

三维激光扫描技术在建筑平立面测绘中的应用

陈 逊

中航勘察设计研究院有限公司 北京 100098

摘 要：随着科学技术的不断发展，新兴的测量方法不断涌现，其中三维激光扫描技术尤为出彩。三维激光扫描技术利用高速激光扫描，可快速、大面积、高分辨率地获取物体表面各个点的位置信息、属性信息，为快速作图提供的一种强力的技术手段。本文介绍了三维激光扫描技术的工作原理、工作流程、以及其在数据采集、处理方面的优势，并通过实例证明利用三维激光扫描技术测量既有建筑平立面的可行性，为后续快速、准确地绘制建筑平立面图提供解决方案。

关键词：三维激光扫描技术；测绘；平立面；应用

1 引言

随着社会主义现代化的不断深入推进，大型城市都面临着人口规模、资源环境、城市空间等方面的压力和挑战，需要优化城市功能布局，提高城市运行效率和服务能力。老旧小区改造是优化城市功能的现实需求和重要途径，可以通过改善居民住房条件、完善社区配套设施、提升社区管理水平等方式，增强城市活力和韧性，提升城市品质和形象。

在老旧小区改造过程中，不可避免的要进行既有建筑物的平立面测量。部分既有建筑物的形状和结构复杂，存在很多盲角和遮挡，通视条件不佳，难以用仪器直接测量，有些位置测量人员难以到达，且需多次转点测量，精度损失严重。使用传统测量方法作业效率低下、成本高、难度大，且存在大量的局限性。在实践中，三维激光扫描测量技术在测量既有建筑物图形方面具有良好应用。

三维激光扫描技术与传统测量相比具有如下优点：

1. 三维激光扫描速度能达到百万点/秒，数据采集迅速，可以快速完成大量数据采集任务。
2. 三维激光扫描采集精度高，可以准确地反映物体的形状、尺寸和细节，数据全面，应用灵活。
3. 三维激光扫描采集的点云数据，不仅仅有空间信息，还具有颜色信息以及反射率值等，所形成的三维模型也非常直观。
4. 三维激光扫描不需要接触被测物体，也不需要使用棱镜和其他辅助设备，受外界条件和通视条件的影响小，可以在无光或弱光条件下测量，非常适合在复杂的环境下进行测量。

2 三维激光扫描技术的工作原理

三维激光扫描技术的核心是三维激光扫描仪，它是

一种能够发射和接收激光束的仪器。三维激光扫描仪发射器发出一个激光脉冲信号，经物体表面反射后，反向传回到接收器。根据激光束的发射和接收时间差，以及发射和接收角度，通过运算，计算出反射点的三维坐标。通过对大量反射点的坐标进行记录和处理，就可以形成物体表面的三维点云数据。三维激光扫描仪将大量的点云数据上传到计算机，进行处理，即可构建出物体表面的三维精确模型。

3 工作流程

使用三维激光扫描技术进行既有建筑平立面测量共分为如下几个步骤：

- 3.1 现场踏勘所需测量建筑，根据扫描目标的大小、形状、材质、精度等要求，选择合适的三维激光扫描仪，并确定扫描参数、测站数量，做好路线规划。
- 3.2 使用站式扫描仪时，将三维激光扫描仪安置在三脚架上，调整好高度，连接电源和数据线。然后，通过平板电脑或机载屏幕对扫描仪进行控制，设置好扫描参数，开始扫描。每个测站完成后，将扫描仪移动到下一个测站，重复上述操作，直到完成所有测站的扫描。在扫描过程中，注意观察扫描仪的工作状态和环境干扰，并及时进行调整。扫描完成后，对数据进行检查有无遗漏、重叠、噪声等问题。如果有问题，及时重新扫描或进行标注。使用手持扫描仪时，操作员应匀速平稳地移动，避免朝向移动人群和大型移动物体，在地物变化剧烈处要多采集数据，保证点云匹配。
- 3.3 导出数据并进行数据配准，由于单次扫描的范围有限，通常需要从多个角度或位置扫描同一个目标，得到多组点云数据。为了将这些点云数据转换到同一坐标系下，进行数据配准，使其能够正确地对齐和拼接。可通过肉眼判读相同位置进行手动人工配准，也

