

无人机航测提升农村土地确权精度研究

吴赵本卓 杜程前 汪盼 卞延江 孙世杰
安徽信息工程学院 安徽芜湖 241000

摘要:农村土地确权是维护农民权益、保障农村社会稳定的基石。然而,传统测量方法存在效率低、精度不均、成本高等瓶颈,制约了确权工作的精准落地。本研究系统分析了农村土地确权的工作现状与关键问题,重点探讨了无人机航测技术如何通过构建“无人机航测+实景三维”的技术体系,实现高精度、高效率的数据获取;通过打造“空天地一体化”的协同模式,提升工作透明度与公信力;并通过深化多源数据融合与智能分析,拓展确权成果的应用价值。研究表明,无人机航测技术是破解当前确权难题、服务“数字乡村”建设的有效路径,具有极高的推广价值。

关键词:无人机航测;农村土地确权;实景三维模型;精度

前言

近年来,为深化农村改革与实施乡村振兴战略,国家持续推进农村土地确权登记颁证工作,其成果是维护农民土地权益、促进农村社会稳定的基石。然而,传统测量手段效率低、精度差、成本高,已成为制约确权工作全面精准落地的瓶颈,导致权属争议频发,影响了《关于引导农村土地经营权有序流转发展农业适度规模经营的意见》及新一轮深化农村宅基地制度改革试点等重大政策的实施效能。在此背景下,探索高效、精准的新型技术路径迫在眉睫。本研究聚焦于无人机航测技术,旨在系统分析其如何通过高分辨率遥感与实景三维建模,有效破解当前确权工作中的核心难题,为提升土地管理现代化水平、切实保障农民合法权益提供可靠的技术支撑。

一、农村土地确权工作的现状分析

(一)传统确权方法的主流应用现状

当前,我国农村土地确权的外业测量仍以传统方法为主导,形成了“GPS-RTK技术为主、全站仪为辅、人工丈量为补充”的多元化技术格局。GPS-RTK凭借厘米级高精度和较高作业效率,成为开阔地区界址点测量的主力,尤其适用于平原、丘陵等大面积地块的快速坐标采集,但其依赖卫星信号的特性在遮挡密集区域表现受限;全站仪则以其稳定性和可靠性,在村庄内部、林木密集区或地形复杂区域通过导线测量保障数据连续性,成为信号弱区的必要补充,尽管其作业流程繁琐、通视要求高;人工皮尺丈量则因成本低、操作灵活,在零星

宅基地、历史遗留地块或权属初步调查中仍有应用,但精度和效率难以满足大规模确权需求。这三种方法在实践中常根据地物复杂度、成本预算和任务进度动态组合,形成了覆盖不同场景的混合技术体系,积累了丰富的地方实践经验与数据基础,但也暴露出效率瓶颈、精度不均及人为主观误差等问题,亟需通过技术升级优化工作模式。

(二)政策与组织实施现状

农村土地确权工作是在国家顶层设计推动下的系统性工程,呈现出“中央统筹、省负总责、县抓落实”的组织特征与标准化推进格局。政策层面,自2013年中央一号文件部署全面开展土地承包经营权确权登记颁证以来,国家层面持续加强制度供给,农业农村部、自然资源部等部门相继出台《农村土地承包经营权调查规程》等一系列技术规范与政策文件,构建起全国统一的制度框架与技术标准,为地方实践提供了明确依据。在组织实施上,各地普遍设立由农业、自然资源、财政等多部门组成的专项工作领导小组,建立跨部门协同机制,并以县级政府为实施主体,通过招投标引入专业测绘单位承担具体调查、建库与制图任务,形成“政府主导、技术支撑、村级协调、农民参与”的四位一体工作模式。流程上严格遵循“准备—权属调查—内业成图—审核公示—登记颁证—成果汇交”等关键环节,强调全程公开与农民知情参与,特别在公示阶段通过村级张榜等形式广泛征求意见并纠错修正,切实保障成果公信力。最终形成的“图、表、册、簿、证”一致的确权成果,不仅

