

三维激光扫描仪在建筑物竣工测量中的应用研究

□ 莫师慧

[摘要] 随着科技的发展,测绘技术得到不断的提高。本文介绍三维激光扫描技术在城市竣工测量中的应用,阐述其技术原理、工作流程及特点,通过对梧州市贺院小区地下室实例的作业流程、外业数据测量、内业数据处理、成果精度评定分析,得出三维激光扫描技术能够满足城市竣工测量的精度要求,该技术有着很好的实用效果和前景。

[关键词] 三维激光扫描仪;城市;建筑物竣工测量

竣工测量(规划条件核实)是城市建设和发展中的一项重要工程。在建筑物施工完成后,开发商需提供一份竣工验收资料给城市规划管理部门,确保竣工验收指标符合当初规划设计要求。其中,建筑物竣工验收的主要内容包括建筑物外围边长、建筑物一层外围角点的平面坐标位置、建筑物±0.00标高、建筑物总高度及建筑物与周边现状道路的位置关系。

三维激光扫描技术在现实中也叫实景复制还原技术,它是一种精确度和准确度并存的三维扫描技术,对于现场各种各样复杂的建筑均可以进行全方位的扫描。三维激光扫描技术不仅具有大范围和高精度的优势,还可以在扫描后快速地获取对象的三维信息,扫描完成后,通过电脑导入数据,便可以清晰地看到建筑物的三维信息,将现场如实地复制还原。此项高新技术是传统的测量无法实现的,可以说三维激光扫描技术是测量技术的一次科技创新。

1 SLAM技术

移动测量技术的核心——即时定位与地图构建技术(以下简称SLAM技术)。由于三维激光扫描技术需应用到SLAM技术,所以在此进行简单介绍。SLAM技术是指移动扫描系统在一个陌生的环境下通过自身的感应器来进行自我定位和识别,同时还感应周边的环境,并增量式地创建地图。由此可见,SLAM技术是通过自身的感应器对空间数据进行定位、解算和匹配,移动测量设备的测程越远,视角越广阔,它获得的数据就越多,得到的误差就越小,精准度就越高。

基于滤波器的方法和图优化的方法为SLAM的两大算法,滤波器的方法只对当前时刻的激光传感器所获取的数据进行解算,没有对前面时刻的数据进行一起解

算,所以它的自我定位和构建地图精度较差。图优化的方法则对它的初始时刻到当前时刻的所有数据进行全方位的解算,采用全局的优化和匹配方法进行解算和匹配,它的姿态不断地被新的数据进行检核和校正,精准度较高。

图优化的方法主要由前端和后端两个部分组成。前端是绘制图和运算空间关系,而空间关系的建立主要有以下两种方法:第一种是通过传感器在移动设备扫描的相邻时刻来获取数据信息;第二种是通过闭环来形成空间约束,也就是传感器又重新回到了原来的位置从而形成闭环来构建空间约束信息。后端的作用则是优化,移动扫描系统通过前端不断创建新的空间约束关系,后端不断地对空间约束关系进行优化并且将优化好的数据提供给前端进行新的解算。通过前端和后端的互相合作,使移动扫描系统不断更新自身的姿态和构图。三维激光扫描精度取决于两方面:一是空间特征和环境,空间特征和环境越简单,采集精度越高;二是设计的采集路线和扫描仪的姿态,设计采集路线越合理,扫描姿态越稳定,采集精度越高^[1]。

2 工程实例分析

2.1 工程概况

贺院小区位于梧州市万秀区西江三路18号,该小区总共有地上A、B、C、D4幢高层建筑物和2层地下车库。由于地上4幢高层建筑物外形简单,所以采用全站仪实测建筑外围特征点和手持测距仪进行边长测量。而地下室外形比地上4幢高层建筑物要复杂,有些斜边的柱子位置无法采用测距仪一次直接量取,且地下室内部结构复杂,存在较多的承重剪力柱和各类有功能的消防水池、消防控制室和人防区域等,若采用全站仪进行

测量,通视则会成为问题。不通视就要支站,而支站越多,误差积累就会越多,数据的精度就会降低,所以在内部环境比较复杂的地下室采用传统的全站仪测量方法是一种挑战。

2.2 作业流程

经过对本次工程地下室的内部环境分析和研究,采用徕卡BLK2GO手持三维激光扫描仪进行测量。主要技术参数:扫描的范围0.500m~25m,扫描的速率42万点/秒,视角为360°(水平方向)/270°(竖直方向),相对精度0.006~0.015m,绝对精度0.020m,角度精度30"/30"(水平/垂直),3D点精度:±0.003m/10m。在开始作业前,先做好作业流程设计:内部特征点测量—数据采集(三维激光扫描和测距仪测距)—内业数据处理—竣工图绘制^[2]。

2.3 外业数据测量

先在测区做好控制点,采用全站仪正镜和倒镜在地下室里确定支点,然后搬至地下室内,用全站仪测量地下室内部特征点和地下室标高,完成地下室的绝对定位。之后,使用徕卡BLK2GO手持三维激光扫描仪进行三维数据采集和测距仪进行边长量取,所以本次工程安排2个小组进行作业。一组用BLK2GO手持三维激光扫描仪采用SLAM技术进行定位,初始需要选择适合的空间环境和行走路线,然后将BLK2GO连接手机APP,通过手机现场查看扫描点云的二维平面视图和三维点云视图,可以清楚直观地看到自己行走的路线和扫描进度。由于本次工程的地下室面积不算太大,负一层面积约为7800m²,负二层面积约为7500m²,而且负一层和负二层的外围一样,所以本次扫描共扫3站,负一层扫一

