

园林植物病虫害生物防治技术体系构建与实践

周文

河南省安阳市洹水公园管理站 河南 安阳 455000

摘要：本文系统梳理了园林植物病虫害生物防治的基本内涵、技术类型与发展现状，重点围绕天敌昆虫、微生物制剂、植物源农药、信息素诱控及生态调控等核心要素，构建了一套多层次、多维度、可操作性强的生物防治技术体系。同时，结合国内多个典型城市园林绿化项目的实践案例，分析了该体系在实际应用中的成效、挑战与优化策略。研究表明，科学构建并有效实施生物防治技术体系，不仅能显著降低化学农药使用量，还能提升园林生态系统的稳定性与生物多样性，为实现园林绿化高质量发展提供有力支撑。

关键词：园林植物；病虫害；生物防治；技术体系；生态调控；可持续发展

引言

园林植物是城市生态的关键部分，兼具美化、调节气候、净化空气之效，还承载文化传承与休闲游憩价值。但生长中常受病虫害侵扰，严重影响景观与生态功能。化学农药因高效便捷，长期被用于园林病虫害防控，可过度依赖化学防治弊端尽显：农药残留污染环境，杀伤非靶标生物，削弱生态系统调控力，诱导病虫抗药性，威胁人员健康，在人口密集城市风险尤甚。面对挑战，《“十四五”全国农药减量增效行动方案》提出发展绿色防控技术，推动农药减量。生物防治作为绿色防控核心，有环境友好等优势，渐成园林病虫害治理主流。但当前园林生物防治存在技术碎片化等问题，构建系统化、集成化、可复制的技术体系，提升防控效能，已迫在眉睫，本文将就此展开探讨。

1 生物防治的基本内涵与发展现状

1.1 生物防治的定义与分类

生物防治是指利用有益生物或其代谢产物来控制有害生物种群数量，使其维持在经济或生态阈值以下的一种防治方法。这一理念源于自然界中物种间的相互制约关系，强调通过恢复或强化生态系统的自我调节能力来实现病虫害的可持续控制^[1]。根据作用机制和应用方式的不同，生物防治可细分为多种类型。其中，天敌防治主要依赖捕食性、寄生性或病原性生物对害虫的直接抑制作用，如瓢虫捕食蚜虫、赤眼蜂寄生鳞翅目卵等；微生物防治则利用细菌、真菌、病毒等微生物制剂感染或毒杀害虫，典型代表包括苏云金杆菌（Bt）、白僵菌和核型多角体病毒；植物源防治通过提取植物体内具有杀虫或抑菌活性的次生代谢物制成农药，如印楝素、苦参碱等，这类物质通常降解快、毒性低；信息素与行为调控技术则借助化学通讯干扰害虫的交配、聚集或取食行

为，从而降低其繁殖成功率；此外，生态调控作为一种宏观策略，通过优化植被结构、营造天敌栖息环境等方式，从系统层面提升生态系统的抗逆能力。

1.2 国内外发展现状

国际上，生物防治已有百年历史。欧美国家早在20世纪中期即开始系统研究与应用，现已形成较为成熟的商业化产品体系与技术标准。例如，荷兰、德国等国在城市绿地中广泛应用天敌昆虫释放技术，美国则在森林与公园系统中大规模推广微生物制剂。这些国家不仅建立了完善的天敌繁育与供应链，还将生物防治纳入城市生态管理的常规手段，形成了“预防—监测—干预—评估”的闭环管理体系。

我国生物防治起步较晚，但近年来发展迅速。农业农村部数据显示，截至2023年，我国登记的生物农药有效成分达200余种，年产量超30万吨。在园林领域，北京、上海、杭州、成都等城市率先开展试点，建立了以“预防为主、综合调控”为核心的绿色防控示范区。然而，整体仍面临产品稳定性差、成本偏高、技术集成度低、基层推广难等瓶颈。尤其是在城市园林这一高度人工化的生态系统中，如何将实验室成果转化成稳定、高效、可操作的现场技术，仍是当前亟待突破的关键问题。

2 园林植物病虫害生物防治技术体系构建

针对园林生态系统的复杂性与多样性，本文提出“四位一体”的生物防治技术体系框架，即“监测预警—核心防控—生态支撑—管理保障”四大模块协同运作。

2.1 监测预警子系统

精准监测是生物防治的前提，也是实现“按需防控”的基础。传统的病虫害调查依赖人工巡查，效率低、覆盖面窄，难以满足现代城市园林精细化管理的需求。因此，有必要构建一个融合现代信息技术的智能监

