

无人机在林业病虫害监测与防治中的实操应用

陈斌

零陵区林业局

DOI:10.32629/as.v8i12.3507

[摘要] 本文聚焦无人机在林业病虫害监测与防治中的实操应用,阐述其高效性、精准性、灵活性与安全性等显著优势,分析其在监测环节的多传感器数据采集、智能数据分析及实时动态监测功能,以及在防治环节的精准施药、生物防治与信息引导等具体应用。同时探讨应用中存在的续航能力有限、数据处理复杂、法律法规不完善及操作人员技术参差不齐等问题,并针对性提出提升续航、强化数据处理、完善法规及加强人员培训等解决策略。研究表明,无人机能有效提升工作效率与防治效果,虽存在待解问题,但未来潜力巨大,为林业可持续发展提供有力技术支撑。

[关键词] 无人机; 林业病虫害; 监测; 防治

中图分类号: S435.11 **文献标识码:** A

Practical application of drones in monitoring and controlling forestry pests and diseases

Bin Chen

Lingling District Forestry Bureau

[Abstract] This article focuses on the practical application of drones in forestry pest monitoring and control, elaborating on their significant advantages such as efficiency, accuracy, flexibility, and safety. It analyzes their multi-sensor data collection, intelligent data analysis, and real-time dynamic monitoring functions in the monitoring process, as well as their specific applications in precision pesticide application, biological control, and information guidance in the prevention and control process. At the same time, explore the problems of limited battery life, complex data processing, incomplete laws and regulations, and uneven technical skills of operators in applications, and propose targeted solutions such as improving battery life, strengthening data processing, improving regulations, and enhancing personnel training. Research has shown that drones can effectively improve work efficiency and prevention effectiveness. Although there are unresolved issues, they have enormous potential for the future and provide strong technical support for sustainable forestry development.

[Key words] drone; Forestry pests and diseases; monitor; prevention and control

引言

林业作为生态环境的重要组成部分,其健康发展对于维护生态平衡、提供生态服务等具有重要意义。然而,林业病虫害的频繁发生严重威胁着森林资源的安全,传统的监测与防治手段存在效率低、范围小、精度差等问题。随着科技的不断进步,无人机技术逐渐应用于林业领域。无人机具有灵活便捷、可快速获取大面积数据等优势,能够有效弥补传统方法的不足,为林业病虫害的监测与防治提供了新的途径和手段。本文将深入探讨无人机在林业病虫害监测与防治中的实操应用,以为相关工作提供参考。

1 无人机在林业病虫害监测与防治中的优势

1.1 高效性

无人机凭借灵活快速的飞行特性,能在短时间内覆盖广阔

的林区范围。相较于传统人工监测需耗费大量时间徒步穿梭林间,无人机可借助预设航线自主巡航,无需人工持续操控,大幅减少人力投入。无论是连片的天然林还是分散的经济林,都能在数小时内完成全面扫描,而同样区域的人工排查往往需要数天甚至更久。这种高效性不仅缩短了数据采集周期,还能让监测人员及时掌握病虫害动态,为后续防治工作争取宝贵时间,从整体上提升林业管护的响应速度^[1]。

1.2 精准性

无人机可搭载多种高精度设备,包括高分辨率成像仪器和多光谱感应装置,能清晰捕捉树木的细微变化。叶片的褪色、卷曲或虫蛀痕迹等早期病虫害信号,都能被精准记录下来,帮助监测人员准确判断受侵害程度。同时,结合GPS定位功能,无人机能精确标注每一处病虫害发生的具体位置,形成详细的分布图谱。

这些精准信息为防治方案的制定提供了可靠依据,避免了传统方式中因信息模糊导致的防治遗漏或过度处理。

1.3 灵活性

无人机在各种复杂地形和环境中都能展现出较强的适应能力,不受山地、丘陵、湿地等地形限制,可轻松抵达人工难以进入的区域开展工作。根据林区实际情况,操作人员能灵活调整飞行高度、速度和航线,比如在茂密的针叶林上方适当提升高度以获取全景图像,在低矮的灌木林区降低高度进行细致观察。此外,无人机的设备搭载具有可更换性,能根据监测或防治需求快速切换不同工具,实现从数据采集到精准施药等多种任务的无缝衔接,适应多样化的工作场景。

1.4 安全性

在林业病虫害防治工作中,部分区域存在较高安全风险,如陡峭的山坡可能导致人员滑倒,有毒植物分布区易引发接触性伤害,野生动物出没地带存在遭遇袭击的隐患。无人机的远程操控特性,能让工作人员在安全区域完成操作,避免直接进入危险环境。同时,面对大风、小雨等不太恶劣的天气条件,无人机也能稳定作业,减少了天气因素对工作进度的影响。其自身配备的安全防护机制,还能在遇到突发状况时自动采取返航等措施,进一步保障了设备和作业的安全。