站,负二层扫一站,负一层和负二层连接的车库坡道扫一站。单独扫描负一层和负二层,可以看出两层外围是否符合设计,负一层和负二层同时扫描就可以连接两层的关系,确保两层之间有数据交集,便于检核和拼接。另一个小组用测距仪测量地下室内部边长,通过用三维激光扫描仪和测距仪共同完成本次工程地下室的测量^[3]。

2.4 内业数据处理

完成外业数据采集后,需要对点云数据进行处理。

(1) 导入:Type_c线连接设备和电脑,打开Cyclone REGISTER 360软件,新建工程,将点云数据导入。数据导入包含了点云的创建、真彩色附着,所以这一步的时间比较久。

(2) 检查与优化:数据导入完成后即是真彩色三维点云数据,无须其他数据处理,在Cyclone REGISTER 360软件里面可以进行站点模式、切片模式、测站模式3种方式浏览查看点云数据。由于本次扫描了3站,所以在Cyclone软件里面就会有3个点云模型,需要人工将这3个点云模型进行拼接。由于点云模型是三维的,所以有平面位置拼接和高程拼接。平面位置拼接采取先移动后旋转的方式进行拼接。因为负一层和负二层是单独扫描,所以两层之间无法直接融合,需要先将负一层和负一层与负二层交集的点云模型拼接融合(先找一个特征点将两个点云模型移动到一起,再选取一条尽可能长的边进行旋转拼接,初步拼接完成后应检查其他角点和边长的位置,对没有拼接好的位置进行反复精细化调整,直至这两个点云模型拼接完好再融合),再将单独的负二层与其拼接融合,这样就得到了3站融合的点云模型(见图1)。

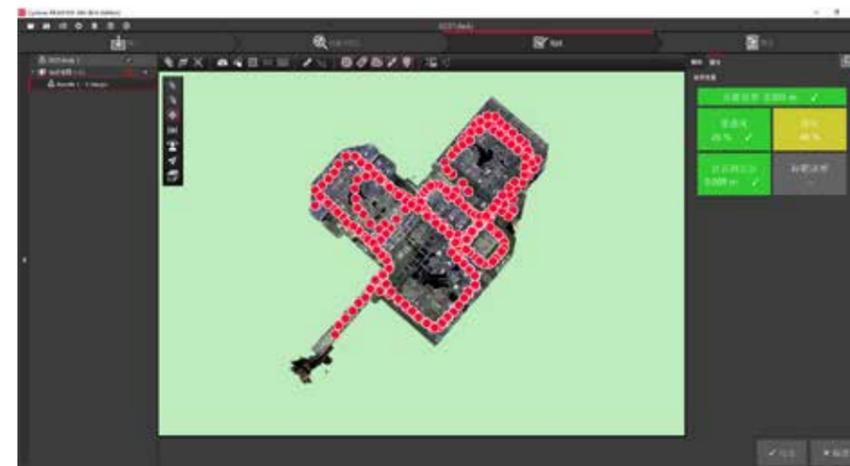


图1 3站融合的点云模型

[作者简介] 莫师慧,梧州市测绘地理信息院,工程师,硕士。

表1 三维激光扫描仪与测距仪边长对照表

边长序号	三维激光扫描仪测量边长 (m)	测距仪测量边长 (m)	边长较差 (m)
1	37.23	37.21	0.02
2	14.41	14.40	0.01
3	22.41	22.39	0.02
4	14.37	14.40	-0.03
5	3.63	3.60	0.03
6	27.50	27.52	-0.02
7	11.38	11.40	-0.02
8	5.37	5.37	0.00
9	2.99	3.00	-0.01
10	4.12	4.13	-0.01
11	43.94	43.93	0.01
12	57.03	57.00	0.03
精度统计：中误差=0.02m			

(3) 完成和报告：本次工程的拼接精度为0.005m，满足精度要求。一是输出PTS格式点云文件，采用CloudCompare将PTS格式转换成LAS格式；二是在清华山维EPS软件将LAS格式转换成PCD格式；三是加载PCD格式点云模型绘制竣工图^[4]。

2.5 成果精度评定

为了检验点云模型的精度，另外一个作业小组用测距仪量取了地下室内部的边长，通过对数据分析，点云模型的边长与测距仪实量边长差值的绝对值范围基本在0m~0.03m，点位中误差为0.02m（见表1），没有超出精度误差要求，完全满足建筑物竣工精度条件要求。

3 结语

采用全站仪、三维激光扫描仪和测距仪对贺院小区地下室进行竣工验收测量，全站仪负责地下室的绝对定位，三维激光扫描仪和测距仪则用于测量地下室的边长。利用三维激光扫描仪获取地下室的三维数据，再结

合测距仪测量每条边的边长数据作比较分析，三维激光扫描仪的测量精度完全满足城市规划验收要求。三维激光扫描仪具有扫描高效率、数据信息量大、精度高等优点，并且可以将任何复杂的环境现场逼真地模拟出来，充分体现了该技术的实用性和科学性。随着科技的不断发展，三维激光扫描技术将会在竣工测量中得到更广泛的应用。

[参考文献]

- [1]罗德安,廖丽琼.地面激光扫描仪的精度影响因素分析[J].铁道勘察,2007(4):5-8.
- [2]王智,薛慧艳.三维激光扫描技术在异形建筑竣工测量中的应用[J].测绘通报,2018(7):149-152.
- [3]李晨曦,张军,靳欣宇,等.激光雷达SLAM技术及其在无人车中的应用研究进展[J].北京联合大学学报,2017,31(4):61-69.
- [4]王忠立,赵杰,蔡鹤皋.大规模环境下基于图优化SLAM的后端优化方法[J].哈尔滨工业大学学报,2015,47(7):20-25.