

# “房地一体”项目航空摄影测量技术应用

## Application of Aerial Photogrammetry Technology in the “Integration of Real Estate and Land” Project

欧阳鑫

Xin Ouyang

广东省有色地质测绘院 中国·广东广州 510000

Guangdong Nonferrous Geological Surveying and Mapping Institute, Guangzhou, Guangdong, 510000, China

**摘要:** 随着社会经济的高速发展和航空摄影技术的不断开发,相应的测量技术在各个领域得到了广泛的应用。论文基于航空摄影测量技术,为完成“房地一体”农村宅基地和集体建设用地权籍调查任务,简要地分析航空测量技术的以及应用方法,希望能对相关工作人员的工作提出有价值的建议。

**Abstract:** With the rapid development of social economy and the continuous development of aerial photography technology, the corresponding measurement technology has been widely used in various fields. Based on aerial photogrammetry technology, this paper briefly analyzes the aerial survey technology and application methods in order to complete the “integration of real estate and land” rural homestead and collective construction land ownership survey task, hoping to provide valuable suggestions for the work of related staff.

**关键词:** 房地一体; 航空摄影测量; 技术

**Keywords:** integration of real estate and land; aerial photogrammetry; technology

**DOI:** 10.12346/etr.v4i4.5576

## 1 引言

为全面配合贯彻落实中国广东省委、省政府《关于对标三年取得重大进展硬任务扎实推动乡村振兴的实施方案》关于全面加强宅基地管理的任务要求,争取尽快完成汕尾市城区“房地一体”农村宅基地和集体建设用地权籍调查及登记发证任务工作,有效保障农民合法财产权益。笔者所在测绘院承担完成汕尾市城区“房地一体”农村宅基地和集体建设用地确权登记采购项目。

## 2 项目范围

本作业区位于汕尾市城区,北至红草西闸村;南抵捷胜沙角尾;西达马宫牛尾山;东到东涌宝楼村。覆盖汕尾城区马宫、捷胜、红草、香洲、东涌、凤山、新港等7个镇区街道,共计106个航测子区。测区地处东经在 $115^{\circ} 13'59''$ — $115^{\circ} 29'18''$ ;北纬在 $22^{\circ} 42'04''$ — $22^{\circ} 54'37''$ 之间。

## 3 设计方案

### 3.1 总体技术路线

本项目拟采用无人机航摄系统搭载倾斜摄影仪对测区进行航空摄影从而获取房屋的调查底图,为后续的调查工作做铺垫。为建立实景三维模型,航测须同时获取目标前视、后视、下视、左视和右视5个角度影像数据。

首先,根据测区范围进行实地踏勘,掌握摄区的地形、地貌和气候环境,进行航摄设计,完成项目专业技术设计书,组织相关人员进行培训学习。

其次,完成像控点的布设与测量,再进行航空摄影作业。在对航摄影像进行编辑整理的同时,完成像控点影像的挑拣,若之前布设的像控点遭到破坏或位移,则需对照影像进行刺点布测。另外,在测区均匀布测相当数量的检查点以便对空三成果、实景三维模型和正射影像进行精度检测。

最后,采用“Smart3D ContextCapture”“PhotoScan”

【作者简介】欧阳鑫(1993-),男,中国湖南娄底人,本科,助理工程师,从事传统测绘与国土调查研究。

等数字摄影测量软件对航空摄影获取的影像成果进行空三加密,完成实景三维模型及数字正射影像(DOM)生产,并利用检查点对实景三维模型和数字正射影像(DOM)成果精度进行检验,对于不满足精度要求的加密区应重新进行空三加密,直至成果精度满足要求<sup>[1]</sup>。

