

# 面向无人机航测与三维激光扫描的三维地形测绘技术

范伟 陈亮

湖州吴兴东成测绘有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12456

**[摘要]** 本文分别对三维激光扫描的技术和无人机航测的技术二者优势进行一一分析,这两种技术是地形测量领域常用的方法,各自在实际测量操作中展现出独特的特点和优势。然后将三维激光扫描技术和无人机航测技术进行两种技术手段的融合,并不断的深入研究分析探讨三维激光扫描技术手段和无人机航测的技术手段融合应用的实际效果。并在实际的工程案例中加以运用,指出了二者相结合能显著提高测量精度和工作效率,对地形测绘具有重要意义。

**[关键词]** 地形测绘; 测绘技术; 无人机航测; 三维激光扫描; 技术  
**中图分类号:** V279+.2 **文献标识码:** A

## 3D terrain surveying technology for unmanned aerial vehicle aerial survey and 3D laser scanning

Wei Fan Liang Chen

Huzhou Wuxing Dongcheng Surveying and Mapping Co., Ltd.

**[Abstract]** This article analyzes the advantages of both 3D laser scanning technology and unmanned aerial vehicle (UAV) aerial surveying technology. These two technologies are commonly used in the field of terrain surveying and have demonstrated unique characteristics and advantages in practical measurement operations. Then, the integration of 3D laser scanning technology and unmanned aerial vehicle (UAV) aerial survey technology will be carried out, and the practical effects of the integration of 3D laser scanning technology and UAV aerial survey technology will be continuously studied, analyzed, and explored. And it was applied in practical engineering cases, pointing out that the combination of the two can significantly improve measurement accuracy and work efficiency, which is of great significance for terrain surveying.

**[Key words]** topographic mapping; Surveying and mapping technology; UAV aerial survey; 3D laser scanning; technology

无人机航拍与三维激光扫描技术已广泛应用到地形测绘实际勘测中。三维激光扫描技术以其快速、大范围扫描能力见长,作业灵活高效,尤其擅长非接触式测量,即便面对陡峭复杂地形也能获取高精度测绘数据。然而,在植被密集区,该技术面临精度下降、覆盖不全的挑战。相比之下,无人机航拍在地形测量分析方面效率出众,数据处理便捷,对于恶劣地形尤为适用,不仅能有效补充激光扫描遗漏区域,还能校验数据精度,确保测绘全面性和准确性。因此,结合无人机航拍与三维激光扫描技术,应用于三维地形测绘,可充分发挥各自优势,显著提升测绘质量和效率。

### 1 三维激光扫描与无人机航测的技术优势

#### 1.1 三维激光扫描凸显在地形测绘中的专长

地形测绘中三维激光扫描技术专长不容忽视:(1)高效自动采集点云数据。三维激光扫描为什么拥有这么高效的采样率?

与它还可以进行一整天不间断实时动态观测有很大关系。除了能保证极强的抗干扰能力,不受天气变化、温度高低、湿度百分比等外部环境的约束。最重要的是三维激光扫描仪它一次可以扫描所覆盖的面积非常广泛,而且通过单次扫描就可以获得更大面积的空间特征和更全面的捕获测量区域的数据信息。它可以自动的,定时的,定期的采集多种类型的数据。实现整天全时段监测,有效提升了测量区域的取样速率。(2)强大的数字化功能。三维激光扫描技术不仅仅能用开源软件界面和其他软件实现信息共享,提高所采集到的数据信息的使用率。它还有非常好的点云数据处理性能和三维尺寸建模功能,如自动显示、高效输出导入数据的同时实行三维建模。这都是三维激光扫描仪的技术专长。(3)速度快。三维激光扫描技术什么速度快呢?测量数据速度快,收集数据的速度快,及捕获地形外貌立体图的用时少速度快。对比传统技术方法,大大的减少了工作人员户外工作的

时间,也就是提高了整个工程项目的周期。(4)操作起来安全度高。三维激光扫描仪对比传统技术操作起来能大大减少的风险,包括:因为地形复杂和存在未知危险点分布区域的实勘测绘人身安全率。还有长距离测绘时候扫描仪站点的位置选择上提高了设备的安全性。同时还能在兼顾测绘数据库的准确率这一点上尤为突出。

