

自然资源测绘工程中无人机遥感技术的应用分析

文 / 刘 颖 陕西云谷空间地理信息技术有限公司

摘要：自然资源测绘工程是支撑国土空间治理体系运行、服务生态安全与灾害预警的核心技术，其创新发展对行业效能提升具有关键价值。当前技术体系中，无人机遥感基于灵活作业模式、高精度影像获取及成本优势，已成为工程测绘领域的重要技术手段。相较于受地形环境和操作条件限制的传统方法，该技术通过融合数据采集与三维技术，在实现厘米级精度的同时显著提升作业效率。技术迭代中，低空遥感与地理信息系统深度协同支撑实时监测体系，构建全域自然资源立体监测网络，为国土空间规划与生态修复工程提供精准时空基准，推动测绘技术向智能化方向持续升级。

关键词：自然资源；测绘工程；无人机遥感技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.112

引言

传统测绘作业高度依赖人工实地勘察，面临效率低下及高危区域监测盲区等制约。复杂地形场景中常规测量精度与作业效率难以满足工程需求。通过集成卫星定位技术、自适应航迹算法与高光谱传感设备构建的无人机遥感系统，显著提高了地理信息采集能力。该方案可同步完成厘米级三维建模与多光谱成像，为矿区开发与生态治理提供动态决策依据。现阶段研发重点在于遥感智能解译算法升级与空域资源共享机制构建。持续推动技术迭代不仅可深化测绘领域数字化转型，还将为智慧自然资源治理体系奠定技术基础。

一、自然资源测绘工程及无人机遥感技术

（一）自然资源测绘工程

1. 概述

自然资源测绘依托空间信息技术集成应用，对土地、矿产、森林、水域等自然资源要素实施系统性调查与动态监测。综合运用卫星定位、遥感监测、GIS平台、激光雷达与无人机航测等技术手段，通过智能分析算法开展数据深度处理与分析，构建多维动态监测框架，支撑国土空间规划编制、生态修复工程实施及资源优化配置决策。技术实施环节包含：基于高分辨率遥感影像的地表覆盖信息解译，激光雷达技术支持的植被下层地形建模，以及无人机专项测绘工程执行。在第三次全国国土调查与生态保护红线监测等实践中，相关方法已有效应用于土地利用现状核验及生态系统动态评估。现阶段重点任务涵盖构建智能解译模型、搭建空天地一体化监测体系、推进多源异构数据融合应用，支撑自然资源数字化治理体系建设。

2. 优势

测绘技术为自然资源监管体系构建提供关键支撑作用。通过融合卫星遥感、空间定位与地理信息处理技术，构建起多层次空间数据应用架构。核心作用聚焦于三个维度：数据协同层面，采用多源异构数据构建三维动态模拟分析平台，支撑国土空间规划决策；生态管控维度，

建立常态化监测框架，精准识别植被覆盖变化与土地利用演变特征；通过智能解译算法，实现矿区构造特征提取及地质灾害隐患自动识别，有效提升勘查精度。该技术体系构建了覆盖资源勘探全流程、环境动态评估、灾害智能预警的闭环解决方案，既强化了自然资源全生命周期监管能力，又为生态保护政策制定提供科学支撑，凸显测绘技术在可持续发展中的基础性技术地位。

（二）无人机遥感技术

1. 概述

现代测绘技术体系中，无人机系统通过飞行平台、载荷设备与地面控制单元形成完整作业链条，融合无线传输、卫星定位及图像分析等技术模块。设备制造商持续优化飞行平台性能，推动集成化处理系统研发，促进测绘无人机在国土监测场景中的规模化应用。国内测绘机构已完成专业航测无人机的标准化配置，其数据采集效率与精度较传统测绘模式实现显著提升，同时缩短项目周期达三分之一，为自然资源信息化管理提供新型技术路径。该技术表现出较强环境适应能力，受气象地形条件制约程度明显低于人工测绘方式。依托快速数据采集与智能处理能力，可有效缩短作业周期，为管理决策提供技术支撑。当前需重点规范影像质量管控、敏感信息处理及空域协调机制。建议通过政企协同完善标准体系，加强专业人才培养，推动技术体系的持续升级。



图1 无人机遥感技术示意图

2. 优势

测绘领域技术创新持续深化无人机应用层次。相比传统航测依赖大型专业设备,新型方案通过系统性优化突破多项技术瓶颈:模块化无人机平台提升设备机动性,垂直起降设计适配复杂地形作业,智能导航保障全流程自动化数据获取。融合多频 GNSS 与惯性导航的定位系统保持厘米级平面精度。实践表明,该技术在建设用地监测、三维建模等场景已建立标准化流程,作业效能较传统方式显著提升。通过算法迭代,无人机航测在工程测绘、资源勘探等领域实现突破性应用,项目执行周期大幅缩短。成本优化使其成为空间数据采集的基准手段,技术优势体现在全域动态感知与多维空间分析的协同整合。成果数据已深度接入国土空间数字化平台,支撑构建“空天地”一体化监测网络,为自然资源监管数字化转型提供高精度地理空间基础。

