

无人机倾斜摄影在农村宅基地确权中的应用

吴 凡

江苏华东地质环境工程有限公司 江苏 南京 210000

摘 要：随着农村土地制度改革的深入推进，农村宅基地确权工作成为保障农民权益、促进农村土地合理利用的重要举措。传统农村宅基地确权方法存在效率低、精度差、成本高等问题。无人机倾斜摄影技术作为一种新兴的地理信息获取手段，具有高效、高精度、低成本等优势，在农村宅基地确权中展现出巨大的应用潜力。本文详细阐述了无人机倾斜摄影技术的原理和特点，分析了其在农村宅基地确权中的应用流程和优势，最后对无人机倾斜摄影技术在农村宅基地确权中的应用前景进行了展望。

关键词：无人机倾斜摄影；农村宅基地确权；地理信息获取

1 引言

农村宅基地是农民安身立命之本，是农村发展的重要资源。农村宅基地确权登记发证工作，对于明晰农村宅基地产权关系，依法保护农民合法权益，促进农村社会和谐稳定，推进城乡统筹发展具有重要意义。然而，传统的农村宅基地确权方法主要依赖于人工实地测量和纸质资料记录，存在测量精度低、工作效率低、数据更新困难等问题，难以满足大规模、高效率的确权工作需求。近年来，随着无人机技术和摄影测量技术的飞速发展，无人机倾斜摄影技术应运而生。该技术通过搭载多台传感器从不同角度采集地面影像，能够获取丰富、真实的地面信息，生成高精度的三维模型，为农村宅基地确权提供了新的技术手段和方法。

2 无人机倾斜摄影技术原理和特点

2.1 技术原理

无人机倾斜摄影技术借助搭载的多台（通常5台）高分辨率数码相机，从垂直及倾斜（一般为45°左右）多角度采集地面影像。一台相机垂直拍摄正射影像，其余四台分别朝前后左右倾斜拍摄倾斜影像。经摄影测量软件处理，利用影像重叠关系与特征点匹配算法构建三维点云，生成高精度三维模型、DOM、DSM等产品。

2.2 技术特点

一是高效性：无人机灵活机动，能快速抵达作业区，短时间内完成大面积影像采集，缩短作业周期，提升效率。二是高精度：多视角影像匹配与密集点云生成可获取高精度地面信息，平面与高程精度在合适条件下可达厘米级，满足农村宅基地确权精度要求。三是真实性：倾斜影像真实呈现地物外观、结构与纹理，生成的三维模型真实感强、可视化效果好，便于直观识别宅基地边界、房屋形状位置，减少确权争议^[1]。四是低成本：

设备购置成本低于传统航空摄影与卫星遥感，作业无需大量地面控制点与复杂后勤保障，降低作业成本。五是数据丰富：影像数据含几何、纹理与色彩信息，可生成三维模型、DOM、DSM、DLG等多种地理信息产品，为农村宅基地确权等提供数据支持。

3 无人机倾斜摄影在农村宅基地确权中的应用流程

3.1 前期准备

收集农村宅基地所在区域的基础地理信息资料，如地形图、行政区划图、土地利用现状图等；了解当地的宅基地政策、确权标准和相关法律法规；收集已有的宅基地权属资料，如土地证、房产证等。根据作业区域的地形地貌、建筑物分布和精度要求等因素，合理规划无人机的飞行航线、飞行高度、飞行速度和影像重叠度等参数。一般来说，飞行高度应根据相机参数和地面分辨率要求确定，飞行速度不宜过快以保证影像质量，影像重叠度（航向重叠度和旁向重叠度）应不低于60%-80%，以确保影像匹配的可靠性^[2]。对无人机及其搭载的相机、姿态传感器、GPS定位系统等设备进行全面检查和调试，确保设备正常运行。检查相机的焦距、光圈、快门速度等参数设置是否合理，姿态传感器和GPS定位系统的精度是否满足要求。

3.2 外业数据采集

在作业区域内均匀布设一定数量的像控点，像控点的布设密度应根据地形复杂程度和精度要求确定，一般每平方千米布设5-10个像控点。像控点应选择明显、稳定、易于识别的地物点上，如道路交叉口、房屋角点等，并使用GPS-RTK或全站仪等测量设备精确测量像控点的坐标和高程。按照预先规划的飞行航线进行无人机飞行作业。在飞行过程中，要密切关注无人机的飞行状态和影像采集情况，确保影像质量符合要求。如遇到恶

