

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 7931—2008  
代替 GB 7931—1987

---

## 1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 地形图 航空摄影测量外业规范

Specifications for aerophotogrammetric field work  
of 1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 topographic maps

2008-06-20 发布

2008-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 前言 .....                            | I  |
| 引言 .....                            | II |
| 1 范围 .....                          | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                     | 1  |
| 3 总则 .....                          | 1  |
| 4 像片控制点的布设 .....                    | 2  |
| 5 基础控制点测量 .....                     | 5  |
| 6 像片控制点测量 .....                     | 10 |
| 7 综合法测图 .....                       | 13 |
| 8 像片调绘 .....                        | 15 |
| 9 图幅接边、检查验收和上交成果 .....              | 18 |
| 附录 A (资料性附录) 航线网布点首末端点间的间隔基线数 ..... | 20 |
| 附录 B (规范性附录) R 值表 .....             | 21 |
| 附录 C (规范性附录) 5 秒级基础控制点标石埋设图 .....   | 22 |
| 附录 D (资料性附录) 铺设地面标志的要求 .....        | 23 |
| 附录 E (规范性附录) 控制像片正面整饰格式 .....       | 24 |
| 附录 F (规范性附录) 控制像片反面整饰格式 .....       | 25 |
| 附录 G (资料性附录) 投影差的改正方法 .....         | 26 |
| 附录 H (规范性附录) 调绘像片整饰格式 .....         | 27 |

## 前 言

本标准代替 GB 7931—1987《1:500、1:1 000、1:2 000 地形图航空摄影测量外业规范》。

本标准与 GB 7931—1987 相比主要变化如下：

- 按 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》对标准进行了修订；
- 增加了标准的适用范围；
- 增加了 8 个规范性引用文件；
- 对地形图的规格中的内容进行了调整；
- 修改了调绘的内容。

本标准的附录 B、附录 C、附录 E、附录 F、附录 H 为规范性附录。

本标准的附录 A、附录 D、附录 G 为资料性附录。

本标准由国家测绘局提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家测绘局测绘标准化研究所。

本标准主要起草人：邓国庆、兀伟、许卓群、宋英贤、陈尊充、许晓明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 7931—1987。

## 引 言

随着科学技术的发展,测绘生产技术和生产体系发生了巨大变化。为保持原技术体系的完整性、现有标准之间的协调性以及标准体系的系统性、完整性,在标准修订过程中,对经过实践检验的正确合理的技术方法和技术指标予以保留,对与相关标准不协调的内容进行了修改。有关新技术和新方法将另行制定标准。

# 1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 地形图 航空摄影测量外业规范

## 1 范围

本标准规定了采用模拟、解析航空摄影测量方法测绘 1 : 500、1 : 1 000、1 : 2 000 地形图的外业作业基本要求。

本标准适用于 1 : 500、1 : 1 000、1 : 2 000 地形图的航空摄影测量外业生产作业。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 6962 1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 比例尺地形图航空摄影规范

GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码

GB/T 18315 数字地形图系列和基本要求

GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第 1 部分:1 : 500 1 : 1 000 1 : 2 000 地形图图式

CH/T 1001 测绘技术总结编写规定

CH 1002 测绘产品检查验收规定

CH 1003 测绘产品质量评定标准

CH/T 1004 测绘技术设计规定

## 3 总则

### 3.1 地形图规格

#### 3.1.1 空间参考系

平面坐标系统采用国家规定的统一坐标系;如有必要时,可采用依法批准的独立坐标系。投影、高程系统按 GB/T 18315 执行。

#### 3.1.2 分幅与编号

分幅与编号按 GB/T 20257.1 执行。

#### 3.1.3 基本等高距

基本等高距根据地形类别和用图的需要按 GB/T 18315 的规定选取。地形类别以图幅范围内大部分地面坡度进行划分(见表 1)。平坦地区,根据用图需要,可不绘等高线,用高程点注记表示。一幅图内宜采用一种基本等高距。

表 1 地形类别的确定

单位为度

| 地形类别 | 地面坡度      |
|------|-----------|
| 平地   | <2        |
| 丘陵地  | 2~6(含 2)  |
| 山地   | 6~25(含 6) |
| 高山地  | ≥25       |

3.1.4 高程注记

高程注记点应选在明显地物点或地形特征点上。依据地形类别及地物点和地形点的数量,密度为图上每 100 cm<sup>2</sup> 内 5~20 个。

3.1.5 符号与注记

地形图符号与注记按 GB/T 20257.1 执行。

3.2 精度

平面位置精度、高程精度、最大误差按 GB/T 18315 执行。1:500 地形图高山地的地面坡度在 40° 以上,1:1000 地形图高山地、1:2000 地形图山地、高山地在图上不能直接找到衡量等高线高程精度的位置时,等高线高程精度可按公式(1)计算。

$$m_h = \pm (a + b \tan \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $m_h$ ——等高线高程中误差,单位为米(m);
- $a$ ——高程注记点高程中误差,单位为米(m);
- $b$ ——地物点平面位置中误差,单位为米(m);
- $\alpha$ ——检查点附近的地面倾斜角,单位为度(°)。

3.3 基础控制点的密度要求

基础控制点指可作为首级像片控制测量起闭点的控制点。平面基础控制点包括国家等级三角点、精密导线点、5 秒级的小三角点和导线点,其密度应满足每四幅图面积内最少有一个点;高程基础控制点包括国家等级水准点和等外水准点,其密度应满足 2 km~4 km 最少有一个点。

3.4 对航摄资料的要求

航摄资料应满足 GB/T 6962 的规定。

3.5 对其他作业方法的要求

在满足本规范所规定的精度标准的前提下,可采用本规范未列入的新技术和新方法,但应在技术设计书中明确说明相关要求和规定。

3.6 准备工作

3.6.1 资料收集

主要收集以下资料:

- a) 航摄资料;
- b) 基础控制点成果;
- c) 各种地图资料,如相关的地形图、交通图、水利图、行政区划图、地名录等。

3.6.2 测区踏勘

对不熟悉情况的测区,应进行测区踏勘,了解测区内与生产和生活有关的各方面情况。

3.6.3 技术设计

按 CH/T 1004 的规定编写技术设计书。

3.6.4 仪器检查、校正

作业使用的各种仪器、器材应进行检查校正,并在检校合格的有效期内。

4 像片控制点的布设

4.1 像片控制点选点条件

像片控制点应满足下列条件:

- a) 像片控制点的目标影像应清晰,易于判别;
- b) 布设的控制点宜能公用,一般布设在航向及旁向六片或五片重叠范围内;
- c) 控制点距像片边缘不应小于 1 cm(18 cm×18 cm 像幅)或 1.5 cm(23 cm×23 cm 像幅),综合

法成图的控制点距航向边缘不应小于上述规定的  $1/2$ ;

- d) 控制点距像片的各类标志大于  $1\text{ mm}$ ;
- e) 控制点应选在旁向重叠中线附近,离开方位线的距离应大于  $3\text{ cm}$ ( $18\text{ cm}\times 18\text{ cm}$  像幅)或  $4.5\text{ cm}$ ( $23\text{ cm}\times 23\text{ cm}$  像幅);当旁向重叠过大,不能满足要求时,应分别布点;旁向重叠较小使相邻航线的点不能公用时,可分别布点,此时控制范围所裂开的垂直距离一般应小于  $1\text{ cm}$ ,困难时不应大于  $2\text{ cm}$ ;
- f) 位于自由图边、待成图边以及其他方法成图的图边控制点,应布设在图廓线外。

## 4.2 全野外布点

### 4.2.1 综合法成图的全野外布点

当成图比例尺不大于航摄比例尺四倍时,在每隔号像片测绘区域的四个角上各布设一个平高点,在像主点附近布设一个平高点作检查(见图 1,图 1~图 7 中:⊙平高点、□像主点、•高程点)。成图比例尺大于航摄比例尺四倍时,应加布控制点。

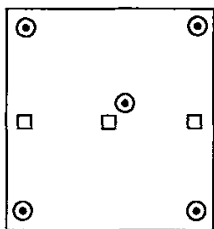


图 1 综合法成图的全野外布点

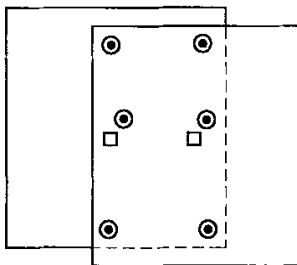


图 2 全能法成图的全野外布点

### 4.2.2 全能法成图的全野外布点

- a) 立体测图或微分纠正时,每一个立体像对应布设四个平高点。当成图比例尺大于航摄比例尺四倍时,应在像主点附近布设一个平高点(见图 2);
- b) 当控制点的平面位置由内业加密完成,高程部分由全野外施测时,图 2 中的平高控制点可改为高程控制点。

### 4.2.3 点位在像片上位置的要求

点位在像片上的位置,除 4.1 规定外,应满足下列要求:

