

无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害精细化调查中的研究

甘世兴

新疆地质工程勘察院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i1.962

[摘要] 本文根据新疆地质工程勘察院有限公司在《新疆巩留县地质灾害补充详细调查及重要灾害隐患段(点)精细化调查》项目设计书中对测量工作的要求,详细记述了免像控无人机倾斜测量在野外测量技术的应用和对调查数据影像处理以及取得的成果,以供参考。

[关键词] 无人机; 倾斜摄影测量; 地质灾害; 精细化调查

中图分类号: V279+2 **文献标识码:** A

1 概述

1.1 航拍区范围

根据本次新疆巩留县地质灾害补充详细调查及重要灾害隐患段(点)精细化调查,突出工作重点,明确工作目的,确定了二块区域作为本次精细化调查的无人机航拍区。分别为: 吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区和库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区,航拍区总面积2.31km²。

吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区,该部分航拍建模面积为0.95km²,中心地理坐标为: N: 43° 10' 44.54"、E: 82° 36' 20.260",拐点坐标见表1。

库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区,该部分航拍建模面积为1.36km²,中心地理坐标为: N: 43° 17' 20.80"、E: 82° 37' 26.02",其拐点坐标见表1。

航拍区拐点坐标一览表 表1

航拍分区	拐点编号	纬度	经度	备注
吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区	JEGL-1	43° 10' 51.121" N	82° 36' 46.921" E	
	JEGL-2	43° 11' 01.459" N	82° 36' 31.850" E	
	JEGL-3	43° 11' 06.007" N	82° 36' 15.440" E	
	JEGL-4	43° 10' 54.234" N	82° 36' 06.503" E	
	JEGL-5	43° 10' 31.691" N	82° 35' 57.572" E	
	JEGL-6	43° 10' 22.499" N	82° 35' 57.151" E	
	JEGL-7	43° 10' 26.429" N	82° 36' 25.641" E	
库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区	KEDN-1	43° 16' 52.221" N	82° 37' 36.067" E	
	KEDN-2	43° 17' 18.925" N	82° 37' 59.811" E	
	KEDN-3	43° 17' 33.525" N	82° 37' 31.011" E	
	KEDN-4	43° 17' 42.299" N	82° 37' 26.788" E	
	KEDN-5	43° 17' 51.490" N	82° 36' 57.489" E	
	KEDN-6	43° 17' 39.381" N	82° 36' 55.775" E	
	KEDN-7	43° 17' 28.163" N	82° 37' 02.404" E	
	KEDN-8	43° 17' 11.792" N	82° 37' 01.705" E	

1.2 完成工作量

本次航拍建模完成工作量(见表2、3)。

吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段测区工作量表 表2

工作项目	单位	完成工作量	设计工作量	完成率	备注	
地形测量	1:1000无人机倾斜摄影地形图测绘(建模)	km ²	0.95	1.04	91.3%	滑坡的第一斜坡带至影响区
	像控点测量	个	4	4	100%	检查点
	1:200地质剖面测量	km/条	3.14/6	1.84/7	170%	各滑坡单体

库尔德宁镇小莫合沟滑坡段测区工作量表 表3

工作项目	单位	完成工作量	设计工作量	完成率	备注	
地形测量	1:1000无人机倾斜摄影地形图测绘(建模)	km ²	1.36	0.54	251.8%	滑坡的第一斜坡带至影响区
	像控点测量	点	5	4	125%	检查点
	1:200地质剖面测量	km/条	3.37/11	2.24/5	150.4%	各滑坡单体

2 技术设计执行情况

本次测量统一采用CGCS2000国家大地坐标系,采用高斯-克吕格3°带投影,中央子午线经度为东经84°,带号为28。高程基准采用1985国家高程基准。

本次作业采用免像控无人机倾斜测量、网络RTK(新疆CORS测量系统2000端口)等先进技术相结合为手段,采用了现行的国家标准、测绘行业标准以及相关规定;外业使用免像控无人机倾斜测量对地物、地貌信息数据采集,确定成图区范围内地理信息的位置和性质。内业使

用赛尔航测管家对原始影像数据整理、ContextCapture Master进行空三解算和三维实景模型输出、利用AutoCAD Civil 3D和南方cass9.1地形地籍成图软件进行编辑、成图。

2.1 无人机航空摄影

利用大疆M210四旋翼无人机(RTK)搭载的赛尔Share 102S pro五镜头倾斜相机完成了吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区和库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区的全部航摄工作。吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区航线敷设情况,拍摄航片28540张。库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区航线敷设情况,拍摄航片12970张。各条航线在航拍过程中无人机RTK始终处于固定解状态且平面及高程收敛精度均优于0.03m。相机每拍一张照片,飞控系统随机记录一个对应的POS数据,每架次的照片数量与记录的POS数据一一对应且数量相同,外业采集各项数据完整有效。

2.2 采集影像数据质量

本项目中得到各条航带的最终影像数据清晰,层次分明,颜色饱和,色调均匀,反差适中,不偏色,能辨别出地面上最暗处的影像细节。各条航带间没有漏洞,可以进行立体模型的建立和连接。

