

山林火源隐患排查与精准防控策略研究

杜继勇

宣恩县国有雪落寨林场

DOI:10.32629/eep.v9i5.3228

[摘要] 本文以山林火源隐患识别技术与风险评估体系为研究核心,系统梳理遥感监测、智能传感融合检测等主流技术的应用优势与适配场景,界定多类型火源隐患的分级分类标准。结合气象、地形、植被、人为干扰等多重影响因子,构建科学完善的火险等级评价体系,依托机器学习算法搭建精细化火险预测模型,深入剖析林区火险时空分布的差异化特征。针对当前基层防火管控碎片化、预警滞后、部门联动不足、策略固化等现实问题,构建分区分级管控、智能预警响应、多部门协同联动、动态评估优化的一体化精准防控体系。

[关键词] 山林火源; 隐患排查; 精准防控; 风险评估; 智慧防火

中图分类号: S767.6 文献标识码: A

Research on the Identification of Latent Forest Fire Hazards and the Development of Precision Prevention and Control Strategies

Jiyong Du

Xuan'en County State-Owned Xueluozhai Forest Farm

[Abstract] This study investigates advanced methodologies for identifying latent forest fire hazards and establishing a robust, science-based framework for precision prevention and control. It systematically reviews state-of-the-art technologies—including satellite-based remote sensing and multi-sensor fusion systems—highlighting their respective strengths, operational suitability, and limitations in real-world forest fire risk monitoring. A standardized hazard classification and grading scheme is proposed, grounded in empirical analysis of fire-prone conditions. Integrating key environmental and anthropogenic drivers—namely meteorological patterns, topographic features, vegetation composition, and human activity—a comprehensive, multi-dimensional forest fire risk assessment system is developed. Leveraging supervised machine learning techniques, a spatiotemporally adaptive fire risk prediction model is constructed; its outputs enable granular analysis of the heterogeneous temporal evolution and spatial distribution of fire risk across diverse ecological zones. To address persistent operational challenges—including fragmented local-level fire management, latency in early warning dissemination, weak cross-agency coordination, and inflexible intervention protocols—an integrated precision prevention and control architecture is formulated. This architecture incorporates zonal and tiered risk governance, AI-enhanced early warning and response mechanisms, interdepartmental collaborative workflows, and iterative performance evaluation with dynamic strategy optimization.

[Key words] forest fire ignition sources; latent hazard identification; precision prevention and control; fire risk assessment; intelligent fire management

1 引言

在生态文明建设持续推进的背景下,森林资源保护成为筑牢区域生态安全屏障、维系生态平衡的关键工作。森林防火作为森林资源保护的核心环节,其治理成效直接关系生态环境稳定与群众生命财产安全。伴随城乡人居活动范围持续扩张、极

端天气频发,林区火源隐患类型不断增多,火情发生规律呈现显著的时空异质性,对传统森林防火治理模式形成全新挑战。传统基层防火多依赖人工巡护、经验研判与统一化管控方式,存在隐患识别不全面、风险评估不精细、防控资源配置不合理、应急响应被动等突出问题,难以适配复杂多变的林区火险形势。随着

智慧林业技术不断迭代, 遥感监测、物联网传感、大数据分析与人工智能算法逐步融入防火工作, 为火源精准识别、风险动态研判、分级精准防控提供了全新技术支撑。

2 山林火源隐患排查技术与分类体系

2.1 火源隐患类型识别与分级标准

在气候环境变化与人类户外活动日趋频繁的双重影响下, 山林火灾隐患呈现常态化、多元化发展态势, 火情诱发诱因愈发复杂。结合山林火灾的核心成因, 可将现存火源隐患系统划分为三大类别, 分别是人为火源、自然火源以及基础设施火源。其中人为火源涵盖农事作业用火、传统祭祀焚香、野外休闲吸烟等违规户外行为, 是引发山林火情的核心诱因; 自然火源以雷击起火、植被堆积自燃等自然现象为主, 具备突发性与不可控性特征; 基础设施火源主要源自林区电力线路故障、通信设备过热等设备运行隐患。结合各类火源的发生规律、火势蔓延潜力、能量释放强度以及林区植被可燃物储备情况, 可建立规范化的四级风险分级标准。从极高风险到低风险逐级划分火情隐患危害程度, 明确不同场景下的起火概率、蔓延速度与管控难度, 为林区差异化、针对性的防火管控与隐患治理工作提供清晰的分类依据与实施基础。

