森林资源保护中病虫害防治方案设计要点

罗曦光

长沙市雨花区农业农村局，湖南长沙，410001；

摘要：森林资源作为陆地生态系统的核心组成部分，不仅是维系生物多样性、调节气候的重要生态屏障，更是支撑林业经济发展、提供生态产品的物质基础。近年来，森林病虫害频发对森林健康造成严重威胁，导致林木衰退、生态服务功能下降，科学设计防治方案成为资源保护的迫切需求。本文围绕病虫害防治方案设计的关键环节展开研究，系统阐述监测预警体系中多元技术融合应用、防治方法选择的绿色化与精准化原则、人员物资保障的规范化管理机制，以及应急响应机制的快速联动策略。通过整合实地踏查、遥感监测、物联网技术构建多维监测网络，结合生物防治、物理防治、化学防治的协同应用模式，辅以专业化队伍培养和动态物资储备，形成“预防—监测—治理—应急”的全链条防控体系。研究旨在为不同区域制定因地制宜的防治方案提供理论框架与实践路径，助力提升森林生态系统的抗逆能力，实现资源保护与可持续发展的双重目标。

关键词：森林资源保护；病虫害防治；方案设计；核心要点

DOI：10.64216/3080-1508.25.03.029

引言

森林作为陆地生态系统的主体，在维系生态平衡、提供生态服务以及促进经济发展等方面，发挥着不可替代的重要作用。然而，近年来森林病虫害的频发，对森林资源造成了严重威胁，不仅导致林木生长受阻、成片死亡，更对生态系统的稳定性构成破坏。在此背景下，科学设计森林病虫害防治方案成为保护森林资源的关键举措。通过对方案设计核心要素的研究，能够提升防治工作的针对性与实效性，最大限度降低病虫害造成的损失，保障森林生态系统的健康与稳定。

1 监测预警体系设计

1.1 监测方法的优化选择

监测工作是病虫害防治的基础环节，及时准确地监测数据为防治决策提供重要依据。当前，常用的监测手段主要包括实地踏查、遥感监测与物联网监测。实地踏查作为传统监测手段，主要依靠工作人员定期深入林区，细致检查树木生长状况，详细记录病虫害的种类、数量及危害程度等一手数据。这种方法虽能获取精准信息，但受人力、时间和空间限制，存在工作强度大、效率偏低的问题。

遥感监测借助卫星或无人机等技术，对大范围森林进行宏观监测，通过分析植被光谱特征的异常变化，快速定位病虫害发生区域。该方法具有监测范围广、速度快的优势，但在病虫害种类鉴别和危害程度判断上存在局限，需结合实地调查进行验证。

物联网监测作为新兴技术，通过在林区部署温湿度

传感器、虫情监测传感器等设备，实时采集环境参数与病虫害信息，并将数据传输至云平台进行智能分析。这种监测方式实现了对病虫害的动态实时监控，提升了监测的精准度与时效性，不过建设和维护成本相对较高^[1]。

1.2 预警指标的科学设定

预警指标的合理设定是监测预警体系的核心内容，其科学性直接决定预警的准确性与有效性^[2]。指标设定需结合病虫害种类、森林生态环境及防治目标综合考量，通常涵盖发生面积、虫口密度、病情指数等关键参数。以松材线虫病为例，当监测到特定区域松树感染率超过5%，或病死树数量在30日内增幅达20%时，即触发预警机制。

同时，气象因素对病虫害发生发展的影响不容忽视。研究表明，多数病虫害在温度25-30℃、相对湿度80%以上的条件下易爆发，因此需将温湿度、降雨量等气象因子纳入预警体系，提升预警的前瞻性。预警级别依据危害程度分为四级，分别对应蓝色（一般）、黄色（较重）、橙色（严重）、红色（特别严重），不同级别匹配相应的防治响应措施^[3]。

1.3 信息传递与反馈机制构建

高效的信息流转是监测预警体系发挥作用的关键保障。需建立专门的信息管理系统，实现监测数据的实时共享与动态更新，确保林业管理部门、科研机构与一线防治人员同步获取信息。借助短信平台、微信公众号、专用APP等多元渠道，将预警信息精准推送至相关人员，保证预警信息的时效性。

在信息传递过程中,明确各部门职责分工,建立从监测端到决策端再到执行端的闭环流程。同时,构建防治效果反馈机制,一线人员在实施防治措施后,需及时将作业面积、害虫死亡率、林木恢复情况等数据反馈至监测部门,为调整预警指标和优化防治方案提供依据,形成“监测-预警-防治-反馈”的良性循环。

