

# 三维激光扫描技术在建筑物竣工测绘中的应用

白廷义<sup>1,2</sup> 臧学康<sup>2,3</sup> 何晓宇<sup>1,2</sup>

1. 青岛市西海岸基础地理信息中心有限公司 山东 青岛 266555

2. 青岛市勘察测绘研究院 / 青岛市海陆地理信息集成与应用重点实验室 山东青岛 266032

3. 青岛市市北区人力资源有限公司 山东青岛 266000

**摘要:** 三维激光扫描技术经过近年技术的高速发展,在变形监测、建筑工程、文物保护等领域的应用越发广泛。三维激光扫描仪通过激光脉冲发射高密度、带有反射率信息的海量点云,在不接触被测目标情况下,实现了三维点云数据的快速采集,在内业处理中通过软件可在点云中快速提取目标的线、面、体等空间结构信息,重构出实体目标的真彩色的三维模型。本文酒气在建筑物竣工测绘中的应用展开了相关探究。

**关键词:** 三维激光扫描技术; 建筑测绘; 竣工测绘

## Application of three - dimensional laser scanning technology in building completion mapping

Tingyi Bai<sup>1,2</sup> Xuekang Zang<sup>2,3</sup> Xiaoyu He<sup>1,2</sup>

1. Qingdao West Coast Basic Geographic Information Center Co., LTD., Qingdao 266555, China

2. Qingdao Academy of Surveying and Mapping/Qingdao Key Laboratory of Marine and Land Science Information Integration and Application, Qingdao 266032, China

3. Qingdao Shibe District Human Resources Co., LTD., Qingdao, Shandong 266000

**Abstract:** With the rapid development of 3D laser scanning technology in recent years, it has been widely used in deformation monitoring, construction engineering, cultural relic protection and other fields. 3 d laser scanner with a laser pulse transmitting high density, mass point cloud with reflectance information, without contact with measured target, realize the fast acquisition of three-dimensional point cloud data, including industry processing by software can be rapidly extract target in the point cloud line, face, body, such as spatial structure information, reconstruct the physical object of true color 3 d model. In this paper, the application of alcohol in building completion surveying and mapping has been explored.

**Keywords:** 3D laser scanning technology; Building surveying and mapping; Completion of surveying and mapping

### 引言

规划验收测量作为建筑工程规划管理方法的重要组成部分,必须对房屋建筑实物的外界轮廓开展精准明确,并按照计划单位的审核标准(平面图空间关系、建筑立面、总面积、建筑容积率等规划指标)开展逐一比照。因此,精确测量建筑的建筑轮廓线具有重要现实意义。三维激光扫描仪的出现给规划验收测量提供了新的解决方案,该方法积极发送激光测量,不会受到地理条件产生的影响,选用行测量的形式可以快速、高像素地获得场景下合理范围之内材料表面高精度三维点坐标。和传统测量技术性对比,其具有收集速度更快、密度高、精度高、非接触式和测量覆盖面广等特点。目前已有有一些学者将三维激光扫描技术应用于验收测量,有学者验证了该技术在验收测量中的可行性;也有学者介绍了该技术在验收测量中的详细技术流程。

### 一、三维激光扫描技术概述

#### 1. 工作原理

现阶段,市场中三维激光扫描仪的商品种类较多,在工程应用中独具特性,文中根据 FA R OFocus 仪器设备展开科学研究。FA R OFocus 系列三维激光扫描仪是美国 FA

R O 企业近些年研制的新式仪器设备,其测量基本原理是由激光束发送传达到摄像镜头中间,根据镜头高速运转将激光扩散到总体目标物件,触碰物件后迅速将激光偏移反馈回扫描仪,得到激光和物件间的距离,重复利用调制技术和角度编码器测量镜头和扫描仪二者旋转视角,得到各激光点三维坐标。

#### 2. 技术方案

选用 FA R O 三维激光扫描仪开展房屋建筑立面测绘技术路径,其主要分测量前材料的搜集与技术方案编写、工程测量数据收集、内业资料点云数据解决、建筑立面图制作及其精度鉴定等。

