

# 地面三维激光扫描仪在住宅区大比例尺地形图测量中应用

蒋犇

徐州陆港勘察测绘有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1908

**[摘要]** 但随着城市发展,住宅区内的建筑物、道路和植被都变得密集复杂,导致传统测绘方式的外业数据采集时间长、工作强度大,难以保证工期,且数据更新迟缓。三维激光扫描技术作为一种新型技术,以其全数字化、快速、高精度和不接触的特点,成为获取空间信息的全新手段,与传统测量技术形成互补。相较于传统的单点测量,三维激光扫描获取的点云数据量更大、精度更高、采集更便捷,将外业采集时间转为内业数据处理,降低了外业作业强度,提高了作业效率。这些优点使得三维扫描技术在大比例尺地形图测绘中得到了应用。

**[关键词]** 城市住宅区; 大比例尺地形图测量; 地面三维激光扫描仪; 应用

**中图分类号:** TN248 **文献标识码:** A

## Ground 3 D laser scanner is applied in large scale topographic map survey in residential areas

Ben Jiang

Xuzhou Land Port Survey and Mapping Co., LTD

**[Abstract]** However, with the development of cities, the buildings, roads and vegetation in residential areas become dense and complex, which leads to the long time of traditional mapping field data collection and the high work intensity, which is difficult to ensure the construction period, and the data update is slow. As a new technology, three-dimensional laser scanning technology has become a new means to obtain spatial information with its full digitalization, fast speed, high precision and non-contact, which is complementary to the traditional measurement technology. Compared with the traditional single point measurement, the point cloud data obtained by 3 D laser scanning is larger, more accurate and more convenient, which changes the field collection time to internal data processing, which reduces the intensity of field operation and improves the operation efficiency. These advantages enable the application of 3 D scanning techniques in large-scale topographic map mapping.

**[Key words]** urban residential area; large scale topographic map survey; ground 3 D laser scanner; application

地面三维激光扫描仪在城市住宅区大比例尺地形图测量中的应用作业流程是一项复杂而精密的任务,需要外业和内业的密切协作。这一流程通过先进的激光扫描技术,为城市规划、管理提供了高精度、全面的地形数据支持,为城市的可持续发展提供了有力的工具。

### 1 作业流程

地面三维激光扫描仪在城市住宅区大比例尺地形图测量中的应用涉及一系列复杂而系统的作业流程,主要包括外业数据采集、内业数据处理以及检查入库等环节。首先是外业数据采集,该阶段是整个流程的起点。专业的测量人员使用地面三维激光扫描仪在住宅区进行现场作业。激光扫描仪通过激光束对周围环境进行高密度、高精度的扫描,捕捉建筑物、道路、树木等

地物的三维点云数据。这一阶段需要充分考虑扫描仪的位置、姿态和扫描范围,以确保获取到全面、准确的地形数据。接下来是内业数据处理,这一步骤对采集到的原始激光点云数据进行处理和分析。这包括点云数据的配准、过滤、分类等操作,以消除可能的误差和噪声。配准操作将不同位置、不同时间采集的点云数据融合为一个整体,确保数据的一致性和完整性。同时,对点云数据进行过滤和分类,提取出建筑物、道路、树木等不同地物的信息,为后续地形图制作提供清晰的基础数据。在数据处理的同时,质量控制也是内业的重要环节。通过对处理后的数据进行检查和验证,确保数据的准确性和可靠性。检查入库是整个流程中的关键步骤,要求对数据进行综合性的审查,确保地形图的制作符合相关的规范和标准。最后是地形图的制作和发布。在

得到经过处理和验证的数据后,地图制图人员使用地理信息系统(GIS)软件进行地形图的绘制。将点云数据转换为地形图,显示建筑物轮廓、道路网络、绿化带等信息,生成可视化的地形模型。这一步骤需要结合地理坐标系统,确保地形图的精度和空间位置的准确性。完成地形图后,可以将其发布为数字或印刷版地图,以供城市规划、基础设施管理等方面的应用<sup>[1]</sup>。

