

ZB

中华人民共和国专业标准

ZBD 10001-89

地质矿产勘查测量规范

Specifications of Survey for Geological
and Mineral Resources Exploration

1988-05-29 发布

1990-01-01 实施

中华人民共和国地质矿产部 批准

目 次

- 1 总则
- 1.1 般规定
- 1.2 平面控制测量
- 1.3 高程控制测量总则
- 1.4 地形图的基本要求
- 1.5 地形图规格
- 1.6 地质勘探工程测量
- 2 平面控制测量
- 2.1 一般规定
- 2.2 平面控制网的主要技术要求
- 2.3 选点、造标、埋石
- 2.4 长度测量
- 2.5 水平方向观
- 3 高程控制测量
- 3.1 一般规定
- 3.2 选点、埋石
- 3.3 水准仪及水准标尺检验
- 3.4 水准观测
- 3.5 光电测距高程导线测量
- 3.6 三角高程测量
- 3.7 跨越障碍物的高程测量
- 3.8 高程成果的验算
- 3.9 高程计算
- 4 光电测距
- 4.1 一般规定
- 4.2 仪器的检验
- 4.3 测距边的选择
- 4.4 光电测距的技术要求
- 4.5 光电测距的作业要求
- 4.6 各项计算
- 5 平板仪测量
- 5.1 一般规定
- 5.2 图根测量
- 5.3 测站点
- 5.4 地形测图
- 5.5 地物、地貌测绘的内容及取舍
- 5.6 图廓边测绘和接边
- 6 地面摄影测量
- 6.1 一般规定

- 6.2 像片控制点的布设
- 6.3 摄影基线
- 6.4 摄影与暗室处理
- 6.5 像片调绘及补测
- 6.6 内业测图
- 7 航空摄影测量
 - 7.1 一般规定
 - 7.2 对航摄资料的要求
 - 7.3 航外控制点的布设
 - 7.4 航外控制点测量
 - 7.5 像片调绘
 - 7.6 综合法测图
 - 7.7 航测内业
 - 7.8 纠正镶嵌
 - 7.9 精密立体测图仪测图
- 8 地质勘探工程测量
 - 8.1 一般规定
 - 8.2 勘探网测量
 - 8.3 勘探线剖面测量
 - 8.4 勘探坑道测量
 - 8.5 定位测量
- 9 地形图清绘及复制
 - 9.1 一般规定
 - 9.2 地形图着墨、刻绘
 - 9.3 原图接边
 - 9.4 地形图复制
- 10 观测成果记录、整理及上交资料
 - 10.1 观测成果的记录与整理
 - 10.2 上交资料项目
- 附录部分
 - 附录 A 三角点点之记和三角点的位置说明（补充件）
 - 附录 B 重新埋设中心标石点报告表（补充件）
 - 附录 C 各等级三角点标石埋设规格（补充件）
 - 附录 D 水平方向观测度盘配置表（补充件）
 - 附录 E 水准点标志、标石及埋设规格（补充件）
 - 附录 F 图根埋石点标石规格及埋设（补充件）
 - 附录 G 地面标志的布设（补充件）
 - 附录 H 控制像片正面整饰格式（补充件）
 - 附录 I 控制像片反面整饰格式（补充件）
 - 附录 J 调绘像片的整饰格式（补充件）

地质矿产勘查测量规范

Specifications Of survey for Geological
and mineral Resources Exploration

1 总则

1.1 一般规定

1.1.1 本规范规定了平面控制测量、高程控制测量、1：1000～1：5000 比例尺地形图平板仪测量、航空摄影测量、地面摄影测量及地质勘探工程测量标准。

1.1.2 本规范适用于地质矿产勘查专业进行大地控制测量、地形测量及地质勘探工程测量使用，并可供相应精度的矿山设计及生产利用

1.1.3 在满足本规范规定的基本精度时，可采用其它作业方法或新技术作业，并制定补充技术规定报主管部门批准。

1.1.4 作业前，应根据任务要求，充分收集测区各项有关资料，分析测区自然地理及交通情况进行测区踏勘，编写技术设计书。作业结束后，应编写测量成果工作报告，进行成果成图验收。

1.2 平面控制测量

1.2.1 平面控制点是地形测量及地质勘探工程测量的基础。根据测区的面积及测图比例尺可布设三、四等和一、二级三角或导线测量。各等级三角点相邻点的相对点位中误差不大于 0.1 m，各等级导线网最弱点与起始点或相邻路线中最弱点的相对点位中误差不大于 0.1 m。

1.2.2 无论采用那一种方法测制地形图，均应布设满足相应测图比例尺所需密度和精度的平面基本控制点。

1.3 高程控制测量

1.3.1 测区的高程基本控制应为三、四等水准或四等光电测距高程导线。小面积测区且无发展远景时，亦可布设等外水准或等外光电测距高程导线。

1.3.2 各等级水准网（光电测距高程导线）最弱点高程中误差，对起始点不大于 0.05 m。

1.3.3 各等级三角点（导线点）的高程，采用水准、光电测距高程导线或三角高程测定，其高程中误差不大于 1 / 20 等高距，当采用 0.5 m 等高距时，不大于 1 / 10 等高距。

1.4 地形图的基本要求

1.4.1 测制地形图应内容齐全，综合取舍合理。图式符号运用正确着重显示与地质勘查有关的元素。

1.4.2 地形图上地物点对附近图根点（航外控制点）的平面位置中误差，在平地、丘陵地不大于图上 0.6 mm；山地、高山地不大于 0.8 mm。

1.4.3 图上等高线插求高程点对附近图根点（航外控制点）的高程中误差不大于表 1—1 的规定（以测图等高距为单位）。

表 1—1

地形类别	平 地	丘陵地	山 地	高山地
高程中误差	1 / 3	1 / 2	2 / 3	1

当采用 0.5 m 等高距时，高程中误差不大于 1 / 2 等高距。高山地地面倾角大于 45° 时，等高线平面位移中误差不大于图上 1 mm。

1.4.4 森林荫蔽及其它困难地区，地物点平面位置中误差及等高线插求高程点的高程中误差可放宽 0.5 倍；特别荫蔽地区，无法按本规范规定的正常方法施测时，其成图精度及施测方法可结合测区具体情况，拟订技术规定，报上级主管部门批准。

1.4.5 地形图符号及注记应执行中华人民共和国国家标准 GB 5791—86《1：5000、1：10000 地形图图式》及 GB 7929—87《1：500、1：1000、1：2000 地形图图式》。

1.5 地形图规格

1.5.1 平面控制点的坐标暂用 1954 年北京坐标系，高斯正形投影，三度带分带。有特殊要求时，也可采用任意轴子午线或控制网边长投影于任意高程面的局部坐标系。

测区面积小于 50 km² 且无发展远景时，可直接在平面上计算。

高程控制采用“1985 国家高程基准”。

当扩建控制网时，为了保持成果成图的连贯性，一般应采用原有的平面和高程系统。

1.5.2 地形图按 40 cm×50 cm 或 50 cm×50 cm 的矩形或正方形幅。1：5000 比例尺测图面积大于 50 km² 时，应采用国际分幅。

1.5.3 地形图图幅以图廓西南角纵、横坐标值公里数编号，取位至 0.1 km，如：4151.0—556.5，1：5000 比例尺地形图按经纬度分幅时，应使用国际分幅编号方法。

1.5.4 地形图的地形类别，按图幅内绝大部分地面倾角划分，其分类标准按表 1—2 规定。

表 1—2

地形类别	平 地	丘陵地	山 地	高山地
地面倾角	0° ~2°	2° ~6°	6° ~25°	25° 以上

1.5.5 地形图的基本等高距应符合表 1—3 的规定。

表 1—3

地形类别 比例尺	平 地 (m)	丘陵地 (m)	山 地 (m)	高山地 (m)
1：1000	0.5	1.0	1.0	1.0
1：2000	0.5 1.0	1.0	1.0 2.0 (2.5)	2.0 (2.5)
1：5000	1.0	2.0 (2.5)	2.0 (2.5) 5.0	5.0

注：每幅图内应采用同一种等高距。

1.6 地质勘探工程测量

1.6.1 地质勘探工程测量主要依据地形测量的成果成图进行，其平面及高程系统应保持一致。当尚未进行地形图测量时，地质勘探工程测量应布设相应精度的控制网（线），以便于施测地形图时连测。

1.6.2 本规范规定的地质勘探工程测量的标准，系指详查、勘探阶段的要求。普查阶段的勘探工程测量，可根据矿区的具体情况、工作程度及地质工作发展远景，另订技术要求。

1.6.3 勘探线剖面测量的技术要求应符合表 1—4 的规定。

表 1—4

项 目		图上平面位置中误差 (mm)	高程中误差 (等高距)
剖面控制点		0.1	1 / 8
剖面测站点		0.3	1 / 6
剖面点	平地、丘陵地	0.6	1 / 3
	山地、高山地	0.8	

注：①平面及高程中误差均指对图根点而言；

②当剖面比例尺大于地形图比例尺时，图上平面位置中误差系指地形图比例尺。

1.6.4 勘探工程点定位测量的技术要求应符合表 1—5 的规定。

表 1—5

项 目			图—1：平面位置中误差 (mm)	高程中误差 (等高距)
探槽、探井，坑口、 取样钻孔、地质点	重要		0.3	1 / 6
	一般	平地、丘陵地	0.6	1 / 3
		山地	0.8	
钻孔			0.15	1 / 8

注：①平面及高程中误差均指对图根点而言；

②在森林隐蔽及其它困难地区，按常规作业困难时，表中探槽、探井、坑口、取样钻孔及地质点的平面和高程中误差可放宽 0.5 倍。

1.6.5 勘探坑道测量的技术要求应符合表 1—6 的规定。

表 1—6

项 目	平面位置中误差 (m)	高程中误差 (等高距)	备 注
近井点	$M \cdot 10^{-4}$	1 / 10	平面及高程中误差指对三角点、水准点而言
坑口位置点	$M \cdot 10^{-4}$	1 / 8	平面及高程中误差指对近井点或图根点而言

注：表中 M 为地形地质图比例尺分母。

1.6.6 勘查坑道导线测量终点的平面位置中误差，对导线起始点不大于 0.3 m，高程中误差不大于 0.1 m。当导线全长为 400~1 000 m 时，平面及高程中误差可放宽 0.5 倍。

2 平面控制测量

2.1 一般规定

2.1.1 平面控制网的精度应满足相应比例尺地形测图和地质勘探工程测量的需要。根据测区的面积、测图比例尺、矿区发展远景，因地制宜地选择经济合理的布网方案。

2.1.2 本规范所指的三等、四等、一级和二级三角点或导线点，均可作为测区的基本平面控制点。平面控制点的密度应保持在图上 500~1000 mm 的间隔内有一个点。

2.2 平面控制网的主要技术要求

2.2.1 各等级三角网的技术要求应符合表 2—1 的规定。

表 2—1

等 级	边长 (km)	测角中误差 (″)	起始边相对中误差	最弱边相对中误差
三 等	5~8	±1.8	1 : 150 000	1 : 80 000
四 等	2~4	±2.5	1 : 80 000	1 : 40 000
一 级	0.8~3	±5.0	1 : 40 000	1 : 20 000
二 级	0.5~1.5	±10.0	1 : 20 000	1 : 10 000

注：三角网边长根据布网方案及测图比例尺确定。

2.2.1.1 三角网的布设，可布设为利用一个已知点及已知起算方位并直接测量起始边的独立三角网。当测区已有高等级控制点能满足起始点的精度要求时，可逐级或越级加密。

布设控制点应能全面控制测区的范围，且点位分布均匀。

2.2.1.2 各等级三角网的布设，应符合下列要求：

- a) 独立控制网可布设为三角单锁、双锁、中点多边形或连续网。不论布设那种图形，三角形的内角一般不得小于 30° 特殊情况，允许小至 25° ；
- b) 在高等级点下布设控制网时，可采用插网、插锁、插点或其它典型图形；
- c) 插锁的三角形个数不得超过 8 个，三角形内角的规定与 a 款要求相同；
- d) 布设插网和插点的位置尽量避免靠近高级点，当插点与高级点或插点与插点间距离短于平均边

长时，应尽量组成图形联测；

e) 布设插点时，应至少由三个方向测定，且各方向均须双向观测，使能构成极条件或边条件；

f) 线形锁尽量布设为直伸形，求距角应大于 40° ，三角形个数一般不多于 8 个，当求距角小于 40° ，图形个数超过 8 个时，按求距角计算图形强度的总和应小于 85（以对数第六位为单位）；

g) 在特殊情况下，一级、二级三角网可布设无定向线形锁，但应有必要的检核条件。

2.2.1.3 各等级三角网的起始边用光电测距仪测定，一级、二级三角网起始边也可以用钢尺直接丈量。当受地形限制需要采用基线网扩大的方法测定时，基线网图形一般为近似正菱形，扩大比不超过 1:3。基线网测量应符合表 2—2 的规定。

表 2—2

等 级	基线一般边长 (km)	基线丈量中误差	扩大边相对中误差	作业尺别	作业尺根数
一 级	0.5~1.0	1:60 000	1:40 000	钢尺	2
二 级	0.2~0.7	1:40 000	1:20 000	钢尺	2

2.2.2 各等级导线网的技术要求应符合表 2—3、表 2—4 的规定。

(一) 光电测距导线（表 2—3）

表 2—3

等 级	附和导线路线长度 (km)	平均边 (km)	每边测距相对中误差	测角中误差 (″)	Δ (″)	全长相对闭合差
三 等	30	4	1:120 000	± 1.8	± 3.5	1:60 000
四 等	20	2	1:80 000	± 2.5	± 5.0	1:40 000
一 级	10	1	1:40 000	± 5.0	± 10.0	1:20 000
二 级	5	0.5	1:20 000	± 10.0	± 20.0	1:10 000

注： $\Delta = [\text{左角}]_{\text{附}} + [\text{右角}]_{\text{附}} - 360^\circ$

(二) 钢尺量距导线（表 2—4）

表 2—4

等 级	附和导线路线长度 (km)	边 长 (m)	测角中误差 (″)	全长相对闭合差	丈量较差与边长之比
一 级	3.0	50~250	± 5.0	1:8 000	1:16 000
二 级	1.5	30~170	± 10.0	1:5 000	1:10 000

2.2.2.1 各等级导线的布设应符合下列要求：

a) 导线宜布设成直伸等边形状，相邻边长之比不应超过 1:3，其图形可布设成附和单线、单结点或多结点网等形式。独立导线网应布设成多边形格网式；

b) 导线网中结点与高级点间或结点与结点间路线长度，应不大于附和路线的 0.7 倍。当采用钢尺量距导线网作为首级控制时，其控制面积一级不超过 5 km^2 ，二级不超过 2 km^2 ；

c) 加密的一级、二级导线，可布设无定向导线，无定向导线应组成有结点或形成闭合环的形式。

2.2.3 各级测边网的布设应符合表 2—5 的规定。

表 2—5

等 级	边 长 (km)	测距相对中误差
三 等	4~8	1:150 000
四 等	2~4	1:80 000
一级，二级	0.8~3	1:40 000

2.2.3.1 测边网的主要技术要求

- a) 测边网的布设应与三角网布设图形一致，各三角形的内角不应大于 100° 和不少于 30° ；
- b) 测边网以布设典型图形为佳，如中心点多边形和大地四边形，不允许布设无多余观测条件的单三角锁；
- c) 在测边网布设中，应在图形的适当位置加测对角线，以增加图形强度和校核条件。

2.3 选点、造标、埋石

2.3.1 三角点点位要求

- 2.3.1.1 相邻点间应通视良好，观测视线离地面障碍物 1.5 m 以上。
- 2.3.1.2 便于控制网的扩展和低等级点的加密。
- 2.3.1.3 标石能长期保存，并便于进行造标和观测工作。
- 2.3.1.4 三角点一般应取村名、山名、地名作为点名，并应实地认真调查确定。一、二级三角点的点名也可采用编号方法。
- 2.3.1.5 选点时应尽量利用旧点位，或将旧点联入新网内。
- 2.3.1.6 选点后应填写三角点的位置说明。

2.3.2 三、四等三角点造标要求

- 2.3.2.1 三、四等三角点应因地制宜选用标材，建造不同类型觐标。
- 2.3.2.2 建造觐标应使标形端正，标心、圆筒垂直，结构牢固，视线距离槽柱应大于 0.1 m。
- 2.3.2.3 标心或圆筒中心与标志中心应在同一铅垂线中，最大偏差不应超出 0.1 m。
- 2.3.2.4 利用旧三角点的觐标，应检查其坚固性。不合要求的觐标必须根据具体情况进行加固或重建。
- 2.3.2.5 四等三角点在边长较短的情况下也可不建觐标，但必须采取措施保证标杆稳定地竖立于标志中心位置。
- 2.3.2.6 各类觐标的照准标位可采用标心或圆筒，其直径大小可按下式计算：

$$R = \frac{12}{\rho} \cdot S \dots\dots\dots (1)$$

式中：S——制网的边长，以米为单位。

2.3.3 三角点（导线点）埋设中心标石的要求

- 2.3.3.1 三角点（导线点）均应按各等级不同的规格，埋设稳固的中心标石，各层标志中心应严格地在同一铅垂线中，最大偏差不应大于 3 mm，并精确量取各层标志面间的垂直距离（取至厘米），将量取结果记入三角点的位置说明中。
- 2.3.3.2 与旧点重合的三角点，尽量利用旧标石。若新点为三、四等点，原标石只有一层，但坚固完整者，可不重埋。
- 2.3.3.3 旧点必须重埋标石时，要确保所埋设新标石的标志中心与原标志中心在同一铅垂线中，偏差不应超过 3 mm，并精确测算出新、旧标志面间的高差（量至厘米）。重埋情况记入重新埋设中心标石报告表，并通知原单位。
- 2.3.3.4 三角点标石一般用混凝土灌制。在有条件的地区也可用相同规格的坚硬石料代替。
- 2.3.3.5 在三角点标石的柱石和盘石顶面中央均嵌入一个瓷质或金属标志，标志需安放正直，粘接牢固。
- 2.3.3.6 三、四等三角点（导线点）均埋设双层标石。一级、二级三角点（导线点）根据实地具体情况，可埋设双层标石或单层标石。
- 2.3.3.7 埋设标石时，应先将坑底填以砂石，捣固、夯实，然后埋下盘石和柱石，标石埋稳后，周围的填土应夯实，以防标石倾斜或位移。
- 2.3.3.8 造标、埋石结束前，应将点之记（或点的位置说明）上的标石断面图尺寸和柱石标志中心至觐标有关部位的高度填写清楚。三、四等三角点（导线点）应办理测量标志托管手续。

2.4 长度测量

- 2.4.1 三角网、测边网或导线的边长采用光电测距仪施测时，应按第四章光电测距有关规定执行。

2.4.2 一级、二级三角网采用钢尺丈量基线长度时，应符合表 2—6 的规定。

表 2—6

等级	定向 偏差 (cm)	最大 高差 (m)	每尺段往返 高差之差 (mm)		最 小 读 数 (mm)	三组读 数之差 (mm)	同段尺差 (mm)		全长各 尺之差 (mm)	外业手簿计算取位 (mm)		
			30m	50m			30m	50m		尺长	各项改正	高差
一级 二级	5	4	4	5	0.5	1.0	2.0	3.0	$30\sqrt{K}$	0.1	0.1	1.0

注：表中 K 为基线全长的公里数。

2.4.2.1 基线场应选择平坦场地，避免跨越大障碍物。基线长度一般应是尺长的整倍数，各尺段坡度一般应小于 1 / 10。

2.4.2.2 丈量基线的钢尺应经过检定，检定期一般不超过二年。作业前应进行钢尺比较，观测三测回，分别将每根尺三个结果取中数，加入尺长和温度改正，各尺结果的中数与每尺结果之差不应超过 ±0.5 mm。各尺作业前应将钢尺引张三十分钟以上。

2.4.2.3 基线丈量应选择有利的气象条件作业，在下雨、风力三级以上、作业温度超过检定膨胀系数温度范围等情况下不宜量线。

2.4.2.4 丈量每一尺段时，以悬线温度计读记温度一次。丈量时的拉力应与检定时拉力一致。
每量一尺段前后两端各读数三次，每次移动约 1 cm。量线时应注意尺长之差及前后端读数差变动范围，超限时重读一次，舍去较大的结果。如某尺段连续五次读数均不合规定要求时，则应重测该尺段。

2.4.2.5 基线测量结果应加入尺长、温度、倾斜等改正，最后基线长度应进行投影改正。

基线长度 D 计算出后，按 E / D 计算相对中误差。

$$E = \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2} \quad (\text{mm}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：E₁——基线测量平均值中误差；
E₂——轴杆头水准测量所引起的误差；

$$E_2 = \begin{matrix} \pm 0.0122 \sqrt{[\Delta h]} & (30 \text{ m 钢尺}) \\ \pm 0.0095 \sqrt{[\Delta h]} & (50 \text{ m 钢尺}) \end{matrix}$$

E₃——钢尺温度测定误差；

$$E_3 = \begin{matrix} \pm 0.375 \sqrt{n} \cdot \Delta t & (30 \text{ m 钢尺}) \\ \pm 0.625 \sqrt{n} \cdot \Delta t & (50 \text{ m 钢尺}) \end{matrix}$$

n ——跨距数；
Δt——钢尺温度与空气温度的差数，一般取 1~3；
Δh ——每尺倾斜改正数。

2.4.3 采用钢尺丈量一、二级导线边长时，应符合表 2—7 的规定。

表 2—7

等 级	定线偏差 (cm)	每尺段往返 高差之差 (cm)	最小读数 (mm)	三组读数 之 差 (mm)	同 段 尺长差 (mm)	外业手簿计算取位 (mm)		
						尺长	各项改正	高差
一级	5	1	1	2	3	1	1	1
二级	5	1	1	3	4	1	1	1

注：每尺段指两根尺同向丈量或单尺往返丈量。

2.5 水平方向观测

2.5.1 经纬仪的检验

2.5.1.1 经纬仪是水平角观测的主要工具，应进行严格地检验。对于新使用或经过大修的仪器，应按照国家《国家三角测量和精密导线测量规范》中第四章的规定进行全面检验。

2.5.1.2 每期业务开始前，对 J1、J2 型光学经纬仪应进行下列五项检验：

- a) 照准部旋转正确性的检验；
- b) 光学测微器行差的测定；
- c) 垂直微动螺旋使用正确性的检验；
- d) 照准部旋转时，仪器底座位移而产生的系统误差的检验；
- e) 水平轴不垂直于垂直轴之差的测定。

2.5.1.3 J6 型经纬仪的检验

- a) 照准部水准轴与垂直轴是否正交的检验；
- b) 十字丝位置是否正确的检验；
- c) 两倍照准差 (2C) 的检验；
- d) 望远镜水平轴应与垂直轴正交的检验；
- e) 垂直度盘指标差的检验；
- f) 垂直度盘偏心差的检验。

2.5.1.4 作业过程中，如果使用光学对点器置中时，还应对光学对点器经常进行检查和校正。

2.5.2 归心元素的测定

2.5.2.1 归心元素测定，应在大约相交成 120° 或 60° 的三个方向设置仪器，依盘左、盘右位置进行投影。如因地形限制，也可在交角约为 90° 的两个方向上连续投影两次（两次之间须稍变动仪器位置）。投影示误三角形最长边或示误四边形的长对角线，对于标志、仪器、回光中心的投影应小于 5 mm，对于圆筒、标心柱中心的投影应小于 10 mm。

2.5.2.2 投影应在专用投影用纸上进行，投影完毕后，除标志中心外，其它各投影中心均应描绘两个本点观测方向，其中一个为观测零方向。其观测值与描绘值之差，当偏心距小于 0.3 m 时，不应超过 2° ，偏心距大于 0.3 m 时，不应超过 1° 。

2.5.2.3 在不设站观测的点上进行照准点投影时，描绘点应包括测站方向，同时用仪器观测两描绘方向间的夹角，观测两个半测回或一个测回，记于投影用纸上。

2.5.2.4 三、四等三角点，测站点和照准点归心元素一般只测定一次，投影至观测时间不超过三个月。对于高标和不牢固的觐标，如遇到大风、暴雨等特殊情况应及时投影增加投影次数。

2.5.3 水平方向观测的作业要求

2.5.3.1 整置仪器确保脚架稳固，检查通视情况并选择成像清晰的方向作为零方向。

2.5.3.2 水平方向观测应使各测回均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上，各测回间应将度盘位置变换一个角度 σ ， σ 计算公式如下：

$$\sigma = \frac{180^\circ}{m}(j-1) + i'(j-1) + \frac{\omega}{m}(j - \frac{1}{2}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：m ——测回数；

j ——测回序号 (j = 1、2、..... m)；

i' ——水平度盘最小间隔分划值。J1 型为 $4'$ ，J2 型为 $10'$

ω ——测微器格数。J1 型为 60 格，J2 型为 600"；

一、二级三角点水平方向观测时，度盘变换位置可按下式计算：

$$\sigma = \frac{180^\circ}{m}(j-1) + i'(j-1) \quad \dots\dots\dots (4)$$

2.5.3.3 各等级水平方向观测都应在通视良好、成像清晰稳定时进行。晴天的日出、日落和中午前后，若成像模糊或跳动剧烈时，不应进行观测。全部测回可以在一个时间段内测完。

2.5.3.4 观测开始前，调好仪器望远镜的焦距，在一个测回内要保持不变。若照准标的使用回光时，

应将光的大小、亮度调到均匀适当。

2.5.3.5 整置仪器时，应使水准气泡居中。在观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心的范围，J1、J2 型仪器不得超过 1 格。气泡偏离位置接近 1 格时，应在测回间重新整置仪器。

2.5.3.6 在观测过程中，如发现两倍照准差（2C）的绝对值，J1 型仪器大于 20″，J2 型仪器大于 30″ 时，应在测回之间进行视轴校正。

2.5.3.7 仪器的转动应平稳、匀称。照准目标时，按上半测回顺时针、下半测回逆时针旋转。用望远镜垂直丝精确照准目标时，应将目标置于水平丝附近，照准各方向目标应在相同位置。使用微动螺旋照准目标时，其最后旋动螺旋的方向应为旋进。

2.5.3.8 水平方向观测的技术要求应符合表 2—8 的规定。

表 2—8

项目 \ 等级 \ 仪器类型	三 等		四 等		一 级		二 级	
	J1	J2	J1	J2	J2	J6	J2	J6
观测测回数	9	12	6	9	3 (4)	6 (9)	2 (3)	3 (6)
光学测微器重合差 (″)	1	3	1	3	3		3	
半测回归零差 (″)	6	8	6	8	12	24	12	24
一测回内 2C 互差 (″)	9	13	9	13	13		13	
各侧回方向值互差 (″)	6	9	6	9	12	24	12	24
三角形最大闭合差 (″)	±7		±9		±15		±30	

注：① 当照准方向的垂直角超过±3° 时，该方向的 2C 互差可按同一时间段内的相邻测回进行比较，其差值不应超过表中“一测回内 2C 互差”的规定，按此方法比较应在设簿中注明。

② 表中括号内数字指基线网观测测回数。

2.5.3.9 当方向总数超过七个时，应分两组观测。每组方向数应产致相等，且包括两个共同方向（其中一个为共同零方向）。其共同方向之间的角值互差应不超过本等级测角中误差的两倍、两主观测结果分别取中数。分组观测的最后结果按等权进行测站平差。

2.5.3.10 当观测方向多于三个，在观测过程中，某些方向的目标不清晰时，可以先放弃，待清晰时补测。一测回放弃的方向数不得超过应观测方向数的 1 / 3。放弃方向补时，应在原基本测回测完后进行。只联测零方向。如果全部基本测回测完，有的方向一直没有观测过，对这些方向的观测，应按分组观测处理。

2.5.3.11 三、四等三角观测，当垂直角超过±3° 时，每测回应重新整置仪器，使水准气泡居中，或者采取在观测过程中读定水准器，加入垂直轴倾斜改正。

2.5.3.12 在高等点设站观测低等方向时，须联测两个高等方向，且应尽量是与低等方向构成图形的高等方向。

在已经观测过的点上第二次设站观测时，应联测两个已测方向。

一个点上同时或同人不同时进行不同等级观测时，如能确保照准的高等方向正确无误，则在低等观测时可只联测一个通视良好、成像清晰的高等方向。

联测高等方向夹角的观测值和原观测值之差不应超过 $\pm 2\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ （式中的 m_1 、 m_2 为相应于新、旧成果等级规定的测角中误差）。

2.5.4 导线水平角观测

2.5.4.1 各等级导线水平角观测的技术要求应符合表 2—9 的规定。

表 2—9

仪器类型	等级 总测回数	三等	四等	一级	二级
J1		10	6		
J2		12	10	4	2
J6				6	4

2.5.4.2 观测时在总测回数中应以奇数测回和偶数测回（各为总测回数的一半）分别观测导线前进方向的左角和右角，观测右角时，仍以左角起始方向为准变换度盘位置。

2.5.4.3 导线点观测方向多于两个时，应按方向观测法观测。

2.5.4.4 为了减弱对中误差的影响，各等级导线宜采用三联脚法。

2.5.5 水平方向观测成果的重测和取舍

2.5.5.1 凡超出本规范规定限差的结果，均应进行重测。

因超限而重测的完整测回，称为重测。重测应在基本测回完成后进行。

2.5.5.2 因对错度盘、测错方向、读记错误、上半测回归零差超限、碰动仪器、气泡偏离过大或中途发现观测条件不佳等原因而放弃未测完的测回，均可立即重新观测，而不算做重测测回。

2.5.5.3 因 $2C$ 互差或各测回方向值互差超限时，应重测超限方向并测零方向。因测回互差超限而重测时，除明显孤值外，原则上应重测观测结果中最大和最小值的测回。

2.5.5.4 在一个测站上，基本测回重测的方向测回数超过全部方向测回总数的 $1/3$ 时，应重测整份成果。

2.5.5.5 一测回中，重测方向数超过所测方向数 $1/3$ 时（包括观测三个方向时有一个方向重测），该测回应全部重测。

2.5.5.6 方向观测法重测数的计算：在基本测回观测结果中，重测一个方向，算做一个方向测回；一测回中有两个方向需重测，算做两个方向测回；因零方向超限而全测回重测，算做 $(n-1)$ 个方向测回。一份成果的全部方向测回总数（按基本测回计算）等于方向数减一乘以测回数，即 $(n-1) \cdot m$ 。

2.5.5.7 重测时只须联测零方向。

2.5.5.8 观测的基本测回结果和重测结果，一律抄入记簿。重测与基本测回结果不取中数，每一测回只采用一个符合限差的结果。

2.5.5.9 水平方向观测记录取位应符合表 2—10 的规定。

表 2—10

项目 等级		读数 ($''$)	和或中数 ($''$)	记簿计算 ($''$)	测回中数 ($''$)	归心改正数 ($''$)	方位角闭合差 ($''$)	三角形闭合差 ($''$)
三、四等	J1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	J2	1						
一级	J2	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	J6	6	1					
二级	J2	1	1	1	1	1	1	1
	J6	6						

2.5.6 外业观测成果验算。

2.5.6.1 计算三角形闭合差，测角中误差，一不得超过表 2—8、表 2—1 的限差规定，测角中误差 m_β'' ；

按菲列罗公式计算；

$$m''_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \dots\dots\dots (5)$$

式中: W ——三角形闭合差;
 n —— 三角形的个数。

2.5.6.2 三角网极条件限差按下列公式计算:

$$W_{\text{极}1} = \pm 2 \cdot \frac{m''_{\beta}}{\rho''} \sqrt{\sum \text{ctg}^2 \beta} \text{ (真数形式)} \dots\dots\dots (6)$$

$$W_{\text{极}2} = \pm 2 \cdot m''_{\beta} \sqrt{[\delta\delta]} \text{ (对数形式)} \dots\dots\dots (7)$$

式中: ρ'' ——传距角弦对数的每秒表差 (以对数第六位为单位);

m''_{β} ——相应等级规定的测角中误差;

β ——传距角。

2.5.6.3 边条件限差按下列公式计算:

$$W_{\text{边}1} = \pm 2 \sqrt{\frac{m''_{\beta}{}^2}{\rho''^2} \cdot \sum \text{ctg}^2 \beta + \left(\frac{m_{S1}}{S_1}\right)^2 + \left(\frac{m_{S2}}{S_2}\right)^2} \text{ (真数形式)} \dots\dots\dots (8)$$

$$W_{\text{边}2} = \pm 2 \sqrt{m''_{\beta}{}^2 \cdot [\delta\delta] + m_{\lg S1}^2 + m_{\lg S2}^2} \text{ (对数形式)} \dots\dots\dots (9)$$

式中: $\frac{m_{S1}}{S_1}$ 、 $\frac{m_{S2}}{S_2}$ ——起始边边长的相对中误差;

$m_{\lg S1}$ 、 $m_{\lg S2}$ ——起始边边长的对数中误差。

2.5.6.4 方位角条件限差按下列公式计算:

$$W_{\text{方}} = \pm 2 \sqrt{n \cdot m''_{\beta}{}^2 + m_{\alpha 1}''^2 + m_{\alpha 2}''^2} \dots\dots\dots (10)$$

