

# 无人机航测技术在新型基础测绘中的应用

孟祥港

江苏易图地理信息科技有限公司 江苏 扬州 225000

**摘要:** 无人机航测技术凭借高效、灵活、低成本等优势,在新型基础测绘中发挥重要作用。本文概述了无人机航测的技术原理、系统组成及特点,重点分析其在地形测绘、地籍测绘、城市测绘、生态环境监测和灾害应急测绘等领域的具体应用,探讨了技术稳定性不足、复杂环境适应性差、数据处理难度大及成本控制压力大等挑战,并提出提升技术稳定性、增强环境适应能力、优化数据处理流程及降低成本等应对策略,为新型基础测绘工作提供参考。

**关键词:** 无人机; 航测技术; 新型基础; 测绘应用

**引言:** 随着新型基础测绘体系的构建,对地理信息数据的获取效率、精度及实时性提出了更高要求。无人机航测技术作为一种新兴的空间信息获取手段,具有机动灵活、作业成本低、受地形限制小等特点,能够快速获取高分辨率影像及三维地理信息,有效弥补了传统测绘技术在复杂区域、应急场景等方面的不足。本文在阐述无人机航测技术原理、系统组成及技术特点的基础上,深入分析其在地形、地籍、城市测绘及生态环境监测、灾害应急等新型基础测绘领域的应用实践,针对技术应用中面临的挑战提出应对策略,旨在为推动无人机航测技术在新型基础测绘中的规范化、高效化应用提供理论与实践支持。

## 1 无人机航测技术概述

### 1.1 技术原理

无人机航测技术以无人驾驶飞行器为飞行载体,集成全球导航卫星系统、惯性测量单元及高分辨率遥感设备等核心组件,通过预设航线或实时遥控方式完成数据采集。其核心机制在于借助空中多角度成像与定位定姿技术,获取目标区域的高重叠度影像,再通过摄影测量算法计算影像间的相对位置关系,进而构建三维点云模型、数字正射影像、数字高程模型等标准化测绘成果。该技术深度融合遥感、地理信息系统及自动化控制技术,实现从数据获取到成果输出的全流程自动化处理,有效摆脱了传统测绘对人工操作的高度依赖,为测绘工作提供了更高效的技术路径。

### 1.2 系统组成

无人机航测系统主要由飞行平台子系统、任务载荷子系统和地面控制子系统构成。飞行平台子系统包含多旋翼、固定翼等不同类型的无人机,作为设备搭载与飞行任务的执行主体,其续航能力和载重性能直接影响作业范围与效率表现。任务载荷子系统是数据采集的核心

模块,涵盖光学相机、激光扫描仪、热成像仪等多种设备,可根据具体测绘需求灵活选择,例如激光雷达适用于密林地区的地形测绘,高光谱相机则在生态环境监测中发挥重要作用。地面控制子系统由地面站软件、数据传输设备及电源组成,负责航线规划、飞行状态监控、数据实时回传与存储,通过人机交互界面实现对无人机的远程精准操控,保障作业过程的稳定性与安全性。

### 1.3 技术特点

无人机航测技术的显著优势首先体现在高效灵活性上,与传统有人机测绘相比,其起降对场地要求较低,能够在山区、峡谷等复杂地形或城市密集区域灵活开展作业,作业范围可根据任务需求灵活调整,大幅提升了测绘工作的适应性。其次,低成本与高分辨率特性较为突出,无人机的购置与运维成本显著低于有人机,且搭载的传感器可捕捉高清晰度影像,能够满足多种比例尺的测绘精度要求。此外,实时性与安全性表现更优,通过实时数据传输可快速生成初步测绘成果,在灾害应急等场景中作用显著;同时,无人机可替代人工进入高危区域作业,有效降低了人员面临的安全风险<sup>[1]</sup>。

## 2 无人机航测技术在新型基础测绘中的应用

### 2.1 地形测绘

在地形测绘中,无人机航测技术展现出显著优势。传统地形测绘依赖人工实地测量,不仅效率低下,还难以应对高山、峡谷、荒漠等复杂地形。而无人机可快速升空,按照预设航线对目标区域进行全方位扫描,通过搭载的激光雷达或高分辨率相机,获取密集的地形数据点和高清影像。这些数据经处理后能生成精确的数字高程模型(DEM)、数字地形模型(DTM)等成果,清晰呈现地形起伏、坡度、坡向等信息。例如在山区测绘中,无人机可避开险峻地势,通过多角度拍摄捕捉到人工难以抵达区域的地形细节,为道路规划、水利工程设

