

地面三维激光扫描在不动产测绘中的质检研究

俞杰锋

诚邦测绘信息科技（浙江）有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：地面三维激光扫描技术在不动产测绘中的质检研究，旨在探讨该技术在提升测绘精度与效率方面的潜力。本文通过分析地面三维激光扫描技术的工作原理及其在不动产测绘中的应用流程，重点研究了影响扫描成果质量的关键因素，并提出了相应的质量控制措施。研究表明，地面三维激光扫描技术具有高精度、高效率及受干扰性小的优势，为不动产测绘项目提供可靠的技术支持，有助于推动不动产测绘行业的智能化、信息化发展。

关键词：地面三维激光；不动产测绘；质量检查

1 地面三维激光扫描技术

地面三维激光扫描技术是上世纪90年代发展出来的一种快速获取三维空间信息的技术手段。它结合了空间点阵扫描技术和激光无反射棱镜长距离快速测距技术，使测绘工作从传统的单点数据采集转变为密集、连续的自动数据获取。这种技术极大增加了信息量，提高了工作效率，并拓宽了测绘技术的应用领域。地面三维激光扫描系统作为这种技术的核心设备，已被广泛应用于土木工程、工业设计、地形测量、路桥设计、船舶建造、地理数据采集、现场保护、露天煤矿、建筑监测等多个领域，并在城市规划及数字城市建设中发挥着重要作用。

2 影响地面三维激光扫描成果质量的因素

2.1 仪器精度

仪器精度是影响地面三维激光扫描成果质量的关键因素之一。高精度的扫描仪通常采用更先进的测距技术，如相位差测距法，能够实现毫米级的精度。扫描仪的测距精度和测角精度直接决定了扫描数据的准确性^[1]。测距精度受扫描仪内部元器件的性能影响，而测角精度则决定了扫描仪获取点云数据的角度准确性。此外，扫描仪的稳定性也是影响数据精度的重要因素，温度变化可能导致激光发射器波长漂移，从而影响测距精度。

2.2 测量环境

测量环境对地面三维激光扫描成果质量同样具有重要影响。温度变化会影响空气密度，进而影响激光传播速度，最终导致测量误差。高湿度和空气中的颗粒物会吸收和散射激光，降低信号强度，影响测距精度。在雾霾、雨雪等天气条件下，扫描效果会明显下降，强烈的阳光直射也会干扰扫描仪的信号接收。

2.3 操作人员技能

操作人员的技能水平也是影响地面三维激光扫描成果质量不可忽视的因素。操作人员需要熟悉扫描仪的操

作流程、参数设置以及数据处理方法。正确的操作方法和合理的参数设置可以确保扫描数据的准确性和完整性，操作人员还需要具备一定的测绘知识和经验，以便在扫描过程中根据现场情况做出正确的判断和决策。此外，操作人员的细心程度和责任心也会影响扫描成果的质量，如标靶的布设和扫描线路的规划等都需要操作人员的认真细致。

3 地面三维激光扫描在不动产测绘中的应用

3.1 外业数据采集

3.1.1 控制测量

地面三维激光扫描技术在不动产测绘中的应用，首先体现在外业数据采集环节。这一环节是获取不动产实体空间信息的基础，对于后续的数据处理与建模至关重要。控制测量是地面三维激光扫描外业数据采集的首要步骤。在不动产测绘中，控制测量旨在建立精确的空间定位基准，为后续的点云数据采集提供准确的参考框架。这通常涉及到设置控制点、进行高精度GPS测量或使用全站仪等传统测绘仪器进行坐标测量。控制点的布设需考虑测区的地形特征、建筑物分布以及扫描作业的需求，确保扫描数据能够准确拼接并达到所需的精度要求。在控制测量过程中，还需注意控制点的稳定性与可靠性，控制点应选择在不易发生形变的位置，如坚固的基石、稳定的建筑物墙角等。为了增强控制网的稳健性，通常会采用多余观测的原则，布设多个控制点，并通过平差计算优化控制网的整体精度。此外，随着技术的发展，RTK（实时动态差分定位）技术也被广泛应用于控制测量中，它能够实现厘米级的实时定位精度，大大提高了控制测量的效率与准确性。

