

1:10000 比例尺地形图

航空摄影测量外业手册

国家测绘总局编

测绘出版社

1:10000 比例尺地形图

航空摄影测量外业手册

国家测绘总局编

测绘出版社

本书以《1:10000比例尺地形图航空摄影测量外业规范》为依据。在总结经验的基础上,较详细地介绍了1:10000比例尺地形图航测外业的作业过程和作业方法,是航测外业人员的作业参考书。

各单位在应用中应注意总结和积累经验,如有修改补充意见,可随时函告总局,以便再版时进一步完善。

航空摄影测量外业手册

1:10000 比例尺地形图

国家测绘总局编

*

测绘出版社出版

一二〇二工厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 8⁷/8 插页 6·字数 190 千字

1979 年 10 月第一版·1979 年 10 月第一次印刷

印数 1—14,500 册·定价 1.00 元

统一书号: 15039·新 113

目 录

第一章 准备工作	1
第一节 收集和分析大地、水准、地图和航摄资料	1
一、大地、水准资料的收集和分析	1
二、地图资料的收集和分析	2
三、航摄资料的收集和分析检查	2
第二节 拟订技术计划	4
一、准备工作	4
二、在象片上选点	5
三、制订野外控制点平面位置和高程的施测计划	5
四、绘出调(测)绘面积线	6
五、拟订接边计划	8
六、拟订实施计划	8
第二章 控制点的分布	9
第一节 对野外控制点点位的基本要求	9
一、野外控制点在航线上的位置要求	9
二、野外控制点在象片上的位置要求	11
第二节 特殊情况的布点	14
一、航区分界处的布点	14
二、象片航向重迭过小的布点	16
三、象片旁向重迭过小的布点	17
四、象片旁向重迭过大的布点	18
五、象主点(包括标准点位)落水的布点	19
六、综合地形的布点	28
第三章 高级地形控制点	30

第一节 布设方法和观测记簿	30
一、布设方法	30
二、观测与记簿	32
第二节 平差计算的基本原则和要求	38
一、基本原则	38
二、计算要求	38
第三节 概略计算	39
一、外业资料的整理及检查	40
二、调制起算数据表	40
三、概略边长和概略坐标计算	40
四、测站点归心和照准点归心改正数计算	46
五、化归至高斯平面方向改正数计算	46
六、计算各化算方向值	46
第四节 平差计算	47
一、单三角锁平差计算	47
二、半网、中心形网平差计算	55
三、线形锁平差计算	62
四、四边形平差计算	70
五、前方、侧方交会计算	75
六、三角高程测量计算	75
第五节 成果整理	75
一、装订的内容和次序	76
二、有关计算的说明	76
三、展点图的绘制	77
四、成果表的调制	77
五、封面式样示例	78
六、外业资料的整理	78
第四章 控制点平面位置测量	80
第一节 野外选点与刺点	80

一、野外选点	80
二、刺点	80
第二节 水平角观测与记簿	81
一、测站点观测工作程序	81
二、观测注意事项	81
三、观测记簿	82
第三节 经纬仪交会法	82
一、各种图形计算的基本步骤及公式	82
二、单三角形	87
三、前方交会	89
四、侧方交会	95
五、后方交会	99
第四节 锁网形	104
一、单三角锁、半网形、网形的计算	104
二、线形锁的计算	105
第五节 引点、支导线	107
一、外业工作	107
二、引点的计算	108
三、支导线的计算	111
第六节 经纬仪导线	111
一、经纬仪导线测量	111
二、经纬仪导线计算	116
三、单个结点的经纬仪导线平差计算	119
第七节 计算中错误的检查	122
一、方位角、边长反算错误	123
二、坐标计算错误	123
三、后方交会辅助角 γ 和 δ 计算错误	124
四、检查计算	124
五、检查引点、支导线的错误	126
六、检查经纬仪导线的错误	126

第五章 控制点高程测量	128
第一节 等外水准测量	128
一、准备工作	128
二、观测与记簿	131
三、注意事项	138
四、点的高程计算	139
五、支线水准的观测、记簿及点的高程计算	143
六、跨河水准测量	147
七、静水面传递高程法	151
第二节 高程导线测量	153
一、准备工作	153
二、观测与记簿	156
三、注意事项	161
四、点的高程计算	162
五、经纬仪水准法	162
六、经纬仪定角法	172
第三节 多角高程导线和独立交会高程点测量	176
一、准备工作	176
二、观测与记簿	176
三、点的高程计算	178
第六章 综合法测图	186
第一节 固定比例尺象片图测图	186
一、准备工作	186
二、测站点平面位置的测定	187
三、测站点高程的测定	191
四、碎部测图	192
五、着墨整饰	199
第二节 自由比例尺象片图测图	200
一、概述	200
二、象片比例尺的确定	200

