

测绘技术在土地确权登记中的应用与精度优化

孙治敏 任行刚

淮滨县自然资源局 河南 信阳 464400

摘要: 测绘技术是土地确权登记的核心支撑,通过精准界定权属边界、量算土地面积、构建空间数据库及可视化核查,确保确权结果权威准确。传统与现代测绘技术各有优劣,需根据场景选型优化。影响测绘精度的因素包括仪器、人为、环境及数据处理误差,可通过多源数据融合、算法优化、标准化作业及自动化工具研发等策略提升精度。精度验证与评估则通过交叉验证和实地抽检确保成果符合规范要求,为土地管理提供坚实保障。

关键词: 测绘技术;土地确权登记;应用;精度优化

引言:土地确权登记是明确土地权属、保障权益、促进土地资源合理利用的重要基础工作。随着测绘技术的快速发展,其在土地确权登记中的应用日益广泛,不仅提高了确权效率,还显著提升了精度。然而,不同测绘技术各有其适用场景与局限性,且在实际应用中易受多种因素影响导致精度下降。因此,深入研究测绘技术在土地确权登记中的应用,并探索精度优化策略,对于提升确权登记质量具有重要意义。

1 测绘技术体系与土地确权需求分析

1.1 土地确权登记的核心需求

(1) 权属边界清晰化:土地确权的核心前提是明确土地权属范围,避免边界模糊引发的产权纠纷。需通过精准测绘界定承包地、宅基地等各类土地的四至边界,确保权属主体的合法权益得到有效界定与保障,为产权流转、纠纷调解提供权威依据。(2) 面积与空间位置精准化:面积准确性直接关系到土地价值评估与权益分配,空间位置精准则是土地信息化管理的基础。需实现土地面积实测精度符合规范要求,同时明确土地在空间坐标系中的具体位置,支撑后续不动产登记与管理工作。(3) 数据标准化与共享需求:土地确权数据需遵循统一的技术标准与数据规范,确保数据格式、内容、精度等统一可比,避免“信息孤岛”。同时,需满足国土、农业、住建等多部门的数据共享需求,实现数据高效流转与协同应用,提升土地管理整体效能。

1.2 常用测绘技术分类与原理

(1) 传统测绘技术:全站仪通过测角、测距实现局部区域精准定位与测量,适用于小范围、高精度的边界测量;GPS-RTK依托全球卫星定位系统,实时获取测量点的三维坐标,具备操作简便、效率较高的特点,广泛应用于常规土地确权测量。(2) 现代测绘技术:无人机倾斜摄影通过多视角影像采集与三维建模,快速获取土

地的立体空间信息,适用于复杂地形与大范围测绘;三维激光扫描(LiDAR)通过激光测距实现高精度三维点云数据采集,可精准捕捉地形、地物细节;卫星遥感(RS)依托卫星影像实现大范围土地覆盖与空间格局监测,适用于宏观尺度的土地确权辅助分析。(3) 集成技术:GNSS+GIS+RS(3S技术融合)整合卫星定位、地理信息系统与遥感技术优势,实现数据采集、处理、分析、管理的全流程一体化,可高效支撑复杂场景下的土地确权工作^[1]。

1.3 技术适用性对比分析

(1) 精度、效率、成本、操作复杂度对比:传统技术精度较高,但效率偏低、成本适中,操作对专业技能要求较高;现代技术中,无人机倾斜摄影与LiDAR精度高、效率高,可应对复杂地形,但设备成本较高,操作复杂度中等;卫星遥感效率高、覆盖范围广,但精度较低,适用于辅助分析;3S集成技术精度与效率兼具,但系统构建成本高,操作复杂度较高。(2) 不同场景的技术选型建议:平原地区农村土地确权可优先选用GPS-RTK,兼顾效率与成本;山区地形复杂区域,推荐采用无人机倾斜摄影或LiDAR,提升测量精度与效率;城市区域土地权属复杂、地物密集,可采用全站仪结合3S集成技术,确保边界与空间位置精准;大范围确权工作可结合卫星遥感与无人机倾斜摄影,实现宏观把控与精准测量结合。

2 测绘技术在土地确权登记中的具体应用

2.1 权属界线测绘

(1) 界址点采集与界线测绘:界址点是土地权属边界的核心控制点,其精准采集直接决定权属界线的准确性。采用全站仪作业时,先在测区布设控制网,通过测角、测距获取界址点的三维坐标,再依据坐标数据在实地标绘界线,适用于植被茂密、卫星信号遮挡严重的区

