

环境的监测工作,以及生态资源的评估与保护;而在灾害评估领域,无人机测绘成果更是发挥了重要作用,不仅支持自然灾害的监测与预警,还为灾后损失评估与重建规划提供了关键数据。通过广泛的成果应用,无人机测绘技术的优势得以充分发挥,为经济社会的可持续发展贡献了积极力量。

## 4 无人机技术在测绘实践中的应用案例

### 4.1 无人机在城市规划中的应用

#### 4.1.1 城市三维模型构建

城市三维模型作为城市规划与管理的基础数据,其构建过程传统上往往耗时且费力,难以实现大规模且高精度的成果。无人机测绘技术的出现,为这一难题提供了全新的解决路径。在构建城市三维模型时,无人机搭载高分辨率相机或激光雷达等传感器,对城市区域实施全方位、多角度的拍摄与扫描<sup>[1]</sup>。

随后,借助专业的数据处理软件,对采集的数据进行细致处理与深入分析,从而获取城市区域的三维点云数据及纹理信息。在此基础上,利用三维建模软件将这些数据有效整合,进而构建出城市的三维模型。这一方法不仅显著提升了城市三维模型构建的效率与准确性,更实现了大规模、高精度的模型构建目标,为城市规划与管理提供了更为真实、可靠的数据支撑,极大地推动了城市规划与管理的现代化进程。

#### 4.1.2 土地利用监测与管理

土地利用监测与管理作为城市规划与管理的重要组成部分,传统方法主要依赖人工巡查与地面测量,效率低下且难以实现全面覆盖。无人机测绘技术的引入,为这一领域带来了革新。在土地利用监测与管理中,无人机搭载高分辨率相机等传感器,对土地进行灵活定期的航拍监测。

通过图像处理软件,对采集的影像数据进行深入处理与分析,精确提取土地类型、面积、分布等关键信息。随后,将这些信息与土地利用规划数据进行细致对比,有效发现土地利用中的违法违规行及潜在问题。这一技术手段不仅提高了监测效率,还增强了监测的全面性与准确性,为土地管理部门提供了科学的决策支持与管理依据,有力促进了土地资源的合理利用与可持续发展。

### 4.2 无人机在环境监测中的应用

#### 4.2.1 在大气与水环境监测

通过搭载先进的气体监测设备,无人机能够实时对大气中的污染物浓度进行监测,为环境保护部门提供了精确的数据支撑。在重点监测区域,无人机持续进行空中监测,显著提高了空气质量数据的准确性和时效性。此外,无人机还携带水质采样器,对河流、湖泊等水域实施快速检测,能够迅速发现并定位污染源。这种监测方式突破了传统监测方法的时空限制,实现了全天候、全方位的数据采集。无人机以其高效、灵活及高精度的特点,有效覆盖了广阔区域,及时捕捉环境变化,为环境保护工作提供了坚实的技术支持。

#### 4.2.2 生态资源评估与保护

在森林、草原等区域的植被覆盖调查中,无人机凭借航

拍技术,能够全面、准确地获取植被覆盖信息,为生态保护工作提供了详实的数据支持。同时,无人机还被广泛应用于野生动物的栖息地监测,以及非法狩猎、砍伐等行为的侦查工作。在广阔的自然保护区内,无人机能够持续不间断地飞行,对野生动物的栖息状况进行实时监控,极大地减少了人力物力的投入,提升了野生动物保护的工作效率。通过无人机获取的数据,可以对生态系统的健康状况进行科学评估,进而制定针对性的保护策略,推动生态资源的可持续发展。

### 4.3 无人机在灾害评估中的应用

#### 4.3.1 自然灾害监测与预警

在森林火灾高发期间,无人机能够迅速对林区进行巡查,及时发现火情并发出警报,有效减少了灾害造成的损失。无人机搭载红外热成像仪等设备,具备在夜间或恶劣天气条件下对森林进行全天候监测的能力,提高了火情发现的准确性和及时性。此外,无人机还能对地震、洪水等自然灾害进行快速响应,迅速抵达灾害现场收集关键信息,为救援人员提供实时、准确的情报支持。无人机的高效监测与预警能力,为自然灾害的及时应对和救援工作提供了有力保障,提升了灾害应对的效率和效果。

#### 4.3.2 灾后损失评估与重建规划

灾害发生后,无人机能够迅速抵达灾区,利用航拍技术对受灾区域进行全面拍摄,获取详尽的灾害损失图像和数据。这些数据不仅为损失评估提供了准确依据,还助力决策者科学制定灾后重建计划。以地震灾害为例,无人机能够快速绘制出受灾地区的精确地图,详细展示建筑物的受损状况,为评估灾情提供了直观可靠的资料。基于无人机收集的信息,相关部门能够更科学地规划救援策略,制定有效的应对措施,从而加速灾后恢复工作的进程,提高救援效率和重建质量。

