

三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的应用研究

陈 锋

黄冈职业技术学院 湖北黄冈 438002

摘 要: 随着城市化进程的加快, 老旧建筑的维护与改造问题日益突出。传统的建筑信息建模 (BIM) 技术在老旧建筑建模过程中面临很多挑战, 如数据获取困难、精度不足等。三维激光扫描技术的应用为解决这些问题提供了新的解决方案。该技术通过高精度的点云数据采集方法, 能够为BIM建模提供精准、全面的基础数据, 从而提升老旧建筑建模的效率和精度。本文探讨了三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的应用, 分析了该技术的优势、局限性及其在实际项目中的应用案例, 并提出了优化策略。研究结果表明, 三维激光扫描技术能够显著提高老旧建筑BIM建模的精度和效率, 特别是在复杂结构和历史建筑的建模过程中, 具有不可替代的作用。

关键词: 三维激光扫描技术; BIM建模; 老旧建筑; 数据采集; 建筑改造

引言

随着建筑行业信息化和数字化技术的迅速发展, 建筑信息建模 (BIM) 技术已成为建筑设计、施工和运维的核心工具, 通过数字化手段管理建筑全生命周期。然而, 针对老旧建筑, 尤其是历史遗址或复杂结构的建筑, 传统的BIM建模方法面临诸多挑战, 特别是在数据采集方面。由于老旧建筑结构复杂, 传统测量方法难以提供精确、全面的数据, 导致BIM模型无法准确反映建筑的实际情况, 从而影响后续的设计、施工和分析。三维激光扫描技术作为一种高精度的三维数据采集技术, 近年来广泛应用于建筑行业。它通过激光扫描建筑表面, 快速生成大量三维坐标点 (点云数据), 在短时间内完成大规模建筑物的高精度测量。相比传统测量方法, 三维激光扫描技术提供了更准确、更全面的数据, 能为老旧建筑的BIM建模提供可靠支持。本文将探讨三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的应用, 分析其效果、挑战及优化方案。

基金项目:

1. 湖北省建设科技计划项目“基于多源数据融合的既有建筑数字模型构建技术体系研究”(编号: JK2024091)。
2. 黄冈职业技术学院科研课题“摄影测量与激光扫描技术在三维空间模型中的应用研究”(编号: 2024C2012120)。

作者简介: 陈锋 (1990-), 男, 江苏大丰人, 汉族, 硕士研究生, 副教授, 主要从事摄影测量技术与三维激光扫描技术的研究工作。

一、三维激光扫描技术概述

1. 三维激光扫描技术的基本原理

三维激光扫描技术利用激光束通过扫描物体表面来测量其三维坐标。激光扫描仪通过发射激光束并接收反射光信号, 计算出目标物体表面各个点的距离, 然后根据这些数据生成点云。点云数据不仅包含了物体表面的空间信息, 还能够为建筑设计、结构分析等提供精准的几何数据。这一技术被广泛应用于建筑、土木工程、文化遗产保护等领域, 尤其在老旧建筑的BIM建模中具有极大的潜力。通过该技术, 测量人员能够在较短的时间内, 全面、精确地获取建筑的三维空间信息, 特别适合于复杂结构或传统测量方法难以实施的环境。三维激光扫描技术还能够通过多次扫描和全方位数据采集, 确保数据的完整性和高精度, 为后续的三维建模、结构分析和改造设计提供强有力的支持。

2. 三维激光扫描技术的优势

三维激光扫描技术相较于传统的测量方法, 具有显著的优势。首先, 激光扫描能够在较短的时间内获取高精度的三维数据, 尤其在大规模建筑物的测量中, 它能够减少人工测量所需的大量时间和劳动强度。其次, 激光扫描技术具有较高的空间分辨率, 能够捕捉到建筑物的细节信息, 如墙体裂缝、装饰线条等小尺度的结构特征, 远超传统手段的测量精度。此外, 三维激光扫描技术能够快速生成点云数据, 这为后续的数据处理和建模提供了充分的支持。通过这一过程, 获得的点云数据不仅为建筑设计和结构分析提供了重要信息, 还能够为工程决策、施工监控等后续工作提供高质量的技术保障,