劣天气、信号干扰等异常情况，应及时停止飞行，待条件允许后再继续作业。

3.3 内业数据处理

对采集的影像进行辐射校正、几何校正等预处理操作，消除影像的畸变和色彩差异，提高影像质量。辐射校正主要是去除影像的噪声和光照不均匀影响，几何校正则是将影像纠正到统一的坐标系下，使其与地面实际位置相对应。利用摄影测量软件对预处理后的影像进行空中三角测量（空三加密），通过特征点匹配和光束法平差计算，求解影像的外方位元素和加密点的坐标。空三加密是倾斜摄影数据处理的关键环节，其精度直接影响到后续三维模型的生成质量。基于空三加密的结果，采用密集匹配算法生成高精度的三维点云，然后对点云进行滤波、分类和建模处理，生成三维模型^[3]。在建模过程中，可以根据需要对模型进行简化和优化，以提高模型的显示效率和可视化效果。利用三维模型和影像数据生成数字正射影像图（DOM）和数字表面模型（DSM）。

3.4 确权信息提取与处理

在生成的DOM上，根据实地调查和权属资料，结合三维模型的可视化效果，由专业人员勾绘出宅基地的边界。勾绘过程中要充分考虑到宅基地的实际使用情况和相关政策规定，确保边界的准确性和合理性。从三维模型中提取房屋的形状、高度、层数等信息，并结合DOM上的纹理信息，对房屋进行分类和属性标注。房屋信息的提取有助于准确计算宅基地的建筑面积和建筑占地面积，为确权登记提供依据^[4]。利用GIS软件对勾绘的宅基地边界和提取的房屋信息进行面积量算，分别计算宅基地的用地面积、建筑面积和建筑占地面积等。对量算结果进行统计和分析，生成宅基地确权登记所需的各类报表和图件。

3.5 质量检查与成果输出

对生成的DOM、DSM、三维模型、确权信息等成果进行质量检查，检查内容包括几何精度、逻辑一致性、完整性、属性准确性等方面。采用内业检查和外业抽查相结合的方式，对发现的问题及时进行整改，确保成果质量符合相关标准和要求^[5]。将质量检查合格的成果按照规定的格式和要求进行输出，包括纸质图件（如宅基地确权登记图、宗地图等）和电子数据（如三维模型数据、DOM数据、确权信息数据库等）。输出的成果应满足农村宅基地确权登记发证工作的需要，为后续的土地管理和利用提供基础数据支持。

4 无人机倾斜摄影在农村宅基地确权中的应用优势

4.1 提高确权工作效率

传统的农村宅基地确权工作需要大量的人力、物力和时间投入，工作人员需要逐户进行实地测量和调查，工作效率低下。而无人机倾斜摄影技术能够在短时间内完成大面积的影像采集和数据处理工作，大大缩短了确权周期^[6]。例如，在一个中等规模的村庄，采用传统方法进行宅基地确权可能需要数月甚至数年的时间，而使用无人机倾斜摄影技术，仅需几天到一周左右的时间即可完成影像采集和初步数据处理，后续的确权信息提取和成果制作工作也能在较短时间内完成。

4.2 提升确权精度和质量

无人机倾斜摄影技术通过多视角影像匹配和密集点云生成，能够获取高精度的地面信息，生成的DOM和三维模型具有较高的几何精度。在宅基地边界勾绘和房屋信息提取过程中，工作人员可以结合三维模型的可视化效果，更准确地识别和判断地物的位置和形状，减少了人为误差的影响。同时，倾斜影像的真实性有助于工作人员更直观地了解宅基地的实际情况，避免因信息不完整或不准确而导致的确权争议，提高了确权工作的质量和公信力。

4.3 降低确权成本

传统农村宅基地确权方法需要购置大量的测量仪器设备，如全站仪、GPS接收机等，并且需要雇佣大量的专业测量人员进行实地测量，成本较高。而无人机倾斜摄影设备的购置成本相对较低，且作业过程中不需要大量的地面控制点和复杂的后勤保障，减少了人力和物力的投入。此外，无人机倾斜摄影技术的高效性也降低了时间成本，使得整个确权工作的成本大幅降低。

4.4 实现确权数据的动态更新

农村宅基地的使用情况处于不断变化之中，传统的确权数据更新困难，难以及时反映宅基地的实际变化情况。无人机倾斜摄影技术可以定期对农村宅基地进行影像采集和数据处理，快速生成最新的三维模型和DOM等数据产品。通过对比不同时期的数据，可以及时发现宅基地的变更情况，如新建房屋、拆除房屋、宅基地面积变化等，并对其进行更新和记录，实现确权数据的动态管理，为农村土地资源的合理利用和规划提供准确的数据支持。

