

林草资源调查与监测技术在生态环境保护中的应用

曹 辉 武剑宏 徐 蓓

内蒙古自治区巴彦淖尔市乌拉特后旗林业和草原局 内蒙古 巴彦淖尔 015543

摘 要：随着科学技术的发展，我国林草监测范围不断扩展，很多信息化技术手段被引入森林资源调查监测，有利于复杂环境下开展森林资源调查监测工作，为环境保护工作奠定良好基础。深入研究，优化监测技术，提高林草资源保护力度，提出林草资源调查和监测技术的发展前景和实施建议，有效提升我国林草资源调查监测技术的整体水平。

关键词：森林资源；调查监测；环境保护

虽然当前我国经济发展迅速，但是在很长一段时间内，我国经济发展方式与环境保护要求相悖，对环境造成较大负担。为切实践行环境保护要求，须在环境保护基础上强化对林草资源的调查监测，确保森林资源不被破坏。

1 林草资源调查与监测技术介绍

林草资源调查与监测技术是支撑生态文明建设和生态保护的核心手段，通过多源感知、智能分析和动态评估，为资源管理和生态修复提供科学依据。主要技术体系和应用如下：

（1）技术体系框架。天空地一体化监测网络，卫星遥感：利用多光谱、高分辨率遥感影像，实现大范围森林覆盖率、草原植被盖度、湿地分布的动态监测（如森林蓄积量估算、荒漠化图斑识别）。无人机监测：搭载激光雷达（LiDAR）、高光谱传感器，精准获取林冠结构、单木参数及地形数据，适用于复杂地形样地调查。地面传感网络：布设气象站、土壤墒情仪等物联网设备，实时监测生态因子（温湿度、碳通量），支撑生态过程模型构建。智能化分析平台，融合AI算法（如深度学习图像分割、监督分类）实现植被类型自动识别、病虫害早期预警；基于GIS平台整合多源数据，构建林草资源“一张图”数据库，支持时空变化可视化分析。

（2）核心技术方法。图斑监测技术，以国土“三调”为统一底图，结合年度变更调查，通过遥感解译与实地验证，精细化区划森林、草原、湿地图斑边界及属性。应用案例：2022年全国完成5.2亿个图斑监测，精准量化北京、贵州等省份森林覆盖率十年增幅。样地调查技术，构建全国统一抽样框架，通过固定样地连续观测获取林分结构（树高、胸径）、草原生物量、湿地水文参数等关键指标；激光雷达技术显著提升效率，例如通过机载LiDAR反演模型实现小班蓄积量动态更新，精度

达业内领先水平。

（3）典型应用场景。碳汇能力评估，结合遥感生物量模型与地面碳储量实测，动态追踪森林碳汇变化，监测显示我国林草碳汇能力持续增强，支撑“双碳”战略。灾害防控，利用热红外卫星10分钟级火点扫描预警，无人机实时跟踪火场蔓延，实现林火“早发现-早处置”，降低灾害损失。生态工程监管，融合多期遥感影像与地面核查，评估三北防护林、退牧还草等工程成效，揭示十年来重点省份森林覆盖率增长超5%（如湖南达53.03%）。

（4）技术发展趋势。多尺度协同监测：规划推进“国家-省-市-县”四级联动监测，统一时点产出资源动态数据；智能感知升级：深化AI在病虫害识别（如松材线虫病自动检测）、生物多样性评估中的应用；天空地数据融合：构建“遥感+无人机+物联网”全链条监测体系，提升生态系统服务功能评估精度。当前技术仍面临监测因子覆盖不足（如土壤微生物多样性）、模型泛化能力有限等挑战，需进一步融合多学科方法优化。

2 生态环境保护重要性

生态环境保护的重要性体现在维系人类生存根基、保障可持续发展及守护地球生命共同体三个核心维度，具体内涵如下：

（1）维系人类生存根基。保障生命健康，清洁的空气、水源和土壤是生存基础，环境污染直接危害人体健康。例如水源地保护可阻断重金属等污染物通过食物链富集致病。维持生态功能，森林固碳释氧、湿地净化水质、土壤保持肥力等生态服务功能，是维持地球生命支持系统的核心。生态保护红线划定正是对这些核心功能的刚性守护。

（2）支撑可持续发展。资源永续利用，矿产资源不可再生性决定必须通过循环经济实现资源高效利用，生

态环境保护是可持续发展的前提条件。经济绿色转型,推动产业低碳化发展(如碳市场建设)和生态产品价值转化,实现“绿水青山”向“金山银山”的转变。典型案例:某水禽湿地公园从排污区变为生态旅游地,印证生态修复的经济价值。

