文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

森林防火技术发展与现代监测系统在生态保护中的应用分析

朱尤俊
曲靖市麒麟区珠街街道农业农村发展服务中心
DOI:10.32629/eep.v9i8.3289

[摘　要] 面对生态安全,其最主要的威胁之一就是森林火灾,因此提高对森林火灾的防控能力至关重要,因为这直接与区域生态系统的稳定性和可持续性存在密切关系。基于此,本文以曲靖市麒麟区森林防火工作实际情况出发,对森林防火技术的演进脉络进行系统梳理,然后重点分析现代监测系统在火情早期识别、火场动态研判、灾后恢复评估等关键环节的应用机制。研究表明,现代监测技术的深度嵌入可以有效提升火灾响应效率与扑救决策科学性,同时还可以通过减少火灾干扰强度与范围,降低森林生态系统的结构性损伤,维护生态服务功能的持续稳定。
[关键词] 森林防火技术；现代监测系统；生态保护
中图分类号：S762.3　文献标识码：A

Development of forest fire prevention technology and application of modern monitoring system in ecological protection

Youjun Zhu
Agricultural and rural development service center, Zhujie street, Qilin District
[Abstract] in the face of ecological security, one of the main threats is forest fire. It is very important to improve the prevention and control ability of forest fire, because it is directly related to the stability and sustainability of regional ecosystem. Based on the actual situation of forest fire prevention in Qilin District of Qujing City, this paper systematically combs the evolution of forest fire prevention technology, and then focuses on the application mechanism of modern monitoring system in key links such as early fire identification, dynamic fire research and judgment, and post disaster recovery evaluation. The research shows that the deep embedding of modern monitoring technology can effectively improve the efficiency of fire response and the scientificity of fire fighting decision. At the same time, it can reduce the intensity and scope of fire disturbance, reduce the structural damage of forest ecosystem, and maintain the sustainable stability of ecological service function.
[Key words] forest fire prevention technology; Modern monitoring system; Ecological protection

1 引言

森林火灾是威胁生态安全的重大扰动因素,不仅直接损毁植被群落与土壤结构,还可能引发栖息地退化、水源涵养能力下降等次生生态问题,其防控成效关系到区域生态安全的基本格局。曲靖市麒麟区地处珠江源头汇水区,林农交错、人为活动频繁,冬春干季可燃物积累较快,火源管控难度持续存在,传统巡护手段在响应时效与覆盖能力上的局限日益明显,亟待借助技术升级提升早期发现与快速处置水平。本文结合麒麟区防火一线实践,梳理防火技术演进脉络,分析现代监测系统在火情识别、态势研判及灾后恢复等环节的实际应用,探讨技术工具服务于生态保护目标的具体路径,力求为同类林区提供可参照的地方经验,也为基层防火工作与生态管理的深度融合提供一个务实视角。

2 技术演进脉络：从人力巡查到智能感知

森林防火技术的演进,核心在于提升火情信息获取的时效性与准确性。按进步幅度,大致可划为三个阶段。厘清这一脉络,有助于客观认识当前技术体系的长处与不足。

2.1人力为主的传统防控阶段

在较长一段时期内,麒麟区森林防火工作基本依赖人力投入。各乡镇林业站组织护林员按片区徒步或骑车巡护,制高点瞭望台则由值守人员凭肉眼和简易望远镜全天候扫视,发现烟点后通过有线电话或对讲机上报。每年防火期前,林区周边村社还组织群众队伍实施计划烧除、清理林缘可燃物,并在山脊和道路两侧开设防火隔离带[1]。客观而言,这套模式在特定历史条件下发挥了积极作用,尤其是群众广泛动员的机制,在一定程度上弥

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

补了技术手段缺失带来的被动。然而其局限性同样突出：巡护范围受制于地形与体力,偏远沟谷、陡坡地带难以有效覆盖；火情信息从发现到传至指挥机构环节多、耗时长,常延误最佳处置时机；瞭望观测易受雾霾、逆光等气象条件干扰,漏判误判情况时有发生。

2.2基础设备引入的过渡阶段

20世纪90年代后期至本世纪最初十年,一批基础性通讯与探测设备开始进入麒麟区森林防火装备序列。短波电台和车载对讲系统的配置,为前线与指挥部之间建立起基本的语音联络渠道,调度指令传递较过去顺畅不少。少数重点火险区域还尝试架设了简易红外探测装置,试图弥补夜间监测能力的不足；国家林业局(2018年整合组建为“国家林业和草原局”)也定期推送低分辨率的卫星热点监测信息,供地方参考使用。这些技术手段的加入,确实将感知范围朝传统视野之外做了一定延伸。然而从实际运行效果衡量,该阶段设备整体尚不成熟。红外传感器受环境温度波动影响明显,误报频繁,基层人员反复出动却屡屡扑空,逐渐对设备报警产生疲惫心态。卫星影像的时间间隔以数天计算,空间精度停留在公里级,对于早期小火源的定位偏差过大,难以支撑现场处置决策[2]。总体来看,这一时期的技术应用并未根本改变人力防控的基本格局,但设备操作经验和数据积累,为后续更系统的技术升级提供了铺垫。

