

无人机技术在林业病虫害监测中的应用

韩翠君

河北省木兰围场国有林场 河北 承德 068450

摘要: 林业病虫害对森林生态系统的稳定和林业经济的发展构成严重威胁。传统的林业病虫害监测方法存在效率低、覆盖范围有限、数据获取不及时等问题。随着科技的飞速发展,无人机技术凭借其独特的优势,在林业病虫害监测领域展现出巨大的应用潜力。本文深入探讨了无人机技术在林业病虫害监测中的具体应用,分析了其优势与面临的挑战,并对未来的发展趋势进行了展望,旨在为推动无人机技术在林业病虫害监测中的广泛应用提供理论支持和实践参考。

关键词: 无人机技术; 林业病虫害监测; 应用优势; 挑战与展望

1 引言

森林在维持生态平衡、提供生态服务及促进经济发展上作用关键,但林业病虫害频发威胁其健康与可持续发展,全球每年因此损失巨大。如松材线虫病自80年代传入我国,扩散多省,致大量松树死亡,破坏生态、造成经济损失。及时准确监测林业病虫害对防治、减损、护林意义重大。传统监测方法如地面巡查、人工调查和卫星遥感,存在效率低、覆盖有限、受地形天气影响或分辨率低、更新慢等问题。无人机技术灵活、成本低、分辨率高、实时性强,可弥补传统方法不足,为林业病虫害监测提供新手段。

2 无人机技术概述

2.1 无人机的定义与分类

无人机(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)是一种由无线电遥控设备或自身程序控制装置操纵的不载人飞机。根据不同的分类标准,无人机可以分为多种类型。按照飞行平台构型,可分为固定翼无人机、旋翼无人机、无人飞艇、伞翼无人机、扑翼无人机等;按照用途,可分为军用无人机、民用无人机和消费级无人机;按照活动半径,可分为超远程无人机、近程无人机、短程无人机、中程无人机和远程无人机。在林业病虫害监测中,常用的无人机类型主要是旋翼无人机和固定翼无人机。旋翼无人机具有垂直起降、悬停、灵活机动等特点,适合在复杂地形和狭小空间内作业;固定翼无人机具有飞行速度快、航程远、续航时间长等优点,适合进行大面积的监测任务。

2.2 无人机系统的组成

无人机系统主要由飞行平台、动力系统、导航与控制系统、任务载荷系统、地面站系统等组成。飞行平台是无人机的主体结构,用于搭载各种设备和系统;动力

系统为无人机提供飞行所需的能量,常见的动力系统包括电动系统和燃油系统;导航与控制系统负责无人机的飞行姿态控制、航迹规划和导航定位,确保无人机能够按照预定的航线飞行;任务载荷系统是无人机执行特定任务的关键部分,在林业病虫害监测中,常用的任务载荷包括可见光相机、多光谱相机、高光谱相机、热红外相机等;地面站系统是无人机与操作人员之间的交互界面,操作人员可以通过地面站系统对无人机进行实时监控、任务规划和数据接收。

2.3 无人机技术的发展现状

近年来,随着传感器技术、通信技术、导航技术、控制技术等的不断进步,无人机技术得到了迅猛发展。无人机的性能不断提高,成本不断降低,应用领域也不断拓展。在林业领域,无人机技术已经广泛应用于森林资源调查、森林火灾监测、林业病虫害监测等方面。目前,国内外许多科研机构和企业都在积极开展无人机技术在林业病虫害监测中的研究和应用,取得了一系列重要的成果^[1]。例如,一些研究机构利用无人机搭载多光谱相机和高光谱相机,实现了对林业病虫害的早期识别和分类;一些企业开发了专门的林业病虫害监测无人机系统,为林业部门提供了高效、便捷的监测服务。

3 无人机技术在林业病虫害监测中的具体应用

3.1 病虫害发生区域的快速定位

林业病虫害的发生往往具有区域性和聚集性的特点。传统的监测方法很难快速、准确地确定病虫害的发生区域。而无人机可以搭载高分辨率的可见光相机或多光谱相机,对大面积的森林进行快速扫描。通过图像处理和分析技术,能够及时发现森林中出现的异常情况,如树叶变色、枯萎、落叶等,从而快速定位病虫害的发生区域^[2]。例如,在松材线虫病的监测中,无人机可以快

速飞越松林区域,拍摄高分辨率的图像。通过对图像的分析,能够发现松树出现的针叶变黄、红褐色等异常症状,进而确定松材线虫病的疑似发生区域,为后续的实地调查和防治工作提供准确的目标。