## 5 结语

无人机在环境监测、生态资源评估与保护以及灾害评估中的应用,展现了其巨大的潜力和价值。随着技术的不断进步和应用的深入,无人机将在环境保护和灾害应对中发挥越来越重要的作用。未来,无人机技术将与其他环保技术相结合,形成更综合的生态保护方案,为保护我们的生态环境、实现可持续发展目标做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 吴成真.新时期工程测绘中无人机航空摄影测量应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(34):180-182.
- [2] 周艳兰,夏翔,郑培智.探析测绘工程测量中的无人机技术[J].中国信息界,2024,(07):44-46.
- [3] 肖旭辉.无人机技术在河航道勘测设计中的实践与应用[J].珠江水运,2024,(17):123-125.
- [4] 马友俊,周学涛,金沙,等.现代无人机技术在国土空间规划用地测绘工程中的应用[J].中国住宅设施,2024,(08):119-121.
- [5] 邱福生.无人机技术在矿山地形测绘中的应用及其精度分析[J].世界有色金属,2024,(16):160-162.

# Practice and challenge of 3D laser scanning technology in complex terrain engineering survey

Ke Xu

Shenyang Civil Aviation Air Traffic Control Surveying and Mapping Design Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110015, China

## Abstract

This paper discusses the application practice and challenges of 3D laser scanning technology in complex terrain engineering survey. The principle and characteristics of this technology are described in detail, and its advantages in complex terrain survey are analyzed, including improving the efficiency of survey and obtaining high-precision data. This paper introduces the specific application of 3D laser scanning technology in terrain mapping, geological disaster monitoring, road and bridge engineering survey, and discusses the technical problems, data processing challenges and cost problems faced in the process of technology application, and puts forward corresponding countermeasures, aiming at providing theoretical and practical guidance for promoting the wide application of 3D laser scanning technology in the field of complex terrain engineering survey.

## Keywords

three-dimensional laser scanning technology; Complex terrain; Engineering survey; Practical application; Challenge response

## 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的实践与挑战

许可

沈阳民航空管测绘设计有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110015

## 摘要

本文探讨三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的应用实践及面临的挑战。详细阐述该技术的原理与特点, 分析其在复杂地形测量中的优势, 包括提高测量效率、获取高精度数据等。介绍其在地形测绘、地质灾害监测、道路桥梁工程测量等方面的具体应用方式, 同时探讨技术应用过程中面临的技术难题、数据处理挑战以及成本问题等, 并提出相应的应对策略, 旨在为推动三维激光扫描技术在复杂地形工程测量领域的广泛应用提供理论与实践指导。

## 关键词

三维激光扫描技术; 复杂地形; 工程测量; 实践应用; 挑战应对

## 1 引言

随着工程建设的不断发展, 越来越多的工程项目涉及到复杂地形区域, 如山区、峡谷、岩溶地貌等。在这些复杂地形条件下, 传统的工程测量方法面临诸多困难, 如测量效率低、精度难以保证、安全风险大等。三维激光扫描技术作为一种先进的测量手段, 以其快速、高效、高精度等特点, 为复杂地形工程测量提供了新的解决方案。该技术能够快速获取大面积地形的三维空间信息, 生成高精度的三维模型, 为工程设计、施工和管理提供了丰富的数据支持。然而, 在实际应用过程中, 三维激光扫描技术也面临着一些挑战, 需要深入研究和解决。

## 2 三维激光扫描技术概述

三维激光扫描技术属于主动式非接触测量手段, 原理是发射激光束, 测量激光往返时间差或相位差, 计算被测物体表面点与扫描仪的距离。同时, 借助扫描仪内部角度测量系统, 获取扫描点的水平角与垂直角, 进而确定其三维空间坐标。大量扫描点坐标整合后, 便能构建出被测物体的三维模型。该技术具有显著特点, 测量速度极快, 能在短时间内获取海量三维空间数据, 大幅提升测量效率。精度可达毫米级甚至更高, 为工程分析与设计提供可靠数据基础。采用非接触式测量, 在复杂危险地形中, 保障测量人员安全。并且数据完整性佳, 可获取物体形状、纹理、颜色等全方位信息, 生成逼真三维模型, 为后续工作提供丰富数据支撑(如图1)。

