

SWDC 数码航摄区域网控制点布设的精度试验

赵云昌, 丁莹莹

(山东省国土测绘院, 山东 济南 250013)

摘要:介绍了 SWDC 数码航摄影像的技术基础和其应用于航空摄影测量的优越性, 鉴于 SWDC 像幅的特殊性, 在保证量测精度的前提下, 为减少外业作业的工作量, 通过以不同基线的区域网像片控制点布设方案的精度试验, 证明了控制点按照 8 条基线布设可满足内业生产及大比例尺地形图的需要。

关键词:SWDC; 控制点; 区域网; 精度试验

中图分类号: P231

文献标识码: A

1 概述

长期以来, 随着胶片影像带来的一系列问题和 CCD 传感器技术的发展, 数字航空摄影已呈现明显的优势, 航空数码相机面临前所未有的发展机遇, 近年来国外已研制出数字航摄仪代替胶片航空摄影仪, 实现摄影测量处理流程的全数字化, 数字摄影测量已成为摄影测量界研究和应用的一大热点。我国对航空数码相机的研制已初见成效, 航空数码相机主要以 2 种方式发展: 一种是基于线阵 (Linear Array) 的传感器方式, 代表产品有 ADS40; 另一种是基于面阵 (Plane Array) 的传感器方式, 代表产品有 DMC, UCD, SWDC 等。山东省国土测绘院利用烟台测区 SWDC-4 数据开展了局域网控制点布设方案的精度试验研究, 通过 5 种布点方案的对比检测, 确定了合理的布点方案, 达到了减少野外工作量并保证内外业量测精度的良好效果。

SWDC (Si Wei Digital Camera) 航空相机是我国自主知识产权的科研产品, SWDC 主体由 4 个高档民用相机 (单机像素 3 900 万, 像元 6.8 μm) 经外视场拼接而成, 系统中集成了 GPS 和自动控制等关键技术, SWDC 的相关技术指标见表 1。

2 SWDC 的主要技术优势

(1) 可以更换镜头, 适应不同应用场合。SWDC

-4 可更换 35 mm, 50 mm, 80 mm 3 种焦距, 其 80 mm 焦距的 SWDC-4 技术指标与进口数码相机几乎一样, 而短焦距的 SWDC-4 又可以用在有高程精度要求的场合和国家中小比例尺的地形图测绘。由于 SWDC 的角像元 (CCD 尺寸除以焦距) 比其他数码相机约大一倍, 所以在同样的成图比例尺条件下 (同样像元的地面尺寸条件下), 航高可以降低一倍, 降低对飞行天气的要求, 数码相机还可以调整感光度, 在阴天、轻雾等天气条件下飞行, 经过图像预处理也可以获得合格的影像, 若认为房屋投影差大, 也可以更换 80 mm 的长焦镜头。

表 1 SWDC 的相关技术指标

焦距	35mm/50mm/80mm
像素大小	6.8 μ
拼接后虚拟影像像元数	13k \times 11k
像元角 (弧度)	1/3888 11/5555 11/8888
彩色/黑白	24 bit RGB 真彩, 无彩红外
数据存储 (数据伴侣)	40 ~ 100G CF 卡
一次飞行可拍影像数量	850 ~ 1700 (空中更换数据伴侣可加倍)
最短曝光间隔	3 秒
快门方式、曝光时间	中心镜间快门: 1/320, 1/500, 1/800
光圈	最大 3.5
感光度 (ISO)	50/100/200/400
影像文件大小	300M

* 收稿日期: 2009-06-13; 修订日期: 2009-08-20; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 赵云昌 (1980—), 男, 山东潍坊人, 助理工程师, 主要从事数字摄影测量与遥感应用工作。

(2)短焦距的 SWDC - 4 旁向视场角大(90°/110°)。有利于航线数的减少,接近方形的影像(11:8)与传统照片形状相似,符合作业员习惯。

(3)高程精度高。50 mm/35 mm 焦距的 SWDC - 4 基高比大(0.59/0.8),解决了长期因高程精度低而影响数字航空摄影仪推广的问题。

(4)直接的天然真彩色,SWDC 的彩色不是用融合彩色,而是 BAYER 彩色,它是在黑白的 CCD 上面,蒙上一层品字形的阵列滤光片,然后用很特别的算法恢复像元的 RGB 值,逼真度好,特别是植被(树林、农作物)影像,色彩自然,绝不会产生色彩错位的现象。

3 试验研究

3.1 试验目的

传统胶片航摄的像幅一般为 23 cm × 23 cm 或 18 cm × 18 cm,而 SWDC 的像幅尺寸为 7.5 cm × 10.2cm。当航摄面积、摄影比例尺相同时,SWDC 的航片数目要比传统胶片航摄的多一些。所以,若使用相同的外业像控点设计方案,SWDC 航摄会增加外业像控点测量和空三加密的工作量,但现行的规范还没有对 SWDC 数码影像的区域网布点方案作相应的规定,鉴于此,该次试验通过选择不同的基线数布设像控点来比较空三加密的成果精度,探索选择出既能满足航测内业量测精度要求又能减少外业工作量的合理布点方案。

3.2 试验区与资料情况

所选试验区域属烟台测区,地形为丘陵地、山地。该次试验选用 2007 年 12 月 SWDC 航空摄影的摄影资料,摄影比例尺为 1:13 000,试验区内共 6 条航线,每条航线为 19 ~ 20 条基线。共计 124 张航片,航向重叠均在 65% ~ 75% 之间,旁向重叠在 35% ~ 45%,飞行质量和影像质量良好,可以满足空三加密的要求。

