

宜昌市三峡坝库区森林资源监测技术应用与发展建议

覃芳华¹ 李海潇² 杨邦国³

宜昌市森林资源监测站 湖北宜昌 443005

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14701

[摘要] 三峡坝库区作为长江流域生态屏障的核心区域,其森林资源动态监测对区域生态安全、生物多样性保护及碳汇功能提升具有战略意义。当前,宜昌市森林覆盖率达60.89%,拥有高等植物5000余种,古树名木近5000株,一级重点保护野生动物24种。但传统监测技术受限于人力成本高、时空分辨率低等问题,难以满足精准化管理需求。本文结合天地空一体化监测、激光雷达、无人机等现代技术,提出多源数据融合、标准化体系构建等发展路径,旨在通过技术升级实现库区森林资源动态监测精度提升,为长江经济带绿色发展提供科学支撑。

[关键词] 三峡坝库区; 森林资源监测; 生物多样性

一、引言

三峡坝库区地处长江上游与中游过渡地带,地形复杂、气候多变,森林资源监测面临技术瓶颈。传统地面样地调查依赖人工踏勘,单次调查周期长达3~6个月,且难以捕捉短期生态变化。例如,宜昌市森林面积129万公顷,人工调查需投入大量人力物力。近年来,随着卫星遥感、无人机、激光雷达等技术的突破,构建“天空地”一体化监测体系成为破解难题的关键。例如,宜昌市森林资源监测站通过无人机技术对森林资源进行监测,实现高效率、高精度、低成本、低技术要求的实用性监测方式。本文旨在通过技术分析与案例研究,提出三峡坝库区森林资源监测技术优化路径,推动区域生态保护与可持续发展。

二、三峡坝库区森林资源监测技术现状

2.1 传统监测技术的局限性

在传统森林资源监测领域,地面样地调查长期以来一直占据主导地位,然而这种监测方式却存在着三大亟待解决的核心问题。

其一,人力成本居高不下。宜昌市森林资源丰富,森林面积达到了129万公顷。若采用纯人工调查的方式,为了全面覆盖这片广袤的森林区域,单次调查就需要投入众多专业技术人员,且整个调查过程耗时漫长,2019年度开展的第五次森林资源普查,持续近一年才完成外业调查。

其二,监测效率难以提升。目前,在森林资源监测中常用的Landsat-8卫星,其重访周期为16天。这意味着在16天的时间间隔内,卫星只能对同一区域进行一次观测,难以捕捉到森林生态系统中短期内发生的各种变化,如破坏林地、乱砍滥伐以及森林病虫害的传播、森林火灾的初期蔓延等。而无人机技术虽然能够实现0.1m的高分辨率监测,能够清晰地获取森林植被的详细信息,但它存在监测范围窄、需要人为操作等局限性。

其三,监测精度过于粗犷。目前大范围的森林资源监测主要依赖于卫星影像,首先使用最新的卫星影像进行初步阅读,再有目的的开展实地调查,或者借助无人机、激光雷达等开展补充调查。一是影像的精度有限,对于小班面积、小班类型的划分不够精准;二是林地范围广,调查人员技术水平、经验值参差不齐,主观影响性大;三是林业调查设备落后,调查误差大。

2.2 现代监测技术的创新应用

2.2.1 天地空一体化监测体系

Sentinel-2卫星提供10m分辨率多光谱影像,用于估算森林覆盖度、生物量等宏观参数;无人机搭载多光谱相机,通过图像分割算法识别森林病虫害、枯死木等微观变化,精度达90%以上;地面传感器网络监测土壤湿度、温度等生态因子,数据通过北斗卫星传输至云端,延迟小于1分钟。宜昌市林业和园林局在全市布设森林火灾预防监测摄像头100余台,建设无人机巡护侦查系统近50套。同时,宜昌市建成了林长制网格化管理体系,形成村级林长、林业监管员和护林员“一长两员”工作格局。从空中的卫星、天上的监控+无人机,到地面的“一长两员”,正在逐步形成天地空一体化监测模式。

2.2.2 激光雷达技术

激光雷达通过发射激光束获取森林三维点云数据,实现生物量精准估算与林分结构分析:基于单木分割算法,结合胸径、树高实测数据,估算三峡库区马尾松林生物量误差<5%;提取郁闭度、树高分布等参数,发现海拔800~1500m区域为珙桐、连香树等珍稀植物核心分布区。宜昌市森林资源监测站曾应用激光雷达技术对林地资源开展调查分析测试,发现操作简单、结果准确度高,可以将调查效率提升5倍以上,但调查因子单一、技术要求高、调查成本高等现实问题导致短期内该技术难以普及应用。

2.2.3 无人机及时监测技术

针对建设项目使用林地、乱砍滥伐等森林资源变化快的这一类监管难题,宜昌市森林资源监测站积极探索无人机巡航+影像拼图+地类识别+叠加分析+输出预警信息等技术的低成本监测方式,弥补卫星监测慢、精度低和人工效率低、主观性强等短板,打造更加智能化、精准化的“傻瓜”式监测平台,服务基层资源监管与要素保障,现已服务资源监测项目400多项,对使用林地监测达到了及时、精准、高效的效果,同时兼顾了资源保护和经济发展两篇文章。

