DMC 数码航摄区域网布点方案探讨

王小准
（广东省国土资源测绘院，广东 广州 510500）

摘　要：相片控制测量是航空摄影测量的基础工作，传统航空摄影控制测量有成熟的作业方法和相应的技术标准和规范，而 DMC 航空摄影控制测量还没有制定相应的技术标准或规范，特别是在中小比例成图的应用中，更是一个空白。根据 DMC 航空摄影资料的特点和 1: 10 000 地形图成图的精度要求，通过实例研究，总结区域网布点方案的规律性。

关键词：DMC；平高点；基线；航线；旁向；中误差
中图分类号：P231　　**文献标志码**：B　　**文章编号**：1672-4623（2011）04-0109-02

随着数码航空相机技术的日益成熟和广泛应用于各部门的航空摄影，而由于种种原因，相应的技术规范往往滞后于实际应用和生产，另一方面，数码航空摄影资料与传统航空摄影资料相比，有以下几方面的特点：①像幅小，特别是航向，如 DMC 只有传统航空摄影像幅（23 cm × 23 cm）的 40%；②影像分辨率高，一般不大于 12 um ；③相机焦距短，一般均小于 120 mm；④成像质量高，特别是影像的边缘变形很小。以传统航空摄影测量的相关技术规范用于数码航空摄影测量，在控制测量布点方案方面有一定的不确定性，其理论支撑或可借鉴的生产经验也不多。本文通过茂名测区的实例实验研究，总结利用 DMC 航空摄影资料制作 1：10 000 DOM 或生产 1：10 000 地形图时，外业相片控制测量区域网布点方案的规律性。为茂名、肇庆测区 2.25 万 km^2 范围内，利用 DMC 航空摄影资料制作 1：10 000 DOM 和生产 1：10 000 地形图，提供可靠的区域网布点方案。

1　实验内容

1.1　实验区概况

实验区选取茂名测区的一个指定区域作为实验区，其范围为南北方向跨度 18 条基线、东西方向跨度 8 条航线。实验区内的地势是南低北高，平地、丘陵地占大部分地区，山地占少部分地区。

1.2　DMC 数码航摄资料情况

DMC 数码航摄影像，RGB 彩色影像，标称摄影比例尺 1：35 000、实际航摄比例尺 1：37 000，像幅为 9.2 cm × 16.6 cm，像元分辨率 12 um，摄影焦距 120 mm，航向重叠约 65%，旁向重叠约 33%，南北飞行。

1.3　加密点的精度

依照《1：5 000、1：10 000 地形图航空摄影测量内业规范》，1：10 000 地形图对加密点的精度要求，如表 1 所示。

表 1　1：10000 地形图对加密点的中误差要求/m

	平地	丘陵地	山地	高山地
平面	3.5	3.5	5.0	5.0
高程	-	1.0	2.0	3.0

2　实验区的技术方案

2.1　总体的技术思路

在选定的实验区域内，采用全野外布设平高点，为内业加密试验和精度分析奠定可靠的数据基础。内业试验在全野外布设平高点的基础上，分别按照旁向跨 1 条航线、航向分别跨 2 ～ 8 条基线，旁向跨 2 条航线、航向分别跨 1 ～ 8 条基线，旁向跨 3 条航线、航向分别跨 6、8 条基线，旁向跨 4 条航线、航向跨 8 条基线，共 18 种布点方案进行光束法区域网平差，然后将剩余的平高点成果与加密的成果进行比较，计算其较差，统计其加密精度。

2.2　野外成果和内业成果兼容性检查

根据全野外布设平高点的点位信息，内业量测各平高点的相片坐标及内外方位元素等数据，采用光束法区域网平差，按照平地对定向点残差的要求，对实验区所有平高点成果和加密数据进行整网平差，剔除定向点残差不符合要求的像控点，然后再重新整体平差，确保外业成果和内业成果的兼容性，为布点方案试验奠定可靠的数据基础。

2.3　加密数据可靠性检验

为保证实验成果的可靠性，克服人为、软件等因素的影响，由测绘院、信息中心按总体的技术思路同时进行加密试验，然后对各种加密结果进行比较分析（测绘院采用 VirtuoZo AAT/PATB 软件加密、信息中心

收稿日期：2011-05-16

采用 Geolord-AT 软件加密），保留一致性（各种限差、精度指标在规定要求的范围内，视为一致性。）加密方案的成果，确保试验布点方案数据的可靠性。

2.4　确定满足要求的布点方案

根据测绘院和信息中心一致性的试验加密成果，根据地形类别对相片加密点的精度要求，确定区域网的布点方案。

2.5　实验结果

1）利用全野外平高点的成果，转刺在相片数据上，并量测其相片坐标。将全野外平高点的成果视为真值时，通过对整个加密区的定向（整网平差），得到所有定向点的残差，即可反映平高点转刺、联测的综合精度（如表 2 所示）。

