

森林病虫害绿色防控技术创新路径

雷晓莉

合阳县林业发展中心，陕西省渭南市，715300；

摘要：森林病虫害作为威胁森林生态系统健康与稳定的重要因素，严重影响着森林资源的可持续发展。本文聚焦森林病虫害绿色防控技术，系统且深入地探讨其创新发展路径。研究先剖析当前森林病虫害绿色防控存在技术应用单一、推广体系不完善、基层防控能力薄弱等现状与问题；进而从生物技术、物理技术、信息化技术等多维度展开阐述，如利用天敌昆虫、微生物制剂等生物技术实现生态调控，借助诱虫灯、性信息素诱捕器等物理技术精准防治，依托物联网、大数据等信息化技术构建智能监测预警体系。文章明确提出，需通过强化技术研发、加强人才培养体系建设、完善推广应用机制等措施，全面提升森林病虫害绿色防控水平，为实现森林资源的可持续发展奠定基础。本研究为森林病虫害防控提供了科学依据与实践指导方向。

关键词：森林病虫害；绿色防控技术；创新路径；可持续发展

DOI: 10.69979/3041-0673.25.09.055

森林作为地球生态系统的核心支柱，在固碳释氧、水土保持、生物多样性维系等方面发挥着不可替代的作用，是保障生态安全、提供生态服务的关键屏障。然而，近年来森林病虫害的频繁暴发与蔓延，严重威胁森林资源健康，造成巨大经济损失与生态破坏。传统化学防治手段虽能快速抑制病虫害扩散，但其滥用导致土壤与水体污染加剧、有益生物种群锐减、害虫抗药性增强等一系列生态问题，违背可持续发展理念。在此背景下，发展绿色防控技术成为森林病虫害防治的必然选择与迫切需求。探索森林病虫害绿色防控技术的创新路径，通过生物技术、物理技术与信息化技术的深度融合，既能实现病虫害的精准高效治理，又能降低生态环境负荷，对提升森林生态系统稳定性、推动林业可持续发展具有深远的理论价值与实践意义。

1 森林病虫害绿色防控技术现状与问题

1.1 现状

近年来，我国在森林病虫害绿色防控技术方面取得了一定进展。生物防治技术得到了更广泛的应用，如利用天敌昆虫控制害虫种群数量。释放赤眼蜂防治松毛虫，在部分地区取得了良好的防治效果。同时，微生物制剂的研发与应用也有了新的突破，白僵菌、绿僵菌等真菌制剂在防治多种害虫中发挥了重要作用。物理防治技术也在不断改进，诱虫灯、性诱剂等设备的性能逐步提高，能够更精准地诱捕害虫。信息化技术在森林病虫害监测与预警中开始发挥作用，通过卫星遥感、无人机等手段，可以及时发现病虫害发生区域，为防控决策提供依据。

1.2 问题

尽管取得了一定成绩，但森林病虫害绿色防控技术仍存在一些问题。一是技术研发水平有待提高。部分关键技术仍依赖进口，自主创新能力不足。例如，一些高效的生物农药和天敌昆虫的规模化生产技术还不够成熟，限制了其大规模应用。二是技术推广应用困难。基层林业部门和林农对绿色防控技术的认识和接受程度不高，缺乏相应的技术培训和指导^[1]。同时，绿色防控技术的成本相对较高，在一定程度上影响了其推广。三是防控体系不完善。缺乏统一的技术标准和规范，各地区防控水平差异较大。监测预警体系也存在数据不准确、信息传递不及时等问题，导致防控工作的时效性和针对性不强。

2 生物技术创新路径

2.1 天敌昆虫的选育与利用

天敌昆虫是森林病虫害生物防治的重要手段。应加强对本土天敌昆虫的调查和研究，筛选出对本地主要害虫具有高效控制作用的天敌昆虫种类。通过人工繁殖和释放技术，增加天敌昆虫的种群数量。例如，对于松墨天牛的防治，可以进一步研究肿腿蜂的生物学特性，优化其繁殖技术，提高繁殖效率和质量。同时，探索天敌昆虫与其他防治措施的协同作用，如与微生物制剂结合使用，提高防治效果。

2.2 微生物农药的研发与应用

微生物农药具有环保、安全等优点，是绿色防控技术的重要发展方向^[2]。加大对新型微生物农药的研发力

度，筛选和培育具有高致病性、强适应性的微生物菌株。例如，利用基因工程技术对现有微生物菌株进行改良，提高其毒力和稳定性。加强微生物农药的生产工艺研究，降低生产成本，提高产品质量。在应用方面，制定科学合理的使用方案，根据不同的病虫害种类和发生环境，选择合适的微生物农药和使用方法。

