

Application study of 3 D laser aerial survey technology in complex terrain mapping

Senyuan Zhang Yuedong Huang

Southern Surveying and Mapping Technology Co.,Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the rapid development of geographic information technology, 3 D laser aerial survey technology (LiDAR) has become an important tool in the field of complex topographic and landform mapping. Through the combination of laser scanner and global positioning system (GPS), the technology can efficiently obtain three-dimensional point cloud data over the ground and its sky, greatly improving the mapping accuracy and efficiency. Especially in the mapping of complex topography, the traditional measurement method has many limitations, such as difficult to obtain high-precision three-dimensional data, complex operation and low efficiency and other problems, and the application of three-dimensional laser aerial survey technology has effectively overcome these shortcomings. Based on the principle of 3 D laser aerial survey technology, this paper analyzes its application advantages in complex landform mapping, discusses its precision performance, data processing and application effect in specific application, and further proposes the strategy of optimizing the application of 3 D laser aerial survey technology. The research shows that the 3 D laser aerial survey technology has significant advantages in the complex landform mapping, which not only improves the measurement efficiency, but also ensures the high accuracy of the measurement data, and provides strong support for the related fields.

Keywords

3 D laser survey; complex topography; surveying and mapping technology; precision analysis; data processing

三维激光航测技术在复杂地形地貌测绘中的应用研究

张森原 黄悦东

广州南方测绘科技股份有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要

随着地理信息技术的迅猛发展, 三维激光航测技术 (LiDAR) 已成为复杂地形地貌测绘领域的重要工具。该技术通过搭载激光扫描仪与全球定位系统 (GPS) 相结合, 可以高效获取地面及其上空的三维点云数据, 极大提升了测绘精度和效率。尤其在复杂地形地貌的测绘中, 传统的测量方法存在许多局限性, 如难以获得高精度的立体数据、操作复杂且效率低下等问题, 而三维激光航测技术的应用则有效克服了这些缺点。本文从三维激光航测技术的原理出发, 分析了其在复杂地形地貌测绘中的应用优势, 探讨了其在具体应用中的精度表现、数据处理及应用效果, 进一步提出了优化三维激光航测技术应用的策略。研究表明, 三维激光航测技术在复杂地形地貌测绘中具有显著的优势, 不仅提高了测量效率, 还保证了测量数据的高精度, 为相关领域提供了强有力的支持。

关键词

三维激光航测; 复杂地形地貌; 测绘技术; 精度分析; 数据处理

1 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加快, 地形地貌的测绘需求日益增加, 尤其是在复杂地形区域的测绘。传统的测绘方法如地面测量、航拍摄影测量等, 在复杂地形和恶劣环境下存在精度不足、效率低下、成本高昂等缺点。因此, 急需一种高效、精确且适应复杂环境的测量方法。在此背景下, 三维激光航测技术 (LiDAR) 应运而生, 并逐渐在复杂地形地貌的测绘中占据了重要地位。

三维激光航测技术通过将激光扫描仪与全球定位系统 (GPS) 相结合, 可以在飞行器上或地面站上进行扫描, 获取精准的三维点云数据。这些数据不仅能够为地形地貌的数字化提供详细的三维模型, 而且在数据的处理和分析过程中可以更加高效、精确地进行地貌特征的提取与分析。尤其在复杂地形区域, 如山地、丘陵、城市复杂建筑群等, 三维激光航测技术的应用能够弥补传统测量方法的不足, 极大提高了测量效率和精度。

然而, 三维激光航测技术在复杂地形地貌测绘中的应用仍面临许多挑战, 包括数据的精度控制、点云数据的处理、设备的选择与优化等问题。为此, 本文将深入探讨三维激光航测技术的应用现状, 分析其在复杂地形地貌测绘中的优势

【作者简介】张森原 (1991-), 男, 本科, 中国河南荥阳人, 中级, 从事三维激光航测研究。

及面临的挑战,提出优化技术应用的策略,并展望未来技术发展的方向。

2 三维激光航测技术概述

2.1 三维激光航测技术原理

三维激光航测技术是一种利用激光扫描仪发射激光束,测量目标物体或地面上物体与传感器之间距离的技术。通过激光束的反射时间或者相位变化,能够快速准确地测定物体的三维坐标。激光扫描技术通常与全球定位系统(GPS)、惯性测量单元(IMU)和航拍设备相结合,形成激光测量与定位同步系统,确保测量数据的高精度。