- a) 点离开通过像主点且垂直于方位线的直线不应大于  $1\text{ cm}$ ,困难时个别点可不大于  $1.5\text{ cm}$ ;
- b) 一张像片(两个立体像对)覆盖一幅图时,四个基本纠正点,或定向点,应选在尽量靠近图廓点与图廓线的位置上,离图廓点与图廓线应在  $1\text{ cm}$  以内。

## 4.3 航线网布点

航线网布点的要求如下:

- a) 航线网布点应按航线每分段布设六个平高点(见图 3);

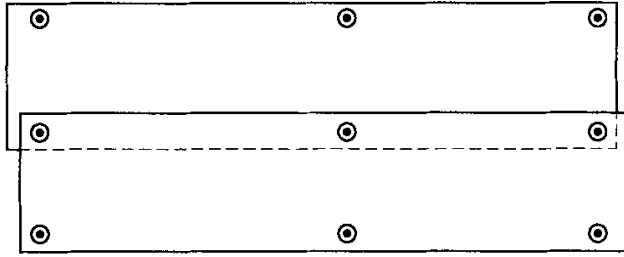


图3 航线网布点

- b) 首末端点间隔的基线数参见附录 A;
- c) 航线首末端上下两控制点应布设在通过像主点且垂直于方位线的直线上,困难时互相偏离不大于半条基线;上下对点应布在同一立体像对内;
- d) 航线中间两控制点应布设在首末控制点的中线上;困难时可向两侧偏离一条基线左右,其中一个宜在中线上;应尽量避免两控制点同时向中线同侧偏离,出现同侧偏离时,最大不应超过一条基线。

4.4 区域网布点

区域网布点时要求:

- a) 区域网内不应包括有像片重叠不符合要求的航线和像对,不应包括大片云影、阴影等影响内业加密建网连接的像对;
- b) 平面网和平高网的航线跨度、控制点间基线数不应超过表 2 规定;1:500 地形图平地、丘陵地平高点应采用全野外布点,1:1 000、1:2 000 地形图平地高程点应采用全野外布点;

表 2 区域网航线数和控制点间基线数

| 比例尺     | 航线数 | 平高控制点间基线数 | 高程控制点间基线数 |
|---------|-----|-----------|-----------|
| 1:500   | 4~5 | 4~5       | 5~6       |
| 1:1 000 | 4~6 | 6~7       | 6~10      |
| 1:2 000 | 2~4 | 2~4       | 4~6       |

c) 区域网的控制点可根据下列情况布设:

- 1) 当区域网用于加密平面控制点时,可沿周边布设 6 个或 8 个平高点,布设方案见图 4、图 5 所示;

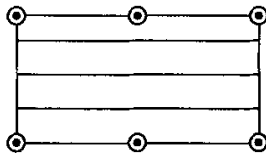


图 4 区域网布点方法 1

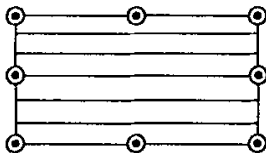


图 5 区域网布点方法 2

- 2) 当区域网用于加密平高控制点时,可沿周边布设 6 个或 8 个平高点;高程控制点跨度在 1:2 000 成图时,航线方向应间隔 4~6 条基线(见图 6,图中高程点符号适用于图 6 和图 7);1:500、1:1 000 成图的定向点高程宜采用全野外布点,采用内业加密时,其跨度应为 2~4 条基线;



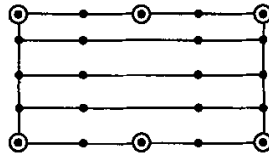


图6 区域网布点方法3

- 3) 受地形等条件限制时,可采用不规则区域网布点:应在凸出处布平高点,凹进处布高程点,当凹角点与凸角点之间距离超过两条基线时,在凹角处应布设平高点,见图7所示。

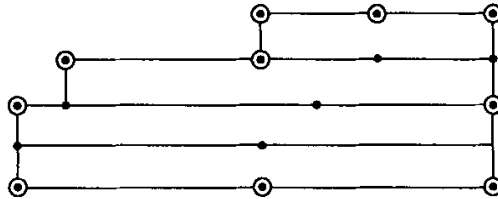


图7 区域网布点方法4

d) 区域网布点时,控制点在像片和航线内的具体点位要求与航线网布点要求相同。

#### 4.5 特殊情况的布点

##### 4.5.1 航摄区域接合处的布点

航区或航摄分区接合处,控制点应布设在航线重叠接合处,邻区尽量公用。不能满足公用要求时,应分别布点。

##### 4.5.2 航向重叠不够的布点

航向重叠度小于53%,存在航摄漏洞时,应分别布点,漏洞处应采用平板仪测图方法补测。

##### 4.5.3 旁向重叠不够的布点

旁向重叠部分小于15%的重叠度时,应分别布点。重叠部分大于1 cm,影像清晰,范围内无重要地物,可在重叠部分内加测2~3个高程点;影像不清楚或重叠小于1 cm,重叠不足部分应采用平板仪测图方法补测。

##### 4.5.4 像主点和标准点位落水的布点

点位落水时,应注意以下事项:

- 点位落水(像主点或标准点位处于水域内,或被云影、阴影、雪影等覆盖,或无明显地物),落水范围的大小和位置不影响立体模型连接时,可按正常航线布点;
- 像主点2 cm范围内选不出明显目标,或航向三片重叠范围内选不出连接点时,落水像对应全野外布点;
- 定向点的标准位置附近为落水区,在离开方位线4 cm(23 cm×23 cm像幅)或2.5 cm(18 cm×18 cm像幅)以外的航向三片重叠范围内选不出连接点,落水像对应全野外布点。

##### 4.5.5 水滨和岛屿的布点

水滨和岛屿地区,应按全野外布点,以能最大限度控制测绘面积为原则。超过控制点连线1 cm以外的陆地部分应加测平高点,困难时可改为高程点。用航测方法难以保证精度时,可采用平板仪测图方法进行补测。

## 5 基础控制点测量

### 5.1 像片控制测量的基础

除使用国家等级点外,可根据测区的实际情况和具体要求,合理地布设测角中误差小于或等于5"

的小三角点和导线点,以及施测等外水准作为像片控制测量的基础。对于采用独立坐标系的小测区,也可布设 5"级小三角网和导线网作为像片平面控制测量的基础。

## 5.2 5"级平面控制测量

### 5.2.1 小三角测量

#### 5.2.1.1 布设形式

小三角点布设应以国家等级点为基础,采用插网(锁)、插点等方法实施。小三角点可作为独立坐标系中的基础控制,独立地构成线形锁、三角网等。网中的量边工作均可采用相应精度的光电测距仪完成。

#### 5.2.1.2 测量精度及规格

小三角点的测量精度及规格应符合表 3 的规定。

表 3 小三角点的测量精度

| 测角中误差<br>(") | 起始边边长相对中误差 | 最弱边边长<br>相对中误差 | 水平角测回数          |                 |
|--------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|
|              |            |                | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |
| 5            | 1/40 000   | 1/20 000       | 3               | 6               |

#### 5.2.1.3 线形锁

线形锁宜近于直伸状,锁内各三角形边长应尽量相等。求距角不应小于 40°,困难时不应小于 30°,锁的图形强度系数总和不应大于 85,图形强度系数  $R$ (见附录 B)总和值应小于 85。有条件时,线形锁应加测检查角。三角形平均边长,1:500 测图为 0.5 km,1:1 000 测图为 1 km,1:2 000 测图为 2 km。

#### 5.2.1.4 插网及插点

插网应布置均匀,各三角形内角不宜小于 30°,在网的中部个别内角可不小于 20°。插点的交会角应不小于 30°,交会的平均边长 1:1 000 测图时宜为 1.5 km,最大不超过 2 km,1:2 000 测图时宜为 3 km,最大不超过 4 km。插网及插点各边应尽量对向观测。

### 5.2.2 光电测距导线测量

#### 5.2.2.1 布设形式

光电测距导线可布设成附合导线、结点导线或导线网。导线的路线在等级点之间、等级点与结点之间、结点与结点之间应布设成直伸状。导线相邻边宜相等。

#### 5.2.2.2 主要技术要求

光电测距导线测量的主要技术要求见表 4。

表 4 光电测距附合导线的主要技术要求

| 测角中误差<br>(") | 图上平均边长<br>mm | 边数 | 导线全长<br>相对闭合差 | 方位角闭合差<br>(") | 水平角测回数          |                 |
|--------------|--------------|----|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
|              |              |    |               |               | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |
| 5            | 1 000        | 8  | 1/20 000      | $10\sqrt{n}$  | 2               | 6               |
|              | 500          | 12 | 1/15 000      |               |                 |                 |
|              | 300          | 18 | 1/14 000      |               |                 |                 |

注:  $n$  为转折角个数。

#### 5.2.2.3 结点允许边数

结点至起始点之间的允许边数为表 4 中规定边数的 0.7 倍,结点与结点之间的允许边数为表 4 中规定边数的 0.5 倍。

#### 5.2.2.4 作业要求

光电测距导线的作业要求如下:

- a) 光电测距仪的标称精度为 1 km 的测距中误差不应大于 10 mm；
- b) 测距工作应在大气稳定和成像清晰的条件下进行；
- c) 在测距过程中，遇到大气湍流影响严重时，应停止观测；
- d) 斜距测回数不应少于二测回，一测回最少应读两次数，两次读数较差小于 1 cm 时，取平均值作为该测回值；
- e) 斜距单程测回间较差不应大于 15 mm；
- f) 每边应测定一次气象数据，温度应读至 1 °C，气压应读至 1 mm 汞高；
- g) 一般采用三联脚架法施测；
- h) 每次使用以前，应根据需要及仪器的实际情况，对光电测距仪及其主要附件进行检验。

### 5.2.3 选点和埋石

应按照技术设计书所规定的具体布设方案进行。点位确定以后可根据需要埋石，一般不造标。点名可按测区排列顺序编号，也可采用附近的地理名称。标石埋设规格见附录 C。

### 5.2.4 水平角观测

#### 5.2.4.1 基本要求

水平角观测采用全圆方向观测法。应选择通视良好、目标清晰的方向作为起始方向。方向数大于 3 时，每半测回应闭合于起始方向(归零)。方向数大于 7 个时，应分组观测，每组应采用共同的起始方向。各测回度盘位置变换数值为 180°除以规定的测回数。

#### 5.2.4.2 观测限差

水平角观测限差见表 5。

表 5 水平角观测限差

单位为秒

| 限 差        | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |
|------------|-----------------|-----------------|
| 半测回归零差     | 12              | 24              |
| 2C 变动范围    | 18              | 36              |
| 各测回同一方向的较差 | 12              | 24              |
| 三角形闭合差     | 15              | 15              |

#### 5.2.4.3 重测条件

观测结果中 2C 的变动范围或测回差超限时，可重测超限方向，重测时应联测同一起始方向。归零差、起始方向的 2C 变动范围超限或测回中重测方向数超过总方向数的 1/3 时，该测回应重测。重测测回数超过总测回数 1/2 或因闭合差超限而重测时，该测站应全部重测。

#### 5.2.4.4 归心改正

测站点、照准点的偏心距大于测站至最近观测点距离的 1/80 000 时，应在水平方向内进行归心改正。测定归心元素时，偏心距应量至毫米，偏心角应量至 15'。三个方向投影的示误三角形边长或两个方向两次投影示误四边形的对角线长度不应大于 5 mm。

#### 5.2.4.5 平差计算取位

平差计算取位的要求见表 6。

表 6 平差计算的取位

| 观测方向值<br>(") | 各项改正数<br>(") | 对数或函数<br>位 | 坐标计算<br>m | 最后坐标值<br>m | 坐标方位角<br>(") |
|--------------|--------------|------------|-----------|------------|--------------|
| 1            | 1            | 6          | 0.01      | 0.1        | 1            |

#### 5.2.4.6 限差检验

对外业观测资料应进行下列限差检验：

a) 小三角测量的测角中误差按公式(2)计算。

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (W_i W_i) / 3n} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $m_{\beta}$ ——测角中误差,单位为秒(");
- $W$ ——三角形闭合差,单位为秒(");
- $n$ ——三角形个数。

b) 导线(网)测量的测角中误差按公式(3)计算。

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (f_{\beta}^i f_{\beta}^i / n_{\beta}^i) / n} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $m_{\beta}$ ——测角中误差,单位为秒(");
- $f_{\beta}$ ——附和导线或闭合环的方位角闭合差,单位为秒(");
- $n_{\beta}$ ——计算  $f_{\beta}$  的测站数;
- $n$ ——附和导线和(或)闭合环的个数。

c) 方位角条件闭合差限差按公式(4)计算。

$$W_{方} \leq 10 \times \sqrt{n} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $W_{方}$ ——方位角条件闭合差,单位为秒(");
- $n$ ——传递方位角个数;

d) 极条件闭合差限差按公式(5)计算。

$$W_{限} \leq 10 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i \delta_i} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $W_{限}$ ——极条件闭合差限差,单位为秒(");
- $\delta$ ——求距角正弦对数秒差(以对数第6位为单位);
- $n$ ——传递方位角个数。

### 5.3 高程控制测量

#### 5.3.1 等外水准测量

等外水准测量要求如下:

- a) 作为基础控制测量的等外水准路线,应起闭于国家等级水准点;
- b) 等外水准测量采用单程观测法,支线水准应采用往返观测或单程双测的方法施测;
- c) 等外水准测量的施测精度按表7的规定;当平地、丘陵地采用1 m以上基本等高距测图时,路线总长可适当放长;

表7 等外水准测量的精度

| 地形类别   | 路线全长<br>km |     |    | 附和路线或闭合<br>路线高程闭合差<br>m | 仪器至标尺距离<br>m |
|--------|------------|-----|----|-------------------------|--------------|
|        | 附和         | 单结点 | 支线 |                         |              |
| 平地、丘陵地 | 12         | 9   | 3  | $30\sqrt{L}$            | 100          |
| 山地     | 20         | 15  | 6  | $45\sqrt{L}$            |              |

注:  $L$  为路线长(km),小于1 km按1 km计。

d) 等外水准测量的观测工作应间歇在固定的标志上。当不可能时,应间歇在打入地下的三个木桩上;两间歇点间歇前后的高差之差不大于6 mm,可以继续往前观测;

e) 等外水准测量的观测限差不应超过表 8 的规定。

表 8 等外水准测量的观测限差

| 同一标尺读数之差<br>mm | 两读数高差之差<br>mm | 一站之前后视距差<br>m | 前后视距差总和<br>m | 视线最低高度<br>m |
|----------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 4              | 6             | 20            | 100          | 0.2         |

5.3.2 三角高程导线测量

三角高程导线测量要求如下：

- a) 三角高程导线测量适用于丘陵地、山地和高山地。三角高程导线应起闭于国家四等以上水准点或四等水准联测过的平面基础控制点。
- b) 三角高程导线测量的精度及规格要求见表 9。
- c) 以结点形式敷设导线，按 5.2.2.3 的要求。
- d) 各方向观测时的照准位置应记在手簿中；由不同方向观测同一点时应照准同一位置，遇到特殊情况，可另选择照准位置，应在手簿中图示说明。
- e) 觇标高和仪器高应用钢尺量测二次，读至 5 mm，较差不应大于 1 cm，高标时较差不应大于 2 cm。
- f) 垂直角的观测宜在目标清晰、大气稳定时进行；方向数较多时可分组进行观测；通视条件较差时，可分别对每一方向进行连续观测。

表 9 三角高程导线测量的精度与规格

| 平均边长<br>km | 边数      |         | 路线全长高程闭合差<br>m                     | 往返测高差较差<br>m | 垂直角测回数<br>(中丝法) |                 | 各测回垂直角较差及同一测站指标差较差(") |                 |
|------------|---------|---------|------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|            | 1 m 等高距 | 2 m 等高距 |                                    |              | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>5</sub> | DJ <sub>2</sub>       | DJ <sub>5</sub> |
| 0.5        | 30      | 40      | $0.05 \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i S_i}$ | 0.1S         | 2               | 4               | 15                    | 25              |
| 1.0        | 15      | 30      |                                    |              |                 |                 |                       |                 |
| 2.0        | 4       | 15      |                                    |              |                 |                 |                       |                 |

注：S 为边长(km)，小于 1 km 按 1 km 计。n 为边数。

5.3.3 光电测距高程导线测量

光电测距高程导线测量要求如下：

- a) 光电测距高程导线可代替等外水准测量；光电测距高程导线应起闭于国家四等以上水准点或四等水准联测过的平面基础控制点。
- b) 光电测距高程导线可单独施测，也可与光电测距导线同时施测。
- c) 光电测距高程导线的施测技术要求见表 10。

表 10 光电测距高程导线施测技术要求

| 平均边长<br>m | 边数        |           |           | 路线全长高程闭合差<br>mm | 往返测高差较差<br>m | 垂直角测回数<br>(中丝法) |                 | 各测回垂直角较差及同一方向指标差较差(") |                 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|           | 0.5 m 等高距 | 1.0 m 等高距 | 2.0 m 等高距 |                 |              | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>5</sub> | DJ <sub>2</sub>       | DJ <sub>5</sub> |
| 300       | 18        | 40        | 60        | $24\sqrt{n}$    | 0.2S         | 2               | 4               | 15                    | 25              |
| 500       | 12        | 20        | 30        | $30\sqrt{n}$    |              |                 |                 |                       |                 |
| 1 000     |           | 8         | 20        | $70\sqrt{n}$    |              |                 |                 |                       |                 |

注 1：S 为边长(km)。  
注 2：n 为边数。

- d) 光电测距高程导线测量除了应按 5.2.2.4 的要求完成测距工作以外,还应满足以下作业要求:
- 1) 垂直角应直返觇;
  - 2) 视线宜选在地面覆盖物相同的地段,避免通过热体上空,应离开地面或障碍物 1.3 m 以上;
  - 3) 仪器高和觇标高应量至毫米;
  - 4) 使用 DJ<sub>6</sub> 仪器测定天顶距(或垂直角)时,应首先测定垂直度盘偏心,在观测结果中加以改正。