三、三峡坝库区森林资源监测技术发展建议

3.1 构建多源数据融合监测平台

为全面推进三峡库区森林资源监测与管理工作,宜昌林业开展了多维度工作:在数据整合方面,综合集成卫星遥感影像、无人机航拍影像、地表固定设备监测以及森林资源专项调查等多源异构数据,构建起三峡库区智慧林业数据库,并实现了数据的标准化存储与高效共享;在算法优化领域,运用深度学习算法对影像进行深度处理,成功将森林类型分类精度提升至95%以上,同时结合随机森林算法,对生物量估算模型进行了优化改进;在平台建设上,搭建了智慧林业平台、运木车辆智能识别预警平台、建设项目使用林地监测平台等,该系列平台实现了数据可视化、智能分析与预警等多项功能,能够支持多用户协同操作以及数据的动态更新。

3.2 推广智能化监测设备

在森林生态监测领域,采用了一系列创新且高效的技术手段。其中,无人机集群作业成为了一项关键举措。具体而言,部署了近50架自动巡航无人机,固定无人机舱于全市各县市区,这些无人机随时受市、县两级共同调配,根据巡航范围和目的地,自动规划航线,自动离返仓,自动充电续航,可24小时循环开展森林资源监测,极大地提升了监测效率,可确保监测任务能够更加顺利、高效地完成。

3.3 完善监测技术标准体系

为全面、精准且科学地推进三峡坝库区森林资源监测工作,需从统一标准、统一方法以及质量把控三个关键维度着手构建完善的监测体系。在统一标准方面,市森林资源监测站编制完成《宜昌市森林资源监测体系建设方案》,针对森林资源监测中的核心指标,如覆盖率、蓄积量以及生物多样性等,详细明确其计算方法,确保不同监测主体在数据采集与计算过程中遵循统一标准,避免因方法差异导致的数据偏差。同时,对无人机监测的航摄参数进行严格规范,明确飞行高度、重叠率等关键参数的具体要求,以此保障获取的监测数据具有高度的一致性与可比性。在方法标准化环节,致力于建立一套科学、严谨且可操作性强的数据预处理流程。该通过精细化的处理手段,有效剔除数据中的噪声干扰,准确划分不

同地类,并对目标区域进行精准分割,从而为后续的数据分析提供高质量的基础数据。此外,针对高光谱影像,制定统一的大气校正与辐射定标标准,消除大气因素对影像数据的影响,确保不同时间、不同地点获取的高光谱影像数据具备可比性,为森林资源的动态监测与分析提供可靠依据。

3.4 加强生物多样性保护技术研究

在大老岭国家级自然保护区、后河国家级自然保护区等重要生态系统部署了红外相机与声音传感器,构建起生物多样性实时监测网络,以实现对物种活动轨迹的有效追踪。同时,基于深度学习算法,结合GIS技术,深入分析地形、气候、土壤等多方面因子对生物多样性的影响,根据野生动物现行分布状况,绘制出珍稀物种的潜在分布图、迁徙路线图。

3.5 推动碳汇功能监测与评估

宜昌市在全省率先开展并完成林业碳汇资源潜力调查,建立林业碳汇开发项目库,实施林业碳票制度,并在全省研究出首个碳汇项目方法学,建立全省首个市级“林业碳汇+生态司法”协同机制,生态产品价值转化路径实现创新突破。仅2024年,已在18起设立男减重引导违法行为人认购20单4218.52吨林业碳票减排量。构建多元化生态环境损害替代修复和赔偿制度。

四、结论

三峡坝库区森林资源监测技术的升级是保障长江生态安全的关键举措。通过构建天地空一体化监测体系、推广智能化监测设备、完善标准体系,可实现森林资源动态监测精度提升30%以上,为生物多样性保护、碳汇功能提升提供科学依据。未来,需加强跨部门协作与技术创新,推动监测技术向智能化、精准化方向发展,助力长江经济带绿色发展。

【参考文献】

- [1] 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, (07): 139-141. DOI: 10.20264/j.cnki.rse.2025.07.048.
- [2] 李伟, 徐波, 赵开府, 等. RTK技术在森林资源监测中的应用分析[J]. 南方农业, 2024, 18(23): 215-219. DOI: 10.19415/j.cnki.1673-890x.2024.23.047.
- [3] 宋仁飞, 周瑾, 卢威陶, 等. 遥感技术在林业资源调查及监测中的应用研究[J]. 农业灾害研究, 2024, 14(10): 266-268.
- [4] 张文君. 3S技术在林业资源调查与管理上的运用[J]. 中国林副特产, 2023, (05): 93-95. DOI: 10.13268/j.cnki.fbsic.2023.05.035.
- [5] 喻宏伟. 卫星监测技术在森林资源管理工作中的应用[J]. 农村科学实验, 2024, (03): 130-132.