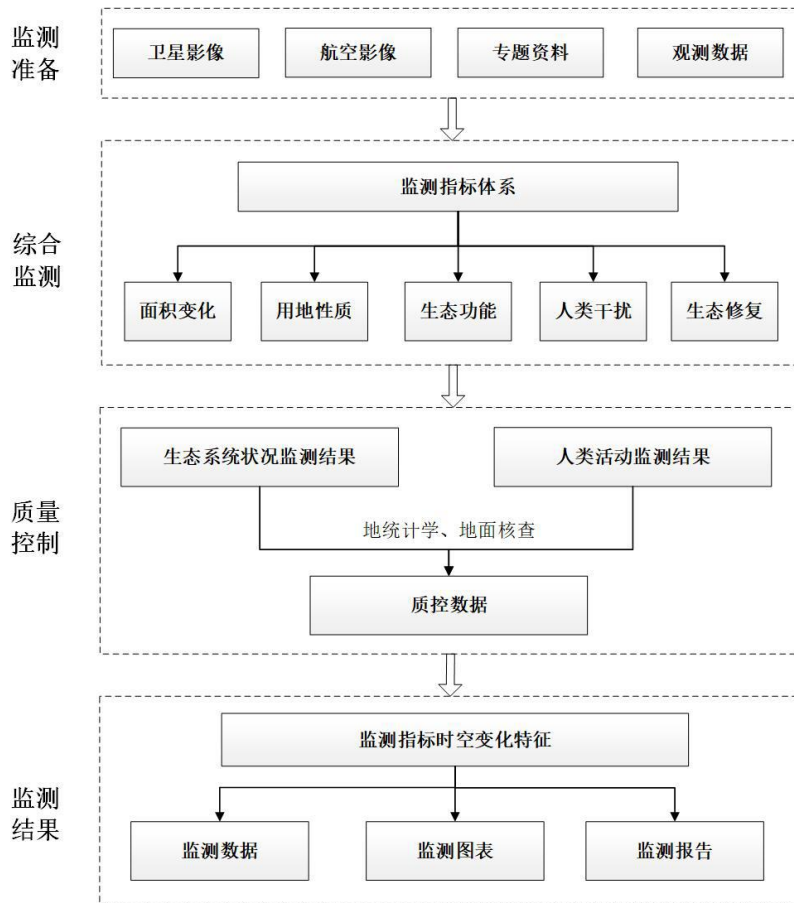


图 7-1 生态保护红线监测技术流程图

7.5 监测准备

7.5.1 监测底图制作

- a) 依据生态保护红线矢量数据、最新时相高清数字正射影像图和大比例尺基础地理信息数据，制作生态保护红线监测工作底图。工作底图的符号、设色、整饰等参照 TD/T 1055-2019。
- b) 坐标系统：采用“2000 国家大地坐标系统（CGCS2000）”。
- c) 高程基准：采用“1985 国家高程基准”，采用“米”为单位。
- d) 投影方式：按照 GB/T 17278-2009，标准分幅数据采用高斯-克里格投影，3 度分带，以“米”为坐标单位，坐标值至少保留 2 位小数；按照行政区域组织的数据可不分带，采用地理坐标，经纬度值采用“度”为单位，用双精度浮点数表示，至少保留 6 位小数。

- e) 比例尺：省级层面基本比例尺为 1:5 万，县级层面基本比例尺原则上不小于 1:1 万，基础数据不满足要求的可采用 1:5 万。

7.5.2 遥感影像选取与预处理

- a) 遥感影像选取：遥感影像的空间分辨率应不低于 30 m，有条件的区域可优先选取 10 m 及更高空间分辨率影像。影像的时相应满足监测需求，光学数据单景云雪量一般不应超过 10%（特殊情况不应超过 20%），且云雪不能覆盖重点调查区域；成像侧视角一般小于 15°，最大不应超过 25°，山区不超过 20°；调查区内不出现明显噪声和缺行，灰度范围呈正态分布，无灰度值突变现象，相邻景影像间的重叠范围不应少于整景的 2%。选用的遥感影像倾角较小，时相一致或接近，图像层次丰富、纹理清晰、色调均匀、反差适中，无噪声和条带缺失，易于区分植被覆盖、生态系统构成以及变化特征。
- b) 遥感影像预处理：遥感影像应经过辐射校正、几何校正以及必要的增强、融合以及镶嵌等预处理。对于地形起伏较大的山区还应进行正射校正。
- c) 遥感解译标志建立：根据区域自然地理、地形地貌特征、植被类型及土地利用结构、分布规律与耕作方式等情况，建立生态保护红线区典型地类解译标志。

