

UDC

GB

中华人民共和国国家标准

P

GB 50026—93

---

# 工 程 测 量 规 范

Code for engineering surveying

1993—03—26 发布

1993—08—01 实施

---

国家技术监督局  
中华人民共和国建设部

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 工 程 测 量 规 范

**GB 50026—93**

主编部门：中国有色金属工业总公司

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1993年8月1日

# 关于发布国家标准 《工程测量规范》的通知

建标〔1993〕242号

根据国家计委计综〔1986〕250号文的要求，由中国有色金属工业总公司会同有关部门共同修订的《工程测量规范》，已经有关部门会审。现批准《工程测量规范》GB 50026—93为强制性国家标准，自1993年8月1日起施行。原《工程测量规范》TJ26—78同时废止。

本标准由中国有色金属工业总公司负责管理，具体解释等工作由中国有色金属工业总公司西安勘察院负责。出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部

1993年1月3日

# 修 订 说 明

本规范是根据原国家计委计标发〔1986〕250号文通知要求，由中国有色金属工业总公司负责主编，具体由中国有色金属工业总公司西安勘察院会同有关单位共同对原国家基本建设委员会、冶金工业部颁发的《工程测量规范》TJ26—78（试行）进行修订而成。

在修订过程中，修订组经过调查研究，广泛征求全国各地有关单位意见，根据体现政策、技术先进、经济合理、安全适用的要求，保留了原规范适用的条文，删除、修改了不适用或不完全适用的条文，增加了通过鉴定并广泛应用、行之有效的新技术和科研成果，经两次全国性会议讨论修改，最后会同有关部门审查定稿。

修订后的内容共9章40节及7个附录，除保留原规范的总则、平面控制测量、高程控制测量、地形测量、线路测量、绘图复制等章外，增订了施工测量、竣工总图编绘与实测、变形测量；以及地形图的修测，编绘，晒蓝图、静电复印与复照，翻版、晒印刷版与修版，打样与胶印等章节。调整了原章、节中的内容：平面控制测量中规定了三边网的主要技术要求；电磁波测距中规定了等级导线技术要求；高程控制测量中规定了电磁波测距三角高程测量的技术要求；地形测量中规定了电磁波测距仪极坐标法布设图根点的技术要求、速测仪施测的技术要求；线路测量中规定了各等级线路测量的统一技术规定。

鉴于摄影测量技术的迅速发展，其深度和广度已具备形成独立规范的条件，已将原《工程测量规范》中的摄影测量部分另编《工程摄影测量规范》。

各单位在执行过程中，希注意积累资料，总结经验。如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄交西安市西影路 46 号中国有色金属工业西安勘察院工程测量规范国家标准管理组（邮政编码：710054），并抄送中国有色金属工业总公司基建局，以便今后修订时参考。

中国有色金属工业总公司

1992 年 11 月

# 目 录

## 主要符号

第一章 总 则 .....	(1)
第二章 平面控制测量 .....	(2)
第一节 一般规定 .....	(2)
第二节 设计、选点、造标与埋石 .....	(5)
第三节 水平角观测 .....	(6)
第四节 距离测量 .....	(9)
第五节 内业计算 .....	(14)
第三章 高程控制测量 .....	(18)
第一节 一般规定 .....	(18)
第二节 水准测量 .....	(18)
第三节 电磁波测距三角高程 .....	(21)
第四章 地形测量 .....	(23)
第一节 一般规定 .....	(23)
第二节 图根控制测量 .....	(25)
第三节 一般地区地形测图 .....	(30)
第四节 城镇居住区地形测图 .....	(33)
第五节 工矿区现状图测量 .....	(35)
第六节 水域地形测量 .....	(37)
第七节 地形图的修测 .....	(39)
第五章 线路测量 .....	(41)
第一节 一般规定 .....	(41)
第二节 铁路、公路测量 .....	(42)
第三节 架空索道测量 .....	(47)
第四节 自流和压力管线测量 .....	(47)
第五节 架空送电线路测量 .....	(48)

第六章	绘图与复制	(51)
第一节	一般规定	(51)
第二节	绘图	(51)
第三节	编绘	(54)
第四节	晒蓝图、静电复印与复照	(55)
第五节	翻版、晒印刷版与修版	(56)
第六节	打样与胶印	(57)
第七章	施工测量	(59)
第一节	一般规定	(59)
第二节	施工控制测量	(59)
第三节	工业与民用建筑施工放样	(64)
第四节	灌注桩、界桩与红线测量	(67)
第五节	水工建筑物施工测量	(68)
第八章	竣工总图的编绘与实测	(70)
第一节	一般规定	(70)
第二节	竣工总图的编绘	(70)
第三节	竣工总图的实测	(72)
第九章	变形测量	(73)
第一节	一般规定	(73)
第二节	水平位移监测网	(74)
第三节	垂直位移监测网	(75)
第四节	水平位移测量	(76)
第五节	垂直位移测量	(78)
第六节	内业计算及成果整理	(81)
附录一	本规范名词解释	(83)
附录二	平面控制点标志及标石的埋设规格	(84)
附录三	方向观测法度盘和测微器位置变换 计算公式	(86)
附录四	高程控制点标志及标石的埋设规格	(89)
附录五	建筑物、构筑物主体倾斜率和按差异 沉降推算主体倾斜值的计算公式	(92)

附录六	基础相对倾斜值和基础挠度计算公式 .....	(93)
附录七	本规范用词说明 .....	(95)
附加说明	.....	(96)



# 主要符号

$C$ ——照准差；

$D$ ——电磁波测距边长度；

$D_p$ ——水平距离；

$DJ_1, DJ_2, DJ_6$ ——经纬仪的型号；

$DS_{05}, DS_1, DS_3$ ——水准仪的型号；

$f_\beta$ ——方位角闭合差；

$H_d$ ——等高距；

$H_m$ ——平均高程；

$h$ ——高差；

$K$ ——大气折光系数；

$L$ ——线路长度；

$M$ ——测图比例尺分母；

$M_\Delta$ ——高差偶然中误差；

$M_w$ ——高差全中误差；

$m_D$ ——测距中误差；

$m_\alpha$ ——方位角中误差；

$m_\beta$ ——测角中误差；

$N$ ——附和线路或闭合环的个数；

$n$ ——测站数、测段数、边数、基线数、三角形个数；

$P$ ——测量的权；

$R$ ——地球平均曲率半径；

$S$ ——边长、斜距；

$T$ ——边长相对中误差分母；

$W$  —— 闭合差；

$W_f, W_g, W_j, W_b$  —— 分别为方位角条件、固定角条件、板条件、边（基线）条件自由项的限差；

$\alpha$  —— 垂直角；

$\delta$  —— 求距角正弦对数一秒差；

$\delta_h$  —— 对向观测的高差较差；

$\mu$  —— 单位权中误差。

# 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 为了统一工程测量的技术要求，及时、准确地为工程建设提供正确的测绘资料，保证其成果、成图的质量符合各个测绘阶段的要求，适应工程建设发展的需要，制订本规范。

**第 1.0.2 条** 本规范适用于城镇、工矿企业、交通运输和能源等工程建设的勘察、设计、施工以及生产（运营）阶段的通用性测绘工作。其内容包括控制测量、采用非摄影测量方法的 1:500~1:5000 比例尺测图、线路测量、绘图与复制、施工测量、竣工总图编绘与实测和变形测量。

对于测图面积大于  $50\text{km}^2$  的 1:5000 比例尺地形图，在满足工程建设对测图精度要求的条件下，宜按国家测绘局颁发的现行有关规范执行。

**第 1.0.3 条** 工程测量作业前，应了解委托方对测绘工作的技术要求，进行现场踏勘，并应搜集、分析和利用已有合格资料，制定经济合理的技术方案，编写技术设计书或勘察纲要。工程进行中，应加强内、外业的质量检查。工程收尾，应进行检查验收，做好资料整理、工程技术报告书或说明书的编写工作。

**第 1.0.4 条** 对测绘仪器、工具，必须做到及时检查校正，加强维护保养、定期检修。

**第 1.0.5 条** 工程测量应以中误差作为衡量测绘精度的标准，二倍中误差作为极限误差。

**第 1.0.6 条** 对于精度要求较高的工程，当多余观测数小于 20 时，宜选用一定的置信概率，采用中误差的区间估计，再结合观测条件评定观测精度。

**第 1.0.7 条** 各类工程的测量工作，除应按本规范执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 第二章 平面控制测量

### 第一节 一般规定

**第 2.1.1 条** 平面控制网的布设,应因地制宜,既从当前需要出发,又适当考虑发展。

平面控制网的建立可采用三角测量、导线测量和三边测量等方法,对某些特殊工程可采用边角网的测量方法。

平面控制网的等级划分,三角测量、三边测量依次为二、三、四等和一、二级小三角、小三边;导线测量依次为三、四等和一、二、三级。各等级的采用,根据工程需要,均可作为测区的首级控制。

在满足本规范的精度指标的情况下,可越等级布设或同等级扩展。

**第 2.1.2 条** 平面控制网的坐标系统,应在满足测区内投影长度变形值不大于  $2.5\text{cm/km}$  的要求下,作下列选择:

- 一、采用统一的高斯正形投影  $3^\circ$  带平面直角坐标系统;
- 二、采用高斯正形投影  $3^\circ$  带或任意带平面直角坐标系统,投影面可采用 1985 年国家高程基准、测区抵偿高程面或测区平均高程面;
- 三、小测区可采用简易方法定向,建立独立坐标系统;
- 四、在已有平面控制网的地区,可沿用原有的坐标系统;
- 五、厂区内可采用建筑坐标系统。

#### (I) 三角测量的主要技术要求

**第 2.1.3 条** 三角测量的主要技术要求,应符合表 2.1.3 的规定。

**第 2.1.4 条** 三角测量的网(锁)布设,应符合下列要求:

等级	平均边长 (km)	测角中误差 ( $''$ )	起始边边长 相对中误差	最弱边边长 相对中误差	测回数			三角形最大 闭合差 ( $''$ )
					DJ <sub>1</sub>	DJ <sub>2</sub>	DJ <sub>6</sub>	
二等	9	1	$\leq 1/250000$	$\leq 1/120000$	12	—	—	3.5
三等	首级	4.5	1.8	$\leq 1/150000$	6	9	—	7
	加密			$\leq 1/120000$				
四等	首级	2	2.5	$\leq 1/100000$	4	6	—	9
	加密			$\leq 1/70000$				
一级小三角	1	5	$\leq 1/40000$	$\leq 1/20000$	—	2	4	15
二级小三角	0.5	10	$\leq 1/20000$	$\leq 1/10000$	—	1	2	30

注：①本规范表格、公式及条文叙述中的中误差、闭合差、限差及较差均为正负值；

②当测区测图的最大比例尺为 1:1000 时，一、二级小三角的边长可适当放长，但最大长度不应大于表中规定的 2 倍。

一、各等级的首级控制网，宜布设为近似等边三角形的网（锁）。其三角形的内角不应小于  $30^\circ$ ；当受地形限制时，个别角可放宽，但不应小于  $25^\circ$ 。

二、加密的控制网，可采用插网、线形网或插点等形式。各等级的插点宜采用坚强图形布设。当受条件限制时，单插点对于三等点应有不少于 6 个内外交会方向，其中外交会方向至少应有两个交角为  $60^\circ \sim 120^\circ$ ；四等点应有不少于 5 个内外交会方向，当图形欠佳时，其中至少应有外交会方向。双插点的交会方向数应为上述规定的 2 倍，但其中不应包括两待定点间的对向观测方向。当采用边角联合交会时，多余观测数必须与上述各等级插点规定相同。一、二级小三角插点的内外交会方向数不应少于 4 个或外交会方向数不应少于 3 个。

三、一、二级小三角的布设，可采用线形锁。线形锁的布设，宜近于直伸。狭长地区布设一条线形锁时，按传距角计算的图形

强度的总和值，应以对数六位取值，并不得小于 60。

### (I) 导线测量的主要技术要求

**第 2.1.5 条** 导线测量的主要技术要求，应符合表 2.1.5 的规定。

导线测量的主要技术要求

表 2.1.5

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相对中误差	测回数			方位角闭合差 (")	相对闭合差
						DJ <sub>1</sub>	DJ <sub>2</sub>	DJ <sub>6</sub>		
三等	14	3	1.8	20	$\leq 1/150000$	6	10	—	$3.6\sqrt{n}$	$\leq 1/55000$
四等	9	1.5	2.5	18	$\leq 1/80000$	4	6	—	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
一级	4	0.5	5	15	$\leq 1/30000$	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	$\leq 1/14000$	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	$\leq 1/7000$	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注：①表中  $n$  为测站数；

②当测区测图的最大比例尺为 1:1000 时，一、二、三级导线的平均边长及总长可适当放长，但最大长度不应大于表中规定的 2 倍。

**第 2.1.6 条** 当导线平均边长较短时，应控制导线边数，但不得超过表 2.1.5 相应等级导线长度和平均边长算得的边数；当导线长度小于表 2.1.5 规定长度的 1/3 时，导线全长的绝对闭合差不应大于 13cm。

**第 2.1.7 条** 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。当附和导线长度超过规定时，应布设成结点网形。结点与结点、结点与高级点之间的导线长度，不应大于本规范第 2.1.5 条中规定长度的 0.7 倍。

当导线网用作首级控制时，应布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近。

### (II) 三边测量的主要技术要求

**第 2.1.8 条** 各等级三边网的起始边至最远边之间的三角形个数不宜多于 10 个。三边测量主要技术要求，应符合表 2.1.8 的

规定。

三边测量的主要技术要求

表 2·1·8

等 级	平均边长 (km)	测距中误差 (mm)	测距相对中误差
二 等	9	36	$\leq 1/250000$
三 等	4.5	30	$\leq 1/150000$
四 等	2	20	$\leq 1/100000$
一级小 三 边	1	25	$\leq 1/40000$
二级小 三 边	0.5	25	$\leq 1/20000$

**第 2·1·9 条** 各等级三边网的边长宜近似相等,其组成的各内角宜为  $30^{\circ}\sim 100^{\circ}$ 。当受条件限制时,个别角可放宽,但不应小于  $25^{\circ}$ ;当图形欠佳时,应增测对角线边。

**第 2·1·10 条** 四等以上的三边网,宜在网中选择接近  $100^{\circ}$  的角,以相应等级三角测量的测角精度进行观测作为检核。其检核的限差,应符合本规范第 2·5·4 条的规定。

**第 2·1·11 条** 当以测边方法进行交会插点时,至少应有一个多余观测,根据多余观测与必要观测算得的纵、横坐标差值,不应大于 3.5cm。

## 第二节 设计、选点、造标与埋石

**第 2·2·1 条** 测区首级控制网的布设,应在搜集和了解有关资料的基础上,采用野外踏勘和图上设计相结合的方法,制定出合理可行的方案。当与国家点联测时,应同时考虑联测方案。

有特殊要求的工程控制网,应进行控制网的优化设计。当设计重要且复杂的控制网时,宜考虑起始数据误差的影响,在完整的误差分析的基础上,进行整体及各级网的精度优化设计。

**第 2.2.2 条** 当在设计和选点时，宜利用已有点位，并使所选点位构成良好的图形。

**第 2.2.3 条** 控制点位的选定，应符合下列要求：

一、相邻点之间应通视良好，其视线距障碍物的距离，角网二等不宜小于 **2m**；三和四等不宜小于 **1.5m**；一级及一级以下，宜保证便于观测，以不受旁折光等影响为原则；

二、测距边位置的选择，应满足相应测距方法对地形等因素的要求。当采用电磁波测距时，其测距边选择应遵守本规范第 **2.4.4** 条的规定；

三、觇标的高度应合理、作业应安全；

四、控制点应便于长期保存、加密、扩展和寻找。

**第 2.2.4 条** 二、三等控制点应建造觇标；四等控制点可视需要而定。觇标可因地制宜地选用钢标、木标或混凝土标等。所建的觇标，应符合下列要求：

一、标形端正，标架稳固；

二、标柱的中心、仪器台的中心，宜与标石的中心位于同一铅垂线上，其偏差不应大于 **10cm**；

三、标柱距离测站仪器的观测视线：二等点应大于 **20cm**，三、四等点应大于 **10cm**。

**第 2.2.5 条** 二、三等点应埋设柱石和盘石，两层标石中心的最大偏差，不应超过 **3mm**；四等以下的各级控制点，可不埋设盘石；一、二、三级导线点，位于铺装路面上的部分，可采用其他能长期保存、稳定的标志代替埋设标石、标志，标石的埋设规格应按本规范附录二执行。

