

森林防火管理工作中智慧监控技术的应用探讨

王 喆,沈润夏,杨俊杰,何函青,何雨峰
(国网凉山供电公司,四川省西昌市,615000)

摘要 森林火灾是威胁全球生态安全与可持续发展的重大灾害。传统森林防火监控手段存在覆盖盲区大、响应滞后、人力依赖性强等显著弊端。本文深入探讨了以物联网、人工智能、大数据、卫星遥感、无人机及先进传感器等为核心的智慧监控技术在森林防火领域的创新应用模式。研究表明,智慧监控技术通过构建“天-空-地”一体化立体监测网络,实现了火情的早期精准识别、快速定位与智能研判,显著提升了森林防火的预警能力、决策效率与扑救精准度,为构建“早发现、早预警、早处置”的现代森林防火体系提供了强有力的科技支撑。

关键词 森林防火;智慧监控;人工智能;无人机

中图分类号:S762.3 文献标识码:B
文章编号:1008-0899(2026)10-0070-02

1 智慧监控技术应用的优势与成效

1.1 提升“早发现”能力,实现火情“精准定位”

卫星的广域扫描、无人机的快速抵近、智能摄像头的24hAI值守、传感器的密集感知,形成严密监控网,将火情发现时间从小时级缩短至分钟级,甚至萌芽阶段,为“打早、打小、打了”赢得黄金时间窗口。通过GIS联动、无人机侦察、多源数据融合,火点定位精度可达米级,彻底改变了过去靠大致方位描述的局面,极大提升了扑救的针对性和效率。

1.2 增强“科学决策”水平,提高监测覆盖范围与效率

AI驱动的火行为预测和辅助决策,为指挥员提供了基于数据和模型的科学依据,减少了经验主义误判,优化了资源调配,提高了扑救方案的科学性和有效性。智慧监控技术突破地形和人力限制,实现对广袤林区、偏远无人区、地形复杂区的有效覆盖,一个智能摄像头或无人机可替代多个传统瞭望塔的监控范围。

1.3 降低人力依赖与风险,推动防火管理“智能化”转型

智慧监控技术的运用,减少了瞭望员、巡护员在高风险区域长时间值守的需求,无人机侦察替代人员深入危险火场侦察,极大保障了人员安全。智慧监控技术推动防火管理“智能化”转型,实现从被动响应向主动预警、从经验判断向数据决策、从分散管理向协同指挥的根本性转变。据国家林草局2024年报告显示,全国重点林区应用智慧监控系统后,林火平均监测发现时间缩短60%以上,早期火灾扑灭率提升超过35%,火灾年均损失率显著下降。

2 森林防护管理中智慧监控面临的挑战

2.1 建设与运维成本高昂,技术瓶颈待突破

卫星数据购买、无人机系统、高性能智能摄像头、大量传感器节点、通信网络(尤其偏远林区需卫星通信或自建专网)、云平台建设与维护等投入巨大,且后期设备维护、升级、电力保障等运维成本持续存在。对财政能力有限的地区构成压力。在雾霾、沙尘、云层遮挡、山体阴影、水汽反光、工业排放干扰等复杂气象和环境条件下,烟火识别算法的准确性和鲁棒性仍有待提高,误报和漏报问题仍需持续优化。

2.2 通信网络覆盖不足,模型预测精度需提升

广袤偏远林区公网(4G/5G)信号覆盖薄弱甚至缺失,严重制约了实时视频传输、传感器数据回传和远程指挥控制。依赖卫星通信则成本更高、带宽受限。现有森林火灾行为预测模型的精度受限于输入数据的质量和模型本身的复杂性,如实时高精

作者简介:王喆(1987~),男,四川自贡人,硕士,高级工程师,研究方向:输变电工程关键技术。

度风场、精细化可燃物含水率,在极端天气或复杂地形下预测偏差可能较大。

2.3 系统整合与数据共享存在壁垒,专业队伍匮乏

不同时期、不同厂商建设的各类监控系统往往独立运行,存在“信息孤岛”,数据格式、接口标准不统一,难以实现真正的“一体化”融合分析。跨部门(林草、应急、气象、公安、交通)数据共享机制不健全。此外,智慧防火系统的运行、维护、数据分析和决策支持,需要既懂林业防火业务,又精通信息技术的复合型人才,目前此类人才严重短缺。

