

附件3

《生态空间生态破坏遥感监测调查与 样本库构建技术规范（试行）（征求意见稿）》

编制说明

《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建技术规范
（试行）》编制组

2024年12月

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	2
2	标准制（修）订的必要性分析	3
2.1	项目相关行业概况.....	3
2.2	相关生态环境标准和环境管理工作的需要（环境形势的变化对生态环境标准提出新的要求）.....	4
2.3	现行生态环境标准存在的主要问题.....	5
3	国内外相关标准情况的研究	6
3.1	主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究.....	6
3.2	国内标准情况的研究.....	6
3.3	本标准与国内外同类标准或技术法规的对比.....	8
4	标准制（修）订的基本原则和技术路线	9
4.1	标准制（修）订的基本原则.....	9
4.2	标准制（修）订的技术路线.....	9
5	标准主要技术内容	10
5.1	标准适用范围.....	10
5.2	标准结构框架.....	10
5.3	术语和定义.....	10
5.4	标准主要技术内容确定的依据.....	12
6	标准实施建议	31
7	参考文献	32

《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建技术规范（试行）》（征求意见稿）编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2018年6月，国务院颁布的《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》要求“持续开展‘绿盾’自然保护区监督检查专项行动，严肃查处各类违法违规行为，限期进行整治修复”。2019年6月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，明确提出要“建设各类各级自然保护地天空地一体化监测网络体系，对自然保护地内基础设施建设、矿产资源开发等人类活动实施全面监控”。2020年12月，生态环境部印发《生态保护红线生态破坏问题监管试点工作方案》（环办生态函〔2020〕703号），要求充分发挥国家生态保护红线监管平台的作用，指导部分省份开展生态保护红线生态破坏问题监管工作。2021年3月，《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》提出“完善自然保护地、生态保护红线监管制度，开展生态系统保护成效监测评估”。2021年11月，《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出，“加强生态保护红线生态状况监测评估，加强自然保护地和生态保护红线监管，依法加大生态破坏问题监督和查处力度”。

2022年3月，生态环境部印发《“十四五”生态保护监管规划》（环生态〔2022〕15号），要求“进一步统筹考虑区域生态系统完整性、重要生态功能区、生态破坏问题可能发生的区域、全国重要生态系统保护和修复重大工程总体布局，形成80个生态保护监管重点区域”。2023年8月，生态环境部印发《全国生态质量监督监测工作方案》，提出“建立高精度、全方位、短周期的卫星遥感监测网络，及时、主动发现生态破坏问题，对生态系统开展常态化、全覆盖监测”。2024年全国自然生态保护工作会议要求“加强秦岭、荒漠化地区人为活动遥感监测，研究建立生态保护红线外重要生态空间生态破坏问题查处机制”。2024年3月，生态环境部发布《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》，指出“以自然保护地、生态保护红线、国家重点生态功能区、滨海湿地岸线及国家重大战略区域为重点，开展全覆盖、高频次遥感监测和地面校验，提升主动发现生态破坏问题的监测能力”。

随着国家对地观测等项目顺利实施，卫星遥感数据量呈井喷式增长，但遥感影像信息自动化、智能化提取技术相对落后，无法满足区域或更大范围的遥感信息快速提取需求。目前利用深度学习技术能够显著提高遥感解译效率，但受限于深度学习样本数量、类型、时相、精度等因素，多源遥感影像自动解译能力不足。

2023年10月19日，生态环境部办公厅印发《关于开展2023年度国家生态环境标准项目实施工作的通知》（环办法规函〔2023〕340号），将《重要生态空间人类活动变化检测样本库构建技术规范(试行)》（编号：2023-12）纳入新立项项目。

《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建技术规范（试行）》标准编制组由5家单位组成，分别为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、中国

科学院空天信息创新研究院、四川省生态环境科学研究院、长沙环境保护职业技术学院。生态环境部卫星环境应用中心作为承担单位，全面负责并完成标准制定任务，包括编制标准草案和开题论证报告、征求意见稿及编制说明、送审稿及编制说明、报批稿及编制说明，协助组织召开开题论证会、征求意见稿技术审查会、送审稿技术审查会和各阶段专家研讨会。生态环境部南京环境科学研究所负责标准中实地调查与信息采集工作相关内容研究等。中国科学院空天信息创新研究院负责基于深度学习变化检测算法研究与模型训练等。四川省生态环境科学研究院负责生态空间人为活动样本数据库构建相关工作。长沙环境保护职业技术学院负责生态空间人为活动样本生产相关工作。

1.2 工作过程

(1) 2022年6月，为进一步提高生态空间人类活动变化检测的自动化、智能化水平，梳理和规范典型人类活动分类体系和变化检测样本制作流程，推动重要生态空间人类活动变化检测精准、高效、快速识别相关工作，标准编制组在北京组织召开了《重要生态空间人类活动变化检测样本库构建技术规范（试行）》专家咨询会，会议邀请了北京师范大学、中国国土勘测规划院、中国资源卫星应用中心、海南省生态环境科学研究院、中国农业大学、江苏省环境监测中心、中科北纬（北京）科技有限公司等单位的7位专家，专家一致认为该标准规定了重要生态空间人类活动变化检测样本制作的主要内容、技术方法、作业流程及质量要求等，内容完整、格式规范、技术路线合理可行，符合标准制订的相关要求。编制组整理汇总专家意见，并逐一对照修改完善。

(2) 2023年10-11月，通过广泛的文献和资料查询，对国内外生态环境遥感监测相关技术方法及其应用的现状调研，分析对比已开展的各类遥感监测工作及技术规范的目的、适用范围、调查内容、技术方法、组织方式、成果应用等，结合我国国情，认真分析重要生态空间人类活动监管要求，明确重要生态空间人类活动监管对基础数据的需求，把握调查的指标、方法和主要手段。

(3) 2023年12月，广泛征求生态环境监测、生态环境管理、生态破坏监管等领域的专家学者，以及环保、国土、农业、林业、统计等部门管理人员的意见和建议，调研中科院空天院、吉威数源、中科北纬(北京)、元图科技等单位人类活动遥感监测能力、解译样本库建设等情况，确定调查的内容、技术要求和方法，使调查内容和方法具有科学性和系统性，能够真实完整反映重要生态空间人类活动情况。

(4) 2024年1月，从服务重要生态空间监管、生态环境保护管理工作角度出发，充分借鉴参照土地利用调查、地理国情调查等分类体系标准原则，继承发展自然保护地、生态保护红线相关规范中人类活动类型，设计涵盖主要人类活动类型的分类体系，梳理了人类活动变化检测样本制作流程，开展了样本制作实验。

(5) 2024年3月，标准所组织召开《重要生态空间人类活动变化检测样本库构建技术规范（试行）》开题论证会，专家组认为标准编制单位提供的材料齐全、内容完整，符合开题论证审查的要求，一致同意通过开题论证。会后，编制组按照开题论证会专家意见对标准相关内容进一步修改完善。

(6) 2024年6月，为适应当前生态空间人为活动监管需求，生态司针对该标准的内容

和定位组织相关单位开展交流讨论,明确该标准要规范生态空间生态破坏图斑遥感监测调查以及样本库构建的有关内容。按照生态司最新要求,编制组增加了生态破坏图斑遥感监测调查相关内容,形成了《重要生态空间人类活动变化检测样本库构建技术规范(试行)》(征求意见稿)。

(7) 2024年7月,标准所组织召开《重要生态空间人类活动变化检测样本库构建技术规范(试行)》(征求意见稿)技术审查会,专家组认为标准主要内容、技术流程、方法及技术要求科学合理,一致同意通过技术审查。会后,按照技术审查会专家意见,编制组对标准相关内容进一步修改完善,将标准名称修改为《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建技术规范(试行)》。

2 标准制(修)订的必要性分析

2.1 项目相关行业概况

随着遥感技术和计算机技术的快速发展,人为活动遥感监测广泛应用于自然生态保护监管。按照中办、国办《若干意见》要求,生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理,严禁不符合主体功能定位的各类开发活动,严禁任意改变用途,实时监控人类干扰活动,及时发现破坏生态保护红线的行为。为规范生态保护红线遥感识别的主要内容、技术流程、方法和技术要求等,生态环境部发布了《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别(试行)》(HJ 1337-2023)。自然保护地是我国对重要的自然生态系统、自然遗迹、自然景观及其所承载的自然资源、生态功能和文化价值实施长期保护的陆域和海域,为规范自然保护地人类活动遥感监测的主要内容、技术流程、方法和技术要求等,生态环境部发布了《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》(HJ 1156-2021)。目前,生态保护红线和自然保护地以外的一般生态空间人为活动遥感监测调查领域尚无相关标准规范,无法满足生态空间人为活动监管工作的迫切需求。

