

# 无人机倾斜航空摄影测量技术在不动产权籍调查中的应用

李琳

航天数维高新技术股份有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i3.1068

**[摘要]** 开展不动产权籍调查和地籍调查对保障广大农民切身利益和提高土地利用效率有重要意义。针对当前加快农村地籍调查工作愈发必要,但传统测量方法费时、费力、成本高且外业工作强度大,已无法满足快速、高效、自动化地籍成图的实际需求,也无法满足经济社会发展需要的问题,本文提出利用航空倾斜摄影测绘技术开展地籍调查。本文为助力农村经济发展提出一种基于无人机倾斜航空摄影测量技术手段进行地籍测量的方法以提升内外业作业效率并优化土地管理方式。该方法借助倾斜摄影获取数据速度快、成本低,且数据能实现测区全覆盖,构建的三维模型直观可视的优势,通过无人机航摄获取高重叠度倾斜影像,经自动化处理生成实景三维模型,以正射影像作辅助,在三维测图软件中进行房屋边角及高程点采集,附以权属信息生成地籍图,通过内业整理构建数据库进而助力地籍调查工作。该方法综合应用实景真三维模型和真正射影像图(TDOM),满足地籍测量对工作底图多维度、大信息量、现世性强的要求,制作三维模型的同时能生产包括 TDOM、DEM、DSM、LAS 在内的多种测绘产品,为土地管理工作提供信息资料,方便土管部分管理、查询。

**[关键词]** 无人机倾斜摄影; 地籍调查; 三维模型; 正射影像

**中图分类号:** P23 **文献标识码:** A

传统的地籍测量一般采用GPS—PTK、全站仪实地外业测量的方法,虽然测量精度高、遗漏少能满足权籍调查工作根本需求,但存在较大弊端。通过该方法进行地籍调查需要投入大量的人力物力进行户外测量作业,而传统测绘工作常常会遇到天气变化等不确定因素,使得工作周期长、人工成本高,同时还存在图根控制点难保存,测量累计误差大、数据成果单一等不足。为解决上述问题,采取新型航空倾斜摄影测绘技术快速、高效地完成地籍调查变得尤为迫切。

随着测绘行业的飞速发展,越来越多的测绘新技术开始广泛应用到其他多元化行业。航空倾斜摄影测量手段的进步和飞行平台的快速成熟为农村地籍测量注入新活力,将无人倾斜摄影测量三维建模技术运用到农村宅基地进行权籍调查有众多优势。无人机搭载倾斜相机获取数据更灵活、方便,可快速获取高重叠度影像制作实景三维模型,人工内业通过模型即可绘制房屋的轮廓结构,量取建筑层数、面积、高度、体积等属性

信息。在传统测量工作当中,最消耗时间的技术环节是野外基础数据采集,倾斜摄影辅助地籍测量减少时间消耗,提高工作效率。同时能有效减少人工测量可能导致的数据误差,能将农村房屋和宅基地定点到具体坐标,还可以根据需要制作DOM、DTM、DSM、DEM、DLG、三维模型等,丰富了不动产测绘产品。大大加快不动产发证速度,对今后农村耕地保护、建设用地管理和盘活农村闲置起到重大推动作用,在不动产测绘领域有良好的应用前景。

## 1 无人机倾斜航空摄影测量技术开展地籍调查技术流程

无人机倾斜航空摄影测量技术开展农村地籍调查工作时,应以《地籍调查规程》(TD/T 1001-2012)为依据,通过五镜头获取的多角度影像生成能反映地表真实情况的正射影像图并构建实景三维模型。根据重建的实景真三维模型采集建筑界址点等数据,对于存在遮挡导致精度损失的房屋做重点调绘标记,之后进行外业调绘补调。人工基于三维模型采

集矢量信息后,利用现有的土地、房屋确权登记发证资料等开展地籍图编制,逐步完成外业调查、内业整理、数据库建设等工作,进行农村地籍调查。具体流程如下图1:

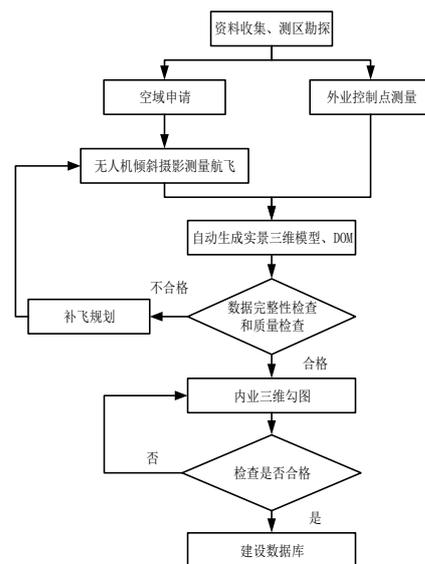


图1 地籍调查技术流程图

## 2 无人机航空倾斜摄影在不动产权籍调查中的应用

## 2.1 应用案例简介

为响应“不动产权籍调查技术方案(试行)”,本文采用无人机倾斜航空摄影测量技术手段,对某地区开展不动产权籍调查,结合当地已有的测绘成果和参考资料,采集房屋等地形要素形成村庄地形图。为解决农村宅基地和农村集体建设用地上建筑物和构筑物的产权问题提供一套完整全面的行业解决方案。

