

无人机倾斜摄影测量在地形图测绘中的应用

潘攀

重庆市测绘科学技术研究院

DOI:10.12238/gmsm.v6i4.1539

[摘要] 在无人机倾斜摄影的过程当中,可以实现较高度度的自动化,减少外业的工作量。并且在地形图测绘的过程当中,无人机倾斜摄影测量具有极其重要的作用,可以有效降低地形图测绘人员的劳动强度和测绘成本,可以满足不同比例尺地形图测绘的需求和高精度的需求。基于此,我们需要对无人机倾斜摄影技术进行分析和研究,掌握其技术路线,对各个环节所产生的影响因素进行深入的分析,以此来研究无人机倾斜摄影测量当中呈现出的数学精度分布情况。

[关键词] 无人机; 倾斜摄影; 测量; 地形图

中图分类号: V279+.2 **文献标识码:** A

Application of UAV Tilt Photogrammetry in Topographic Surveying and Mapping

Pan Pan

Chongqing Institute of Surveying and Mapping Science and Technology

[Abstract] In the process of unmanned aerial vehicle (UAV) tilt photography, a high degree of automation can be achieved, reducing the workload of the field. In the process of topographic surveying and mapping, UAV tilt photogrammetry has an extremely important role, which can effectively reduce the labor intensity of topographic map surveying and mapping personnel and mapping costs, and can meet the needs of different scales of topographic surveying and mapping and high precision needs. Based on this, we need to analyze and study the UAV tilt photogrammetry technology, master its technical route, and conduct in-depth analysis and research on the influencing factors of each link, so as to study the mathematical accuracy distribution presented in the UAV tilt photogrammetry.

[Key words] UAV; tilt photography; survey; topographic map

引言

在现阶段地理空间信息不断发展和扩大的基础上,在很多的领域行业当中,数字化的地形图都发挥了极其重要的作用,比如城市规划、智慧城市、基础设施建设以及灾害应急等,对于国民经济的快速化发展可以起到至关重要的作用。对于各个项目展开实施的过程当中需要较高精确度的地形图,比如在发生地震以及滑坡等自然灾害的时候,就需要进行快速的对灾区所属区域进行大比例尺地形图的绘制,帮助救援工作可以及时有效的展开。在此种情况下,对于地形图绘制当中的生产周期、精确度以及相关的数据采集等都提出了较高的要求,这是传统的数字化测量技术无法满足的。因此随着现阶段航测技术的不断发展,出现了倾斜摄影测量技术,主要是将多视角的摄影传感器和传统的航测技术相结合,可以从不同的角度来实现对影像数据的高效采集。与此同时,飞行器当中的平台所具备的数据传感器可以对多种姿态下所采集到的信息进行传输,比如航向、航高以及重叠度等,和地面控制点相结合的基础上可以进行影像数据

的解算处理,进行测试区域的三维模型的构建和搭建,以此来最大限度的完成地形图的4D测绘。

1 倾斜摄影

对于无人机倾斜摄影的概念而言,其航程都相对较短,旋翼无人机的航程一般在7km以内的范围,固定翼的无人机一般在100km的左右范围内,因此在摄影测量区域测量的过程当中需要进行划分为多个架次来实现测量,其中对于架次的划分需要保持成行成列的分布状态,避免出现空洞现象。在测量的时候也可以借助于十字交叉的方式来对平差精度进行提升,实现区域之间模型连续性的提升。在无人机的起降点方面,需要利用无人机来实现航拍操作,由于起降的架次比较多因此在起降点方面比较不固定,因此无人机的起降点选择非常关键,需要进行多个方面因素的考量:其一,场地开阔,需要实现对无人机整体费心状态的监控,一般在周边的100m范围内需要避免出现信号发射塔以及高压电线等外界的污染源;其二,在起降点的场地方面需要确保大于10平方米,且场地处于平整状态,避免外界的干扰对无

表1 基本定向点残差、检查点误差检测结果统计表

加密区号	像片数	基本定向点				检查点					
		点数	平面(m)		高程(m)		点数	平面(m)		高程(m)	
			最大值	中误差	最大值	中误差		最大值	中误差	最大值	中误差
1	16235	12	0.13	0.06	0.10	0.05	8	0.07	0.04	0.11	0.03
2	25405	20	0.09	0.04	0.19	0.11	9	0.06	0.05	0.13	0.06
3	28995	23	0.10	0.05	0.13	0.04	11	0.15	0.07	0.07	0.03
4	25887	16	0.10	0.05	0.14	0.05	9	0.08	0.04	0.13	0.07
5	14194	14	0.15	0.06	0.11	0.05	4	0.15	0.10	0.11	0.08
6	19308	20	0.16	0.05	0.25	0.06	11	0.17	0.06	0.12	0.05
7	18784	15	0.08	0.05	0.05	0.03	20	0.16	0.06	0.22	0.06
8	23797	20	0.11	0.05	0.06	0.02	11	0.08	0.05	0.09	0.05