式中: $m_{\alpha 1}''$ 、 $m_{\alpha 2}''$ ——起始方位角中误差;

n ——推算路线所经过的测站数。

2.5.6.5 导线测量验算

- a) 计算方位角条件自由项, 按 2.5.6.4 条公式 (10) 计算;
- b) 计算图形条件自由项, 不得超过下式所得的限值:

$$W_{\text{图}} = \pm 2 m''_{\beta} \sqrt{n} \dots\dots\dots (11)$$

式中: m''_{β} ——相应等级导线规定的测角中误差。

- c) 按下列公式计算测角中误差:

$$m''_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{2n}} \dots\dots\dots (12)$$

式中： Δ ——测站圆周角闭合差；
 n ——闭合图形的个数。

$$\text{或： } m''_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{f_{\Delta} f_{\Delta}}{n} \right]} \dots\dots\dots (13)$$

式中： f_{Δ} ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差；
 n ——计算 f_{Δ} 的测站数；
 N —— f_{Δ} 的个数。

2.5.6.6 测边网测量验算

a) 测边网中三角形观测一个角度与计算值的限差，按下列公式进行检核：

$$m''_{\gamma} = \pm 2 \sqrt{2 \left(\frac{m_s}{S} \rho'' \right)^2 \cdot (\text{ctg}^2 \alpha + \text{ctg}^2 \beta + \text{ctg} \alpha \cdot \text{ctg} \beta) + m''_{\beta}{}^2} \dots\dots\dots (14)$$

式中： $\frac{m_s}{S}$ ——各边的平均测距相对中误差；

α 、 β ——三角形中另外两个角度；

m''_{β} ——相应等级三角网规定的测角中误差。

b) 测边网中圆周角条件与组合角条件自由项的限差，按下式计算：

$$W_{\text{角}} = \pm 2 \cdot m_s \sqrt{[aa]} \dots\dots\dots (15)$$

式中： m_s ——测测边的平均测距中误差；

α_i ——圆周角条件或组合角条件方程式的系数。

2.5.7 控制网平差计算

2.5.7.1 各等级控制网应采用严密平差，无发展远景的小面积测区一级、二级三角控制也可采用简易平差方法。

2.5.7.2 控制网的平差计算一般采用电算方法，应选择功能齐全的程序，打印平差成果应包括起始数据、方向表、边长、坐标、方向改正数、点位中误差、边长相对中误差及方向中误差、相对点位中误差。

2.5.7.3 平差计算前需要概算时，其项目及有关的改正如下：

- a) 编制测区的起算数据表，并绘制三角网略图；
- b) 编制水平方向观测结果记簿；
- c) 三角形边长计算及球面角超计算；
- d) 近似坐标计算；
- e) 测站点归心改正和照准点归心改正计算；
- f) 大地线曲率改正计算；
- g) 换带计算。

3 高程控制测量

3.1 一般规定

3.1.1 各等级三角点、导线点的高程，在基本高程控制联测的三角点、导线点的控制下，以三角高程测量测定；平坦地区用水准测量或光电测距高程导线测定。

按 1.3 条规定布设测区的基本高程控制，应与测区范围相适应，满足加密需要，并与国家水准点连测。当测区甚小且无发展远景、又距国家水准点甚远的，可不连测，采用近似高程的局部高程系。

3.1.2 各等级水准及光电测距高程导线的技术要求应符合表 3—1、表 3—2 的规定。

表 3—1

项目 等级	闭（附）合路线长度 （ km ）	结点线长 （ km ）	支线长度 （ km ）
三等水准	200	140	50
四等水准	80	60	15
四等光电测距高程导线	80	60	15
等外水准	35	25	10
等外光电测距高程导线	35	25	10

表 3—2

项目 等级	检测已测测 段高差之差 （ mm ）	往、返测高差、环线或附合路线闭合差	
		一般地区 （ mm ）	山 区 （ mm ）
三等水准	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 12\sqrt{L}$	$\pm 15\sqrt{L}$
四等水准	$\pm 30\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 25\sqrt{L}$
四等光电测距高程导线	$\pm 30\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 25\sqrt{L}$
等外水准		$\pm 35\sqrt{L}$	$\pm 50\sqrt{L}$
等外光电测距高程导线		$\pm 35\sqrt{L}$	$\pm 50\sqrt{L}$

注：L 为路线长度，以公里为单位。

3.1.3 当采用支线水准引测高程时，引测路线的等级应不低于 测区的基本高程控制的等级，引测高程的起算点必须进行检测。支线水准的路线长度可按表 3-1 的规定放长 0.5 倍。

3.1.4 本规范所列的四等光电测距高程导线与四等水准，等外光电测距高程导线与等外水准，允许同等级混合使用。

3.1.5 水准点的间距一般应保持为 2~6 km，测区外可适当放宽到 4~8 km。

3.1.6 三、四等水准测量应使用精度不低于 S3 型水准仪，等外水准测量应使用精度不低于 S10 型水准仪。

四等光电测距高程导线测量应使用不低于 II 级光电测距仪及 J2 型经纬仪，等外光电测距高程导线测量应使用不低于 III 级光电测距仪及 J6 型经纬仪。

3.2 选点、埋石

3.2.1 水准路线的布设形式，应满足高程加密、地形测图、地勘工程测量的要求。一般可在高等点间布设单一路线，高程网或支线，特殊情况下基本高程控制网也可根据引测的高程点布设独立水准网。

3.2.2 水准点（光电测距高程导线点）的点位，应距铁路不少于 50 m，距公路应不少于 20 m，以便于观测和长期保存。

3.2.3 水准标石的规格，见附录 E。等外水准点需要埋石时；可采用一级三角点标石。在路线中的三、四等三角点、导线点标石，均可利用为同等级的水准标石。

3.2.4 山地、荒漠地埋设水准标石应挖掘护沟，堆土，并埋设指示盘。

3.2.5 埋设三、四等水准标石，应详细填写水准点点之记，实地量测点位至方位物点的距离，并办理测量标志托管手续。

3.3 水准仪及水准标尺检验

- 3.3.1 新购或经过大修的水准仪要进行全面检验，其项目为：
- a) 检视水准仪及脚架的完好性；
 - b) 望远镜光学性能的检验；
 - c) 圆水准器和符合水准器水准轴一致性的检验自动安平水准仪补偿性能与安平精度的检验；
 - d) 符合水准器分划值及符合精度的测定；
 - e) 倾斜螺旋效用正确性和分划值的测定；
 - f) 十字丝的正确性及视距常数的测定；
 - g) 光学测微器分划值及使用正确性的测定；
 - h) 调焦透镜运行正确性的测定；
 - i) 视准轴与水准轴相互关系的检验；自动安平水准仪视准轴位置正确性的检验。
- 3.3.2 使用新的标尺应进行下列项目的检验：
- a) 检视水准标尺是否牢固无损；
 - b) 标尺水准器的检查及校正；
 - c) 标尺弯曲差的测定；
 - d) 一对标尺零点不等差及基辅分划常数差的测定；
 - e) 水准标尺每米真长的测定；
 - f) 水准标尺分米刻划误差的测定。
- 3.3.3 每期作业前，三、四等水准按 3.3.1 条中 a、c、g、i 四项检查水准仪，按 3.3.2 条中 a、b、d、e 四项检查水准标尺。等外水准只进行 3.3.1 条中 i 项，3.3.2 条中 e 项检查。
- 3.4 水准观测
- 3.4.1 三、四等水准观测应在标石稳定后进行，观测时应成像稳定清晰，避免阳光直接曝晒仪器。
- 3.4.2 开始观测的第一周内，每天作业前应检校“i”角，待“i”角稳定后停止检校。补偿式自动安平水准仪的视准轴位置正确性应每天检验一次。
- 3.4.3 三等水准使用光学测微法单程双转点法观测或中丝法往返观测，四等及等外水准用中丝法单程观测，支线水准应往返观测。
- 3.4.4 三等水准观测每站照准标尺的顺序为后、前、前、后。四等及等外为后、后、前、前。
- 3.4.5 工作间歇应在固定水准点上结束观测，也可以间歇在三个固定木桩或两个固定的岩石点上。间歇后应进行检测，高差之差不得超过表 3—4 的规定。
- 3.4.6 为接测方便而设置的临时水准点，应在手簿中编号，各项观测要求与一般水准点相同。
- 3.4.7 水准观测应注意的事项
- 3.4.7.1 观测前应使水准仪各螺旋处于中间位置。
- 3.4.7.2 观测的视线长度和高度应符合表3—3的规定,不得将尺台放进沟渠或坑洼中以满足视线高的要求。
- 3.4.7.3 三等水准观测同一站不允许两次调焦，转动仪器倾斜螺旋或测微鼓时应为旋进方向。
- 3.4.7.4 每一测段中测站数应为偶数，由往测转入返测时，两标尺应互调位置，并重新整置仪器。

表 3—3

项目 限差 等级	标尺 类型	仪器类型及 视线长度 (m)	前 后 视距差 (m)	前后视 距累积差 (m)	现线高度		备 注
					平地 (m)	山地 (m)	
三 等	因瓦	S1、S05≤100	2.0	5.0	0.3	0.2	还要求三 丝能读数
	双面	S3≤75					
四 等	因瓦	S1、S05≤150	3.0	10.0	0.1	0.1	还要求三 丝能读数
	双面	S3≤100					
等 外	双面	S3≤120 S10≤80	10.0	50.0	0.1	0.1	

3.4.8 三等水准测站至标尺的距离应上下丝读数，四等及等外可直读视距。

3.4.9 水准观测的技术要求应符合表 3—4 的规定。

表 3—4

项目 限差 等级		基辅（红黑） 分划常数差 （mm）	基辅（红黑） 分划高差之差 （mm）	左右路线 转点差 （mm）	间歇点 高差之差 （mm）
三等	光学测微法	1.0	1.5	3.0	3.0
	中丝法	2.0	3.0		
四 等		3.0	5.0	5.0	5.0
等 外		4.0	6.0	6.0	6.0

3.4.10 水准观测使用电子计算器记录时，水准记录的程序应具备下列功能：

- a) 每项数据输入后，能按观测限差进行核算，显示超限数据，提示作业员调整或重测；
- b) 能识别往、返向及奇、偶站编号，进行往测或返测记录；
- c) 能作观测间歇检查记录，独立地对第一或第二检查站进行检查及合并检查；
- d) 能作退站处理，作上下标志记录和作短跨距渡河水准记录；
- e) 能够打印成果或录制磁带进行检查。

3.4.11 等外水准使用的程序功能，至少应包括 3.4.10 条中的 a、c 两项。

3.4.12 水准测量记录，打印成高差纸带（三等内容见表 3—5，四等、等外见表 3—6），剪贴在手簿中。无打印装置时，可抄录计算器显示的各项信息，代替高差纸带填写在手簿相应位置上。

表 3—5

起点号数		止点号数	
Σ 后卜丝		Σ 前上丝	
Σ 后下丝		Σ 前下丝	
Σ 后基读数		Σ 后辅读数	
Σ 前基读数		Σ 前辅读数	
测站 n			
距离 D			
高差 h			

表 3—6

起点号数		止点号数	
Σ 后尺视距		Σ 前尺视距	
Σ 后黑读数		Σ 后红读数	
Σ 前黑读数		Σ 前红读数	
测站 n			
距离 D			
高差 h			

3.4.13 水准观测成果的重测和取舍按下列规定：

- a) 凡超出表 3—2、表 3—3、表 3—4 限差规定的结果，均应进行重测；
- b) 测站观测限差（表 3—3，表 3—4）超限，可随即重测；
- c) 测段往、返闭合差超限，先就可靠性较小的测段进行重测。若重测结果与同方向原测结果未超限，且取中数后和反向原测结果也未超限，则可取中数为该单程成果，否则取用重测结果。

3.4.14 水准观测、计算取位应符合表 3—7 的规定。

表 3—7

项目 等级	测站读数 (mm)	往返测 高差总和 (mm)	往返测 高差中数 (mm)	正高、尺 长改正数 (mm)	高 程 (mm)
三 等	0.1	0.1	0.1	0.1	1
四 等	1.0	1.0	1.0	1.0	1
等 外	1.0	1.0	1.0	1.0	10

3.5 光电测距高程导线测量

3.5.1 光电测距高程导线的边长测量应符合合同等级导线的测边要求。天顶距观测除测回数及量高另有规定外，还应符合合同等级三角高程测量测角的技术规定。

3.5.2 光电测距高程导线的技术要求应符合表 3—8 的规定。

表 3—8

项目 等级	作业方法	视线长度		最大倾角 (°)	使用仪器	观测测回数	
		平均 (m)	最长 (m)			中丝法	三丝法
四 等	复视	700	1500	15°	J2	6	2
等 外	单视	300	500		J2	2	1
	复视	1000	2000		J6	4	2

3.5.3 单视光电测距高程导线的观测

3.5.3.1 仪器设置在前后反光镜中间，仪器站和镜站的距离应符合表 3—8 的规定。

根据测距头安置在经纬仪上的结构形式和反光镜与觇板能否倾斜，对其所产生的测距头和反光镜偏心，应在测距中分别进行偏正改正。

3.5.3.2 在测段两端点或联测的控制点上，应精密量取觇点高两次，读至毫米，丈量较差不得超过 2 mm。当使用照准杆安置反光镜观测时，应保证观测过程中觇高的变动不超过 2 mm，照准杆应树立在牢固的尺垫上。

3.5.3.3 光电测距高程导线的布设，在高级点间加密或成闭合环时可单程观测，支线采用往、返测。

3.5.3.4 每测段的测站数应为偶数。由往测转入返测时，前后镜站应调换位置并重新整置仪器。

3.5.3.5 当测距仪视线和经纬仪视线不平行时，应按下式进行高差改正：

$$\Delta h = e \cdot \sin^2 \alpha \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$e = (i_2 - i_1) - (l_2 - l_1) \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中： i_2 、 i_1 ——光电仪、经纬仪中心高度；

l_2 、 l_1 ——反光镜、照准觇板中心高度。

3.5.3.6 单视高程导线每站高差计算公式：

$$h = S_{\text{前}} \cdot \sin \alpha_{\text{前}} - S_{\text{后}} \cdot \sin \alpha_{\text{后}} + \frac{1-k}{2R} (S_{\text{前}}^2 \cdot \cos^2 \alpha_{\text{前}} - S_{\text{后}}^2 \cdot \cos^2 \alpha_{\text{后}}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

3.5.4 复视光电测距高程导线

3.5.4.1 对复视光电测距高程导线，每站必须精确地丈量觇高和仪高。当中间各站不需要推算高程时，中间各站的觇高、仪高可由基座面量测，量高两次，读至 1 mm，两次较差不大于 2 mm。在便于量取仪高和觇高时，可采用测角解析法计算觇高和仪高。

3.5.4.2 等外复视光电测距高程导线，边长只进行往测（或返测），但天顶距应往、返观测。

3.5.4.3 直、返视高差不符值，距离小于 1 km 时按 $30 \text{ mm} \sqrt{L}$ ，大于 1 km 时按 $45 \text{ mm} \sqrt{L}$ 衡量（式中 L 为公里数）。

3.5.4.4 测距边长超过 1 km 或呈像不清时，应建立觇牌观测。

3.6 三角高程测量

3.6.1 三角高程测量可布设结点网、闭合环、附和路线等形式。三角高程网中起算的高程控制点应不少于两点，小测区联测困难的条件下也可为一点。高程控制点应布设在三角高程网的两端或四周。

3.6.2 三角网中各边的天顶距均应往、返观测。

3.6.3 三角网中任一三角点距最近高程控制点的间隔边数及单一符合路线的边数应符合表 3—9 的规定。

表 3—9

边数 高距 (m)	平均边长 (km)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
1		8	4	2	1				
2 (2.5)			10	6	4	3	2	1	
5			16	10	9	8	7	6	5

3.6.4 天顶距观测应选择最有利时间，一般应接近中午时间进行。

3.6.5 天顶距观测可分组进行，在通视条件不佳或气象条件不利时，也可单一方向观测。

3.6.6 在一个测区，由不同方向照准同一点的部位应尽量一致，照准部位及量取测高度应记录在观测手簿中。

3.6.7 天顶距观测程序

3.6.7.1 在盘左位置，将望远镜依次照准各标的，进行天顶距读数。

3.6.7.2 由最后一个士向纵转望远镜，反方向依次照准各标的，进行天顶距读数，完成一测回。

3.6.7.3 盘左、盘右照准应将标的置于望远镜垂直丝的对称位置。用三丝法观测时，三丝的盘左、盘右照准次序均按上、中、下丝次序进行。

3.6.7.4 最后照准标的使用垂直微动螺旋和光学测微器螺旋应为旋进方向。

3.6.8 天顶距观测的技术要求应符合表 3—10 的规定。

表 3—10

等级 限差 项目		三、四等		一、二级	
		J1	J2	J2	J6
测回数	中丝法	4	4	2	4
	三丝法		2	1	2
光学测微器重合差（″）		1	3	3	
指标差变化（″）		15		15	24
垂直角测回差（″）		10			

注：指标差变化按同丝，同测回，同组比较。

3.6.9 觇标高、仪器高量取两次，读至 5 mm，两次较差不大于 1 cm 时取用中数。

3.6.10 外业观测成果取舍及重测

- a) 中丝法超限，用中丝法补测；
- b) 三丝法一根丝超限，可用中丝法补测；
- c) 三丝法两根丝超限，用三丝法补测一测回；
- d) 补测成果不取中数，只取用补测成果。

3.7 跨越障碍物的高程测量

3.7.1 跨河水准测量按《国家水准测量规范》要求进行，当视线长度不超过相应等级光电测距高程导线边长时，可采用复觇光电测距高程导线方法施测。

3.8 高程成果的验算

3.8.1 三角高程观测按下列项目验算

3.8.1.1 同一条边往返高差不符值不能超过 $0.1 \text{ m} \times S$ 。

3.8.1.2 用双向高差中数按闭合图形、附和路线计算的闭合差，不应超过 $0.05 \text{ m} \sqrt{[S_i^2]}$ (s_i 为各边边长，以公里为单位)。

3.8.1.3 由两个单方向推算的高程不符值，不应超过 $0.07 \text{ m} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$ (S_1 、 S_2 为推算边长，以公里为单位)。

3.9 高程计算

3.9.1 水准计算

3.9.1.1 三、四等水准平差前应进行尺长改正、近似正高改正，在有条件的高原山区，三等水准可加入重力异常改正。

3.9.1.2 水准网平差，以距离为权，在山地、高山地也可以测站数为权。

3.9.1.3 水准网平差可以采用条件平差、间接平差或附有条件的间接平差方法。等外水准可采用简易平差法。

3.9.1.4 水准网平差应绘制平差图，图上应包括平差所需的数据。平差计算完后应编写高程计算说明。

3.9.2 三角高程路线、高程网平差，以边长平方为权，也可以高差为权进行计算。平差结束后，计算单位权中误差和全区每公里高程中误差，并编制高程成果表。

4 光电测距

4.1 一般规定

4.1.1 本规范所规定的各等级边长测量，均可采用相应精度的测距仪测定。

4.1.2 测距仪的等级，依测距仪出厂的标称精度，按距离为一公里时的测距中误差 m_D 分为三级：

I 级： $m_D \leq 5 \text{ mm}$

II 级： $5 \text{ mm} < m_D \leq 10 \text{ mm}$

III 级： $10 \text{ mm} < m_D \leq 20 \text{ mm}$

4.2 仪器的检验

4.2.1 新购置的仪器需作下列各项检视：

- a) 仪器的附件、配件是否齐全，有无损坏、霉变、变形现象；
- b) 仪器的各个旋钮、按钮是否灵活、有效；
- c) 按仪器说明书规定的操作步骤，通电检查仪器的功能。

4.2.2 新购置的或经过修理的以及无检验资料的测距仪，需作下列各项检验：

- a) 发射、接收、照准三轴关系正确性的检校；
- b) 发光管相位不均匀性的检验；
- c) 幅相误差的检验；
- d) 内部符合精度的检验；
- e) 周期误差的检验；
- f) 精测调制频率的检验；
- g) 加常数和乘常数的检验；
- h) 棱镜常数的检验；
- i) 测程的检验。

4.2.3 测距仪附件和气象仪表需作下列检校：

- a) 光学对点器的检校；
- b) 对中杆的检校；
- c) 气象仪表的检校。

- 4.2.4 已正常用于生产的仪器，应每年进行 4.2.2 条中的 g 项检验，每两年进行 e 项检验。
- 4.2.5 作业过程中应经常进行 4.2.2 条 a 项及 4.2.3 条 a、b 两项检校。气象仪表每三年应进行一次 c 项检校，气压表在作业期间尽可能与当地气象台站比较。
- 4.2.6 测距仪使用期间，可用三段叠加法或重复观测若干固定距离，对仪器常数进行监测，出现异常时，应及时鉴定。
- 4.2.7 全站型测距仪的测角部分，应按本规范中第 2 章的有关规定检验。

4.3 测距边的选择

- 4.3.1 测距边两端的高差不宜过大，应符合下述规定：
 - a) 一级以上等级控制网边长采用对向观测的垂直角改平时，测边两端点的最大高差 h 应满足下式：

$$h \leq \frac{S}{T \cdot 10^{-4}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：S——测距边边长；
 T——测距边规定的相对中误差分母。

- b) 当测距边两端点高程是由水准或光电测距高程导线测定时，测距边两端点的高差可不受上述限制。
- 4.3.2 测线应高出地面 1 m 以上，尽量远离障碍物，且不宜从草丛、树冠中穿过。
- 4.3.3 测线方向上应尽量避免有强烈的背景光（强光源、强烈的反射光或反光物）。
- 4.3.4 测站应避免受强磁场干扰的地方，测线不宜从高压输电线间穿过。
- 4.3.5 测线应尽量避免通过吸热、散热变化大的区域（如河流、湖泊、散热塔等）。测线通过较宽的水域时，视线高度应大于 2 m，并选择有利的观测时间。

4.4 光电测距的技术要求

- 4.4.1 各等级的边长测量要求按表 4—1 规定。

表 4—1

边长等级	仪器等级	时间段	每一时间段测回数	备 注
三、四等	I、II	2	4	当测量四等导线边长小 2 km 时，可只测一个时间段
一级、二级	I、II	1	2	
	III	1	4	
图 根	不 限	1	1	

- 注：① 可以用往返测量代替不同时间段测量，不同时间段指上午和下午，白天和夜间、当天和次日等不同时间。
- ② 一测回指照准目标一次，读数四次，自动取平均值的仪器，每进行一次平均值测量为一测回。
 - ③ 测定作为首级控制网的一、二级起始边时，II 级仪器应测四测回。
 - ④ 像控点测量、勘探工程测量中的边长测量，按照本表图根边长测量要求。
 - ⑤ 图根边长小于 1km 时，一测回可以读数两次。

- 4.4.2 不同等级测距仪观测限差按表 4—2 的规定。

表 4—2

项目 仪器等级	一测回读数较差 (mm)	测回较差 (mm)	不同时间段或往返较差 (mm)
I	5	7	$\sqrt{2}(-a + b \cdot D \cdot 10^{-6})$
II	10	15	
III	20	30	

注：① 不同时间段（或往返）测量的边长较差，应将斜距化算到同一高程面上或相同的斜边进行比较。
 ② $a+b \cdot D \cdot 10^{-6}$ 为仪器标称精度。

4.4.3 气象数据的测定按表 4—3 规定。

表 4—3

测边等级	最小读数			测定时间	气象数据的取用
	温度（C°）		气 压 （g）		
	干	湿			
三、四等一级起始边	0.2	0.2	0.5	同时段每边观测的始末	测边两端平均值
一级、二级	0.5		1.0	每条边观测的开始	测站端的数据
图根	1.0		1.0	每两小时观测一次	测站端的数据

注：① 自动进行气象改正的测距仪，在进行三、四等边长测量时，如果气象改正系统精度低于 $D \cdot 10^{-6}$ ，应采用计算方法进行气象改正。

② 在高温、高湿地区进行三、四等边长测量时，湿度改正数大于 $D \cdot 10^{-6}$ 时，应予改正。

③ 表中 (g) 为气压表最小分划格值 (mmHg 或 hpa)

4.4.4 利用垂直角计算高差和平距时，天顶距观测应符合 3.6.8 条规定的技术要求。

三、四等边长及一级起始边应对向观测天顶距，一级以下的边长可在单端测定。

单指标读数的经纬仪应进行垂直度盘偏心差改正。

4.4.5 当测距仪光轴与经纬仪照准轴不平行时，应将垂直角 α' ，归算为测距仪光轴垂直角 α 。

$$\alpha = \alpha' + \frac{[(i_1 - i_2) - (l_1 - l_2)] \cdot \cos \alpha'}{S} \cdot \rho'' \dots\dots\dots (20)$$

式中：s ——斜距；
 i_1 ——经纬仪仪器高；
 i_2 ——经纬仪测站测边时的仪器（或棱镜）高；
 l_1 ——测角时的照准觇标高；
 l_2 ——觇标测站测边时的棱镜（或仪器）高。

4.5 光电测距的作业要求

4.5.1 一般规定

- 4.5.1.1 严格执行仪器说明书规定的操作程序。
- 4.5.1.2 测距前应先检查电源电压是否符合要求。
- 4.5.1.3 作业开始前，应使测距仪与外界温度相适应。测距时，光照准后用“电照准”获得最佳回光信号，可先作试测再正式测量。
- 4.5.1.4 宜按距离选用棱镜组合。
- 4.5.1.5 晴天作业，仪器应打伞遮阳，主要电子部件也应避免曝晒。严禁将仪器照准头对向太阳。测距仪顺阳光照准棱镜，当阳光与测线夹角小于 30° 时，棱镜也应打伞遮光。
- 4.5.1.6 测距时，应暂停无线电通话，避免干扰。
- 4.5.1.7 仪器和棱镜应严格对中，仪器及反光镜高，量至毫米。
- 4.5.1.8 仪器和棱镜架设后，要有专人管护，不得离人。

4.5.2 观测时间的选择

- 4.5.2.1 观测时间应按边长测量的精度等级并顾及地形、地物、植被、地面粗糙度、温度、云量、风速和大气能见度诸因素进行选择。
- 4.5.2.2 应在大气稳定、成像清晰的气象条件下观测。
- 4.5.2.3 烟雾、雨、雪天气不应进行距离测量，观测过程中出现强风及大气湍流影响严重时，应终止作业。
- 4.5.2.4 三、四等边长测量，不宜在晴天无云的日出、日落前后半小时内及中午前后观测。

阴天、微风多云可全天观测。

4.5.2.5 一级以下边长测量，对观测时间不做严格限制。

4.5.3 气象元素的测定

4.5.3.1 距离测量前，应先打开干湿温度表和气压表，使其与周围空气一致。

4.5.3.2 气压表应放置水平，防止曝晒。读数前要轻轻敲击气压表盖，防止指针搁滞。

4.5.3.3 气温应在通风良好、距地面 1.5 m 以上的高度测量。自动通风干湿温度表 and 手摇干湿温度表应按规定的要求使用。自动通风干湿温度表应悬挂于无阳光照射处。

4.5.3.4 气压、温度的测量应在仪器或反光棱镜附近进行。

4.5.4 偏心观测的要求

4.5.4.1 边长测量必须进行偏心观测时，须测定归心元素。

4.5.4.2 当偏心距小于 0.4 m 时，归心元素的测定按本规范 2.5.2 条规定执行。

4.5.4.3 当受条件限制，必须进行大偏心观测时，只能在单端进行大偏心观测。偏心距用钢尺丈量两次，两次读数较差应小于 5 mm，取中数记至毫米。偏心角用经纬仪测定一测回，两个半测回较差不大于 2'，偏心距最大不宜超过 10 m。

4.5.5 边长的分段测量

4.5.5.1 由于受仪器测程等条件的限制，边长可分两段进行测量，而后归算成所要求的边长。

4.5.5.2 边长分段测量时，节点宜位于待测边两端点的中间附近，两段边长的夹角应不小于 150°。

4.5.5.3 各分段边长按待测边同等级要求测量。

4.5.5.4 为进行边长改算，应观测两分段边的夹角或在待测边两端点观测节点方向与待测边的夹角，观测精度按同等级要求进行。

4.5.6 观测成果的重测和取舍

4.5.6.1 凡超出表 4—2 限差的观测成果，均须进行重测。

4.5.6.2 当一测回中读数较差超限时，可重测一个读数，若重测后读数较差仍超限，该测回重测。

4.5.6.3 测回间较差超限时，应重测一测回，若重测后仍超限，该时间段重测。

4.5.6.4 不同时间段（或往返测）较差超限时，应重测一个时间段的全部测回。

4.5.7 观测成果的记录

各种原始观测数据，必须在现场记录于规定的记录用纸或观测手簿中。也可使用电子计算器或电子手簿进行记录。

4.6 各项计算

4.6.1 测距仪观测的斜距 S ，须进行加常数改正、乘常数改正、周期误差改正、气象改正及仪器说明书中规定的其他改正，求得改正后的倾斜距离 S_0 ，然后利用测边两端点间的高差或垂直角计算出测边平均高程面上的水平距离 D ，最后依次将水平距离化算成参考椭球面边长 D_0 （或任意高程面边长）、高斯平面边长 D_G 。

4.6.2 当进行偏心观测时，应使用倾斜改正后的水平距离进行归心改正。

4.6.3 分段测量的边长，可以在参考椭球面或高斯平面上对边长进行归算。

4.6.4 测距边进行加常数、乘常数及气象改正时，可按测边的精度要求和测距仪的性能在仪器中预置或计算改正。

4.6.5 气象改正数 ΔD_n 的计算：

$$\Delta D_n = (n_0 - n) \cdot \dots\dots\dots (21)$$

式中： S ——距离观测值；

n_0 ——仪器气象参考点的群折射率；

n ——作业时气象条件下的群折射率。

也可利用仪器说明书中提供的精确公式、计算图表或计算盘进行计算。

4.6.6 周期误差改正数 ΔD_ϕ 的计算

$$\Delta D_{\phi} = A \cdot \sin(\phi_0 + \frac{2S}{\lambda} \cdot 360^\circ) \dots\dots\dots (22)$$

式中：A——周期误差振幅；
 ϕ_0 ——周期误差的起始相角；
 λ ——测距仪精测调制频率波长；
S——观测边长。

上式为以精测测尺频率半波长为周期变化的周期误差改正公式。当误差周期不同时，公式应作相应变化。

也可使用预先编制的计算图表进行改正。

4.6.7 测边平均高程面水平距离的计算

4.6.7.1 利用测距仪中心与反光棱镜中心的高差 h 计算：

$$D = \sqrt{S_0^2 - h^2} \dots\dots\dots (23)$$

式中：S₀经各项改正后的斜距。

4.6.7.2 利用单方向的垂直角 α 进行计算：

$$D = S_0 \cdot \cos[\alpha + \frac{(1-k) \cdot S_0 \cdot \cos \alpha}{2R} \cdot \rho''] \dots\dots\dots (24)$$

式中：k——当地的大气折光系数；
R——地球平均曲率半径。

4.6.7.3 边长往返测量时，可利用各相应的垂直角按 4.6.7.2 条所列公式进行平距计算，然后取平均数。

4.6.8 测距边长的归心计算

4.6.8.1 当偏心距不超过 0.4 m 时，按下式计算：

$$D = D_e - e_1 \cdot \cos \theta_1 - e_2 \cdot \cos \theta_2 \dots\dots\dots (25)$$

式中：D——归心后的水平边长；
D_e——偏心观测的水平边长；
e₁——仪器站的偏心距；
θ₁——仪器站的偏心角；
e₂——棱镜站的偏心距；
θ₂——棱镜站的偏心角。

4.6.8.2 在地面进行大偏心观测时，按下式计算：

$$D = \sqrt{D_e^2 + e^2 - 2D_e \cdot e \cdot \cos \theta} \dots\dots\dots (26)$$

式中：e ——测站的偏心距；
θ ——测站的偏心角；
D_e——归心前的水平距离；
D——归心后的水平距高。

4.6.9 投影到参考椭球面的边长计算

4.6.9.1 三、四等及一级边长按下式计算：

$$D_0 = D - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \cdot D \dots\dots\dots (27)$$

式中：D₀—— 参考椭球面上的边长；
D——测边平均高程面上的边长；

H_m ——测边平均高程面的高程；

h_m ——测距边所在的大地水准面高出参考椭球面的高度（由全国高程异常图上查取）；

R_A ——参考椭球面上沿测线方向的法截线曲率半径。

4.6.9.2 一级以下边长可用近似公式计算：

$$D_0 = D - \frac{H_m + h_m}{R_m} \cdot D \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中： R_m ——参考椭球面上测边中点或测区中心处的平均曲率半径。