测预警体系。该体系应以物联网、遥感和人工智能为核心，形成“空—地—人”一体化的监测网络。具体而言，可在重点区域部署虫情测报灯、孢子捕捉仪、微型气象站等智能设备，实时采集害虫种群动态、病原孢子浓度及微气候参数；同时，依托大数据平台整合历史发生数据、植被类型、土壤条件等多元信息，建立基于机器学习的病虫害预测模型；在此基础上，根据不同植物种类、景观功能及生态敏感度，科学划定防治阈值，避免因过度干预而破坏生态平衡^[2]。唯有实现“早发现、准判断、精决策”，才能为后续的生物防治措施提供可靠依据。

2.2 核心防控子系统

核心防控子系统是整个技术体系的中枢，其效能直接决定生物防治的成败。该系统并非单一技术的简单叠加，而是多种生物手段的有机集成与协同应用。

2.2.1 天敌昆虫规模化应用技术

天敌昆虫的规模化应用是其中的关键环节。针对蚜虫、粉虱、螨类等城市园林常见害虫，应优先筛选本地适应性强、控害效率高的天敌种类，如异色瓢虫、草蛉、智利小植绥螨等。在此基础上，建立从实验室繁育、冷链运输到田间释放的标准化操作流程，确保天敌在释放后能迅速定殖并发挥控害作用。实践表明，在行道树蚜害高发期按每株释放50至100头瓢虫，可使虫口密度显著下降，且效果可持续数周。

2.2.2 微生物制剂精准施用技术

微生物制剂的精准施用同样不可或缺。不同病虫害需匹配特定的微生物菌株，例如白僵菌对天牛幼虫具有良好的致病性，枯草芽孢杆菌则对多种叶部真菌病害有显著抑制作用。为提高药效，应结合无人机低容量喷雾、根部灌施或树干注射等精准施药技术，减少药剂流失，提升靶向性^[3]。同时，需注意施用时机与环境条件，避免高温、强光或降雨对活体微生物的不利影响。

2.2.3 植物源农药绿色替代技术

植物源农药作为化学农药的绿色替代品，近年来受到广泛关注。印楝素、苦参碱等成分不仅对蚜虫、蚧虫等刺吸式害虫具有拒食、忌避和生长抑制作用，而且对蜜蜂、瓢虫等非靶标生物相对安全。在月季、紫薇等观赏植物上推广应用，既能有效控害，又不会影响景观美感与公众安全。

2.2.4 信息素诱控技术

信息素诱控技术则在鳞翅目害虫防控中展现出独特优势。通过在公园、绿地布设性信息素诱捕器，可有效干扰美国白蛾、斜纹夜蛾等害虫的交配行为，实现“以

虫治虫”的间接控制。该技术操作简便、成本低廉，且无残留风险，特别适用于人口密集区域。

2.2.5 抗性品种与健康栽培技术

此外，抗性品种选育与健康栽培管理亦不可忽视。选用抗蚜月季、抗炭疽病桂花等优良品种，从源头上降低病虫害发生概率；配合科学修剪、合理灌溉与平衡施肥，增强植株自身免疫力，形成“内在防御+外在干预”的双重保障机制。

2.3 生态支撑子系统

生物防治的长效性依赖于健康的生态系统。因此，必须超越单一物种的防控思维，转向系统层面的生态调控。生态支撑子系统的核心在于“以生态治生态”，即通过景观设计与生态工程手段，重建或强化园林生态系统的自然调控能力。首先，应倡导植物多样性配置。摒弃单一树种的大面积种植模式，采用乔、灌、草复层结构，混交种植蜜源植物如紫云英、波斯菊、芝麻等，为天敌昆虫提供花粉、花蜜等补充营养，延长其活动周期。其次，注重天敌栖境的营造。在绿地边缘设置昆虫旅馆、保留枯枝落叶堆、铺设石缝或朽木，为瓢虫、寄生蜂、蜘蛛等提供越冬与庇护场所。再者，推进生态廊道建设。通过绿道、滨水带等线性空间连接孤立的绿地斑块，促进天敌种群在更大尺度上的扩散与基因交流，避免局部灭绝风险。这种“软性干预”虽不直接杀灭害虫，却能从根本上提升系统的韧性与自愈力。

2.4 管理保障子系统

再先进的技术若缺乏制度保障，也难以落地生根。管理保障子系统旨在为生物防治的推广提供政策、标准与人才支撑。首先，应加快地方性技术标准的制定，如《城市园林生物防治技术规程》《天敌昆虫释放操作指南》等，明确适用范围、操作流程与效果评价指标，避免盲目应用。其次，加强专业队伍建设。通过系统培训，使一线园林养护人员掌握天敌识别、信息素布设、微生物制剂储存等实用技能，逐步建立“绿色植保员”认证制度^[4]。最后，完善激励机制。对积极采用生物防治的单位给予财政补贴、项目优先或评优加分，引导市场从“重化学”向“重生态”转型。唯有制度、人才与政策三者协同，方能打通技术落地的“最后一公里”。

