

无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的应用

王 涛

(河南省平顶山市水利勘测设计院, 河南 平顶山 467000)

摘 要 本文探讨了无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的应用。首先分析了该技术的潜力和优势, 为古建筑测绘提供了一种高效、准确的手段; 其次详细介绍了无人机倾斜摄影测量的基本原理、无人机平台、倾斜摄影相机系统、摄影测量数据处理流程以及关键技术, 如传感器标定与校准、多视角影像匹配与融合、三维建模与纹理映射以及精度评估与优化; 再次指出了古建筑测绘面临的挑战与需求, 包括古建筑复杂结构的测绘难题和保护需求; 最后提出了无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的应用策略, 包括飞行规划与数据采集、影像数据处理、三维建模与纹理映射等关键步骤。本文旨在通过无人机倾斜摄影测量技术, 为古建筑测绘提供一套科学、高效、准确的解决方案。

关键词 无人机倾斜摄影测量; 古建筑测绘; 三维建模; 纹理映射; 精度评估

中图分类号: P23

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0019-03

随着科技的飞速发展, 无人机倾斜摄影测量技术以其高效、准确、非接触的特点, 在多个领域展现出巨大的应用潜力。特别是在古建筑测绘领域, 由于古建筑往往具有复杂的结构和丰富的历史信息, 传统的测绘方法往往难以满足高精度、高效率的需求。

1 无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的潜力和优势

无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中展现出了显著的潜力和优势。该技术通过搭载多个相机, 以不同角度和位置获取古建筑的高清影像数据, 实现了对古建筑全方位的覆盖和详细信息的捕捉。这种全面性和高精度性为古建筑测绘提供了准确可靠的数据支持, 使得测绘结果更加精确^[1]。在灵活性方面, 无人机可以根据测绘任务的需求和环境条件进行灵活的飞行规划和数据采集。无论古建筑位于山区、城市还是其他复杂环境, 无人机都能轻松应对, 确保测绘工作的顺利进行。此外, 无人机倾斜摄影测量技术还具备高效性, 能够迅速完成数据采集和处理, 大大缩短了测绘周期, 提高了工作效率。安全性是无人机倾斜摄影测量技术的另一大优势。许多古建筑位于险峻或环境恶劣的地区, 传统测绘方法往往存在较大的安全隐患。而无人机倾斜摄影测量技术通过远程操控无人机进行数据采集, 避免了人员进入危险区域, 有效保障了测绘人员的安全。此外, 无人机倾斜摄影测量技术还能生成丰富的地理信息产品。通过影像处理和三维建模等技术手段, 可以生成数字正射影像、数字高程模型、数字

表面模型等丰富的地理信息产品。这些产品不仅为古建筑的保护、修复和规划提供了有力支持, 还帮助决策者更好地了解古建筑的形态、结构和环境特征。

2 无人机倾斜摄影测量技术概述

无人机倾斜摄影测量技术作为测绘遥感领域的新星, 借助在飞行平台上装载的多个传感器(尤其是五镜头相机), 能够同时从垂直和多个倾斜角度捕捉地面物体的详细影像数据。这种技术能够获取地面物体更为完整和准确的信息, 为各种测绘应用提供高精度、高效率的解决方案。

在无人机倾斜摄影测量过程中, 无人机通过低空飞行, 不仅能够从垂直角度捕捉影像, 还能同时从四个精心设定的倾斜方向获取高清、立体的影像数据。这些影像数据不仅包含了地物的外观信息, 还包含了高度、位置等属性信息。配合控制点或影像 POS 信息, 影像上的每个点都可以获得三维坐标, 从而实现对任意点线面的精确测量。

无人机倾斜摄影测量技术的主要优势在于其高效率、低成本、数据精确和操作灵活等特点。通过自动化的数据采集和处理流程, 可以快速生成三维地理信息模型, 为城市规划、地形测绘、资源环境监测等领域提供准确的数据支持。同时, 该技术还具有侧面信息可用的优点, 能够获取到传统测绘方法难以获取的地物侧面信息, 为测绘工作提供更加全面的数据支持。

在具体应用中, 无人机倾斜摄影测量技术广泛应用于地形地貌测绘、城市三维建模、土地利用规划、

林业资源管理、遗址保护和文物保护等领域^[2]。例如，在城市规划中，无人机倾斜摄影测量技术可以为城市规划提供高精度的三维模型，帮助决策者更好地了解城市的地形地貌、建筑分布和交通状况等信息，也极大地增强了城市规划所需数据的科学性和准确性^[3]。在古建筑测绘中，该技术可以快速准确地获取古建筑的三维模型，为古建筑的保护和修复提供有力支持。