### 3.2 无人机航摄系统

本项目计划在投入南方智航 SF700 及埃洛克蜂 I -C5 两套无人机航摄系统同时作业,两种航摄系统各有优缺点,在项目实施时高低搭配、优势互补。

#### 3.2.1 南方智航 SF700 无人机航摄系统

南方智航 SF700 四旋翼多镜头倾斜摄影无人机飞行系统是日前市面上最为小巧的工业级智能无人机航空摄影测量系统之一(见图 1)。具有上手快、精度高、航程长等优势。搭载业内领先的一体成型结构的 T53 倾斜 5 镜头相机,总像素高达 1.2 亿,可实现单架次 2cm 精度 0.67 平方公里的倾斜摄影数据采集。具备仿地飞行、PPK 定位、图传辅助、云平台管理等丰富的功能配置。系统提供自数据预处理至生成 DLG、航测成果数据叠加浏览的整体数据解决方案。系统可全面满足 1 : 500 地形图测绘、地籍测绘、土方矿山测量、三维 GIS 系统等应用。



图 1 倾斜摄影采集系统——南方智航 SF700

南方智航 SF700 搭载的 T53 倾斜五镜头相机采用业内最领先的一体成型结构,搭载 5 枚专业高像素多角度定焦测绘镜头,总像素高达 1.2 亿,实现全方位高精度对地数据采集。真三维影像数据更写实,高清呈现地物外观、高度、长度等属性,为三维建模带来更高效率。

#### 3.2.2 埃洛克蜂 I -C5 无人机航摄系统

埃洛克航空科技(北京)有限公司的蜂 I-C5 多旋翼无人机倾斜摄影采集系统是一套微型五拼大靶面专业倾斜航摄无人机系统。由碳纤维机身、动力电机、旋翼 GPS、灵境 C5 相机 GPS、灵境 C5 相机、前视 FPV 相机组成。蜂 I-C5 系统采用冗余度智能飞控系统,配备 FPV 第一视角摄像头、航路丢星保护、一键返航等异常保护机制,极大地提高了飞行安全性<sup>[2]</sup>。

灵境 C5 搭载了针对倾斜摄影优化的 35mm 航空机械镜

头。进口非球面镜片,分辨率较消费级镜头提高 40%,畸变更小,影像质量更高,一次飞行即可同时获得 5 个角度的数据。50 分钟续航,有效地提高了作业效率;通过搭载全新的 RTK、PPK 双差分一体的导航定位模块,将定位精度提升至厘米级,显著提高 POS 数据的绝对精度。双差分定位有效提升了飞行安全,同时为在复杂地形进行倾斜摄影测量提供了高精度数据,从而在保证成果精度的前提下,大幅减少了外业像控布设工作,降低了劳动强度,其获取的数据完全能够满足高精度实景三维模型生产和相应比例尺的地形图测绘需要。其曝光采用的是等距曝光,可以有效减少数据冗余。

### 3.3 航空摄影

#### 3.3.1 倾斜航空摄影

倾斜摄影技术,是通过在同一飞行平台上搭载多台传感器(目前常用的是五镜头相机)。同时,从前视、后视、下视、左视和右视 5 个角度采集影像,获取地面物体顶部及侧面的高分辨率纹理信息。经过外业控制测量成果,利用专业三维建模系统定位、融合建模技术,生成具有高精度地理信息的实景三维模型。

相对于正射影像,倾斜摄影成果模型能够让用户从多个角度观察物体,更加真实地反映地物的实际情况,通过配套软件应用,可实现精确测量。图 2 为倾斜摄影示意图。

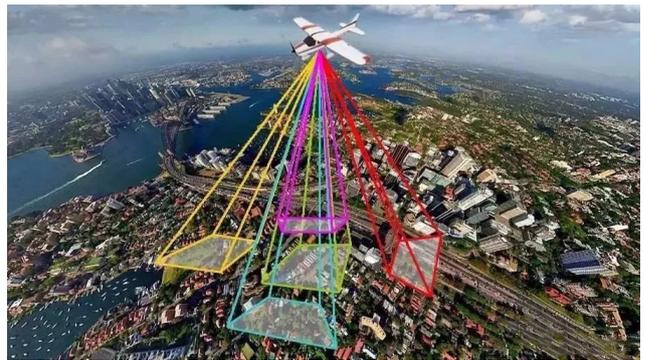


图 2 倾斜摄影示意图

#### 3.3.2 航摄设计

##### ①航摄分区的划分。

测区共分为 106 个小的航摄子区,且 106 个航测子区均为镇区及自然村,地势平坦,且测区内少有超高建筑,航飞难度不大。

计划投入本项目的两套无人机航摄系统安全控制半径为 4Km 左右,且实际安全有效续航时间约为 40min,地面分辨率优于 0.03m 时,单架次经验作业面积约 0.2Km<sup>2</sup>。另,两套无人机航摄系统影像获取采用的是定点曝光模式,均支持航线断点续飞功能。

