

基于无人机遥感技术的地理信息测绘方法

佟 宁

辽宁省化工地质勘查院有限责任公司 辽宁 锦州 121117

摘要：随着测绘需求向高精度、高效率发展，无人机遥感技术凭借灵活性强、成本低、分辨率高的优势，成为地理信息测绘核心手段。本文聚焦基于无人机遥感技术的地理信息测绘方法。先阐述无人机遥感技术，涵盖平台选型、传感器配置、数据采集处理及精度控制等关键技术创新点。接着将其与传统测绘方法在精度、效率、灵活性和成本效益方面进行对比。最后探讨该技术在国土资源调查、环境监测、城市规划及灾害应急等地理信息测绘领域的具体应用，旨在为地理信息测绘提供更高效、精准且灵活的技术参考，推动行业技术发展与应用创新。

关键词：无人机遥感技术；地理信息测绘；应用创新

引言：地理信息测绘在国土规划、资源管理、环境保护等诸多领域意义重大。传统测绘方法虽有一定成效，但存在效率低、灵活性差等局限。随着科技发展，无人机遥感技术凭借独特优势进入地理信息测绘领域。它具有机动灵活、成本较低、能快速获取高分辨率影像等特点，可有效弥补传统测绘不足。深入研究基于无人机遥感技术的地理信息测绘方法，对于提升测绘效率与质量、满足多领域测绘需求、推动地理信息行业进步具有重要的现实意义和广阔的应用前景。

1 无人机遥感技术概述

无人机遥感技术作为新兴的地理信息获取手段，融合了无人机技术与遥感技术，正逐步改变传统地理信息测绘模式。该技术以无人机作为飞行平台，搭载多种类型的传感器，如光学相机、多光谱传感器、激光雷达等。这些传感器能够高效获取地面的影像、光谱、高程等多维度信息。无人机具有机动灵活的特性，可根据任务需求快速起飞与降落，不受地形复杂程度的过多限制，能深入到传统测绘手段难以到达的区域，如山区、沼泽等。在数据获取方面，无人机遥感可实现大范围、高分辨率的数据采集，且能根据实际需求灵活调整飞行高度、速度和航线，以获取不同精度的地理信息数据。数据处理环节，借助先进的计算机算法和软件，可对采集到的原始数据进行校正、拼接、分类等操作，提取出有价值的地理信息。无人机遥感技术凭借其高效、灵活、精准等优势，在国土资源调查、环境监测、城市规划、灾害应急等众多领域展现出巨大的应用潜力，成为现代地理信息测绘不可或缺的重要技术^[1]。

2 无人机遥感技术在地理信息测绘中的技术

2.1 无人机平台选型

无人机平台选型需结合测绘任务需求、作业环境及

成本效益综合考量。固定翼无人机适合大范围、长航时任务，如国土资源调查或海岸线测绘，其飞行速度快、续航时间长，但起降条件要求较高，需配备跑道或弹射装置。旋翼无人机（多旋翼/直升机）以垂直起降、悬停灵活见长，适用于城市复杂环境、小区域测绘或应急响应，如违章建筑监测或灾害现场评估，但续航能力较弱，单次作业时间通常不超过1小时。复合翼无人机结合两者优势，通过垂直起降与固定翼巡航模式切换，兼顾灵活性与效率，适用于山区、沼泽等复杂地形测绘。此外，平台载重能力需匹配传感器配置，轻型无人机（<5kg）适合搭载微型相机或激光雷达，而重型平台（>20kg）可支持多光谱、高光谱或倾斜摄影系统，满足高精度三维建模需求。

2.2 传感器配置

传感器配置需根据测绘目标选择光谱范围、分辨率及功能类型。光学相机是基础配置，高分辨率可见光相机（地面分辨率<5cm）可生成正射影像，用于地形图更新或土地利用分类；多光谱相机通过红、绿、蓝及近红外波段组合，可提取植被指数、水体污染等信息，适用于环境监测或农业资源调查。激光雷达（LiDAR）通过发射激光脉冲测量地形高程，生成高精度数字高程模型（DEM），在森林覆盖区或城市三维建模中具有不可替代性。红外传感器可监测地表温度，辅助热污染分析或地质灾害预警。合成孔径雷达（SAR）不受天气影响，适用于全天候测绘，但成本较高。传感器集成需考虑协同性，如倾斜摄影系统通过多角度拍摄生成三维实景模型，需搭配高精度定位模块（如RTK）确保空间精度。

