

测绘工程中激光扫描技术在地形测量中的应用与创新

易飞

广州博瑞信息技术股份有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2124

[摘要] 本文深入聚焦测绘工程领域,重点探讨激光扫描技术在现代地形测量中的应用价值和创新发展路径。文章首先详细阐述了激光扫描技术的基本原理和显著技术特点,接着对其在地形数据采集、三维建模以及精度评估等关键环节的具体应用进行了系统分析。在此基础上,文章进一步结合当前智能化数据处理、多源数据融合以及轻量化应用等新兴趋势,探讨了激光扫描技术的创新方向。最终,本文旨在为提升地形测量的工作效率和测量精度提供有力的理论依据和技术支持,推动测绘工程领域的技术进步和创新发展。

[关键词] 测绘工程; 激光扫描技术; 地形测量; 三维建模; 技术创新

中图分类号: P2 文献标识码: A

Application and Innovation of Laser Scanning Technology in Topographic Surveying in Surveying and Mapping Engineering

Fei Yi

Guangzhou Borui Information Technology Co., LTD

[Abstract] This article focuses on the field of surveying and mapping engineering, with a particular emphasis on exploring the application value and innovative path of laser scanning technology in modern terrain measurement. The article first elaborates on the basic principles and significant technical characteristics of laser scanning technology, and then systematically analyzes its specific applications in key areas such as terrain data acquisition, 3D modeling, and accuracy evaluation. On this basis, the article further explores the innovative direction of laser scanning technology by combining emerging trends such as intelligent data processing, multi-source data fusion, and lightweight applications. Ultimately, this article aims to provide strong theoretical basis and technical support for improving the efficiency and measurement accuracy of terrain surveying, and to promote technological progress and innovative development in the field of surveying and mapping engineering.

[Key words] surveying and mapping engineering; Laser scanning technology; Topographic survey; 3D modeling; technological innovation

引言

地形测量是测绘工程的基础工作,其成果质量直接影响城市规划、工程建设、资源开发等领域的决策与实施。传统地形测量方法如全站仪测量、GPS测量等,存在作业效率低、数据密度不足、难以获取复杂地形细节等局限性。激光扫描技术作为一种先进的空间数据获取手段,通过发射激光脉冲并接收回波信号,实现对地形表面的快速扫描与高精度三维数据采集。该技术具有自动化程度高、数据密度大、可穿透植被等优势,为地形测量带来了革命性变革。本文结合测绘工程实践,分析激光扫描技术在地形测量中的应用现状,探讨其创新发展方向,以期推动该技术在测绘领域的深度应用。

1 激光扫描技术的原理与技术特点

1.1 基本原理

激光扫描技术基于激光测距原理,通过激光发射器向目标物体发射激光脉冲,激光脉冲经物体表面反射后被接收器捕获,根据激光脉冲的飞行时间计算测站到目标点的距离。同时通过内置的惯性测量单元(IMU)和全球导航卫星系统(GNSS)获取设备的位置与姿态信息,结合扫描装置的角度控制,实现对目标区域的全方位扫描,最终获取包含三维坐标、反射强度等信息的点云数据。点云数据经处理后可生成数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)等地形产品,为地形分析与应用提供基础数据。

