

基于地面三维激光扫描技术在地形测绘中的应用探索

龚力宝

宁夏先科电力设计咨询有限公司, 宁夏 银川 750001

[摘要] 地形测绘工程是了解地形地貌实际情况的重要工作, 其主要工作流程就是测量和绘图, 三维激光扫描技术是当前运用于地形测绘中的一项常见技术。基于此, 本文对地形测绘中应用三维激光扫描技术的方式进行了探讨。

[关键词] 地形测绘; 三维激光扫描; 绘图

DOI: 10.33142/aem.v3i8.4751

中图分类号: P232

文献标识码: A

Application of Ground-based 3D Laser Scanning Technology in Topographic Mapping

GONG Libao

Ningxia Xianke Electric Power Design Consulting Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

Abstract: Topographic mapping engineering is an important work to understand the actual situation of topography. Its main workflow is measurement and mapping. Three dimensional laser scanning technology is a common technology used in topographic mapping. Based on this, this paper discusses the application of 3D laser scanning technology in topographic mapping.

Keywords: topographic mapping; three dimensional laser scanning; mapping

引言

在传统的测量概念里, 所测的数据最终输出的都是二维结果, 在测量仪器里全站仪、GPS 居多, 但测量的数据都是二维形式的。在逐步数字化发展的今天, 三维已逐步代替二维, 其中, 三维激光扫描技术的出现, 为新型测绘带来了无限的可能。三维激光扫描技术的优点有高精度、效率强以及全天候, 因而在许多领域当中被应用, 而在地形测绘工作当中, 应用该项先进技术能够进一步提高测绘质量和测绘效率。

1 三维激光扫描技术的概述

三维激光扫描技术是一种快速获取物体表面三维信息的高新技术, 对于任何物体、任何位置以及任何细节的信息都能够获取到。在该项技术当中, 主要包含了三项核心系统, 分别为激光测距系统、高精度动态载体姿态测量系统以及 GPS 定位系统, 其实际测量的过程中主要是利用光源, 运用光源扫描到待测量对象的相关信息数据, 进而确定对象的三维坐标及地表信息, 同时在系统内部还可建立起测量对象的三维模型。

传统的地形测绘技术包括全站仪测绘技术、GNSS RTK 测绘技术等等, 这些技术通常是借助于流动站或棱镜, 通过获得被测对象的三维坐标, 来绘制地形图, 一般的无人机测绘技术则是通过运用摄影测量的手段来获取被测物体的点位信息, 而三维激光扫描技术与前两种技术相比的优势主要体现为三点, 其一是非接触测量, 无需棱镜, 不需对测量目标进行表面处理工作, 且采集到的数据绝对可靠; 其二是具有主动发射扫描光源的特征, 这种主动发射不会受到外部环境干扰, 不受空间与时间的约束; 其三是数据采样率相比于前两种技术要更高, 使用一般扫描仪进行采样的速率可达到每秒几千点, 但脉冲式三维激光扫描仪器的采集速率可达到每秒百万个点, 大大提高了作业的采集效率, 为外业节省了时间。

三维激光扫描系统的组成及测量原理

三维激光扫描系统包含数据采集的硬件部分和数据处理的软件部分。按照载体的不同, 三维激光扫描系统又可分为机载、车载、地面及手持型几类, 由于搭载平台的不同, 但是测距原理大体相同。

三维激光扫描仪的测距方式有两种: 一种是脉冲测距 (如公式 (1) 所示) 通过两侧激光器发射的波从发射到接受到反射波所经历的时间, 另一种是通过两侧激光器所发射的波与接受的反射波之间的相位差来确定激光器与目标之间的距离 (如公式 (2) 所示)^[1]。

$$S = \frac{ct}{2} \quad (1)$$

$$S = \frac{\Delta\varphi\lambda}{4\pi} \quad (2)$$

式中 c ——光速 ($c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$);
 t ——激光束从发射到返回的时间;
 $\Delta\varphi$ ——相位延迟;
 λ ——激光束波长。

三维激光扫描仪每次测量的数据不仅仅包含 X、Y、Z 点的信息, 还包括 R、G、B 颜色信息, 同时还有物体反射率的信息, 这样全面的信息给人一种真实场景再现的感觉, 是一般测量手段没有的, 对三维模型的构建、数字化测绘领域有着不可或缺的意义。

2 点云数据的特征与处理

三维激光扫描技术是将扫描到的数据信息进行点云数据研究, 与普通的遥感技术所获取到的数据不同, 其进行的是三维点云数据的研究。先将需要成离散分布的数据整合到一个平面上, 同时对高程值进行获取, 能够感知到一些大的信息变动以及细节信息的变化, 但同时, 信息量的“多与杂”使得地表信息的获取难度增加, 因而在进行数据处理的过程时, 通过对区域点云数据的分析, 结合测区现有的资料及影像, 利用配套的处理软件, 进行点云降噪和抽稀, 才能有效的简化处理工作。