#### 3. 三维数据收集

工作前要对设备进行检测,仪器设备部件是否齐备,运行有没有问题,电池电量、内存空间是否充足,当自然条件比较严酷时,最好提前对仪器设备开展加热,防止逆光摄影。工作时,扫描应匀称布置,设在视线开阔、相对稳定的安全地带,科学合理的观测站可以减少数据库的多余,有利于中后期数据处理方法,开始工作时应该根据网站到总体目标之间的距离,精度规定设定好扫描仪的扫描范畴、收集屏幕分辨率才开始扫描,每站之间云数据重叠率 $\geq 20\%$ ,地区分层扫描时,邻近点云数据的重叠度

≥10%。靶向布置是保证多站数据信息详细拼接基本,在每一站扫描仪的合理视场角内靶向布置要科学,防止盲点的建设,盲点也会增加中后期建模难度系数,其精度也会下降,尽量减少反复扫描地区,反复地区太多,既提升扫描任务量,又增加了中后期点云处理及其建模工作量。

#### 4. 数据处理

数据处理主要包括点云拼接、坐标转换、降噪抽稀、数据裁剪等工作。

##### (1) 点云拼接

因为测区范畴太大,只能在一个观测站无法获取研究主体所有点云数据,必须将不同观测站的点云数据开展拼接,每站选用3个同名点开展点云拼接,一般以工作时布置的靶球为同名点。

##### (2) 坐标系转换

根据测得的靶向的三维坐标值,选用七参数法将FA R O 三维激光扫描仪所得到的点云(3) 减噪抽稀

工作时因为存有环境要素的干扰,使获得的点云数据上存在出现异常,可采取软件带有的数字滤波或人眼识别手动式开展点云数据噪声处理;点云数据多余既增强了软件呈现压力,也对总体目标特征的获取没有多大协助,可以对点云数据开展抽稀解决,但要以达到制图规定为准则,依据部分特征可采用匀称抽稀或保存特征开展抽稀。

##### (4) 数据信息裁切

在软件里可将目标范围之内点云数据识别出来,明确界限范畴后,应用软件裁切作用将点云数据开展裁切,也可根据对房屋建筑不一样建筑立面测绘工程的需要,应用软件的划分作用,将点云分割,获得可制图的点云数据。

#### 5. 成效导出

获得能够进行制图的点云数据后,一般可将点云数据应用有关软件插入到AutoCAD中,应用其强大的制图作用,依据GB/T50104—2010 工程建筑制图规范有关要求,对建筑立面图的制作开展建筑立面图形制作。依据项目需求,对房屋建筑的内部特征进行集中或着重点勾勒,绘制总体轮廓。还要对成效开展精密度鉴定。

## 二、三维激光扫描技术在建筑物竣工测绘中的应用

### 1. 站式扫描仪

R TC360 架站式三维激光扫描仪作业流程主要涉及外业扫描与内业数据处理两部分。其中,外业扫描主要包括现场踏勘、控制点选埋、标靶布设、架站选择及数据采集等环节;内业数据处理主要包括坐标转换、点云拼接、点云优化、点云融合、点云切割及竣工图绘制等环节。(1) 控制点使用。为了获取幼儿园周边区域绝对坐标点云数据,需要先进行控制点的测设<sup>[1]</sup>。借助R TK 测量技术,现场选取3个以上的测量控制点,获取其绝对坐标。外业扫描过程中将控制点扫入点云中,以方便后续坐标转换使用。为提高点云绝对定向的精度,在幼儿园东南角及西北角分别布设3个标靶,用全站仪获取标靶中心的坐标,并将标靶扫入点云中。(2) 点云拼接和去噪。点云拼接是将多站扫描数据拼接到一个整体的过程,可以利用两站直接的公共区域进行基于视图的拼接。点云拼接主要针对的是自由设站扫描获得的点云数据,拼接技术主要包括平移变换和旋转变换,而基于测量控制网上建立的扫描设站测得的点云