4.6.9.3 分段观测时全长计算

$$D_0 = \sqrt{D_{01}^2 + D_{02}^2 - 2D_{01} \cdot D_{02} \cdot \cos\alpha} \quad \dots\dots\dots (29)$$

$$\text{或} \quad D_0 = D_{01} \cdot \cos\alpha_1 + D_{02} \cdot \cos\alpha_2 \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中： D_0 ——待测边在参考椭球面上的全长；

D_{01} 、 D_{02} ——两分段边在参考椭球面上的分段长；

α ——两分段边间的夹角；

α_1 、 α_2 ——两分段与待测边的夹角。

4.6.10 归算到高斯平面的边长计算

$$D_G = D_0 + \frac{Y_m^2}{2R_m^2} \cdot D_0 \quad \dots\dots\dots (31)$$

式中： Y_m ——测边两端点横坐标中数；

R_m ——参考椭球面上测边中点的平均曲率半径。

4.6.11 归算到任意高程面的边长计算

$$D_s = D - \frac{H_m - H_0}{R_A + H_m} \cdot D \quad \dots\dots\dots (32)$$

一级以下边长可采用下列近似公式计算：

$$D_s = D - \frac{H_m - H_0}{R_m} \cdot D \quad \dots\dots\dots (33)$$

式中： H_0 ——任意高程面的高程。

4.6.12 精度评定

a) 各等级边长可按标称精度公式计算测距误差，进行一般精度衡量。

$$M = a + b \cdot D \cdot 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (34)$$

b) 对测距边进行精度评定时，也可采用下式：单向观测：

$$M = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2} \quad \dots\dots\dots (35)$$

往返观测或单向观测距离，对向观测天顶距：

$$M = \frac{1}{2} \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + \frac{m_6^2}{2}} \quad \dots\dots\dots (36)$$

$$\text{或 } M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \dots\dots\dots (37)$$

式中: d ——往返观测(或两个时间段观测)边长较差;
 m_1 ——检定时经加常数、乘常数改正后计算的测距中误差;
 m_2 ——测距观测算术平均值中误差;

$$m_2 = \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}}$$

m_3 ——仪器对中误差,使用光学对点仪高不超过 2 m 时,取 1.5 mm;
 m_4 ——气象代表性误差,与大气状况、地表覆盖物和地形形状有关,一般取 Δt 为 1~3;
 $m_4 = \Delta t \cdot S \cdot 10^{-3}$
 m_5 ——斜距改平误差;
 $m_5 = S \cdot \sin \alpha \cdot 10^3 \cdot m_\alpha'' / \rho''$
 m_6 ——光系数误差。
 $M_6 = 0.25 \cdot S^2 \cdot 10^{-6}$

c) 测距边长的相对中误差

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{D}{M}} \dots\dots\dots (38)$$

d) 分段测量边长的精度估算

$$m_s = \frac{1}{S} \sqrt{(S_1 - S_2 \cdot \cos \alpha)^2 \cdot m_{s1}^2 + (S_2 - S_1 \cdot \cos \alpha)^2 \cdot m_{s2}^2 + \left(\frac{S_1 \cdot S_2 \cdot \sin \alpha \cdot m_\alpha''}{\rho''} \right)^2} \dots\dots\dots (39)$$

$$\text{或 } m_s = \sqrt{(\cos \alpha_1 \cdot m_{s1})^2 + (\cos \alpha_2 \cdot m_{s2})^2 + \left(\frac{S_1 \cdot \sin \alpha_1 \cdot m_\alpha''}{\rho''} \right)^2 + \left(\frac{S_2 \cdot \sin \alpha_2 \cdot m_\alpha''}{\rho''} \right)^2} \dots\dots\dots (40)$$

式中: S ——待定边边长;
 S_1 、 S_2 ——分段边边长;
 m_{s1} 、 m_{s2} ——分段边边长观测中误差;
 α 、——两分段边夹角;
 α_1 、 α_2 ——分段边与待定边夹角;
 m_α ——测角中误差。

5 平板仪测量

5.1 一般规定

5.1.1 1:1 000、1:2 000、1:5 000 比例尺地形图应清晰易读,地物地貌表示和符号运用正确,各项元素测绘齐全,综合取舍恰当,并着重显示与地质勘查及规划设计有关的地物、地貌特征。

5.1.2 图根点是测制地形图和进行地质勘探工程测量的依据。布设图根点时,应兼顾到地质勘探工程测量使用。

5.1.3 图根点对最近的基本控制点(三角点、导线点)的平面位置中误差应不大于图上 0.1 mm;对附近水准点、基本控制点的高程中误差应不大于 1/10 等高距。

5.1.4 图根点的平面测量应依据控制点加密,采用图根锁(网)、经纬仪导线、光电测距极坐标或测角交会等方法。一般可发展两级,困难地区少量的点可发展到三级。光电测距极坐标点一般不发展新点,但在困难地区又有检查条件时可再发展一次。

5.1.5 图根点的高程,依据水准点或基本控制点,采用高程路线或交会高程测定,一般可发展两次,

独立交会高程应以高程路线点为起算点。

当测区基本等高距为 0.5 m 时，应采用等外水准或光电测距高程导线测定，也可用与等外水准或等级水准点联测的基本控制点施测，图根水准可发展两次。

5.2 图根测量

5.2.1 图根点的密度以能满足测图和地质勘探工程测量需要为原则。根据地区情况，每平方公里内 1：1 000 比例尺测图不少于 45 点，1：2 000 比例尺不少于 14 点，1：5 000 比例尺不少于 5 点，并应均匀控制测区。

5.2.2 图根埋石点的数量(包括基本控制点)，1：2 000、1：5 000 比例尺每幅图不少于 4 点，1：1 000 比例尺不少于 3 点。在探和施工地区，埋石点的数量应适当增加。

5.2.3 图根点的平均点距，一般在 1：1 000 比例尺测图为 170 m，1：2 000 比例尺为 350 m，1：5 000 比例尺为 500 m。

5.2.4 图根点选点和埋石

5.2.4.1 图根点应选在通视良好、易于测图的位置上，并埋设木桩或标石。

5.2.4.2 标石一般应埋在一级图根点上，埋石点至少应与另一个相邻的埋石点通视并分布均匀。

5.2.4.3 图根点点号在同一测区中应统一编号。

5.2.5 图根点的布设

5.2.5.1 图根锁(网)点的平均边长一般不超过相应比例尺图根点的平均点距。单三角锁、线形锁的三角形个数不得多于 12 个。锁(网)的求距角一般不小于 30°，个别求距角在困难情况下也不应小于 20°。

5.2.5.2 经纬仪导线的边长可采用光电测距、钢尺量距、视差法测距以及其他精密光学测距方法测定。

5.2.5.3 经纬仪附和导线的技术要求应符合表 5—1 的规定。

表 5—1

边长测定方法	测图比例尺	导线全长 (m)	平均边长 (m)	导线最大相对闭合差	角度闭合差"
光电测距	1 : 1 000	1 500	150	$\frac{1}{4000}$	$40\sqrt{n}$ n 为折角数
	1 : 2 000	3 000	300		
	1 : 5 000	6 000	400		
钢尺量距 视差法测距	1 : 1 000	1 000	85	一般地区 $\frac{1}{2000}$	
	1 : 2 000	2 000	170	困难地区 $\frac{1}{1000}$	
	1 : 5 000	4 000	250		

注：图根导线网、结点与基本控制点、结点与结点，以及二级导线长度均不得超过附和导线全长的 0.7 倍。

5.2.5.4 光电测距极坐标法布设图根点的边长，1：1 000 比例尺测图应不大于 500 m，1：2 000 比例尺不大于 1 000 m，1：5 000 比例尺不大于 1 500 m。极坐标法的测站应连测两个已知方向，或以两个已知方向分别观测其方向角，用两个不同高度的反光镜分别观测距离及垂直角。

光电测距极坐标点应与 1~3 个相邻图根点通视。在相邻测站施测的极坐标点在衔接地段应为重合点。

5.2.5.5 测角交会法包括前、侧、后方交会，交会点的交会角应在 30°~150° 间，后方交会点其交会角 $\alpha + \beta$ 与固定角 C 之和不应在 180° ± 20° 的范围内。

交会点的交会边长一般应不大于相应比例尺图根点平均点距的 2 倍。

5.2.6 图根点的边长测量

5.2.6.1 光电测距仪测定导线边和极坐标点的边长，观测一测回，测回中读数较差，对 II 级仪器不应大于 10 mm，；III 级仪器不应大于 20 mm，气象数据可采用每天作业时间的平均值。

光电测距边长应加入下列改正：

- a) 当测距边长的加常数、乘常数改正数和气象改正数大于边长的 $\frac{1}{10000}$ 时应加各项改正；
- b) 边长的水平距离按近似公式计算：

$$D = S \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots (41)$$

当测边、测角视线不平行时，应将观测的垂直角改为测距仪光轴的垂直角计算。

5.2.6.2 量距导线的边长必须用鉴定后的钢尺或钢线尺丈量，单程丈量一次，每尺段在不同位置读数两次，读至 5 mm，两次读数差不应大于 10 mm,并按下述情况进行改正：

- a) 尺长改正数大于尺长的 $\frac{1}{10000}$ 时，应加尺长改正；
- b) 量距时平均尺温超过检定时温度±10℃以上时，应加温度改正；
- c) 尺子两端的高差，当 50 m 尺段大于 1.0 m，30 m 尺段大于 0.5 m 时，应加倾斜改正。

5.2.6.3 图根点边长归化到高斯平面的，长度改正值超过边长 $\frac{1}{10000}$ 时，应加投影改正。

5.2.7 图根点水平角观测

5.2.7.1 图根点的水平角观测采用全圆方向观测法，当观测方向多于 3 个时应归零；多于 10 个时应分组观测。

5.2.7.2 分组观测时，一般应将锁（网）点分为一组，交会点分为一组，分组观测应使用共同的零方向。

5.2.7.3 图根点水平角观测的技术要求应符合表 5—2 的规定。

表 5—2

限差 \ 仪器	J6	J15
项目		
测 回 数	1	2
半测回归零差 (″)	24	45
两个半测回同一方向 归零后的较差 (″)	36	
测回较差 (″)		45
测角中误差 (″)	20	
方位角、多边形闭合差 (″)	$40\sqrt{n}$	
三角形最大闭合差 (″)	60	

注： n 为折角数。

5.2.8 图根点的坐标计算采用简易平差方法，使用电子计算器计算交会点时，应用两组图形计算取平均值。

5.2.8.1 单三角锁的坐标闭合差应不大于 $\frac{M}{10000} \cdot \sqrt{n}$ ，线形锁重合：点、锁（网）重合点和测角交会点两组坐标较差应不大于 $\frac{M}{5000}$ 。

5.2.8.2 侧方和后方交会点分两组计算，困难情况下允许计算横向误差检查， 由坐标反算的检查角与观测值之差不得大于 $\Delta \epsilon'' = \frac{M}{10000} \cdot \frac{\rho''}{S}$ 。

5.2.8.3 光电测距极坐标点用两次测边、测角，分别计算的两组坐标较差不得大于 $\frac{M}{10000}$ 。

以上各式中 M 为测图比例尺分母, n 为推算边数, S 为边长, 以米为单位。

5.2.9 图根点的高程测量

5.2.9.1 三角高程路线各边均应对向观测天顶距, 仪器高、觇标高量测至厘米。

5.2.9.2 独立交会点高程应由三个方向推算, 当由两个方向推算时, 其中一个方向应对向观测。

5.2.9.3 光电测距极坐标点高程, 应由两个不同觇标高度分别测出的垂直角推算。

5.2.9.4 三角高程路线长度的要求, 应符合表 5—3 规定。

表 5—3

测图比例尺	1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000
路线全长 (km)	2.0	4.0	10.0

5.2.9.5 天顶距观测当方向数较多时, 可进行分组观测, 以 3—5 个方向为一组, 进行指标差之差的比较。

天顶距观测的技术要求应符合表 5—4 规定。

表 5—4

项目 \ 仪器	J6	J5
测回数	1	2
垂直角测回较差和 指标差之差 (″)	24	45

5.2.9.6 图根水准可采用水准标尺单面中丝一次读数, 估读至毫米, 单程观测, 观测时仪器应尽量安置在前后标尺的中间, 水准仪 i 角应小于 $25''$ 。

图根水准的技术要求应符合表 5—5 的规定。

表 5—5

路线长度 (km)	路线闭合差 (mm)	视线长度 (m)	前后距累积差 (m)
10	$50\sqrt{L}$	≤ 150	50

5.2.9.7 图根点高程计算

a) 计算三角高程时, 地球曲率差和折光差大于 0.01m 时应加改正;

b) 对向观测直返觇高差较差不得大于 $0.04 \times D$ (D 为边长, 以百米为单位), D 小于 300m 时按 300m 计算;

c) 三角高程路线, 闭合差和独立交会点高程较差应符合表 5—6 的规定;

表 5—6

测图等高距 (m)	1.0	2.0 (2.5)	5.0
高程线路闭合差、交点 点高程较差 (m)	0.3	0.6	0.8

d) 光电测距极坐标点两组高程较差不得大于 $1/10$ 等高距;

e) 三角高程路线闭合差按边长成比例配赋。

5.3 测站点

5.3.1 应充分利用基本控制点、图根点作为地形测图的测站点, 不足时以经纬仪视距导线、图解交会、平板仪支导线等方法补充。

测站点对图根点的平面位置中误差不得大于图上 0.3mm , 高程中误差不得大于 $1/6$ 等高距。

5.3.2 测站点的作业要求

5.3.2.1 经纬仪视距导线的技术要求应符合表 5—7 的规定。

表 5—7

项目 测图 比例尺	导线最大 长度 (m)	最大视距 (m)	往返测 距离较差	水平角 垂直角 测回数	路线相对 闭合差	方位角 闭合差 (")	高程 闭合差
1 : 1 000	350	100	$\frac{1}{150}$	1	$\frac{1}{300}$	$\pm 60\sqrt{n}$	$\frac{1}{3}$ 等高距
1 : 2 000	700	200					
1 : 5 000	150	250					

注：n 为导线的折角。

5.3.2.2 平板仪支导线的技术要求应符合表 5—8 的规定。

表 5—8

项目 测图 比例尺	支导线总长 (m)	最大视距 (m)	边数	往返距离 较差	备 注
1 : 1 000	100	70	2	$\frac{1}{150}$	往返距离较差在距离小于 100 m 时，按 100 m 较差要求
1 : 2 000	200	150	2		
1 : 5 000	400	250	2		

导线各边的高差以往返测的距离分别计算，其高差不符值按不同倾角每 100 m 不超过表 5—9 的规定。

表 5—9

两点间倾角	4°	8°	12°	16°	20° 以上	备 注
不符值 (cm)	8	14	20	25	30	当距离小于 100 m 时，按 100 m 要求

5.3.2.3 采用图解交会法测定测站点时，前、侧方交会不少于三个方向，后方交会不少于四个方向，相邻两方向线交角在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间。当各交会方向不能精确交于一点而出现示误三角形，在示误三角形内切圆直径小于 0.4 mm 时，可按与交会边长成比例的原则进行配赋，刺出点位。用其他方向检查的检查角不应小于 30° ，点位的方向偏差不得大于 0.3 mm。1 : 1 000 比例尺测图时不得使用图解后方交会法。

5.3.2.4 图解交会点的高程一般用三个方向推算，当采用两个方向时，其中一个方向应用直返视高差计算高程，直返视高差之差应符合表 5—9 的规定，由各方向推算出高程的不符值不得超过 $1/3$ 等高距。

5.3.2.5 施测测站点的原始数据应记入地形测量手簿。

5.4 地形测图

5.4.1 测图前的准备工作

5.4.1.1 收集需用的成果资料。

5.4.1.2 检查校正仪器。

5.4.1.3 在经过定性处理，厚度不小于 0.1 mm 的聚酯薄膜上展绘方格网、图廓点、控制点，展绘精度应符合表 5—10 的规定。

表 5—10

项 目	展点误差 (mm)
方格网的实际长度与理论长度之差	0.2
图廓对角线长度与理论长度之差	0.3
控制点间长度与坐标反算长度之差	0.3
方格网线条粗度和刺孔直径	0.1

5.4.1.4 测图前应对对应仪器的视距常数进行测定，当视距常数所引起的测距误差在图上大于 0.1 mm 时应加改正。

5.4.2 地形测图

5.4.2.1 地形测图采用大平板仪、经纬仪配合小平板仪、光电测距配合平板仪，也可采用能达到精度要求的其他方法。

5.4.2.2 地形点主要采用极坐标法测定，在山区也可采用交会法测定，但交会角应不小于 30° ，两交会方向推算的同一地形点高程较差不得超过测图等高距的 $1/2$ 。

5.4.2.3 地形测图时对仪器的设置和测站上的检查应符合下列要求：

a) 测站点的对点误差，1：5000 比例尺测图不得大于 0.25 m，1：2000 比例尺不得大于 0.1 m，1：1000 比例尺不得大于 0.05 m；

b) 以较远的点定向后用其他方向进行检核，其平面的方向偏差，图上不超过 0.3 mm。用经纬仪测图时应有两个定向点，在测图过程中应经常检查定向点方向；

c) 检查测站点高程，高程较差不应大于 $1/4$ 等高距。

5.4.2.4 测站点测定地物点、地形点的最大视距长度按表 5—11 规定。

表 5—11

测图比例尺	最大视距长度 (m)
1：1 000	100
1：2 000	200
1：5 000	300

当受地形限制，在倾角小、读数清晰情况下的视距长度，1：1 000 比例尺可放长至 120 m，1：2 000 比例尺放长至 250 m，1：5 000 比例尺放长至 350 m。

读取视距应用全丝读数，尽可能不用半丝读数。

5.4.2.5. 当使用光电测距时，距离可适当放长，一般可按表 5—11 中之最大视距放宽一倍。

5.4.2.6 地形图上高程注记点的密度为每平方分米 5~15 点，在地形破碎、地物密集的地区应适当增加，注记点力求分布均匀。

高程注记点的测定方法及精度要求与地形点测量相同，高程注记到 0.1 m。

5.4.2.7 测绘地物、地貌应本着看不清不绘的原则，当在测站上看不清地貌时，可将测图板搬至立尺点上，依原方向标定测板后就近描绘。

5.4.2.8 地形图上的等高线，除计曲线间距在 5 mm 以下且等倾斜时可在室内描绘首曲线外，其他各种线划、地物符号、高程注记及地理名称注记等均应在现场完成。

5.4.2.9 对地图内容复杂的地形原图，必要时可绘制“综合透写图”，内容包括：地物、地貌符号、植被、各种注记。供内业清绘时参考。

5.4.2.10 1：5 000 比例尺测图应填写图历表，1：1 000、1：2 000 比例尺测图可填写图历卡。

5.5 地物、地貌测绘的内容及取舍

5.5.1 地形图应表示各类控制点、地质工程点、居民地、独立地物、工矿企业建筑物和公共设施、道路及其附属设施、管线和垣栅、水系及其附属设施、境界、地貌和土质、植被、注记等。

5.5.2 控制点

5.5.2.1. 在地形图上，控制点以相应符号表示，非埋石的图根点根据需要表示，测站点图上不表示。

5.5.2.2 居民地内的控制点如影响居民地或街区形状，其点名、高程可省略。控制点与烟囱、水塔等地物重合而地物不能依比例尺表示时，只绘其独立符号，控制点符号可省略，按图式规定进行注记。

5.5.3 地质工程

各类地质工程（如钻孔、探井、探槽、坑口等）应准确测绘并按相应符号表示，坑口以小矿井符号表示，并加注“探”字。

5.5.4. 居民地

准确地测绘居民地的外轮廓，房屋外轮廓以墙基为准。

街区式居民地在显示外轮廓特征的前提下，凸凹部分在图上小于 1 mm 时可进行综合。内部应反

映居民地内通行情况及建筑密度，区分主要街道、次要街巷。房屋间距在图上小于 1.5 mm 可综合，空场地可根据用图需要决定综合程度。

散列式居民地或行列式居民地的测绘应反映房屋的疏密程度和特征，不得综合成一片。

地物稀少地区，具有方位意义的破坏房屋应予表示。

1:2 000、1:5 000 比例尺测图不区分房屋的建筑材料及层数。

5.5.5 工矿企业建筑物和公共设施

工矿企业建筑物的测绘应能反映建筑物和设施的内容、性质、分布情况，其位置应准确测绘，并按规定的符号表示。

地物轮廓在图上超过符号尺寸的依比例尺表示并配置符号。

与地质工作有关的矿井井口、废弃的井口、峒口、采掘场等应注意表示。

5.5.6 独立地物

各类独立地物是标定方向、确定位置的重要标志，应准确测绘。

凡地物轮廓，在图上尺寸大于符号规定的，依比例尺表示，并配置符号。小于符号尺寸的，用不依比例尺符号准确地表示其定位点或定位线。

5.5.7 道路及附属建筑设施

测绘道路应位置准确、等级分明、取舍恰当、线段曲直和交叉位置反映真实。

5.5.7.1 1:1 000、1:2 000 比例尺测图时，乡村路及乡村路以上等级的道路均须表示。在道路网稠密地区，次要和临时性的小路可适当取舍，在人烟稀少、通行困难、地物稀疏地区的小路均须表示。

5.5.7.2 1:5 000 比例尺测绘图时，大车路以上等级的道路均应测绘。在大车路、乡村路密集地区，允许将次要的适当舍去。人行小路的取舍应能反映出实地道路网疏密程度。

5.5.7.3 依比例尺表示的公路及其他双线道路，按真宽以相应比例尺测绘，当道路边线凸凹不规则时，取平均宽度表示。

5.5.7.4 道路的表示应注意与居民地的联系，除街区式外，通过居民地时不应中断。

道路等级的变换点应是集镇、农场、居民地、道路交叉的地方。

5.5.7.5 铁路与公路或其他道路在同一平面相交时，铁路符号不应中断，另一道路符号中断。道路立体交叉时应绘以相应的桥梁符号，并配合路堤路堑表示。

5.5.7.6 铁路、公路的附属建筑设施，如：车站、桥梁涵洞、隧道入口、路堤、路堑、里程碑均应测绘。1:1 000、1:2 000 比例尺测绘时，大车路的堤、堑、桥梁、涵洞也应表示。

5.5.7.7 铁路轨顶、公路中心及交叉处、桥面等应测注高程，堤、堑、也应适当测注高程或比高。

5.5.8 管线和垣栅

5.5.8.1 1:1 000、1:2 000 比例尺测图时，固定的电力线、通信线均须表示，电杆、铁塔位置实测。输电线路区分高压、低压线路，并以相应符号表示。

5.5.8.2 1:5 000 比例尺地形图上一般只表示 6.6 KV 以上的高压线。通信线在地物密集地区一般只表示县级以上的线路，地物稀少地区固定线路亦应表示，只准确测绘线路的转折点。

5.5.8.3 城市建筑区的电力线、通信线可不连线，但应在杆架处绘出线路方向。

5.5.8.4 沿公路、铁路、主要堤两侧的电力线、通信线，1:5 000 比例尺测绘时离开其路、堤中心线不超过图上 5mm 时可不表示，但在其分岔、转折处应绘一段符号以示走。

5.5.8.5 地面上的架空的管线均须表示，并分类注记其输送物质，临时性的管线不表示。

5.5.8.6 城墙、围墙、栅栏、篱笆、铁丝网根据其性质、结构，类型予以表示。

1:5 000 比例尺测图，围墙高在 1.5 m 以上，栅栏、铁丝网、篱笆高在 1 m 以上，长度大于图上 5 mm 的才表示。

5.5.9 水系及其附属设施

5.5.9.1 水系的测绘应主次分明、构成系统，主要建筑物如：水闸、水坝、输水槽、溢洪道等均应表示并测注高程。

5.5.9.2 海岸线以高潮线为准,干出滩应按规定绘出堆积物和海滨植被。

5.5.9.3 河流、湖泊、水库、溪流、运河的水涯线一般以测图时的水位测定,若水位与常水位相差过大,也可根据需要按常水位测定。

5.5.9.4 1:5 000、1:2 000 比例尺测图时,人工沟渠水流宽度在图上超过 0.5 mm (1:1 000 比例尺超过 1 mm) 时用双线描绘,小于 0.5 mm (1:1 000 比例尺小于 1 mm) 时用单线表示,水涯线绘至沟渠内侧的上边缘。

5.5.9.5 水泉、水井、池塘一般应全部测绘在图上,在水网地区或泉、井、池塘密度很大时,1:5 000 比例尺测图可按实际需要进行适当的取舍。池塘一般只能取舍,不能综合。泉、井应测注高程。

5.5.10 境界

在图上须绘出县和县以上行政区划界线,乡、镇、国营农、牧、林场以及自然保护区界线按需要测绘。两级以上的境界重合时只绘高级境界,但需同时注出各级名称。

山区沿自然地形分界时应将境界绘于地性线上。

5.5.11 地貌和土质

各种自然形成的地貌形态,用等高线配合地貌符号和高程注记点表示。应注意与地质专业有关的露岩地、独立石、石块地、石垄、山洞、溶洞、石灰岩溶斗、崩崖、滑坡、陡崖、冲沟、岩墙等地貌的表示。

以符号表示或以等高线配合符号表示地貌时应遵守下列要求:

a) 崩崖、陡崖应沿其边缘以相应的符号测绘于图上;

b) 冲沟的图上宽度在 0.5 mm (1:1 000 比例尺为 1.0 mm) 以内时以单线绘出,超过其宽度以双线描绘,其宽度达上述规定两倍以上时以陡崖符号表示,图上宽度大于 5 mm (1:5 000 比例尺为 3 mm) 时,其底部应加绘等高线并测注高程;

c) 坡度在 70° 以内的石山,以等高线配合露岩地符号表示,坡度在 70° 以上时以陡石山符号表示,并适当测注高程或比高;

d) 梯田坎应测注适当数量的比高,密集地区,梯田坎可进行取舍,以等高线配合符号表示,梯田坎的表示应能显示梯田坎地区的地貌形态;

e) 土堆、坑穴、梯田坎、冲沟、地裂缝应测注高度或深度,注至 0.1 m。1:5 000 比例尺图上的独立石、陡崖、岩墙等也需要测注高度和深度。

5.5.12 植被

植被是地形图的要素之一,在综合取舍时应反映其基本比例与分布情况。

对林地、苗圃、竹林、灌木林、花圃、经济林、经济作物地以及耕地等应测定其范围,配以相应符号表示。

疏林、芦苇地、草地、半荒植物地、植物稀少地以及水生作物等植被,根据其分布、疏密程度配置符号表示。

对有方位意义的植被,如林中小面积的空地和耕地,耕地中小面积的林地等应注意表示,还应注意对独立树、林木稀少地区的散树、灌木丛的表示。

5.5.13 注记

居民地名称、各种说明注记、数字注记,以及山名、水系名称注记等是地形图的主要内容之一,是判读地形图的直接依据。注记应按以下原则进行:

a) 凡在地方政府已颁布了统一名称的,应按统一名称注出,其他地理名称必须在实地进行调查并核实;

b) 当地理名称注记在图上跨度太大,可以分段、分片注出,总名和小地名应以字体大小进行区分;

c) 名胜、古迹、独立物体应调注名称;

d) 当地理名称注记难以用字体大小来区分其等级时,可以加注说明注记并填入图历表(卡)中;

e) 名称注记中的简化字应以国务院有关规定为准,对地方沿用的方言和罕见字应在图幅外加拼

音注记，并填入图历表（卡）中；

f) 对少数民族地区的地名，应特别注意译名的正确性。

5.6 图廓边测绘和接边

5.6.1 为保证与相邻图幅接边，应测出图廓外，5 mm。

5.6.2 对无从拼接的自由图边，在测绘过程中应加强检查，确保无误。

5.6.3 接边工作应在离开测区前完成，并认真检查。

5.6.4 接边限差和要求

5.6.4.1 图幅接边的最大误差不超过相应地物、地貌中误差的 3 倍时，可平均配赋后拼接。

5.6.4.2 如果相邻两图幅等高距不同，则等高线接边最大误差不超过较大一级等高距中误差的 2 倍，在配赋接边误差时原则上修改等高距较大的图幅。

5.6.4.3 线状地物的拼接，不得改变其真实形状。

5.6.4.4 应特别注意四幅图角处地物、地貌的衔接。

5.6.4.5 凡超过上述规定限差时，应进行现场检查并修正。

5.6.5 与已出版的旧图接边，如不超过限差，一般改正新测图幅。当已出版的旧图变化很大，质量较差，接边确实困难时，不应勉强拼接，新测图边按自由图边处理，并将接边情况向主管部门报告，同时在图历表（卡）中说明。

6 地面摄影测量

6.1 一般规定

6.1.1 图根点的密度应满足地面摄影测量及补测检查地形图的需要，但基本控制点密度应达到 2.1.2 条的规定。

6.1.2 像片控制点及摄影基线端点对附近基本平面控制点的平面位置中误差、对基本高程控制点的高程中误差不得大于表 6—1 的规定。

表 6—1

项目 类别	平面位置中误差 (图上 mm)	高程中误差 (等高距)
摄影基线端点	±0.15	1 / 10
野外测定的像控点	±0.15	1 / 6
室内加密的像控点	±0.25	1 / 6

6.1.3 测图纵距不应超过表 6—2 的规定（以米为单位）。

表 6—2

测图比例尺 像对类别 f (mm)	基本像对		补测漏洞像对	
	200	100	200	100
1 : 1 000	800	400	1 000	500
1 : 2 000	1 600	800	2 000	1 000
1 : 5 000	4 000	2 000	4 000	2 000

注：f——摄影经纬仪的摄影机主距值。

6.1.4 像片控制点以野外测定为主，1 : 5 000 测图可室内加密部分像片控制点。

6.2 像片控制点的布设

6.2.1 像片控制点是内业测图和室内加密控制点的依据，其布设应符合下列要求。

6.2.1.1 每个像对的重叠范围内至少应有分布于远近左右的 3~4 个像片控制点，如图6—1 (a)、图6—1 (b)。

当已知摄影站坐标及主光轴方位角时，像片控制点数量可适当减少。

6.2.1.2 测图面积较小的补漏像对，一般应有两个以上像片控制点，宜分布在一远一近，如图 6—1 (c)。

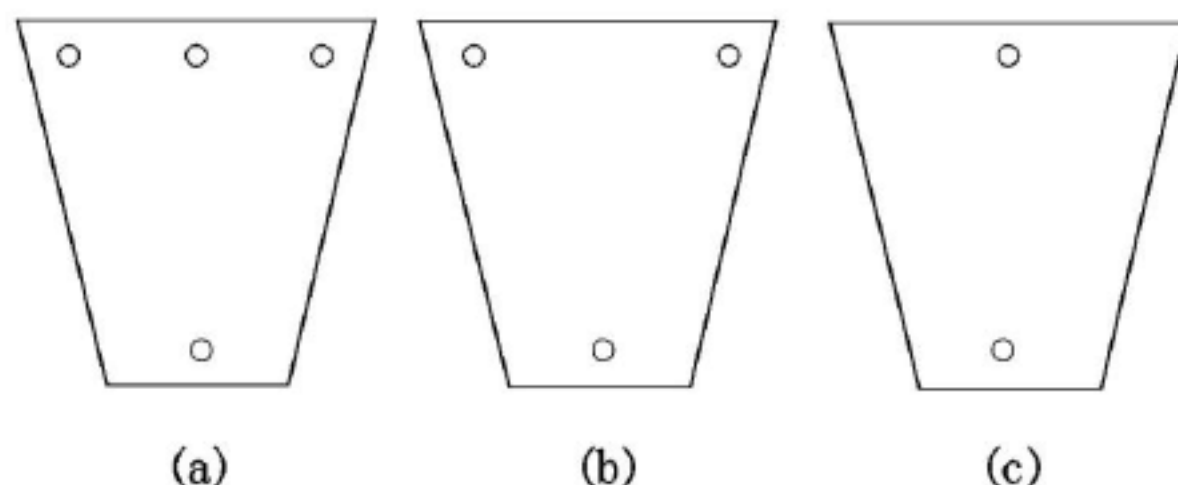


图 6—1

○——像片控制点

6.2.2 像片控制点一般设立人工标志，标志在像片上的影像应能明确辨认。

6.2.3 像片控制点、摄影基线端点在基本平面控制点下进行加密，一般加密三次，其施测方法与平板仪测图图根测量相同。

每个像对内野外测定的像控点数在四个以上并不需室内加密时，可不测摄影基线端点的坐标。

6.3 摄影基线

6.3.1 摄影基线长度按下列公式计算

$$\text{正直摄影} \quad B \geq \frac{100 \cdot Y_{\max}^2}{4 \cdot f \cdot M} \quad \dots\dots\dots (42)$$

$$\text{等偏摄影} \quad B' \geq \frac{B}{\cos \varphi} \quad \dots\dots\dots (43)$$

式中： B ——正直摄影时的基线长度，以米计；

B' ——等偏摄影时的基线长度，以米计；

$Y_{\max}$ ——最大测图纵距，以米计；

f ——摄影机主距，以毫米计；

M ——测图比例尺分母；

φ ——摄影偏角。

测图最小纵距应大于 $4B$ 。

6.3.2 摄影基线长度测定的相对中误差不应大于 $1 / 2\,000$ 。

基线长度可用光电仪、钢尺、2 m 因瓦横尺视差法或其它方法测量。

6.3.3 用 2 m 因瓦横尺视差法测定基线长度时，应符合下列要求：

视差角观测测回数如表 6—3 之规定。

复测法观测时每半测回复测三次，盘左盘右各占测回数的一半。

J6 型经纬仪半测回较差应不大于 $12''$ ，J2 型经纬仪测回较差应不大于 $6''$ 。

辅助基线端点法之辅助基线长度 $bm \approx \sqrt{2B}$ ， β 角与 90° 之差应在 5° 以内，用方向法观测一测回。

6.3.4 摄影基线两摄影站间的倾角应小于 11° 。

两摄影站间高差用 J6 型经纬仪测垂直角一测回，直反视或两个不同高度视点各一测回的单视测定，两次求得的高差之差应不大于表 6—4 的规定。

表 6—3

测回数		仪器	J6 (复测法半测回数)	J2 (方向法)
方法				
端点法	40 m 以下		2	2
	40—100 m		4	2
中点法	100—200 m		4	2
辅助基线端点法	100 m 以上		4	2

