

无人机技术在林业产业中的应用实践

汪鸿波

云阳县国营长江林场，重庆

收稿日期：2025年8月12日；录用日期：2025年9月16日；发布日期：2025年9月24日

摘要

随着现代信息技术的快速发展，无人机遥感技术以其高效、灵活的优势，在林业产业领域得到广泛应用。无人机搭载高分辨率相机、多光谱传感器等设备，可以实现对林区的大范围、全天候、高频次监测，为林业资源管理、灾害预警、生态保护提供科学决策依据。本文分析了无人机技术在林业产业中的应用意义，剖析了当前应用中存在的问题与挑战，并从优化监测技术、加强数据分析、培养专业人才等方面，提出推进无人机技术有效应用的策略，以期对林业产业现代化提供参考。

关键词

无人机，遥感技术，林业种植，监测，应用策略

Application Practice of UAV Technology in Forestry Industry

Hongbo Wang

Yunyang State-Owned Changjiang Forest Farm, Chongqing

Received: August 12, 2025; accepted: September 16, 2025; published: September 24, 2025

Abstract

With the rapid development of modern information technology, unmanned aerial vehicle remote sensing has been widely used in forestry industry because of its high efficiency and flexibility. UAV is equipped with high-resolution cameras, multi-spectral sensors and other equipment, which can realize large-scale, all-weather and high-frequency monitoring of forest areas and provide scientific decision-making basis for forestry resource management, disaster early warning and ecological protection. This paper analyzes the application significance of UAV technology in forestry industry, analyzes the problems and challenges existing in the current application, and puts forward strategies to promote the effective application of UAV technology from the aspects of optimizing monitoring

technology, strengthening data analysis and cultivating professional talents, so as to provide reference for the modernization of forestry industry.

Keywords

UAV, Remote Sensing Technology, Forestry Planting, Monitoring, Application Strategy

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

林业是国民经济的重要组成部分，在维护国土生态安全、促进经济社会可持续发展中发挥着不可替代的作用。加强林业资源监测管理，是保障林业健康发展的关键。传统的林业监测主要依靠人工调查和卫星遥感，存在监测效率低、周期长、成本高等问题。近年来无人机遥感技术以其机动灵活、分辨率高、获取信息及时等优势，为林业产业提供了新的技术手段。按照党和国家在新时代关于林业及生态建设要求，国家林业和草原局组织制定了《中国智慧林业发展指导意见》。将无人机技术应用于林区调查监测、资源普查、灾害预警等，可以大幅提升监测效率和精度，为林业管理决策提供更加翔实可靠的数据支撑。

2. 文献综述

随着无人机技术的快速发展，其在林业领域的应用日益广泛，国内外学者围绕无人机辅助林业监测，病虫害防治，资源管理等方面开展了一系列研究，取得了丰富的研究成果。

陈钊等对无人机辅助的林业物联网系统进行了综述，梳理了无人机遥感，通信网络，地理信息系统等关键技术，构建了“天-空-地”一体化的林业物联网架构。该系统集成了数据采集、传输、应用等功能，为林业信息化，智能化发展提供了新思路[1]。

于玉莲聚焦无人机在林业有害生物防治中的应用，通过在不同林区投放装备农药的植保无人机，结合地面监测数据，对病虫害发生规律、防治效果进行分析。研究表明，无人机精准施药可有效控制病虫害蔓延，替代人工作业，降低防治成本。这些研究拓展了无人机在林业防治中的应用模式，未来如何提升无人机的载荷能力、飞行时长，加强与地面作业的协同，将是研究的重点[2]。

Araujo 等同样开展了多旋翼无人机林业应用的概念验证，通过部署搭载多传感器的无人机集群，对树木生长状况进行协同感知，获取了丰富的三维森林信息[3]。

周晓刚(2024)对植保无人机在林业苗圃病虫害防治中的效果进行了试验评估。研究选取不同苗圃地块、病虫害类型，利用无人机超低量喷雾技术开展防治作业，监测农药喷施的均匀度、覆盖度。结果表明，无人机超低量喷雾相比常规人工作业，农药利用率更高，苗木损伤更小，防治效果更佳[4]。

