

基于无人机测绘的集体土地权属边界调查方法研究

索朗边旦 达娃平措

西藏地质三队地矿有限公司 西藏 拉萨 850000

摘要: 集体土地权属边界调查长期面临地形复杂、人工成本高等困难,无人机测绘技术为此提供了高效可行的技术路径。本文围绕飞行平台选型、GNSS 差分定位、空中三角测量等核心原理,系统梳理了无人机测绘应用于权属边界调查的适配要点,并从前期资料收集、参数设定、人员部署、飞行规划、数据采集、现场核查到内业处理等环节,构建了一套完整的调查方法体系。经实测验证,该方法在边界特征提取精度与作业效率方面均取得良好效果,可为基层土地确权工作提供可操作的技术参考。

关键词: 无人机测绘; 集体土地; 权属边界; 航空摄影测量; 数据处理

引言: 集体土地权属边界清晰是保障土地权益、规范土地利用的前提,当前我国集体土地边界分布复杂,传统调查方法依赖人工操作,易受地形、地物遮挡影响,难以满足高精度、高效率的调查需求。无人机测绘技术凭借灵活、高效、精准的优势,在土地测绘领域应用日益广泛。梳理无人机测绘技术基础,构建适配集体土地权属边界调查的完整方法,优化调查流程、提升调查精度,能够有效解决传统调查模式的短板,为集体土地权属管理提供技术支撑,具有重要的实践价值。

1 无人机测绘技术基础

1.1 无人机测绘系统构成

无人机测绘系统由飞行平台、任务载荷、地面控制单元及数据处理模块四部分协同组成,各组件功能互补,支撑测绘作业全流程高效运转^[1]。任务载荷决定数据采集类型,常见设备包括高分辨率光学相机、激光雷达及多光谱传感器,光学相机捕捉高清地表影像,激光雷达可穿透植被获取林下地形数据,多光谱传感器识别地物光谱特征。地面控制单元承担航线规划、飞行状态监控及指令传输功能,保障飞行作业稳定可控。数据处理模块依托专业软件完成原始影像与点云数据的解算、拼接及建模,输出标准化测绘成果。

1.2 无人机测绘关键技术原理

无人机测绘关键技术围绕定位、成像及数据解算三大维度展开,共同保障测绘成果精度与可靠性。高精度定位技术以 GNSS 差分定位为核心,集成 RTK 或 PPK 模块,通过地面基准站与无人机的数据传输消除卫星信号误差,将定位精度提升至厘米级,为影像提供精准坐标参照。航测成像技术依托专业量测相机,具备畸变小、

色彩还原稳定的特点,飞行过程中按预设间隔自动拍摄,保障影像间充足重叠度,为后续三维重建提供充足特征点。空中三角测量技术作为数据解算核心算法,通过识别多张影像中的同名地物特征点,结合相机参数与定位数据解算影像外方位元素,完成影像拼接与三维点云生成,进而构建数字高程模型与正射影像图。激光雷达技术通过发射激光脉冲测量距离,直接获取地表三维坐标,在植被密集区域可有效弥补光学成像局限性。

1.3 无人机测绘技术在土地边界调查中的适配要点

土地边界外业勘测工作运用无人机测绘方式,要结合实地地界分布形态落实各类实操安排。地形条件复杂的勘测区域,作业人员可选用多旋翼无人机搭载高清摄像设备及精准定位部件,实现地界实景精细拍摄与坐标精准定位。开阔平整的大范围勘测区域,选用固定翼设备能够大幅提升现场勘测进度。外业航摄工作依照成像标准设定飞行高度,把控影像重叠数值,保证航拍素材完整拼接。地界转角墙体交界水域边线等关键位置需要加大拍摄采样数量。内业数据整理环节调整提取算法,依托地表形态与画面纹路划定地界范围,剔除自然植被光影带来的不利影响,稳步提升土地边界绘制成果的实际精准程度。

2 集体土地权属边界调查前期准备方法

2.1 调查区域基础资料收集与梳理方法

调查区域基础资料收集与梳理需围绕土地权属核心信息,采用分类收集、分层梳理的科学方式,保障资料可用性与完整性^[2]。资料收集以国土空间规划档案、土地利用现状图、权属登记相关资料为核心,补充测区地形地貌图、水文地质资料及历史权属相关材料。收集渠