二、三、四等控制点应绘制点之记，其它控制点可视需要而定。

### 第三节 水平角观测

**第 2.3.1 条** 水平角观测所用的光学经纬仪，在作业前，应进



行下列项目的检验：

一、照准部旋转轴正确，各位置气泡读数较差， $DJ_1$  型仪器不应超过二格， $DJ_2$  型仪器不应超过一格；

二、光学测微器行差及隙动差， $DJ_1$  型仪器不应大于  $1''$ ， $DJ_2$  型仪器不应大于  $2''$ ；

三、水平轴不垂直于垂直轴之差， $DJ_1$  型仪器不应超过  $10''$ ， $DJ_2$  型仪器不应超过  $15''$ ；

四、垂直微动螺旋使用时，视准轴在水平方向上不产生偏移；

五、仪器的底部在照准部旋转时，无明显位移；

六、光学对点器的对中误差，不应大于  $1\text{mm}$ 。

**第 2.3.2 条** 水平角观测前或观测后，应测定归心元素。测定时，投影示误三角形的最长边，对于标石、仪器中心的投影不应大于  $5\text{mm}$ ；对于照准圆筒中心的投影不应大于  $10\text{mm}$ 。投影完毕后，除标石中心外，其他各投影中心均应描绘两个观测方向。角度元素应量至  $15'$ ，长度元素应量至  $1\text{mm}$ 。

**第 2.3.3 条** 水平角观测宜采用方向观测法。当方向数不多于 3 个时，可不归零。各测回间度盘和测微器位置的变换，应按本规范附录三执行。

二等三角点水平角观测可采用全组合测角法。

**第 2.3.4 条** 当测站的方向总数超过 6 个时，可进行分组观测。分组观测应包括两个共同方向（其中一个为共同零方向）。其两组观测角值之差，不应大于同等级测角中误差的 2 倍。分组观测的最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。

**第 2.3.5 条** 水平角观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心不宜超过 1 格。四等以上的水平角观测，当观测方向的垂直角超过  $\pm 3^\circ$  的范围时，宜在测回间重新整置气泡位置。

**第 2.3.6 条** 水平角方向观测法的技术要求，不应超过表 2.3.6 的规定。

等级	仪 器 号	光学测微器 两次重合读 数之差 (")	半测回 归零差 (")	一测回中 2 倍 照准差 变动范围 (")	同一方向值 各测回较差 (")
四等及 以上	DJ <sub>1</sub>	1	6	9	6
	DJ <sub>2</sub>	3	8	13	9
一级及 以下	DJ <sub>2</sub>	—	12	18	12
	DJ <sub>6</sub>	—	18	—	24

注：①为观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，该方向 2 倍照准差的变动范围，可按相邻测回同方向进行比较；

②高山地区二、三等三角网点的水平角观测，当垂线偏差和垂直角较大时，其水平方向观测值应进行垂线偏差的修正。

**第 2.3.7 条** 四等以上导线水平角的观测，应在观测总测回中以奇数测回和偶数测回分别观测导线前进方向的左角和右角。左角平均值与右角平均值之和，应等于  $360^\circ$ ，其误差值不应大于测角中误差的 2 倍。

**第 2.3.8 条** 水平角观测误差超限时，应在原来度盘位置上进行重测，并应符合下列规定：

一、2 倍照准差变动范围或各测回较差超限时，应重测超限方向，并测零方向；

二、下半测回归零差或零方向的 2 倍照准差变动范围超限时，应重测该测回；

三、若一测回中重测方向数超过总方向数的  $1/3$  时，应重测该测回。当重测的测回数超过总测回数的  $1/3$  时，应重测该站。

**第 2.3.9 条** 首级控制网定向时，方位角传递宜联测 2 个已知方向。其水平角观测应按首级网的有关规定执行。

**第 2.3.10 条** 水平角观测结束后，测角中误差，应按下列公式计算：

一、三角网测角中误差：

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad (2.3.10 - 1)$$

式中  $m_{\beta}$ ——测角中误差 (");  
 $W$ ——三角形闭合差 (");  
 $n$ ——三角形的个数。

二、导线(网)测角中误差:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{f_{\beta} f_{\beta}}{n} \right]} \quad (2.3.10 - 2)$$

式中  $f_{\beta}$ ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差 (");  
 $n$ ——计算  $f_{\beta}$  时的测站数;  
 $N$ ——附和导线或闭合导线环的个数。

## 第四节 距离测量

### (I) 电磁波测距

**第 2.4.1 条** 本节电磁波测距各项指标适用于中、短程红外测距仪。中、短程的划分,短程为 3km 以下;中程为 3~15km;

**第 2.4.2 条** 电磁波测距仪按标称精度分级,其级别的划分,应符合下列规定:

一、仪器的标称精度表达式为:

$$m_D = (a + b \cdot D) \quad (2.4.2)$$

式中  $m_D$ ——测距中误差 (mm);  
 $a$ ——标称精度中的固定误差 (mm);  
 $b$ ——标称精度中的比例误差系数 (mm/km);  
 $D$ ——测距长度 (km)。

二、当测距长度为 1km 时,仪器精度分别为:

$$\text{I 级: } |m_D| \leq 5;$$

$$\text{II 级: } 5 < |m_D| \leq 10;$$

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

**第 2.4.3 条** 电磁波测距仪及辅助工具的检校,应符合下列

规定：

- 一、新购置的仪器或大修后，应进行全面检校；
- 二、测距使用的气象仪表，应送气象部门按有关规定检测。当在高海拔地区使用空盒气压计时，宜送当地气象台（站）校准。

**第 2.4.4 条** 选择测距边，应符合下列要求：

- 一、测距边宜选在地面覆盖物相同的地段，不宜选在烟囱、散热塔、散热池等发热体的上空；
- 二、测线上不应有树枝、电线等障碍物，四等及以上的测线，应离开地面或障碍物 **1.3m** 以上；
- 三、测线应避开高压线等强电磁场的干扰；
- 四、测距边的测线倾角不宜太大。

**第 2.4.5 条** 测距的作业，应符合下列要求：

- 一、测边时应在成像清晰和气象条件稳定时进行，雨、雪和大风天气不宜作业，不宜顺光、逆光观测，严禁将仪器照准头对准太阳；
- 二、当反光镜背景方向有反射物时，应在反光镜后方遮上黑布；
- 三、测距过程中，当视线被遮挡出现粗差时，应重新启动测量；
- 四、当观测数据超限时，应重测整个测回。当观测数据出现分群时，应分析原因，采取相应措施重新观测；
- 五、温度计宜采用通风干湿温度计，气压表宜选用高原型空盒气压表；
- 六、当测四等及以上的边时，应量取两端点的测边始末的气象数据，计算时应取平均值。

测量温度时应量取空气温度。通风干湿温度计，应悬挂在离开地面和人体 **1.5m** 以外的地方，其读数取值精确至 **0.2℃**。

气压表应置平，指针不应滞阻，其读数取值精确至 **50Pa**；

七、当测距边用三角高程测定的高差进行倾斜修正时，垂直角的观测和对向观测较差要求，可按本规范第 3.3.4 条中五等三角高程测量的有关规定放宽 1 倍执行。

八、当测高精度边或长边时，应符合下列规定：

1. 宜选在日出后 1 小时左右或日落前 1 小时左右的时间内观测；
2. 宜采用“电照准”；
3. 应在启动仪器 3min 后观测。

第 2.4.6 条 测距的主要技术要求，应符合表 2.4.6 的规定。

测距的主要技术要求

表 2.4.6

平面控制网等级	测距仪精度等级	观测次数		总测回数	一测回读数较差 (mm)	单程各测回较差 (mm)	往返较差
		往	返				
二、三等	I	1	1	6	≤5	≤7	≤2 (a+b·D)
	II			8	≤10	≤15	
四等	I	1	1	4—6	≤5	≤7	
	II			4—8	≤10	≤15	
一级	II	1	—	2	≤10	≤15	
	III			4	≤20	≤30	
二、三级	I	1	—	1—2	≤10	≤15	
	III			2	≤20	≤30	

注：①测回是指照准目标一次、读数 2~4 次的过程；

②根据具体情况，测边可采取不同时间段观测代替往返观测。

第 2.4.7 条 测距边的水平距离计算，应符合下列要求：

- 一、气象改正，应按所给定的图表或公式进行；
- 二、加、乘常数的改正，应根据仪器检测结果进行；
- 三、测距仪与反光镜的平均高程面上的水平距离，应按下式计算：

$$D_P = \sqrt{s^2 - h^2} \quad (2.4.7)$$

式中  $D_P$ ——水平距离 (m);

$s$ ——经气象及加、乘常数等改正后的斜距 (m);

$h$ ——仪器与反光镜之间的高差 (m)。

**第 2.4.8 条** 测距边的精度评定, 应按下列公式计算:

一、单位权中误差:

$$\mu = \sqrt{\frac{[Pdd]}{2n}} \quad (2.4.8-1)$$

式中  $\mu$ ——单位权中误差 (mm);

$d$ ——各边往、返距离的较差 (mm);

$n$ ——测距的边数;

$p$ ——各边距离测量的先验权, 其值为  $\frac{1}{\sigma_D^2}$ ,  $\sigma_D$  为测距的先验中误差, 可按测距仪的标称精度计算。

二、任一边的实际测距中误差:

$$m_{D_i} = \mu \sqrt{\frac{1}{P_i}} \quad (2.4.8-2)$$

式中  $m_{D_i}$ ——第  $i$  边的实际测距中误差 (mm);

$P_i$ ——第  $i$  边距离测量的先验权。

当网中的边长相差不大时, 可按下式计算平均测距中误差:

$$m_{D_i} = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \quad (2.4.8-3)$$

式中  $m_{D_i}$ ——平均测距中误差 (mm)。

(II) 因瓦尺、普通钢尺和 2m 横基尺视差法测距

**第 2.4.9 条** 采用因瓦尺测距的主要技术要求, 应符合表 2.4.9 的规定。

**第 2.4.10 条** 普通钢尺测距的主要技术要求, 应符合表 2.4.10 的规定。

因瓦尺测距的主要技术要求

表 2·4·9

相对中误差	作业次数	丈量总次数	定线最大偏差 (mm)	尺段高差较差 (mm)	读定次数	估读值至 (mm)	温度读数值至 °C	同尺各次或同段各尺的较差 (mm)	成果取值精确至 (mm)	经各项修正后, 各次或各尺全长较差 (mm)
1/300000	2~3	4~6	≤20	≤3	3	0.1	0.5	≤0.3	0.1	≤5√S
1/200000	2	4	≤25	≤3	3	0.1	0.5	≤0.3	0.1	≤8√S
1/100000	1~2	2~4	≤30	≤5	3	0.1	0.5	≤0.5	1.0	≤10√S

注: S 为测距长度 (km)。

普通钢尺测距的主要技术要求

表 2·4·10

边长丈量较差相对误差	作业尺数	丈量总次数	定线最大偏差 (mm)	尺段高差较差 (mm)	读定次数	估读值至 (mm)	温度读数值至 (°C)	同尺各次或同段各尺的较差 (mm)
1/30000	2	4	50	≤5	3	0.5	0.5	≤2
1/20000	1~2	2	50	≤10	3	0.5	0.5	≤2
1/10000	1~2	2	70	≤10	2	0.5	0.5	≤3

注: 当检定钢尺时, 其丈量的相对误差不应大于 1/100000。

**第 2·4·11 条** 2m 横基尺视差法测距的主要技术要求, 应符合表 2·4·11 的规定。

2m 横基尺视差法测距的主要技术要求

表 2·4·11

单个视差图形测距相对中误差	测距长度 (mm)	视差角测角中误差 (")	测角方法及限差
1/8000	50	1	视差角以 DJ <sub>2</sub> 型仪器, 在同竖盘位置观测 6 次, 其角值较差不得超过 5"。
1/5000	70	1	

注: ①当边长大于上表规定时, 应分段测量;

②尺长检定中误差不应超过 0.04mm, 加常数检定中误差不应超过 0.2mm, DJ<sub>2</sub> 型仪器测微器的行差大于 1" 时, 应加行差修正。

## 第五节 内业计算

**第2·5·1条** 计算所用的外业手簿及起算数据,均应经检查核对后才能使用。当使用电子记簿器时,打印输出的主要项目应与手记相同,存贮在记簿器内的各项限差应打印附在记录中。

**第2·5·2条** 一级及以上平面控制网的计算,应采用严密平差法;二级及以下平面控制网,可根据需要采用严密或简化方法平差。当采用简化方法平差时,应以平差后坐标反算的角度和边长作为成果。

**第2·5·3条** 三角网条件方程式自由项的限值,应按下列公式计算:

一、极条件自由项的限值。

1. 对数形式:

$$W_j = 2m_{\beta}'' \sqrt{\sum \delta^2} \quad (2.5.3-1)$$

2. 真数形式:

$$W_j = 2 \frac{m_{\beta}''}{\rho''} \sqrt{\sum \text{ctg}^2 \beta} \quad (2.5.3-2)$$

式中  $W_j$ ——极条件自由项的限值;  
 $m_{\beta}''$ ——相应等级的测角中误差 (");  
 $\delta$ ——求距角正弦对数一秒表差;  
 $\beta$ ——求距角 (°)。

二、边(基线)条件自由项的限值。

1. 对数形式:

$$W_b = 2 \sqrt{m_{\beta}''^2 \sum \delta^2 + m^2 \lg S_1 + m^2 \lg S_2} \quad (2.5.3-3)$$

2. 真数形式:

$$W_b = 2 \sqrt{\frac{m_{\beta}''^2}{\rho''^2} \sum \text{ctg}^2 \beta + \frac{m S_1}{(S_1)} + \frac{m S_2}{(S_2)^2}} \quad (2.5.3-4)$$

式中  $W_b$ ——边(基线)条件自由项的限值;



$\frac{mS_1}{S_1}$ 、 $\frac{mS_2}{S_2}$  ——起始边边长相对中误差；

$m \lg S_1$ 、 $m \lg S_2$  ——起始边边长对数中误差。

三、方位角条件的自由项的限值。

$$W_f = 2 \sqrt{m''_{\alpha_1}{}^2 + m''_{\alpha_2}{}^2 + n m''_{\beta}{}^2} \quad (2.5.3 - 5)$$

式中  $W_f$  ——方位角条件的自由项的限值 (");

$m''_{\alpha_1}$ 、 $m''_{\alpha_2}$  ——起始方位角中误差 (");

$n$  ——推算路线所经过的测站数。

四、固定角自由项的限值。

$$W_g = 2 \sqrt{m''_g{}^2 + m''_{\beta}{}^2} \quad (2.5.3 - 6)$$

式中  $W_g$  ——固定角自由项的限值 (");

$m''_g$  ——固定角的角度中误差 (")。

**第 2.5.4 条** 三边测量的检核项目和限差，应符合下列规定：

一、三角形中观测的一个角度与由观测边长根据各边平均测距相对中误差计算所得的角值限差，应按下式进行检核：

$$W''_{\gamma} = 2 \sqrt{2 \left( \frac{m_D}{D} \rho'' \right)^2 (\operatorname{ctg}^2 \alpha + \operatorname{ctg}^2 \beta + \operatorname{ctg} \alpha \operatorname{ctg} \beta) + m''_{\beta}{}^2} \quad (2.5.4 - 1)$$

式中  $W''_{\gamma}$  ——观测角与计算角的角值限差 (");

$\frac{m_D}{D}$  ——各边平均测距相对中误差；

$\alpha$ 、 $\beta$  ——除观测角外的另两个角度 (°)；

$m''_{\beta}$  ——相应等级的测角中误差 (")。

二、三边网角条件自由项的限值，应按下式计算：

$$W_z = 2 \rho'' \frac{m_D}{D} \sqrt{\sum \alpha_w^2 + \sum \alpha_{\beta}^2} \quad (2.5.4 - 2)$$

$$\alpha_w = \operatorname{ctg} \alpha_i + \operatorname{ctg} \beta_i \quad (2.5.4 - 3)$$

$$\alpha_{\beta} = \operatorname{ctg} \alpha_i \pm \operatorname{ctg} \beta_{i-1} \quad (2.5.4 - 4)$$

式中  $W_z$  ——三边网角条件自由项的限值 (");

$\alpha_w$ ——与极点相对的外围边两端的两底的余切函数之和；

$\alpha_t$ ——中点多边形中与极点相连的辐射边两侧的相邻底角的余切函数之和；四边形中内辐射边两侧的相邻底角的余切函数之和以及外侧的两辐射边的相邻底角的余切函数之差；

$i$ ——三角形编号。

**第 2·5·5 条** 测距长度的归化投影计算，应符合下列规定：

一、归算到测区平均高程面上的测距边长度，应按下式计算：

$$D = D'_0 \left[ 1 + \frac{H_p - H_m}{R_A} \right] \quad (2 \cdot 5 \cdot 5 - 1)$$