喻素芳等立足新农科人才培养需求，对无人机林业遥感实验教学进行了改革探索。研究引入无人机航拍、数据处理等项目化教学内容，强化理论与实践的结合，提升学生的动手能力和创新意识。该研究为无人机技术驱动下的林业教育变革提供了有益经验，但如何优化课程设置，加强校企合作，构建产学研一体化人才培养体系，仍需深入探讨[5]。

张雪等从森林资源监测、火灾预警、病虫害防治等方面，综述了无人机在林业中的应用现状和前景。研究指出，无人机以其机动灵活、响应快速等特点，弥补了传统人工作业和卫星遥感的不足，提升了林

业监管效率。这为后续研究指明了攻关方向,即研发长航时、大载荷无人机平台,突破复杂环境下的自主导航、智能避障等关键技术,构建无人机与地面系统协同工作的业务化运行体系[6]。

韦好行进一步探析了无人机在林业有害生物防治中的作用。研究梳理了当前防治面临的人力成本高、效率低等问题,提出利用无人机开展大面积药物喷洒、林区监测巡查的解决方案。通过部署搭载高清摄像机、多光谱相机的无人机,可及时发现病虫害疫情隐患,并结合地面数据开展精准施药[7]。

Shanthalakshmi 等基于人工智能和无人机技术,对现代数字化林业管理进行了展望。研究提出利用机器学习算法处理无人机采集的海量遥感影像,自动提取树种、林龄、郁闭度等森林参数,进而优化森林资源分类,火灾预警,林木生长预测等管理决策,这一研究代表了无人机与人工智能在林业领域深度融合的发展趋势[8]。

综上所述,国内外学者围绕无人机辅助林业监测、管理、防治等方面开展了广泛而深入的研究,在系统构建、人才培养等方面取得了一定成果,为智慧林业发展提供了理论指导和实践探索。但在无人机平台性能提升、复杂环境自主作业、多源数据融合等方面仍存在挑战,需要开展跨学科协同攻关。未来无人机技术将与人工智能、大数据等新技术加速融合,围绕提质增效、智能管控的目标,推动林业管理向更精细、更智能的方向发展,为生态文明建设提供有力支撑。

3. 无人机技术应用于林业产业的重要意义

3.1. 提升林业资源管理效率

我国幅员辽阔,森林资源分布广泛,传统的林业资源管理主要依靠人工调查和地面监测,工作量大、周期长,难以满足精细化管理的需求。将无人机遥感技术应用于林业资源监测,可以快速获取高分辨率影像,大幅提升监测效率。相比卫星遥感,无人机机动灵活,受天气条件影响小,可以实现对目标区域的按需监测,及时掌握林木生长状况、林地利用变化等信息[1]。利用无人机搭载的高光谱、激光雷达等传感器,可精准测算林木高度、材积量等参数,为森林资源动态监管、采伐利用规划等提供数据支撑。此外在林区资源调查、国家公园体制试点等重大工程中应用无人机技术,能够在短时间内获取高质量的影像资料,大幅降低外业调查强度,显著提升管理效率。可见无人机技术能够优化完善森林资源监测手段,实现动态监测、科学决策的一体化管理,提升林业精细化管理水平。

3.2. 增强灾害预警与防控能力

林业种植面临森林火灾、滑坡等多种自然灾害和安全隐患,传统的灾害监测预警手段滞后,难以实现早发现、早处置。将无人机遥感技术应用于林业灾害监测,可实现灾情的快速响应和精准定位。搭载热红外传感器的无人机可用于森林火险监测预警,通过巡航扫描及时发现火情隐患;搭载多光谱传感器的无人机可对林区进行快速巡查,及时发现病虫害疫情,评估受害面积和严重程度;搭载倾斜摄影设备的无人机可对地质灾害多发区开展精细化航拍,及时发现滑坡隐患。在灾害发生后,无人机还可快速飞抵灾区,实时回传灾情影像,为抢险救援、损失评估等提供第一手资料。与卫星遥感相比,无人机灾情监测响应速度更快,时效性更强;与地面巡查相比,无人机监测范围更广,受地形条件限制更小。可见将无人机遥感技术纳入林业灾害防控体系,能够有效弥补传统监测手段的不足,实现灾害的早发现、早预警、早处置,最大限度降低灾害损失,维护林区生态安全。

