

无人机遥感技术在林业调查规划设计中的应用研究

朱 健

缙云县林场 浙江 丽水 321404

摘 要：传统的林业调查规划大多依赖于人工勘测、卫星遥感等方式开展，存在精度不高、效率较低、适应复杂场景差、数据更新慢等问题，无法满足现代智慧林业日益精细化发展的要求。利用无人机遥感灵活高效、高清成像、动态监测等优势，能够很好地符合林业调查规划作业要求和场景特征，使技术参数与林业工作场景深度匹配；有助于对森林资源精准统计、林业灾害预警排查、生态修复保护以及规划辅助决策等环节进行科学分析，提升林业外业调查精度和工作效率，提高林业规划的科学与合理性，兼顾林区资源开发与生态保护之间关系，为新时期推进智慧林业、精准林业建设与发展提供可靠的技术支撑。

关键词：无人机遥感；林业调查；规划设计

引言：随着我国生态文明建设的不断推进和林业数字化改革的持续深入，对森林资源管护、生态修复治理、林业工程规划等做到细致精准、要求更高。我国林区面积广阔，地形多样，传统野外勘测手段受地形、天气与人力限制较大，难以实现大范围、常态化的林业资源管控；为了解决这些技术瓶颈问题，无人机遥感凭借其移动灵活、作业成本低、成像精度高等突出特点，逐渐被替代运用于林业领域中。通过开展无人机遥感与林业工作相适应性研究，落地多场景技术的应用可以有效提升林业调查规划质量，使得林业行业朝向数字化智能化方向发展。

1 无人机遥感技术基础

无人机遥感是依托无人驾驶飞行器搭载传感设备、影像采集设备开展对地观测的一种新型空间信息技术，不同于现有的卫星遥感和人工测量方式，具有灵活机动、低空作业、高清成像等特点，是智慧林业建设中必须应用到的基础性技术手段之一^[1]。该技术系统主要由飞行平台、任务载荷、地面控制系统以及数据处理终端四个部分组成，各部分相互配合完成影像采集、数据传输、信息解析等全流程环节的需求；常见的飞行平台包括多旋翼、固定翼等，能够适应山地、丘陵、密林等复杂林业地形，并可在较短时间内突破原本的空间限制；任务载荷涵盖了高清可见光相机、多光谱传感器、激光雷达等设备，能够准确捕捉林地地表纹理、植被光谱信息、地形高程数据等丰富的信息；依靠地面测控系统实时调整飞行航线、飞行高度与拍摄角度，实现全覆盖、无死角地标准化数据采集。相比大型航空遥感设备，无人机遥感操作门槛低、作业周期短、运维费用少，可根

据林业调查需要随时开展常态化、高频次的观测作业，快速获取高精度、高时效性的林地空间数据，为开展林业资源调查、生态监测、规划设计等工作提供良好的技术支撑、数据支撑条件。

2 无人机遥感技术与林业调查规划设计适配性分析

2.1 无人机技术核心性能优势

无人机遥感技术独特的作业模式和设备优势，在林业勘测工作中具有许多关键性能，可以弥补传统调查技术存在的种种不足。（1）低空高精度作业，其主要作用是距离林冠非常近，避免卫星遥感被云层遮挡、影响观测效果的问题，获取厘米级别的高清影像与地形信息，符合林业精细化调查需求；（2）场地适配能力强，设备轻巧便携且起降简单，无需专门的作业场地，可以适应山地、丘陵、陡坡等复杂林区恶劣环境下的野外作业；（3）极大提升了作业速率，通过预先设定的航线，完成自动化、规模化的航拍勘测，短时间内就可以获得大范围林区数据，彻底改善了人工调查效率较低的弊端；（4）野外作业更安全，无人机遥感能够代替人员深入到密林、悬崖等危险区域进行勘测，规避了从事野外作业人员受伤等风险；（5）功能拓展性好，经济实惠，可搭载各类传感设备进行多维度检索和采集，运维成本低，可重复开展多次作业，满足了林业常态化动态监测的要求。