1.2 技术特点

高效性: 激光扫描技术可在短时间内完成大面积地形数据的采集,作业效率显著高于传统测量方法。例如车载激光扫描系

统可在行进过程中快速获取道路两侧地形数据,大幅缩短外业作业时间。

高精度:现代激光扫描设备的测距精度可达毫米级,配合高精度定位定向系统,可实现地形点云数据的高精度定位,满足高精度地形测量需求。

高密度:激光扫描技术可获取高密度的点云数据,能够精细刻画地形表面的微小起伏与细节特征,如陡峭边坡、植被覆盖区域的地形变化等。

穿透性:部分激光扫描设备可发射不同波长的激光,其中近红外激光具有一定的植被穿透能力,可在一定程度上获取植被覆盖下的地面点云数据,减少植被对地形测量的影响。

1.3 主要设备类型

根据搭载平台的不同,激光扫描设备可分为地面激光扫描系统、车载激光扫描系统、机载激光扫描系统(LiDAR)等。地面激光扫描系统主要用于局部区域的高精度地形测量,如矿山地形监测、建筑基坑测量等;车载激光扫描系统适用于道路沿线地形测量,可快速获取道路及其周边地形数据;机载激光扫描系统具有覆盖范围广、作业效率高的特点,常用于大面积地形测绘、城市三维建模等领域。不同类型的设备各有优势,可根据具体测量任务需求选择合适的设备。

2 激光扫描技术在地形测量中的应用

2.1 地形数据快速采集

在地形测量中,激光扫描技术可实现地形数据的快速采集与实时记录。外业作业时,操作人员只需将设备安装在合适的搭载平台上,按照预定的航线或路线进行扫描作业,设备即可自动获取地形点云数据。与传统测量方法需逐点立尺、观测的作业模式相比,激光扫描技术大大减少了人工操作量,降低了劳动强度,尤其适用于地形复杂、通行困难的区域,如山区、森林区等。采集的数据可通过无线传输或存储介质实时传输至内业处理平台,为后续数据处理与建模提供及时的数据支持。

2.2 三维地形建模与分析

基于激光扫描获取的点云数据,可通过专业软件进行三维地形建模。首先对原始点云数据进行去噪、滤波、分类等预处理,将地面点与非地面点(如植被、建筑物等)分离,提取纯地面点云数据。然后利用插值、拟合等算法,将离散的地面点云数据生成连续的数字高程模型(DEM)或数字表面模型(DSM)。通过三维建模,可直观展示地形的起伏形态、坡度、坡向等特征,为地形分析提供可视化工具。例如在水利工程中,可利用三维地形模型进行流域分析、洪水模拟等,为工程设计提供科学依据。

2.3 地形测量精度评估

激光扫描技术的高精度特点使其在地形测量精度评估中具有重要应用价值。通过将激光扫描获取的地形数据与传统测量方法(如全站仪测量、水准测量等)获取的数据进行对比分析,可评估激光扫描技术的测量精度。在精度评估过程中,需选取具有代表性的检测点,计算其坐标差值、高程差值等统计量,分析误差分布规律。通过精度评估,可确定激光扫描技术在不同地形

条件、不同作业模式下的适用范围与精度指标,为实际测量作业提供质量控制依据,确保地形测量成果满足工程应用要求。

3 激光扫描技术的创新发展方向

3.1 智能化数据处理技术

随着人工智能与机器学习技术的发展,智能化数据处理成为激光扫描技术的重要创新方向。传统的数据处理过程如点云分类、地物提取等,需要人工干预或依赖经验阈值,效率低下且精度受人为因素影响较大。引入智能化算法,如深度学习神经网络,可实现点云数据的自动分类与地物识别。例如通过训练卷积神经网络(CNN),可自动区分地面点、植被点、建筑物点等不同类别,提高数据处理的自动化程度与精度。智能化数据处理技术的应用,将大幅缩短数据处理周期,降低人力成本,提升地形测量的整体效率。

3.2 多源数据融合技术

单一的激光扫描数据在复杂场景中逐渐显现应用瓶颈。以植被覆盖区域为例,激光雷达的穿透能力受限于冠层密度,难以精准获取地表形态;而面对建筑立面、道路标线等地物时,纯点云数据缺乏纹理细节,导致三维模型的可视化与语义解析能力不足。在此背景下,多源数据融合技术成为突破局限的关键路径。通过整合激光扫描点云与航空影像、卫星遥感、无人机摄影测量等多维度数据,可构建更完整的地理信息体系。例如,激光点云提供高精度三维坐标,航空影像补充地物色彩与纹理特征,二者融合后不仅能生成带有真实质感的三维模型,还可通过光谱信息辅助地物分类(如区分植被类型、识别建筑材料)。在城市精细建模场景中,这种融合技术能清晰呈现建筑物外立面的装饰纹路、道路标志线的颜色信息,显著提升模型在城市规划、灾害模拟等领域的应用价值。不过,多源数据融合需攻克时空配准(不同传感器的坐标系统一)、数据格式转换(点云、栅格、矢量数据的兼容)、噪声过滤等技术难点。通过建立标准化的数据处理框架——如基于地理信息公共平台的时空基准统一算法、自动化数据配准引擎——可实现多源数据的无缝拼接与智能解译,推动地形测量从“单一维度精准”向“多维场景全息”跨越,为智慧城市、环境监测等前沿领域提供更全面的地理信息支撑。