7.5.3 航空影像选取及预处理

- a) 航空影像选取：对于航空影像数据的处理需求必要的文件包括原始影像数据、相机鉴定表、控制资料、航线结合表等。原始数据格式为 TIFF 格式；相机鉴定表包括相机像主点坐标、相机焦距、像元大小等；控制资料包括测区控制点点之记、控制点坐标文件（包括平面坐标与高程坐标）或 DOM、DEM 等；航线结合表包括航线索引图、飞行方向及飞行架次等。
- b) 航空影像预处理：格式转换，数据后处理需求，可对原始数据进行数据格式转换，但不应损失几何信息和辐射信息。数据相机畸变差改正，原始影响数据应进行畸变差改正，可采用专业软件改正相机畸变差，也可在空中三角测量时改正相机畸变差。图像增强，可对原始数据进行图像增强处理，但应保

证增强后的数字正射影像图面质量。在对原始影像、航摄信息以及资料准备和控制资料的基础上进行空三加密，制作 DOM 或 DEM。

7.5.4 地面监测与核查设备

- a) 地面监测：通过地面监测设备收集生态系统类型、地物光谱特征以及生态参数信息。
- b) 地面核查：现场核查卫星遥感、航空遥感发现疑似问题的区域，核实图斑实际变化情况，修正与实地不一致的图斑界线。
- c) 仪器设备：底图、GPS、便携式植被覆盖度测量仪、记录调查表、样方表、尺子等。

7.6 监测内容

按照“面积不减少、性质不改变、生态功能不降低”的管控要求，确定生态保护红线监测的主要内容，包括生态保护红线面积不减少、性质不改变、功能不降低、人类干扰活动和生态修复建设等。

7.6.1 面积不减少

面积不减少指生态保护红线的总面积不能减少，表征指标包括生态保护红线基期面积、调增面积、调减面积。

7.6.2 性质不改变

性质不改变指生态保护红线内用地性质不得由自然生态用地随意转变为生产生活用地，表征指标包括自然生态用地面积以及被占用面积等。

7.6.3 功能不降低

功能不降低指生态保护红线的生态服务功能以及提供生态产品的能力在监测期内保持不能下降。监测指标分年度监测和 5 年监测。其中，年度监测表征指标为植被

覆盖度；5年监测指标按类型确定监测内容，类型包括水源涵养、水土保持、防风固沙、生物多样性保护等生态功能重要区，水土流失、石漠化、土地沙化等生态敏感脆弱区，以及各类自然保护地等。

7.6.4 人类干扰活动

人类干扰活动指生态保护红线内新增加的人类活动以及原有规模扩大的人类活动。

7.6.5 生态修复建设

生态修复建设指生态保护红线内生产生活设施退出以及开展的生态修复建设工程等。

7.7 监测指标和频次

7.7.1 构建原则

- a) 科学性原则。《若干意见》中明确要求，要“科学划定，切实落地。落实环境保护法等相关法律法规，统筹考虑自然生态整体性和系统性，开展科学评估。”因此，《规程》根据《若干意见》要求，提出了科学性原则，构建生态保护红线监测指标体系即在对生态系统结构、生态过程、生态功能、人类干扰活动以及生态修复建设等等深入分析的基础上建立的，以监测生态服务功能、生态质量、生态格局、人类干扰活动及生态修复建设为核心，满足面积不减少、性质不改变、生态功能不降低的管控要求。
- b) 主导因素原则。生态环境受地质、地貌、水文、土壤、植被、气候以及人为活动等多种因素的影响，在众多因子中，各因子的相互作用过程及作用方式不同，在全面分析各因子的基础上，找出主导影响因子，兼顾其他因子，构建综合监测指标体系。
- c) 因地制宜原则。我国自然环境地域差异显著，人类干扰活动类型复杂，不同生态保护红线的生态环境问题、成因和表现形式不同，研究生态环境的基本特征和研究尺度，突出不同功能类型的差异化特征，因地制宜调整和建立指