(3) 守护地球生命共同体。保护生物多样性,每年全球约5万物种消失,生态保护通过维系栖息地完整性和食物链稳定,防止生态系统崩溃。应对气候变化,林草碳汇能力持续增强,是我国实现“双碳”目标的关键路径。生态环境保护是“国之大者”,需保持战略定力持续推进。正如总书记强调:“生态环境没有替代品,用之不觉,失之难存”,这要求我们始终将生态保护置于民族永续发展的历史高度践行。

3 林草资源调查与监测技术在森林防火监测中的应用

林草资源调查与监测技术在森林防火监测中已形成系统化应用体系,通过多技术融合实现灾前预警、灾中追踪与灾后评估的全链条防控,具体应用如下:

(1) 火险预警与风险防控。雷电精准定位与雷击火防控,在雷击火高发区部署全波形三维闪电定位仪,实时追踪雷电活动并精准标定落雷位置(如大兴安岭林区安装19套设备,实现雷击火业务化预警);结合枯立木分布和气象数据构建预警模型,博州林区通过闪电定位系统精准锁定雷击火点位,支撑快速扑救。可燃物动态监测,基于遥感与地面调查数据,建立全国林下可燃物载量本底数据库,开发可燃物载量分层估算模型(累计完成11.2万个可燃物样地调查),为火险等级预报提供数据支撑。

(2) 火情动态监测与识别。“空天地”一体化监测网络,卫星高频扫描:利用12颗卫星每日近200次扫描监测火点,最小识别面积达14m²(青海省应用案例);

无人机协同巡检:针对复杂地形补充巡查,搭载红外热成像仪识别火点,30分钟内完成全国火情初筛(重庆“无人机+林火视频”监测网);智能视频监控:布设5671个双光谱探头,结合AI算法自动识别烟雾和火焰,实现24小时自动报警。北斗与智能终端应用,护林员配备北斗巡护终端,实时回传定位轨迹与现场图像(神农架林区实现资源管护信息化),火情发生时可通过终端紧急求救并共享火场坐标。

(3) 火灾扑救与指挥调度。火场三维建模与态势分析,无人机倾斜摄影生成火场厘米级实景模型,辅助分析火势蔓延趋势(青海省构建重点防火区三维“一张图”)。智慧指挥平台联动,搭建智慧防火管理平台,整合火点定位、护林员调度与应急资源分布数据,实现报警

信息直达终端、扑救力量一键调配;森林防火感知系统联动卫星、无人机、望塔数据,支撑“打早打小”。

(4) 灾后评估与防治优化。过火面积精确测算,通过卫星影像对比火灾前后NDVI(归一化植被指数)变化,量化过火面积与生态损失(遥感技术支撑灾损评估)。防治区划与能力提升,基于全国森林火灾风险普查成果,绘制火险等级图、减灾能力分布图及防治区划,指导防火设施优化布局。技术演进方向,深化人工智能算法在火点识别中的精度(如重庆本地化火险模型),推广“物理防雷+可燃物清理+闪电监测”三位一体防控模式(博州试点经验),构建全域覆盖的“智慧防火大脑”。

4 林草资源调查与监测技术应用实例

以下是林草资源调查与监测技术在实际场景中的应用实例,结合具体案例说明技术落地效果:

(1) 遥感与无人机技术应用。疫木精准治理,通过卫星遥感标记松材线虫病疫木位置,配合定点处理工厂,实现疫情面积、疫区数量“三连降”,该模式被纳入国家推广案例。海岸带生态修复监测,运用“天空地”一体化监测网,卫星追踪红树林湿地变化,AI模型预警生态风险,助力红树林修复工程入选全球湿地经典案例。造林质量核查,“三北”工程采用无人机影像核查造林区域,精准评估成活率及植被恢复效果。

(2) 碳汇监测与生态评估。林草碳汇规划,技术团队开展人工林碳汇调查,通过标准化布点采样、外业培训和数据建模,支撑地方“双碳”战略落地。生态综合监测,利用遥感与大数据分析全省林草碳储量,量化森林覆盖率24.02%、林草植被总碳储量114.43亿吨,服务长江黄河生态安全战略。

(3) 基层技术赋能与复杂地形攻坚。林场样地调查,针对基层“新技术掌握不足”“复杂地形作业难”问题,省级专家现场指导复位样地、枯死木界定等技术环节,提升数据准确性。图斑监测,采用“现地调查+图斑属性因子逻辑校验”模式,完成64214个林草湿变化图斑核查(涉及5357.54公顷林地)。