## 6 像片控制点测量

### 6.1 精度要求

平面控制点和平高控制点相对邻近基础控制点的平面位置中误差不应超过地物点平面位置中误差的 1/5。高程控制点和平高控制点相对邻近基础控制点的高程中误差不应超过基本等高距的 1/10。

### 6.2 像片控制点的判刺和整饰

#### 6.2.1 像片控制点的判刺

6.2.1.1 野外控制点应以判点为主,刺点为辅。

6.2.1.2 平面控制点的实地判点精度为图上 0.1 mm,点位目标应选在影像清晰的明显地物上,宜选在交角良好的细小线状地物交点、明显地物折角顶点、影像小于 0.2 mm 的点状地物中心。弧形地物及阴影等不应选作点位目标。

6.2.1.3 高程控制点的点位目标应选在高程变化较小的地方。

6.2.1.4 平高控制点的点位目标应同时满足平面和高程控制点对点位目标的要求。在点位目标难以保证室内判点精度的地区,航摄前应铺设地面标志(参见附录 D)。

6.2.1.5 控制点与基准面在不同平面时,应标注比高,量注至 0.1 m;当点位周围不等高时,应标注比高量注的位置。

#### 6.2.2 像片控制点的整饰

6.2.2.1 三角点、埋石点、平高点或平面点的刺点片,在像片正面以边长或直径为 7 mm 的红色三角形、正方形或圆形整饰;水准点或高程点的刺点片以直径 7 mm 的绿色圆形整饰,水准点在圆内加绘不相交的斜十字形。点名、点号及高程用红色分式注记,分子为点名或点号,分母为高程。像片正面整饰格式见附录 E。

6.2.2.2 像片的反面应以相应的符号标出点位,注上点名或点号,应绘局部放大的详细点位略图,简要说明刺点位置和比高,刺点者、检查者或对刺者,签名及日期。说明文字应简练、确切,点位图、说明、刺孔三者应一致。像片反面整饰格式见附录 F。

6.2.2.3 控制像片仅整饰刺点片;航线间公用的点应在邻航线的主片上转标,并应注上点号和说明刺在哪一片上。当借用相邻测区的像片控制点时,应转刺并按规定整饰,转刺的点应加注邻幅图号及原刺点片号。

#### 6.2.3 像片控制点的编号

基础控制点使用原有编号。像片控制点的编号由技术设计书作出具体规定。

### 6.3 像片控制点的平面测量

#### 6.3.1 导线

6.3.1.1 光电测距附和导线和支导线的技术要求不应超过表 11 的规定。

6.3.1.2 钢尺量距附和导线和支导线的技术要求不应超过表 12 的规定。

6.3.1.3 导线不应超过三次附和。

表 11 光电测距附和导线、支导线的技术要求

| 导线类别 | 地形类别   | 路线全长<br>(图上)mm | 边数 | 水平角测回数          |                 | 方位角<br>闭合差<br>( $''$ ) | 导线闭合差<br>(图上)mm | 距离往返<br>测较差 |
|------|--------|----------------|----|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------|
|      |        |                |    | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |                        |                 |             |
| 附和导线 | 平地、丘陵地 | 3 500          | 12 | 1               | 2               | $24\sqrt{n}$           | 0.5             |             |
|      | 山地、高山地 | 4 500          | 15 | 1               | 2               | $24\sqrt{n}$           | 0.7             |             |

表 11 (续)

| 导线类别   | 地形类别 | 路线全长<br>(图上)mm | 边数 | 水平角测回数          |                 | 方位角<br>闭合差<br>( $''$ ) | 导线闭合差<br>(图上)mm | 距离往返<br>测较差 |
|--|------|----------------|----|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------|
|  |      |                |    | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |                        |                 |             |
| 支导线  |      | 900            | 3  | 1               | 2               |                        |                 | $3(a+bD)$   |
| 注： $n$ ——转折角个数；<br>$a$ ——测距仪标称精度中的固定误差(mm)；<br>$b$ ——测距仪标称精度中的比例误差(mm/km)；<br>$D$ ——测距边长度(km)。 |      |                |    |                 |                 |                        |                 |             |

表 12 钢尺量距附和导线和支导线的技术要求

| 导线类别           | 导线全长(图上)<br>mm | 边数 | 水平角测回数          |                 | 方位角<br>闭合差( $''$ ) | 导线闭合差<br>(图上)mm | 距离往返<br>测较差 |
|----------------|----------------|----|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------|
|                |                |    | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |                    |                 |             |
| 附和导线           | 1 500          | 10 | 1               | 2               | $30\sqrt{n}$       | 0.5             | 1/1 000     |
| 支导线            | 400            | 3  | 1               | 2               |                    |                 | 1/1 000     |
| 注： $n$ 为转折角个数。 |                |    |                 |                 |                    |                 |             |

### 6.3.2 线形锁

线形锁的传距角一般不应小于  $30^\circ$ 。平地、丘陵地锁长不应超过图上 1 300 mm，三角形个数不应超过 9 个；山地、高山地锁长不应超过图上 1 500 mm，三角形个数不应超过 12 个。线形锁不应超过二次附和。

### 6.3.3 交会法

交会角应在  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间。后方交会( $\alpha + \beta + C$ )不应在  $160^\circ \sim 200^\circ$  之间，折叠图形( $\gamma - \delta$ )不应小于  $20^\circ$ 。平地、丘陵地交会边长不应大于图上 600 mm，山地、高山地交会边长不应大于图上 800 mm。前方、侧方、后方交会应采用二组图形计算。平地、丘陵地二组坐标之差不应超过图上 0.2 mm，山地、高山地二组坐标之差不应超过图上 0.3 mm。

交会点从一级导线或一级锁点发展时，可再发展一次交会点；交会点的起算点全为基础控制点时，交会边长可放至图上 1 000 mm，山地、高山地可以再发展一次交会点。

### 6.3.4 引点

本点至引点的距离应用钢尺丈量，不能用视距法测定，其长度不应超过图上 100 mm，距离应往返丈量，两次丈量较差不应超过距离的 1/1 000。当距离用光电测距仪测定时，可放长至图上 500 mm，应进行二次独立观测，两次观测距离较差不应超过  $3(a+bD)$ 。引点应在本点观测两个连接角，水平角应观测一测回。高差测定中直返规或两次观测高差较差不应大于基本等高距的 1/10。

## 6.4 像片控制点的高程测量

### 6.4.1 高程路线

高程路线不宜用闭合环。用闭合环时，起算点高程应确保无误，不能环套环。高程控制点和平高控制点的高程测量可采用测图水准、光电测距高程导线、三角高程导线、独立交会高程点进行施测。按结点布设高程路线时，结点与起闭点间路线长可为表 13 附和路线全长的 3/4。测图水准、光电测距高程导线、三角高程导线可交替使用。

### 6.4.2 测图水准

测图水准用于高差不大的地区，应起闭于水准点、经水准联测的三角点或等外水准点。测图水准应采用水准标尺单面一次读数，读记至厘米。水准仪的  $i$  角应不大于  $20''$ ；观测时仪器宜安置在前后标尺的中央；仪器至标尺的距离不应超过 200 m。路线全长和闭合差不应超过表 13 的规定。

### 6.4.3 光电测距高程导线

光电测距高程导线，垂直角应对向观测，直返规高差较差不应大于  $0.04 S_m$  ( $S$  以百米为单位，

300 m 以内按 300 m 计算);路线全长和闭合差不应超过表 13 的规定。

6.4.4 三角高程导线

三角高程导线用于山地和高山地,垂直角应对向观测,直返视高差较差应不大于  $0.04 S_m$  ( $S$  以百米为单位,300 m 以内按 300 m 计算);路线全长和闭合差不应超过表 13 的规定。

6.4.5 独立交会高程点

独立交会高程点用于 1 m 或 2 m 等高距的地区,采用三个单视高程平均值,交会边长和高程较差不应超过表 13 的规定。

表 13 像片控制点的高程测量的规定

| 等高距<br>m | 附和路线全长<br>km |              |            | 高程闭合差<br>m | 独立交会高程点    |            |
|----------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
|          | 测图水准         | 光电测距<br>高程导线 | 三角高<br>程导线 |            | 交会边长<br>km | 高程较差<br>km |
| 0.5      | 5            | 5            |            | 0.2        |            |            |
| 1.0      | 20           | 20           | 8          | 0.4        | 2          | 0.3        |
| 2.0(2.5) |              | 30           | 20         | 0.8        | 2          | 0.5        |

6.5 像片控制点的观测、记簿与计算

6.5.1 水平角观测

6.5.1.1 导线、线形锁、各种交会法的水平角应按方向观测法观测,采用 DJ<sub>2</sub> 型经纬仪应观测二测回,采用 DJ<sub>6</sub> 型经纬仪应观测一测回,一次读数。

