

# 农村不动产测绘中倾斜摄影测量的应用

李思国

(广州精测信息科技有限公司, 广东 广州 510000)

**摘要:**随着不动产登记落实推行,不动产测绘成为广大民众及政府部门共同关注的重要问题,由于农村地区具有房屋结构与形态复杂多样且分布不集中等实际情况,测绘难度相对较大,为对农村不动产测绘中倾斜摄影测量的应用进行探讨,首先概述了倾斜摄影测量技术,而后就倾斜摄影测量技术在农村不动产测绘中运用的优势进行了分析,最后以海丰县农村不动产测绘工作为例进行了倾斜摄影测量技术具体应用操作探讨,以期对测绘工作人员提供参考。

**关键词:**农村不动产测绘;倾斜摄影测量;技术应用

中图分类号:P271

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)39-0094-03

## 0 引言

为了更好的维护民众合法权益和促进不动产交易市场稳定发展,同时也为了给社会大众提供便利和强化与优化政府治理,近年来我国一直在大力推行不动产登记制度,不动产确权登记,需要以准确的不动产测绘为基础,农村不动产测绘是不动产测绘中的主要工作内容,由于传统测绘方式具有工作效率低、时间与人力资源投入大等短板,而且较易出现测绘误差,因此相关人员应明确了解倾斜摄影测量技术在农村不动产测绘中的应用优势和具体应用,以便确保该项工作高效开展。

## 1 倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用优势

倾斜摄影测量可以达到厘米级甚至更高的精度,满足大多数不动产测绘的精度需求。这是因为它融合了空中和地面控制点,避免了地面测量的累积误差。倾斜摄影测量可以在较短时间内快速获取大面积的测绘数据。一般通过无人机可以在数小时内采集数平方公里的区域。这大大提高了测绘作业的效率<sup>[1]</sup>。与传统的测绘方法相比,倾斜摄影测量不需要大量的人工和设备投入。只需要少量的设备和操作人员即可完成,这可以极大地降低测绘成本,减轻测绘任务的经济压力<sup>[2]</sup>。倾斜摄影测量获取的正射影像和三维模型具有很高的直观性,便于相关人员理解和判断。这在一些专业知识欠缺的场合具有重要作用。倾斜摄影测量获取的影像和点云数据可以与各种地理信息软件兼容,便于与已有的地理数据结合,生成新的测绘产品。这提高了数据的共享度和作用度。综上,倾斜摄影测量技术具有高精度、高效率、低成本的优点,可以有效补充和改进传统测绘方法,在不动产测绘工作中具有广阔的应用前景<sup>[3]</sup>。

## 2 农村不动产测绘中倾斜摄影测量的应用实例

### 2.1 应用背景

本次测绘工作背景是国家为加快建立产权明晰、用途管制、节约集约、严格规范的农村土地使用制度,依法保护农村集体土地使用权人的合法权益,促进城乡经济社会发展,开展海丰县“房地一体”农村不动产确权登记发证工作,全面查清符合登记发证条件的农村宅基地、集体建设用地及地上永久性存续的、结构完整的农村主要房屋的权籍情况,建立满足不动产统一登记的“房地一体”权籍调查数据库,对满足不动产登记要求的宗地及房屋进行确权登记并颁发不动产权证书,确保2020年底完成“房地一体”农村不动产确权登记发证的任务,使农民合法财产权益得到保障,从而让农村社会秩序和谐稳定得到维护。

### 2.2 项目概况

本次项目作业区域为627km<sup>2</sup>范围内涉及8镇835村组近7.5万宗的倾斜摄影测量工作,作业历时3月完成了方案设计、外业像控测量、外业航飞、内业建模、3D立体采集、质量检查、成果提交全部工作内容。项目执行相对于邻近控制点的界址点的点位误差和小于50m间距边长的相邻界址点的间距误差的中误差不大于±0.10m(限差±0.20m)。

### 2.3 技术路线

在划分好的航飞区域内利用广东CORS系统施测足够密度的像控点,投入大疆M300及精灵RTK4等搭载P1或五镜头带POS系统的无人机进行外业航飞,利用获取的照片进行三维建模,通过CASS软件在三维模型上进行3D立体采集生成1:500地形图,采用外业全站仪打点及量边的方法对生成的地形图进行精度检核及数据补充完善,最终形成合格的用于不动产权籍调