2 防治方法选择与综合应用

2.1 生物防治技术的推广

生物防治作为绿色防控的核心手段,通过利用有益生物及其代谢产物抑制病虫害,具有环保、安全、可持续发展的显著优势。常见方式包括以虫治虫、以菌治虫和以鸟治虫。

以虫治虫通过释放天敌昆虫控制害虫数量。2023年,浙江省在天目山国家级自然保护区试点应用赤眼蜂防治松毛虫,通过在松林内悬挂蜂卡,使赤眼蜂卵寄生松毛虫卵,孵化幼虫取食宿主卵内营养,最终使松毛虫虫口密度下降40%以上,有效遏制了虫害蔓延。

以菌治虫利用白僵菌、绿僵菌等昆虫病原真菌感染害虫。2024年春季,安徽省黄山风景区针对松褐天牛疫情,采用飞机喷施白僵菌高孢粉的方式,作业面积达2万亩,使松褐天牛成虫死亡率提升35%,显著降低了松材线虫病传播风险。

以鸟治虫则通过营造适宜栖息环境,招引啄木鸟、灰喜鹊等益鸟。江苏宜兴竹海景区通过设置人工鸟巢、保留枯立木等措施,使林区益鸟数量增加25%,有效控制了竹螟等害虫的危害。

2.2 物理防治手段的应用

物理防治借助物理因子控制病虫害,具有操作简便、成本低廉的特点,常作为辅助防治手段与其他方法结合使用。人工捕杀适用于害虫初发期或集中危害区域,如人工摘除杨树天牛的卵块、捕捉集中产卵的美国白蛾成虫等。

灯光诱捕利用害虫趋光性,在林区设置频振式杀虫灯。2023年夏季,山东省泰安市在徂徕山林场布设杀虫灯500余盏,每晚单灯平均诱杀金龟子、夜蛾等害虫300余头,使林区害虫成虫数量下降60%,有效减少了下一代害虫基数。

高温处理则用于木材检疫环节,如对调运的松木板材进行60℃、持续4小时的烘干处理,可彻底杀灭松材线虫,从源头阻断病虫害传播途径。

2.3 化学防治的科学规范使用

化学防治因见效快、防治范围广,在突发疫情时仍是重要手段,但需遵循“精准用药、减量增效”原则。优先选用高效低毒低残留的药剂,如氯虫苯甲酰胺、噻虫嗪等,并严格按照农药使用说明书控制浓度和施药频率。

施药方式包括喷雾、喷粉和熏蒸。喷雾法通过叶面喷施药液形成保护层,适用于叶面害虫防治;喷粉法操作便捷,适合大面积快速作业;熏蒸法用于密闭环境如木材仓库,通过药剂挥发杀灭隐藏害虫。2024年4月,广东省在韶关市松林区域采用无人机喷施噻虫啉微胶囊剂,作业效率较传统人工喷雾提升10倍,药剂利用率提高至85%,在快速控制松褐天牛疫情的同时,减少了对周边环境的影响。

3 人员与物资保障体系建设

3.1 专业化人才培养

防治人员的业务水平直接决定防治效果,需构建常态化培训机制。培训内容涵盖病虫害识别、监测技术、防治设备操作、农药安全使用等核心技能,采用“理论教学+现场实操+案例研讨”相结合的方式[4]。例如,2023年国家林草局在东北林业大学举办全国森林病虫害防治骨干培训班,通过邀请行业专家授课、组织长白山实地实训,使参训人员的病虫害鉴别准确率提升至90%以上。

建立岗位责任制与绩效考核体系,明确监测、防治、后勤等各岗位的职责分工,将病虫害发生率、防治作业合格率等指标纳入考核,激发工作人员的责任心与积极性,打造一支技术过硬、反应迅速的专业队伍^[5]。

3.2 物资储备与动态管理

充足的物资储备是防治工作顺利开展的基础保障。根据辖区森林面积、病虫害发生规律及防治技术方案,储备农药、喷药器械、防护装备、监测设备等物资。建立物资管理台账,详细记录采购时间、数量、规格、存放地点及使用情况,定期进行盘点和维护,确保物资处于可用状态。

加强与供应商的战略合作,建立应急物资采购绿色通道,保障突发疫情时的物资及时调配。2024年3月,四川省应对川西高原突发的云杉球果螟灾害,依托预先储备的50吨生物制剂和200台新型静电喷雾器,在72小时内完成了10万亩林区的应急防治作业,有效控制了虫害扩散。

