

# 测绘工程测量中无人机遥感技术运用分析

宋蔚然

山东中鲁技术服务集团有限公司 山东 菏泽 274000

**摘要:** 无人机遥感技术凭借其监测范围广、数据精度高、信息处理迅速、环境适应性强等优势,在测绘工程测量中发挥重要作用。该技术可突破复杂地形限制,快速获取高分辨率影像与三维空间数据,满足地形测绘、土地利用监测、灾害应急评估等需求。其与卫星遥感、BIM等技术的融合应用,进一步提升了测绘效率与成果质量,成为推动测绘工程向信息化、智能化转型的关键技术支撑。

**关键词:** 测绘工程测量; 无人机遥感技术; 运用

引言: 随着测绘工程向高精度、高效率、全覆盖方向发展,传统测绘手段在复杂地形、动态监测等场景中逐渐显现局限性。无人机遥感技术凭借其灵活部署、实时数据获取及多传感器协同能力,成为破解测绘难题的重要工具。其不仅能快速获取高分辨率影像与三维空间数据,还可通过智能化处理实现动态监测与应急响应,为地形测绘、土地利用、灾害评估等领域提供精准技术支撑。本文系统分析其技术原理、应用场景及优化方向,以推动测绘工程智能化升级。

## 1 无人机遥感技术基础理论

### 1.1 无人机遥感系统组成

(1) 飞行平台: 作为系统核心载体,主要分为多旋翼、固定翼、垂直起降复合型三类。多旋翼无人机具备低空悬停能力,适配近距离精细观测;固定翼无人机续航时间长、覆盖范围广,适用于大范围遥感监测;垂直起降复合型则融合两者优势,兼顾灵活起降与广域作业需求。(2) 传感器类型: 是信息获取的关键部件,包含光学相机、LiDAR、多光谱/高光谱传感器及SAR(合成孔径雷达)。光学相机用于获取高清可见光影像;LiDAR可精准测量三维空间信息;多光谱/高光谱传感器能捕捉地物光谱特征;SAR具备全天候、全天时作业能力,不受云雨遮挡影响。(3) 数据处理与分析系统: 涵盖POS系统、影像拼接及三维重建软件。POS系统实现飞行姿态与位置精准定位;影像拼接软件将多幅零散影像融合为完整区域影像;三维重建软件基于影像或点云数据构建地物三维模型<sup>[1]</sup>。

### 1.2 技术核心原理

(1) 低空摄影测量原理: 通过无人机搭载相机从低空多角度拍摄地物,利用摄影测量学原理,结合影像的几何关系与POS数据,实现地物平面位置与高程信息的精准解算。(2) 多传感器协同工作机制: 不同类型传感器

同步或异步采集数据,通过数据融合技术,互补单一传感器的局限性,提升信息获取的全面性与准确性。(3) 数据实时传输与处理流程: 传感器采集的数据经机载设备压缩编码后,通过无线通信链路实时传输至地面站,地面系统快速完成数据解码、预处理与初步分析,为后续应用提供及时数据支撑。

### 1.3 技术优势与局限性

(1) 优势: 一是灵活性强,可适应复杂地形与狭小空间作业;二是影像分辨率高,能捕捉地物细微特征;三是快速响应,可快速部署完成应急监测等任务;四是成本效益优,相较于传统遥感平台,运营与维护成本更低。(2) 局限性: 受电池技术限制,续航能力较弱,制约长时间作业;受环境因素影响,数据精度易波动;在强风、暴雨等复杂环境下,作业安全性与稳定性难以保障,适应性不足。

## 2 测绘工程测量中无人机遥感技术关键运用

### 2.1 地形测绘与三维建模

(1) 无人机在山区、水域等复杂地形中的测绘案例: 在山区地形测绘中,针对传统测绘设备难以抵达的陡峭坡体、峡谷等区域,无人机可搭载LiDAR传感器与光学相机协同作业,快速获取高精度点云数据与影像数据,完成地形等高线绘制与地表纹理提取,例如在西南山区公路选线测绘中,无人机仅需3天即可完成传统测绘团队15天的作业量,且数据精度满足1:500比例尺测绘要求;在水域测绘中,无人机可配合水下探测设备,实现河湖岸线、水域面积及水下地形的一体化测绘,有效解决了传统水上测绘效率低、安全风险高的问题,如某湖泊生态保护测绘项目中,无人机精准获取了岸线变迁数据与水域深浅分布信息,为生态修复方案制定提供了数据支撑<sup>[2]</sup>。(2) 基于倾斜摄影的三维城市建模技术: 通过无人机搭载多视角倾斜相机,从垂直、倾斜等多个角

