

自然保护区森林防火预警体系的构建与完善

赵建军

内蒙古自治区大青山自然保护区管理局包头分局白彦沟管理站 内蒙古自治区 014200

【摘要】：森林防火预警体系是自然保护区防范森林火灾、保护生物多样性的关键基础。目前保护区防火预警工作存在监测资源布局不均衡、多源监测数据融合度低、预警信息传递不畅、末端防控效能薄弱等突出问题。针对以上行业痛点，依托智能化、信息化防火技术手段，构建空天地一体化全域监测网络，搭建动态化火灾风险研判模型，建立分级预警发布与应急闭环联动机制。系统化完善森林防火预警体系可有效消除林区监测盲区，提升高火险时段预警精准度，大幅缩短火情识别与处置响应时长，切实增强森林火灾前置防控能力，为自然保护区生态资源安全与可持续保护提供有力保障。

【关键词】：自然保护区；森林防火；预警体系；空天地一体化监测；风险防控

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.025

引言

自然保护区是维系区域生态平衡、保护珍稀生物资源与原生森林生态系统的核心载体。森林火灾作为林区最具破坏性的自然灾害，极易造成生态系统不可逆损毁、生物资源锐减等严重后果。复杂的林区地形、茂密的易燃植被与多元化野外火源，大幅提升自然保护区火灾防控难度。传统人工巡护、被动扑救的防火模式已难以适配现代化生态防护需求。构建科学完善的森林防火预警体系，成为常态化防范林区火灾风险、前置化解火情隐患、守护森林生态安全的核心举措。立足自然保护区防火工作现状，针对性补齐预警防控短板，系统化优化预警防控架构，对提升林区火灾综合防控能力、保障区域生态永续发展具有重要现实意义。

1 自然保护区森林防火预警体系建设的战略意义

1.1 筑牢生物多样性保护核心屏障

自然保护区集聚区域内珍稀野生动植物、原生植被群落与完整生态链条，是区域生物多样性存续繁衍的核心载体。森林火灾的突发蔓延会对原生态系统造成不可逆的毁灭性破坏。常态化、系统化的森林防火预警体系，可依托全域监测感知设备捕捉火情隐患，提前预判林区火险动态，精准把控高火险时段与高危区域风险态势，从源头遏制火情滋生扩散^[1]。稳定的预警防控机制能够最大限度保全天然林植被、湿地生态及野生动物栖息地，规避火灾引发的植被损毁、物种迁徙消亡、生态链断裂等问题，持续维系林区生态结构完整性与稳定性，为各类珍稀动植物生存繁衍构建稳固安全屏障，夯实区域生物多样性永续保护的生态根基。

1.2 降低重特大森林火灾发生概率的关键抓手

自然保护区原生林冠郁闭度高，地表腐殖堆积体量充足，乔木纵横交织构成连续可燃基底。起伏山地地貌助推火情扩散速率，零散引燃点短时间内极易扩张成大规模高危火情。成套林火预警架构整合气象观测基站、热成像摄像装置、实地巡查点位，搭建全域感知体系，动态采集大气湿润度、地表温值、

气流走向、植被含水比例等火险参照指标，精准分辨田间生产用火、游人明火、雷电引燃各类风险诱因。采集信息传输调度中枢开展层级风险判定，高危片区自动下发预警讯息，现场防控队伍提前进驻危险区域清理易燃杂物、修整防火阻隔带、约束各类明火源头。前置辨识干预的运转模式压制火情初期扩张态势，火势扩张阻力大幅降低，大幅缩减大型林火爆发滋生的环境基础。

1.3 提升早期处置能力与减少灾害损失的必然选择

自然保护区林区地形复杂、植被茂密且枯枝落叶堆积量大，林火一旦发生会快速蔓延扩散，极易形成大规模森林火灾，对生态资源造成不可逆破坏。系统化的森林防火预警体系可依托智能化监测设备、全域火情监测网络，精准捕捉初期火情隐患，快速锁定火点位置、研判火情发展态势，打破传统防火巡查滞后、排查覆盖面有限的短板。精准高效的预警信息能够为火情处置工作预留充足时间，推动防火防控工作从被动扑救转向主动预判、前置处置，助力防控力量精准调配、快速响应，及时阻断火情蔓延路径。有效规避大面积森林植被损毁、野生动物栖息地破坏、生态系统失衡等各类灾害损失，最大限度保全自然保护区内的珍稀生态资源与生物多样性。