3.2 病虫害程度的评估

准确评估病虫害的程度对于制定合理的防治策略至关重要。无人机搭载的多光谱、高光谱或热红外传感器可以获取森林的多维信息。多光谱和高光谱数据能够反映植被的光谱特征,不同病虫害对植被的光谱反射特性会产生不同的影响。通过对这些数据的分析,可以建立病虫害程度与光谱特征之间的关系模型,从而实现对病虫害程度的定量评估。热红外传感器则可以检测植被的温度变化,病虫害感染后的植被由于生理活动的改变,其温度可能会与健康植被存在差异。利用热红外图像可以进一步辅助评估病虫害的严重程度。例如,在监测森林害虫时,害虫的取食活动会导致叶片受损,影响叶片的光合作用和水分代谢,进而使叶片温度发生变化。通过热红外相机获取的图像可以清晰地显示出这些温度差异,帮助林业工作者准确判断害虫的危害程度。

3.3 病虫害发展趋势的预测

通过对无人机定期获取的监测数据进行时空分析,可以掌握病虫害的发生发展规律,进而预测其未来的发展趋势。结合气象数据、地形数据等其他相关信息,利用数学模型和机器学习算法,能够更准确地预测病虫害的扩散方向、速度和范围。例如,利用无人机监测到的某地区森林病虫害的历史数据,结合当地的气象预报信息,如风向、风速、温度、湿度等,以及地形地貌特征,建立病虫害扩散模型。通过该模型可以预测病虫害在未来一段时间内可能蔓延的区域,提前做好防治准备,采取有效的防控措施,防止病虫害的大规模爆发。

3.4 防治效果的评估

在实施病虫害防治措施后,无人机可以再次对监测区域进行飞行作业,获取防治前后的图像和数据。通过对比分析防治前后森林植被的状况,如病虫害发生面积的变化、植被恢复情况等,能够直观地评估防治措施的效果。如果防治效果不理想,可以及时调整防治方案,提高防治效率^[3]。例如,在采用化学药剂防治森林害虫后,无人机可以快速飞越防治区域,拍摄图像。通过图像对比,观察害虫数量是否减少、受害叶片是否恢复等,评估化学防治的效果。如果发现防治效果不佳,可以及时更换药剂或调整喷洒剂量和方式。

4 无人机技术在林业病虫害监测中的应用优势

4.1 高效性

无人机具有飞行速度快、作业范围广的特点,能够在短时间内对大面积的森林进行监测。相比传统的人工地面巡查,无人机监测的效率提高了数倍甚至数十倍。例如,在一片面积较大的森林中,人工巡查可能需要数天甚至数周的时间才能完成,而无人机可以在几个小时内完成对整个区域的监测任务。这使得林业部门能够及时发现病虫害的发生情况,采取相应的防治措施,减少病虫害造成的损失。

4.2 高分辨率

无人机搭载的高分辨率相机和传感器能够获取清晰、详细的森林图像和数据。这些图像和数据可以清晰地显示森林植被的细微变化,如叶片上的虫斑、虫卵等,有助于早期发现病虫害的迹象。高分辨率的图像还为后续的图像处理和分析提供了良好的基础,能够提高病虫害识别和分类的准确性。例如,利用高分辨率的多光谱相机拍摄的图像,可以清晰地分辨出不同病虫害对植被光谱特征的影响,从而更准确地识别病虫害的种类和发生程度。

4.3 实时性

无人机可以实时获取监测数据,并通过无线通信技术将数据传输到地面站系统。林业工作者可以及时查看和分析这些数据,了解病虫害的最新动态。一旦发现病虫害,能够迅速做出决策,采取防治措施。这种实时性对于及时控制病虫害的扩散至关重要。例如,在森林火灾监测中,无人机可以实时发现火情,并将火情的位置、范围等信息及时传输给消防部门,以便消防部门迅速组织灭火行动。在林业病虫害监测中,实时性同样重要,能够及时采取防治措施,防止病虫害的大规模爆发。

4.4 灵活性

无人机具有灵活机动的特点,可以根据监测任务的需要,随时调整飞行航线、高度和速度。它可以在复杂的地形和恶劣的天气条件下作业,如山区、森林深处、雨天等。这使得无人机能够到达传统监测方法难以到达的区域,实现对森林的全面监测^[4]。例如,在一些地形复杂的山区森林中,人工巡查难度较大,而无人机可以轻松飞越这些区域,获取监测数据。