6.5.1.2 三个方向观测时可不归零。方向多于 10 个时应分组观测,并应采用同一起始方向。重测方向数超过总方向数的 1/3 时该测回应全部重测。

6.5.1.3 应注意仪器对中和视标竖直。观测时宜照准根部。照准点偏心距大于测站至照准点距离的 1/20 000 时,应进行归心改正。光电测距导线宜采用三联脚架法。

6.5.2 垂直角观测

6.5.2.1 光电测距高程导线、三角高程导线、独立交会高程点和引点的垂直角观测可采用中丝法二测回,或三丝法一测回,一次读数。

6.5.2.2 垂直角观测应在目标清晰、成像稳定时进行,应在手簿中注明照准位置。仪器高和视标高应量记至厘米。

6.5.3 水平角和垂直角观测限差

水平角和垂直角观测限差不应大于表 14 的规定。

表 14 水平角和垂直角的观测限差

| 类别    | 限差名称        | 限差值(″)          |                 |
|-------|-------------|-----------------|-----------------|
|       |             | DJ <sub>2</sub> | DJ <sub>6</sub> |
| 水平角观测 | 半测回归零差      | 15              | 24              |
|       | 两个半测回同一方向较差 | 20              | 36              |
|       | 各测回同一方向较差   | —               | 24              |
|       | 三角形闭合差      | 50              | 50              |
| 垂直角观测 | 测回垂直角较差     | 24              | 24              |
|       | 同一测站指标差较差   | 24              | 24              |



#### 6.5.4 记簿

6.5.4.1 原始观测值和记事项目应在现场用钢笔或铅笔记在规定的格式的外业手簿中,字迹应清晰、整齐、美观,不能擦改或涂改,不应转抄复制。

6.5.4.2 手簿各记事项目,每一测站或每一工作时段的首末页应填写齐全。

6.5.4.3 原始观测数据应以不改为原则,如有读错或记错,应在现场更正。但同一测站不能有两个相关数字连环更改;同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不能连环更改。

6.5.4.4 凡更正错误,均应将错误数字整齐划去,另记正确数字。凡划去的数字或划去的成果,均应注明原因和重测结果所在的页数。废站也应划去并注明原因。

6.5.4.5 补测和重测不应记在测错的手簿前面。

6.5.4.6 引点距离和归心元素的测定,应记于手簿中距离记录表或记事用纸上。

#### 6.5.5 平面坐标和高程的计算

6.5.5.1 计算前应全面、认真地检查观测手簿,仔细校对起算成果,避免差错。

6.5.5.2 平面坐标计算应取至 0.01 m,高程计算应取至 0.01 m,距离应取至 0.01 m,角度应取至 1";采用近似平差时,闭合差应以边长、转折角或测站数按比例进行配赋。

6.5.5.3 计算应采用固定表格、电子计算器或计算机计算。采用计算机计算时,对数据及输入纸带,应仔细核对。计算结束后,应对打印成果进行校验。

6.5.5.4 使用单指标读值经纬仪,垂直度盘存在偏心差时,应进行偏心差的测定,在成果中加入改正数。

### 7 综合法测图

#### 7.1 适用地区

固定比例尺像片图测图适用于地形平坦地区。

#### 7.2 像片图质量的要求

7.2.1 像片图影像应清晰,色调均匀,反差适中,无伤痕和污迹;像纸应粘贴牢固,底板平整。

7.2.2 图廓大小与理论尺寸之差,边长不应大于 0.2 mm,对角线不应大于 0.3 mm。

7.2.3 展绘的三角点、控制点之间的距离与理论长度的较差不应大于图上 0.2 mm;控制点至图廓点的距离与理论长度的较差不应大于图上 0.2 mm。

7.2.4 图廓边像片影像的接边差一般不应大于 1.2 mm,个别最大处不能大于 1.5 mm。

7.2.5 像片图应注明图号、像片号、纠正起始面的高程和相对航高,并刺出像底点的位置。

#### 7.3 测站点的布设要求

测站点的布设位置应满足测绘等高线、高程注记点和补测地物的要求,设站的密度应视实际作业需要和最大视距而定。

#### 7.4 测站点的平面精度和测定方法

7.4.1 测站点平面位置中误差,相对最近野外平面控制点不应大于图上 0.45 mm。

7.4.2 测站点平面位置可用以下方法测定:

- a) 利用像片图上的各类控制点;
- b) 利用像片图上的明显地物点:当明显地物点的投影差值大于图上 0.2 mm 时,应先改正投影差;
- c) 控制点为起始点的图解交会:交会边长不应大于图上 150 mm,交会角应在 30°~150°之间;示误三角形的边长不应大于 0.5 mm,检查点至检查方向的垂距不应大于 0.3 mm;1:500、1:1 000 比例尺测图,不能使用图解后方交会;
- d) 控制点为起始点的图解支导线:支导线允许边数为 1 条,支导线点宜用其他控制点作检查,技术要求应符合表 15 的规定。

表 15 支导线法确定测站点平面位置的要求

| 测图比例尺  | 等高距<br>m | 最大边长<br>m | 边长测量方法 | 往返测平距较差 | 往返测高差较差   |
|--------|----------|-----------|--------|---------|-----------|
| 1:500  | 0.5      | 50        | 往返量距   | 1/300   | 1/5 基本等高距 |
| 1:1000 | 0.5      | 100       | 往返量距   | 1/300   | 1/3 基本等高距 |
| 1:2000 | 1        | 150       | 往返量距   | 1/100   | 1/3 基本等高距 |

### 7.5 测站点的高程精度和测定方法

7.5.1 测站点相对最近高程控制点的高程中误差不应超过 1/3 基本等高距。

7.5.2 测定测站点的高程可用以下方法测定：

- a) 测图水准：其技术要求按 6.4.2 的规定；
- b) 光电测距高程导线：其技术要求按 6.4.3 的规定；
- c) 图解交会三角高程：起算点为测图水准以上的高程控制点，交会边长不应大于图上 150 mm，垂直角观测一测回，由两个方向推算的高程较差或一个方向往返测的高差较差，见表 15；
- d) 图解支导线三角高程：起算点应为测图水准以上的高程控制点，垂直角观测一测回，高差应往返测定，技术要求应符合表 15 的规定。

### 7.6 碎部测图

7.6.1 测站点对中偏差不应大于图上 0.05 mm。

7.6.2 应依据图上相距 100 mm 以上的控制点或经投影差改正后的明显地物点标定图板方向，标板后应用其他方向检查，测站点离检查方向的垂距不应大于图上 0.4 mm。

7.6.3 垂直度盘指标差每天作业前应进行测定，1' 以内可不改正。

7.6.4 地物点和地形点视距(量距)最大长度应符合表 16 的规定。

表 16 地物点和地形点视距(量距)最大长度

单位为米

| 测图比例尺  | 等高距 | 地物点 |     | 地形点 |
|--------|-----|-----|-----|-----|
|        |     | 视距  | 量距  | 视距  |
| 1:500  | 0.5 | 40  | 50  | 70  |
| 1:1000 | 0.5 | 80  | 100 | 150 |
| 1:2000 | 1   | 150 |     | 250 |

7.6.5 标尺应具有厘米分划，地物点视距应全丝读数，读记至 0.1 m。

7.6.6 碎部点高程可用水准仪施测，点位应依据像片影像刺定。当影像的投影差值大于图上 0.2 mm 时，应改正投影差。

7.6.7 碎部点可作高程注记点。高程点的注记，基本等高距为 0.5 m 时应注至厘米，基本等高距为 1 m 时应注至分米。图上允许少数地物点的高程与等高线的高程相矛盾。

### 7.7 投影差改正和屋檐宽度的改正

7.7.1 投影差改正应满足以下要求：

- a) 高山或低于纠正起始面的物体，投影差值大于图上 0.2 mm 时，应进行投影差改正；
- b) 供投影差改正用的高差，其量测误差不应大于 0.5 m；
- c) 改正投影差应以像底点为辐射中心；
- d) 投影差改正方法参见附录 G。

7.7.2 屋檐宽度改正应满足以下要求：

- a) 图上房屋轮廓线应以墙基为准，当屋檐宽度大于图上 0.2 mm 时应加屋檐宽度改正；

b) 屋檐宽度应量测至厘米。

## 7.8 应补测的内容

像片图测图应补测下列内容：

- a) 影像模糊地物；
- b) 被影像或阴影遮盖的地物；
- c) 航摄时的水淹、云影地段；
- d) 不满幅的自由图边；
- e) 新增地物。

## 8 像片调绘

### 8.1 像片调绘的基本要求

8.1.1 像片调绘应判读准确，描绘清楚，图式符号运用恰当，各种注记准确无误。

8.1.2 应采用放大片调绘，放大倍数视地物复杂程度而定。调绘像片的比例尺，不宜小于成图比例尺的 1.5 倍。

8.1.3 调绘像片采用隔号像片，为使调绘面积界线避开复杂地形，个别可出现连号。全野外布点时调绘面积界线应是像片控制点的连线；非全野外布点时调绘面积界线应是像片重叠部分的中线。如果偏离，均不应大于控制像片上 1 cm。界线不宜分割重要工业设施和密集居民地，不宜顺沿线状地物和压盖点状地物。界线统一规定右、下为直线，左、上为曲线，调绘面积不得产生漏洞。自由图边应调绘出图外 6 mm。调绘面积的划分及整饰要求见附录 H。