标体系，选取能反映区域生态环境特征及变化状况的指标。

- d) 相对独立性原则。由于生态系统服务功能的复杂性，一项功能可能会对应多个指标内容，所以在指标的选取上要避开重叠的内容，选取相对独立的指标。同一级别的各指标之间尽可能避免包含关系，保持指标的独立性，从而提高评估体系框架的严谨性。

7.7.2 指标体系

按照“面积不减少、性质不改变、功能不降低”管控要求，遵循科学性、主导因素、因地制宜和相对独立性原则，构建生态保护红线监测指标体系（表 7-1），分为通用指标和特征性指标。

通用指标包括生态保护红线基期面积、生态保护红线调增面积、生态保护红线调减面积、自然生态用地面积、自然生态用地被占用面积、生长季植被覆盖度、新增人类活动面积、规模扩大人类活动面积、生产生活设施减少面积、生态修复建设面积。特征性指标按不同生态保护红线类型来确定，主要包括土壤含水量、中度及以上土壤侵蚀面积占比、风蚀量（厚度）、沙化土地面积占比、珍稀濒危和特有动植物的丰富度等。

表 7-1 生态保护红线监测指标体系

指标类别	监测内容	监测指标	监测频次
通用指标	面积不减少	生态保护红线基期面积	1 次/年
		生态保护红线调增面积	1 次/年
		生态保护红线调减面积	1 次/年
	性质不改变	自然生态用地面积	1 次/年
		自然生态用地被占用面积	1 次/年
	功能不降低	生长季植被覆盖度	1 次/年
	人类干扰活动	新增人类活动面积	日常
		规模扩大人类活动面积	日常
	生态修复建设	生产生活设施减少面积	日常
		生态修复建设面积	日常
特征性指标	水源涵养功能	土壤含水量	1 次/5 年
	水土保持功能/水土流失/石漠化	中度及以上土壤侵蚀面积占比	1 次/5 年
		风蚀量（厚度）	1 次/5 年
	防风固沙功能/土地沙化	沙化土地面积占比	1 次/5 年
		生物多样性维护功能	珍稀濒危和特有动植物的丰富度

- a) 生态保护红线基期面积是指生态保护红线划定后，由地方政府公布的生态保护红线范围、面积。
- b) 生态保护红线调增面积是指生态保护红线调整增加的面积。
- c) 生态保护红线调减面积是指生态保护红线调整减少的面积。
- d) 自然生态用地面积是指生态保护红线内森林、草地、水域湿地、荒漠等自然生态用地的面积。
- e) 自然生态用地被占用面积是指生态保护红线内，森林、草地、水域湿地、荒漠等自然生态系统被不同类型新增和规模扩大人类活动占用的面积。
- f) 生长季植被覆盖度是指森林、草地、湿地等有植被覆盖区域的生长季平均植被覆盖度。
- g) 新增人类活动面积是指生态保护红线内不同类型人类活动新增面积。通常包括共 10 大类用地类型：农业、养殖、居民区、工业、采矿、交通运输、旅游设施、水利水电设施、能源设施、其他人工设施；以及生态保护红线中允许的 8 类人类活动。
- h) 规模扩大人类活动面积是指生态保护红线内已有人类活动规模扩大面积。通常包括共 10 大类用地类型：农业、养殖、居民区、工业、采矿、交通运输、旅游设施、水利水电设施、能源设施、其他人工设施；以及生态保护红线中允许的 8 类人类活动。
- i) 生产生活设施减少面积是指生态保护红线内生产生活设施减少面积、消失面积。
- j) 生态修复建设面积是指生态保护红线内开展的生态修复建设工程的面积。
- k) 特征性指标包括土壤含水量、中度及以上土壤侵蚀面积占比、风蚀量(厚度)、沙化土地面积占比和珍稀濒危和特有动植物的丰富度。
- l) 土壤含水量一般是指土壤绝对含水量，即 100 g 烘干土中含有若干克水分，也称土壤含水率。
- m) 中度及中度以上土壤侵蚀面积占比也叫水土流失面积比例，指土壤侵蚀强度为中度及中度以上的面积占土地总面积的比例。土壤侵蚀类型标准执行 SL190。综合国内外相关研究，植被保持土壤机制可以概括为：植被层截留、

