

无人机航测技术在自然资源统一确权登记中的应用研究

达娃平措 阿旺达曲

西藏地质三队地矿有限公司 西藏 拉萨 850000

摘要: 自然资源统一确权登记对空间信息精度与采集效率提出了较高要求,传统人工测绘手段难以满足全覆盖、高精度的作业需求。本文聚焦无人机航测技术在确权登记各环节的应用方法,梳理航测系统组成及核心技术环节,分析确权登记的任务特点与技术诉求,从数据采集、处理、要素提取及成果整理四大环节说明技术融合思路,从技术、流程、适配性三个维度给出优化方向,为提高确权登记工作质量提供技术支撑。

关键词: 无人机航测; 自然资源确权登记; 三维建模; 权属调查; 数据融合

引言: 自然资源统一确权登记是厘清产权归属、规范资源管理的基础性制度安排,对空间数据的精度与时效性有着严格要求。传统作业模式依赖人工实地调查与常规测绘,面对大范围、多类型自然资源时,不仅作业效率偏低,空间数据精度也难以达到精细化登记标准。无人机航测技术凭借高机动、高精度、强适应的突出优势,正逐步渗透到确权登记各环节,为破解传统作业瓶颈提供了全新技术支撑。

1 无人机航测技术核心构成

1.1 无人机航测系统组成

无人机航测系统作为整合各类设备的综合性测绘载体,由飞行平台、传感载荷、飞控模块、定位单元及地面处理终端构成。飞行平台承担设备承载功能,主流分为多旋翼、固定翼与复合翼三类机型,可根据作业范围与地形条件灵活适配^[1]。传感载荷负责捕获地表各类信息,主要包括高分辨率可见光相机、倾斜摄影设备、激光雷达及多光谱传感器,可实现影像、点云与光谱数据的同步采集。飞控模块主导飞行姿态调控与航线执行,整合惯性测量单元与姿态传感器,保障飞行平稳及航线精准。定位单元以 RTK 或 PPK 模块为核心,搭配 GNSS 接收机,可提供厘米级空间定位数据,支撑测绘成果精度。地面处理终端由地面站与数据处理设备组成,承担航线规划、飞行状态实时监控,以及外业原始数据的后续加工处理,实现航测全流程数据衔接。

1.2 无人机航测核心技术流程

无人机航测遵循“数据采集—内业处理—成果输出”的完整技术链路,各环节逻辑连贯、衔接紧密。航测作业前,需结合测区范围、地形特征及精度标准,设

定航高、影像重叠率与飞行速度,完成航线规划后将参数导入飞控模块。外业数据采集阶段,先完成像控点布设与坐标实地测量,再操控无人机按预设航线作业,同步采集影像数据与 POS 定位姿态数据。采集完成后转入内业处理,先对原始影像进行畸变校正、匀光匀色预处理,消除拍摄误差;再通过空中三角测量解算影像特征点匹配关系,生成稀疏点云。基于稀疏点云开展密集重建,构建三维点云模型,进一步生成数字高程模型与数字正射影像,经纹理映射与模型优化后,输出符合行业标准的标准化测绘成果。

1.3 无人机航测技术核心特性

无人机航测技术与传统测绘方式差异显著,能适配自然资源确权登记的复杂作业场景。其高机动灵活性突出,可实现低空飞行,起降要求宽松,能适应山地、丘陵等复杂地形,快速抵达传统测绘难以覆盖的区域。数据采集精度较高,依托 RTK 定位技术与高分辨率传感载荷,可获取厘米级空间精度数据,影像分辨率达亚米级,满足精细化要素提取需求。作业效率远超传统人工测绘,单架次可覆盖数平方公里,大幅缩短外业周期,内业借助自动化软件实现快速建模。同时具备较强环境适应性,可在多云、微风等气象条件下稳定作业,规避地面通视障碍,保障数据采集的完整性与连续性。

2 自然资源统一确权登记核心任务

2.1 确权登记核心工作内容

自然资源统一确权登记以各类自然资源权属界定与信息规范管理为核心,工作开展围绕权属调查、信息采集、簿册编制及成果管理逐步推进。权属调查重点梳理自然资源所有权与使用权的归属主体,明确权属边界具

