

# 无人机倾斜摄影的农村房地一体测量应用

曹小鹏<sup>1</sup> 王强辉<sup>2</sup>

1 广州科测空间信息技术有限公司 2 广州建通测绘地理信息技术股份有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i3.1083

**[摘要]** 加快农村宅基地和集体建设用地房地一体确权登记工作,对深化农村产权制度改革具有十分重要的意义。本文结合四会市实际案例,探索研究了基于无人机倾斜摄影的农村房地一体测量技术流程,对生产成果精度进行了分析验证。结果表明,该方法成图精度能满足农村房地一体测量要求,相比传统不动产测量方式,可减少投入,提高效率。

**[关键词]** 无人机; 倾斜摄影; 房地一体; 不动产

**中图分类号:** P211 **文献标识码:** A

## 引言

随着倾斜摄影技术的发展和无人机的快速成熟应用<sup>[1]</sup>,以及带有高精度POS数据的飞行平台,使得无人机倾斜摄影满足地籍图测绘的精度要求成为可能<sup>[2]</sup>。结合案例,本文详细分析了利用无人机倾斜摄影技术开展农村房地一体测量的作业流程、适用特点,并提出了相关改进意见。

### 1 无人机倾斜摄影技术

1.1概述。无人机倾斜摄影技术是近年来快速发展的一项高新技术,通过在同一飞行平台上搭载多台传感器(多镜头相机),同时获取垂直、倾斜等不同方向的影像,目标地物的信息更为完整准确<sup>[3]</sup>,为三维建模提供丰富纹理信息<sup>[4]</sup>,结合像控点成果及POS数据,将垂直影像、倾斜影像联合平差,构建三维TIN网,处理生成真实的三维模型。

1.2无人机倾斜摄影在房地一体测量中的优势。农村房地一体测量主要是对各类地籍要素进行测绘,获取与房屋、土地相关的属性数据。在我们南方农村地区,因村庄农房密集,采用传统的地籍测量方式时,因空间遮挡、GPS卫星信号弱、通视条件差等原因,难以得到满足精度要求的成果数据。基于无人机倾斜摄影的农村房地一体测量,相对于传统的光电测距方法,其主要优势有:

(1)高效率。与传统测量需要大量外

业工作不同,该技术把大部分的外业测量工作转到内业完成,极大地降低了作业人员的劳动强度,有效节省大量时间。而在农村地区,优势更加明显。

(2)清晰直观。该技术生成的实景三维模型,通过软件可从不同方向、角度观察房屋,犹如身临其境,可比较直观、清晰、生动地表达不动产的现状。

(3)灵活性好,受限少。无人机因受地形、天气等环境影响较小,其机动、灵活的特性能有效解决入户测量困难的问题。

(4)测量精度良好。在良好的光照及天气条件下,对于一般难度的测区,可获得精度良好的测量成果。

(5)操作简便,易于推广。基于三维模型的裸眼测图方法,软件操作简便,易于在短期内大面积推行。

### 2 无人机倾斜摄影房地一体生产流程及案例分析

2020年7月,四会市全面启动“房地一体”农村宅基地和集体建设用地确权登记发证工作,作者所在单位承担部分镇的工作。该项目测区范围约186.9平方公里,涉及约4.3万宗农村宅基地和集体建设用地。项目所在区域以山区、丘陵为主,房屋集中密集,部分房屋依山而建,周边植被覆盖茂密,外业测绘难度较大,另外项目工期短,给本项目的实施带来了严峻的挑战。

广东省自然资源厅持续创新测绘手段,发布的《广东省“房地一体”农村宅基地和集体建设用地权籍调查技术指南》明确规定了倾斜摄影测量法的技术要求。

2.1采集生产流程。无人机倾斜摄影房地一体数据采集生产流程包括航线规划、像控点布设、倾斜数据采集、三维建模、房地一体地籍要素采集、外业补调等内容,主要生产流程如图1所示。

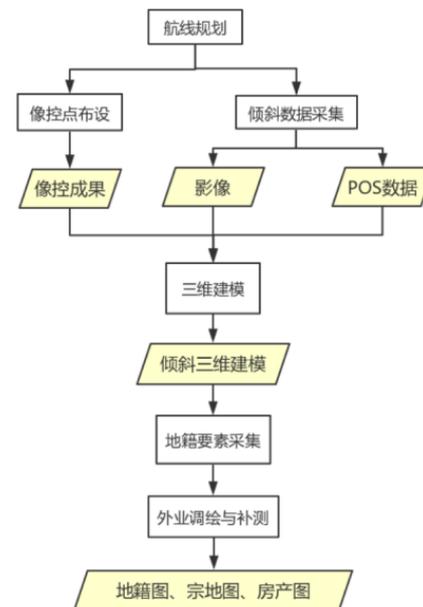


图1 生产流程图

2.2航线规划。利用已有地理信息成果、在线平台或实地踏勘的方式,了解测区情况,包括海拔、未来天气状况、地物

的疏密、航测范围起伏及高差、测区内最高地物等,并据此进行航线规划。

航线规划的基础条件是要确定飞行的高度。根据项目的要求,选择合适的地面分辨率,然后结合倾斜相机的性能,按照式(1)计算航摄高度。

$$H=f \times \text{GSD}/a \quad (1)$$

式中,H为航高;f为相机焦距;GSD为地面分辨率;a为像元尺寸。

本案例航摄平台采用D2000飞马智能航测系统,搭载D-0P3000倾斜相机模块,D2000配备高精度差分GNSS板卡,同时标配千寻定位服务,支持PPK/RTK融合解算,可提高数据采集稳定性。

