

无人机影像重叠度对空三加密精度影响的试验

全昌文 陈霖

广西壮族自治区自然资源调查监测院

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.548

[摘要] 无人机航摄规范中对影像重叠的取舍要求范围宽,在实际生产当中具体采用多大重叠度开展航摄工作,关系到空三成果精度和作业效率等问题。本文在丘陵地形条件设置4种不同重叠度的航摄方案并获取数据,验证无人机影像重叠度对空三精度的影响并得出结论。

[关键词] 重叠度; 无人机; 空三加密

1 概述

传统摄影测量中航摄影像的航向重叠度一般为设定60%,旁向重叠度为30%,三度重叠为20%,传统航摄飞行平台飞行稳定性高,航摄仪都安装有姿态补偿装置,能够保证每一像对的重叠度基本一致。无人机航拍受风向影响较大,飞行姿态较差,因此导致影像的航向重叠、旁向重叠不够规则,影像的倾斜度过大,倾斜方向也不规则^[1]。而无人机航摄规范中对影像重叠的取舍要求范围宽,在实际生产当中具体采用多大重叠度开展无人机航摄,关系到成图质量及实际作业工作量等问题,并且在无人机空三加密过程中,影像的重叠度大小非常重要,重叠度过大,影像的匹配耗费时间多;反之,重叠度过小,可能会出现模型连接失败,成果不符合要求需要进行重飞等问题^[2]。为此需要设置不同的重叠度,规划设计不同的飞行航线采集航摄数据,开展空三加密试验,找出适合实际生产重叠度参数。

2 无人机影像重叠度

无人机影像重叠度是指相邻两张像片所拍摄地物的重叠区域^[3],摄影测量中,依靠地物一定重叠度才可进行影像的立体量测和连接点匹配。重叠度可分为两种类型:航向重叠和旁向重叠。通常情况下,重叠度以无人机数码影像重叠部分占相应边长的百分比表示,如图1所示。

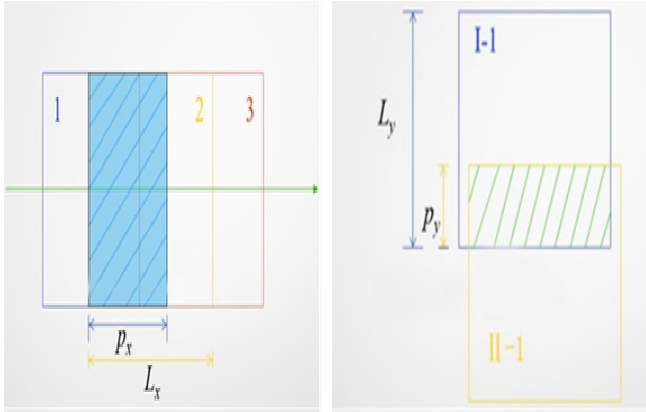


图1 无人机影像重叠度示意图

航向/旁向重叠度分别表示为Px%、Py%,如图1中所示,Px为航向重叠部分的影像长度,Py为旁向重叠部分的影像长度,Lx为平行于飞行方向的影像边长,Ly为垂直于飞行方向的影像边长,航向/旁向重叠度根据公式(1)(2)计算:

$$p_x \% = \frac{P_x}{L_x} \times 100\% \quad (1)$$

$$p_y \% = \frac{P_y}{L_y} \times 100\% \quad (2)$$

有研究成果表明,大重叠无人机航测技术可以保证图像相对定向和前

方交会的精度^[4]。《低空数字航空摄影规范》^[5]对无人机飞行质量提出了具体要求,UAV航空摄影影像的重叠度应满足:航向重叠度的范围一般为60%~80%,最小值不应小于53%;旁向重叠的范围一般应满足15%~60%,其最小值不应小于8%。随着无人机在测量领域的广泛应用,无人机影像的数据处理技术也取得了飞速发展虽然大重叠影像匹配提高了自动匹配的可靠性^[6],这说明影像重叠大小关系到是否能获得较好的匹配效果,但也不能一味的增加影像重叠,增加不必要的数据处理工作量。因此,我们也要在规范给出的范围内找出一个适合无人机影像重叠度,在这个重叠度取值范围区域内,空三加密能达到一个基本稳定的精度结果。

3 案例试验

3.1 技术路线

为验证不同重叠度大小对无人机空三加密精度的影响,需设置不同重叠方案开展试验。因此,我们需要获取不同重叠度的无人机影像,为此结合实际生产项目开展了获取影像的试验工作。试验的技术路线如图2所示。