表 2　所有像控点综合精度统计/m

	点数	中误差	较差最大值
平面	148	1.85	2.95
高程	157	0.23	0.49

从精度统计结果可见，外业平高点的成果与内业加密的观测数据的兼容性很好，为布点方案实验提供可靠的数据基础。

2）实验区加密点平面精度统计，如表 3 所示。

表 3　加密点平面精度统计/m

序号	加密方法	点数	中误差
1	航向跨 2 条基线，旁向跨 1 条航线。	66	2.23
2	航向跨 3 条基线，旁向跨 1 条航线。	87	1.95
3	航向跨 4 条基线，旁向跨 1 条航线。	97	2.19
4	航向跨 5 条基线，旁向跨 1 条航线。	104	1.99
5	航向跨 6 条基线，旁向跨 1 条航线。	114	2.19
6	航向跨 7 条基线，旁向跨 1 条航线。	96	2.24
7	航向跨 8 条基线，旁向跨 1 条航线。	114	2.14
8	航向跨 1 条基线，旁向跨 2 条航线。	63	2.27
9	航向跨 2 条基线，旁向跨 2 条航线。	100	2.23
10	航向跨 3 条基线，旁向跨 2 条航线。	114	2.14
11	航向跨 4 条基线，旁向跨 2 条航线。	120	2.17
12	航向跨 5 条基线，旁向跨 2 条航线。	125	2.13
13	航向跨 6 条基线，旁向跨 2 条航线。	129	2.35
14	航向跨 7 条基线，旁向跨 2 条航线。	119	2.27
15	航向跨 8 条基线，旁向跨 2 条航线。	129	2.21
16	航向跨 6 条基线，旁向跨 3 条航线。	104	2.29
17	航向跨 8 条基线，旁向跨 3 条航线。	105	2.17
18	航向跨 8 条基线，旁向跨 4 条航线。	136	2.17

从精度统计结果可见，不论采用哪一种加密方法，均可满足平地对加密点的平面精度要求。

3）实验区加密点高程精度统计，见表 4。

表 4　加密点高程精度统计/m

序号	加密方法	点数	中误差
1	航向跨 2 条基线，旁向跨 1 条航线。	70	0.45
2	航向跨 3 条基线，旁向跨 1 条航线。	94	0.53
3	航向跨 1 条基线，旁向跨 2 条航线。	68	0.60
4	航向跨 2 条基线，旁向跨 2 条航线。	107	0.61
5	航向跨 3 条基线，旁向跨 2 条航线。	122	0.69
6	航向跨 4 条基线，旁向跨 1 条航线。	103	0.74
7	航向跨 5 条基线，旁向跨 1 条航线。	111	0.79
8	航向跨 6 条基线，旁向跨 1 条航线。	121	0.87
9	航向跨 7 条基线，旁向跨 1 条航线。	103	0.87
10	航向跨 8 条基线，旁向跨 1 条航线。	121	0.90
11	航向跨 4 条基线，旁向跨 2 条航线。	127	0.80
12	航向跨 5 条基线，旁向跨 2 条航线。	132	0.91
13	航向跨 6 条基线，旁向跨 2 条航线。	137	1.02
14	航向跨 7 条基线，旁向跨 2 条航线。	127	0.92
15	航向跨 8 条基线，旁向跨 2 条航线。	137	1.08
16	航向跨 6 条基线，旁向跨 3 条航线。	108	1.43
17	航向跨 8 条基线，旁向跨 3 条航线。	109	1.75
18	航向跨 8 条基线，旁向跨 4 条航线。	145	1.93

3　布点方案的确定

根据以上实验加密精度统计，利用航摄比例尺为 1∶35 000 的 DMC 数码航摄资料，制作 1∶10 000 DOM 或生产 1∶10 000 地形图时，其外业相片控制测量区域网布点方案如下。

3.1　平高点的布点方案

由于外业像控点主要采用 GPS 的方法进行施测，能得到高精度的平面坐标，因此，在相片条件满足的情况下，宜尽量布设平高点。在一般情况下，平高点的跨度为 6 ～ 8 条基线。在特殊情况下，平地、丘陵地平高点的跨度不得超过 10 条基线、旁向跨度 3 条航线，山地、高山地平高点的跨度不得超过 12 条基线、旁向跨度不得超过 4 条航线。

3.2　高程点的布点方案

1）平地的高程点采用全野外布点。

2）丘陵地的高程点跨度为 6 条基线，最大不超过 8 条基线，旁向跨度为 2 条航线，特别困难地区，个别点找不到刺点目标时，可以不做。

3）山地、高山地的高程点跨度为 8 条基线、最大不超过 10 条基线，旁向跨度不得超过 4 条航线，特别困难地区，个别点找不到刺点目标时，可以不做。

（下转第 113 页）

他用地减少了 37.35 块/km²。建筑用地在区域内破碎化程度加大，主要是经济发展促使区域内建筑用地比例大幅度增加，斑块个数和面积增大而导致；而其他用地在区域内主要是属于未利用地，在人为活动干扰下，大部分未利用地都逐渐被开发出来，从而导致其逐步转化为其他景观类型，破碎化程度降低。