数据为测量坐标系下的坐标,不需要进行点云拼接和坐标转换<sup>[2]</sup>。自由设站的点云数据拼接前首先要确定参考站和移动站,然后选取两个以上的同名特征点,一般选择建筑拐角等轮廓明显的点作为特征点,最后由软件自动解算,将点云转换到统一的测量坐标系下。拼接完成后要检查点云拼接精度,尽量控制在5mm以内。如果超出了5mm,可通过重新选择更明显的特征点或增加特征点数量来提高拼接精度。基于视图的拼接就是通过寻找一定重叠度的点云数据,软件通过一定的点云匹配算法求得不同测站的最佳重合点云数据。通过点云拼接可以将不同测站的点云数据融合为基于仪器工作坐标系下的相对点云整体<sup>[3]</sup>。在扫描机最原始的点云中通常包括多个对于成效解决有不利影响点,点云去噪就是按照一定的点云数字滤波,让合理点保存、失效点删除掉全过程。一般采用八叉树、空间单元阈值函数公式等方式全自动去除室内空间较为散乱点云,根据点云全自动过滤去除失效点云后还应当进行全面检查,针对关键点一部分还需要进行人力细致去除点云。(3) 坐标系转换。若工程测量扫描仪环节中没使用肯定平面坐标,三维激光扫描仪的点云仅仅是点与点间的位置关系关联,这就必须坐标系转换。

### 2. 扫描站布设和参数设置

扫描站点位主要根据建筑物结构特点及周边环境进行布设。建筑主体及5层以上裙楼轮廓的扫描,主要采用后方交会的方法设站,通过手簿调用图根控制点数据,使用自动锁定技术照准棱镜,测得两条仪器至控制点的距离,进而交会出测站的空间位置<sup>[4]</sup>。城际铁路区域呈条带状,内部封闭,由于受轨道、隔离护栏的限制,适合采用测站设立法设站,将仪器对中、整平、定向后,确定测站的空间位置。建筑西南侧的点云数据主要通过自由设站法采集。参数设置主要包括扫描密度和扫描范围的设置,扫描密度越高或扫描范围越大,外业扫描花费的时间就越长,另外,点云数据量越大,内业数据传输及点云处理花费的时间就越长。SX10 扫描仪具有超精细、精细、一般和粗略4种扫描密度。验收内业制作的平面图和剖面图时,主要依据两点成线、三点成弧的特性进行制图,点云参数设置粗略即可满足绘图要求<sup>[5]</sup>。SX10 扫描仪提供了4种扫描范围以供选择,分别为矩形、多边形、水平带和全景,可根据每站的视场角和建筑物的结构特点进行选择。外业扫描完成后,在操作手簿上查看现场点云的完整度,查看漏扫的部分并及时进行补测。

### 3. 建筑平面图的制作

建筑物单体平面图主要在CAD软件上绘制。首先将切片点云数据导出为las格式,然后在AutoR-cp2016软件上将其转换为rcp格式,最后将转换后的点云数据导入CAD即可。导入前要检查单位尺度与竣工图的单位尺度是否一致,如不一致,应将参数设为一致<sup>[6]</sup>。为提高成图的准确性,绘制复杂的建筑结构图时可以将建筑设计图纸的每层轮廓线与点云切片叠加起来绘制二维线划图。

### 4. 移动背包

Pegasus:Backpack 移动背包扫描作业流程,主要包含工程测量扫描仪及其内业资料数据处理方法两个部分。在其中,工程测量扫描仪主要包含作业提前准备、路线规划、

运行参数控制及数据收集;内业资料数据处理方法主要包含数据准备、坐标系转换、运动轨迹解算、影像拼凑、点云激光切割、大数据挖掘及其竣工资料制作等各个环节 [7]。

(1) 作业提前准备。选用户外或是户外室内定位技术方式需要使用 GNSS 定位模块,这就必须挎包里的 GNSS 系统和基准站产生同步差分信号数据信息,便于后续解算解决。

