

# 无人机倾斜摄影在农村不动产权籍调查中的应用

## Application of UAV Tilt Photography in Rural Real Estate Register Investigation

姜茵 李刘贤

Yin Jiang Liuxian Li

自然资源部海南测绘产品质量监督检验站 中国·海南 海口 570203

Hainan Surveying and Mapping Product Quality Supervision and Inspection Station of the Ministry of Natural Resources, Haikou, Hainan, 570203, China

**摘要:** 论文主要介绍无人机倾斜摄影在农村不动产权籍调查中的应用,以定安县龙湖镇的调查项目为例,摄区面积 1.5km<sup>2</sup>,采用无人机倾斜摄影测量方法确定测区内农村宅基地及集体土地权属、界址范围、面积以及土地利用状况,结合外业调绘完成地籍图的编制等工作。

**Abstract:** This paper mainly introduces the application of UAV tilt photography in the rural real estate cadastral survey. Taking the rural homestead and housing ownership survey project in Longhu Town, Ding'an County as an example, the photography area is 1.5km<sup>2</sup>. The UAV tilt photography survey technology is used to determine the ownership, boundary, area and utilization of collective land in the survey area, and the detailed, true and accurate cadastral map is completed in combination with field mapping.

**关键词:** 无人机; 倾斜摄影; 房地一体; 三维建模

**Keywords:** UAV; tilt photography; integration of housing and land; 3D modeling

**DOI:** 10.12346/se.v4i4.7375

## 1 引言

农村房地一体、集体建设用地不动产权籍调查和确权登记发证等工作,是明确农村宅基地使用权、集体建设用地使用权以及地上房屋所有权的产权关系,依法保护各所有权利人的合法权益,明确规范农村宅基地和集体建设用地等不动产的管理行为规范,是促进社会主义新农村建设的一项基础性、公益性工作。

无人机技术出现以前,不动产测量常采用 GNSS 接收机 RTK 模式、全站型电子速测仪及手持式激光测距仪等进行实地测量的方法,该方法工作量极大,且效率低下、野外工作周期长、人工及经济投入高。近年来,伴随无人机技术的快速发展和倾斜摄影测量技术的广泛使用,将多镜头多角度搭载在无人机上进行近地面倾斜航空摄影测量,可获取到多角度的影像采集数据,依据需求制作成数字高程模型 (DEM)、数字表面模型 (DEM)、数字正射影像图 (DOM) 和数字线划地图 (DLG) 等 4D 产品,具有效率高、成本低、

数据精确、实时高效现势性强等特点。因此,研究地籍测量、宅基地测量中采用无人机倾斜摄影的技术可实现农村宅基地快速调查测量,对于农村不动产房地一体测绘工作具有重要意义。

## 2 无人机倾斜摄影原理

倾斜三维测图是应用倾斜摄影及实景三维模型技术对采集的测区内地形、地貌等数据后利用实景三维模型进行建模,用搭载多方向镜头的低空无人机进行倾斜摄影测量,结合测区面积、布局、实地的地形情况,进行航线设计,通过飞行平台、飞控系统、地面监控系统等采用航空摄影技术全方位获取高分辨率影像。设计像控点位置与分布,像控点测量可采用 GNSS 接收机 RTK 模式进行测设。使用 Pix4Dmapper 等软件,对原始的航摄照片进行空中三角加密、刺点、空间模型建立等步骤工作后,可在航摄照片上生成有地理空间位置信息及矢量点、线、面等地理空间数据集。再

【作者简介】姜茵 (1980-), 女, 中国海南海口人, 本科, 工程师, 从事测绘仪器计量检定、工程测绘及不动产测绘等研究。

依据用户的不同需求，提供满足生产和管理需要的各类成果数据。

### 3 无人机倾斜摄影测量在不动产领域应用

应用无人机搭载多角度摄影镜头的倾斜摄影测量技术开展建筑物、构筑物测量，可以利用倾斜摄影的高冗余度、全方位的影像重叠，提高影像匹配精度，不同于传统立体测图，其所见即所得的采集方式可精确获取建筑物角点信息，不受房檐遮挡影响，非常适用于地籍测量房屋的界址点获取，可快速、详实、客观、精确的对地籍图、房产分区分户图等进行自动化批量制作，替代传统以人工为主采集方式。