3 实践案例分析

3.1 案例一：北京市奥林匹克森林公园蚜虫综合治理

北京市奥林匹克森林公园作为大型城市生态公园，常年面临蚜虫危害问题。自2020年起，园区引入系统化生物防治体系，首先建立了覆盖全园的蚜虫监测网络，结合气象数据预测发生高峰期；随后在春季蚜虫初发期

大规模释放异色瓢虫，并在夏季补充释放草蛉，形成接力控害效应；同时，在林下种植苜蓿、芝麻等蜜源植物，吸引并维持自然天敌种群。经过三年实践，园区全年化学农药使用量减少70%，蚜虫危害指数由原来的1.5降至0.2，植被生长状况显著改善，游客满意度同步提升。

3.2 案例二：成都市环城生态区美国白蛾防控

成都市环城生态区曾遭遇美国白蛾入侵威胁。2022年，当地启动“生物围剿”工程，采取“诱一寄一替”三位一体策略：在重点区域布设2000套性信息素诱捕器，干扰成虫交配；同步释放5亿头周氏啮小蜂，对虫卵实施高效寄生；同时清除疫木并补植银杏、香樟等抗性树种。该综合措施实施后，连续两年未发现新发疫情，成功实现区域性根除，为外来入侵害虫的绿色防控提供了范本。

3.3 案例三：杭州市西湖风景名胜区综合绿色防控示范区

西湖景区以“零化学农药”为目标，构建了全链条生物防治体系。园区建立了智慧植保平台，接入百余个传感器实时监控病虫动态；推广Bt与白僵菌复配制剂防治食叶害虫；沿湖岸线设置200余座昆虫旅馆，并种植15公里蜜源植物带，营造天敌友好环境。在年接待游客超2000万人次的高压力下，景区未发生任何药害事件，鸟类与昆虫多样性指数提升18%，实现了生态保护与旅游服务的双赢。

4 面临的挑战与优化路径

尽管生物防治成效显著，但在推广中仍面临多重挑战。技术层面，部分天敌昆虫繁育成本高、货架期短，微生物制剂受温湿度影响大，田间稳定性不足；认知层面，部分管理者仍迷信“速效化学药”，对生物防治见效慢存有疑虑；机制层面，缺乏统一的技术标准与效果评价体系，项目验收往往仍以“是否用药”为单一指标；产业层面，生物农药企业规模普遍较小，研发投入

不足，产品同质化严重，难以支撑大规模应用需求。

为此，未来应从多维度优化发展路径。首先，加强基础研究，开展本土天敌资源普查与功能评价，选育高效、广适性微生物菌株；其次，推动技术集成，将生物防治与物理防治（如粘虫板、防虫网）、农业防治（如清园、轮作）有机结合，形成“IPM+Bio”综合管理模式；再次，完善政策支持体系，设立生物防治专项基金，将绿色防控成效纳入园林养护绩效考核；同时，强化科普宣传，通过开放日、短视频、社区讲座等形式普及生态防控理念，提升公众接受度；最后，大力开展智慧植保，融合大数据、AI算法与遥感技术，实现病虫害“早发现、精防控、少干预”的智能化管理。

5 结语

园林植物病虫害生物防治不仅是技术问题，更是生态理念与治理能力的体现。本文构建的“监测预警—核心防控—生态支撑—管理保障”四位一体技术体系，强调系统性、协同性与可持续性，已在多个城市实践中验证其有效性。未来，应进一步深化“生态优先、绿色发展”理念，推动生物防治从“点状示范”走向“全域覆盖”，从“被动应对”转向“主动调控”，最终实现园林生态系统健康、稳定、美丽的可持续发展目标。

参考文献

- [1]于哲,李佳男,刘静.生物防治技术在城市园林病虫害防治中的应用[J].花木盆景,2025,(11):108-109.
- [2]吴静,吕艳杰.浅析城市园林植物病虫害生物防治技术[J].天津农林科技,2023,(05):29-31.
- [3]邓志坚.园林植物病虫害生物防治技术的创新与应用——以阳新县银杏大蚕蛾防治为例[J].园艺与种苗,2025,45(05):66-67+103.
- [4]贾庆东.新常态下园林植物病虫害生物防治模式[J].乡村科技,2020,(14):74-75.