2 当前自然保护区森林防火预警体系面临的主要问题

2.1 监测资源分布不均与重点区域覆盖不足

自然保护区地形地貌差异悬殊，平缓开阔地段布设的高空瞭望塔、红外监控摄像头数量充足，山林腹地、峡谷沟壑、高海拔陡坡等区位受施工条件、供电线路、信号传输限制，监测设备投放规模大幅缩减。珍稀植被群落、野生动物核心栖息带、入山农事便道等火灾高风险点位，未能匹配同等密度监测设施，偏远片区仅依靠少量人工巡护点位支撑火情感知。基层管护站点配套无人机、热成像探测仪等智能设备配比差距明显，交通干线附近站点装备配置齐全，偏远管护点仅配备简易手持观测器材。部分跨界衔接保护地带存在监测断层，两侧保护区

监测网络独立运行,交界荒坡、连片灌木丛形成无设备覆盖的空白地带,火情萌芽阶段无法被及时捕捉,细小明火极易借助风力快速扩散蔓延。

2.2 气象与林火数据融合不够导致预警滞后

自然保护区森林防火工作依托的气象监测数据与林火专项监测数据存在明显的割裂脱节现象。两类数据的采集维度、更新频次、存储标准存在差异化壁垒,难以实现全域化、实时化的整合联动^[2]。区域内气象站点采集的温度、湿度、风速、降水等环境数据,与红外监控、无人机巡护、地面传感设备获取的林区火情隐患数据分属不同数据平台,数据传输端口不互通、数据格式不统一,造成海量监测数据处于独立散落的状态。数据资源无法完成深度融合分析,系统难以精准研判林区植被含水率、地表可燃物燃点风险与气象环境变化的动态关联,无法根据实时环境变化预判火情萌发趋势,仅能在火情出现明显明火、烟雾特征后捕捉风险信号,大幅拉长预警响应周期,造成森林防火预警工作整体出现明显滞后性。

2.3 预警信息传递渠道不畅与接收末端衰减

多类型预警信号分发端口未完成一体化整合,卫星监测、气象火情测报、地面巡护采集的火情预警数据分属独立传输平台,跨平台数据对接缺少标准化转换接口,纸质台账、对讲机语音、移动端推送等多元传递载体无法实现同步下发。山区保护区路网与通信基站布设密度偏低,深谷、密林等高风险区域存在大范围移动通信信号盲区,无线对讲设备受山体林木遮挡出现信号卡顿、杂音干扰现象。预警信息逐层流转过程中存在层级过滤损耗,区级调度平台下发的精细火情等级、起火方位、蔓延预判等详细内容,传递至管护站点、片区巡护点位时出现关键内容删减。基层一线值守设备老化陈旧,部分简易接收终端存在延迟加载、信息乱码故障,偏远散户看护点无稳定信息接收装置,预警指令抵达末端管护单元时时效性与完整度大幅降低。

3 自然保护区森林防火预警体系的系统化构建策略

3.1 空天地一体化监测网络与智能识别部署

依托自然保护区复杂地形与植被分布特征,搭建全域覆盖、层级联动的空天地一体化森林防火监测架构,整合高空卫星遥感、中低空无人机巡护、地面智能监测设备三类监测载体,实现林区火情无死角动态感知。卫星遥感设备侧重覆盖大范围偏远林区,持续捕捉林区地表温度异常、植被光影变化等火情前置特征数据,弥补地面监测盲区短板。常态化布设的无人机搭载高清红外摄像头、热成像传感器,针对山谷、密林等复杂区域开展定点巡航与精细化扫描,精准甄别隐蔽火源隐患。地面点位批量布设智能监控探头、温度传感与烟雾采集设备,固定监测点位结合移动监测终端,实时采集林区环境数据。配套接入智能识别算法系统,对各类监测数据进行实时分析、特征

比对与火情研判,自动区分自然升温、植被扬尘与真实火情,提升火源识别的精准度与时效性。

3.2 多源数据驱动火灾风险模型动态校准

自然保护区可整合卫星遥感影像、地面气象监测、林区植被分布、地形地貌及人为活动轨迹等多维度数据源,搭建全域覆盖的火灾风险数据采集数据库,为风险模型精准迭代提供数据支撑。依托大数据与人工智能算法,对采集的实时温湿度、风力风向、植被含水率、地表可燃物载量等核心指标进行持续性抓取与量化分析,替代传统固定参数的风险判定模式^[3]。结合保护区不同片区的生态特征与火灾发生规律,对风险评估模型的参数阈值、权重配比进行实时微调,适配不同季节、不同林区的火灾风险变化特征。通过常态化数据更新与模型迭代,消除静态风险评估的滞后性与局限性,实现火灾风险等级的精细化、动态化预判,提升预警体系对复杂林区火情的适配研判能力。

