

# 无人机摄影技术在城市不动产测绘中运用

文 / 杨亚军 阜阳市不动产测绘中心有限公司

**摘要：**随着我国城市化进程进入高质量发展阶段，城市不动产作为核心资产，其管理需求已从“基础登记”向“精细化确权、动态化监管、智能化服务”升级，无论是全域不动产统一登记的深化推进、大规模城市更新的精准实施，还是违建行为的早发现早处置，均对测绘成果的精度、效率与场景适配性提出更高要求。因此，本文对无人机摄影技术在城市不动产测绘中的应用价值展开分析，并对其具体应用进行研究，以此来加强无人机摄影技术在城市不动产测绘中的应用，从而促进其发展。

**关键词：**无人机摄影技术；城市；不动产测绘

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.123

## 引言

无人机摄影技术凭借“低空灵活作业、多维度数据采集、自动化建模”的核心优势，逐步成为城市不动产测绘的新型技术载体，其搭载的五镜头倾斜相机可捕捉建筑多角度影像，结合RTK/PPK高精度定位与空中三角测量技术，能在2-3天内完成传统模式10天的工作量，界址点点位中误差可控制在±5cm内，同时输出数字正射影像、三维实景模型等多元成果，既解决了“人工无法触及”的场景限制，又满足了权属确权、拆迁核算等对精度的严苛要求。

## 一、无人机摄影技术在城市不动产测绘中的应用价值

### （一）提升测绘作业效率

单架次无人机在一日内可完成0.5-2km<sup>2</sup>测区的数据采集，相比传统全站仪与RTK组合的“逐点测量”模式，效率提升5-8倍，且只需2人即可启动作业，与传统3至5人团队的人力配置相比，人力投入降低至原本的30%-50%，尤其适配大面积新区测绘与旧改片区批量作业的情境，杜绝人工攀爬、涉水等耗时且高风险的操作。

在内业操作阶段，通过Smart3D、ContextCapture等自动化软件，可实现影像自动空三解算、密集匹配及三维建模，将传统人工绘图成果生成周期从3-5天缩短60%以上，例如：1km<sup>2</sup>测区三维模型的构建仅需12-24小时，还能自动提取界址点坐标、房屋面积等核心要素，降低人工读数与绘图的重复性劳动。

### （二）保障测绘精度

通过RTK/PPK双模定位技术结合五镜头倾斜摄影系统，运用空中三角测量解算，可精准将界址点点位中误差控制在±5cm内，精准契合《地籍调查规程》中二级不动产测绘精度标准，避免传统人工手持仪器测量时因读数偏差、环境干扰产生的主观误差。

由无人机构建的三维实景模型，分辨率可达0.01-0.05m，可将房屋立面纹理、门窗位置、阳台与飘窗形态等细节清晰还原，依靠模型切面测量、距离测算等功能，能精准获取房屋边长、层高、阳台进深等关键参数，为全封闭与半封闭阳台的区分及产权面积核算提供客观数

据支持，无需依赖人工入户丈量的主观模糊判断。针对城市高密度建筑区、老旧小区等复杂场景，无人机通过多频段GNSS融合、IMU辅助定位技术处理信号遮挡问题，结合局部补测方案，可杜绝传统测绘中“漏测高层外立面、错测隐蔽区域”的精度问题，实现测区全域精度一致。

### （三）适配城市多样测绘需求

针对老城区、城中村等高密度建筑分布区，通过“分层航摄+多角度倾斜影像”技术，实现对人工难以抵达的建筑间隙及高层外立面区域的覆盖，避免传统测绘“漏测、错测”的风险，以此来满足密集住宅、临街商铺的批量测绘需求；针对屋顶、院落、河道旁界桩等隐蔽地带，无人机低空飞行可直接采集影像数据，无需搭建脚手架或涉水作业，减少人工测绘面临的安全风险，实现这类特殊区域的精准测绘。

针对应急场景，如违建快速核查、灾后不动产现状测绘等，无人机在30分钟内即可抵达现场，1-2小时内完成局部区域的数据采集，当天即可生成数字正射影像与简易三维模型，满足“快速响应”需求；无人机依据不同业务场景输出多元成果。权属确权需高精度界址点坐标，旧改普查需全片区房屋相关统计数据，规划审批需三维实景模型，无人机借助技术调整可同步满足这些需求，无需反复进场作业，既契合城市不动产测绘从“单点测量”到“全域普查”的尺度演进，也覆盖从“权属登记”到“违建监管”的业务边界，大幅提升城市不动产测绘的场景适应能力与整体作业成效。

## 二、无人机摄影技术在城市不动产测绘中的具体应用

### （一）在权属调查与确权测绘中的应用

针对城市中临街商铺外墙顶部界桩、河道沿岸界址点、高层住宅天台权属边界等人工攀爬风险高、涉水作业难度大或难以到达的区域，无人机配备五镜头倾斜相机及PPK定位模块，利用多角度影像采集结合空中三角测量解算，可直接得出界址点三维坐标，点位中误差稳定控制在±5cm内，既排除了人工操作的安全隐患，从而避免了传统仪器读数偏差造成的精度问题<sup>[1]</sup>。

