

基于 3S 技术的森林资源精细化调查规划方法研究

王明星

北京智测自然资源调查规划有限公司辽宁分公司, 辽宁 沈阳 110031

[摘要]随着技术发展, 研究逐渐转向多种技术的集成应用。文章围绕 3S 技术(遥感 RS、地理信息系统 GIS、全球定位系统 GPS)展开研究, 及其在森林资源精细化调查规划中的实际应用价值。结果表明, 3S 集成技术可有效突破传统林业调查的时空束缚, 高效实现大范围林区资源信息的快速采集与解译, 数据准确度提升, 给林业部门科学决策提供真实靠谱的数据支撑, 助推区域林业生态高质量、可持续发展。

[关键词]3S 技术; 东北森林资源; 调查规划; 应用

DOI: 10.33142/nsr.v3i2.19996

中图分类号: S715.1

文献标识码: A

Research on the Method of Fine Survey and Planning of Forest Resources Based on 3S Technology

WANG Mingxing

Liaoning Branch of Beijing Zhice Natural Resources Survey and Planning Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110031, China

Abstract: With the development of technology, research is gradually shifting towards the integrated application of multiple technologies. The article focuses on the research of 3S technology (remote sensing RS, geographic information system GIS, global positioning system GPS) and its practical application value in the fine investigation and planning of forest resources. The results indicate that 3S integrated technology can effectively break through the temporal and spatial constraints of traditional forestry surveys, efficiently achieve rapid collection and interpretation of large-scale forest resource information, improve data accuracy, provide reliable data support for forestry departments to make scientific decisions, and promote high-quality and sustainable development of regional forestry ecology.

Keywords: 3S technology; northeast forest resources; investigation planning; application

引言

森林属于关键自然资源,也是守护生态环境的重要防线,做好实地勘测、科学统筹规划,是保障林业长久稳定发展的根本前提^[1]。精准掌握林木分布情况和逐年变化趋势,才能给各类林业管理政策制定提供真实可靠的数据依据。过去人工实地走访的传统森林调查方式短板越来越明显,不仅耗时长,监测出来的数据还容易有误差,未能满足当下精细化林业管理的各项要求^[2]。当前由遥感(RS)、地理信息系统(GIS)与全球定位系统(GPS)构成的 3S 技术体系日趋完善,凭借勘测速度快、测量精准、能够实时获取信息等突出优势,给森林资源勘查、林地规划工作开辟了新路径^[3]。我国东北地区林地种类丰富,但山地丘陵多、地形错综复杂,靠传统人工调查开展工作难度很大,很难同时兼顾数据质量和工作速度。分析 3S 技术在东北林区的实际使用效果,既能大幅缩短外业调查时间、提升

数据可靠度,方便相关部门规范化管控森林资源,还能持续跟踪林区资源变化、定期完成生态评估,助力东北地区林业持续发展。

1 3S 技术概述

1.1 遥感(RS)技术

遥感技术依托星载、机载传感器对森林生态系统开展非接触式远距离对地观测,捕获地物目标反射、辐射的电磁波谱信息,完成大区域、短周期森林动态监测。森林植被、林下地表覆被具备专属光谱响应特征,借助航天、航空遥感平台采集对地观测数据并生成标准化遥感影像产品。随着高空间分辨率遥感成像系统迭代升级,植被精细分类、森林结构参数反演的整体精度得到大幅优化,进一步夯实了遥感技术在林业资源调查领域的核心应用地位。在森林资源一类、二类调查业务中,该技术可精准完成植被群落类型解译、林木健康胁迫诊断、林地时空演变动态

监测,为森林经营规划、资源管控提供量化基础数据支撑。

1.2 地理信息系统(GIS)技术

地理信息系统(GIS)是一套专门处理地理空间数据的综合技术工具,可以把森林的具体地理位置、资源属性等各类信息整合到一起,搭建出层级清晰、内容全面的森林资源数据库^[4]。依靠这套数据库,工作人员能精准核算森林占地面积、评估森林资源疏密程度,还能模拟预判森林资源的变化走势,给森林科学规划、合理管护提供扎实、靠谱的数据支撑。除此之外,GIS还能制作各类森林专题地图、搭建三维立体模型,把森林的分布形态,以及森林和周边环境的关联直观地展现出来,大幅提升林业决策的效率和精准度。

