基于消费级无人机倾斜摄影的 1:500 大比例尺数字地形图生产探讨

李洋¹ 罗斯琪²

1 广西壮族自治区地理国情监测院 2 柳州铁道职业技术学院

DOI:10.32629/gmsm.v2i5.364

[摘要] 介绍了利用消费级无人机采集倾斜影像,利用 Smart 3D 构建真三维模型,然后通过清华山维 EPS 软件三维测图功能进行 1:500 比例尺地形图成图,最后成图数据与 GPS、全站仪实地测量数据进行对比分析,得出三维测图精度可靠性。

[关键词] 无人机; 倾斜摄影; 三维测图; 精度分析

引言

“消费级无人机”是一种价格较低,操作容易,适合大多数人群的飞行器。目前,随着无人机行业的持续升温,消费级无人机市场也在迅速膨胀,业内出现了许多优秀的产品,如大疆“悟”、“精灵”系列无人机。该类无人机的优势一是价格亲民,市场价仅万余元;二是操作简单,操控新手仅需一个星期的熟悉过程就可以上手飞行;三是由于消费级无人机重量轻、视距范围内、无需牌照,方便更多人群使用。按照一般思路,相机系统必须由5个相机组成,其中一个垂直下视,其余四个倾斜拍摄,并且按照航线进行间隔曝光。但通过对数据后处理过程的分析,数据采集的核心要求是获取目标全方位的影像信息。基于此,用消费级无人机搭载的单个相机通过多角度顺序序列曝光获取目标影像信息完全可以代替5视倾斜摄影相机航线间隔曝光的数据采集过程。利用消费级无人机飞行平台,搭载配套单相机系统,通过程序实现航摄路径设计,控制曝光角度、曝光间隔即可完成倾斜摄影数据采集的过程。采集的倾斜影像通过专业的处理软件如 Smart3D,制作倾斜摄影真三维模型。之后通过立体采集软件进行裸眼3D地形图采集。

1 试验区及数据处理平台介绍

本次飞行任务区为广西桂林某地,实验区域面积1.87平方千米,飞行架次12架次,共获取影像2800张,设计相对航高80米,地面分辨率0.03米,航向重叠度百分之80,旁向重叠度百分之65,消费级无人机采用大疆精灵4搭载该无人机继承了DJI精灵系列一贯的稳定、安全、灵活等特性,并且拥有双IMU和双磁罗盘的设计,让飞行作业更加安全,续航时间长达28分钟。该无人机搭载精灵系列最新成像设备,具备1200万有效像素,拥有94°视角、拥有超低畸变的f/2.8光圈镜头。

地面站为飞马无人机管家,可根据任务所需重叠度、分辨率自动规划航线,地面实时监控,飞行质量检查,拍摄照片预处理等功能,自动化程度较高。倾斜模型构建采用 Smart3D, Smart3D是一款自动化程度很高的三维建模软件,可以根据重叠度满足要求的二维倾斜影像经过空三解算相片外方位元素,快速建立所需的真三维实景模型。三维测

图采用EPS三维测图系统,EPS三维测图是基于清华山维EPS地理信息工作站研发的利用DOM、实景三维模型osgb、点云数据二维采集编辑工具,可实现基于正射影像DOM、实景表面模型的垂直摄影三维测图、倾斜摄影生成的实景三维模型的倾斜摄影三维模型以及各种机载Lidar、车载、地面激光扫描、无人机等点云数据的三维测图软件。

2 基于倾斜摄影的大比例尺立体测图

2.1 三维模型构建

本次数据构建采用 Smart 3D Capture 软件, Smart 3D Capture 可以通过无人机获取的照片进行高效便捷稳定的操作且不需人工干预。

2.1.1 新建工程, 点击 Start a new project 创建一个新工程, 新建 Block, 创建一个新的区块, 在空的区块界面选择 Add photos, 进行影像导入。

2.1.2 控制点匹配, 在 Control points 界面进行控制点匹配, 选择正确的空间坐标系, 重复操作, 增加任意多个影像控制点。

2.1.3 提交空三任务, 在导入数据并设置完参数后, 在 General 界面点击 Submit aerotriangulation, 在保持每一步默认的提示下提交任务, 在等待空三任务完成后, 可以进行重建操作。

2.1.4 提交重建任务, 在空三完成后, 得到一个新的区块, 并且每张影像具有了精确的内外方位元素, 点击提交 Submit reconstruction 在生成的 reconstruction 中, 点击 Spatial framework 选项, 可以在该选项下设置 Bounding box 来限定重建范围。同时, 为 Options 配置合适的 Tile size, 用户可以根据软件下一行的建议值, 设置 Tile size 来确定合适的输出瓦片大小。

2.1.5 提交产品成果, 在 Reconstruction 中的 General 界面下, 点击 Submit new production。确定输出名称, 在 Purpose 选项中, 确定输出的成果形式。

2.2 三维模型测图

本实验利用 EPS 地理信息工作站三维测图功能进行裸眼3D立体测图, 支持大数据快速浏览以及高效率采集编辑

建库一体化技术,可直接调用Smart 3D生成的三维模型OSGB数据。

Smart 3D处理出来的MESH模型可以无转换直接加载,第一次加载需要建立索引文件,通过三维测图osgb数据转换功能,通过倾斜摄影的DATA文件与Metadata.xml文件生成DSM实景表面模型。建议通过加载空三影像,利用多窗口多视角光标联动,相互参考提高精度来弥补模型的不足。