在遥感领域,近年也利用深度学习技术^{[1][2]}支持场景理解^[3]、地物目标检测^[4]、地物变化检测^{[5][6][7]}与土地覆盖分类^{[8][9]}等任务。通过构建大量样本数据^[10]训练深度学习网络,显著提高了遥感影像特征提取成效^[11]。但整体上,智能遥感解译系统的实用化、商业化程度仍未达到人脸、指纹识别等普通图像解译的水平。遥感影像解译涉及场景识别、目标检测、地物分类^[12]、变化检测^{[13][14][15]}、三维重建等不同层次的任务,区域/全球大范围地物信息的提取^[16]需要依赖多源(多类型传感器^[17]、多时相^[18]、多尺度^[19])遥感数据^[20],但目前已经建立的样本库尚难以支持多源异构遥感影像的处理^[21],主要问题表现在5个方面:①各类样本库采用不同的分类体系,导致所训练出来的深度学习模型难以共享样本集,处理样本库覆盖范围外的数据时出现分类偏差;②预设的样本种类难以完全覆盖区域/全球地表环境的多样性,遇到新类别(开集问题)时,模型的解译体系不能灵活扩展,导致出现误判;③样本的空间分布对不同区域地理环境特点体现不足,导致模型对局部地区特征过度拟合,进而降低深度学习模型大范围应用时的泛化能力;④现有样本库大多模仿 ImageNet 模式构造,对遥感影像的多尺度、多传感器、多时相特性体现不足,且大多不具备地理位置属性和时间属性,削弱了模型的稳健性;⑤现有样本大多是分别面向场景、目标、像素构建的,未见集成场景-

目标-像素的综合样本集。

近年来，遥感 AI 的快速发展在影像智能解译^[22]中取得了一定应用成效，但在实际业务应用中还处于探索尝试阶段，难以直接解决业务问题，尤其是复杂的业务问题。自然资源、生态环境、应急管理、水利、农业及特种领域等遥感监测业务场景、业务逻辑均较为复杂，仍然需要依赖大量的人工作业才能满足监测需求。自然资源领域，针对耕、园、林、草、湿地、建筑物、道路等基础要素和光伏用地、围填海等专题要素提取及全要素变化^[23]、变更调查、耕地非农化和非粮化等监测进行了探索；生态环境领域，对自然保护区、国家公园、生态保护红线等区域生态破坏（新增建筑物、新增推填土、新增线性地物等）及生态修复的智能识别进行了探索；应急管理领域，对房屋建筑、道路、桥梁、农业要素等承灾体，积雪、冰凌、洪涝、火点等致灾因子，尾矿库、化工厂、储油罐和水利设施等隐患目标和承灾体损毁、灾害范围识别等监测进行了探索；水利领域，对河湖四乱“乱堆、乱建、乱占、乱采”等的智能提取进行了探索；农业领域，对作物识别、产量预测、病虫害等识别能力进行了研究；特种领域，对机场、港口、阵地、打击评估等智能监测能力进行了探索^[24]。

2.2 相关生态环境标准和环境管理工作的需要（环境形势的变化对生态环境标准提出新的要求）

（1）落实国家相关法律法规和文件的要求

2010 年，国务院印发了《全国主体功能区规划》，明确规定国家级自然保护区、国家级风景名胜区、国家森林公园、国家地质公园等自然保护地为国家禁止开发区域，要求严格控制人为因素的干扰，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”。

2017 年 2 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，要求对生态保护红线实行严格管理，原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动。

2019 年 6 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，明确提出要对自然保护地内基础设施建设、矿产资源开发等人类活动实施全面监控。

2020 年 3 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于构建现代环境治理体系的指导意见》，指出需强化监测能力建设，不断完善生态环境监测技术体系，全面提高监测自动化、标准化、信息化水平。

2022 年 1 月，生态环境部印发《“十四五”生态环境监测规划》，明确提出加强生态干扰高风险的重要生态空间、重要热点敏感地区人类活动遥感监测评估。

2023 年 8 月，生态环境部、中国科学院联合印发《全国生态质量监督监测工作方案（2023-2025 年）》，明确要求针对自然保护地、生态保护红线等重点区域定期开展资源开发、能源开发、工矿企业、交通道路建设、旅游开发等重点开发建设活动导致的生态变化。

通过制定本标准，能提高人为活动自动化、智能化提取水平，及时、主动、快速发现生态空间范围内各类开发建设活动，为生态空间监管和执法提供直接线索，也是落实上述国家相关法律法规和文件的必然要求。

（2）提升人为活动监管能力的重要手段

我国生态空间数量多、面积大、分布广、地理环境复杂，传统的地面调查手段无法满足生态环境监管需要。卫星遥感具有宏观性、及时性、客观性的特点，是开展生态空间人为活动监管的最佳手段。而随着国家对地观测等项目顺利实施，卫星遥感数据量呈井喷式增长，但遥感影像信息自动化、智能化提取技术相对落后，无法满足区域或更大范围的遥感信息快速提取需求。当前，我国正在着力构建国内国际双循环相互促进的新发展格局，无论是国内社会经济发展建设、资源环境动态监测评估，还是支持全球可持续发展、构建人类命运共同体，均需区域/全球大范围地理空间信息的支持，进而对多源遥感信息快速解译能力提出了更为迫切的要求，目前利用深度学习技术能够显著提高遥感解译效率，但由于受限于深度学习样本数量、类型、时相、精度等因素，多源遥感影像自动解译能力不足。为更好地提高主动发现能力，提升人为活动自动化监测水平，同时为指导开展生态空间人为活动遥感监测工作，迫切需要从国家层面出台配套的技术标准。

（3）提升生态系统多样性、稳定性、持续性

当前，我国经济社会虽已进入加快绿色化、低碳化的高质量发展阶段，但是整体上生态文明和美丽中国建设仍然面临基础不牢、压力叠加的问题，部分地区因盲目开发、过度开发、无序开发已经接近或超过资源环境承载能力的极限，生态系统失衡、生态功能退化等问题依然严重，各种生态破坏事件多发、频发，威胁国家生态安全，美丽中国建设任务依然艰巨。历次中央生态环境保护督察发现各地存在多处生态破坏问题，绝大部分分布在生态保护红线和自然保护地以外的一般生态空间，对局部区域生态系统功能造成严重影响。因此，亟需制定和发布相关标准，指导和规范生态空间生态破坏图斑遥感监测调查工作。

（4）完善国家相关标准技术体系的现实需求

目前，生态环境标准中暂无针对生态空间生态破坏图斑遥感监测调查与样本库构建的标准，因此，制定本标准是国家环境保护标准体系建设的客观要求。

2.3 现行生态环境标准存在的主要问题

《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》（HJ 1156-2021）^[25]规定了自然保护地人类活动遥感监测的主要内容、技术流程、方法及技术要求等。

《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感监测（试行）》（HJ 1337-2023）^[26]规定了生态保护红线范围内疑似生态破坏问题图斑的遥感识别内容、识别手段、技术流程、识别结果和质量控制要求等。

《生态保护红线监管技术规范台账数据库建设（试行）》（HJ 1144-2020）^[27]指导和规范生态保护红线监管台账数据库建设工作，规定了生态保护红线监管台账内容、数据库建设、互联互通等要求。

目前，生态环境标准中暂无针对生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建的标准，因此，制定本标准是国家环境保护标准体系建设的客观要求。

3 国内外相关标准情况的研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准情况的研究

目前已发布的国际标准中没有专门针对生态空间遥感监测调查与样本库构建的相关标准,欧美发达国家开展了大量生态环境调查工作并发布了相关技术方法和标准,部分标准的内容与本标准相关。国际标准组织(ISO)发布了《环境管理-定量标准》(Environmental management. Quantitative environmental data, ISO/TS 14033: 2012),标准涵盖了环境定量信息调查收集的原则、流程、使用途径等内容,该标准涉及的环境定量信息指标体系侧重于人为生产、生活活动对生态系统状况的影响,并为企业、政府等环境管理决策提供支持,对自然生态系统基础状况调查内容较为欠缺。欧洲环境署建立了EEA指标体系,用于确定生态环境管理的具体目标、生态环境监测、评估管理成效以及提升公众及决策者的生态环境保护意识。美国国家公园管理局(National Park Service)为更好地掌握国家公园内生态环境状况,对某一时间点特定自然资源或要素的分布及现状进行调查,建立国家公园管理所需的基础生态环境状况信息库。英国联合自然保护委员会发布了一系列《通用标准监测指南》,按照不同生态系统类型和保护目标,对调查目的、必要条件、内容和指标、监测方法和现状评价等方面进行了规定。

3.2 国内标准情况的研究

我国的《地理国情监测内容与指标》(CH/T 9029—2019)、全球测图地表覆盖产品分类(30 m、10 m)等均参考了LCCS分类。我国以等同采标的方式将ISO 19144—1翻译为国家标准《地理信息分类系统》(GB/T 30322)。有些数据集的分类还参考了《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)、《地理信息兴趣点分类与编码》(GB/T 35648—2017)等国家标准。

目前,利用遥感进行自动识别在各行业得到了普遍应用,并建立了相关标准和规章。国家发布了系列遥感自动识别某类生态环境问题的标准,如《森林植被状况监测技术规范》(GB/T 30363)^[28]、《风沙源区草原沙化遥感监测技术导则》(GB/T 28419-2012)^[29]、《岩溶地区草地石漠化遥感监测技术规程》(GB/T 29391-2012)^[30]。自然资源部门在利用遥感监测土地利用变化方面制定了系列行业标准和规章,如《土地利用动态遥感监测规程》(TD/T 1010-2015)^[31]、《国土变更调查技术规程》(自然资办发(2020)61号)^[32]、《第三次国土调查技术规程》(TD/T 1055-2019)^[33]。林业部门利用遥感监测林地种类、面积和资源变化的监测标准,如《林地变更调查技术规程》(LY/T 2893-2017)^[34]、《区域人工林资源面积遥感监测技术规程》(T/CSF 012-2021)^[35]、《基于TM遥感影像的湿地资源监测方法》(LY/T 2021-2012)^[36]。农业部门主要利用遥感自动识别农情和长势监测,如《农情监测遥感数据预处理技术规范》(NY/T 3526-2019)^[37]。气象和地震等部门利用遥感自动识别开展了相关监测工作,如《矿产资源开发遥感监测技术规范》(DZ/T 0266-2014)^[38]。生态环境部门利用遥感自动识别技术在生态保护红线监管、饮用水水源地监测和尾矿库监测自然保护区遥感监测等方面出台了相关技术标准或指导性文件,如生态保护红线监管系列技术规范(HJ 1140-1146, 2020)^[39]、《尾矿库环境风险评估技术导则(试行)》(HJ 740-2015)^[40]、

