

无人机技术在森林资源调查中的应用优化

张 旭

郑州市林业局 河南 郑州 450000

摘 要：本论文聚焦无人机技术在森林资源调查中的应用，剖析其应用现状与现存问题，如数据采集受天气制约、续航有限、数据处理自动化低等。从硬件、软件、数据处理提出优化路径，探索航迹规划等关键技术突破。结合清查、病虫害监测等场景，阐述优化实践，并展望其智能化、集成化、多元化发展趋势。旨在为提升无人机在森林资源调查中的应用效能，提供理论支撑与实践指导，推动林业调查精准化发展。

关键词：无人机技术；森林资源调查；应用优化；关键技术；发展趋势

引言：森林资源作为陆地生态系统核心，对维系生态平衡、支撑社会发展意义深远。精准高效的资源调查，是林业科学规划与管理的基石。但传统地面调查、航空测量等方式，存在效率欠佳、成本高昂、易受环境制约等弊端。无人机技术凭借灵活机动、成本可控、成像快速高清等特性，成为森林调查新宠。不过，其在中应用中也暴露出数据精度欠佳、续航受限、智能化不足等问题。优化无人机技术在森林调查中的应用，对提升调查效能、加速林业信息化进程，有着不可忽视的战略价值。

1 无人机技术在森林资源调查中的应用现状

1.1 无人机类型及特点

用于森林资源调查的无人机主要包括多旋翼无人机、固定翼无人机和垂直起降固定翼无人机。（1）多旋翼无人机具有操作简单、悬停能力强、对起降场地要求低等特点，适合在地形复杂、面积较小的区域进行森林资源调查，如山区的小片林区或城市公园的树木调查。其飞行高度一般在100米以下，飞行速度较慢，约10~20公里/小时，续航时间通常为20~30分钟。（2）固定翼无人机具有航程远、飞行速度快、续航时间长等优势，适用于大面积森林资源调查，如对整片山脉或大型林场的普查。其飞行高度可达500~1000米，飞行速度可达80~150公里/小时，续航时间可达到1~3小时。（3）垂直起降固定翼无人机结合了多旋翼无人机和固定翼无人机的优点，既具备垂直起降和悬停能力，又能实现长距离、高速飞行，在复杂地形和大面积森林资源调查中具有广泛的应用前景，但目前其成本相对较高。

1.2 搭载设备及功能

无人机在森林资源调查中通常搭载多种设备，以满足不同的调查需求。（1）光学相机是最常用的设备之一，能够获取高分辨率的森林影像，用于森林资源的目视解译和制图，通过对影像中树木的颜色、形状、纹理

等特征分析，可识别森林类型、树种组成、林木密度等信息。（2）多光谱相机可以获取多个波段的光谱信息，通过分析不同植被在各个波段的反射率差异，能够监测森林植被的生长状况、病虫害发生情况等^[1]。例如，当树木遭受病虫害侵袭时，其叶片的光谱反射特性会发生变化，多光谱相机可以捕捉到这些变化，从而实现病虫害的早期预警。（3）激光雷达（LiDAR）设备通过发射激光束并接收反射信号，能够获取森林的三维空间信息，包括树木的高度、冠幅、地形地貌等，为森林资源的精确测量和建模提供数据支持。此外，无人机还可搭载热成像仪，用于森林火灾隐患监测，热成像仪能够检测物体表面的温度差异，及时发现高温热源，预防森林火灾的发生。

1.3 存在的问题

尽管无人机技术在森林资源调查中取得了一定成果，但仍存在一些问题。（1）在数据采集方面，受天气条件影响较大，如在大雾、暴雨、强风等恶劣天气下，无人机无法正常飞行，导致数据采集中断。同时，无人机的续航能力有限，难以满足长时间、大面积的森林资源调查需求，需要频繁更换电池或返回基地充电，降低了调查效率。（2）在数据处理方面，无人机获取的大量影像和数据，对数据处理技术和设备要求较高，目前数据处理的自动化程度较低，人工解译和分析工作量大，耗时较长。（3）无人机飞行的安全性也是一个重要问题，在复杂地形和环境中，无人机容易发生碰撞、失控等事故，造成设备损坏和数据丢失。