本安案例相对航高设计为90m,飞行速度为8m/s,航向重叠度为80%,旁向重叠度为70%,影像尺寸为6000\*4000像素,影像地面分辨率为1.5cm。

2.3像控点布设。像控点的分布和测量精度是影响倾斜摄影模型精度的关键,在本案例中,像控点按照每150m一个点进行布设,像控点均匀分布,不规则区域凸出与凹角处适当加密,像控点地标形状为“L”形状,涂红色油漆加厚,线条平直,地标统一观测“L”内角。控制点布设完成后,采用GNSS-RTK进行测量。

2.4倾斜数据采集。在测区范围附近选取合适的起降场地,选择合适的天气进行航空摄影。在组装、检查、设置好设备及航摄参数后,启动、操控飞机起飞,飞机达到安全高度后切入自驾模式,航摄系统自动进行航空遥感影像获取。航摄结束后操控飞机安全着陆,作业组立即下载影像等并检查质量。在初步检查POS和影像后,如存在影像拉花、缺失、不清晰、色彩明暗不一致、POS缺失或异常等问题时,及时补飞或重飞。

采集完成后使用GPS处理工具进行差分解算,输出高精度差分结果。

2.5三维建模。使用Context Capture软件(后面简称CC)建立工程,将影像数据、POS数据导入工程,根据影像数量进行Block分区,如果成图区域面积较大,可划分成多个区块作业,作业区域之间有2-3条航线的重叠。

(1)自动匹配连接点。对每个分区进行同名点匹配,并验证同名点提取密度,如有不足,手动进行添加,要保证每一区块匹配后测区平整。

(2)像控点刺点。按照点之记的位置进行像刺点,刺点时选择地标清晰的影像,每个视角都要选取部分像片,每个点选择20-30张像片刺点。

(3)区域网平差。利用航空摄影的影像数据、POS成果以及像控测量成果,采用实景三维建模软件CC进行POS辅助空中三角测量,提高数据处理效率。通过反复进行平差计算、点位调整等操作,直到空三加密结果满足要求后结束,提交空三加密成果。

(4)三维模型生产。根据工程指定的范围与预设的tile大小,通过设置合适的参数,利用CC自动进行影像金字塔构建、立体像对创建、点云匹配、不规则三角网构建、三角网优化、三角网简化、自动关联纹理、纹理模型LOD,结构创建等操作,完成三维模型的自动创建与纹理的自动关联。

在三维重建过程已经能够实现全自动计算,完成三维模型的自动创建与纹理的自动关联,输出OSGB格式的实景三维模型,也可根据需要输出DSM、DOM等产品。

2.6矢量要素采集。采用CASS\_3D进行立体测图,导入OSGB格式的三维模型,进入裸眼三维采集界面。矢量数据采集编辑,主要采集居民地、道路、水系、植被、地貌、管线、垣栅、工矿建(构)筑物、独立地物等要素及属性,制作满足要求的数字线化图。

CASS\_3D包含多种房屋采集方式,使用智能采集技术,可以快速、高效提取房屋轮廓线;对于较复杂的房屋,可切换面面相交采集方式,每个房屋面选取两个无变形的点构成一条边,各边相交构成房屋面,从而完成建(构)筑物及其附属的采集;其他地形、地物的采集与普通CASS绘图基本一致。

2.7外业调绘与补测。倾斜摄影测量三维建模的遮挡问题难以避免,内业采集完成后,对室内无法判读及有遮挡的

要素进行外业调绘,对新建的房屋及其他地籍要素进行补测。

2.8成果精度。对此次生产的房地一体成果进行了界址点、房屋边长的实地检验。

检验采用同精度检测,结果为:界址点中误差为8.2cm,粗差率为3.2%;房屋边长合格率为97.9%。界址点、房屋边长精度结果均满足广东省房地一体测量相关规范要求,精度统计结果见表1。

表1 界址点精度统计结果

序号	检查点数/个	粗差个数/个	粗差率/%	最大S/m	中误差/m	中误差限差/m
1	335	11	3.2	0.41	0.082	0.10

### 3 结语

与传统的不动产测绘相比,无人机倾斜摄影测量具有操作简便、效率高、生产成本低等许多优点。本文通过四会市案例,论述了基于无人机倾斜摄影的农村房地一体测量基本生产流程,该方法的应用,减少了大量的外业不动产测绘工作,极大地降低了测绘人员的作业强度,是解决农村房地一地工作的高效测量方法,对开展同类型的不动产测绘项目具有借鉴意义。

### 参考文献

- [1]陈成斌.基于无人机倾斜摄影的房地一体化农村宅基地测量方法[J].测绘与空间地理信息,2020,43(3):197-200.
- [2]杜洪涛,郭敏,魏国芳,等.基于无人机倾斜摄影技术的大比例尺地形图测绘方法[J].城市勘测,2018,(6):63-66.
- [3]宋文平.匹配地面街景的倾斜摄影全空间信息恢复研究[J].测绘通报,2015,(S1):187-191.
- [4]王峰羽,王文成.基于无人机倾斜摄影实景三维模型在矿山地形测量中的应用[J].矿山测量,2019,47(1):57-60+86.

### 作者简介:

曹小鹏(1986--),男,汉族,江西赣州人,本科,2008年毕业于河南理工大学,工程师,从事摄影测量与遥感、不动产测绘与工程测量的生产与研究。