在实际的工作当中, 应该根据具体的项目要求, 采用合适的扫描精度及技术指标来进行测绘工作, 可事半功倍。地面三维激光扫描点云的精度与技术指标如表 1 所示, 有特殊要求的另行设计。

表 1 地面三维激光扫描点云精度及技术指标

等级	特征点间距中误差 (mm)	点位相对于临近控制点中误差 (mm)	最大点间距 (mm)	配准要求
一等	≤5	—	≤3	应采用标靶进行配准, 连续传递配准次数不应超过 4 次
二等	≤15	≤30	≤10	控制点之间连续传递配准次数不应超过 5 次
三等	≤50	≤100	≤25	控制点之间连续传递配准次数不应超过 5 次
四等	≤200	≤250	—	—

注: 一等不宜通过控制点进行配准。

3 地面三维激光扫描技术在地形测绘中的应用探析

3.1 数据的采集

在地形测绘中运用地面三维激光扫描技术, 首先可以在采集地形数据过程中应用, 其能够准确勘测到区域内地形相关的实际环境信息, 比方说先了解到标靶的具体坐标位置数据, 再确定扫描仪的实际位置数据, 一般来说, 其实际勘测区的确定都是选择站点较少的区域, 这样能够使得勘测的结果更为准确, 后续对原始数据进行处理的过程中也会变得更为容易, 采集数据信息的整个流程包括, 安装扫描仪器、设置具体的扫描参数、对勘测对象进行扫描、采集相关影像、对数据进行检查。在获取数据的过程中, 通常是对点云数据的运用, 然后对其进行科学处理, 这样才能够保证后续数据与之匹配良好, 要先确定具体的采样标准, 还要按照站点来开展扫描工作^[2]。

在实际的测量过程中, 难免会遇到一些特殊的地形, 比如: (1) 测区附近有强干扰源, 无法获得稳定的 GPS 信号的区域 (2) 难以直接通过三维激光扫描仪获取坐标的区域, 此时需要借助全站仪等手段进行测量, 在后期数据拼接的处理的同时, 也为三维激光扫描测绘的精度控制提供了对比。

3.2 数据的预处理

数据的预处理流程包括: 点云数据的匹配、坐标系的转换、降噪与抽稀、图像数据处理、彩色点云的制作。首先进行点云数据的匹配操作, 再开展噪声的降噪、抽稀工作, 然后对图像的匹配进行处理, 同时进行坐标的转换, 匹配

处理从不同站点所获取到的数据信息,并将这些数据信息整理到同一个坐标系当中,进而完成数据的相关预处理工作。在数据处理的过程中,内业人员在进行拼站的工作时,可以以某一站作为点云数据的拼接的基准点,然后依次添加临近站点的数据,最后完成整个点云数据的拼接工作。拼接完成后,内业人员可根据作业底图和相关的影像资料对整体的拼接效果进行检查,避免拼接错误的产生。需要注意的是,若硬件设备的性能受限,可分块、分批的进行点云数据的处理,在确保勘测区域拼站精度的同时,保障点云的处理速度。

3.3 地面物体信息提取及绘制

在开展点云数据的匹配工作时,还可对地面物体的信息进行提取,掌握地面物体的特征点。例如,一些房屋类地面物体,其显示在地面上的特征点通常是房角点,可将这些房角点进行精准化匹配,再进行人工提取,也可以运用三维扫描技术,采用仪器进行扫描,然后对扫描的结果进行提、收集以及处理,再使用相关的三维绘制软件结合这些地面物体特征信息绘制成图,在绘制完成后转换为可存储的格式进行保存。

3.4 等高线的生成

地面三维激光扫描系统在具体进行扫描时,生成的点云密度较大,其扫描过程中通常不能够直接获取到详细的地面信息,导致实际开展地形测绘工作时,可能会出现点位过于密集的情况,且分布状态不均匀,若是直接生成等高线,就会出现等高线的生成较为混乱的情况。基于此,实际运用地面三维激光扫描技术开展地形测绘时,还需要先完全排除地貌因素的干扰,生成正确合理的点云数据,然后根据相应精度的要求,进一步调整扫描工作,最后将扫描的数据信息进行有效处理,然后采用一些专业软件(如EPS三维测图系统)来生成等高线,如图1所示。

