

无人机技术在林业资源调查监测中的应用

常春有 李玉文*

文山州林业和草原科学研究所 云南 文山 663099

摘要：无人机技术凭借其独特优势，在众多领域得到广泛应用，在林业资源调查监测领域更是展现出巨大潜力与价值。本文强调了林业资源调查监测的重要性，指出其是林业政策制定、发展及生态保护修复的基础。随后介绍无人机技术，包括硬件系统、软件系统及数据处理技术。详细阐述了无人机在林业资源调查监测中的应用，如森林资源清查、病虫害监测、火灾监测预警以及森林生态监测等方面，凸显了无人机技术高效、精准获取数据，为林业资源合理利用、保护管理及可持续发展提供科学依据的优势。

关键词：无人机技术；林业资源；调查监测；应用

引言

在林业发展进程中，精准掌握林业资源状况是关键，林业资源作为陆地生态系统的根本，其调查监测对生态保护、政策制定等意义重大。传统监测方式存在效率低、精度不足等问题，难以满足当下需求。而无人机技术凭借其独特的硬件系统、软件系统及先进的数据处理技术，在林业资源调查监测领域展现出巨大优势。本文将深入探讨无人机技术在森林资源清查、病虫害监测、火灾预警以及生态监测等多方面的具体应用。

1 林业资源调查监测的重要性

林业资源是陆地生态系统关键构成部分，在维护生态平衡、提供生态服务、推动经济发展上作用不可替代。准确把握林业资源数量、质量、分布及动态变化情况，是制定林业政策、规划林业发展、开展生态保护与修复工作的基础。林业资源调查监测能及时掌握森林资源消长变化。森林资源并非一成不变，其生长、采伐、灾害等因素都会导致数量和质量改变。通过调查监测，可清晰了解这些变化，为后续工作提供精准数据。评估森林生态系统健康状况也是重要内容。森林生态系统健康与否，关乎其能否持续发挥生态功能，影响整个生态环境的稳定。调查监测能通过分析森林结构、生物多样性等指标，判断其健康程度。这些信息为森林资源合理开发利用和保护管理提供科学依据。合理开发利用森林资源，要在不破坏生态平衡前提下，挖掘其经济价值，满足社会发展需求；保护管理则要针对不同状况采取有效措施，防止资源过度消耗和生态破坏^[1]。林业资源调查监测贯穿林业工作全过程，对实现林业可持续发展至关重要。只有准确掌握资源状况，才能制定科学合理的发展策略，保障森林资源稳定增长，维护国家生态安全，为经济社会可持续发展筑牢生态基础。

2 无人机技术概述

2.1 无人机硬件系统

无人机平台作为核心载体，依据飞行原理与结构特点分为固定翼无人机、多旋翼无人机和无人直升机。固定翼无人机飞行速度快、航程远、续航时间长，可快速巡查大面积森林区域，能高效覆盖广阔范围，获取整体信息。多旋翼无人机能垂直起降、悬停稳定、操作灵活，可在复杂地形与狭小空间飞行，能深入森林内部，对特定区域开展精细调查，获取局部详细数据。无人直升机结合固定翼与多旋翼部分优点，飞行性能和适应性较好，不过成本相对较高，在特定需求场景下发挥作用。传感器设备是获取林业资源信息的关键，光学相机可获取高分辨率可见光影像，能清晰呈现森林植被外观，用于植被识别和分类，为后续分析提供基础图像。多光谱相机能获取不同波段光谱信息，通过分析这些信息，可反映植被生长状况与健康程度，辅助判断森林生态情况。高光谱相机分辨率更高，能更精确识别植被种类，还能检测病虫害，及时发现森林潜在问题。激光雷达通过发射激光束并测量反射时间，获取森林三维结构信息，如树高、冠幅、林分密度等，这些数据对了解森林结构、评估森林资源量具有重要意义。不同传感器相互配合，为林业资源调查监测提供全面、准确的数据支持。

2.2 无人机软件系统

飞行控制软件承担着飞行姿态控制、航线规划以及任务管理等重要职责。操作人员借助该软件预设飞行航线，使无人机实现自主飞行，无需全程手动操控。同时，能实时监控无人机飞行状态，涵盖飞行高度、速度、位置等信息，以此保障飞行安全。部分先进的飞行控制软件具备智能避障功能，通过搭载的传感器自动识