## 2 外业数据采集

外业数据采集是地面三维激光扫描测绘的关键环节,其精确性和有效性直接影响最终地图的质量。为了控制误差的积累,保证地图的高精度,外业数据采集需要遵循一系列原则和流程,其中包括整体到局部、先控制后碎部的原则。首先,整体到局部的原则是在测区范围内,整体掌握地形地貌、已知控制点的分布情况和扫描目标物的分布情况。这要求测量团队在实地踏勘时全面了解测区的特征,包括地形、地貌等自然环境因素,同时详细了解已有的控制点的位置和保存状况。这一步骤的目的是为后续的控制点布设和扫描路线设计提供基础数据,确保整个测图过程的全面性和系统性。其次,先控制后碎部的原则是在明确整体情况后,首先进行控制点的布设和测量。这些控制点在整个测图过程中起到了关键的作用,能够提供高精度的地理坐标信息,为后续的激光扫描提供可靠的基准。在实地踏勘时,测量团队需要仔细勘察已知控制点的位置,并确保这些点的稳定性和准确性。根据已知控制点的分布情况,科学合理设计新的控制点布设位置,以覆盖整个测区,并保证布设点的密度足够,满足高精度地图制作的需求。同时,控制点的布设需要考虑扫描目标物的分布和精度要求。对于需要高精度测绘的目标物,如建筑物、地形特征等,需要更密集的控制点布设,以确保扫描数据的准确性。此外,根据扫描目标物的位置,需要合理设计扫描路线,确保扫描站点的位置符合实际情况,保证全区域的扫描覆盖。在扫描路线的设计中,需要确定标靶的位置,以便于不同测站间的连接。标靶是扫描仪在扫描过程中用于定位的参考点,其准确性直接关系到整个扫描数据的准确性<sup>[2]</sup>。因此,标靶的位置应根据整体掌握的测区情况和实际的测绘需求进行科学合理地确定。

综合而言,外业数据采集的原则和流程对于地面三维激光扫描测绘的成功与否至关重要。通过踏勘、控制点布设、扫描路线设计等综合操作,确保外业数据采集的科学性和系统性,为后续的内业数据处理和地图制作奠定了坚实基础。

## 3 内业数据处理

### 3.1 点云数据的配准

在地面三维激光扫描仪应用于城市住宅区大比例尺地形图测量的内业数据处理中,点云数据的配准是至关重要的一步。点云数据的配准是将不同位置、不同时间采集的点云数据融合为一个整体,以确保数据的一致性和完整性。这一过程是地图制作的关键步骤,直接影响最终地图的准确性和可靠性。首先,点云数据的配准需要进行数据清理和过滤。原始采集的点云数据中可能存在一些误差、噪声和杂点,这些不规则的数据会对后续的

配准产生负面影响。因此,在配准前,需要对点云数据进行清理和过滤操作,排除不符合规范的数据点,确保配准过程的高质量。其次,配准过程中需要进行点云的特征提取。通过提取点云中的显著特征,如建筑物的角点、突出物体的边缘等,可以更准确地匹配相邻点云数据,提高配准的精度。特征提取可以采用一些先进的算法和技术,如基于深度学习的特征提取方法,以更好地捕捉点云数据的特征信息。在特征提取的基础上,采用匹配算法进行点云数据的配准。匹配算法通过对两组点云数据进行对比,找到它们之间的相对位置关系,实现两组数据的融合。常用的匹配算法包括最近邻匹配、特征点匹配等。这些算法可以根据点云数据的特征信息,计算出它们之间的变换关系,从而实现配准的准确性。在进行点云数据的配准时,需要考虑到不同扫描位置之间的误差,以及扫描时可能存在的姿态变化。因此,配准过程中还需要进行姿态校正,将不同位置的点云数据在三维空间中对齐,保证整体的一致性。姿态校正通常采用旋转平移变换的方法,通过数学模型对点云数据进行调整,确保它们在同一坐标系下的空间位置。最后,进行质量控制和验证。在配准完成后,需要对整个点云数据集进行质量控制,确保配准后的数据符合地图制作的要求。这包括检查配准后的点云数据是否与真实地理位置相符,是否符合测绘精度的要求等。通过验证数据的准确性和一致性,可以确保最终生成的地形图具有高质量和高度可信度。

### 3.2 坐标转换

在地面三维激光扫描仪应用于城市住宅区大比例尺地形图测量中,内业数据处理的坐标转换是确保获取的点云数据与真实地理坐标系统相一致的关键步骤。坐标转换的准确性直接影响最终地形图的地理参考精度和实用性。首先,坐标转换的基础是建立一个统一的坐标系统。地面三维激光扫描仪采集的点云数据通常以设备本地坐标系或扫描仪坐标系为基准。而在地图制作中,需要将这些相对坐标转换为地理坐标,以确保地图与实际地理空间位置相匹配。因此,首要任务是建立一个统一的地理坐标系统,通常采用国家或地区规定的坐标体系,如UTM坐标或地方坐标系。其次,坐标转换涉及到扫描仪的姿态参数和外方位元素的考虑。在地面三维激光扫描中,扫描仪通常被安装在测量车辆、三脚架或其他平台上,其姿态可能受到运动、倾斜等因素的影响。因此,在坐标转换过程中需要考虑到扫描仪的姿态参数,以便更精确地确定点云数据在地理坐标系中的位置。外方位元素包括扫描仪的位置(X、Y、Z坐标)和姿态(俯仰、偏航、滚动角度),这些元素的准确测定对于坐标转换至关重要。另一方面,坐标转换还需考虑大地水准面和椭球面的差异。地面三维激光扫描测绘通常需要将点云数据的高程信息与真实的大地水准面高程相对应,因此涉及到椭球面和大地水准面之间的高程转换。这通常通过采用大地水准面模型和大地高与正常高的转换公式来实现,确保点云数据的高程信息能够正确地反映在生成的地形图中。在坐标转换的过程中,采用一些专业的软件工具,如GIS软件或点云处理软件,来进行坐标转换是常见的做法。这些工具