人机飞行产生影响,方便发生事故的时候可以紧急避让和处理;其三,对于航摄的效率方面,需要确保起降点和航摄起点以及终点之间保持尽可能短的距离,同时可以作为相邻架次无人机的起降点位置。在起降点为楼顶的时候,需要注意行高,避免对精度产生的影响。在航高方面,主要对成图的精确程度和相机的解析度以及主要的测试距离产生影响。倾斜摄影的相机包含了多个不同角度的镜头,从而可以得到多个不同角度的影响。区别于传统的单镜头成像模式,在多镜头的成像模式当中可以最大限度的避免出现成像过程当中的死角问题,对于最终得出的数据精确度可以得到有效提升^[1]。一般而言,如果需要对1:500的区域进行地形图的测绘,则需要在120到200m的航高范围内进行测绘,如果需要对1:1000的地形区域进行测绘,则需要利用200到400m的航高范围来完成。航高在越低的情况下,其摄影产生的精确程度越高,其摄影效率也就越低,航高在越高的情况下,摄影的精确度越高但是射影的效率也就越高。在应用的过程当中需要注意多个细节问题,无人机和场地和建筑物之间需要保持一定的垂直距离,一般需要距离场地或者建筑物最高点在30m以上的范围,确保飞行的安全顺畅,如果航高过低则很容易出现摄影的漏拍现象,造成数据误差。

对航程进行控制的时候,航线转向的次数在越多的情况下产生的作业效率也就越低,一般而言,航线都是按照长方形的区域来进行布设的,航线和长方形的长边保持平行的状态,避免转弯的次数,对于效率可以达到提升目的。在无人机的续航能力设计方面需要航线的长度来进行设计,避免将航线长度和无人机最大航程设计一致的现象,确保无人机在发生突发事故的情况下可以具有足够的动力实现安全返航。

2 无人机倾斜摄影测量在地形图测绘中的应用

2.1 技术路线。在无人机倾斜摄影测量的过程当中需要分为多个步骤来完成,其中包含了技术设计、踏勘、像控点测绘、空

三测量、定向建模、DEM采集、DOM制作、DLG生产、成果检查验收等步骤,具体如图1所示。

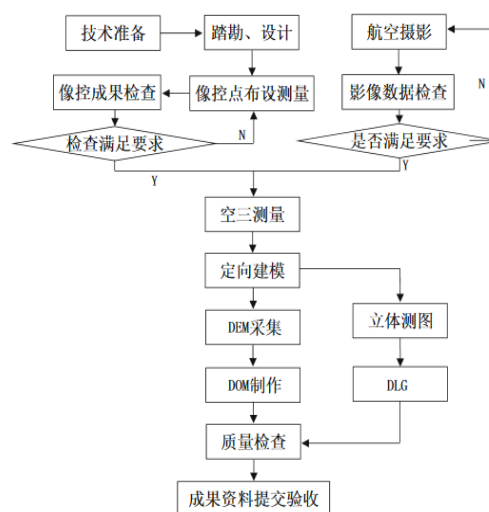


图1 技术路线图

2.2 像控点布设。对于像控点的布设方案设计当中,可以利用平高区域的网布点区域方案来进行设置,利用谷歌卫星影响进行设计像控点,在实际作业的过程当中,可以利用腻子粉进行制作标识点,将其设在设计点的附近范围区域。在本文当中,主要以比例尺为1:1000的地形图测绘来作为主要的研究对象,该项目的航飞面积在0.5km²,且平均间距为300m,设置了8个像控点。在该项目的外业相片控制选择方式和需求当中需要分为多个方面来进行分析:其一,可以利用数字影像刺点的方式将像控点刺在影像最为清晰的像片当中;其二,像控点需要设计在地势较为平坦的区域内;其三,选刺的像控点需要达到清晰判断分别的目标,达到对应像控点的实际布设需求;其四,在进行测量像控点的过程当中,可以借助于手机来进行像控点实际点位

以及仪器设备架设情况的拍摄,还需要对附近的参照地区的照片进行拍摄,以此来便于内业人员进行对应的刺点处理^[2]。测量的时候坐标系统为CGCS2000坐标系,高程基准为1985国家高程基准,可以借助于GNSS-RTK方法和区域所在地区的运行基准网来进行像控点的布设。