《自然保护区人类活动遥感监测技术指南（试行）》（国环规生态〔2017〕3号）^[41]、《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》（HJ 1156-2021）、《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》（HJ 1337-2023）。

现有的各行各业标准，均是利用遥感某特定光谱信息进行了遥感反演和识别工作，已发布的生态保护红线监管系列技术规范，在地面调查和评估方面规定了操作内容和方法。已发布的自然保护地人类活动监测技术规范规定了人类活动图斑提取大小、图斑属性赋值及质量控制等方面。所以，现有的行业标准，缺少对生态空间生态破坏遥感监测调查的规范，缺少对样本制作流程和样本库构建的规定和要求，亟需制定和出台一个专门规定生态空间生态破坏图斑遥感监测调查与样本库构建的标准规范。

表 1 国内相关行业标准列表

标准类别	标准号	标准名称	主要内容
国家标准	GB/T 30363	森林植被状况监测技术规范	利用遥感技术结合地面调查，监测植被类型、分布及健康状况
	GB/T 28419	风沙源区草原沙化遥感监测技术导则	利用遥感数据，获得监测对象的真实反射率，提取沙化专题信息
	GB/T 29391	岩溶地区草地石漠化遥感监测技术规程	利用遥感影像提取植被状况、坡度和岩石裸露率等专题信息
自然资源部门标准	TD/T 1055	第三次国土调查技术规程	侧重土地利用现状和权属的调查。规定调查目的、任务、内容、指标、流程、方法及要求
	TD/T 1010	土地利用动态遥感监测规程	应用遥感技术，监测一定时间段，监测区土地利用变化信息
	自然资办发〔2021〕68号	国土变更调查技术规程	年度土地利用现状，土地权属状况更新，统计汇总
水利部门标准	SL 592	水土保持遥感监测技术规范	利用遥感数据提取土地利用、植被覆盖度等土壤侵蚀环境因子
林业部门标准	LY/T 2893	林地变更调查技术规程	利用前后期遥感影像，对照前期林地数据库，重点判读林地范围内新增的建设用地、耕地等图斑，形成林地变更图斑
	T/CSF 012	区域人工林资源面积遥感监测技术规程	利用卫星遥感影像对桉树、油松等人工林进行动态监测
农业部门标准	NY/T 3526	农情监测遥感数据预处理技术规范	利用遥感自动识别农情和长势
气象部门	QX/T 344.4	卫星遥感火情监测方法 第 4	利用不同卫星、不同分辨率的

标准类别	标准号	标准名称	主要内容
标准		部分：过火区面积估算	影像进行气象灾情等专题信息提取
	QX/T 561	卫星遥感监测产品规范 湖泊蓝藻水华	
	QX/T 379	卫星遥感南海夏季风爆发监测技术导则	
地震部门标准	DB/T 740	地震灾害遥感评估 地震灾害	遥感信息建立矿产资源开发、滑坡、崩塌、地震泥石流、地震地表破裂带的解译标志，提取专题信息
	DZ/T 0266	矿产资源开发遥感监测技术规范	
生态环境部门标准	HJ 1140-1146	生态保护红线监管系列技术标准	本底调查、生态状况监测等具体监管内容的技术细节和要求进行了相关规定
	HJ 1156	自然保护地人类活动遥感监测技术规范	采用人工智能分类和目视判读，提取前后两期人类活动变化信息
	HJ 740	尾矿库环境风险评估技术导则（试行）	规定尾矿库环境风险评估的内容、方法和主要流程
	国环规生态〔2017〕3号	自然保护区人类活动遥感监测技术指南（试行）	基于目视解译和遥感分类，提取自然保护区内人类活动信息
	HJ 1337	生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）	基于自动检测和人机交互解译的方式，提取生态保护红线内疑似生态破坏问题图斑

3.3 本标准与国内外同类标准或技术法规的对比

本标准是按照标准的技术内容和功能划分出来的一类标准。目前，国内尚没有标准对生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建进行规定，因此制定本标准规范。

本标准的制定特别注重与现行法律、法规和政策以及标准的协调，在制定过程中认真贯彻《中国环境保护法》，参考《第三次国土调查技术规程》（TD/T 1055）、《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T 1010）、《国土变更调查技术规程》（自然资办发〔2021〕68号）、《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》（HJ 1156）、《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》（HJ 1337）、《土地利用数据库标准》《国土调查数据库标准》《土地利用现状分类》《林地保护利用规划林地落界技术规程》等法律法规、技术标准文件。人为活动分类方面充分参考《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》，在这两个标准的基础上进一步完善和细化人为活动类型，保证了人为活动分类体系在生态空间监管中的普适性。

4 标准制（修）订的基本原则和技术路线

4.1 标准制（修）订的基本原则

（1）科学性

要充分参考和借鉴相关行业标准和文件的指标体系、技术方法、主要流程等先进经验，科学设计和制定生态空间生态破坏图斑遥感监测调查与样本库构建的技术方法和工作流程，提高生态破坏图斑遥感监测调查的质量和效率。

（2）先进性

为提高生态空间生态破坏图斑监测调查的效率和精度，充分调研国内外计算机、大数据、深度学习、人工智能等先进技术，并通过建立样本数据库不断优化和迭代算法模型，保证识别技术和方法的先进性。

（3）效益性

生态破坏遥感监测中采取自动提取和人工解译相结合的方式，在避免人力物力投入过度的基础上，最大限度提高结果的准确性和时效性。

4.2 标准制（修）订的技术路线

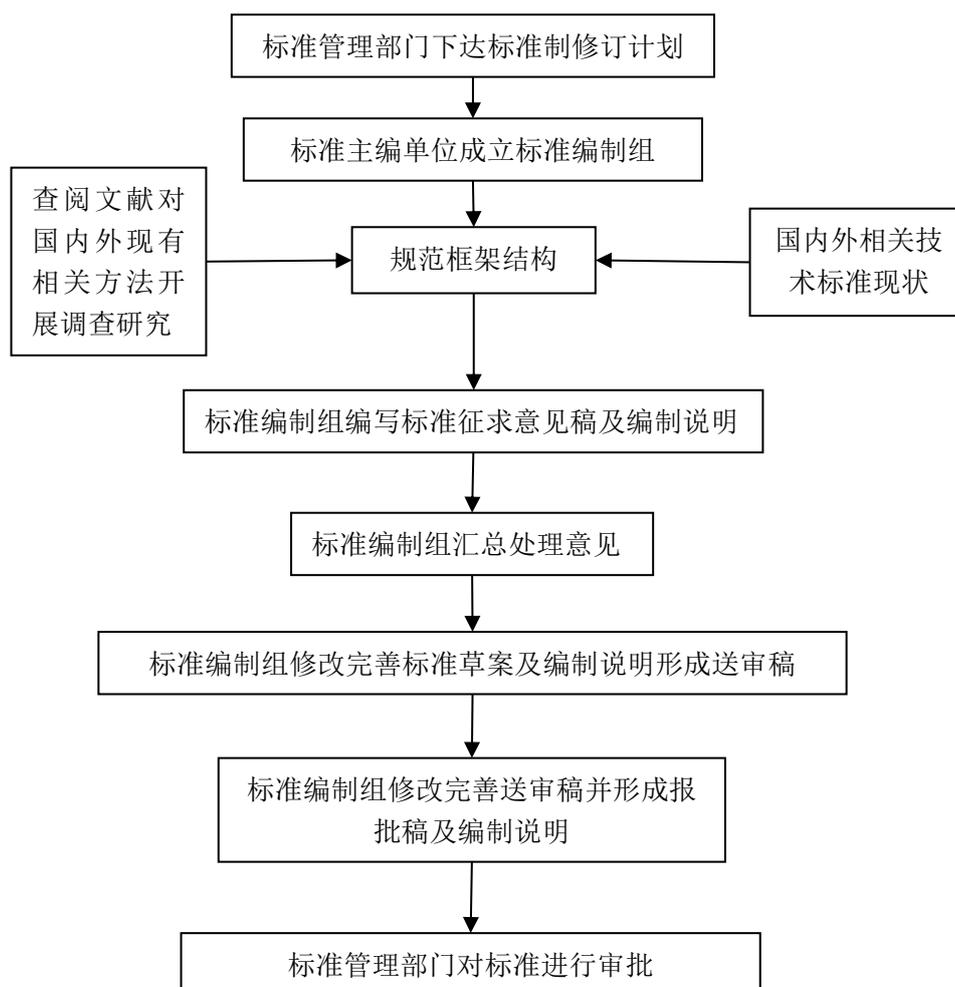


图 1 标准制订的技术路线

5 标准主要技术内容

5.1 标准适用范围

本条对标准的适用范围进行了说明。

本标准规定了生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建的主要内容、技术路线、方法及技术要求等。

本标准适用于生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建工作，其他区域生态破坏遥感监测调查与样本库构建可参照执行。

5.2 标准结构框架

本标准主要内容包括 10 个部分，具体如下：

(1) 适用范围：明确本标准的主要规定内容与适用范围。

(2) 规范性引用文件：明确了《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建（试行）》所依据的现行技术标准规范、政策文件等。