激光扫描仪在飞行器(如无人机或卫星)上进行扫描时,扫描仪会对地面或物体进行逐点扫描,并不断记录下每个测量点的坐标。这些坐标点被称为“点云”,经过计算机处理后,可以生成该区域的数字高程模型(DEM)或者三维模型。这些三维点云数据可以详细反映地表及其上的立体信息,是构建地形图、地貌模型,以及进行地貌变化分析的基础。

2.2 三维激光航测技术的特点

三维激光航测技术具有多项独特优势,使其在复杂地形地貌测绘中发挥着重要作用。首先,其较高的测量精度是其主要特点之一。三维激光扫描技术能够在毫米级别精确获取目标物体的空间数据,比传统地面测量方法的精度高得多。这种高精度使得三维激光扫描技术能够捕捉到非常细微的地貌特征,无论是地形的微小变化还是建筑物的细节,都能精准还原,提供更为详细的测量结果,适用于大规模和高精度的测量任务。其次,三维激光扫描能够快速捕捉大面积区域的数据,极大地提高了测量效率。传统的地面测量方法需要人工操作,测量速度较慢,且受地形复杂程度的影响较大,而三维激光航测技术通过搭载飞行器进行测量,能够迅速扫描大范围区域,显著缩短测量时间。相比于传统方法,三维激光航测技术在极短的时间内获取大量数据,不仅提高了工作效率,还能减少人工测量时可能出现的错误与遗漏。在大规模工程项目或城市规划项目中,三维激光扫描技术能大幅降低成本并加快项目进度。最后,三维激光扫描技术能够在复杂和危险环境中进行作业。比如在高山、峡谷、城市复杂建筑群等难以进入的区域,三维激光扫描技术可以有效避免人工操作带来的安全隐患。对于一些难以接近或具有潜在危险的地区,使用传统测量方法可能会带来安全问题,而三维激光扫描技术则能够通过飞行器、无人机等设备进行远程测量,有效规避了这些危险因素。

2.3 三维激光航测技术的应用领域

三维激光航测技术广泛应用于多个领域,尤其是在地形地貌测绘中具有显著优势。在大规模基础设施建设领域,三维激光航测技术能够为地形测绘、地质勘探提供精确的数据支持。在城市规划、土木工程、环境保护等领域,三维激光航测技术同样展现了其重要作用,能够为项目设计、施工

提供准确的地形数据。

在复杂地形地貌测绘中,三维激光扫描技术尤其表现突出。比如,在山地测绘中,传统测量方法往往受限于高低不平的地形,而三维激光扫描技术通过飞行器实现高效测量,在短时间内获取准确的地形数据;在复杂建筑群的测绘中,三维激光扫描技术能够快速扫描建筑物外立面,生成精确的三维模型,为后续的城市建筑规划、改造提供重要支持。

3 三维激光航测技术在复杂地形地貌测绘中的应用

3.1 复杂地形地籍测绘的需求分析

复杂地形地貌的测绘工作通常面临多个挑战,包括地形复杂、测量困难、环境恶劣等因素。传统的测量方法,尤其在山区、森林、峡谷、城市建筑等复杂区域,测量任务通常需要大量的人工投入,且难以保证高效率和高精度。在山区等地形起伏较大的地区,由于山体、河流和其他障碍物的存在,传统的地面测量方法往往受到限制。对这些区域进行测量需要大量的时间和人力成本,而在一些危险环境中,还可能带来安全隐患。因此,如何在这些复杂和不易进入的区域中获取准确、高效的地形数据,成为亟待解决的问题。

三维激光扫描技术的出现为复杂地形地貌的测绘提供了全新的解决方案。通过激光扫描仪搭载在飞行器上,能够不受地面环境和复杂地形的限制进行快速扫描。在山区测量中,三维激光扫描技术通过飞行器从空中扫描,获取全面的地形数据,能够有效突破传统测量方法的局限,避免了因地形问题造成的测量困难。此外,三维激光扫描技术的高差适应性强,对于山地等高低差异较大的区域,能够精确地测量出地形的细节,大大提高了测量精度和效率。这种技术的使用,不仅提高了测量的可靠性,还为地形分析和后续规划提供了更为精确的数据支持。

此外,三维激光扫描技术的测量精度非常高,通常在厘米级别,相比传统测量手段能在短时间内提供更为精准的点云数据,极大地提升了测量任务的完成效率。在实际应用中,三维激光扫描技术能够为复杂地形测量提供高效且精确的解决方案,从而减少人工操作的局限性,确保测量数据的可靠性。