3.1.2 点云数据采集

完成控制测量后，即可进行点云数据采集。地面三维激光扫描仪通过发射激光束并接收反射回来的信号，

计算出目标点的三维坐标,从而生成密集的点云数据。这些点云数据是构建不动产三维模型的基础^[2]。在采集点云数据时,需要根据测区的实际情况和测绘要求,合理规划扫描路径与扫描站位。扫描路径应尽可能覆盖整个测区,确保无遗漏区域;扫描站位则需考虑扫描仪的扫描范围、扫描角度以及遮挡情况,确保每个扫描站位都能获取到完整的点云数据。为了提高点云数据的精度与完整性,扫描速度过快可能导致数据稀疏或丢失,而过慢则会影响作业效率。因此应根据扫描仪的性能和测区特点选择合适的扫描速度。激光强度的大小直接影响扫描距离与数据质量。在采集远距离目标时,应适当提高激光强度,以确保数据的准确性。不同的扫描模式适用于不同的测绘需求。例如,高精度模式适用于需要高精度数据的场景,而快速扫描模式则适用于大面积快速采集数据的场景。环境因素如光照、温度、湿度等也可能对扫描数据产生影响。在采集数据前应对环境因素进行评估,并采取相应的措施以减少其影响。

3.2 内业数据处理

完成外业数据采集后,接下来进行内业数据处理。内业数据处理的第一步是数据预处理。数据预处理主要包括点云去噪、点云配准、坐标转换等步骤。点云去噪旨在去除因环境因素或设备误差导致的噪声点,提高点云数据的纯净度;点云配准则是将不同扫描站位获取的点云数据拼接在一起,形成一个完整的点云数据集;坐标转换则是将点云数据从扫描仪的局部坐标系转换到大地坐标系或用户指定的坐标系中。完成数据预处理后,即可进行点云分类与特征提取。点云分类是指将点云数据按照不同的属性(如地面、建筑物、植被等)进行分类,以便于后续的数据处理与分析。特征提取则是从点云数据中提取出关键信息,如建筑物的轮廓、高度、面积等,为后续的建模与测绘提供基础数据。在点云分类与特征提取的基础上,可以进一步构建不动产的三维模型。三维模型的构建通常采用点云重构、网格化、纹理贴图等步骤。点云重构是将点云数据转换为三维几何模型的过程;网格化则是将三维几何模型细化为更精细的网格结构,以便于后续的渲染与可视化;纹理贴图则是将真实世界的纹理信息应用到三维模型上,增强模型的真实感与立体感。最后,根据不动产测绘的要求,可以对三维模型进行进一步的编辑与修正。完成这些步骤后,即可生成满足不动产测绘要求的三维模型或测绘成果。

4 地面三维激光扫描成果的质量检查

4.1 平面绝对位置精度检测

平面绝对位置精度检测是衡量扫描成果与实际地理

位置吻合程度的重要指标。这一检测过程旨在验证扫描数据在大地坐标系中的绝对位置精度,确保扫描成果能够准确反映不动产或其他目标对象的真实位置。在进行平面绝对位置精度检测时,通常会选取已知控制点作为参考基准。这些控制点通常是通过高精度测量手段(如GPS测量、全站仪测量等)事先确定的,具有可靠的坐标信息。通过比较扫描数据中对应控制点的坐标与已知坐标之间的差异,可以评估扫描成果的平面绝对位置精度^[3]。检测过程中,需考虑多种因素对精度的影响,如扫描仪的固有误差、测量环境的影响(如温度、湿度、大气折射等)、控制点的布设与测量精度等。为了提高检测结果的准确性,通常会采用多个控制点进行校验,并计算平均误差和最大误差等统计指标来全面评估扫描成果的精度水平。若检测结果显示平面绝对位置精度不满足要求,需对扫描数据进行进一步的校正处理。校正方法可能包括调整扫描仪的校准参数、优化扫描路径与站位、引入更高精度的控制点等。通过校正处理,可以有效提高扫描成果的平面绝对位置精度,满足实际应用需求。

4.2 平面相对位置精度检测

平面相对位置精度检测则关注扫描成果内部各点之间的相对位置关系是否准确。在进行平面相对位置精度检测时,通常会选取扫描成果中的特征点或特征线作为检测对象。这些特征点或特征线在扫描数据中应具有明显的几何特征,如直线、平面、曲线等。通过比较这些特征点或特征线在扫描数据中的相对位置关系与实际情况的差异,可以评估扫描成果的平面相对位置精度。检测过程中,同样需考虑多种因素对精度的影响,如扫描数据的分辨率、扫描角度与距离的变化、点云数据的处理算法等。为了提高检测结果的可靠性,通常会采用多种检测方法进行比较验证,如距离测量、角度测量、面积测量等。还需注意检测样本的选取应具有代表性,能够全面反映扫描成果的内部精度水平。若检测结果显示平面相对位置精度不满足要求,需对扫描数据进行进一步的优化处理。优化方法可能包括提高扫描数据的分辨率、优化点云数据的滤波与分割算法、引入更先进的扫描技术等。通过优化处理,可以有效提高扫描成果的平面相对位置精度,确保扫描数据在后续应用中的准确性和可靠性。