3.3. 促进林业生态保护与可持续发展

林业生态环境保护与修复是林业可持续发展的基础,无人机遥感技术以其快速、精准、非破坏性监测的特点,为加强生态保护、修复退化林地提供了新手段。利用无人机对自然保护区、水源涵养区等重

点生态区域开展定期监测,能及时发现乱砍滥伐、非法占地等破坏生态行为,为加强保护管理提供依据。在受损生态系统修复工程中,无人机影像能直观反映植被恢复状况、水土流失程度等,为监督评估提供直观可靠的影像资料[2]。此外在湿地、极小种群物种等生态脆弱区和珍稀资源的动态监测中,无人机技术可提供高频次、低干扰的数据获取手段,在保护物种多样性、及时预警和应对生态风险等方面发挥着重要作用。总之无人机技术助力构建天-空-地一体化生态监测体系,大幅提升监管数字化、网格化水平,为守护绿水青山、推进林业生态文明建设提供了有力抓手。

4. 无人机技术在林业产业中的应用现状与挑战

4.1. 技术应用不够深入全面

目前我国在林业产业领域应用无人机技术的实践日益增多,取得了显著成效。然而由于受到观念、资金、人才等条件限制,无人机监测在一些地区的应用还不够深入全面。部分基层林业部门对无人机技术的先进性、实用性认识不足,监测方式仍以传统人工调查为主,无人机应用局限在小范围试点示范。一些地方虽引进了无人机设备,但受到经费限制,无人机性能配置不高,搭载传感器种类单一,获取的影像分辨率、光谱分辨率不够理想,在复杂地形条件下的适用性不强,难以满足精细化监测的需求[3]。此外由于缺乏顶层设计,一些地区的无人机监测项目缺乏整体规划,数据获取、共享机制不完善,系统集成与业务融合不够,“信息孤岛”问题仍较为突出。总体来看当前无人机遥感技术与林业产业的深度融合还有待加强,亟须完善体制机制,强化科技支撑,推动监测体系向全覆盖、全过程、全要素的智慧化迈进。

4.2. 数据处理与分析能力有限

无人机获取的海量遥感影像数据是发挥其监测价值的基础,但要从数据中提取有用的信息,还需要专业的处理分析能力。当前在无人机监测数据处理与分析应用方面,还存在一些亟待解决的问题。数据处理的标准规范缺失,由于缺乏统一的数据格式、分类体系、精度要求等规范,不同部门、不同项目采集的无人机数据质量参差不齐,后续处理衔接困难,数据价值难以充分发挥。缺乏高效的数据处理分析工具,海量无人机遥感数据对存储、计算能力提出了更高要求。一些林业部门的软硬件设施建设滞后,缺少大数据分析平台与智能算法支撑,数据处理分析效率不高,监测信息提取的及时性、准确性有待提升。数据共享与业务应用协同不够,部分单位对数据共享开放的重视不够,数据“烟囱林立”,跨部门数据汇聚不畅,数据价值转化为监测成果的效率不高。可见要充分发挥无人机海量监测数据的价值,还需要在数据标准规范、数据共享机制等方面持续发力,不断提升数据支撑监测应用的能力。

4.3. 专业人才储备不足

无人机遥感是一项技术密集型工作,对从业人员的知识结构与专业素养提出了很高要求,目前在无人机监测专业人才培养方面,还面临一些挑战。专业人才紧缺,由于无人机遥感技术应用时间不长,专业院校培养的人才相对不足,具有丰富实践经验的高层次复合型人才更是凤毛麟角。部分林业部门缺乏专业人才引进机制,人员配备不足,影响了无人机监测的质量和效果。人才培养体系有待完善,目前林业院校设置无人机遥感相关专业的还不多,现有课程体系难以完全适应行业发展需求。在职人员培训也多局限于无人机驾驶技能,缺乏数据处理分析、监测成果应用等全流程的系统化培训。人才成长通道不畅,基层一线从事无人机监测的人员大多学历层次不高,晋升渠道少,职称评聘向应用型人才倾斜不够,业务骨干的成长动力不足。此外无人机监测工作环境相对艰苦,工作强度大,部分单位的绩效考核和激励保障机制还不完善,人才队伍稳定性不够。可见,专业人才短缺已成为制约行业发展的瓶颈。需

