建筑技术研究
Building Technology Research
第 7 卷◆第 3 期◆版本 1.0◆2024 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4651 /（中图刊号）：860GL005

激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的实践

张永嵘
西北民航机场建设集团有限责任公司
DOI:10.12238/btr.v7i3.4415

[摘　要] 随着科技的不断进步,激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的应用日益广泛。本文通过对激光雷达技术的深入分析,并探讨了其在森林资源调查与测绘中的实践应用,包括地形测绘、林木参数测量、生物量估测等。通过具体案例,展示了激光雷达技术在提高森林资源调查效率、精度和全面性方面的优势。结合激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的发展前景,并提出了未来可能的研究方向和应用拓展。
[关键词] 激光雷达技术；森林资源；调查与测绘
中图分类号：H761　文献标识码：A

Practical exploration of LiDAR technology in forest resources survey and mapping

Yongrong Zhang
Northwest Civil Aviation Airport Construction Group Limited Liability Company
[Abstract] With the continuous progress of science and technology, the application of LiDAR technology in forest resources survey and mapping is becoming more and more extensive. This paper analyzes LIDAR technology in depth and discusses its practical applications in forest resources survey and mapping, including topographic mapping, forest parameters measurement, biomass estimation and so on. The advantages of LiDAR technology in improving the efficiency, accuracy and comprehensiveness of forest resources survey are demonstrated through specific cases. The development prospect of LiDAR technology in forest resources survey and mapping is combined, and possible future research directions and application expansion are proposed.
[Key words] LiDAR technology; forest resources; survey and mapping

森林资源是地球上重要的自然资源之一,对于维护生态平衡、保护生物多样性以及促进经济社会可持续发展具有重要意义。而传统的森林资源调查与测绘方法存在着效率低、精度差、破坏性强等问题。随着激光雷达技术的不断发展,其在森林资源调查与测绘领域的应用逐渐成为研究热点。激光雷达技术具有高精度、高效率、非接触性等优点,能够实现对森林资源的快速、准确、全面调查与测绘。

1 激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的概述

1.1激光雷达技术在森林资源调查中的局限性

尽管激光雷达技术在森林资源监测中为专业人士提供了丰富的数据资源,但仍面临若干局限性。激光雷达技术在数据采集阶段会占用传感器大量运算资源,导致数据处理速度减缓,甚至出现处理延迟。此外,激光雷达的运用伴随着较高的成本,相比其他监测方案,其经济投入显著增加。在技术实施上,常用的小光斑激光采样虽能捕捉详细信息,却易忽视部分树冠,可能低估树木高度,故常需辅以大光斑激光二次采样以补全数据[1]。然而,结合两种激光方式不仅成本加倍,还需投入双倍时间,这对效率和经济性提出了挑战,凸显了技术改进的需求。技术上,现有激光雷达在森林数据采集时偶遇数据缺失问题,这源于激光器发射的高压脉冲波在占用发射通道资源时的局限。我国激光发射系统的现有技术瓶颈目前为数据供给不足导致测量不精准的问题。而激光雷达监测森林的过程中,其高压脉冲发射波形(见图1)揭示了技术在实际应用中的局限与挑战,凸显了技术优化与升级的迫切性。

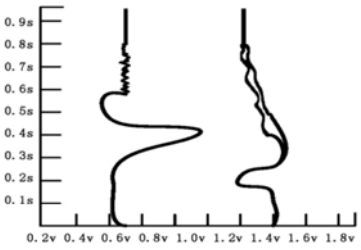

图1 激光雷达技术在森林调查与测绘中形成的脉冲波图形

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

1.2激光雷达技术在森林资源调查测绘中的前景

激光雷达技术相比于其他技术而言，能够对森林的三维结构进行直接测量，相比于激光雷达技术，其他技术很难达到这种测量效果。由于激光雷达技术具有智能化获取森林数据的特点，因此在测量中也能大幅度减少人工测量，以此降低对森林测量的成本压力。凭借激光的高精确度与快速传播特性，激光雷达能迅速反馈森林现状，其生成的图像数据便于深入分析森林资源[2]。尽管激光雷达在提供精确数据方面表现出色，但单凭其自身难以大规模覆盖森林监测，与其它遥感技术的协同作业则能有效解决数据量不足的问题，推动激光雷达技术在森林监测领域的更广泛应用及遥感技术的深度拓展。如图2所示，激光雷达在森林资源监测的遥感应用示例，展示了其在大面积收集森林结构、地形、垂直与水平分布信息方面的效能，而这些数据对于森林资源后续的管理能够提供最为直观的数据支撑。当前，激光雷达技术在整个森林监测中的应用效果越来越显著，而这也预示着激光雷达技术在未来的发展中有着更加广阔的应用前景。