通常提供了灵活的坐标转换功能,能够根据具体需求进行参数配置,保证转换过程的准确性和高效性。

### 3.3 点云立体测图

在地面三维激光扫描仪应用于城市住宅区大比例尺地形图测量中的内业数据处理过程中,点云立体测图是一项重要的任务。点云立体测图是将采集到的点云数据转化为具有高度感知和立体效果的地图,为城市规划和管理提供直观的视觉表达。首先,点云数据的预处理是点云立体测图的关键步骤之一。原始的激光扫描数据中包含了大量的离散点云信息,其中可能存在噪声、杂点和冗余数据。预处理的目的是通过过滤、去噪和降采样等操作,优化点云数据的质量,为后续的立体测图提供清晰的数据基础。其次,点云数据的分类是点云立体测图的重要环节。在城市住宅区,扫描仪采集到的点云数据涵盖了各种不同的地物,如建筑物、道路、树木等。通过点云的分类,可以将不同地物的点云数据进行划分,为后续的建模和测图提供更有针对性的处理。这通常涉及到采用分类算法,如基于形状、高程或颜色等特征的分类方法。进而,进行点云的三维建模是点云立体测图的核心内容。通过将点云数据转化为具有三维几何形状模型,可以实现对城市住宅区地貌的高度还原。三维建模过程可以采用多种方法,如基于特征的建模、曲面重建等。建模的结果将以立体效果的形式展示建筑物、街道和植被等城市特征,为规划者和决策者提供直观的城市地貌信息。同时,进行点云的纹理映射是立体测图中的一项增值操作。将采集到的彩色信息与点云模型融合,可以赋予模型更真实的外观。这一过程涉及到将彩色图像映射到点云表面,使得地图更贴近真实环境。纹理映射不仅提高了可视化效果,还有助于更准确地识别和区分城市中不同的地物和特征<sup>[3]</sup>。最终,点云立体测图的结果可以以数字模型的形式输出,也可以制作成真实感十足的虚拟现实(VR)场景。这为城市规划、景观设计、基础设施管理等提供了强大的工具,使决策者能够更直观地理解和分析城市住宅区的地貌特征,为城市发展和改进提供科学依据。

### 3.4 数据检查入库

在地面三维激光扫描仪应用于城市住宅区大比例尺地形图测量中,内业数据处理的最后一步是数据检查入库,这是确保采

集到的数据完整性、准确性和可用性的关键环节。该过程旨在验证内业处理的点云数据是否符合规范、满足质量要求,并将其有效地存储入数据库,为后续的地图制作和城市规划提供可靠的基础。首先,数据检查入库涉及到点云数据的质量控制。在内业数据处理阶段,可能存在各种潜在的问题,如采样误差、扫描仪偏斜、遮挡影响等。通过进行质量控制,可以及时检测和纠正这些问题,确保点云数据的准确性。这一步骤通常包括点云密度的检查、异常点的识别、地物分类的准确性验证等,以确保点云数据在内业处理阶段达到高质量的标准。其次,数据检查入库还需要进行点云数据的格式转换与标准化。在地形图制作的过程中,可能会有多种格式的点云数据,如LAS、XYZ、PTS等。为了更好地管理和利用这些数据,需要将其转换为标准的格式,并进行一致性的标准化处理。这有助于提高数据的可交互性,使其更容易被不同的GIS系统或点云处理软件所识别和使用。进而,数据检查入库还包括地理坐标的验证与转换。在城市住宅区的地形图制作中,点云数据需要与地理坐标系统相对应。因此,需要验证数据中的地理坐标信息的准确性,并进行必要的坐标转换,确保点云数据在地图中的位置准确无误。这涉及到与地理信息系统(GIS)软件的集成,以实现数据在不同平台之间的兼容性。最后,进行数据检查入库的最终步骤是将处理完毕的点云数据有效地存储入数据库。这包括选择合适的数据库系统、建立数据表结构、定义字段属性等操作,以确保点云数据的高效管理和检索。有效的数据库管理有助于提高数据的可维护性和可查询性,为城市规划和管理提供更便捷的数据支持。

### [参考文献]

- [1]常志喜.无人机和地面三维激光扫描仪在1:500城市基本地形图测绘中的应用[J].科学技术创新,2022(29):4.
- [2]曹兆峰,赵海峰,王胜利,等.车载三维激光扫描技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J].现代测绘,2022,45(4):62-64.
- [3]吴伟,廖超,刘海洋,等.三维激光扫描仪在河道带状地形测量中的应用[J].江西科学,2023,41(3):569-573.

### 作者简介:

蒋犇(1991—),男,汉族,江苏沛县人,本科,中级工程师,研究方向:测绘地理信息。