### 1.2 无人机航测在三维地形测绘技术中的优势

无人机航拍在三维地形测绘领域展现出几大显著优势。(1)无人机航拍优势在于其较高的工作效率。无人机搭载激光扫描仪等设备,可以无需人力直接自主快速飞行过高山,城市等复杂区域并通过扫描仪等设备,在短时间内完成地形数据库采集。大大缩短了测绘工作的项目时间,又降低了测量误差,同时,保证了工作人员高效的工作效率。(2)无人机航拍优势在于其广泛的应用范畴,该技术不仅适用于城市规划,城市设计上,还适用于土地调查地质情况,环境地貌数据监测,交通规划路线设计,建筑工程建模测量搭建等等。为了达到完成数据信息的精准采集与深度剖析,无人机航拍还可以在地理信息平台上和遥感技术紧密结合,达到预期效果。(3)无人机航拍优势在于高度的灵活性与适应性。无人机航拍可以根据工作需求飞高,飞低,也可以调整角度进行飞行。拿到传统人工测绘无法采取的数据。无人机航拍对环境适应性强,可以在各种复杂环境中采取数据,比如:水域、森林、峡谷、建筑密集区等复杂地形中进行数据采集。特别是在发生地质灾害时,无人机航拍可以不受所达区域的交通限制,快速采样了解民房,人员伤亡程度,快速采集受灾范围图,为受灾情况提供有力的技术支持。(4)无人机航拍优势在于较高的精确度。可以更全面反映实况的三维特征,无人机航拍可以利用倾斜摄影技术从多角度,多层次拍摄建筑物的多方位数据。再加上先进的计算机三维重建算法,精确的三维建模,能使建模更加真实,保留实况的纹理,线条,颜色等逼真的效果图。(5)无人机航拍优势在于成本较低。相较于传统的测绘手段,该方法能够显著降低人力需求。在难以抵达或存在安全隐患的区域,无人机能够有效地替代人工,执行数据采集任务。

## 2 三维激光扫描与无人机航测的技术融合

2.1 在无人机航测实践中融入卫星定位技术,能够高效且精确地测量目标对象

如:收集到的点云坐标集是依托现行的多点激光扫描技术和卫星定位机制,三维激光扫描系统所获取的数据信息。此外,各个扫描站点的初始参考点(即原点)成为构建坐标体系的基础,进而增强了地形图设计在三维坐标体系下的科学性。结合全站仪与网络RTK(实时动态定位)技术于卫星定位流程中,可显著提升不同站点数据监测的精确性,优化测量仪器的性能。鉴于地形测绘作业覆盖地域广泛,地质条件差异显著,单一检测方法难以确保测量数据的准确无误。因此,融合多点扫描与卫星定位技术成为必要选择。相关机构依据地质复杂度,将测绘区域细分为若干子区域:在平坦区域,则运用三维激光扫描手段进行测绘。而在复杂地质条件下,采用无人机航空测量技术;待测绘作业结束

后,确保整个地域地形测绘成果的精准无误性。所搜集的全部数据将在专业技术平台上进行系统性整合处理。

### 2.2 选择测绘设备

首先要知晓所测绘的区域地形地貌概况与具体内容,依据这些才能在开展测绘工作时,合理选择测绘设备,精准匹配最为合适的测绘设备,这才是至关重要的一步。以地形测绘任务为例,在执行此项任务时,精选适宜的通信设备及测图软件是关键操作之一。其次,在测绘作业正式启动之前,必须要对双频接收机及通信设备的内部性能进行细致校验。同时,还需要在测绘区域内合理配置高性能的双频接收机。这包括合理调整软硬件配置,明确各项性能指标,只有这样,才能确保后续测量数据的精准无误。测绘人员必须吃透这些依据,这是测绘合规的基础。再次,要熟悉设备内部装置参数及其变动范围,操作时根据系统状态灵活调参,确保设备性能最佳。最后,把规范依据切实应用到具体区域测绘实践中,每项操作都严格依规执行,以此提高地形测绘数据的准确性,为后续工作筑牢数据根基。

### 2.3 采集外业数据

外业数据采集前,测绘人员需充分准备。先了解测量区情况,用三维信息技术转化数据,实时监控变化。同时,建立卫星数据平台,提高数据准确性。定位时,关注设备动态;用流动站时,根据实际情况调整参数。确保电台与双频接收器连接稳定。处理数据时,结合三维测绘与卫星平台,用科学方法收集预处理影像,匹配流动站数据与空间成果,生成精确正射影像,提升数据准确性。例如,用无人机影像与地面数据校准,生成精确地形图貌,方可完成采集外业数据的工作。

### 2.4 采集内业数据

测量人员开始对内业数据收集与处理的时候,要了解数据的应用准则。操作员需敏锐捕捉数据变化。移动站运营时,要灵活设计项目和参数,确保通信稳定。这样,数据收集才能准确无误。在处理内业数据的时候,将处理结果整理成规范的报告,包含详细数据、计算结果、精度信息及图表说明。在整个过程中,应严格遵守测量规范,对原始数据备份存档,需将数据妥善传输至计算机中,确保数据的合理存储,为后续数据处理奠定坚实基础。合理选择计算方法和参数,确保报告格式规范、内容完整易懂。这些步骤共同构成了全站仪内业数据处理的标准流程,确保数据收集的准确性和效率。最后要验证各项数据的精确度之后方可使用于后续的作业中。

