

# 基于 GIS 的林草火灾防控信息系统建设

成钰<sup>1,2</sup> 刘子凡<sup>1,2</sup> 白婷<sup>1,2</sup>

1 国家林业和草原局西北调查规划院 2 旱区生态水文与灾害防治国家林业和草原局重点实验室  
DOI:10.12238/eep.v7i4.2040

**[摘要]** 林草火灾防控是林草部门林地资源监管的常态化工作,是减少林草资源破坏、保护生态环境重要基础和支撑。为了科学有效地实现林草火灾防控,推进林草资源成果应用,加快生态感知建设,建立林草火灾防控信息系统。系统基于GIS研建了C/S和B/S端的林草火灾防控模块,实现了全天候高精度火情监测,科学有效指挥调度和智能化损失评估。该系统满足了地方林业部门林草防火智能化信息化管理的需要,从而提高林草火灾防控效能。

**[关键词]** 林草火灾防控; 空天地一体化; 火情感知; 指挥调度; 灾损评估  
中图分类号: DF413.2 文献标识码: A

## Construction of Forest and Grass Fire Prevention and Control Information System Based on GIS

Yu Cheng<sup>1,2</sup> Zifan Liu<sup>1,2</sup> Ting Bai<sup>1,2</sup>

1 Northwest Survey and Planning Institute of the State Forestry and Grassland Administration  
2 Key Laboratory of Ecological Hydrology and Disaster Prevention in Arid Areas, State Forestry and Grassland Administration

**[Abstract]** Forest and grassland fire prevention and control is the regularized work of forest and grassland resources supervision by forest and grassland departments, which is an important foundation and support for reducing the destruction of forest and grassland resources and protecting the ecological environment. In order to scientifically and effectively realize forest and grassland fire prevention and control, promote the application of forest and grassland resources results, and accelerate the construction of ecological perception, the establishment of forest and grassland fire prevention and control information system is based on GIS. Based on GIS, the system researches and builds C/S and B/S forest and grass fire prevention and control modules, realizing all-weather high-precision fire monitoring, scientific and effective command and control, and intelligent loss assessment. The system meets the needs of intelligent information management of forest and grassland fire prevention in local forestry departments, thus improving the effectiveness of forest and grassland fire prevention and control.

**[Key words]** Forest and grass fire prevention and control; integrated ground-air-space; Fire perception; command and dispatch; Disaster damage assessment

## 引言

森林和草原是自然生态系统的重要组成部分,在维持生态平衡、保护生物多样性、调节气候、提供生产资源、建设生态文明等方面发挥着重要作用。森林和草原对国家生态安全具有基础性、战略性作用,林草兴则生态兴。而森林草原火灾极大地破坏了林草资源,减少生物多样性,破坏生态系统平衡,危害生态环境。森林草原火灾防控是林草行业工作的重点,运用互联网+卫星遥感等现代信息技术,建设新型林草防火体系,以最科学、经济、有效地投入,做到多维度的林草火灾风险预警,最大限度地保护林草生态安全,把森林草原火灾造成的生态破坏和经济损失降到最低,对保障林草生态建设成果,实现林草可持续健康

发展有重要意义。

## 1 系统建设目标和内容

### 1.1 建设目标

建立全天候、立体化、多角度的火情感知体系。利用地理信息系统(GIS)整合遥感卫星热点识别技术<sup>[1]</sup>、摄像头AI烟火识别算法<sup>[2]</sup>、视频智能分析算法,结合无人机和人工地面巡护,提升火灾监测的准确性和精度,及时发现火情,增强火灾防控系统的效能。

建设科学合理的指挥决策体系。充分利用现有数据,挖掘数据潜力,结合基础地理信息数据、火灾风险普查数据和林草资源数据,运用最短路径规划算法<sup>[3]</sup>和物资调度算法<sup>[4]</sup>,建立指挥调

# Ecological Environment and Protection

度系统,确保火灾发生后能迅速启动相应级别的应急预案,调度周边物资和救援力量,提升扑灭火灾的效率。

构建智能化的灾后损失评估系统,自动统计和评估经济损失和生态损失,生成灾害损失报告。对比火灾前后植被分布情况,生成专题图,减少人工评估经济损失的工作量。

## 1.2 建设内容

### 1.2.1 林草资源智能防火立体监测网络的建设

智能化林草资源防火立体监测网络整合了气象监测、遥感卫星热点识别、视频监控、无人机巡护、林区巡护等手段,结合网络传输技术、GIS地理信息技术和图像智能识别技术,形成了一个全方位、立体化的火情感知网络。通过遥感卫星、摄像头、无人机、护林员等多种感知途径,实现更快速、准确的火情监测。

