

基于激光扫描的建筑结构测量方法研究

王欣¹, 赵佳兴², 张乐²

(1. 河北太行宏业建设集团有限公司, 河北 石家庄 050051;

2. 河北春腾建筑工程有限公司, 河北 石家庄 050051)

摘要 随着建筑行业对精准度和高效性的要求不断提高, 传统的建筑结构测量方法已逐渐无法满足现代建筑设计与施工的复杂需求。激光扫描技术作为一种先进的三维测量工具, 凭借其高精度、快速性和非接触性, 逐渐成为建筑结构测量中的重要技术手段。通过激光扫描技术, 能够准确获取建筑物及其周围环境的三维点云数据, 为结构分析和施工管理提供精确的基础数据。激光扫描技术在建筑结构测量中的应用, 有助于解决传统方法中存在的误差问题, 提升测量效率, 减少人工操作的风险。本文对基于激光扫描的建筑结构测量方法进行研究, 以期为相关人员提供借鉴。

关键词 激光扫描; 建筑结构; 三维点云; 测量技术

中图分类号 TU198

文献标志码 A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.15.008

0 引言

随着建筑行业对数字化、智能化的需求不断增加, 激光扫描技术凭借其高精度、快速性和非接触性, 逐渐成为建筑结构测量中的重要工具。近年来, 国家在推动建筑行业信息化和智能化转型方面出台了一系列政策文件, 明确指出要加强建筑行业数字化技术的应用, 推动包括激光扫描在内的高新技术在建筑中的普及与应用。政策的支持为激光扫描技术的应用提供了强大的动力。然而, 技术普及仍面临一些挑战, 包括设备成本、数据处理复杂度等问题。本文探讨基于激光扫描的建筑结构测量方法的现状、问题及优化策略, 旨在为推动该技术在建筑行业中的进一步发展与应用提供参考。

1 激光扫描在建筑结构测量中的重要性

激光扫描技术在建筑结构测量中发挥着至关重要的作用, 不仅仅体现在提升数据精度和效率上, 更在于推动建筑设计、施工和管理的数字化转型。传统的建筑结构测量方法通常依赖人工测量, 这种方法受限于操作人员的技能与经验, 且受环境和测量工具的制约, 容易产生较大的误差, 导致测量结果的不准确性^[1]。激光扫描技术通过高频率发射激光束并接收其反射信号, 能够在短时间内精确捕捉建筑物的几何形态, 生成大量的三维点云数据, 提供详尽的空间信息。点云数据通过精确的数字重建, 能够直观还原建筑结构的每个细节, 尤其对于复杂形态和隐蔽结构的捕捉具有显著优势^[2]。与传统方法相比, 激光扫描不仅能够大幅提高测量的精度, 还能显著缩短测量周期, 从而提

高施工的效率。在建筑结构的维护和改造中, 激光扫描提供的精确现状数据能够帮助工程师准确评估现有结构的状态, 进而优化设计方案, 避免因设计误差造成的返工或安全隐患。由于激光扫描具有非接触性, 能够在不干扰现场环境的情况下进行数据采集, 有效消除了人工误差对测量结果的影响, 确保了数据的可靠性与一致性。因此, 激光扫描技术在建筑结构测量中的重要性不仅体现在其高效性和精确性, 还在于它为现代建筑项目的精确设计、施工质量保障及生命周期管理提供了重要支持^[3]。

2 激光扫描在建筑结构测量中的应用现状分析

2.1 激光扫描技术在建筑结构测量中的具体应用

激光扫描技术已经成为建筑结构测量中的重要工具, 特别是在复杂结构和大型建筑物的测量中展现出了无法比拟的优势。该技术通过激光设备发射激光束, 获取建筑物及其周围环境的三维数据, 生成点云信息, 能够提供精准的空间数据。与传统的人工测量方法相比, 激光扫描能够快速而准确地覆盖大面积区域, 且测量误差较小, 极大地提高了建筑测量的效率和精度。激光扫描不仅能够在短时间内完成大规模测量任务, 还能通过其高密度的三维数据, 精确重建建筑物的几何形态。这些三维点云数据不仅能为建筑设计提供详细的基础信息, 还能在施工过程提供重要的数据支持^[4]。在施工阶段, 激光扫描与建筑信息模型(BIM)相结合, 实现了施工过程的数字化、精准化管理, 提高了施工的质量控制和进度管理水平。同时, 激光扫描技术还

广泛应用于建筑物的维护和检测阶段,尤其是在改建和加固设计中,通过精确的现状数据,帮助工程师更好地理解和分析建筑结构,做出更加科学的决策。随着建筑行业对测量精度和高效性的需求不断提升,激光扫描技术逐步成为现代建筑项目中不可或缺的核心技术之一^[5]。