计等提供可靠的基础数据。同时,其作业周期短,能在短时间内完成大面积地形测绘,满足地形数据快速更新的需求,尤其适用于区域开发前期的地形勘察工作。

## 2.2 地籍测绘

地籍测绘对精度和现势性要求极高,无人机航测技术在此领域发挥着重要作用。借助高精度定位系统和高分辨率成像设备,无人机能精准获取宗地的边界、形状、位置以及地上建筑物、附着物的信息。在作业过程中,无人机按照设定的飞行计划覆盖测区,采集的影像数据通过专业软件处理,可生成地籍图所需的矢量数据,准确反映宗地的权属界线和相关属性。与传统地籍测绘相比,无人机航测能大幅减少外业人工量,降低人为误差,同时加快数据获取速度,及时反映土地利用的动态变化。对于城市建成区或农村地区的地籍更新,无人机可灵活穿梭于建筑物之间,捕捉到每宗土地的细微变化,为土地确权、产权登记以及土地管理提供精准、现势的测绘成果,有效提升地籍管理的效率和准确性。

## 2.3 城市测绘

城市测绘涉及城市规划、建设和管理等多个环节,无人机航测技术为其提供了高效的解决方案。在城市三维建模方面,无人机通过密集摄影可获取城市建筑物、道路、绿地等的三维点云数据,经处理后构建出逼真的城市三维模型,为城市规划设计、智慧市政建设等提供直观的空间信息。对于城市路网测绘,无人机能快速采集道路的走向、宽度、交叉口等数据,生成详细的道路网图,助力交通规划和交通流量分析。在城市更新项目中,无人机可定期对旧城区进行航测,及时掌握房屋的结构变化、拆迁进度等情况,为更新规划提供动态数据支持。

## 2.4 生态环境监测

无人机航测技术在生态环境监测中应用广泛,能实现对生态系统的动态跟踪和精准评估。在森林资源监测方面,无人机搭载的多光谱相机可识别植被的生长状况,通过分析植被指数判断森林的健康程度、植被覆盖率等,及时发现森林病虫害、火灾隐患等问题。对于湿地生态监测,无人机可获取湿地的面积、水域分布、植被类型等数据,监测湿地的退化或扩张情况,为湿地保护和恢复提供依据。在土壤污染监测中,无人机结合相关传感器能快速扫描污染区域,确定污染范围和程度,辅助污染治理方案的制定。同时,无人机还可用于大气环境监测,通过搭载的气体传感器采集空气质量数据,结合影像信息分析污染源分布,为大气污染防治提供数据支持,有效弥补了传统生态监测方式覆盖范围小、时

效性差的不足。

## 2.5 灾害应急测绘

灾害发生后,快速获取受灾区域的地理信息对救援和灾情评估至关重要,无人机航测技术在此方面表现突出。当地震、洪水、泥石流等灾害发生后,无人机可迅速升空,克服道路中断、地形复杂等障碍,对受灾区域进行全方位航测,实时回传高清影像和三维数据。通过这些数据,救援人员能及时了解灾情分布,如房屋倒塌情况、道路损毁位置、被困人员可能的位置等,为制定救援方案、调配救援力量提供精准依据。在灾情评估阶段,无人机航测数据可用于计算受灾面积、统计损失情况,对比灾害前后的地形地貌变化,分析灾害成因和影响范围<sup>[2]</sup>。

## 3 无人机航测技术应用面临的挑战及应对策略

### 3.1 面临的挑战

#### 3.1.1 技术稳定性不足

无人机航测系统的稳定性易受多因素影响,核心部件如导航模块、传感器在长时间作业中可能出现信号漂移或精度衰减,导致采集数据出现偏差。飞行控制系统对突发状况的响应能力有限,遇到强电磁干扰或设备瞬时故障时,可能出现航线偏离甚至坠机风险。此外,不同品牌设备的兼容性较差,数据接口与协议不统一,容易在多设备协同作业中产生数据断层,影响整体测绘流程的连贯性,难以满足高精度测绘任务的持续稳定需求。

#### 3.1.2 复杂环境适应性差

在复杂地形与气象条件下,无人机航测的适应性存在明显短板。山区峡谷中,气流紊乱易导致无人机姿态失控,同时遮挡卫星信号,降低定位精度;城市密集区域的高楼建筑会形成“信号盲区”,干扰导航系统正常工作。恶劣天气如暴雨、浓雾会严重影响传感器成像质量,甚至损坏设备;密林覆盖区域中,植被遮挡使地面信息采集不全,难以获取真实地形数据。这些环境因素导致无人机在特殊场景下的作业效率大幅下降,甚至无法完成预定测绘任务。

