

# Discussion on monitoring and control of forest pests and digital technology application

Xiaohua Huang

Zhongcun Township People's Government, Yongfeng, Jiangxi, 331513, China

## Abstract

In recent years, China's forestry sector has faced increasing challenges from expanding afforestation areas and climate change, which have exacerbated pest outbreaks. Meanwhile, altered pest behaviors and invasive species from international trade pose serious threats to sustainable forestry development and ecological conservation. Developing effective, science-based pest management strategies has become a critical priority in forestry and grassland management. With rapid advancements in computer technology, digital solutions are now being widely adopted for pest monitoring and control. This article explores the application and future trends of digital technologies in pest management, combining research findings with practical implementation experiences to provide actionable insights for industry professionals.

## Keywords

forestry pests; monitoring; control; digital technology; application; development trend

# 林业有害生物监测防治与数字技术的应用探讨

黄晓华

江西省永丰县中村乡人民政府, 中国·江西 永丰 331513

## 摘要

近年来, 由于人工造林的面积不断扩大、气候变暖, 容易发生林业有害生物灾害, 林业有害生物习性改变以及对外贸易频繁导致外来林业有害生物入侵, 我国林业有害生物灾害频发, 对林业健康可持续发展和生态文明建设等构成严重威胁。如何有效、科学地进行林业有害生物的防治, 已是当前林草工作的重点。目前, 随着计算机技术的飞速发展, 各类数字化技术正逐渐应用于对有害生物的监测与控制。有鉴于此, 文章基于研究与实践分别就林业有害生物监测与防治中数字技术的应用及其发展趋势展开探讨, 以供参考。

## 关键词

林业有害生物; 监测; 防治; 数字技术; 应用; 发展趋势

## 1 引言

近年来, 数字技术的快速发展为林业病虫害管理提供了新的手段。通过遥感与无人机实现多尺度、高频次的空间监测, 结合物联网网络进行环境与虫情的实时采集, 再辅以大数据分析 and 人工智能算法进行风险预测与决策优化, 林业部门能够实现从监测到防控全过程的数字化管理。

## 2 数字技术在林业有害生物监测中的应用

### 2.1 遥感与无人机监测技术

由于林业有害生物监测需要进行广泛和精细的空间扫描, 通过使用遥感与无人机技术可大大提高该项工作空间覆盖度和精确度, 具体为: 周期性地利用多源遥感影像数据观测林地的健康状况, 定期掌握林木冠层反射率、林木叶绿素

含量、林分结构的变化, 以识别是否出现虫害或者病害扩散区。利用高分辨率卫星影像对整体森林植被的普查和变化趋势分析, 无人机平台则对具体林地高频巡检给地面样点提供精细的数据支撑<sup>[1]</sup>。现场应用时, 搭载多光谱传感器或热红外传感器的无人机巡飞目标区域获取林木冠层温度异常、林木叶片光谱异常等病虫害早期发生信息, 随后通过空间配准和图像处理生成病虫害分布图, 实现病虫害发生区的精确定位, 接着对不同时间的影像数据对比分析得出害虫取食范围的发展趋势和病斑扩张的道路为防控措施制定提供量化根据。相较于传统的地面调查方式, 在山地、密林等地形复杂林区域作业遥感与无人机监测技术不仅可有效降低人工投入、监测耗时, 同时通过与地面调查相结合构成“空一地一体化”的病虫害监测机制。最后利用两种技术所收集监测数据进行叠加分析, 对有害生物的发生空间聚集特征及危害程度分区进行识别, 在此基础上给制定差异化的防治方案提供有效依据。

【作者简介】黄晓华(1975-), 男, 中国江西吉安人, 本科, 助理工程师, 从事林业监测研究。

## 2.2 物联网监测网络建设

建设物联网监测网络能够为林业有害生物防控提供持续、动态、多维的监测数据支撑,具体为:在林区的关键节点部署包括温湿度、光照强度、土壤水分、林木生理指标及害虫活动状况在内的多种类型传感终端,以实时采集相关数据;利用低功耗广域网络或者蜂窝通信系统将上述监测数据归集至平台,形成面向林分生态环境及害虫生态行为的时序数据库,作为监测分析的长期数据源;监测网络的节点分布应结合林分分布特点、主要树种、有害生物高发区设置,使数据更具代表性,同时对于危险性较高的区域节点可分布较密,而相对稳定的区域设置少量节点即可,尽量降低运行成本;各个节点之间的终端可以通过自组网方式形成具备互联互通且容错性体系,以促使监测不受单个点断开的影响。将采集上来的所有数据先集中起来并传送到云服务器,然后预处理并存入对应数据库,接着利用算法模型找出异常数据以及分析发展趋势。另外,监测网络联合有害生物诱捕数据、气象参数、林木健康等指标建立起环境因子—有害生物种群响应关系模型,这给科学高效定量防治调度提供有力支撑。