2.2 激光扫描设备和数据处理技术面临的困难

尽管激光扫描技术在建筑结构测量中展现了诸多优势,但在实际应用过程中依然面临一些较为突出的挑战。激光扫描设备的高成本仍然是许多建筑企业面临的重要问题,尤其是对于中小型项目而言,设备采购和运营成本高昂,限制了其广泛应用^[6]。即使一些大型建筑公司拥有了先进的设备,这些设备的维护和操作仍需要高技能的专业人才,进一步提高了整体的投入成本。此外,激光扫描生成的点云数据量巨大,数据处理和分析成为技术应用中的一大难题。激光扫描技术产生的数据密度非常高,点云的处理过程涉及大量的计算和分析,如何高效地从海量数据中提取有用信息,并将其转化为可用的建筑设计和施工数据,是目前技术发展的一大瓶颈。尤其是在大型建筑项目的实时反馈和精确分析需求中,数据处理的延迟和计算消耗可能导致项目进度延误,影响施工的及时性与质量保障。

2.3 激光扫描技术在建筑结构测量中集成化应用的挑战

随着激光扫描技术在建筑结构测量中的广泛应用,其集成化的使用面临着越来越多的挑战。在现代建筑项目中,激光扫描技术不仅需要与传统的测量方法相结合,还需与其他先进技术如建筑信息模型(BIM)、无人机航测、以及地理信息系统(GIS)等紧密配合。然而,激光扫描技术在多平台协作中常常遇到数据兼容性和处理流程不统一的问题,尤其是在不同设备之间的数据格式差异可能会影响数据的顺利传输和整合。随着建筑行业对于系统集成要求的日益提高,确保激光扫描设备与BIM系统的无缝对接变得愈发重要。然而,如何实现不同技术之间的数据互通、实时更新以及共享,仍然是当前技术应用过程中面临的一个显著挑战。这一问题的解决对于提高工作效率、减少错误和降低成本具有至关重要的意义。

3 激光扫描技术在建筑结构测量中的应用优化对策

3.1 优化设备成本结构,提升技术普及覆盖范围

在建筑行业中,激光扫描设备的高昂成本在一定程度上限制了其普及和广泛应用。为了能够有效地降

低这些设备的整体成本,制造商们应当致力于研发创新技术,以提升激光扫描仪的性价比。通过采用更为经济实惠的材料、优化生产工艺流程以及提升自动化生产水平,这些都是降低生产成本的有效途径^[7]。

随着科技的不断进步和创新,激光扫描技术将会迎来更加令人瞩目的变革。我们可以预见,激光扫描设备不仅会变得更加紧凑和便携,而且其功能将变得更为强大和多样化。这些设备的生产成本预计也将随着技术的成熟和规模化生产而进一步降低。企业可以通过灵活的租赁和共享设备的模式,来确保在进行精确测量的同时,大大减少对资金的需求。特别是对于中小型项目来说,这种模式可以有效地减轻企业的财务负担。通过租赁,企业无需承担一次性购买先进设备所需的巨额资金,从而可以更加灵活地使用这些技术,提高工作效率和项目质量,保持资金的流动性。同时,企业应加强对操作人员的技术培训,提升他们对激光扫描设备的理解与使用能力,减少外部技术支持的依赖,一方面能够降低建筑企业的技术服务成本,另一方面也能提高设备使用效率,确保数据采集的准确性与实时性。随着设备成本的降低和技术培训的普及,激光扫描技术在建筑项目中的应用将进一步扩展,尤其是对资金较为紧张的小型项目来说,租赁和共享设备的方式将成为有效的解决方案,推动这一技术的普及和应用^[8]。

3.2 加强数据处理效能,优化算法分析精准度

激光扫描技术生成的三维点云数据极为庞大且复杂,如何高效、精准地处理这些数据是提升激光扫描应用效果的关键问题。点云数据包含了建筑结构的丰富空间信息,但其数据量巨大,数据处理的速度和精度成为技术应用的主要瓶颈。为了提高数据处理效率,优化数据处理算法显得尤为重要。当前,许多激光扫描设备生成的数据点云密度高,尤其在大规模建筑项目中,数据的处理需求呈指数级增长。通过提升计算能力,采用高效的算法模型来压缩和优化数据处理流程,可以大幅缩短处理时间,提升数据分析的及时性。

与此同时,云计算、大数据等技术的融合应用也能够有效解决数据处理过程中面临的挑战。借助云计算技术,建筑企业可以实现数据的集中存储与高效处理,避免了传统存储方式中的容量瓶颈。大数据技术能够对大量的点云数据进行深度挖掘与分析,提取出有价值的结构信息,从而加快建筑结构测量的精准度与处理速度。为了进一步提高数据的处理能力,人工智能技术的引入也为点云数据分析提供了新的思路。