8.1.4 像片调绘可以采取先野外判读调查，后室内清绘的方法；也可采取先室内判读、清绘，后野外检核和调查，再室内修改和补充清绘的方法。不论采取哪种方法，对像片上各种明显的、依比例尺表示的地物，可只作性质、数量说明，其位置、形状应以内业立体模型为准，调绘片应分色清绘。

8.1.5 影像模糊地物、被影像或阴影遮盖的地物，可在调绘像片上进行补调，补调方法可采用以明显地物点为起始点的交会法或截距法，补调的地物应在调绘像片上标明与明显地物点相关的距离。需补调的地物较多时，应把范围圈出并加注说明，待内业成图后再用平板仪补测。航摄后拆除的建筑物，应在像片上用红色“×”划去，范围较大时应加说明。

8.1.6 建筑物的投影差改正，采用全能法成图时应由内业处理。

8.1.7 路堤、路堑、陡坎、斜坡、陡岸和梯田坎等，当其图上长度大于 10 mm 和比高大于 0.5 m (2 m 等高距图幅大于 1 m) 时应表示；当比高大于 1 个等高距时应适当量注比高。比高小于 3 m 时应量注至 0.1 m，大于 3 m 时应量注至整米。全能法成图时图上需要注记的比高，大于 1 m 时可由内业测注，在阴影遮盖的沟谷和隐蔽地区应由外业量注。

8.1.8 按 GB/T 13923 规定的要素类进行调查和注记。

### 8.2 测量控制点

8.2.1 三角点和埋石点在调绘片上不表示，由内业展绘。当三角点和埋石点设在不依比例尺表示的土堆上时，应在调绘片上表示。

8.2.2 国家等级水准点应准确调注。

### 8.3 水系

8.3.1 河流、湖泊、水库的水涯线应绘在摄影时的水位处，摄影时间为枯水期，可在实地刺出一常水位点，由内业描绘水涯线；摄影时间为洪水期，应提供常水位高程，由外业实测水涯线及被淹地段的地物地貌。

8.3.2 池塘的水涯线应以摄影时的水位为准，当水位线与岸边线在图上的距离小于 1 mm 时，水涯线可绘在岸边线位置上。

8.3.3 水渠、贮水池的水涯线应以坎沿为准。

- 8.3.4 海岸线应按摄影时的影像描绘平均大潮高潮痕迹所形成的水陆分界线。
- 8.3.5 高水界应按用图部门的需要表示。
- 8.3.6 潮汐川受潮流影响地段的水涯线应按海岸线符号表示。
- 8.3.7 河流、沟渠在图上宽度大于 0.5 mm 的应用双线依比例尺表示,小于 0.5 mm 的应用单线表示。
- 8.3.8 水渠应测注渠边和渠底高程。堤坝应测注顶部和坡脚高程。时令河应测注河床高程。泉、井应测注出水口或井台高程,根据需要注记井台至水面的深度。河流、湖泊水位点高程可视用图需要测定。以上高程由全能法成图时,应由内业测注。
- 8.3.9 岸坡比较陡峻、坡度在 70°以上的陡岸应区分石质与土质。陡岸下缘与水涯线间的河滩宽度大于图上 2 mm 时,应测绘等高线并绘出相应的土质、植被符号。
- 8.3.10 干出滩或海滩(海岸线与低潮界之间高潮时被海水淹没,低潮时露出的潮浸地带),调绘时应按图式规定符号表示,干出滩的宽度在图上小于 3 mm 时可不表示。
- 8.3.11 干出滩及浅海部分应测注水深和等深线。全能法成图时,浅海部分的水深由外业施测,也可根据海图由内业编绘。浅海部分应测范围以海岸带地形图满幅为准。
- 8.3.12 当地平均海面可根据用图需要表示,并加注“平均海水面”。
- 8.4 居民地及设施
- 8.4.1 居民地调绘要求如下:
- a) 描绘房屋应以墙基为准。当屋檐宽度大于图上 0.2 mm 时,应在像片的相应处注明实测宽度(量注至厘米),供内业进行屋檐宽度改正;
  - b) 1:500、1:1 000 成图时,房屋应注建筑材料和层数;房屋不宜综合,应逐个调绘,临时性的建筑物可舍去;1:2 000 成图时,房屋可不注建筑材料,只注房屋层数;房屋可适当综合取舍,宽度在 1 m 以下的次要巷道可不表示;图上 6 mm<sup>2</sup> 以下的天井、庭院可进行综合;
  - c) 房屋轮廓凸凹在图上小于 0.4 mm,简单房屋小于 0.6 mm 时,可用直线连接。
- 8.4.2 独立地物调绘要求如下:
- a) 作为定位主要依据的独立地物,能依比例尺表示的应绘外轮廓、填绘符号;不能依比例尺表示的,应准确表示其定位点和定位线;
  - b) 地下建筑物可不表示,其出入口和天窗应表示;
  - c) 实地的建筑物、构筑物,图式中无相应规定符号,也不便归类表示,可实地调绘该要素的地面几何图形,加注专名。
- 8.4.3 围墙调绘要求如下:
- 围墙在 1:500、1:1 000 图上依比例尺表示,图上宽度小于 0.5 mm 时,不依比例尺表示。1:2 000 成图的围墙用不依比例尺符号表示。
- 8.5 交通
- 8.5.1 调绘道路应要求位置准确、等级分明,线段曲直和交叉位置的形式反映应真实,与其他地形要素的关系应明确,注记应齐全。
- 8.5.2 道路通过居民地不宜中断,应按真实位置绘出。公路进入城区时,公路符号应以街道线代替。城区街道中应将固定性的安全岛、人行道、绿化带和街心花园绘出。
- 8.5.3 铁路、公路、简易公路、大车路和城区主要街道的中心,在图上每隔 10 cm~15 cm 应测注高程注记点,主要道路交叉口及转折处也应测注高程(全能法成图由内业测注)。
- 8.5.4 双线表示的道路,边线不明显时,应调注路宽和路的一条边至明显地物点的距离,量至分米,注记在相应位置处。
- 8.6 管线
- 8.6.1 永久性的电力线、通讯线应表示。电杆、铁塔应按实际位置绘出。同一杆上架有多种线路时,应表示其中主要的线路。

8.6.2 电力线分为输电线和配电线。输电线路为高压线,配电线路一般为低压线。

8.6.3 地面及架空管线应表示,并注记输送物质;地下管线不表示,但其入口处和检修井一般需表示。

## 8.7 境界

8.7.1 调绘境界应在实地进行,并经慎重调查,多方核实确认无误后方可绘于图上。

8.7.2 国界的调绘要求如下:

- a) 国界应根据国家正式签订的边界条约或边界议定书及附图,会同边防人员一起经实地踏勘后,按实地位置不间断地精确绘出。
- b) 国界上的界标(界桩、界碑)应按坐标值展绘图上,注明编号。无坐标的界标应测出坐标。界标应根据实际情况尽量测注高程。坐标和高程精度的要求应与控制点相同。同号双立或三立的界标同时表示有困难时,可用空心小圆圈按实地相对位置关系绘出,并应注出各自的编号。
- c) 国界线上的各种注记不得压盖国界符号,并应注在本国界内。

8.7.3 国内各级境界的调绘要求如下:

- a) 县(区)级以上境界应绘出,乡(镇)级境界、国营农(林、牧)场界应按用图需要调绘;
- b) 两级以上境界重合时,应绘高级境界符号,应同时注出各级名称;
- c) 自然保护区界线,调绘时应调查核实,准确描绘;
- d) 山区沿自然地形分界时,应将境界准确绘于地性线上。

## 8.8 地貌

8.8.1 不能用等高线反映的天然或人工地貌要素,应按图式规定调绘于像片上。

8.8.2 密集的居民地内不宜绘等高线,应以高程注记点表示地形。当高程注记与比高注记不易区分时,应在比高数字前加“+”号。

8.8.3 各种天然形成和人工修筑的坡、坎,坡度在 $70^\circ$ 以上应表示为陡坎, $70^\circ$ 以下应表示为斜坡。斜坡在图上投影宽度小于2 mm以陡坎表示。