斑块水平优势度可反映类型在景观中的地位，优势度越大，说明该类型在景观中的地位越重要，对景观的支配作用越大。岳池县优势景观主要为林地（见图 2），1993 年～ 2007 年，林地优势度呈先降低后增加的趋势，主要是早期树木砍伐严重，且林地大多被开发转化为旱地，后期国家退耕还林政策的开展，林地优势度逐渐增加。岳池旱地和建筑用地优势度呈明显增加的趋势，建筑用地增幅最大，由 0.033 5 增加到 0.137 2，增加了 0.103 6，旱地增加了 0.043 7，而水田优势度呈急剧减少的趋势，减幅达 0.151 3。

2.2　景观格局总体变化特征分析

景观水平上的指数能定量反映研究区总体景观空间格局及变化特征（见图 3）。景观多样性是指景观在结构、功能上的多样性，用以揭示景观的复杂程度。在景观多样性的测定中，借助信息论中关于不定性研究法，即在 1 个景观系统中，景观要素类型越丰富，破碎化程度越高，其信息含量的不定性越大，景观多样性指也越大。1993 年～ 2001 年，岳池县景观多样性指数由 1.20 增加到 1.24，主要是由于优势景观林地和水田的大面积减小所致，而在 2001 年～ 2007 年其景观指数由 1.24 降低为 1.23，则主要是由于国家退耕还林政策的支持，使得该时间段内优势景观林地面积增加所致。1993 年～ 2007 年，岳池县破碎度指数由 0.08 上升到 0.12，这说明了在 1993 年到 2007 年间人类活动的干扰不断加强，尤其是建筑用地大量的增加，以及旱地与林地之间相互转化程度的增加，使得整个研究区的景观破碎化程度增大。

3　结　语

随着时间的推移、人口的增长以及经济的发展，研究区景观斑块由大到小、由少到多的变化趋势反映了随着人类对该区资源不断的开发利用，研究区景观破碎化程度正在逐渐增加，区域受到人为活动的干扰正在加强。为此，必须进一步加强和实施科学管理、有效保护资源，建议加强退耕还林和植树造林的力度，作好生态环境改造规划，并在政策上予以扶持。在城镇建设过程中，注重城镇服务功能与经济结构的改善与提升，避免在城镇规划中对面积盲目求大，充分考虑耕地景观要素类型的敏感性和脆弱性，加强生态建设，尽量将工程建设对自然生态系统的影响降到最低水平，实现研究区生态环境保护与社会经济的协调可持续发展。

参考文献

[1] 韩敏，孙燕楠，许士国，等.基于 RS、GIS 技术的扎龙沼泽湿地景观格局变化分析[J].地理科学进展，2005，24(6): 42-49

[2] WANG Yanglin. Pattern and Process[M]. Beijing: China Science and Technology Press. 1995

[3] 肖笃宁.从自然地理学到景观生态学[J].地球科学进展，1992，7(6):18-23

[4] 卜耀军，温仲明，焦峰，等.3S 技术在现代景观格局中的应用[J].水土保持研究，2005，12(1):34-38

[5] Zhou Z. Landscape Changes in a Rural Area in China[J].Landscape Urban Planning，2000:47

[6] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社，1996

[7] 郭娜，彭培好，许辉熙.米易县土地利用景观格局动态变化分析[J].地理空进信息，2010，1:90-92

[8] 张秋菊，傅伯杰，陈利顶.关于景观格局演变研究的几个问题[J].地理科学，2003，23(3):264-270

[9] 李秀珍，布仁仓，常禹，等.景观格局指标对不同景观格局的反应[J].生态学报，2004，24(1):123-134

[10] 张金屯，邱扬，郑凤英.景观格局的数量研究方法[J].山地学报，2000，18(4) : 346-352

第一作者简介：李婷，硕士，主要从事 3S 技术在资源环境应用方面的研究工作。

（上接第 110 页）

参考文献

[1] 张祖勋.航空数码相机及其有关问题[J]. 测绘工程，2004(4)：1-5

[2] 俞旭升. DMC 航摄影像外业像控布点的实验研究[J]. 测绘科学，2006，31(6)：77-79

[3] 苗小利，张增场，张环.基于DMC数码影像像控测量布点方案的确定方法探讨--以黄甫川测区为例[J]. 矿山测量，2007(3)：11-13

[4] 耿丽艳，张建新，龚文才，等. DMC 航摄影像空三加密的实验研究[J]. 测绘与空间地理信息，2010,33(4)：206-210

[5] GB/T 13977-92.1：5 000、1：10 000 地形图航空摄影测量外业规范[S].

[6] GB/T 13990-92.1：5 000、1：10 000 地形图航空摄影测量内业规范[S].

作者简介：王小准，助理工程师，长期从事测绘技术工作。