二、无人机遥感技术应用要点

(一) 通信技术

无人机系统运行效能与通信质量呈现高度关联性。飞行平台通过集成双向通信模组,可与地面控制站构建稳定的数据传输链路,确保环境监测数据的实时传输。在生态环境观测应用中,装配高精度传感装置的飞行器能同步获取大气组分、水体参数等多元信息,结合波束赋形传输技术实现监测数据的快速解析,有效提升观测系统的时空精度。新型数据交互协议在优化信息处理机制的同时,显著强化了设备在恶劣电磁环境中的工作可靠性。

(二) GPS 定位技术

无人机遥感系统的空间定位功能依托卫星导航技术实现。通过多星信号联合解算与多源融合定位算法,可实时获取飞行器三维坐标、运动参数及时间基准信息。高灵敏度接收模块协同解算单元完成信号采集与坐标推算,持续输出厘米-米级动态定位结果。该方案具备全天候广域覆盖特性,有效满足复杂地形的自主导航需求及遥感数据时空配准要求。在国土资源动态监测场景中,其亚米级实时定位精度确保地表要素的精确测绘,有效支撑国土空间数字化治理平台建设。

(三) 动态监控与即时处置

遥感无人机深度应用于灾害应急监测领域。搭载轻量化机体具备灵活部署能力,常规场地即可起降。依托快速巡航特性,灾后快速抵达核心区域,实时获取高分辨率影像,为灾情研判提供关键依据。设备集成高精度传感器与卫星通信模块,支持地理空间信息的实时回传与智能解析,助力构建可视化应急指挥平台。相较于传统地面勘察模式,该技术大幅压缩灾损评估周期,为黄金救援时段的科学决策奠定数据基础。

(四) 数据解析与智能研判

在遥感信息分析领域,本研究设计多层次特征解析系统架构。基于编解码结构与注意力机制融合框架,实现航拍多源数据时空特征耦合分析。通过多尺度表征学习方法,建立非监督域适应模型,完成开放环境下地类精细化分类。结合相位卷积时序模型,迭代揭示典型植被生长关键生理参数演化特征。构建生成式覆盖度动态模型,形成基于迁移学习的生态效应量化评估准则集。典型样区解译结果表明,通过高分辨率遥感动态观测体系,土壤侵蚀模数产生年际递减梯度。三维信息场的构建分析表明,采用贝叶斯优化的生态修复方案可推进关键指标呈现线性优化趋势。

三、自然资源测绘工程中无人机遥感技术的应用现状

(一) 信息准确性及系统可靠性

自然资源测绘领域无人机遥感技术需解决关键性数据验证问题。飞行器姿态控制精度不足直接影响传感器数据获取,感应元件对微弱信号捕获能力需强化。地形复杂度与数据异常呈现正相关关系,系统抗干扰指标未达理论阈值。续航与载荷限制加剧了影像降质现象。大气扰动及降水环境导致传感器响应基线漂移,显著降低测量置信区间。飞行参数与环境变量的非线性相互作用产生数据偏差,需建立多维校正模型。

(二) 数据处理与分析效能待优化

无人机遥感技术对梁山县自然资源测绘工作形成关键支撑。飞行姿态波动及环境干扰因素常导致采集数据产生噪点与图像模糊,直接影响后期分析结果的可靠性。现有去模糊与运动补偿技术虽能提升数据质量,但处理流程烦琐、时间成本高,难以满足海量数据的实时处理要求。数据来源多样且结构差异显著,亟待建立标准化融合体系以增强信息解译精度。目前采用的机器学习与深度学习方法仍存在算法自适应能力有限、计算效率不足等技术瓶颈。

(三) 合规要求与数据安全约束

自然资源测绘领域应用无人机技术须严格遵守监管规定和隐私保护要求。依据《民用航空法》《通用航空飞行管制条例》等法规,对飞行设备资质认证、空域审批及作业实施进行全链条监管。250克以上飞行设备须完成实名登记,实现作业行为全程可追溯。测绘活动需遵照《测绘法》相关规定,切实保障国家安全与个人隐私权益。涉及个人生物特征等敏感信息采集时,应当履行法定告知程序并采取加密措施。作业单位需提前公示测绘计划,禁止对敏感区域进行持续性数据采集,运用差分隐私算法等技术实现数据可用不可见。

四、自然资源测绘工程中无人机遥感技术的应用

(一) 深化关键技术攻关与标准体系构建

自然资源测绘领域需加强核心技术攻关并完善标准

化体系，重点突破数据误差控制及处理效率提升等关键问题，同时提升无人机遥感技术的应用水平。测绘装备系统主要包括数据采集终端和智能分析平台，其传输速度直接影响整体作业效率。目前，无线通信技术已通过协议升级实现了传输速率和抗干扰能力的提升。5G实时传输系统支持高清影像与地理坐标实时同步传输，保障测绘成果时空基准的准确性。创新传输技术依托天地一体化架构减少信号延迟，结合纠错编码技术增强传输可靠性，为空间信息获取提供核心技术支撑。