1.3 全球定位系统(GPS)技术

GPS技术通过接收卫星信号,快速精准锁定实地的地理坐标,广泛用于森林样地定点、林地边界勘测、野外作业导航等工作,尤其是在东北林区的森林资源调查工作中,GPS可以对固定监测样地进行长期定点跟踪观测,能够清晰反映森林资源的动态变化,为林区资源动态监测、资源变化规律分析筑牢了技术基础^[5]。

2 3S技术在森林资源调查规划中的应用重要性

2.1 提高调查效率

以往传统森林资源监测调查多采用人工实地踏查与分层抽样调查模式,普遍存在作业效率偏低、周期冗长、人力经济成本过高等短板。3S集成技术的落地应用有效打破传统调查模式的时空约束,可全面优化森林资源调查整体作业效率。RS技术可快速实现大尺度林地植被覆盖信息同步采集,规避大范围地面人工核查的繁杂工序;GPS技术可为野外样地核查提供高精度定位导航,降低复杂山地地貌带来的作业耗时损耗,GIS技术依托空间叠加、拓扑分析等模块批量解析多源异构林业数据,自动化输出林业专题制图,缩短数据解译处理时长。

2.2 提升数据精准度

3S技术搭载高精度传感仪器与空间分析运算模型,能大幅提高野外调查数据的精准程度。遥感依托高清影像与多光谱解析手段,可清晰区分林区各类植被,摸清植被实际分布情况;地理信息系统借助空间插值计算、数理统计模型,细致刻画森林资源在空间上的分布差异;全球定位系统运用差分定位手段,定位误差能控制在厘米级别,给实地样地勘测、林地边界划分打下精准基础。除此之外,把遥感、地理信息、定位三种技术结合使用,还能整合各类来源的数据互相弥补短板。

2.3 助力科学决策

3S技术能给自然资源的保护、开发规划提供可靠的科学支撑。遥感技术可实时跟踪资源变化走向,为各类保护政策的出台提供数据支撑;GIS能够推演多种开发方案给资源布局带来的不同效果,让规划决策更合理;GPS精准划定各类资源的地理边界,规范后续开发作业。3S技术的应用有助于林业长期稳定、绿色可持续发展。

3 东北森林资源特点

东北林区的植被类型十分丰富,品类覆盖全面,既有以红松、落叶松为核心的针叶林,也有以柞树、白桦为主的阔叶林,还有红松与各类阔叶树种搭配形成的针阔混交林,这些植被群落分别分布在长白山脉、辽东山区以及松嫩平原边缘地带。这片区域的生物多样性水平很高,林下生长着各类灌木、草本植物,还孕育了人参、黄芪等多种珍稀药用植物,同时也是东北虎、豹、马鹿等珍稀野生动物的核心栖息场所。除此之外,东北林区的地形地貌错综复杂,长白山脉、小兴安岭等山地海拔落差较大,从数百米到两千余米不等;松嫩平原、三江平原整体地势平缓,但局部微地形变化较多、高低错落。正是因为植被类型多样、动植物资源丰富、地形条件复杂,传统的人工调查方法很难兼顾全面性和精准度,在调查覆盖范围、数据精准度以及人力物力成本控制等方面,都存在明显短板、难度较大。而3S技术结合了遥感大范围动态监测、GIS空间数据分析、GPS精准定位的多重优势,能够很好地适配林区复杂的空间差异特征,为森林资源调查规划、生物多样性保护工作提供精准、科学的技术支撑。