式中  $D$ ——测区平均高程面上的测距边长度 (m)；

$D'_0$ ——测距两端点的平均高程面的水平距 (m)；

$H_p$ ——测区的平均高程 (m)；

$H_m$ ——测距两端的平均高程 (m)；

$R_A$ ——参考椭球体在测距边方向法截弧的曲率半径 (m)。

二、归算到参考椭球面上的测距边长度，应按下式计算：

$$D_1 = D'_0 \left[ 1 - \frac{H_m + h_m}{R_A + H_m + h_m} \right] \quad (2 \cdot 5 \cdot 5 - 2)$$

式中  $D_1$ ——归算到参考椭球面上的测距边长度 (m)；

$h_m$ ——测区大地水准面高出参考椭球面的高差 (m)，当测区大地水准面高出参考椭球面的高差  $h_m$  大于 3m 时，二等三角网的起算边和三边网的测距边，应将其归算到参考椭球面上。

三、测距边在高斯投影面上的长度，应按下式计算：

$$D_2 = D_1 \left[ 1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{\Delta y^2}{24R_m^2} \right] \quad (2 \cdot 5 \cdot 5 - 3)$$

式中  $D_2$ ——测距边在高斯投影面上的长度 (m)；

$y_m$ ——测距边两端点横坐标的平均值 (m)；

$R_m$ ——测距边中点的平均曲率半径 (m);

$\Delta y$ ——测距边两端点近似横坐标的增量 (m)。

**第 2.5.6 条** 导线网、边角网平差时,先验中误差  $m_\beta$  及  $m_D$ ,应按本规范第 2.3.10 条、第 2.4.8 条中的方法计算,也可用数理统计等方法求得的经验公式估算先验中误差的值,并用以计算角度及边长的权。

**第 2.5.7 条** 电子计算机平差计算所使用的程序,在投产前应对其所采用的数学模型、计算精度、必要的输出项目等进行审定,充分考核,并经主管部门鉴定。平差计算时,对输入数据应进行仔细校对,对计算的结果亦应进行检查。打印输出的平差成果,应列有起算数据、观测数据以及必要的中间数据。

**第 2.5.8 条** 平差后的精度评定,应包含有单位权中误差、相对点位误差椭圆参数、最弱相邻点点位中误差或最弱边的边长中误差等。当采用简化平差时,平差后的精度评定,可作相应简化。

**第 2.5.9 条** 内业计算中数字取值精度的要求,应符合表 2.5.9 的规定。

内业计算中数字取值精度的要求

表 2.5.9

等 级	观测方向值 及各项修正 数 (")	边长观测值 及各项修正 数 (m)	函数 位数	边长与坐标 (m)	方 位 角 (")
二 等	0.01	0.0001	8	0.001	0.01
三、四等	0.1	0.001	7	0.001	0.1
一级及以下	1	0.001	7	0.001	1

**第 2.5.10 条** 内业计算结束后,应将所采用的程序名称、程序代码说明、打印成果资料,一并附在计算资料中。

# 第三章 高程控制测量

## 第一节 一般规定

**第3.1.1条** 测区的高程系统,宜采用1985国家高程基础。在已有高程控制网的地区进行测量时,可沿用原高程系统;当小测区联测有困难时,亦可采用假定高程系统。

**第3.1.2条** 高程控制测量,可采用水准测量和电磁波测距三角高程测量。高程控制测量等级的划分,应依次为二、三、四五等。各等级视需要,均可作为测区的首级高程控制。

**第3.1.3条** 首级网应布设成环形网。当加密时,宜布设成附合路线或结点网。

## 第二节 水准测量

**第3.2.1条** 水准测量的主要技术要求,应符合表3.2.1的规定。

水准测量的主要技术要求

表3.2.1

等级	每千米高差全中误差(mm)	路线长度(km)	水准的型号	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差	
					与已知点联测	附合或环线	平地(mm)	山地(mm)
二等	2	—	DS <sub>1</sub>	因瓦	往返各一次	往返各一次	$4\sqrt{L}$	—
三等	6	≤50	DS <sub>1</sub>	因瓦	往返各一次	往一次	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$
			DS <sub>3</sub>	双面		往返各一次		
四等	10	≤16	DS <sub>3</sub>	双面	往返各一次	往一次	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$
五等	15	—	DS <sub>3</sub>	单面	往返各一次	往一次	$30\sqrt{L}$	—

注:①结点之间或结点与高级点之间,其路线的长度,不应大于表中规定的0.7倍;

②L为往返测段,附合或环线的水准路线长度(km);n为测站数。

**第 3·2·2 条** 水准测量所使用的仪器及水准尺，应符合下列规定：

一、水准仪视准轴与水准管轴的夹角，DS<sub>1</sub> 型不应超过 15"；DS<sub>3</sub> 型不应超过 20"；

二、水准尺上的米间隔平均长与名义长之差，对于因瓦水准尺，不应超过 0.15mm，对于双面水准尺，不应超过 0.5mm；

三、二等水准测量采用补偿式自动安平水准仪时，其补偿误差  $\Delta\alpha$  不应超过 0.2"。

**第 3·2·3 条** 水准点应选在土质坚硬、便于长期保存和使用方便的地点。墙水准点应选设于稳定的建筑物上，点位应便于寻找、保存和引测。

一个测区及其周围至少应有 3 个水准点。水准点间的距离，一般地区应为 1~3km，工厂区宜小于 1km。

**第 3·2·4 条** 各等级的水准点，应埋设水准标石。标志及标石的埋设规格，应按本规范附录四执行。

**第 3·2·5 条** 各等级的水准点，应绘制点之记，必要时设置指示桩。

**第 3·2·6 条** 水准观测应在标石埋设稳定后进行，其主要技

水准观测的主要技术要求

表 3·2·6

等级	水准仪的型号	视线长度 (m)	前后视较差 (m)	前后视累积差 (m)	视线离地面最低高度 (m)	基本分划、辅助分划或黑面、红面读数较差 (mm)	基本分划、辅助分划或黑面、红面所测高差较差 (mm)
二等	DS <sub>1</sub>	50	1	3	0.5	0.5	0.7
三等	DS <sub>1</sub>	100	3	6	0.3	1.0	1.5
	DS <sub>3</sub>	75				2.0	3.0
四等	DS <sub>3</sub>	100	5	10	0.2	3.0	5.0
五等	DS <sub>3</sub>	100	大致相等	—	—	—	—

注：①二等水准视线长度小于 20m 时，其视线高度不应低于 0.3m；

②三、四等水准采用变动仪器高度观测单面水准尺时，所测两次高差较差，应与黑面、红面所测高差之差的要求相同。

术要求，应符合表 3·2·6 的规定。

**第 3·2·7 条** 两次观测高差较差超限时应重测。二等水准应选取两次异向合格的结果。当重测结果与原测结果分别比较，其较差均不超过限值时，应取三次结果的平均数。

**第 3·2·8 条** 水准测量的内业计算，应符合下列规定：

一、平差前每条水准路线若分测段进行施测时，应按水准路线往返测段高差较差计算，每千米水准测量的高差偶然中误差，应按下式计算：

$$M_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{4n} \left[ \frac{\Delta\Delta}{L} \right]} \quad (3.2.8 - 1)$$

式中  $M_{\Delta}$ ——高差偶然中误差 (mm)；

$\Delta$ ——水准路线测段往返高差不符值 (mm)；

$L$ ——水准测段长度 (km)；

$n$ ——往返测的水准路线测段数。

$M_{\Delta}$  的绝对值不应超过本规范表 3·2·1 规定的各等级每千米高差全中误差的 1/2。

二、每条水准路线应按附合路线和环形闭合差计算，每千米水准测量高差全中误差，应按下式计算：

$$M_w = \sqrt{\frac{1}{N} \left[ \frac{WW}{L} \right]} \quad (3.2.8 - 2)$$

式中  $M_w$ ——高差全中误差 (mm)；

$W$ ——闭合差 (mm)；

$L$ ——计算各  $W$  时，相应的路线长度 (km)；

$N$ ——附合路线或闭合路线环的个数。

三、当二、三等水准测量与国家水准点附合时，高山地区除应进行正常位水准面不平行修正外，尚应进行其重力异常的归算修正。

四、各等水准网的计算，应按最小二乘法原理，采用条件观测平差或间接观测平差，并应计算每千米高差全中误差。

五、内业计算最后成果的取值：二等水准应精确至 0.1mm  
 三、四、五等水准应精确至 1mm。

### 第三节 电磁波测距三角高程

**第 3.3.1 条** 三角高程控制，宜在平面控制点的基础上布设成三角高程网或高程导线。

**第 3.3.2 条** 四等应起迄于不低于三等水准的高程点上，五等应起迄于不低于四等的高程点上。其边长均不应超过 1km；边数不应超过 6 条。当边长不超过 0.5km 或单纯作高程控制时，边数可增加 1 倍。

**第 3.3.3 条** 电磁波测距三角高程测量的主要技术要求，应符合表 3.3.3 的规定。

电磁波测距三角高程测量的主要技术要求 表 3.3.3

等级	仪器	测回数		指标差较差 (")	垂直角较差 (")	对向观测高差较差 (mm)	附和或环形闭合差 (mm)
		三丝法	中丝法				
四等	DJ <sub>2</sub>	—	3	≤7	≤7	40√D	20√∑D
五等	DJ <sub>2</sub>	1	2	≤10	≤10	60√D	30√∑D

注：D 为电磁波测距边长度 (km)。

**第 3.3.4 条** 对向观测宜在较短时间内进行。计算时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

**第 3.3.5 条** 三角高程的边长的测定，应采用不低于 II 级精度的测距仪。四等应采用往返各一测回；五等应采用一测回。

**第 3.3.6 条** 仪器高度、反射镜高度或觇牌高度，应在观测前后量测，四等应采用测杆量测，取其值精确至 1mm，当较差不大于 2mm 时，取用平均值；五等量测，其取值精确至 1mm，当较差不大于 4mm 时，取用平均值。

**第 3.3.7 条** 四等垂直角观测宜采用觇牌为照准目标。每照准一次，读数两次，两次读数较差不应大于  $3''$ 。

**第 3.3.8 条** 当内业计算时，垂直角度的取值，应精确至  $0.1''$ ；高程的取值，应精确至  $1\text{mm}$ 。

**第 3.3.9 条** 当采用一、二级小三角测量，在一般地区进行  $1:1000\sim 1:5000$  比例尺测图的控制时，可采用经纬仪三角高程，其施测的主要技术要求，可按本规范第 3.3.3 条五等的有关规定执行。



## 第四章 地形测量

### 第一节 一般规定

**第4.1.1条** 测图的比例尺根据工程性质、设计阶段和规模大小，可按表4.1.1选用。

测图比例尺的选用

表4.1.1

比 例 尺	用 途
1 : 5000	可行性研究、总体规划、厂址选择、初步设计等
1 : 2000	可行性研究、初步设计、矿山总图管理、城镇详细规划等
1 : 1000	初步设计、施工图设计；城镇、工矿总图管理；竣工验收及工业普查等
1 : 500	

注：对于精度要求较低的专用地形图，可按小一级比例尺地形图的规定进行测绘或利用小一级比例尺地形图放大成图。

**第4.1.2条** 地形的类别划分，应根据地面倾角( $\alpha$ )大小确定，并应符合下列规定：

平坦地： $\alpha < 3^\circ$ ；

丘陵地： $3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$ ；

山地： $10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$ ；

高山地： $\alpha \geq 25^\circ$ 。

地形图的基本等高距，应按表4.1.2选用。

**第4.1.3条** 地形图的图式，应符合现行国家有关标准的规定，国家标准图式中没有规定的地物、地貌可自行补充，但应在技术报告书中注明。

**第4.1.4条** 地形测量的区域类型，可划分为一般地区、城

镇居住区、工矿区和水域。

地形图的基本等高距 (m)

表 4·1·2

地形类别	比 例 尺			
	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	1 : 5000
平坦地	0.5	0.5	1	2
丘陵地	0.5	1	2	5
山 地	1	1	2	5
高山地	1	2	2	5

注：一个测区同一比例尺，宜采用一种基本等高距。

**第 4·1·5 条** 地形图图上地物点相对于邻近图根点的位置中误差，应符合表 4·1·5 的规定。

图上地物点的点位中误差 (mm)

表 4·1·5

区域类型	点 位 中 误 差
一般地区	0.8
城镇居住区、 工 矿 区	0.6

注：隐蔽或施测困难的地区，可放宽 50%。

**第 4·1·6 条** 等高线插求点对邻近图根点的高程中误差，应符合表 4.1.6 的规定。

等高线插求点的高程中误差

表 4·1·6

地形类别	平 坦 地	丘 陵 地	山 地	高 山 地
高程中误差 (m)	$\frac{1}{3}H_d$	$\frac{1}{2}H_d$	$\frac{2}{3}H_d$	$1H_d$

注：① $H_d$  为等高距 (m)；

②隐蔽、困难的地区，可按上表放宽 50%。

**第 4·1·7 条** 工矿区细部点位置和高程的中误差,应符合表 4·1·7 的规定。

细部点位置和高程的中误差 (cm)

表 4·1·7

地物类别	位置	高程
主要建筑物、构筑物	5	2
一般建筑物,构筑物	7	3

**第 4·1·8 条** 地形原图制作时,宜选用厚度为 0.07~0.10mm,伸缩率小于 0.2‰的聚酯薄膜。

**第 4·1·9 条** 地形图的分幅,可采用矩形或正方形。图幅的编号,宜采用图幅西南角坐标的千米数表示。小测区可采用顺序编号;对于已施测过地形图的测区,亦可沿用原有的分幅和编号。

**第 4·1·10 条** 图廓格网线绘制和控制点的展点误差,不应大于 0.2mm。图廓格网的对角线、图根点间的长度误差,不应大于 0.3mm。

**第 4·1·11 条** 每幅图应测出图廓外 5mm,图幅的接边误差不应大于本规范表 4·1·5 和表 4·1·6 规定值的  $2\sqrt{2}$  倍,小于规定值时,可平均配赋;超过规定值时,应进行实地检查和修改。

**第 4·1·12 条** 地形图应经过内业检查、实地的全面对照及实测检查,实测检查量不应少于测图工作量的 10%。

## 第二节 图根控制测量

**第 4·2·1 条** 图根点的精度,相对于邻近等级控制点的点位中误差,不应大于图上 0.1mm;高程的中误差,不应大于测图基本等高距的 1/10。

**第 4·2·2 条** 图根平面控制点的布设,可采用图根三角、图

根导线、电磁波测距仪用极坐标或交会点等方法。当在等级点下加密时，图根控制不宜超过 2 次附合。当测区较小时，图根三角、图根导线可作为首级控制。在难以布设闭合导线的狭长地区，可布设成支导线。

**第 4.2.3 条** 测区内解析图根点的个数，一般地区不宜小于表 4.2.3 的规定。

一般地区解析图根点的个数

表 4.2.3

测图比例尺	图幅尺寸 (cm)	解析控制点 (个数)
1 : 500	50×50	8
1 : 1000	50×50	12
1 : 2000	50×50	15
1 : 5000	40×40	30

注：①表中所列点数指施测该幅图时，可利用的全部解析控制点；

②当采用电子速测仪测图时，控制点数量可适当减少。

**第 4.2.4 条** 当图根点作为首级控制或等级点稀少时，应埋设适当数量的标石。

(I) 图根平面控制

**第 4.2.5 条** 图根三角测量主要技术要求，应符合表 4.2.5 的规定。

图根三角测量的主要技术要求

表 4.2.5

边长 (m)	测角中误差 (")	三角形个数	DJ <sub>6</sub> 测回数	三角形最大闭合差 (")	方位角闭合差 (")
≤1.7 测图最大视距	20	≤13	1	60	$40\sqrt{n}$

注：n 为测站数。

**第 4.2.6 条** 图根三角作为首级控制时，起始边边长相对中误差不应大于 1/100000。

**第 4·2·7 条** 线形锁应适当布置检查边,其较差的相对误差不应大于  $1/1500$ ;当按重合点检查时,其点位较差不应大于图上  $0.2\text{mm}$ 。

**第 4·2·8 条** 图根导线测量的主要技术要求,应符合表 4·2·8 的规定。

图根导线测量的主要技术要求

表 4·2·8

导线长度 (m)	相 对 闭合差	边 长	测角中误差 ( $''$ )		DJ <sub>6</sub> 测回数	方位角闭合差 ( $''$ )	
			一般	首级控制		一般	首级控制
$\leq 1.0M$	$\leq 1/2000$	$\leq 1.5$ 测图 最大视距	30	20	1	$60\sqrt{n}$	$40\sqrt{n}$