确保工程的顺利进行。与传统方法相比，三维激光扫描技术在测量的效率、精度和适用范围上具有较大的提升空间。

3. 三维激光扫描技术的局限性

尽管三维激光扫描技术具有诸多优势，但其也面临一定的局限性。首先，激光扫描仪的设备成本较高，尤其是高精度的激光扫描仪，其购买和维护的费用较大，可能会使一些小型项目或预算有限的项目面临成本压力。其次，激光扫描技术的应用需要专业的操作人员，操作人员必须经过专业培训，具备一定的技术水平，才能确保数据采集和处理的精确性。再者，尽管激光扫描技术的精度较高，但在一些复杂环境下，尤其是在高反射表面或者阴影区域，激光反射效果较差，可能影响数据采集的完整性和精度，导致数据不准确或遗漏，增加了后期数据修复和处理的难度。此外，在较为复杂的地理环境下，如地形复杂或建筑物构造密集的区域，激光扫描的信号可能无法完全穿透或反射，进而影响扫描数据的质量和覆盖面。因此，虽然三维激光扫描技术在许多场景中能够提供高精度的数据，但仍需要在一些复杂环境下进行适当的技术优化和改进。

二、三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的应用

1. 三维激光扫描技术在老旧建筑数据集中的应用

在老旧建筑的BIM建模过程中，精确的数据采集至关重要。传统的测量方法往往无法全面获取建筑的所有信息，尤其是在结构复杂或部分破损的建筑物中，传统测量容易忽略一些细节，无法精准反映建筑的真实状态。而三维激光扫描技术能够迅速生成包含几何信息和属性信息的大规模点云数据，极大地提升了建筑数据采集的精度和效率。与传统测量方法相比，三维激光扫描不仅能高效捕捉建筑物的每一处细节，包括立面、屋顶和内部结构，还能通过高精度数据覆盖较难到达的部位，如狭窄空间或复杂结构，从而确保数据的完整性。在一座历史建筑的改造项目中，采用三维激光扫描技术可精确捕捉到建筑的细节特征，如门窗的尺寸、建筑的起伏、墙体裂缝等，为后续的BIM建模提供了准确的数据支撑。这些数据不仅有助于后期的设计优化，也为建筑修复、维护和保护提供了科学依据，进一步提高了建筑改造的成功率和质量。

2. 三维激光扫描技术在BIM建模中的集成与处理

通过将三维激光扫描技术采集的点云数据与BIM模型进行集成，能够实现与老旧建筑物的精准建模。点

云数据被导入到BIM建模软件中后，经过数据清理和处理，经过点云配准、建模、纹理映射等步骤，可以生成符合建筑实际情况的三维模型。由于三维激光扫描技术能够精确获取建筑物的几何数据，BIM模型可以高度还原建筑物的实际形态，包括墙体、屋顶、门窗、楼梯、柱子等多个细节。此外，BIM建模技术能够将这些数据与建筑的物理特性、结构、材料、设备等信息相结合，生成一个包含丰富信息的建筑数字模型。通过BIM技术，建筑设计师可以在虚拟环境中进行不同场景的模拟、设计和优化，从而为建筑改造提供科学依据。此过程不仅加速了建模的进程，还大大提高了建筑设计的精确度，有助于避免传统设计过程中可能出现的失误和遗漏，同时为后期建筑的运营、维护和管理提供了全面的数据支持。

3. 三维激光扫描技术在建筑结构修复中的应用

在老旧建筑的修复和改造过程中，三维激光扫描技术为建筑结构分析和修复方案的制定提供了至关重要的数据支持。通过精准的三维建模，可以全面了解建筑的当前状态，包括墙体裂缝、基础沉降、地基变形、管道老化等问题。尤其是在一些老旧建筑中，传统的测量方法可能由于技术限制或时间成本而无法获取足够准确的数据，导致修复方案无法完全反映建筑的实际状况。而三维激光扫描技术则通过精准的三维建模，确保建筑的每一处问题都能被精确记录，极大提高了修复的可行性和效果。利用这些数据，工程师可以有针对性地制定修复方案，减少传统方法中可能出现的误差，提高修复的效率和质量。尤其是在文化遗产保护方面，三维激光扫描技术能够确保建筑历史价值和细节的精确保留，避免人工测量中可能存在的遗漏和误差。通过这种方法，老旧建筑能够得到科学、合理的修复，同时避免不当修复对建筑历史文化价值造成的损害。

三、三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的挑战与对策

1. 数据集中的挑战

在老旧建筑的测绘过程中，由于建筑物的复杂性和历史因素，三维激光扫描技术面临着一些数据采集的挑战。首先，建筑物的部分区域可能无法完全扫描，尤其是在有遮挡物或空间狭小的地方，激光扫描设备无法获取完整的点云数据。比如，建筑物内部的角落或装饰物较多的区域，激光无法顺利反射，导致这些部分的数据存在空白。其次，建筑物表面的复杂形态可能导致点云数据的密度不均匀，进而影响建模的精度。老旧建筑通