别飞行路径上的障碍物，依据障碍物的大小、距离和位置等信息，迅速调整飞行轨迹，有效避免碰撞，进一步提升无人机在复杂环境下的飞行安全性，降低事故发生风险。数据处理软件用于处理和分析无人机获取的影像数据，从中提取有价值的林业资源信息。常见的数据处理软件有图像处理软件、地理信息系统（GIS）软件等遥感图像处理软件^[2]。图像处理软件对影像开展预处理工作，包括校正影像畸变、增强影像对比度和清晰度、拼接多幅影像等，以提升影像质量，为后续分析提供准确数据基础。GIS软件将影像数据与地理信息融合，借助空间分析功能，清晰呈现林业资源的分布状况，实现可视化展示，便于直观了解资源情况。遥感图像处理软件运用光谱分析、分类算法等技术，对植被进行分类、识别，监测植被生长变化、病虫害情况等，为林业资源调查监测提供全面、精准的信息支持。

2.3 数据处理技术

影像预处理技术与信息提取技术是无人机用于林业资源调查监测时数据处理的关键环节。影像预处理作为提升影像质量的关键流程，包含辐射校正、几何校正和图像增强：辐射校正能消除传感器自身特性及大气环境等因素对影像辐射值的干扰，让影像辐射值精准呈现地物真实状况，为后续分析筑牢准确基础；几何校正可纠正影像几何变形，使影像与实际地理坐标匹配，保障后续空间分析和测量结果的可靠性，达成影像数据与地理信息的有效融合；图像增强技术通过调整影像对比度、亮度和色彩等参数，改善影像视觉效果，增强地物可识别性，让影像中的林业资源特征更清晰，便于观察分析。信息提取技术是从影像数据获取林业资源信息的重要手段，常用方法有目视解译、自动分类和特征提取：目视解译依靠人工经验判读识别影像，精度有保障但效率不高，适用于小面积精细调查监测；自动分类借助计算机算法，依据地物光谱和空间特征划分影像类别，如植被类型、土地利用类型等，效率高且可重复性强，能快速处理大量影像数据；特征提取是从影像中获取特定地物特征信息，如树高、冠幅、植被指数等，这些定量数据为林业资源评估和管理提供科学依据，助力制定合理决策，推动林业可持续发展。

3 林业资源调查监测中无人机技术的应用

3.1 森林资源清查

在森林面积与蓄积量调查方面，无人机搭载高分辨率光学相机或多光谱相机，能快速获取大面积森林影像数据，经图像处理和分类技术精准识别森林区域，算出森林面积；同时借助激光雷达技术获取森林三维结构信

息，运用相应模型与方法估算森林蓄积量^[3]。与传统人工调查方法相比，无人机技术效率与精度双高，可短时间内完成大面积森林资源清查，节省人力、物力与时间成本，数据准确性也更有保障。在森林类型分类上，不同森林类型有独特光谱和空间结构特征，无人机获取的多光谱或高光谱影像数据能清晰地呈现这些特征。通过监督分类、非监督分类等自动分类算法处理分类影像，可将森林划分为针叶林、阔叶林、混交林等类型。准确的分类结果作用重大，能让工作人员深入了解森林资源分布与结构特点，明确不同类型森林在生态系统中的功能与作用，进而制定更科学合理的森林资源利用和保护管理策略，实现森林资源可持续利用，保障森林生态系统稳定健康，为林业长期发展筑牢根基。

3.2 森林病虫害监测

在病虫害早期发现方面，森林病虫害初发时，植被光谱特征会出现细微改变，人工目视难以察觉。而无人机搭载的多光谱或高光谱传感器具备高精度捕捉能力，能精准识别这些细微光谱变化。通过分析归一化植被指数（NDVI）、比值植被指数（RVI）等植被光谱指数，可及时察觉植被异常，进而在早期发现森林病虫害。早期发现意义重大，能为及时采取防治措施争取宝贵时间，有效降低病虫害对森林资源的损害程度，避免病虫害大规模扩散造成严重损失。在病虫害分布与程度评估方面，无人机获取的高分辨率影像数据优势明显。其能清晰地呈现病虫害的分布范围以及植被受害程度。对影像进行分析处理后，可绘制出病虫害分布图，直观展示病虫害在空间上的分布状况，让工作人员快速了解病虫害的蔓延趋势和重点区域。同时，依据植被受害症状和光谱特征，能够对病虫害危害程度进行评估，划分出轻度、中度和重度受害等级^[4]。准确的病虫害分布与程度评估结果，是制定科学合理防治方案的重要依据。基于这些信息，工作人员可以精准调配防治资源，有针对性地采取防治措施，提高防治工作的效率和效果，最大程度保护森林资源，维护森林生态系统的稳定与健康，保障林业的可持续发展。