注: ①  $M$  为测图比例尺的分母;

② 隐蔽或施测困难地区导线相对闭合差可放宽, 但不应大于  $1/1000$ 。

**第 4·2·9 条** 当采用  $1:500$ 、 $1:1000$  比例尺测图时, 附合导线长度可按表 4·2·8 规定适当放长; 当附合导线长度小于  $1/3M$  时, 其绝对闭合差不应大于图上  $0.3\text{mm}$ 。

**第 4·2·10 条** 用于测定细部点的图根导线, 其绝对闭合差不应大于  $25\text{cm}$ ; 当附合导线长度小于  $200\text{m}$  时, 其绝对闭合差不应大于  $13\text{cm}$ 。

**第 4·2·11 条** 图根导线的边长, 宜采用电磁波测距仪单向施测, 也可使用经检定的普通钢尺单向丈量。当图根导线作为首级控制时, 边长应往返丈量, 其较差的相对误差不应大于  $1/4000$ 。

钢尺丈量的边长, 当坡度大于  $0.02$ 、温度超过钢尺检定温度范围  $\pm 10^\circ\text{C}$  或尺长修正大于  $1/10000$  时, 应分别进行坡度、温度、尺长的修正。

**第 4·2·12 条** 当图根导线布设成支导线时, 水平角可用 DJ<sub>6</sub> 型经纬仪施测左、右角各一测回, 其圆周角闭合差不应超过  $40''$ 。边长应往返丈量, 其较差相对误差不应大于  $1/3000$ 。导线平均边长及边数, 不应超过表 4·2·12 的规定。

图根支导线平均边长及边数

表 4·2·12

测图比例尺	平均边长 (m)	导线边数
1 : 500	100	2
1 : 1000	150	2
1 : 2000	250	3
1 : 5000	350	4

**第 4·2·13 条** 采用电磁波测距仪用极坐标法布设图根控制时，应符合下列规定：

一、水平角可采用 DJ<sub>6</sub> 型仪器施测一测回；高程应按图根高程控制施测；边长采用电磁波测距仪施测一测回，并应进行本站校核，方向较差不应超过 30''；高程较差不应大于等高距的 1/5；测距较差不应超过图上 0.1mm。

二、边长不应大于表 4·2·13 的规定。

电磁波测距极坐标法的边长

表 4·2·13

比 例 尺	边 长 (m)
1 : 500	300
1 : 1000	500
1 : 2000	700
1 : 5000	1000

**第 4·2·14 条** 图根解析补点，可采用有校核条件的测边交会、测角交会或内外分点等方法。当采用测边交会和测角交会时，其交会角应在 30°~150°之间，施测技术要求应与图根导线一致。分组计算所得坐标较差，不应大于图上 0.2mm。

#### (II) 图根高程控制

**第 4·2·15 条** 图根高程控制，可采用直接水准、电磁波测距三角高程及经纬仪三角高程等测量方法。

**第 4·2·16 条** 图根水准测量，应起迄于不低于四等的高程点上，其主要技术要求，应符合表 4.2.16 的规定。

图根水准测量的主要技术要求

表 4·2·16

仪器类型	1km 高差中误差 (mm)	附和路线长度 (km)	视线长度 (m)	观测次数		往返较差附和环线闭合差 (mm)	
				与已知点联测	附和或闭合路线	平地	山地
				DS <sub>10</sub>	20	≤5	≤100

注：L 为往返测段、附和或环线的水准路线的长度 (km)。

**第 4·2·17 条** 当水准线路布设成支线时，应采用往返观测，其线路长度不应大于 2.5km。

**第 4·2·18 条** 图根电磁波测距三角高程，垂直角可采用 DJ<sub>6</sub> 型经纬仪中丝法二测回测定，指标差较差和垂直角较差均不应大于 25"。仪器的高度和觇标的高度的量取值，应精确至 1mm。附和或环线闭合差，不应大于  $40\sqrt{\sum D}$  mm。

注：D 为电磁波测距边长度 (km)。

**第 4·2·19 条** 图根经纬仪三角高程测量，应起迄于不低于图根水准精度的高程点上。边数不应超过 15 个，当超过规定时，路线应布设成结点网。

**第 4·2·20 条** 图根经纬仪三角高程测量的主要技术要求，应符合表 4·2·20 的规定。

图根经纬仪三角高程测量的主要技术要求

表 4·2·20

边长 (km)	仪器	测回数	对向观测高差较差 (mm)	附和或环形闭合差 (m)
		中丝法		
≤0.5	DJ <sub>6</sub>	1	≤400S	$0.1H_d\sqrt{n}$

注：①S 为边长 (km)，n 为边数；

②H<sub>d</sub> 为等高距 (m)；

③边长大于 400m 时，应考虑地球曲率和折光差的影响。

**第 4·2·21 条** 图根控制点的坐标和高程成果取值,应精确至 1cm。内业计算中取值精确度的要求,应符合表 4·2·21 的规定。

计算取值精确度的要求

表 4·2·21

观测方向或垂直角 ( $''$ )	各项修正值 ( $''$ )	方位角 ( $''$ )	边长及坐标 (m)	高 程 (m)
6 或 10	6 或 10	6 或 10	0.001	0.001

注:取  $6''$  或  $10''$ , 根据仪器不同而定。

### 第三节 一般地区地形测图

#### (I) 测绘方法与技术要求

**第 4·3·1 条** 实测地形图,可选用测记法、测绘法等成图方法。

**第 4·3·2 条** 采用速测仪或测距仪用极坐标测记法时,应符合下列要求:

一、应绘制草图。对各种地物、地貌特征,应分别指定代码。测站上,宜按地物分类顺序施测。

二、测点时,水平角、垂直角度的读数,应精确至  $1'$ ; 归零检查,不宜大于  $1.5'$ 。最大测距长度,宜符合表 4·3·2 的规定。

最大测距长度

表 4·3·2

比 例 尺	等高距 (n)	最大测距长度 (m)
1 : 500	0.5	300
1 : 1000	0.5	450
1 : 2000	1	700
1 : 5000	2	1000

三、内业可采用计算机辅助成图,也可用坐标展点成图。

**第 4·3·3 条** 测绘法所用的仪器和工具,应符合下列要求:



一、视距常数范围应在  $100 \pm 0.1\text{m}$  以内；

二、垂直度盘指标差，不应超过  $2'$ ；

三、比例尺尺长误差，不应超过  $0.2\text{mm}$ ；

四、量角器半径，不应小于  $10\text{cm}$ ，其偏心差不应大于  $0.2\text{mm}$ ；

五、坐标展点器的刻划误差，不应超过  $0.2\text{mm}$ 。

**第 4.3.4 条** 当解析图根点不能满足测图需要时，可增补少量图解交会点或视距支点。图解补点应符合下列要求：

一、图解交会点必须选多余方向作校核，交会误差三角形内切圆直径应小于  $0.5\text{mm}$ ，相邻两线交角应在  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间；

二、视距支点边长不宜大于相应比例尺地形点最大视距长度的  $2/3$ ，距离应采用往返视距测定，其较差不应大于边长的  $1/150$ ；

三、当确定图解交会点、视距支点的高程时，其垂直角应采用一测回测定，由两个方向或往返测的高程较差，在平地不应大于等高距的  $1/5$ ；在山地不应大于等高距的  $1/3$ 。

**第 4.3.5 条** 测地形图时，仪器的设置及测站的检查，应符合下列要求：

一、当采用平板仪测绘时：

1. 仪器对中的偏差，不应大于图上  $0.05\text{mm}$ ；

2. 以较远一点标定方向，另一点进行检核，其检核方向线的偏差不应大于图上  $0.3\text{mm}$ ，每站测图过程中和结束前应注意检查后视方向；

3. 检查另一测站的高程，其较差不应大于等高距的  $1/5$ 。

二、采用经纬仪和电子速测仪测绘时，其各项限差宜适当减小。

**第 4.3.6 条** 地形点间距和视距长度的要求，不应超过表 4.3.6 的规定。

**第 4.3.7 条** 地形图上高程点注记，当等高距为  $0.5\text{m}$  时，应精确至  $0.01\text{m}$ ，当等高距大于  $0.5\text{m}$  时，应精确至  $0.1\text{m}$ 。

比例尺	地形点间距 (m)	视 距 长 度 (m)	
		地 物	地形点
1 : 500	15	60	100
1 : 1000	30	100	150
1 : 2000	50	180	250
1 : 5000	100	300	350

注：垂直角超过 $\pm 10^\circ$ 的范围时，视距长度应适当缩短；平坦地区成像清晰时，视距长度可放长 20%。

### (I) 测 绘

**第 4.3.8 条** 各类建筑物、构筑物及其主要附属设施均应进行测绘，房屋外廓以墙角为准。居民区可视测图比例尺大小或用图需要，内容及其取舍可适当加以综合。临时性建筑可不测。

当建筑物、构筑物轮廓凸凹部分在图上小于 0.5mm 或 1 : 500 比例尺图上小于 1mm 时，可用直线连接。

**第 4.3.9 条** 独立地物能按比例尺表示的，应实测外廓，填绘符号；不能按比例尺表示的，应准确表示其定位点或定位线。

**第 4.3.10 条** 管线转角均应实测。线路密集时或居民区的低压电力线路和通讯线路，可选择要点测绘。当管线直线部分的支架、线杆和附属设施密集时，可适当取舍。当多种线路在同一杆柱上时，应表示主要的。

**第 4.3.11 条** 道路及其附属物，均应按实际形状测绘。铁路应测注轨面高程，在曲线段应测注内轨面高程；涵洞应测注涵底高程。

1 : 2000、1 : 5000 比例尺地形图，可适当舍去车站范围内的附属设施。人行小道可选择要点测绘。

**第 4.3.12 条** 水系及其附属物，宜按实际形状测绘。水渠应测注渠顶边高程；堤、坝应测注顶部及坡脚高程；水井应测注井

台高程；水塘应测注塘顶边及塘底高程。当河沟、水渠在地形图上的宽度小于  $1\text{mm}$  时，可用单线表示。

**第 4·3·13 条** 地貌宜以等高线表示，明显的特征地貌，应以符号表示。山顶、鞍部、凹地、山脊、谷底及倾斜变换点处，必须测注高程点。露岩、独立石、土堆、陡坎等，应注记高程或比高。

各种天然形成的斜坡、陡坎，其比高小于等高距的  $1/2$  或图上长度小于  $10\text{mm}$  时，可不表示；当坡、坎较密时，可适当取舍。

**第 4·3·14 条** 植被的测绘，应按其经济价值和面积大小适当取舍，并应符合下列规定：

一、农业用地应分为稻田、旱地、菜地、经济作物地、养殖场，施测时按实地作物类别绘示在地形图上；

二、地类界与线状地物重合时，应绘线状地物符号；

三、梯田坎的坡宽在地形图上大于  $2\text{mm}$  时，应实测坡脚；小于  $2\text{mm}$  时，可量注比高。当两坎间距在地形图上小于  $5\text{mm}$ ， $1:500$  比例尺地形图上小于  $10\text{mm}$ ，或坎高小于等高距的  $1/2$  时，田坎可适当取舍；

四、水田应测出代表性高程，当田埂宽在地形图上小于  $1\text{mm}$  时，可用单线表示。

**第 4·3·15 条** 地形图上各种名称的注记，应采用现有的法定名称。

#### 第四节 城镇居住区地形测图

**第 4·4·1 条** 城镇居住区  $1:500$  比例尺地形图，可采用速测仪或测距仪测记法测绘，当采用其他方法测绘时，测站点至地物点的距离，应实地丈量，丈量距离不应大于  $50\text{m}$ 。

其他比例尺的地形测图，可按本章第三节的方法进行。

当施测街道外廓时，可采用支距法、线交会法等。在庭院的内部，可采用几何作图法。

**第 4.4.2 条** 当采用视距法测图时,其视距最大长度应符合表 4.4.2 的规定。

视距的最大长度

表 4.4.2

类 别	比 例 尺		
	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
地 物 点 (m)	—	80	150
地 形 点 (m)	70	120	200

注:平坦地区可放宽 20%。

**第 4.4.3 条** 各单位的出入口及建筑物的重点部位,应测注高程点。主要道路中心在图上每隔 5cm 处和交叉、转折、起伏变换处,应测注高程点。各种管线的检修井,电力线路、通讯线路的杆(塔),架空管线的固定支架,应测出位置,并适当测注高程点。

其他高程点的间距,在地形图上不宜大于 5cm。当等高距为 0.5m 时,高程注记应精确至 1cm;大于 0.5m 时,注记可精确至 0.1m。

**第 4.4.4 条** 施测 1 : 500 和 1 : 1000 比例尺地形图时,房屋、街巷,应分别实测;施测 1 : 2000 比例尺地形图时,小于 1m 宽的小巷,可适当合并测绘;施测 1 : 5000 比例尺地形图时,对集中的小巷和村舍可合并测绘。

街区或建筑物凹凸部分的取舍,可根据用图的需要和实际情况确定。其他内容的测绘及取舍,应符合本章第三节的要求。

**第 4.4.5 条** 小城镇的测绘,可按本章第三节一般地区地形测图的要求进行。街区的取舍,可按本章第 4.4.4 条的要求适当放宽。

**第 4.4.6 条** 地下防空巷道,可只测量人防巷道出入口、竖井的平面位置和高度,并注记在地形图上。

## 第五节 工矿区现状图测量

**第4·5·1条** 工矿区现状图测量,建筑物、构筑物,宜测量其主要细部点及有关元素,并根据测算数据展绘,编制成图。

对于不施测细部点的建筑物、构筑物,以及不需要施测细部点的工矿区,可按本章第四节的有关规定执行。

**第4·5·2条** 工矿区建筑物、构筑物测量的取舍,应根据工矿区建筑物、构筑物的疏密程度、测图比例尺,与委托方共同商定。其细部点选取的技术要求,应符合表4·5·2的规定。

**第4·5·3条** 两相邻细部坐标点间,反算距离与实地丈量距离的较差,不应大于表4·5·3的规定。

反算距离与实地丈量距离的较差

表4·5·3

项 目	较 差 (cm)
主要建筑物, 构筑物	$7 + \frac{S}{2000}$
一般建筑物, 构筑物	$10 + \frac{S}{2000}$

注:  $S$  为两相邻细部点间的距离 (cm)。

### (I) 细部测量

**第4·5·4条** 细部坐标,宜采用极坐标法施测。水平角可采用DJ<sub>6</sub>型仪器观测半测回;距离采用钢尺量距时,不宜超过一尺段。

细部标高,可采用DJ<sub>10</sub>型水准仪或将经纬仪望远镜置平施测。

**第4·5·5条** 采用速测仪或测距仪施测细部点时,应进行测站检查。仪器对中偏差不应大于5mm;归零差不宜大于1'。

当采用DJ<sub>6</sub>型经纬仪半测回测角时,测距的长度不应超过100m;同时施测细部标高时,垂直角范围应在±10°以内,并应观

细部点选取的技术要求

表 4·5·2

类 别		坐 标	标 高	其他技术要求
建筑物、构筑物	矩 形	主要墙角	主要墙外角、室内地坪	
	圆 形	圆 心	地 面	注明半径、高度或深度
地 下 管 道		起、终、转、交叉点的管道中心	地面、井台、井底、管顶、下水测出入口管底或沟底	经委托单位开挖后施测
架 空 管 道		起、终、转、交叉点，皆测支架中心	施测细部坐标的点和变坡点，皆测基座面或地面	注明通过铁路、公路的净空高
架空电力线路、电讯线路		杆（塔）的起、终、转、交叉点，皆测杆（塔）中心	杆（塔）的地面或基座面	注明通过铁路、公路的净空高
地 下 电 缆		起、终、转、交叉点（电缆或沟道中心），入地、出地	施测过细部坐标的点和变坡处，皆需测地面和电缆面	经委托单位开挖后施测
铁 路		车档、岔心、进厂房处，直线部分每 50m 测一点	车档、岔心、变坡处、直线段每 50m、曲线内轨每 20m 测一点	——
公 路		干线交叉点	变坡处、交叉处、直线段每 30~40m 测一点	——
桥 梁、涵 洞		大型测四角，中型测中心线两端，小型只测中心点	施测过细部坐标的点、涵洞需测进出口底部高	——

