

无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中的实践优化

林天梁

徐州市测绘地理信息中心

DOI:10.12238/gmsm.v8i3.2182

[摘要] 本文聚焦无人机倾斜摄影测量技术在不动产测绘领域的实践优化路径。研究解析其核心机制与特质,包括多角度影像获取、三维地理信息重建等关键环节,及作业高效、成本可控、数据多元等优势。梳理应用现状,剖析数据处理耗时、精度受环境干扰、复杂场景模型质量欠佳等问题。基于此,从数据采集的航线智能规划与像控点科学布设,数据处理的影像预处理、空三加密及建模算法改进,到成果应用的质量全流程管控与跨领域共享,提出系统化优化方案。经江苏省苏州市城乡结合部实测案例验证,该策略可有效提升测绘效率与精度,为不动产测绘实践提供参考,助力技术深度推广。

[关键词] 无人机倾斜摄影测量; 不动产测绘; 实践优化; 数据处理

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A

Practical optimization of drone oblique photogrammetry in real estate surveying and mapping

Tianliang Lin

Xuzhou Surveying and Mapping Geographic Information Center

[Abstract] This article focuses on the practical optimization path of unmanned aerial vehicle oblique photogrammetry technology in the field of real estate surveying and mapping. Research and analyze its core mechanisms and characteristics, including key links such as multi angle image acquisition and 3D geographic information reconstruction, as well as advantages such as efficient operation, controllable cost, and diverse data. Sort out the current application status, analyze the problems of data processing time, accuracy affected by environmental interference, and poor quality of complex scene models. Based on this, a systematic optimization plan is proposed, which includes intelligent route planning and scientific deployment of image control points for data collection, image preprocessing for data processing, aerial triangulation encryption, and improvement of modeling algorithms, as well as quality control and cross domain sharing of the entire application process. Verified by actual case studies in the urban-rural fringe of Suzhou City, Jiangsu Province, this strategy can effectively improve surveying efficiency and accuracy, provide reference for real estate surveying practice, and assist in the deep promotion of technology.

[Key words] drone oblique photogrammetry; Real estate surveying and mapping; Practice optimization; data processing

伴随我国城市化进程的持续推进,不动产确权登记、动态监管等管理工作的重要性愈发凸显,而精准高效的测绘成果是支撑这些工作的基础保障。传统不动产测绘手段普遍存在野外作业强度大、整体效率偏低、综合成本偏高等问题,难以适配现代不动产管理的精细化、高效化需求。无人机倾斜摄影测量作为一种新型测绘技术,凭借其快速覆盖大范围区域、作业成本相对较低、能提供多维度地物信息等特点,在土地权属界定、房产参数测算、不动产动态监测等场景中展现出良好应用潜力。但在实际操作中,该技术仍面临数据处理流程繁杂、精度稳定性不

足、对复杂环境适应性较弱等瓶颈,限制了其应用价值的充分发挥。鉴于此,本文结合该技术的应用特性与现存痛点,探索覆盖全流程的实践优化路径,以期突破应用障碍,提升不动产测绘的质量与效率,为行业技术升级提供有力支持。

1 无人机倾斜摄影测量技术概述

1.1 技术原理

无人机倾斜摄影测量技术通过在无人机平台搭载多台传感器,从垂直、倾斜等多个角度同步采集地面影像数据^[1]。依托计算机视觉与摄影测量原理,对多角度影像进行处理,经空三加密

构建影像间的几何约束关系,再通过三维建模算法实现地物的立体重建,最终生成真实反映地表形态的三维地理信息模型。其核心在于利用多视角影像的重叠区域,通过纹理匹配与几何解算,精确还原地物的空间位置和形态特征,实现对不动产等目标的高精度测量。

1.2 技术特点

相较于传统测绘技术,无人机倾斜摄影测量具有鲜明优势。其一,高效性突出,无人机可快速覆盖大面积测区,大幅缩减外业数据采集周期,尤其适用于不动产测绘中大范围区域的批量作业。其二,成本可控,无需投入大量人力进行地面实测,设备运维成本较低,能显著降低测绘项目的经济投入。其三,数据维度丰富,多角度影像可全方位捕捉地物细节,不仅包含平面位置信息,还能呈现立面纹理和高度特征,为不动产测绘提供更全面的数据支撑。

2 无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中的应用现状

2.1 应用场景

无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中应用广泛。土地权属调查时,能快速获取测区地形地貌、地物分布等信息,生成的三维模型可直观呈现地块边界与相邻地物关系,为权属界定提供影像依据。房产测绘中,借助三维模型精确测算房屋建筑面积、层高及形态参数,满足房产登记对数据精度的要求。城市规划与不动产监测方面,通过定期拍摄影像,对比分析可及时发现违建、产权变更等情况,为城市更新和动态管理提供数据支持,提升不动产监管效率。