查及登记发证图件制作的基础数据。

#### 2.4 执行情况

根据工期要求及设备人员实际情况以镇为单位划分作业区域 8 个;为满足项目精度要求选择大疆 M300 搭载有效像素 2400 万×5 (5 镜头)或 4800 万 (P1) 无人机 8 台 (表 1 项目采用无人机基本配置);根据倾斜摄影航线规划要素地面分辨率、飞行高度、影像重叠度、镜头参数关系确定了航高不超过 100m,以满足 3 倍 GSD 不大于 10cm;外业航飞天气条件需满足影像获取及无人机安全作业要求;像控点的布设密度在满足规范要求的基础上为确保全覆盖及分布均匀要求点位间距在 80~100m;像控点的平高成果获取严格按照广东 CORS 及 RTK 测量规范要求;三维建模采用 CC 软件利用公司计算机集群处理;矢量数据采集按照外业组与内业采集人员 1:3 的配置使用 CASS10.0 软件进行 1:500 地形图 3D 立体采集,采集要求执行最新图式规范及本项目的技术设计要求;对内业采集的地形图进行外业房角点检测及房屋边长精度检核,检查点要求分布均匀且基本覆盖到整个块图,每个航飞区域检查点数不低于 50 点,边长不少于 150 条,同步进行像控点的精度检测,像控点检测比例不低于 10%。

##### 2.4.1 选用设备参数

项目选用航飞设备大疆 M300RTK (专业级)8 套,主要参数如下:动力系统为电动;轴距 895mm;最大载重 2.7kg,最大起飞重量 9kg;飞行时间 55min;RTK 定位正常工作时,悬停精度:±0.1m(垂直),±0.1m(水平);RTK 位置精度:1cm+1ppm(水平),1.5cm+1ppm(垂直);最大可承受风速 15m/s (7 级风);工作环境温度-20~50℃;卫星定位模块:四星;电池容量 5935mAh;飞机重量:3.6kg 不含电池,6.3kg 含双电池;IP 防护等级:IP45;一机配 6 套电池。

##### 2.4.2 航空摄影参数指标

(1)飞行高度与地面分辨率。在保证安全飞行的要求下,相对飞行高度为 80m,地面分辨率为 1.5cm。如遇较高的高压电线等较高的物体和山体,与其保持 15m 以上的飞行高度。遇高度超过 40m 的建筑时,在原有航线上补飞高度为 70m+房屋高度的航线。

(2)拍摄重叠度。重叠度:航向采用 75%~85%的重叠,旁向采用 65%~75%的重叠。不准低于 55%。

(3)航线布设。航线按划分好的地块大致走向按直线方法敷设,一般采用航飞范围外扩一倍航高以确保平行于地块边界线的首末航线侧视镜头也能获得有效影像。

(4)影像质量。摄影时要选择在天气情况良好时进行,保证有足够的光照度,航飞拍摄时太阳高度角要大

于 45°,阴影小于 1 倍。航飞时间在每天的 10—15 时。

影像质量要求影像清晰,反差适中,颜色饱和,色彩鲜明,色调一致,相同地物的色彩基调基本一致。有较丰富的层次,与地面分辨率相适应的细小地物影像能辨别,清晰的立体模型能够建立。

影像上如存在有云、云隐、烟雾、大面积反光、污点等缺陷时采取了补飞。如果影像上存在少量缺陷但不会影响模型的连接及三维建模,可以用于建模生产。拼接影像无模糊、无重影、无错位现象。

##### 2.4.3 像控点施测

像控点施测采用采用基于具有似大地水准面模型的 GDCORS 系统的网络 RTK 作业方式施测,直接获取到像控点平面及高程成果。

基于 GDCORS 的网络 RTK 作业时遵循下面要求:

①卫星截止高度角 15°;观测可用卫星个数≥5;PDOP 值<6。②RTK 观测前设置平面收敛阈值小于 2cm,垂直收敛阈值小于 3cm。③观测次数为 2 次,每次观测间进行重新初始化。④采用三角支架对中整平,每次观测历元数不少于 20 个。⑤各次测量的平面坐标较差小于 2cm,高程较差小于 3cm,各次结果取中数作为最后成果。⑥像控点检测:像控点成果内业进行 100%检查并抽取了总点数 10%进行了外业检测,平面精度检测采用全站仪边长测量及 RTK 重测坐标的方法进行,高程检测采用三角高程测量相邻两点高差及 RTK 直接测得高程比较的方法进行。检测点以航飞范围地块为单位进行检测,抽取检测点均匀分布航飞范围。

##### 2.4.4 三维模型制作

外业航飞结束后,首先对获取的影像进行质量检查,对存在不合格影像且影像建模的区域进行补飞,直到获取的影像质量满足建模要求。三维模型构建采用 ContextCapture 软件进行生产。

(1)空中三角测量。在 ContextCapture 自动建模系统中加载测区影像,将刺点像控点导入,软件中空三测量中的平差方法采用光束法区域网平差,输出空三加密报告并进行质量分析,达不到精度要求的找出原因重新空三测量。

(2)多视影像密集匹配。系统根据高精度的影像匹配算法,自动匹配出所有影像中的同名点,并从影像中抽取更多的特征点构成密集点云,从而更精确地表达地物的细节。地物越复杂,建筑物越密集的地方,点密集程度越高;反之,则相对稀疏。