注：①建筑物，构筑物轮廓凹凸部分大于 0.5m 时，应丈量细部尺寸；

②厂房门宽度大于 2.5m 或能通行汽车时，应实测位置；

③对排列整齐的宿舍，可只测其外围的四角细部坐标。

测 1 测回，测量仪器高和觇标高的取值精确至 1mm。

**第 4.5.6 条** 坐标及标高成果取值，均应精确至 1cm。坐标展点误差，不应大于图上 0.3mm。

#### (I) 现状图与专业图的控制

**第 4.5.7 条** 细部点宜按分类编号，并编制成果表。当细部点的密度不大时，可将细部坐标注记于图上。

工矿区可只绘制现状总图，当有特殊需要或管道密集时，宜分类绘制专业图。其绘制要求可按本规范第八章第二节竣工总图的编绘的有关规定执行。

**第 4.5.8 条** 专业图上各种数据，可根据专业管道和有关地物的疏密情况，分别选用不同的注记方法。

**第 4.5.9 条** 专业图图式，宜采用现行的专用图式。

### 第六节 水域地形测量

**第 4.6.1 条** 水域地形测量的精度要求，应符合下列规定：

一、测点对邻近图根点位置中误差，不应超出图上 1.5mm。在 1:500 比例尺测图、大面积平坦水域和水深超出 20m 的开阔水域，可放宽至 2.0mm；

二、测点深度中误差，应符合表 4.6.1 的规定。

测点深度中误差

表 4.6.1

水深范围 (m)	测深仪器或工具	流 速 (m/s)	测点深度中误差 (m)
0~4	宜用测深杆	—	±0.10
1~10	测深仪	—	±0.15
0~10	测深锤	<1	
10~20	测深仪或测深锤	<0.5	±0.20
>20	测深仪	—	水深的 1.5%

注：在工程要求不高或特殊困难地区以及用锤测而流速大于表中规定或锤测水深超出 20m 时，可将中误差放宽 1 倍。

**第4·6·2条** 水域地形测量开始前,必须了解测区的礁石、沉船、水流和险滩等水下情况。

作业中,当风浪引起测深仪记录纸上的回声线波形起伏值,在内陆水域大于0.3m、海域大于0.5m时,宜暂停测深工作。用测深杆、测深锤作业,当遇有大风,水面波动较大时,应停止水上作业。

**第4·6·3条** 水尺的设置,应能反映全测区内水面的瞬时变化。水尺零点高程或水面高程,应以不低于图根水准测量的精度进行联测。当采用的基准面与陆上高程不一致时,应求出相应关系。

**第4·6·4条** 采用测深仪施测时,应遵守下列规定:

一、工作电压与额定电压之差,直流电源不应超过10%,交流电源不应超过5%;

二、实际转速与规定转速之差不应超出±1%,超出时应加修正;

三、电压与转速调整后,应在深、浅水处作停泊与航行检查,当有误差时,应绘制误差曲线图予以修正;

四、每次测量前后,均应测定电压、转速,并应采用其他测深仪器、工具检查水深读数。

**第4·6·5条** 测深点定位方法的选择,应根据测区情况,测图比例尺及设备条件综合比较确定,可采用无线电定位法或选用经纬仪、平板仪前方交会法,六分仪后方交会法,断面索法,单角交会法及极坐标法等。

当采用交会定位时,交会角宜控制在 $30^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间。

**第4·6·6条** 大面积水域的地形测量,宜用无线电定位法。作业前应根据仪器的实际精度、测区范围及地形特征配置岸台。岸台布设必须按其图形条件、岸台与船台的高差及岸台个数等估算出测区内最弱处水深点位中误差,使其能满足测图精度。岸台宜远离高压输电线路、配电站、电台和其他大功率无线电设施。



**第 4·6·7 条** 水域地形测量与陆上地形测量应互相衔接。其测点宜按横断面布设；断面方向，宜与岸线（或主流方向）相垂直；断面的间距，宜为地形图上 2cm；测点间距宜为地形图上 1cm。根据地形变化和用图要求不同，断面间距可适当加密或放宽。

**第 4·6·8 条** 水域地形测量的测站点精度，不应低于图根点的精度。在作业中，应经常检查后视方向，其偏差，经纬仪不应大于 1'，平板仪不应大于图上 0.2mm。

**第 4·6·9 条** 测深点的内业展绘，应根据外业定位方法、测图比例尺、测区大小、测点距测站的远近及设备情况，选用解析法、辐射线格网法、圆弧格网法、量角器法、重叠法以及机助成图法。

测点的高程（或水深）注记精度，应精确至 0.1m。

**第 4·6·10 条** 水域地形测量等深（高）线的高程中误差，不应大于表 4·6·10 的规定。

等深（高）线插求点的高程中误差

表 4·6·10

地形倾角 ( $\alpha$ )	$\alpha < 3^\circ$	$3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$	$10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$	$\alpha \geq 25^\circ$
高程中误差 (m)	$\frac{1}{2} H_d$	$\frac{2}{3} H_d$	$1 H_d$	$1 \frac{1}{2} H_d$

注：对于作业困难，水深大于 20m 或工程要求不高时，其等深（高）线的高程中误差，可放宽 1 倍。

## 第七节 地形图的修测

**第 4·7·1 条** 已变化的地形图，根据用图的需要，应长期进行修测。

修测前应进行实地踏勘，确定修测范围，并制定修测方案。修测时宜用实测原图或与原图等精度的复制图。

**第 4·7·2 条** 当原图图廓伸缩变形不能满足修测的质量要求

时，应予以修正。

**第4·7·3条** 修测时，应根据原有的邻近图根点和测有坐标的地物点进行。局部地区地物变动不大时，可利用经过校核，位置准确的地物点进行。修测后的地物与原有地物的间距中误差不得超过图上0.6mm。修测后的地物不应再作为修测新地物的依据。

**第4·7·4条** 当地物变动面积较大、周围地物关系控制不足、如新建的住宅为楼群或独立的高大建筑物或地貌较复杂时，均应先补设图根控制，再进行修测。

**第4·7·5条** 高程点应从邻近的高程控制点引测；局部地区少量的高程点，也可利用3个固定的高程点作为依据进行补测。其高程较差不得超过等高距的1/5，并应取用平均值。

**第4·7·6条** 修测中发现原图上已有地物、地貌有明显错误或粗差时，亦应进行修正。

**第4·7·7条** 修测完成后，应按图幅将修测情况作记录，并绘制略图。

# 第五章 线路测量

## 第一节 一般规定

**第 5.1.1 条** 本章适用于铁路、公路、架空索道、各种自流和压力管线及架空送电线路的工程测量。

**第 5.1.2 条** 线路测量的控制系统，应按本规范第 2.1.2 条和第 3.1.1 条中的有关规定选用。

**第 5.1.3 条** 线路的平面控制，宜采用导线的方法，靠近线路贯通布设；导线点宜选在土层良好、便于观测、易保存的地方。

**第 5.1.4 条** 线路的高程控制，应靠近线路，并应在施工干扰范围外布设。

**第 5.1.5 条** 当布设自由导线或自由水准路线时，应加强检核。当设计需要时，应进行坐标和高程的联测。

**第 5.1.6 条** 平面和高程控制点，应根据需要埋设标石。

**第 5.1.7 条** 线路测图的比例尺，可按表 5.1.7 选用。

**第 5.1.8 条** 带状地形图比例尺的选用，应按本规范第 4.1.1 条的有关规定执行。1:200 比例尺的工点地形图，可按对 1:500 比例尺地形测图的技术要求测绘。

**第 5.1.9 条** 当线路测量与已有的道路、管道、线路交叉时，应根据需要测量交叉角。交叉点的平面位置及高程和净空高或负高。

**第 5.1.10 条** 断面图中的平面图内的地物，可根据需要实测位置、高程及必要的高度。

**第 5.1.11 条** 线路的起点、终点和转角点，以及铁路、公路的曲线起点、终点，应埋设固定桩。

线路测图的比例尺

表 5·1·7

线路名称	带状地形图	工点地形图	纵断面图		横断面图	
			水平	垂直	水平	垂直
铁路	1 : 1000	1 : 200 1 : 500	1 : 1000	1 : 100	1 : 100 1 : 200	1 : 100 1 : 200
	1 : 2000		1 : 2000	1 : 200		
	1 : 5000		1 : 10000	1 : 1000		
公路	1 : 2000	1 : 200 1 : 500 1 : 1000	1 : 2000	1 : 200	1 : 100 1 : 200	1 : 100 1 : 200
	1 : 5000		1 : 5000	1 : 500		
架空索道	1 : 2000	1 : 200 1 : 500	1 : 2000	1 : 200	—	—
	1 : 5000		1 : 5000	1 : 500		
自流管线	1 : 1000	1 : 500	1 : 1000	1 : 100	—	—
	1 : 2000		1 : 2000	1 : 200		
压力管线	1 : 2000	1 : 500	1 : 2000	1 : 200	—	—
	1 : 5000		1 : 5000	1 : 500		
架空送电线路	—	1 : 200 1 : 500	1 : 2000 1 : 5000	1 : 200 1 : 500	—	—

**第 5·1·12 条** 线路施工前，应对其定测线路进行复测，符合要求后方可放样。

## 第二节 铁路、公路测量

**第 5·2·1 条** 铁路导线的起点、终点及间隔不大于 30km 的点上，应与国家或其他控制点联测。当有困难时，应在相应的点上观测真北确定方位。

**第 5·2·2 条** 铁路、一般公路导线点的间距，宜为 50~400m。当采用电磁波测距仪时，其间距可增至 1000m，并应在不大于 500m 处曾设内分点。

**第 5·2·3 条** 铁路、一般公路导线测量的主要技术要求，不应超过表 5·2·3 的规定。

方位角闭合差			相对闭合差
附 合 ( $''$ )	两端测真北 ( $''$ )	一端测真北 ( $''$ )	
$30\sqrt{n}$	$30\sqrt{n+10}$	$30\sqrt{n+5}$	1/2000

注： $n$  为测站数。

**第 5·2·4 条** 铁路导线点的水平角观测，应采用两半测回测量右角。两半测回之间，应变动度盘位置，其观测角值较差，当采用  $DJ_2$  型仪器时，不应大于  $20''$ ；当采用  $DJ_6$  型仪器时，不应大于  $30''$ 。

**第 5·2·5 条** 铁路、一般公路的高程控制等级，应采用五等，并应在不大于  $30\text{km}$  处与国家或其他控制点联测。其主要技术要求，应按本规范第三章中的有关规定执行。

**第 5·2·6 条** 汽车专用公路的平面控制，应布设附和导线，其主要技术要求，宜按本规范第二章中导线测量的有关规定执行。

**第 5·2·7 条** 汽车专用公路的高程控制，应布设附和路线，其主要技术要求，应按本规范第三章的有关规定执行。

**第 5·2·8 条** 定测阶段的放线测量，应根据初测导线或航测外控点及图纸上定线线位，采用极坐标法、拨角法、支距法等进行。

**第 5·2·9 条** 正交点的水平角观测，应符合本规范第 5·2·4 条的规定。副交点应观测两测回，其角值限差，不应超过表 5·2·9 的规定。

副交点的角值限差

表 5·2·9

仪器类型	两半测回间角值较差 ( $''$ )	测回间角值较差 ( $''$ )
$DJ_2$	20	15
$DJ_6$	30	20

**第 5·2·10 条** 当采用延长直线增设转点或交点时,应采用正倒镜分中法,并应符合下列要求:

一、交点至转点或转点之间的间距,宜为 50~400mm;当视线清晰时,可增至 500m。当采用电磁波测距仪施测时,不宜大于 1000m;

二、正倒镜点位的横向偏差,每 100m 不应大于 5mm;当间距超过 400m 时,不应大于 20mm。

**第 5·2·11 条** 线路中线上,应设线路起终点桩、千米桩、百米桩、平曲线控制桩、桥梁或隧道轴线控制桩、转点桩和断链桩,并应根据竖曲线的变化情况加桩。

**第 5·2·12 条** 铁路新建干线应以接轨站中心为里程起点,支线和专用线应以接轨道岔的岔心为起点,并应注明与既有线的里程关系。

**第 5·2·13 条** 断链桩宜设在直线上的百米桩或 20m 整倍数的桩上,不宜设在车站、桥梁、隧道和平曲线内。

**第 5·2·14 条** 直线上中桩的间距,不应大于 50m,平曲线上宜为 20m;当地势平坦且曲线半径大于 800m 时,其中桩间距可为 40m。当公路曲线半径为 30~60m,缓和曲线长度为 30~50m 时,其中桩间距不应大于 10m;当曲线半径和缓和曲线长度小于 30m 或用回头曲线时,中桩间距不应大于 5m。

**第 5·2·15 条** 中桩桩位测量的限差,不应超过表 5·2·15 的规定。

中桩桩位测量的限差要求

表 5·2·15

线路名称	纵向误差 (m)	横向误差 (m)
铁路,汽车专用公路	$\frac{S}{2000}+0.1$	10
一般公路	$\frac{S}{1000}+0.1$	10

注:  $S$  为转点桩至中桩桩位的距离 (m)。

**第 5·2·16 条** 曲线的测量,可采用极坐标法、拨角法或支距法。曲线测量的限差,不应超过表 5·2·16 的规定。

曲线测量的限差

表 5·2·16

线路名称	纵向闭合差		横向闭合差 (cm)
	平地	山地	
铁路,汽车专用公路	1/2000	1/1000	10
一般公路	1/1000	1/500	10

**第 5·2·17 条** 线路中线的测量,应布设附合导线。其测量限差,应符合表 5·2·17 的规定。

中线测量的限差

表 5·2·17

线路名称	方位角闭合差 (")	相对闭合差
铁路,汽车专用公路	$30\sqrt{n}$	1/2000
一般公路	$60\sqrt{n}$	1/1000

**第 5·2·18 条** 定测阶段的高程测量前,应对初测高程控制点逐一检测,其较差不应超过  $30\sqrt{L}$  mm。

**第 5·2·19 条** 中桩高程测量,应布设附合路线,其闭合差不应超过  $50\sqrt{L}$  mm。

**第 5·2·20 条** 横断面测量的限差,应符合表 5·2·20 的规定。

横断面测量的限差 (m)

表 5·2·20

线路名称	距离	高程
铁路,汽车专用公路	$(\frac{1}{100}+0.1)$	$(\frac{h}{100}+\frac{1}{200}+0.1)$
一般公路	$(\frac{1}{50}+0.1)$	$(\frac{h}{50}+\frac{1}{100}+0.1)$

注: ①  $L$  为测点至线路中桩的水平距离 (m);

②  $h$  为测点至线路中桩的高差 (m)。

**第 5·2·21 条** 铁路改建既有线或增建第二线的里程,应从既有车站中心或桥、隧的既有里程引出,按原有里程方向推算。

**第 5·2·22 条** 既有线中线测量时,应设外移桩,并注明里程。桩之间的距离,直线段宜为 200~400m;曲线段应按半径大小选定,宜为 60~100m。中线测量的限差,应按本规范第 5·2·17 条的规定执行。

**第 5·2·23 条** 既有线的中桩高程测量,应进行两次。当两次闭合差均不超过  $30\sqrt{L}$  mm,应采用第一次成果。中桩高程,直线段应测左轨轨面;曲线段应测内轨轨面。

**第 5·2·24 条** 当增建第二线与既有线的距离大于 20m 时,应按绕行线施测,其测量要求,应按本章新建铁路测量的有关规定执行。

**第 5·2·25 条** 站场现状图测绘的技术要求,应按本规范第四章第五节的有关规定执行。

**第 5·2·26 条** 施工前应复测中桩。当复测成果与原测成果的较差符合表 5·2·26 的限差规定时,应采用原测成果。

中桩复测与原测成果较差的限差

表 5·2·26

线方名称	水平角 ( $''$ )	距 离 相对误差	转点横向误差 (mm)	曲线横向 闭合差 (cm)	中桩高程 (cm)
铁路、汽车 专用公路	$\leq 30$	$\leq 1/2000$	每 100m 小于 5, 点间距大于等于 400m 小于 20	$\leq 10$	$\leq 10$
一般公路	$\leq 60$	$\leq 1/1000$	每 100m 小于 10	$\leq 10$	$\leq 10$

**第 5·2·27 条** 施工放样时,曲线横向闭合差应进行调正。测设边桩的限差应符合本规范第 5·2·20 条的规定。

**第 5·2·28 条** 竣工测量,可采用定测的同等方法和技术要求,其高程误差、曲线横向闭合差,均不应超过 5cm。中线测量后,应标出与路基宽度和建筑接近限界的距离。



### 第三节 架空索道测量

**第5.3.1条** 架空索道的测量，应布设附和导线。导线的相对闭合差，不应大于  $1/1000$ ；方位角的闭合差，不应超过  $30''\sqrt{n}$ 。

**第5.3.2条** 方向点间距不应大于  $1\text{km}$ ，方向点偏离直线应在  $180^\circ \pm 20''$  以内。

**第5.3.3条** 架空索道的起点、终点、转点和方向点的高程，宜采用图根水准测量；在测量困难地区，可采用图根三角高程，其技术要求，应按本规范第四章第二节的有关规定执行。

**第5.3.4条** 导线宜采用  $\text{DJ}_2$  型仪器一测回施测。断面可采用视距法测量。

**第5.3.5条** 断面测量的最大视距，不宜超过  $300\text{m}$ ；转站点应对向观测检核，其距离较差的相对误差，不应大于  $1/150$ ；高差较差每百米不应大于  $0.1\text{m}$ 。转角点及方向点之间的距离相对闭合差，不应大于  $1/300$ ；高程闭合差不应超过  $0.1\sqrt{n}$  (m)。

