

# 移动式三维激光扫描技术在老旧小区改造中的应用

韩建新 李晓龙

北京首钢国际工程技术有限公司北京市冶金三维仿真设计工程技术研究中心

DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1920

**[摘要]** 随着现代城市更新节奏的持续加快,老旧小区改造的需求越来越大,老旧小区由于建成时间久远,建筑外观、结构、预埋管线等老化等原因,存在安全隐患,需要进行改造修缮。改造设计以测绘现状建筑平、立、剖面图为依据。采用传统测绘手段不利于多项任务的同时开展,且耗时耗力,效率极低。基于此类问题,在首钢保租房(古城公寓、金顶街公寓、今时宾馆)综合改造项目中,NavVis移动式三维激光扫描技术的应用显著提高了测绘工作的效率与精度。通过这项先进的技术手段,仅需一次现场测量即可全面采集建筑结构、室内布局以及各类管线的详细数据。这不仅极大地减少了对住户日常生活的影响,也避免了传统方法中因多次协调和重复作业而造成的资源浪费。本文通过项目实践,结合移动式三维激光扫描数据采集模式、数据精度优化、数据应用等对该技术在老旧小区改造中应用进行探索。

**[关键词]** 城市更新; 移动式; 三维激光扫描; 数据应用

中图分类号: O343.2 文献标识码: A

## Application of mobile 3 D laser scanning technology in the reconstruction of old village

Jianxin Han Xiaolong Li

Beijing Shougang International Engineering Technology Co., Ltd. Beijing Metallurgical 3D Simulation Design Engineering Technology Research Center

**[Abstract]** With the continuous acceleration of the pace of modern urban renewal, the demand for the reconstruction of old residential areas is increasing. Due to the long construction of the building, building appearance, structure, embedded pipelines and other aging reasons, there are safety risks, which need to be renovated and repaired. The reconstruction design is based on the current situation of building flat, vertical and section. The use of traditional surveying and mapping means is not conducive to the simultaneous development of multiple tasks, time and effort, and very low efficiency. Based on such problems, the application of NavVis mobile three-dimensional laser scanning technology has significantly improved the efficiency and precision of mapping work in the comprehensive transformation project of Shougang Rental Housing (Gucheng Apartment, Jinding Street Apartment and tense Hotel). Through this advanced technology, the detailed data of the building structure, interior layout and all kinds of pipelines can be fully collected with only one field survey. This not only greatly reduces the impact on the daily life of the residents, but also avoids the waste of resources caused by multiple coordination and repeated operations in the traditional methods. This paper explores the application of this technology in the reconstruction of old communities through project practice, combining mobile 3 D laser scanning data acquisition mode, data accuracy optimization, and data application.

**[Key words]** urban renewal; mobile; 3 D laser scanning; data application

## 引言

随着科技的进步,三维激光扫描技术在各个领域得到了广泛应用。特别是在移动设备上的集成,使得三维激光扫描变得更加便捷、高效。近年来,移动式三维激光扫描仪市场规模持续扩

大,成为全球三维扫描仪市场的重要组成部分。技术的不断进步和成本的降低推动了这一增长,尤其是在建筑、工程、文化遗产保护、娱乐产业等领域的需求增加。移动式三维激光扫描技术正在经历快速的技术革新。例如,NavVis公司推出的NavVis VLX

是首款将人体工程学设计与高质量数据采集相结合的移动扫描系统,这标志着移动式三维激光扫描技术向更加适用用户和高效的方向发展。

### 1 移动式三维扫描技术的优势特点分析

实践表明,三维扫描系统具有实时性、动态性和连续性等诸多优势特点,可在更短时间通过非接触式测量,完成更多数量的数据信息采集任务,且整个工作过程无需外部光源配合,具有较强适用性,可满足高效化的现代测量工作需求<sup>[1]</sup>。移动式三维扫描技术在现代测绘、建筑、文物保护等多个领域展现出独特的优势。其核心特点之一在于高度的灵活性与便携性,使得用户能够在不同环境条件下快速部署并执行扫描任务。此外,该技术还具备以下几方面的显著优势:

(1)高精度测量:通过发射激光束并接收反射回来的信号,移动式三维激光扫描仪能够以毫米级甚至亚毫米级的精度捕捉目标物体表面的详细信息,为后续的数据分析提供可靠的基础。

(2)快速数据采集:相较于传统手工测量方法,移动式三维激光扫描技术极大地提高了工作效率。它可以在短时间内完成大面积或复杂结构体的全方位扫描,并自动生成高质量的点云数据集。

(3)非接触式操作:此技术采用非接触式的测量方式,无需直接接触被测对象即可获取准确的空间位置信息。这不仅可以减少对脆弱文物等敏感材料造成损害的风险,同时也适用于难以接近或危险环境中进行作业。