要完善人才培养体系，创新选人用人机制，为无人机遥感人才成长搭建舞台，以高素质人才队伍支撑行业高质量发展。

5. 推进无人机技术在林业产业中的有效策略

5.1. 优化无人机监测技术与装备

要充分发挥无人机技术在林业产业中的效能，必须加强技术创新，提升装备性能，增强复杂条件下的监测适用性。要紧跟无人机平台技术发展，研发能适应不同地形、不同气象条件作业的机型，突破复杂环境下的动力、通信等关键技术，提高无人机的续航能力、抗风能力和环境适应性。同时要加强机载传感器的小型化、一体化设计，开发高分辨率相机、高光谱成像仪、激光雷达等新型传感器，拓展数据获取手段，丰富监测产品类型。还要加强软件算法研发，结合人工智能、大数据分析等前沿技术，研发智能化数据处理与信息提取算法，提升数据处理的自动化水平和精准度[4]。优化“空天地”一体化监测方案设计，统筹利用卫星、地面观测等多源数据，构建全天候、全覆盖的立体化监测体系。通过技术创新驱动，不断拓展无人机监测的时空尺度，推动林业监测向精准化、智能化迈进。

5.2. 完善智慧林业系统化建设

按照国家林业和草原局关于《中国智慧林业发展指导意见》要求，在广泛应用无人机快速、灵活、准确的特点，经过全面规划布局，进一步建设发展及深化提升，完善智慧林业智能化的管理服务系统，协同高效服务林木业。智慧林业系统化建设的主要任务包括加快建设智慧林业立体感知体系、大力提升智慧林业管理协同水平、有效构建智慧林业生态价值体系、全面完善智慧林业民生服务体系以及大力构建智慧林业标准及综合管理体系。

5.3. 加强数据处理与分析能力

海量无人机监测数据是发挥其应用价值的基础，如何有效管理和充分利用数据是一个关键课题。要高度重视数据质量管理，制定数据采集、存储等环节的操作规程和技术标准，建立统一的数据分类体系和元数据描述，规范数据产品的精度评定流程，确保监测数据的准确性、权威性和规范性。要加强数据处理分析平台建设，整合云计算、人工智能等新技术，提升海量遥感数据存储、计算、分析能力。开发基于机器学习的智能化信息提取技术，实现从数据到信息、从信息到知识、从知识到决策的全链条流程贯通。要建立部门间协同共享的大数据体系，统筹整合林业内部及相关部门的基础数据资源，促进数据共享开放、交叉应用。鼓励高校、科研院所等创新主体积极参与，在数据挖掘分析、知识发现等方面给予支持。通过数字化手段赋能，让数据多跑路，让监测成果多转化，推动实现数据驱动的精准监测和科学决策。如在松材线虫病疫情监测中，利用无人机获取的高光谱数据，通过光谱解混合光谱诊断技术，实现松林健康状况的快速评估[5]。为提高数据利用效率，林业部门搭建了“云上森林”监测数据中心，汇聚疫情监测、资源管理等多源数据。围绕松材线虫病防控业务需求，开发了疫情监测预警、药剂喷洒规划、检疫隔离管理等智能应用模块。各级防治人员可通过云平台，及时调取疫情监测信息、无人机航拍影像等数据资料，优化地毯式普查和重点区域监测布局。同时各部门间加强数据共享，疫情监测信息与植检、林政执法等业务数据实现互联互通，多部门联防联控，构筑起疫情阻击网。大数据与无人机遥感的融合应用，极大提升了松材线虫病监测预警的及时性、准确性，成为防控一线的“千里眼”和“顺风耳”。