3.2 三维激光航测技术在复杂地形地貌中的应用实例

三维激光航测技术在多个复杂地形测量项目中已经取得了显著成效。例如,在某大型隧道建设项目中,传统测量方法面临着测量环境复杂、空间狭小等问题,尤其在隧道内部,由于空间局限,人工测量往往无法有效获取高精度的数据。为了解决这一问题,项目团队采用了三维激光扫描技术,通过激光扫描仪进行隧道内的形态与环境测量,获取了高精度的三维点云数据。这些点云数据不仅提高了隧道施工的设计精度,还为后期的监测和维护提供了重要数据支持。

在城市建设项目中,三维激光扫描技术同样发挥了重

要作用，特别是在城市复杂建筑群和基础设施的测量中。三维激光扫描能够对建筑物的外立面、屋顶及内部结构进行全面扫描，生成精准的三维模型。这一技术的应用，为建筑规划、改造和维修提供了可视化、数字化的基础数据，显著提高了设计和施工的效率。尤其在城市建筑密集的环境中，传统测量方法存在着效率低、精度不高的缺陷，而三维激光扫描技术能够快速、精确地获取建筑物的三维数据，避免了人工测量中的误差，并且能够在短时间内完成数据采集工作。

此外，三维激光扫描技术在森林和山地测量中的应用也表现突出。在一些复杂的森林环境中，传统测量方法不仅操作复杂，而且容易受到树木遮挡、地形起伏等因素的影响，导致测量误差。三维激光扫描技术通过高效扫描，能够快速覆盖大范围区域，获取精确的地形数据，不仅提高了测量的效率，还减少了环境因素对数据的干扰。

3.3 三维激光航测技术的精度分析

三维激光扫描技术的精度是其广泛应用的关键因素之一。其测量精度受到多种因素的影响，包括扫描仪的性能、环境条件、数据处理算法等。在测量过程中，设备的选择是决定精度的关键因素，不同型号的扫描仪具有不同的测量精度，适用于不同规模和复杂度的项目。例如，一些高精度的地面扫描仪可以在较小的测量范围内达到毫米级的精度，而用于大范围地形测量的航测型激光扫描仪，其精度可能稍低，但仍能保持在厘米级范围内。

除了设备因素外，环境条件也对测量精度产生重要影响。激光扫描仪的精度在高温、强风、雨雪等不良环境下可能受到干扰，导致数据失真或测量误差。因此，在使用三维激光扫描技术时，应选择合适的天气条件进行扫描，以确保数据的准确性和可靠性。在复杂地形地貌的测量中，扫描角度和反射率的变化也可能影响测量的精度。例如，面对具有高反射率或低反射率的地物，扫描结果可能会有所偏差，影响最终数据的精度。

在数据处理环节，点云数据需要经过配准、滤波和拼接等处理步骤，以保证数据的一致性和精度。尤其是对于多次扫描获取的点云数据，在拼接时要确保数据的无缝对接，

避免因为接缝误差而影响最终结果。因此，合理的数据处理算法对精度至关重要，必须采取有效的滤波技术和数据校正方法来处理数据中的噪声和误差。

为了提高精度，三维激光扫描技术的应用往往会结合多个扫描角度和多次扫描的数据融合方法。这种方法能够充分利用不同角度和位置的数据，提高扫描的全面性和精度，尤其在复杂环境下，通过这种数据融合技术，可以弥补单次扫描中的盲区，确保整体数据的高精度。

4 结语

三维激光航测技术作为一种先进的测量工具，在复杂地形地貌测绘中展现出了显著的优势。本文通过分析其应用原理、优势及精度影响因素，揭示了该技术在复杂地形地貌测绘中的广泛应用前景。三维激光扫描技术不仅能够高效、精准地获取复杂地形的三维点云数据，还能够提供更为详细和全面的地形信息，为工程设计、施工和管理提供数据支持。

尽管三维激光航测技术在多个领域取得了成功应用，但在具体实施过程中，仍然需要在设备选择、环境条件、数据处理精度等方面进行进一步的优化。只有通过不断改进技术与方法，才能够更好地满足日益复杂的测量需求，推动地形地貌测绘技术的发展。随着激光扫描技术和数据处理技术的不断进步，三维激光航测技术的应用前景将更加广阔，特别是在基础设施建设、环境监测、资源勘探等领域，必将发挥更为重要的作用。

参考文献

- [1] 郑小燕.基于计算机辅助制图的房屋工程测绘研究[J].大众标准化,2024,(24):51-53.
- [2] 应建福.大型水利工程建设中数字化测绘技术应用研究[J].产业创新研究,2024,(24):84-86.
- [3] 倪大众.机载激光雷达技术在发电厂选址测绘中的应用[J].中国高新科技,2024,(22):115-117.
- [4] 陈艳利.土地规划中的三维测量技术应用研究[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(二).重庆同汇勘测规划有限公司;2024:2.