阻滞重新分配降水、降低降水的能量和侵蚀能力，减缓降水对土壤的冲刷；凋落物层吸收降水、减少地表径流、缓冲降水能量，保护土壤不受降水的直接侵蚀；土壤层动物活动增加土壤孔隙度，提高土壤的渗透性和蓄水能力，抑制地表径流形成，植被根系缠绕、固持土壤，提高土壤的抗蚀性，从而减少土壤侵蚀。中度及以上土壤侵蚀面积占比参照《国家重点生态功能区县域生态环境质量监测、评价与考核工作实施方案》指标体系设立，是对区域水土保持功能的直接评估。

- n) 风蚀量（厚度）是指在一定时间内被风吹走的地表物质量与堆积量之差，可通过地面高程变化来获取。
- o) 沙化土地面积占比是指无人机航空遥感或高分辨率卫星遥感监测到的生态保护红线内沙化土地面积占红线总面积的百分比，通过该指标的监测，反映生态保护红线区域防风固沙功能。
- p) 珍稀濒危和特有动植物的丰富度是指生态保护红线内珍稀濒危和特有动植物物种的数目。

7.7.3 监测频次

- a) 监测频次分日常监测、年度监测和 5 年监测，生态保护红线划定当年为监测基准年。
- b) 日常监测指标为新增人类活动面积、规模扩大人类活动面积，落实“第一时间发现、第一时间报告、第一时间处理”的监管要求，提高红线监管的实时性、有效性和针对性。
- c) 年度监测指标为生态保护红线基期面积、生态保护红线调增面积、生态保护红线调减面积、生产生活设施减少面积、生态修复建设面积、自然生态用地面积、自然生态用地被占用面积、生长季植被覆盖度等。
- d) 5 年监测指标主要为不同类型生态保护红线的特征性指标，主要包括土壤含水量、中度及以上土壤侵蚀面积占比、风蚀量（厚度）、沙化土地面积占比、珍稀濒危和特有动植物的丰富度等。有条件的地方可每年开展 1 次。

7.8 监测方法

采用卫星遥感、航空遥感、地面监测相结合，以卫星遥感监测为主的技术方法，即先利用高时空卫星遥感开展监测因子普查，然后利用无人机对典型地区进行抽查，再到野外现场开展关键生态因子监测和存疑斑块核查。

7.8.1 卫星遥感信息提取

利用中高分辨率卫星遥感正射影像，分别提取生态保护红线调增面积、生态保护红线调减面积、自然生态用地面积、自然生态用地被占用面积、植被覆盖度、新增人类活动面积、规模扩大人类活动面积、生产生活设施减少面积、生态修复建设面积、中度及以上土壤侵蚀面积占比、沙化土地面积占比等信息。详见附录 A、B。

7.8.2 航空抽查

航空遥感（无人机）用以实现高分辨率地物信息采集，对于卫星遥感发现疑似问题的区域以及卫星遥感影像不清晰的区域可用无人机进行抽查或者补测。

7.8.3 现场核查与野外监测

- a) 现场核查指对于卫星遥感、航空遥感（无人机）监测发现的疑似问题区域，开展现场核查。核查指标包括生态保护红线调增面积、生态保护红线调减面积、自然生态用地增加面积、自然生态用地被占用面积、生长季植被覆盖度、新增人类活动面积、规模扩大人类活动面积、生产生活设施减少面积、生态修复建设面积、中度及以上土壤侵蚀面积占比、沙化土地面积占比等。
- b) 野外监测中土壤含水量采用重量法，详见附录 B。风蚀量（厚度）根据当地条件、仪器设备等情况，风蚀量（厚度）采用插钎法、风蚀桥法、三维激光扫描法等，详见附录 B。珍稀濒危和特有动植物的丰富采用网格法，详见附录 B。