表 6—4

比例尺	1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000
高差较差 (cm)	4	8	20

6.3.5 摄影基线端点为已知点时, 联测两已知方向推求摄影基线的方位角之差应不大于:

$$\Delta \varepsilon'' = \frac{M}{10000} \cdot \frac{\rho''}{S} \quad \dots\dots\dots (44)$$

式中: S ——已知方向的边长, 以米计;

M ——测图比例尺分母;

$\rho'' = 206265''$ 。

6.4 摄影与暗室处理

6.4.1 摄影前应对摄影经纬仪及其它仪器设备进行检校。

6.4.2 等偏摄影时, 偏角一般为 31.5° , 最大不超过 40° , 相邻像对之间一般要有 10% 的重叠。

摄影时, ω 、 K 气泡的偏离应在半格以内, 并准确定向, 使交角误差不大于 $10''$, 偏角误差不大于 $30''$ 。

根据季节、天气、被摄物体的亮度、干板性能等因素正确曝光。避免逆光及在被摄范围内有云影及阴影时摄影。

6.4.3 各种摄影数据, 应记入手簿。

6.4.4 摄影与量测摄影基线长度时, 应保持脚架基座不移动。

6.4.5 摄影底片不合要求需要重新摄影时, 应重摄一个像对。

6.4.6 根据摄影材料及气候情况, 选配好显影液、定影液。

摄影底片一般要用微粒显影液显影。

6.4.7 摄影后的底片应及时冲洗, 冲洗时液温应保持在 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 。冲洗出的底片应反差正常, 黑度适中, 影像清晰, 四个框标的影像明显, 底片的脱膜及伤痕应不影响内业作业。

6.5 像片调绘及补测

6.5.1 一个像对一般以右像片作控制片, 左像片为调绘片。

6.5.2 控制片作业应符合下列要求:

6.5.2.1 在像对重叠范围内, 影像清晰的像片控制点用红墨水分别以边长或直径为 5 mm 的相应符号绘出, 并用分式注出点名(点名)高程及觇标高, 如:

○ $\frac{\text{点名}}{\text{高程}}$ 觇高

6.5.2.2 当利用天然目标作为像片控制点时, 在实地应用立体镜以 0.1 mm 的精度刺在控制片上, 并在背面绘出点位略图及说明。

6.5.3 调绘片作业应符合下列要求:

6.5.3.1 根据本规范对地形图内容的要求进行调绘, 特别注意水系、道路、境界、地理名称的调查注记。

6.5.3.2 调绘可用简化符号及文字说明, 像对间不应有调绘图洞。

6.5.3.3 影像不能清楚辨认的地物应野外补测。

6.5.4 摄影漏洞及在立体模型上无法测绘的地物、地貌，应野外补测。补测时可用平板仪、经纬仪测记或用其它方法进行。

补测要与摄影Ⅱ图区域有适当重叠，并可检查地形图的精度。

6.6 内业测图

6.6.1 一般规定

6.6.1.1 地面摄影测量内业测图，一般在专用的内业测图仪上进行，也可在航测精密立体测图仪及解析测图仪上完成。

6.6.1.2 内业测图一般在调绘后进行，也可先在室内根据立体模型判读测图，再到野外补测和检查。

6.6.1.3 根据测图纵距及测图仪主机与绘图桌传动比，选择较大模型比例尺。

6.6.1.4 按下式计算基线分量。

$$b_x = \frac{B \cdot \cos \varphi}{M_m} \dots\dots\dots (45)$$

$$b_y = \frac{B \cdot \sin \varphi}{M_m} \dots\dots\dots (46)$$

$$b_z = \frac{\Delta h}{M_m} \dots\dots\dots (47)$$

式中： M_m ——模型比例尺分母；

B ——摄影基线长度；

φ ——摄影偏角；

Δh ——摄影站间零镜位时的高差。

主光轴定向时应计算主光轴方位。

6.6.1.5 内业测图仪器作业前应进行检校。

6.6.2 定向

6.6.2.1 方位元素的安置应符合下列要求：

- a) 底片框标安置误差应不大于 0.05 mm；
- b) 主距安置误差、基线分量安置误差均应不大于 0.01 mm，交向螺旋安置在零位；
- c) 镜位按外业记录安置，并以底片上箭头进行校核。

各项安置完成后，上下视差一般不超过半个测标。

6.6.2.2 根据像片控制点进行模型绝对定向，各像片控制点平面对点误差不大于图上 0.5 mm 高程误差不大于 $\frac{1}{4}$ 测图等高距时，可不改动各元素安置值，但应把误差合理配赋于各点上。

当误差超过上述限差时，应改动方位元素使误差达到要求。

6.6.2 测绘地物地貌

6.6.3.1 地物测绘可根据外业调绘片在立体模型上进行，当调绘有错时，可根据模型形象改正不做出记录

6.6.3.2 测绘等高线要注意切准模型，在等倾斜地段当相邻两计曲线间距图上小于 5 mm 时，仪器上只测绘计曲线，首曲线可在清绘时内插。

只有植被覆盖的地表，测标应尽量切准地面，当只能沿植被表面测绘时，植被高度大于半根等高距就应植被高度改正。在森林密集树高超过两根基本等高线间距时，应到野外检测。

6.6.3.3 高程注记点选在明显地物点和地形特征点上，不直接在立体模型上切读。

6.6.3.4 像对间及图幅间接边误差，平面及高程均不得大于 $2 \cdot \sqrt{2}m$ (m 为地物点平面位置中误差或等高线的高程中误差)。

7 航空摄影测量

7.1 一般规定

7.1.1 成图方法：平地一般采用固定比例尺像片图综合法成图，丘陵地、山地、高山地采用精密立体测图仪成图，也可采用解析测图法成图或其它机助成图方法。

7.1.2 控制点采用全野外法空中三角测量方法（简程电算加密）布设。当像片比例尺与成图比例尺之比（ $M_{像}/M_{图}$ ）大于4时，一般应按全野外法布设。

7.1.3 航外控制点对三角点、导线点的平面位置中误差不超过图上0.1mm；高程控制点和平高控制点对最近水准点或三角点的高程中误差不超过1/10基本等高距。

7.1.4 控制点电算加密，均采用平高区域网布点，当用综合法成图，纠正点电算加密的高程误差影响投影差改正大于图上0.2mm时，可采用全野外高程的平面区域网布点。

7.1.5 用于作业的仪器，在作业前必须经过严格检校。

7.2 对航摄资料的要求

7.2.1 航摄资料应根据用图需要及作业实际情况，合理确定航摄方案。

7.2.1.1 航摄资料的质量应符合 GB 6962—86《1：500、1：1000、1：2000 比例尺地形图航空摄影规范》及1980年10月颁发的《1：5000、1：10000、1：25000、1：50000、1：100000 比例尺地形图航空摄影规范》的规定。

7.2.1.2 航摄像片的平均比例尺，根据成图比例尺、作业方法、布点方案、地形类别、基本等高距、测图仪器精度等全面考虑，一般可参照表 7—1 选择。

表 7—1

地形类别 成图比例尺	平 地	丘陵地	山 地
1：1 000	1：3 000~1：4 000	1：4 000~1：5 000	1：5 000~1：6 000
1：2 000	1：4 000~1：6 000	1：6 000~1：8 000	1：8 000~1：12 000
1：5 000	1：10 000~1：15 000	1：15 000~1：20 000	1：20 000~1：25 000

注：1：1 000，1：2 000 比例尺测图在山地、高山地 $M_{像}/M_{图}$ 大于6时，应有必要的技术措施，确保成图的精度符合本规范的要求。

7.2.1.3 航摄时，应根据成图比例尺、地形类别、成图方法、内业仪器等因素，选择性能良好的航摄仪，并应注意与航内测图仪器相匹配。

7.2.1.4 根据测区航摄比例尺及地形条件，可参照表 7—2 确定航摄仪焦距。

综合法成图一般采用常角航摄仪，航迹线按图幅中心线布设，并尽可能与图廓线平行。当 $M_{像}/M_{图}$ 小于4时，要求一像片覆盖一幅图。航摄比例尺可参照表 7—1 执行。

表 7—2

地形类别		平地、丘陵地		山地、高山地	
焦距	像幅	18×18	23×23	18×18	23×23
测图比例尺					
1：1000		200	210	115	150
		210	305	210	210
1：2000		115	88		
		200	150	100	150
		210	210	200	210
1：5000		100	88	100	150
		115	150	115	210

精测仪成图时，航迹线按一定旁向重叠布设，也可沿图幅中心线飞行。当航迹线按图幅中心布设，航向重叠正常， $M_{像}/M_{图}$ 个于4时，要求一条航线覆盖一排成图图幅，并保证平行于航线方向的图廓线

满幅。

7.2.2 对飞行和摄影质量的要求

7.2.2.1 航摄应选择适当的季节和时间进行，尽量减少阴影和植被覆盖影响。

7.2.2.2 像片倾斜角一般应不大于 2° ，个别不应大于 3° 。

7.2.2.3 像点移位差不得大于 0.03mm，航摄底片不均匀变形差不大于 3 / 10000。

7.2.2.4 航摄底片要影像清晰、框棕齐全、反差适中、色调柔和；不论光辉或暗影部份都应能清晰地辨认影像的细部。

7.3 航外控制点的布设

7.3.1 航外控制点的基本要求

7.3.1.1 控制点的布设分为全野外布点、航线网布点和区域网布点。

按航线网或区域网布设控制点时，控制点间的基线数不得超过表 7—3 的规定。

表 7—3

$\begin{matrix} M \text{ 图} \\ n \\ M \text{ 摄} \end{matrix}$	1 : 1 000				1 : 2 000				1 : 5 000			
	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 : 3 000	6 / 全	6 / 5	8 / 6	8 / 7								
1 : 4 000	5 / 全	5 / 4	6 / 5	6 / 6								
1 : 5 000	4 / 全	4 / 3	5 / 4	5 / 5								
1 : 6 000	全 / 全	3 / 3	4 / 4	4 / 5	6 / 全	6 / 3	8 / 5	8 / 6				
1 : 7 000					6 / 全	6 / 全	7 / 4	7 / 6				
1 : 8 000					5 / 全	5 / 全	6 / 4	6 / 5				
1 : 9 000					4 / 全	4 / 全	5 / 4	5 / 5				
1 : 10 000					4 / 全	4 / 全	5 / 3	5 / 4	8 / 全	8 / 6	10 / 8	10 / 9
1 : 11 000							4 / 全	4 / 4	8 / 全	8 / 6	9 / 7	9 / 8
1 : 12 000							4 / 全	4 / 4	7 / 全	7 / 5	8 / 6	8 / 7
1 : 15 000									6 / 全	6 / 4	7 / 5	7 / 6
1 : 20 000									5 / 全	5 / 全	6 / 4	6 / 5
1 : 25 000									4 / 全	4 / 全	5 / 3	5 / 5

注：①本表 f 填取 153 mm， b 值取 80 mm， m_q 值取 0.025 mm，

②表中分母为高程基线数，分子为平面基线数。结合当前各生产单位实际达到精度情况，作了适当调整，当采用常角航摄仪摄影时，平面基线数不变，高程基线数还应缩小 $\frac{1}{3}$ 。

③本表适于目前我国常用的各种焦距航摄仪，当布设平高点时，应取分式中的小数值作为最大基线数。

7.3.1.2 位于不同航线、不同区域分界处或不同成图方法图幅之间的控制点，均应满足各自加密和测图要求，否则应分别布点。

7.3.1.3 当按不同地形条件采用不同方法布点时，每种布点方案所包括的像对范围应相对集中，并尽可能按区域或图幅边缘布点，以便于航内作业。

7.3.1.4 位于各自由边的控制点，要注意布设在图廓线外，以保证自由图边精度和图幅满幅。如按地质需要的范围划分测区，则以保证用图范围为准，不应产生控制漏洞。

7.3.2 控制点布设方案

7.3.2.1 全野外布点

a) 综合法全野外布点，每隔号像片测绘面积的四个角顶各设一个平高点，并在主点附近布设一个平高点，如图 7—1。

当 $M_{\text{像}} / M_{\text{图}}$ 比值较大或像片范围内高差较大时可采用每片纠正，相邻片测绘面积的四个角顶和主点附近（距主点 1 cm 以内）各布一个平高点；

b) 全能法全野外布点, 每个像对测绘面积的四个角隅各布一个平高点, 当 $M_{\text{像}}/M_{\text{图}}$ 大于 4 时, 应在主点附近增加一个平高点, 如图 7—2。

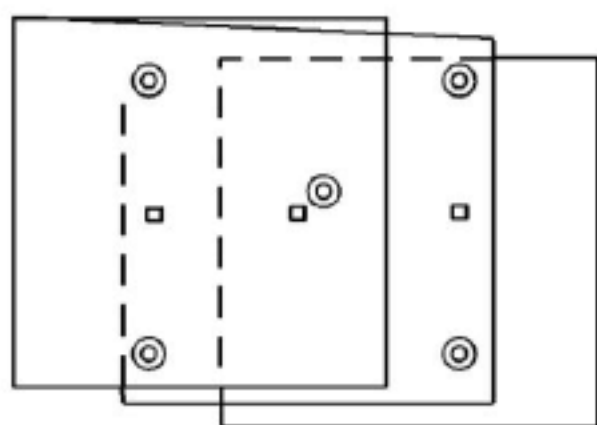


图 7—1

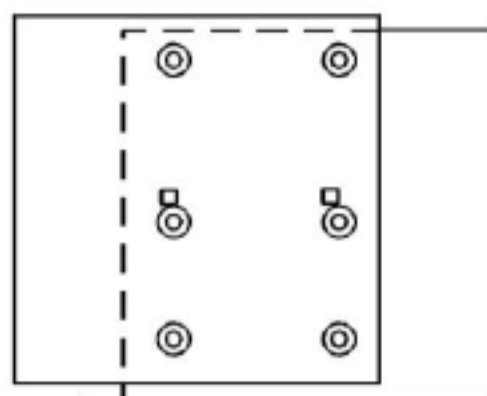


图 7—2

当 1:1 000 比例尺成图 $M_{\text{像}}/M_{\text{图}}$ 大于 6 或 23 cm×23 cm 像幅定向困难时, 除像对的四个角隅外, 并在每个图廓角顶附近均应增加一个高程点或平高点, 如图 7—3。

注: ◎为平高点或平面点; ○为高程点 (以下各图同)。

7.3.2.2 航线网布点

a) 在航线首末和旁向重叠中线附近布设六个平高点, 如图 7—4;

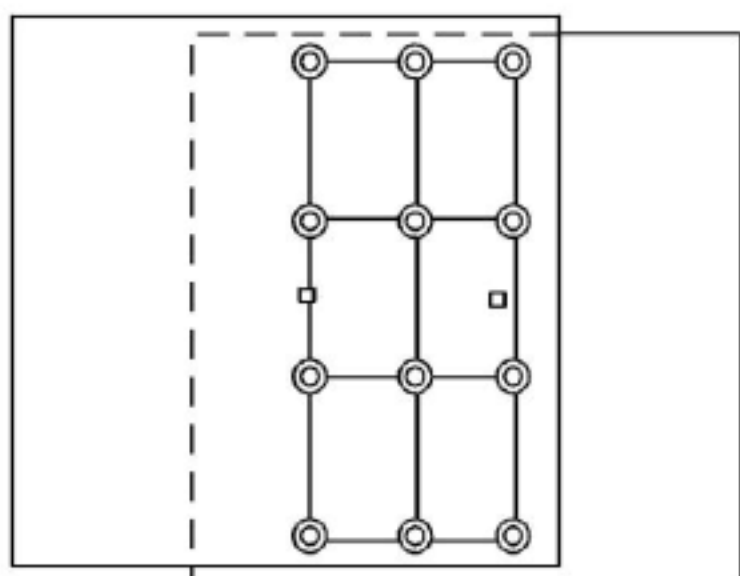


图 7—3

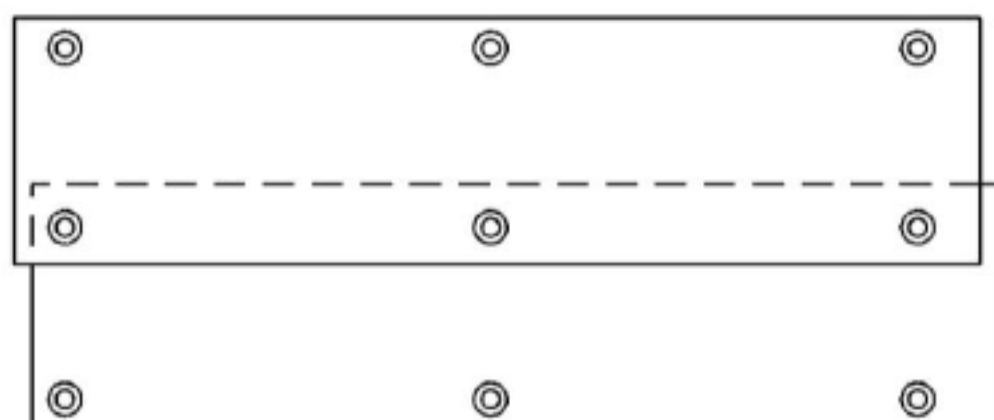


图 7—4

b) 制点间的基线数, 按表 7—3 规定执行, 如基线数小于规定的 $\frac{2}{3}$, 每段航线网可只布设五个平高点, 如图 7—5;

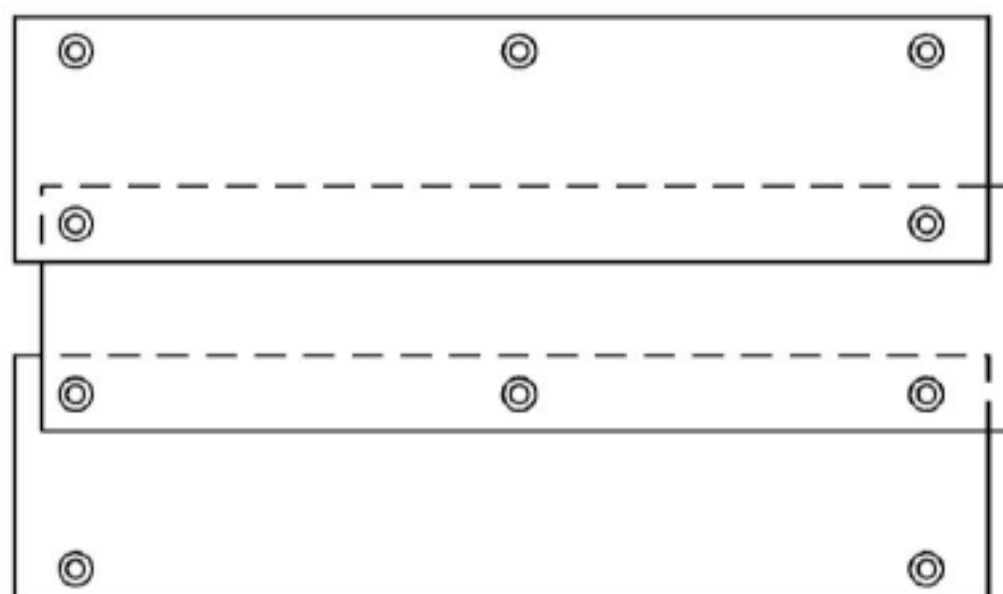


图 7—5

c) 航线段首末一对点, 应在同一像对内, 与航线方向垂直相互偏离不大于 $\frac{1}{2}$ 基线处, 中间一对点要选在两端点间的中央位置, 左右偏离不超过一条基线, 并避免同侧偏离。

7.3.2.3 区域网布点

- a) 平面区域网或平高区域网的航线数最多不超过六条;
- b) 区域网中控制点间基线数不超过表 7—3 规定;
- c) 平高区域网布点, 要按区域网的具体情况而定, 当区域航线数由 3—4 条组成, 可沿周边布设 6—8 个平高点, 在区域两端和中间布设三排高程点, 如图 7—6。当区域由 5~6 条航线数组成时, 应在区域周边和中央布设 9 个平高点, 在区域的两端和中间布设三排或四排高程点, 如图 7—7;

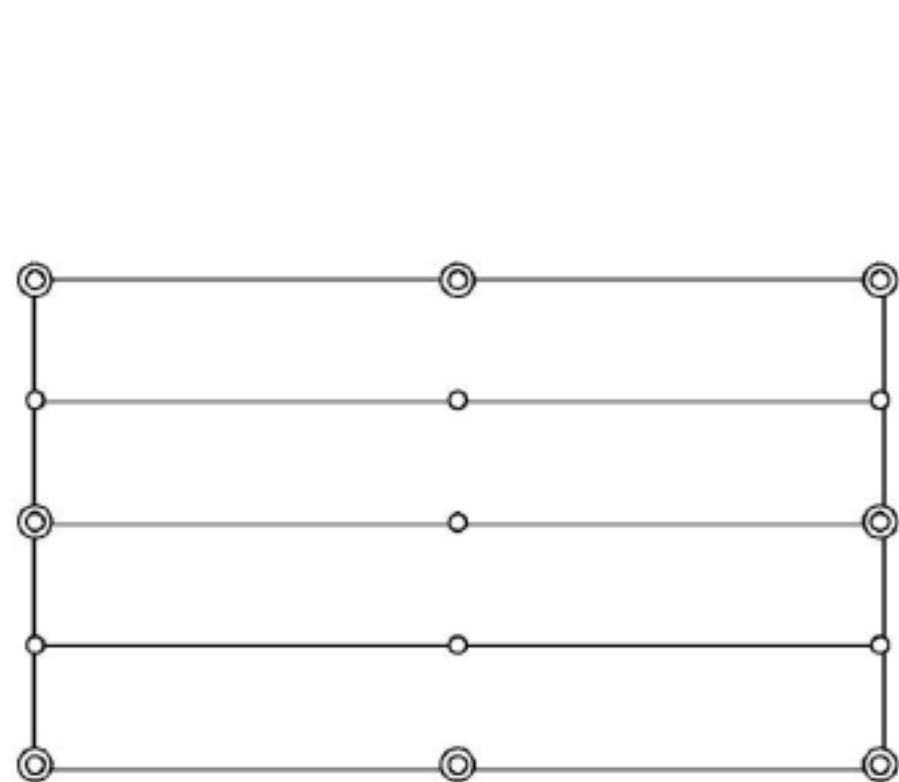


图 7—6

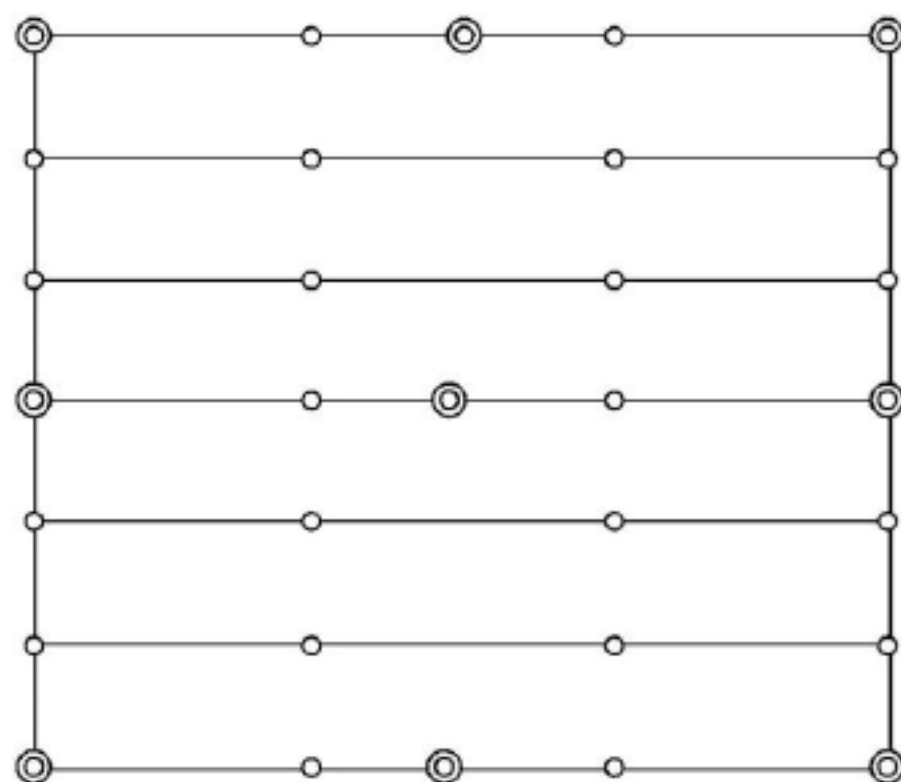


图 7—7

- d) 平面区域网布点, 一般按区域的大小布设 6 个, 8 个或 9 个平高控制点, 其布点方法与平高区域网相同;
- e) 不规则区域网布点, 一般在区域的凸出处布设平高点, 凹进处布设高程点。在凹角点和凸角点间距离超过两条基线时, 在凹角处也应布设平高点, 如图 7—8;

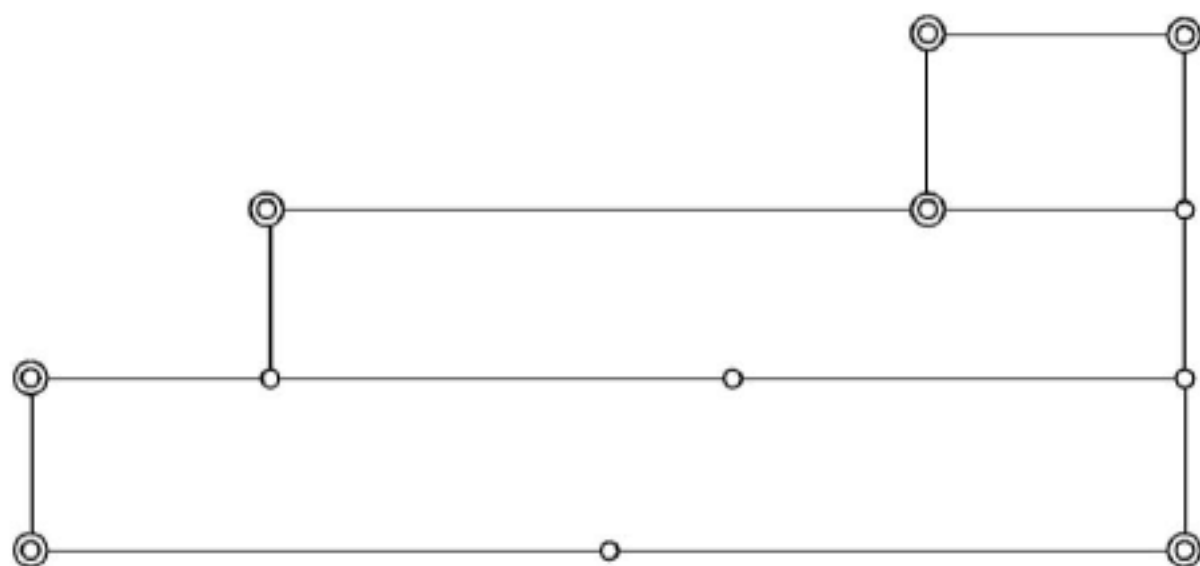


图 7—8

- f) 区域网布点, 控制点在像片和航线内的具体点位要求与航线网布点的要求相同, 但除区域外围凸角处的点外, 其他点位当选刺条件困难时, 可不考虑离开方位线一定距离的要求

7.3.3 控制点在像片上的位置要求

7.3.3.1 控制点距像片上各类标志不小于 1 mm。

7.3.3.2 控制点距像片边缘不小于 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像片航向边缘的距离可不小于上述规定的 $\frac{1}{2}$ 。

7.3.3.3 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 cm (18 cm×8 cm 像幅) 或 4.5 cm (23 cm×23 cm 像幅)。两相邻航线的点不能共用时, 可分别布点, 其控制范围所裂开的距离应小于 1 cm, 困难时应不大于 2 cm。

7.3.3.4 当一张像片覆盖一幅图, 4 个定向点或基本纠正点应选在尽量靠近图廓点与图廓线的位置

上，二般距图廓线与图廓点 1 cm 以内（1 cm×18 cm 像幅）或 1.5 cm 以内（23 cm×23 cm 像幅）。

7.3.3.5 控制点一般应布设在航向及旁向六片或五片重叠范围内，使控制点尽量公用。不能公用时，应分别布点，此时控制范围裂开的距离不得大于 2 cm。

7.3.3.6 区域网布点时要求框标影像清晰，理论坐标数据齐全，在航摄范围内要使用同一类型航摄仪。

7.3.3.7 选点时，应考虑调绘面积线位置，避免产生调绘漏洞。

7.3.4 特殊情况布点

7.3.4.1 航向重叠度小于 53%时，即视为摄影漏洞，应将该航线视为断开的两个航线段分别布点，其漏洞采用平板仪补测。

7.3.4.2 航摄分区或区域网接合处，控制点应布设在航线重叠处，尽量公用。如航线错开较大，必须分别布点时，为避免产生控制漏洞，相邻航区端点控制点连线只能重合或交错，不能脱开。

7.3.4.3 航线的旁向重叠小于 13%时，须分别布点。当选定的控制点位离像片边缘大于 1 cm 且重叠部分影像清晰时，可在重叠部分内增测 2~3 个高程点，以控制内业测绘等高线的精度。叠部分可在内业测绘，或采用平板仪测图方法补测。

7.3.4.4 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，均视为点位落水。当落水范围的大小和位置尚不影响立体模型连接时（即一般在离开像主点 2 cm 或航向三片重叠范围内能够选出连接点），可视为正常航线布点，否则落水像对应按全野外法布点。

当旁向标准点位附近为落水区，如离开方位线 4 cm（23 cm×23 cm 像幅）或 2.5 cm（18 cm×18 cm 像幅）以外，在航向的三片重叠范围内选不出连接点，则落水像对应进行全野外法布点。

7.3.4.5 海湾、岛屿、湖泊地区，一般按全野外法布点，控制点位以能最大限度控制测绘面积为原则，越出控制点连线 1 cm 外的突出部分应加测平高点，困难时可改为高程点。

滨水地区的像对应排除于区域网之外。

7.3.4.6 当像片的重叠度过大时，原则上抽片的均应抽去，野外布点按抽片后为准。采用区域网布点时不需抽片。

7.4 航外控制点测量

7.4.1 为了提高航外控制点点位精度，宜在航摄前按航线设计图和布点方案确定的点位，布设地面标志。测区内的三角点和水准点也应尽量布设标志。

7.4.2 控制点的选刺和整饰

7.4.2.1 依大比例尺航测作业的特点，控制点应以辨认判定点位为主，刺点为辅。

7.4.2.2 刺点误差及辨认精度应符合表 7—4 规定。

表 7—4

测绘比例尺 布点方法	辨 认 精 度			刺点误差 (mm)
	1 : 1 000 (mm)	1 : 2 000 (mm)	1 : 5 000 (mm)	
全野外法	0.3~0.4	0.3	0.2	≤0.1
区域网加密	0.2	0.15	0.1	

7.4.2.3 点位目标一般应选在交角良好的细小线状地物交点、明显地物的顶点或拐角以及影像小于 0.2 mm 的点状地物中心。弧形地物及阴影不得选作点位目标。

7.4.2.4 刺在围墙头、房顶角、堤坎边、土包上的点位，应量出地面比高（量至 0.1 m），并注记在点位略图上。

7.4.2.5 刺点片上，能准确刺出的三角点、导线点、平高点等均用红色墨水分别以边或直径为 7 mm 的三角形、正方形、圆圈等符号整饰，概略刺出的点位分别以相应的虚线符号整饰。

像片反面以黑色铅笔用相应符号标出点位，注记点名或点号，绘制点位略图（必要时另绘点位附近放大图），详细说明刺点位置，注明刺点号、检查者及其作业和检查时间等。 要求点位略图要基本与实地相符，文字要简明，说明要确切。刺孔位置、占位略图与说明注记要互相一致。