#### 3.1.3 数据处理难度大

无人机航测产生的海量数据对处理环节构成严峻挑战。高分辨率影像与三维点云数据体量庞大,传统处理软件在数据加载、拼接过程中易出现卡顿或崩溃,延长成果生成周期。不同传感器采集的数据格式差异显著,多源数据融合时需进行复杂的格式转换与精度校准,若处理不当会引入误差。此外,数据中常包含噪声、冗余信息,需通过专业算法进行筛选净化,而现有自动化处理技术对复杂场景的识别能力有限,大量工作仍依赖人

工干预,增加了数据处理的时间成本与人力投入。

#### 3.1.4 成本控制压力大

无人机航测的成本控制面临多重压力。硬件方面,高性能无人机、专业传感器及地面控制设备的购置费用较高,且设备更新迭代速度快,长期使用需持续投入维护与升级成本。作业成本中,无人机续航有限导致高频次起降,增加了电池更换与充电的时间及物资消耗;复杂区域作业需配备多套备用设备以应对突发故障,进一步推高成本。此外,数据处理环节依赖专业软件与技术人员,软件授权费用及人力成本长期居高不下,尤其在大规模测绘项目中,成本累加效应显著,对中小型测绘单位构成较大经济压力。

### 3.2 策略

#### 3.2.1 提升技术稳定性

提升技术稳定性需从硬件升级与系统优化双管齐下。硬件层面,采用工业级导航模块与传感器,通过耐高温、抗振动的材料封装增强设备耐久性,同时引入冗余设计,在核心部件出现故障时自动切换备用模块,减少数据采集中断风险。系统优化方面,开发智能故障诊断算法,实时监测设备运行参数,提前预警潜在故障;统一数据接口与通信协议,推动不同品牌设备的标准化对接,避免多机协同作业时的数据断层。此外,建立设备定期校准机制,通过高精度基准站校验导航与传感精度,确保长期作业中数据偏差控制在允许范围内,满足高精度测绘的稳定性需求。

#### 3.2.2 增强复杂环境适应能力

增强复杂环境适应能力需针对性突破场景限制。针对山区与城市区域的信号遮挡问题,集成多模导航系统,融合卫星定位、惯性导航与视觉里程计技术,在信号盲区通过多源数据融合维持定位精度。开发气流自适应控制算法,根据实时气象数据调整飞行姿态,减少山区峡谷气流对无人机稳定性的影响。针对恶劣天气,采用防水防尘的设备外壳,配备雨雾穿透能力强的雷达传感器,确保成像质量;对于密林区域,结合激光雷达与光学影像的优势,通过点云数据剔除植被干扰,还原地面真实地形,提升特殊环境下的作业可靠性。

#### 3.2.3 优化数据处理流程

优化数据处理流程需依托技术创新提升效率。引入云计算与分布式处理技术,搭建弹性计算平台,实现海量数据的并行处理,缩短数据加载与拼接耗时。开发自动化数据融合工具,通过人工智能算法实现多源数据格式的自动转换与精度校准,减少人工干预带来的误差。针对噪声与冗余信息,设计基于深度学习的智能筛选模型,自动识别并剔除无效数据,同时保留关键地理特征。此外,构建标准化数据处理模板,根据不同测绘场景预设参数配置,简化操作流程,降低技术门槛,使数据处理周期与人力成本得到显著优化。

#### 3.2.4 降低成本支出

降低成本支出需从全链条进行成本管控。硬件采购方面,推行设备模块化设计,通过通用部件共享降低购置成本,同时与厂商建立长期合作,争取批量采购折扣;建立设备租赁与共享机制,减少中小型单位的固定资产投入。作业环节中,优化航线规划算法,提升单架次作业覆盖范围,减少起降频次与电池消耗;通过远程监控与智能调度,提高设备利用率,降低闲置成本。数据处理环节,采用开源软件替代部分商业软件,同时开展内部技术培训,培养复合型人才,减少外部技术服务依赖。通过全流程成本优化,实现规模化作业的成本摊薄,缓解测绘单位的经济压力<sup>[1]</sup>。

### 结束语

综上所述,无人机航测技术凭借高效、灵活、精准等特性,在新型基础测绘的地形测绘、地籍管理、城市建设、生态监测及灾害应急等领域发挥着不可替代的作用,有效突破了传统测绘的局限,为地理信息数据获取与更新提供了全新范式。随着技术的持续迭代,其在提升测绘效率、降低作业成本、拓展应用场景等方面的潜力将进一步释放。

### 参考文献

- [1]阿旺仁增,辛堂.无人机航空测量技术在地形测绘中的应用[J].四川有色金属,2019(04):4-6+46.
- [2]邹弟金.无人机航测技术在矿山大比例尺地形图测量中的应用[J].世界有色金属,2019(17):25+27.
- [3]秦玉刚,李立波.无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用分析[J].地球,2019(09):98-99.