2.2 基于遥感技术的火源隐患监测方法

多源遥感技术是当前大范围山林火源隐患动态监测、火情风险预判的核心技术手段, 广泛应用于智慧森林防火体系建设中。该技术整合光学卫星、热红外传感器与合成孔径雷达等多类监测载体, 构建多维度、立体化的林区监测体系, 可精准反演林区地表温度异常变化、植被水分缺失状态以及区域可燃物堆积储备情况, 实现林区隐患的全天候动态感知。依托多时相遥感影像对比分析技术, 结合智能机器学习算法, 能够精准识别林区隐蔽性残留火点、电力设施热异常等常规巡查难以发现的隐患问题, 弥补传统人工监测的盲区短板。相较于传统监测方式, 遥感监测具备覆盖范围广、运维成本低、监测尺度多元、受地形限制小等突出优势, 可实现林区隐患的常态化、高频次更新监测, 为大范围森林火险风险评估、动态预警与综合防控工作提供可靠的技术数据支撑。

2.3 地面巡查与智能传感器融合检测技术

单一遥感监测模式易受阴雨云层遮挡、设备空间分辨率局限等因素影响, 难以全方位覆盖林区隐患监测需求, 因此需搭配地面监测体系形成互补协同的防控模式。当前林区防控普遍推行人工巡查与智能传感网络深度融合的检测模式, 依托物联网技术在重点防护林区布设一体化智能传感设备, 实时采集林区温湿度、烟雾浓度、火焰光谱、有害气体含量等多项环境参数。搭配边缘计算技术实现监测数据的本地实时分析与快速研判, 精准捕捉火情萌芽阶段的前兆信号, 实现隐患早识别、早预警。同时搭建智能化移动端调度体系, 将监测识别的高风险点位精准推送至一线巡护人员, 指导工作人员开展靶向精准巡查。通过整合空天遥感数据与地面传感数据, 构建统一时空标准的一体化监测体系, 形成隐患发现、研判、处置的闭环工作流程, 全面

提升山林火源隐患排查治理的整体效率与精准度。

3 山林火源隐患风险评估模型构建

3.1 多因子火险等级评价指标体系

面对日益复杂的山林防火防控形势, 精准研判林区火险风险等级、识别核心风险诱因, 是科学化开展森林防火工作的前提。为规避单一评价维度的片面性, 兼顾自然环境与人为活动双重影响因素, 构建全方位、多层次的山林火险等级评价指标体系极具必要性。该体系整合五大核心一级评价维度, 涵盖林区气象环境条件、植被可燃物储备情况、地形地貌特征、人类活动干扰强度以及林区基础设施安全状态, 同时细化多项二级评价指标, 全面覆盖影响山林火情发生、蔓延的各类关键要素。研究结合层次分析法、专家研判经验与区域火情发生规律, 科学测算各级指标的权重占比, 兼顾评价体系的科学性、客观性与地域适配性。该指标体系可适配不同地貌、不同环境的林区场景, 精准划分区域火险等级, 为林区动态化风险建模、差异化防火管控提供扎实的基础支撑。