4 应急响应机制设计

4.1 应急预案的完善制定

应急预案的科学性构建基于突发事件管理理论中的“情景-应对”框架,通过风险识别、能力评估与措施设计形成三级响应体系。组织架构遵循《中华人民共和国突发事件应对法》要求,建立“政府主导、多部门协同”的应急指挥部,明确林业部门技术方案制定、应急管理部门资源调配、生态环境部门安全监测等核心职责,构建省、市、县三级联动的权责清单,解决传统应急中存在的职能交叉与协调壁垒问题。响应程序设计引入灾害风险评估模型,根据病虫害发生面积、扩散速度等参数设定四级预警阈值,如红色预警触发时,要求4小时内完成专业防治队伍集结、12小时内启动首次除治作业,将响应时效与灾害等级进行量化绑定,体现系统工程理论中的时序优化原理。

处置措施融合生态学隔离机制与管理学闭环原理:对疫点周边3公里范围实施封山育林、木材运输管制等封锁措施,切断害虫自然扩散与人为传播路径;核心区采用病死树伐除、焚烧销毁、疫木检疫的全流程管控,外围区建立网格化监测样地实施动态跟踪。2023年福建省松材线虫病应急响应中,Ⅲ级预案通过“疫情分布图实时更新、物资储备点智能调度、队伍行进路线优化”的数字化指挥体系,使病死树清除效率提升50%,疫情扩散速度降低60%,验证了应急预案将理论模型转化为实操流程的可行性。该体系的核心价值在于通过制度化设计,将突发疫情的不确定性转化为可预期的响应流程,为快速遏制灾害蔓延提供机制保障。

4.2 实战演练与效果评估

实战演练作为应急预案的“压力测试”,其理论基础是情景模拟理论与组织学习理论,通过构建逼近真实的灾害场景(如松材线虫病疫情爆发、美国白蛾暴食期侵袭),检验跨部门协同效率与技术措施落地效果。演练设计涵盖“监测预警信息报送—指挥部决策部署—现场除治作业实施—舆情与生态安全管控”全链条环节,如2024年湖北省神农架林区500人参与的跨部门演练中,通过模拟卫星遥感发现异常枯死树、无人机精准定位疫点、地面队伍快速除治等场景,暴露了物资调配系统响应延迟、部门间数据共享壁垒等3类7项问题。

效果评估体系依据SMART原则构建,从响应速度(预警信息传递时间 ≤ 15 分钟)、处置效果(目标害虫死亡率 $\geq 80\%$)、资源效率(药剂利用率 $\geq 85\%$)、社会影响(生态环境零污染)四个维度设置12项量化指标,运用层次分析法确定各指标权重,形成科学的评估矩阵。

针对演练中发现的偏远林区物资抵达超时问题,采用运筹学方法优化储备布局,按每50万亩林区设置1个前置应急库;针对信息沟通不畅问题,开发基于GIS的应急指挥平台,实现监测数据、队伍位置、物资状态的实时共享。通过PDCA循环持续改进,应急体系的响应速度提升30%,资源配置效率提高40%,真正实现“演练一场、改进一域、提升整体”的目标,为实战中的高效处置奠定坚实基础。

5 结论与展望

森林病虫害防治方案设计是一项系统性工程,需统筹监测预警的精准性、防治方法的科学性、保障体系的完备性与应急响应的高效性。通过合理整合空天地一体化监测技术、生物防治工程化应用体系、数字化物资调度平台与多部门协同应急机制,能够构建“预防为主、科学治理、依法监管、强化责任”的现代化防治体系,为森林资源健康保驾护航。

展望未来,随着物联网、大数据、人工智能等技术的深度融合,监测预警将向智能化、自动化方向发展,基于卫星遥感光谱分析与无人机AI识别的早期预警系统可将病虫害发现时间大幅提前;生物防治、物理防治等绿色技术的应用比例将大幅提升,结合基因编辑天敌昆虫与纳米缓释杀虫材料的研发,推动防治工作向环境友好型转变。同时,需加强病虫害防治法律法规建设,完善跨区域联防联控机制,借鉴国际先进经验,提升我国森林病虫害防治的现代化水平,为建设生态文明和美丽中国奠定坚实基础。

参考文献

- [1]童国燕.浅谈森林病虫害的概念和防治方法[J].中国科技投资,2013,(11):167.
- [2]李积文.森林资源管护经营过程中存在问题及有效措施探讨[J].农家参谋,2020,(22):112+136.
- [3]林业草原建设迎来新时代国土绿化事业开拓新局面[J].国土绿化,2019,(01):1.
- [4]吴健生,陈莎,彭建.基于图像阈值法的森林雪灾损失遥感估测——以云南省为例[J].地理科学进展,2013,32(06):913-923.
- [5]周传良,刘建灵,吴丽萍,等.云和县园林植物虫害调查与防治对策[J].安徽农学通报,2007,(16):84-85.

作者简介:罗曦光,(1979.5-),男,湖南长沙人,汉族,本科学历,工程师。