7.4.2.6 控制像片只整饰刺点片，航线公用点应在邻航线主片转标，并注明点号及刺点片号。

当借用相邻测区测的像片控制点时，必须转刺并按前述规定格式整饰，控制点转刺后，还应加注原刺点片号及邻幅图号。

7.4.2.7 像片控制点编号在同一测区内不得重号。

7.4.3 控制点联测

控制点联测，在基本平面控制点（三角点、导线点）基础上以光电测距导线和测角交会法进行，也可采用锁、网及极坐标法施测，一般允许发展两次（包括引点），个别困难地区可发展三次。

联测的技术要求规定如下：

7.4.3.1 光电测距导线的技术要求应符合表 7—5 的规定。

表 7—5

测图比例尺	附和导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (″)	方位角闭合差 (″)	导线全长相对闭合差
1 : 1 000	2	0.5	±15	$\pm 30\sqrt{n}$	1 : 6 000
1 : 2 000	4	0.8			
1 : 5 000	10	1.5			

注：导线长度小于表中规定的 1/3 时，导线精度可用绝对闭合差衡量，其最大闭合差应不大于图上 0.3 mm。

7.4.3.2 测角交会点的主要技术要求应符合表 7—6。

表 7—6

交会边长 (m)	测角中误差 (″)	交会两组坐标差 (m)	备 注
≤0.8M	±15	M / 5000	M 为测图比例尺分母

7.4.3.2 光电侧距极坐标法，一般在等级三角点、导线点上设站施测。必要时也可在个别极坐标法测定的控制点上再发展一次新点。其主要技术要求应符合表 7—7 的规定。

表 7—7

测图比例尺	测距长度 (m)	测回数	测角中误差 (″)	两组坐标较差 (m)
1 : 1 000	750	2	±15	$\frac{M}{10000}$
1 : 2 000	1 500			
1 : 5 000	2 500			

注：① 施测时应按 5.2.5.4 条中的规定进行。

② 光电测距的方法和要求按 4.4 条的规定。

③ M 为测图比例尺分母。

7.4.3.4 当个别控制点不宜设站或距已知点很近时，可采用引点法或支导线法施测。引点边长及支导线全长应不大于图上 100 mm，边长量测较差不低于全长的 1 / 1 000。如边长不能直接测量时，也可用解析法测定。

7.4.3.5 控制点高程测量，平地（0.5 m 等高距）采用图根水准测量，作业要求应符合 5.2.9.6 条规定。

丘陵地、山地、高山地一般采用三角高程路线、光电测距高程导线、独立交会高程等方法测定。

光电测距高程导线的作业方法与要求按 3.5 条中有关等外光电测距高程导线的规定进行。三角高程及独立交会高程测量的方法与要求，除三角高程路线长度及交会边长应按表 7—5、表 7—6 的规定执行外，其它均应符合 5.2.9 条中有关的规定。

7.4.3.6 控制点的水平角及天顶距观测的技术要求应符合表 7—8 的规定。

表 7—8

限差		仪器	J2	J6
项目				
水平角	测回数		1	2
	半测回归零差 (″)		12	24
	测回较差 (″)			24
	方位角闭合差 (″)		$30\sqrt{n}$	
	三角形闭合差 (″)		45	
天顶距	测回数		1	2
	测回较差及指标差之差 (″)		12	24

注：n 为推算路线中角的个数。

7.5 像片调绘

7.5.1 像片调绘可根据测区情况，采取全野外法或室内判读与野外调绘相结合的方法。城市或地物密集地区，也可先在内业依据立体模型测图，然后实地在原图上进行补测和修测，并进行文字和数字的调查和注记。

7.5.2 调绘一般在放大片上进行，放大倍率应视测区情况决定。一般地区调绘片的比例尺应不小于成图比例尺的 3 倍；地物地貌比较复杂地区不小于 2 倍；城镇建筑物密集地区则应分片进行局部放大，其放大比例尺应接近于成图比例尺。

7.5.3 调绘的基本要求

7.5.3.1 调绘重点是确定像片上影像信息不明显和有多义性的地形要素，主要包括：各种名称、性质注记（如地名、路面铺装材料等）；地物的分类分级（如房屋的类别，路、渠的等级等）；地物要素的相互组合（如水系、道路及其附属设施等）。像片上影像清晰明显的地物无须调绘。

7.5.3.2 调绘面积线，全野外布点为控制点连线，非全野外布点为像片重叠部分的中线。如偏离时，均不应大于像片上 1 cm。

调绘面积线规定东南方为直线，西北方为曲线。调绘面积不得产生漏洞，自由图边应调出图外 6 mm。

7.5.3.3 新增地物、阴影遮盖及影像模糊的地物均应实地补测；1：5 000 比例尺也可采用补调的方法。

7.5.3.4 调绘片采用红、蓝、绿、棕四色清绘，使用加入 2 %重铬酸钾或 5 %福尔马林水彩颜料。

7.5.4 地物地貌调绘

7.5.4.1 地物、地貌取舍及注记均应符合 5.5 条的规定。

7.5.4.2 三角点、导线点、埋石点，调绘片上均不表示，由内业按坐标展绘。

水准点位，应在调绘片上概刺和整饰，并在调绘片反面绘出点位略图，注明水准点距三个固定明显地物的交会边长（注至 0.1 m）。

7.5.4.3 不依比例尺表示的独立地物，应准确表示其定位点线。

7.5.4.4 房屋调绘以墙基为准，当房檐宽度在图上大于 0.3 mm 时，房檐宽度应以红色数字注在房檐线上，以供内业成图改正。

7.5.4.5 永久性电力线、通讯线、电缆线在 1：1 000、1：2 000 比例尺应表示杆柱位置。

7.5.4.6 地下管线不表示，但入口处及检修井一般应表示。

7.5.4.7 江、河、湖、海的调绘，以摄影时水涯线为准，并注记专有名称。水中和岸边设施应调绘齐全。

7.5.4.8 水渠、池塘、贮水池水涯线符号以坎沿为准。

7.5.4.9 冲沟过密时可适当取舍，但不能综合。在调绘冲沟时对看不清沟底影象的狭窄冲沟应适当量注深度。

7.5.4.10 不同层次的梯田坎不能综合相连，并应注意正确反映示同层次纵横向田坎的相关位置，以

保证与等高线配合表示时图面协调。

7.5.4.11 在调绘中，对有明显定位作用的岩峰、土堆、独立石等符号位置应准确绘在影像基部的中心，并按规定量注比高；各种带状地貌如陡崖、陡坎等，要用立体镜绘准上下边线；岩墙、石垄等应准确绘于影像中线上。

7.5.4.12 位于陡壁阴影中的洞口很难定位，一般可以舍去；对于其中知名的主要洞口，则应测定洞口基部中点的坐标和高程。

7.5.4.13 大面积植被，可在地界内用红色说明注记；整张调绘片为同一类型的植被时，可在片外统一说明。

7.5.4.14 树林、竹林、灌木林均需量注摄影时的平均高度，以供内业测图时改正树高测绘等高线。当不同地区平均树高不同时，应分别量注。树高量至 0.1 m。

7.5.5 调绘片间必须接边。接边处房屋轮廓、道路、管线、河流、植被等的等级、性质、宽度和符号应一致，拼接后的地物地貌不得改变其真实形状和产生变形。

7.6 综合法测图

7.6.1 固定比例尺像片图测图

7.6.1.1 测站点的平面位置

像片图上的各类控制点、明显地物点，均可做为测站点。也可利用平面控制点及明显地物点图解交会测站（测绘 1：1 000 比例尺地形图时，不能以后方交会定测站）。交会角应在 30~150 之间，示误三角形的边长应不大于 0.5 mm，并需用另一方向检查，检查点至检查方向的垂距应不大于 0.5 mm。

7.6.1.2 测站点的高程

测站点高程可采用等外水准，经纬仪水准，光电测距高程导线测定，也可以采用三个方向的单向视测，或一个方向的单向观测，另一方向的对向观测的独立交会高程点。这种点不得发展新点。交会边长以及各方向间的高程较差，（包括对向）应符合表 7—9 的规定。

表 7—9

比例尺	交会边长 (m)	高程较差 (m)
1：1 000	150	0.15
1：2 000	300	0.25
1：5 000	750	0.40

7.6.1.3 图板定向

用图板上两个以上控制点或明显地物点标定图板方向，用其它点检查，偏离该点的垂距，图上应不大于 0.4 mm。

7.6.1.4 碎部测图

测站点对点误差不大于表 7—10 的规定。

表 7—10

比例尺	对点误差 (m)
1：1 000	0.05
1：2 000	0.10
1：5 000	0.25

垂直度盘指标差，每天应测定两次，在上午及下午作业开始之前进行，指标差在 1'，之内可不改正。垂直角可在一个度盘位置测定。

测站至碎部点的距离应符合表 7—11 的规定。

表 7—11

比例尺	补测地物 (m)	测绘地貌	
		视距 (m)	图上量距或水准法 (m)
1：1 000	80	120	150
1：2 000	150	200	250

1 : 5 000	250	300	400
-----------	-----	-----	-----

7.6.1.5 1 : 1000、1 : 2000 比例尺像片图，高出或低于纠正面的地物，投影差值大于 0.3 mm 时，应进行投影差改正，供投影差改正的高差，其量测误差不应大于 0.5 m。1 : 5000 比例尺测图投影差大于 0.5 mm 时也应进行改正。

7.6.2 单张像片测图

当地形高差不适宜编制像片图，又不能采用立测法成图时，可进行单张像片测图。单张像片测图应采用接近成图比例尺的放大裱板片，尽量把测绘面积布置在像片中央。

7.6.2.1 像片比例尺的测定

a) 在平坦地区

若每张像片已布设四个平面控制点，它们所形成的两对角线的距离为 d_1 、 d_2 ，如图 7—9，并用平面控制点相应的实地距离 D_1 、 D_2 ，按下式求出像片平均比例尺分母：

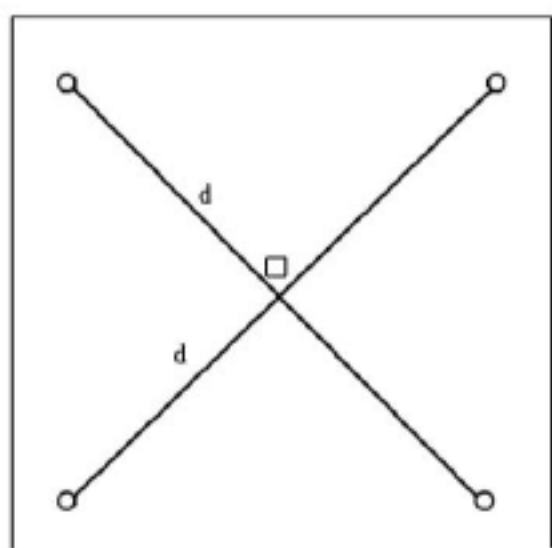


图 7—9

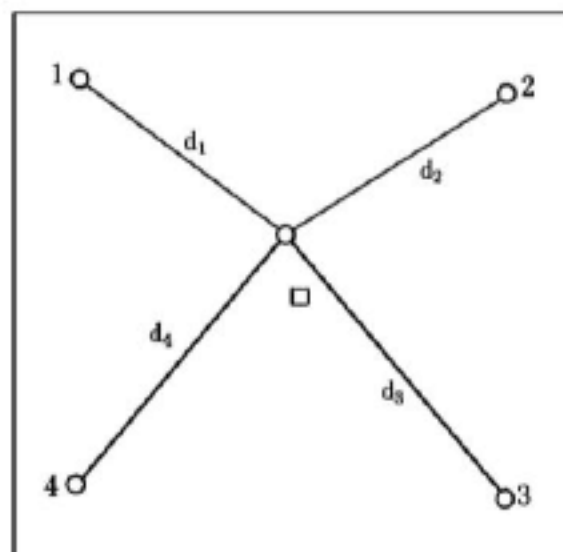


图 7—10

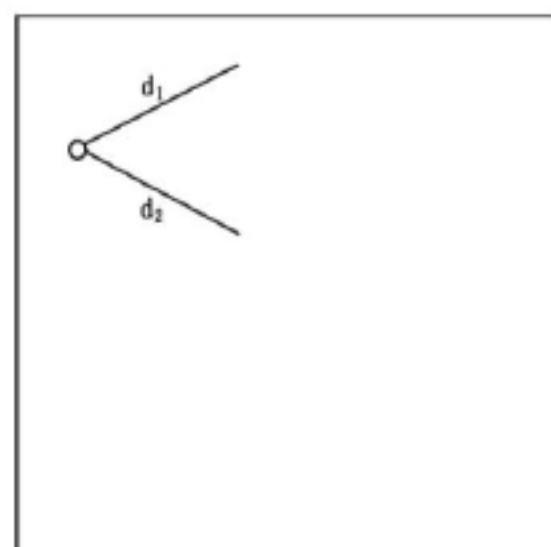


图 7—11

$$M = \frac{1}{2} \left(\frac{D_1}{d_1} + \frac{D_2}{d_2} \right) = \frac{1}{2} (M_1 + M_2) \quad \dots\dots\dots (48)$$

若像片上未布设平面控制点，可采用视距法。如图 7—10。在距像主点 1 cm 以内的明显地物点上设站，用视距法测量近似正交且尽量同高的四个明显地物点的实地距离 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 ，在像片上量取相应线段 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 ，按下式求出像片平均比例尺分母 M ：

$$M = \frac{1}{2} \left(\frac{D_1 + D_3}{d_1 + d_3} + \frac{D_2 + D_4}{d_2 + d_4} \right) = \frac{1}{2} (M_1 + M_2) \quad \dots\dots\dots (49)$$

如果测绘面积偏于像片一角时，则可在此测绘面积中部求其平均比例尺。

两组比例尺分母 M_1 、 M_2 之差 ΔM 不应超过 $M / 100$ 。四个明显地物点至幅射中心的距离，在像片上应不小于 2.5 cm (18 cm × 18 cm 像幅)，或 3.5 cm (23 cm × 23 cm 像幅)。如果是放大像片，则还应乘以放大系数，且四段距离应尽量相等。

b) 在地形起伏较大地区

当地形起伏较大时，则应逐站测定比例尺。如图 7—11，以测站点 P 为中心，选择两个与测站大致同高，且方向线近似正交的明显地物点，用视距法测定测站至两明显地物点的距离 D_1 、 D_2 ，线段长度在像片上不应短于 2 cm，在像片上量取相应的线段 d_1 、 d_2 ，按式 (48) 求测站比例尺分母 M 。

式中 M_1 与 M_2 的较差不大于 $M / 50$ 时，则取中数作为该测站测图的像片比例尺分母。当 M_1 与 M_2 的较差大于上述规定时，应先检查计算和测量有无错误，如确认无错误，就是像片倾斜角过大的缘故。此时需全部按照判读地面目标进行测图，计算高差的距离一律用视距法测定。

当图幅已全野外布设平面控制点，则在像片上选取四个控制点，使两对控制点连线尽量靠近像底点或像主点。根据像片上两对角线的距离和控制点的坐标计算绝对航高 H_0 。两组绝对航高值的较差不超过平均航高的 1 / 10 时，取中数作为像片的绝对航高。测站的像片比例尺按下式计算：

$$\frac{1}{M} = \frac{f}{H_0 - h_1} \quad \dots\dots\dots (50)$$

式中： H_0 ——绝对航高；
 f ——航摄影焦距；
 h_1 ——测站点高程。

7.6.2.2 像片的定向

在地物点稀少地区，需用罗针标定像片方向时，先选明显地物点标定像片方向，两点间的距离在像片上应大于 1 cm，起伏较大地区不大于 $f / 40$ (f 为航摄影焦距)。像片标定方向后，在像片绘出磁子午线，测图时根据此子午线定向，并在测站定向后，用附近明显地物点检查。

7.6.2.3 测站点的测定

测站点的平面位置与高程的测定方法及有关规定，与像片图 测图相同。当投影差超过图上 0.5 mm 时，需进行改正。

7.7 航测内业

7.7.1 像控点内业加密

电算加密精度应符合表 7—12 的规定

表 7—12

地形类别	平面位置中误差 (图上 mm)	高程中误差 (m)					
		基本等高距	1：1000	基本等高距	1：2000	基本等高距	1：5000
平地	0.40	/	/	/	/	/	/
丘陵地	0.40	1.0	0.40	1.0	0.4	2.0	0.7
山地	0.55	1.0	0.50	2.0 (2.5)	0.9	2.0 (2.5) 5.0)	1.2
高山地	0.60	1.0	0.70	2.0 (2.5)	1.4	5.0	3.5

7.7.1.1 加密点选点的一般要求

精密立体测图仪测图，加密点的数量和位置如图 7—12 所示。
 纠正仪隔片纠正，加密点的数量和位置如图 7—13 所示。纠正仪每片纠正如图 7—14 所示。

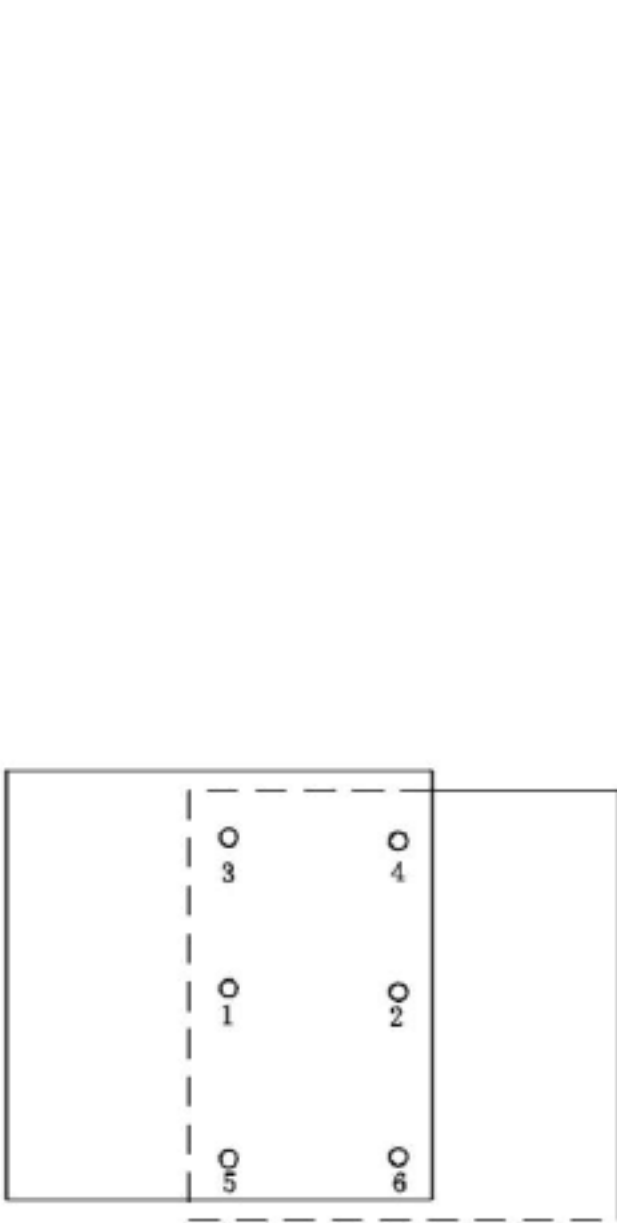


图 7—12

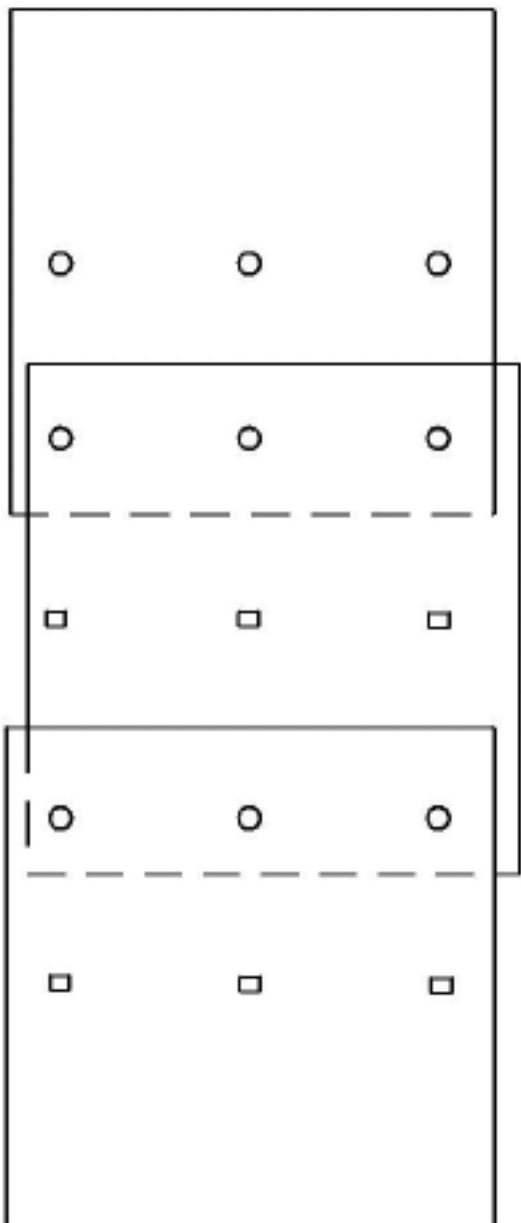


图 7—13
隔片纠正

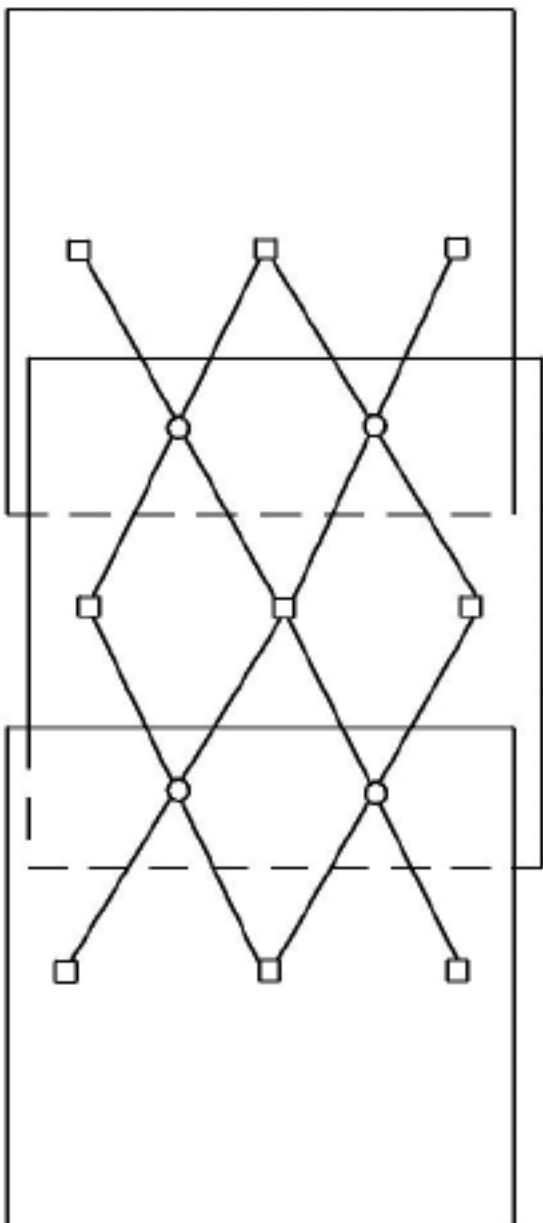


图 7—14
每片纠正

注：○——加密点

不论何种方法测图，在解析法空中三角测量时，相对定向至少要六个定向点，如图 7—12 所示。增加 1、2 两点是供相对定向和模型连接用。所以，它可以是主点，为了提高观测精度，可以以主点为圆心，半径为 1 cm 的范围内，选刺影像明显、清晰的地物点。当选点困难时，可放宽到 1.5 cm 范围内选取。

图 7—12 和图 7—13 的点在重叠正常的情况下，标准点应在过主点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点 1 cm 范围内选取；图 7—14 中的点，应在过两主点的中点且垂直于方位线的直线与旁向重叠中线的交点 1 cm 范围内选取；困难时可放宽至 1.5 cm。

7.7.1.2 加密点的点位规定

a) 连接点如图 7—12 所示，应选在标准点位附近。1、2 点按 7.7.1.1 要求，3、4、5、6 点一般情况下应与测图定向点、隔片纠正点一致，离方位线的距离应大致相等且大于 3 m（像幅为 18 cm×18 cm）和 5 cm（像幅为 23 cm×23 cm）。

当旁向重叠过大，连接点距离方位线小于上述规定时，或当旁向重叠过小，在重叠中线处难以选点时，均可分别选点。但其两点至旁向重叠中线距离之和，一般情况下不得大于 1.5 cm，当选点困难时，可放宽到 2.0 cm。

所选点位构成的图形，尽可能的以组成矩形为好。

b) 两个立体像对（三张像片的中间一张）覆盖一幅图时测图或纠正用的定向点应选在像片上距图廓点或图廓线外 1 cm 范围内，偏离通过主点且垂直于方位线的直线一般不大于 1 cm，最大可到 1.5 cm。当一张像片覆盖多幅图时，在每幅图的图廓点附近应增选加密点。

c) 点位离各类标志应大于 1 mm，点位距离像片边缘小于 1 cm（像幅为 18 cm×18 cm）和 1.5 cm（像幅为 23 cm×23 cm）。

d) 供各种方法测图用的点，要尽量选刺在目标明显的地物上。模型连接点间的高差不宜过大，在平地，纠正点不应选在土堤、洼地、房顶等不能代表一般地面高程的目标上。

e) 所选点位，在本片和相邻像片均应清晰明显、易读、易于切准和转刺，点位一般应选在田埂、水渠交叉的一侧，刺在树冠上的点，其直径（指航摄像片上的树冠直径）不超过 0.5 mm（1：5 000 测图）和 0.4 mm（1：1 000、1：2 000 测图）。对于小土堆顶部、围墙拐角、平房顶角、固定的小独立石等的直径也可按上述对树冠的直径同样要求执行。

梯田、陡坎边角的点位应选在坎上。凡点的高程不是以地面高表示的，一律加说明，注记比高。点位应避免选在无标志的山坡、浑圆山顶、阴影、弧形地物及地面有变迁或拆迁的地物上。

f) 森林地区，点位应尽量选在林间空地的明显目标上。密林地区选点困难时，可选在明显和易于切准的树顶上。疏林地区，点位要刺在树根处，不得刺在树影上；不论选在树冠上或树根处的点，在相邻航线，左右立体像对上的影像都必须清晰。加密点位选在树顶上的，在点号旁加注“树冠”。

g) 在平坦地急剧转为山地、高山地时，在地形变换处，每像对中增选 1~2 点，较大的江河、湖泊、水库地段，图上每隔 10~15 cm 选刺水位点。以作水系平差使用。

h) 自由图边处应照顾像对测绘面积，点位选在图廓线外 1 cm 附近。

7.7.1.3 刺点要求

一个点在一条航线上只允许有一个位置，即像对内点位刺孔只准刺一次。2、4、6 点刺在像对内的右像片上，其余点均刺在像对的左像片上的右半部分。也可采用贴点法代替刺点。

a) 刺点的限差及规定

转刺点的针孔不得大于 0.1 mm，使用立体转点仪转刺时，刺孔的大小和误差均不得大于 0.06 mm。同一个点不允许有两个以上的针孔。

野外控制点一般不转刺，但要转标；需要转刺时，必须依据野外控制片上的刺孔、点位略图及点位说明综合判断进行正确转刺。

b) 接边的选刺点。

航线段或航区间为同一条航线接边时，转刺航线端的外业点或相邻航区在各航线中选取公共加密

点，同时注记统一的点号及高程。

航线段或航区在航线错开时的接边，应将像片重叠部分的外业点互相转刺。区域网间的加密点也应互相转刺，以供检定加密接边精度用。

对旁向重叠超过 60% 的，在不出现航摄漏洞的前提下，应尽量抽片选点。

c) 点号的编排与整饰

加密点点号编排时要求有规律性，对外业平面点或高程点在内业要加密其高程或平面时，在编号中其间隔要考虑进去，这样在输出成果中只要将这些点号改为外业点号即可，内业点点不再重新编号。当所选用的程序有特殊的编排规定时，可按程序要求执行。

编点号以航线编号为基础，自左至右、自上至下进行。

外业点有树高、房高、地堆高时，应在点旁注明、如： $\frac{N3}{476.2}(4.5)$ ； $\frac{N11}{395.4}(4.5)$ 。括号内的数字表示树高或房高。各类点的整饰参照表 7—13。

7.7.1.4 坐标量测

a) 量测像点的仪器可以采用立体坐标量测仪、精密坐标量测仪、解析测图仪，也可采用精密立体测图仪。这些仪器应处于良好状态，要定期进行检校，符合要求方可作业。

b) 像片定向

根据仪器的设备性能，像片坐标量测的定向方法可采用解析框标定向、辅助点定向或方位线定向。需要像片归心时，首先要刺出主点。当采用辅助点定向时，还需要在坐标轴线的 X 方向上距像片边缘 1~1.5 cm 处刺出辅助点，刺孔不大于 0.06 mm。

c) 像点的量测

像点量测的限差应符合表 7—14 的规定（以毫米为单位）。

表 7—13

点 名	符 号	规 格
三角点	△	边长 7 mm
水准点	⊗	直径 4 mm
埋石点	□	边长 4 mm
平高控制点	◎	外圈直径 4 mm, 内圈直径 2 mm
内业加密点	○	直径 2 mm
图廓点	田	边长 6 mm
公里网点	⊕	直径 3 mm

表 7—14

单人两次读数较差		两人对测较差		模型连接点较差
X、Y	P、q	X、Y	P、q	
0.05	0.03	0.06	0.04	0.05

如采用精密立体坐标仪观测，自动记录，以解析框标定向，两次读数较差在 0.01 mm 以内采用最后一次读数。

7.7.1.5 计算

a) 上机前的准备工作

按计算程序要求正确编写各种信息，对各项数据必须认真检查和校对无误后，才能上机计算。计算程序应能对像点坐标进行系统误差改正，当计算程序需要填写改正后的航摄仪焦距 f_x 、 f_y 时，其计

算公式为：

$$f_x = \frac{l_x}{L_x} \cdot f \dots\dots\dots (51)$$

$$f_y = \frac{l_y}{L_y} \cdot f \dots\dots\dots (52)$$

式中：f——航摄仪焦距；
l_x、l_y——航摄仪上的检定框标距；
L_x、L_y——量测片上的框标距。

b) 模型相对定向点的限差应不超过表 7—15 的规定。

表 7—15

项目	使用仪器 地形类别	立坐、精密立坐、精密立体测图仪		解析测图仪	
		平地 丘陵地	山地 高山地	平地 丘陵地	山地 高山地
标准点残余上下视差 (mm)		0.02	0.03	0.05	0.08
检查点残余上下视差 (mm)		0.03	0.04	0.08	0.10

c) 模型连接点的限差应不超过表 7—16 的规定。

表 7—16

项目 仪器	平面位置较差 (ΔS) (mm)	高程较差 (ΔZ) (mm)
立坐、精密立坐、 精密立体量测仪	ΔS ≤ 0.1 × M _像	ΔZ ≤ 0.05 × $\frac{M_{像} \times f}{b}$
解析测图仪	ΔS ≤ 0.08 × M _像	ΔZ ≤ 0.04 × $\frac{M_{像} \times f}{b}$

注：ΔS、ΔZ 均应换算成以米为单位的数值取至 0.1 m。

表中：M_像——航摄像片比例尺分母；
f——航摄仪焦距；
b——像片基线。

d) 大地定向后，基本定向点残差，多余点的不符值及公共，点的较差应不超过表 7—17 的规定。

7.7.1.6 下机后要分析核对各项限差是否符合要求，根据成图方法整理成果：加密点的平面坐标和高程、主点坐标、底点坐标、航高及定向元素。打印成果要清晰，装订整齐，加密像片需填写高程。

7.7.1.7 加密点的中误差按下列公式计算：

$$M_{控} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \dots\dots\dots (53)$$

$$M_{公} = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{3n}} \dots\dots\dots (54)$$

式中：Δ——多余野外控制点与内业加密点的不符值；
d——相邻区域网间公共点的较差；
n——以评定精度的点数。

7.7.1.8 加密接边规定

a) 同比例尺、同地形类别的相邻航线或区域网公共点接边，平面和高程较差均不得超过表 7—17 的规定，然后可取中数作为最后值。与已成图接边时，当较差小于规定限差二分之一时，以已成图为准；当较差大于规定限差的二分之一且小于规定限差时，取中数作为最后值。超过限差时，要认真检查原因，确系已成图的错误，则可用正确的单值成果。