(4)多功能应用场景:除了基本的地形测绘外,移动式三维激光扫描技术还能广泛应用于城市规划、灾害评估、虚拟现实建模等领域。例如,在文化遗产保护项目中,利用该技术可以创建出精确度极高的数字模型,用于研究保存以及公众展示;而在建筑行业,则有助于提高设计准确性。

(5)智能化处理能力:随着人工智能的发展,目前的移动式三维激光扫描系统配备了强大的后处理软件,能够自动识别特征点、科学分类地物,并生成直观易懂的地图或模型。这种智能化的数据处理流程大大减少了人工工作量,提高准确率和工作效率,促进了该项技术的应用普及。

## 2 首钢保租房(古城公寓、金顶街公寓、今时宾馆)综合改造项目案例

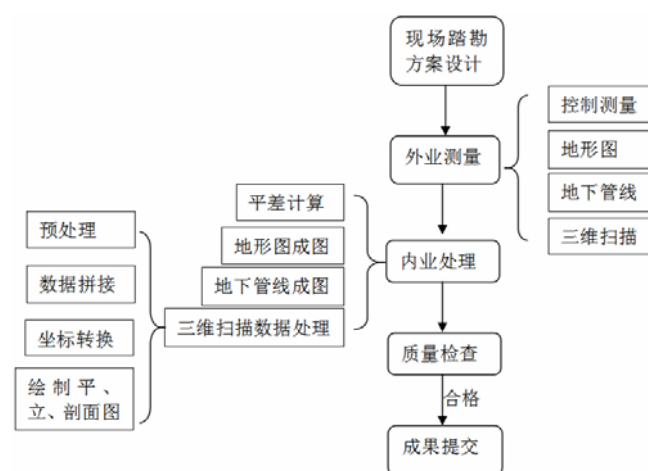
### 2.1 项目概述

2021年12月,中央经济工作会议表示,“要坚持租购并举,加快发展长租房市场,推进保障性住房建设,因城施策促进房地产业良性循环和健康发展”。北京市关于加快发展保障性租赁住房的工作精神,鼓励利用非居住存量房屋改建保障性租赁住房。首钢保租房(古城公寓、金顶街公寓、今时宾馆)综合改造项目属于这类。以既有建筑修缮、内部装修的方式,按照保租房建设标准实施改造,解决房屋结构及消防安全隐患。本项目位于石景山区,分属3块用地,分别为古城公寓区、金顶街公寓区、今时宾馆。总计11栋楼和今时宾馆相关配套设备用房,总建筑面积约

56456.29平方米,共2036间公寓。其中,古城公寓区8栋楼,建筑面积48864.79平方米;金顶街公寓(5号楼)1栋楼,建筑面积7729.31平方米;今时宾馆(北楼和东楼)2栋楼,建筑面积7591.5平方米。建设内容包括消防性能化改造、结构消隐加固、局部室内装修等。由于原建筑设计图纸遗失,因此,测绘的工作内容包括:各楼栋建筑平、立、剖面图,为精准设计需测绘室内消防水管、供水管线、热力管线等的布局;测绘范围内1:500地形图,地下管线图。

### 2.2 方案设计与技术路线

本项目包含3块区域,分别建立测区控制网,作为地形图、地下管线、三维扫描测量的基础。采用移动式三维激光扫描仪进行建筑内外整体数据采集,并采用全站仪测量的建筑角点坐标作为检核依据。技术路线如下:



### 2.3 控制测量

本项目坐标系采用北京市地方坐标系和地方高程系。根据项目规模和技术要求,确定控制点平面等级为三级、高程等级为四等。分别采用GNSS网络RTK和电子水准仪测量。

### 2.4 三维扫描测量

#### 2.4.1 测量设备选择与数据采集

根据本项目建筑规模、结构特点等基础条件,选用合适的三维扫描设备很重要,通过优化设计测量路线,保持对目标测量范围的有效覆盖,避免出现测量盲区,保证测量精度的同时提高作业效率。本项目建筑内部布局简单、统一,公共走廊位于建筑中轴线上,两侧对称布置房间,各个房间规格、门窗和洁具设备、管线布置等基本相同。如果使用架式三维扫描仪,每个房间架站一次,一栋6层建筑扫描完成至少需要1天时间,为了满足设计需求提高工作效率,本项目采用NavVis VLX2高精度穿戴移动激光扫描仪,仪器详细参数见表1。建筑内部每层测量路线以公共走廊一端为起点,另一端为终点,中间依次交叉扫描各个房间,每一层为独立的数据集。为保证扫描精度和拼接质量,各层之间则通过楼梯处设置标靶拼接。建筑单体室外扫描同时采集工程控制点,方便内业数据配准和坐标转换。通过比较分析,数据采集效率提高约5倍。

