

自然资源监测管理中无人机巡防及预警作用探讨

杨晴晴

河南天腾航空科技有限公司 河南 郑州 450000

摘要：为提升自然资源监测管理智能化、精细化水平，本文探究无人机巡防及预警技术的应用价值与实践路径。首先阐述无人机遥感、智能传感、AI与GIS融合的核心技术体系及作业流程，分析其在高效巡防、智能预警、数据支撑、应急响应中的核心作用。同时梳理设备续航不足、智能识别精度低、管理体系不完善、专业人才短缺等现存问题，从技术、管理、人才保障多维度提出优化策略，助力自然资源治理能力现代化升级。

关键词：自然资源监测管理；无人机巡防；预警作用

引言：当前我国自然资源监管范围广、地形复杂，传统人工巡查模式存在盲区多、效率低、成本高、风险处置滞后等诸多短板，难以适配常态化、精细化的监管需求。无人机凭借机动灵活、全覆盖、高效率的作业优势，融合智能传感与大数据技术，已成为自然资源动态监测、风险预警的核心手段。基于此，本文系统探究无人机巡防预警的技术体系、应用价值，剖析实操痛点并提出优化对策，为自然资源高效监管提供实践参考。

1 自然资源无人机巡防与预警技术基础及应用体系

1.1 核心技术原理

(1) 无人机遥感航拍技术：通过高清可见光航拍与倾斜摄影技术，获取自然资源地表高精度影像，实现地形地貌、地表构筑物、植被覆盖等现状的精准采集与三维建模，为资源本底调查和动态监测提供基础数据支撑。(2) 智能传感监测技术：依托红外热成像、多光谱传感器，识别火情隐患、植被枯萎、土壤异常、地热异常等隐性問題，有效突破可见光监测在夜间、云雾遮挡及隐蔽性风险感知方面的局限性，提升巡防感知的全面性。(3) AI数据处理与GIS融合技术：通过人工智能算法比对历史影像与实时数据，结合GIS地理信息系统，精准定位资源异常区域、判定异常类型，自动生成变化检测报告，为预警研判和科学决策提供可靠数据支撑。

1.2 无人机巡防系统组成

(1) 硬件设备：包括多旋翼、固定翼无人机作业平台，以及高清摄像头、红外传感器、定位模块、数据传输终端等配套设备，满足不同巡防场景的飞行与采集需求。(2) 软件系统：涵盖航线规划系统、实时数据传输系统、影像处理分析系统、智能预警推送系统、后台监管终端，形成从任务规划到成果输出的全流程信息化管理闭环。(3) 运维保障体系：包含设备运维管理、飞行安全管控、人员操作规范、数据安全管理等配套保障机

制，确保系统长期稳定运行和巡防任务安全有序实施^[1]。

1.3 无人机巡防工作流程

(1) 前期准备：结合监管区域范围与监管重点，科学规划自动化巡飞航线，合理设置监测阈值与预警标准，完成设备调试与飞行安全检查，确保巡防任务顺利启动。(2) 实地巡防：无人机按预设航线开展全覆盖巡查，实时采集影像、传感数据并同步传输至后台，实现巡防过程的可视化、信息化与动态监控。(3) 数据研判：后台系统自动比对分析多期数据，识别资源破坏、灾害隐患、违法违规行为等异常情况，生成问题清单与分布图件，提高问题发现的及时性与准确性。(4) 预警处置：根据异常等级分级推送预警信息，联动监管人员开展现场核查、处置与整改跟进，建立“发现—预警—处置—反馈”闭环管理机制，切实提升自然资源监管效能。

2 无人机在自然资源监测管理中的巡防及预警核心作用

2.1 全方位高效巡防，弥补传统监管短板

(1) 实现全域无盲区巡查：无人机具备垂直起降、悬停观测、超低空飞行等多样化的空中作业能力，可轻松覆盖山地、林地、矿区、偏远耕地等人工难以抵达的复杂区域，有效消除传统地面巡查中因地形险峻、交通不便、视线受阻等造成的大量监管盲区，实现自然资源全地域、全时段、全覆盖的常态化巡检，真正做到不留死角、不存空白，确保每一寸国土空间始终处于有效监控之下。(2) 提升巡防工作效率：无人机搭载自动化航线规划与自主飞行系统，单架次飞行即可完成数十乃至上百平方公里范围的同步观测任务，巡查速度快、覆盖范围广、数据采集密度高，可大幅缩短单轮巡查周期，使监管频次从以往的季度甚至半年级提升至月度乃至周度级别，充分适配大范围自然资源常态化监管对高频

次、快响应的现实需求,显著提升整体巡防工作效能^[2]。

(3) 降低监管人力物力成本: 无人机技术的规模化部署, 大幅减少了人工野外作业频次和劳动强度, 有效规避了野外复杂恶劣环境下的作业安全风险, 同时显著节约巡查人力投入、车辆交通费用、后勤保障开支等成本支出, 以相对较低的装备购置和运维费用换取较高的监管效益产出, 整体提升了自然资源监管经费的使用效率和性价比。