3 智慧监控技术的核心体系及其在森林防火中的应用

3.1 卫星遥感技术的广域感知

卫星遥感凭借其覆盖范围广、重访周期短、不受地面条件限制的优势,成为森林防火宏观监测的基石。通过搭载红外、可见光、微波等多种传感器的卫星,能够实现以下目标:①早期热点探测,利用红外波段高灵敏度传感器,捕捉地表异常高温点(热点),可在火苗初起阶段甚至潜在火险区域进行识别;②火场范围动态监测,多光谱与高分辨率影像结合,精确获取火场蔓延边界、燃烧面积、火线强度等信息,为扑救力量部署提供实时依据;③火险等级评估,结合植被覆盖度、地表温度、土壤湿度、气象数据(通过气象卫星获取)等,构建火险预测模型,实现区域性的森林火险等级精准预报;④灾后评估,快速评估过火面积、植被受损程度,为生态恢复提供数据支持。卫星遥感构成了智慧防火的第一道宏观预警防线。

3.2 无人机技术的灵活机动

无人机系统,特别是固定翼和多旋翼无人机,凭借其机动灵活、操作便捷、视角独特、可抵近侦察的优势,在森林防火中扮演着越来越重要的角色。无人机可应用于火场快速侦察。搭载可见光、红外、气体等传感器的无人机,可迅速飞抵疑似或确认火场上空,实时传回高清图像、热力图和视频,清晰掌握火点位置、火势大小、蔓延方向、火场地形地貌及周边环境。热成像技术使无人机具备穿透烟雾和黑暗的能力,有效弥补了人工和普通摄像头的不足,特别适用于夜间、浓烟密布或地形崎岖区域的监控。无人机可以实现火线精准定位与扑救引

导,实时回传的数据可精确指导地面扑火队伍行进路线、确定最佳扑救点,提高扑救效率和安全性。在公网信号覆盖不到的偏远林区,无人机可作为临时通信中继平台,保障火场内外指挥通信畅通。无人机是连接卫星宏观信息与地面微观细节的关键桥梁。

3.3 智能视频监控与物联网传感网络的精准感知

地面监控网络是智慧防火体系的神经末梢,负责最直接的、连续性的监测。采用智能双光谱视频监控,将其部署在瞭望塔、铁塔、高山制高点等关键位置的高清智能摄像头,与热成像技术,实现24h不间断监控。其核心在于集成的AI算法。利用深度学习技术,对监控画面进行实时分析,自动识别烟雾形态、颜色、扩散特征以及火焰特征,显著降低误报率和漏报率。一旦识别到疑似烟火,系统立即自动报警,并联动GIS地理信息系统,精准定位火点经纬度坐标、海拔高度,计算与最近监控点的方位角、距离。利用物联网技术,对森林环境进行精准感知。在林区广泛布设微型气象站、土壤温湿度传感器等,实时采集林区微气候数据,为火险预警模型提供精细化输入。在森林中部署火情感知节点,部署温度、烟雾、一氧化碳等传感器,在近距离内感知火情,作为视频监控的补充,尤其在茂密林下或监控死角区域发挥作用。

4 结语

智慧监控技术通过深度融合物联网、人工智能、大数据、卫星遥感、无人机等现代信息技术,正深刻变革着森林防火管理的模式和能力。它构建的“天-空-地”一体化立体监测预警网络,有效解决了传统手段在覆盖范围、反应速度、识别精度和决策科学性等方面的核心痛点,为实现森林火灾的“早发现、早预警、早处置”提供了前所未有的技术支撑,显著提升了森林防火的现代化水平和综合效能。

参考文献

- [1] 宋仕斌,于海跃.智慧监控系统在森林防火安全管理工作中的应用研究[J].电子产品世界,2022(6):28-30.
- [2] 黄承文.远程视频监控技术在森林防火工作中的应用[J].农村科学实验,2024(15):142-144.
- [3] 梁凤和.远程视频监控技术在森林防火中的运用探究[J].农家科技,2020,000(007):200.