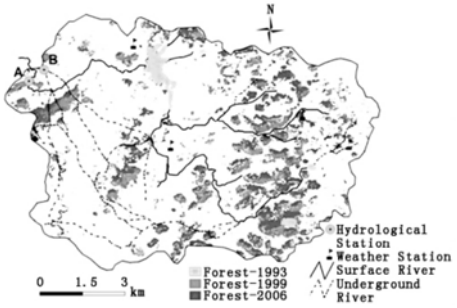

图2 激光雷达技术在森林调查与测绘中的遥感图

1.3激光雷达技术在森林资源调查测绘中的研究进展

在上世纪60年代初，激光雷达技术初涉森林资源监测领域，聚焦于基础数据预测，借助激光扫描技术预估森林胸径断面、植被高度和密度等。进入上世纪90年代，激光雷达对森林监测的准确性提升，尽管那时遥感影像的分辨率尚未显著进步。时至今日，激光雷达技术以高清晰度精准监测森林，为森林监测提供了数字化、智能化的技术支持，而这也预示着激光雷达技术必然成为未来森林监测技术发展的主要应用途径。

2 激光雷达技术在森林调查测绘中的应用成果分析

2.1植物资源方面

将激光雷达技术应用在森林植物资源的监测中，能够更好地体现出森林整体结构的高度、密度等多项数据。而使用激光雷达技术还能对森林植物资源中的大光斑模式给予合适的结构高度信息支撑，并在其特定能量波动范围内，能量控制器定时记录这些数据，之后，这些记录会被转换为森林高度数据[3]。而利用激光雷达技术中的激光传播原理，将初始激光信号作为森林冠层顶端到雷达传感器的直线距离下，对应的回波信号的终点则是地面。森林冠层接收到激光后反射回波，传感器捕捉到回波峰值，二者差异即代表森林高度。然而，复杂地形如岩溶可能干扰信号峰值，要求在确定森林高度时考虑并修正地面不平整带来的误差，如图3所示。

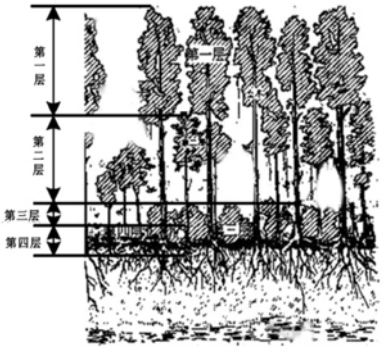

图3 激光雷达技术在森林调查与测绘中的结构高度

大光斑激光雷达能够直接捕捉森林冠层至传感器的信号，并将其转为数字数据记录下来。这一过程中，雷达系统智能化筛选，专注于存储树冠高度及地面标记点的资讯，所收录的树冠资料实质上是对树干、树枝以及树木果实的垂直分布映射数据。而借助这些数据对传感器脉冲波形之间的关联性展开分析，可以有效评估树冠在垂直方向的覆盖面积，进而借助手工或计算机辅助绘图重构森林的三维结构。在以往的研究案例中，美国相关科研工作人员借助SJD脉冲波形绘制了树木垂直结构图，在模拟太阳光映射到森林中的情形时，基于垂直结构的分段展开分析，有利于最大限度的推动整个森林结构平面工作的研究。而随树木生长，其树冠结构渐趋复杂，成年树木展现出空隙多、结构繁复但整体均衡的特点。激光雷达能敏锐地适应这种特性，对树木信号的变化做出精细响应，从而深入分析树木的生长状态和森林的结构动态。