度采集城市地物影像，结合POS定位数据与影像匹配技术，生成高密度点云数据，再通过三维建模软件构建包含建筑、道路、植被等要素的精细化三维城市模型。该技术突破了传统正射影像二维表达的局限，可实现城市空间信息的立体化呈现，广泛应用于城市规划、不动产登记等领域。例如在某城市旧区改造项目中，基于倾斜摄影的三维模型清晰展现了旧建筑的结构形态与周边环境关系，为改造方案设计、拆迁量核算提供了精准的空间参考。

## 2.2 土地利用与动态监测

(1) 土地覆盖分类与变化检测：依托无人机高分辨率影像，结合机器学习算法可实现耕地、林地、建设用地等土地覆盖类型的精准分类，分类精度可达90%以上。在耕地保护监测中，无人机可定期巡查耕地范围，及时发现违法占用耕地、耕地撂荒等问题，通过对比不同时期的影像数据，量化耕地面积变化情况；在城市扩张监测中，通过连续多年的无人机遥感数据比对，可精准捕捉城市建成区的扩张边界、扩张速度及扩张方向，为城市规划调整与空间管控提供依据，如某城市群发展监测项目中，无人机遥感数据清晰反映了近10年城市建设用地的扩张轨迹，为区域协调发展制定提供了关键支撑。(2) 无人机与卫星遥感数据融合应用：无人机遥感具有高分辨率、高时效性的优势，但覆盖范围有限；卫星遥感覆盖范围广、宏观性强，但分辨率相对较低。两者数据融合可实现优势互补，通过卫星遥感数据锁定监测区域的宏观变化趋势，再利用无人机遥感对重点区域进行精细化核查。例如在国土空间规划监测中，先通过卫星影像发现某区域土地利用异常变化，再部署无人机进行近距离精准拍摄，核实变化地块的具体用途、面积及变化原因，大幅提升了监测工作的效率与精度<sup>[3]</sup>。

## 2.3 灾害应急测绘与评估

(1) 地震、滑坡、洪水等灾害的快速响应与损失评估：灾害发生后，无人机可在短时间内快速部署，突破交通中断、地形破坏等障碍，获取灾害区域的实时影像与点云数据。在地震灾害中，无人机可精准测绘房屋倒塌范围、道路损毁程度，为灾情评估与救援路线规划提供数据支持；在滑坡灾害监测中，通过对比灾害前后的地形数据，可量化滑坡体的位移量、体积，评估灾害影响范围；在洪水灾害中，无人机可快速测算淹没面积、淹没深度，为受灾人口统计与救灾物资调配提供依据。(2) 实时数据传输与决策支持系统：无人机搭载的实时传输设备可将采集的影像、定位数据同步传输至应急指挥中心，结合地理信息系统(GIS)构建应急决策平台。

指挥人员通过平台可直观掌握灾情动态，快速生成灾害评估报告、救援方案等，实现救灾工作的精准决策与高效部署。例如某地区洪水灾害中，无人机实时传回的淹没区域影像，帮助指挥中心在1小时内完成受灾范围划定与救援力量调配，大幅提升了应急处置效率。

## 2.4 工程测量与施工管理

(1) 道路、桥梁、建筑等工程的施工进度监测：在道路工程施工中，无人机可定期对施工路段进行航拍，通过影像比对分析路基铺设、路面浇筑等施工工序的进度情况，及时发现施工滞后问题；在桥梁建设中，无人机可从多角度拍摄桥梁主体结构，监测桥墩浇筑、桥面架设等施工质量与进度；在建筑工程中，通过无人机航拍数据构建施工场地三维模型，对比设计图纸与实际施工情况，实现对建筑楼层建设、基坑开挖等环节的精准监测，保障施工按计划推进<sup>[4]</sup>。(2) 无人机在BIM中的集成应用：将无人机获取的实景三维数据与BIM模型进行融合，可实现施工过程的可视化管理。通过对比实景数据与BIM设计模型，及时发现施工偏差并进行整改；在工程运维阶段，融合无人机遥感数据的BIM模型可直观呈现建筑结构损耗、设备运行状态等信息，为运维方案制定提供精准支撑，例如某大型商业综合体建设项目中，无人机与BIM的集成应用有效降低了施工偏差率，提升了工程管理效率。

## 3 测绘工程测量中无人机遥感技术优化与创新方向

### 3.1 提高数据精度的技术路径

(1) 传感器标定与误差补偿方法：针对无人机搭载传感器在作业中易受环境干扰、设备老化等因素影响产生误差的问题，需建立全流程标定体系。通过实验室精准标定与野外现场标定相结合的方式，明确传感器参数偏差规律；同时研发动态误差补偿算法，实时修正飞行姿态变化、光照波动等带来的测量误差，显著提升数据采集的稳定性与精准度，为高精度测绘成果输出筑牢基础。(2) 多源数据融合算法：重点突破LiDAR与光学影像、SAR等多源数据的融合技术瓶颈。利用LiDAR高精度三维定位优势与光学影像丰富纹理信息的互补性，通过深度学习融合算法实现点云数据与影像像素的精准匹配，优化三维建模的细节表现力；同时构建自适应融合模型，应对不同地形、环境下的数据源差异，进一步提升综合数据的解译精度与应用价值。

