

# 无人机倾斜摄影测量在不动产测量中的精度分析及验证

王兴东

安徽省地勘局第二水文工程地质勘察院

**摘要:** 无人机倾斜摄影测量是近年来发展起来的一项新的测量技术,该技术通过无人机低空多位镜头摄影从不同角度进行数据采集,快速全面的实现地理信息的获取。本文以某市不动产测量项目为例,对倾斜摄影测量在不动产测量应用中的精度影响因素、注意事项、精度分析及验证等做了详细描述。通过与实地测量的界址点点位坐标、界址点边长进行比较得出其界址点点位中误差、边长中误差均满足《地籍调查规程》《测绘成果质量检查与验收》相关规范要求。

**关键词:** 无人机; 倾斜摄影测量; 不动产测量; 界址点; 精度等

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.186

## 引言

无人机倾斜摄影测量技术通过无人机低空多位镜头摄影从不同角度进行数据采集,获取高清晰立体影像数据,通过处理软件自动生成三维地理信息模型,快速实现地理信息的获取,也就进一步扩大了无人机测绘的应用范围,使其在测绘、国土、矿山、林业、电力、数字城市等领域得到了广泛应用。

### 一、项目概况

不动产权籍调查登记颁证项目的工作内容主要包括不动产权属调查、不动产测量、建立农村不动产权籍调查数据库、申请发证等内容。

本文以某市不动产测量项目为契机进行了无人机倾斜摄影测量试点工作,利用无人机倾斜摄影测量技术进行数据采集工作,通过相关空三、建模、采集等软件制作1:500不动产权籍图。

### 二、无人机倾斜摄影测量原理及特征

#### (一) 测量原理

作为新阶段工程测量的重要手段,无人机倾斜摄影测量将无人机作为打平台,在该平台上设置3~5个不同方向的传感器镜头。实际测量中,一旦无人机达到预定规定,则传感镜头会从前后左右和垂直5个不同角进行地物目标取景,所获取的数据会通过现代通信手段传输到地面计算机数据处理平台,经数据正射纠正、DSM生成、三维建模后,可构建地物目标图像,为后期工程建设提供有效支撑。

#### (二) 应用特征

现阶段,无人机倾斜摄影在测绘工程中得到了广泛应用。从不动产权籍调查登记颁证项目实际来看,无人机倾斜摄影测量具有以下特征:一方面,使用无人机倾斜摄影后,能从多个角度获取地物信息,这种测量手段较为真实的反映了目标物的地理地形状况,测量结果真

实可靠。另一方面,相比于传统地形测绘方式,这种测量手段受环境、地形干扰较少,同时人力资源投入少,有效地缩短了地形测绘周期,降低了地形测绘成本。此外,该测量方式具有数据处理快速高效的特点,同时其能实时性的进行测量数据的发布和共享,提升了地形测绘的整体价值。

### 三、倾斜摄影测量作业流程

无人机倾斜摄影测量的作业流程主要包括:准备工作、布设像控点、航空摄影、空三加密、全自动三维建模、裸眼要素采集、外业调绘、成果质量检查、资料整理提交等。

#### (一) 准备工作和项目设计

进行无人机倾斜摄影测量前应进行项目的准备工作和进行项目设计。根据项目实际情况进行项目设计包括相机参数、航线、航高、航速等内容。

#### (二) 像控点和航空摄影测量

项目准备和项目设计完成后开展像控点和航空摄影测量工作,像控点和航空摄影测量是整个项目的核心工作。像控点的布设应分部均匀并覆盖整个测区,像控点间距和测设方法应满足规范要求。

像控点布设完成后进行倾斜摄影测量,摄影测量完成后应对影响质量进行检查,对相片质量差的区域应进行补飞。

#### (三) 内业处理

像控点和影像采集完成后进行相片的预处理,然后通过专业软件进行空三加密和三维建模,模型建设完成后,将模型导入专业的采集软件进行裸眼地籍要素的采集。在采集要素过程中,如遇到内业无法判断的情况应做好记录后在现场进行调绘,如部分点位无法确定需进行实地丈量。

#### (四) 外业调绘和质量检查

内业采集完成后,进行外业调绘和确认,并进行成果质量检查,经检查无误后方可进行资料整理提交。

### 四、倾斜摄影测量中精度影响因素及其注意事项

#### (一) 精度影响因素

相较于传统的全解析法测量,倾斜摄影测量中精度影响因素贯穿整个生产环节,影响也是多方面的,这也是人们对无人机倾斜摄影测量能否满足不动产测量界址点±5cm精度要求的担心所在。

通过倾斜摄影测量的作业流程和实践经验得知,无人机倾斜摄影测量中精度影响因素有人为因素、设备(软硬件)因素和自然因素。主要包括天气情况、像控点的布设及精度、相机的参数、航线的设置、空三加密和三维建模、要素采集的精度等多个方面。