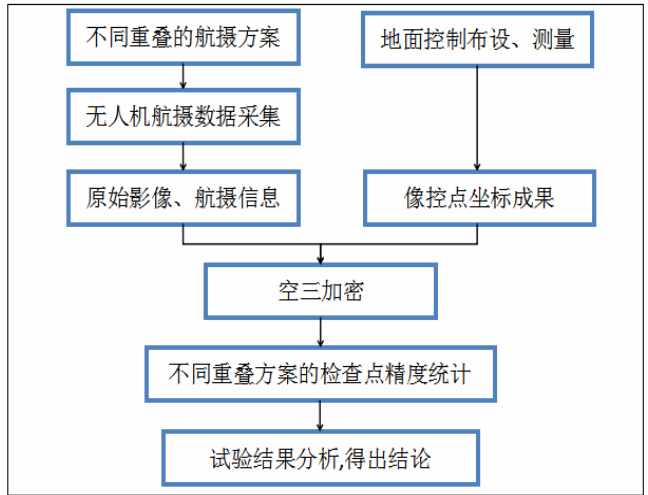


图2 试验技术路线图

3.2 航摄资料

试验测区为丘陵地形,最高海拔150m,最低海拔80m,平均海拔115,试验区范围8平方公里。分别设计了4组不同重叠度的航线,按照同一飞行高度,搭载同一数码相机保证地面分辨率相同,采用搭载双频GPS设备的固定翼无人机飞行平台进行航拍,获得航向/旁向重叠分别为:65%-35%、70%-40%、75%-45%、80%-50%四组无人机影像数据。因基线间隔和航线跨度不一致,进而导致每组设定的重叠度所对应获取的无人机影像数量不一致,每组重叠度空三加密试验所对应的具体无人机航摄资料数据统计如表1。

表1 试验测区无人机航摄资料

重叠度(航向/旁向)	丘陵地试验测区			
	A(65%-35%)	B(70%-40%)	C(75%-45%)	D(80%-50%)
成像设备	佳能 5D Mark II, 像幅 5616*3744			
地面分辨率/m	0.12	0.12	0.12	0.12
焦距大小/mm	24	24	24	24
飞行高度/m	525	525	525	525
基线间隔/m	157	135	112	90
航线间隔/m	438	404	371	337
像片数量/张	180	204	280	336
航线数/条	6	6	7	7

3.3 地面控制方案

为保证空三加密精度不受地面控制点不一样的影响,采用的像控布设方案为四角布点方案,并敷设构架航线;同时为保证检查点能正确反映出空三加密后的精度,检查点位置必须固定同一位置,因此我们按照航向间隔1000m左右布设一个检查点,旁向间隔500m左右布设一个检查点,8平方公里试验区共布设检查点21个。对每个检查点进行底图标注并实地开展 CORS-RTK测量,具体如图3所示。

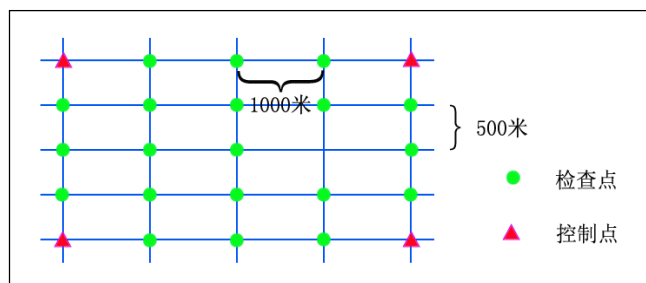


图3 不同重叠度的空三试验检查点布设方案

测区内实施测量的控制点和检查点共21个点位均由野外测定,像控点的坐标为2000国家大地坐标,测量采用广西CORS系统进行网络RTK卫星定位方法测量,每一个点位观测次数为3次,每个结果的平均值作为最终结果。利用似大地水准面精化模型求解高程异常,将椭球体高度H转化为正常高度h。像控点的平面位置的中误差不超过 $\pm 0.2\text{m}$,高程中误差不超过 $\pm 0.2\text{m}$,最大限差为中误差的2倍。

3.4 空三加密试验及分析

空三加密使用PixelGrid自动空中三角测量系统,该软件是一种新型的航空数据处理系统,其无人机数据处理模块采用了高精度多基线图像匹配算法,具有“缩放/旋转不变性”^[7],能处理大倾角、大旋偏角等多种飞行姿态不稳定的影像数据,匹配可靠性高。在数据预处理阶段,为消除镜头畸变所引起的像点误差,先进行原始影像数据的畸变差改正,以确保影像点位精度,所有的像控点均在立体环境下进行人工量测,空三加密完成后,对检查点的中值误差和残差进行了分析和评价。