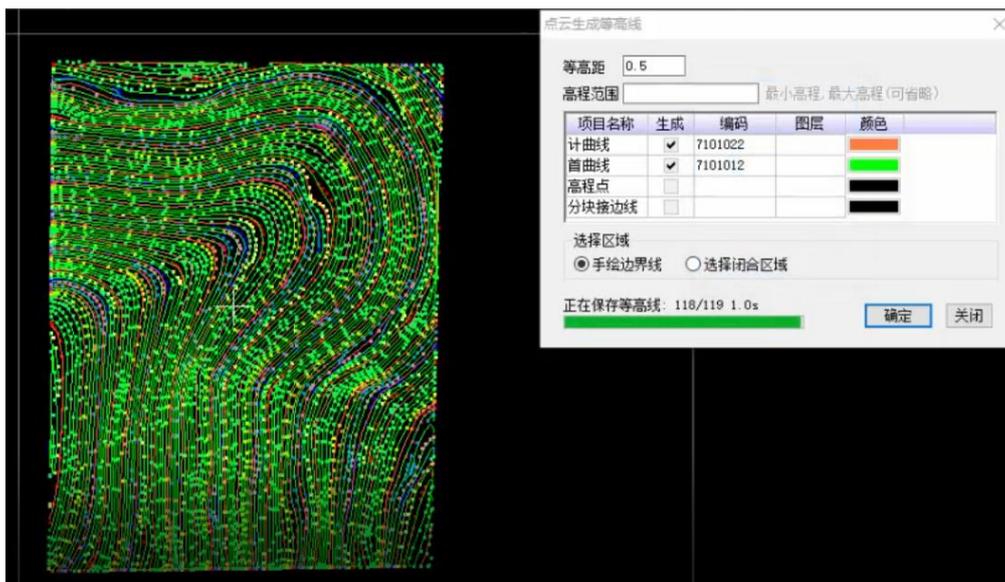


图1 等高线的生成

3.5 地形图的有效编辑

地形图的编辑工作是地形测绘工作的最后一个环节,也是极为关键的工作,在实际编辑的过程中,需要将上述生成的等高线与地物进行重叠处理,从而有效开展地形图编辑。但需要注意的是,一些地形图的数据在处理的过程中被删除,因此生成的等高线可能会出现缺失等情况,这会影响到地形图编辑的质量,导致出现编辑不完整的问题。应对这种状况,就需要直接进行手动调整,依据工作底图与影像数据来进行修改,多方验证,将相关数据添加进去,从而使编辑的地形图更加完整。

3.6 地面三维激光扫描技术的误差分析

地面三维激光扫描技术中的测量误差主要来源于仪器本身以及测量目标的反射面,同时,数据的内业处理及外界环境因素的影响也可能产生误差,具体有以下几点:

- (1) 单次的数据采集,误差基本来源于三维扫描仪与被测物体的距离是否与厂商推荐的值相符,超出推荐值范围,

误差就产生了。

(2) 摄像头的误差,摄像头主要是用来感知投射到物体上的光线变化,若摄像头质量不好,会产生较大的误差。

(3) 点云数据的质量引起的误差,点云的质量取决于点云的密度和点云的精度,如果点云过密,精度不够,反而会大幅增加点云数量,造成无用的数据过多,无法使用,影像成图精度。

(4) 标靶、扫描站点的布设不合理,也会给测绘工作带来不便,甚至产生误差。

(5) 控制点及标靶的测量,应符合相关的技术标准,减少误差的传递。

(6) 在数据的预处理过程中,点云数据的配准、点云的降噪及抽稀,应符合表 1 的规定。

(7) 测量时会遇到一些死角导致点云数据的处理不佳,进而产生误差,这种情况下若是人工去噪手段就可能误删正确点云,因而还要保证去噪处理的可靠性。

因此,为了进一步提升三维激光扫描技术的测量精度,须综合考虑,根据具体的项目要求布设合理的施测方案,从整体到局部,全面分析,通过有效的手段规避测量误差。

4 结论

综上所述,在地形的测绘工作当中运用三维激光扫描技术,能够快速且准确地获取到相关数据信息,作为一项高新技术,其节省了人力和时间,提高了测绘的效率和测绘精度,相对于无人机航测技术而言其具有全天候作业、高程精度高、可穿透植被缝隙获取真实的三维坐标信息等特点,为今后的测绘作业提供了更多的测量手段。

[参考文献]

[1] 蒙祥达,李新科. 机载激光雷达技术及其在电力工程中的应用[J]. 广西电业,2007(9):81-83.

[2] 胡玉祥,张洪德,孟庆年. 地面三维激光扫描技术在建筑物立面测绘中的应用[J]. 城市勘测,2019(3):87-91.

作者简介: 龚力宝(1986.12-),本科学历,工程师。