3.3 轻量化应用与移动端技术集成

随着移动互联网与便携式设备的迅猛发展,激光扫描技术正加速向轻量化应用与移动端技术集成的方向迈进。传统激光扫描设备因体积庞大、重量沉,携带极不方便,在诸如狭窄巷道、室内空间、复杂山地等特殊场景的应用受到极大限制。在此背景下,研发轻量化激光扫描设备成为行业焦点。像便携式手持激光扫描仪,其小巧轻便的设计,让操作人员可轻松在狭窄空间内灵活作业,精准获取地形数据;无人机搭载的微型激光扫描系统,则能凭借无人机的飞行优势,快速覆盖复杂环境区域,高效完成地形测量任务。这类轻量化设备有效突破了传统设备的局限,极大拓展了激光扫描技术的应用场景。与此同时,将激光扫描技术与移动端应用程序(APP)深度集成,打造数据采集、处理、展

示一体化的操作模式,进一步提升了作业的便捷性与灵活性。操作人员通过移动端APP,可实时掌控数据采集进程,及时对数据进行初步处理与分析,并直观展示测量结果。以应急测绘场景为例,当灾害发生时,轻量化激光扫描设备与移动端技术结合,能迅速抵达灾区,快速获取地形数据,为应急救援决策提供及时、精准的信息支持,大幅提高救援效率,减少灾害损失。这种技术融合趋势,正推动激光扫描技术在更多领域发挥重要作用。

4 结束语

激光扫描技术凭借其高效性、高精度、高密度等优势,已成为测绘工程中地形测量的重要技术手段。其在地形数据采集、三维建模、精度评估等环节的应用,显著提升了地形测量的效率与质量,推动了测绘行业的技术革新。随着智能化数据处理、多源数据融合、轻量化应用等技术的不断发展,激光扫描技术将在地形测量中实现更广泛、更深入的应用。未来,需要进一步加强技术研发与创新,解决数据处理效率、多源数据融合精度、设备成本等关键问题,推动激光扫描技术与云计算、物联网等新技术的深度融合,构建智能化、网络化的地形测量体系,为智慧城市建设、自然资源管理等领域提供更优质的测绘地理信息服务。

[参考文献]

- [1]马新建.三维激光扫描技术在复杂地形中异形建筑竣工测量的应用[J].北京测绘,2024,38(04):555-559.
- [2]李运江,王冬,高旭.无人机激光扫描技术在矿区地形测量中的应用[J].山东煤炭科技,2023,41(08):207-210.
- [3]冯国飞.地形测量中三维激光扫描技术的应用[J].科技资讯,2023,21(10):92-95.
- [4]张珺.探讨在地质测绘中应用的现代测绘技术[J].西部资源,2018,(01):139-140.
- [5]陈明,马文东,路逊,等.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2024,(07):142-144.
- [6]胡瑾宇,刘鹏.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用探究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(24):166-168.
- [7]孔媛政,张超.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用[J].有色金属设计,2023,50(02):95-98.
- [8]董亚亚.现代测绘技术在地质矿产测绘中的应用探究[J].世界有色金属,2021,(05):27-28.

作者简介:

易飞(1988—),男,汉族,湖北松滋人,中级工程师,部门经理,大学本科,学士,研究方向:测绘工程。