2.2生物密度方面

针对生物密度进行监测时，激光雷达技术主要以小光斑系统方式展开，利用森林植被返回脉冲数量和地面脉冲数量的比例关系，充分考虑到脉冲数据与植被、地面覆盖之间相关的比例关系[4]。这两类比值的计算均以植被和地面的反射脉冲强度为基础，并整合其他关键脉冲参数，利用高精度的光学遥感定位技术来大规模评估森林生物密度，如图4所示。

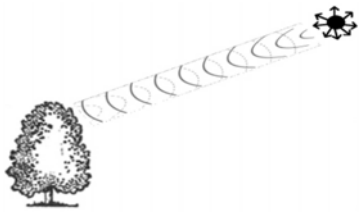

图4 小光斑激光脉冲监测图

此外，英国研究人员利用光学摄影技术，深入探索森林光学密度的方式下，通过揭示树冠结构与生物密度之间的关联性，利用所获得的数据证明了树冠结构与生物密度之间对数线之间的相关性。同时结合光学摄影的原理将激光雷达技术应用其中，

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

可通过精确测量树冠垂直结构间接估算森林生物总量。考虑到树木随时间成长但遵循特定模式,其在限定时段内的尺寸变化(包括高度、宽度及树冠轮廓)与生物密度紧密相关,而激光雷达能通过分析高度信息追踪这种生长规律,树木生长的阶段性特征可参考图5所示。

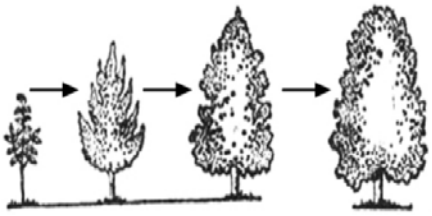

图5 数目生长周期图

2.3其他方面

通常情况下,温带森林的叶面积分布较为均匀,既不同于寒带的针叶密林,也有别于热带的阔叶丛林,因此,通常不需要使用激光雷达技术,使用标准的激光检测就能实现对森林叶面积的有效测量。例如,学者CaoMinglan利用森林垂直结构中不同层次叶面积的测量方式,建立了叶面积指数的模型,而学者Feng Litian则是利用雷达激光的穿透能力,对森林底层土壤和地下水状况展开了分析,从而有效评估了土壤覆盖情况与地下水储量。

3 激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的改善措施

在常规激光雷达技术应用于森林资源监测时,面临的挑战包括设备运行空间受限、成本偏高及数据采集量不足。为应对这些问题,提出了一种创新方案：采用机载激光雷达系统。该系统通过在飞行平台上集成激光扫描、监控控制设备及扩大存储空间,增强了灵活性与全面监测能力,尤其解决了空间局限性问题,减少了人工干预数据提取的频率。尽管增强存储容量可能影响飞行器续航,但通过选用自维持扩容技术,确保了机载系统在降低成本、增加数据采集量及扩大运行空间方面取得平衡[5]。激光雷达的核心——激光扫描技术,需依赖关键技术辅助实现高效脉冲发射,而这通常意味着高昂成本。为破解这一难题,利用激光二极管作为激光脉冲发射的方案下,可以精准的发射相应的激光脉冲,使得激光雷达的性能得到了提升,也能实现对成本的有效控制,促进了激光雷达技术在森林监测中的高效且经济的应用。

4 结束语

激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的应用,为森林资源管理提供了有力的技术支持。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,激光雷达技术将在森林资源调查与测绘领域发挥更加重要的作用。通过更进一步的研究和实践,能够显著推动激光雷达技术在森林资源调查与测绘中的广泛应用和深入发展,这对保护森林资源有着非常重要的推动意义。

[参考文献]

[1]韦复国,邱世平.激光雷达技术在森林资源监测中的研究进展[J].林业调查规划,2021,46(01):18-22+95.

[2]鲁志峰.林业资源调查中无人机载激光雷达技术的应用[J].科技与创新,2022,(18):173-175.

[3]骆生亮.机载激光雷达技术在林业资源调查中的应用[J].经纬天地,2020,(02):28-31.

[4]柳祥来.机载激光雷达技术在森林资源调查中的应用[J].绿色科技,2019,(15):244-245.

[5]张天巧.单光子激光雷达航摄技术在地质资源规划设计调查的应用[J].中国金属通报,2021,(05):180-181.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.