## 3 无人机航空倾斜摄影在不动产权籍调查中的应用

### 3.1 航摄飞行

航线规划是影像获取的前提,根据测区的限飞情况和实际地形规划航线,设置飞行高度和影像重叠度等重要参数,寻找适合的起飞地点和飞行时间,选择合适的飞行器根据设定好的航线进行飞行得到影像数据。此次作业采用的是DM-X402H四旋翼无人机及DM5-4200五镜头倾斜相机,像幅大小为7952像素×5304像素,正射镜头焦距35mm,倾斜镜头焦距50mm,像素大小为4.51 μm,按照航飞高度100m,航向重叠度80%,旁向重叠度70%的要求规划航线进行飞行。获取的航摄影像分辨率为0.015m。基于0.015m影像分辨率要求,像控点按照150m左右一个地标点进行布设,共采集25个控制点。同时采集16个特征明显的地物点作为检查点对重建模型精度进行对比验证。(如表1和表2)

表1 无人机技术参数

轴距	120	机高	600mm
最大	18k	最大	6kg
最大	海	升限	海拔
空机	7kg	动力	6S
标准	40m	标准	2kg
巡航	≤	最大	72km/h
抗风	5级	防水	小雨
工作	-20	工作	≤70%
飞控	7~	动力	44.4V
导航	GPS(支持北斗和格洛纳斯)		

表2 航摄仪技术参数

外形	254×	重量	2.2k
图像	7952×	像元大	4.51
总像	>2.1	最短曝	1s
传感	Exmor	传感器	35.9
镜头	专业定	倾斜角	40°
正射	35mm	倾斜镜	50mm
数据	高速	结构镜	镜头
触发	脉冲触	快门速	默认
POS	记录曝	使用温	-10
环境	≤70%	影像分	最高

基于0.015m影像分辨率要求,像控点按照150m左右一个地标点进行布设,共采集25个控制点。同时采集16个特征明显的地物点作为检查点对重建模型精度进行对比验证。

### 3.2 数据获取及处理

本项目采用PhotoMesh软件构建三维模型,PhotoMesh是一套自动化程度很高的三维建模软件,能自动生成高分辨率实景三维模型,可应用与基础测绘、不动产、智慧城市等不同应用领域。将无人机获取的影像数据导入软件设置好坐标系统等参数,经空中三角测量处理后可以匹配生成实景真三维模型、三维彩色点云和TDOM等,具体过程如下:

首先对无人机获取的影像进行数据质量检查,补飞不合格区域,将符合要求的全部影像进行匀光匀色处理,之后将倾斜影像导入PhotoMesh软件中,利用外业测得的25个控制点对影像进行空三处理,再进行影像密集匹配、三角网构建和纹理映射后快速生成三维模型。控制点在测区均匀分布,能良好控制空三精度,获取的倾斜影像能覆盖全部调查区域。

为验证PhotoMesh软件建立的模型精度,本文通过测得的16个检查点对模型成果进行精度检测,检查结果如下表3所示。

表3 三维模型精度表

点号	DX(m)	DY(m)	DZ(m)	RMS(m)
XS10-1	-0.02	0.00	-0.01	0.02
XS10-2	0.01	-0.02	0.00	0.02
XS10-3	0.00	-0.02	-0.08	0.02
XS10-4	0.00	-0.04	-0.06	0.04
XS10-5	0.02	-0.01	0.02	0.02
XS10-6	0.01	-0.02	0.01	0.02
XS10-7	0.00	0.00	-0.01	0.00
XS10-8	0.01	0.02	0.00	0.02
XS10-9	0.01	0.01	0.00	0.01
XS10-10	0.00	-0.01	-0.02	0.01
XS10-11	-0.01	0.01	-0.07	0.02
XS10-12	-0.01	0.00	0.01	0.01
XS10-14	-0.02	-0.01	-0.06	0.02
XS10-16	0.01	-0.02	0.03	0.02
中误差	平面: 0.02 高程: 0.04			