2.2 林业调查规划设计核心需求特征

林业调查规划设计的主要目的是为森林资源管护、生态治理和林业工程建设服务，整体上有多元化、高精度、动态化的专业需求，对勘测技术有着严格的行业标

准。(1)具备全域全覆盖的调查需求,由于林区地形交错、地类繁杂,因此全面完整掌握所在区域内林地、植被、地形等基础信息是必不可少的,避免局部数据缺失造成影响整个调查项目的效果;(2)更精细化的采集数据需求,对于各种参数统计、蓄积量测算、生态评估等事宜,均会涉及到相关的数据采集,针对精准的数据才能保证规划方案的科学性;(3)适应复杂场景情境需求。由于林区山脉中多山地陡坡、茂密林区以及偏远地块,因此既要考虑其他调查方式的运用,又要充分考虑到森林勘测区域不同阶段复杂性环境的情况,避免受人员作业空间的限制;(4)动态监测更新的需求。因为森林资源的变迁往往受到自然条件的影响如生长、灾害、人为活动等,而这些都在持续影响着森林资源,因此需要定期更新森林资源状况,实现林业资源的动态管控;(5)快速高效经济的作业需求。由于林业规划项目时间较为紧凑,除了保障调查质量之外,还要兼顾外业的工作成本与工期问题,在满足调查质量的前提下,也要考虑一定的工作效率与利润水平,从而获得良好的收益。

2.3 技术参数与场景的匹配逻辑

无人机遥感系统的各类软硬件参数均可根据林区作业环境、调查任务类型等因素灵活设定,形成多方位、精准化调控场景。解决传统勘测技术参数固定、场景适配性差的问题;针对复杂山地和密集林区遮挡问题,通过改变飞行重叠度、飞行航高与飞行速度,能有效提升影像完整程度,解决密林区域数据残缺的短板,全面保证数据采集的完整性;搭载不同载荷的无人机,其使用所需的可见光、多光谱、激光雷达等不同参数匹配了不同的林业工作情况,如运用高清光学仪器进行林地边界勘测、划分地类等基础调查工作;利用激光雷达探测到林冠层时获取林下地理信息、林木垂直结构信息;借助多光谱信息判别植被长势及生态异常等识别工具^[2]。同时还可以灵活调节无人机上的参数信息,如作业半径、续航时间、空间分辨率等指标,从而实现按照大面积林区普查与局部重点区域精细核查的不同分层合理匹配。

2.4 协同应用的价值适配性论证

无人机遥感技术与林业调查规划工作的深度融合,改变了传统林业勘测单靠个体经验、数据落后且精度不高的局限性,在技术价值、经济价值和生态价值等方面形成良好契合^[3]。无人机与林业调查相结合,改变了林业调查工作的现状,以智能化、数字化采集数据代替人工野外摸排,避免了复杂地形下人工作业出错造成不必要的安全隐患,提升林业基础数据的客观性和准确性,为规划设计工作提供可靠的数据支撑;对于林业工

程应用来说,二者联动协同能够减少外业调查周期和大量费用,降低林业资源普查与规划设计的总花费,适应现代林业工程提质增效发展,对于林业规划决策来说,多维遥感数据能够真实还原林区资源状况、地形和生态基底,让原有林业规划从凭经验型判断转变到数据化的精准决策,使林地功能分区、生态保护布局与林业工程规划更加贴近场地实际。

3 无人机遥感技术在林业调查规划设计中的具体应用

3.1 森林资源精准调查

利用无人机遥感技术,对于高精度、全覆盖的数据进行采集是一种灵活方式。它可以满足现代森林资源分类更加细化、标准化的调查统计需求,弥补现阶段抽样调查不精确和不全面的缺陷。(1)能够快速完成全域范围内各个林地边界的勘测与地类划分,通过高清影像解译手段精准区分乔木林、灌木林、裸地等土地类型,明晰不同类型林地资源在空间上的分布范围。(2)能够快速提取林木基础参数,通过影像、点云数据等处理,稳定获得树高、冠幅、株数密度等重要信息,为资源量化统计提供依据。(3)还可结合专业测算模型估算出森林蓄积量和生物量,改变传统人工测算误差大的问题,有效增强了资源储量统计的精度。(4)可开展林区植被覆盖度及群落结构分析,较好地反映该地区森林生长情况、资源分布特征等,掌握林地资源整体质量情况。(5)可定期开展重复航拍比对,动态更新森林资源数据库,实时掌握林木生长、资源消耗等变化情况,为森林资源管控与规划设计提供更为精准和便捷的数据支撑。