3.3 森林火灾监测与预警

火灾监测环节，森林火灾发生会产生大量烟雾与热量，无人机搭载的热红外传感器能精准检测热量信号，迅速确定火灾发生位置与范围。一旦火灾发生，无人机凭借灵活机动优势，可快速抵达现场，获取实时影像数据。这些数据为火灾扑救指挥提供关键信息支撑，指挥人员借此能全面了解火灾发展态势及周边环境，进而制定出科学合理的扑救方案，提高扑救效率，减少火灾

损失。火灾预警方面，对无人机长期获取的森林影像数据展开深入分析，并融合气象数据与森林可燃物信息，可构建森林火灾预警模型。此模型具备预测功能，能预估森林火灾发生的可能性及危险程度，提前发出预警信息，为森林防火工作提供坚实科学依据。同时，无人机可按预定周期对森林进行常态化巡查，在巡查过程中，能敏锐发现潜在火灾隐患，像违规用火行为、可燃物过度堆积等情况。一旦发现隐患，相关部门可立即采取针对性措施加以防范，如对违规用火进行制止与处罚，对可燃物进行清理等，从源头上降低森林火灾发生风险，有效保护森林资源，维护森林生态安全，保障林业稳定发展。

3.4 森林生态监测

在森林生态监测工作中，无人机技术发挥着不可或缺的作用，对于森林植被生长状况监测而言，无人机获取的多时相影像数据意义重大，其能够清晰呈现森林植被在不同时期的生长变化。对影像中植被光谱特征和空间结构特征的变化进行深入分析，可评估森林植被生长状况，涵盖植被覆盖度、生物量、叶面积指数等关键指标。开展定期的森林植被生长状况监测，能及时掌握森林生态系统健康状况，敏锐察觉植被生长异常情况。依据这些监测结果，可为森林生态修复和保护管理提供有力支撑，助力采取针对性措施改善植被生长环境，提升森林生态质量。在野生动物栖息地监测方面，无人机可搭载高清摄像机和红外热成像仪等先进设备，对森林中的野生动物栖息地展开全面监测。通过获取栖息地影像数据，能准确了解野生动物分布范围、活动规律以及栖

息地环境状况。与传统监测方式相比，无人机监测具有显著优势，其可在不干扰野生动物正常生活前提下完成监测任务，最大程度保护野生动物生存环境^[5]。准确的野生动物栖息地监测数据，是制定科学野生动物保护策略的重要依据。基于这些数据，可合理规划保护区域，采取有效保护措施，促进生物多样性保护，维护森林生态平衡，保障森林生态系统的稳定与可持续发展。

结语

综上所述，无人机技术凭借其多样化的硬件系统、功能强大的软件系统以及先进的数据处理技术，在林业资源调查监测的森林资源清查、病虫害监测、火灾预警以及生态监测等诸多方面展现出卓越的应用成效。它不仅显著提升了监测的效率与精度，还为林业资源的合理开发利用、科学保护管理以及林业的可持续发展提供了坚实可靠的数据支撑与决策依据，在推动林业现代化进程中发挥着不可替代的重要作用。

参考文献

- [1]王晓龙.无人机遥感技术在林业资源调查与监测中的应用[J].中国林副特产,2023(5):96-97,102.
- [2]粟桂泉,廖雪菊,杨礼和.无人机技术在林业资源调查与监测中的应用[J].农村科学实验,2024(12):148-150.
- [3]李龙锋.无人机在林业资源调查与监测中的应用研究[J].农业科技与信息,2023(4):21-23.
- [4]朱红军.无人机在林业资源调查与监测中的应用研究[J].农家科技,2023(23):130-132.
- [5]安娜.无人机技术在林业调查规划设计中的应用[J].林业勘查设计,2025,54(4):91-94.