为确保空三加密的准确性,试验A、B、C、D四组方案均把GPS摄站点坐标数据以及构架航线加入空三解算,结果统计如下:

表2 空三加密结果对比

序号	重叠度	GPS 摄站点坐标	构架航线	检查点数量	检查点中误差 /m		检查点最大残差 /m	
					平面	高程	平面	高程
A	65%-35%	有	有	21	0.335	0.349	0.564	0.608
B	70%-40%	有	有	21	0.278	0.315	0.437	0.449
C	75%-45%	有	有	21	0.265	0.309	0.420	0.436
D	80%-50%	有	有	21	0.263	0.308	0.421	0.431

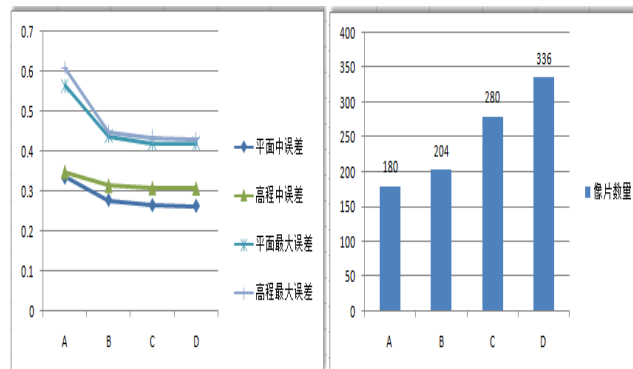


图4 空三加密检查点中误差(m) 图5 不同重叠度的像片数量变化情况

分析表2可以得出,四组测试空三加密检查点的误差符合1:2000丘陵地在《数字航空测量空中三角测量规范》的要求,即达到检查点平面中误差 $<1\text{m}$,高程中误差 $<0.4\text{m}$ 。对照图4可以看出,四组测试中A组检查点的最大平面误差和最大高程误差,相比于另外三组数据,明显高于其它三组;随着重叠度的增加,无人机影像空三加密检查点精度逐步提高,但是数据量也逐步递增,如图5。

4 试验结果分析

通过上述试验,分析得出以下结论:

(1) 无人机影像空三加密精度随着重叠度的增加而提高,相应的处理数据工作量也会增加。这主要是由于重叠度增大之后,同名地物点出现在更多的影像上,自动匹配的点数更多,匹配精度也得以提高。(2) 增加像片的重叠,对空三加密精度有一定程度的提高。在丘陵地区开展无人机航摄,影像重叠度以航向重叠[70%-75%]、旁向重叠[40%-45%]较为适合,此时空三加密已达到稳定的精度水平,再提高重叠,精度提高效果不明显。(3) 对空三精度要求不高的,例如无人机应急航拍测绘,可采用降低重叠度得方法来原因提高效率,同时也要考虑到无人机飞行受环境影响大,设定过低的重叠度可能导致局部出现航摄漏洞的情况。

5 结语

综上所述,在丘陵地形条件下设置相同的地面控制数据开展试验,无人机影像空三加密精度随着重叠数值的增加而提高,重叠数值在航向重叠[70%-75%]、旁向重叠[40%-45%]区间基本达到稳定的精度水平。在此基础上,再增加重叠精度提高不明显,而且相应的数据量也会大幅增加。广西地貌总体上可概括为多丘陵地多山地的盆地地貌,盆地大小相杂,错综分布,在实际生产工作中,需针对广西特有的地形地貌,找到适合的无人机航摄方案,才能有效提高工作效率。

[参考文献]

- [1]王聪华,林宗坚. UAVRS影像空中三角测量实验研究[J]. 测绘科学, 2007, 32(4): 41-43.
- [2]李亚东,王强,高绍伟. 无人机航测精度的影响因子分析[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2018, 17(2): 63.
- [3]何敬,李永树,卢恒,等. 无人机影像的质量评定及几何处理研究[J]. 测绘通报, 2010, (4): 22-24.
- [4]张永军,张勇. 大重叠度影像的相对定向与前方交会精度分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2005, 30(2): 126-130.
- [5]张可可. 无人机影像空中三角测量实验研究[J]. 测绘, 2013, 36(1): 10-12.
- [6]姬亭,盛庆红,宗鹏. 大重叠度影像的相关系数匹配精度分析[J]. 计算机应用, 2010, 30(2): 57-59.
- [7]邵军,段志强,周毅,等. PixelGrid 4.0在自动空中三角测量中的应用[J]. 地理空间信息, 2013, 11(6): 142-145.