(2) 路线规划。在外面业作业以前最好能够开展现场踏勘,依据作业区具体情况确定作业时间与作业途径。路线规划主要考虑测区人、交通量产生的影响,及其 GNSS 复位数据信号挡住等,为了保证作业高效率,合理安排配电路线避免重复路径也很重要。假如测区范畴比较大或比较复杂,可以考虑划片、划区域作业方式<sup>[8]</sup>。移动扫描过程不可避免存在重复性扫描,重叠区域点云如果不能很好地处理,容易出现点云厚度增加,造成后续成图识别困难,因而进行路线规划时要尽量避免交叉作业。(3) 数据采集。外业数据采集过程主要包括设备安装、设备初始化、参数设置及连续采集等过程。数据采集过程中要严格按照实现规划路线行走,保证背包与墙面间隔超过 1m,行走过程避免大的转向及突然掉头等操作<sup>[9]</sup>。对于有高度起伏变化的地方要静止 20s 以校准 IMU,这样可以更好进行后续轨迹解算操作。(4) 数据处理。采用配套的 GNSS+IMU 解算软件,导出原始 GNSS 数据后利用 Convert To R INEX 将移动站和基准站的数据转换为轨迹计算软件 IE 支持的 GPB 格式文件,实现与别的点云机器的数据预处理 [10]。利用 Auto P 数据处理软件完成自动式解决,仅需设定解决主要参数,就能够实现智能化、系统化的 SLAM 解算作用,一键生成每一个数据信息(如全景拍摄五颜六色点云 LAS)。(5) 竣工资料制作。最先开展平面坐标的转动和网格图创建,界定参考面,促使点云有利于人眼识别获取;随后利用 Cyclone 开展点云的切成片解决;最终利用 CAD 软件 Cloud Works 导进激光切割好一点的点云数据信息,在 CAD 中提取建筑物的特征点、线,绘制建筑物的综合竣工图,也可将点云数据导入 EPS 三维点云模块可以半自动绘制出建筑

物综合竣工图。

### 三、结束语

总之,在建筑物竣工测绘中应用三维激光扫描技术值得深入研究。三维激光扫描头可以在单位时间内发射几十万甚至几百万的点,以点云的形式表达三维空间的几何形态,同时还可以采集高分辨像片,形成物体的三维正射影像,再现物体的真实三维形态。根据激光扫描作业方式,三维激光扫描仪分为架站式 and 移动式,不同作业方式的扫描设备精度不同,应用于不同的场合。

### 参考文献:

- [1] 汤堃,伍永涛.三维激光扫描技术在老旧小区改造不动产测绘中的应用分析[J].江西测绘,2021(03):57-60.
- [2] 康强平.三维激光扫描技术在地籍测绘中的应用分析[J].华北自然资源,2021(06):92-94.
- [3] 刘辉,赵荣欣,龚治国.地面三维激光扫描技术在既有空间网架结构测绘中的应用[J].施工技术(中英文),2021,50(21):28-31+126.
- [4] 郭志.基于三维激光扫描技术的矿山地质测绘精度评估系统[J].世界有色金属,2021(19):22-23.
- [5] 葛文菊.矿山测绘中三维激光扫描技术的应用[J].世界有色金属,2021(16):20-21.
- [6] 周聪.基于三维激光扫描技术的建模在建筑物竣工测绘中的应用[J].住宅产业,2021(07):78-81.
- [7] 付崇仑.文物建筑测绘中三维激光扫描技术的核心问题研究[J].居舍,2021(20):43-44.
- [8] 罗洪军,尹国友.三维激光扫描技术在建筑测绘中的应用[J].测绘与空间地理信息,2021,44(01):193-195.
- [9] 蔡锐.三维激光扫描技术在古建筑测绘中的应用[J].技术与市场,2020,27(11):89+91.
- [10] 高纯洁,张军.三维激光扫描技术在矿山测绘中的应用分析[J].世界有色金属,2019(13):20+22.