**第5.3.6条** 山脊、山顶的断面点，不应少于  $3$  个；山谷、沟底，可适当从简。当线路走向与等高线平行时，线路附近的陡峭地段，应视需要加测横断面。

**第5.3.7条** 当采用电磁波测距仪进行测量时，导线测量和断面测量，可同时进行。

### 第四节 自流和压力管线测量

**第5.4.1条** 自流管线测量的导线相对闭合差，不应大于  $1/1000$ ；方位角闭合差，不应超过  $40''\sqrt{n}$ 。导线的高程闭合差，不应超过  $30\sqrt{L}$  (mm)。

**第5.4.2条** 压力管线测量的技术要求，应符合下列规定：  
一、当采用视距法测量时，视距长度不应大于  $300\text{m}$ ，采用正倒镜对向观测，视距较差的相对误差不应超过  $1/150$ ；

二、视距高程可采用DJ<sub>6</sub>型仪器对向观测，垂直角以一测回施测，对向观测的高差较差的限差，可按下式计算：

$$\delta_h = S \cdot \alpha \quad (5.4.2 - 1)$$

式中  $\delta_h$ ——对向观测的高差较差 (cm)；

$S$ ——边长 (0.1km)；

$\alpha$ ——垂直角 (°)，当  $\alpha$  小于 3° 时，可按 3° 计算。

三、当视距高程导线与水准点闭合时，其高程的闭合差，应符合下式规定：

$$W_h \leq \pm 0.1 \alpha_p \frac{L}{\sqrt{n}} \quad (5.4.2 - 2)$$

式中  $W_h$ ——高程的闭合差 (m)；

$\alpha_p$ ——平均垂直角 (°)，当  $\alpha_p$  小于 3° 时，可按 3° 计算；

$L$ ——线路长度 (km)；

$n$ ——导线边数。

四、对距离及高程要求较高的压力管线测量，可按本规范第 5.4.1 条的规定执行。

**第 5.4.3 条** 自流管线的中线测量，可按本章第二节中铁路测量的有关规定执行。压力管线的中线测量，可按本章第二节中一般公路测量的有关规定执行。

## 第五节 架空送电线路测量

**第 5.5.1 条** 架空送电线路的选线，应根据批准的路径方案，配合设计实地选定。线路通过协议区及相关位置比较密集的地段，应进行必要的联测和相关地物、地貌的测量。

**第 5.5.2 条** 定线测量，可采用 DJ<sub>6</sub> 型仪器，直接定线或间接定线。方向点偏离直线，应在 180°±1 以内。

**第 5.5.3 条** 当以经纬仪正倒镜分中法直接定线时，仪器对中误差不应大于 3mm，水平度盘气泡偏离值不应大于 1 格。

间接定线可采用四边形法或等腰三角形法等，其主要技术要求，应符合表 5.5.3 的规定。

间接定线的主要技术要求

表 5.5.3

仪器对中 误差 (mm)	水平度盘气 泡偏离值 (格)	正倒镜定 点 差 (mm)	钢尺量距		相对误差
			方 法	长 度 (m)	
≤3	≤1	每 10m 不 大于 3	往 返	20~80	≤1/2000

注：当测距边小于 20m 或大于 80m 时，应适当提高测量精度。

**第 5.5.4 条** 桩之间的距离和高程测量，可采用视距法同向两测回或往返各一测回测定，其视距长度不宜大于 400m，当受地形限制时，可适当放长。测距相对误差，同向不应大于 1/200，对向不应大于 1/150。当距离大于 600m 时，宜采用电磁波测距仪测距或四边形、三角形等解析法施测。高差较差，不应超过本章第 5.4.2 条中的有关规定。

**第 5.5.5 条** 断面测量的视距长度，不宜大于 300m；当超过时，应用正倒镜观测或加设测站施测。当用正倒镜观测时，距离的相对误差不应大于 1/200，垂直角较差不应大于 1'。当加设测站时，应对向观测，其主要技术要求，应按本规范第 5.5.4 条的有关规定执行。

**第 5.5.6 条** 选测断面点，应符合下列规定：

- 一、平地断面点的间距，不宜大于 50m；
- 二、山地断面点不应少于 3 个；
- 三、送电导线高度距地面可能有危险影响的地段，应适当加密。不影响设计排位的断崖、深沟的断面线，可中断；
- 四、送电导线排列较宽的线路，当边线的地面高出实测中心线地面 0.5m 时，应施测边线断面；
- 五、当送电线路通过和接近斜坡、陡岸或高大建筑物时，应按设计需要施测风偏横断面或风偏危险点。

**第 5.5.7 条** 大跨越档的间距,可采用电磁波测距或三角形等解析法施测,测距相对中误差不应大于  $1/\text{档距 (m)}$ ,杆位桩的高程应采用图根水准或图根三角高程测量。

**第 5.5.8 条** 杆(塔)施工前应复测,杆位桩或直线桩的桩间距、转点和高差与其原成果的较差,距离相对误差不应大于  $1/100$ ;转点与设计转点之差不应大于  $1'30''$ ;高差与原成果的较差不应大于本规范第 5.4.2 条有关规定的 1.5 倍。

**第 5.5.9 条** 在实地排定杆位时,应加强对所测距离、高差及危险点的检核。

**第 5.5.10 条** 10kV 以下架空送电线路的测量工作,其主要技术要求,可适当放宽。

# 第六章 绘图与复制

## 第一节 一般规定

**第6·1·1条** 实测原图,应进行原图着墨或映绘;编绘原图,应进行清绘或刻绘。

**第6·1·2条** 绘图用的聚酯薄膜,当采用磨砂、喷砂或涂层等方法制作时,毛面应粗细适当、均匀。

**第6·1·3条** 刻图膜宜选择变形较小,透光密度符合制版要求,涂层均匀牢固,刻绘性能良好的材质。

**第6·1·4条** 地形图复制,根据设备情况和用图要求,可选用晒蓝图、静电复印和制印等方法。

**第6·1·5条** 地形图通过复照缩小或放大一倍,经过整饰,可不经绘图直接复制使用。

**第6·1·6条** 复制图必须清晰易读,线划颜色饱满均匀,内容与原图一致。

## 第二节 绘 图

### (I) 绘图的质量要求

**第6·2·1条** 分版绘制的图幅,各色版的套合差不得超过0.2mm。

**第6·2·2条** 绘制轮廓符号应符合下列规定:

一、依比例绘制的轮廓符号,应保持轮廓位置的精度,轮廓内的说明符号,应按图式规定配置。

二、半依比例绘制的线状符号,应保持主线位置的几何精度;符号的宽度、线号的粗细,应按图式规定的尺寸。

三、不依比例绘制的符号,应保持其主点位置的几何精度;

符号的形状、大小和方向，应按图式规定。

**第6·2·3条** 绘制的成图，应墨色黑实光润、图面整洁。刻绘线划应边缘平滑，透明部分密度不应大于0.1。符号、注记应粘贴牢固、平整，符合复制要求。

**第6·2·4条** 绘制底图镶嵌拼贴的图廓点、控制点和坐标网的展点、图廓线、对角线的长度，应符合精度要求。放大编绘镶嵌拼贴的精度，可按比例放宽。

**第6·2·5条** 编绘原图应达到图内各要素位置准确，层次分明，内容完备。当采用多色编绘时，不得用蓝色，并应符合复制及晒蓝图的要求。

(I) 原图着墨、映绘、清绘与刻绘

**第6·2·6条** 在着墨、映绘、清绘或刻绘作业前，应先检查原图质量，当误差超限时，不得进行作业。

**第6·2·7条** 根据成图的需要，清绘可一版绘或分版绘。等大绘或放大绘；刻绘也可一版刻或分版刻。根据需要，清绘与刻绘可综合作业。

**第6·2·8条** 地形图的绘制程序，宜符合下列规定：

- 一、图廓和坐标网；
- 二、测量控制点；
- 三、注记；
- 四、独立地物；
- 五、居民地、管线及垣栅；
- 六、水系及其附属建筑物；
- 七、道路及其附属建筑物；
- 八、境界；
- 九、植被及地类界；
- 十、地貌；
- 十一、接边、整饰。

注：粘贴的注记应在第十项后进行。

**第 6·2·9 条** 注记的配置，应符合下列规定：

一、文字注记应使所指示的地物能明确判读。一般情况下，字头应朝北。道路河流名称，可随线状弯曲的方向排列。各字侧边或底边，应垂直或平行于线状物体。各字间隔尺寸应在 **0.5mm** 以上；远间隔的亦不宜超过字号的 **8** 倍。注字应避免遮断主要地物和地形的特征部分；

二、高程的注记，应注于点的右方，离点位的间隔应为 **0.5mm**；

三、等高线的注记字头，应指向山顶或高地，字头不应朝向图纸的下方，地貌复杂的地方，应注意配置；

四、当像片的注记剪贴时，四边应留 **0.2mm** 的白纸边，使用透明注记，绘图时应留出贴字的位置，线划和字的间隔，应保持 **0.2mm**。

**第 6·2·10 条** 居民地的绘制，应符合下列规定：

一、城镇和农村的街区、房屋，均应按外轮廓线准确绘制；

二、街区与道路的衔接处，应留出 **0.2mm** 的间隔。

**第 6·2·11 条** 水系的绘制，应符合下列规定：

一、水系应先绘桥、闸，其次绘双线河、湖泊、渠、海岸线、单线河，然后绘堤岸、陡岸、沙滩和渡口等；

二、当河流遇桥梁时应中断；单线沟渠与双线河相交时，应将水涯线断开，弯曲交于一点。当两双线河相交时，应互相衔接、圆滑。

**第 6·2·12 条** 道路网的绘制，应符合下列规定：

一、当绘制道路时，应先绘铁路，再绘公路及大车路等；

二、当实线道路与虚线道路、虚线道路与虚线道路相交时，应实部相交；

三、当公路遇桥梁时，公路与桥梁应留出 **0.2mm** 的间隔。

**第 6·2·13 条** 等高线的绘制，应符合下列规定：

一、必须保证精度，不得跑线变形。

二、当单色图上的等高线遇双线河、渠和不依比例绘制的符号时，应中断；当多色图上的等高线遇双线河、渠时，应中断，遇其他地物时，不得中断。

**第6·2·14条** 境界线的绘制，应符合下列规定：

一、凡绘制有国界线的图，必须符合国务院批准的有关国境界线的绘制规定；

二、境界线的转角处，不得有间断，并应在转角上绘出点或曲折线。

**第6·2·15条** 每幅图绘完后，应对图的内容、接边、整饰进行认真检查，发现问题修改后，应经审查、验收方能作为正式成品交出。

### 第三节 编 绘

**第6·3·1条** 小比例尺的编绘图，应以大比例尺实测图为基础，各种专业图，应以地形图为基础。

**第6·3·2条** 编绘图应选用内容详细、现势性强、精度高的地形图，经缩照复制后作底图进行编绘，编绘时可采用先编后绘（刻）或连编带绘（刻）一次成图的作业方法。

**第6·3·3条** 编绘图的编绘程序，宜符合下列规定：

一、展绘图廓、坐标网和控制点；

二、对基本资料进行镶嵌、拼接、检查和复照；

三、制作编绘原图的底图；

四、编绘；

五、接边和图廓外简要整饰；

六、对编绘原图进行修改；

七、复照和晒制裱板、聚酯薄膜或刻图膜蓝图；

八、进行清绘或刻绘作业。

**第6·3·4条** 编绘作业的基本要求，应符合下列规定：

一、数学基础的展绘精度，资料转绘和各要素的绘制精度，



必须符合相应比例尺地形图测量的规定；

二、各要素的综合取舍，应根据地形图的用途、比例尺和区域特点确定；

三、当编绘原图作为原稿时，其线划、注记、符号规格，应符合图式规定。复制用的原图，必须再经清绘或刻绘。连编带绘（刻）的原图，可直接供给复制使用，其规格要求，应按本章第二节绘图的有关规定执行。

#### 第四节 晒蓝图、静电复印与复照

**第 6.4.1 条** 晒制的蓝图，应图面整洁、图形居中、图像清晰。线划、注记、符号应色深，底色浅，不虚涨，不重影；编绘、清绘、刻绘用的铁盐蓝图，应与底版尺寸一致，晒成中蓝色。

**第 6.4.2 条** 静电复印，等大复制图的尺寸，应与原图一致。需要按理论尺寸纠正和按比例放大或缩小的图幅，其图廓尺寸与理论尺寸之差，不应超过 **0.3mm**；对角线的误差，不应超过 **0.4mm**。原图的内图廓纵横伸缩不等时，应取其平均值为复制标准；线划粗细变形，不应超过 **15%**；灰雾度，不应大于 **0.1**。

**第 6.4.3 条** 复照底版的密度，应大于 **3.0**（晒蓝图用版，应大于 **2.0**）；灰雾度，不应大于 **0.2**。

**第 6.4.4 条** 复照应图形完整、线划光洁，线划粗细变形应按缩放倍率计算，其值不得超过 **15%**。

**第 6.4.5 条** 复照的精度要求，不应大于表 6.4.5 的规定。

复照的精度要求

表 6.4.5

图 程	开 幅	实际尺寸与理论尺寸 最大误差值 (mm)		拼接边长、分版绘各版 相应边长最大较差值 (mm)
		边长	对角线	
原图着墨、映绘、清绘， 各种地形图及精度要求 较高的其他图种	≤对开	0.2	0.3	0.2
	>对开	0.3	0.4	0.3
精度要求较低的图种	≤对开	0.4	0.6	0.3
	>对开	0.6	0.8	0.4

## 第五节 翻版、晒印刷版与修版

**第 6·5·1 条** 图形应完整，规矩线应齐全，线划、注记应清晰；使用网线胶片线数、百分比、角度应与工艺方案相符；角度误差不应超过  $7^\circ$ ；线划、网线粗细变形不得超过 10%。

**第 6·5·2 条** 翻版的版膜应牢固，染色均匀，无气泡，少砂眼。撕膜版的版膜应易撕，不断。各种版的密度要求，应符合表 6·5·2 的规定。

各种翻版的密度要求

表 6·5·2

版 别	不透明部分	透明部分
银盐阴（阳）版	$\geq 3.0$	$\leq 0.1$
重氮阴（阳）版	$\geq 2.5$	$\leq 0.1$
铬胶阴版	$\geq 2.5$	$\leq 0.1$
铬胶阳版	$\geq 2.5$	$\leq 0.1$
铬胶选择性版	$\geq 3.0$	$\leq 0.2$
铬胶撕膜版	$\geq 2.0$	$\leq 0.2$
铬胶淡蓝阳版	$\geq 0.2$	$\leq$ 目测无色

**第 6·5·3 条** 锌版的厚度，应为 0.4~0.6mm；预制版铝基应为 0.3mm。锌版砂目应均匀，无划痕及伤残。

**第 6·5·4 条** 晒制印刷版落版位置的咬口尺寸，应与使用的印刷机相符，误差不得超过 3mm；侧规误差不得超过 5mm。

**第 6·5·5 条** 地形图各版套翻、套晒的误差，不得超过 0.3mm；

精度要求较高的图种，不得超过 0.2mm。

**第 6·5·6 条** 根据工艺方案提供的底版和设备条件，应需要采用银盐、重氮、铬胶翻版或阳图、阴图与预涂印制版。

**第 6·5·7 条** 当修涂底版时，去掉的应修涂干净，保留的应完整无缺。阴象版应涂墨均匀、无气泡，疙瘩、裂纹；密度应在

3.0 以上；阳象版的空白部分，应彻底刮净。

**第 6.5.8 条** 修刻、增补的要素，应位置准确，线划光洁，字体清晰；当修涂淡蓝阳版时，普染范围线的偏离差，不得超过 0.1mm。

**第 6.5.9 条** 修版操作前，应检查底版的质量和图廓的尺寸，分色版应选取主色版。

**第 6.5.10 条** 多幅拼接的整幅图，当相邻幅接边处普染底色分涂时，应互相重叠为 3~5mm。

## 第六节 打样与胶印

**第 6.6.1 条** 打样与胶印的图纸，应整洁、清晰，无破损、皱折，背面无脏污。

**第 6.6.2 条** 墨色应饱满均匀、符合指定的色标；整批成品墨色应一致。各色套印，应以第一色版的规矩线为准，其套合差不得超过表 6.6.2 的规定。

套印的套合差 (mm)

