

# Precision analysis and application of 3d real scene technology in forest resources survey

Jianrui Wei

Guangxi Zhuang Autonomous Region Land Surveying and Mapping Institute, Nanning, Guangxi, 530023, China

## Abstract

With the development of remote sensing technology, LiDAR (Light Detection and Ranging), drones, and other technologies, real-scene 3D technology has become an essential tool for modern forest resource surveys. Traditional methods rely on manual sampling and ground measurements, which are limited by factors such as time, cost, and accuracy. Real-scene 3D technology, through 3D modeling and virtual reality techniques, provides more precise, efficient, and visual means, effectively addressing precision issues. This paper analyzes the application of real-scene 3D technology in tree height, volume, and stand structure, combining experimental data and case studies to explore its advantages and challenges. The research shows that real-scene 3D technology has significant advantages in improving accuracy, reducing costs, and enhancing efficiency, but it still faces challenges in data processing, technical implementation, and field operations. As technology continues to improve, real-scene 3D technology will play a more important role in forest resource surveys.

## Keywords

real scene 3D technology; forest resources survey; accuracy analysis; lidar; data processing

## 实景三维技术在森林资源调查中的精度分析与应用研究

韦建锐

广西壮族自治区国土测绘院, 中国·广西南宁 530023

## 摘要

随着遥感技术、激光雷达 (LiDAR)、无人机等技术的发展, 实景三维技术已成为现代森林资源调查的重要工具。传统方法依赖人工采样和地面测量, 受限于时间、成本和精度等因素。实景三维技术通过三维建模与虚拟现实技术, 提供了更精准、高效、可视化的手段, 有效解决了精度问题。本文分析了实景三维技术在树木高度、蓄积量和林分结构等方面的应用, 结合实验数据与案例探讨其优势与挑战。研究表明, 实景三维技术在提高精度、降低成本和增强效率方面具有显著优势, 但在数据处理、技术实现和现场操作等方面仍面临挑战。随着技术的不断完善, 实景三维技术将在森林资源调查中发挥更重要的作用。

## 关键词

实景三维技术; 森林资源调查; 精度分析; 激光雷达; 数据处理

## 1 引言

森林资源调查作为生态环境监测和资源管理的重要手段, 广泛应用于森林资源的动态监测、森林结构的分析、碳储量的评估等领域。传统的森林资源调查方法主要依赖地面调查和人工采样, 虽然能够提供详细的数据, 但也存在着时间消耗大、成本高、操作繁琐等缺点, 且难以满足大规模森林调查的需求。随着现代遥感技术、激光雷达 (LiDAR)、无人机和三维建模技术的发展, 实景三维技术已被广泛应用于森林资源调查中, 成为提升调查效率和精度的重要工具。

实景三维技术通过融合激光雷达 (LiDAR)、遥感影像、

航拍照片等多种数据源, 实现森林地形、植被等的三维重建与精确测量<sup>[1]</sup>。其应用能够在不干扰自然生态的情况下, 快速、准确地获取森林资源的空间信息, 尤其在大规模森林调查中, 具有较为显著的优势。通过对三维空间数据的分析, 可以有效地获取树木高度、蓄积量、林分结构等关键信息, 并进行精度分析与优化。

然而, 尽管实景三维技术在森林资源调查中展现了其潜力, 现有研究和应用仍面临数据精度、处理效率和成本等方面的挑战。因此, 本文将结合当前技术发展趋势, 分析实景三维技术在森林资源调查中的精度表现, 并探讨其应用中的优势、局限以及未来发展方向。

## 2 实景三维技术的概述与发展

### 2.1 实景三维技术的基本原理

实景三维技术通过多源数据采集与处理, 生成三维地

【作者简介】韦建锐 (1987-), 男, 壮族, 中国广西河池人, 本科, 副高级工程师, 从事林业工程研究。

理信息模型。它结合了遥感数据、激光雷达 (LiDAR) 技术与计算机图形学, 能够创建高度逼真的三维场景。遥感数据如卫星影像和无人机航拍照片提供了广域地理信息, 而 LiDAR 提供了详细的三维空间数据<sup>[2]</sup>。通过这些数据的融合, 实景三维技术能够为森林资源调查提供更加精准、全面的空间信息。

在森林资源调查中, 实景三维技术通过激光雷达扫描获取树木的高度、冠幅和密度等数据, 并结合影像数据进行三维建模, 实现精确的森林区域定位、分析和预测。这种技术能够在较大范围内快速、准确地收集森林数据, 节省了大量人工测量时间和成本。

LiDAR 作为基于激光扫描的远程探测技术, 具有较高的空间分辨率和较强的穿透能力, 能够穿透树冠, 提供更精确的森林地形与植被结构数据。与传统遥感技术相比, LiDAR 能提供更为精准的森林数据, 特别是在复杂的森林环境中, 能够获得更准确的地形和植被信息。