8.8.4 梯田坎坡顶与坡脚间的投影宽度在图上大于2 mm时,应依比例尺表示。1:2 000成图时梯田坎过密,两坎间距在图上小于8 mm时,可适当取舍。

8.8.5 地裂缝按实地情况应分别用不依比例尺和依比例尺符号表示,适当量注裂缝深度。不依比例尺表示的地裂缝还应当量注裂缝宽度。

## 8.9 植被与土质

8.9.1 大面积成片分布的植被,调绘时可在像片内用红色文字作简注说明;整张调绘片如为同一类别的植被或土质,可在片边加注统一说明。

8.9.2 地类界与地面上有实物的线状要素符号(如道路、陡坎等)重合,或接近平行且间隔小于图上2 mm时,地类界应省略不绘。当与境界、管线符号重合时,地类界符号应移位0.2 mm绘出。

8.9.3 树林、竹林、灌木林应量注摄影时的平均高度,供内业立体测图时改正树高和测绘等高线。当不同区域具有不同的平均树高时,应分别量注。密集的高草地段应调注平均草高。以上高度应量注至分米。

## 8.10 地理名称调绘

8.10.1 地理名称注记调绘时应对居民地、市镇街巷、工矿企业、机关学校、医院、农(林)场、大型文化体育建筑、名胜古迹、山岭、沟谷、河流、湖泊、海港等名称,调查核实,正确注记。

8.10.2 居民地应注出当地常用的自然名称。较大的居民地,应根据实地情况调注总名和分名,以不同的字级注于像片上。水系、山脉等地理名称,应只调注远近知名的统一固定名称,名称不统一时,不宜注记。地理注记名称与三角点、埋石点名称不一致时,以实地调查的名称为准注记。

8.10.3 书写字体应笔划规整、清晰易认。同等级的名称,字体大小应一致;同一名称的字隔应等距,间隔最大不应超过两个字隔;不同名称注记的间隔应区分明确,不得相连和相交;同一名称注记不应被双

线线状地物分割。当用同一名称不能概括大面积或延伸较长的地物、地貌要素时,应以同一名称分多组登记。

8.10.4 图幅名称应选择该图幅内著名的地理名称。同一测区内不得有相同的图名。图幅内确无名称时,注图幅编号。

## 9 图幅接边、检查验收和上交成果

### 9.1 图幅接边

图幅接边应满足以下要求:

- a) 图幅接边应在相同比例尺的相邻图幅间进行。所接边的图边应在离开测区前严密接好,并应经过检查。自由图边应保证成图满幅,还应测绘出图廓线外 6 mm,并经第二人实地检查。
- b) 地形图图幅接边的接合差不应大于的平面、高程中误差的  $2\sqrt{2}$  倍。小于该限差时应平均配赋,保持地物、地貌相互位置和走向的正确性。超过限差时,应到实地检查纠正。
- c) 与已出版图接边的较差小于 9.1b) 的规定时,只改新图,大于限差时,应认真检查,确认新图无误时,以新图为准,对不接边部分在两幅图的图历簿内和原图上应分别注明。
- d) 各类地物接边时,不应改变其真实形状及相关位置,直线地物应从离图廓线最近的转折点处进行拼接。地貌拼接不能产生变形。

### 9.2 检查验收

按 CH 1002 和 CH 1003 的规定。

### 9.3 上交成果

#### 9.3.1 上交成果的要求

上交的成果应经检查验收后,交下一工序使用。上交的成果应准确、清楚、齐全。

#### 9.3.2 上交成果资料项目

##### 9.3.2.1 立测法成图上交成果资料包括以下内容:

- a) 控制像片;
- b) 调绘像片、像片图;
- c) 计算手簿;
- d) 图历簿(少数民族地区作业,应附少数民族语地理名称调查表);
- e) 观测手簿;
- f) 自由图边抄边资料;
- g) 检查验收报告;
- h) 技术总结,按 CH/T 1001 的规定编写。

##### 9.3.2.2 电算加密的成果应以每一个布点区域为单位整理,填在每个布点区域的左上角图幅的图历表内,随该区域左上角的图幅上交。上交成果资料包括以下内容:

- a) 控制像片;
- b) 观测手簿;
- c) 计算手簿;
- d) 控制点成果及控制点分布略图等。

其他图幅只填写本图幅的控制点成果及控制点联测略图。

#### 9.3.3 计算手簿的装订

基础控制点测量成果应单独整理装订。计算手簿按以下顺序装订:

- a) 封面(电算加密图幅以每一布点区域为单位整理);
- b) 目次;
- c) 控制点点位联测略图(应表示出控制点的概略位置、平面测定方法和高程联测路线);

- d) 起始点成果；
- e) 坐标换带计算；
- f) 归心计算；
- g) 控制点成果；
- h) 方位角边长反算；
- i) 锁网形计算；
- j) 单三角形计算；
- k) 光电测距导线计算；
- l) 前方交会计算；
- m) 侧方交会计算；
- n) 后方交会计算；
- o) 引点计算；
- p) 间接高程计算(包括独立交会高程点计算)；
- q) 高程平差计算；
- r) 封底。

#### 9.3.4 成果整理

9.3.4.1 调绘成果应分幅上交。

9.3.4.2 全野外布点和航线网布点的控制成果应分幅上交。

9.3.4.3 区域网布点的控制成果,应以每一个布点区域为单位整理,并随该区域左上角的图幅上交,其中应包括控制像片、观测手簿,计算手簿。全区域网的控制点成果及控制点分布略图,应填写在每个布点区域的左上角图幅的图历簿内,其他图幅应标出本幅在区域中的位置。

#### 9.3.5 图历簿填写的要求

图历簿各项内容的填写应做到项目齐全、数据准确、字迹清楚、说明简要明确。特殊情况说明应阐述作业过程中对一些特殊问题的处理和有待下工序弥补、注意的问题。编写时应实事求是,经检查验收后,方可填入图历簿。

附录 A  
(资料性附录)

航线网布点首末端点间的间隔基线数

A.1 间隔基线数

航线网布点首末端点间的间隔基线数见表 A.1。表中基线取 65 cm 计算,1:500 焦距取 304 mm、1:1 000 焦距取 210 mm(航摄比例尺 1:3 000 以上)和 153 mm(航摄比例尺 1:3 000 以下)、1:2 000 焦距取 153 mm 进行计算。

表 A.1 航线网布点首末端点间的间隔基线数

| 航摄比例尺    | 像控点 | 1:500 成图 |     |     |     | 1:1 000 成图 |     |    |     | 1:2 000 成图 |     |     |     |
|----------|-----|----------|-----|-----|-----|------------|-----|----|-----|------------|-----|-----|-----|
|          |     | 平地       | 丘陵地 | 山地  | 高山地 | 平地         | 丘陵地 | 山地 | 高山地 | 平地         | 丘陵地 | 山地  | 高山地 |
| 1:2 000  | 平面  | 全野外      | 全野外 | 14  | 14  |            |     |    |     |            |     |     |     |
|          | 高程  | 全野外      | 全野外 | 10  | 12  |            |     |    |     |            |     |     |     |
| 1:2 500  | 平面  | 全野外      | 全野外 | 12  | 12  |            |     |    |     |            |     |     |     |
|          | 高程  | 全野外      | 全野外 | 6   | 8   |            |     |    |     |            |     |     |     |
| 1:3 000  | 平面  | 全野外      | 全野外 | 10  | 10  |            |     |    |     |            |     |     |     |
|          | 高程  | 全野外      | 全野外 | 全野外 | 8   |            |     |    |     |            |     |     |     |
| 1:4 000  | 平面  |          |     |     |     | 10         | 10  | 14 | 14  |            |     |     |     |
|          | 高程  |          |     |     |     | 全野外        | 8   | 12 | 20  |            |     |     |     |
| 1:6 000  | 平面  |          |     |     |     | 6          | 6   | 10 | 10  |            |     |     |     |
|          | 高程  |          |     |     |     | 全野外        | 全野外 | 8  | 8   |            |     |     |     |
| 1:8 000  | 平面  |          |     |     |     |            |     |    |     | 10         | 10  | 14  | 14  |
|          | 高程  |          |     |     |     |            |     |    |     | 全野外        | 全野外 | 10  | 16  |
| 1:10 000 | 平面  |          |     |     |     |            |     |    |     | 8          | 8   | 12  | 12  |
|          | 高程  |          |     |     |     |            |     |    |     | 全野外        | 全野外 | 6   | 12  |
| 1:12 000 | 平面  |          |     |     |     |            |     |    |     | 6          | 6   | 10  | 10  |
|          | 高程  |          |     |     |     |            |     |    |     | 全野外        | 全野外 | 全野外 | 10  |