2.3 飞行质量评价

本项目飞行质量较好,航线弯曲度较小,飞行时间都选在阳光充足、风速较小、风向稳定的时段。

Geological and Mineral Surveying and Mapping

像片有效范围覆盖了设计要求和现场指定的全部摄区。在航向上和旁向上均超出成图范围一个航高,全区无摄影绝对漏洞。

航向重叠:一般在80%左右,最小为65%,最大达90%,满足成图要求。

旁向重叠:一般在70%左右,最小为55%,最大达90%,满足成图要求。航线弯曲度:所有的弯曲度均小于2%,符合规范要求。

2.4数据预处理

利用赛尔航测管家对相机中的影像及POS数据进行下载、整理并生成Block区块文件。在设置好无人机型号和相机型号后,就可以加载每个架次的影像及POS数据,在下载的过程中赛尔航测管家可以自动将POS数据写入对应影像照片中并生成Block区块文件,需要添加边界时需将km1范围导入,对照片进行过滤并重新生成Block区块文件。

2.5空三解算

本项目空三解算采用ContextCapture Master软件完成。将“2.4数据预处理”中生成的Block区块文件导入ContextCapture Master软件,在设置好各项参数后提交,有工作站自行处理。现对各分区的最大影像地面分辨率统计如下:

影像地面分辨率统计表 表3

航拍区	影像地面分辨率(m/pixel)
吉尔格朗乡恰西奥巴滑坡段航拍区	0.02145
库尔德宁镇小莫合沟滑坡段航拍区	0.01733

根据表3影像地面分辨率的统计结果,可以得出各分区空三解算质量较好,能够保证下一步输出的产品质量。

2.6三维实景模型的制作

根据空三完成的先后顺序,进行空三合并,新建Reconstruction,并设置坐

标系、范围线、瓦片大小和瓦片起点,设置完成后提交osgb格式产品用于模型修饰,输出osgb格式数据。Tile坐标原点为CGCS2000坐标系。

根据密集匹配技术利用影像匹配算法,自动匹配出所有影像中的同名点,并从影像中抽取更多的特征点构成密集点云,从而更精确地表达地物的细节。地物越复杂,建筑物越密集的地方,点密集程度越高;反之,则相对稀疏。

利用影像密集匹配的结果,由空三建立的影像之间的三角关系构成三角TIN,再由三角TIN构成白模,软件从影像中计算对应的纹理,并自动将纹理映射到对应的白模上,最终形成三维实景模型。

2.7三维实景模型质量的检验

三维实景模型的可靠性目前只能通过常规测量手段进行检查验证。本次利用网络RTK(与无人机RTK网络参数一致)在野外采集的测区内均匀分布的典型地物特征点坐标值,与在三维实景模型上内采的对应特征点坐标值进行比对,测区内平面较差均小于0.054m、高程较差均小于0.043m。通过验证,三维实景模型质量可靠,可利用三维实景模型进行项目后续工作。

2.8点云数据的输出与地形图的生成

三维实景模型生成并通过检查后,利用ContextCapture Master软件自动输出0.5m*0.5m间距的点云数据格式为*.las,再将输出的点云数据导入Riscan Pro软件,进行抽稀、地物点过滤、钉状点删除等一系列处理,得到AUTOCAD CILIV3D可处理格式为*.csv的数据文件。根据*.csv数据文件和三维实景模型,综合应用AUTOCAD CILIV3D和CASS3D软件制作并输出线化地形图。

2.9无人机倾斜摄影测量的优势

(1)作业成本更低

相比较传统测量方式,无人机倾斜摄影测量成本较低,无人机的配件不易损坏,使用寿命长,方便携带。

(2)作业方式更灵活

无人机倾斜摄影测量技术作业方式更灵活,对测区环境要求较低,测区现场满足起飞条件,即可进行作业,传统测量时,人员无法到达的危险区域(滑坡、崩塌),无人机可轻松到达,通过无人机倾斜摄影测量技术。为作业人员的人身安全提供更大的保证。

(3)成果可用性更强

传统测量做种输出成果为二维平面地形图,倾斜摄影测量输出的成果是三维实景模型。相比较普通地形图,三维实景模型能够更直观,更真实,更高精度的反应出地质灾害勘查区的地形地貌。

3 结语

本次作业平面坐标系统采用CGCS2000国家大地坐标系,高程基准为1985国家高程基准。三维实景模型分辨率优于1:1000比例尺的成图要求,精度优于1:1000比例尺的各分区三维实景模型,测绘产品成果经检查,可满足设计阶段的需要。

[参考文献]

[1]本刊通讯员.《工程测量规范》国家标准发布[J].煤气与热力,2008,28(4):31.

[2]孙杰.起草.无人机航摄系统技术要求[M].测绘出版社,2010.

[3]本社.CH/T2009-2010全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范[M].测绘出版社,2014.

[4]张有山,无人机倾斜摄影在地质灾害三维可视化中的应用[J].建筑工程技术与设计,2017,(24):4250.