三、确定自由图边的准确图廓线	201
四、象片图的自由图边不满幅时的处理	202
第三节 单张象片测图	203
第四节 特殊情况的补测	204
一、仪器补测	204
二、简易补测	205
三、补测中应注意的一些问题	206

附 录

附录 1 几种航外仪器的基本参数、用途及类型	207
附录 2 归心元素的测定和计算	211
附录 3 图历簿的填写	217
附录 4 平方、平方根表	230
附录 5 高斯投影方向改正用表	231
附录 6 量距倾斜改正数 ΔD 表	235
附录 7 视距倾斜改正数 ΔS 表	237
附录 8 经纬仪导线坐标增量之和 $[\Delta X]$ 或 $[\Delta Y]$ 改至 高斯投影平面上的改正数 δ_x 及 δ_y 表	240
附录 9 导线边长化归至高斯投影面及大地海水面改 正数系数 K 图	242
附录 10 斜视距查高差 $\pm 17'$ 的改正数表	244
附录 11 C 值度盘位置表	245
附录 12 两差(地球弯曲差及大气折光差)改正数表	247
附录 13 主要限差与规定汇总表	249
附录 14 常用数据及计量换算	269
附录 15 常用数学公式	271
附录 16 常用字母表	273

第一章 准备工作

航测外业的技术准备工作包括收集和分析大地、水准、地图和航摄资料，并确定其使用价值；勘察测区；编写测区技术设计书或编辑指示书；拟订技术计划；领取器材及物资装备；检校仪器等。

第一节 收集和分析大地、水准、 地图和航摄资料

一、大地、水准资料的收集和分析

大地、水准资料包括：全国性的大地点、水准点和地区性的大地点、水准点的平面和高程成果；大地点和水准点点之记；大地点布网图和水准点路线图；大地点、水准点成果的计算说明或技术总结等。

主要查明收集的大地、水准资料的施测年代、施测单位、作业的依据以及平面和高程的起算系统、成果精度（如大地点的测角中误差、最弱边中误差、点位中误差、三角高程中误差以及水准点的每公里高差中数的偶然中误差和全中误差等），以确定其使用价值与使用方法。

地区性各等级的大地点、水准点，凡符合现行《国家三角测量和精密导线测量规范》和《国家水准测量规范》要求的，按全国性相应等级使用。如其中平面或高程的起算系统与全国性平面或高程起算系统不一致时，须与全国性大

地点或水准点进行连测并进行改算后方可使用。

二、地图资料的收集和分析

地图资料包括：测区范围内各种比例尺的地形图和专业用图（如各级行政区划图、交通图、城市平面图、水利图、森林图等），已测图图边资料或其他作业资料等。

主要查明收集的地图资料的施测年代、施测单位、作业的依据、比例尺、平面系统和高程系统、成图质量等，以确定其使用价值与使用方法。

三、航摄资料的收集和分析检查

航摄资料包括：航摄象片、镶辑复照图及航摄鉴定表等。

分析检查航摄资料的目的是查明航摄象片的质量，以便为象片野外控制点的布设及象片调绘提出合理的实施方案或补救措施。

1. 航摄资料的检查内容

(1) 航摄资料是否齐全；

(2) 测区范围内航摄象片是否满足需要；

(3) 航摄象片质量是否合乎 1:10000 比例尺地形图航空摄影测量外业规范(以下简称《规范》)第 14 条的要求, 有没有象主点落水, 以及航区分界处航线的旁向错开情况等。凡在检查中发现的问题, 均需作记载和标示于计划图上, 以便采取适当措施进行处理。

(4) 进行象片图测图时, 还须按《规范》第 61 条要求对象片图质量进行检查。

2. 航摄象片的检查方法

(1) 象片倾斜角的检查

航摄像片上如有水准器气泡影象时，则应检查水准器气泡影象居中情况。如图

1-1, a 之倾斜角为 0° , b 之倾斜角为 2.5° , c 之倾斜角为 2° 。

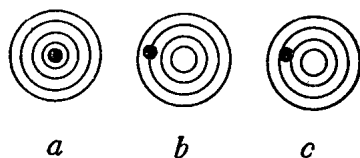


图 1-1

(2) 象片旋偏角的检查

先在每张象片上利用航摄影框标影象绘出象主点，并将航向相邻两张象片的象主点亦转标上，绘出象主点连线；再通过象主点作平行于象片旁向边缘的平行线（如图 1-2），量取两直线的交角 K 即得。

