

数字化转型背景下森林防火能力提升探讨

汤志鹏

零陵区林业局，湖南省永州市，425000；

摘要：森林火灾对生态安全和公众生命财产造成长期而严重的威胁，传统的防火模式因为监测范围小、反应迟缓、资源调配困难，已经不能满足高风险环境下的防火要求。数字技术的广泛应用为此提供了突破口，使防火工作走向智能化、精准化。本文从监测预警、指挥调度、应急处置、基础支撑、机制保障五个方面，系统研究数字技术与森林防火的融合路径和运行机制，归纳出可实施的能力提升方案，为林业机构推进数字化转型、构建现代防火体系提供可行借鉴。通过多源感知、智能分析以及协同平台的集成应用，可以大幅度提高火情早期发现率、响应敏捷性、决策科学性以及扑救效能，推动森林防火从经验驱动向数据驱动实现质的飞跃。

关键词：森林防火；数字化转型；监测预警；应急管理

DOI：10.69979/3041-0673.26.03.068

森林火灾具有爆发突然、蔓延迅速、扑救困难等特点，常常给森林生态结构和人民生命财产造成深远的损失。依靠人工巡查、主观判断的传统防控模式已经不能应对林情复杂化、风险多元化的新挑战。数字科技迅猛发展正在改变森林防火的格局，给森林防火的智能化升级提供广阔的空间，促使科技与防火业务深度融合，打造高效精准的防控体系成为当务之急。本文以该趋势为出发点，从数字化赋能森林防火的关键环节入手，分析技术嵌入途径和管理方法，目的在于为提高防火效果、加速现代化建设提供理论依据和实践启示，助力创建可持续、智慧化的森林防护新模式，更好的保护生态安全和公众利益。

1 数字化监测预警体系构建

1.1 多源感知网络的建设部署

构筑天地空一体化的火情监测体系，这是防火数字化的基础。依靠卫星遥感的全域、全天候观测特性，能够敏锐察觉地表热异常，及时发现火点，利用无人机前往重点或者交通不便的林区，借助可见光和红外热像设备展开低空详查，弥补卫星时空精度上的不足，在制高点和要害布置高清和热感摄像，实现全天候自动识别烟焰迹象，在地面设置传感元件来采集温湿、风速、土湿等要素，给火险评判赋予基本数据，护林员拿着移动终端马上把巡护路径和现场音画回传。多源协同提升发现精准与时效，布局要结合地势、林相和风险等级，保证重点区无死角、一般区有监管。

1.2 智能识别算法的应用优化

对于复杂的监测信息需要依靠智能算法来提炼，提高辨识效率和准确性。深度学习图像解析可以从视频流

中自行抽取烟、火特征，去除尘霭、尘霾等伪影，减少错报；模型训练需要大量多季候、多时段、多气候火情影像建样本集；红外热感数据依靠温度临界和形貌解析锁定异热源；多谱段遥感通过波段合成和指数演算提取烧痕和过火范围^[1]。算法要根据应用场景不断调整参数，与不同的林区实际情况相结合，融合专家知识设计出判断程序，再辅以人工审核来保证准确性。智能判识可以减负增速，实现火情萌芽期的侦测，给扑救赢得先机。

1.3 风险评估模型的建立完善

火险预报属于防火的前置工作，利用数字化手段可以明显提高它的科学性以及精确度。应当汇集气象、植被、地形、既往火灾等多方面信息创建评估框架，气象要素（温、雨、湿、风）牵动可燃物干化及火扩散，植被要素（林型、郁闭、龄组、载量）左右燃烧属性差别，地形要素（坡向坡幅、高程、谷系）支配火势走向与速率。运用统计或者机器学习来分析因子间的联系，形成综合预测模型。模型可以产生分时段、分区的火险等级图谱，指引用兵布防和管制安排。必须用实例来校验修正，动态调权，持续提高预报可信度。

2 数字化指挥调度平台打造

2.1 综合信息平台的集成开发

创建统一的森林防火综合信息平台，是打破数据汇接、信息共享、跨业务配合的“关键”。平台以地理信息系统为基础，结合林区布局、道路网、水源点、防火设施等空间要素，呈现直观可视化场景；接入监测告警实时信息，在图面上动态标注火点位置、蔓延趋势、设备工况；归并应急资源数据，包括扑火分队分布、物资储备、医疗力量，随时掌握可调资源状况；引入气象服

务端口,获取实时和预报天气辅助研判;设火情速报入口,护林员和公众可移动端快捷上报,系统自录方位、时戳;内嵌数字预案,按火情类别和级别匹配处置链并给指引。按照角色授权来保证信息安全以及操作合法。