2 无人机在林业病虫害监测中的应用

2.1 数据采集

无人机可搭载多种高精度传感器完成立体化数据采集:高分辨率相机能捕捉厘米级叶片细节,通过连续拍摄生成林区全景影像,清晰呈现叶片黄化、斑点、卷曲等病虫害早期症状,例如松材线虫病导致的针叶萎蔫变色可被精准记录^[2]。多光谱传感器可同步采集近红外、可见光等多个波段反射数据,通过分析植被指数变化判断树木生理状态,如健康叶片与感病叶片的光谱反射率差异能为病虫害识别提供量化依据。热红外传感器则通过检测树木表面温度异常发现潜在病灶,因病虫害侵袭常导致树木蒸腾作用紊乱,形成与健康植株的温度差,这种非接触式检测方式尤其适用于高大乔木的隐蔽性病害监测^[3]。

2.2 数据分析

采集的多源数据需经多层次处理转化为决策信息:首先通过图像处理技术对影像进行降噪、增强和拼接,运用阈值分割算法分离病变区域与健康植被,精准圈定病虫害发生范围。接着引入机器学习模型,将多光谱数据与已知病虫害样本特征比对,实现自动分类识别,例如通过随机森林算法区分食叶害虫与真菌病害的光谱特征差异,同时量化危害程度。最后结合地理信息系统(GIS)构建动态分布图谱,标注病虫害扩散路径与密度等级,叠加地形、林分类型等数据生成防治优先级热力图,为管理人员制定差异化防控方案提供直观且精准的可视化依据,大幅提升决策效率。

2.3 实时监测

无人机借助5G专网或卫星通信技术构建实时传输链路,将采集的影像、光谱及温度数据同步推送至地面控制中心,实现林

区病虫害动态的可视化监控^[4]。控制中心的大屏系统可实时显示无人机飞行轨迹与监测画面,搭载的智能预警模块能自动识别病虫害扩散征兆,如异常温度区域扩大、叶片变色范围延伸等,触发声光报警并标注风险坐标。管理人员通过终端设备可远程调整无人机飞行参数,针对可疑区域下达悬停拍摄、航线加密等指令,同时联动防治团队调度资源。例如,当监测到有病虫害扩大的趋势时,可立即指令无人机扩大监测半径,同步推送实时位置数据至地面施药队伍,指导其提前布设防控带,显著缩短从发现到处置的响应周期。

3 无人机在林业病虫害防治中的应用

3.1 精准施药

无人机搭载的农药喷洒设备可配合GPS定位与飞行控制系统,按预设航线和高度精准作业。操作人员通过地面终端划定病虫害区域后,无人机能自动规划最优喷洒路径,确保药液均匀覆盖目标区域。相较于人工背药壶喷洒的漏喷、重喷问题,以及拖拉机施药对地形的限制,无人机可根据林木高度调节喷幅,将药液雾化为细雾状附着于叶片正反两面,既减少农药用量,又避免药剂渗入土壤或流入水体,在保护非靶标植物的同时,大幅提升防治效率^[5]。

3.2 生物防治

无人机为生物防治提供了高效投放途径,可精准释放天敌昆虫与微生物制剂。例如在松毛虫幼虫期,无人机可按每亩固定密度投放赤眼蜂卵卡,利用其寄生特性抑制害虫繁殖;针对叶部真菌病害,可喷洒白僵菌孢子悬浮液,借助气流均匀扩散至树冠层。这种方式避免了人工投放时对植被的踩踏,也减少了天敌在运输过程中的损耗,相比化学防治更能维持林间生态链平衡,降低病虫害抗药性风险,实现可持续控灾。

3.3 信息引导

无人机在防治过程中通过实时传回的影像与传感数据,为地面团队提供动态决策支持。搭载的高清摄像头与红外传感器可捕捉病虫害扩散轨迹,数据经无线传输至控制中心后,系统会自动生成新的防治范围图。当监测到虫害向新林分蔓延时,操作人员能远程调整无人机航线,引导后续施药或投放作业聚焦风险区域。这种“监测-反馈-调整”的闭环模式,避免了传统防治中因信息滞后导致的漏防问题,确保防治资源集中作用于关键区域。

4 无人机在林业病虫害监测与防治应用中存在的问题

4.1 续航能力有限

当前主流无人机续航多维持在几十分钟至两小时内,难以满足大面积林区连续作业需求。在万亩级林区监测中,需频繁中断作业更换电池或加注燃料,不仅导致数据采集出现时间断层,影响病虫害动态追踪的连贯性,还增加了人力成本——每次起降需专人值守换电,备用电池的运输与存储也需额外投入。尤其在偏远林区,补给点设置困难,可能延误病虫害防治的黄金窗口期,降低整体工作效率。