2.3智能立体监测体系的形成阶段

近十年来,信息获取与处理技术的快速进步,为森林防火带来了能力上的显著跃升。麒麟区以云南省“智慧林业”建设为契机,利用地方财政配套资金,逐步建成了集卫星、无人机、高空摄像头和地面传感器于一体的立体监测网络。该体系的核心在于多源数据的协同联动：静止轨道卫星以十分钟级频次扫描热异常,进行宏观筛查；布设于重点林区的高清云台摄像机借助深度学习算法,自动识别视频中的烟尘动态,实现精细监控；一旦触发预警,就近部署的无人机迅速升空,沿规划航线抵近核查,并通过图传模块将实时画面回传至区级指挥中心。从近年运行情况来看,该监测网络投入使用后,火情从发生到系统锁定并完成定位的平均耗时,较过去人工瞭望模式缩短了约一个半小时。需要强调的是,技术效能的发挥不仅依靠设备本身,更有赖于区级层面建立的信息流转与响应流程。将硬件系统嵌入具体的操作规范中,监测能力的提升才能真正转化为防控效果的改善。

3 监测系统在火灾防控全链条中应用的功能实现

现代监测系统贯穿于火灾预防、应急扑救和灾后处置的全过程。从麒麟区的运行实践来看,其核心功能可从以下三个维度加以认识。

3.1早期识别与预警的精确定位

火灾扑救中有一条朴素的规律：发现越早,损失越小。现代监测系统对防火工作最直接的改进,就在于把预警的时间窗口往前推了一大步。麒麟区目前运行的智能监控平台,前端摄像头采集到可疑画面后,边缘计算节点会对烟色、飘动轨迹和形态变化做综合判断,初步确认后生成带地理坐标的预警信息,通过语音和短信同步发送给网格护林员和区防火办值班人员。同时,卫星热异常数据按标准格式汇入GIS平台,与林相图、道路水系图叠加分析,自动排除水库反光、工矿热源等常见干扰因素。两类数据交叉验证,虚警率明显下降。值得一提的是,平台仍保留了人工复核环节——值班人员调取预警点位前后数分钟的视频切片,结合自己对当地地形和物候特征的了解,最终决定是否派力量现场核查[3]。这种人与机器共同把关的方式,在实际工作中既稳妥又务实,一线人员也更容易接受。

3.2扑救指挥中的动态态势感知

在森林火灾进入应急处置阶段后,扑救指挥所面临的核心困境往往并非人力或装备的绝对短缺,而是现场信息获取与态势判断的不确定性。火头蔓延方向、火线推进速度、是否存在受困人员、已投放力量是否有效——这些关键问题如无法及时澄清,指挥决策便缺少可靠依据,贻误战机的风险随之上升。现代监测手段在破解这一难题上发挥了关键作用。无人机反复穿越火场上空,其搭载的热红外传感器可有效穿透浓烟遮蔽,清晰分辨地下火、地表火与树冠火的边界层次,生成的火线强度分布图使指挥员能够直观掌握火势最强区域及其蔓延走向。这些数据实时汇入移动指挥终端,与离线地图叠加后形成持续更新的火场态势图,区级指挥部据此调整兵力投放重点,将水泵、灭火弹等紧缺资源集中部署到火势蔓延的关键通道上。更值得关注的是,在火场风向突变、火势可能发生反转的危险节点,监测数据驱动的蔓延模拟能够提前数十分钟发出风险预警,为前方作业人员的安全撤离争取宝贵的机动时间。这一功能对于保障扑救人员生命安全的意义,在实战中始终居于首位,无论怎样强调都不为过。

3.3过火区域的精准评估与恢复跟踪

明火扑灭之后,监测系统的任务并未终结。过去相当长一段时期,灾后过火面积的测量和损失评估主要依赖地面人员携带GPS设备实地踏勘,这种方式不仅耗时费力,而且在面对地形破碎、通行困难的火烧迹地时,测量精度往往难以保证。如今,通过对比火灾发生前后两个时相的高分辨率遥感影像,技术人员在室内即可完成过火斑块的精确勾绘,对不同地类、不同林种的受损面积进行分类统计,工作效率和成果客观性较以往均有显著提升。更为重要的是,在火灾过后数年乃至更长的生态恢复周期中,监测系统持续提供植被恢复状况的动态信息。例如,通过计算归一化植被指数在时间序列上的变化曲线,可以定量比较人工促进恢复措施与自然演替各自的实际效果差异,为后续抚育间伐、补植套种等经营决策提供实证支撑[4]。麒麟区过去五年内几处较大火烧迹地的跟踪数据表明,早期引入乡土阔叶树种进行混交改造的恢复区,其植被盖度和物种丰富度的恢复速度均优于单纯依靠自然封育的区域。这类监测成果的不断积累,正在逐步改变人们对灾后恢复的传统理解——恢复的目标不再仅仅是让林子重新长起来,而是可以借助持续的监测反馈,实现林相结构的优化和生态系统功能的更高质量重建。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