因此,基于以上实际情况,综合《1 : 500 1 : 1000 1 : 2000 地形图航空摄影规范》中有关航摄分区的技术要求,为保证作业安全,在保证系统小于 4Km 有效控制半径的前

提下,根据断点续飞功能,以及测区地形高差情况,尽量少的划设航摄分区以提高作业效率,降低因频繁起降而使飞机损坏的风险,同时需要防止因信号差而使 RPK/PPK 差分系统固定解比例过低影响数据质量。

结合测区实际情况,本项目主要以单个自然村作为一个航摄分区;部分相邻较近的两个或多个较小的自然村可看作一个航摄分区进行航线规划;面积较大的连片的街道(如香洲街道),可划分为多个较小的航摄分区进行航飞。根据测区实际情况,本项目共划分 97 个航摄分区。具体包括:马宫 7 个;红草 19 个,捷胜 18 个;东涌 30 个;凤山 5 个;香洲 7 个;新港 11 个。由于本项目航摄分区数量众多,无法一一罗列展示,在此仅以数个具有代表性的航摄分区进行演示。

例如,新港街道,形状狭长且面积不大(仅 0.5 平方公里左右),可作为一个单独的航摄分区进行航线规划作业。

### ②航摄参数计算。

#### a. 地面分辨率

根据相关规范标准,项目成果满足 1 : 500 成图比例尺,又按《汕尾市测区“房地一体”项目技术设计书》要求,地面分辨率(GSD)须优于 0.03m。

为了提高成果质量,兼顾作业效率,本项目地面分辨率设计为优于 2.0cm。

#### b. 相对航高

地面分辨率(GSD)确定后,根据航摄相机焦距、CCD 像元大小确定航摄飞行相对航高。相对航高也可根据航摄参数在地面站软件自动计算。

数字航空摄影的地面分辨率(GSD)与飞行相对高度有如下关系(见图 3):

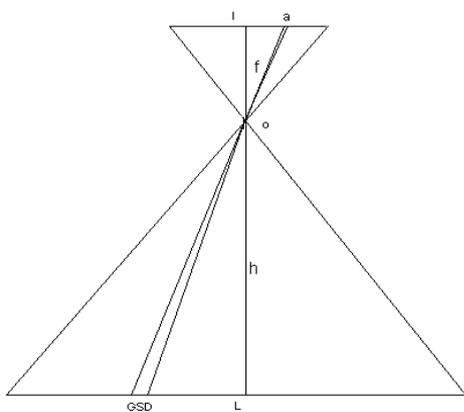


图 3 相对航高

$$\frac{a}{GSD} = \frac{f}{h} \Rightarrow h = \frac{f \times GSD}{a}$$

式中: h—飞行高度;

f—镜头焦距(mm)-下视相机;

a—像元尺寸(3.9μm);

GSD—地面分辨率。

按照公式可求得相应 GSD 的飞行高度。

#### c. 重叠度

为保证成功建立实景三维模型,根据行业经验,需要在传统航空摄影作业规范要求的基础上加大重叠度,并且设计时以下镜头的焦距、像幅大小等参数计算。本项目设计航向重叠度为 80%;旁向重叠度为 75%,局部分区可根据实际情况再行调整<sup>[3]</sup>。

#### d. 航线敷设

根据倾斜摄影的特点,考虑倾斜相机获取数据的完整性,以最优的 45° 角理论计算,旁向、航向超出摄区边界线应不少于相对航高的距离。例如,相对航高 120m,则旁向、航向必须超出摄区边界线 120m 以上,方可保证后期成功建立摄区完整的实景三维模型。