4.5 增强确权成果的可视化和共享性

无人机倾斜摄影技术生成的三维模型具有高度的真实感和可视化效果，能够直观地展示农村宅基地的空间分布、形态特征和相互关系。确权成果不仅包括传统的纸质图件和表格数据，还包括丰富的电子数据，如三维模型、DOM等。这些电子数据可以通过网络平台进行共

享和发布,方便政府部门、农民群众和社会公众查询和使用,提高了确权成果的透明度和利用效率。

5 案例分析

5.1 项目概况

某市开展农村宅基地确权登记发证工作,涉及多个乡镇的数千户宅基地。项目区域地形复杂,包含山地、丘陵和平原等多种地貌类型,建筑物分布密集且形态各异。为了提高确权工作效率和质量,项目采用无人机倾斜摄影技术进行数据采集和处理。

5.2 作业实施

飞行规划与像控点布设:根据项目区域的地形和建筑物分布情况,将作业区域划分为多个小块,分别规划飞行航线。飞行高度设定为120米,航向重叠度和旁向重叠度均为80%。在作业区域内均匀布设像控点,共布设像控点120个,像控点间距约为200-300米。

外业数据采集:使用五镜头倾斜摄影无人机进行飞行作业,共飞行15个架次,采集影像数据约5000张。飞行过程中,天气状况良好,影像质量符合要求。

内业数据处理:采用专业的摄影测量软件对影像进行预处理、空三加密、三维模型生成、DOM和DSM制作等操作。经过数据处理,生成了高精度的三维模型、DOM和DSM等数据产品,其中DOM的平面精度达到5厘米,高程精度达到8厘米。

确权信息提取与处理:在生成的DOM上,由专业人员勾绘宅基地边界,提取房屋信息,并进行面积量算和统计。共勾绘宅基地边界3200余条,提取房屋信息4500余处,量算宅基地用地面积约120万平方米,建筑面积约80万平方米。

质量检查与成果输出:对生成的成果进行质量检查,共发现并整改问题50余处。质量检查合格后,输出纸质图件和电子数据,包括宅基地确权登记图、宗地图、三维模型数据、DOM数据等,为农村宅基地确权登记发证工作提供了有力的数据支持。

5.3 应用效果

通过应用无人机倾斜摄影技术,该项目在短时间内

完成了大面积的农村宅基地确权工作,工作效率比传统方法提高了5倍以上。确权成果的精度和质量得到了显著提升,宅基地边界勾绘的误差控制在10厘米以内,房屋面积量算的误差控制在3%以内。同时,项目成本较传统方法降低了约30%,实现了经济效益和社会效益的双赢。此外,生成的三维模型和DOM等数据产品为农村土地规划、管理和利用提供了直观、准确的基础数据,受到了政府部门和农民群众的一致好评。

结语

无人机倾斜摄影技术在农村宅基地确权中具有效率高、精度好、成本低、数据动态更新和可视化强等优势。但存在数据处理复杂、易受环境影响、质量控制难及标准不完善等问题,需加强技术能力和制度建设。未来,随着无人机、AI和地理信息技术的发展,该技术将向更高精度、更高智能化方向演进,实现宅基地边界自动勾绘与信息提取,并与GIS、遥感等深度融合,提供全面、实时的数据支持,助力农村土地管理和乡村振兴战略实施。

参考文献

- [1]栾德刚,郝悦平,武志芳,等.无人机倾斜摄影三维建模技术在农村宅基地管理中的应用[J].中国农业信息,2022,34(03):61-69.
- [2]赵爱华,王少文.无人机倾斜摄影测量在农村不动产调查中的应用——以兰溪市农村宅基地及住房权籍调查为例[J].科学技术创新,2021,(26):82-84.
- [3]梁毅祥.基于无人机倾斜摄影技术的农村宅基地地籍测量方法研究[J].工程技术研究,2024,9(18):195-197.
- [4]刘明,罗芬.基于无人机倾斜摄影的房地一体化农村宅基地测量方法研究[J].内蒙古煤炭经济,2021,(14):198-199.
- [5]梁玉球.基于无人机倾斜摄影的农村不动产测量[J].北京测绘,2025,39(05):725-729.
- [6]王丽萍.无人机倾斜摄影在农村不动产测量中的应用[J].科学技术创新,2025,(04):48-51.