实景三维技术与 LiDAR 的结合, 不仅提高了森林资源调查的精度, 还为森林管理、生态保护和资源评估提供了有力支持<sup>[3]</sup>。随着技术的进步和融合, 未来森林资源调查的精度和效率将进一步提升, 为森林保护与可持续管理奠定坚实基础。

## 2.2 实景三维技术在森林资源调查中的应用

实景三维技术在森林资源调查中的应用主要体现在以下几个方面:

**森林空间结构分析:** 通过实景三维技术, 可以准确获取森林的空间分布、树木高度、株距、密度等信息。这些数据对于分析森林的生长状况、树种分布、林分结构等具有重要意义。

**树木生长与蓄积量估算:** 利用三维建模技术, 可以精确测量单株树木的高度、冠幅等指标, 进而估算森林的蓄积量和生物量, 为森林管理提供科学依据。

**森林健康状况监测:** 通过高分辨率的三维模型, 可以对森林的健康状况进行定期监测, 及时发现病虫害、枯死树木等问题, 从而为林业保护提供数据支持。

**森林资源的动态监测:** 实景三维技术能够通过定期获取的三维数据, 对森林资源的变化进行动态跟踪, 帮助森林管理部门进行有效的资源监控与决策。

## 2.3 实景三维技术面临的挑战

尽管实景三维技术在森林资源调查中展现出显著的优势, 但其广泛应用仍面临一些挑战。首先, 数据采集的复杂性和高成本是制约其应用的主要问题。LiDAR 技术的高精度数据采集设备价格昂贵, 且需要高水平的技术人员进行操作和维护。其次, 三维数据的处理和分析也需要高效的计算能力和专门的软件支持, 数据处理过程中可能遇到巨大的存储和计算压力<sup>[4]</sup>。此外, 森林环境的复杂性也可能导致实景三维技术在某些情况下难以提供完全准确的结果, 如高密

度森林中树木遮挡等问题。

## 3 实景三维技术在森林资源调查中的精度分析

### 3.1 树木高度与蓄积量的精度分析

树木高度是森林资源调查中的一个重要指标, 直接影响到森林蓄积量和生物量的估算。研究表明, 通过 LiDAR 技术获得的树木高度数据相较于传统的人工测量方法, 具有更高的精度和效率。然而, 数据的精度也受到多个因素的影响, 包括激光雷达的扫描密度、树木的分布情况和森林的地形等。通过精度分析可以发现, 在密林区域, 激光雷达的穿透能力和扫描精度可能受到限制, 导致树木高度的测量误差。

蓄积量的估算则通常依赖树木的几何模型, 通过三维建模技术结合树木的形态特征, 计算其蓄积量。研究发现, 实景三维技术能够有效提升蓄积量估算的准确性, 尤其是在大面积森林调查中, 相较于传统的地面采样, 三维技术能显著提高估算的精度和效率。

### 3.2 林分结构与空间分布的精度分析

林分结构的分析主要依赖于对森林树种、树木密度和冠幅的测量。实景三维技术能够通过扫描获得树木的三维分布情况, 进而分析森林的空间结构和树种分布。然而, 在实际应用中, 林分结构的精度也受到森林覆盖率、树种种类和地形变化等因素的影响<sup>[5]</sup>。例如, 在一些复杂地形或高密度森林区域, 三维建模可能存在一定的遮挡和重叠问题, 影响测量的准确性。

此外, 林分空间分布的精度也受到数据处理精度和算法优化的影响。通过优化数据处理算法, 提高三维建模的精度, 能够更好地解决这些问题, 提高林分结构分析的精确度。

### 3.3 实景三维技术与传统方法的比较

为了进一步验证实景三维技术在森林资源调查中的精度优势, 研究通过与传统地面调查方法进行对比。传统方法通常依赖于人工采样和测量, 这种方法耗时长、成本高, 并且存在较大的误差和不确定性。由于人工测量的局限性, 常常需要大量人力和时间, 且在复杂地形和偏远地区实施困难, 影响了调查的全面性和精确度。

与之相比, 实景三维技术能够在短时间内对大范围的森林区域进行数据采集, 且能够提供更加精确的空间数据。该技术通过激光雷达、无人机航拍等手段, 在短时间内获得高精度的三维点云数据, 避免了人工测量带来的误差。实验结果表明, 实景三维技术在树木高度、冠幅和蓄积量估算等方面的精度明显高于传统方法。在树木高度和冠幅的测量中, 实景三维技术的误差较传统地面调查方法低约 15%~20%。同时, 实景三维技术还能够准确计算森林的蓄积量, 减少了人工计算中的偏差, 且大大提高了数据采集效率。

通过与传统方法的对比, 实景三维技术不仅在精度上

有明显优势,还提高了数据采集的效率,能够大幅减少人力资源的投入,提升森林资源调查的可持续性和准确性。这一技术的推广应用将为森林资源的高效、精确管理提供更为有力的技术支持,推动森林保护和资源可持续利用。