4 技术应用对生态保护目标的深层支撑

防火监测技术的价值已经深入到区域生态保护格局的多个层面，产生了一些带有结构性的积极变化。

4.1降低干扰频率，维持生态系统基本格局

火灾发生频次与规模的下降，首要效应在于减少了生态系统遭受剧烈扰动的机会。林火一旦蔓延成灾，往往造成植被大量损毁、土壤有机层破坏、地表径流加剧等多重连锁反应；同一区域若反复过火，群落结构常趋向退化，甚至演替为灌丛或裸地。现代监测体系凭借早期识别与快速响应机制，能够将多数火情压制在初始阶段，有效规避生态系统的剧烈变动。就麒麟区而言，森林植被的完整性构成了珠江源头水源涵养功能的重要基础，降低火灾干扰频率，实际上是维护区域生态安全的基本支撑。

4.2减少扑救附带损伤，践行最小干预理念

扑救行为本身对林下环境产生的附带性影响，在以往工作中并未受到足够关注。火场信息不充分时，隔离带往往开设较宽，水枪和化学药剂的用量也难以精确控制，这些措施虽有助于压制火势，却对周边植被和土壤造成了额外扰动。借助监测系统提供的精准火线定位与态势研判，扑救力量得以集约化投放，隔离带宽度依据火行为预测加以优化，不必要的植被破坏明显减少。这种转变使得灭火作业在保障效率的同时，也能够兼顾生态保护的基本要求，两者之间的平衡较以往更为合理。

4.3积累长期数据，支撑管理决策优化

监测系统长期运行积累的数据，其价值并不局限于火灾报警本身。通过将多年火灾发生记录与林分结构、地形特征、人为活动分布等信息叠加分析，能够有效识别出哪些地段具有较高的火险敏感性，这为后续造林规划中防火隔离树种的配比调整、防火道路与蓄水池的位置选择提供了实证依据。这些措施表面上看属于日常经营管理的范畴，实际上是监测数据深度应用后形成的决策支撑。由此看来，监测系统也在帮助管理者逐步加深对区域森林动态变化规律的理解。

4.4正视技术局限，把握应用边界

技术手段的引入并不等同于问题的全部解决。麒麟区监测体系建设与运行过程中，仍需面对若干现实约束：设备维护与更新需要持续的经费支撑，技术人员操作水平需紧跟装备迭代节奏，海量监测数据如何转化为可操作的管理信息而非沉积为数字冗余，这些都是长期课题。同时应看到，传感器性能受气象条件制约、无人机在恶劣天气下无法正常起降等情况，表明任何技术都难以做到全时段全要素覆盖[5]。合理定位技术的作用边界，在充分利用其优势的同时保留必要的人工补充手段，或许是更为稳妥的路径。综合来看，现代监测技术的持续进步，已在森林防火能力建设中占据越来越重要的位置。

5 结语

森林防火工作，本质上是人与自然关系的一种具体映射。技术进步为人类提供了更为敏锐的感知手段和更为科学的决策依据，使防控思路逐步从事后扑救向事前预防转变。麒麟区近年来的实践表明，将监测技术嵌入基层管理实际，把数据优势转化为可操作的防控能力，是提升生态安全保障水平的可行路径。应当看到，技术始终服务于人，设备精度和算法效率的提升不能替代对林情、社情的深入了解。守住生态安全底线，最终依靠的是技术手段与一线经验的有效结合，以及基层工作者对每一片林地长期而细致的守护。

[参考文献]

[1]王新玲.护林防火技术在森林资源保护中的实践应用[J].农业灾害研究,2025,(1):292-294.

[2]姜昊,王雅璇,谭辉,等.无人机技术在森林生态遥感监测中的应用与探讨[J].数字通信世界,2022(11):122-124.

[3]胡汉森.森林防火技术在林业资源保护中的应用[J].农村科学实验,2026(4):166-168.

[4]陈勇,余刘舟,刘朝学,等.运用系统工程思维促进林业生态保护探讨[J].森林防火,2024,42(4):57-59.

[5]童凌飞,汤林春,黄宝华.面向数字化转型的智慧林业平台构建研究[J].现代测绘,2025,48(1):53-56.

作者简介：

朱尤俊(1987--),男,汉族,云南宣威人,本科,林业工程师,研究方向：林业。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.