## 2.3 大数据与人工智能分析

大数据与人工智能技术能够给林业有害生物监测提供重要的多源数据融合和精准分析,具体为:以遥感、无人机、物联网传感终端等采集的林分环境、生物数据搭建起林区有害生物动态数据库,以对数据跨时间与空间变化予以追踪。接着对数据做清理和标准化处理,可以有效避免分析结果受异常值的影响,以确保后续建模预测准确度<sup>[2]</sup>。利用大量历史监测数据对机器学习模型开展训练,有助其提取出有害生物出现时的空间变化特征与环境关键影响因素,实现爆发早期高风险区的识别;基于大数据分析平台对多源、异构、海量林业有害生物数据进行全方位交互式分析,再结合环境因子、林木生长指标和害虫种群等形成能够展现不同林区中有害生物发生的驱动力,以建立针对具体林区动态风险评估模型。另外,再借助算法自动生成可视化地图、风险等级分布图,并根据实际需求随时调整对林区内的防控方案,实现对有害生物区域性监控的精准化、智能化,再通过对历史数据的回溯性分析和趋势预测,对季节性暴发规律和蔓延路径进行量化评估。

# 3 数字技术在林业有害生物防治中的应用

## 3.1 无人机喷洒技术应用

无人机喷洒具有精确定位与自动作业的特点,在林业有害生物防治时可以实现对林业高风险区的全覆盖,具体为:通过作业前的有害生物分布图、林分结构制定飞行路线,并将林区划分成不同的施药单位,这样就可以对高密度害虫区进行密集性施药;对于非重点区域可以适当减少药剂用量,以此来避免对低风险区过度杀灭。无人机喷洒时结合实时的风速、湿度以及植被的高度将药剂释放量进行实时调

整,以便于更好地发挥药剂作用与渗透能力。为了提高效率并降低环境污染,利用高精度摄像头以及多光谱传感器设备对无人机喷洒设备的数据进行收集并进行校正,同时巡喷过程中对树木与虫害的信息进行监测,以形成防控作业与监测数据的同步<sup>[3]</sup>。无人机作业结束后将获取的数据进行回传,并通过数字信息平台将作业轨迹、用药量以及覆盖效果予以呈现,以此作为今后防治参照依据。另外,平台将无人机喷洒数据与GIS的风险模型结合起来,通过对喷洒后的效果评价、防控策略的优化等方式为以后开展更加精准的林业有害生物防控工作提供依据。该技术在大规模林区有害生物防治中的应用,大幅度地提高了工作速度和作业精度,并且考虑到了药剂使用和操作安全等细节问题。

## 3.2 智能施药机械

智能施药机械借助于数字控制系统和自动化执行单元确保林业有害生物防治的精准高效化,具体为:先将林区有害生物的风险区划分为不同的作业单元,并设置不同药剂投放的剂量、喷射方式以及覆盖范围,随后根据不同林分类型以及虫害密度配置药物,接着具体施药作业中结合环境状况、地形地貌等变化情况实现对智能施药机械的药剂施药强度、喷射角度的动态调节,一方面保证药物均匀地分布在树冠之上、林下灌木,另一方面则减少地面流失及尽量避免药剂接触到非靶标生物。智能施药机械融合了高清摄像头以及多光谱传感器,这可对作业区内的林木生长以及有害生物发生状况进行在线监测,并同步记录相关的防控作业和监测数据。智能施药机械施药结束后,其运动轨迹、耗药量、覆盖率数据经过汇总形成评价依据和研判数据,可作为完善后期防控作业措施的重要数据。另外,针对复杂林区和高密度有害生物区域,智能施药机械可做到长时间连续作业且用药剂量精准把控,同时也能避免传统的人工施药出现的效率低、不均匀等问题。另外,智能施药机械还能与无人机监测数据相结合以动态调整施药方案,一方面药剂使用的剂量、分布与有害生物分布相适应,另一方面则使防控资源布置合理,最终以较合理成本来达到理想的防治目标。