5 提高地面三维激光扫描成果质量的措施

在地面三维激光扫描技术的应用中,确保扫描成果的高质量是实现精准测绘、有效管理不动产资源的基础。针对扫描过程中可能出现的误差与不足,采取一系列优化措施至关重要。

5.1 优化站点布设

站点布设是地面三维激光扫描作业中的基础环节,其合理性直接关系到扫描数据的完整性和精度。为了提高扫描成果的质量,优化站点布设显得尤为重要。首先,站点布设应遵循全面覆盖的原则,在扫描开始前,应对测区进行详细的现场勘查,明确测区的地形地貌、建筑物分布以及遮挡情况。基于这些信息,合理规划扫描站点,确保每个站点都能覆盖到测区的关键区域,避免数据遗漏。其次,站点布设应考虑扫描角度与距离的优化,扫描角度过大或过小都可能影响数据的精度和完整性。在布设站点时,应尽量保持扫描角度在适宜的范围内,避免极端角度导致的数据变形或丢失。扫描距离也是影响数据质量的关键因素。过远的扫描距离可能降低数据精度,而过近的距离则可能因遮挡导致数据不完整。因此,应根据扫描仪的性能和测区特点,选择合适的扫描距离,确保数据的准确性和完整性。另外,站点布设还应考虑控制点的布设,控制点是连接扫描数据与大地坐标系的桥梁,其布设的精度和稳定性对扫描成果的绝对位置精度具有重要影响。在布设站点时,应同步布设足够数量且分布均匀的控制点,并采用高精度测量手段进行坐标测定,为后续的数据处理提供可靠的参考基准。

5.2 改进数据处理流程

数据处理是地面三维激光扫描作业中的关键环节,其质量和效率直接影响扫描成果的应用价值。为了提高数据处理的质量,应优化点云数据的预处理流程,点云数据预处理包括去噪、配准、坐标转换等步骤。在预处理过程中,应采用先进的算法和技术手段,如自适应滤波、多站配准算法等,以提高数据处理的精度和效率。应加强对预处理结果的校验和验证,确保数据的准确性和完整性。应改进特征提取与分类算法,特征提取与分类是数据处理中的重要环节,其结果直接影响后续的三维建模和测绘成果。因此应采用更加智能和高效的算法,如基于深度学习的特征提取算法、基于机器学习的分类算法等,以提高特征提取与分类的准确性和自动化程度^[4]。还应加强数据质量控制与评估,在数据处理过程中,应建立严格的质量控制体系,对各个环节的数据进

行质量检查和评估。对于不符合质量要求的数据,应及时进行修正或重采,以确保最终扫描成果的高质量。

5.3 加强人员培训

人员培训是提高地面三维激光扫描成果质量的关键因素之一。只有具备高素质、高技能的人员,才能确保扫描作业的顺利进行和扫描成果的高质量输出。加强扫描仪操作技能的培训,操作人员应熟练掌握扫描仪的操作流程、参数设置以及常见故障排除方法。通过系统的培训和实际操作练习,提高操作人员的技能水平和熟练程度。加强数据处理与分析技能的培训,数据处理人员应掌握先进的数据处理算法和技术手段,能够独立完成点云数据的预处理、特征提取、分类以及三维建模等工作。还应加强数据分析能力的培养,提高数据处理人员从数据中提取有用信息、解决实际问题的能力。还应加强人员的职业道德和责任意识教育,在扫描作业中,人员的工作态度、责任心以及职业道德水平对扫描成果的质量具有重要影响。应通过定期的职业道德教育和责任意识培训,提高人员的职业素养和工作质量意识。

结束语

随着不动产测绘行业对精度与效率要求的不断提高,地面三维激光扫描技术正逐渐成为该领域的重要手段。本文的质检研究不仅为地面三维激光扫描技术在不动产测绘中的应用提供了理论支持与实践指导,也为未来制定更加科学、规范的质检标准奠定了坚实基础。展望未来,随着技术的不断进步与创新,地面三维激光扫描技术将在不动产测绘领域发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]彭官祥.探讨地面三维激光扫描技术在日常不动产测绘中的应用[J].居业,2024,(01):64-66.
- [2]卢欣.农村不动产测绘中地面三维激光扫描技术的应用[J].智能建筑与智慧城市,2023,(12):45-47.DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2023.12.013.
- [3]廖丽霞,周建达,刘子巍等.地面三维激光扫描技术在不动产测绘中的应用[J].工程勘察,2023,51(10):40-45.
- [4]王晶晶.地面三维激光扫描测量技术的应用研究[J].科技创新与应用,2022,12(17):181-184.