附录 B  
(规范性附录)  
R 值表

B.1 R 值表

R 值表见表 B.1。

表 B.1 R 值表

单位为对数第六位

| B 角值<br>(°) | A 角值<br>(°) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|             | 30          | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |   |
| 30          | 39          | 38 | 37 | 35 | 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 27 | 27 | 26 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 23 | 21 | 21 | 20 | 19 | 19 | 18 | 16 | 15 | 15 | 14 | 13 |   |
| 35          | 33          | 32 | 31 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 24 | 23 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 19 | 18 | 18 | 18 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9  |   |
| 40          | 28          | 27 | 26 | 24 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 | 17 | 17 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 9  | 8  | 7  | 7  | 6  |   |
| 45          | 25          | 24 | 23 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 | 17 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9  | 9  | 8  | 8  | 7  | 6  | 5  | 5  | 4  |   |
| 50          | 23          | 22 | 21 | 19 | 18 | 18 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 3  |   |
| 55          | 21          | 20 | 19 | 17 | 17 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 3  | 3  | 2 |
| 60          | 19          | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  |   |
| 65          | 18          | 17 | 16 | 14 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9  | 9  | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 5  | 4  | 4  | 4  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  |   |
| 70          | 16          | 16 | 15 | 13 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 9  | 9  | 8  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |   |
| 75          | 15          | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 11 | 10 | 9  | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |    |   |
| 80          | 15          | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9  | 9  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  |    |    |    |   |
| 85          | 14          | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |   |
| 90          | 13          | 12 | 12 | 10 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |   |
| 95          | 12          | 12 | 11 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    |   |
| 100         | 12          | 11 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 105         | 11          | 11 | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 110         | 11          | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 115         | 10          | 10 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 120         | 10          | 9  | 9  | 8  | 7  | 7  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |

附录 C  
(规范性附录)

5 秒级基础控制点标石埋设图

C.1 标石埋设图

5 秒级基础控制点标石埋设见图 C.1 所示。

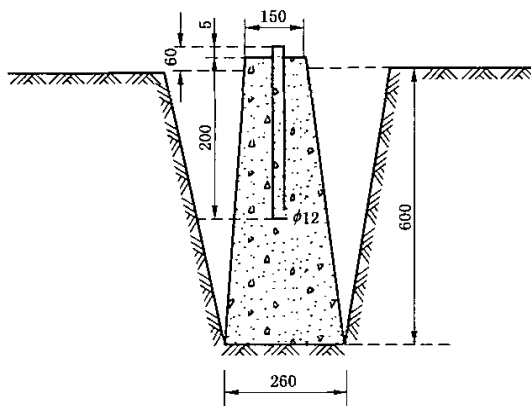


图 C.1 5 秒级基础控制点标石埋设

**附录 D**  
(资料性附录)  
**铺设地面标志的要求**

- D.1 铺设地面标志的摄区,在签订航摄合时应予以注明。  
D.2 地面标志应在飞机进入摄区前铺设完毕。  
D.3 地面标志一般可采用下列形状和尺寸:



图 D.1

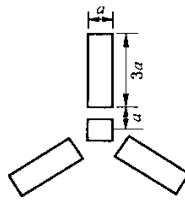


图 D.2

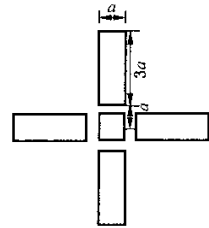


图 D.3

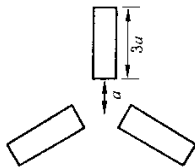


图 D.4

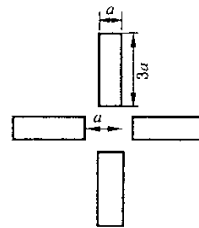


图 D.5

图中,  $a=0.04 \times M_{\text{像}}$ , 单位为毫米,  $M_{\text{像}}$  为像片比例尺分母。中心标志不应大于  $a$ , 标翼的宽度及标翼至标志中心一般为  $a$ , 标翼的长度一般为  $3a$ 。

D.4 在暗色衬景上应布设白色标志;在绿色植被上宜采用白色标志,也可采用黄色;在水泥屋顶上、打谷场上、土路上和没有植被的土地上宜采用加黑边的白色标志。

选择标志材料时,应考虑材料的色调和携带、敷设的方便,标志的安全、材料的价格等方面因素。如在水泥地和沥青路面,可采用油漆,一般地面上的标志可采用乳白塑料布,涂上油漆的苇席或竹席,以及石灰、煤渣等材料。

D.5 标志的点位应布在明显目标上,如道路交叉口、打谷场、水坝和大桥的一端等,可采用加黑边的白色圆形标志。点位布在不易寻找的地面上,宜采用带标翼的标志,一般以三翼标为好。在有觐标的控制点上布标,应采用十字形标志。

铺设标志时,应使翼片中线交点或圆形标志中心与实地选定点位(或已有控制点)的中心重合,各翼片大致水平。

在城市和阴蔽地区布标应注意标位的对空视角。

附录 E  
(规范性附录)  
控制像片正面整饰格式

E.1 控制像片正面整饰

控制像片正面整饰示例见图 E.1。

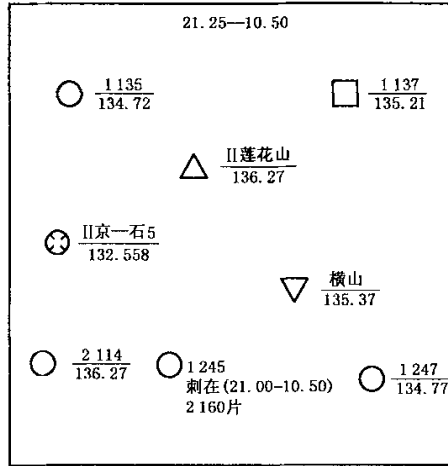


图 E.1 控制像片正面整饰示例

附 录 F  
(规范性附录)  
控制像片反面整饰格式

F.1 控制像片反面整饰

控制像片反面整饰示例见图 F.1。

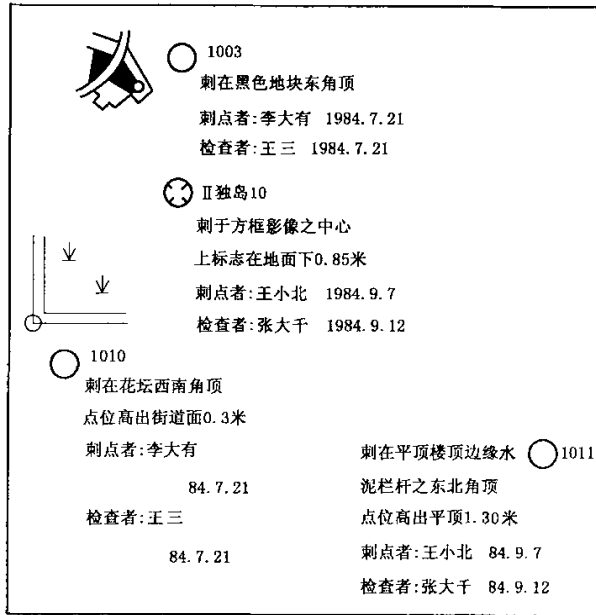


图 F.1 控制像片反面整饰示例

附录 G  
(资料性附录)  
投影差的改正方法

G.1 投影差改正方法

像片图上地物投影差改正值的计算公式见公式(G.1)。

$$\delta_A = \frac{\Delta h}{H} \cdot R \quad \dots\dots\dots(G.1)$$

式中：

- $\delta_A$ ——投影差改正值；
- $\Delta h$ ——地物点相对于纠正起始面的高差,单位为米(m)；
- $H$ ——像片纠正起始面的相对航高,单位为米(m)；
- $R$ ——图上地物点到像底点的向径,单位为米(m)。

按公式计算每一建筑物顶部角点的投影差改正值,沿该点向径方向逐点进行改正,建筑物高度数据由外业量测,并首先测定建筑物底部的高程,从而求算其与纠正起始面的高差。也可以应用立体量测仪在室内量测。经过投影差改正的角点连接成相应的建筑物边线后,可根据外业量测的屋檐宽度分别改正至建筑物底部的轮廓线。

内业应提供像底点位置,纠正起始面的高程和纠正起始面的相对航高。

**附录 H**  
(规范性附录)  
**调绘像片整饰格式**

**H.1 调绘像片的整饰**

- H.1.1 图幅编号应注于调绘片正上方,像片号应注于调绘片右上角。
- H.1.2 调绘面积界线应用蓝色,自由图边、与已成图接边界线应用红色。
- H.1.3 接边线右、下边为直线,左、上边为曲线。线外应注明接边图号。
- H.1.4 调绘内容整饰应按图式符号规定执行,分色清绘:地物要素及注记应用黑色,地貌要素及注记应用棕色,水系要素及注记应用绿色,地类界和屋檐宽度注记应用红色。
- H.1.5 调绘者、检查者应签名。
- H.1.6 调绘像片整饰示例见图 H.1。

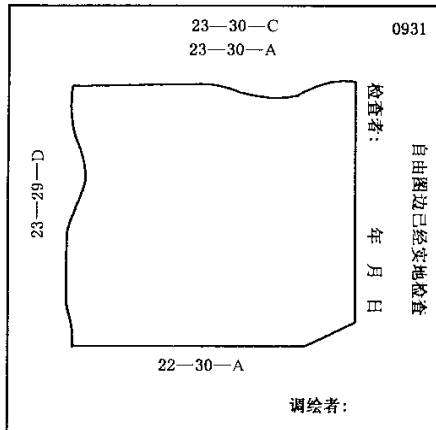


图 H.1 调绘像片整饰示例