表 7—17

地形类别	定向点残余误差				多余外业控制点不符值				区域网公共点较差			
	平面 (mm)	高程 (m)			平面 (mm)	高程 (m)			平面 (mm)	高程 (m)		
		1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000		1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000		1 : 1 000	1 : 2 000	1 : 5 000
平地	0.3				0.5				0.8			
丘陵地	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9	0.8	0.8	0.8	1.4
山地	0.4	0.4	0.7	1.7	0.7	0.6	1.1	3.0	1.1	1.0	1.8	4.8
高山地	0.4	0.5	1.1	2.7	0.8	0.9	1.8	4.4	1.2	1.4	2.8	7.0
备注	为加密点中误差的 0.75 倍				为加密点中误差的 1.25 倍				为加密点中误差的 2 倍			

b) 同比例尺成图, 不同地形类别接边时, 图上平面位置较差不得大于 1.4 mm, 最大不得超过 1.75 mm。高程较差不得大于用种地形类别加密点中误差之和的 1.25 倍, 然后将实际较差按中误差的比例进行配赋作为使用成果。

c) 不同比例尺接边, 平面的较差不得大于表 7—12 中规定的加密点平面位置中误差化为实地长度之和的 1.25 倍, 然后将实际较差按中误差的实地值的比例进行配赋作为最后值。高程较差的规定与同比例尺不同地形类别接边相同。

7.7.1.9 展点

a) 直角坐标展点仪的 X、Y 导轨要水平且互相垂直, 展点针应消除偏心差, 读数鼓的隙动差不得超过 0.1 mm, 在隙动差小于 0.1 mm 时, 可保持同一旋进或旋出方向展点。

b) 聚酯薄膜要求平整无折痕, 厚度在 0.07~0.1 mm 之间选择。

c) 展点误差不应大于 0.1 mm, 图廓边长、公里网间距离之误差不得大于 0.15 mm, 对角线误差不得大于 0.2 mm。

d) 各类符号规格按表 7—13 执行。

7.8 纠正镶嵌

7.8.1 当平坦地区进行综合法测图时, 一般可采用固定比例尺像片测图, 在纠正点控制测绘面积内,

高差 $\leq 0.0008 \frac{f}{\gamma} \times M$ 时不分带纠正。

式中: f ——航摄仪焦距;

γ ——幅射中心至最远纠正点的距离;

M ——图比例尺分母。

一带纠正的高差限制应符合表 7—18 的规定。表中 γ 的取值, 18 cm×18 cm 像幅时, 每片纠正取 60 mm, 隔片纠正取 80 mm, 像幅为 23 cm×23 cm, 每片纠正取 80 mm, 隔片纠正取 100 mm。

7.8.1.1 根据航摄资料和地面高差情况, 可以采用每片纠正或隔片纠正。、纠正晒印的要求如下:

a) 纠正片的片号和范围, 可根据像片在图板上的位置来决定: 像片图应晒出图廓外 1 cm。

b) 底片刺点

中心点或主点、纠正点、野外控制点都应按像片上的影像转刺在底片上, 其限差按表 7—19 执行。

c) 制作透点阐

透点图应说明图号、航线号、纠正片号和点号。点位应严格重合, 其限差按表 7—19 执行。

7.8.2 分带纠正

表 7—18

比例尺	像幅 (cm)	焦距 (mm)	每片纠正 (m)	隔片纠正 (m)	公 式
1 : 1 000	18×18	152	2.0	1.5	$\Delta h = 0.0008 \frac{f}{\gamma} \times M$ $M\text{—测图比例尺分母}$ $F\text{—航摄仪焦距}$ $Y\text{—幅射中心至最远}$ 纠正点的距离
		210	2.8	2.1	
		152	1.5	1.2	
	23×23	210	2.1	1.7	
		305	3.0	2.4	
		115	3.1	2.3	
1 : 2 000	18×18	152	4.1	3.0	
		210	5.6	4.2	
		152	3.0	2.4	
	23×23	210	4.2	3.4	
		305	6.1	4.9	
		115	7.7	5.8	
1 : 5 000	18×18	152	10.1	7.6	
		210	14.0	10.5	
		115	5.8	4.6	
	23×23	152	7.6	6.1	
		210	10.5	8.4	
		305	15.2	12.2	

表 7—19

项 目	限差 (mm)
透点图	应严格重合
纠正对点误差	0.5
底片刺点误差	0.06
镶嵌、切割线重叠、裂缝	0.2
片与片、带与带接边差	1.0
相邻图幅接边差	1.2

7.8.2.1 在纠正点控制的像片面积内, 高差 $\Delta h > 0.0008 \times \frac{f}{\gamma} \times M$ 时, 应进行分带纠正。分带纠正一

般不宜超过三带。用立体测图仪确它带的边缘曲线, 高程量测的精度不超过表 7—18 所列带距的 $\frac{1}{4}$ 。

7.8.2.2 各纠正点对起始带中间平面的投影差改正数, 按下式计算后并在图板上改正。

$$\delta h = \frac{\Delta h}{H_1 - \Delta h} \cdot R \quad \dots\dots\dots (55)$$

式中: Δh ——纠正点对起始带中间平面的高差;

H_1 ——起始带中间平面的航高;

R ——图板上底点至纠正点的距离 (在 1 : 5 000 成图时 R 可为从主点至纠正点的距离)。

7.8.2.3 航高计算

航高可使用电算成果, 也可按下式计算:

$$H_0 = h_a + H_a = h_a + (D + \frac{r_b}{f} \cdot \Delta h) \frac{f}{d} \quad \dots\dots\dots (56)$$

式中: H_0 ——绝对航高;

H_a ——对 a 点的相对航高;

h_a —— a 点的高程;

D —— a 、 b 两已知控制点间的实地距离;

Δh —— b 对 a 两点之间的高差;

d —— a 、 b 两点在像片上的距离;

r_b ——像底点 (或像主点) 至 b 点在像片上的距离。

两组线段的航高较差不得大于 $H/200$, 在此限差内取中数作为最后值。

7.8.2.4 在晒印完第一带后, 必须改变纠正像片的比例尺, 为此可根据仪器设备情况, 选用下述方法之一种, 继续晒印第二带和其余带:

a) 在图上量出已改正到起始带中间平面的纠正点间对角线的距离 L_1 和 L_1' 。并按下式确定在第二带中间平面上的相应距离 L_2 和 L_2' :

$$L_2 = L_1 + \Delta L$$

$$L_2' = L_1' + \Delta L$$

$$\Delta L = \frac{L_1}{H_1} \cdot \Delta A$$

$$\Delta L' = \frac{L_1'}{H_1} \cdot \Delta A$$

式中: ΔA ——相邻两带中间平面的高差 (即带距);

H_1 ——起始带中间平面的航高。

在透点图上截取线段 L_2 , 然后改变仪器的高度, 使相应投影点与 L_2 重合, 并检查与 L_2' 相应的两投影点是否与 L_2' 一致。如果一致, 即可晒印出相应于第二带的像片, 否否则应检查原因。

b) 在第二带晒像前, 为达到改变像片比例尺的目的, 必须改变纠正仪镜头的高度, 镜头变化值 Δd 可按下列式计算:

$$\Delta d = \frac{F \cdot Q}{f \cdot M} \dots\dots\dots (57)$$

式中: F ——纠正仪焦距;

f ——航摄仪焦距;

Q ——带距;

M ——成图比例尺分母。

Δd 算出后, 即可在仪器上安置, 并使底点的投影位置与图板上的相应位置重合, 接着便可进行第二带晒像。

7.8.3 光学镶嵌

7.8.3.1 光学镶嵌是在纠正对点后, 直接将影像晒印在裱有整块印像纸的图板上 (锌板或铝板)。

7.8.3.2 准备工作

a) 在暗室安全灯下将印像纸裱糊在铝板或锌板上。干燥后, 在安全灯下展点, 展点时先在图板上蒙上一张透明聚酯薄膜, 然后再将公里网点、图廓点、纠正点、中心点 (或主点) 等点位展绘上去, 并刺透到图板上, 然后分别将膜片及图板的点位进行整饰, 整饰后的图板供晒像用, 而透明膜片则用来纠正透点图。

b) 制作嵌贴纸条, 先配制橡胶水, 然后把此胶水刷在防潮纸上, 晾干后再裁切成 5~8 mm 宽的纸条, 裁切口应该平直。

7.8.3.3 作业方法

纠正对点完后, 遮上红色滤光片, 拿去透点图与垫板, 放上晒印完的图板, 在滤光片下根据纠正时的对点情况标定图板。晒像前, 在需要露光的四周, 准确地镶贴黑色纸条, 当第一片纠正对点、标定图板以后, 用重锤将图板均匀压住, 然后将除第一片以外的其余部分均用黑纸遮住, 移开红色滤光片进行露光。露光完了, 将滤光片又遮到镜头前, 并用黑纸盖好已露光的部分, 继续依上述方法进行下一片的对点和露光, 直至全幅光学镶嵌结束。然后进行全幅显影、定影、水洗和晾干。

7.8.4 切割镶嵌

7.8.4.1 片与片之间的镶嵌切割线, 应在像片上纠正点连线附近, 偏离不得大于 1 cm, 带与带之间切割线应以分带线为依据。切割线不允许通过居民地、独立建筑物、桥梁等重要地物点。切割线经过道路、河流等线状地物时应避免成锐角相交。

7.8.4.2 对镶嵌图的要求

色调均匀一致, 镶嵌平整, 粘贴牢固, 切割线光滑。镶嵌对点、切割线的重叠、裂缝、图幅线的接边差等数学精度应符合表 7—19 的规定。

7.9 精密立体测图仪测图

7.9.1 模型比例尺的选择

$$M_{\text{模}} = \frac{H}{Z} \quad \dots\dots\dots (58)$$

式中: H ——相对航高;

Z ——仪器上的相应航高。

模型比例尺的选择必须满足以下三个条件:

- a) 所选择的模型比例尺应使模型内的最高点和最低点的投影距均在仪器 Z 行程的活动范围内;
- b) 所选择的模型比例尺与高程计数器所具备的高程比比例尺相一致或相适应;
- c) 所选择的模型比例尺与测图比例尺的比例关系应为仪器具备的仪座比。

在选择模型比例尺时, 先按第一个条件选择模型比例尺的范围, 其计算公式为:

$$M_{\text{最小}} = \frac{H_{\text{最大}}}{Z_{\text{最大}}} \quad \dots\dots\dots (59)$$

$$M_{\text{最大}} = \frac{H_{\text{最小}}}{Z_{\text{最小}}} \quad \dots\dots\dots (60)$$

式中: $H_{\text{最大}}$ ——立体模型内最低点的相对航高;

$H_{\text{最小}}$ ——立体模型内最高点的相对航高;

$Z_{\text{最大}}$ ——全能仪 Z 的最大投影距;

$Z_{\text{最小}}$ ——全能仪 Z 的最小投影距。

7.9.2 装片

装片应通过放大镜使框标严密对准像片盘的相应标志, 其对准误差不得大于 0.05 mm。

7.9.3 安置焦距

按变形改正后的焦距 f'_K , 在左右投影器上分别安置, 安置值取至 0.01 mm。

$$f'_K = \frac{1}{2}(f'_X + f'_Y) \quad \dots\dots\dots (61)$$

(当采用分别安置焦距的仪器时, 则不必按上式计算, 直接分别安置即可。)

7.9.4 安置概略基线

概略基线 b_x 可取用电算成果，也可按下式计算：

$$b_x = \frac{M_{\text{像}}}{M_{\text{模}}} \times b + M_{\text{obx}} \quad \dots\dots\dots (62)$$

式中： b ——像片基线；

M_{obx} —— b_x 的零位置

7.9.5 外部定向

7.9.5.1 相对定向

电算加密提供了相对定向元素、绝对定向元素和空间基线。为加快定向速度，可应用此成果化算为适应测图仪坐标轴系及分划尺的安置值，并在安置基线与绝对倾角的基础上进行相对定向及绝对定向。相对定向主点不能有残差，其它各点的残余视差不应大于半个测标。

7.9.5.2 绝对定向

a) 绝对定向的平面对点误差，平地、丘陵地一般不大于 0.4 mm，最大不得大于 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。

高程定向误差，不得大于 0.3 m，当采用 0.5 m 基本等各距时，不得大于 0.2 m。

b) 平面的对点误差经配物耗后，应使 3、4、5、6 点误差大致相等，而误差方向相反（3 和 6 相反，4 和 5 相反）。

高程误差经配后，应使 3、4、5、6 点误差大致相等，4 和 5 点的符号相同，但 3 和 4 点、6 和 5 点的符号相反。

7.9.6 地物地貌的测绘

遵循先测地物后测地貌的原则，根据外业调绘片，按居民地、道路、水系、各种附属建筑物、地貌、土壤、植被等分类，依上述次序测绘。在测绘地貌时，按冲沟、陡坎、绝壁、等高线的次序测定。在测绘等高线时，先从最高的山顶处起测，然后逐渐下降，最后测谷底。每个像对的测图范围，不得超过像片上定向点连线外 1 cm，离像片的边缘不得小于 1 cm。

地物与地貌元素应在仪器上直接判绘及参考调绘片根据立体模型仔细辨认和测绘，不错漏、不变形、不移位。

7.9.6.1 在测绘地物时，将 X、Y 手轮放入慢档，摇动 X、Y 手轮，使测标中心沿模型上的地物轮廓线移动，并随时转动脚盘使测标始终与地物表面相切。在测绘依比例尺的地物符号时，可以接拐角打点。对不依比例尺符号，以其定位线或定位点确定。仪器上无法定性的地物，必须到实地补绘。

7.9.6.2 测绘等高线时，要用测标切准模型进行描绘，不得随手勾绘。在等倾斜地段，当计曲线间距小于 5 mm 时，可只测计曲线，在清绘时内插首曲线。

a) 有植被覆盖的地表，测标应尽量切准地面，当只能沿植被表面描绘时，如植被高度大于 $\frac{1}{2}$ 等高距，应加植被高度改正，在树林密集隐蔽地区，应依野外高程点和立体模型进行测绘；

b) 高程注记点需选择在利于量测和便于地形图判读的位置，其测定的数量与平板仪测图要求相同。量测时应切读两次，取中数后注记于图上，读数较差一般不得大于 0.3 m。中数取值至 0.1 m；

c) 图上注记的比高大于 1 m 时，由内业测定。

7.9.6.3 接边的规定

a) 像对与像对之间的接边

地物接边差最大不得大于地物点中误差的两倍。

等高线接边差一般不得大于一根基本等高线的间距，最大不得大于总则中表 1—1 规定的两倍。

不超过上述限差时，可取平均数改正，超过上述限差，应查明原因。

b) 图幅之间的接边

平面和高程的接边差一般不得大于总则中规定的 $\sqrt{2}$ 倍，最大不得大于2倍，按表7—20执行。

7.9.6.4 在每个像对，每幅图测完后，都应认真自检和资料整理及认真的接边，所要求的填写项目必须齐全。

表 7—20

地形类别	平面接边限差 (mm)	等高线接边限差
平地	一般 $0.6 \times \sqrt{2}$ ，最大 0.6×2	一般 $\frac{1}{3}$ 等高距 $\times \sqrt{2}$ ，最大 $\frac{1}{3}$ 等高距 $\times 2$
丘陵地	一般 $0.6 \times \sqrt{2}$ ，最大 0.6×2	一般 $\frac{1}{2}$ 等高距 $\times \sqrt{2}$ ，最大 $\frac{1}{2}$ 等高距 $\times 2$
山地	一般 $0.8 \times \sqrt{2}$ ，最大 0.8×2	一般 $\frac{2}{3}$ 等高距 $\times \sqrt{2}$ ，等高距 $\times 2$
高山地	一般 $0.8 \times \sqrt{2}$ ，最大 0.8×2	一般等高距 $\times \sqrt{2}$ ，最大等高距 $\times 2$

8 地质勘探工程测量

8.1 一般规定

8.1.1 地质勘探工程测量，应依据矿区已有的三、四等三角点，一、二级三角点和图根点进行。在尚未建立控制网的矿区，则应测设勘探基线作为布设和测定地质勘探工程的依据，当该区控制网建立后，应进行联测改算。

8.1.2 矿区开展地质勘探工程测量工作前，应编写矿区测量技术设计书，结束后应编写测量工作成果报告。

8.1.3 当矿区图根点密度不足时，在开展地质勘探工程测量工作前，可利用矿区内已有的三角点、一、二级图根点补充，但最多只能加密至三级。

8.2 勘探网测量

8.2.1 已建立测量控制网的矿区

8.2.1.1 勘探网点的布设，可在勘探网设计图或地形地质图上选定同一勘探线上相距较远的两个交叉点图解其坐标，作为勘探网的起算数据（其中一点坐标仅供反算方位角用）。或经地质人员于实地指定一基点及方位，经连测后作为勘探网的起算数据。

勘探线端点、工程点、剖面控制点（以下简称剖控点）的理论坐标，自起算点按各点间距离及方位用解析法推算。

勘探线端点、工程点、剖控点，由其附近的控制点用光电测距（或量距）极坐标法、角线交会法或经纬仪视距极坐标法将其布设于实地。其布设要求为表1—4、表1—5规定中误差的三倍。

勘探网中各交叉点不是工程点时，可不布设。

8.2.1.2 布设后的勘探线端点（即剖面线端点）及剖控点的定测，用光电测距（或量距）经纬仪极坐标法、测角交会法等施测，各项要求与5.2条中有关规定相同。经定测后同一勘探线上的两相邻剖控点和两剖面端点间的方位与设计值之差不得大于：

$$\Delta\varphi = \frac{0.6mm \times M}{L} \cdot \rho'' \dots\dots\dots (63)$$

式中： L ——点间距离，以米计；
 M ——地形地质图比例尺分母；
 $\rho''=206265''$ 。

8.2.2 未建立测量控制网的矿区，应先测设勘探基线作为勘探工程测量的基础。

8.2.2.1 勘探基线测量，应由矿区的地质人员于实地确定基点和方位后，按设计的勘探剖面线间距，施测基线与各勘探线的交点位置。

8.2.2.2 勘探基线在施测前应先行定线，定线时要尽量选择较远的前方制高点作为定向点。在起点以

已知方位联系定向点方位时，应以经纬仪正倒镜方法定向，定线过程中可同时确定基线与勘探剖面线的交叉点及基线上的转站点，并打入木桩或埋设标石。

8.2.3 勘探基线的距离测量

8.2.3.1 光电测距法测定基线时，可一次照准两次读数测定其间距离。对各交叉点的距离修正，可用小钢尺在地面丈量。其测距边长、测边、测角和气象数据测定的各项要求见 5.2.6、5.2.7 条。

8.2.3.2 钢尺量距法测定基线时，距离往返丈量，作业要求见 5.2.6 条。

8.2.3.3 勘探基线也可用视差法（见 6.3.3 条）以及其它精密光学测距法等测定。

8.2.3.4 勘探基线上各交叉点间距离往返测较差应不大于 $1/2000$ ；高山困难地区应不大于 $1/1000$ 。天顶距观测一测回，往返测高差较差不得大于 $0.04 \text{ m} \times D$ （ D 为以百米计的距离，不足三百米以三百米计）。

8.2.3.5 当地质工作对剖面测量要求的时间紧迫时，可临时用经纬仪视距导线法测定勘探基线，其作业要求如下：

a) 施测前经纬仪应进行视距常数的检定，用于作业的标尺应是仪器检定时的标尺，并必须安装水准器或悬挂垂球；

b) 距离应用全丝读数，往返测定，在读取视距时以中丝位置观测垂直角。其施测要求及限差等与表 5—7 同，其中导线最大长度即为基线布设的最大长度；

c) 施测后应及时建立测量控制网，对所布设的地质工程点，以定测的精度要求进行重测。

8.2.4 利用勘探基线网假定坐标系的矿区，当矿区平面基本控制网建立后，应以图根点测量方法对勘探网基线点、剖面端点剖控点及工程点进行连测，连测的公共点应不少于 4 个，并均匀分布。两相邻连测点间的距离，不得大于矿区地形测量中图根附合导线的全长（见表 5—1），所有地质勘探工程点的位置均应改

算为矿区控制网的坐标系统。

8.3 勘探线剖面测量

8.3.1 勘探线剖面测量应首先按 8.2 中有关规定测定剖面端点和剖控点。

8.3.2 剖面端点、剖控点一般应埋石，满足地质工作需要时也可减少埋石数量，但至少每条剖面线上应有两个埋石点。剖面控制点间距离不得超过表 8—1 的规定。

表 8—1

地形地质 图比例尺	剖控点间距 (km)	测站点间距 (m)	最大视距 (m)	测站点间往 返测较差	两剖控点间测 站长度附合差	高程闭 合差
1 : 1 000	0.35	170	100	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{3}$ 等高距
1 : 2 000	0.70	350	200			
1 : 5 000	1.50	500	250			

注：① 当地质工作要求剖面图的比例尺较地形地质图比例尺大一倍施测时，其剖面测量的技术要求，仍按表中地形地质图比例尺的要求执行。

② 当采用光电测距仪施测剖面时，各项限差不受上表限制，具体要求见 8.3.7。

③ 剖面测站点往返测高差之差见表 5—9。

8.3.3 剖面测站点是施测剖面点的依据，一般以附合于相邻两剖控点的经纬仪视距导线的形式布设。困难地区可作总长不超过剖控点间距二分之一的 1~2 个经纬仪复视视距支导线点作测站点。水平角、天顶距的观测要求见表 5—2、表 5—40。

8.3.4 剖面测站点应埋设木桩，距离用经纬仪视距法正倒镜全丝读数，个别困难地段确难全丝读数时，也应采用中上、中下两段读数之和，并往返测定。天顶距按读取视距时的中丝位置观测一测回。

8.3.5 剖面点测量，在剖控点和测站点上进行，以一个度盘位置读取视距和天顶距，当仪器垂直度盘指标差超过 $\pm 2'$ 时，应加入指标差改正。剖面点至测站点间的视距长度，不应超过表 8—1 的规定。

8.3.6 当地质工作需要向已测定的剖面两端点外继续延伸时，可按 8.3.3 条要求布设支导线点延伸。

端点的坐标仍以延伸前的剖面端点为准。

8.3.7 勘探线剖面测量采用光电测距仪施测时，测站点间距及剖面点至测站点最大距离见表 8—2。

表 8-2

地形地质图比例尺	测站点间距 (km)	剖面点至测站点最大距离 (km)
1 : 1 000	1.0	0.8
1 : 2 000	2.0	1.5
1 : 5 000	3.0	3.0

测站点间距离用光电测距仪单程一次照准两次读数测定。水平角、天顶距用 J6 型经纬仪各观测一测回。

测站至剖面点距离按一次照准一次读数测定，天顶距用一个镜位读至 1'。

8.3.8 当地质工作需要勘探线剖面测量精度与 1 : 500 比例尺形地质图精度一致，而尚未建立满足 1 : 500 比例尺测图精度的基本平面控制网时，应单独布设 1 : 500 比例尺勘探基线，要求如下：

a) 用钢尺量距时，两剖控点间距离不得超过 500 m，测站点间距离为 75~100 m，边长均应往返丈量，往返较差与全长之比不得大于 1 / 2 000；

b) 用光电测距仪测定勘探基线时，按 8.2.3 条执行；

c) 剖面点测量：用钢尺量距时，单程一次丈量，望远镜视线方向的斜距读至厘米，天顶距一个镜位读至 1'；用光电测距仪测距时与 8.3.7 条同；

d) 高程一般以三角高程测定，其全长高差往返较差为 1 / 3 等高距，当矿区地形图等高距为 0.5 m 时，应用图根水准测定。

8.3.9 剖面测量的计算取位：视距，距离取至 0.1m，高差、高程均取至 0.01 m；量距，距离和高差、高程均取至 0.01m。

8.3.10 当地质工作要求在图上切取剖面时，应在地形原图画廓变形不大于 1 mm 的复制聚酯薄膜地形图上进行。切取前首先应将两剖面端点展绘于图上（用实际或理论坐标），连线后再读取各切点距起点的平距和高程。若一条剖面通过两张以上角图时，应按理论方位算出各相邻图幅边处的辅助点坐标后，展绘于图上连续切取。

8.3.11 剖面测量的资料整理和作图

8.3.11.1 剖面施测完后，应计算、摘抄成果表，其有关要求如下：

a) 剖面方向一般按左西右东的原则，当恰为南北向时则按左北右南；

b) 成果表摘抄时，应把线上所有剖面点、测站点、剖控点及工程点以左端点为零，累计归算至右端点。摘抄的距离和高程应为按端点与剖控点、剖控点与剖控点间的理论值经过平差配赋后的平差值；

c) 不在线上的工程点，应计算其偏离距及距起点的投影距；

d) 图上公里线与勘探剖面线交点亦应计算其距端点的距离。

8.3.11.2 剖面图内容包括：

a) 剖面图名称、编号和剖面比例尺（水平比例尺用数字比例尺注记；垂直比例尺则以竖直线状比例尺注记）；

b) 剖面实测方位；

c) 剖面图纵、横坐标线、高程线和图廓线；

d) 剖面投影平面图；

c) 剖面地形线。

8.3.11.3 剖面图绘制精度应符合下列要求：

a) 相邻 X、Y 线、高程线的间距，其理论值与实量值之差图上不大于 0.3 mm；

b) 剖控点、工程点对附近高程线、X 线、Y 线距离与实量值之差图上不大于 0.3 mm；

c) 两工程点间距离与实量值之差图上不大于 0.4 mm；

d) 测站点、剖面点对相邻的剖控点及高程线距离与实量值之差图上不大于 0.3 mm。

8.4 勘探坑道测量

8.4.1 近井点的测定

8.4.1.1 近井点距坑口不宜超过 50 m (当采用光电测距时可不受此限制) 应埋设大木桩或标石。

8.4.1.2 近井点平面位置及高程的测定, 按 5.2 条图根点测量有关规定施测。

8.4.1.3 进行坑道贯通测量 (包括坑内相对贯通、坑内找孔及向坑内打通风孔等) 的近井点, 应根据施工要求提高施测精度并埋石, 不得低于一级图根点的精度。

8.4.2 坑口位置点 (以下简称坑口点) 的布设

8.4.2.1 坑口点可根据实际地形条件, 自近井点以经纬仪极坐标法 (量距或光电测距)、角线交会法或复测量距支导线法测设。

8.4.2.2 坑口点布设后, 应在实地按设计的坑道掘进方向 (中线方向) 布设复测校正桩。

8.4.2.3 开挖好坑口断面及开拓好坑口平台后, 应对坑口点进行复测校正或重新布设。坑口点一般埋设大木桩。

8.4.3 坑口点的测定

8.4.3.1 坑口点的测定一般自近井点起与坑内导线一并施测, 如果通视条件允许, 也可用测角交会法施测。

8.4.3.2 敷设坑内导线的坑口点, 按表 1—6 的要求施测; 不敷设坑内导线的坑口点, 按表 1—5 的要求施测。

8.4.4 坑道定向测量以三点挂线法或激光经纬仪 (激光指向仪) 进行。

8.4.4.1 在坑口点标定坑道中线方向时, 应预先在地面由两个已知方向引测标定两个以上的中线点。当坑口点只与近井点通视时, 应两次引测标定。引测时均应正倒镜标定, 中线点经验核无误后打入大木桩。

8.4.4.2 进至坑后, 三点挂线法每 20~30 m, 激光经纬仪法每 100 m, 应在顶板或棚梁上延设新的中线点。在延设过程中, 可自原地面中线点引测。如系按后视方向向前引测时, 亦应正倒镜标定。

三点挂线法引测中线点需成组标定, 每组三点, 相邻点距不小于 1 m。

8.4.4.3 坑道转向或开岔时, 应在转向点或开岔点标定新的中线方向。

8.4.4.4 坡度较大的倾斜坑道, 应在标定中线的同时, 在两壁上标定腰线点。腰线点应三对一组, 相邻点距不小于 2 m。

8.4.4.5 坡度小于 1/100 的水平坑道, 可直接用三角高程或水准测定掌子面底板高程, 按设计坡度求出其推算高程进行检查, 必要时也可标定腰线。

8.4.4.6 每次标定或检查中、腰线后, 应以书面形式将结果通知施工单位。

8.4.5 坑道导线测量

8.4.5.1 坑道导线点选埋, 一般以点距不小于 10 m 的边长, 在顶板打入木桩后钉入小钉, 或用快干水泥粘糊铜钩, 也可在底板打入不短于 40 cm 的钢钎作为坑内导线点。

设在顶板上的中线点也可作为导线点。

8.4.5.2 坑道导线的边长丈量, 应用经过鉴定的钢尺, 并按下述不同情况分别施测:

a) 全长在 400 m 以内的导线, 边长应往返各一次或同向两次丈量, 读至 5 mm, 两次互差不得大于 1 cm。点位在底板上时, 可沿地面引张钢尺平量。点位在顶板上时, 应悬挂垂线, 目估平量两垂线间的长度。丈量时估计拉力、不测温度, 丈量结果不加各项改正;

b) 全长在 400~1 000m 的导线, 除按上述 a 条的有关要求外, 并应视条件按 5.2.6 的要求进行尺长、温度及倾斜改正;

c) 为坑道贯通测量敷设的导线, 边长必须往、返丈量, 每次丈量均为两次读数, 读至 1 mm, 两次互差不得大于 5 mm, 往返较差与全长之比不得大于 1/4000。丈量时的拉力应与鉴定时拉力一致, 并测记温度, 丈量结果加入各项改正。

8.4.5.3 坑道导线的角度观测

a) 一般坑道导线（全长在 1 000 m 以内）用复测支导线或回归导线施测，当用复测支导线时，水平角用 J6 型经纬仪往、返各观测一测回。以导线延伸方向为准，往测为左角，返测为右角，左右角之和与 360° 之差 Δ 不得超过 $\pm 60''$ ；

b) 道贯通测量时，用闭（附）合导线施测，水平角用 J6 型经纬仪观测二测回，测回较差不得超过 $\pm 30''$ ，其它按表 5—1 中有关规定执行。

8.4.5.4 坑道导线测量随坑道掘进的进度延伸时，应在前一站检测水平角，检测值与原角值较差不得超过下列规定：

20" 导线	$\pm 60''$
30" 导线	$\pm 80''$
45" 导线	$\pm 120''$

在导线近似直伸时，为防止接测点号用错，必要时尚应检查边长。

8.4.5.5 坑道导线测量的技术要求，应不大于表 8—3 的规定。

表 8—3

导线类型	测角中误差 ($''$)	闭（附）合导线		贯通导线极限误差和复测支导线 终点点位中误差 (m)
		全长相对闭合差	角度闭合差	
贯通导线	20	$\frac{1}{4000}$	$40\sqrt{n}$	0.5
400~1 000 m	30	$\frac{1}{3000}$	$60\sqrt{n}$	0.5
400 m 以内	45	$\frac{1}{2000}$	$90\sqrt{n}$	0.3

注：表中 n 为贯通点两侧或复测路线中总折角数。

当全长超过上表规定时，应提高测角精度或在导线 2 / 3 处加测陀螺方位。

对全长超过上表规定，且与生产结合或通过竖井联系的勘探坑道导线测量，应参照有关部门的矿井测量规程，在设计书中拟定，经主管单位批准后执行。

8.4.5.6 坑道导线点的高程用三角高程或图根水准施测。

8.4.5.7 闭（附）合导线点的坐标和高程计算，在各项闭合差符合要求时，角度闭合差平均配赋在各角上，坐标及高程闭合差按边长成比例配赋。

复测支导线在左、右角符合要求时，应分别按左、右角推算各边方位角，用往、返边长分别计算各点坐标，最后取两组结果的中数。

8.4.5.8 坑道平面图测量采用支距法或极坐标法（对于老硐硐室等）测绘，按标准断面掘进且沿中线点施测导线时，可不进行平面图测量，而直接按导线点展绘坑道平面图。

坑道平面图可按坑道所在水平面分别绘制，也可综合绘制，但应分别表示并加说明。

8.4.6 贯通测量

8.4.6.1 为指导坑道的相对贯通，应随工程进度及时施测并延伸导线，绘制比例尺不小于 1 : 2 000 的工程进度图。

8.4.6.2 最后一次标定贯通方向时，两掘进面的距离不得小于 50 m，贯通前的最后几个导线点（不少于三个），应稳定牢固。

当两个掘进工作面间的距离接近 15~20 m（岩巷）或 20~30 m（煤巷）时，应以书面形式通知有关部门及施工单位，以便采取安全措施。

8.4.6.3 坑道贯通后，应立即测量贯通实际偏差值，并将两侧的导线连接起来，计算各项闭合差。

贯通面上的允许偏差值不得超过下列数值：

中线方向偏差 ≤ 0.5 m；

高程偏差 ≤ 0.3 m。

8.4.6.4 坑道与已完工钻孔的贯通（坑内找孔），应在施工前根据测井人员提供的数据，确定钻孔在见矿层位或掘进水平上的坐标和高程，以便计算找孔支巷的设计数据（起点坐标，掘进方向和坡度）。

8.4.6.5 钻孔与坑道的贯通（向坑道内打通风孔及输送电纲等），应先在坑内预计打孔位置，根据坑内已有导线点求得设计坐标，然后在地表根据控制点布设于实地。布设后应按图根点精度测定其地面坐标和高程，以便与设计坐标检查及确定预计钻进深度。

