

林业工程中森林火灾预警与防控技术研究

刘清军 430422197310015614

摘要

森林火灾是林业发展过程中危害最大的自然灾害之一，不仅会造成大面积森林资源损毁，还会破坏区域生态平衡，威胁周边居民生命财产安全。本文以林业工程中的森林火灾预警与防控技术为研究对象，梳理当前我国森林火灾防控的发展现状，分析现有预警与防控体系存在的不足，探讨现代化技术在森林火灾预警、应急处置中的应用路径，提出完善森林火灾防控体系的优化建议。研究表明，融合物联网、卫星遥感、大数据等技术的智能化预警体系，结合分层分级的防控机制，能够有效降低森林火灾发生概率，提升火灾应急处置效率，为我国林业资源保护与生态安全建设提供技术支撑。

关键词

林业工程；森林火灾；预警技术；防控体系

一、引言

森林是我国重要的战略性资源，不仅具有提供木材林产品的经济价值，还承担着涵养水源、固碳释氧、维护生物多样性的生态功能，是我国生态文明建设的核心载体。根据第九次全国森林资源清查结果显示，我国森林覆盖率已达到22.96%，森林面积达到2.2亿公顷，林业产业规模持续扩大，林业工程建设进入高质量发展新阶段。但与此同时，我国森林火灾发生风险也在不断上升，受全球气候变暖影响，极端高温干旱天气频发，林下可燃物载量持续累积，加上林区人为活动日益频繁，森林火灾发生的频率和危害程度都呈上升趋势。2023年全国共发生森林火灾709起，受害森林面积约1.2万公顷，给林业资源和生态环境造成了不可逆转的损失。因此，在林业工程建设中完善森林火灾预警与防控技术体系，提升森林火灾防控能力，是保障林业可持续发展的核心任务，具有重要的现实意义。

二、森林火灾预警与防控技术发展现状

我国森林火灾防控工作经过数十年发展，已经形成了以“预防为主、积极消灭”为核心方针的工作体系，传统预警与防控技术在长期实践中发挥了重要作用。

在预警层面，传统技术主要依靠人工巡查和气象观测两种方式，护林员定期对责任林区进行徒步巡查，通过肉眼观察发现火情隐患和早期明火，这种方式适合地形平缓、人员易到达的林区，对于地形复杂、交通不便的偏远林区，人工巡查存在覆盖范围小、响应速度慢的弊端。气象观测则是通过气象站监测气温、湿度、风力、降水等气象要素，结合森林火险等级标准发布火险预警，这种方式能够从宏观层面反映区域火灾风险，但无法实现对林区微观风险点的精准监测。

在防控层面，传统防控技术主要包括可燃物清理、防火隔离带开设、人工扑火等方式，春秋防火期组织人员清理林下枯枝落叶，在林区主干道和农田交界处开设防火隔离带，火灾发生后以专业扑火队伍人工扑打为主进行处置。这些技术虽然成本较低，但存在明显局限性：可燃物清理难以覆盖偏远林区，防火隔离带建设周期长、占地多，人工扑火不仅效率低，还会对扑火人员的生命安全造成威胁。

三、现代化森林火灾预警核心技术分析

3.1 卫星遥感预警技术

卫星遥感技术是大尺度森林火灾监测预警的核心技术，通过极轨卫星和静止卫星能够实现对全国林区的全天候覆盖，卫星搭载的红外传感器能够捕捉地表温度异常，在火灾发生初期就能识别热点区域，结合地理信息数据准确定位火情位置，误差可以控制在1公里以内。当前我国已经拥有“风云”“高分”等系列自主遥感卫星，能够实现每15分钟一次的高频次观测，不仅能够及时发现早期火情，还能够对火灾蔓延趋势进行动态监测，为应急指挥提供数据支撑。卫星遥感技术的优势在于覆盖范围广，不受地形条件限制，能够有效监测人迹罕至的原始林区，缺点是容易受到云层遮挡影响，对于小型林下火的识别精度还有待提升。