可通过计算机计算相同区域进行配准，后续再进行人工检查。

3.4 点云数据去噪，由于扫描设备、环境干扰、人为操作等因素的影响，点云数据中通常会存在一些噪声点，这些噪声点会影响后续的数据分析和建模。点云数据去噪就是利用一些滤波算法，如高斯滤波、均值滤波、中值滤波、双边滤波等，剔除或修正这些噪声点。

3.4.1 对点云进行数据精简，数据精简就是在保证一定精度和特征的前提下，减少点云数据的数量，提高数据的效率。由于扫描设备的高精度和高速度，点云数据通常具有很大的数据量和密度，这会增加数据的存储和处理的难度和时间，因此数据精简很有必要，数据精简的方法有去除冗余、抽稀简化等。

3.4.2 对点云数据进行建模，根据不同的应用需求，生成具有一定数学表达形式的三维模型。

3.4.3 将模型导出，利用CAD等常用绘图软件，进行模型矢量化，依据比例绘制成建筑物平面图，并做好文字标注。

3.4.4 外业检查，检查所成图中各点位间的相对位置关系，满足规范要求后出测绘成果图。

具体流程图如下：

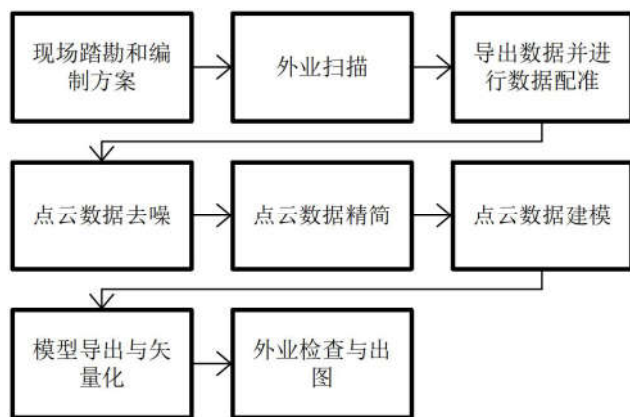


图1 利用三维激光扫描技术进行建筑平面图测绘工作流程图

4 工程项目实例分析

某小区老旧居民楼要进行立面翻新、屋内装修等改建，现委托方提出要求需测量室内平面图、建筑立面图、以及建筑顶面图。因建筑物较高且周边环境影响通视较差，在现场数据采集中，使用三维激光扫描测量技术成图。

所使用仪器为飞马SLAM100手持三维激光扫描仪，具体参数如下表：

表1 飞马SLAM100扫描仪仪器参数

激光视场角	270°×360°
相机视场角	200°（水平）×100°（竖直）
相对精度	2cm
JD精度	5cm
激光等级	Class1
激光通道数	16
测距	120m
点频	320kpts/s
回波强度	8bits
相机数量	3
相机分辨率	500w

在室外扫描时，手持仪器匀速围绕建筑物采集数据，采集过程中注意仪器与墙面成一定夹角，经过楼角平滑通过便于仪器匹配，绕回起点时多走一段距离保证有足够的重合区域。在室内扫描时，提前打开所有房门，按规划路线手持仪器进行扫描，在经过两个房间的连接处时，尽可能多同时采集两侧房间数据，以便点云空间匹配。行进过程中保持平稳，避免距离晃动。采集完成点云数据经专业软件处理，效果如下：