表 6.6.2

等 级		地形图及精度要求较高的其他图种	精度要求较低的图种		双面套印 反正面套 合差
			对开幅	全开幅	
正 品	线划版	0.3	0.4	0.5	1.0
	普染色	0.4	0.5	0.6	
副 品	线划版	0.4	0.5	0.6	
	普染色	0.5	0.6	0.7	

**第 6.6.3 条** 线划及网线粗细的变形，不得超过 15%。拼接图幅的墨色，应目测深浅一致。

**第 6.6.4 条** 图纸的正品，不得少于 90%，当合格品不足 95% 时，应及时补印。

**第 6.6.5 条** 裁切纸张与设计规格的误差，不得超过 2mm；

边线应互相垂直，按一边对折，对边的错位，不得超过 1mm；裁口应光滑，并准确核实张数。

**第 6·6·6 条** 油墨应根据付印样图或指定色标调配，刮样对比必须相符；每批印件的墨量，应一次配足，不得边干边配；当调配浅色油墨时，应将器件洗净到不落色为止。

# 第七章 施工测量

## 第一节 一般规定

**第7·1·1条** 本章适用于工业与民用建筑及水工建筑的施工测量。

**第7·1·2条** 施工的控制,可利用原区域内的平面与高程控制网,作为建筑物、构筑物定位的依据。当原区域内的控制网不能满足施工测量的技术要求时,应另测设施工的控制网。

**第7·1·3条** 施工的平面控制网,应符合下列规定:

一、施工平面控制网的坐标系统,应与工程设计所采用的坐标系统相同;

二、当利用原有的平面控制网时,其精度应满足需要;投影所引起的长度变形,不应超过  $1/40000$ ;当超过时,应进行换算;

三、当原控制网精度不能满足需要时,可选用原控制网中个别点作为施工平面控制网坐标和方位的起算数据。

**第7·1·4条** 控制网点,应根据总平面图和施工总布置图设计。

## 第二节 施工控制测量

### (I) 场区平面控制

**第7·2·1条** 场区的平面控制网,可根据场区地形条件和建筑物、构筑物的布置情况,布设成建筑方格网、导线网、三角网或三边网。

**第7·2·2条** 场区的平面控制网,应根据等级控制点进行定位、定向和起算。

**第7·2·3条** 场区平面控制网的等级和精度,应符合下列规定:

一、建筑场地大于  $1\text{km}^2$  或重要工业区,宜建立相当于一级导线精度的平面控制网;

二、建筑场地小于  $1\text{km}^2$  或一般性建筑区,可根据需要建立相当于二、三级导线精度的平面控制网;

三、当原有控制网作为场区控制网时,应进行复测检查。

**第7·2·4条** 建筑方格网的主要技术要求,应符合表7·2·4的规定。

建筑方格网的主要技术要求

表7·2·4

等级	边长 (m)	测角中误差 ( $''$ )	边长相对中误差
I 级	100~300	5	$\leq 1/30000$
II 级	100~300	8	$\leq 1/20000$

**第7·2·5条** 建筑方格网的首级控制,可采用轴线法或布网法,其施测的主要技术要求,应符合下列规定:

一、轴线法。

1. 轴线宜位于场地的中央,与主要建筑物平行;长轴线上的定位点,不得少于3个;轴线点的点位中误差,不应大于5cm;

2. 放样后的主轴线点位,应进行角度观测,检查直线度;测定交角的测角中误差,不应超过  $2.5''$ ;直线度的限差,应在  $180^\circ \pm 5''$  以内;

3. 轴交点,应在长轴线上丈量全长后确定;

4. 短轴线,应根据长轴线定向后测定,其测量精度应与长轴线相同,交角的限差应在  $90^\circ \pm 5''$  以内。

二、布网法,宜增测对角线的三边网,其测量精度,不应低于本规范第2·1·8条中四等三边网的规定。

**第7·2·6条** 标桩的埋设深度,应根据地冻线和场地平整的设计标高确定。

**第7·2·7条** 建筑方格网的测量,应符合下列规定:

一、角度观测可采用方向观测法,其主要技术要求,应符合表7·2·7—1的规定;

角度观测的主要技术要求

表7·2·7—1

方格网等级	经纬仪型号	测角中误差(″)	测回数	测微器两次读数差(″)	半测回归零差(″)	一测回中两倍照准差变动范围(″)	各测回方向较差(″)
I级	DJ <sub>1</sub>	5	2	≤1	≤6	≤9	≤6
	DJ <sub>2</sub>	5	3	≤3	≤8	≤13	≤9
II级	DJ <sub>2</sub>	8	2	—	≤12	≤18	≤12

二、当采用电磁波测距仪测定边长时,应对仪器进行检测,采用仪器的等级及总测回数,应符合表7·2·7—2的规定;

采用仪器的等级及总测回数

表7·2·7—2

方格网等级	仪器分级	总测回数
I级	I、II精度	4
II级	II精度	2

三、方格网点平差后,应确定归化数据,并在实地标板上修正至设计位置;

四、建筑方格网竣工后,应经过实地复测检查,方能提供给委托单位。

**第7·2·8条** 当采用小三角网作为场区控制网时,边长宜为0.2~0.4km;测角中误差,不应超过8″;最弱边边长相对中误差,不应大于1/20000。

**第7·2·9条** 当采用小三边网作为场区控制网时,边长宜为

0.2~0.6km；测边的相对中误差，不应大于 1/40000。

**第 7·2·10 条** 小三角、小三边测量的其他技术要求，宜按本规范第二章的有关规定执行。

(II) 建筑物的平面控制

**第 7·2·11 条** 建筑物的平面控制网，可按建筑物、构筑物特点，布设成十字轴线或矩形控制网。矩形网可采用导线法或增测对角线的测边法测定。

**第 7·2·12 条** 建筑物的控制网，应根据场区控制网进行定位、定向和起算。

**第 7·2·13 条** 建筑物的控制网，应根据建筑物结构、机械设备传动性能及生产工艺连续程度，分别布设一级或二级控制网，其主要技术要求，应符合表 7·2·13 的规定。

建筑物控制网的主要技术要求

表 7·2·13

等 级	边长相对中误差	测角中误差
一 级	1/30000	$7''\sqrt{n}$
二 级	1/15000	$15''\sqrt{n}$

注：n 为建筑物结构的跨数。

**第 7·2·14 条** 建筑物的控制测量，应符合下列规定：

一、控制网应按设计总图和施工总布置图布设，点位应选择  
在通视良好、利于长期保存的地方；

二、控制网加密的指示桩，宜选在建筑物行列线或主要设备  
中心线方向上；

三、主要的控制网点和主要设备中心线端点，应埋设混凝土  
固定标桩；

四、控制网轴线起始点的测量定位误差，不应低于同级控制  
网的要求，允许误差宜为 2cm；两建筑物（厂房）间有联动关系



时，允许误差宜为 **1cm**，定位点不得少于 **3** 个；

五、角度观测可采用方向观测法；其测回数应根据测角中误差的大小，按表 7·2·14 确定；

角度观测的测回数

表 7·2·14

测角中误差		2.5''	3.5''	4.0''	5''	10''
测回数	DJ <sub>1</sub>	4	3	2	—	—
	DJ <sub>2</sub>	6	5	4	3	1

六、矩形网的角度闭合差，不应大于测角中误差的 **4** 倍；

七、当采用钢尺丈量距离时，一级网的边长、应以二测回测定；二级网的边长，应以一测回测定。长度应进行温度、坡度和尺长修正。钢尺量距的主要技术要求，应按本规范第二章第四节的有关规定执行；

八、矩形网应按平差结果进行实地修正，调整到设计位置。当增设轴线时，可采用现场改点法进行配赋调整；

九、点位修正后，应进行矩形网角度的检测。

**第 7·2·15 条** 建筑物的围护结构封闭前，应根据需要将建筑物外部控制转移至内部，内部的控制点，宜设置在已建成的建筑物、构筑物的预埋件或预埋测量标板上。当由外部控制向建筑物内部引测时，其投点误差，一级不应超过 **2mm**；二级不应超过 **3mm**。

### (Ⅲ) 高程控制

**第 7·2·16 条** 场区的高程控制网，应布设成闭合环线、附和路线或结点网形。高程测量的精度，不宜低于三等水准的精度，其主要技术要求，应按本规范第三章第二节的有关规定执行。

**第 7·2·17 条** 场地水准点的间距，宜小于 **1km**。距离建筑物、构筑物不宜小于 **25m**；距离回填土边线不宜小于 **15m**。

**第 7·2·18 条** 建筑物高程控制的水准点，可单独埋设在建筑

物的平面控制网的标桩上，也可利用场地附近的水准点，其间距宜在 200m 左右。

**第 7·2·19 条** 当施工中水准点标桩不能保存时，应将其高程引测至稳固的建筑物或构筑物上，引测的精度，不应低于原有水准的等级要求。

### 第三节 工业与民用建筑施工放样

**第 7·3·1 条** 工业与民用建筑的施工放样，应具备下列资料：

- 一、总平面图；
- 二、建筑物的设计与说明；
- 三、建筑物、构筑物的轴线平面图；
- 四、建筑物的基础平面图；
- 五、设备的基础图；
- 六、土方的开挖图；
- 七、建筑物的结构图；
- 八、管网图。

**第 7·3·2 条** 测设各工序间的中心线，宜符合下列规定：

一、当利用建筑物的控制网测设中心线时，其端点应根据建筑物控制网相邻的距离指标桩，以内分法测定；

二、进行中心线投点时，经纬仪的视线，应根据中心线两端点决定；当无可靠校核条件时，不得采用测设直角的方法进行投点。

**第 7·3·3 条** 在施工的建筑物或构筑物外围，应建立线板或控制桩。线板应注记中心线编号，并测设标高。线板和控制桩应注意保存。

**第 7·3·4 条** 施工测量人员在大型设备基础浇注过程中，应及时看守观测，当发现位置及标高与施工要求不符时，应立即通知施工人员，及时处理。

**第 7·3·5 条** 建筑物施工放样的主要技术要求，应符合表

建筑物施工放样的主要技术要求

表 7·3·5

建筑物 结构特征	测距相对 中误差	测角 中误差 ( $''$ )	在测站上 测定高差 中误差 (mm)	根据起始水平 面在施工水平 面上测定高程 中误差 (mm)	竖向传递 轴线点 中误差 (mm)
金属结构、装配式 钢盘混凝土结构、 建筑物高度 100~ 120m 或跨度 30~ 36m	1/20000	5	1	6	4
15 层房屋建筑物 高度 60~100m 或 跨度 18~30m	1/10000	10	2	5	3
5~15 层房屋、建 筑物高度 15~60m 或跨度 6~18m	1/5000	20	2.5	4	2.5
5 层房屋、建筑物 高度 15m 或跨度 6m 及以下	1/3000	30	3	3	2
木结构、工业管线 或公路铁路专用线	1/2000	30	5	—	—
土工竖向整平	1/1000	45	10	—	—

注：①对于具有两种以上特征的建筑物，应取要求高的中误差值；

②特殊要求的工程项目，应根据设计对限差的要求，确定其放样精度。

**第 7·3·6 条** 结构安装测量，工作开始前，必须熟悉设计图，掌握限差要求，并制定作业方法。

**第 7·3·7 条** 柱子、桁架或梁的安装测量允许偏差，应符合表 7·3·7 的规定。

**第 7·3·8 条** 构件预装测量的允许偏差，应符合表 7·3·8 的规定。

**第 7·3·9 条** 附属构筑物安装测量的允许偏差，应符合表 7·3·9 的规定。

**第 7·3·10 条** 设备安装过程中的测量，应符合下列规定。

柱子、桁架或梁的安装测量允许偏差

表 7·3·7

测量内容	允许偏差 (mm)
钢柱垫板标高	±2
钢柱±0 标高检查	±2
混凝土柱 (预制) ±0 标高	±3
混凝土柱、钢柱垂直度	±3
桁架和实腹梁、 桁架和钢架的支承结点间相邻 高差的偏差	±5
梁间距	±3
梁面垫板标高	±2

注：当柱高大于 10m 或一般民用建筑的混凝土柱、钢柱垂直度，可适当放宽。

构件预装测量的允许偏差

表 7·3·8

测量内容	测量的允许偏差 (mm)
平台面抄平	±1
纵横中心线的正交度	$\pm 0.8 \sqrt{l}$
预装过程中的抄平工作	±2

注： $l$  为自交点起草的横向中心线长度 (mm)，不足 5m，以 5m 计。

附属构筑物安装测量的允许偏差

表 7·3·9

测量项目	测量的允许偏差 (mm)
栈桥和斜桥中心线的投点	±2
轨面的标高	±2
轨道跨距的丈量	±2
管道构件中心线的定位	±5
管道标高的测量	±5
管道垂直度的测量	$H/1000$

注： $H$  为管道垂直部分的长度 (mm)。

## 一、设备基础中心线的复测与调整。

1. 基础竣工中心线必须进行复测，两次测量的较差不应大于5mm；
2. 埋设有中心标板的重要设备基础，其中心线由竣工中心线引测，同一中心标点的偏差应为±1mm。纵横中心线应进行垂直度的检查，并调整横向中心线。同一设备基准中心线的平行偏差或同一生产系统的中心线的直线度应在±1mm 以内。

## 二、设备安装基准点的高程测量。

1. 一般设备基础基准点的标高偏差，应在±2mm 以内；
2. 传动装置有联系的设备基础，其相邻两基准点的标高偏差，应在±1mm 以内。

## 第四节 灌注桩、界桩与红线测量

**第7·4·1条** 灌注桩应根据设计的数据进行定位测量，其定位误差，不宜大于5cm。当精度要求较高，需建立灌注桩矩形控制网时，其技术要求应符合表7·4·1的规定。

灌注桩矩形控制网的技术要求

表7·4·1

平均边长(m)	量距相对中误差	导线相对闭合差	DJ <sub>2</sub> 测回数	测角中误差(″)	多边形方位闭合差(″)	高程闭合差(m)
≤100	≤1/20000	1/10000	2	10	$20\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$

注：导线全长小于200m时，其绝对闭合差，不应大于20mm。

**第7·4·2条** 灌注桩矩形控制网定位点，不应少于3个。调整限差，应在 $180^{\circ}\pm 10''$ 和 $90^{\circ}\pm 10''$ 以内。丈量距离应采用不低于Ⅱ级精度的电磁波测距仪，往返各一次测定。

**第7·4·3条** 各灌注桩均应在矩形控制网下，采用内分法测定。

**第7·4·4条** 界桩点，红线点定位及高程测量，可按本规范第四章第五节中有关细部点测量的技术要求执行。

## 第五节 水工建筑物施工测量

**第7.5.1条** 水工建筑物施工平面控制网,根据工程规模及放样点的精度要求,应依次为二、三、四等三角网和三边网。

其主要技术要求,应符合本规范表2.1.3和表2.1.8的有关规定;其平均边长应相应缩短,二等为0.8km;三等为0.6km;四等为0.4km。

**第7.5.2条** 平面控制网宜按两级布设。控制点的相邻点点位中误差,不应大于10mm。

**第7.5.3条** 高程控制网的等级,应依次为二、三、四、五等。首级网的等级应符合表7.5.3的规定。

首级网的等级

表7.5.3

工程规模	混凝土建筑物	土石建筑物
大型工程	二、三等	三等
中型工程	三等	四等

**第7.5.4条** 高程控制测量的最低级控制点相对于首级控制点的高程中误差,对于混凝土建筑物不应大于10mm,对于土石建筑物不应大于20mm。

**第7.5.5条** 当水工建筑物施工放样时,立模、填筑轮廓点立模、填筑轮廓点测定点位中误差

表7.5.5

建筑材料	建筑物名称	在控制点上测定点位中误差 (mm)	
		平面	高程
混凝土	主坝、厂房等各种主要水工建筑物	20	20
	各种导墙及井洞衬砌	25	20
	副坝、护坡等	30	30
土石料	碾压式坝(堤)边线等	40	30
	各种坝(堤)内设施定位等	50	30

测量的允许偏差，应符合表 7·5·5 的规定。

**第 7·5·6 条** 用于立模、填筑放样的高程控制点，其精度不宜低于四等。

**第 7·5·7 条** 当高层建筑物采用混凝土浇筑及预制构件拼装时，竖向测量的允许偏差，应符合表 7·5·7 的规定。

竖向测量的允许偏差

表 7·5·7

工 程 项 目	相邻两层对接中心线相对偏差 (mm)	相对基础中心线的偏差 (mm)	累计偏差 (mm)
厂房等的各种构架、立柱	±3	$H/2000$	±20
闸墩、栈桥墩，厂房等的侧墙	±5	$H/1000$	±30
筛分楼、堆料高排架等	±5	$H/1000$	±35