有效确认农民土地权益，也为后续融入不动产统一登记体系、构建现代农村产权制度奠定了坚实基础，推动土地管理向规范化、信息化与长效化方向发展。

（三）新兴技术应用的初步探索

随着信息技术革命的深入，以无人机航测、高分辨率卫星遥感和地理信息系统（GIS）为代表的新兴技术已在土地确权领域展开了广泛的初步探索与应用。无人机航测技术因其机动灵活、成本可控、分辨率高等优势，在众多技术路径中脱颖而出，被广泛应用于为确权工作提供高清晰度的正射影像底图（DOM）。这些影像底图作为工作底图，极大地辅助了内业人员初步判读地块边界和进行权属调查，有效减少了外业盲目性。同时，基于倾斜摄影技术生成的实景三维模型，也开始在部分试点地区用于复杂地形的地块面积量算和空间关系分析，展现了其直观、精准的潜力。此外，GIS技术则贯穿于确权数据的建库、管理和分析全过程，实现了空间图形与属性信息的一体化管理。这些技术的融合探索，正逐步改变着单一依赖传统测量的工作模式，预示着土地确权工作正向数字化、信息化方向转型升级。

二、农村土地确权工作中存在的关键问题

（一）传统方法效率低下与精度不均

传统测量方法在实际应用中暴露出显著的效率瓶颈与精度失衡问题。在效率方面，GPS-RTK技术严重依赖卫星信号，在村庄内部、山区林地等遮挡密集区域信号失锁频繁，导致作业中断，需反复寻找测点，极大拖慢了整体进度；而全站仪测量则需频繁转站、架设仪器，并严重依赖通视条件，流程繁琐，日均可完成的地块数量十分有限。在精度层面，传统方法高度依赖作业人员的责任心与技术水平，在田埂、垄沟等边界模糊地带，对界址点的判读与取舍存在较大主观性，易引入人为误差。更重要的是，这些方法获取的是离散的“点”状数据，难以完整、连续地反映地块边界的真实形态，尤其在曲线边界或不规则地块上，精度保障不足。这种效率与精度的不均衡，直接导致项目周期漫长、成本高企，且成果质量难以保持统一标准。

（二）项目管理与信息不对称

在项目管理与沟通环节，存在着流程冗杂与信息壁垒的双重困境。组织实施上，多部门协同机制不畅，农业部门、自然资源部门及测绘单位之间的数据标准与业务衔接常出现断层，导致“数出多门”甚至相互矛盾。工作流程上，从外业测量、内业制图到村级公示、农民

确认，环节众多且依赖人工传递与核验，任何一个节点的延误或差错都可能引发后续连锁反应。最为突出的问题是信息不对称，公示材料多为抽象的线划图，非专业的农民难以将图纸上的界线与实地情况准确对应，无法有效行使知情权和监督权。这种“看不懂”的公示在很大程度上流于形式，不仅为后续的土地纠纷埋下隐患，也严重挫伤了农民参与的积极性与对确权结果的信任度。

（三）技术融合与数据应用深度不足

尽管新兴技术已开始应用，但其潜力远未得到充分释放，存在明显的“重采集、轻应用”现象。当前的技术应用多呈碎片化，例如无人机航测往往仅用于生产正射影像底图，其背后蕴含的高精度实景三维模型、点云数据等丰富信息未被深入挖掘，与GIS空间分析、人工智能识别等技术的融合度很低。这导致数据处理停留在表面，无法实现地块边界的半自动提取、变化区域的智能检测，仍需大量人工介入判读与勾绘，效率提升有限。此外，确权成果形式单一，大多止步于满足发证要求的平面图纸和登记簿，未能与农村宅基地管理、土地流转、乡村规划等后续深度应用建立有效关联，形成了“数据孤岛”，未能将宝贵的测绘数据资产转化为服务于乡村综合治理与发展的决策支持能力。

三、基于无人机航测提升确权精度的对策研究

（一）构建“无人机航测+实景三维”的高精度数据获取与处理体系

为从根本上解决传统测量方法效率低下与精度不均的难题，应系统性地构建以“无人机航测+实景三维”为核心的高精度数据获取与处理体系。首先，在数据获取端，需进行精细化的航测方案设计：针对农村土地确权项目区地形起伏、地物复杂的特点，采用搭载高精度差分GNSS模块的垂直起降固定翼或多旋翼无人机平台，搭配2000万像素以上的倾斜摄影相机；飞行规划需确保航向与旁向重叠度均不低于80%，并依据成图比例尺（如1:500）要求设置相应的地面分辨率（优于5厘米），同时通过仿地飞行功能适应地形变化，保障影像数据的全局清晰与无死角覆盖。其次，在数据处理环节，引入先进的实景三维建模技术：利用ContextCapture、Pix4D等专业处理软件，结合无人机自带的POS数据，通过空中三角测量、密集匹配等算法，自动化生成高精度的真数字正射影像图、数字表面模型以及具有真实纹理的实景三维模型。该模型不仅是可量测的，更具备精确的地理坐标，能够作为所有界址点、线、面信息提取的唯一、