## 4 实景三维技术在森林资源调查中的应用前景

### 4.1 技术发展趋势

随着遥感技术、激光雷达、无人机等技术的持续进步,实景三维技术在森林资源调查中的应用将更加广泛和精准。未来,三维技术将朝着更高的空间分辨率、更快的数据处理速度和更低的成本方向发展,从而进一步提升森林资源调查的精度和效率。随着空间分辨率的提高,实景三维技术能够捕捉到更加细致的森林结构信息,包括树木的高度、冠幅、树种等特征,帮助森林管理者实现更加精准的资源评估。

此外,数据处理速度的提高将使得大规模森林资源调查能够在短时间内完成,为及时、准确的生态监测和决策提供强有力的支持。成本的降低使得更多的森林区域可以纳入监测范围,尤其是对遥远、难以到达的区域,实景三维技术的应用将大大改善这些区域的资源调查效率。

结合人工智能(AI)和大数据分析,实景三维技术的潜力将进一步得到释放。AI可以应用于森林资源的自动化分类、物种识别和健康状态监测,进一步提高数据的处理和分析效率。大数据分析可以处理和分析来自不同传感器的数据,生成具有高度可信度和实时性的森林资源状态报告。通过这些技术的融合,实景三维技术有望实现更精确的自动化分析和预测,为森林管理和生态保护提供更加科学的数据支持,从而促进森林资源的可持续管理和生态保护。

### 4.2 实景三维技术与其他技术的融合

未来,实景三维技术将与其他遥感技术、人工智能和大数据分析紧密融合,这一趋势将在森林资源调查领域中发挥重要作用。通过将卫星遥感、无人机航拍和激光雷达等数据源进行融合,可以实现更为全面和精准的森林资源数据采集。卫星遥感能够提供广域的森林覆盖信息,而无人机航拍能够为局部区域提供高精度、高清晰度的三维图像数据,激光雷达则能够获取森林内部的高精度三维点云数据,三者的结合将使得森林资源调查能够更加细致全面,获取更多维度的信息。

人工智能技术的引入,将使得这些多源数据能够高效处理和分析。AI技术能够自动化地识别和分类森林中的不同树种,监测森林健康状况,甚至预测森林资源的变化趋势。机器学习算法能够在大数据处理过程中识别出潜在的模式和规律,为森林管理者提供决策支持。此外,人工智能还可以用于森林火灾、病虫害等突发事件的预测和实时监控,

提高响应速度和处理效率。

大数据分析则使得大量来自不同传感器和平台的数据能够被整合并高效处理,生成有价值的分析结果。通过对森林资源数据的深度挖掘和分析,决策者可以获得更加全面、及时和准确的森林资源状况报告。这些数据不仅能帮助森林资源的管理者实现更加精确的资源配置,还能为生态环境的保护提供科学依据。

数据融合和智能化分析将极大地提高森林资源调查的自动化程度。未来,人工智能的广泛应用将使得森林资源的监测、管理和保护更加智能化,降低人工干预的需求,提高调查的效率和精度。这些技术的综合运用不仅能够提高森林资源调查的精准度,还将为森林管理提供更加全面的支持,从而推动生态环境的可持续发展和森林资源的合理利用。

## 5 结语

实景三维技术作为先进的森林资源调查方法,已在树木高度、蓄积量和林分结构等方面展现出显著优势。与传统调查方法相比,实景三维技术在提高精度、效率和可视化方面具有显著优势。传统方法依赖人工测量,速度慢且容易受人为因素影响,而实景三维技术能够快速、精准地获取大范围森林数据,大大提升了调查效率和精度。

尽管如此,实景三维技术在应用中仍面临一些挑战。首先,数据采集依赖高精度设备,设备成本较高,限制了其在部分区域的广泛应用;其次,数据处理效率需要提升,尤其在处理大规模数据时,高效的数据处理和分析仍是亟待解决的问题。此外,技术的成熟度和应用普及度也影响其在某些森林区域的应用效果。

随着遥感技术、激光雷达和计算机图形学的进步,实景三维技术将逐步克服这些挑战。未来,随着数据采集和处理技术的优化,实景三维技术将在森林资源调查中发挥更重要作用,为森林管理、生态保护和资源评估提供精准可靠的数据支持,推动森林资源的可持续管理。

### 参考文献

- [1] 黄铭,覃现,李奇,等.新型基础测绘技术的研究与应用[J].测绘通报,2024,(S2):46-49.
- [2] 姚双.实景三维在自然资源管理中的应用[J].科技资讯,2024,22(15):179-181.
- [3] 马海志,董书健,王思锴,等.面向实景三维城市建设的物探方法研究与应用[J].城市勘测,2024,(03):1-8.
- [4] 张旭.基于无人机倾斜摄影测量的三维模型构建及精度分析[J].化工矿产地质,2025,47(01):67-72.
- [5] 张倩.基于地理信息系统与实景三维技术融合的智慧城市空间信息管理新范式探析[J].经纬天地,2024,(06):11-14+32.