体范围,理清不同类型自然资源的权属关联,提前排查并化解潜在权属争议^[2]。信息采集覆盖自然资源自然属性与权属属性两大维度,自然属性包含类型、面积、分布、形态及质量等核心要素,权属属性则涵盖权利人、权利类型、权利期限等关键信息。簿册编制需严格遵循统一标准,整合调查采集的各类数据信息,形成规范的自然资源确权登记簿,实现登记信息的标准化、规范化记录。成果管理主要涉及登记资料的整理、归档与动态更新,通过建立完善的动态管理机制,确保登记信息与自然资源实际状况始终保持一致,为后续自然资源保护、开发利用及监管工作提供坚实基础支撑。

2.2 确权登记工作核心技术需求

自然资源统一确权登记对技术的核心诉求集中在精准化、高效化与一体化,以此适配各类复杂场景下的登记工作要求。精准化诉求主要体现在权属边界界定与信息采集环节,需要可靠技术手段实现边界精准定位与测量,保障面积核算与边界划分的准确性,满足精细化登记标准。高效化诉求源于自然资源分布广泛、类型多样的实际特点,要求技术能够提升外业调查与内业处理的效率,缩短整体登记周期,减轻人工劳作强度。一体化诉求强调技术需打通数据采集、处理、分析与应用的衔接环节,破除数据壁垒,实现各类登记信息的整合与共享,支撑多部门协同监管。

2.3 传统确权登记技术应用局限

传统确权登记技术应用存在诸多不足,难以满足当前自然资源统一确权登记精细化、高效化的工作需求。传统技术以人工实地调查与常规测绘为主要手段,作业效率偏低,受地形、气象等自然条件制约明显,无法快速完成大范围自然资源的调查登记。边界测量精度难以保障,依赖人工操作的传统测绘方式易产生误差,无法达到精准化权属界定的要求。数据处理流程繁琐,多依赖人工录入与整理,不仅易出现数据错误与遗漏,还难以实现数据的实时更新与共享。传统技术对复杂地形区域适配性较差,在山地、丘陵、湿地等区域作业时,受通视条件限制易形成调查盲区,无法全面获取自然资源信息。此外,传统技术难以实现自然属性与权属属性信息的同步整合,数据关联性较弱,降低登记成果的实际应用价值。

3 无人机航测技术在自然资源统一确权登记中的应用路径

3.1 数据采集环节的应用

无人机航测技术应用于确权登记数据采集,核心是

破解传统采集模式的短板,高效精准获取登记所需各类数据。结合测区自然资源类型与地形条件,选用适配的无人机飞行平台与传感载荷,规划合理航线后,开展测区全域飞行作业^[3]。飞行时借助 RTK 定位技术实现厘米级定位,同步捕捉高分辨率影像、三维点云及光谱数据,全面覆盖权属边界、自然资源形态与分布范围等核心采集要点。相较于传统人工采集,无人机航测可灵活适配山地、湿地等复杂区域,避开地面通视障碍,减少人工操作误差,保障采集数据完整精准,为后续确权登记筑牢数据根基。

3.2 数据处理环节的应用

数据处理是衔接采集与应用的关键环节,无人机航测技术通过专业化处理流程,实现原始数据向标准化登记数据的转化。对采集的原始影像进行畸变校正、匀光匀色等预处理,消除飞行姿态、光照条件带来的影响,提升影像质量。借助空中三角测量技术解算影像特征点匹配关系,生成稀疏点云,在此基础上完成密集重建,构建测区三维点云模型。通过三维建模技术进一步生成数字高程模型、数字正射影像等标准化成果,完成数据格式转换与精度校准,确保处理后的数据符合确权登记的标准要求,为后续要素提取与成果整理提供规范、可用的基础数据。

3.3 登记要素提取环节的应用

无人机航测技术通过智能化提取手段,实现登记要素的精准、高效提取,替代传统人工逐点、逐区域提取的繁琐模式。基于数据处理环节生成的三维立体模型与数字正射影像,结合机器学习与图像识别算法,精准提取自然资源类型、权属边界范围、面积、形态等核心登记要素,清晰界定权属边界的空间位置与走向。针对不同类型自然资源的特征差异,优化提取算法参数,精准区分土地、林地、水域、草地等不同要素的边界特征,减少要素混淆与提取偏差。提取完成后,通过人工校验与算法复核相结合的方式,修正提取过程中出现的细微偏差,确保提取的登记要素与自然资源实际状况高度吻合,为权属界定、权利归属确认提供精准的技术支撑。