7.9 监测成果

7.9.1 监测数据

- a) 矢量数据：生态保护红线分布范围、生态保护红线调增区域、生态保护红线调减区域、自然生态用地分布区域、自然生态用地被占用区域、新增人类活动区域、规模扩大人类活动区域、生产生活设施减少区域、生态修复建设区域、中度及以上土壤侵蚀区域、沙化土地区域等。
- b) 栅格数据：卫星遥感影像、航空影像、植被覆盖度。
- c) 统计数据：生态保护红线基期面积、生态保护红线调增面积、生态保护红线调减面积、新增人类活动面积、自然生态用地面积、自然生态用地被占用面积、规模扩大人类活动面积、生产生活设施减少面积、生态修复建设面积等。详见附录 C~F。
- d) 实测数据：土壤含水量、风蚀量（厚度）、珍稀濒危和特有动植物的丰富度等。

7.9.2 监测图件

- a) 生态保护红线专题图件，主要包括生态保护红线分布、生态保护红线调增区域、生态保护红线调减区域等分布图。
- b) 人类干扰活动图件，主要包括新增人类活动、规模扩大人类活动、生产生活设施减少区域、生态修复建设区域等分布图。
- c) 生态修复建设图件，主要包括生产生活设施减少区域、生态修复建设区域等分布图。
- d) 自然生态用地图件，主要包括生态保护红线内森林、草地、水域湿地、荒漠等生态系统空间分布图以及不同类型转换图。
- e) 植物生长态势图件，主要包括生态保护红线内的生长季植被覆盖度空间分布以及变化图。
- f) 生态功能维持图件，主要包括中度及以上土壤侵蚀分布图、风蚀量（厚度）沙化土地等分布图。

7.9.3 监测报告

根据监测结果编写监测报告，具体的格式要求见附录 G。

7.10 质量控制

7.10.1 卫星遥感监测

数字正射影像图空间分辨率应优于相应比例尺万分之一米。按照 GB/T 15968-2008，数字正射影像的平面位置误差，平地、丘陵地不大于 ± 0.5 mm，山地、高山地不大于 ± 0.75 mm，明显地物点最大不应超过两倍中误差。遥感解译中图斑属性的判对率应大于 90%。采用总体精度、Kappa 系数进行监测指标总体精度的控制，采用用户精度、生产者精度对单个类别分类情况进行精度验证，辅之以地面核查，确保总体精度应达到 90%以上。

7.10.2 航空遥感监测

按 GB/24356 的相关要求进行精度验证和质量控制。

7.10.3 野外现场监测

现场监测工作环境较为复杂，涉及到很多方面内容，工作人员和设备都对监测采样数据有一定程度的影响，因此要采取相应的质量控制措施，环境监测质量控制主要包括实验室质量控制和现场采样质量控制两个方面，要根据相关标准，全过程保证现场监测和数据的质量。具体要求在指标获取方法中说明，见附录 A、B。

7.11 附录

7.11.1 附录 A

附录 A

(资料性附录)