5.4. 强化专业人才培养与团队建设

人才是推动无人机遥感事业发展的第一资源，必须树立人才是第一生产力的理念，加快适应现代林

业发展需求的高素质人才培养。要完善学科专业布局,支持有条件的高校、职业院校开设无人机遥感相关专业,优化课程设置,强化实践教学环节。鼓励与行业龙头企业合作共建人才培养基地,创新产教融合、校企合作育人模式,培养既懂林业、又精通遥感的复合型人才。还要健全人才培训体系,依托各级林业干部院校,针对不同层级、不同岗位需求,开展全员培训,突出实战化、常态化。积极引进和柔性吸纳相关领域高层次人才,完善职称评聘、项目资助等政策,为人才施展才华提供舞台。同时要加强基层一线人才队伍建设,完善定向培养、在职进修等机制,畅通人才成长通道,健全绩效考核和激励保障机制,在岗位晋升、职称评定等方面向艰苦边远地区和基层一线倾斜。搭建无人机遥感人才交流平台,促进跨部门、跨区域人才交流合作,推动形成资源共享、优势互补的人才培养新格局。如国家林业和草原局林业工程技术中心联合北京林业大学,成立了无人机森林遥感联合实验室。实验室围绕行业急需紧缺人才,开展订单式培养。与知名无人机企业合作,共建无人机飞行与控制、遥感信息处理等课程,学生在企业工程师指导下,参与研发和生产实践,提升动手能力。实验室还承担了国家林草局无人机遥感培训基地的职能,每年面向各省区市林业系统开展业务培训,重点围绕数据获取、处理分析等实操技能,提升一线人员的实战水平。借助国家级科技平台,实验室积极吸纳海内外优秀人才,引进国内外知名专家担任客座教授,为青年人才成长搭建平台。围绕国家重点研发计划,成立跨学科创新团队,开展协同攻关,人才队伍的创新能力不断提升。依托行业重大工程项目,实验室选派优秀人才赴基层挂职锻炼,在实践中加速成长,一支政治过硬、本领高强的高素质人才队伍加速成长,为林业现代化建设注入了澎湃动力。

6. 结语

无人机遥感技术在林业领域的应用,为生态文明建设和现代林业发展开辟了新的途径。这项技术以其独特优势弥补了传统调查手段的不足,推动实现了更加精准、高效、智能的森林资源监测和管理。未来研究应着力于突破核心瓶颈,深化与前沿技术的交叉融合,并构建统一的数据标准与共享平台。可以预见,随着技术的不断成熟与应用场景的持续拓展,无人机遥感技术必将作为现代林业技术体系的核心组成部分,为推动我国林业高质量发展和生态文明建设目标实现提供更为坚实、科学的决策依据。

参考文献

- [1] 陈钊,赵飞翔,张怀清. 无人机辅助的林业物联网系统技术研究综述[J]. 世界林业研究, 2024, 37(2): 22-26.
- [2] 于玉莲. 无人机在林业有害生物防治中的应用[J]. 现代园艺, 2025, 48(14): 85-87.
- [3] Araujo, A.G., Pizzino, C.A.P., Couceiro, M.S. and Rocha, R.P. (2025) A Multi-Drone System Proof of Concept for Forestry Applications. *Drones*, 9, Article 80. <https://doi.org/10.3390/drones9020080>
- [4] 周晓刚. 植保无人机林业苗圃地病虫害防治农药喷施效果[J]. 中国林副特产, 2024(2): 41-42.
- [5] 喻素芳,苏凯. 新农科视域下无人机林业遥感实验教学改革初探[J]. 中国现代教育装备, 2025(11): 68-71.
- [6] 张雪,范慧珠,张琳琳,等. 无人机在林业中的应用[J]. 林业勘查设计, 2025, 54(2): 74-77.
- [7] 韦好行. 无人机在林业有害生物防治中的作用探析[J]. 江西农业, 2025(12): 181-183.
- [8] Shanthalakshmi, M., Jeevasree, M., Kavitha, R., et al. (2025) Forestry Management with AI and Drone Technology-Digital Forestry. In: Dhanaraj, R.K., Balusamy, B., Samuel, P., Sathyamoorthy, M. and Bashir, A.K., Eds., *Computer Vision in Smart Agriculture and Crop Management*, Wiley, 259-281. <https://doi.org/10.1002/9781394186686.ch11>