2.3 数据采集与处理

数据采集需规划航线参数（高度、重叠率、飞行速度）以优化覆盖效率与数据质量。航线高度直接影响分

分辨率与覆盖范围，低空飞行（< 500m）可获取厘米级影像，但单次作业面积有限；高空飞行（> 1000m）适合大范围监测，但需权衡分辨率损失。重叠率设计需满足影像匹配需求，航向重叠率通常设为60%-80%，旁向重叠率40%-60%，以确保拼接完整性。数据处理流程包括辐射校正（消除传感器、大气影响）、几何校正（修正地形起伏导致的畸变）、影像拼接（生成无缝正射影像）及特征提取（如边缘、纹理）。多源数据融合技术可整合光学影像、LiDAR点云及GIS数据，提升信息丰富度。

2.4 精度控制与质量评估

精度控制贯穿数据采集、处理及应用全流程。采集阶段需通过地面控制点（GCP）布设提升定位精度，GCP坐标需采用RTK或全站仪测量，误差控制在< 5cm。传感器校准（如镜头畸变校正、辐射定标）可消除系统误差。处理阶段需验证几何校正精度，通过对GCP实测坐标与影像匹配坐标，计算均方根误差（RMSE），通常要求平面精度< 0.1m，高程精度< 0.2m。质量评估指标包括分类精度（总体精度、Kappa系数）、变化检测精度（综合鉴别精度）及模型拟合精度（如DEM高程误差）。自动化质检工具可检测云量、阴影覆盖及拼接缝隙，确保数据可用性^[2]。

3 无人机遥感技术与传统测绘方法的对比

3.1 精度对比

传统测绘方法如全站仪、GNSS-RTK等，在点位测量上精度极高，平面精度可达毫米级，高程精度也能控制在厘米级，常用于工程建筑、地形控制点测量等对精度要求严苛的场景。不过，其测量范围有限，需逐点测量，整体区域测绘精度受布点密度影响较大。无人机遥感技术通过搭载高精度传感器，如专业测绘相机、激光雷达等，配合精准的定位系统（如PPK、RTK技术），平面精度可达到2-5厘米，高程精度5-10厘米，能满足大比例尺地形图测绘需求。在大范围区域测绘时，它能获取连续、全面的地理信息，减少因点位分布不均导致的精度误差。但无人机遥感精度易受飞行高度、天气条件、传感器性能等因素影响，飞行高度过高可能降低分辨率，恶劣天气（如强风、暴雨）会影响数据质量。

3.2 效率对比

传统测绘方法依赖人工操作仪器进行逐点测量，数据采集速度慢，对于大面积区域测绘，需要投入大量人力和时间。例如，完成一个平方公里区域的地形测绘，可能需要数周甚至数月时间，且测量过程中易受地形、障碍物等因素干扰，导致工作进度延迟。无人机遥感技术具有高效的数据采集能力，一次飞行可覆盖数平方公

里甚至数十平方公里的区域，短时间内获取大量地理信息数据。以城市大比例尺地形测绘为例，无人机可在几天内完成数据采集，后续数据处理通过专业软件自动化完成，大大缩短了项目周期。同时，无人机不受地形复杂程度限制，能快速到达传统测绘难以进入的区域，如山区、沼泽等。因此，在大面积、复杂地形区域的地理信息测绘中，无人机遥感技术在效率上远超传统测绘方法。

3.3 灵活性对比

传统测绘方法设备笨重，搬运和部署不便，对作业环境要求较高。例如，全站仪、GNSS接收机等设备需要在相对开阔、稳定的环境下设置基准站和测量点，对于一些突发情况或临时测绘任务，难以快速响应。而且，其测量方式相对固定，难以根据现场情况灵活调整测量策略。无人机遥感技术具有极高的灵活性。无人机体积小、重量轻，便于携带和运输，可快速部署到作业现场。飞行过程中，能根据实际需求随时调整飞行高度、速度和航线，以获取不同视角和精度的地理信息。在面对突发灾害（如地震、洪水）时，无人机可迅速起飞，实时获取灾区地理信息，为应急救援提供及时的数据支持。

