

# 不同载具下激光雷达在地形测量中的应用探讨

## Application of lidar in topographic survey under different vehicles

孟繁龙 王婷 张伟娜 魏占义

Fanlong Meng Ting Wang Weina Zhang Zhanyi Wei

长春市正合测绘服务有限责任公司 中国·吉林 长春 130033

Changchun Zhenghe surveying and Mapping Service Co., Ltd, Changchun, Jilin, 130033, China

**摘要:**现如今,在地形测绘工程中,激光雷达技术已经得到了良好的普及运用,并表现出较好的应用效果。本文将对人力搭载、机载以及车载三种载具下激光雷达在地形测量中的应用进行分析探讨,并通过比较检测点的点云数据中的位置准确情况对不同载具下激光雷达在地形测量中应用的精度进行分析比较,以期能够为业内人士提供理论参考。

**Abstract:** Nowadays, lidar technology has been widely used in topographic surveying and mapping engineering, and shows good application effect. This paper will analyze and discuss the application of lidar in topographic survey under three kinds of vehicles: human carried, airborne and vehicle mounted. By comparing the position accuracy of point cloud data of detection points, the accuracy of lidar application in topographic survey under different vehicles is analyzed and compared, in order to provide theoretical reference for the industry.

**关键词:**激光雷达;地形测量;应用

**Keywords:** lidar; topographic survey; application

**DOI:** 10.36012/etr.v2i10.2828

激光雷达技术,又被称为“LIDAR”,其在实际应用过程中能够精准、快速获取被测地区的三维空间坐标信息,并将信息通过无线传输等信息技术传递给计算机设备,由计算机设备对信息进行重构,构建 3D 立体数据模型,方便对被测区域进行直观立体的分析研究。

## 1 激光雷达测距原理及系统组成

### 1.1 激光雷达测距原理

在实际应用中,激光雷达会通过发射激光束来探测目标的位置、速度等特征量数据,然后接受激光束照射到目标后所反射回来的信号,并将反射信号与发射信号进行比较,确定激光束飞行时间,再通过几何运算的方式获取到目标相同的诸如距离、方位、高度、速度、姿态、形状等诸多参数信息。

### 1.2 激光雷达系统组成

通常来说,激光雷达定位系统主要由以下三部分组成:①传感器部分。该部分以激光扫描测距仪为主,在实际应用过程中可以实时获取目标的三维空间信息和影像信息,部分激光雷达设备的传感器部分还具有红外光谱信息获取功能,主要为激光雷达系统的后续功能提供更加精准有效的信息支持;②定位仪器部分。该部分以全球定位系统为主,其在

与传感器部分相结合后,可以实时获取传感器部分获取数据信息时的全球定位信息,进一步完善激光雷达系统的数据收集效果;③定姿定态系统。该部分以惯性导航仪为主,其可以实时获取传感器部分工作时激光测距仪的姿态信息。

## 2 不同载具下激光雷达在地形测量中的应用

正如上文所述,激光雷达测量原理是通过计算激光束飞行时间差进行测距。在实际应用过程中,除了激光雷达测距系统自身硬件问题,还存在着以下几类问题:①遮挡问题,即激光在达到目标表面前,因障碍物的存在而提前发生反射。例如在进行地形测量时,地表上房屋、树木等物体均会对地形表面造成遮挡,进而导致激光束照射到地表前,因照射到物体而提前发生反射,导致测量结果失准;②空气散射问题,即在特定环境条件下,激光束在空气中传播过程中出现大量散射情况,进而引发测量结果失准问题<sup>[1]</sup>。例如大雾、大雨、大雪等天气。尽管随着科学技术的发展,当今激光雷达技术已经得到了进一步改进和发展,例如增加回波次数等,有效提高激光束的穿透能力和散射抑制能力,但在实际应用过程中仍旧存在着诸多问题。

## 2.1 人力搭载

常用的人力搭载方式是通过背包式激光雷达进行定向测量,相比较其他载具下的激光雷达测量来说,人力搭载方式可以进入到诸如小巷、小型隧道等其他载具不适合进入的狭小空间中,并有效解决其他载具因地物遮挡问题而导致的测量失准问题,多用于对其他载具下激光雷达测量的补充效果。但在实际应用过程中,由于人力搭载方式存在的遮挡全球定位系统信号的问题,将会影响到地形数据信息与定位数据信息的匹配效果,进而影响到数据的精准性。