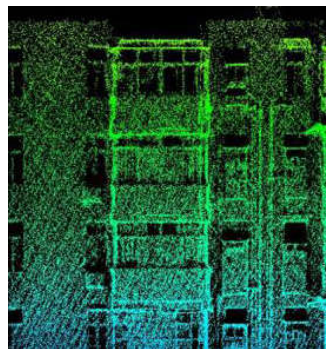


图2 建筑物立面点云图

上图建筑轮廓清晰可见，可用于后续建模和制图。

将处理好的点云数据导入CAD中，根据现场照片与结构形状判别属性，沿边缘绘制矢量图，并进行内业检查，矢量图效果如下：

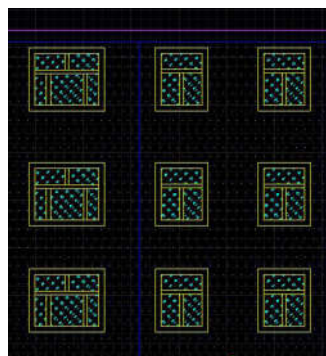


图3 建筑物立面图

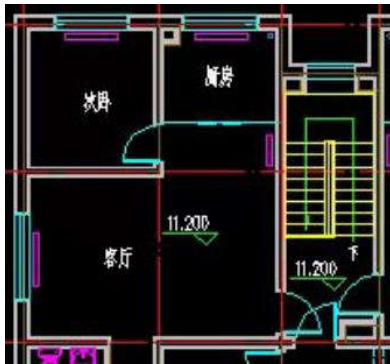


图4 建筑物平面图

为了验证三维激光扫描测量成果的可靠性，在现场对室内、室外多条边长进行人工测量，并与绘制成的矢量图比对较差，检查结果如下表：

表2 检查结果

序号	名称	图上长度	实量长度	较差
		米	米	ds(米)
1	窗户1	1.98	1.96	0.02
2	窗户2	1.68	1.66	0.02
3	窗户3	1.65	1.67	-0.02
4	窗户4	1.35	1.36	-0.01
5	窗户5	0.87	0.88	-0.01
6	窗户6	0.82	0.81	0.01
7	窗户7	1.37	1.35	0.02
8	窗户8	1.07	1.05	0.02
9	门1	0.78	0.77	0.01
10	门2	0.82	0.81	0.01

中误差根据如下公式计算：

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ds^2}{n}}$$

式中：

m —较差中误差

ds —各项长度较差

n —测量长度个数

计算结果 $m = \pm 0.0158m$ ，中误差较小。

通过上述计算可以看出，使用三维激光扫描测绘建筑平立面图是可靠的，可以满足委托方与设计人员的使用需求。

5 结束语

传统的测量方法主要使用全站仪、测距仪、皮尺等工具进行测量，测量过程中难免会遇到过程繁琐、测量效率低、成本过大等问题，而三维激光扫描测量技术相对于传统测量方法有非接触测量、高效率、高密度、可视性好等优势，获得的数据丰富，应用十分灵活，大大节约了时间和成本。

本文依据实际工程案例，为既有建筑平立面测绘提供了一种新的方法，弥补了传统测量中的一些不足，为后续相关工程提供了一种新的解决思路。

三维激光扫描技术不仅能用于建筑物的平立面测绘，还能用于地形图测绘、土石方量算、古建筑保护、bim建模等工作，应用范围十分宽广。

参考文献

- [1]张萌,王轩.三维激光扫描技术在剧场建筑测绘中的应用[J].北京测绘,2023,37(03):377-380.DOI:10.19580/j.cnki.1007-3000.2023.03.012.
- [2]黄晓群.三维激光扫描技术在建筑立面测绘中的应用研究[J].工程与建设,2022,36(05):1260-1262+1297.
- [3]李楠,方余铮,府伟娟等.基于三维激光扫描的历史建筑测绘应用研究[J].地理空间信息,2022,20(08):55-58+63.
- [4]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.
- [5]龚琼,朱波.工程测绘中关于地面三维激光扫描技术的应用分析[J].世界有色金属,2019,No.529(13):160-161.
- [6]付崇仑.三维激光扫描技术在文物建筑测绘中的应用探讨[J].科技资讯,2021,19(32):76-78.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2111-5042-3393.