域,可保障复杂环境下的测量精度。GPS-RTK技术则依托实时动态定位模式,无需布设密集控制网,作业人员在实地找到界址点后,通过接收机实时获取精准坐标,同步完成界线标绘,作业效率较全站仪提升50%以上,广泛应用于平原、丘陵等卫星信号良好的农村土地确权场景,实现界址点采集与界线标绘的一体化完成^[2]。(2)无人机影像辅助解译与边界修正:针对大范围土地确权或地形复杂区域,采用无人机倾斜摄影获取高分辨率影像数据,通过影像解译技术识别土地利用边界、地物特征点,初步勾勒权属界线范围。对于实地测量中存在争议的边界区域,结合无人机影像的立体建模成果,对比分析界址点的空间位置关系,对界线进行修正优化。同时,无人机影像可作为权属界线的可视化依据,辅助确权工作人员与土地权利人沟通确认,减少边界争议,提升确权工作的公信力。

2.2 土地面积量算

(1)平面面积计算方法:解析法基于全站仪、RTK采集的界址点精准坐标,通过多边形面积计算公式(如shoelace公式)计算土地平面面积,该方法精度高,误差可控制在规范允许的 $\pm 3\text{cm}$ 范围内,是城市建设用地、农村承包地等高精度确权场景的首选方法。图解法则依托无人机影像、卫星遥感影像等图件,通过专业绘图软件对权属界线进行矢量化处理后自动量算面积,操作简便、效率高,但精度受影像分辨率影响较大,主要适用于大范围土地调查、权属初步核查等对精度要求较低的场景,或作为解析法的辅助验证手段。(2)坡地面积修正模型:在山区、丘陵等坡地地貌区,土地实际表面积大于平面投影面积,若直接采用平面面积作为确权依据,会导致土地权益分配不公。需基于三维激光扫描或无人机倾斜摄影获取的地形坡度数据,构建坡地面积修正模型,通过公式 $S_{\text{实际}} = S_{\text{平面}} / \cos\theta$ (θ 为土地坡度角)对平面面积进行修正。修正过程中,需结合实地坡度测量数据校准模型参数,确保修正后的面积精准反映坡地实际权属范围,保障土地权利人的合法权益^[3]。

2.3 空间数据建库

(1)数据库结构设计:土地确权空间数据库采用“空间数据+属性数据”的关联结构设计。空间数据层包含界址点、权属界线、土地地块等空间要素的几何信息,采用矢量数据格式存储;属性数据层涵盖土地权利人信息、土地用途、确权时间、权属证明编号等非空间信息。通过唯一标识符(如地块编码)实现两者的精准关联,确保查询某一空间要素时,可同步调取对应的权属属性信息,为土地确权登记、权属变更管理提供数据

支撑。同时,数据库需预留数据更新接口,满足后续权属调整、信息补充的需求。(2)数据格式标准化:为实现跨部门数据共享与协同应用,需对土地确权数据进行格式标准化处理。空间数据优先采用行业通用的SHP格式,该格式兼容性强,可被ArcGIS、QGIS等主流GIS软件识别;针对Web端数据发布与共享需求,将部分数据转换为GeoJSON格式,提升数据在网络平台的传输与解析效率。属性数据采用关系型数据库格式(如MySQL),规范字段名称、数据类型、编码规则等,确保不同地区、不同部门的确权数据格式统一、语义一致,打破“信息孤岛”。

2.4 成果可视化与核查

(1)三维场景重建:利用无人机倾斜摄影获取的多视角影像数据,通过三维建模软件构建测区的三维实景模型,实现土地确权成果的可视化展示。三维模型可清晰呈现地块的空间位置、地形地貌、周边地物关系,便于确权工作人员核查界址点布设的合理性、权属界线的准确性。同时,三维场景可向土地权利人直观展示确权结果,帮助其快速理解权属范围,提升确权结果的认可度。此外,三维模型还可作为土地确权档案的重要组成部分,为后续权属纠纷调解提供直观的空间依据^[4]。(2)移动端核查系统开发:基于GIS、移动互联网技术开发土地确权移动端核查系统,集成卫星定位、影像比对、数据录入等功能。核查人员携带移动终端(手机、平板)实地巡查时,可通过系统调取确权数据与实地情况比对,实时核查界址点位置、界线标绘、土地用途等信息是否一致。对于发现的问题,可通过系统现场拍摄照片、录入整改意见,同步上传至后端数据库,实现问题发现、上报、整改、复核的闭环管理。该系统大幅提升了核查工作的效率,减少了纸质记录的繁琐流程,确保核查结果的真实性与及时性。