道依托当地自然资源管理部门档案管理系统,通过正规调取流程获取纸质与电子版本资料,对接乡镇基层管理机构,补充区域土地利用实际情况相关信息。梳理过程按资料类型划分层级,先筛选原始资料,剔除破损、失效及无关信息,再对有效资料分类整理,明确各类资料用途与对应关系。针对权属相关资料,重点梳理土地权属关联的空间范围、历史沿革等关键信息,建立资料对应台账,为后续无人机测绘作业与边界调查开展提供坚实基础。

2.2 无人机测绘参数设定方法

无人机测绘参数设定需结合调查区域地形条件、边界精度需求及设备性能,通过科学测算确定各参数取值,保障测绘数据精准性与完整性。飞行高度依据相机焦距、地面分辨率需求测算,结合测区地形起伏程度调整,地形平缓区域适当提高飞行高度提升作业效率,地形复杂、边界细节丰富区域降低飞行高度,确保边界特征清晰捕捉。航向重叠度与旁向重叠度兼顾影像拼接效果与数据冗余,结合测区地物密集程度调整,地物密集、边界复杂区域适当提高重叠度,保障影像特征点匹配精度,减少边界信息缺失。定位参数以 GNSS 差分定位模式为核心,启用 RTK 或 PPK 模块,设定合理基准站信号接收频率,优化定位误差修正参数,将定位精度控制在调查要求范围内。根据测区光照条件调整相机曝光参数,避免强光或弱光环境影响影像质量,确保采集影像可满足边界信息提取需求。

2.3 外业调查人员与设备部署方法

土地外业实地勘测的人员及器材排布,需依照现场勘测规模和施工难易程度制定排布方案。现场工作人员依照实际工作内容划定具体岗位,安排航测操控人员信息登记人员以及外勤对接人员参与实地工作。不同岗位从业者掌握对应专业实操能力,分别完成空中航摄实地信息登记和地地方事务沟通等具体工作。现场从业人数结合勘测片区大小与施工时长灵活调配,划分独立作业队伍划定实际作业区间。实地勘测所用器材以航测整套设备为主体,各组配齐适配场地条件的飞行器操控终端信息储存工具以及应急物资。正式动工前完成整机状态核验,提前设定航行路线与各类运行数值。齐全的应急物资可妥善处置器械异常天气变化等现场问题,维持实地勘测各项工作平稳推进。

3 无人机测绘外业调查实施方法

3.1 无人机外业飞行规划方法

开展无人机野外航测航线排布工作,要参照勘测

场地地表形态地界排布形式以及实测精度标准,做好全程统筹安排来提升野外作业整体效率。相关人员整理场地基础地理资料,摸清实测片区整体范围地势起伏状态与地面实物分布状态,合理圈定可飞行作业片区,远离各类危险地带^[3]。实地航线排布可选用平行走向或是折线布设形式,实现勘测区域全方位覆盖。航线走向贴合场地主流地势走势,弱化地势变化对飞行状态造成的干扰。航道路径主动避让电力设施高层建筑等实体障碍物,预留充足安全空间提升野外飞行安全系数。结合既定飞行数值拆分整体飞行任务,依照设备续航能力划定单次飞行覆盖范围,保证不同批次航测内容无缝衔接,消除实地测绘空白区域。全部规划内容录入地面操控设备完成实景模拟测试,核对航线排布与各项运行数值贴合程度,及时做出整改调整,保障野外航测任务顺利实施。

3.2 边界相关数据采集方法

土地边界信息采集工作依托无人机平台完成,依据机载作业设备实际性能制定实地采集方案,以此保障各类地界信息获取足够精准全面。户外航拍作业优先挑选气象状态稳定的时间段推进,规避强降雨大风以及强光直射等恶劣环境,削弱外界环境对采集成果造成的负面作用。飞行器依照提前规划好的航行路线匀速行进,机载作业设备同步进入工作状态。光学成像设备依照既定拍摄节奏记录地面实景画面,让分界地带画面层次分明,各类地理标识点位便于辨识。激光探测装置不间断输出探测信号,完成地面空间坐标信息收录,填补植被遮挡地段地界信息获取存在的空缺。作业人员全程把控现场采集质量,着重核对地界转角点位以及不同地物衔接位置的采集成果。画面模糊或是信息收录不全的区域,及时更改飞行设定重新开展采集工作。全部野外作业结束后,第一时间把原始测绘资料转入储存设备完成留存,筑牢资料安全防线,为后续信息整理和地界划定工作打好基础。