2.2 多维智能预警, 强化风险前置管控

(1) 生态破坏预警: 通过高频次航拍与AI影像智能识别技术, 实时监测耕地“非农化”“非粮化”、非法砍伐林木、湿地侵占、植被破坏等违规行为, 系统自动判定异常类型与威胁等级并即时发出分级预警信息, 将生态损毁问题发现在初始、遏制在萌芽, 有效防止违规行为进一步蔓延扩大, 切实守牢生态安全边界。(2) 地质灾害预警: 综合运用多光谱传感、红外热成像及合成孔径雷达干涉测量等技术手段, 持续监测地表形变、土体裸露、地热异常等关键指标数据, 通过专业算法模型提前研判滑坡、泥石流、山体崩塌等地质灾害隐患, 为防灾减灾部署争取宝贵的时间窗口, 切实实现早发现、早预警、早处置的目标, 最大限度降低灾害损失。(3) 安全隐患预警: 精准识别林区火情初起征兆、矿区越界违规作业、河道非法采砂等安全风险隐患, 后台系统自动生成预警工单并快速推送至属地监管责任人, 明确隐患具体位置、紧急程度与处置建议, 形成发现、预警、交办、处置的闭环管理链条, 有效规避重大安全事故和不可逆资源损失, 切实保障人民群众生命财产安全^[3]。

2.3 精准数据支撑, 助力精细化管理

(1) 提供高精度监测数据: 无人机采集的高清可见光影像、倾斜摄影三维模型及多光谱数据, 可精准还原自然资源现状全貌, 为资源台账动态更新、年度变化监测、权属界线核查等业务提供高精度、可追溯、标准化的可靠数据支撑, 确保自然资源家底清晰、账实相符、动态可知, 夯实精细化管理的数据底座。(2) 支撑执法精准落地: 通过多期历史影像与实时数据的叠加比对, 结合高精度位置定位, 系统可自动固定违法违规行为发生的时间、地点、范围及程度等关键证据, 清晰界定违法事实与影响面积, 为自然资源行政执法、行政处罚及整改追责提供客观翔实、不可篡改的依据, 有效提升执法公信力和震慑效果, 推动执法工作从定性管理向定量管理转变。(3) 服务资源规划调控: 长期持续积累的动态监测数据能够客观反映自然资源变化趋势与演变规律, 为国土空间规划编制、生态保护修复工程实施、资

源合理开发利用决策提供科学参考, 使宏观管理决策更加精准高效、有据可依, 有力支撑自然资源治理体系和治理能力现代化的深入推进。

2.4 快速应急响应, 提升灾害处置能力

(1) 突发事件快速勘查: 当发生森林火灾、地质灾害、资源损毁等突发事件时, 无人机可突破道路中断、地形险阻等限制条件, 第一时间抵达现场开展航拍勘查, 快速获取灾情全景影像、视频流及热红外数据并实时回传指挥中心, 为后方准确掌握一线态势、评估灾情等级提供及时可靠的信息保障, 有效解决传统勘查方式时效性差的突出问题。(2) 辅助应急决策调度: 根据现场回传的实时监测数据, 系统可迅速研判灾害影响范围、发展趋势及重点受损区域, 动态生成灾情态势图, 为应急救援力量调度部署、人员疏散转移路线规划、灾情管控方案制定提供精准决策支撑, 同时可对灾后恢复重建进程进行持续跟踪评估, 有效提升灾害应对全过程的科学化、智能化水平。

3 自然资源监测管理中无人机巡防及预警应用现存问题与优化策略

3.1 现阶段应用现存问题

(1) 技术应用存在局限: 主流消费级和工业级无人机续航时间普遍有限, 单架次飞行时长难以满足大范围、长距离连续巡防需求, 频繁换电或返航严重制约作业效率; 同时, 在大风、雨雪、高温等极端天气以及山谷、密林等复杂地形环境下, 无人机飞行稳定性明显下降, 监测数据精准度难以保证, 影响巡防任务的有效执行。(2) 智能预警水平不足: 现有AI识别算法对细微、隐蔽性资源异常的感知能力有限, 特别是在植被遮挡、光照变化等复杂条件下, 对早期违法违规行为及潜在地质灾害前兆的识别准确率偏低, 预警误报、漏报情况频发; 此外, 分级预警体系尚不完善, 预警信息推送层级模糊, 难以实现差异化精准响应。(3) 管理体系尚不健全: 缺乏全国或区域统一的无人机巡防作业技术标准、数据采集格式与管理规范, 各基层单位应用模式碎片化严重, 数据壁垒突出, 跨区域、跨部门的数据共享与联动协同能力明显不足, 难以形成监管合力。(4) 专业人才储备短缺: 基层自然资源部门中熟练掌握无人机操控、航拍数据处理、遥感影像解译及预警研判分析的专业技术人员严重不足, 多数人员仅能完成基础飞行操作, 难以支撑技术常态化、规范化、深层次应用, 人才短缺已成为制约技术效能充分释放的关键瓶颈。