本项目测绘中,为保证无人机倾斜摄影测量在不动产权籍调查登记颁证项目中的精度,严格按照《GB50026-2016工程测量规范》开展工程测量,在实际测量中,要求通过RTK技术采集相关明显地物的特征点,然后将所测结果与倾斜摄影测量结果进行对比,确保测量结构准确性。另外在实际测量中,对于无人机倾斜摄影测量技术的应用过程进行控制,一是考虑到航拍过程颠簸、作业环境对所测结果的影响,对明显存在光学作用的图片进行处理,减小这些因素对工程测量结果的影响。二是在工程测量中,采用交叉测量、重叠测量等方式,规避无人机倾斜摄影测量漏拍问题。三是在交叉测量、重叠测量结果处理中,依托计算机技术规范设计数据图形处理软件,实现重叠拍摄图片的技术还原处理,提升不动产权籍调查测量的准确程度。

## (二) 倾斜摄影测量作业的注意事项

为保证成果精度满足相关规范要求,在进行倾斜摄影测量时应注意下面方面的问题。

### 1. 天气情况

进行无人机倾斜摄影测量时应确保天气状况良好,能见度高、风力不大于5级。如出现有雾或其他能见度低的情况会造成影像质量较差,风力过大会对无人机航飞的稳定性造成一定的影像最终会影响航摄精度。

本次试点项目影像采集当日天气晴朗、风力小于3级。

### 2. 航摄技术参数设置

航摄技术参数的设置是无人机倾斜摄影测量的核心工作之一,技术参数直接对地面影像的分辨率、三维模型的精细程度以及后面利用三维模型进行的要素采集都起到确定性的影响。

航摄技术参数设置的优良、各项参数的选择直接影响最终倾斜摄影测量成果的精度。由于无人机倾斜摄影测量在不动产测量中的样例较少,目前并无相关的技术参数标准。为确保航摄影响满足要求三维建模,本次航摄技术参数设置为:航高80m,航速7m/s,航向重叠度85°,旁向重叠度80°,测视镜头偏向45°,曝光时间1.28s,倾斜镜头焦距35mm,垂直镜头焦距25mm。

在上述航摄技术参数设置中,行高、航线参数设置至关重要。通常在行高设置中,需充分考虑调查对象成图比例因素。本次航摄行高设置中,在考虑测图对不动产权籍调查登记颁证工作影响的基础上,系统分析测图比例尺及地面分辨率,随后按照公示 $H = (f \times GSD) / a$ 计算无人机行高。该公式中,摄影仪器的行高通过H标识,而f, a分别是摄影机的镜头焦距和像元尺寸,此外,摄像机对于地面的分辨率通过GSD表示。在项目航线设置中,由于在不动产权籍调查测量中,无人机的航向基本固定,故而在航线设置中,重点考虑航线长度与间隔宽度所带来的影响。而在航线长度与间隔宽度分析中,系统考虑摄影像幅长度、摄影像幅宽度、航向、航线重合度等参数,实现了飞行架次及航线的准确把控,

保证了项目航摄技术参数设置的科学性、合理性。

### 3. 像控点的布设

像控点的布设精度是倾斜摄影测量精度的控制基础,是影响倾斜摄影测量精度的关键因素之一。像控点布设应注意以下几点:

(1) 像控点的位置应均匀分布,并覆盖整个测区;

(2) 像控点间距不宜过长,应控制在100米左右;

(3) 像控点观测时应采用三脚架进行对中整平,每次的观测历元数不少于20个,并独立观测两次,两次较差应小于3cm,去其中数作为最终成果。

### 4. 空三加密、三维建模和要素采集

目前空三加密和三维建模可由专业处理软件自动完成,三维模型建设完成后将其导入专业软件进行人工裸眼地籍要素采集,在进行要素采集时应做到精细采集。无人机倾斜摄影测量下,空三流程依次为输入倾斜影像、倾斜影响连接点自动匹配、匹配粗差检测、构建自由网、人工干预输入控制数据、区域网平差处理。在区域网平差中,还需要结合测量实际情况,重视无约束区域网平差、附加约束的区域网平差和倾斜影像的直接定向平差方法的选择。另外在本项目测量机数据处理中,要求发现无法确定的情况做好记录,然后进行现场调绘和实地丈量。

## 五、精度检测及分析统计

本次试点村共计160余宗地,内业完成后对其成果质量进行质量检查。检查的项目有像控点精度、界址点点位精度和界址点边长精度3个部分。本次现场共随机检查了像控点10个、界址点26个、边长105条,通过检测数据统计可得出本次像控点的平均中误差为1.6cm,界址点点位中误差为2.04cm,相邻界址点边长中误差为1.96cm,均满足《地籍调查规程》TD/T1001-2012中误差5cm的要求。

## 六、结论

通过本次无人机倾斜摄影测量试点工作,可知界址点点位中误差为2.04cm,相邻界址点边长中误差为1.96cm,因此可判定无人机倾斜摄影测量的精度能够满足界址点相对于邻近控制点和相邻界址点间距误差±5cm的要求。

本文也列举了一些在进行无人机倾斜摄影测量时需要注意的事项,为今后的工作提供了参考。本次试点数据有效证明了无人机倾斜摄影测量在不动产测量应用中的可行性。无人机倾斜摄影测量为不动产测量提供了一种高效、高性价比、低成本的作业方式,同时也弥补了传统测量中的一些缺陷。

## 参考文献

- [1] 杨延君. 土地复垦方案实施存在的问题及对策研究[D]. 中国地质大学(北京)硕士论文, 2010年5.
- [2] 叶昆荣. 安徽省膨胀土的综合研究[D]. 合肥工业大学硕士论文, 2010年.