通用指标信息提取方法

A.1 生态保护红线基期面积

数据获取：地方上报、国家审核。

指标应用：反映生态保护红线划定后，省级政府公布的生态保护红线面积。

监测频次：1 次/年。

A.2 生态保护红线调增面积

数据获取：地方上报、国家审核。

指标应用：反映生态保护红线是否符合“面积不减少”的管控要求。

监测频次：1 次/年。

A.3 生态保护红线调减面积

数据获取：地方上报、国家审核。

指标应用：反映生态保护红线是否符合“面积不减少”的管控要求，如指标值与划定时相比降低，在生态保护红线保护成效评估时可实行“一票否决”。

监测频次：1 次/年。

A.4 自然生态用地面积

数据来源：遥感监测，地面核查。

指标应用：监测生态保护红线内森林、草地、湿地、荒漠等自然生态系统的空间格局状况。

监测频次：1 次/年。

A.5 自然生态用地被占用面积

数据来源：遥感监测，地面核查。

指标应用：监测生态保护红线内森林、草地、湿地、荒漠等自然生态系统被人为破坏和占用情况。

监测频次：1 次/年。

A.6 生长季植被覆盖度

数据来源：高光谱、高时间、高空间分辨率分辨率卫星遥感影像。

植被覆盖度在对光谱信号进行分析的基础上，建立归一化植被指数与植被覆盖度的转换关系，直接提取植被覆盖度信息。计算公式为：

$$F=(NDVI-NDVI_s)/(NDVI_v-NDVI_s) \quad \text{公式 (A1)}$$

式中：

$NDVI_v$ ——纯植物像元的 NDVI 值；

$NDVI_s$ ——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

由于大部分植被覆盖类型是不同植被类型的混合体，所以不能采用固定的 $NDVI_v$ 和 $NDVI_s$ ，通常根据 NDVI 的频率统计表，计算 NDVI 的频率累计值，累计频率为 2% 的 NDVI 值为 $NDVI_s$ ，累计频率为 98% 的 NDVI 值为 $NDVI_v$ 。地面监测，先根据遥感监测结果找出植被覆盖度变化区域。再根据区域概况、面积大小等实际情况布设样带，每隔 200 m 设置一个样地，每个样地布设 3 个样方，测乔木、灌木、草本样方内的植被覆盖度。

指标应用：监测生态保护红线内森林、草地、湿地、荒漠等自然生态系统的地表覆盖状况

监测频次：1 次/年。

A.7 新增人类活动面积

数据来源：遥感监测：优于 2 m 分辨率的卫星、航空遥感影像；视频监控：照片库和样本库；地面核查：对发现问题区域进行野外调查监测。

指标应用：落实“第一时间发现、第一时间报告、第一时间处理”的监管要求，作为生态保护红线日常监管指标，通过卫星、航空遥感监测以及地面视频监控等手段，快速发现红线内新增加的疑似生态破坏和环境污染行为和问题线索，及时通报当地政府，开展实地核查，对涉及违法违规的，由生态环境综合执法队伍依法立案查处。

监测频次：日常。

A.8 规模扩大人类活动面积

数据来源：遥感监测：优于 2 m 分辨率的卫星、航空遥感影像；视频监控：照片库和样本库；地面核查：对发现问题区域进行野外调查监测。

指标应用：落实“第一时间发现、第一时间报告、第一时间处理”的监管要求，作为生态保护红线日常监管指标，通过卫星、航空遥感监测以及地面视频监控等手段，

快速发现红线内原有人类活动规模扩大的情况，及时通报当地政府，开展实地核查，对涉及违法违规的，由生态环境综合执法队伍依法立案查处。

监测频次：日常。

A.9 生产生活设施减少面积

数据来源：地方上报，结合照片库及样本库；遥感核实，优于 2 m 分辨率的卫星、航空遥感影像，核实地面生产生活设施减少面积。

指标应用：监测生态保护红线内原有生产生活设施退出、减少面积，反映生态保护红线生态修复工作成效。

监测频次：1 次/年。

A.10 生态修复建设面积

数据来源：地方上报，结合照片库及样本库；遥感核实：优于 2 m 分辨率的卫星、航空遥感影像，核实地面已开展和正在开展的生态保护与修复工程的面积。

指标应用：监测生态保护红线内生态修复与建设工程的实施面积，反映生态保护红线修复工作成效。

监测频次：1 次/年。

7.11.2 附录 B

附录 B

(资料性附录)