3.2 林业灾害监测预警

林业生态系统容易受自然环境和人为因素的干扰引发各种灾害,传统的人工巡查方式往往滞后、巡检范围狭窄、难以及时发现隐患等问题。通过无人机遥感技术可实现多类型林业灾害全方位、常态化监测和提前预警,构建更加高效有序的林区灾害防控体系^[4]。无人机依托灵活的低空航拍作业特点,在林区内进行全天候地巡检工作,能对林区中较为频繁出现的森林火灾、病虫害侵袭、极端天气损毁等重大危险性情况,开展常态化排查工作;结合不同光谱遥感数据的光谱特征差异,精准捕捉林木叶片枯萎、叶绿素流失、植被长势变化等隐性病害信息,最终在灾害造成大面积扩散前找到隐患所在,早预警、早干预。当遇突发森林火情,无人机飞行速度快,能够第一时间到达作业区域,即刻反映火场动态影像,根据起火点位定位、测算过火范围,辅助工作人员研判火势蔓延趋势,对火情处置提供准确的数据支撑。

3.3 生态修复与保护

利用无人机遥感技术可以对林区生态环境进行动态监测、问题识别与成效评估,有助于为林业生态修复工程实施和常态化生态保护提供科学的数据支撑,更好地推进林区生态治理的精细化。(1)能全面摸排林区生态短板问题,通过高清遥感影像进行范围扫描,发现林区内存在植被退化、林地裸露、水土流失等薄弱方位,帮助开展生态修复靶向性治理。(2)能够对林区生态修复工程进展情况及时跟踪;通过对荒山造林、植被补植、退化林地治理等项目实施完毕后的大数据分析,了解其植被存活状况、产出新种等。(3)可以对生态修复工作实施情况进行量化分析,根据多个时段的拍摄录制结果,对比植被覆盖度、群落结构变化等关键指标,判断生态修复成果是否达到应有的改善或提升效果。(4)便于重点林区的日常管护。对重点林区核心部位的生态公益林、自然保护区等区域开展巡检,不容忽视违规开垦、乱砍滥伐等破坏行为。(5)也可以给予林区生态保护规划数据支持。根据长期来看,生态保护系统会呈现相对稳定的动态变化趋势,合理安排优化林区生态保护布局和修复方案,从而不断巩固林区生态系统的稳定性。

3.4 规划设计辅助决策

现代林业规划设计必须利用真实、全面、精细的场地基础信息进行布局,通常人工勘测所获得的数据十分单一和狭窄,不能适应复杂林区系统化规划编制需要,而无人机遥感技术可以充分运用多维空间数据为基础对林业各项规划工作提供全方位智能辅助与科学决策支撑^[5]。依托于无人机航拍掌握的高精度地形地貌、林地资源分布以及生态基底等信息,确保设计人员对林区整体现状有较好把握,有效解决传统林业规划只能根据前期踏勘情况、凭经验判断的缺陷,让前期对林区的场地分析更加系统、全面结合三维实景模型和高清正射影像,便捷开展林区功能分区、造林区域布置、防火通道

布设、林业配套工程选址等工作,避免地形限制和资源冲突问题的发生,使之更符合规划设计的整体性、落到实处,并且可以结合多期遥感数据的动态对比分析和研究,准确把握林区资源演变规律和生态发展趋势。

结语

在智慧林业数字化转型的大背景下,无人机遥感技术仍然具有很好的升级空间和开拓前途。未来可以将人工智能算法、大数据分析与绿色监测结合起来,改变传统对数据处理模式,自动完成影像解译、资源测算、灾害识别等工作,进一步提高无人机遥感仪器对于数据的处理精度和自动化程度。通过不断优化飞行作业参数、数据解析模型等方式增强设备应用复杂山地、茂密林区、特殊气候等各种类型林业工况的适应性,突破当前设备的缺陷。依托多项技术融合的优势,持续更新完善林业动态监测、智能决策体系,使得林业调查规划工作彻底摆脱手工工艺,向智能化、精准化、常态化、数字化全面迭代升级。

参考文献

- [1] 庞世杰. 无人机遥感技术在林业调查规划设计中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版) 农业科学,2026(2):072-075.
- [2] 张天. 无人机遥感技术在林业资源调查与监测中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学,2026(2):060-063.
- [3] 方明, 卢智灵, 张铖. 无人机遥感技术在林业资源监测调查中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学,2026(4):122-125.
- [4] 陈国豪. 无人机遥感技术在林业资源信息化监测中的智能化应用探讨[J]. 花卉,2026(7):115-117.
- [5] 尹志荣. 林业调查规划设计中无人机技术应用过程研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2025(11):077-080.