8.5 定位测量

8.5.1 钻孔的布设

设计钻孔（包括重要槽、井）的布设方法与 8.2.1.1 条同。在已施测剖面的矿区，还可利用剖面线上的剖控点，测站设站，用经纬仪视距支导线法沿剖面方向布设钻孔位置（即剖面线法），天顶距观测一测回，视距正倒镜两次读数。

钻孔位置布设后应进行检查，其精度应达到 8.2.1.1 条布设精度要求。

孔位布设后，视施工需要用十字交叉法、直线通过法或距离交会法设置复测校正桩。

8.5.2 钻孔的校正

平整好钻孔机场平台后，如施工需要复测（如倾斜钻孔需校正钻机立轴的方位时），可自复测校正桩进行复测校正，或重新布设。

8.5.3 钻孔的定测

8.5.3.1 已完工的钻孔，可自图根点上按 5.2 条中有关规定测定其平面坐标和高程。

8.5.3.2 当采用光电测距（或量距）极坐标法测定钻孔时，应在所求点上设站观测检查角，其观测值与计算值之差不应大于：

$$\Delta \varepsilon'' = \frac{M}{5000} \cdot \frac{\rho''}{S} \dots\dots\dots (64)$$

式中：S——测距边长；

M——地形地质图比例尺分母。

当钻孔位置处于特殊困难地区，无法测定检查角时，则应按 5.2.5.4 条规定的方法测定。

8.5.3.3 钻孔的定测位置，平面以封孔后的标石中心为准（长观水文孔以套管中心为准），高程测至标石面或套管口，并量取标石面或套管口至地面的高差。

8.5.4 重要的探槽、探井、取样钻孔和地质点（如：老窿、废坑、不敷设导线的坑口、水文长观点、涌水井泉点和矿体露头点等）的定测。

8.5.4.1 上述各种地质工程点和地质点，可用各种测角交会法测定其坐标和高程。

8.5.4.2 如以经纬仪视距极坐标法测定时，水平角应用两个起始方向观测一测回，天顶距观测应照准两个不同高度各一测回，同时测定视距两次，经改平后的两次距离不符值不得大于 $1/150$ ，视距长度不得大于表 8—1 中的最大视距长度。

8.5.4.3 如采用光电测距极坐标法测定时，作业方法及要求见 5.2.6.1 条。

8.5.5 一般的探槽、探井和地质点的定测，可用下列方法测定其图上位置和高程。

8.5.5.1 用经纬仪视距极坐标测记法，一个度盘位置施测水平角、天顶距和视距，一般依据测记的结果计算出方向角、平距和高程，用刻度不大于 $20'$ 的量角器直接展绘在聚酯薄膜复制的地形图上；也可计算出坐标后展绘。

8.5.5.2 当采用大平板仪以图廓变形不大于 1 mm 的聚酯薄膜复制地形图作底图，于野外实地测定地质点时，其操作方法按第 5.3、5.4 条有关规定执行。

8.5.5.3 用上述方法测定的地质点，其平面、高程位置限差应与地形图的地物和等高线相适应。

8.5.6 用航测方法进行一般地质点定位测量

8.5.6.1 当矿区采用航测成图时，在岩层裸露、或能根据地面目标准确地判刺地质点位的地区，亦可用航测方法在测制地形图的同时进行一般地质点定位测量。摄影比例尺与成图比例尺之比，一般不应

小于 1:5。

用于判刺地质点的地质调绘片，一般应采用裱板的放大片，像片的选取和放大，调绘面积线的划分和绘制，以及像片的编号均应与地形调绘片一致。

8.5.6.2 野外在地质调绘片上判刺地质点的判刺误差不得大于 0.2 mm，刺孔直径不得大于 0.1 mm。刺孔要小、要圆、要刺透，不允许刺双孔。

需要测高程的地质点，宜选在坡度平缓目标明显的点位上。

8.5.6.3 地质调绘可由地质人员和测量人员配合完成。所有地质点都应在实地观察选取，并由两名调绘员分别在立体镜下刺点定位，互相检核，确认无误后签署刺点者、检查者姓名和刺点日期，绘制点位略图和点位说明，进行地质量测和描述编录等；

8.5.6.4 地质构造线与地层界线应在野外根据实地影像特征描绘，室内再在立体镜下仔细观察修正、处理好地形起伏、地层产状与地层界线三者之间的关系。

8.5.6.5 凡地质点平面位置或高程不能准确判刺者，均应使用仪器补测，补测方法及要求与 8.5.5 条同。

8.5.6.6 地质调绘片接边应在立体镜下观察拼接，不得有调绘漏洞。接边处线划应自然弯曲，不应有棱角。

8.5.6.7 地质调绘完成后，应对地质调绘片进行整饰，交航测内业在精测仪上测制地形图时一并测制出地质点和地质界线，地质点的高程应测两次取其中数。

9 地形图清绘及复制

9.1 一般规定

9.1.1 地形图的铅笔稿原图应进行着墨（或刻绘），一般采用单色着墨，1:5 000 比例尺地形图根据需要也可采用三色着墨。

9.1.2 提供地质勘查使用的地形图，一般应为印刷图件。

9.2 地形图着墨、刻绘

9.2.1 提交清绘的地形图原图应着色清晰，图廓线及方格网线尺寸正确。

9.2.2 地形图符号应符合相应比例尺的地形图图式的规定。线条均匀，墨色饱满，刻绘线划应透亮，线条光滑，能满足制版印刷或晒图的要求。

9.2.3 地形图符号及地物元素线划的清绘误差，三角点、图根点的中心位置误差应不大于 0.1 mm，其他线划应不大于 0.2 mm。

9.2.4 各项文字及数字注记，采用透明植字剪贴或压印时，应粘贴平整、牢固。

9.2.5 原图着墨后，应涂布一层透明无底色的保护涂料。

9.3 原图接边

9.3.1 清绘原图应认真接边，各类地物、地貌的拼接不应有变形情况，接边时应注意四角拼接无误。

9.4 地形图复制

9.4.1 地形图复制方法，一般应采用平版印刷。印刷图件应平整无污渍，墨色实在，无发肥或断线现象。

9.4.2 根据地质工作要求，复质图件可采用蓝色、棕色或铁灰色油墨印刷。

10 观测成果记录、整理及上交资料

10.1 观测成果的记录与整理

10.1.1 一切原始的观测值和记事项目，必须现场用铅笔或钢笔记录在规定格式的记录纸或手簿中。字迹要清楚、正确、整齐、美观。不得涂改，转抄。外业手簿应进行编号，不得撕毁。

10.1.2 外业手簿中记录和计算的修改及观测值的淘汰，不得涂改或刮补，应以线整齐划去。凡划改的数字和超限划去的成果，均应注明原因和重测成果所在页数。

10.1.3 水平角方向观测值，秒值读记错误应重新观测，度、分读记错误可现场改正。但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。天顶距观测中，分值在各测回中不得连环更改。

距离测量和水准测量中，厘米及其以下的数值不得更改。米和分米读记错误，在同一距离，同一

高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。

10.2 上交资料项目

10.2.1 测量成果经检查验改后，应按工序整理装订成册，并编制目录，按资料管理办法的规定提交。

10.2.2 平面控制测量上交资料项目

- a) 三角网、导线网展点图；
- b) 三角点（导线点）点之记或点位说明；
- c) 测量标志委托保管书；
- d) 重新埋设标石报告表；
- e) 水平方向观测手簿；
- f) 天顶距观测手簿；
- g) 投影用纸及其它归心元素资料；
- h) 仪器检验资料；
- i) 水平方向记簿；
- j) 外业验算资料；
- k) 平差计算资料、成果表。

10.2.3 高程控制测量上交资料项目

- a) 水准路线图；
- b) 水准点点之记；
- c) 测量标志委托保管书；
- d) 水准观测手簿；
- e) 水准仪、水准标尺检验资料；
- f) 平差计算资料；

当进行三角高程及光电测距高程导线测量时，尚应提交：

- g) 高程网平差图；
- h) 光电测距、天顶距观测手簿；
- i) 外业成果验算资料。

10.2.4 光电测距上交资料项目

- a) 测距仪及气象仪表检验资料；
- b) 外业观测记录；
- c) 归心元素测定资料；
- d) 测距成果表及精度估算。

10.2.5 平板仪测量上交资料项目

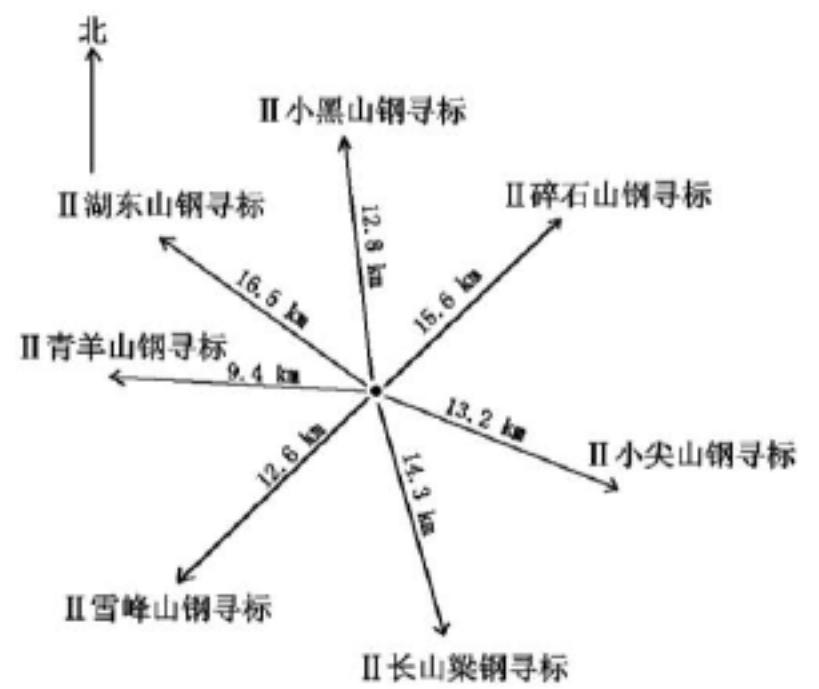
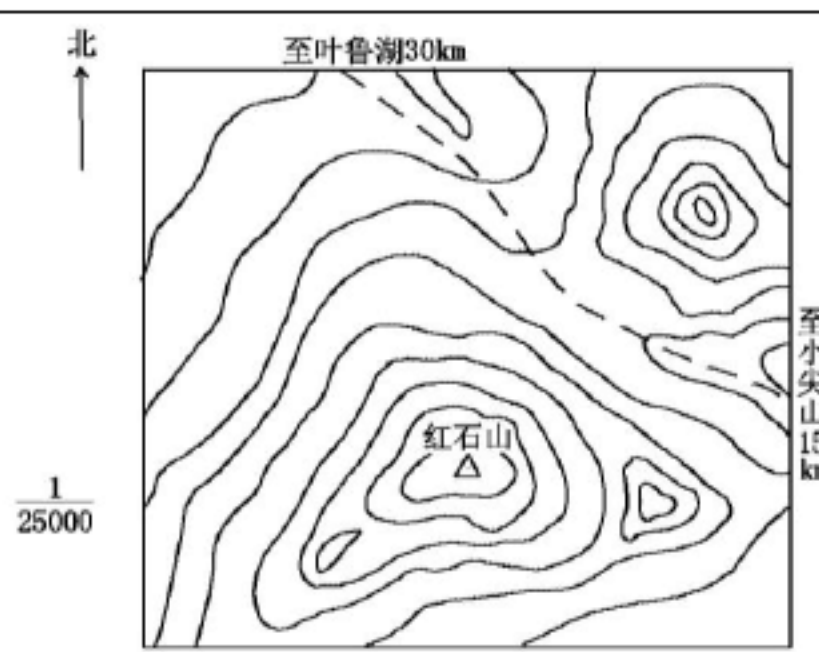
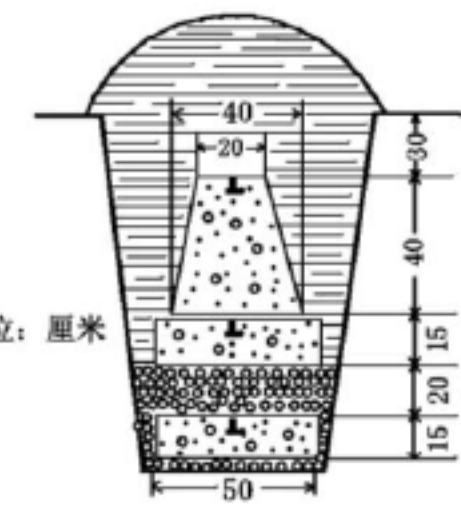
- a) 图根点展点图；
- b) 图根点外业观测手簿；
- c) 图根点计算手簿；
- d) 成果表；
- e) 地形原图及地形测量手簿；
- f) 图历表（或图历卡片）。

10.2.6 地面摄影测量上交资料项目

- a) 展点图（包括像控点、摄影基线位置等）；
- b) 摄影底片、控制像片、调绘像片；
- c) 外业观测手簿；
- d) 内业计算手簿；
- e) 地形原图、图历表（卡）；

- f) 仪器检验资料。
- 10.2.7 航空摄影测量上交资料项目
 - a) 航外控制点联测略图;
 - b) 控制点成果表;
 - c) 外业观测手簿;
 - d) 内业计算手簿;
 - e) 控制像片;
 - f) 调绘像片、像片图;
 - g) 电算加密资料 (透明正片、观测手簿、加密控制成果等);
 - h) 地形原图;
- i) 图历表 (卡)。
- 10.2.8 勘探工程测量上交资料项目
 - a) 矿区控制网平面图;
 - b) 地质勘探工程分布图;
 - c) 仪器、标尺检验资料;
 - d) 地质工程点 (线) 成果表;
 - e) 加密控制点观测手簿;
 - f) 加密控制点平差计算资料;
 - g) 地质工程点 (线) 观测手簿;
 - h) 地质工程点 (线) 平差计算资料。
- 10.2.9 测量成果工作报告 (技术总结)

附 录 A
三角点点之记和三角点的位置说明
(一) 三角点点之记
(补充件)

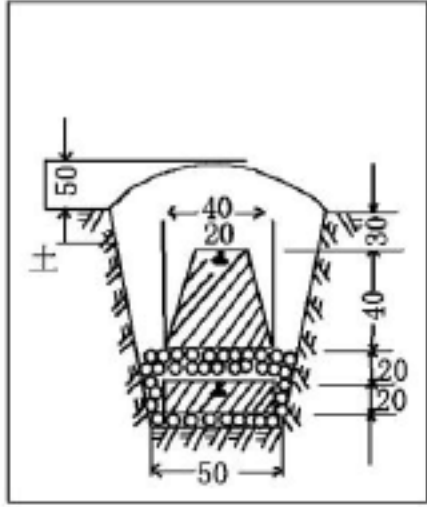
				所在图幅 (1:100000)		9—46—74	
				点号		07402	
乌丽区 (锁)							
点 名	红石山	概略经度	90° 53'		本点交通情况 (水路、陆路、铁路、公路及距本点最近的车站、码头的名称及距离)	由昆仑县城乘汽车, 沿青西公路至五道梁 271 km 由五道梁乘自备加力汽车, 沿加力车便道向西北方向越野行驶 70 km 可到小尖山三角点。 再由小尖山改换牦牛驮运, 向西北方向走 15 km, 即到本点。	
		概略纬度	32° 45'				
地 类	荒 山	概略高程	4950m				
土 质	砂 土	水层深度					
冻结深度	0.5 m	解冻深度	0.5 m				
所 在 地	青海省昆仑县 (市) 乌丽乡红石村						
最近水源及里程	点北小河里有水。约 1.5 km						
最近住所及里程	五道梁, 约 85km			石子来源	点北小河里有	砂子来源	点北小河里有
本点的有关方向				点 位 略 图			
							
选点员对造埋工作的意见				实造规标高度		实埋标石断面图	
觇标类型	标石类型	觇标必须高度		类 型: 钢寻常标 圆筒上沿: 5.63 m 标 尖: 回 光 台: 基 板: 均由上标石面量起			
钢寻常标	II 山地标石	基 板:	圆 筒:				
与旧点重合情况	旧点点名: 旧点所属锁网等级: 施测单位: 测定年月: 觇标及标石规格质量, 可否利用或修复。						
本点 (不测) 支线水准		便于联测的水准路线及点号:				联测方法:	
本点 (不是) 天文点		本点向导何村何职: 乌丽乡, 红石村, 牧民, 扎西					
选 点	作业单位	青海省测绘局 106 测量队		造 标 埋 石	作业单位	青海省测绘局 106 测量队	
	姓 名	王 民			姓 名	张 力	
	时 间	1984 年 6 月 19 日			时 间	1984 年 9 月 23 日	
备 注							

队检查者

检查者

(二) 三角点的位置说明

所在图幅 8—50—12

序号	点名 (点号)	等级	概略 经纬 度及 概略 高程	受委托保 管单位及 点位说明	觐标类型 及 高 度: 标石类型:	实埋标石断面图积尺寸	施 测 单 位: 选点者: 造标者:	选、造 年、月
1	梅峰山 236	四	117° 42' 25° 36' 567 m	福建省、 大田县、 太华乡、 梅林村东 北 500 m	寻常标: 上标石面 距圆筒上 沿 5.4 m。 混泥土地 下标石		福建省 地质测 绘 队	选点: 1977年 5月4日 造标: 1987年 6月1日
							张恩建	
						单位: 厘米	李晓明	

队检查者: 周天华

检查者: 刘志强

附 录 B
重新埋设中心标石点报告表
(补充件)

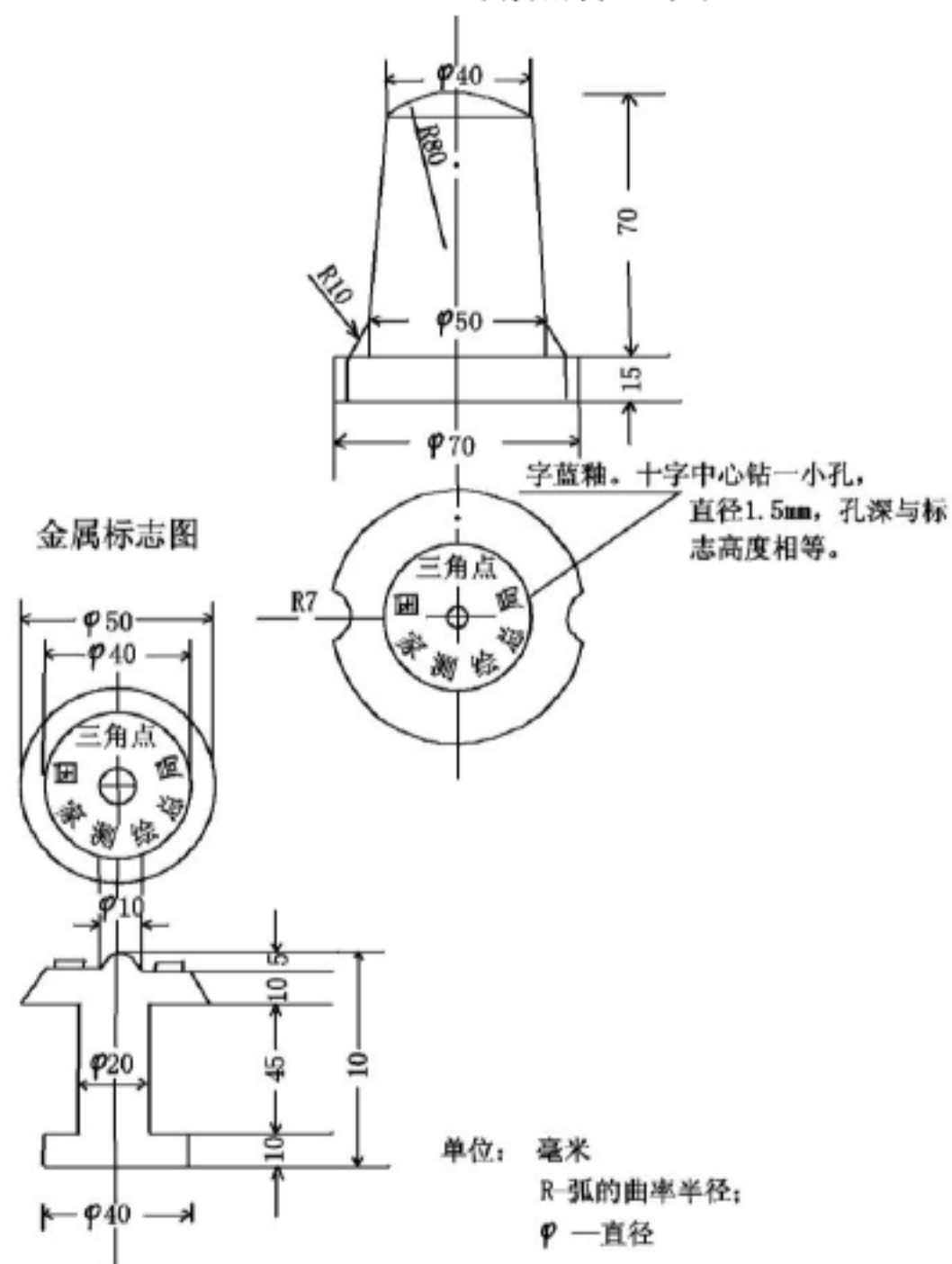
点 名				所在地		
				原点名		
原施测单位				重埋单位		
原造埋时间		年 月 日		重埋时间		
原系区名称和等级				新系区名称和等级		
旧中心标石断面图				新埋中心标石断面图		
重 要 事 项 记 载	重埋标石时的投影方法					
	新旧标石中心的平面关系（以偏心元素略图表示）					
	旧标石中心的相对平面关系（即柱石、盘石中心投影元素，以略图表示）					
	新旧标石顶面的高差，旧标石柱石顶面至新标石顶面的高差为米（旧标石低于新标石时高差为正，反之为负）					
备 注						

造标组组长

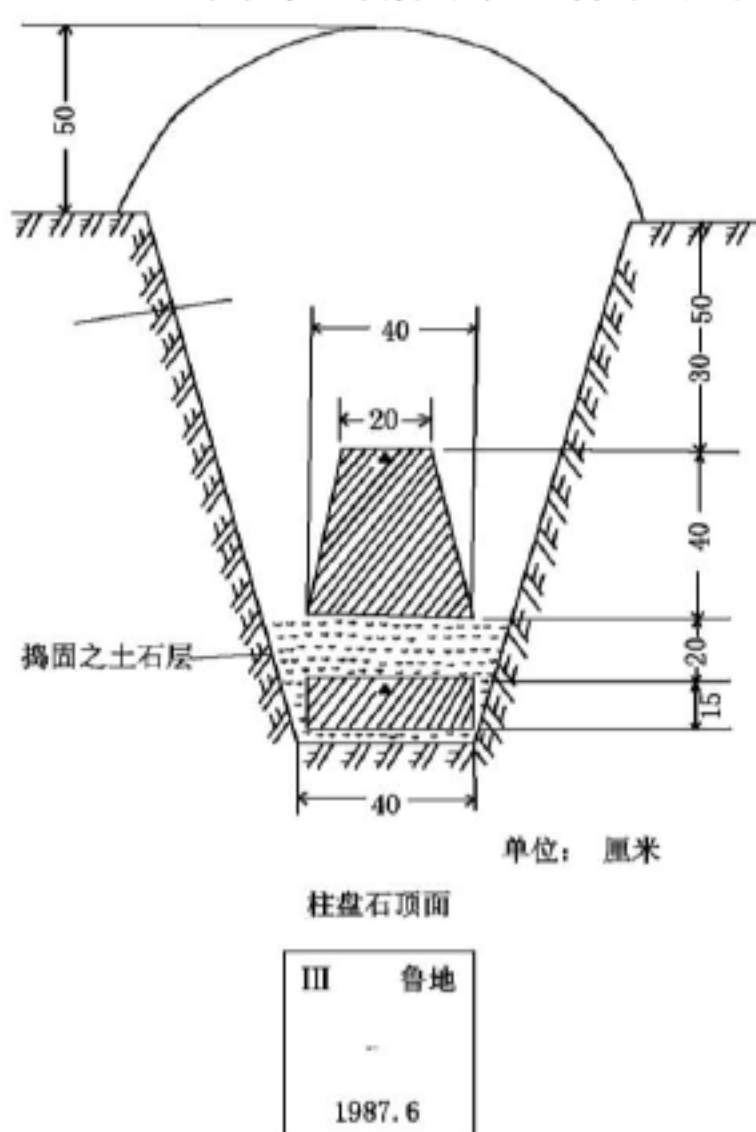
注：本表一式二份：一份随资料上交，一份交原施测单位。

附录 C 各等级三角点标石埋设规格 (补充件)

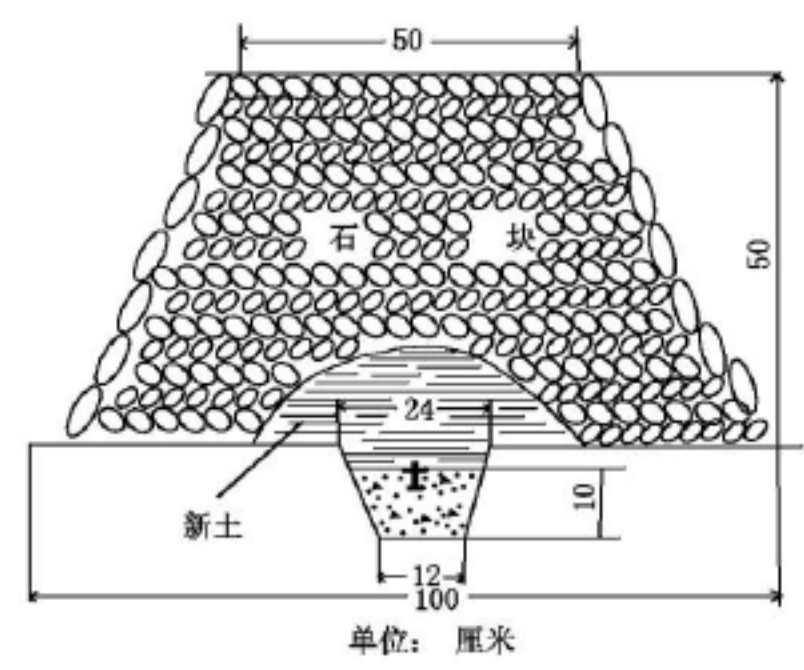
(一) 三角点标志图



(二) 三、四等三角点中心标石埋石图



(三) 岩石地区三角点中心标石埋石图



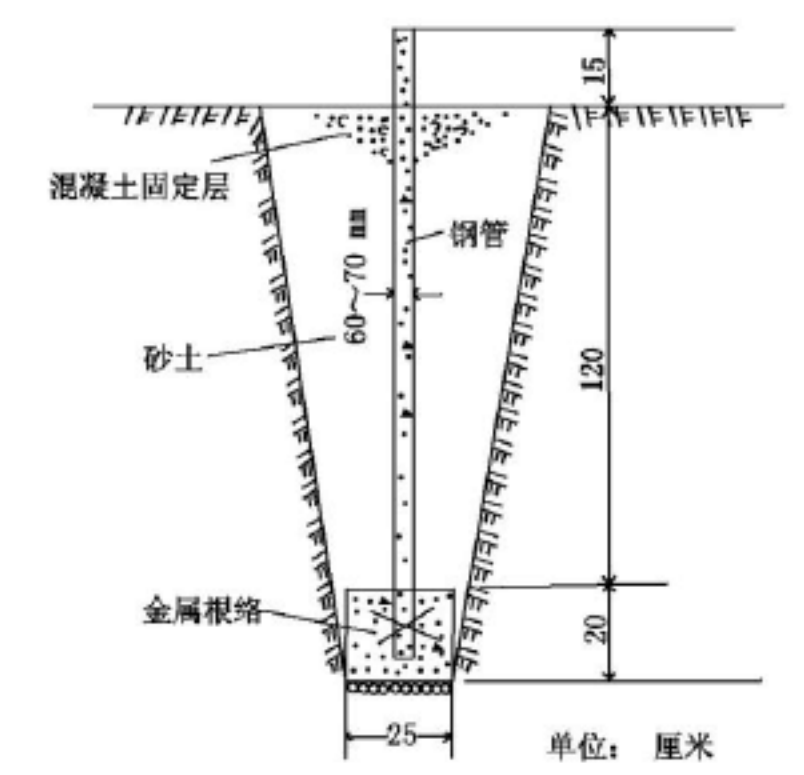
岩石地区三角点标志埋设的规定

序 号	岩石面距地面的深度 (m)	三、四等三角点		
		岩石标志	盘 石	柱 石
1	0.0—0.4	1	—	—
2	0.5—0.7	1	1	—
3	0.8—0.9	1	—	1
4	1.0 以上	—	1	1

说明：1. 表中所列柱石和盘石的尺寸见附录 C 之（二）
2. 第一种岩石地区标志埋设的外部整饰如上图。第二、三、四种岩石地区标志埋设的外部整饰与一般三角点相同。在放盘石或柱石时，应先将岩石面凿平，并在其上铺一层细砂。

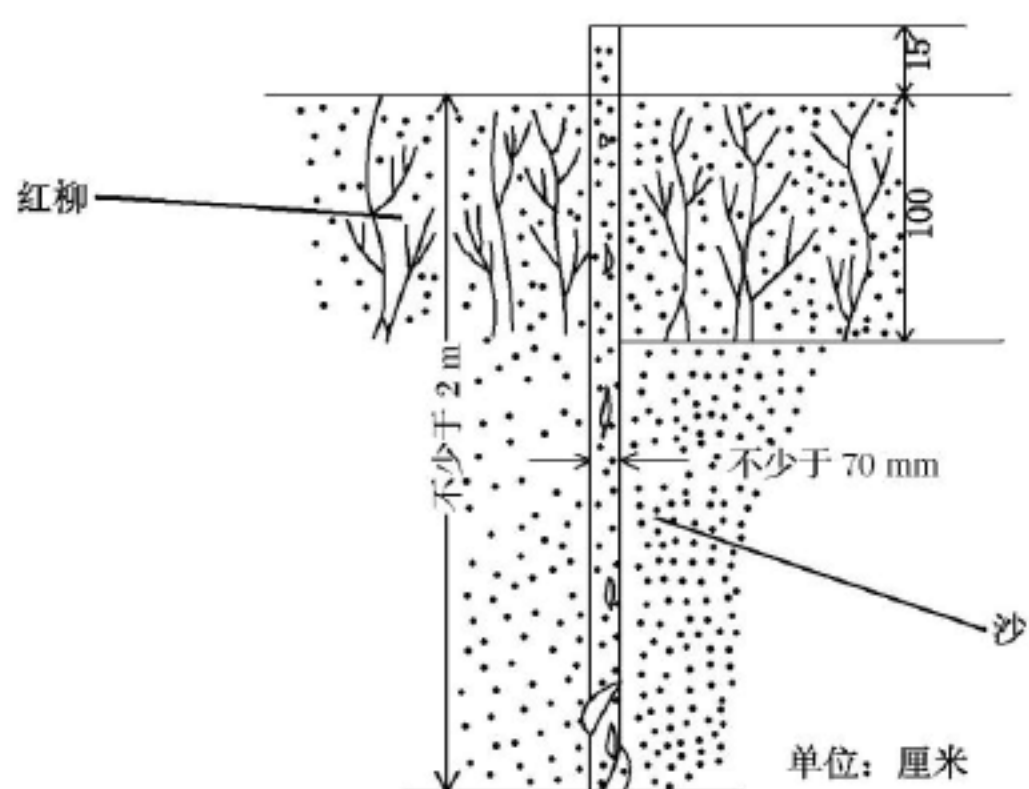
(四) 沙漠地区三角点中心标石埋石图

(1) 固定沙丘钢管标石埋设图



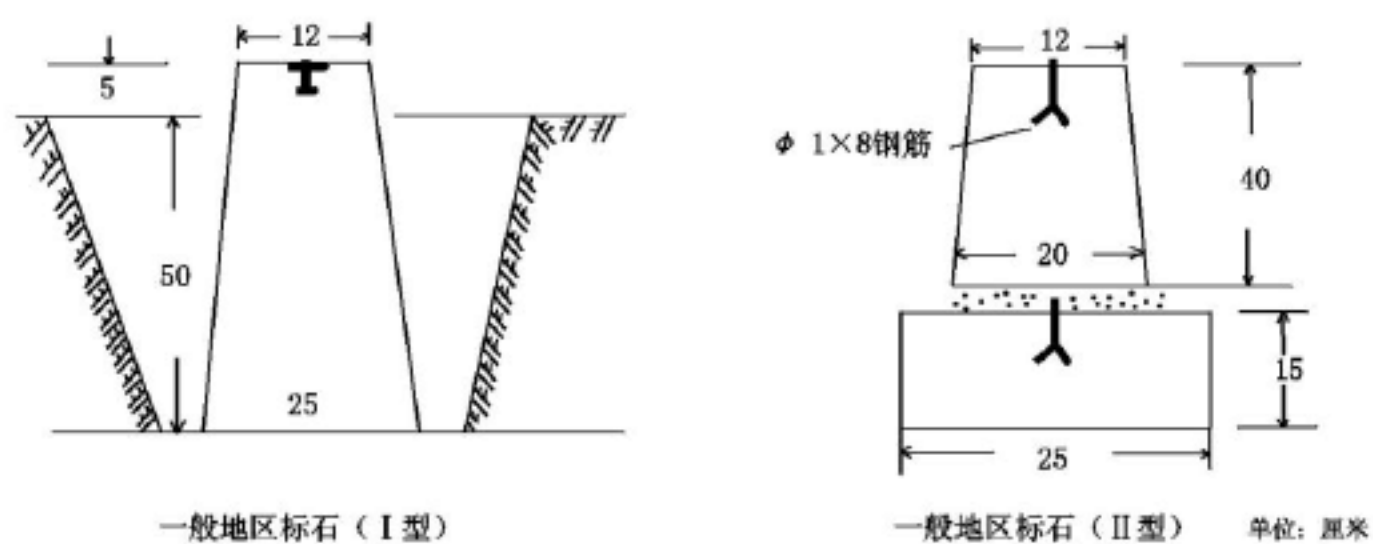
说明： 钢管直径的大小以能安放瓷标志为原则

(2) 流沙丘钢管标石埋石图

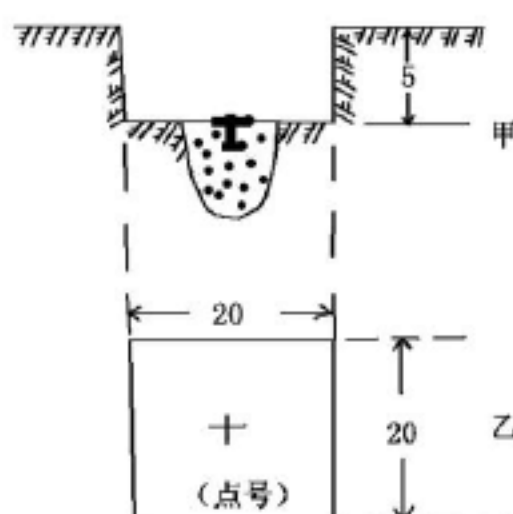


- 说明：1. 螺旋钢管标石打入流沙丘后，应用木桩和红柳围成半径不下于 0.75 m 的护圈。钢管标志周围不宜加固定层。
2. 当在高水位流沙地区埋设时，钢管底端应用钢板封闭，并在钢管外壁加涂沥青，以防腐蝕。