表1 NavVis VLX2激光扫描仪性能参数

性能规格	性能参数
尺寸及重量	111×33×57cm, 重量8.5kg
扫描速率	2*320000点/秒
图像分辨率	4*2000万像素
最大测距	120米

#### 2.4.2 数据处理

在当前技术条件下, 三维扫描技术可采用的数据处理算法多种多样, 且不同类型算法在适用条件、处理过程与影像导入等方面存在明显差异, 应结合工程项目的客观实际需求, 予以灵活择定。NavVis VLX2高精度穿戴移动激光扫描仪采用的SLAM算法, 即使用激光雷达传感器进行环境感知和定位。数据处理一般包括点云去噪、点云配准、坐标转换等。

(1) 数据预处理: 在完成平面数据采集后, 按照平面数据处理规则筛除具有明显畸变的数据信息, 可根据不同数据集采集的空间位置差异进行点云去噪和滤波处理。

(2) 数据配准: 将三维激光扫描仪获取的原始点云数据导入到仪器自带点云处理软件中, 设置拼站参数自动进行站点拼接, 这个过程叫作数据配准<sup>[2]</sup>。NavVis VLX2高精度穿戴移动激光扫描仪采用SLAM算法数据集内自动拼接, 数据集之间的拼接采用基于目标靶球的方式手动拼接。从而形成建筑单体点云模型。

(3) 坐标转换: 在配准完成后, 根据采用全站仪测得的各建筑角点坐标与点云模型中同名点进行一一对应, 通过移动、旋转、缩放等操作完成坐标系转换, 即获得北京地方坐标系和高程系的点云模型, 即真坐标点云模型。

(4) 数据发布: 经过数据配准和坐标转换的点云模型, 通过OSM(open street map)制作导航图和云地图, 上传至互联网即为三维实景地图, 可通过测量模块直接测量距离、尺寸等, 并实现点云数据及三维实景地图实时浏览共享。

(5) 制作点云切片: 坐标转换完成后, 即可根据需要截取建筑单体分层平面、立面和剖面位置的点云切片, 然后利用CAD制图软件加载点云切片, 绘制建筑平、立、剖面图。

#### 2.5 成果质量检查

测量成果遵循二级检查、一级验收, 满足规范要求方可提交使用。本工程在内业检查方面, 检查原始数据的完整性、准确性, 点云数据的重叠度、点云密度、相对精度和绝对精度等。

外业采用全站仪、手持测距仪和钢卷尺测量建筑角点坐标、楼高、层高、房间尺寸、窗口位置等进行实测校核检验。针对建筑平、立、剖面图成果共检核50处, 较差均符合规范要求, 具体数据如表2所示。

表2 成果检核表

编号	三维扫描(m)	检核值(m)	较差(m)	检核位置
JH01	3.12	3.11	0.01	古城公寓4号楼2层层高
JH02	5.23	5.24	-0.01	古城公寓8号楼1层楼梯长
JH03	3	3.01	-0.01	古城公寓9号楼4层房间宽
JH04	18.2	18.18	0.02	古城公寓9号楼楼高
JH05	30.8	30.83	-0.03	今时宾馆2层局部走廊长
JH06	1.56	1.55	0.01	金顶街公寓5号楼2层走廊宽
JH07	11.5	11.52	-0.02	金顶街公寓5号楼3层房间总宽

### 3 结语

移动式三维激光扫描技术作为先进测量技术在本项目得到了应用, 为设计专业和业主单位提供合格的测绘产品, 经测试外业数据采集效率提升了5倍, 为测绘行业快速发展提供了技术助力。采用移动式三维激光扫描仪对于细节测量要求高的室内三维场景重构是十分契合的, 该技术能够达到对室内各精细构件建模的要求, 即能准确表达室内物体存放的位置和存在的状态。克服了由于空间复杂导致定位信号不稳定的问题, NavVis VLX2高精度穿戴移动激光扫描仪相比于传统的三维激光扫描仪, 其采集效率更快, 数据处理更智能。相信这一技术可以更好助力老旧小区改造, 以及更多领域在更多场景中得到了应用。

#### [参考文献]

[1]梁天宇, 周桂鹏. 三维扫描技术在房屋建筑结构检测与鉴定中的应用综述[J]. 广州建筑, 2024, 52(05): 105-108.

[2]银振华. 三维激光扫描技术在新首钢冬奥项目中的应用[J]. 北京测绘, 2022, 36(4): 418-422.

#### 作者简介:

韩建新(1989--), 男, 汉族, 内蒙古赤峰市人, 现就职于: 北京首钢国际工程技术有限公司, 工程师, 本科, 研究方向: 工程测量。