3.3 分级预警发布与基层应急联动闭环管理

结合自然保护区植被覆盖、地形地貌、火源风险、气候条件等核心指标,可划分四级森林防火预警等级,依托气象监测、火情巡查、卫星遥感等多维数据精准判定风险层级,匹配对应标准化预警发布规范。预警信息可通过林区广播、监测终端、村级公示平台、应急微信群等多元渠道全域推送,覆盖保护区全域管护站点、基层村组与巡护人员。同步搭建层级贯通的基层应急联动机制,依托属地管护网格落实预警信息落地核查、风险点位管控、人员物资预置等工作,整合属地应急队伍、林业管护力量、村级志愿巡护队伍形成联动格局。通过预警触发、响应处置、现场管控、事后复盘的全流程闭环模式,细化各环节管控标准与责任边界,打通预警信息传递与一线应急处置的衔接壁垒,切实提升林区火情前置防控与快速处置能力。

4 自然保护区森林防火预警体系完善后的预期成效

4.1 火情首次识别时间缩短与监测盲区消除

高空卫星遥感、无人机巡航、地面红外摄像塔台与林间人工巡护点位形成多层立体感知网络,细小烟点、隐燃阴火在起火初期微弱发热阶段即可被传感设备捕捉识别,烟火信号数据实时同步传输至管控平台,火情从引燃到系统锁定定位的间隔时长大幅压缩^[4]。偏远沟谷、陡坡崖壁、密林深洼等以往人力难以抵达、设备布设受限的偏僻区域全部纳入全天候监测覆盖范围,植被茂密遮挡视线、地形割裂信号传输带来的监控空白点位全数清零。传感设备搭配气象温湿度、风力风向联动采集模块,微弱火情热源不会因薄雾、弱风、低矮灌木遮挡出现识别延迟或误判漏判,全域山林空间实现无间断、无死角同步监测,任何点位出现燃烧热源都能快速完成坐标标注与火情等级初步判定。

4.2 高风险时段预警准确率显著提升

春旱大风、秋燥少雨、节假日进山人流激增等火灾高风险时段,依托卫星遥感、高空瞭望塔、地面红外探头、林下气象微站构成全域多源同步监测网络,实时采集温湿度、风力、植被含水率、人为活动轨迹等多维信息^[5]。后台结合各片区植被种类、地形坡度、可燃物存量动态校准分级预警阈值,精准过滤环境噪声,快速识别吸烟、祭祀、野外作业等零星微小火源隐患,大幅降低设备传输延迟、气象波动引发的误判。面对极端干燥、强阵风等大火临界环境,系统比对历年同期火情样本精准确定风险等级,依照海拔、坡向差异向管护站点推送分层预警,将粗放式时段风险评估升级为毫米级点位识别,有效减少火情错报漏报,持续提升全域火灾预判匹配精度。

4.3 早期火情处置成功率与响应效率双提高

全域布设智能监测点位捕捉林间微小烟点、低温热源等初期火情信号,遥感卫星、高空瞭望塔与地面红外摄像头搭建多层感知体系,隐患刚显现便能锁定坐标并初步判定火情等级。调度平台汇集管护站点、消防队伍、物资储备库实时位置,结合火势蔓延走向自动规划最优行进路线、拟定物资调运清单,

同步录入防火通道与隔离带通行状况,压缩救援抵达时间。一线巡护人员搭载单兵通讯终端实时传回现场影像、地形风向数据,指挥中心即时下发精准扑救指令。细碎火情可在连片火势形成前快速合围处置,大范围火情发生率显著下降,扑救各环节衔接损耗明显减少,微弱火情误判漏判概率持续降低,火情从发现到扑灭的整体周期不断缩短,山林火情现场处置达标率稳步提升。

5 结语

森林防火预警体系是自然保护区生态保护与森林灾害防控的核心支撑,对守护区域生物多样性、遏制重大火、降低生态灾害损失具备重要战略价值。当前自然保护区防火预警工作仍存在监测布局不均、数据融合不足、信息传递不畅等现实短板,制约防火防控效能。通过搭建空地一体化智能监测网络、构建动态化火灾风险研判模型、落实分级预警与闭环应急联动机制,可全方位补齐防控漏洞。体系完善后,能够彻底消除林区监测盲区,提升高风险时段火情预警精准度,大幅优化早期火情处置效率,为自然保护区森林生态资源安全与长效稳定发展筑牢坚实的防火屏障。

参考文献:

- [1] 周开红.祁连山自然保护区西营河保护站森林防火策略探析[J].南方农业,2025,19(13):129-131.
- [2] 刘毅.祁连山国家级自然保护区森林防火体系建设现状及防控对策[J].农村科学实验,2025,(3):135-137.
- [3] 吴倩倩.浅析自然保护区春季森林防火工作[J].农业与技术,2022,42(5):73-75.
- [4] 翟坤,邢志学,孟晶,等.新形势下自然保护区森林草原防火现状与对策分析[J].森林防火,2024,42(2):60-63.
- [5] 张业飞,杜刚,刘海鹏.小五台山自然保护区森林草原防火现状与对策研究[J].现代农村科技,2022,(12):95-96.