### 2.5 分析数据精度

操作人员需对数据精度进行全面分析与验证,通过实施精度控制策略,以强化这两种技术的功效。在三维激光扫描站点中,选取80个像控点作为检测样本,以其高程值作为真实数据参考。根据国家地形航测的相关标准,最小网格单元的尺寸通常设定为0.5m、1.0m或2.0m等,而检测点的误差应控制在约0.2m的范围内。操作人员可依据这些数据,细致观察各点位数据的动态变化。为了确保不同地形测量项目的数据准确性,应采用三维激光扫描和无人机航测相结合的三维地形测绘技术。通过这种结合,

区域测量精度显著提高,达到了预期水平。因此,应同时使用这两种技术来满足区域地形测绘的不同需求。

### 3 实例三维激光扫描与无人机航测技术融合

以某测绘工程为例。这片土地是一片复杂的地形区域,主要是山谷之势,奇峰罗列。有高低不平的地势,覆盖着茂盛的绿植和二级植被,山谷陡峭,危峰兀立。针对此种地形地势,我们需要对实地进行综合测绘方法,就是采用三维激光扫描和无人机航测技术融合。整个作业中首先是要对此区域进行数据收集,建立三维模型,在数据处理和分析的时候要认真操作,避免引起数据不实的发生。通过多方协助,最后此工程取得了显著的应用效果。

(1)如此错综复杂的测绘地形,工程负责人员选择了先使用三维激光扫描技术,对此测绘区域的简单地形进行初步测量。针对特殊高耸地形和三维激光扫描仪无法企及的地形区域,采取了无人机航测进行补充测量,以达到数据的高精准。通过无人机航测和三维激光扫描技术的协同作用,我们成功地从无人机航测中获得了点云数据,这些数据也用于验证三维激光扫描中茂密植被区域的测量数据。最终,我们实现了调查区域地形的全面且准确的点云数据采集。(2)从上面的测量和分析中我们可以看出,当地形测量中植被覆盖较为稀疏时,在实施测量和分析的具体过程中,是否应当设置一定数量的验证点,并进行相应的数据收集与分析工作,以此来验证从三维激光扫描和无人机航测中获取的点云数据,进而推动最终测量结果达到标准化和高精度的标准呢?答案是肯定的,我们需要这样进行操作,来验证得到数据的精确度。对于三维激光扫描仪扫描不准确、漏扫以及植被茂密区域的处理,肯定是需要利用全站仪进行补充测量,并依据这些补充数据来完善和优化目前所得到的结果,以确保DEM模型的最最终构建既准确又完整。(3)首先,无人机航测获取的点云和数据进行处理,利用Quick Terrain软件依据这些数据生成等高距离为1米的线性地图。接着,将这张线性地图整合到通过3D激光扫描获得的地形图中。与此同时再使用Riscan

Pro软件对3D激光扫描获得的点云数据进行配准和拼接,接着执行植被滤波步骤,随后构建DEM模型,并在此模型基础上绘制等高线图。两者完成后对比同一平面位置点处的两次测量结果,其中包括高程信息和等高线。查看前后所得到的两次结果,分析对有差异的部分进行重新检测和计算,进行二次校正校对,来保证此次地形测量结果的精确无误。

### 4 结束语

上文对于促进三维激光扫描与无人机航测这两项技术的有效整合与在地形测绘领域的运用具有重要意义。此举不仅能够提升地形测绘的技术层次与监测预警,还有助于加强信息和资源共享的积极作用,旨在为国家的测绘勘察业提供前进的动力。

### 【参考文献】

- [1]朱起.基于无人机航测与三维激光扫描的工程地形测绘技术研究[J].大众科学,2024,45(23):73-75.
- [2]范恒利.无人机航空摄影测量技术在地形测绘中的应用研究[J].测绘与勘探,2023,5(1):19-21.
- [3]向勇.基于微型无人机航测的三维地形辅助测量方法研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(6):140-142.
- [4]武兴明.基于无人机航测技术的房产测绘实践[J].建筑·建材·装饰,2023(10):184-186.
- [5]吴硕先.三维数字地球系统在无人机航测中的应用研究[J].地产,2023(8):0185-0187.
- [6]潘松杰,侯云龙,韩兵兵,等.基于无人机航测及Rhino-griddle平台的FLAC3D复杂三维地质体建模技术应用[J].甘肃地质,2023,32(2):69-74.

### 作者简介:

范伟(1989--),男,汉族,浙江湖州人,本科,工程师,研究方向:地形测量,无人机测量。

陈亮(1977--),男,汉族,浙江湖州人,本科,工程师,研究方向:地形测量,自动化测量。