2.2 实时通信网络的畅通保障

防火指挥调度对于通信的即时性、稳健性的要求很高,应该建立一个多元化互补的传输系统。有线链路连接指挥中心和固定站点,承担大容量的信息交换;无线网覆盖林区和火场,用对讲机、卫星电话、公网移动电话保持前后联系;在偏远地区信号不好时,设置应急通信车和便携基站,在火场附近快速组网。融合通信调度平台把语音、视频、数据融合起来,指挥员可以实时连线一线、查看现场影像、推送电子地图和战术案;单兵图传把前线直视画面传回后方,让后方沉浸式感知态势。设备要抗风抗损,配备保障组巡检抢修,保证重要时刻链路不断。

2.3 辅助决策系统的智能支撑

依靠数字工具可以加强指挥决策的科学性和及时性。火情推演系统根据起火点、风况、坡向、植被等因素推算蔓延方位和速率,预判火场变化,给兵力布防和疏散路径提供参考;路径择优系统考虑路况和车载条件,计算出驻地到火场的最速路线并成案;水源配置系统探测周边河湖池分布,衡量取水点与火线距高差,精准配置供水;需求估测系统根据火场规模、烈度、地形估算所需人力、车辆、装备,支持调度;风险辨识系统圈定民居、要设、危险源,评定威胁,划出禁区。知识经验转译成模型,减小主观偏差,使得决断趋向理性。

3 数字化应急处置能力强化

3.1 现场态势感知的精准实现

火场情势瞬息万变,实时准确的掌握情况才可做到科学指挥。无人机航摄捕获火场全景和火线高清图景,拼接成全域影像,配红外热像的无人机可以穿烟辨隐火、残火,抑止复燃。在火场外围设置移动监测器,实时采集风况、温湿度等气象要素,观察环境对火情的影响;前面佩戴智能头盔或者终端的扑救人员将现场的视音及定位信息回传,便于后方远程掌握情况;利用北斗卫星系统实时跟踪扑救人员和车辆,在电子地图上标示出他们的位置和行动轨迹,了解兵力部署情况;搭建态势标绘平台,前线可以在数字地图上标注火线、扑救进度、危险区域,生成动态图供决策者使用。

3.2 协同作战机制的优化提升

林火扑救往往要多个队伍、多个部门联合开展,数字化平台可以倍增协同效应。搭设统一指挥调度系统,参战单元接入后可共享信息、直接接收指令;指挥部根据各队位置、状态、进展情况统筹调遣;对不同的力量分区域划定责任,明确分界,防止出现重叠漏项。视频会商联通前指、后指、相关部门,实时研析火情并调策;资源调度模块统管扑火队、运输车、物资、后勤,应火场急需速响,减闲置与重复;备应急联络簿,存各单位、专家联络方式,急时即刻通话^[2]。数字协同破除信息隔阂和协调瓶颈,集各方之力提高扑救总效。

3.3 安全防护措施的智能保障

保障扑火人员的安全是应急处置的第一准则,数字技术可以有效地加强防线。给队员配定位器,实时监控防迷路或者涉险;设置电子围栏和警界线,接近危险区就自动示警;建立人员清点系统,凭借定位和考勤实时核实数额和身份,避免撤退遗漏。监测火场天候,风向突变、风力骤增时速预警,指挥员可立即撤人;无人机携通信中继、照明,夜或浓烟中助地面,必要时空投补给;设应急呼救系统,遇险者可发信,系统定位并告指挥中心施救。定期安全训演,用虚拟仿真复刻火场,强应急反应与互救。

4 数字化基础设施支撑强化

4.1 网络通信基础的完善提升

稳固又有效的通信网络是防火数字化的根基。在林区铺设光纤主干网,串联各级指挥中心、站点、监测点,构成高速信息通道;对山高路远、布线困难的地方,用微波和卫星无线的方式消除盲区。增设移动通信基站,扩大信号覆盖范围,保证护林员和扑火队使用的移动终端通信畅通;设置专用通信网,防火指挥系统物理隔离公网走线,提高安全可靠度。配置卫星便携站、应急通信车和移动基站,灾害发生时可以即席组网复联;定期检修设备,淘汰老化件、排除隐患,保证通信长时稳定运行。

4.2 数据中心建设的规范推进

数据是防火数字化的核心资源,需要建立专业的数据中心妥善保管。中心应有足够的容量存放监测数据、影像、业务档案;采用云计算架构,根据峰值负载灵活提供计算、存储;对重要数据进行异地冗余备份,防止丢失。制定管理规程,明确采集标准、存储样式、更新频率、访问权限,保证质量、安全;开放服务接口,供各个系统查询、调用、分析,促进共享;建立质量监控