## 3.3 移动作业终端结合数字平台

林业有害生物防治上,现场作业人员可利用移动作业终端结合数字平台开展数据采集和作业调度,具体为:通过移动作业终端,现场作业人员实时获取平台发出的作业任务、有害生物风险分布信息,随后据此确定(调整)监测或者施药路径。同时借助终端内嵌定位及地图,现场作业人员即使是在复杂林地环境也能顺利找到施药和监测的位置,真正实现了有害生物监测防治全覆盖且避免了交叉施药、疏漏监测区情况的发生。现场作业人员利用终端上直接记录当时作业状态,如作业用时、使用的药液、采集到的有害生物情况等数据并直接发到数字平台上,达到全程可追溯管理。通过平台上传数据的汇总分析形成林区有害生物分布热力图、作业情况数据、药剂消耗数据等,可为监测与防治计划修正

提供依据。此外,还可使连接无人机巡查、智能施药机械以及传感器网络数据源,实现现场观测与远程监测信息整合,这样一来确保作业决策制定可获取实时数据支撑。在林区现场借助于移动作业终端结合数字平台方式不但能够获取实时风险信息,同时开展科学防控方案落实并了解作业效果,如此一来有助于提高整个林区有害生物防治作业效率、准确率以及协调度<sup>[4]</sup>。

## 4 林业有害生物监测防治的数字技术发展趋势

### 4.1 构建国家级林业有害生物大数据中心

国家级林业有害生物大数据中心构建,重点在于汇集遥感监测、无人机巡检、各类物联网传感器和历年防控等多源数据,实现全国各林区有害生物数据统一管理及标准化处理。对于全国各林区有害生物类型,密度大小以及其规律均可随时查询,同时构建其多层级空间数据库,这可以为防控资源科学高效调配提供量化依据。另外,数据中心借助于多源数据的清洗、分类和多维度分析得到高精度的各地区林业有害生物风险图,这为区域性监测与防治策略制定提供了重要支撑。最后,提供数据调用接口给各级林业管理部门、科研单位和防治企业随时调用,打造一个统一的林业有害生物防控信息平台,从而形成数据共享、作业过程跟踪与跨区域协同防控体系。

### 4.2 推进人工智能模型与生态学模型融合

林业有害生物预测里,人工智能模型地应用可凭借于大数据分析挖掘其发生规律,生态学模型能够科学描述林区环境,各类植物及其生物间的相互作用关系,通过两者融合可构建起多尺度、多因子的林业有害生物动态模拟系统,这样一来有助于实现有害生物空间分布、种群数量的变化和扩散路径等精细预测。同时二者融合可以结合气候情况和林分结构,针对不同林区采取针对性有害生物预防方式,并且提前模拟出防控的效果给决策提供依据。另外,融合模型可以实现动态连续更新以及自适应调优,从而针对林业有害生物监测数据的变化不断优化预测结果。

### 4.3 加强数字技术与生物防治结合

林业有害生物监测防治中数字技术与生物防治二者结合涉及精准投放、调控生物剂量和防控效果实时反馈几方面。借助于数字平台统一化管理林业各类有害生物防治资源、投放量以及投放地点,从而实现天敌释放或微生物制剂施用高度匹配虫害热点区域。同时采用数字化手段对防治效果进行量化监测,借助于数据反馈调整投放策略以动态优化林业有害生物防治作业方案<sup>[5]</sup>。另外,基于数字技术下开展生物防治,不仅可以达到防治有害生物的目的,同时还可以减少化学农药的使用,利于维持生态平衡以及保护林地资源的长期可持续防控利用。

## 5 结语

综上所述,在林业有害生物监测和防治方面,应用数字技术进行多源数据融合及智能分析能够为防控作业提供实时参考及动态调整。通过使用无人机、智能施药机械以及移动终端等数字工具可以高效覆盖林区作业,并实现全方位、精细化防控。同时依托国家级大数据中心建设和人工智能+生态学模型融合、数字技术与生物防治相结合等形式可以打造长周期的数据积累以及支撑林业有害生物防控体系的合理布局提供可靠的决策依据。未来,在数字技术日益发展背景下林业有害生物监测与防治领域将会有更多数字化、智能化手段得到应用,从而助推林业生产高质量发展。

### 参考文献

- [1] 马玉祥.林业有害生物监测防治与数字技术的应用[J].农村科学实验, 2024(16):118-120.
- [2] 蒋德军.林业有害生物监测防治与数字技术的应用[C]//贵州煤炭经济2024年论文选编.2024.
- [3] 熊冬平,万承永,廖欧平,等.林业有害生物监测预警系统建设与应用分析[J].安徽林业科技, 2023, 49(6):27-30.
- [4] 李杨.基层林业有害生物调查与监测技术的改进与应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)农业科学, 2024(003):000.
- [5] 陈建平,段松平.林业有害生物监测及防治技术分析[J].农家科技, 2024(38):109-111.