2.3数字空中三角测量技术。对于三角测量可以利用全数字摄影测量工作站来完成,借助于ContextCapture的计算软件进行数据计算。在软件当中输入原始的像片和像控点实际坐标,可以在软件的相机自校验模块当中计算出对应计算的参数,利用空三区域内的点位实际匹配记过和初始的外方位元素进行对比之后可以得出区域网平差数值计算得出。在控三解算完成之后,像控点平面最大误差0.033m,高程最大误差0.076m,像控点平面中误差±0.018m,高程中误差±0.045m;和《1:5001:10001:2000地形图航空摄影测量内业规范》当中所规定的要求标准相吻合。系统实时动态测量(RTK)技术规范》要求。其中,计算检查的结果如表1所示。根据表1可以看出,在基本定向点精度方面,满足基本的规范要求,在平面限差0.3m、高程限差0.26m,检查点精度满足平面限差0.5m、高程限差0.4m的规范要求,因此此种像控点布设的方案可行且满足精确度需求。

2.4三维自动化建模。对于空中三角测量完成之后,可以利用三维模型的建立来进行地形图的构建。进行数据模型重构的过程当中,具有海量的数据,因此可以利用切块运算的方式来对其建模完成之后的精确度计算和评价判断。也就是说,可以实现其位置精度、几何形态以及纹理精度的全方位评价。对于位置精确的评价分析,可以利用检查点的存在误差来衡量和判断,其中三维模型当中的平面和高程精度需要根据1:1000的地形图测量标准需求来进行计算^[3]。对于几何形态而言,可以利用Smart3D三维模型浏览软件的方式进行浏览,将其拉伸到和实际分辨率高度相吻合的程度,且还需达到无拉花和无变形现象。在纹理的精度方面,需要确保没有出现不完整的纹理、不真实的纹理映射错乱、纹理扭曲变形的现象。对于三维场景的重构过程当中,其运行运算的数据量相当巨大,一般在进行一个网格单元场景进行计算的时候需要1分钟,一个架次的数据内大约包含了1300张像片,如果一台工作站进行计算则需要10个小时。因此可以利用多台高性能工作站的方式来进行群组的组成,利用分布式的方式实现同步化运算。在如今,三维场景的地形图采集软件越来越多,比如EPS、CASS、DPmode1等,区别于传统的立体测图,三维场景测图对硬件的要求比较低,可以采集到的信息量巨大且采集的精确度更高。比如在项目验收的过程当中,抽取了39个图,每幅图采用网络RTK或全站仪设站分别检测了大于10个地物点和高程点,其结果如表2所示,可以发现平面数值的精确度平均值误差在0.143m,最大值为0.230m,高程数学精度中误差平均值为0.077m,最大值为0.145m,满足规范规定的平面允许中误差0.25m、高程允许中误差0.15m的要求^[4]。

表2 地形图数学精度检测统计表(单位: m)

序号	平面	高程
1	0.194	0.077
2	0.190	0.092
3	0.107	0.092
4	0.218	0.092
5	0.169	0.079
6	0.137	0.058
7	0.222	0.073
8	0.230	0.089
9	0.155	0.062
10	0.153	0.038
11	0.049	0.089
12	0.163	0.145
13	0.131	0.080
14	0.015	0.084

3 结束语

综上所述,利用无人机倾斜摄影测量技术所测量得出的数据,精确程度很高,可以在每平方千米大于5个像控点的条件,实现三维场景的精确计算,以此来满足测绘大比例尺地形图的实际需求。在地形图测绘方式方法当中,产生的外业工作量较少且劳动强度较低,在测量的效率方面较高,所需要花费的成本较低,因此在推广应用方面具有很高的价值。无人机倾斜摄影测量技术当中,具有方便、灵活、快捷、精准、高效的优点,但是在实际应用的过程当中,尤其是进行大面积的地形图测绘测量过程当中,也存在一系列的问题,比如航拍进度慢、受外界干扰多、安全风险高等,在多种因素的影响下,对于倾斜摄影的数据处理方面,其内业的工作量巨大,且在参与运算的工作站性能要求方面相对较高,因此需要选择合适科学合理的测量技术来进行工作。

[参考文献]

- [1]徐亚强.无人机倾斜摄影测量技术在大比例尺地形图测量中的应用[J].化工矿产地质,2023,45(01):66-71.
- [2]周攀.无人机倾斜摄影在矿山大比例尺地形图测绘中的应用研究[J].世界有色金属,2022,(23):25-27.
- [3]常志喜.无人机和地面三维激光扫描仪在1:500城市基本地形图测绘中的应用[J].科学技术创新,2022,(29):27-30.
- [4]常远,张胜.无人机倾斜摄影在市政道路设计中的应用[J].北京测绘,2022,36(09):1237-1240.

作者简介:

潘攀(1990—),女,汉族,重庆长寿人,本科,工程师,从事工程测量方面的研究。