(3) 术语和定义：明确了本标准中生态空间、疑似地表变化图斑、伪变化图斑、疑似人为活动变化图斑、疑似生态破坏图斑、基准时相/监测时相影像、人为活动样本和人为活动样本库等的定义与内涵。

(4) 技术流程：明确生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建的技术流程，主要包括数据准备、疑似人为活动图斑识别、疑似生态破坏图斑提取、实地调查与信息采集、样本库构建等。

(5) 数据准备：明确生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建所需的数据基础，主要包括影像挑选和影像处理。

(6) 疑似人为活动图斑识别：明确了疑似人为活动变化图斑识别的识别手段、识别内容和识别流程。

(7) 疑似生态破坏图斑提取：从所在位置区域、图斑变化类型、疑似生态破坏图斑类型和图斑面积大小提取四个方面进行疑似生态破坏图斑提取。

(8) 实地调查与信息采集：实地调查主要包括现场情况、审批情况、违法违规情况和查处整改情况，信息采集主要包括信息采集方式、信息采集内容和信息采集要求。

(9) 样本数据库构建：包括样本制作和样本库构建。样本制作主要包括样本来源、制作方法和属性表。

(10) 附录：明确生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建的人为活动分类及定义、信息采集表。

5.3 术语和定义

表 2 本标准术语与定义及参考术语

术语	定义	参考术语与定义
生态空间 (ecological space)	具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间，包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸	HJ 1140—2020 ^[27]

	线、海洋、荒地、荒漠、戈壁、冰川、高山冻原、无居民海岛等。	
疑似地表变化图斑 (spots of suspected surface change)	自动变化检测识别得到的尚未经过伪变化剔除的所有疑似变化图斑。	—
伪变化图斑 (pseudo-change spots)	自动变化检测过程中由于影像质量、配准误差等技术原因, 以及山体阴影、季相变化、河/湖/海水位变化、云雪覆盖等因素导致提取得到的非真实人为活动变化图斑。	HJ 1337—2023 ^[26]
疑似人为活动图斑 (spots of suspected human activities)	指基于自动变化检测、人工解译判读结果, 剔除伪变化图斑后得到的可能由人为活动引起的地表变化图斑。	HJ 1337—2023 ^[26]
疑似生态破坏图斑 (spots of suspected ecological damage)	结合监测区域的功能定位, 按照相应的筛选规则, 提取的可能导致监测区域生态系统结构损坏、质量下降、服务功能降低的疑似人为活动变化图斑。	疑似生态破坏问题图斑 ^[26] 是基于疑似人为活动变化图斑, 结合相关法律法规和生态保护红线管控要求, 识别提取的可能导致生态保护红线内生态系统结构损坏、质量下降、服务功能降低的人为破坏活动图斑, 包括工业开发建设、能源开发建设、矿产资源开发、旅游开发建设、交通开发建设、居民点建设、养殖开发和其他开发建设 8 种类型。
基准时相/监测时相影像 (historical/current image)	指开展变化检测时所使用的的前/后时相遥感影像。	HJ 1337—2023 ^[26]
人为活动样本 (sample of human activities)	基于多种影像资源 (多类型传感器、多时相、多尺度)、现场照片等数据, 关于人为活动监	在统计学中, 样本 (specimen) 是指观测或调查的一部分个体, 总体是研究对象的全部。

	测目标分布状态、模式结构、几何形态的典型性数据集，用于建立遥感影像与地物类别之间的关联模型，辅助遥感影像解译“影像属性”数据对。	
人为活动样本库（sample repository of human activities）	基于标准的分类体系、模式结构，几何形态的人为活动样本集合。	—

5.4 标准主要技术内容确定的依据

5.4.1 数据准备

数据准备是准备用于生态空间生态破坏遥感调查监测的前后期高分辨率卫星遥感影像，主要包括影像挑选和影像处理两个环节。生态空间生态破坏监测与生态保护红线、自然保护地监测所需的卫星遥感影像类型、处理要求基本一致，因此本部分内容主要依据已正式发布的生态保护红线、自然保护地相关标准。

数据准备依据 HJ 1337、HJ 1156 执行，其中质量检查依据 GB/T 24356 执行。

5.4.2 疑似人为活动图斑识别

（1）识别手段

基于基准时相和监测时相高分辨率遥感影像实体数据/影像服务，采用自动变化检测或人工解译判读方法识别生态空间内疑似地表变化图斑，经过伪变化剔除、图斑边界修正和属性信息赋值，得到疑似人为活动图斑。

关于疑似人为活动线索识别的主要方式和手段，目前常用的有人工解译和自动变化检测，但自动变化检测结果满足不了精度要求，有条件的可先进行自动变化检测，再采用人工解译判读的方式提取，提高遥感识别的效率。不具备自动变化检测能力的可直接采用人工解译判读的方式。

（2）识别内容

获取生态空间内疑似人为活动图斑的空间位置、分布范围、图斑类型、图斑面积、变化类型等。图斑类型包括：矿产资源开发、工业开发、能源开发、旅游开发、交通开发、养殖开发、农业开发、居民点和其他开发 9 个一级人为活动类型和 33 个二级人为活动类型。图斑变化类型依据 HJ 1156 执行。分类体系设计原则和依据如下：

a) 一级分类设计依据

充分借鉴和衔接自然保护地和生态保护红线已有分类体系。同时充分考虑生态破坏遥感监测技术实现，做到分类方案与业务工作有机结合，在现有成果基础上进行优化、完善，确保自然保护地、生态保护红线监管工作和部里各项生态保护重点工作之间有衔接、不断档、可连续、可比较。

依据《十四五生态保护监管规划》等相关文件对自然保护地和生态保护红线人为活动监测要求，结合已发布的《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》（HJ1156-2021）、《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》（HJ1337-2023）中人为活动分类体系，将人为活动一级分类设置矿产资源开发、工业开发、能源开发、旅游开发、交通开发、养殖开发、农业开发、居民点和其他开发 9 类（见表 3）。

表 3 生态空间遥感监测人为活动分类体系一级分类及设计依据

一级类 (编码+类型名)	描述	备注
1 矿产资源开发	采矿、采石、采砂（沙、土）等生产活动占用的场地、附属设施及尾矿堆放场地	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类，描述一致
2 工业开发	独立设置的工厂、工业园区等工业利用场地及附属服务设施	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类，描述一致
3 能源开发	用于能源生产、传输和储存的各项设施及场地	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类，描述一致
4 旅游开发	用于开展商业、旅游、休闲娱乐活动的设施及场地	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类。在原有红线分类表述基础上增加了 设施 ，在原有自然保护地分类表述基础上增加了 商业、娱乐活动等 方面的表述
5 交通开发	为运输货物和旅客提供行动线路或场所及其配套设施和用地	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类，描述一致
6 养殖开发	在滩涂、近岸海域、沿江河及内陆，养殖经济动植物的场地	原生态保护红线和自然保护地分类体系均有此一级类，基本沿用了自然保护地分类体系的表述， 定义中增加了近岸海域
7 农业开发	直接或间接为农业生产所利用的土地	沿用了 自然保护地分类体系中的一级类 ，在原红线分类体系中为一级类其他开发建设中的二级类
8 居民点	因生产和生活需要而用于集聚定居的场地	沿用了 生态保护红线分类体系中的一级类 ，自然保护地体系除居民点外还有其他类型人为活动，将自然保护地的其他人为活动单独分类一类
9 其他开发	无法划分到以上 8 种类别中的人为活动类型	沿用了 原生态保护红线分类体系中的一级类 。此部分在自然保护地分类体系中为一级分类居

一级类 (编码+类型名)	描述	备注
		民点中的其他活动一个二级类

b) 二级分类设计依据

在一级分类基础上，综合各类人为活动的位置、开发利用方式及相关文件对人为活动的监测要求，依据通俗易用、层次简明、易于判别的原则进行细化分类。其中矿产资源开发分为矿产开采、采砂（沙/土）场 2 类；工业开发分为工厂、工业园和盐田 3 类；能源开发分为水电设施、风电设施、光伏设施、火电设施、核电设施、输变电设施和油气设施 7 类；旅游开发分为游览设施及游览辅助设施 2 类；交通开发分为机场、港口/码头、交通服务场站、铁路、公路和其他道路 6 类；养殖开发分为淡水养殖场、海水养殖场和畜禽养殖场 3 类；农业开发分为水田、旱地、园地 3 类；居民点分为城镇居民点和农村居民点 2 类；其他开发分为特殊用地、水利设施、人工湖库、围填海和其他 5 类。二级分类总计 33 类（见表 4）。

表 4 生态空间遥感监测人为活动分类体系二级分类及设计依据

二级类 (编码+类型名)	描述	备注
11 矿产开采	开采各种矿产资源（除砂石等建筑材料）的区域如能源矿产、金属矿产、非金属矿产和水气矿产等的用地、配套设施用地、尾矿堆放地及矿产资源勘探区域。	沿用生态保护红线的名称，表述进一步明确。红线和保护地均有此二级类，自然保护地分类体系中名称为采矿场
12 采石（砂/沙/土）场	开采建筑石料或工业用砂（沙/土）料的场所及附属设施用地	沿用红线人为活动分类体系，保护地分类将采石、采砂等分为两个二级类，但在用途上都是建筑材料，影像特征基本一致，故归为一类
21 工厂	工业企业的生产车间、仓储库房及其附属设施等用地	红线和保护地分类一致，表述沿用红线的表述，红线分类表述参考了土地利用调查等其他分类体系表述
22 工业园	集中连片的工业生产厂房和配套服务设施用地	红线和保护地分类一致，表述沿用红线的表述，红线分类表述参考了土地利用调查等其他分类体系表述
23 盐田	用于生产盐的土地，包括晒盐场所、盐池及附属设施场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同，继续沿用
31 水电设施	用于水力发电的厂房、配套设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同，继续沿用
32 风电设施	用于风力发电的风力发电机等配套设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同，继续沿用
33 光伏设施	利用太阳能转化为电能的光伏发电设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二