特征性指标信息提取方法

B.1 土壤含水量

数据来源：实地监测。

监测方法：采用重量法，参照 GB/T 36197-2008 《土壤质量 土壤采样技术指南》和 LYT 1213-1999 《森林土壤含水量的测定》。

仪器设备：环刀、密封袋、铲子、GPS、尺子等。

监测频次：1 次/5 年。

B.2 中度及以上土壤侵蚀面积占比

数据来源：遥感影像。

监测方法：模型运算。

采用土壤侵蚀模型，计算中度及以上土壤侵蚀面积占土地总面积的比例，公式为：

$$R_s = \frac{\sum_{i=3}^6 A_i}{A} \times 100\% \quad \text{公式 (B1)}$$

式 (B1) 中：

R_s ——单位水土流失面积比例，%；

A_i —— i 级强度土壤侵蚀面积， km^2 ；

A ——单元土地总面积， km^2 ；

I ——根据目前土壤侵蚀强度划分等级，分为微度、轻度、中度、强度、极强度、剧烈 6 级，分别赋 1~6 的值。

监测频次：1 次/5 年。

B.3 风蚀量（厚度）

数据来源：地面监测。

监测方法：常用的方法有插钎法、风蚀桥法、三维激光扫描法。

仪器设备：钢钎、风蚀桥、三维激光扫描仪以及各类地形测量仪器、GPS、钢尺等。

监测频次：1次/5年。

B.4 沙化土地面积占比

数据来源：遥感影像。

监测方法：遥感解译，根据沙化土地分类标准，建立解译标志，利用遥感影像提取沙化土地的分布范围和面积。

监测频次：1次/5年。

B.5 珍稀濒危和特有动植物的丰富度

数据来源：物种数量可通过林草、生态环境部门获取。

监测方法：采用网格法，即统计研究区域物种数目，在等面积网格中统计每个网格内出现的物种数，作为各网格的物种丰富度值。

监测频次：1次/5年。

7.11.7 附录 G

附录 G (规范性附录) 生态保护红线监测报告编写格式

XX省(区、市)XX县生态保护红线监测报告

生态保护红线监测报告由封面、目录、正文、附录组成。

1. 封面

包括标题、编写单位及编写时间。

2. 目录

一般列出二到三级目录。

3. 正文

- (1)前言
- (2)工作组织
- (3)生态保护红线概况
- (4)技术流程
- (5)监测内容
- (6)监测指标
- (7)监测方法
- (8)监测成果
- (9)质控要求

4. 附件

8 标准与国内外相关技术标准的比较

- a) 从监测手段上，采取高时空卫星遥感、无人机和地面观测和核查相结合的方法，目标是构建“天空地一体化”的生态保护红线监测体系，提高监测数据的准确性和客观性。
- b) 从监测内容上看，综合考虑生态系统以及人类活动两个方面，人类活动既考虑了人为破坏和违法建设活动，也考虑了有利于生态保护的生态修复建设活动。
- c) 从监测指标看，监测指标体系建立紧密围绕生态保护红线“面积不减少、性质不改变、功能不降低的”管控要求，更多地考虑指标选择的定量化、科学性和可操作性，支撑生态保护红线监管要求。
- d) 从监测频次看，根据监管需求和生态系统演变特征，将指标监测频次分为日常监测、年度监测和5年监测等3种类型。

9 标准实施建议

本标准通过构建生态保护红线监测指标体系，明确监测方法，进而实现对生态保护红线的“天空地一体化”综合监测，提供直接、客观、准确的监测结果，可为规范生态保护红线监测工作和实施长效监管提供数据基础和科学依据，建议尽快征求意见并发布实施。

为保证本标准的有效实施，建议生态环境部门加强生态保护红线监测技术的培训，为地方生态保护红线监测提供技术支撑；加大标准的宣传力度，扩大标准的影响力，促进标准在科研以及其他领域的应用。

参考文献

- 1) Douvere F, Ehler C. Making ecosystem-based management a reality: marine protected area management in the context of marine spatial management. Presentation at the Nordic workshop on marine spatial planning. Copenhagen, Denmark. 2007:6-8.
- 2) Santi E, Maccherini S, Rocchini D, et al. Simple to sample: vascular plants as

