

遥感技术在大范围森林资源普查与动态监测中的应用

王明星

辽宁博昊土地科技发展有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110141

摘要: 遥感技术依靠宏观、动态和高效这些明显优点, 已经成为开展大规模森林资源调查和实时监控的关键方法。这篇文章总结了遥感技术在这一领域中主要的应用情况和研究成果。分析遥感技术的基本原理、常用的数据来源, 还有它在大规模森林资源调查中无可取代的技术优势。在森林资源调查这个部分, 详细讲解了利用多光谱、高光谱以及雷达等多种遥感数据, 进行森林种类区分、面积精确计算、森林储存量准确估算以及空间分布预测的具体操作方式和实际应用效果, 这样就能帮助了解森林资源的基础状况, 并且提供重要的基础数据支持。

关键词: 遥感技术; 森林资源普查; 动态监测; 森林类型识别; 多源信息融合

The Application of Remote Sensing Technology in Large-Scale Forest Resource Surveys and Dynamic Monitoring

Wang Mingxing

Liaoning Bohao Land Technology Development Co., Ltd., China Liaoning Shenyang 110141

Abstract: Relying on its distinct advantages of macroscopic, dynamic, and high-efficiency characteristics, remote sensing technology has become a key method for large-scale forest resource surveys and real-time monitoring. This article summarizes the main applications and research achievements of remote sensing technology in this field. It analyzes the fundamental principles of remote sensing technology, common data sources, and its irreplaceable technical advantages in large-scale forest resource surveys. In the section on forest resource surveys, it elaborates on the specific operational methods and practical application effects of utilizing multispectral, hyperspectral, and radar remote sensing data for forest species classification, precise area calculation, accurate forest storage estimation, and spatial distribution prediction. This helps to understand the fundamental conditions of forest resources and provides crucial foundational data support.

Keywords: Remote sensing technology; Forest resource inventory; Dynamic monitoring; Forest type identification; Multi-source information fusion

0 引言

森林属于陆地生态系统的核心部分, 能够帮助维持生态平衡, 应对气候变化, 同时也关系到人类生活的幸福和健康。要想做好科学规划和长期保护工作, 就必须全面了解森林资源的基本情况以及这些情况的变化情况。但是, 过去的地面调查方式精度很高, 但费时又费力, 费用也非常昂贵, 而且很难在广阔的地区或者交通条件很差的地方做到持续不断地监测和统一的数据收集, 已经不能适应现代林业需要的那种精准度高、反应速度快的管理要求。从早期用飞机拍照片到现在利用多种卫星和无人机设备、不同分辨率的探测方式来进行观察, 遥感技术已经深入参与到森林资源调查和监测的每一个环节中, 成为必不可少的重要支持力量。这篇文章打算详细总结遥感技术在大范围森林资源普查和动态监测中的具体应用路径, 重点分析资

源基本状况的检查和变化情况的监测这两种主要技术方法及实际取得的效果, 同时探讨目前遇到的一些技术难题, 并且预测未来这种技术的发展方向, 希望通过这种方式帮助大家更好地利用遥感技术来推动森林资源的现代化管理和科学保护, 提供一些有用的参考资料和实践经验。

1 遥感技术在森林资源普查与动态监测中的概述

1.1 技术原理与主要数据源

遥感技术的基本原理就是利用传感器从远处观察目标物体, 通过捕捉目标物体反射出来的光线或者发出的光线, 来获取关于位置、时间以及颜色分布的具体情况, 最终判断出目标物体的种类和数量。在研究森林资源的时候, 各种各样的遥感数据来源为调查和监控工作提供了多种不同的帮助方式。光学遥感数据是最常用的一种基础类型, 能

够覆盖到可见光、近红外、短波红外等多个不同的波段范围,比如 Landsat 系列卫星、Sentinel2 卫星以及中国自主研发的高分辨率卫星数据集,这些数据都能很好地反映植被的绿色程度、内部含水量多少以及整体生长状态的好坏。高光谱遥感技术能够获取非常细致的光谱信息,通过多个很窄的波段进行分析,这种能力特别适合用来分辨出各种复杂的森林种类以及内部化学成分的变化情况^[1]。合成孔径雷达遥感技术依靠自己发射出微小的无线电波束,并且接收从地面反弹回来的信号,这种方式可以清楚地显示出地表表面的详细构造特点,比如欧洲航天局推出的 Sentinel1 卫星以及日本发射的 ALOS PALSAR 卫星,都拥有很好的穿透云层和雾霾的效果,同时对森林内部的垂直方向分布也有很高的敏感度,非常适合用在多云多雨天气条件下的森林环境监测任务上,保证监测工作的顺利开展。