2.3 植物源农药的开发

植物源农药凭借天然无毒、环境友好等特性，成为绿色防控的重要方向。研究人员深入挖掘雷公藤、除虫菊等杀虫杀菌植物资源，运用超临界萃取、膜分离等技术，精准提取活性成分。同时，借助基因工程、纳米技术对提取物进行结构修饰，显著提升其活性与稳定性。以印楝素为例，经纳米包裹处理后，其光稳定性和持效期大幅增强。此外，针对不同防治场景，研发团队系统开展剂型优化，推出微胶囊悬浮剂、纳米乳剂等新型制剂，推动植物源农药向精准化、高效化方向发展。

3 物理技术创新路径

3.1 诱捕技术的改进

诱虫灯和性诱剂是常用的物理诱捕技术。对诱虫灯的光谱、波长等参数进行优化，提高其对害虫的诱捕效率。例如，研发针对不同害虫的专用诱虫灯，根据害虫的趋光特性选择合适的光谱。性诱剂方面，提高其活性成分的纯度和稳定性，延长其有效期^[3]。同时，开发新型的诱捕装置，如智能诱捕器，能够实时监测诱捕到的害虫数量和种类，并通过无线传输技术将数据发送到监测中心，为防控决策提供更准确的信息。

3.2 物理阻隔技术的创新

物理阻隔技术是抵御害虫侵害的重要防线。通过研发高强度、高透气的新型防虫网，在有效拦截害虫的同时，保障树木正常生长；改进粘虫带的粘性配方与缓释工艺，显著延长其持效期。此外，积极探索物理阻隔与生物、物理诱捕技术的协同应用，如在防虫网内布设智能诱虫灯、释放性信息素诱捕器，构建“拦截+诱杀”的多层防护体系，大幅提升病虫害综合防控能力，为森林生态系统筑牢安全屏障。

3.3 温湿度调控技术

温湿度对森林病虫害的发生和发展有重要影响。通过调节森林内的温湿度环境，可以抑制病虫害的发生^[4]。例如，在一些温室育苗或珍贵树木保护区域，采用智能温湿度控制系统，根据不同树木的生长需求和病虫害的发生规律，精准调节温湿度。同时，研究自然条件下通

过森林经营措施调节温湿度的方法，如合理的造林密度、林分结构调整等，改善森林生态环境，减少病虫害的发生。

4 信息化技术创新路径

4.1 监测预警系统的智能化

利用物联网、大数据、人工智能等技术，构建智能化的森林病虫害监测预警系统。在森林中布置大量的传感器，实时监测温湿度、光照、土壤水分等环境因子以及害虫的活动情况。通过大数据分析技术，对监测数据进行处理和分析，建立病虫害发生的预测模型。利用人工智能算法，实现对病虫害的自动识别和预警^[5]。例如，通过图像识别技术，对害虫的形态特征进行识别，及时发现病虫害的早期迹象。

4.2 地理信息系统（GIS）的应用

地理信息系统可以对森林资源和病虫害发生情况进行空间分析和管理。建立森林病虫害地理信息数据库，将病虫害的发生地点、时间、范围等信息与森林资源的分布情况进行关联。通过GIS技术，直观地展示病虫害的发生动态和发展趋势，为防控决策提供空间信息支持。例如，根据GIS分析结果，合理规划防控区域，优化防控资源的分配。

4.3 远程诊断与技术服务平台

搭建远程诊断与技术服务平台，实现林业专家与基层林业工作者和林农的实时沟通和交流。基层人员可以通过手机或其他终端设备，上传病虫害的图片、视频等信息，专家通过平台进行远程诊断，并提供防治建议和技术指导。同时，平台还可以发布最新的防控技术和政策法规，提高基层人员的防控水平和政策知晓度。

5 人才培养与推广应用创新路径

5.1 人才培养体系的完善

完善人才培养体系是提升森林病虫害绿色防控水平的核心基础。在高等教育层面，推动高校和职业院校增设森林病虫害绿色防控相关专业，优化课程设置，将生物技术防治、信息化监测等前沿理论与田间实操课程深度融合，构建“理论+实践”双轨制培养模式。例如，部分农林院校已开设“生物防治技术”“智能监测系统应用”等特色课程，并与林场、科研院所共建实习基地，确保学生在真实场景中掌握病虫害识别、绿色药剂调配等实操技能。针对在职人员，定期组织分层分类培训，面向基层林业技术人员开设高级研修班，邀请行业权威

专家解读最新防控政策与技术；针对一线林农开展“田间课堂”，以通俗易懂的方式传授简易实用的防控技巧。同时，建立科学的人才激励机制，通过设立专项奖励基金、职称评聘倾斜政策等方式，为投身森林病虫害防控事业的人才提供职业发展通道与物质保障，切实增强行业吸引力与人才留存率。