利用机器学习和深度学习算法,能够自动识别和分类点云中的不同结构元素,自动化处理过程大大提高了数据分析的效率。

与此同时,数据存储和传输技术的提升,特别是开发更高效的存储与压缩技术,也能够有效减少数据占用空间,降低数据存储成本,为大规模建筑项目的数据处理提供强有力的支持。

3.3 提升环境适应能力,保障复杂场景稳定性

在建筑结构测量中,复杂环境往往是激光扫描技术应用的一个难点。建筑物表面形态的多样性、空间的狭小性以及不同光照条件下的反射特性,都可能影响激光扫描的效果。为了提高激光扫描技术在复杂环境中的应用效果,必须针对设备的抗干扰能力和适应性进行改进。激光雷达系统在一些环境中容易受到外界干扰,尤其在强光、雨雪等恶劣环境下,激光信号的传播会受到严重影响,导致数据采集的准确性降低。因此,提升激光雷达系统的抗干扰能力,改进激光发射和接收系统,以确保在不同环境下都能稳定运行,成为技术改进的重要方向。

对于一些复杂环境,单一传感器的激光扫描系统可能无法满足测量需求,因此,多传感器融合技术的应用显得尤为重要。通过将激光扫描与其他传感器,如红外线、超声波、热成像等相结合,可以互为补充,提高数据采集的可靠性与精度。在恶劣环境下,红外线传感器能够有效弥补激光扫描的不足,帮助检测遮挡区域或低对比度的细节,从而保证测量结果的完整性和准确性。

此外,采用多传感器技术,还能提高数据的综合性,使得获取的数据更具综合参考价值,满足建筑项目中复杂环境下的测量需求。

3.4 推进激光扫描技术与BIM技术深度融合,实现全周期协同管理

随着建筑信息模型(BIM)技术的迅速发展,激光扫描技术与BIM的深度融合为建筑行业带来了全新的工作模式。BIM技术通过数字化模型对建筑项目的全生命周期进行管理,而激光扫描技术则通过生成精确的三维点云数据,为BIM模型提供了基础的数据支持。将激光扫描技术与BIM技术相结合,可以实现建筑结构的精准建模,并实时更新建筑物的现状数据,使得设计、施工、运营及维护的各个环节都能在同一平台上进行可视化和数字化管理。

这种数据协同的方式,大大提高了建筑项目管理的精度和效率,避免了传统方法中由于信息不对称或

误差积累造成的设计和施工问题。在设计阶段,激光扫描技术提供的精确现状数据为建筑师和工程师提供了一个准确的设计基础,减少了因设计不符合实际而产生的返工和修改。在施工阶段,BIM技术可以通过实时更新和监控施工进度,帮助施工团队及时发现问题并进行调整,确保工程按照预定计划进行。激光扫描技术与BIM技术的深度融合不仅优化了项目管理过程,还提升了建筑项目的质量控制能力,尤其在复杂结构或改建项目中,能够为每个施工环节提供精确的指导和支持。通过这一技术融合,建筑项目的可视化、信息化水平得到了显著提高,进一步推动了建筑行业向数字化、智能化转型的进程。

4 结束语

基于激光扫描的建筑结构测量技术在建筑行业中的应用日益广泛,为建筑设计、施工及维护等各个阶段提供了精确、可靠的数据支持。随着技术的不断发展,激光扫描技术的应用也逐步从高端大型项目向中小型建筑项目拓展。然而,设备成本、数据处理能力和环境适应性问题依然制约着激光扫描技术的广泛应用。通过降低设备成本、提升数据处理技术、优化环境适应能力以及推动BIM技术与激光扫描技术的深度融合,激光扫描技术在建筑结构测量中的应用前景将更加广阔,能够为建筑项目的高效、精准实施提供有力保障。

参考文献:

- [1] 王钦,刘鹏亮,郝帅,等.智慧城市背景下的智能给排水系统设计与应用[J].工程建设与设计,2023(18):107-109.
- [2] 许铁夫,陈悦佳,刘金锁.智慧水务背景下给排水科学与工程专业实践教学改革探索[J].黑龙江教育(理论与实践),2023(09):67-69.
- [3] 祝超,赵秀慧,张自强,等.智慧楼宇给排水设计[J].港工技术,2022,59(06):85-87.
- [4] 鹿佳明.给排水系统智慧化建设赋能韧性城市发展[J].中国安全生产,2022,17(04):54-55.
- [5] 徐静.智慧城市绿色给排水管道施工技术的应用分析[J].居舍,2022(11):61-64.
- [6] 杜洪涛.基于激光雷达的大比例地形测绘与数据联动更新技术[J].科技通报,2023,39(01):44-48.
- [7] 王彬.机载激光雷达在机场选址大比例尺地形图测绘中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2022,10(33):142-144.
- [8] 罗正龙,袁峥,吴玮.机载激光雷达技术在自然淤积区海岸线测绘中的应用[J].城市勘测,2022,28(04):87-89.