### 1.2.2 林草防火信息应急指挥系统的建设

为实现火情早发现、早报告、早处置的目标,建设了具备指挥调度和辅助决策功能的应急指挥系统。该系统获取周围气象、道路、物资库、水源点、居民点等信息,在火情处置、任务分工、资源调度、指挥部署等方面发挥作用,迅速启动应急预案,组织人员进行灭火和疏散,有效地消除火源,保护人员和林草资源,减少损失。

### 1.2.3 火灾损失评估系统的建设

火灾损失评估系统能够对火灾造成的损失进行定量和定性分析,以确定总体损失和影响。通过航拍火灾现场获取影像数据,对比过火前后的影像图,提取过火范围,结合植被类型进行统计分析,制作灾后影像专题图和过火植被分布专题图等监测图件。结合市场价格核算经济损失,评估火灾规模等级。

### 1.2.4 运维管理系统的建设

运维管理系统用于系统的日常运维和管理工作,包括更新系统数据、日常工作管理、维护系统运行参数等。通过该系统更新物资库、扑火队伍等业务数据,确保人员和物资信息的可靠性,提高指挥调度效率;进行日常工作管理,值班安排,实现值班报告和每日报告的归档;归档处理人工接报的火情信息;更新系统参数,进行紧急通知维护,维护卫星可信度,简化火情通知流程,实现火情及时通知和处理。

## 2 技术思路

林草火灾防控系统通过火灾风险预警、火情监测、指挥调度、灾损评估构建综合性全流程业务体系。

系统通过传感器数据、基础地理信息数据、林草资源数据、物资库数据、防火队伍数据、水源点数据、居民点数据以及火灾风险普查获得的可燃物载量、野外火源点数据等,构成基础的数据支撑。在重点林区布设气象仪,获取林区气象数据,结合可燃物载量、野外火源点、林草资源数据等,进行火灾风险预警,生成火灾风险预警图,提醒值守人员重点关注中高风险区域。遥感卫星、摄像头、无人机、林长和护林员的巡护构成了火情监测的数据来源,通过这些渠道实现全天候多尺度的火情监测,为火情监测提供基础数据。以上数据共同构成了防火数据库,为系统提供数据支撑。

系统基于防火数据库构建算法模型,创建接口,连接业务体系,提供业务服务,为Web端和移动端的各项业务应用提供算法支持。

基于基础数据和算法模型,系统为用户提供各项林草火灾防控业务,用户可以在Web端查看火情预警、进行指挥调度和损失评估。在移动端上报火情信息和进行导航,记录日常巡林过程中的火情信息,在接到核实指令后,前往火灾发生地进行调查核实,展开外业调查工作。系统支持路径导航、周围物资查看以及周围摄像头信息查看等功能。

## 3 数据库设计

数据库设计遵循数据和应用分离的基本原则,确保所有数据集中管理、集中维护、分布使用。为方便设计、维护和查询,数据库名、表名、字段名遵循统一的命名规范。系统包括以下主要数据库:(1)遥感影像数据库,包括最新的遥感影像和无人机航拍的正射影像;(2)专题资源数据库,包含林草资源、野外火源点、水源点、气象站位置、瞭望塔位置、检查站位置、视频监控点位置、防火物资库位置、防火道路、河流水系、可燃物载量等数据;(3)火情感知业务数据库,包括遥感卫星传输的卫星火情数据、摄像头火情数据以及林长和护林员巡林发现的火情信息;(4)基础信息数据库,包括林长、护林员信息和系统用户信息等;(5)业务逻辑数据库,记录系统运行过程中产生的业务逻辑数据等。

林草火灾防控系统数据分为结构化数据和非结构化数据。结构化数据通过数据库进行管理,而非结构化数据(遥感影像、文件、图片、视频等)则通过数据库和文件进行管理。数据库中记录非结构化数据的存储路径和元数据信息以描述其内容。空间数据和非空间数据分开存储,通过相关特征进行关联和体现,实现数据间的动态互访。

## 4 系统功能设计与应用

### 4.1 火险预测

根据风力、风向、温度、湿度等气象数据,以及林草资源分布数据、野外火源点、火灾风险普查获得的可燃物载量数据,利用人工智能防火预测模型,评估林草火灾风险等级,并生产火险等级分布图,提醒工作人员重点关注火灾风险等级较高的地区,以便更早发现火情。

