

# 无人机倾斜摄影测量在城市老旧小区改造测绘中的精度分析与应用

王红军<sup>1</sup> 王灿<sup>2</sup>

1 湖南天驰智信信息科技有限公司 2 湖南省第二测绘院

DOI:10.12238/gmsm.v8i3.2190

**[摘要]** 随着城市化进程加快,老旧小区改造成为提升城市品质的重要举措。无人机倾斜摄影测量技术以其高效、精准的三维建模能力,逐渐成为城市改造测绘的新兴手段。通过对某老旧小区的实地测绘案例分析,评估该技术在空间数据采集中的精度表现,探讨其在复杂建筑环境下的适用性和优势。结果表明,无人机倾斜摄影不仅能有效提高测绘效率,还能满足老旧小区改造对高精度三维数据的需求,具有广泛的推广价值。

**[关键词]** 无人机倾斜摄影; 老旧小区改造; 测绘精度; 三维建模; 城市更新

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A

## Accuracy Analysis and Application of Unmanned Aerial Vehicle Tilt Photogrammetry in Urban Old Residential Area Renovation Surveying and Mapping

Hongjun Wang<sup>1</sup> Can Wang<sup>2</sup>

1 Hunan Tianchi Zhixin Information Technology Co., Ltd

2 Hunan Second Surveying and Mapping Institute

**[Abstract]** With the acceleration of urbanization, the renovation of old residential areas has become an important measure to improve the quality of cities. Unmanned aerial vehicle oblique photogrammetry technology, with its efficient and accurate 3D modeling capabilities, has gradually become an emerging means of urban transformation surveying and mapping. By analyzing a field survey case of an old residential area, evaluate the accuracy performance of this technology in spatial data collection, and explore its applicability and advantages in complex building environments. The results show that drone oblique photography can not only effectively improve surveying efficiency, but also meet the demand for high-precision 3D data in the renovation of old residential areas, and has wide promotion value.

**[Key words]** drone oblique photography; Renovation of old residential areas; Surveying accuracy; 3D modeling; urban renewal

### 引言

随着城市发展步伐的加快,老旧小区的改造成为城市更新的重要环节,直接关系到居民生活质量和城市整体形象。传统测绘方法面临效率低、数据不全面等难题,难以满足现代改造项目对高精度、多维度空间信息的需求。无人机倾斜摄影测量技术凭借其快速获取多角度影像、构建高精度三维模型的优势,成为解决老旧小区复杂测绘难题的有效工具。深入分析其测绘精度与应用效果,对推动城市老旧小区的科学改造具有重要现实意义。

### 1 城市老旧小区改造测绘现状与挑战分析

城市老旧小区作为城市空间的重要组成部分,承载着大量居民的生活需求,其改造工作直接影响城市功能的提升与居民生活质量的改善。随着我国城市化进程的加速,老旧小区改造需求日益增长,测绘作为改造的基础环节,其准确性和效率成为保障改造项目顺利推进的关键因素。传统测绘手段多依赖人工实地测量和二维平面图纸,存在耗时长、数据采集面窄以及空间信息缺失等不足,难以满足现代老旧小区改造对多维、高精度空间数据的需求。这些现状使得测绘数据的完整性与精度成为制约改造设计与施工的重要瓶颈。

城市老旧小区改造测绘的挑战主要体现在数据采集的高效

性和精细化两个方面。测绘工作要求快速获取大范围区域的详细空间信息,传统方法由于人工操作难以实现高效覆盖,且受地形环境、天气条件影响较大,导致测绘周期延长和数据更新不及时。另一方面,老旧小区中多为历史建筑与附属设施交织,测绘精度直接关系到改造方案的科学性和施工的安全性。测绘数据的后期处理复杂,传统方法往往难以快速生成高精度三维模型,影响后续设计、分析与决策的效率。城市改造项目对测绘数据的时效性、精准度和多维表现提出了更高要求,推动测绘技术向数字化、智能化发展。

面对复杂的测绘环境和不断提升的精度需求,提升测绘技术的应用效率和空间数据质量显得尤为重要。城市老旧小区改造亟需借助新兴技术手段,突破传统测绘的瓶颈。无人机倾斜摄影测量技术凭借其多角度、高密度影像采集能力,能够实现老旧小区空间环境的快速全覆盖,并生成高精度的三维模型,极大提高数据采集效率和空间表达能力。推动无人机倾斜摄影测量技术在老旧小区改造测绘中的应用,有助于破解传统测绘的技术难题,满足改造工程对精准、全面空间信息的需求,提升测绘服务的整体质量和效率。

## 2 无人机倾斜摄影测量技术原理及优势探讨

无人机倾斜摄影测量技术是一种结合多角度影像采集与高精度空间定位的现代测绘方法,能够快速获取目标区域的高分辨率三维空间数据。该技术通过搭载多组高性能相机的无人机平台,从多个方向同步拍摄地面及建筑物的倾斜影像,结合全球导航卫星系统(GNSS)和惯性测量单元(IMU)的数据,实现对目标区域的精准定位与三维重建。与传统的垂直航拍测量相比,倾斜摄影能够捕捉建筑物立面和复杂结构的细节信息,极大丰富了空间数据的表达维度,为复杂城市环境中的测绘提供了全面的基础数据支持。