- surrogate group in a nature reserve. *Journal for Nature Conservation*, 2010, 18(1):2-11.
- 3) Halpern B S, Lester S E, Mcleod K L. Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. *Proceedings of the national Academy of Science of the United States of America*, 2010, 107(43):18312-18317.
 - 4) Mora C, Sale P F. Ongoing global biodiversity loss and the need to move beyond protected areas: a review of the technical and practical shortcomings of protected areas: a review of the technical and practical shortcomings of protected areas on land and sea. *Mar Ecol-Prog Ser. Marine Ecology Progress*, 2011,434:251-261.
 - 5) Dearden P, Bennett M, Johnston J. Trends in global protected area governance, 1992-2002. *Environmental Management*, 2005, 36(1):89-100.
 - 6) Leverington F, Costa K L, Pavese H, et al. A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 2010,46(5):685-698.
 - 7) Joppa L N, Loarie S R, Pimm S L. On the protection of “protected areas”. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*,2008, 105(18):6673-6678.
 - 8) Brooks T M, Bakarr M I, Boucher T, et al. Coverage Provided by the Global Protected-Area System: Is It Enough? *Bioscience*, 2004,54(12):1081-1091.
 - 9) Bakarr M I. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature*, 2004, 428(6983) : 640-643.
 - 10) 吴承照, 周思瑜, 陶聪. 国家公园生态系统管理及其体制适应性研究——以美国黄石国家公园为例. *中国园林*, 2014, 8: 21-25.
 - 11) Sweatman H. Long-term monitoring of the Great Barrier Reef. Status Report Number 2. LTM No.2.: Australian Institute of Marine Science, Australia, 1997.
 - 12) Alexander M. and Rowell T A. Recent developments in management planning and monitoring on protected sites in the United Kingdom. *Parks*, 1999, 9(2): 50-55.
 - 13) Davey A G. National System Planning for Protected Areas. Best Practice Protected Area Guidelines Series No.1: IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998.
 - 14) Hockings M, Stolton S, and Dudley N. Evaluating Effectiveness: A Summary for Park Managers and Policy Makers: WWF and IUCN, Switzerland., 2002.
 - 15) McNeely J, Harrison J and Dingwall P. Protecting Nature - Regional Reviews of

- Protected Areas: IUCN, Gland, Switzerland, 1994.
- 16) Ervin J. Rapid Assessment of Protected Area Management Effectiveness in Four Countries. *BioScience*, 2003, 53(9): 833-841.
 - 17) Hockings M., et al. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing Management Effectiveness of Protected Areas, 2nd edn.: IUCN and Cambridge, Switzerland and UK., 2006.
 - 18) Chatterjee A and Pittock J. Tracking Tool for Management Effectiveness in Protected Wetlands.: WWF, 2005.
 - 19) Baldocchi D, Falge E, Gu L., et al. FLUXNET: a new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2001, 82:2415-2434.
 - 20) 刘海江, 孙聪, 齐杨, 何立环, 彭福利, 于洋. 国内外生态环境观测研究台站网络发展概况. *中国环境监测*, 2014, 30 (5) : 125-131.
 - 21) 徐海根, 丁晖, 吴军, 等. 2020 年全球生物多样性目标解读及其评估指标探讨. *生态与农村环境学报*, 2012, 28(1) : 1-9.
 - 22) 马克平. 监测是评估生物多样性保护进展的有效途径. *生物多样性*, 2011, 19(2) : 125-126.
 - 23) 赵士洞, 张永民. 生态系统评估的概念、内涵及挑战—介绍《生态系统与人类福利:评估框架》. *地球科学进展*, 2004, 19(4):650-657.
 - 24) 陈平, 李翌, 程洁. 日本国家尺度生物多样性监测概况及其启示. *中国环境监测*, 2013, 29(6) : 184-191.
 - 25) 日本生态学会. 日本长期生态研究网络 [EB/OL] . [2014-3-30] [http: / /www.jalter.org](http://www.jalter.org).
 - 26) 英国兰卡斯特环境中心. 英国环境变化监测网络 [EB/OL] . [2014-3-30] [http: / /www.ecn.ac.uk/](http://www.ecn.ac.uk/).
 - 27) 《土地利用动态遥感监测规程》(TD/T1010-1999) .
 - 28) 《〈国家森林资源连续清查技术规定〉补充技术规定》 .
 - 29) 《国家森林资源连续清查森林生物量模型建立暂行办法(试行)》 .
 - 30) 《国家森林资源连续清查定点监测原则方案(试行)》 .
 - 31) 《沙化土地监测技术规程(GB/T 24255-2009)》 .

- 32) 国家林业局. 中国森林生态系统定位研究网络. [EB/OL]. [2014-3-30]
<http://www.Cfern.org/>.
- 33) 傅伯杰. 我国生态系统研究的发展趋势与优先领域. 地理研究, 2010, 29(3):
383-396.