2.2 存在的问题

尽管无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中取得了一定的应用成果,但仍存在一些问题。一方面,数据处理效率较低,由于采集的影像数据量庞大,处理过程复杂,导致数据处理时间长,影响了测绘工作的进度。另一方面,测量精度受环境因素影响较大,如天气条件、光照强度等,可能会导致影像数据的质量下降,从而影响测量精度。此外,在复杂地形和地物环境下,模型的重建效果可能不理想,存在一些数据缺失和误差。

3 无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中的实践优化策略

3.1 数据采集优化

3.1.1 航线规划优化

航线规划的科学性是数据采集质量与效率的核心保障。规划时需全面考量测区地形特征(如坡度、高差)、地物密集程度(如建筑群密度)及精度标准,动态调整飞行参数:平坦区域采用固定高度巡航,确保影像分辨率一致性;地形起伏较大区域实施变高飞行模式,通过实时高程数据反馈实时调整飞行高度,严格把控影像重叠度(航向 $\geq 80\%$ 、旁向 $\geq 70\%$),避免因地形遮挡导致数据缺失。引入智能航线规划系统,深度整合实时气象数据(风速、能见度、光照强度)与高精度数字地表模型(DSM)数据,自动生成避障航线,减少人工规划的主观误差^[2]。针对密集建筑群、高架桥梁等复杂地物,增设交叉式补飞航线,从多角度覆盖拍摄

盲区,全面提升数据完整性与细节表现力。

3.1.2 像控点布置优化

像控点布设是保障测量精度的关键环节,需构建分层分类的布设体系。大面积测区采用“网格基准+重点区域加密”模式:平原开阔区域按500米 \times 500米网格均匀分布,确保整体控制精度;城区、山地等复杂地形区缩小至300米 \times 300米,强化局部细节控制。像控点优先选取道路交叉口、墙角、纪念碑等易识别且稳定性强的地物,采用GNSSRTK技术进行坐标测量,严格控制平面精度 ≤ 5 厘米、高程精度 ≤ 10 厘米。对树木遮挡、高层建筑阴影等信号弱区域,引入虚拟像控点技术,通过空三加密过程中的高精度影像匹配点补充控制信息,与地面像控点进行联合平差计算,有效抵消复杂环境下的系统误差,提升模型整体精度。

3.2 数据处理优化

3.2.1 数据预处理优化

数据预处理是提升后续处理精度的基础,需构建多维度质控体系。先通过自动化质检工具批量筛查影像,依据清晰度阈值(模糊指数 > 0.8)剔除模糊影像,结合空间坐标比对删除重复采集数据,对遮挡面积超30%的影像进行标记并补充采集^[3]。接着采用自适应匀光匀色算法,通过区域亮度均值分析消除光照不均影响,使同测区影像灰度偏差控制在5%以内。最后引入基于深度学习的特征匹配模型,优化同名点识别效率,将匹配正确率提升至95%以上,为后续空三加密和建模提供高质量数据源。

3.2.2 空三加密优化

空三加密需兼顾精度与效率的双重提升。采用光束法区域网平差算法,结合像控点坐标约束构建严密几何模型,通过迭代计算降低残差(平面残差 ≤ 0.5 像素,高程残差 ≤ 1 像素)。引入多源辅助数据融合策略,将GPS轨迹数据、IMU姿态参数与像控点数据联合平差,增强空中三角网稳定性。同时部署GPU并行计算框架,对影像匹配、光束平差等步骤进行并行化处理,使空三加密效率提升60%以上,大幅缩短大规模数据的处理周期。

3.2.3 三维建模优化

三维建模需平衡精度、真实感与轻量化需求。采用多尺度建模策略,对建筑轮廓、门窗等细节采用厘米级精度重建,对大面积植被区域采用规则化建模简化处理。运用基于物理的纹理映射技术,通过影像辐射校正消除反光干扰,实现纹理与模型几何的精准贴合,使纹理偏差 < 1 像素。引入基于网格简化的轻量化算法,在保持关键细节的前提下,将模型数据量压缩50%-70%,同时采用LOD(细节层次)技术,根据浏览距离自动切换模型精度,提升加载与交互效率。

3.3 成果应用优化

3.3.1 成果质量检查优化

构建全流程成果质量检查体系,实现三维模型与测绘数据的精准质控。建立“自动化检测+人工复核”双轨机制:通过专业软件自动校验模型精度(平面位置中误差 ≤ 5 cm、高程中误差 ≤ 10 cm)、完整性(无漏洞区域占比 $\geq 98\%$)及纹理质量(纹理清晰度、拼接平滑度),生成量化质检报告^[4]。同步开展实地抽样验

证,选取房屋角点、界址点等关键要素,采用全站仪实测数据与模型数据比对,偏差超限时启动溯源机制。建立质量问题闭环处理流程,对检测发现的模型漏洞、纹理错位等问题,明确整改责任与时限,通过多轮迭代优化确保成果达标,提升不动产测绘成果的可靠性与权威性。