3.2 物联网地面感知技术

物联网地面感知技术是实现森林火灾精准预警的基础，通过在林区布置大量传感器节点，实时监测林区的温度、湿度、风力、可燃物含水率以及烟雾浓度等参数，将数据实时传输到后台指挥中心，通过火险评估模型计算区域火险等级，当参数超过阈值时自动发出预警。部分重点林区还会在主要进山路口安装视频监控和人脸识别设备，对进入林区的人员进行登记管理，及时发现违规用火行为。物联网技术能够实现分钟级的实时监测，预警精度高，能够发现极早期的火情隐患，缺点是设备布置成本较高，偏远林区供电和信号传输存在一定难度。

3.3 无人机巡护预警技术

无人机巡护技术弥补了卫星遥感和人工巡查的不足，无人机灵活性强、成本低，可以按照预设路线对林区进行常态化巡查，搭载高清可见光相机和红外热成像设备，能够在复杂地形条件下发现林下隐蔽火情，还能够对卫星识别的热点区域进行快速核查，确认是否发生真实火灾。在火灾发生过程中，无人机还能够实时跟进火灾蔓延态势，获取火场一线的高清影像，为指挥人员制定扑火方案提供依据。

四、现代化森林火灾防控关键技术应用

4.1 可燃物智能化管理技术

森林火灾发生的基础条件是充足的可燃物，因此可燃物管理是森林火灾事前防控的核心内容。传统可燃物清理主要依靠人工，效率低成本高，现代化技术背景下，可以通过卫星遥感反演计算林区可燃物载量，识别可燃物超载的高风险区域，有针对性地安排清理任务，还可以推广生物防火技术，种植耐火性强的阻燃树种，改造林分结构，降低森林燃烧性。此外，计划烧除技术也得到了广泛应用，通过在低温低风的安全时间段有计划地烧除林下多余可燃物，降低可燃物载量，既可以减少火灾发生风险，还能够促进森林生态系统更新，成本远低于人工清理。

4.2 林火阻隔工程技术

林火阻隔系统是防止森林火灾蔓延的重要工程手段，传统防火隔离带主要依靠人工开挖，不仅工程量大，还会破坏地表植被。现代化林火阻隔技术结合自然阻隔和工程阻隔，依托河流、道路、山脊等自然地形，辅以人工修建的防火林带和防火道路，构建网格化的林火阻隔网络。通过地理信息系统对林区阻隔网络进行规划，优化防火道路和隔离带的布局，提升阻隔网络的覆盖效率，在火灾发生后能够有效限制火灾蔓延范围，为扑火队伍争取处置时间。

4.3 应急指挥与扑救技术

森林火灾发生后，高效的应急指挥和扑救是降低损失的关键。现代化应急指挥技术依托地理信息系统和实时火情数据，构建可视化的应急指挥平台，指挥人员能够实时掌握火场位置、蔓延方向、周边人口和资源分布情况，快速制定扑救方案，调度扑火人员和装备。在扑救技术方面，除了传统的人工扑打，还发展出以水灭火、航空灭火等多种技术，大型消防车能够直接抵达火场一线进行喷水扑

救，直升机通过吊桶洒水能够快速控制树冠火的蔓延，新型灭火装备的应用大幅提升了扑救效率，也降低了扑火人员的安全风险。

六、结论

森林火灾预警与防控是林业工程建设中保障生态安全的核心工作，随着林业产业的发展和气候变化影响，森林火灾防控面临的挑战不断加大，传统预警防控技术已经无法满足当前的工作需求。现代化信息技术与林业工程的融合，推动森林火灾预警防控向智能化、精准化方向发展，卫星遥感、物联网、无人机、大数据等技术的应用，大幅提升了森林火灾预警精度和应急处置效率。

参考文献

- [1] 张思玉, 郑世群. 森林火灾预防与扑救[M]. 北京: 中国林业出版社, 2016.
- [2] 李京, 陈云浩. 遥感技术在森林火灾监测中的应用研究进展[J]. 林业科学, 2020, 56(3): 145-154.
- [3] 王霓虹, 周洪泽. 基于物联网的森林火灾监测预警系统研究[J]. 林业工程学报, 2015, 29(2): 118-122.