

遥感技术在林业生态工程监测与管理中的应用

杨林林 屈静媛 哈洁 王晓园
内蒙古自治区林业和草原监测规划院
DOI:10.32629/eep.v9i1.3052

[摘要] 林业生态工程是维护生态平衡、改善生态环境、促进林业可持续发展的核心载体,其监测与管理的科学性、高效性直接决定工程实施成效。遥感技术凭借宏观、快速、无损、周期性的技术优势,摆脱了传统林业监测依赖人工、效率低下、覆盖范围有限的局限,已广泛应用于林业生态工程全流程。本文结合当前林业生态工程实际实施情况,阐述遥感技术在林业生态工程中常用的技术类型,重点分析其在林业生态工程监测与管理中的具体应用,为遥感技术在林业生态工程中的规范化、常态化应用提供实践参考。

[关键词] 遥感技术; 林业生态; 工程监测; 管理

中图分类号: F316.2 **文献标识码:** A

The Application of Remote Sensing Technology in the Monitoring and Management of Forestry Ecological Engineering

Linlin Yang Jingyuan Qu Jie Ha Xiaoyuan Wang

Inner Mongolia Autonomous Region Forestry and Grassland Monitoring and Planning Institute; Hohhot City

[Abstract] Forestry ecological engineering serves as the core carrier for maintaining ecological balance, improving the ecological environment, and promoting the sustainable development of forestry. The scientificity and efficiency of its monitoring and management directly determine the effectiveness of the engineering implementation. Remote sensing technology, with its advantages of macroscopic observation, rapidity, non-invasiveness, and periodicity, has overcome the limitations of traditional forestry monitoring that relied on manual methods, had low efficiency, and had limited coverage. It has been widely applied throughout the entire process of forestry ecological engineering. This paper, based on the current actual implementation of forestry ecological engineering, elaborates on the commonly used technical types of remote sensing technology in forestry ecological engineering, and focuses on analyzing its specific applications in the monitoring and management of forestry ecological engineering. This provides practical references for the standardized and regularized application of remote sensing technology in forestry ecological engineering.

[Key words] Remote sensing technology; Forestry ecology; Engineering monitoring Management

林业生态工程涵盖天然林保护、退耕还林还草、防护林建设、湿地保护恢复等多个领域,具有覆盖范围广、实施周期长、管护难度大、影响因素复杂等特点^[1]。传统林业生态工程监测与管理主要依赖人工巡护、实地采样、纸质记录等方式,不仅耗费大量的人力、物力和财力,还存在监测周期长、数据时效性差、空间覆盖不均、人为误差大等弊端,难以满足大规模林业生态工程精准监测与科学管理的需求。随着信息技术的不断发展,遥感技术作为一种新型的监测手段,通过卫星、航空、无人机等方式获取地表林业生态信息,结合数据处理与分析技术,能够快速、准确、全面地反映林业生态工程的动态变化,为工程的规划、实施、管护与评估提供精准的数据支撑^[2]。

1 遥感技术在林业生态工程中常用的技术类型

1.1 卫星遥感

卫星遥感以人造地球卫星为搭载平台,通过光学、热红外、合成孔径雷达等传感器,获取大范围、长时序对地观测数据,是工程全域性、常态化监测的核心支撑。其核心优势为覆盖范围广、重访周期稳定、数据获取成本低、时序连续性强,适配国家级、省级大型林业生态工程跨区域、长周期的管控需求。常用数据源分为国产高分系列与国际开源Landsat、Sentinel系列两大体系,形成多分辨率、多传感器的互补供给格局,可满足工程常规监测的全业务需求^[3]。目前该技术已实现全业务环节覆盖,核心应用于工程本底资源调查、实施进度与合规性核查、植被

长势与灾害常态化监测、大尺度建设成效评估四大方向,在国家林业工程年度核查中实现全域覆盖。

1.2 航空遥感

航空遥感可根据工程监测需求定制化搭载设备,实现多维度林草信息的同步采集。其中,大面阵数字航空摄影仪是行业应用的核心设备,国产SWDC系列、进口UCX/DMC系列航摄影仪可获取0.1-0.5米空间分辨率的超高精度光学影像,几何畸变小、幅面一致性强,可直接用于1:1万、1:5000比例尺的林业小班区划、林相图更新与林地边界精准勾绘。机载激光雷达是林业结构监测的核心设备,通过小光斑激光脉冲穿透森林冠层,可精准获取林下地形、林木树高、胸径、冠幅、林分郁闭度等结构参数,解决光学影像无法穿透植被冠层的技术短板。机载高光谱/多光谱传感器可实现树种精准识别与林分健康状况监测,能区分乡土树种与外来入侵树种,识别病虫害早期胁迫特征,适配防护林健康监测、天然林物种多样性保护等工程需求。机载热红外传感器则广泛应用于重点国有林区的航空护林,可实现大面积林区火情隐患与火点的实时监测^[4]。