### 4.2 火情感知

采用遥感卫星、无人机、摄像头、林长和护林员、电话接报等方式,构建天空地网一体化火情感知体系。系统接入极轨卫星和同步轨道卫星数据,获取火点强度等级、置信度、火点类型等信息。当火点可信度值高于系统阈值时,系统会自动确认为真实火情,并立即通知附近的防火队伍进行灭火。当火点可信度低于系统阈值时,值守人员将利用周围摄像头进行火情核实。当火情不在摄像头可视范围内,可以通过平台的人工核实,指派附近的林长和护林员前往火情现场核实,确认为真实火情后,系统将立即向相关区域的防火办工作人员发送通知,并将火情信息传递至火情处置模块。当确认为虚假火情,系统将不进行后续指

挥调度和损失评估,仅展示预报的火情信息,并生成火情简报,以便后续统计管理。



图1 火情感知页面

在重点林区设置无人机进行定时巡林,无人机巡林速度快,精确度高,极大提高了巡林效率,是火情感知的有效手段之一。林长和护林员在日常巡林的过程中,发现了火情时,也会通过移动端App进行火情报警,同时公众电话报警的火情在系统也留有录入端口,方便对火情后续调度处理。林长和护林员巡林上报的火情,以及电话接报的火情,是火情感知的补充手段。由此全天候、高精度、全覆盖的火情感知体系建设完成。

#### 4.3 指挥调度

在指挥调度方面,针对确认为真实火情的火点,系统将根据火点位置和火情大小,直接查看并启动相应的应急预案,进行紧急处理并进行实时动态分析。如果火情未能及时有效控制,在接下来的24小时内,系统将推演火情蔓延和损失情况,随着火势扩大,提供不同级别的应急预案供参考,以便工作人员及时启动相应级别的应急预案。

系统将自动调取火点周围的地形地貌、防火物资、水源点、居民点、交通道路等数据,并在地图上叠加展示,以使用户进行火情处置。用户可以通过一键调度周围可选范围内的防火队伍、林长和护林员等人力资源,下发火情处置任务,进行视频通话,同时查看相关人员的联系电话,以便及时有效地沟通协作。

此系统可辅助指挥人员进行决策,结合气象监测站的气候信息,如风力、风速、风向等,以及林草资源数据和可燃物载量数据,进行火势蔓延分析。结合周围居民点信息,提前控制火势蔓延;结合道路交通情况和防火队伍驻扎地,自动规划最短救援

路径,在地图上标绘态势,标记疏散地、救援力量前进方向和火势蔓延方向,为火情处置提供辅助决策。同时,系统可以通过火点周围的摄像头,在可视范围内查看现场救灾情况。

#### 4.4 灾损评估

火灾发生后,根据遥感监测的影像数据,通过对比过火前后的影像图,利用人机交互的方式,进行过火面积信息提取,结合植被类型进行过火面积统计分析,制作灾后影像专题图、过火植被分布专题图等相关监测报告。同时根据受灾面积和蓄积、人员伤亡、其他经济损失等,系统自动生成灾损情况统计表、受灾专题图以及灾后评估报告。

#### 4.5 综合运行管理

综合运行管理模块用于日常的系统运维,包括了预警简报的查看、任务受理情况查看、政策法规、应急预案的更新和学习、生成值班报告和每日报告,以及进行值班安排。

### 5 结语

针对林草火灾防控工作的新形势和新要求,本系统在基础地理信息、卫星影像、林业管理数据等基础数据的支持下,研发并构建了一体化的信息系统,集林草火灾感知、指挥调度和损失评估于一身。该系统为地方森林草原火灾防控部门提供服务,面向火灾防控指挥人员、日常值班调度人员、林长和护林员的信息化服务系统。系统深度结合了林长制和林草火灾防控工作,节约了人力资源,科学合理部署相关工作,提高了林草火灾防控效率,推动了林草行业的健康可持续发展。

#### [参考文献]

- [1]何瑞瑞,赵凤君,曾玉婷,等.多源遥感影像在森林火灾监测中的应用[J].世界林业研究,2022,35(2):59-63.
- [2]陈金鹏,孙浩,东辉,等.采用卷积神经网络的烟火智能识别算法[J].福州大学学报(自然科学版),2021,49(3):309-315.
- [3]韩琛惠,杨倩,贺晓慧,等.基于Himawari-8卫星的火点判别算法研究[J].遥感技术与应用,2023,38(1):173-181.
- [4]董奎,董平,陈兰.基于Landsat8遥感数据的森林火灾过火面积估算——以贵州毕节市赫章县“3·18”火灾为例[J].林业调查规划,2024,49(1):187-191.

#### 作者简介:

成钰(1994--),女,汉族,陕西人,硕士,助理工程师,研究方向:林草信息化技术与应用。