斜摄影测量技术与外业权属调查调绘、GIS 技术等相结合，使地籍图等与权利人等属性进行关联，建立权属调查库，满足日常管理及不动产登记颁证的地理信息数据管理平台。

### 4 实例分析

论文以定安县龙湖镇的农村宅基地与房屋权属调查项目为例，选取陈村为倾斜航飞区，摄区面积 1.5km<sup>2</sup>，采用倾斜摄影测量技术确定测区内集体土地权属、界址点、界址线、土地及建构筑物面积以及利用状况，每一宗宅基地的权属界限、地上附属物坐落、面积、四至墙界，结合外业调绘确定权属性质、权利人、建筑结构、建成年份、房屋用途等基本情况，明晰产权归属，完成详细、真实、准确的地籍图等工作。

#### 4.1 航线设计及像控点布设

为满足地籍测量 7.5cm 精度需求，根据测区踏勘的情况，采用地面分辨率 1.5cm，航高为 96m，航向重叠度为 80%，旁向重叠度为 70%，预计飞行时间为 45min。

航线图及像控点布设图见图 1。



图 1 航线图及像控点布设图

测区共布设 15 个像控点（外围 8 个作控制点，内部 7 个作检查点），像控点为 2000 国家大地坐标系，高斯三度带投影，中央经线 110°，1985 国家高程基准。像控点采用专用像控点测量标志并使用油漆喷绘，利用海口市连续运行卫星定位基准站系统（HiCORS）的 RTK 测量模式进行标靶中心坐标测量，每点位进行 2 个测回，相对邻近基本控制点的点位中误差不大于 ±10mm，相对于邻近高程控制点的高程中误差不大于 ±20mm<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 航飞平台

数据采集航飞平台使用飞马 D2000 无人机系统，系统

标准起飞重量 2.8kg，续航时间 74min。

待像控点布测完成后即可进行飞行数据采集，D2000 采用无遥控器全自动起降，无需人工干预，即可保障数据采集。飞行完成后及时下载数据，包括照片、机载 POS、机载 GPS 数据、基站数据，并现场检查数据质量及完整性。

#### 4.3 数据处理

将无人机采集的影像数据、POS 数据、地面控制点等原始数据导入进行预处理，对测区范围内影像重叠度及影像质量、飞行质量等进行检查，对于符合要求的及质量不达标数据进行重飞补测<sup>[2]</sup>。

将预处理合格的相关数据导入 SMART3D 软件，经过空中三角加密、区域网约束平差、多视影像匹配、生成数字表面模型、正射影像纠正、三维模型建立等步骤，形成三维模型成果。

数据处理流程如图 2 所示，影像获取见图 3。

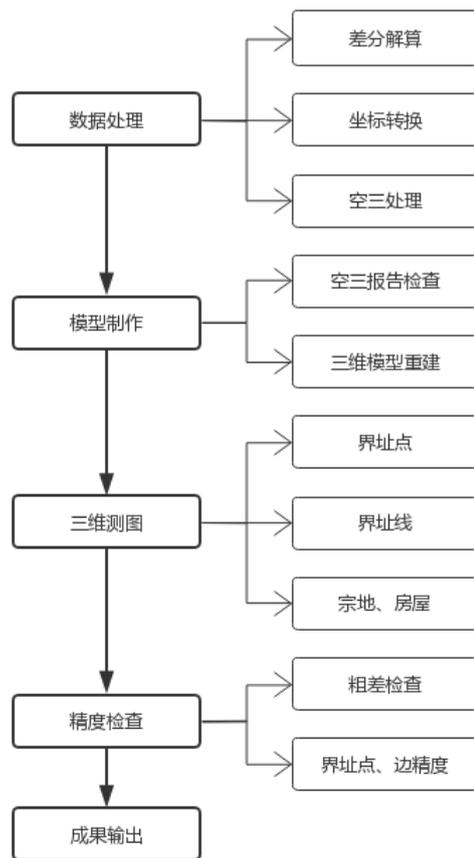


图 2 数据处理流程

#### 4.4 精度检查

地籍测绘等精度评定通常依据界址点点位误差精度和面积测算精度。为了验证成果精度，采用数据均匀抽检的手段，使用 GNSS 接收机、全站型电子速测仪结合手持式激光测距仪，对抽检的房屋界址点坐标及房屋建筑面积量进行实地