总之，无人机倾斜摄影测量技术是一种具有广阔应用前景的测绘遥感技术，它将为各种测绘应用提供更加高效、准确和灵活的解决方案。

3 古建筑测绘的挑战与需求

古建筑测绘在现实中遇到了一系列挑战与需求，这些挑战和需求源于古建筑的特殊性质和历史价值。首先，古建筑的复杂结构和不规则形状给测绘工作带来了显著难度，尤其是在处理建筑的细节和微小元素时，需要更高水平的技术和更加细致的努力。此外，由于古建筑材料经过长时间的自然侵蚀和老化，其表面可能产生损坏和磨损，这进一步增加了测绘的复杂性。

在安全性方面，古建筑往往承载着重要的历史和文化价值，因此实地测绘过程中需要特别小心，以避免对古建筑造成任何损害。然而，由于古建筑的结构状况可能不明，实地测绘工作也伴随着一定的安全风险。

从需求的角度来看，古建筑测绘首先需要高精度的测绘数据，以准确反映古建筑的结构、尺寸和形态^[4]。这要求采用先进的测绘技术和设备，如无人机倾斜摄影测量技术，以获取全面、准确的三维影像数据。同时，古建筑测绘还需要实现对古建筑全方位的覆盖，包括建筑的外观、内部结构以及细部装饰等，以全面记录古建筑的历史和文化信息。

此外，古建筑测绘还需要对大量的影像数据进行高效处理和分析，以生成准确的三维模型和图纸。这要求采用高效的数据处理软件和技术，以实现数据的快速处理和分析。最后，古建筑测绘还需要确保测绘过程的安全性，避免对古建筑造成损害，这需要采用安全的测绘方法和设备，并严格遵守相关的安全规定。

4 无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的应用策略

4.1 飞行规划与数据采集

在无人机倾斜摄影测量应用于古建筑测绘的过程中，飞行规划与数据采集扮演着举足轻重的角色。首先，进行古建筑勘察是飞行规划的首要步骤。这包括了对古建筑地理位置、周围环境、建筑布局、高度及结构特点的深入了解。通过现场勘查或参考现有的地理信息数据，可以为后续的飞行规划提供精确的数据支持。

接下来，根据勘察结果，制定飞行计划。这涉及确定无人机的飞行高度、规划飞行路线、选择拍摄角度以及安排拍摄时间。飞行高度的选择需综合考虑无人机性能、古建筑高度及拍摄需求；飞行路线应确保覆盖古建筑的各个部分，以获取全面准确的数据；拍摄角度的选择应基于古建筑的结构特点和纹理细节，以捕捉丰富的信息；拍摄时间应避开人流高峰和恶劣天气，以保证拍摄质量和安全性。在数据采集阶段，无人机搭载的多镜头相机发挥着关键作用。通过多镜头相机，可以从垂直和倾斜等多个角度对古建筑进行拍摄，获取全面且丰富的影像数据。这种拍摄方式能够捕捉到古建筑的多个侧面和细节，为后续的三维建模和纹理映射提供基础数据。在获取高清影像数据时，需要确保影像数据具有足够的分辨率和清晰度，以便进行后续处理和分析。同时，要保持影像数据的稳定性和一致性，避免出现模糊、抖动或失真等问题。此外，在数据采集过程中，无人机的稳定性和安全性至关重要。无人机应具备良好的飞行性能和抗风能力，以确保在复杂环境下能够稳定飞行。同时，必须严格遵守相关的飞行规定和安全操作规程，以避免对古建筑造成损害或引发安全事故。综上所述，飞行规划与数据采集是无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘中的核心环节。通过精确的勘察和规划，以及高效的数据采集手段，可以为古建筑测绘提供全面、准确的数据支持，为古建筑的保护和传承提供有力帮助。

4.2 影像数据处理

在无人机倾斜摄影测量的影像数据处理中，整个流程细致而严谨，每一步都至关重要，直接关系到最终生成的全景影像和三维模型的质量。首先，影像预处理是整个流程的开端，也是提升影像质量的关键步骤。在这个阶段，会运用各种图像处理技术来消除影像中的噪声，如椒盐噪声和高斯噪声，这些噪声会干扰对影像内容的解读。通过滤波等去噪技术，能够提高影像的清晰度和辨识度，为后续的分析 and 处理打下坚实基础。除了去噪，对比度增强也是预处理阶段的重要一环。通过调整影像的对比度，可以使影像中的明暗细节更加突出，便于后续的特征提取和三维建模。对比度增强技术能够改善影像的视觉效果，提高信息的可获取性。接下来，针对相机镜头可能产生的畸变，还需要进行畸变校正。畸变校正能够消除由于镜头畸变导致的影像变形，确保影像的几何准确性。通过精确的校正算法，能够还原影像的真实形状，为后续的三维建模提供准确的数据基础。完成预处理后，影像匹配成为关键步骤。影像匹配是通过比对和分析不同