二级类 (编码+类型名)	描述	备注
		级分类及表述相同， 继续沿用
34 火电设施	利用可燃物作为燃料生产电能的设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
35 核电设施	利用核能生产电能的核电站设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
36 输变电设施	输变电站、输电线路、高压电塔等设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
37 油气设施	用于输送及储存石油、液化天然气等油气能源的管线设施及油罐等存储设施。	综合红线和自然保护地表述 ，将红线中的生产设施去除，将保护地中的表述增加油井、油罐等能源储存设施
41 游览设施	为游客参观游览建设的设施及场地，如栈道、廊桥、观景台、吊桥、漂流滑道、名胜古迹、旅游景点等	基本沿用自然保护地分类体系 ，在其基础上增加了名胜古迹等
42 游览辅助设施	为旅游提供商业、住宿、餐饮、停车、徒步等服务的设施及场地	基本沿用自然保护地分类体系 ，在其基础上增加了徒步等
51 机场	用于空中交通及供飞机起降的设施及场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
52 港口/码头	人工修建的客运、货运、捕捞、工程/工作船舶停靠及其附属建筑物的场地	
53 交通服务场站	交通服务设施用地，包括公交枢纽及其附属设施用地、公路客运站、货运集散站、公共交通场站等用地	
54 铁路	供火车行驶、运输的轨道线路	
55 公路	指高速公路、国道、省道、县道和乡道。包括征地范围内的路堤、路堑、道沟、桥梁、汽车停靠站及为其服务的附属场地	沿用红线分类体系名称 ，红线和保护地两个分类体系均有此类，只是名称不同，红线分类体系名称公路，自然保护地分类体系名称为硬化道路
56 其他道路	指城镇、村庄范围内公用道路及行道树用地，包括快速路、主干路、次干路、支路、专用人行道和非机动车道等其他道路及建设道路的临时用地	红线和保护地分类一致，表述沿用红线的表述 ，红线分类表述参考了土地利用调查等其他分类体系表述
61 淡水养殖场	利用池塘、水库、湖泊、江河以及其他内陆水域，养殖淡水水产经济动植物的场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
62 海水养殖场	利用沿海的浅海滩涂及近岸海域，养殖海洋水产经济动植物的场地	红线和保护地两个分类体系名称一致，表述沿用红线表述 ，表述中增加了近岸海域
63 畜禽养殖场	养殖牲畜、家禽的场地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同， 继续沿用
71 水田	经常蓄水，用于种植水稻、莲藕等水生农作物的土地	沿用自然保护地分类体系名称和

二级类 (编码+类型名)	描述	备注
72 旱地	主要靠天然降水或有灌溉设施浇灌种植旱生农作物的土地	表述, 红线分类体系中无此分类, 原红线分类体系将部分人为活动纳入其他开发建设
73 园地	用于种植经济林的用地, 如种植人工商品林、水果、茶叶等	
81 城镇居民点	城镇用于生活居住的各类房屋用地及其附属设施用地, 包括配套的商业服务设施和公共管理设施用地	红线和保护地两个分类体系此二级分类及表述相同, 继续沿用
82 农村居民点	农村用于生活居住的宅基地及其附属设施用地	
91 特殊用地	军事、科教文化、殡葬等设施用地	原生态保护红线和自然保护地体系中均没有此类型, 根据红线监测图斑情况及国土第三次调查分类情况添加
92 水利设施	指人工修建的输水渠道、泵站、渠首、拦河坝等常水位岸线以上的建(构)筑物用地	原生态保护红线和自然保护地体系中均没有此类型, 根据自然保护地和红线监测图斑情况及国土第三次调查分类情况添加
93 人工湖库	指人工拦截汇集或挖掘形成的水库或坑塘	沿用红线分类体系名称和表述, 原自然保护地无此类型
94 围填海	指人为改变海洋属性行为, 包括围海和填海	沿用红线分类体系的围填海
95 其他	大规模林地开发、草地利用、湿地侵占、景观建筑、不明构筑物等活动场地	基本沿用红线分类体系名称, 表述在原有红线表述基础上根据红线图斑监测情况增加了不明构筑物, 部分表述去掉了“破坏性”的表述

c) 生态空间人为活动分类体系

依据充分继承、兼容适用的原则, 制定生态空间人为活动分类体系包括一级分类 9 类, 二级分类 33 类。使得自然保护地人为活动遥感监测所采用的分类体系和生态保护红线人为活动体系在本分类体系中均有对应, 能够同时满足生态保护红线和保护地人为活动遥感监测的要求。

表 5 生态空间人为活动分类及定义

一级类型	二级类型	编码	定义
矿产资源开发	1		采矿、采石、采砂(沙、土)等生产活动占用的场地、附属设施及尾矿堆放场地
	矿产开采	11	开采各种矿产资源(除砂石等建筑用料)的区域如能源矿产、金属矿产、非金属矿产和水气矿产等的用地、配套设施用地、尾矿堆放地及矿产资源勘探区域
	采石(砂/沙/土)场	12	开采建筑石料或工业用砂(沙/土)料的场所及附属设施用地
工业开发	2		独立设置的工厂、工业园区等工业利用场地及附属服务设施

一级类型	二级类型	编码	定义
	工厂	21	工业企业的生产车间、仓储库房及其附属设施用地
	工业园	22	集中连片的工业生产厂房和配套服务设施用地
	盐田	23	用于生产盐的土地，包括晒盐场所、盐池及附属设施场地
能源开发	3		用于能源生产、传输和储存的各项设施及场地
	水电设施	31	用于水力发电的厂房、配套设施及场地
	风电设施	32	用于风力发电的风力发电机等配套设施及场地
	光伏设施	33	利用太阳能转化为电能的光伏发电设施及场地
	火电设施	34	利用可燃物作为燃料生产电能的设施及场地
	核电设施	35	利用核能生产电能的核电站设施及场地
	输变电设施	36	输变电站、输电线路、高压电塔等设施及场地
	油气设施	37	用于输送及储存石油、液化天然气等油气能源的管线设施及油罐等存储设施。
旅游开发	4		用于开展商业、旅游、休闲娱乐活动的设施及场地
	游览设施	41	为游客参观游览建设的设施及场地，如栈道、廊桥、观景台、吊桥、漂流滑道、名胜古迹、旅游景点等
	游览辅助设施	42	为旅游提供商业、住宿、餐饮、停车、徒步等服务的设施及场地
交通开发	5		为运输货物和旅客提供行动线路或场所及其配套设施和用地
	机场	51	用于空中交通及供飞机起降的设施及场地
	港口/码头	52	人工修建的客运、货运、捕捞、工程/工作船舶停靠及其附属建筑物的场地
	交通服务场站	53	交通服务设施用地，包括公交枢纽及其附属设施用地、公路客运站、货运集散站及公共交通场站等用地
	铁路	54	供火车行驶、运输的轨道线路
	公路	55	指高速公路、国道、省道、县道和乡道。包括征地范围内的路堤、路堑、道沟、桥梁、汽车停靠站及为其服务的附属场地
	其他道路	56	指城镇、村庄范围内公用道路及行道树用地，包括快速路、主干路、次干路、支路、专用人行道和非机动车道等其他道路及建设道路的临时用地
养殖开发	6		在滩涂、近岸海域、沿江河及内陆，养殖经济动植物的场地
	淡水养殖场	61	利用池塘、水库、湖泊、江河以及其他内陆水域，养殖淡水水产经济动植物的场地
	海水养殖场	62	利用沿海的浅海滩涂及近岸海域，养殖海洋水产经济动植物的场地
	畜禽养殖场	63	养殖牲畜、家禽的场地
农业开发	7		直接或间接为农业生产所利用的土地
	水田	71	经常蓄水，用于种植水稻、莲藕等水生农作物的土地
	旱地	72	主要靠天然降水或有灌溉设施浇灌种植旱生农作物的土地
	园地	73	用于种植经济林或其他经济作物的土地（包含大棚），如种植人工商品林、水果、茶叶、蔬菜、药材等

一级类型	二级类型	编码	定义
居民点	8		因生产和生活需要而用于集聚定居的场地
	城镇居民点	81	城镇用于生活居住的各类房屋用地及其附属设施用地，包括配套的商业服务设施和公共管理设施用地
	农村居民点	82	农村用于生活居住的宅基地及其附属设施用地
其他开发	9		无法划分到以上 8 种类别中的人为活动类型
	特殊用地	91	用于军事、科教文化、宣教、殡葬等活动的用地
	水利设施	92	指人工修建的输水渠道、泵站、渠首、拦河坝等常水位岸线以上的建（构）筑物用地
	人工湖库	93	指人工拦截汇集或挖掘形成的水库或坑塘
	围填海	94	指人为改变海洋属性行为，包括围海和填海
	其他	95	大规模林地开发、草地利用、湿地侵占、景观建筑、不明构筑物建设等活动的场地及设施

