

无人机遥感技术在四川山地林业资源调查中的应用及优化研究

张晓奕

四川省林业勘察设计院有限公司 四川 成都 610000

摘要：林业资源调查对生态保护意义重大，传统调查方法存在诸多局限。无人机遥感技术以无人机为平台，搭载多种传感器，经数据传输与处理获取信息。本文详细阐述该技术在植被资源、林地范围等多方面调查的应用方向，介绍从前期准备到数据提取分析的完整流程，并从技术层面如平台性能、传感器精度，以及应用流程层面如前期准备、作业实施等提出优化路径，为提升林业资源调查精度与效率提供参考。

关键词：无人机遥感技术；林业资源调查；应用方向；应用流程；优化路径

引言：林业资源调查是森林资源管理、生态保护修复等工作的基础性内容。四川省地处西南高山峡谷区，森林资源丰富但林区山高坡陡、地形破碎、交通不便，传统人工地面调查周期长、成本高、精度有限且安全风险突出，卫星遥感则受重访周期、云层遮挡等限制，难以满足小班尺度高精度监测需求。无人机遥感具有高分辨率、机动灵活、受地形约束小等优势，可快速获取多源数据，已成为复杂地形林区资源调查的关键手段。本文结合生产实践，构建其林业调查全流程体系，提出优化方案，为山地林业资源智能化调查提供支撑。

1 无人机遥感技术核心构成

1.1 无人机平台与传感器

无人机平台是遥感数据获取的核心载体，按动力结构与飞行特性可分为多旋翼与固定翼无人机等^[1]。多旋翼无人机飞行稳定性强，抗风能力优于小型固定翼机型，冗余容错设计可降低飞行故障风险，载重性能能够满足中高端传感器挂载需求，适合50-200米低空近距离高精度作业，可获得分辨率高达0.05-0.2米的影像数据。固定翼无人机续航能力较强，续航时间可达2-6小时，单次飞行作业覆盖面积达50-200平方公里，飞行速度平稳，适配大范围区域的遥感数据快速采集。平台选型需结合作业区域环境、数据采集精度及作业效率需求，实现平台性能与遥感任务的精准匹配。遥感传感器是获取地物信息的关键器件，涵盖可见光、多光谱、红外传感器及激光雷

达，均围绕地物电磁波特性工作，可分别捕捉地物形态纹理、光谱特征、温度差异及三维信息，将电磁波信号转化为可处理的影像或数字信号，为后续数据处理奠定坚实基础。

1.2 数据传输与处理基础流程

数据传输与处理是衔接遥感数据获取与应用的关键环节，基础流程遵循“传输-预处理-解析-存储”的逻辑展开。数据传输通过数据链系统实现空中平台与地面站的信息交互，将传感器获取的原始数据及飞行状态信息传输至地面处理终端，传输过程注重数据完整性与实时性，依托无线通信技术保障数据传输效率。数据预处理环节主要对原始数据进行质量筛选，剔除模糊、过曝等不合格数据，同时完成辐射校准与几何校准，消除环境噪声与飞行姿态偏差带来的影响。预处理后的有效数据通过特征匹配、点云构建等步骤完成解析，生成符合应用需求的正射影像图、三维模型等数据成果，最终完成数据存储归档，为后续遥感应用提供标准化数据支撑。

1.3 传统地面调查与无人机遥感技术效能对比

结合西南山地林区作业特点，从调查周期、参数获取精度、综合成本、地形适应性、作业安全性五个维度，对传统地面调查与无人机遥感技术进行综合对比分析，明确两种技术的优劣差异，为林业调查方案优化提供依据。对比详情如表1所示。

表1

对比指标	传统地面调查	无人机遥感技术
调查周期	人工徒步勘测，周期漫长、效率偏低	空中全域采集，周期短、复测便捷
参数获取精度	人工目测记录，数据误差较大	高清影像解译，数据精细、全域无盲区
综合成本	人力后勤投入多，整体成本偏高	野外用工较少，长期作业成本更低

续表:

对比指标	传统地面调查	无人机遥感技术
地形适应性	高山陡坡难以到达, 调查盲区较多	不受地面地形限制, 林区全域均可作业
作业安全性	深入野外林区, 安全隐患较多	仅地面操控设备, 野外作业风险极低

