

无人机仿地飞行在山区地灾评估测量中的应用

盛燕平

湖南省有色地质勘查局一总队

DOI:10.12238/gmsm.v4i1.995

[摘要] 为了解决山区地质灾害评估测量中,运用无人机航测在地形高差大而导致海拔高的区域空三无法通过的情况,采用无人机仿地飞行就能很好的解决这个问题。文章主要通过无人机仿地飞行航测成果,配合全站仪、RTK外业实测数据,对无人机仿地飞行这种在航线形态上与常规作业方式完全不同作业方式在作业效率、精度等方面进行测试。

[关键词] 仿地飞行; 倾斜摄影测量; 像控点; 三维建模; 精度评定

中图分类号: U212.24+1 **文献标识码:** A

引言

传统的飞行是定高飞行,航高是固定不变的,导致高海拔与低海拔航向重叠度不一样。而仿地飞行,是指无人机依据航拍测区的地面起伏而始终保持在恒定的相对高度上飞行,在航测作业中,通过设置与已有三维地形数据的固定高度,根据测区地形自动生成变高航线,地面分辨率也保持不变,从而保证了整个飞行区域的航摄重叠度。无人机在作业过程中,通过设定与已知三维地形的固定高度,使得飞机与目标地物保持恒定高差^[5]。

1 项目概况

大泊水测区位于江永县城北11公里的千家峒瑶族乡,测区地势狭长,最大高差约362米,测区面积为0.8km²,为保障影像全覆盖进行外扩后航线面积约为2.4km²。测区四周崇山峻岭,地形切割非常大,属于典型的山地地形。这是一个落差比较大的峡谷,谷深达2公里,沿途有七级倾泄的瀑布,拾级而上,到终端就是大泊水瀑布。此瀑布高100余米,宽30米,四季不涸,峡谷两侧都是100米高的悬崖石壁,风景秀丽颇为壮观,也是省级风景名胜之一。近来由于连降暴雨,山洪频发,造成山体滑坡,崖壁上大量风化石头滚落,景区地质灾害受损严重,人员无法进入,急需进行现场灾害评估测量。然而传统的无人机2D正射影像航摄因地形高差

太大,无法满足作业要求,从而选择无人机仿地倾斜摄影飞行的作业方案。

2 技术路线

2.1 无人机准备

针对本项目地形高差非常大,测区的面积较小,选用无人机为大疆精灵4RTK无人机,数量1台套。地面站软件为GSRTK APP,安装在带屏遥控器上,使用方便。大疆精灵4RTK无人机属于低空、民用、微型多旋翼无人机,机身自带FC6310R相机,总重1391g。

为了得到稳定、高精度的POS数据,在本次测试中千寻CORS实时差分成果只作为定位导航使用。POS坐标获取采用PPK模式解算。基站选择华测X12GPS做为播发差分信号站,软件使用Context Capture Center及清华三维EPS进行内业处理^[1]。

2.2 作业流程

本次作业主要采用无人机仿地飞行倾斜摄影测量,航线规划采用大疆自带航线规划“仿地飞行”模式,航线规划首先使用Google Earth中的全球数字高程数据产品DEM数据。将下载的DEM高程数据将转换成Tif和TFW文件导入大疆自带的GSR软件,即可进行仿地飞行航线规划,实现仿地飞行。

本项目主要使用的空三建模软件为Context Capture Center,成图软件为清华三维EPS地理信息工作站结合南方

CASS实现。整个流程包含飞前数据准备、航线规划、像控点测量、无人机航拍、数据处理、三维建模、外业调绘与补测、数字线划图成图八个部分^[2]。

3 任务实施

3.1 任务目的

(1) 本项目需提供1:500地形图做为地质灾害评估的依据,提供崩塌区的像片展示滑坡体全貌,解译灾害地质特征、分析隐患点的危害趋势以及采取防患治理措施。

(2) 由无人机倾斜摄影仿地飞行作业方式生产的,5cm地面分辨率的倾斜三维模型平面、高程精度达到1:500航摄地形图要求。

3.2 作业准备

3.2.1 DEM模型

第一步,在LocalSpace Viewr软件中下载已有的DEM数据,目前该软件提供的ALOSDEM数据最大分辨率为12.5m,将下载的DEM高程数据将转换成Tif和TFW文件导入大疆自带的GSRAPP软件中,执行仿地飞行。此种方法较为简便,在飞行的前一天就可以提前做好,然后进行航线规划,为第二天飞行省下了大量工作。

第二步,为了避免无线电通信被山体阻隔而造成飞行器失联,将起飞点定在山顶高的地方,且四周相对平坦,视野开阔无遮挡物。

3.2.2 航线规划

以DEM分区情况为基础,结合仿地飞行模式进行航线设计。由于精灵4RTK是单镜头平台,所以倾斜相片需要分航次进行采集。这次仿地飞行一共飞行了五个架次,采集了东南西北各方向的倾斜像片。