4 3S技术在东北森林资源调查规划中的应用

4.1 遥感(RS)技术在资源调查中的应用

4.1.1 森林资源分类

遥感技术能够采集森林植被的光谱信息,一种高效划分东北各类森林资源的手段是光谱遥感识别:各类树木叶片组织结构、含水量与体内化学物质组成不同,使其反射形成各具特异性的光谱信号。把有样本参考的监督分类和无先验样本的非监督分类算法搭配使用,就能清晰分辨出针叶林、阔叶林和针阔混交林。借助多光谱影像数据,采用最大似然分类法,能得出准确度很高的林地划分结果。清晰度更高的高分影像还能进一步减少识别误差,给森林资源盘点、长期变化追踪提供靠谱的数据支撑。另外把不同季节拍摄的多时段影像结合起来,还能了解树木四季长势变化,让分类结果更贴合实际,方便林业开展细致化管控工作。

4.1.2 林分参数提取

林分相关指标是衡量森林资源状况的核心依据,借助遥感手段,我们能快速测出树林高度、树冠郁闭程度、林木生物量这些关键数据。依靠光学遥感做纹理解析,再搭配 NDVI、RVI 这类植被指数搭建计算模型,能较好推算出树林高度和郁闭度,这套方法放在东北林区测算时,得出的数据和实地情况匹配度很高。雷达遥感可以捕捉植被纵向的立体结构,还不受云层遮挡影响,能稳定测出林分高度,山地、地势起伏大的林区用它很合适。把激光雷达 (LiDAR) 和机器学习算法搭配使用,测算林木生物量的准确度会大幅提高,既加快了各类林分指标提取速度,结果也更靠谱,能够给后续森林管护、采伐培育等规划方案提供可靠的数据支撑。

4.2 地理信息系统 (GIS) 技术在规划中的应用

4.2.1 森林资源空间分析

GIS 拥有出色的空间数据分析能力,是开展森林资源相关研究的关键技术手段。把卫星遥感影像和野外实地调研的数据整合到一起,就能清晰梳理森林的空间分布形态,还能厘清森林分布和各类环境要素之间的内在联系。借助缓冲区分析、图层叠加这些 GIS 常用工具,能精准划定生态环境薄弱区域;结合时空维度分析手段,既能还原森林资源过往的动态演变过程,也能预判后续发展走向。东北林区地形起伏复杂,依托 GIS 整合海拔高度、地面坡度、坡面朝向等多种地形参数,能够更合理地规划林地空间布局,让森林经营规划方案更贴合实际、落地性更强

4.2.2 规划方案制定与优化

依托 GIS 软件平台能够搭建分层分级的森林资源规划测算模型,方便工作人员制定并调整林地保护、林木采伐以及森林更新的全套实施方案。做林地保护规划时,GIS 工具能测算整片林区景观的连通程度,以此规划生态缓冲廊道,方便各类野生动植物迁移活动;安排采伐作业方案时,系统会同步兼顾木材产出量、生态环境状况和经济收益,自动算出综合最优的采伐布局,还能生成三维立体画面直观呈现规划效果;开展森林更新规划阶段,借助时空数据分析功能,可以预判多年之后对森林覆盖面积、林木碳储量带来的变化。

4.3 全球定位系统 (GPS) 技术在调查中的应用

4.3.1 精准定位与导航

GPS 技术给东北森林实地勘察工作带来精准定位、带路的便利,大幅提高了勘察速度和数据准确度。东北山林地势错综复杂,以往人工找路容易被山体、茂密树木挡

住视线,很难找准位置, GPS 能实时接收卫星信号给出准确坐标,方便工作人员合理规划勘察路线、顺利完成外业作业。差分 GPS 能把定位精准度做到厘米级别,划林地边界、定点布设调查样地都十分靠谱。搭配便携手持终端,勘察人员能随手记下样地位置、拍下现场实景,直接传回后台数据中心,野外采集和线上数据管理顺畅对接。