权威、可视化的“底图”，从而将传统的离散点测量提升为对连续地表的整体精细化测绘。最后，必须建立严格的精度验证与质量控制流程：通过在测区均匀布设并测量一定数量的地面检查点，将无人机航测成果与高等级RTK测量结果进行比对，确保其平面与高程中误差满足《地籍调查规程》的精度要求，从而为土地确权提供合法、合规、可靠的技术保障。

（二）打造“空天地一体化”的协同工作与透明公示模式

为解决项目管理协同不畅与信息不对称问题，必须革新传统工作模式，打造一个以无人机航测成果为枢纽的“空天地一体化”协同工作与透明公示模式。该模式的核心在于重构内外业工作流程：在“空”与“天”层面，利用无人机快速获取全区最新影像数据；在“地”层面，基于生成的实景三维模型和正射影像图，内业人员可先在计算机上进行地块边界的预判读与初步勾绘，形成带有清晰影像背景的预编工作底图。随后，外业人员携带此底图赴现场，与土地权利人一同进行实地指认、核实与调整，实现“图-地”互证，此举极大减少了外业盲目奔波，将内外业工作紧密结合，提升了协同效率。在公示与公众参与环节，该模式能实现革命性突破：彻底摒弃抽象难懂的线划图，取而代之的是采用高分辨率、高清晰度的正射影像图或直接在实景三维模型上进行成果公示。农民可以像查看高清卫星地图一样，直观地辨认出自家的房屋、田埂、树木等地物，轻松理解地块边界的位置和走向，使得公示过程从“被动告知”转变为“主动确认”，有效保障了农民的知情权、参与权和监督权，从源头上减少了因误解产生的权属纠纷。此外，最终确认的矢量数据可无缝对接至县级不动产统一登记信息平台，实现从调查到登记的全流程数字化管理，打破部门间的信息壁垒。

（三）深化“多源数据融合与智能分析”的全流程应用

为突破当前技术应用肤浅、数据价值挖掘不足的瓶颈，必须深化无人机航测数据的全流程应用，推动其从“测绘工具”向“分析引擎”转变，核心在于多源数据融合与智能分析。首先，强化多源数据融合：将本次获取的高精度无人机航测数据与历史地籍图、二轮土地承包合同图件、高分辨率卫星遥感影像等进行时空叠加与

一致性比对，通过变化检测技术快速识别出地块合并、分割、侵占或地类变化等矛盾区域，为外业核查提供精准目标，提高问题解决的针对性。其次，引入人工智能技术提升自动化水平：利用深度学习算法，对无人机影像中的田埂、道路、水渠、篱笆等具有明显光谱或纹理特征的地物进行识别和语义分割，训练模型实现地块边界的半自动或自动提取。这不仅能将内业矢量化工作量减少50%以上，大幅提升效率，还能降低人为主观判读带来的不确定性。最后，拓展成果应用的深度与广度：确权成果不应仅是图纸和证书，而应成为活的“数据资产”。基于实景三维模型，可以生成用于乡村规划的三维电子沙盘，进行精准的土方量算、日照分析；结合承包经营权属性信息，可快速统计各类用地面积，为土地流转、规模经营提供可信的数据支撑；最终，形成一个集地籍管理、农情监测、乡村治理于一体的“数字乡村”时空信息平台，真正实现“一次投入、多次产出”，为乡村振兴战略的深入实施奠定坚实的数据基石。

结论

本研究通过系统分析表明，将无人机航测技术应用用于农村土地确权工作，是解决传统方法弊端的有效路径。通过构建“无人机航测+实景三维”的技术体系，能够实现高精度、高效率的数据获取；通过打造“空天地一体化”的协同模式，可显著提升工作透明度与公信力；通过深化多源数据融合与智能分析，更能拓展成果应用的深度与广度。实践证明，该技术体系不仅能够精准破解当前确权工作中的测量与管理难题，确保确权成果的客观公正，其产出的丰富地理信息数据更可成为构建“数字乡村”、服务后续土地管理与乡村振兴战略的宝贵资产，具有极高的推广价值。

参考文献

- [1] 刘阳. 基于无人机航测技术的农村土地确权精度提升研究[J]. 新疆钢铁, 2025, (02): 193-195.
- [2] 林焱君, 马灿达, 苏秋群. 基于无人机航测技术的土地确权工作的优缺点浅析[J]. 南方农机, 2024, 55(05): 4-8+35.
- [3] 赵政文. 无人机航测在农村土地确权中的应用[J]. 价值工程, 2020, 39(36): 179-180.