### 3.2 智能化与自动化升级

(1) AI驱动的目标识别与分类：依托深度学习、计算机视觉等AI技术，训练针对测绘场景的目标识别模型，实现对建筑物、道路、耕地等典型地物的自动

识别、提取与分类。摆脱传统人工解译的低效依赖,提升数据处理效率,同时降低人为误判风险,为土地利用监测、工程核查等工作提供快速精准的技术支撑。(2) 无人机群协同作业与路径规划优化:研发多无人机协同控制技术,实现集群在复杂测绘区域的分工协作,扩大作业覆盖范围、提升作业效率;基于地形语义信息与实时环境数据,优化路径规划算法,实现障碍物自动规避、作业区域全覆盖且重复率最低的路径生成,保障无人机群作业的安全性与经济性<sup>[5]</sup>。

### 3.3 标准化与规范化建设

(1) 行业技术标准缺失问题与对策:针对当前无人机测绘在设备选型、作业流程、数据精度评定等方面标准不统一的问题,需由行业主管部门牵头,联合科研机构、企业制定全链条技术标准。明确不同比例尺测绘对应的设备参数要求、作业流程规范及成果验收指标,推动行业技术应用的规范化发展,解决市场乱象与成果互认难题。(2) 数据安全性与隐私保护机制:建立无人机测绘数据全生命周期安全管理体系,从数据采集、传输、存储到应用环节,部署加密防护技术;明确数据使用权限与边界,规范涉密地理信息数据的处理流程;同时完善相关法律法规,加大对数据泄露、滥用行为的惩处力度,保障国家地理信息安全与公民隐私。

## 4 测绘工程测量中无人机遥感技术的挑战与未来发展趋势

### 4.1 当前面临的主要挑战

(1) 技术层面:续航能力不足仍是核心瓶颈,传统锂电池支撑的作业时长难以满足大范围、长周期测绘需求;复杂环境下抗干扰能力薄弱,强电磁、恶劣气象条件易导致传感器数据失真、通信中断;同时,高分辨率数据采集伴随大量冗余信息,现有处理技术难以实现高效筛选与精简,制约数据处理效率。(2) 管理层面:空域管理体系不完善,无人机测绘作业空域审批流程繁琐、周期长,影响应急测绘等时效性强的任务开展;相关法律法规滞后于技术发展,对无人机作业边界、责任界定等缺乏明确规范;专业人才缺口显著,兼具测绘专业知识与无人机操作、数据处理技能的复合型人才供给

不足,阻碍技术推广应用。

### 4.2 未来发展方向

(1) 5G/6G通信技术赋能实时传输:依托5G/6G高带宽、低延迟的通信优势,实现无人机测绘数据的超高速实时传输,打破传统数据传输的时空限制,为远程操控、实时决策提供稳定数据支撑,尤其提升应急测绘、动态监测等场景的响应效率。(2) 氢能源无人机与长航时解决方案:研发氢能源动力系统替代传统锂电池,大幅提升无人机续航能力,结合轻量化机身设计与节能控制技术,实现长航时、大范围连续测绘作业,破解复杂区域测绘的续航难题。(3) 元宇宙与数字孪生中的深度应用:推动无人机遥感技术与元宇宙、数字孪生技术深度融合,通过高精度实景三维数据采集与建模,构建真实世界的数字映射体,为国土空间规划、工程全生命周期管理、智慧城市等领域提供沉浸式、可视化的决策与管理支撑。

### 结束语

无人机遥感技术以其高效、灵活、精准的优势,已成为测绘工程测量领域不可或缺的工具,显著提升了地形测绘、动态监测及应急响应的能力。随着传感器精度提升、智能化算法优化及5G通信等技术的融合,其应用边界将持续拓展。未来,需进一步突破续航、抗干扰等瓶颈,完善行业标准与人才培养体系,推动无人机遥感技术向更高精度、更广场景、更智能化的方向演进,为测绘工程高质量发展提供强劲动力。

### 参考文献

- [1]卢灏璇.测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].视界观,2020,(12):323-324.
- [2]闫峰.测绘工程测量中无人机遥感技术的运用[J].明日,2021,(08):126-128.
- [3]王建辉.测绘工程测量中无人机遥感技术[J].中国科技投资,2022,(08):122-124.
- [4]欧阳凯.基于测绘工程测量中无人机遥感技术运用[J].工程建设与设计,2022,(22):96-98.
- [5]吴昌程.无人机遥感测绘技术在测绘测量中的应用[J].工程建设与设计,2023,(23):142-144.