制度,定期对完整性、准确性、一致性进行核查并纠正偏差。组建专门的运维团队保证系统的稳定和数据的安全。

4.3 技术装备配置的持续更新

数字化防火要配备适应的装备,并且要随着技术的发展不断更新。监测类含卫星接收、视频监控、无人机及配套、物联网传感器,择性能稳、精度高者;指挥中心配大屏、服务器群、交换与调度硬件,构筑高效指挥环境;移动终端含护林员手持机、车载终端、单兵图传设备,须便操作、耐恶劣、续航久。扑火器具越来越智能化,传感扑火工具、智护装备等提效保安。立采购与更新规划,分批汰旧引新;强保养、建台账、定期检测,保关键时可用;施训使员熟练操作,尽释装备效能。

5 数字化转型机制保障完善

5.1 组织领导体系的健全优化

数字化转型是项系统工程,必须要有强有力的组织领导。成立森林防火数字化转型领导小组,单位主要负责人担任组长,相关部门负责人参加,统筹推进建设;明确各部门职责,防火部门提业务需求、推应用落地,信息技术部门负责系统开发和技术支持,财务部门保资金,人事部门抓人才^[3]。建立健全工作推进机制,定期召开协调会议研究解决重点难点问题,督促落实工作任务;制定转型规划,明确转型的阶段目标和实施路径,分步推进;将转型工作作为单位重点工作和年度考核工作,压实责任,确保各项措施落地见效。

5.2 人才队伍培养的强化推动

数字化防火要既懂业务又懂技术的复合型人才。加强对现有防火人员的数字技能培训,开展地理信息系统、数据分析、无人机操作等培训,提高数字素养,选送业务骨干参加培训和学术交流,学习先进经验。引进计算机、通信、遥感等专业的毕业生,充实技术力量;与高校科研院所合作,聘请专家担任技术顾问,提供智力支持。建立人才激励机制,在职称评定、职务晋升方面对转型做出贡献的人予以优先考虑;鼓励员工参与技术创新、系统优化,采纳推广合理的建议;营造学习创新的氛围,提高员工的专业能力,为转型提供人才保障。

5.3 制度标准建设的配套完善

健全数字化防火制度规范,给转型提供制度保障。制定数字化防火管理办法,对系统建设、运行维护、数据管理、应急响应等作出具体规定;建立数据采集与更新制度,对数据采集的程序和更新频率做出规范,保证

数据的时效性和准确性;制定信息安全管理制,加强网络安全防护,防止数据泄露或者系统遭到攻击;建立设备管理制度,规定好装备采购、使用、维护、报废等环节,提高使用效益;制定应急预案,对系统故障、网络中断等突发事件应对办法做出明确规定,保证业务连续性。推进标准化建设,参加森林防火信息化相关标准的制定,规范数据格式、接口协议、系统功能等,促进系统互联互通与信息共享;加强制度执行监督,定期检查评估,及时整改问题,保证制度落实。

6 结论与展望

6.1 结论

数字技术深度嵌入给森林防火能力的提升打下了坚实的基础,也是实现森林防火能力现代化的重要途径。建立智能监测、指挥、处置体系,加强基础和机制保障,可以明显提高火情早发现、快反应、精决策、高效扑救的综合能力。林业单位要把握转型的有利时机,加强技术和业务的融合,创建智慧防火局面。要树立务实导向,防止盲目铺展,把人的经验和数字的优势结合起来,形成“人机协作”的态势,不断改进防火工作科学化、精确化、智能化的水准,守住生态安全的底线。

6.2 展望

面向未来,随着技术的发展和应用的深入,森林防火数字化体系会更加完善、高效。多源感知、智能算法、协同平台不断优化,风险预判处置能力就会提升,基础设施、机制保障不断升级,体系韧性就得以提升。在人机协同和数据驱动之下,防火工作会更加具有前瞻性和主动性,不仅能有效地控制住火情,更能为森林资源保护、民众安全筑起一道更加坚固的防线,让生态安全治理进入到更高层次的智能化阶段。

参考文献

- [1]冯大业.基于AI技术的森林防火视频监控系统设计及应用[J].通讯世界,2025,32(10):197-199.
- [2]赵国顺,邓勇,张运才.我国森林防火预警监测平台建设探析[J].森林防火,2025,43(04):56-59.
- [3]高琴.智能系统在森林防火工作中的应用[J].林业科技情报,2025,57(03):184-186.

作者简介:汤志鹏,出生年月:1989年06月,性别:男,民族:汉,籍贯:湖南永州,学历:大学本科,职称:(目前的职称)工程师(园林绿化),研究方向:森林防火。