3.2.1 空三加密试验

像片控制点来源:外业在实验区内实测 GPS 控制点,其中像片控制点共 65 个,检查点 150 个,坐标系统采用似 1980 西安坐标系和高斯正形投影,按 3°分带中央经线 120°,起算坐标和边长投影归化到 -230 m 的抵偿面参考椭球体上。

空三加密成果比较:分别按照每 2 条、4 条、6

条、8 条基线布设一个平高点进行空三加密作业,光束法平差结果见表 2。

表 2 光束法平差结果(m)

基线	Mkx	Mky	Mkz	Mks	$maxks$	$maxkz$
2	0.059	0.073	0.038	0.093	0.170	0.162
4	0.066	0.079	0.042	0.103	0.196	0.163
6	0.080	0.083	0.052	0.115	0.241	0.233
8	0.071	0.046	0.050	0.084	0.182	0.393

其中: Mkx 为定向点北坐标 x 的中误差; Mky 为定向点东坐标 y 的中误差; Mkz 为定向点的高程中误差; Mks 为定向点的平面中误差; $maxks$ 为定向点的最大平面误差; $maxkz$ 为定向点的最大高程误差。从以上 4 种布设像控点的作业方法所平差的结果来看,每种布点方式的精度均能达到内业规范的限差要求(丘陵地基本定向点平面位置限差 0.3 m,高程限差 0.26 m,山地基本定向点平面位置限差 0.4 m,高程限差 0.4 m)^[1],从 4 种成果中读取了 5 个加密检查点的坐标比较,比较结果见表 3。

表 3 加密点成果比较结果(m)

基线		PJ ₁	PJ ₂	PJ ₃	PJ ₄	PJ ₅
2	X	4153784.382	4153726.674	4152691.889	4151962.151	4151754.468
	Y	486579.472	487216.297	487261.420	487241.580	487390.044
4	X	4153784.575	4153726.768	4152691.812	4151962.161	4151754.31
	Y	486579.623	487216.135	487261.419	487241.920	487390.143
6	X	4153784.606	4153726.786	4152691.842	4151962.236	4151754.351
	Y	486579.716	487216.168	487261.433	487241.897	487390.110
8	X	4153784.631	4153726.840	4152691.880	4151962.294	4151754.460
	Y	486579.888	487216.172	487261.465	487242.046	487390.237
max	dx	0.199	0.204	0.041	-0.338	-0.234
	dy	-0.265	0.172	-0.278	-0.093	0.026
min	dx	-0.006	0.038	-0.006	0.001	0.001
	dy	0	0.048	-0.192	-0.054	-0.076

其中: dx 为检查点的立体观测值北坐标与外业实测北坐标的差值; dy 为检查点的立体观测值东坐标与外业实测东坐标的差值。从表 3 的比较结果可看出,每种基线布设像控点的方式都可以满足空三加密作业,且平差结果都能达到规范限差要求,解算的加密点成果较差也完全符合规范要求(丘陵地多余控制点限差 0.5 m,山地多余控制点 0.7 m)^[1],能够继续下工序的作业。

3.2.2 检查点检测

采用 8 条基线的空三加密成果导入 JX4C 全数

字摄影测量系统,建立立体模型。分别在立体模型中逐个读取外业检查点并记录坐标。

为尽量减少个人视觉差别之间的读点误差,采用由2名作业人员同时读点并取平均值的方式记录,在有效的8条基线范围内共读取了外业检查点100个。可假定外业的实测坐标为真值,内业读取的坐标为观测值,详细比较了差值(dx, dy 为内外业之间的差值,单位为m),其中:

$$\max |dx| = 0.2859, \quad \min |dx| = 0$$

$$\max |dy| = 0.3305, \quad \min |dy| = 0$$

中误差 $M_s = \pm \sqrt{([\Delta\Delta]/n)} = \pm 0.253$ 。

通过以上的分析比较,精度指标完全符合规范的限差要求,达到了1:1 000测图的精度(平地、丘陵地一般不大于图上0.4 mm,最大不大于0.5 mm,山地、高山地一般不大于0.5 mm,最大不得大于0.6 mm)。

4 结论

从该次试验生产情况和各项成果的精度来看,可得出以下结论:

Precision Tests of Different Control – points Design Schemes in a Certain Area Based on SWDC Digital Aerial Photography Image

ZHAO Yun – chang, DING Ying – ying

(Shandong Surveying and Mapping Institute of Land and Resources, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: This paper mainly introduces the technical basis of the SWDC aerial photography image. Because of the particular property of the SWDC format, under the premise for ensuring the accuracy of measurement, in order to reduce the workload of operations outside, through precision tests of points laid by a regional network in a different photograph of the baseline, it is proved that the control points in accordance with 8 baselines employed within the industry can meet the production need for large – scale topographic maps.

Key words: SWDC; photo – control points; regional network; precision test

(1)对SWDC系统获取的数码航摄影像,鉴于其像幅小,覆盖面积少的特点,外业可以按照每8条基线布设1个平高点的方式来做外业像控点就能满足内业空三加密的作业要求。是否8条以上的基线布设方案也能满足空三作业精度要求,还需进一步的相关试验。

(2)按照8条基线布设像控点的方案,内业通过立体模型判读点位与外业实测值的差值比较,认为其内业测绘精度可以满足内业大比例尺丘陵地、山地、高山地地形立体测图的精度要求,8条基线布设像控点是否满足平地精度要求,还需要进一步试验。

(3)航摄比例尺1:13 000,成图比例尺1:1 000相差太大,影响精度,最好将两者比例缩小,如果航摄1:4 000结果也许会更好。

参考文献:

- [1] 1:500,1:1000,1:2000地形图航空摄影测量内业规范[S].北京:测绘出版社,2008.