2 无人机技术优化路径与关键技术突破

2.1 硬件设备优化

为提高无人机在森林资源调查中的性能，硬件设备优化至关重要。（1）在无人机平台方面，研发高续航能力的无人机，采用新型电池技术，如石墨烯电池、氢燃

料电池等,提高电池能量密度,延长无人机续航时间。同时优化无人机的气动设计,降低飞行阻力,提高飞行效率。例如,某新型无人机通过采用轻量化材料和优化气动外形,使其续航时间从原来的30分钟提升至1小时。

(2)在搭载设备方面,进一步提高光学相机、多光谱相机、激光雷达等设备的性能。研发更高分辨率的光学相机,提高影像清晰度,以便更准确地识别森林资源信息;提升多光谱相机的光谱分辨率和灵敏度,增强对森林植被细微变化的监测能力;优化激光雷达的扫描速度和精度,提高森林三维数据的采集效率和准确性。

2.2 软件系统优化

(1)在飞行控制软件方面,开发更智能的航迹规划算法,结合地形数据和任务需求,自动生成最优飞行路径,避免飞行过程中与障碍物碰撞,提高飞行安全性和效率。例如,利用三维地形建模技术,使无人机能够根据地形起伏自动调整飞行高度,实现低空安全飞行。同时,加强飞行控制软件的稳定性和可靠性,提高无人机在复杂环境下的抗干扰能力。(2)在数据处理软件方面,研发自动化程度更高的数据处理算法,实现对无人机获取的大量影像和数据的快速处理和分析^[2]。利用人工智能和机器学习技术,开发图像识别和分类算法,自动识别森林资源类型、树木个体等信息,减少人工解译工作量。此外,建立数据管理平台,实现数据的存储、管理、共享和可视化展示,方便调查人员查询和分析数据。

2.3 数据处理优化

数据处理优化是提高森林资源调查精度和效率的关键。(1)在数据预处理阶段,对无人机获取的原始数据进行几何校正、辐射校正等处理,消除因传感器误差、飞行姿态变化等因素导致的数据偏差,提高数据质量。(2)在数据融合方面,将光学影像、多光谱数据、激光雷达数据等进行融合,充分发挥不同数据的优势,获取更全面、准确的森林资源信息。例如,将光学影像的高分辨率纹理信息与激光雷达的三维空间信息融合,可实现对森林树木的精准测量和建模。(3)在数据分析方面,采用空间分析、统计分析等方法,对处理后的数据进行深入分析,挖掘森林资源的空间分布规律、变化趋势等信息,为林业决策提供科学依据。

2.4 关键技术突破

实现无人机技术在森林资源调查中的应用优化,需要在一些关键技术上取得突破。(1)在航迹规划技术方面,研究基于深度学习的智能航迹规划算法,使无人机能够根据实时环境信息,自主规划最优飞行路径,提高在复杂地形和动态环境下的适应能力。(2)在高分辨率

成像技术方面,研发新型光学镜头和成像传感器,提高相机的成像质量和分辨率,实现对森林资源的精细化观测。(3)在数据融合技术方面,探索多源异构数据的深度融合方法,提高数据融合的准确性和可靠性,解决不同数据之间的配准和融合难题。此外,还需加强无人机的自主导航和避障技术研究,提高无人机在复杂环境下的自主飞行能力和安全性。

3 无人机森林资源调查的典型应用与优化

3.1 森林资源清查

在森林资源清查中,传统方法通常需要大量人力进行实地测量和记录,效率低且误差大。无人机技术的应用显著改善了这一状况。通过搭载高分辨率光学相机和激光雷达设备,无人机可以快速获取大面积森林的影像和三维数据。在优化方面,采用智能航迹规划算法,根据森林地形和清查需求,规划合理的飞行路径,确保数据采集的全面性和准确性。同时利用自动化数据处理软件,对获取的数据进行快速处理和分析,自动提取森林资源信息,如森林面积、林木蓄积量、树种组成等,大大提高了清查效率和精度。例如,在某大型林场的森林资源清查中,使用无人机技术后,清查时间缩短了60%,数据精度提高了30%。

3.2 森林病虫害监测

森林病虫害监测是森林资源保护的重要环节。无人机搭载多光谱相机或高光谱相机,能够及时发现森林植被的异常光谱信息,从而监测病虫害的发生和发展情况。在优化过程中,(1)对多光谱相机的波段设置进行优化,根据不同病虫害对光谱的响应特征,选择最敏感的波段组合,提高病虫害监测的准确性^[3]。(2)建立病虫害光谱数据库,利用机器学习算法对大量的病虫害光谱数据进行训练,提高图像识别和分类的精度,实现对病虫害种类和危害程度的自动识别。(3)通过定期对森林进行无人机巡查,建立病虫害动态监测模型,预测病虫害的发展趋势,为及时采取防治措施提供科学依据。