4.2 数据处理复杂

无人机单次作业可采集海量数据,包括高分辨率影像、多光谱数据等,数据格式多样且关联性强。现有处理软件多针对单一数据类型设计,缺乏跨源数据整合能力,需人工逐类处理,耗时较长。同时,病虫害识别依赖专业算法,而通用软件的识别精度不足,常出现误判漏判,需林业专家二次校验,难以满足实时监测需求。在病虫害爆发期,数据积压可能导致防治决策滞后,加剧灾害蔓延风险。

4.3 法律法规不完善

无人机林业应用面临法规滞后问题:空域使用方面,林区多位于偏远地区,空域划设与申请流程不明确,跨区域作业时常因权限争议被迫中止;数据管理上,监测数据包含地理信息与生态敏感信息,现有法律对数据存储、共享的边界界定模糊,易引发隐私泄露或信息滥用风险。此外,不同地区对无人机操作的资质要求不统一,导致跨区域协作时出现合规性矛盾,制约技术规模化应用。

4.4 操作人员技术水平参差不齐

无人机操作需融合飞行控制、设备调试、数据解读等多领域知识,但目前从业人员多为短期培训上岗,技能断层明显。部分人员仅掌握基础起降操作,面对复杂地形(如强风、树冠遮挡)时易出现航线偏离,导致数据采集失真;对传感器参数调试不熟练,可能错失病虫害早期信号。更有甚者因维护知识欠缺,设备故障时无法及时排查,不仅延误作业,还可能造成设备损坏,增加运营成本。

5 解决无人机应用问题的策略

5.1 提高续航能力

提升续航需从能源与设计双管齐下:研发高能量密度电池,如固态电池、氢燃料电池等,将单次续航延长至4小时以上;在机身集成柔性太阳能板,实现飞行中持续补能。同时优化设备结构,采用轻量化复合材料减轻机身重量,通过气动布局设计降低空气阻力。针对林区作业特点,开发模块化换电系统,3分钟内完成电池更换,配合地面充电网络,减少停机等待时间,确保大面积林区连续作业不中断。

5.2 加强数据处理能力

构建“采集-分析-决策”一体化平台:开发专用处理软件,集成AI算法自动识别病虫害特征,实现影像与光谱数据的实时融合分析,将数据处理周期从数天压缩至小时级。借助云计算技术搭建分布式数据中心,支持海量数据并行处理,同时对接林业专家库,通过人机协同修正算法偏差。与高校、科研院所合作研发轻量化终端,让一线人员可在现场快速调取分析结果,实现“监测即决策”的高效响应模式。

5.3 完善法律法规

推动专项立法明确林业无人机应用规范:细化空域分类管

理,划定林区专属飞行通道,简化审批流程,实现跨区域作业“一次申请、全域通行”;建立数据安全分级制度,对涉及生态敏感区的数据实施加密存储与授权访问,明确采集者与使用者的权责边界。此外,制定全国统一的资质标准,将林业无人机操作纳入职业技能认证体系,通过法规衔接打破区域壁垒,保障技术应用有法可依。

5.4 加强人员培训

构建系统化培训体系:理论层面涵盖林业知识、无人机原理、法规标准等内容,实操环节设置模拟林区环境(如复杂地形、恶劣天气)的训练场景,强化应急处理能力。联合设备厂商与林业机构开发认证课程,考核通过者授予分级资质(如初级操作、高级运维)。建立继续教育机制,定期更新技术动态与案例分析,同时推行“师徒制”带教模式,由资深人员现场指导实战,全面提升从业人员的综合素养。

6 结论与展望

6.1 结论

无人机在林业病虫害监测与防治中具有显著的优势,能够提高工作效率、精度和安全性。通过搭载不同的设备,无人机可以实现数据采集、精准施药等功能,为林业病虫害的监测与防治提供了有力的支持。然而,目前无人机在应用过程中还存在续航能力有限、数据处理复杂等问题,需要采取相应的解决策略。

6.2 展望

未来,随着科技的不断发展,无人机技术将不断完善。续航能力将得到进一步提高,数据处理速度和准确性也将不断提升。同时,无人机与其他技术的融合将更加紧密,如人工智能、物联网等,将为林业病虫害的监测与防治带来更多的创新和突破。例如,利用人工智能算法可以实现对病虫害的自动识别和预警,提高防治的及时性和有效性。相信在不久的将来,无人机将在林业领域发挥更加重要的作用,为林业的可持续发展做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 宾忠良. 无人机在林业中的应用探讨[J]. 现代农业科技, 2021, (20): 115-116.
- [2] 赵云. 抓好农村地区林业病虫害防治工作[J]. 村委主任, 2024, (16): 109-111.
- [3] 白伟本. 林业建设现状及林业发展对策[J]. 河南农业, 2018, (05): 31-32.
- [4] 李敏楠. 3S技术在森林资源管理中的应用[J]. 中国林业产业, 2024, (03): 105-107.
- [5] 毛全寿. 新时期农经管理工作存在的问题及对策[J]. 江西农业, 2018, (06): 131.

作者简介:

陈斌(1990—),男,汉族,湖南永州人,本科,工程师(森林经营),研究方向:森林防火。