借助无人机构建1:500三维实景模型，让工作人员

无需逐户入户测量，便能直观提取房屋层数、结构类型、阳台与飘窗形态等核心属性。例如：利用模型切面精确测量阳台进深与封闭情况，以《房产测量规范》为依据区分“全封闭阳台按全面积计算、半封闭阳台按一半面积计算”，高效完成高层住宅、密集商铺等批量房产属性采集与产权面积核算工作，大幅降低对居民生活的干扰。

针对邻里间出现的墙体归属、院落边界划分等权属争议，无人机可迅速获取高分辨率数字正射影像与三维模型，影像带有精确的拍摄时间及地理位置水印，可清晰呈现争议区域的现状形态与空间关联，替代传统手绘草图的模糊表述，为权属纠纷调解、司法裁决提供客观且具公信力的可视化证据，切实压缩争议处理周期，提高确权测绘的效率及权威性。

### （二）在城市规划与土地利用中的应用

在城市规划与土地利用管理中，无人机测绘集成高光谱成像、热红外扫描及激光雷达传感器，可采集地面几何信息，还能分析地表覆盖与土地利用状况。LiDAR

发射接收激光脉冲，精准测量地形起伏与植被高度，生成高密度点云构建精细三维模型，评估容积率、日照影响及视线通廊等指标。如图 1 所示。图片源自网络。



图 1 激光雷达传感器

高光谱、热红外影像分别揭示地物光谱特性与热量分布，助力识别土地覆盖类型、监测环境污染，支撑生态敏感区保护、污染治理及城市热岛研究。多源数据融合至 GIS 平台，经空间分析与模拟，支持土地适宜性分析、功能区划分及发展预测。如图 2 所示。图片源自网络。



图 1GIS 平台

无人机定期巡航，实时追踪违法建设及土地退化，为执法提供即时证据，保障规划执行。该动态监测机制结合大数据与 AI，提升规划灵活性与响应速度，推动土地可持续利用，夯实智慧城市建设基础<sup>[2]</sup>。

### （三）在违建动态监测中的应用

针对城市核心区、历史风貌区、城乡结合部等违建高发区域，工作人员可制订每周一次的固定航线巡查计划，无人机凭借预设路径开展低空飞行，其搭载的高分辨率相机可捕捉每平方米区域的细节变化，进而生成数字正射影像及三维模型；利用 AI 算法将当期影像与历史基线数据对比，自动筛选新增建筑物，标明疑似违建区域的位置及形态，覆盖范围与人工巡查相比扩大 3-5 倍，漏查率降低到不足 1%。

一旦接到违建举报，无人机可在 30 分钟内赶赴现场，借助实时图传功能将现场影像传输到指挥中心，同时开

展多角度倾斜摄影，迅速构建出违建区域的三维模型，精准测定违建的长、宽、高及体积；所有影像均附带拍摄时间与经纬度水印，模型存有完整的空间坐标信息，从而直接成为城管部门下达《责令整改通知书》的核心依据，避免违建方“突击拆除”引发的取证失效问题。

## 三、加强无人机摄影技术在城市不动产测绘中的应用措施

### （一）搭建高效数据处理与共享平台

平台应整合外业数据接收、内业智能处理、成果管理与共享三大核心模块，首先在数据接收环节实现无人机采集数据的“自动接入与预处理”。在外业飞手完成作业时，原始影像、POS 数据借助 4G/5G 网络自动上传到平台，系统通过预设算法自动完成影像畸变的校正和曝光均匀化处理，无需人工逐批次导入，同时生成囊括飞行时间、航高、重叠率的“数据质量初检报告”，实

时对不合格数据提醒补飞，从源头避免后期返工<sup>[3]</sup>。

内业处理模块须集成 Smart3D、ContextCapture 等建模软件的核心功能，且配备 GPU 集群加速系统，针对城市 1km<sup>2</sup> 测区的三维建模需求，采用分块建模技术结合并行计算，使传统 3-5 天的处理周期缩短至 12-16 小时；同时嵌入 EPS 要素提取插件，模型生成后便自动识别房屋轮廓及界址点位置，工作人员无需切换软件即可实现坐标解算与属性标注，直接产出符合《地籍调查规程》的界址点成果表及宗地图，有效减少人工操作环节。

在共享层面还应打破“数据孤岛”，平台需与不动产登记系统、城市更新管理平台、城管执法系统达成接口对接，如不动产登记人员可通过平台直接调取对应房产的三维模型，对比登记面积与实景尺寸；在旧改项目中，拆迁办可实时获取测区 DOM 与模型，用以划定拆迁范围及核算补偿面积；在违建监测期间，城管部门可获取不同时期的影像进行对比，查看疑似违建是否有变化。