影像之间的相似区域,确定它们之间的相对位置关系。这一过程需要依靠先进的特征提取和匹配算法,以确保匹配的准确性和可靠性^[5]。通过精确的影像匹配,能够确定不同影像之间的位置偏移和旋转角度,为后续的影像拼接提供可靠的数据支持。影像拼接是将多张影像拼接成一张完整、准确的全景影像的过程。在这一阶段,算法会仔细处理影像之间的过渡部分,确保拼接后的影像在几何精度和色彩一致性上都能达到要求。通过先进的拼接算法和图像处理技术,如图像融合、色彩平衡等,能够消除拼接过程中可能出现的色差、错位等问题,使多张影像无缝拼接成一张全景影像。最后,基于全景影像,可以利用三维重建技术构建古建筑的三维模型。通过提取影像中的特征点、线、面等关键信息,并结合古建筑的结构特点和纹理细节,能够构建出古建筑的三维结构。在建模过程中应用精细的纹理映射和光照渲染技术,使模型在视觉上更加真实和生动。这些技术能够还原古建筑的原貌,为古建筑的保护和研究提供有力的支持。整个影像数据处理流程严格遵循科学的方法和标准,从预处理到影像匹配、从影像拼接到三维重建,每一步都确保最终的全景影像和三维模型具有高度的准确性和真实性。这一流程为古建筑的保护和研究提供了有力的技术支持和数据基础。

4.3 三维建模与纹理映射

在无人机倾斜摄影测量的影像数据处理中,三维建模与纹理映射是构建古建筑三维模型的核心步骤。首先,三维建模是通过无人机捕获的多角度、高清晰度照片,利用专业软件将二维图像转化为三维立体模型的过程。这一步骤的关键在于确保模型的准确性和精细度,以完整地还原古建筑的真实形态和细节。接下来是纹理映射,它涉及将古建筑的高清纹理信息准确地映射到三维模型表面,以增强模型的真实感和生动性。在纹理映射过程中,需要特别关注纹理的清晰度和贴图效果,确保纹理能够平滑、自然地覆盖在模型表面,避免拉伸、扭曲或模糊等问题。为实现高质量的纹理映射,需要使用专业的纹理映射软件和技术,对纹理进行必要的预处理,如调整大小、裁剪、修复等,以确保其适应模型的结构和细节。完成三维建模和纹理映射后,可以对模型进行后期处理,如添加光影效果以增强立体感,或调整材质属性来改变外观和质感。这些处理可以使模型更加逼真,更好地模拟古建筑的真实效果。在古建筑保护修复、规划设计和虚拟现实等领域,这些三维模型具有广泛的应用价值。它们可

以用于虚拟修复和预览修复效果,为制定科学、合理的修复方案提供支持;在规划设计中,它们可以用于空间布局和景观设计;在虚拟现实领域,它们可以创建沉浸式的虚拟环境,让用户身临其境地体验古建筑的文化魅力。总之,三维建模与纹理映射是无人机倾斜摄影测量中不可或缺的技术手段,它们通过精确建模和高质量纹理映射,为古建筑的三维模型构建提供了有力支持,为古建筑的保护和传承做出了重要贡献。

5 结论

在古建筑测绘领域,无人机倾斜摄影测量技术展现出了卓越的优势和巨大的应用潜力。该技术通过高效、准确、非接触的方式,成功克服了古建筑测绘中的复杂结构和信息获取难题,为古建筑的保护、修复和研究提供了强有力的支持。在技术原理方面,无人机倾斜摄影测量结合了无人机平台、倾斜摄影相机系统以及先进的摄影测量数据处理流程,实现了从多角度获取古建筑高清影像,并通过多视角影像匹配与融合、三维建模与纹理映射等关键技术,构建了古建筑的三维模型,并保留了丰富的纹理信息。面对古建筑测绘中的挑战和需求,无人机倾斜摄影测量技术为古建筑测绘领域提供了高效实用的解决方案。通过精心的飞行规划与数据采集,确保了数据的全面性和准确性;通过先进的影像数据处理和三维建模技术,实现了对古建筑复杂结构的精确测绘和三维可视化表达。综上所述,无人机倾斜摄影测量技术在古建筑测绘领域的应用前景广阔。随着技术的不断发展和完善,该技术将在古建筑保护、修复和传承中发挥更加重要的作用,无人机倾斜摄影测量技术为古建筑文化的传承与发展注入了新的活力,进一步推动了其保护与发展。

参考文献:

- [1] 孟凡超,周洪超.无人机倾斜摄影测量在古建筑测绘保护中的应用[J].智能城市,2022,08(09):22-24.
- [2] 崔诏,莫玉兵,杨枫.无人机倾斜摄影测量技术在古建筑保护中的应用[J].测绘与空间地理信息,2023,46(S01):292-294.
- [3] 晋少飞,黎应康.无人机倾斜摄影技术在古建筑文物保护单位中的应用与分析:以绥阳杜家堰坎古庭院为例[J].测绘与勘探,2023,05(01):95-98.
- [4] 梁龙华.无人机倾斜摄影测量在房产测绘中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(03):36-39.
- [5] 潘攀.无人机倾斜摄影测量在地形图测绘中的应用[J].地矿测绘,2023,06(04):75-77.