在三维模型上进行道路,河流,房屋等地物以及沟,坎等地貌采集。等高线可以直接通过模型生成。使用画线工具,绘制以线状或面状表示的地物,包括房屋、道路、地类界、斜坡等。绘制中,地物宽度不同的分段绘制,使用捕捉避免悬挂。

房屋绘制可通过五点式程序绘制,或者通过“以面代点”测量,只需采集清晰面上的任意一点,程序会自动拟合处房角点,采集过程直接采集墙面,不再需要房檐改正,省去房檐改正工作,亦或通过房屋自动提取,将光标放在建筑物的某一高度,系统自动提取改点所在水平面,自动截取房屋横截面,生成房屋轮廓,道路绘制可通过传统的平行线采集单边,采集结束后自动生成平行线,如果采集过程中植被被遮挡严重,可以将光标移动到某一高程,剔除这一高程以上植被覆盖部分,方便植被下方道路的绘制。高程点跟等高线均自动生成,需要修改的地方通过等高线手绘功能,调节和锁定高程后,根据倾斜模型手绘等高线。

数据检查可利用软件检查功能进行数据标准检查即编码合法性与层码一致性检查,空间关系检查包括空间数据逻辑检查、重叠对象检查、自相交检查、悬挂点检查、面对对象相互检查等。等高线的检查主要是等高线高程属性矛盾检查、高程点与等高线匹配检查。

最终数据输出,支持CASS格式、DWG、MDB以及SHP格式的输出,本案例直接输出CAD支持的DWG格式。

2.3精度分析

通过CORS系统及全站仪实地采集特征点与内业采集数据比对,分析平面及高程精度。平面采集点主要分布在房屋角、道路交汇处、地物特征较明显的地物角点等地方,高程采集点为硬化场院及铺装路面。共选取平面检测点29个,高程检测点20个,经精度检测平面中误差为 $\pm 0.153\text{m}$;高程中误差为 $\pm 0.184\text{m}$ 。

表1 平面精度统计

点号	误差/米			点号	误差/米			点号	误差/米		
	Δx	Δy	Δxy		Δx	Δy	Δxy		Δx	Δy	Δxy
1	0.12	0.16	0.2	11	0.05	0.03	0.06	21	0.05	0.02	0.05
2	0.08	0.06	0.1	12	0.06	0.05	0.08	22	0.05	0.08	0.09
3	0.11	0.05	0.12	13	0.17	0.14	0.22	23	0.07	0.09	0.11
4	0.05	0.15	0.16	14	0.11	0.08	0.14	24	0.11	0.15	0.19
5	0.06	0.07	0.09	15	0.13	0.12	0.18	25	0.1	0.15	0.18
6	0.08	0.06	0.1	16	0.14	0.07	0.16	26	0.03	0.2	0.21
7	0.08	0.03	0.08	17	0.2	0.05	0.21	27	0.09	0.12	0.15
8	0.03	0.11	0.11	18	0.03	0.09	0.09	28	0.15	0.08	0.17
9	0.13	0.12	0.18	19	0.07	0.1	0.12	29	0.08	0.12	0.14
10	0.18	0.2	0.27	20	0.1	0.08	0.13				
平面中误差= $\sqrt{[\Delta\Delta]/(n-1)}=0.153\text{m}$											

平面中误差==0.153m

表2 高程精度统计

点号	误差/米	点号	误差/米	点号	误差/米	点号	误差/米
1	0.05	6	0.16	11	0.18	16	0.15
2	0.22	7	0.09	12	0.07	17	0.2
3	0.15	8	0.16	13	0.17	18	0.11
4	0.19	9	0.13	14	0.24	19	0.08
5	0.22	10	0.3	15	0.22	20	0.06
平面中误差= $\sqrt{[\Delta\Delta]/(n-1)}=0.184\text{m}$							

平面中误差==0.184m

3 结束语

通过消费级无人机倾斜摄影,进行不同区域倾斜摄影航飞,通过后处理软件生产实景模型,通过EPS实景三维采集系统进行1:500大比例尺地图采集,通过CORS实测验证,测图成果满足大比例尺精度要求,数据获取效率相比传统野外采集有了大幅度提高,数据成果丰富,全图精度较平均,数据采集过程由传统的全野外变成少量野外,大部分内业采集,全面提高了生产效率并且改善了外业作业人员的工作环境。实现高精度高自动化的自动提取功能,需要在今后的工作中进一步学习探索及尝试。

[参考文献]

- [1]夏祖伟.消费级无人机倾斜摄影测量测图应用[J].河南水利与南水北调,2019,48(04):57-58.
- [2]杨云源,吉健,石洪,赵波.大疆消费级无人机快速倾斜摄影测量实践[J].北京测绘,2019,33(03):243-248.
- [3]黄鹤,李若鹏,王柳.消费级无人机倾斜摄影航线规划及地面站实现[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2019,11(01):61.
- [4]徐志豪.消费级无人机倾斜摄影三维建模可行性研究[J].北京测绘,2018,32(08):897-904.