### （二）建立成果质量分级与抽检机制

针对成果质量分级，应结合城市不动产测绘的不同应用场景制定差异化标准，以界址点点位中误差及面积测算误差作为核心指标，将成果精准划分为 A、B、C 三级：A 级成果对界址点点位中误差要求  $\leq \pm 3\text{cm}$ ，面积测算误差要求  $\leq \pm 1\%$ ，主要适配权属确权、拆迁补偿面积核算等精度要求极高的场景，需采用“PPK 定位 + 加密像控点”技术方案；B 级成果要求界址点点位中误差  $\leq \pm 5\text{cm}$ ，面积测算误差  $\leq \pm 2\%$ ，通过用于常规不动产登记及房屋属性采集，利用“RTK 定位 + 标准像控点”方案；C 级成果要求界址点点位中误差不超过  $\pm 7.5\text{cm}$ ，面积测算误差不超过  $\pm 3\%$ ，主要针对违建初步排查、旧改片区房屋数量统计等精度要求较低的场景，简化像控点布设，通过分级明确技术方案及应用边界，实现“精度与成本平衡”。

在抽检机制设计上，应明确界定“第三方主导、随机抽样、实地复核”的原则：由获自然资源部门认可的第三方检测机构开展抽检工作，每完成一个无人机测绘项目，需从成果中随机抽取 10% 的界址点及 5% 的房屋面积，借助“RTK 静态测量”方式开展实地复核；针对界址点，检查实测坐标与成果坐标的偏差；针对房屋面积，通过实地丈量外墙尺寸及核算套内面积，检验成果精准度<sup>[4]</sup>。

值得注意的是，若抽检中单个项目不合格率超 5%，则判定此项目成果不合格，要求测绘单位重新开展外业采集与内业处理，且重新作业后需再次抽检；若同一测绘单位连续 2 个项目未达标，需暂停其参与城市不动产测绘项目的资格，要求限期整改并安排技术培训，形成“抽检 - 整改 - 复核 - 追责”的闭环管理流程。

### （三）优化测绘空域审批流程

优化测绘空域审批流程是破除无人机在城市不动产测绘中“起飞难、审批繁”瓶颈的关键举措<sup>[5]</sup>。需围绕“空域资源整合、审批效率提升、多部门协同”构建适配测

绘业务需求的空域管理体系，既要保障低空飞行安全，又要满足不动产测绘“高效、应急”的作业特性。为此，应协助地方政府牵头划定“城市测绘专用低空空域池”，结合城市建成区范围及测绘需求密度，在主城区、近郊旧改片区等关键区域，划定 20-30 个、高度 100-300 米的固定作业空域，这些空域远离机场净空区、军事管理区等敏感区域，防止与民航客机、通航飞机等高空飞行活动发生冲突；空域使用规则予以明确，例如单次作业时长不超过 4 小时，同一空域同一时段仅允许 1 架测绘无人机开展作业，从根本上规范空域使用秩序。

搭建“线上空域审批一站式平台”，整合空管、自然资源、公安、城管等部门的审批权限，测绘单位无需前往多个部门线下办理，只需通过平台提交电子申请材料。包括测区范围、作业时间、无人机型号与飞手资质、应急预案等，平台依托智能审核系统自动核查材料完整性，符合专用空域池规则且无冲突的申请，实现“4 小时内自动审批放行”；涉及跨空域池作业申请，系统自动触发多空域协同审核流程，平台协调相关空域管理部门同步开展核验，将审批时限压缩至 8 小时内，彻底打破传统“提交纸质材料、3 个工作日内回复”的低效模式。

针对应急测绘场景，平台开通“应急审批绿色通道”，测绘单位提交申请时标注“应急”标识，可凭飞手资质证明与测区简要说明先行作业，事后 24 小时内补全材料，确保“30 分钟内响应、1 小时内可起飞”，避免因审批延误错过最佳取证时机。

### 结语

总而言之，随着 AI 自动识别界址点、倾斜摄影与激光雷达融合等技术的发展，以及空域管理、数据安全等配套制度的完善，无人机摄影技术将进一步突破场景限制，从“单一测绘工具”升级为“不动产全生命周期管理的数据中枢”，深度融合 BIM/GIS 技术支撑智慧城市不动产的精细化管理，为城市高质量发展提供更高效、精准的空间数据服务。

### 参考文献

- [1] 秦勇智, 孙晓英, 董艳云. 基于无人机摄影的城市不动产测绘技术研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (10): 49-51.
- [2] 欧念坤, 廖丽霞, 魏晓杰, 等. 无人机倾斜摄影技术在农村不动产测绘中的研究与应用 [J]. 工程勘察, 2025, (09): 63-69.
- [3] 刘魁德. 基于无人机摄影的城市不动产测绘技术研究 [J]. 现代工程科技, 2024, 3(24): 62-65.
- [4] 张学鑫. 基于无人机倾斜摄影技术的农村不动产测绘研究 [J]. 科技资讯, 2024, 22(09): 136-138.
- [5] 徐小芹, 程帆, 周勇, 等. 无人机倾斜摄影技术在农村不动产测绘中的应用研究 [J]. 科技资讯, 2024, 22(08): 22-24.