3.3 森林火灾隐患排查与监测

无人机在森林火灾隐患排查与监测中发挥着重要作用。搭载热成像仪和高清摄像机的无人机,可以在森林中进行实时巡查,及时发现高温热源和烟雾,排查火灾隐患。在优化方面:(1)提高热成像仪的温度分辨率和灵敏度,能够检测到更微弱的温度变化,提高火灾隐患的发现率;(2)开发智能火灾识别算法,利用人工智能技术对无人机获取的图像和视频进行实时分析,自动识别火灾迹象,减少人工监测的工作量和误差;(3)建立火灾监测预警系统,将无人机监测数据与地面监测站点数据

相结合,实现对森林火灾的全方位、实时监测和预警。例如,在某重点林区,通过无人机火灾监测系统,成功预警并扑灭多起早期火灾,避免了火灾的扩大和蔓延。

3.4 森林生态环境监测

森林生态环境监测对于了解森林生态系统的健康状况和变化趋势具有重要意义。无人机可以搭载多种传感器,如大气传感器、水质传感器等,对森林的大气环境、土壤环境、水环境等进行监测。在应用优化中,优化传感器的布局 and 安装方式,确保获取的数据能够准确反映森林生态环境的实际情况。并且建立森林生态环境监测数据模型,对多源监测数据进行综合分析,评估森林生态系统的服务功能和健康状况。例如,通过对森林大气中二氧化碳、氧气等气体浓度的监测,结合植被生长状况数据,分析森林的碳汇能力和生态调节功能。

4 无人机森林资源调查的未来发展

4.1 智能化发展

未来无人机森林资源调查将向智能化方向发展。无人机将具备更强的自主决策能力,能够根据环境变化和任务需求,自主规划飞行路径、调整飞行参数、执行调查任务。利用人工智能和机器学习技术,无人机可以实现对森林资源信息的自动识别、分类和分析,减少人工干预,提高调查效率和精度。例如,无人机在飞行过程中可以实时识别树木种类、测量树木高度和冠幅,自动生成森林资源调查报告。同时无人机还将具备智能避障和故障诊断功能,提高飞行安全性和可靠性。

4.2 集成化发展

无人机技术与卫星遥感、物联网、大数据的深度集成,正重塑森林资源调查模式。与卫星遥感协同,可获得高分辨率局部影像,填补宏观监测的细节空白;和物联网融合后,无人机能与地面传感器实时交互,构建空地一体化监测网络,实现森林资源动态全时追踪;借助

大数据技术,海量调查数据得以高效管理与深度挖掘,精准剖析资源变化趋势^[4]。多技术集成搭建起智能化监测体系,为林业科学决策筑牢数据根基,有力推动森林资源管理向现代化迈进。

4.3 多元化发展

无人机在森林资源调查的应用正朝多元化迈进。除传统场景外,其在森林生态修复评估中,可定期监测植被恢复进程,量化生态重建成效;搭载红外设备后,能追踪野生动物轨迹、监测栖息地变化,助力生物多样性保护。在林业科研领域,无人机可辅助开展生态数据采集与实验验证;于教学中,能为学生提供直观实践案例。随着技术迭代,无人机应用边界持续拓展,将深度融入林业全领域,推动行业创新发展。

结语

无人机技术为森林资源调查带来革新,其应用价值与前景广阔。研究剖析现状、明确问题,从硬软件、数据处理等方面提出优化路径,并探讨关键技术突破。在资源清查、病虫害监测等场景中,优化实践成效显著。未来该技术将向智能化、集成化、多元化迈进。为此,需强化技术研发,深化产学研合作,培育专业人才,完善法规标准。相信随着技术迭代,无人机将持续赋能森林资源调查,为林业现代化建设注入强劲动力。

参考文献

- [1]王太法.无人机航测技术在森林资源调查中的应用[J].南方农业,2021,15(27):75-77.
- [2]臧广平.无人机航测技术在森林资源调查中的应用[J].林业勘查设计,2021,50(02):75-78.
- [3]邱雅林,刘向龙,何小军,等.基于无人机图像检测的林业虫害监控预防[J].湖北农业科学,2024,63(08):262-266.
- [4]彭意钦.森林资源调查中无人机遥感技术的应用[J].中国林副特产,2024(04):93-95.