2 无人机遥感技术在林业资源调查中的应用方向

2.1 植被资源调查中的应用

植被资源调查是林业资源调查的核心内容, 无人机遥感技术可实现植被信息的精准捕捉与系统梳理^[2]。通过搭载多光谱、可见光等传感器, 可快速获取调查区域内植被类型、群落结构、空间分布、郁闭度, 以及植被生长态势、群落构成等核心指标信息, 精准区分不同植被类型的光谱特征与形态差异。借助数据处理技术, 可完成植被生长状况的量化分析, 判断植被生长旺盛程度及潜在生长异常, 同时梳理植被群落的分布规律与空间结构, 为植被资源的分类管理、合理培育及保护措施制定提供数据支撑。

2.2 林地范围及边界调查中的应用

林地范围及边界界定是林业资源管理的基础前提, 无人机遥感技术可有效解决传统边界调查中精度不足、效率低下的问题。通过低空飞行拍摄获取高分辨率影像, 结合地理信息处理技术, 可清晰呈现林地的实际范围、边界轮廓及周边土地利用状况, 精准划分林地与其他用地类型的界限。飞行过程中可实现调查区域的全面覆盖, 避免遗漏偏远、复杂地形区域的边界信息, 同时通过数据校准技术提升边界界定的精准度, 为林地确权、范围管控及规划利用提供可靠依据。

2.3 林业灾害相关调查中的应用

林业灾害调查是防范灾害扩散、开展灾后治理的关键环节, 无人机遥感技术可实现灾害信息的快速获取与精准排查。针对火灾、病虫害等常见林业灾害, 通过搭载红外、多光谱传感器, 可快速排查灾害发生区域, 清晰捕捉灾害影响范围与严重程度, 精准识别受灾区域与未受灾区域的界限。相较于传统地面调查, 无人机可快速抵达灾害现场, 规避复杂地形与灾害隐患带来的作业风险, 高效完成灾害信息采集, 为灾害应急处置、受灾范围评估及灾后恢复重建提供及时、精准的数据支持。

2.4 林业资源动态变化调查中的应用

林业资源处于动态变化过程中, 无人机遥感技术可实现资源变化信息的长期追踪与系统监测。通过定期对同一区域开展遥感数据采集, 结合多期数据对比分析, 可清晰捕捉林地面积、植被覆盖度、植被生长状况等指标的变化情况, 梳理变化规律并分析变化原因。依托数

据解析技术, 可精准识别资源变化的区域范围与变化程度, 及时发现不合理利用、植被退化等问题, 为林业资源动态管理、保护策略优化及可持续利用规划提供科学依据。

3 无人机遥感技术在林业资源调查中的应用流程

3.1 调查前期准备

调查前期准备是保障后续各项作业顺利开展的基础, 作业内容围绕调查需求与技术适配有序推进^[3]。需全面收集调查区域基础资料, 系统梳理区域地形地貌、气候条件及现有林分信息、林权等基础资料, 明确调查核心目标与数据精度要求。结合调查需求完成无人机平台与传感器选型, 细致开展设备性能全面检查, 排查设备运行隐患, 确保设备各项性能达标。完成作业区域航线精细化规划, 结合区域地形条件避开各类障碍物, 合理确定飞行高度、飞行速度等核心参数, 划分作业人员具体职责, 为后续飞行作业与数据采集筑牢基础。

3.2 无人机飞行作业部署

无人机飞行作业部署聚焦设备调试与现场管控, 是衔接前期准备与数据采集的关键环节。作业现场需筛选视野开阔、无电磁干扰的起降点, 完成无人机与地面站的连接调试, 精准校准飞行姿态与定位系统, 确保飞行参数与规划方案精准契合。部署过程中实时监测现场环境, 排查风力、降水、能见度等不利因素对飞行作业的影响, 灵活调整飞行参数以适配现场环境变化。当风力超过5级时, 需要对飞行速度和高度进行适当调整, 以确保飞行安全。飞行过程中全程监控设备运行状态与飞行轨迹, 及时处置飞行过程中出现的各类异常情况, 保障飞行作业安全有序推进。

3.3 遥感数据采集规范

遥感数据采集规范围绕数据质量控制展开, 严格遵循无人机遥感数据采集行业标准与林业调查技术要求。采集过程中维持传感器稳定运行, 合理控制飞行速度与高度, 确保影像重叠度与分辨率达到调查标准。根据调查目标精准调整传感器参数, 针对不同林业资源类型优化采集模式, 保障数据采集的针对性与完整性。采集过程中做好飞行日志记录, 详细留存飞行时间、参数设置及现场环境条件等信息, 为后续数据预处理与质量追溯提供可靠依据。