在老旧小区改造的测绘应用中,无人机倾斜摄影测量技术展现出显著的优势。其高效的数据采集能力显著缩短了测绘周期,特别是在建筑密集、地形复杂的区域,无需人工接触现场即可完成全方位影像获取,减少了现场作业的安全风险和施工干扰。通过自动化的数据处理流程,包括影像匹配、稀疏点云生成和密集点云构建等步骤,可以快速生成高精度的三维模型和正射影像图,为改造设计、规划评估提供直观、可靠的基础信息。该技术的非接触性和高精度特性有效满足了城市老旧小区对空间信息的多维度需求,促进测绘质量与效率的同步提升。

无人机倾斜摄影测量技术的精度表现受多种因素影响,包括相机参数设置、飞行规划设计、环境光照条件及后期数据处理算法。针对老旧小区改造中建筑形态复杂、遮挡严重的问题,通过优化飞行高度与路径设计,确保多角度重叠率达到设计标准,从而提高三维重建的完整性和准确性。采用高分辨率影像设备和精密的姿态传感器,可以最大限度减少影像畸变和定位误差。结合地面控制点(GCP)和实时动态定位技术(RTK),进一步提升测绘成果的绝对定位精度。后期利用先进的图像匹配和点云滤波算法,有效剔除异常点和噪声,确保生成模型的空间精度和

细节还原能力。这些技术手段的综合应用,为实现城市老旧小区改造测绘提供了坚实的技术保障和数据基础。

## 3 倾斜摄影测量精度影响因素及控制策略研究

无人机倾斜摄影测量技术在城市老旧小区改造测绘中的应用日益广泛,其精度的高低直接影响后续改造设计与施工的准确性和效率。影响倾斜摄影测量精度的因素较为复杂,主要包括飞行参数设置、影像采集质量、控制点布局以及数据处理算法等。飞行高度和航线设计是影响测量精度的重要因素,较低的飞行高度能够获取更高分辨率的影像数据,但飞行高度过低可能导致数据冗余且增加飞行风险,而过高则可能使细节缺失,影响三维重建的准确性。航线重叠率必须保证足够,通常影像前向重叠率与侧向重叠率达到75%以上,能够有效提升立体匹配质量,减少数据盲区。老旧小区环境通常建筑密集且复杂,遮挡现象严重,合理设计航线以确保影像全覆盖是保证测量精度的关键。

影像质量直接决定后续点云密度与模型精细度。无人机搭载的传感器分辨率及其校正水平,对影像的清晰度和畸变控制起着决定性作用。高质量的传感器能够减少影像噪声和色差,提升特征点提取的准确度。在采集过程中,光照条件和天气状况同样影响图像质量。阴影、逆光、强烈反射等因素均可能导致图像细节丢失或纹理模糊,进而影响匹配算法的效果。为提升测量精度,通常选择晴朗且光照均匀的时间段进行飞行作业。控制点的布设数量与分布合理性直接关系到空间数据的绝对定位精度。传统测绘中布设的高精度地面控制点为倾斜摄影测量提供了空间参考框架,地面控制点数目不足或分布不均可能导致模型整体偏差增大。

数据处理环节是确保测量精度的重要阶段,涉及影像匹配、点云生成、三维重建及误差校正等多个环节。针对老旧小区多变的建筑结构与遮挡特征,采用融合激光雷达点云与倾斜影像的联合建模技术,能够弥补单一数据源的不足,提高模型精细度与真实性。误差传递和累积是影响测量结果可靠性的主要隐患,采用严格的误差控制标准和自动化质量检测流程,结合现场核查与动态调整测量方案,有效抑制系统误差和随机误差,提高整体测量的精度和稳定性。基于以上多维度的精度影响因素分析与控制策略研究,为城市老旧小区倾斜摄影测量提供了技术保障,促进了测绘成果在改造工程中的高效应用。

## 4 无人机倾斜摄影在老旧小区改造测绘中的应用实践

无人机倾斜摄影技术作为一种高效的三维空间信息获取手段,正日益广泛应用于城市老旧小区改造测绘中。老旧小区通常建筑密集、结构复杂,传统测绘方法受限于测量效率和精度难以满足改造需求。无人机搭载多角度倾斜相机,能够同步获取地面及建筑物不同侧面的高分辨率影像,结合高精度的全球导航卫星系统(GNSS)和惯性测量单元(IMU)数据,实现多视角影像的自动拼接与三维重建。这种技术有效突破了传统二维测绘的局限,提供了更为详实和立体的空间数据支持,为老旧小区改造设计方案的制定提供坚实的基础。