(4) 生物多样性保护与修复实践。花米草治理,结合卫星监测与人工干预,开发“刈割+水位调控”技术清除入侵物种,红树林碳汇能力提升37%。生物链修复,引入马鹿、梅花鹿促进草地植被自然更新,通过无人机监测评估草原盖度提升效果(植被覆盖度达95%以上)。

(5) 协同治理与数据整合。林草湿荒普查改革:整合林地、草地、湿地、荒漠化数据,建立统一底图与标准,支撑国土空间规划。林权数字化管理:搭建林权信

息共享平台,免费提供地籍调查服务,推动“三权分置”改革(2021年以来减免费用近千万元)。

5 生态环境保护挑战与对策

以下是生态环境保护领域面临的核心挑战及针对性对策,基于最新政策实践与技术进展综合分析:

(1) 核心挑战。结构性污染突出,工业源污染物排放量占总排放量62%,能源结构中煤炭消费占比仍达56.2%。黄河流域以全国2%的水资源支撑12%人口和14%经济总量,水资源开发利用超80%生态警戒线。生态系统退化加剧,全国43%重点生态功能区遭侵蚀,黄河源头冰川面积较80年代萎缩52%,湿地减少20%;生物多样性锐减,黄河鱼类从125种降至47种,刀鲚等物种濒临灭绝。治理机制存在短板,跨区域污染协同不足;环境基础设施滞后,河南洛阳等地污水处理能力不足导致直排;数据造假频发,虚报污水厂数据暴露监管缺失。

(2) 系统性对策。技术赋能精准治理,智慧监测网络,构建卫星-无人机-地面传感协同监测网:运用12颗卫星实现24小时生态无死角监测,无人机30分钟完成全国火情初筛;推广区块链存证技术,确保监测数据不可篡改。清洁技术替代,制定《清洁能源替代计划》:目标2030年非化石能源占比提升至35%,氢燃料无人机续航达4小时助力巡查;工业领域推行AI优化排放:边缘计算技术使污染预测提速80%。

(3) 制度创新破解瓶颈。空间管控强化,实施生态保护红线“一张图”管理,湖北整合国土“三调”与林草湿数据消除分类冲突;建立市场化机制:碳排放权交易覆盖八大高耗能行业,试点“生态银行”促进资源转化。跨区域协同升级,构建流域联防联控平台:黄河流域推行水沙调控一体化工程,联动9省区治理污染跨界转移;深化督察问责:中央生态督察公开65个典型案例,推动16省市整改历史遗留问题。

(4) 社会参与机制革新。数字化公众参与,开发“环保积分”小程序,通过话费充值等30种奖励激励公众监督(适用智能手机普及率90%地区);将环保知识纳入K12课程体系,建立个人环境信用档案。企业责任重构,实行排污许可“一证式”管理,对偷排企业实施按日计罚;推广“物理防雷+可燃物清理+闪电监测”三位一体防控模式,降低企业火灾风险成本。成效与展望,甘肃实践:2024年PM10浓度下降10.3%,优良天数比例升至89.8%;黄土高原治理:70年生态重建使梯田面积超5万平方公里,植被覆盖率实现“由黄到绿”逆转;国际合作:中国技术助力曼谷建立污染源精准识别系统,推进中泰环保合作。

综上所述,当前生态治理已进入“技术穿透盲区+制度重构+全民行动”新阶段,需持续强化天空地协同监测、绿色金融创新及全球环境治理协作,筑牢美丽中国生态基底。

参考文献

- [1]姚鹏.浅析森林资源调查监测技术对环境保护的作用[J].现代园艺,2020,43(18):154-155.
- [2]鞠海.森林资源调查监测技术对生态环境保护作用探讨[J].林业勘察设计,2022,51(2):41-43.
- [3]吴英.森林资源调查监测技术及其对环境的保护作用[J].江西农业,2021(22):41-42.
- [4]张海.浅谈林业发展建设对生态环境保护作用及其相关对策[J].吉林蔬菜,2020(1):67-68.
- [5]李源.森林资源保护与生态环境建设的策略[J].南方农机,2020,51(8):228.
- [6]顾锋.环境监测在生态环境保护中的作用及发展措施分析[J].科学与信息化,2020(4):42.
- [7]梁鹏.试论森林资源调查监测技术对环境保护的作用[J].南方农业,2021,15(9):106-107.