由上表可以看到模型平面中误差为0.02m,高程中误差为0.04m,模型精度较高,满足地籍测量平面点位中误差±5cm的要求,符合采集标准,可进行地籍图生产。

籍图生产。

### 3.3 eFeature三维测图

eFeature软件同时支持立体与裸眼环境测图,裸眼测图能实现对地物的多角度观测,减轻外业工作量,能实现二维、三维交互采集和采编一体化,全面提高工作效率。

该软件可直接导入并处理PhotoMesh生成的倾斜摄影三维模型,对其矢量化,但在eFeature三维测图模块中进行数据转换。该软件能基于正射影像和实景三维模型直接对点状地物、房屋边角进行测量,包括对地面高程点进行提取。在作业时采用五点房法或者线划法对模型中的房屋进行绘制,并及时对地物要素赋予国标编码,同时可通过快捷键高速操作直接录入矢量对应的属性信息,对房屋而言包括结构、楼层数、高度等有效信息。人工采集信息利用DOM作参考以确保采集正确率,某些地物可在正射影投影(平面)直接进行快速绘制以及在透视投影(立体)进行房檐的改正等。

本方案采用无人机倾斜航空摄影测量技术手段进行地籍图制作,为验证eFeature测图成果精度,使用eFeature生成的地籍矢量图及外业采集的51个高精度界址点及几个房角点,通过全站仪实地测量的方法检查地籍图精度,检查结果如表4所示。

表4 地籍采集精度表

点号	△x(m)	△y(m)	△s(m)
F1	-0.053	-0.019	0.056
F2	-0.021	-0.019	0.028
F3	-0.018	-0.005	0.019
...	...	...	...
F50	-0.007	-0.048	0.049
F51	-0.03	0.002	0.030
中误差	0.034m		

表中成果图的整体平面精度为0.034m,根据下表5《地籍调查规程》要求可以得出上述实验结果满足地籍界址点一级精度要求。

### 3.4 数据库建设

补测和采集完地籍要素后,判断地籍测量精度是否符合国家地籍测量相关

表 5 TD/T 1001-2012《地籍调查规程》要求

级别	界址点相对于邻近控制点的点位误差, 相邻界址点间距误差/cm	
	中误差	允许误差
一	±5.0	±10.0
二	±7.5	±15.0
三	±10.0	±20.0

注 1: 土地使用权明显界址点精度不低于一级, 隐蔽界址点精度不低于二级。  
注 2: 土地所有权界址点精度可选择一、二、三级精度。

技术要求, 结合原始数据的实际情况, 经讨论和论证后建设地籍数据库。

本文方法采集的地籍图精度满足技术要求, 可进行数据库建设。地籍数据库包括土地利用、基础地理、土地权属等多项内容, 是国土部门开展管理工作的根本, 对进行地籍调查工作有重要意义。结合相关生产经验, 按照数据库建设准备, 数据采集与处理, 数据格式转换, 数据转换入库, 数据库检查、处理、维护的技术路线进行数据建库, 以实现土地数据的动态管理和土地信息社会化服务, 满足经济发展需要。

#### 4 结论

农村进行地籍调查从农民根本利益

出发, 不仅可以保障土地管理工作的顺利实施, 更有利于推动土地资源利用率的提升和经济快速发展。快速、高效制作地籍图为调查工作提出高要求, 无人机倾斜航空摄影测量技术手段的兴起提出有效的解决方式。通过倾斜摄影构建的三维模型采集矢量信息制作地籍图的方法提高工作效率, 减少工作成本, 有相当优势。

利用无人机倾斜航空摄影测量技术手段制作的地籍图满足地籍测量对空间误差的要求, 说明该技术可以解决大部分房屋界址点测量且结果较优。该技术应用于不动产权籍调查测量服了传统测量带来的繁忙和不便, 进一步减

少了外业的工作量。基于计算机的自动化建模技术节省大量人力成本, 无人机进行一次飞行后工作都交由内业处理, 避免因天气变化造成的时间耗费, 有效提高工作效率, 适合在不动产权籍调查中广泛应用。于此同时, 无人机倾斜航空摄影测量技术手段进行地籍调查的同时可以制作多种测绘产品, 为不动产调查和管理人员工作提供数据支撑, 以便建立数据库为乡村信息整理、推动经济贡献力量。

#### [参考文献]

- [1] 马明, 钱伟. 无人机倾斜摄影在农村地籍调查中的应用[J]. 居舍, 2020(06): 182.
- [2] 黄雪峰. 倾斜摄影测量手段在农村地籍调查中的应用研究[J]. 河南科技, 2018(29): 13-15.
- [3] TD/T 1001-2012, 地籍调查规程[S]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2012.

#### 作者简介:

李琳(1983--), 女, 汉族, 河南省延津县人, 本科, 研究方向: 摄影测量与遥感。