3.2 基于机器学习的火险预测模型

智慧林业信息化建设背景下, 机器学习算法凭借强大的数据分析与规律挖掘能力, 成为优化山林火险预测、提升预警精准度的核心技术手段。本文以构建的多因子火险评价指标体系为基础, 选取林区各类环境参数、地形特征、人为活动、基础设施状态等多维实时数据与历史火情数据作为模型输入变量, 搭建基于随机森林算法的山林火险智能预测模型。通过交叉验证方式完成模型超参数优化调试, 筛选最优模型参数组合, 有效突破传统预测方法精度不足、维度单一的局限。优化后的预测模型可精准研判林区未来数日的火情发生概率, 精准定位高风险区域与高发时段, 实现火险风险的动态化、精细化预判。同时可联动气象变化规律与人类活动特征开展综合分析, 为林区防火人员调度、防控资源前置部署、常态化风险管控提供智能化决策依据, 适配现代化智慧森林防火的发展需求。

3.3 时空动态风险分布特征分析

依托机器学习预测模型与GIS空间分析技术, 可精准剖析山林火险风险的时空分布规律, 明晰不同区域、不同时段火情差异化特征。从时间维度来看, 不同季节的气候条件、降水状况、人类活动类型存在显著差异, 使得山林火险高发时段呈现明显的季节分化特征, 各林区火情主导诱因随季节更迭不断变化。从空间维度来看, 山林高风险区域并非均匀分布, 多集中于人类活动密集地带、交通沿线、居民点周边以及电力设施覆盖区域, 呈现点状、线状的空间分布特征, 是自然环境与人类活动共同作用的结果。通过网格化动态更新模式绘制林区风险分布图谱, 可实现日度、周度、月度的风险动态监测, 精准捕捉风险变化趋势。明晰火险时空分布差异性特征, 能够为各林区因地制宜制定防火策略、优化巡护路线、精准部署防控资源提供重要参考。

4 精准防控策略设计与实施机制

4.1 分区分级防控策略制定

森林火情发生存在显著的空间差异性与诱因倾向性, 人为

干扰是当前林区火灾发生的主导诱因,不同地域的生态基底、植被条件与人类活动强度差异,使得各区域火险隐患等级呈现明显分层特征。南方集体林区与西南生态脆弱区域植被繁茂、人居活动密集、生态抗性较弱,火情滋生与蔓延风险更高,是森林防火的重点管控区域。为摒弃传统森林防火粗放式、一刀切的管控模式,实现防控资源科学统筹与高效利用,需结合区域火情隐患分布密度、林区可燃物蓄积总量、人居活动干扰频次以及历史火情发生规律等核心要素,构建系统化的火险分级评判体系,将全域林区划分为高、中、低三类风险管控单元,实施差异化精准防控。高风险林区聚焦防火关键时段,落实封闭式管控、全天候视频监控、防火隔离带布设与专业人员常态化巡护等硬核防控举措。中风险林区以源头火源管控为核心,规范农事、祭祀等日常野外用火行为,依托村级网格化管理与常态化宣传筑牢基层防控防线。

4.2 智能化预警响应机制

为破解传统森林防火监测滞后、研判单一、响应被动的治理难题,依托数字化与智能化技术搭建多模态融合的火险预警响应体系,构建全方位、立体化的林区动态感知防控格局。该体系整合气象卫星遥感数据、地面物联网传感监测数据以及社会化舆情动态数据,打破单一监测模式的局限性,实现林区环境状态的全域实时采集。依托深度学习智能算法,对影响火情生成的各类环境因子进行综合研判与动态推演,持续更新全域火险风险等级,以精细化空间尺度完成风险全覆盖研判,保障预警结果的科学性与时效性。同时建立分级触发、分级响应的预警处置机制,针对高危火险预警信号启动专项应急流程,第一时间向属地职能部门推送精准风险点位信息。联动应急广播、公众信息平台、移动端推送等多元传播渠道,快速完成风险区域预警信息全覆盖,确保基层防控力量与群众及时掌握风险动态。