3.2 技术层面优化升级策略

(1) 升级硬件设备配置: 优先选用长航时、强抗

风、高可靠性工业级无人机平台,搭载高精度多光谱相机、红外热成像仪及激光雷达等先进传感设备,同步配备抗干扰通信模块和备用电源系统,有效提升复杂气象和地形条件下的持续作业与精准监测能力,保障巡防任务全天候、多场景稳定执行。(2)优化智能预警算法:依托深度学习、迁移学习等前沿人工智能技术,持续迭代优化资源异常识别模型架构,大规模扩充典型异常样本标注库,细化多级预警等级划分标准与触发条件,不断提升算法对微小、隐蔽异常特征的敏感度与辨识力,切实降低误报、漏报率,显著增强预警精准性和系统可信度^[4]。(3)搭建一体化数据平台:整合无人机巡防数据、卫星遥感数据、地面物联网监测数据等多源异构信息,构建统一的数据汇聚、存储、处理与分发平台,实现多源数据的融合分析、实时共享与统一研判,打破信息孤岛,为科学决策提供全面、及时、准确的数据支撑。

3.3 管理层面完善规范体系

(1)制定标准化作业规范:研究出台覆盖无人机巡防全流程的标准化作业指南,统一航线规划原则、数据采集参数、影像处理流程、预警研判标准及处置反馈要求,推动巡防工作由经验驱动向标准驱动转变,确保各区域各层级工作有序衔接、规范运行、质量可控。(2)建立联动协同机制:搭建跨部门联合监管平台,打通自然资源、应急管理、林业草原、水利水务等部门间的信息壁垒,实现监测数据互联互通、预警信息同步推送、联合处置协调联动,有效整合各方资源力量,形成信息共享、优势互补、齐抓共管的综合监管格局,显著提升整体监管合力。(3)健全数据安全管理制度:制定严格的监测数据分级分类管理办法,规范数据采集、存储、传输、使用及销毁全生命周期流程,落实数据安全主体责任,强化用户权限管控与传输加密保护,定期开展数据安全风险评估,坚决杜绝数据泄露、滥用等安全隐患,确保自然资源基础数据绝对安全^[5]。

3.4 人才与保障层面提升措施

(1)强化专业人才培养:制定系统化人才培养方案,分层分类开展无人机飞行操控、航拍数据预处理、

遥感影像智能解译、预警研判分析等专项技能培训,积极引进遥感、地理信息、人工智能等领域专业技术人才,加快组建专业化、梯队化的巡防监测队伍,切实提升基层人员实操能力和综合分析素养。(2)完善运维保障机制:建立健全设备定期检修、校准检测、软件升级及报废更新等全生命周期管理制度,设立专项运维保障资金并纳入年度预算管理,确保无人机系统及配套设施始终处于良好技术状态,为巡防任务持续高效开展提供可靠、稳定的装备保障。(3)推进常态化应用落地:将无人机巡防预警纳入自然资源日常监管工作体系,明确各级岗位职责与考核要求,建立常态化巡查、智能预警、快速处置、跟踪复盘的闭环运行机制,定期开展工作绩效评估与经验总结,推动无人机技术深度融入基层治理实践,持续巩固和提升自然资源监管长效效能。

结束语

综上所述,无人机巡防预警技术有效弥补了传统自然资源监管的短板,在全域巡查、风险前置防控、精准数据支撑、应急处置等方面具备显著优势,是提升自然资源监管效能的关键技术手段。但其应用仍受技术、管理、人才等多重因素制约。未来需通过技术升级、规范管理、人才培育等多维优化,持续释放无人机技术赋能价值,推动自然资源监测管理向智能化、标准化、常态化高质量发展。

参考文献

- [1]田生龙.无人机测绘技术在自然资源动态监管系统中的应用[J].科技与创新,2025,38(03):204-210.
- [2]丁雪洁.自然资源工程测绘中无人机倾斜摄影技术优化研究[J].城市建筑空间,2024,31(S2):157-158.
- [3]王益民.小型无人机在自然资源隐患预警与动态巡查中的应用[J].湖北应急管理,2023,21(12):64-66.
- [4]李洋,张磊.空天地一体化视角下自然资源无人机智能巡防预警体系构建[J].国土资源信息化,2024,8(02):45-50.
- [5]刘思宇.无人机航测技术在耕地资源动态监测与违规预警中的应用[J].测绘技术与装备,2025,27(04):78-82.