3.4 数据预处理方法

数据预处理是提升数据质量、保障后续分析准确性的核心环节,方法选择贴合林业遥感数据特性,遵循行业数据处理规范。预处理阶段先对原始数据进行严格筛选,剔除模糊、过曝、噪声过大的不合格数据,留存符合要求的有效数据。开展辐射校准工作,消除传感器自身误差与环境因素引发的辐射失真;完成几何校准,修正飞行姿态偏移与地形起伏带来的影像偏差,实现影像与地理坐标的精准匹配。预处理后期对合格影像进行拼接与裁剪,生成符合调查需求的标准化影像数据,为后续数据提取与分析提供高质量支撑。

3.5 调查数据提取与分析流程

调查数据提取与分析流程围绕林业资源调查目标展开,遵循“提取-解析-梳理”的逻辑有序推进。基于预处理后的标准化数据,运用光谱分析、特征匹配等专业技术,提取林业资源相关指标信息,涵盖植被覆盖情况、林地范围边界、灾害影响区域等核心内容^[4]。提取完成后开展数据整理与系统分析,梳理数据内在关联与变化规律,结合调查目标完成数据解读,形成系统化的调查分析成果。最后完成数据规范化归档,整理各类作业资料与分析成果,为林业资源管理、规划与保护提供标准化的数据参考。

4 无人机遥感技术在林业资源调查中的应用优化路径

4.1 技术层面优化

4.1.1 无人机平台性能优化

结合林业调查复杂地形与作业需求,优化平台动力系统,提升续航时长与载重能力,适配大范围、长时间调查作业。优化平台机身结构,增强抗风、抗低温、抗颠簸性能,提升复杂山地、恶劣气候条件下的飞行稳定性。简化操作界面设计,提升平台操作便捷性,降低作业人员操作门槛,同时优化平台定位系统,提升定位精准度,减少地形起伏带来的飞行偏差。

4.1.2 遥感传感器精度优化

针对林业资源调查对数据精度的高要求,优化传感器探测波段范围,拓宽光谱识别区间,提升不同植被类型、林地状况的区分能力。优化传感器信号转化效率,减少环境噪声干扰,提升原始数据采集质量,降低数据失真概率。建立常态化校准体系,定期对传感器进行校准调试,保障数据采集的一致性。

4.1.3 数据处理技术优化

依托大数据与人工智能技术,优化数据预处理算法,提升数据筛选、校准、拼接的效率与精度,缩短数

据处理周期。完善数据解析模型,强化林业资源相关指标的提取能力,提升数据解读的科学性,让处理后的数据更贴合林业资源调查实际需求。

4.2 应用流程层面优化

4.2.1 前期准备流程优化

整合基础资料收集渠道,建立标准化资料收集体系,提升资料收集的全面性与效率。优化航线规划流程,结合地理信息系统技术,实现航线自动化规划,减少人工干预,提升航线规划的合理性与精准度,同时完善设备检查流程,制定精细化检查标准,确保设备性能达标。

4.2.2 作业实施与数据处理流程优化

明确飞行作业与数据采集的操作标准,优化作业各环节衔接,减少流程衔接不畅带来的效率损耗^[5]。简化数据预处理冗余环节,整合操作步骤,建立标准化处理流程,提升数据处理效率。优化数据提取与分析流程,明确分析指标与解读标准,实现分析成果的标准化输出,为林业资源管理提供精准、高效的数据支撑,推动调查工作规范化开展。

结束语

无人机遥感技术在林业资源调查中的应用,有效解决了传统调查方法的诸多难题,提升了调查的精度与效率。同时该技术在复杂林区大范围作业、极端天气数据采集、深层林分信息精细化反演等方面仍存在应用局限性,续航能力有限、数据智能解译智能化程度不足等问题仍待解决。通过不断优化无人机平台性能、传感器精度及数据处理技术,完善应用流程,该技术能更好地克服现存短板、适应林业资源调查的多样化需求。这将为林业资源的科学管理、合理规划与有效保护提供更为坚实的数据支撑,促进林业的可持续发展。

参考文献

- [1]唐代静.无人机遥感技术在林业资源调查中的应用探讨[J].林业科技情报,2025,57(3):79-81.
- [2]秦昆.无人机遥感技术在林业资源调查中的应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2024(11):27-29.
- [3]储成林.无人机遥感技术在林业资源调查与监测中的应用[J].林业科技情报,2022,54(1):59-61.
- [4]曾世杰,王继兴.无人机遥感技术在林业资源调查与监测中的应用[J].农村科学实验,2021(5):89-90.
- [5]杨柳.无人机遥感技术在林业资源调查中的作用[J].现代园艺,2024,47(20):160-161,164.