【作者简介】许可(1985-), 男, 中国吉林梨树人, 本科, 高级工程师, 从事机场工程测量与导航信号遮蔽分析研究。

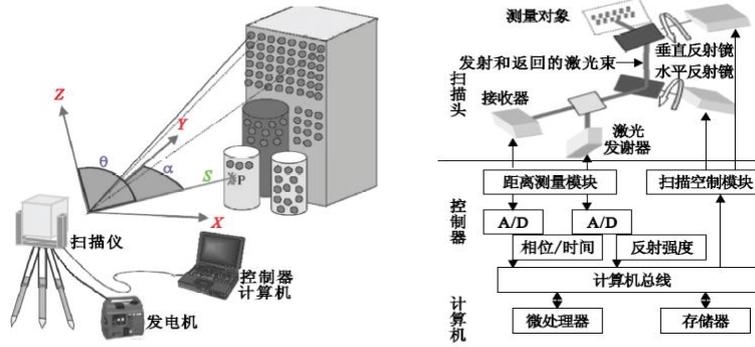


图 1 三维激光扫描技术原理

### 3 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的优势

#### 3.1 提高测量效率

在复杂地形条件下，传统测量方法需测量人员在现场进行大量的实地测量工作，如使用全站仪进行角度和距离测量，使用水准仪进行高程测量等。这些工作不仅繁琐，而且受地形条件限制较大，测量效率低下。而三维激光扫描技术可快速对大面积区域进行扫描，一次性获取大量的三维空间数据。在山区道路工程测量中，使用三维激光扫描技术可在短时间内完成对道路沿线地形的测量，有效缩短测量周期，为工程建设争取时间。

#### 3.2 提升测量精度

复杂地形的起伏变化较大，传统测量方法在进行高程测量和平面位置测量时，容易受到地形、通视条件等因素的影响，导致测量误差较大。三维激光扫描技术利用高精度的激光测距和角度测量系统，准确获取每个扫描点的三维坐标，不受地形和通视条件的限制。即使在地形复杂、植被茂密的区域，也能精确测量出地形的起伏变化，为工程设计提供高精度的地形数据。

#### 3.3 获取丰富的数据信息

传统测量方法主要获取的是地形的点位坐标信息，对于地形的表面特征、纹理等信息获取较少。三维激光扫描技术不仅可获取地形的三维坐标信息，还可搭载的相机等设备，获取地形的纹理、颜色等信息，生成具有真实感的三维模型。这些丰富的数据信息对于工程设计和分析具有重要价值。

### 4 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中的应用

#### 4.1 地形测绘

在复杂地形的地形测绘工作中，三维激光扫描技术展现出巨大优势。首先是数据采集环节，技术人员依据地形特点与测量范围，合理安置扫描仪。例如在山区测绘时，需灵活选择山顶、山腰等不同位置，确保能全面覆盖测量区域。扫描仪快速发射激光束，对地形进行全方位扫描，以极快速度获取大量三维空间数据，像山脉的起伏、山谷的走向等细节都能精准记录。完成数据采集后进入数据处理与建模阶

段。原始扫描数据会先进行去噪、滤波等预处理，去除因环境干扰产生的噪点。接着，利用专业软件对数据分类、分割，提取关键特征点与特征线。

#### 4.2 地质灾害监测

在地质灾害频发的复杂地形区域，三维激光扫描技术成为重要的监测手段。监测点布置是关键的第一步，技术人员会在滑坡、泥石流等灾害隐患点周边，选取具有代表性的位置安装扫描仪，并在灾害体表面设置反射标志。例如在易滑坡山体的不同部位设置多个监测点，以便精准捕捉灾害体的细微变化。之后，定期对监测区域进行扫描。对比不同时期的扫描数据，利用专业变形分析软件，计算出灾害体表面各点的位移、沉降、倾斜等变形参数。一旦这些参数超过预设的预警值，系统便能及时发出警报。如在某次滑坡监测中，利用三维激光扫描技术提前捕捉到山体表面的位移变化，为后续人员疏散和防治措施的实施争取宝贵时间，有效保障人民生命财产安全。

#### 4.3 道路桥梁工程测量

在道路桥梁工程测量方面，三维激光扫描技术贯穿工程的多个阶段。在道路选线与设计阶段，凭借获取的高精度地形数据，工程师能进行线路优化。例如在山区道路规划时，分析地形数据，避开地势复杂、工程量大的区域，选择地势相对平坦的路线，同时综合考虑道路坡度、曲率等因素，确保行车安全与舒适。利用三维地形模型，还能精准设计道路的横断面与纵断面，为施工提供详细图纸。在桥梁施工监测阶段，技术人员对桥墩、桥台、梁体等部位进行实时扫描。将扫描获取的三维坐标信息与设计数据对比，能及时发现施工中的偏差与变形。

### 5 三维激光扫描技术在复杂地形工程测量中面临的挑战

#### 5.1 技术难题

在复杂地形中，技术层面的阻碍较为突出，环境因素对扫描精度影响显著，大气能见度差、温湿度异常及强风天气，都会干扰激光束传播，导致测量精度降低。复杂地形中的植被、水体，会吸收、散射激光束，使测量结果出现偏差。多站扫描的数据拼接也存在误差，扫描仪安置与测量的误差，以及地形起伏，都会在拼接时产生裂缝、重叠等问题，