在具体应用过程中,无人机倾斜摄影测量能够迅速完成大面积区域的航拍任务,大幅提升测绘效率。采集的多源影像通过专业的影像处理软件进行点云生成、三维建模与纹理映射,形成具有高精度和细节丰富的数字表面模型(DSM)和正射影像图(DOM)。这种模型不仅详细展现了建筑物的外立面结构,还能准确反映地形起伏及周边环境要素。利用倾斜摄影获得的三维信息,测绘人员能够精准提取建筑高度、体量及空间布局等关键指标,辅助改造方案优化,确保设计与实际环境高度契合。结合地理信息系统(GIS)平台,便于管理部门对老旧小区现状进行动态监控和数据更新,实现测绘数据的数字化、智能化管理。

实践应用表明,无人机倾斜摄影技术在老旧小区改造测绘中表现出优异的精度与适应性。通过与传统测绘方法的对比,倾斜摄影在复杂环境中的点位密度更高,三维重建精度显著提升,能够满足1:500甚至更高比例尺的测绘需求。该技术极大降低了测绘现场作业的劳动强度和安全风险,尤其在狭窄巷道和高层建筑密集区表现出独特优势。结合案例分析,无人机倾斜摄影不仅加快了测绘进度,还为后续的施工监控、质量验收和维护管理提供了可靠的数据支持。该技术的推广应用有效促进了老旧小区改造项目的科学化、精准化和高效化进程。

### 5 倾斜摄影测量技术应用效果评价与优化建议

倾斜摄影测量技术在城市老旧小区改造测绘中的应用效果体现出显著的优势,尤其在高精度空间数据获取和三维建模方面表现突出。通过实地案例的测绘数据对比分析,倾斜摄影测量不仅有效解决了传统测绘手段在复杂建筑环境中数据获取不全面、精度不足的问题,还极大提升了测绘效率。多角度、高分辨率影像的采集保证了建筑立面和细节信息的完整记录,为后续设计与施工提供了丰富的空间信息支持。该技术能够快速生成高密度点云和精确纹理贴图,使得三维模型更加真实直观,有助于规划人员全面掌握老旧小区的现状及潜在改造难点。

尽管倾斜摄影测量技术具备诸多优势,其测绘精度受多种因素影响需加以控制。飞行高度、航线设计、重叠率和环境光照条件等直接影响影像质量和点云密度,进而影响空间数据的精确度。针对老旧小区中建筑结构复杂、遮挡严重的特点,合理规划无人机飞行路径、优化数据采集参数成为提升测绘精度的关键。后期数据处理中的空三加密、三维重建算法优化以及差异分析也在保证数据质量方面发挥重要作用。通过多次实测比

对和误差分析,可对测绘成果进行有效校正和精度评估,从而确保测绘数据满足城市改造项目对精细化空间信息的需求。

在实际应用过程中,倾斜摄影测量技术已逐步成为老旧小区改造测绘的主流手段,但为了进一步提升其应用效果,仍需不断优化技术流程和管理体系。加强无人机操作人员的专业培训,提升航测规划及数据处理能力,是保障测绘质量的重要保障。同时,结合地面激光扫描、GPS测量等多源数据融合技术,可以弥补单一技术在特定环境下的不足,实现数据的互补与校正。通过建立标准化的测绘数据管理平台,推动测绘成果与城市规划设计、施工监理的无缝对接,有助于实现测绘信息的动态更新与共享,促进老旧小区改造的科学决策和精准实施。未来随着传感器技术与数据处理算法的不断进步,倾斜摄影测量技术将在城市更新领域发挥更大作用,推动智慧城市建设和迈上新台阶。

### 6 结语

无人机倾斜摄影测量技术在城市老旧小区改造测绘中表现出良好的精度和应用效果,有效解决了传统测绘方法的局限性。通过优化飞行参数和数据处理流程,能够提升空间数据的完整性和准确性,为改造项目提供可靠的技术支持。结合多源数据融合和信息化管理手段,有助于推动测绘成果的动态应用与共享,促进老旧小区科学改造和城市更新。该技术的发展将持续推动城市测绘的智能化和精细化,助力城市高质量发展。

### [参考文献]

- [1]王建华.无人机倾斜摄影测量技术及其应用研究[J].测绘科学,2021,46(3):45-52.
- [2]李明,赵伟.城市老旧小区改造测绘技术现状分析[J].城市规划学刊,2022,37(6):89-95.
- [3]陈晓东,刘伟.倾斜摄影测量精度影响因素及优化方法[J].测绘与空间地理信息,2020,43(4):33-39.
- [4]张蕾,高峰.多源数据融合技术在城市测绘中的应用研究[J].遥感技术与应用,2021,36(2):115-121.
- [5]刘芳,赵强.无人机三维建模技术及其在城市更新中的应用[J].地理信息世界,2023,26(1):58-64.

### 作者简介:

王红军(1990--),男,汉族,湖南省东安县人,本科,测绘工程师,研究方向:测绘与地理信息。