卫星定位技术是无人机遥感测绘的核心支撑。通过解析导航卫星信号，飞行器可实时获取三维坐标与运动参数，为测绘任务构建精准空间基准。该技术显著提高了测绘数据精度，同时保障了空间信息系统的的核心数据质量。为满足自然资源测绘对定位精度的严格要求，有必要持续优化卫星信号解算模型以提升系统可靠性。技术规范建设需覆盖设备制造、作业流程和数据处理全链条，既要明确飞行平台参数指标，又要统一数据采集分析标准。标准化体系有助于实现技术方案的兼容性和成果可比性，推动测绘工程规模化应用。综合运用新型通信与精密定位技术，结合完善的行业标准，可全面提升无人机测绘系统效能，为自然资源调查提供更高精度的测绘数据支撑。

（二）健全低空飞行法规体系与管控机制

规范无人机测绘需完善法律法规体系。细化飞行审批流程及操作标准，切实维护地理信息数据安全与操作规范性。我国已颁布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，建立分级监管框架，明确空域准入、资质认证及动态监控等要求。作业中应落实空域使用申报机制，全面提交航测计划书、设备技术指标及人员资质证明等备案文件，确保各环节依法合规。通过制度约束降低安全隐患，同时为测绘成果质量建立法定保障基础。主管部门受理申请后，需对材料内容进行真实性核查，同步开展飞行计划安全性及合规性评估。作业全程须严格执行空域管理要求，按规范划定可飞行区、管制区和禁飞区，禁止任何非许可越界行为。须对航空器实施全周期状态跟踪，发现运行异常需即刻触发应急预案。测绘数据须采取加密传输通道、权限分级管理、多重冗余存储等措施，建立全链路数据保护机制，确保敏感信息零泄漏。

（三）优化专业人才梯队建设与技能认证

自然资源测绘领域应加强专业化团队建设，提升无人机遥感技术应用效能。鼓励院校联合龙头企业搭建实训基地，构建理实一体的教学体系，将职业资格认证要求嵌入课程框架。定期组织技术交流与专题研讨活动，深化产学研协同创新机制。支持专业机构举办定向技能

培训与行业竞赛，着重培养从业人员在遥感影像智能解译、三维实景建模等领域的实战水平。专业课程需覆盖无人机技术发展动态、多源异构数据处理技术及典型工程案例实践，专项实训重点围绕森林资源监测、违法用地识别等业务场景，着力强化航测航线规划、影像智能判读及专题图件编制等关键技术^[4]。推动校企共建技术研发中心，构建需求导向的创新协同机制，加速测绘成果的产业化转化效率。

（四）建立多部门协同及信息互通平台

建议加强跨部门协作与信息共享，提升测绘资源调配效能。着力破解数据共享壁垒，促进技术成果转化应用。由自然资源部门牵头搭建多行业协作平台，健全全流程监管评估机制。建立季度联席会议制度，组织科研院所及专家集中攻克无人机遥感技术应用瓶颈。搭建智能化数据共享平台，实行云端集中管理，同步健全质量审核与动态更新机制。推进各级部门基础数据互联互通，切实提升业务效能与决策精准度。加快建立标准化数据交互体系，明确权责划分与权益保障规则。构建产学研融合创新模式，依托技术转化平台衔接科研资源与产业需求。校企联合攻关新型测绘技术，运用智能算法提高影像解析精度，驱动行业技术升级。

结语

无人机遥感技术革新数据采集与处理方法，为自然资源测绘领域构建高效安全的作业模式。该技术通过三维建模和动态监测等场景应用，提高了国土规划与应急管理的决策科学性。随着算法优化、低空经济政策完善及多源数据整合能力提升，其有效突破复杂环境应用限制，深化资源普查与生态评估等领域的数字化应用，支撑数字中国建设高质量发展。

参考文献

- [1] 张勤军, 陈巧, 黄之巍, 石树静, 康志强, 郑鹏, 郑焕君, 冯民豪. 低空无人机遥感技术在岩溶山区高陡边坡危岩体精细化识别中的应用[J]. 中国地质调查, 2025, (02): 120-128.
- [2] 夏光强, 李培培, 王欣. 无人机遥感技术在农业灾害评估中的实践与优化[J]. 中国农机装备, 2025, (05): 66-68.
- [3] 孙小添, 王海超, 韩青池, 孙凯, 李颖, 王继璇, 裴志永. 应用无人机遥感数据估算沙柳灌丛地上生物量的方法[J]. 东北林业大学学报, 2025, (05): 74-81.
- [4] 赵长明, 李海涛, 李怡彬, 李依果. 无人机低空摄影测量在冰雹灾害后烤烟受灾面积快速提取中的应用研究[J]. 智慧农业导刊, 2025, 5(09): 21-24+28.

作者简介：刘颖（1983.10），女，陕西西安人，汉，本科，中级工程师，工程测量。