1.2 宏观、动态、高效的技术优势

跟传统的地面调查方法相比,遥感技术在森林资源普查和动态监测领域表现出非常突出的技术优势。宏观特点主要表现在能够从高空俯瞰整个区域进行观察,获取的信息覆盖面特别宽广,比如一幅卫星拍摄的照片就能展示几千到几万平方公里的土地面积,这样就为大范围甚至全球范围内的森林资源分布情况做了全面的基础调查工作,并且提供了统一而且时间一致的图像资料,很好地解决了地面调查无法完成全面覆盖的问题,同时也节省了大量的时间和成本。动态特点是最为关键的优势所在。遥感卫星拥有定期采集影像的功能,可以持续不断地拍下同一个地方在不同时间段的照片,形成一个长时间的数据记录链条,也就是所谓的“时间序列”。有了这样的条件,就能方便地关注森林覆盖的变化趋势、树木的生长状况,还有突然发生的灾害事件,比如森林大火或者非法砍伐的情况,都能被及时发现并进行跟踪研究,为开展森林资源的年度或者季度级别的动态监测打下了坚实的基础。高效主要体现在数据收集和处理的速率非常快,能为相关的管理决策提供更加及时可靠的数据支持,帮助制定出科学合理的管理方案。

2 森林资源普查中的遥感技术应用

2.1 森林类型与面积的本底信息获取

准确获取森林类型与面积是森林资源普查的基本前提条件。遥感技术依靠分析多光谱、高光谱以及合成孔径雷达数据的地物光谱特征和空间纹理信息,能够快速识别并且划分出各种各样的森林类型。利用多光谱影像的波段组合,可有效区分森林与非林地,以及常绿林与落叶林等主

要类型^[2]。高光谱数据能够捕捉到地物非常细致的连续光谱信息,特别有利于识别一些更加特殊的树种或者森林群落。雷达数据拥有全天候、全天时的工作特点,尤其是在多云多雨地区的森林监测中发挥着非常关键的作用,而且雷达穿透能力还可以帮助分析森林冠层的具体结构情况。把多种数据源结合起来使用,借助监督分类、面向对象分类这些图像处理的方法,就能制作出空间覆盖完整并且分类体系统一的大范围森林类型分布图,同时还能准确计算出各类森林的面积,这样就为了解森林资源的整体基本状况提供了可信并且值得信赖的依据。

2.2 森林蓄积量与空间分布估算

森林蓄积量的精确、全面的计算是森林资源普查最核心也是最难的部分。依靠遥感技术反推出来的森林内部结构参数以及地面实地测量得到的蓄积量数据,搭建一个统计模型或者一种基于科学原理的数学模型。借助激光雷达收集到的林分高度和冠层垂直方向上的详细结构数据,可以与蓄积量建立起非常紧密的关系,从而完成对整个区域蓄积量的高精度估计工作。光学遥感获取到的植被指数和纹理特征数据,再加上地形因素,可以用这些数据来建立一个多元回归模型或者一种使用机器学习的模型,用来估算出蓄积量的具体数值^[3]。深度学习这类先进技术表现出很强的提取特征能力和处理非线性问题的能力,明显提高了估测的准确度和模型的适应性。这些技术手段能够给出某个特定区域或者整个国家的蓄积总量数据,而且还能制作出一张详细的、以网格形式展现的蓄积量空间分布地图。

3 森林资源动态监测中的遥感技术应用

3.1 森林覆盖变化与干扰事件探测

多时相遥感影像序列给森林覆盖变化检测以及干扰事件探测提供重要数据支持。通过对比不同时间段的遥感图像,可以清楚显示森林面积增加、保持稳定或者减少这些整体变化趋势。实际应用过程中,采用像元变化检测方式或者面向对象变化检测方式得到广泛应用,比如影像差分方法、变化向量分析方法、分类后比较方法等等,这些方法能够高效找出变化出现的具体位置以及影响范围。面对森林砍伐、森林火灾还有病虫害爆发这些常见干扰现象,高分辨率卫星图像能够清楚分辨出砍伐区域的边界形状以及内部零碎分布状况^[4]。多光谱数据、热红外数据对于判断森林火灾烧毁区域、找到火源位置以及评估火灾严重程度起到关键作用。对于森林病虫害问题,高光谱遥感手段能够发现植物叶子受到压力之后叶绿素含量下降以及水分状态改变这些生物化学指标的变化,这样就可以提前完成

对病虫害发生的初步发现以及范围大致确定工作。

3.2 灾害与人为活动影响评估

遥感技术用来判断自然灾害和人类行为对森林资源产生的各种影响,发挥了非常重要的作用。遇到森林火灾的时候,利用拍摄到的灾难发生之前和之后的多光谱、热红外以及雷达影像资料,可以准确计算出被烧毁的土地面积,还可以根据植被指数的变化情况来看判断火灾的严重程度,并且把这些信息提供给制定恢复森林生态计划的人们作为可靠的参考依据。在检查洪水灾害、山体滑坡这类地质灾害的时候,因为合成孔径雷达不会受到云层遮挡或者夜晚光线不足的影响,所以能够很好地帮助人们观察到受灾区域的情况^[5]。研究森林病虫害时,通过时间序列上的遥感数据来仔细查看病虫害从开始出现到最后蔓延开的具体发展过程,以及这种病虫害对树木长势和森林整体产量造成的长期负面影响。