常具有复杂的几何结构，如弯曲的墙面或不规则的屋顶等，这些细节的表现会对扫描精度和数据的密度造成影响。由于扫描时的设备特性和环境限制，这些复杂表面可能导致数据的不完整或误差，影响后续模型的准确性。因此，为了克服这些问题，除了依赖高质量的扫描设备，还需要对扫描方法和策略进行优化，确保全面、均匀地采集到所需的数据。

2. 技术应用中的挑战

在实际应用中，三维激光扫描技术的处理过程需要高性能的计算资源和专业的软件支持。点云数据的处理过程十分复杂，涉及到数据清洗、配准、优化等多个环节，这对于技术人员的要求较高。数据清洗需要去除扫描过程中产生的噪声和不必要的点，点云配准则要求多次扫描获得的点云数据能够精准地对齐，而优化则要求在保证精度的基础上，合理减少数据冗余。这些处理过程不仅需要较强的计算能力，还对技术人员的操作技能提出了很高要求，因为处理不当会导致数据误差或者处理时间过长。如何提高点云数据处理的效率和精度，成为了技术应用中的一个重要难点。此外，在老旧建筑的BIM建模过程中，常常涉及到不同来源的数据集成，如何协调和整合来自不同扫描时刻、不同设备、不同环境条件下的点云数据，也是一个重要的挑战。

3. 优化对策

为了解决上述挑战，可以采取以下对策。首先，在数据采集时，可以通过多次扫描和不同角度的激光扫描来确保数据的完整性，避免遗漏重要的细节。对建筑物的多个视角进行扫描，并确保每个角落都被覆盖，可以极大地减少数据空缺。其次，采用先进的点云处理技术，如自动化数据清理和智能化配准算法，可以大大提高数据处理的效率和精度。通过应用先进的算法进行点云数据的自动识别和清理，能够有效地减少人工干预的需求，提升处理速度和精度。此外，针对点云数据的复杂性，结合机器学习技术，进一步提高数据优化的自动化程度，能够提升点云数据在多维度空间中的准确性和一致性。同时，加强技术人员的培训，提升其操作技能和数据处理能力，也是提高三维激光扫描技术应用效果的重要手段。专业人员的技术水平直接影响到数据采集和处理的质量，因此，应定期进行相关的技术培训，并通过实践积累经验，提升整个团队的能力。此外，利用高效的硬件设备和软件工具，如高性能的计算机和先进的点云处

理软件，也能够有效加快处理速度和提升处理质量。

四、三维激光扫描技术在老旧建筑BIM建模中的未来发展方向

随着技术的不断进步，三维激光扫描技术将在老旧建筑BIM建模中发挥更大的作用。未来，随着扫描精度和设备性能的提升，三维激光扫描技术将能够更加高效、全面地采集建筑物的三维数据。结合人工智能和大数据分析技术，三维激光扫描技术将在数据处理、建模和分析方面实现更高的智能化和自动化，进一步提高测绘效率和精度。未来，三维激光扫描技术在老旧建筑的修复、保护和改造方面将继续发挥重要作用，为相关领域提供更多高效、准确的技术支持。

结束语

三维激光扫描技术为老旧建筑BIM建模提供了强有力的数据支持，不仅提升了建模精度和效率，也为建筑修复和改造提供了科学依据。尽管在应用中仍面临一些挑战，但随着技术的不断进步，三维激光扫描技术将在未来得到更加广泛的应用。通过不断优化技术、提升设备性能、加强专业人才培养，三维激光扫描技术将在老旧建筑的BIM建模中发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1]程震, 方圆, 潘超, 等. 基于BIM正向设计的厚重混凝土管线预埋技术研究——以武汉协和医院质子中心为例[J/OL]. 施工技术(中英文), 1-7[2025-03-17]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1768.TU.20241223.0916.002.html>.
- [2]魏强. 数字化建造技术在历史保护建筑更新上的研究与应用[J]. 建筑施工, 2024, 46(12): 2054-2058. DOI: 10.14144/j.cnki.jzsg.2024.12.028.
- [3]伍刚, 李增明, 吴慧林, 等. 基于BIM技术的EPC模式下智能建造在光谷人民医院项目中的全流程应用研究[C]//中国图学学会. 2024第十三届“龙图杯”全国BIM大赛获奖工程应用文集. 中建三局集团有限公司, 2024: 228-235. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.043047.
- [4]赵晶, 卢佩琪. 文化景观遗产保护中的数字技术应用研究综述[J]. 景观设计, 2024, (05): 30-33.
- [5]张艺才. BIM技术在超高层建筑幕墙施工全过程应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (29): 160-162. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202429052.