生态保护红线人为活动分类体系包括了工业开发建设、能源开发建设、矿产资源开发、旅游开发建设、交通开发建设、居民点建设、养殖开发和其他开发建设活动等 8 个一级类型、34 个二级类型。自然保护地人为活动分类体系包括了矿产资源开发、工业开发、能源开发、旅游开发、交通开发、养殖开发、农业开发、居民点与其他活动等 8 个一级类型、30 个二级类型。生态空间包含了生态保护红线、自然保护地等区域，因此本标准在制定人为活动分类体系时，充分考虑了与生态保护红线、自然保护地分类体系的衔接和继承，目标是适用于包括生态保护红线、自然保护地在内的所有生态空间。

（3）识别流程

识别流程主要包括自动/人工检测、伪图斑剔除、图斑边界修正、属性信息赋值，具体依据 HJ 1337 相关要求执行。生态保护红线、自然保护地等重要生态空间监管工作已建立成熟、可行、有效的生态破坏遥感监测技术方法与流程，可以延伸至所有生态空间监管工作。

a) 自动/人工检测

自动变化检测能够基于大量人为活动变化样本数据，利用深度学习等先进算法，快速自动提取获得检测区域内的疑似变化图斑，是整个监测工作的基础。基于机器学习、面向对象分类等自动检测技术、方法，提取得到监测区域内的变化图斑。自动变化检测算法模型一般包括数据前处理、变化图斑检测、结果后处理三个方面，能够实现投影转换、均值方差计算、重叠区域分析、变化区域提取、图斑矢量化、破碎图斑剔除、矢量边缘优化等功能。关于人为活动变化样本库，根据单位数据基础，可利用自己建立的样本库，也可以利用相关合作单位的样本库。样本越丰富、越精确，自动变化检测结果越准确。关于自动变化检测算法模型，建议利用深度学习的方法。深度学习算法结合人为活动变化检测样本库，基于孪生 MaskFormer 卷积神经网络开展人为活动变化检测算法模型训练。孪生 MaskFormer 卷积神经网络开展通用二分类变化检测算法模型训练实验，通过多种技术手段提升模型检测精度。深度学习的算法基于多源高分辨率（优于 2m）国产卫星的弱监督训练、多波段数据联合学习和知识迁移跨域的变化检测算法模型研究，强化了影像对比信息特征提取能力与对细小变化的发现能力。使用到的技术手段包括：基于图像退化的数据增强、多分辨率特征交互模块、基于邻域的特征融合模块。

不具备自动变化检测能力的可直接采用人工解译判读的方式,采用人工解译判读获得的疑似地表变化图斑无需再进行伪图斑剔除。

b) 伪图斑剔除

伪图斑剔除是基于自动变化检测提取的疑似变化图斑,通过人机交互判读的方式删除由于影像质量、配准误差等技术原因,以及山体阴影、季相变化、河/湖/海水位变化、云雪覆盖等因素造成的伪变化图斑,得到疑似人为活动变化图斑。各类典型伪变化图斑示例如下:

表 6 影像配准引起的影像变化



表 7 山体阴影引起的影像变化

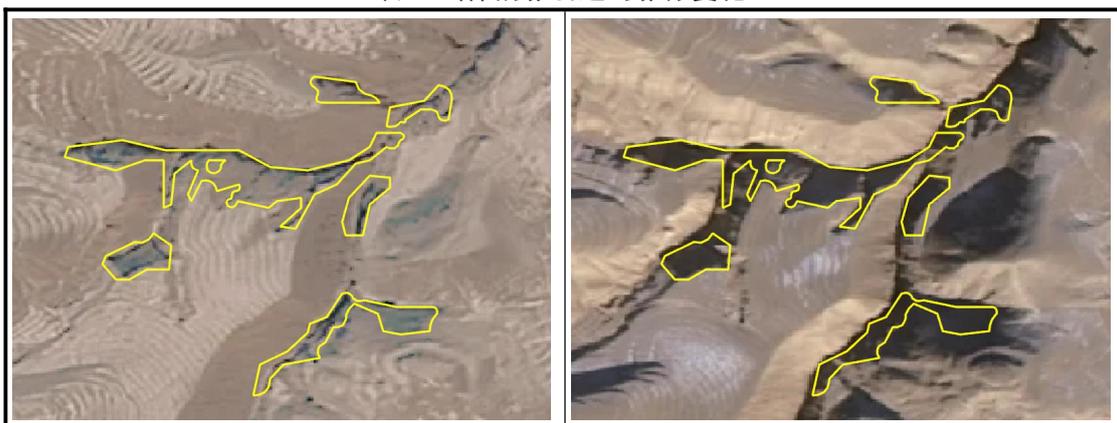


表 8 河湖水位变化引起的影像变化



表 9 冰雪覆盖引起的影像变化



表 10 季节变化引起的影像变化



c) 人机交互判读

图斑边界修正是按照影像中图斑准确的变化范围修正图斑边界，因为自动变化检测识别的图斑可能存在边界不准的问题。属性信息赋值按照相关要求和标准格式填写疑似人为活动变化图斑的图斑代码、图斑类型、省、市、县、面积、经度、纬度等信息。人工目视解译标志库示例见表 11。解译标志库中的示例以数据库的方式进行存储，包括疑似人为活动图斑类型、截图示例、特征等字段，示例图片格式为 JPEG、PNG，图片大小为 512*512。

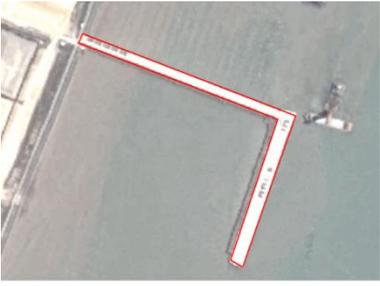
表 11 生态空间人为活动解译标志示例

类型	特征	解译标志示例	
工业开发	青灰色或红灰色房屋，规模较大，可见配套的人工设施	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>

类型		特征	解译标志示例	
	工业 园	青灰色或红灰色房屋，排列规则，规模较大，且内部有道路相连接		
	盐田	紧邻海岸或内陆盐湖边缘，呈规则格网状，每一格是一块盐田；其他工业用地一般具有人工设施		
能源 开发	水电 设施	主要分布在河流上游，落差大、水量大区域，影像上图斑呈长条状、将河流截断		
	风电 设施	主要分布在山区、戈壁、湖库岸边、海上等空旷处，可见风叶，阴影细长，分布较密集		

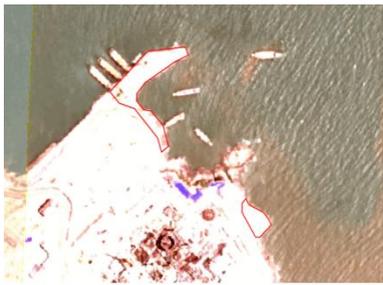
类型	特征	解译标志示例	
光伏设施	呈格网状灰色，排列整齐，面积较大	 <p data-bbox="692 546 770 577">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 546 1193 577">示例 2</p>
火电设施	一般位于郊区，可见高大的烟囱等人工设施，面积规模较大	 <p data-bbox="692 900 770 931">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 900 1193 931">示例 2</p>
核电设施	包括核燃料制造厂、核反应堆、核动力厂、燃料贮存设施、核燃料浓缩厂或后处理设施等	 <p data-bbox="692 1265 770 1296">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 1265 1193 1296">示例 2</p>
输变电设施	包括变压器、电抗器、避雷器、架空线路、电缆线路等	 <p data-bbox="692 1632 770 1664">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 1632 1193 1664">示例 2</p>
油气设施	点状采油设施、圆筒状储油设施及线状油气输送设施	 <p data-bbox="692 1984 770 2016">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 1984 1193 2016">示例 2</p>

类型		特征	解译标志示例	
矿产资源开发	矿产开采	面积较大，亮灰白色裸露地表	 示例 1	 示例 2
	采石、采砂(沙/土)场	主要分布在山区或河道附近，可见砂石堆放场，有道路连通	 示例 1	 示例 2
旅游开发	游览设施	多有古典建筑存在，一般有配套栈道、停车场、游客中心等配套设施，通常有名录	 示例 1	 示例 2
	游览辅助设施	房屋低矮、数量多，分布规则不统一，附近自然景观较好	 示例 1	 示例 2
交通开发	机场	影像颜色亮白色或灰色，有明显长条状飞机跑道，面积和规模较大	 示例 1	 示例 2

类型	特征	解译标志示例	
港口/码头	靠水域分布，有明显的堆积物和集装箱等人工设施	 <p data-bbox="692 544 770 573">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 544 1193 573">示例 2</p>
交通服务场站	多大型公共车辆、货运车辆等集聚	 <p data-bbox="692 898 770 927">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 898 1193 927">示例 2</p>
铁路	长直条带，可见铁路路轨及导线桩，连接城镇	 <p data-bbox="692 1249 770 1279">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 1249 1193 1279">示例 2</p>
公路	呈现为一定弧度的条带状，路两边有林带，真彩色影像显示灰白或亮白色，分布呈连贯性，连接城镇和村庄	 <p data-bbox="692 1675 770 1704">示例 1</p>	 <p data-bbox="1115 1675 1193 1704">示例 2</p>

类型		特征	解译标志示例	
	其他道路	修筑在野外或乡村，沟通乡到村、村到村或田间生产基地到乡、村的道路，一般较窄	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
居民点	城镇居民点	图斑影像呈亮色、浅蓝色、青色，块状或不规则形状图斑，面积规模大，拥有配套生活设施，交通发达	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
	农村居民点	图斑影像呈浅蓝色、青色或青绿色块状或不规则状，面积规模较小，一般环绕大量耕地	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
养殖开发	淡水/海水养殖场	位于河湖、水库岸边带或沿海，呈较规则格网状，一般面积较大	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>