基于两款所用的无人机航摄系统地面站系统,根据事先踏勘的起降位置,室内完成第二天飞行任务的航线设计。因本测区航摄分区众多,故在此仅以部分航摄分区做演示。

### 3.3.3 航摄飞行

#### ①航摄准备。

第一,根据飞行器的性能要求,选择空域良好的起降场地和备用场地。

第二,航摄实施前应制定详细的飞行计划,且应针对可能出现紧急情况制定应急预案。

第三,与相关部门保持联系,确保飞行空域安全。

#### ②起降场地选择。

根据无人机的起降方式,寻找并选取合适的起降场地,非应急性质的航摄作业,起降场地应做到以下几点:

第一,起降场地相对平坦、通视良好。

第二,远离人口密集区,周边不能有高压线、高大建筑物、重要设施等。

第三,起降场地地面无明显凸起的岩石块、土坎、树桩,无水塘、大沟渠等。

第四,附近应无正在使用的雷达站、微波中继、无线通信等干扰源,在不能确定的情况下,应测试信号的频率和强度,如对系统有干扰,须改变起降场地。

#### ③起飞前检查。

第一,遥控器检查。打开遥控器,检查控制模式切换是否正常。所有的遥控通道控制正常,方向正确(否则从地面站调整舵机反向)。

第二,相机检查。相机接通电源后,检查相机自检是否正常,遥控拍照测试是否正常,感光度和快门设置是否正确,5 镜头拍照数是否相同。

第三, GPS 定位检查。从开机到 GPS 定位的时间应该在 1 分钟左右,如果超过 5 分钟还不能定位,检查 GPS 天线连接或者其他干扰情况。定位后卫星数量在 9 颗以上方可起飞。

第四,手动飞行测试。遥控器手动内八解锁起飞,测试

油门、俯仰、横滚等飞行指令是否正常。

第五, 电池检查。作业时电池电量为满格方可起飞。

#### ④地面站监控。

无人机升空作业后, 地面站开始对无人机工作状态进行实时监控, 地面站人员应时刻关注飞机的高度及速度等指标, 如发现异常应立刻做出返航、迫降等判断和处理。

#### ⑤现场数据整理。

航摄完成的现场应填写航摄飞行记录表, 航摄飞行记录表格式见附件 1: 无人机航摄飞行记录表。

#### ⑥航摄补飞。

根据内业处理情况, 确定需要重飞或补飞的区域, 并组织实施重飞或补飞。

#### ⑦航摄天气。

航摄时间应选择水平能见度大于 3 千米, 垂直能见度大于 5 千米的碧空天气进行航摄。

#### ⑧航摄时间。

选择航摄时间, 既要保证具有充足的光照度, 又要避免过大的阴影, 一般根据摄区的太阳高度角和阴影倍数选定。其太阳高度角和阴影倍数按下表 1 选定。

表 1 太阳高度角和阴影倍数

地形类别	太阳高度角 / (°)	阴影倍数 / (倍)
平地	> 20	< 3
丘陵和小城镇	> 30	< 2
山地和中等城市	≥ 45	≤ 1
高差特大的陡峭山区和高层建筑物密集的大城市	限在当地正午前后 2h 内摄影	< 1

## 4 结语

航空摄影测量技术作为一门新兴起的测量技术, 已经走入社会发展的前沿阵地。“房地一体”农村宅基地和集体建设用地权籍调查有效保障农民合法财产权益, 实现乡村振兴, 有关人员必须要加大航空摄影测量力度, 不断绘制出高质、高效的地形图。

## 参考文献

- [1] 李鹏. 浅谈土地利用规划分区的科学化[J]. 华北自然资源, 2020(1): 98-99.
- [2] 郑秀菊. 航空摄影测量技术在农业生产中的应用与研究[J]. 吉林农业, 2019(6): 111.
- [3] 陈浩. 航空摄影测量技术在土地确权调查中的应用与精度控制[J]. 住宅与房地产, 2018(5): 17.