1.3 无人机遥感

无人机遥感是近年来快速发展并广泛应用的遥感技术,其优势在于灵活性极高、分辨率高、操作便捷、成本相对较低,能够实现小范围、高精度、高频次的监测,适用于局部林区的精细化监测与管理。无人机可搭载多光谱相机、热成像相机等传感器,能够精准捕捉单木生长状况、病虫害隐患、局部火灾等细节信息,适用于林业生态工程的精细化管理、灾害应急监测、工程实施细节核查等场景。例如,在病虫害监测中,无人机多光谱影像可快速识别病虫害感染的植被,精准定位感染区域,为精准防治提供支撑;在防护林管护中,可通过无人机航拍排查林带断带、植被枯萎等问题,及时采取管护措施。无人机遥感弥补了卫星遥感分辨率不足、航空遥感成本过高的短板,成为林业生态工程精细化管理的重要技术手段^[5]。

2 遥感技术在林业生态工程监测中的应用

2.1 造林工程落地核查与面积精准测算

传统人工核查仅能通过抽样方式开展,难以实现工程全域覆盖,且存在人为误差大、核查周期长、追溯难度高等问题。中高分辨率光学遥感影像通过监督分类、面向对象的影像分析方法,可精准提取造林地块的边界信息,完成造林面积的自动化测算,测算精度可满足《全国林草生态综合监测技术规程(试行)》的工程验收规范要求。针对分散式退耕还林、荒山造林等工程,结合无人机低空遥感技术,可获取厘米级分辨率的影像数据,精准识别单株苗木的成活状态,有效区分造林苗木与杂草、原生植被,大幅提升造林成活率核查的效率与精度。通过工程实施前后多时相遥感影像的对比分析,可快速识别未按规划实施地块、虚报造林面积等问题,为工程验收提供客观、可追溯的空间数据支撑。

2.2 植被长势与群落结构动态监测

林业生态工程的长效管护,核心在于精准掌握植被生长状

态与群落结构的动态变化。基于多时相遥感影像,通过归一化植被指数NDVI、增强型植被指数EVI等核心植被指数,可定量反演植被覆盖度、叶面积指数、生物量等关键生长指标,实现对工程区内植被长势的年度、季度动态监测。通过长序列遥感数据的时序分析,可精准定位植被长势退化区域与林分生长异常地块,为林业管护措施的制定提供靶向依据,弥补传统地面调查仅能获得点状数据的不足。针对天然林保护、公益林管护等长期性工程,结合多光谱遥感数据,可实现对乔木、灌木、草本等不同植被类型的分类识别,分析林分的树种组成、龄组结构、郁闭度等群落特征,掌握工程区内森林生态系统的结构稳定性变化。立体测绘卫星数据可精准反演森林冠层高度、林木蓄积量等参数,为森林资源动态更新提供全域数据支撑^[6]。

2.3 林业灾害常态化监测与预警

森林火灾、有害生物侵害、非法采伐等灾害与人为干扰,是林业生态工程建设成效的主要威胁,遥感技术在灾害监测中具备全天候、快速响应的核心优势。在森林防火领域,中低分辨率遥感数据的热红外波段可实现对林区火点的实时监测与快速定位,配合高分影像可完成过火面积的精准测算与火灾损失评估,目前全国林草火点卫星监测已形成热点发布与2小时核查反馈的常态化工作机制。针对重点防护林区,结合搭载热成像设备的无人机遥感,可构建低空监测网络,实现火情“早发现、早预警、早处置”。在林业有害生物监测方面,利用多光谱无人机遥感与多时相高分影像,可识别植被受病虫害胁迫后的叶片色素、含水量变化,实现松材线虫病等重大有害生物的早期诊断与精准定位。此外,通过年度遥感影像的对比分析,可快速识别非法采伐、违规占地等人为破坏行为,为灾害处置与损失核定提供客观依据。

3 遥感技术在林业生态工程管理中的应用

3.1 为工程规划与方案优化提供空间数据支撑

林业生态工程的科学规划,需要基于区域立地条件、植被分布现状、土地利用类型等基础数据,制定适配性的造林规划与实施方案。遥感技术可快速获取工程区的地形地貌、土地利用现状、植被覆盖情况、土壤类型等基础空间数据,结合GIS空间分析技术,完成造林适宜性评价,精准划定宜林地块,确定造林树种、造林密度与工程建设规模,避免因基础数据不足导致的规划不合理问题。在三北防护林、京津风沙源治理等工程中,基于遥感影像可分析区域风沙活动、水土流失的空间分布特征,优化防护林的空间布局、林带走向与树种配置,提升工程建设的针对性与科学性^[7]。