4.5 低成本

与卫星遥感等监测手段相比,无人机的购置成本和使用成本相对较低。同时,无人机监测不需要大量的人力投入,降低了劳动成本。这使得无人机技术在林业病虫害监测中具有较高的性价比,适合在基层林业部门推广应用。例如,一些基层林业部门由于资金有限,无法承担卫星遥感监测的高昂费用,而无人机的价格相对较

为亲民，能够满足他们的监测需求。

5 无人机技术在林业病虫害监测中面临的挑战

无人机技术在林业病虫害监测中虽前景广阔，却面临诸多挑战。技术层面，续航能力有限，多数无人机续航仅几十分钟到几小时，限制作业范围与时间，增加成本；数据处理与分析能力不足，面对海量图像、光谱数据，处理速度慢、准确性低，影响监测结果；传感器性能有待提升，在复杂环境下灵敏度、分辨率、稳定性欠佳，易出现数据偏差或失效。法规与政策层面，空域管理限制多，飞行审批流程复杂，影响监测效率；隐私与安全问题突出，相关法律法规不健全，监管存在漏洞。人才层面，既懂林业又懂无人机技术与数据处理的复合型人才短缺，限制技术推广；培训体系不完善，针对林业病虫害监测的专业培训少，培训内容侧重操作技能，林业与数据处理分析培训不足，难以满足实际需求。

6 应对策略与发展趋势

6.1 应对策略

(1) 技术创新：加大对无人机技术的研发投入，提高无人机的续航能力、数据处理与分析能力以及传感器性能。例如，研发新型的电池技术和能源管理系统，延长无人机的续航时间；开发更高效的数据处理算法和软件，提高数据处理的速度和准确性；改进传感器的设计和制造工艺，提高传感器的性能和稳定性。(2) 完善法规政策：政府应加快完善无人机空域管理法规，简化飞行审批流程，为无人机的飞行作业提供便利。同时，加强对无人机隐私和安全问题的监管，制定相关的法律法规，保障公众的合法权益。(3) 人才培养：加强林业院校和职业院校与无人机企业的合作，开设相关专业和课程，培养既懂林业又懂无人机技术的复合型人才。同时，建立完善的培训体系，加强对现有林业工作人员的无人机技术和数据处理分析培训，提高他们的业务水平。

6.2 发展趋势

(1) 智能化发展：未来的无人机将更加智能化，具备自主飞行、自主避障、自主决策等功能。通过人工智

能技术，无人机能够自动识别病虫害的特征，进行分类和评估，并根据监测结果自动规划防治方案。(2) 多机协同作业：为了提高监测效率和覆盖范围，未来可能会出现多架无人机协同作业的情况。多架无人机可以通过通信技术实现信息共享和协同规划，共同完成复杂的监测任务。(3) 与其他技术的融合：无人机技术将与物联网、大数据、云计算等技术深度融合。通过物联网技术，无人机可以实时获取森林环境信息，如温度、湿度、光照等；利用大数据和云计算技术，对海量的监测数据进行存储、分析和挖掘，为林业病虫害监测和防治提供更科学的决策依据。

结语

无人机技术在林业病虫害监测中前景广阔、优势显著，能快速精准定位病虫害区域，评估程度、预测趋势、评估防治效果，为监测防治提供高效便捷手段。不过，其应用也面临挑战：技术上续航能力有限、数据处理与分析能力不足、传感器性能待提升；法规政策方面有空域管理限制、隐私安全问题；人才上存在专业人才短缺、培训体系不完善。为推动其广泛应用，需加强技术创新、完善法规政策、加强人才培养。未来，无人机技术将向智能化、多机协同及与其他技术融合发展，助力林业可持续发展，我们应积极应对挑战、把握机遇。

参考文献

- [1]李方霞.无人机技术在森林病虫害监测与防控中的应用[J].河北农机,2025,(08):85-87.
- [2]孟薇,王景辉.无人机技术在森林病虫害监测中的应用进展[J].林业科技通讯,2025,(04):68-71.
- [3]岳杰.无人机在林业病虫害监测中的应用研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,重庆建筑编辑部,重庆市建筑协会.智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一).锦州市太和区水利林业事务服务中心,2025:1603-1605.
- [4]宋阳怡.无人机在林业病虫害监测中的应用[J].林业科技情报,2024,56(04):171-173.