上述我们采用的是获取测区的DEM,将转换好的DEM数据存储到TF卡内DJI/DSM/新建文件夹(名称可自定义)内,将TF卡插入遥控器,然后在遥控器上进行航线规划,航线规划时需根据测区矢量数据手动绘制范围(软件在仿地飞行时不能直接导入KML文件生成测区,也是Phantom4 RTK美中不足之处)。

3.3 像控点测量

由于使用高精度POS坐标进行解算,像控点数量适当的减少,像控点间间隔不超过400米(20000像素)。测区共布设12个像控点,其中6个为像控检查点,布设均匀,覆盖整个测区。

3.4 无人机航拍

每航次作业均对硬件设备、地面站参数进行检查,确认无误后方可起飞。相机设置,精灵4RTKFC6310相机采用8.8mm镜头,本次测试相机参数为:ISO值100~200;快门速度为1/500~1/840;光圈5.6。航向、旁向重叠度为80%,倾角70°,最大像点位移为1.9cm,小于等于0.5个像素要求(3cm*0.5)。

本次项目使用一套精灵4RTK无人机进行仿地作业,无人机根据规划航线及地形的起伏自动保持相对的航高飞行,有效的避免了因地形限制而造成的航摄漏洞及“炸机”现象。本次共耗时3个小时,飞行5个架次,获取照片数量1636张,数据完整,影像质量高。

3.5 数据处理及模型生产

数据处理及模型生产均采用Context Capture Center软件进行,将照片和POS

表5-1 像控检查点中误差统计表

点号	外业预留检查点			模型验证点			差值(m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
JC1	2811553.084	531317.331	331.931	2811553.762	531317.316	331.857	0.042	0.015	0.074
JC2	2812220.175	531146.428	419.084	2812220.196	531146.464	419.023	-0.021	-0.036	0.061
JC3	2812353.802	531261.095	461.697	2812353.750	531261.072	461.649	0.052	0.023	0.048
JC4	2812377.566	531258.205	455.489	2812377.530	531258.179	455.401	0.036	0.026	0.088
JC5	2812320.067	531046.790	424.646	2812320.014	531046.731	424.573	0.053	0.059	0.073
JC6	2812120.039	531446.790	424.652	2812120.072	531446.839	424.583	-0.033	-0.049	0.069
检查点点位中误差									
dxy							0.056		
dz							0.070		

数据及相机检校参数导入软件,提交空三计算。通过后,加入12个像控点坐标数据,进行刺点,进行空三计算。空三结果合格后,进入模型重建生产环节。为了后期提供EPS平台成图,三维倾斜立体模型格式输出采用OSGB格式^[4]。

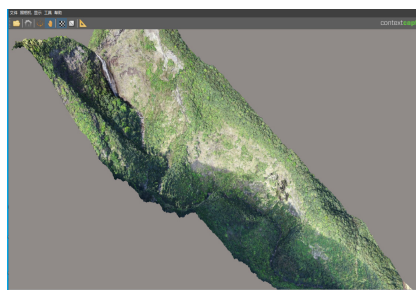


图4-1 大泊水测区三维立体模型

3.6 数字线划图成图

以清华三维EPS2016地理信息工作站为矢量绘图平台,利用倾斜摄影模型进行高精度地形数据的矢量采集工作,无需佩戴立体眼镜,可直接在模型上进行矢量采集,和高程点采集,属性编辑,并形成数字线划地形图。三维立体模型也可做为地灾分析的依据图纸。

4 精度分析

测区共布设了12个像控点,像控点参与刺点平差,其中6个检查点全部用于质量检查,平面点位误差0.056m,高程中误差0.070m,满足1:500比例尺数字航空摄影测量空中三角测量规范要求($dxy \leq 0.175m$, $dz \leq 0.28m$)^[3]。空三质量合格,满足项目生产需求。检查点中误差结果

如表5-1显示。

5 结论展望

通过无人机仿地飞行倾斜摄影测量在大泊水地灾测量1:500地形图项目中的应用,仿地飞行航测成果精度达到了1:500数字航空摄影测量空中三角测量地形图规范要求^[2],仿地飞行航测方案,很好的解决了测区地形高差大,地形条带状分布,地形切割面复杂,无人机航摄困难的难题,为大比例尺地形图数据采集提供新的技术选择路线,为以后类似的项目提供了很好的借鉴和经验。相比原有的飞行方式,仿地飞行在作业成本、作业效率以及成果精度上都有显著提升。

【参考文献】

- [1]国家测绘局西安标准化测绘研究所起草.1:5001:10001:2000地形图航空摄影测量内业规范[M].测绘出版社,1988.
- [2]王利民,刘佳,杨玲波,等.基于无人机影像的农情遥感监测应用[J].农业工程学报,2013,(18):136-145.
- [3]曾衍伟,谭明建.国家标准《测绘成果质量检查与验收》的编制与应用[J].测绘标准化,2010,026(003):1-4.
- [4]周晓波,王军,周伟.基于无人机倾斜摄影快速建模方法研究[J].现代测绘,2017,(01):40-42.
- [5]张强.仿地飞行在无人机倾斜测量中的应用[J].科技创新与应用,2020,(7):179-120.