(五) 一级、二级三角点标石埋设图



(六) 岩石地区标石



- 说明：1. 长度以厘米为单位。
2. 岩石地区埋设标志，如上图（甲），当用石料预制一般地区的标石及岩石地区利用天然岩石刻制标石时，可在标石面上刻十字如上图（乙）

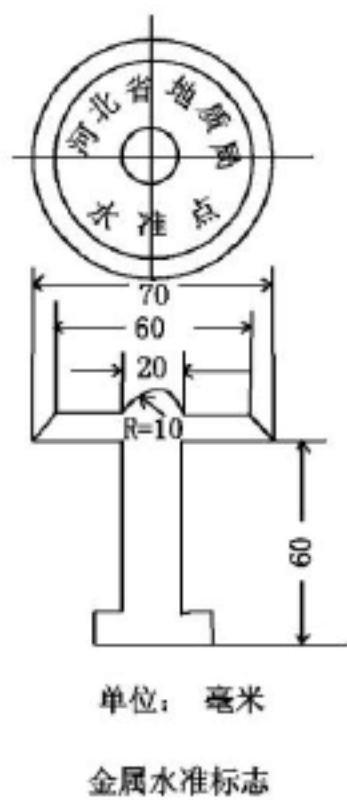
附 录 D
水平方向观测度盘配置表
(补充件)

三、四等，一级、二级三角点方向观测度盘表

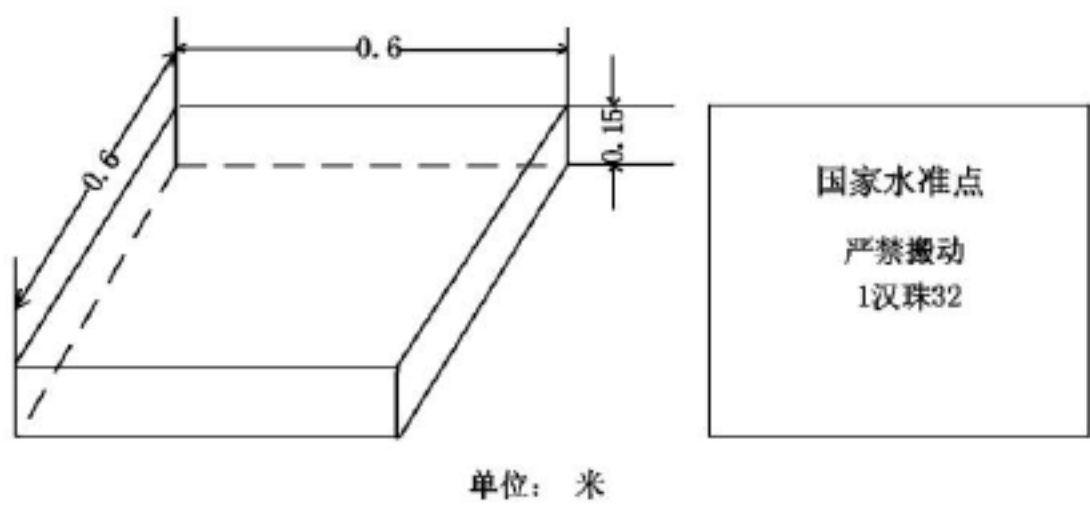
等 级	三 等		四 等		一级、二级	
仪 器	J1	J2	J1	J2	J2	J6
测回数	9	12	6	9	3	6
I	$\begin{smallmatrix} \circ & ' & '' \\ 0 & 00 & 03 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \circ & ' & '' \\ 0 & 00 & 25 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \circ & ' & '' \\ 0 & 00 & 05 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \circ & ' & '' \\ 0 & 00 & 33 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \circ & ' \\ 0 & 01 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \circ & ' \\ 0 & 00 \end{smallmatrix}$
II	20 04 10	15 11 15	30 04 15	20 11 40	60 13	30 10
III	40 08 17	30 22 05	60 08 25	40 22 47	120 25	60 20
IV	60 12 23	45 32 55	90 12 35	60 33 53		90 30
V	80 16 30	60 43 45	120 16 45	80 45 00		120 40
VI	100 20 37	75 54 35	150 20 55	100 56 07		150 50
VII	120 24 43	90 05 25		120 07 13		
VIII	140 28 50	105 16 15		140 18 20		
IX	160 32 57	120 27 05		160 29 27		
X		135 37 55				
XI		150 48 45				
XII		165 59 35				

附录 E
水准点标志，标石及埋设规格
(补充件)

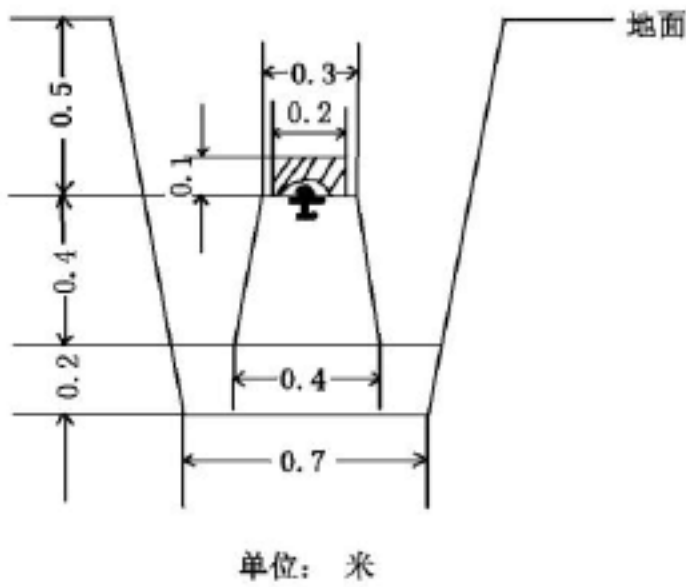
(一) 水准标志图



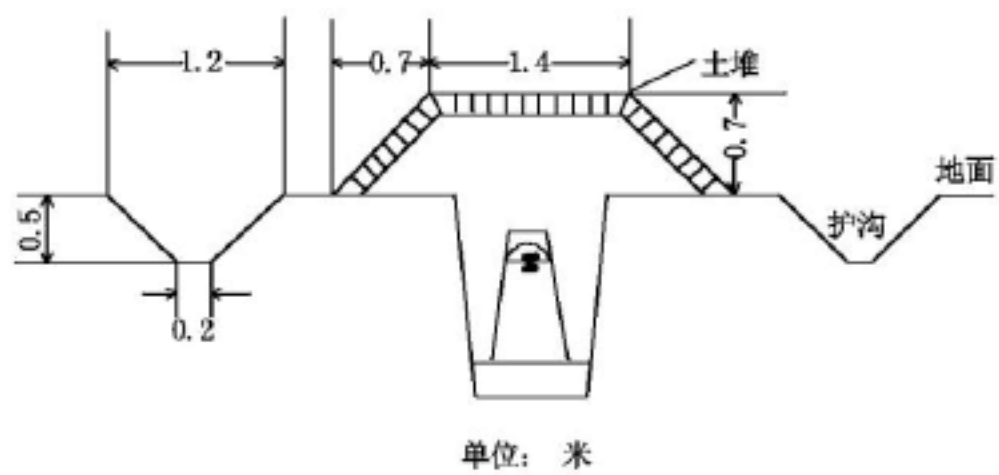
(二) 指示盘图



(三) 普通标石规格图

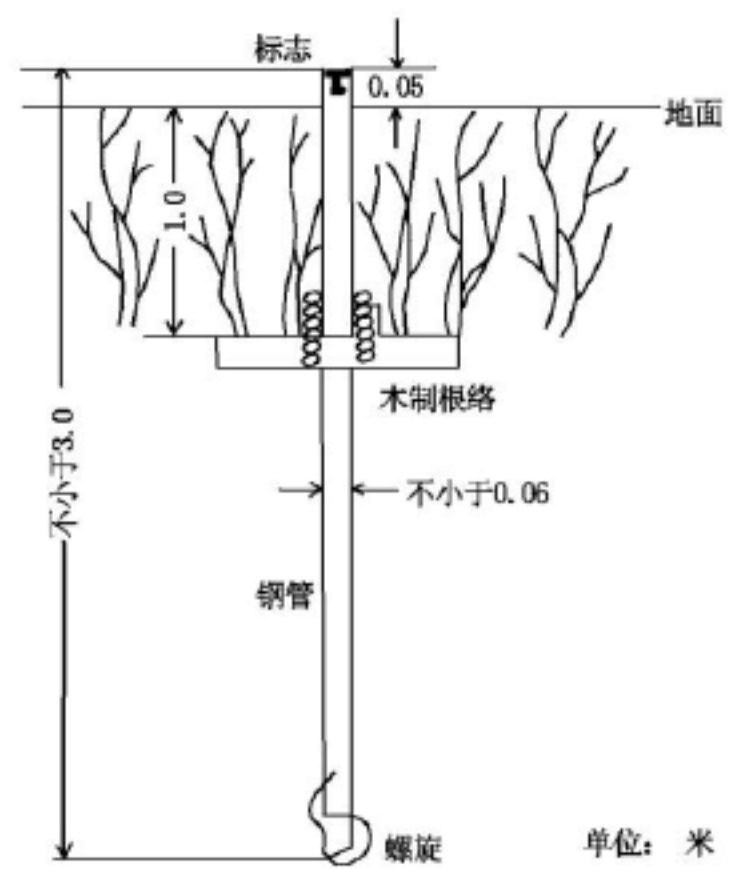
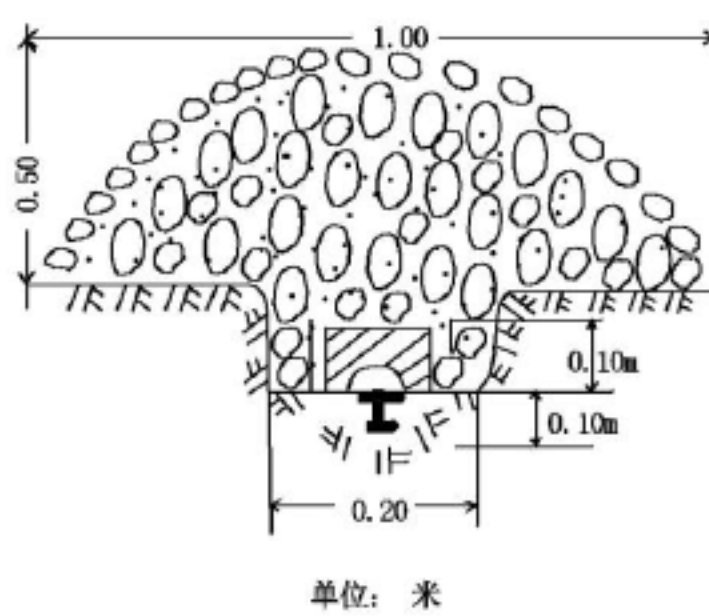


(四) 水准点外部整饰图

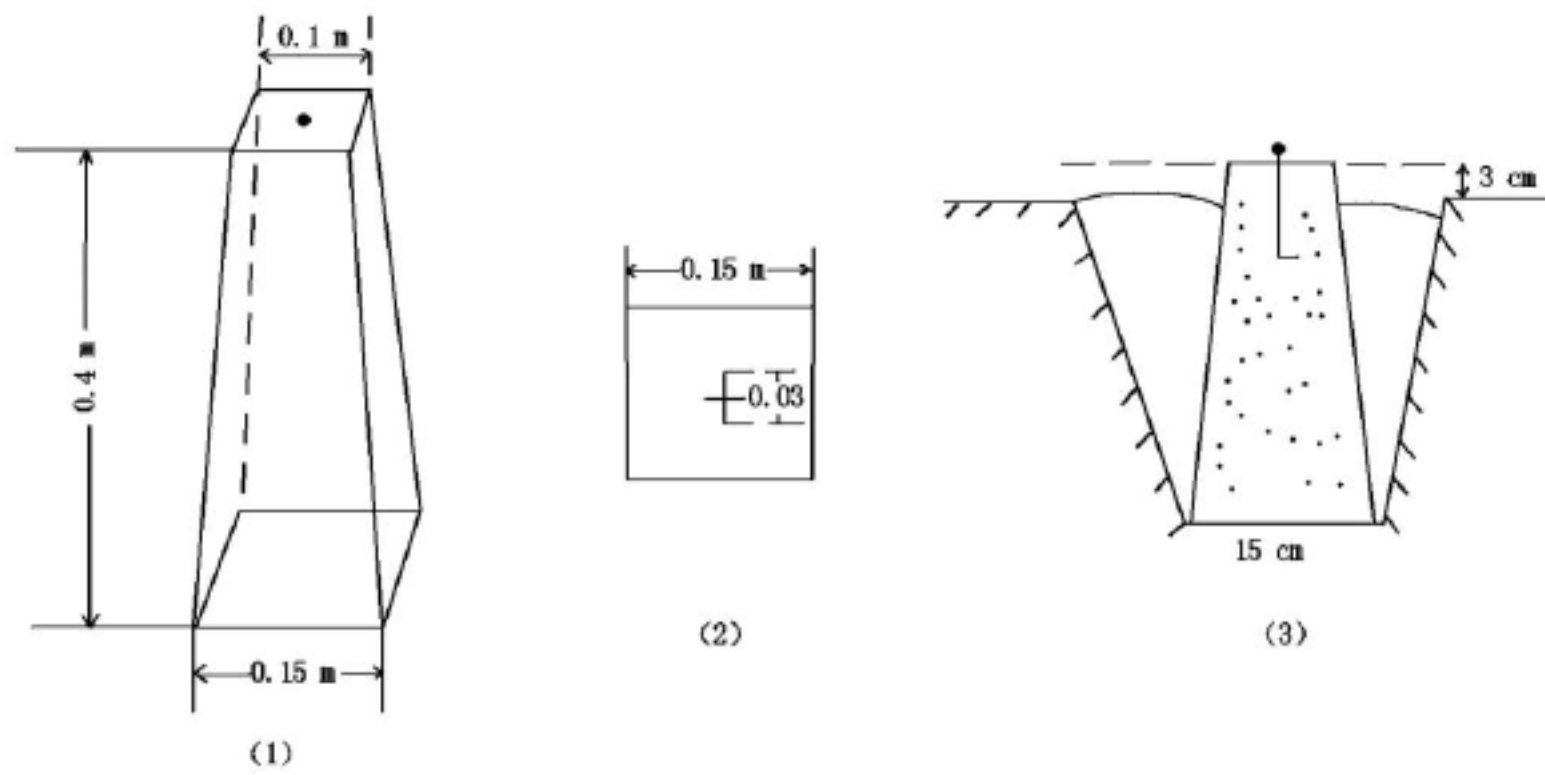


(五) 岩石标志图

(六) 流沙钢管标志图



附录 F
图根埋石点标石规格及埋设
(补充件)



- 说明: 1.普通标石, 高 0.4 m, 顶面 0.1 m×0.1 m, 底面 0.15 m×0.15 m。
 2.利用天然岩石, 需刻 0.15m×0.15 m 方框, 中心刻深度为 0.01 m, 长度为 0.03 m 的“+”字。
 3.在沥青路, 水泥浇灌路面的交接处可用钢筋。

附录 G 地面标志的布设 (补充件)

一、地面标志形状和尺寸

1. 地面标志的形状有十字形、三翼形和圆形等。具体形状为图 1～图 4。

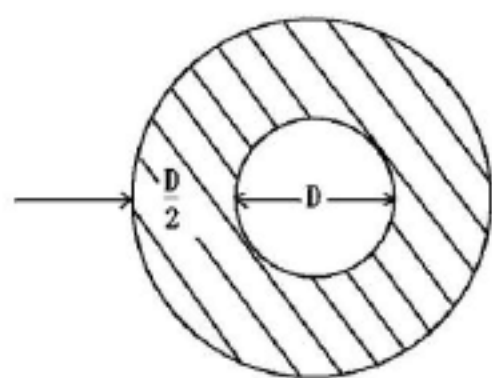


图 1

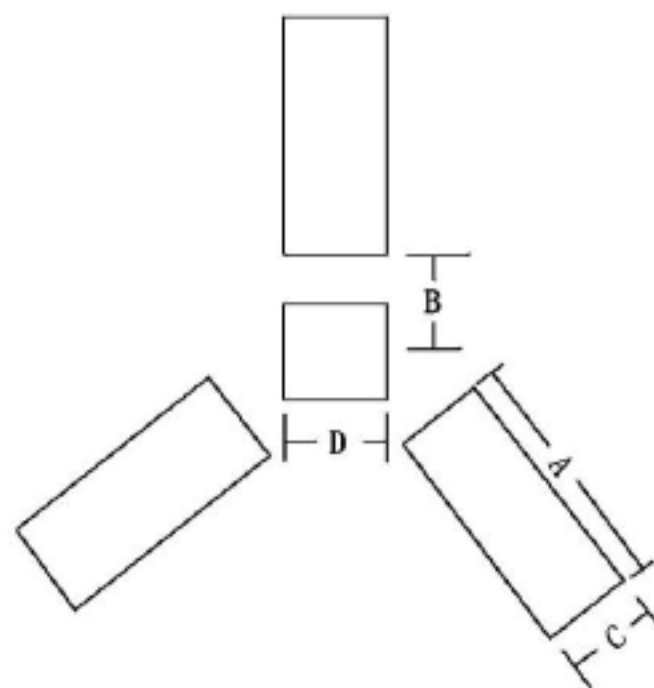


图 2

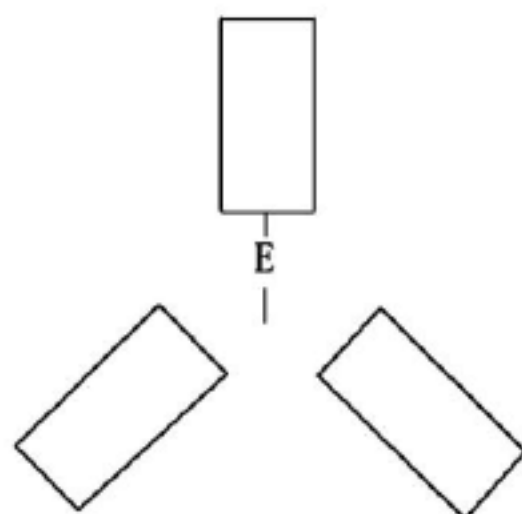


图 3

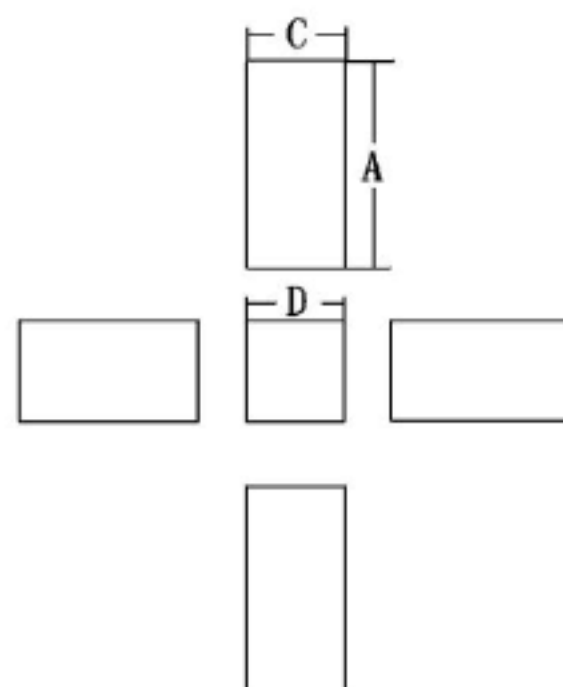


图 4

2. 根据实验结果, 为了保证标志在像片上的大小, 对于不同的航摄比例尺, 可按下表的尺寸布设地面标志, 标志的尺寸应使其影像略大于航测仪器的测标大小, 一般可取 0.05 mm。

摄影比例尺	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)
1 / 3 000	25~30	30~35	10	15~20	10
1 / 5 000	40~50	50~60	10	25~30	15
1 / 7 000	55~70	70~85	15	35~40	20
1 / 10 000	80~100	100~120	20	50~60	30
1 / 15 000	120~150	150~180	30	75~90	45
1 / 20 000	160~200	200~240	40	100~120	60
1 / 25 000	200~250	250~300	50	125~150	75

二、标志的选用

地面标志形状的选用，根据点位特征和地形条件确定。如：有觐标的三角点位宜用十字形标志；容易判读的地物上的点位采用圆形；不易寻找的地面点位宜采用三翼标志等。

三、标志的颜色

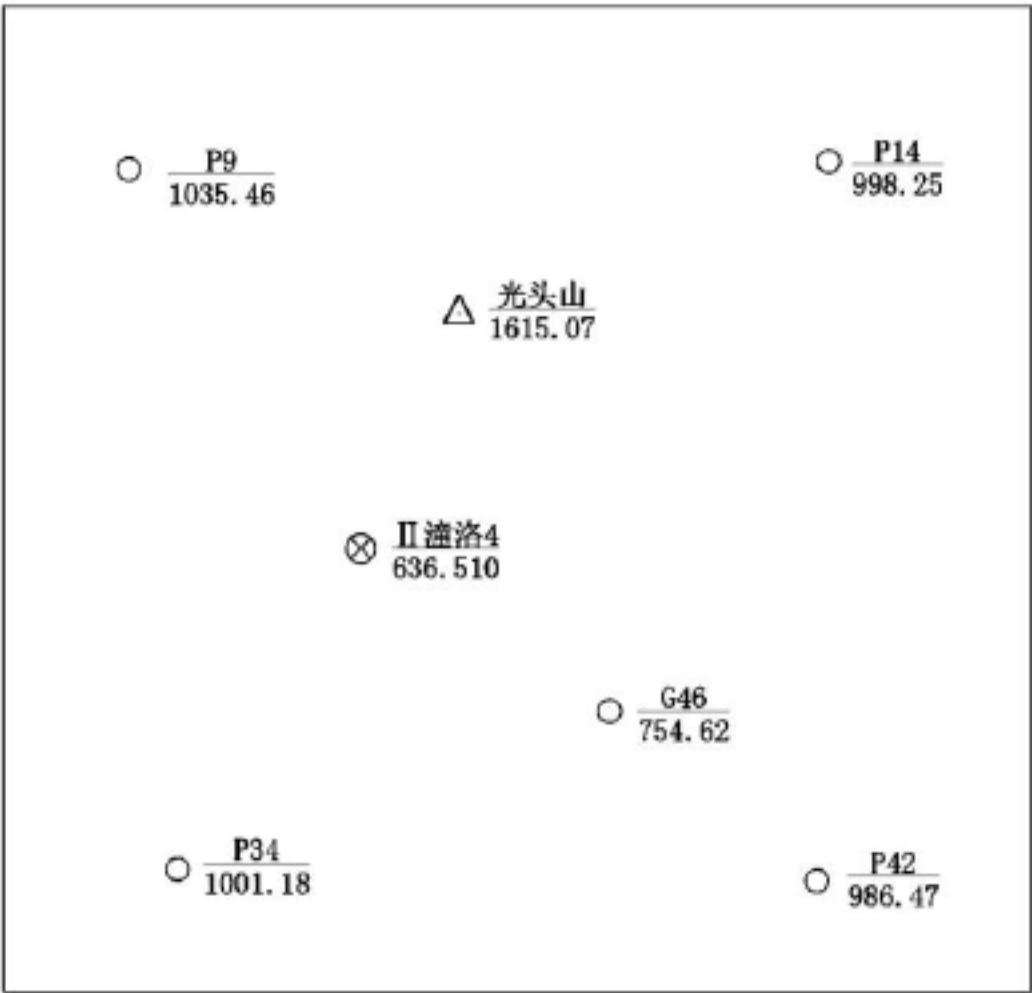
根据长期作业体会，暗色衬景上布设白色标志；植被上采用白色或黄色标志；水泥屋顶上、打谷场上、土路上或没有植被的地面上宜采用黑边的白色标志；标志的衬景为较光亮的地面；最好采用带黑边的圆形白色标志，黑边宽度应等于圆半径的 $1/2$ 。

四、标志的材料

选择标志材料时，要考虑材料的色调和携带的方便，而且由于航摄后，标志一般不便回收，所以最好选用便宜的材料，如塑布、苇席、石灰等。但是乳白色和淡黄色塑料布透光，亮度不够理想，苇席在植被上效果好，但体积太大；白灰调成浆状，涂于除掉草皮或略洼的地面，效果较好，但不易保存。另外，当用后能回收时，也可选用涂白漆的胶木板、塑料板等。

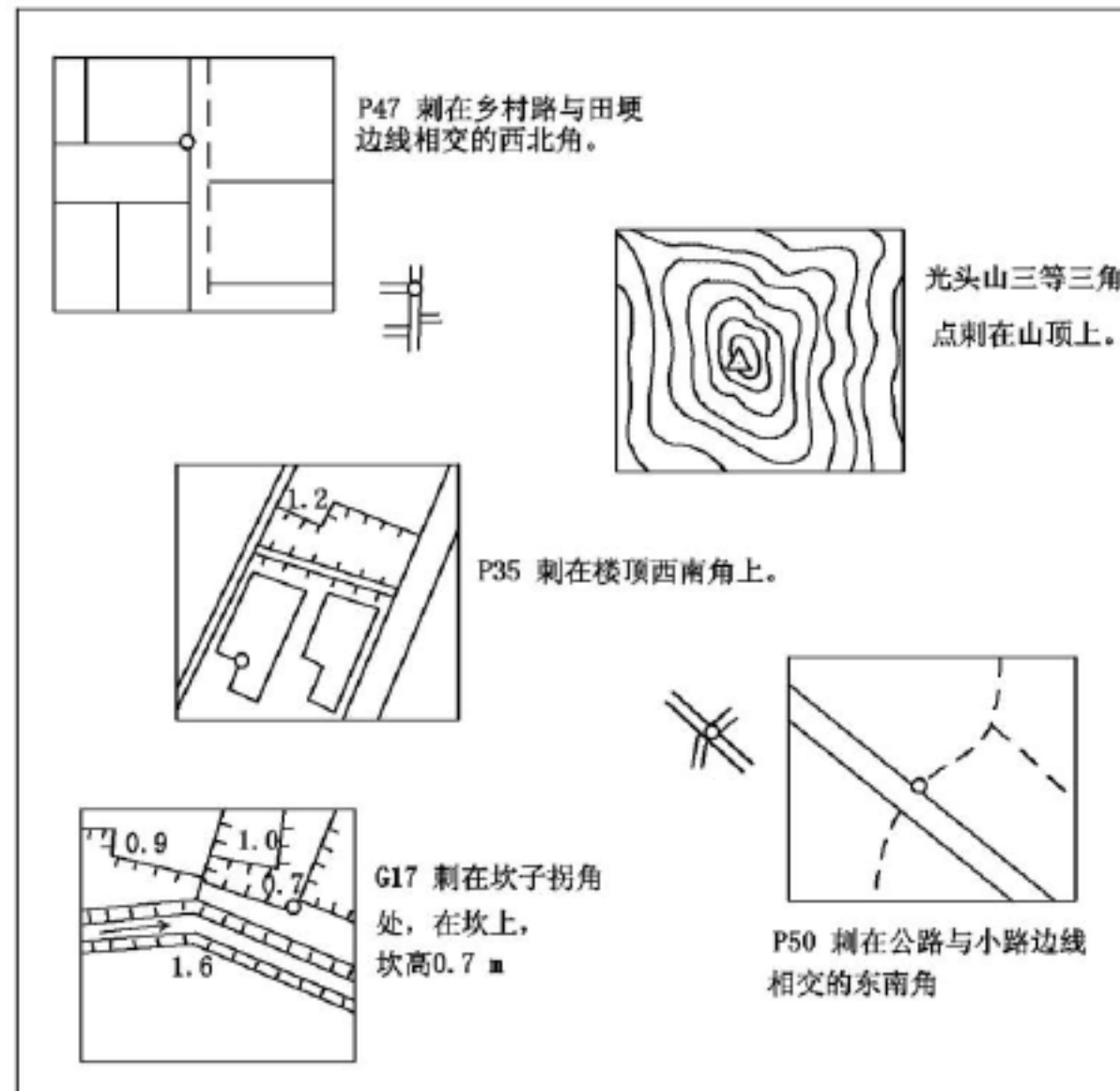
具体选用何种材料，应根据测区特点和具体条件确定。

附录 H
控制像片正面整饰格式
(补充件)



- 说明：1. 本格式适用于平地、丘陵地、山地、高山地各种测图方法的控制像片。
2. 当一张像片覆盖一幅图时，图幅应编号，图幅编号注于像片北部中央；航线编号由北向南用阿拉伯数字编写，注于图幅编号下面；像片编号使用航摄时编号或按航线编号。
3. 能准确刺出的三角点、导线点、平高点，高程点分别以边长（直径）为 7 mm 的三角形、正方形、圆圈等符号整饰；水准点，高程点以直径为 7 mm 的圆圈（水准点中间加“×”符号）整饰。
4. 点名、点号及高程注记要求字体正规，用红墨水注出。

附 录 I
控制像片反面整饰格式
(补充件)



- 说明: 1. 各种点均以黑色铅笔进行注记、说明和绘图。
2. 除每点绘制点位略图外, 为便于更确切的说明点位, 必要时要绘点位放大图, 如 P50、P47。
3. 经实地检查的点, 检查者应签署姓名和检查日期。

附录 J
调绘像片的整饰格式
(补充件)

(1) —1

自由图边已实地检查

检查者: ×××

年 月 日

自由图边已实地检查

检查者: ×××

年 月 日

(2) —3

(1) —3

接边已查

接边者: ×××

检查者: ×××

年 月 日

年 月 日

年 月 日

年 月 日

(2) —1

接边已查

接边者: ×××

调绘者: ×××

年 月 日

检查者: ×××

检查者: ×××

年 月 日

年 月 日

- 说明:
- 1. 图幅编号或航线及像片编号与控制像片相同。本片括号内为航线号, 横线后编号为像片号。
 - 2. 调绘面积线, 因投影差影响, 东、南边用直线, 西、北边用曲线。
 - 3. 测图或调绘界线, 本幅内用蓝色绘出, 图廓线用红色 (如本图西、北两边)。

附加说明:

本标准由地质矿产部地矿司提出。

本标准由地质矿产部《地质矿产勘查测量规范》编写组负责起草。

本标准主要起草人: 杨德森、冯保安、宋该林、周良谋、周炳煊、马祖禧、张天祥、周业良、张培恺、王相钧、陈泽民、马嘉诚、霍宇柱、杜有福。

精品文档 欢迎下载