人工测量与内业计算，与本案例中提交的无人机倾斜摄影测量成果数据进行精度比对。依据 TD/T 1001—2012《地籍调查规程》《海南省农村不动产权籍调查和确权登记发证工作实施细则》等标准规范及相关文件规定，二级房产界址点精度中界址点相对于邻近控制点的点位误差和相邻界址点间的间距误差中误差不大于 7.5cm，允许误差不大于 15cm。本次试验采集作业区 50 个宅基地界址点的数学精度检测依

据 GB/T 24356—2009《测绘成果质量检查与验收》中的同精度检测<sup>[3]</sup>，公式如下：

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2}{2n}}$$

其中，M为成果中误差；n为检查点总数；Δ为点位较差。界址点精度检测统计表见表 1。



图 3 影像获取

表 1 界址点精度检测统计表

序号	成果坐标		检测坐标		较差 δ S
	X	Y	X	Y	
1	216****.557	43****.209	216****.549	43****.200	0.012
2	216****.227	43****.531	216****.171	43****.497	0.066
3	216****.764	43****.775	216****.731	43****.752	0.040
4	216****.883	43****.812	216****.834	43****.834	0.054
5	216****.557	43****.547	216****.503	43****.541	0.054
6	216****.028	43****.579	216****.071	43****.628	0.065
7	216****.411	43****.733	216****.386	43****.675	0.063
8	216****.164	43****.492	216****.146	43****.550	0.061
9	216****.118	43****.018	216****.151	43****.012	0.034
10	216****.800	43****.275	216****.737	43****.242	0.071
—	—	—	—	—	—
50	216****.314	43****.266	216****.181	43****.244	0.135
平面中误差		0.04m			

根据公式计算,最大误差为 0.135m,超过中误差但不超限差的检查点有 3 个,界址点平面中误差为 0.04m,界址点精度符合要求范围内。因此,立体测图的界址点精度可以满足农村宅基地精度测量要求。

此项目采用 D2000 无人机系统进行地籍测量,从外业飞行至完成地籍图绘制共用时 3 天,地籍测量方式不但能够满足地籍测量高精度需求,该技术路线与传统地籍测量技术路线相比,将大量的外业工作量转换为内业工作,降低了野外工作强度,且内业基于三维模型进行房屋的界址点测量,可大幅缩短项目周期,提高效率<sup>[4]</sup>。

## 5 结语

与传统测绘方法相比,无人机倾斜摄影测量使数据的采集变得更加便捷,影像可全面反映相关地理单元的所有信

息。其三维模型的可视化,可对地理信息数据在虚拟环境中进行处理。利用三维点云数据,设置不同算法,可实现特定地理要素的自动提取,极大减少外业实地测绘的工作量,并获得全面、完整、客观的成果数据。在提高效率的同时,大幅降低人工及经济成本,成为未来农村不动产权籍调查数据获取的新方向。

## 参考文献

- [1] 邓清军,张士武,许邦鑫.无人机倾斜摄影技术在农村不动产权确权中的应用[J].北京测绘,2018(2):225-228.
- [2] 宋化清,李芳林,邵龙.三维激光扫描技术在泾阳县农村宅基地调查中应用分析[J].测绘技术装备,2014,16(2):43-46.
- [3] 赵彬.无人机倾斜摄影测量在农村房地一体确权登记中的应用研究[J].科学与信息化,2020(5).
- [4] 海南省农村不动产权籍调查和确权登记发证工作技术细则[Z].