(3)纹理映射。通过空中三角测量解算和影像密集匹配后,由空三建立的影像之间的三角关系构成三角 TIN,再由三角 TIN 构成白模,软件从影像中计算相对应的纹理,并自动将纹理映射到对应的白模上,最终形

成真实三维场景(图 1)。



图 1 三维模型效果

## 2.5 成果应用

本项目倾斜摄影测量会产生 1:500 地形图、DOM 正射影像、三维倾斜模型等主要成果,在项目中主要用于以下方面:外业权籍调查底图、制作调查结果公示图、制作不动产登记图件宗地图及房产分户图、面积计算等<sup>[4-5]</sup>。

## 2.6 成果数据精度检测

### 2.6.1 房角点检测

调查范围内采用 GDCORS 布设图根等级控制点(两两通视)作为检测控制点。每块调查范围最少布设三对基本可覆盖调查范围的控制点,使用全站仪进行底图建筑物精度打点检核,每站最少检测数量大于 50 点。以航飞模型块为单位进行同精度检测点位中误差精度统计;统计采用式(1):

$$\text{点位中误差} = \sqrt{\sum (\Delta s^2) / 2n} \quad (1)$$

式中: $\Delta s$ ——检核点点位距离较差; $n$ ——检核点数(剔除粗差后)。

本项目房角点打点检测精度统计如表 1 所示,整体精度为:0.041m。

表 1 房角点打点精度统计

镇区	检测点数	粗差个数	中误差/m	备注
公平镇	946	0	0.032	—
可塘镇	730	2	0.042	粗差核实后修改
海城镇	1115	0	0.027	—
平东镇	1230	0	0.043	—
赤坑镇	1085	1	0.043	粗差核实后修改
大湖镇	128	0	0.052	—
陶河镇	1146	3	0.047	粗差核实后修改
城东镇	1035	0	0.038	—

### 2.6.2 房屋边长检测

生成的 1:500 底图以调查地块为单位打印纸图或

导入华为平板进行外业量边检核精度。对每间房屋建基边及分层位置、阳台飘楼边长采用碳纤维钢尺或激光测距仪实地丈量。每条边读数两次,两次读数较差不超过 2cm 取中数为检查值,检测边长与原边长较差不超过 $\pm(0.056+0.004D)$ ( $D$ 是指房屋边长的长度,房屋边长 $>10\text{m}$ 时, $D$ 取值为房屋实际边长;当房屋边长 $\leq 10\text{m}$ 时, $D$ 取值为 10)。本项目边长检测粗差超限率小于 0.91%。

## 2.7 应用优势

本项目中采用倾斜摄影测量在人力投入及工期方面有了保障,成果数据精度通过项目各工序的检验得到了验证是满足要求。同时产生的多品种成果可以满足不同方面的要求,特别是三维模型在调查时无法入户时房屋楼顶及房屋附属阳台飘楼的区分等方面起了很大作用,节约了大量的成本<sup>[6-9]</sup>。

## 3 结语

总之,农村不动产测绘是一项测绘难度较高的测绘活动,要想在切实满足不动产确权登记的测绘结果准确性要求的同时,进一步提高农村不动产测绘工作效率和降低测绘成本,最有效的方法就是在农村不动产测绘作业中科学应用现代化新型测绘技术,因此上文着重分析了倾斜摄影测量技术在农村不动产测绘中的应用实例,希望对同业人员有所助益。

## 参考文献

- [1] 邓超,周晨杰.不动产测绘中倾斜摄影测量技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(5):178-180.
- [2] 高宇,刘美君.不动产测绘中倾斜摄影测量技术的应用探讨[J].城镇建设,2021(16):374.
- [3] 李淑敏.不动产测绘中倾斜摄影测量技术的应用分析[J].华东科技(综合),2020(6):1.
- [4] 王魁林.探讨不动产测绘中倾斜摄影测量技术的应用[J].商品与质量,2020(27):101.
- [5] 王飞.倾斜摄影测量在不动产测量中的应用与评价[D].青岛:山东科技大学,2020.
- [6] 刘晓燕,李育平,吴金城.基于无人机倾斜摄影测量的土石方量算[J].测绘技术装备,2020,22(1):51-54.
- [7] 曹帆.倾斜摄影测量技术在不动产测绘中的应用研究[J].建筑与装饰,2021(24):163-165.
- [8] 付宓.机载激光 LIDAR 测图与人工测图的对比分析[D].重庆:重庆交通大学,2013.
- [9] 吕图.农民土地财产权益获得路径与影响因素研究:基于农村土地制度三项试点的改革经验[D].南京:南京农业大学,2020.

作者简介:李思国(1974—),男,汉族,山西平遥人,本科,工程师,主要从事测绘工作。