3 土地确权登记中测绘精度影响因素与优化策略

3.1 误差来源分析

(1)仪器误差:测绘设备自身精度等级直接决定测量基准精度,如低精度全站仪的角度测量误差、GPS接收机的信号接收精度偏差,会导致界址点坐标采集出现系统性偏差。同时,设备校准周期过长会使仪器精度衰减,例如RTK接收机未按规范每月校准,其定位误差可能从厘米级扩大至分米级,严重影响确权结果准确性。(2)人为误差:操作人员未严格遵循作业规范是主要诱因,如全站仪观测时未准确对准目标、RTK作业时对中整平不规范,会产生偶然误差;而观测条件把控不当,如强光或逆光环境下未采取遮光措施、观测时间选择在卫星信

号薄弱时段,会进一步放大误差,降低数据可靠性。(3)环境误差:地形遮挡是户外测绘的主要环境干扰,山区植被茂密区域、城市高楼密集区会遮挡卫星信号或测量视线,导致GNSS定位失准、全站仪测距受阻;大气折射则会影响电磁波传播路径,尤其在高温、高湿度环境下,大气折射率变化会导致距离测量与高程测量出现偏差,且误差具有随机性。(4)数据处理误差:坐标转换过程中,若基准面选择不当、转换参数求解精度不足,会导致不同坐标系下的测量数据出现偏差;而三维建模、面积计算等环节的模型简化,会忽略地形细微起伏、边界不规则特征等细节,导致处理结果与实际情况存在偏差,尤其在坡地、不规则地块确权中影响更为显著。

3.2 精度优化方法

(1)技术层面:多源数据融合,通过惯性测量单元(IMU)弥补GNSS在信号遮挡区域的定位缺陷,利用两者数据互补性提升动态定位精度,尤其适用于山区、城市复杂环境下的界址点采集;算法优化,抗差估计可有效剔除观测数据中的粗差,减少异常值对结果的影响,卡尔曼滤波算法则能平滑动态测量数据,降低随机误差,提升数据稳定性。(2)管理层面:标准化作业流程制定,明确各测绘环节的操作规范,包括仪器校准要求、观测条件选择标准、数据记录格式等,如规定RTK作业前需完成单点校正、观测时卫星数不低于6颗;质量检查与验收机制,建立“过程检查+最终验收”双重管控模式,过程中核查界址点采集精度,最终通过抽样检测验证成果精度,确保不符合要求的成果及时整改。(3)工具层面:自动化处理软件研发,开发批量数据处理脚本,实现坐标转换、面积计算、数据格式标准化等流程的自动化,减少人工干预导致的误差,同时提升处理效率;云端协同平台构建,整合测绘数据采集、处理、存储、共享功能,实现作业人员、审核人员实时协同,便于及时发现并修正数据处理过程中的偏差,保障数据一致性^[5]。

3.3 精度验证与评估

(1)验证方法:交叉验证通过不同测绘技术手段对

比验证,如采用全站仪实测数据与RTK采集数据比对,或无人机倾斜摄影建模成果与三维激光扫描数据交叉核验,判断数据一致性;实地抽检则按比例抽取确权地块,采用高精度仪器(如静态GNSS)重新测量界址点坐标、核算土地面积,验证成果精度是否符合规范要求,抽检比例不低于总地块数的5%。(2)评估指标:中误差用于衡量测量数据的离散程度,界址点平面位置中误差需控制在 $\pm 5\text{cm}$ 以内(平原地区)、 $\pm 10\text{cm}$ 以内(山区);相对误差用于评估面积量算精度,农村承包地面积相对误差不得超过1%;符合性检验通过对比实测成果与规范标准的差异,判断成果是否满足确权登记要求,若误差超出允许范围,需追溯误差来源并重新作业,确保最终成果符合精度标准。

结束语

测绘技术作为土地确权登记的关键支撑,其精准应用与持续优化对于保障土地权属清晰、促进资源合理配置至关重要。通过融合传统与现代测绘手段,结合多源数据融合、算法优化及标准化管理,可有效提升确权精度与效率。未来,随着技术迭代与智能化发展,测绘技术将在土地确权中发挥更高效、更精准的作用,为国土空间治理现代化提供坚实的数据基石,助力乡村振兴与城乡统筹发展。

参考文献

- [1]李建军,普巴.新型测绘技术在土地确权中的创新及应用探索[J].石材,2024,(12):94-96.
- [2]汪志刚.无人机测绘技术在农村集体土地确权中的应用[J].住宅与房地产,2024,(15):95-97.
- [3]李明,王强,张伟.现代测绘技术在农村集体土地确权登记发证中的应用研究[J].地理信息世界,2023,30(2):45-50.
- [4]陈华,刘洋,赵敏.基于“3S”技术的农村土地确权数据整合与共享机制[J].国土资源遥感,2024,36(1):78-84.
- [5]周涛,吴静,郑磊.无人机测绘与三维激光扫描在农村宅基地确权中的协同应用[J].测绘科学,2023,48(4):112-118.