类型		特征	解译标志示例	
	畜禽养殖场	一般建有厂棚或小规模墙院	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
农业开发	水田	一般呈现规则的网格状，有水域覆盖	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
	旱地	一般呈现梯田状或可见整齐排列的大棚	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
	园地	有比较明显的边界，图斑内部有明显的园地纹理特征	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>
其他开发	特殊用地	房屋分布和排列较对称，一般有围墙，大部分主体建筑呈金黄色	 <p>示例 1</p>	 <p>示例 2</p>

类型	特征	解译标志示例	
水利设施	从河流或水库引入农田灌溉，呈长条状	 示例 1	 示例 2
人工湖库	人工拦截而成，多数修有大坝，附近有配套人工设施	 示例 1	 示例 2
围填海	分布在沿海，呈现明显水体变裸土、植被或建筑的特征	 示例 1	 示例 2
其他	大规模毁林、毁草、毁湿、农业开发等，色调及纹理有明显变化，有明显地表裸露痕迹	 示例 1	 示例 2

5.4.3 疑似生态破坏图斑提取

基于识别得到的疑似人为活动图斑，根据所在位置区域，结合图斑变化类型、人为活动类型、图斑面积和生态破坏状况进行判定和筛选，提取得到疑似生态破坏图斑。

(1) 图斑变化类型

按照变化类型，疑似人为活动图斑可分为新增类、扩大类和减少类，疑似生态破坏图斑

提取重点关注新增和扩大类图斑。变化类型判定依据 HJ 1156 执行。

图斑变化类型的判定在自然保护地监测中已比较成熟，生态保护红线监测主要参照了自然保护地有关内容，因此，生态空间监测也参照自然保护地相关标准执行。

表 12 自然保护地人为活动变化分类及定义

变化类型	变化情况	定义
新增	新增	前期影像上生态景观完好，后期影像上生态景观被破坏或开始出现建设特征，或在原有人类活动基础上建设不同类型的人为活动
扩大	面积扩大	前期影像上生态景观已被破坏，后期影像上生态景观破坏范围扩大；或前期影像已有建筑物，后期影像上建筑物相邻位置增加同类建筑物
	强度增强	前期影像上生态景观已被破坏，后期影像上被破坏的生态景观内部增加同类人类活动；或前期影像上已有建筑物，后期影像上建筑物翻建、翻修
减少	面积减少	前期影像上生态景观已被破坏，后期影像上生态景观破坏范围减少；或前期影像上已有建筑物，后期影像上恢复原有自然生态状况
	强度减弱	前期影像上已有建筑物，后期影像上建筑物全部或部分拆除

(2) 人为活动类型

结合其生态功能定位，提取可能对其主导生态功能造成较大影响的人为活动类型，重点关注矿产资源开发、工业开发、能源开发、旅游开发、交通开发和其他开发等可能造成较大生态破坏的疑似生态破坏图斑类型。

生态空间内的不同区域所关注的疑似生态破坏图斑类型不尽相同，本标准按照不同区域规定了需要重点关注的疑似生态破坏图斑类型。生态保护红线和自然保护地因为已发布相关标准可以依据执行；其他区域暂时没有相关规定，因此重点关注矿产资源开发、工业开发等可能造成较大生态破坏的疑似生态破坏图斑类型。

(3) 图斑面积

疑似人为活动图斑最小提取面积规定如下：

- a) 矿产资源开发、工业开发、能源开发类型的疑似生态破坏图斑，提取面积不小于 1 hm²；
- b) 旅游开发、交通开发和其他开发等类型的疑似生态破坏图斑，提取面积不小于 5 hm²；
- c) 根据对自然生态系统的影响和破坏程度，最小提取面积可适当调整。

生态保护红线和自然保护地以外的其他生态空间区域生态重要性相对较弱，因此在参照生态保护红线和自然保护地相关规定的前提下，对图斑面积大小要求适当放宽，重点关注开发面积和规模比较大的图斑。

(4) 生态破坏状况

结合区域生态管控要求、辅助资料分析结果、专业检测评估结论等，提取对原有自然生

态系统造成较大破坏，可能属于生态破坏问题的疑似生态破坏图斑。

5.4.4 实地调查与信息采集

规定了生态空间疑似生态破坏图斑实地调查和信息采集整理的具体要求。

(1) 实地调查

疑似生态破坏图斑是否确定为生态破坏问题，需依据实地调查工作中获取的信息进行研判。为保障调查的可操作性、可比性及系统性，充分考虑监管需求和实际情况，参照《自然保护地生态环境调查与观测技术规范》（HJ 311-2023）及国内外相关生态环境领域调查指标体系及调查方法以及应用，对开展生态空间疑似生态破坏图斑实地调查中应涵盖的主要调查内容进行了规定。

生态空间疑似生态破坏图斑实地调查的主要内容分为4个方面：现场情况记录与核实、项目审批情况调查、项目是否违法违规以及相关部门是否已经对该项目做了相关的查处整改。

a) 现场情况记录

具体位置（乡镇/街道或村）、生态空间类型、项目名称、一级人为活动类型名称、二级人为活动类型名称、原始地类、图斑周围生态系统及生态环境状况等现状表述。

b) 项目审批情况调查

涉及开发建设项目的建设单位、建设时间、直接责任单位，是否有审批，审批单位、审批文件、审批文号、审批时间、审批材料。

c) 项目是否违法违规

是否有审批、审批手续是否齐全，是否对生态环境造成破坏，问题描述、问题分类等。

d) 相关部门查处情况

是否处罚、处罚形式、罚款、拆除建筑面积、整改措施、整改完成时间、整改进展。

调查过程中主要调查方法包括：现场信息的记录、资料收集整理、座谈交流。

(2) 信息采集

信息采集对疑似生态破坏图斑逐个进行信息采集登记，明确调查登记每个图斑的现场情况、审批情况和查处整改情况等涉及的相关信息，以及现场照片、视频、审批文件等相关佐证资料，是实施生态破坏精细化监管的基础数据保障。每个图斑的信息主要包括遥感监测和实地调查两部分。其中，遥感监测部分在室内完成，主要参考《生态保护红线监管技术规范疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》（HJ1337）的字段进行设置。实地调查部分参考自然保护地人类活动监管系统移动核查 APP 相关内容。实地信息采集中可根据工作条件确定采集方式，有条件的可使用移动核查 APP，如不具备条件也可采用手工记录的方式。信息采集的内容及格式见表 13。

表 13 生态空间疑似生态破坏图斑遥感监测与实地调查信息采集表

序号	采集阶段	字段名称	字段代码	字段类型	字段长度	约束条件	备注
1	遥感监测	图斑代码	TBDM	文本	25	M	人为活动图斑代码采用“日期（YYYYMM）-行政区代码-疑似人为活动类型编码-疑似生态破坏问题编号-疑似生态破坏问题图斑编号”的五级编码方式。如“202012-110118-221-001-001”，表示

							2020年12月份识别的北京市密云区第1个工业开发建设问题的第1个图斑
2		图斑类型	TBLX	文本	20	M	遥感解译图斑类型
3		省	SHENG	文本	20	M	省级行政区名称
4		市	SHI	文本	20	M	市级行政区名称
5		县	XIAN	文本	20	M	县级行政区名称
6		面积	MJ	数字	20,2	M	遥感解译图斑面积,浮点型,总长度20,小数点后2位
7		经度	JD	数字	20,6	M	图斑中心经度,浮点型,十进制表示,总长度20,小数点后6位
8		纬度	WD	数字	20,6	M	图斑中心纬度,浮点型,十进制表示,总长度20,小数点后6位
9	实地调查	乡镇(街道)	XIANGZHEN	文本	20	M	乡镇(街道)名称(核查APP获取或手动填写)
10		生态空间类型	STKJLX	数字	10		本表注1
11		项目名称	YMMC	文本	20	O	
12		一级类型名称	YJLXMC	文本	20	M	一级类型,见附录A
13		一级类型编码	YJLXBM	数字	10	M	一级类编码,见附录A
14		二级类型名称	EJLXMC	文本	20	M	二级类型,见附录A
15		二级类型编码	YJLXBM	数字	10	M	二级类编码,见附录A
16		原始地类	YSLX	文本	20	M	本表注2
17		现状描述	XZMS	文本	254	M	图斑详细位置描述、开发建设/破坏情况、现场情况描述等
18		建设单位	JSDW	文本	20	C	
19		建设时间	JSSJ	日期	20	C	YYYY-MM
20		直接责任单位	ZJZRDW	文本	20	C	
21		是否有审批	SFYSP	文本	2	C	是/否
22		审批手续是否齐全	SPSXS FQQ	文本	2	C	是/否
23		是否违法违规	SFWFWG	文本	20	C	
24		问题类型	WTLX	数字	20	M	本表注4
25		问题描述	WTMS	文本	254	C	描述图斑涉及的具体违法违规情况
26		是否处罚	SFCF	文本	20	C	
27		处罚情况	CHQK	文本	254	C	
28		是否整改	SHZG	文本	20	C	
29		整改进展	ZGJZ	文本	254	C	
30		整改完成时间/计划完成情况	ZGWCSJ	日期	20	C	YYYYMMDD
31		照片索引	ZPSY	文本	254	M	疑似生态破坏问题图斑编号+PT(近)/PP(远)+照片序号,照片格式为.jpg/.png,每个索引号中间使用英文半角符";"隔开
32		视频索引	SPSY	文本	254	M	疑似生态破坏问题图斑编号+SP(视频)+视频序号每个索引号中间使用英文半角符";"隔开
33	审批文件索引	SPWJSY	文本	254	C	图斑编号+审批文件类型简写+序号,每个索引号中间使用英文半角符";"分号隔开;审批文件类型见本表注3	
34	调查人员	DCRY	文本	20	M		
35	调查时间	DCSJ	日期	20	M	YYYYMMDD	
36	备注	BZ	文本	254	O		