3.4 成本效益对比

传统测绘方法前期设备购置成本较高，如高精度全站仪、GNSS接收机等价格昂贵，且后期维护、校准成本也不低。同时，人工成本是传统测绘的主要开支之一，大面积测绘需要大量专业测绘人员，人工费用支出可观。不过，对于小范围、长期固定的测绘项目，传统测绘方法成本相对稳定。无人机遥感技术前期设备投入包括无人机平台、传感器及相关软件，虽然一次性购置成本也不低，但随着技术发展，设备价格逐渐下降。其优势在于后期运营成本较低，无人机操作人员经过专业培训即可上岗，人工成本相对较少。而且，无人机遥感能快速完成大面积测绘任务，缩短项目周期，提高资金使用效率。对于频繁进行大范围地理信息更新的项目，如城市动态监测、土地资源年度调查等，无人机遥感技术在长期成本效益上更具优势，能以较低的成本获取高价值的地理信息数据^[3]。

4 无人机遥感技术在地理信息测绘中的应用

4.1 国土资源调查

国土资源调查涵盖土地利用现状、土地权属、矿产资源分布等多方面内容。无人机遥感技术凭借其高效、灵活的特性，成为国土资源调查的有力工具。在土地利用现状调查中，无人机搭载的高分辨率相机可快速获取大面积土地的影像数据，通过专业软件处理，能精准识别耕地、林地、草地、建设用地等不同地类，准确统计

各类土地的面积和分布情况，为土地资源的合理规划和管理提供基础数据。对于土地权属调查，无人机获取的影像可作为权属界线核实的参考依据，提高权属调查的准确性和效率。在矿产资源调查方面，无人机搭载的多光谱、高光谱传感器能够探测地表及浅层地下的矿产信息，通过分析光谱特征，识别矿产资源的种类和分布范围，辅助矿产资源的勘探和开发。

4.2 环境监测

环境监测涉及大气、水、土壤等多个环境要素。无人机遥感技术在环境监测中发挥着重要作用。在大气环境监测方面，无人机可搭载大气传感器，实时监测空气中的污染物浓度，如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等，通过分析污染物分布情况，可及时发现大气污染源，评估大气环境质量。对于水环境监测，无人机搭载的多光谱相机能够识别水体的富营养化程度、水华分布等情况，同时可监测水域面积变化、水体污染范围等，为水资源的保护和管理提供依据。在土壤环境监测中，无人机遥感技术可通过分析土壤的光谱特征，监测土壤侵蚀、土壤盐碱化等土壤退化问题，评估土壤质量。

4.3 城市规划

城市规划需要对城市的土地利用、建筑布局、交通网络等进行科学合理的安排。无人机遥感技术为城市规划提供了全面、准确的数据支持。在城市土地利用规划中，无人机获取的高分辨率影像可清晰展示城市现有土地的使用情况，包括各类建筑、道路、绿地等的分布，帮助规划者合理划分功能区，提高土地利用效率。对于城市建筑布局规划，无人机倾斜摄影技术可生成城市三维模型，直观呈现建筑的空间形态和相互关系，便于规划者进行建筑设计和布局优化。在交通网络规划方面，无人机可监测城市交通流量、道路拥堵情况等，通过分析交通数据，合理规划道路走向、宽度和交通设施布

局，改善城市交通状况。

4.4 灾害应急

灾害应急包括灾害预警、灾害评估和灾害救援等多个环节。无人机遥感技术在灾害应急中具有不可替代的作用。在灾害预警方面，无人机可搭载气象、地质等传感器，对可能发生的自然灾害进行实时监测，如监测暴雨引发的山体滑坡、泥石流等地质灾害隐患点的变化情况，提前发出预警信息，为人员疏散和灾害防范争取时间。在灾害评估中，无人机能够快速到达灾区，获取灾区的影像和数据，通过分析灾害影响范围、受灾程度等信息，为灾害损失评估和救援资源分配提供依据。在灾害救援过程中，无人机可进行空中侦察，为救援队伍提供灾区的实时情况，如受灾人员的位置、道路通行状况等，引导救援队伍快速、准确地开展救援行动^[4]。

结束语

基于无人机遥感技术的地理信息测绘方法，凭借无人机灵活机动、传感器多样高效等优势，革新了传统测绘模式。它突破了地形与环境的限制，能快速、精准地获取丰富地理信息，为国土资源管理、环境监测保护、城市科学规划及灾害应急响应等提供了坚实数据支撑与决策依据。随着技术持续创新，其精度、效率和应用范围将不断提升拓展。

参考文献

- [1]陈欣.测绘工程测量中的无人机遥感技术探究[J].四川水泥,2020(06):325.
- [2]曾晓璇.测绘工程测量中无人机遥感技术研究[J].工程建设与设计,2020(11):165-166+169.
- [3]李光.探讨无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].居舍,2020(16):175-176.
- [4]张爱华.无人机遥感技术在测绘工程测量中的应用[J].建材与装饰,2020(12):220-221.