3.3 外业边界现场核查方法

外业边界现场核查是破解无人机测绘短板、保障边界调查成果精准的核心环节,采用无人机航拍与实地核验相结合的技术路径推进。核查工作启动前,需系统梳理无人机获取的影像资料与坐标数据,对边界模糊、特征界定不清的区域做好标记,明确实地核验的核心重点与具体范围。核查人员携带地面控制设备、测量仪器及数据记录工具,赴标记区域开展实地核对,逐一校验无人机采集的边界位置与现场实际地界的吻合程度。实地核查中,重点核查边界拐点、界标布设点位,确认边界

走向与周边地物的对应关系,排查植被遮挡、地形复杂等因素引发的边界判定偏差^[4]。发现边界存在偏差时,详细记录偏差所处位置、偏差幅度及引发原因,同步调整无人机飞行参数,补充采集相关区域数据。核查全部完成后,整合现场核验信息与无人机测绘数据,完善边界相关记录资料,确保边界信息与现场实际情况完全吻合,为后续边界绘制及调查收尾工作提供坚实支撑。

4 无人机测绘内业数据处理方法

4.1 测绘数据预处理方法

测绘数据预处理是保障后续边界提取与图件绘制精度的前提,采用系统性处理流程清除数据干扰、优化数据质量。预处理首先对无人机采集的原始影像与点云数据进行筛选,剔除曝光过度、模糊、畸变及坐标异常的数据,保障数据基础可靠性。针对影像数据,开展畸变校正处理,依据相机内参数消除镜头畸变带来的误差,同步进行辐射校正,调整影像亮度、对比度及色彩均衡性,减少光照环境对影像质量的影响。点云数据预处理重点开展去噪处理,通过滤波算法剔除植被、噪声点等干扰信息,保留地表真实坐标数据,同时进行点云配准,将不同架次采集的点云数据统一到同一坐标体系,确保数据衔接顺畅。预处理完成后,对数据进行质量检查,确认数据无明显误差、无缺失,为后续边界数据提取工作筑牢基础。

4.2 边界数据提取与校正方法

边界数据提取与校正需依托预处理后的影像与点云数据,结合土地边界空间特征,采用针对性技术方法保障提取精度。边界数据提取以影像特征识别为核心,通过图像分割算法区分不同地物类型,聚焦地块边界的纹理、灰度及形状特征,自动提取边界线坐标信息,重点捕捉边界拐点、地物交界处等关键位置的坐标数据。提取过程中需人工辅助排查,修正自动提取过程中出现的边界偏移、断点等问题,确保边界线连续完整。边界校正采用坐标比对与实地核查信息结合的方式,将提取的边界坐标与无人机外业定位数据进行比对,排查坐标偏差,结合外业核查记录,调整边界线位置,消除地形起

伏、地物遮挡带来的提取误差,确保边界数据与现场实际边界完全一致。

4.3 边界图件绘制与数据整理方法

边界图件绘制与数据整理需遵循标准化流程,兼顾图件规范性与数据实用性。边界图件绘制以校正后的边界数据为基础,采用专业测绘绘图软件,绘制包含边界线、边界拐点、地物标识等关键信息的权属边界图,标注边界相关坐标信息,确保图件清晰、准确,符合测绘图件绘制规范^[5]。数据整理需对预处理、提取、校正后的各类数据进行分类归档,按数据类型划分影像数据、点云数据、边界坐标数据及图件文件,建立规范化数据档案。

结束语

将无人机测绘手段运用到集体土地权属地界核查工作当中,能够有效改善传统实地勘测模式效率不足全域勘测难度偏大等现实问题。土地权属调查全流程包含前期筹备野外实地信息收集以及室内数据整理多项内容,对各项作业参数进行合理调配理顺各项工作开展顺序,能够有效提升地界勘测数据的真实程度与时效性。这类实地勘测模式能够适配多种野外作业环境,能够助力基层土地权属认定登记相关工作稳步推进,也能为同类型国土空间勘测调研工作提供实际可行的实践思路与实操经验。

参考文献

- [1] 薛晋龙. 无人机测绘技术在山区土地调查中的应用难点分析[J]. 消费电子,2025(23):269-271.
- [2] 刘善彬. 土地调查中无人机摄影测绘技术的应用研究[J]. 能源与环保,2022,44(7):104-109.
- [3] 向康. 信息化测绘技术在全国土地调查中的运用研究[J]. 科技资讯,2026,24(4):182-184.
- [4] 张云秀. 土地调查监测中测绘地理信息技术运用探究[J]. 通讯世界,2026,33(2):134-136.
- [5] 黄群贤. 新时期土地变更调查中的测绘新技术运用[J]. 价值工程,2024,43(30):110-112.