3.3.2 成果共享与应用拓展

搭建不动产测绘成果一体化共享应用平台,打破数据壁垒与应用局限。依托云服务架构构建分布式数据库,整合三维模型、权属界线、面积测算等成果,采用标准化数据格式(如CityGML、SHP)实现跨系统兼容。开发WebGIS可视化平台,通过权限分级管理向自然资源、住建、税务等部门开放数据接口,提供在线查询、量算、标注等功能,支持移动端轻量化访问。拓展成果在多领域的深度应用:为不动产登记提供三维权属可视化依据,为城市更新提供建筑现状分析数据,为应急救援提供三维场景模拟支撑,形成“一次采集、多方复用”的成果应用生态。

4 案例分析

4.1 项目概况与实施背景

本研究选取江苏省徐州市郊区某城乡结合部作为典型案例区域,该区域正处于城镇化快速推进阶段,具有典型的不动产测绘需求特征。区域内建筑类型多样,包括传统村落、新建住宅小区、工业园区等多种形态,权属关系复杂且边界模糊。项目采用当前主流的无人机倾斜摄影测量技术体系,旨在构建满足不动产测绘精度要求的三维模型,为当地城乡不动产统一登记、规划建设等工作提供数据支撑。该案例的实施充分考虑了徐州地区特有的地形地貌特征和城乡建设特点,对类似地区的测绘工作具有重要参考价值。

4.2 技术方案与实施过程

项目实施过程中,针对徐州地区的气候条件和地形特点,研究团队制定了专门的技术方案。在数据采集环节,优化了无人机飞行参数和航线规划,采用分区域差异化飞行策略。数据处理阶段,重点解决了老旧建筑纹理复杂、新建小区高层建筑遮挡等技术难点。通过引入智能化的影像处理算法,有效提升了模型重建质量。同时,项目建立了完善的质量控制流程,采用“自动化检测+人工复核”的双重质控机制,确保最终成果满足不动产测绘的精度要求。

4.3 实施成效与经验总结

通过本项目的实施,验证了无人机倾斜摄影测量技术在复杂城乡环境中的适用性。项目成果为徐州市不动产登记管理提供了可靠的基础数据,有效支持了当地城乡规划建设工作的开展。在项目实施过程中积累的经验表明,针对不同区域特点制定个性化的技术方案至关重要。该案例的成功实践,为其他类似地区开展不动产测绘工作提供了有益参考,展现了无人机倾斜摄

影测量技术在城乡不动产管理中的广阔应用前景。未来随着技术的持续发展,该技术将在不动产测绘领域发挥更加重要的作用。

5 结论与展望

5.1 结论

无人机倾斜摄影测量技术在不动产测绘领域展现出显著的应用优势,为行业发展提供了全新的技术路径。本文提出的实践优化策略,从数据采集环节的航线规划与像控点布置,到数据处理阶段的预处理、空三加密及三维建模,再到成果应用中的质量检查与共享拓展,形成了一套完整且具有操作性的技术体系。通过这些系统性优化措施,能够有效解决当前该技术应用中存在的效率偏低、精度不稳定、成果应用受限等问题,充分发挥其快速、高效、数据丰富的特点。实际应用案例也进一步证明,经过优化的无人机倾斜摄影测量技术能够满足不动产测绘的各项要求,为权属界定、房产登记、城市规划等工作提供可靠的基础数据,在行业内具有广泛的推广意义和应用前景。

5.2 展望

未来,随着相关技术的持续进步,无人机倾斜摄影测量在不动产测绘中的应用将更加深入和广泛。在技术层面,无人机平台的稳定性、传感器的精度以及数据处理算法的智能化水平将不断提升,使得测绘成果的质量和处理效率得到进一步提高,同时操作流程也将更加简便易行。在应用领域,该技术将与更多新兴技术实现深度融合,拓展出更为丰富的应用场景,为不动产管理提供从数据采集到成果应用的全链条服务。此外,行业标准和规范的不断完善将为技术应用提供更有力的指导和约束,确保数据质量的一致性和成果的可靠性。通过各方的共同努力,无人机倾斜摄影测量技术将在推动不动产测绘行业转型升级、提升管理效能方面发挥更加重要的作用。

[参考文献]

- [1]张庭.应用无人机倾斜测量技术的农村房地一体调查研究[J].科技资讯,2021,19(03):74-76.
- [2]山克强.基于数字高程模型的岩溶地貌类型划分——以1:50000西南岩溶区地质填图试点为例[J].中国岩溶,2021,40(02):334-345.
- [3]邱峰,刘微微.无人机倾斜摄影的三维重建技术在乡村景观设计中的应用[J].中国建筑装饰装修,2023,(23):65-67.
- [4]万仕平,王静,龙洁,等.消费级无人机大比例尺测图应用技术研究[J].天然气与石油,2020,38(04):125-129.

作者简介:

林天梁(1986—),男,汉族,江苏沛县人,本科,中级工程师,研究方向:测绘技术在不动产登记中的应用;新型基础测绘;三测合一信息化标准;测绘新技术在权籍调查中的应用;一码管地。