5.2 示范推广模式的创新

创新示范推广模式是加速绿色防控技术落地的关键路径。通过在不同气候带、林种区域建立标准化示范基地，系统展示天敌昆虫释放、诱捕器布设、微生物制剂喷洒等绿色防控技术的全流程应用，搭配数字化监测设备实时呈现防控效果，为林农与基层部门提供直观可行的范本。定期组织现场观摩会、技术培训会，由技术人员现场演示操作要点并答疑解惑，帮助使用者快速掌握技术要领。深化产学研合作，鼓励企业与科研机构联合成立技术推广中心，将实验室成果转化成为可量产的产品与服务。例如，企业可开发集成化的病虫害监测防控套装，包含智能诱捕设备、生物药剂及配套操作指南，并提供定期技术回访服务。政府层面应加大政策扶持力度，设立绿色防控技术推广专项补贴，对采用绿色防控技术的林农给予资金奖励，对推广成效显著的企业与单位提供税收优惠，形成“政府引导、企业主导、林农参与”的协同推广格局^[6]。

5.3 社会参与机制的建立

构建多元社会参与机制是凝聚森林病虫害防控合力的重要保障。组建由环保志愿者、林业爱好者等组成的专业志愿服务队，通过开展“护绿宣讲进社区”“病虫害识别科普下乡”等活动，向公众普及绿色防控理念与基础技术，提升社会认知度。引导环保协会、公益基金会等社会组织参与病虫害监测网络建设，利用其灵活的资源调配能力，在偏远林区增设监测点，弥补基层监测力量不足的短板。深化与保险公司的合作，创新开发森林病虫害专项保险产品，通过“基础保费+政府补贴”的模式降低林农参保成本，并将绿色防控技术应用情况与保费优惠挂钩，如对采用生物防治技术的林区给予保费折扣。此外，搭建线上线下融合的公众参与平台，开通病虫害线索举报通道，鼓励群众通过手机APP、热线电话等方式反馈异常情况，形成全民参与、群防群治的良好局面，为森林病虫害绿色防控构筑坚实的社会防线^[7]。

6 结论与展望

6.1 结论

森林病虫害绿色防控技术的创新是守护森林生态安全、推动林业可持续发展的核心路径。当前，我国通过生物技术（如天敌昆虫繁育）、物理技术（智能诱捕设备应用）及信息化技术（物联网监测系统搭建）的协同创新，结合人才培养体系优化与推广模式革新，在绿色防控领域已取得阶段性成果。然而，技术研发投入不足、区域应用不均衡、基层防控能力薄弱等问题依然存在，制约着防控技术的全面升级。

6.2 展望

未来森林病虫害绿色防控应重点推进以下工作：加强财政投入，支持基层与科研机构联合攻关天敌繁育、生物农药等关键技术，并借鉴国际先进经验进行本土化改良。技术应用方面，推广“诱虫灯+性诱剂+生物农药”等集成方案，建立区域技术交流机制。人才培养应注重实践，通过短期培训和技术指导提升基层人员技能。同时建立激励机制，如示范户补贴和防治效果评比，提高林农参与度。通过系统推进技术研发、人才培养和推广应用，实现绿色防控技术的持续创新与有效落地。

参考文献

- [1] 袁岳. 甘肃民勤县苹果常见病虫害绿色防控措施[J]. 中国果业信息, 2024, 41(07): 62-63.
- [2] 孙荣海. 植物保护与农业区域经济可持续发展关系探究[J]. 植物学报, 2023, 58(06): 1026.
- [3] 薛洋, 关梅, 赵佳佳, 等. 纳米技术在农业害虫监测与绿色防控领域的应用[J/OL]. 昆虫学报, 1-10 [2025-04-22].
- [4] 姜涛. 日光温室杏树栽培及整形修剪技术分析[J]. 农业开发与装备, 2023, (10): 162-164.
- [5] 韩冷, 何雄奎, 王昌陵, 等. 智慧果园构建关键技术装备及展望[J]. 智慧农业(中英文), 2022, 4(03): 1-11.
- [6] 赵友邦, 戚仁德. 推动病虫害绿色防控保障农产品质量安全[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(04): 5-6+12.
- [7] 刘扬. 治理现代化视角下 J 镇乡村网格化治理研究[D]. 中共山东省委党校, 2022.

作者简介：雷晓莉，出生年月：1977年8月，性别：女，民族：汉族，籍贯：陕西省合阳县，学历：本科，职称：林业工程师，研究方向：森林病虫害防治。