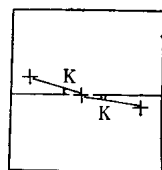


图 1-2

(3) 航线弯曲度的检查

A. 依 (2) 所述先在每张象片上绘出象主点和方位线；

B. 使每一航线航向相邻象片的象主点和方位线重合，依次排列（如图 1-3）；

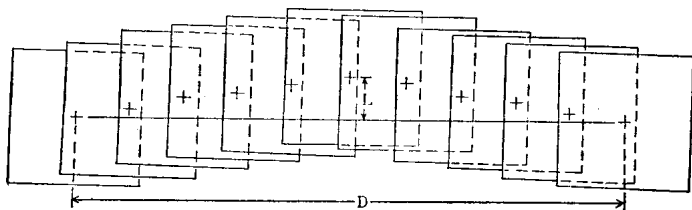


图 1-3

C. 用直线连结航线首末象片象主点并量出其长度 D_1 ；

D. 找出离该航线首末象片象主点连线最远的一个象主点,并量出其至航线首末象片象主点连线的垂直距离 L ;

E. 依 $\frac{L}{D} \cdot \frac{100}{100}$ 进行计算即得航线弯曲度。

(4) 象片重迭情况的检查

象片航向与旁向重迭情况的检查,一般采用量取象片重迭部分的长度与相应的象幅长度,依下列关系式进行计算即可得到:

航向(旁向)重迭的百分数

$$= \frac{\text{航向(旁向)重迭部分的长度}}{\text{象幅长度}} \times \frac{100}{100}$$

检查计算象片重迭情况时,应注意重迭范围内靠近象片边缘最高山顶的影象。因为投影差的影响,靠近象片边缘最高山顶的影象重迭会最小,如果它能满足重迭的要求,其他部分的重迭则必能满足要求。

第二节 拟订技术计划

当对大地、水准、地图和航摄资料进行收集、分析,以及进行测区踏勘后,即可编写测区技术设计书或编辑指示书,拟订技术计划。拟订技术计划的主要内容包括:在象片上选定控制点的位置,在地形图上(或白纸上、或镶辑复照图上)绘制计划图,计划象片上野外控制点平面位置和高程的施测方法,以及绘出调(测)绘面积线等。

一、准备工作

1. 参照《规范》附录 6 的式样在象片上用黑色墨水写出图号与航线编号。不论航向如何,字头一律朝北。不论

作控制用或作调绘用的象片,其相同象片的编号必须一致。按需要在作控制用的象片上,根据航摄仪器的框标影像用铅笔细致地划出象主点。

2. 在计划图上,根据相应位置绘出大地点以及水准点位置。同时注出点名或点号。

3. 采用地形图与象片相对照的方法,用特种铅笔将大地点、水准点及图廓线转标于控制象片上。

二、在象片上选点

1. 根据《规范》第二章各节要求,相应地在象片上选出野外控制点的位置。特殊情况的布点,则可参照本手册第二章或有关的技术设计书提出的要求,相应地作出处理。选点时尽量顾及航线与航线或图幅与图幅之间的公用。选定与相邻作业单位接边处的点,要尽可能留有余地,以便在实地选点遇到困难时有较大的活动范围。

2. 象片上选定的野外控制点,必须注意满足《规范》第35条之一、二、三、四的要求。

3. 象片上选定的野外控制点,在满足上述1、2要求的前提下,同时要考虑便于测定其平面位置和高程。

4. 将选出的各类控制点在象片上用红(平高点、平面点)绿(高程点)色特种铅笔分别圈出,并以图幅或测区为单位,由北到南和由西到东顺序统一编号,控制点的编号见《规范》第37条。

三、制订野外控制点平面位置和高程的施测计划

控制点在象片上的位置选定后,即可把它转标于计划图上相应的位置,以便计划其平面位置和高程的施测方法。

在计划各控制点平面位置和高程的施测方法时，必须根据测区内大地点和水准点的分布情况及通视条件来考虑。

1. 控制点平面位置的施测计划

(1) 当测区内地势开阔，通视良好，又有适当数量的大地点时，一般计划为各种交会法；

(2) 当测区内通视尚可，但在大地点稀少的情况下，一般计划为锁、网形；

(3) 当测区内地势平坦而又荫蔽，通视困难的情况下，一般计划为经纬仪导线。

不论计划为那一种方法，都不能只计划唯一的一种方法。必须估计到实地情况的变化，而计划出第二种方法、第三种方法。特别是计划各种交会法，要尽可能地计划出多余观测方向。

如果在测区内需要增加一定数量的补点来解决全部控制点平面位置的测定问题，则应在计划控制点平面位置的施测方法同时，计划出补点的施测方法。

2. 控制点高程的施测计划

当按航线布点，在丘陵地、山地或高山地等地势开阔，通视良好地区，一般计划为多角高程导线或独立交会点高程；荫蔽地区或当全野外布点时，一般计划为高程导线。在平坦地区，一般计划为水准路线。