注 1: 1、自然保护地核心保护区; 2、自然保护地一般控制区; 3、生态保护红线; 4、其他生态空间
注 2: 1、林地; 2、园地; 3、耕地; 4、草地; 5、湿地水域; 6、荒漠戈壁; 7 其他
注 3: HP: 环评审批文件; YD: 用地审批文件; QT: 其他审批文件
注 4: 1、占用生态空间; 2、破坏地表植被; 3、影响生态功能; 4、其他情况; 5、无问题
注 5: 约束条件取值: M (必选), O (可选)、C (条件必选)。本标准所标识的条件必选 (C), 表示数据内容存在则必选; 特殊说明的除外

5.4.5 样本数据库构建

样本数据库构建主要考虑了生态环境样本的规范化、标准化建设,以及样本数据的录入、管理、查询、定位、共享以及智能化解译多个方向。样本库建立有助于在生态环境体系内基于同一套标准体系,建立国家和地方样本库,并且有利于样本数据的充分共享,更好地为生态环境业务服务。

样本库建设参考《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》(HJ 1156-2021)、《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)、《生态保护红线监管技术规范 基础调查(试行)》(HJ 1140-2020)^[42]、《入河(海)排污口排查整治无人机遥感解译技术规范》(HJ 1234-2021)、《城市黑臭水体遥感监管技术规范》(T/CSES 15-2020)、《遥感影像解译样本数据技术规定》(GDPJ 06-2013)等文献。主要包括以下几部分内容:

(1) 样本制作

生态空间生态破坏图斑遥感监测调查相关成果按照样本制作要求经过规范化处理,可以直接转化为人为活动样本。此外,可按照样本制作规范和要求专门生产人为活动样本,不断扩充人为活动样本库,以优化人为活动变化检测算法模型,经过模型迭代训练不断提高自动变化检测精度。

样本制作方法和属性表主要依据了实际样本生产工作的相关内容。

(2) 样本库构建

样本库构建主要依据了实际样本库构建工作中已经成熟的表单格式和相关要求。

(3) 数据格式规范

数据格式规范主要规定了影像数据、矢量图斑数据的数据格式、坐标系、属性表以及命名规范等。

6 标准实施建议

本标准是生态环境部门关于生态空间监管的一项行业标准,是技术规范性文件,旨在指导生态空间生态破坏问题遥感监管工作。《生态空间生态破坏遥感监测调查与样本库构建技术规范(试行)》经过多次研讨、咨询、评审论证和不断修改和完善后,具有很强的可操作性和实用性,建议尽快征求意见并发布实施,为相关业务人员开展生态空间生态破坏图斑遥感监测调查与样本库构建提供技术指导。

为保证本标准的有效实施,建议生态环境部门加强相关技术和方法的培训。有条件的地区可根据实际情况,在规定的技术内容基础上进行补充完善,为生态空间生态破坏遥感监管工作提供有效支撑。

7 参考文献

- [1] 龚健雅.人工智能时代测绘遥感技术的发展机遇与挑战[J].武汉大学学报(信息科学版), 2018, 43(12): 1788-1796.
- [2] 韩嵩,韩秋弘. 2020.半监督学习研究的述评. 计算机工程与应用, 56(6): 19-27.
- [3] S. Zagoruyko and N. Komodakis, "Learning to compare image patches via convolutional neural networks," in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2015, pp. 4353-4361.
- [4] 胡翔云,巩晓雅,张冕.变分法遥感影像人工地物自动检测[J]. 测绘学报, 2018, 47(6):10.
- [5] N. Quarmby and J. Cushnie, "Monitoring urban land cover changes at the urban fringe from SPOT HRV imagery in south-east England," International Journal of Remote Sensing, vol. 10, no. 6, pp. 953-963, 1989.
- [6] P. R. Coppin and M. E. Bauer, "Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery," Remote sensing reviews, vol. 13, no. 3-4, pp. 207-234, 1996.
- [7] P. J. Howarth and G. M. Wickware, "Procedures for change detection using Landsat digital data," International Journal of Remote Sensing, vol. 2, no. 3, pp. 277-291, 1981.
- [8] 季顺平,魏世清. 2019. 遥感影像建筑物提取的卷积神经网络与开源数据集方法. 测绘学报, 48(4): 448-459.
- [9] A. K. Thakkar, V. R. Desai, A. Patel, and M. B. Potdar, "An effective hybrid classification approach using tasseled cap transformation (TCT) for improving classification of land use/land cover (LU/LC) in semi-arid region: a case study of Morva-Hadaf watershed, Gujarat, India," Arabian Journal of Geosciences, vol. 9, no. 3, p. 180, 2016.
- [10] 张丽娜,周强. 2014. 遥感影像解译样本采集关键技术分析//全国测绘科技信息网中南分网第二十八次学术信息交流会论文集. 开封:中国测绘学会科技信息网分会.
- [11] L. Ke, Y. Lin, Z. Zeng, L. Zhang, and L. Meng, "Adaptive change detection with significance test," IEEE Access, vol. 6, pp. 27442-27450, 2018.
- [12] Jin J, Zou Z R and Tao C. 2014. Compressed text on based high resolution remote sensing image classification. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 43(5):493-499.
- [13] Li D R. 2003. Change detection from remote sensing images. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 28(S1):7-12.
- [14] 张晓东,李德仁,龚健雅,等.遥感影像与 GIS 分析相结合的变化检测方法[J].武汉大学学报·信息科学版, 2006, 31(3): 266-269.
- [15] Li L, Shu N and Gong Y. 2013. Remote sensing image change detection and change type recognition based on spatiotemporal relationship. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 38(5): 533-537.
- [16] Y. Bayarjargal, A. Karnieli, M. Bayasgalan, S. Khudulmur, C. Gandush, and C. Tucker, "A comparative study of NOAA-AVHRR derived drought indices using change vector analysis," Remote Sensing of Environment, vol. 105, no. 1, pp. 9-22, 2006.

- [17] J. Deng, K. Wang, Y. Deng, and G. Qi, "PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 29, no. 16, pp. 4823-4838, 2008.
- [18] J. Richards, "Thematic mapping from multitemporal image data using the principal components transformation," *Remote Sensing of Environment*, vol. 16, no. 1, pp. 35-46, 1984.
- [19] J. Rogan, J. Franklin, and D. A. Roberts, "A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery," *Remote sensing of environment*, vol. 80, no. 1, pp. 143-156, 2002.
- [20] S. Liu, L. Bruzzone, F. Bovolo, M. Zanetti, and P. Du, "Sequential spectral change vector analysis for iteratively discovering and detecting multiple changes in hyperspectral images," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 53, no. 8, pp. 4363-4378, 2015.
- [21] 龚健雅, 许越, 胡翔云, 等. 遥感影像智能解译样本库现状与研究[J]. *测绘学报*, 2021, 50(8):10.
- [22] W. Wiratama and D. Sim, "Fusion network for change detection of high-resolution panchromatic imagery," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 7, p. 1441, 2019.
- [23] 魏东升, 周晓光. 2019. 遥感影像变化检测样本自动抽样. *遥感学报*, 23(3): 464-475.
- [24] Y. Gao, F. Gao, J. Dong, and S. Wang, "Change Detection From Synthetic Aperture Radar Images Based on Channel Weighting-Based Deep Cascade Network," *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 12, no. 11, pp. 4517-4529, 2019.
- [25] 《自然保护地人类活动遥感监测技术规范》 HJ 1156-2021
- [26] 《生态保护红线监管技术规范 疑似生态破坏问题图斑遥感识别（试行）》 HJ 1337-2023
- [27] 《生态保护红线监管技术规范台账数据库建设（试行）》 HJ 1144-2020
- [28] 《森林植被状况监测技术规范》 GB/T 30363
- [29] 《风沙源区草原沙化遥感监测技术导则》 GB/T 28419-2012
- [30] 《岩溶地区草地石漠化遥感监测技术规程》 GB/T 29391-2012
- [31] 《土地利用动态遥感监测规程》 TD/T 1010-2015
- [32] 《国土变更调查技术规程》 自然资办发（2020）61号
- [33] 《第三次国土调查技术规程》 TD/T 1055-2019
- [34] 《林地变更调查技术规程》 LY/T 2893-2017
- [35] 《区域人工林资源面积遥感监测技术规程》 T/CSF 012-2021
- [36] 《基于 TM 遥感影像的湿地资源监测方法》 LY/T 2021-2012
- [37] 《农情监测遥感数据预处理技术规范》 NY/T 3526-2019
- [38] 《矿产资源开发遥感监测技术规范》 DZ/T 0266-2014
- [39] 《生态保护红线监管系列技术规范》 HJ 1140-1146-2020
- [40] 《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》 HJ 740-2015
- [41] 《自然保护区人类活动遥感监测技术指南（试行）》 国环规生态（2017）3号
- [42] 《生态保护红线监管技术规范 基础调查（试行）》 HJ 1140-2020.