3.2 为森林资源管护提供数字化闭环管理

遥感技术推动森林资源管护从传统人工巡护向数字化、精细化转型。基于年度更新的遥感影像数据,可构建全域覆盖的森林资源本底数据库,实现对工程区内林地面积、林分类型、林木蓄积量等核心资源数据的动态更新,大幅缩短资源数据更新周期,替代传统每10年一次的森林资源二类调查模式,保障资源数据的时效性。广西通过研发森林资源智能管理平台,实现了遥感

影像自动处理、森林资源变化自动检测等功能,推动形成“天上看、地上查、网上办”的管理模式。结合高分遥感与无人机遥感数据,可将管护责任区、管护范围精准落地到空间地块,为基层管护人员制定巡护路线,定位重点管护区域,提升巡护工作的靶向性,减少无效巡护的人力投入。通过多时相遥感数据的动态比对,可及时发现管护区域内的植被异常变化与人为干扰情况,向管护人员推送预警信息,实现森林资源管护的闭环管理。

3.3为林业执法监管提供精准化技术赋能

遥感技术为林业执法提供了客观、精准的技术支撑。通过季度、年度多时相遥感影像的对比分析,可快速识别工程区内非法采伐、违规占用林地、擅自改变林地用途等违法行为,精准定位违法地块的位置、范围与破坏程度,形成违法线索清单,为林业执法部门提供靶向核查的依据,改变传统执法依赖群众举报、人工巡查的被动模式,实现执法监管从“事后查处”向“事前预警、事中监管”的转变。广西武宣县通过构建低空遥感监测网络,实现对林区的常态化自动巡飞,已成功制止滥伐行为10余起,提升资源监管的时效性。同时,遥感影像数据具备客观、可追溯、不可篡改的特征,可作为林业行政处罚、案件办理的核心证据,提升执法办案的规范性与公信力。目前,基于遥感技术的林地变更调查与森林督查,已成为我国林地执法监管的常态化手段,在国家级、省级林业执法督查中得到全面应用。

3.4为工程建设成效考核的标准化体系支撑

林业生态工程的绩效考核是工程管理的核心环节,遥感技术为考核工作提供了标准化、量化的技术依据。传统工程考核依赖地方上报数据与抽样核查,存在数据真实性难以保障、考核结果主观性强等问题。基于遥感技术的监测数据,可将造林面积、植被覆盖度提升率、林分郁闭度、生态保护红线遵守情况等核心考核指标进行量化,形成标准化的考核指标体系,避免人为因素对考核结果的干扰。通过对比工程规划目标与遥感监测的实际完成情况,可客观评价各地区、各标段的工程建设任务完成情况,精准识别未完成建设目标的区域,为工程资金拨付、奖惩措施制定提供客观依据,有效杜绝工程建设中的虚报冒领、弄虚作假等问题,保障林业生态工程建设资金的规范使用。同时,

统一的遥感监测标准,可实现跨区域工程建设成效的横向对比,为全国林业生态工程的统筹管理与宏观调控提供数据支撑。

4 结语

遥感技术凭借宏观、快速、无损、周期性的技术优势,在林业生态工程监测与管理中发挥着不可替代的作用,已广泛应用于植被生长监测、林业资源动态监测、灾害防控监测、工程规划设计、成效评估、精准管护等各个环节,有效弥补了传统管理模式的不足,提升了林业生态工程的监测与管理水平,为林业生态建设高质量发展提供了有力支撑。未来,还需加强人才培养与技术支持、完善技术标准与规范、推动技术融合应用等措施,优化遥感技术的应用模式,提升其应用的规范化、常态化水平。同时,结合林业生态工程的发展需求,不断探索遥感技术的新应用场景与新方法,推动遥感技术与林业生态工程深度融合,充分发挥遥感技术的技术优势,为林业生态工程的科学实施、精准管理提供更加强有力的数据支撑,助力实现林业可持续发展,推动生态环境持续改善。

[参考文献]

- [1]李江,尹林江,易恒,等.无人机遥感技术在露天矿山生态监测与生产管理中的应用[J].贵州科学,2025,43(6):69-74.
- [2]胡佳慧,高军科,薄贺飞,等.无人机遥感技术在农田水利工程管理中的应用[J].种子科技,2025,43(2):180-182.
- [3]吕振华.先进遥感技术在水利工程施工监测中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(1):077-080.
- [4]刘明洪,李伟,徐波,等.卫星遥感技术在林业调查和规划设计中的应用[J].农村科学实验,2025(22):123-125.
- [5]曹建斌.无人机遥感技术在森林资源监测中的应用[J].农村科学实验,2025(7):139-141.
- [6]魏慧琴.遥感技术在生态环境监测与管理中的应用探究[J].现代园艺,2020,43(2):140-141.
- [7]田学东.遥感技术在生态环境监测与管理中的应用探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(8):65-67.

作者简介:

杨林林(1993--),女,汉族,辽宁省铁岭市人,硕士研究生,林业中级工程师,从事的研究方向或工作领域:林业工程。