3.4 登记成果整理环节的应用

在确权登记资料整理工作中运用无人机航测手段,能够统一规整各类登记资料,做好日常信息管控,有效提升资料实际使用价值与信息更新效率。实地测绘收集到的登记相关信息,搭配现场权属调研获取内容统筹汇总,依照自然资源确权登记现行执行要求,完成登记台账编撰与专项成果报告撰写。测绘工作产出的三维

模型、航拍正射影像和点位数据统一归集整理,搭建内容齐全的确权登记资料体系。不同类型数据完成互通对接后,工作人员可顺利开展资料查阅核验与内部资料流转工作。工作人员可借助无人机测绘灵活便捷的实操优势,对已完成登记区域开展周期性复测工作^[4]。及时掌握辖区内资源分布形态、地界范围以及权属划分出现的各类变动情况,对现有登记资料做出对应调整修正,保证登记记录贴合现场真实情况,为区域自然资源管护开发及日常监管工作打下扎实数据基础。

4 无人机航测技术应用优化路径

4.1 技术层面优化措施

技术优化核心在于提升无人机航测系统整体性能,升级核心技术体系,破解当前应用中精度不足、效率偏低的突出问题。着力改良飞行平台稳定性,升级多旋翼与固定翼机型的动力配置,强化设备抗风性能,适配复杂气象环境下的野外作业需求,弱化飞行姿态波动对数据采集质量的干扰。更新传感载荷设备,提升高清相机、激光雷达的成像效果与数据采集效率,拓宽光谱检测维度,增强对各类自然资源的信息识别能力。整合RTK与PPK两种定位技术的优势,优化定位系统性能,提升复杂地形区域的点位测算精度,减少外界信号干扰造成的误差。

4.2 应用流程层面优化措施

应用流程优化重点在于梳理航测技术与确权登记工作的衔接要点,精简冗余环节,提升两者协同效率。优化航线规划模式,结合确权登记的精度标准与测区实际特征,搭建智能化航线规划体系,实现飞行参数自动匹配,减少人工规划的工作量与人为误差。整合外业作业流程,将像控点布设、现场数据采集与即时校验工作有机融合,缩短外业作业周期,保障采集数据的即时性与准确性。完善内业处理流程,建立数据采集、解析处理、要素提取、成果整理的一体化衔接机制,实现各类数据顺畅流转,减少人工干预环节,降低数据出错概率。依照确权登记统一规范,优化成果输出格式与呈现形式,确保整理后的成果可直接对接登记管理系统,提升实际应用便捷性。

4.3 技术适配性优化措施

技术适配性优化需立足自然资源统一确权登记的多样化需求,推动航测技术与各类登记场景精准对接。针对林地、水域、山地等不同类型自然资源,优化传感载荷配置与数据处理模式,精准区分各类要素的独有特征,提升要素提取的针对性与准确性^[5]。适配复杂地形作业场景,优化无人机起降模式与飞行策略,突破山地、湿地、偏远区域的作业局限,确保登记区域实现全覆盖。贴合精细化登记要求,优化数据采集精度与要素提取标准,提升权属边界划定、面积核算等核心信息的精准度,满足各类自然资源的登记需求。适配动态登记工作要求,优化航测复测流程,加快登记成果更新速度,实现登记信息与自然资源实际变化精准对应,保障登记数据的时效性与实用性。

结束语

无人机航测技术与自然资源统一确权登记的深度融合,为破解传统作业模式中效率不足、精度受限等难题开辟了可行路径。实地开展确权各项业务期间,该类测绘方式能够覆盖全部作业环节,契合野外实地作业各类实际条件。业内人员可不断优化飞行设备运行状态,优化影像识别分析方式,整合各类测绘信息资源,拉近技术应用标准与现场登记工作实际差距,夯实自然资源日常管控与精细治理的数据基础。

参考文献

- [1] 格桑强巴,昂旺贡桑,达娃,等.无人机技术在自然资源统一确权登记中的应用——以西藏某湿地公园为例[J].西藏科技,2025,47(8):56-63.
- [2] 邵飞,王富海.基于无人机倾斜摄影及Skyline平台的自然资源统一确权[J].山东林业科技,2022,52(2):95-98.
- [3] 李林聪.无人机倾斜摄影测量技术在农村不动产确权登记中的应用研究[J].城镇建设,2024(7):345-347.
- [4] 邓运芳.无人机倾斜摄影测量在不动产确权中的应用分析[J].中国房地产业,2025(35):166-169.
- [5] 张金峰,王睿.自然资源统一确权登记中的重难点及应对措施研究[J].大众标准化,2023(8):136-138.