将所有各类控制点平面位置和高程的施测方法表示于计划图上，如图 1-4。(综合法测图时计划测站点的高程施测路线，可直接表示于象片图上或单张象片上)

四、绘出调(测)绘面积线

1. 调(测)绘面积线一般应在隔号象片上绘出，每一

象片上调(测)绘面积的角顶,在相邻象片上应当公用,且相邻两张调(测)绘象片不得出现漏洞或重迭现象;

2. 调(测)绘面积线,一般应位于相邻两张象片重迭的中线附近,偏离中线不要大于1厘米,同时也应考虑野外调绘的方便;

3. 调(测)绘面积线离象片边缘不得小于1厘米;

4. 当控制点为全野外布点时,调(测)绘面积应与四个基本控制点所控制的面积相适应(当控制点为航线网布点或全能法成图时,不必有此要求),困难时调(测)绘面积亦不得超出相邻两控制点连线外1厘米;

5. 调(测)绘面积线一般以直线绘出。当遇投影差较大致使相邻两张调(测)绘象片之间出现漏洞或重迭时,则于其东或南边用直线绘出,西或北边则借助于立体镜用圆滑曲线绘出;

6. 在绘出调(测)绘面积线时,要避免调(测)绘面积线分割居民地和其他重要的独立地物,避免与道路、沟渠、管线等地物符号重合,并不得用象片压平线作为调(测)绘面积线;

7. 绘出图廓线时,若相邻图幅为同期作业,可只概略绘出,以不产生漏洞为原则,自由

比例尺象片图的图廓线,外业测图时以内业所测定的为准;若为自由图边(包括自由比例尺象片图的自由图边),则先以红色铅笔绘出,待控制点平面位置测定后,再根据控制点坐标推算出准确图廓线的位置,并以红色墨水绘出;

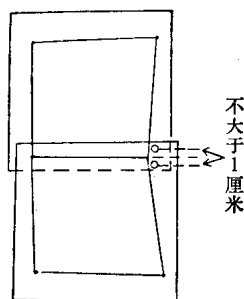


图 1-5

8. 当航线旁向重迭过小, 相邻两航线的控制点分别布设时, 调(测)绘面积线应绘在两控制点中部, 使距任意控制点不大于 1 厘米, 如图 1-5。

五、拟订接边计划

当与相邻作业单位同期作业, 则应在制订技术计划的同时, 经过双方协商提出解决外业接边中的有关问题, 拟订接边计划。其中应包括测量工作的分工, 转送成果资料的时间、地点以及方式等。

六、拟订实施计划

作业实施计划中一般应包括: 驻地、完成工作的内容、完成工作的数量、起止时间、人员分工、完成任务的措施以及上交成果的日期等。

第二章 控制点的分布

第一节 对野外控制点点位的基本要求

野外控制点是内业加密或直接用来测图的依据，它在航线上及在象片上的位置，必须满足相应加密方法和成图方法的要求。

一、野外控制点在航线上的位置要求

1. 外业按电算法、辐射三角测量或多倍仪空中三角

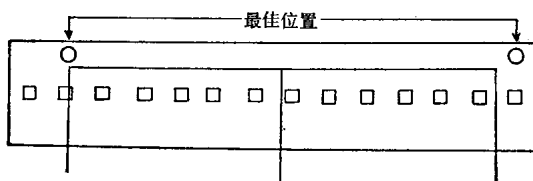


图 2-1

测量加密布设的野外控制点，位于航线两端的，在允许的基线数范围内，最好靠近图廓线，如图 2-1：

供辐射三角测量加密用的，在航向方向偏离图廓线最大不得超过图上长 5 厘米，如图 2-2。

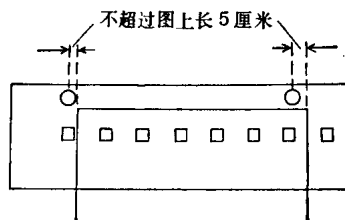


图 2-2

2. 按电算法、辐射三