4.3 多部门协同防控体系构建

森林防火治理属于综合性公共安全治理工作,涵盖生态保护、应急处置、治安管控、气象服务等多个领域,需要多职能部门与基层治理力量统筹联动、协同发力,单一主体无法实现全域高效防控。基于当前基层防控各自为政、衔接不畅的治理痛点,构建纵向贯通、横向联动的立体化协同防控体系,搭建层级清晰、权责明确、运转高效的防火工作格局。在纵向治理层面,由省级专项防火统筹机构负责全域工作部署、信息统筹与指令下达,统筹调配跨区域防控资源;县级整合护林巡护、应急扑救、志愿防控等多元力量,推行一岗多责、全员联动的常态化巡查机制,充实一线防控力量。乡镇与村社立足基层治理末端,重点开展火源排查登记、群众用火规范引导、非法用火管控等基础工作。严格落实多部门联合值守、联合研判、联合演练、联合处置的常态化工作制度,打通部门间信息壁垒与协作堵点,凝聚全域防火防控合力,有效提升火情处置的整体性与高效性,构建全域联防联控的现代化防火治理格局。

4.4 防控效果评估与策略优化

现代化森林防火治理需构建闭环治理体系,依托常态化成

效评估实现防控策略动态迭代优化,避免治理模式固化滞后于环境与社会变化。结合森林防火治理核心目标,构建涵盖火情管控成效、智能预警精度、应急响应效率、社会治理满意度的多维度综合考核体系,形成标准化、规范化的防控成效评判标准。依托无人机实地核查、遥感灾损研判、基层实地调研等多元化技术手段,对全域防火工作开展全过程、量化式动态评估,精准剖析现有防控体系的优势与短板。以常态化评估结果为核心依据,动态优化火险风险分区范围、隐患评判权重标准与智能识别模型训练体系,持续优化智能化预警算法与防控资源配置模式。通过评估反馈、策略优化、实践检验的良性循环机制,让防控体系能够动态适配气候环境变迁、群众生产生活方式更新、林区生态环境演变等各类变量。持续提升森林防火治理的科学性、精准性与适配性,为基层森林防火长效治理、提质增效提供稳定支撑,为全国基层防火治理优化提供可行参考。

5 结论

本文系统完成山林火源隐患识别、风险评估建模、时空特征分析与精准防控体系构建的完整研究,厘清了现代智能技术在森林防火领域的应用逻辑与实践价值。研究明确了人为、自然、基础设施三类火源隐患的核心特征与四级分级管控标准,验证了遥感监测与地面智能传感融合技术在林区隐患排查中的应用优势,有效弥补了单一监测模式的技术短板。通过构建多维度火险评价指标体系,结合机器学习算法实现林区火险的精细化动态预测,精准揭示了山林火险在时间与空间维度的分布规律与演化特征。针对基层防火管控同质化、预警响应滞后、部门协同不足、策略迭代缓慢等问题,搭建了分区分级精准管控、智能动态预警、多主体协同治理、闭环评估优化的综合治理机制。整套体系贴合基层林区防火实际,能够有效优化防控资源配置、提升火情前置防控能力、完善基层防火治理架构,对推进森林防火智能化、精细化、常态化建设具有积极作用,可为各地基层森林防火提质增效、生态安全长效守护提供可靠的实践依据。

[参考文献]

- [1]魏思佳.北京市平谷区黄松峪乡森林防火“5541”模式实践[J].中国应急管理,2025,(10):20-22.
- [2]吴斗鹏.凉山扎实推进森林草原防灭火常态化治理[N].凉山日报(汉),2026-04-10(001).
- [3]李晓娟,朱甲昂,王磊.山区乡镇森林火源管控问题及对策研究[J].森林防火,2026,44(02):33-36.
- [4]袁聆彬,田旭阳,刘赞.早发现、早介入、早稳控襄州区精准“狙击”冬季安全隐患“萌芽”[J].湖北应急管理,2026,(05):44-45.
- [5]朱浩磊.森林公园消防隐患与应对措施探讨[J].消防界(电子版),2026,12(02):181-183.

作者简介:

杜继勇(1977--),男,汉族,湖北宣恩人,本科,林业工程师,研究方向:森林防火。