对于人类行为带来的不利影响进行评估时,遥感技术利用高清晰度的卫星图片作为证据材料,结合人工目视判读或者其他人工智能分析方法,可以清楚分辨出人类活动造成破坏的具体位置和时间范围。

4 技术应用中的主要问题与未来发展

4.1 当前应用面临的技术挑战

遥感技术在大范围森林资源普查和动态监测中已经取得了很好的效果,但实际使用过程中还是会遇到很多技术上的难题,这些难题严重阻碍了监测精确度和业务化应用水平的不断提高。主要的问题就是遥感数据存在很大的局限性。目前常用的卫星数据在时间和空间上的分辨率很难做到两全其美,高分辨率的数据更新速度非常慢,无法及时发现快速变化的情况,而高时间分辨率的数据在空间细节上不够详细,难以支持小范围的精准观察。数据的质量也会受到云层遮挡、空气中的水分和杂质、山体阴影等环境因素的影响,尤其是在多云多雨的森林地区,想要获得高质量的数据变得困难。另外,信息提取和反演模型的适应能力不够理想。这些模型通常需要针对某个具体的区域和特定时间段的样本数据来进行训练和测试,一旦用在不同的生态环境或者不同的季节,模型的表现就会大打折扣。多种遥感数据的整合和利用也遇到了不少问题。如何将光学传感器、雷达设备、激光扫描仪等多种遥感数据结合起来,还要与地面实地调查的数据、天气预报数据、经济社会发展相关指标数据等多种来源的信息进行整合和深入分析,建立一个可靠且准确度很高的综合监测系统,这仍然是当前面临的难题之一。

4.2 未来技术发展趋势

为了应对当前各种困难和满足大家越来越强烈想要得到准确测量的愿望,以后遥感技术在森林资源这个方面的应用会呈现出下面这些主要发展方向。高空间分辨率的数据和高时间分辨率的数据能够很好地结合观测,这种做法会成为主要的方法。因为商业上微型卫星星座,如 Planet 公司和吉林一号系列都在快速发展壮大,同时国家高分辨率对地观测系统也在不断得到改进和完善,所以现在人们可以很容易获得既有很高空间分辨率又具有很高时间分辨率的遥感数据。人工智能技术和深度学习算法会跟遥感技术紧密结合。依靠深度神经网络建立起来的模型能够自己学习遥感图像里面隐藏得很深的重要特征,有了大量数据作为支撑之后,就能大幅提高自动识别森林种类、发现森林变化情况以及反推出生物物理性质参数的自动化水平和精确度。通过把卫星遥感数据、无人机近地面采集的数据以及地面安装的各种传感器收集整合成一个整体,就可以形成覆盖整个区域并且层次丰富、种类齐全、多种不同方式混合使用的立体观测系统,这样就能顺利实现从大规模粗略普查到具体某个地方细致测量这两者之间的紧密连接和顺畅过渡。再加上物联网技术、大数据技术、云计算技术这些手段的共同使用,最终就会推动森林资源监测工作逐步走向实时处理、具备智能判断功能、真正达到智慧管理水平这三个方向前进,从而全面提高整个森林生态系统保持长期稳定和正常运转的能力。

5 结语

遥感技术利用宏观、动态和高效的特性,已经深入到大范围森林资源普查和动态监测的每个环节,帮助了解森林资源的基本情况,随时发现森林资源在时间和空间上的变化情况,提供关键的科学依据和数据支持。针对森林种类的辨别、树木蓄积量的计算、土地覆盖的变化观察以及各种干扰事件的分析,遥感技术大大提高了森林资源调查的覆盖面、工作效率和公正性,明显促进了森林资源的科学管理和长期健康发展。未来,随着高分辨率时空数据资源的不断增多、人工智能和深度学习方法的广泛使用,以及天空地一体化的协同观测系统的建立和完善,遥感技术能大幅提升森林资源监测的智能水平和决策支持能力,为实现森林资源的精确监控和科学管理提供持久而有力的支持力量。

参考文献:

[1] 兰玉芳,石小华,马胜利等.中分卫星遥感技术在森林资源动态监测中的应用[J].林业资源管理,2021(03):

154-159.

[2] 陈鑫. 论述遥感技术在森林资源监测中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)农业科学, 2023(06):0069-0073.

[3] 阿古达木. 遥感技术在森林资源监测中的应用[J]. 内蒙古林业调查设计, 2022,45(05):10-11.

[4] 陆洲. 遥感技术在森林资源监测中的应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2021(10):0271-0272.

[5] 张永健, 王龙龙, 刘靖宇等. 浅谈遥感技术在森林资源调查中的应用[J]. 科技风, 2021(26):1-2.