4.3.2 样地定位与监测

样地定点布设与长期跟踪观测是森林资源清查里最关键的步骤。在东北地区森林实地调查工作中,借助 GPS 设备精准标定固定样地点位,能减少人工丈量带来的点位跑偏问题,保证前后多期调查数据统一、方便对比分析,大幅降低人为操作失误。搭配 GPS 和地理信息数据库,还能实时跟踪样地变化情况,每隔一段时间记录点位坐标、林地环境相关指标,以此研判林木长势变化规律,以及森林受各类外界干扰后的变化特点,给林区管护工作提供可靠的数据支撑。

5 3S 技术在东北森林资源调查规划应用中的问题与策略

5.1 应用中的问题

5.1.1 数据精度问题

3S 技术应用于东北地区森林资源清查工作时,数据精准度是首要待攻克难题。低分辨率遥感影像会造成林地地类识别分类出现明显偏差, GIS 空间分析运算过程中各类误差持续叠加,直接降低评价测算模型的可靠程度;东北山地、密林等复杂地貌环境易遮挡 GPS 接收信号,引发坐标定位偏移问题。三类技术同步作业产生的多重误差相互叠加放大,大幅限制整套技术体系的实际运用成效。后续可通过优化遥感影像数据源、迭代空间数据处理工序、改良定位设备抗遮挡性能等系统性方案,全方位提升整套调查数据的测量精度。

5.1.2 技术融合问题

RS、GIS、GPS 三种技术各有长处,三者之间的深度融合仍面临诸多困难。一方面各类数据存储格式不一样,另一方面现有配套集成方案不够完善,再加上行业里没有统一标准,限制了其森林资源实地勘察、规划设计工作里的实际使用效果。

5.2 解决策略

5.2.1 提高数据精度策略

采用多源数据融合、优化运算算法、做实实地地面核校,弥补单一数据源存在的短板,比如把光学影像和雷达数据搭配使用,即使地形起伏复杂,也能获取完整、可信

度更高的林地覆盖资料；优化插值计算、空间分析相关算法，能缓解 GIS 数据处理过程里误差层层叠加的问题；地面核验工作依靠现场实地勘测搭建校验样本数据库，能够修正遥感解译、GIS 分析得出的结果，保障整套调查数据贴合林地真实情况。

5.2.2 促进技术融合策略

研发适配多设备同步运行的配套软件，提升整套系统整合运转的效率；制定统一的数据规范和数据传输交换规则，化解各类数据格式互不兼容的难题，方便各类多源调查数据快速流通共享；搭建开放可拓展的平台框架，依托云计算、大数据技术打造一体化 3S 综合服务平台，让遥感 RS、地理信息 GIS、定位 GPS 三项技术高效联动，充分发挥整套技术组合的综合作用。

6 结论

3S 技术运用到森林资源调查规划中优势十分突出，借助遥感技术，可快速获取大范围区域的森林覆盖现状，再搭配分类算法，就能精准区分各类植被；GIS 具备完善的空间分析能力，直观展示森林资源的分布状况和逐年变化趋势；GPS 方便野外实地作业时精准定位、规划路线，

给调查样地设置、长期跟踪监测提供精准的数据。后续要进一步整合各类数据源、优化计算模型，建立统一的数据规范，推进 3S 技术一体化智能运用，助力林业精细化管控，为生态保护工作提供更扎实的技术保障。

[参考文献]

- [1]宋保伟.3S 技术在森林资源调查规划中的应用[J].江西农业,2026(3):184-186.
- [2]范炜.3S 技术在森林资源监测中的应用[J].林业勘查设计,2025,54(6):73-75.
- [3]张达,吕乐,桑睿,等.多源 3S 技术集成下的丽水山地森林资源智慧监测与应用研究[J].绿色科技,2025,27(20):198-205.
- [4]陈晨.3S 技术在森林资源调查规划中的应用[J].林业科技情报,2025,57(3):110-113.
- [5]张伟.林业调查规划设计中 3S 技术的应用[J].林业科技情报,2025,57(3):140-142.

作者简介：王明星（1992—），男，辽宁省沈阳人，工程师，北京林业大学林学专业毕业，现就职于北京智测自然资源调查规划有限公司辽宁分公司，从事森林资源调查工作。