## 2.2 无人机搭载

无人机搭载激光雷达是当今地形测量过程中最为常用的一种测量方式,其是通过无人机搭载激光雷达的方式,通过高空进行数据采集。相比较其他载具下的激光雷达测量来说,无人机搭载激光雷达测量不仅可以有效避免地物遮挡问题,还能够避免定位信号受到干扰,具有较为良好的应用优势。在实际应用过程中,为避免边缘变形误差,需要在后期数据处理过程中去除掉一些重叠区域的激光点,所以在测量过程中,若是被测区域地形较为平缓,那么将无人机航线旁向重叠度控制在25%左右便可以满足测量要求<sup>[2]</sup>。

## 2.3 汽车搭载

车载激光雷达也是当今地形测量过程中较为常用的一种测量方式,通过设置在汽车上的激光雷达,可以对汽车周边区域的地形进行测量。不过同人力搭载一样,车载方式由于高度比较低,其测量结果也易受到地物的影响,且无法进入到狭小空间中,多与人力搭载的方式结合使用。

# 3 精度分析与试验

## 3.1 试验概况

本文所选择的试验区域为长春周边地区的某城镇,需要分别采用人力搭载、无人机搭载以及汽车搭载三种搭载方式,对该城镇区域的某片区域进行地形测量,确定不同载具下激光雷达在地下测量中的应用效果。

## 3.2 试验方法及流程

在试验前,测量人员需要结合测区以及三种搭载方式的实际情况,设计科学合理的路线行进方案,避免因行进方案不合理而导致的数据差异问题,尽可能抑制变量的产生。

首先进行人力搭载试验,及采用背包式激光雷达,对被测区域进行点云数据采集,结合测区附近所提前假设的基站接收静态数据,用于后差分计算,之后通过步行的方式对整个测区进行全面扫描。在测量过程中,测量人员需要尽可能保持匀速前进,避免测试过程中出现急转弯或者快速掉头的情况,避免因惯性记录错误而导致测量结果出现误差。

其次,通过车载的方式对整个测区进行全面扫描,汽车行驶时也同样需要保持匀速前进,并避免出现急转弯或者快

速掉头等情况。

最后,在测区中布设检查点,检测点要尽可能避免受到地物的遮挡,必要时可以不设在地物上方,例如房顶。之后需要获取区域飞行许可,然后通过无人机搭载的方式对测区进行全面扫描。为尽可能减少变量因素,无人机需要沿着设计航线进行飞行,并通过无线通信技术,实时将收集到的数据信息传递给地面控制中心,由控制中心确定数据信息采集效果,若是发现有扫描缺失情况,应及时进行补拍<sup>[3]</sup>。

## 3.3 试验对比

通过三种不同载具下激光雷达地形测量的点云数据,利用静态基站后差分技术解算后求出地形相关参数。基于试验结果进行对比分析后,发现人力搭载方式中的点云数据操作过程最为简单,无需同机载方式一样考虑到无人机的方向、检查点布设等问题,但由于测区中存在地物遮挡问题,导致人力搭载方式点云数据中顶面数据的缺失,且所获取到的定位数据信息也存在一定的失准或者不匹配的情况。车载方式同人力搭载方式一样,也存在的地物遮挡问题,且不能够进入到狭小空间中进行测量,却存在的较大区域的数据缺失,但相比较人力搭载来说,车载方式所获取的点云数据中定位数据匹配效果较为良好。机载方式可以在无人机低空飞行过程中,获取到地形的一部分立面信息,且不会受到地物的阻挡,所以从点云数据获取情况来讲,机载方式所获取的点云数据更加精准、全面,再加上机载方式更有利于定位信息的获取效果,所以从实际情况上来说,三种载具下激光雷达地形测量中,机载激光雷达能够获取到更加精准的测量数据,所以在实际应用过程中,应尽可能以机载方式为主,以人力搭载和车载方式为辅,三种载具结合获取更加精准有效的地形测量数据。

# 4 结语

综上所述,随着科学技术的不断发展,激光雷达在地形测绘中的载具形式也越来越多元化,本文介绍了地形测绘中三种常用载具形式,并通过试验分析的方式确定机载激光雷达可能获取到更加精准有效的测量数据,所以在实际应用过程中应以机载激光雷达为主,以人力搭载和车载激光雷达为辅,进而多种搭载形式结合下获取最精准有效的测量数据。

## 参考文献

- [1] 王建军. 基于正交化实验对影响机载激光雷达测量精度的工作参数进行最优化设计[J]. 中国激光, 2013, 40(002): 221-228.
- [2] 伊丕源, 童鹏, 张景发, 等. 机载激光雷达多脉冲探测模式在大高差地形测绘中的应用分析[J]. 科学技术与工程, 2015, 15(008): 4-9.
- [3] 彭嘉婷. 无人机载激光雷达在监测海岸侵蚀方面的应用——海岸线地形测量[J]. 中国测绘, 2019(003): 80-82.