注：H 为建筑物、构筑物的高度 (mm)。

**第 7·5·8 条** 安装测量的技术要求，应符合国家现行有关的安装工程施工及验收规范的规定。

# 第八章 竣工总图的编绘与实测

## 第一节 一般规定

**第 8·1·1 条** 本章竣工总图系指在施工后，施工区域内地上，地下建筑物及构筑物的位置和标高等的编绘与实测图纸。

**第 8·1·2 条** 对于地下管道及隐蔽工程，回填前应实测其位置及标高，作出记录，并绘制草图。

**第 8·1·3 条** 竣工总图的比例尺，宜为 1 : 500。其坐标系、图幅大小、注记、图例符号及线条，应与原设计图一致。原设计图没有的图例符号，可使用新的图例符号，并应符合现行总平面图设计的有关规定。

**第 8·1·4 条** 竣工总图应根据现有资料，及时编绘。

重新编绘时，应详细实地检核。对不符之处，应实测其位置、标高及尺寸，按实测资料绘制。

**第 8·1·5 条** 竣工总图编绘完后，应经原设计及施工单位技术负责人的审核、会签。

## 第二节 竣工总图的编绘

**第 8·2·1 条** 工业与民用建筑竣工总图的编绘，应符合下列规定：

### 一、总平面及交通运输竣工图

1. 应绘出地面的建筑物、构筑物、公路、铁路、地面排水沟渠、树木绿化等设施；

2. 矩形建筑物、构筑物在对角线两端外墙轴线交点，应注明 2 点以上坐标；

3. 圆形建筑物、构筑物，应注明中心坐标及接地外半径；



4. 所有建筑物都应注明室内地坪标高；

5. 公路中心的起终点、交叉点，应注明坐标及标高，弯道应注明交角、半径及交点坐标，路面应注明材料及宽度；

6. 铁路中心线的起终点、曲线交点，应注明坐标，在曲线上应注明曲线的半径、切线长、曲线长、外矢矩、偏角诸元素；铁路的起终点、变坡点及曲线的内轨轨面应注明标高。

## 二、给、排水管道竣工图

1. 给水管道。应绘出地面给水建筑物、构筑物及各种水处理设施。在管道的结点处，当图上按比例绘制有困难时，可用放大详图表示。管道的起终点、交叉点、分支点，应注明坐标；变坡处应注明标高；变径处应注明管径及材料；不同型号的检查井，应绘详图

2. 排水管道。应绘出污水处理构筑物、水泵站、检查井、跌水井、水封井、各种排水管道、雨水口、排出水口、化粪池以及明渠、暗渠等。检查井应注明中心坐标、出入口管底标高。井底标高、井台标高。管道应注明管径、材料、坡度。对不同类型的检查井应绘出详图。此外，还应绘出有关建筑物及铁路、公路。

## 三、动力、工艺管道竣工图

1. 应绘出管道及有关的建筑物、构筑物，管道的交叉点、起终点，应注明坐标及标高、管径及材料；

2. 对于地沟埋设的管道，应在适当地方绘出地沟断面，表示出沟的尺寸及沟内各种管道的位置。此外，还应绘出有关的建筑物、构筑物及铁路、公路。

## 四、输电及通讯线路竣工图

1. 应绘出总变电所、配电站、车间降压变电所、室外变电装置、柱上变压器、铁塔、电杆、地下电缆检查井等；

2. 通讯线路应绘出中继站、交接箱、分线盒（箱）、电杆、地下通讯电缆人孔等；

3. 各种线路的起终点、分支点、交叉点的电杆应注明坐标；

线路与道路交叉处应注明净空高；

4. 地下电缆应注明深度或电缆沟的沟底标高；

5. 各种线路应注明线径、导线数、电压等数据，各种输变电设备应注明型号、容量；

6. 应绘出有关的建筑物、构筑物及铁路、公路。

### 五、综合管线竣工图

1. 应绘出所有的地上、地下管道，主要建筑物、构筑物及铁路、道路；

2. 在管道密集处及交叉处，应用剖面图表示其相互关系。

**第 8·2·2 条** 其他工程的竣工总图，应按该工程的要求编绘。

## 第三节 竣工总图的实测

**第 8·3·1 条** 竣工总图的实测，应在已有的施工控制点上进行。当控制点被破坏时，应进行恢复。恢复后的控制点点位，应保证所施测细部点的精度，并应符合本规范第 4·1·7 条的规定。

**第 8·3·2 条** 对已有资料，应进行实地检测，其允许误差，应符合国家现行有关施工验收规范的规定。

**第 8·3·3 条** 竣工总图细部点的实测方法及主要技术要求，应按本规范第四章第五节的有关规定执行。

# 第九章 变形测量

## 第一节 一般规定

**第9.1.1条** 本章适用于工业与民用建筑物、构筑物、建筑场地、地基基础、中（小）型水坝，以及测量精度要求与本规范相适应的其他变形测量。

**第9.1.2条** 大型或重要工程建筑物、构筑物，在工程设计时，应对变形测量统筹安排。施工开始时，即应进行变形测量。

**第9.1.3条** 变形测量点，宜分为基准点、工作基点和变形观测点。其布设应符合下列要求：

一、每个工程至少应有3个稳固可靠的点作为基准点；

二、工作基点应选在比较稳定的位置。对通视条件较好或观测项目较少的工程，可不设立工作基点，在基准点上直接测定变形观测点；

三、变形观测点应设立在变形体上能反映变形特征的位置。

**第9.1.4条** 变形测量的等级划分及精度要求，应符合表9.1.4的规定。

**第9.1.5条** 变形测量的观测周期，应根据建筑物、构筑物的特征、变形速率、观测精度要求和工程地质条件等因素综合考虑。观测过程中，根据变形量的变化情况，应适当调整。

**第9.1.6条** 每次变形观测时，宜符合下列要求：

一、采用相同的图形（观测路线）和观测方法；

二、使用同一仪器和设备；

三、固定观测人员；

四、在基本相同的环境和条件下工作。

**第9.1.7条** 平面和高程监测网，应定期检测。建网初期，

宜每半年检测一次；点位稳定后，检测周期可适当延长。当对变形成果发生怀疑时，应随时进行检核。

变形测量的等级划分及精度要求

表 9·1·4

变形 测量 等级	垂直位移测量		水平位移 测量	适用范 围
	变形点的高程中误差 (mm)	相邻变形点高差中误差 (mm)	变形点的点位中误差 (mm)	
一等	±0.3	±0.1	±1.5	变形特别敏感的高层建筑、工业建筑、高耸构筑物、重要古建筑、精密工程设施等
二等	±0.5	±0.3	±3.0	变形比较敏感的高层建筑、高耸构筑物、古建筑、重要工程设施和重要建筑场地的滑坡监测等
三等	±1.0	±0.5	±6.0	一般性的高层建筑、工业建筑、高耸构筑物、滑坡监测等
四等	±2.0	±1.0	±12.0	观测精度要求较低的建筑物，构筑物和滑坡监测等

注：①变形点的高程中误差和点位中误差，系相对于最近基准点而言；

②当水平位移变形测量用坐标向量表示时，向量中误差为表中相应等级点位中误差的  $1/\sqrt{2}$ ；

③垂直位移的测量，可视需要按变形点的高程中误差或相邻变形点高差中误差确定测量等级。

**第 9·1·8 条** 每次观测前，对所使用的仪器和设备，应进行检验校正，作出详细记录。

## 第二节 水平位移监测网

**第 9·2·1 条** 水平位移的监测网，可采用三角网，导线网、边角网、三边网和轴线等形式。当采用轴线控制时，轴线两端应分别建立检核点。

**第 9·2·2 条** 水平位移的监测网，宜采用独立坐标系统，并进行一次布网。

**第 9·2·3 条** 控制点宜采用有强制归心装置的观测墩；照准标志宜采用强制对中装置的觇牌。

**第 9·2·4 条** 水平位移监测网的主要技术要求,应符合表 9·2·4 的规定。

水平位移监测网的主要技术要求

表 9·2·4

等级	相邻基准点的点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 (")	最弱边相对中误差	作业要求
一等	1.5	<300	±0.7	≤1/250000	宣按国家一等三角要求观测
		<150	±1.0	≤1/120000	宣按本规范二等三角要求观测
二等	3.0	<300	±1.0	≤1/120000	宣按本规范二等三角要求观测
		<150	±1.8	≤1/70000	宣按本规范三等三角要求观测
三等	6.0	<350	±1.8	≤1/70000	宣按本规范三等三角要求观测
		<200	±2.5	≤1/40000	宣按本规范四等三角要求观测
四等	12.0	<400	±2.5	≤1/40000	宣按本规范四等三角要求观测

注:表中未考虑起始误差的影响。

**第 9·2·5 条** 在设计水平位移的监测网时,应进行精度预估,选用最优方案。

**第 9·2·6 条** 当工程需要时,变形监测网的起始边,宣按国家一等三角测量的要求及本规范第二章相应等级的有关规定执行,并应采用高精度的测距仪或因瓦基线尺测定。

### 第三节 垂直位移监测网

**第 9·3·1 条** 垂直位移的监测网,可布设成闭合环、结点或附合水准路线等形式。

**第 9·3·2 条** 水准基准点,应埋设在变形区以外的基岩或原状土层上,亦可利用稳固的建筑物、构筑物,设立地上水准点。

当受条件限制时，在变形区内也可埋设深层金属管水准基准点。

**第9.3.3条** 水准点的标石型式，可根据现场条件和任务需要，按本规范附录四中相应规定执行。

**第9.3.4条** 垂直位移监测网的主要技术要求，应符合表9.3.4的规定。

垂直位移监测网的主要技术要求 表 9.3.4

等级	相邻基准点高差中误差 (mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差、附和环线闭合差 (mm)	检测已测高差较差 (mm)	使用仪器、观测方法及要求
一等	0.3	0.07	$0.15 \sqrt{n}$	$0.2 \sqrt{n}$	DS <sub>05</sub> 型仪器，视线长度≤15m，前后视距差≤0.3m，视距累积差≤1.5m。宜按国家一等水准测量的技术要求施测
二等	0.5	0.13	$0.30 \sqrt{n}$	$0.5 \sqrt{n}$	DS <sub>05</sub> 型仪器，宜按国家一等水准测量的技术要求施测
三等	1.0	0.30	$0.60 \sqrt{n}$	$0.8 \sqrt{n}$	DS <sub>05</sub> 或DS <sub>1</sub> 型仪器，宜按本规范二等水准测量的技术要求施测
四等	2.0	0.70	$1.40 \sqrt{n}$	$2.0 \sqrt{n}$	DS <sub>2</sub> 或DS <sub>3</sub> 型仪器，宜按本规范三等水准测量的技术要求施测

注：n 为测段的测站数。

**第9.3.5条** 起始点高程宜采用测区原有高程系统。无条件时，高程系统可根据经验自定。对监测面积较大的工程，宜与国家或测区原有水准点联测。

#### 第四节 水平位移测量

**第9.4.1条** 水平位移的测量，可采用测角前方交会法、边角交会法、导线测量法、极坐标法、小角法、经纬仪投点法、视准线法、引张线法、正垂线或倒垂线法等，并应符合下列规定：

一、采用前方交会法时，交会角应在60°~120°之间，并宜采用三点交会；

二、采用经纬仪投点法和小角法时，对经纬仪的垂直轴倾斜

误差，应进行检验，当垂直角超出 $\pm 3^\circ$ 范围时，应进行垂直轴倾斜修正；

三、采用极坐标法时，其边长应采用检定过的钢尺丈量或用电磁波测距仪测定，当采用钢尺丈量时，不宜超过一尺段，并进行尺长、拉力、温度和高差等项修正；

四、采用视准线法时，其测点埋设偏离基准线的距离，不应大于 2cm；对活动觇牌的零位差，应进行测定。

**第 9.4.2 条** 水平位移观测点的施测精度，应按本规范表 9.1.4 中相应等级及规定的规定执行。

**第 9.4.3 条** 建筑物、构筑物主体的倾斜观测，应测定顶部及其相应底部观测点的偏移值。对整体刚度较好的建筑物的倾斜观测，可采用基础差异沉降推算主体倾斜值。建筑物、构筑物主体倾斜率和按差异沉降推算主体倾斜值，可按本规范附录五的公式计算。

**第 9.4.4 条** 建筑物、构筑物和水坝的裂缝观测，宜在裂缝两侧设置观测标志；对于较大的裂缝，至少应在其最宽处及裂缝末端各布设一对观测标志。裂缝可直接量取或间接测定，分别测定其位置、走向、长度和宽度的变化。

**第 9.4.5 条** 混凝土坝和有条件的高层建筑物，主体挠度观测，可采用正倒垂线法，利用坐标仪或其他仪器测定各观测点相对于铅垂线的偏离值。

**第 9.4.6 条** 日照变形观测的观测点，宜设置在观测体受热面不同的高度外。根据温度的变化，测定各观测点相对于底点的位移值。

观测工作，宜在日出前开始，定时观测，至日落后结束。观测时应同时分别测记观测体向阳和背阳面的温度。

**第 9.4.7 条** 建筑场地滑坡观测的观测点，宜设置在滑坡周界附近、滑动量较大、滑动速度较快的轴线方向和滑坡前沿区等部位。在确定点位时，应考虑工程地质的需要。观测点应埋设标

石，其深度不应小于 1m。

观测点，可采用测角前方交会法或极坐标法测定。滑坡观测点的点位精度，应符合本规范表 9.1.4 中相应等级的规定。

**第 9.4.8 条** 进行滑坡位移观测时，应同时进行垂直位移观测。垂直位移观测的技术要求，可按本规范表 9.5.3 中相应等级规定执行。当分析滑坡位移的规律时，应将观测点的水平位移量与垂直位移量进行综合判断。

**第 9.4.9 条** 水坝的水平位移观测点，宜沿坝的轴线布设。土坝观测点横断面的间距，应小于 50m；混凝土坝每坝段，应有 1 个横断面。

**第 9.4.10 条** 水坝水平位移的观测，相对于工作基点的坐标中误差，中型混凝土土坝不应超过 1mm，小型混凝土坝不应超过 2mm；中型土石坝不应超过 3mm，小型土石坝不应超过 5mm。

## 第五节 垂直位移测量

**第 9.5.1 条** 建筑物的沉降观测，宜采用几何水准或液体静力水准等测量方法。单个构件，可采用测微水准或机械倾斜仪、电子倾斜仪等测量方法。

**第 9.5.2 条** 沉降观测点的布设，应符合下列规定：

- 一、能够反映建筑物、构筑物变形特征和变形明显的部位；
- 二、标志应稳固、明显、结构合理，不影响建筑物、构筑物的美观和使用；
- 三、点位应避开障碍物，便于观测和长期保存。

**第 9.5.3 条** 沉降观测点的精度要求和观测方法，根据工程需要，应符合本规范表 9.5.3 中相应等级的规定。

**第 9.5.4 条** 沉降观测的各项记录，必须注明观测时的气象情况和荷载变化。

**第 9.5.5 条** 建筑物、构筑物的沉降观测点，应按设计图纸埋设，并宜符合下列规定：



沉降观测点的精度要求和观测方法

表 9·5·3

等级	高程中误差 (mm)	相邻点高差中误差 (mm)	观测方法	往返较差、附和或环线闭合差 (mm)
一等	±0.3	±0.15	除宜按国家一等精密水准测量外,尚需设双转点,视线≤15m,前后视视距差≤0.3m,视距累积差≤1.5m;精密液体静力水准测量;微水准测量等	≤0.15√n
二等	±0.5	±0.30	按国家一等精密水准测量;精密液体静力水准测量	≤0.30√n
三等	±1.0	±0.50	按本规范二等水准测量;液体静力水准测量	≤0.60√n
四等	±2.0	±1.00	按本规范三等水准测量;短视距三角高程测量	≤1.40√n

一、建筑物四角或沿外墙每 10~15m 处或每隔 2~3 根柱基上;

二、裂缝或沉降缝或伸缩缝的两侧;新旧建筑物或高低建筑物以及纵横墙的交接处;

三、人工地基和天然地基的接壤处;建筑物不同结构的分界处;

四、烟囱、水塔和大型储藏罐等高耸构筑物的基础轴线的对称部位,每一构筑物不得少于 4 个点。

**第 9·5·6 条** 施工期间,建筑物沉降观测的周期,高层建筑每增加 1~2 层应观测 1 次;其他建筑的观测总次数,不应少于 5 次。竣工后的观测周期,可根据建筑物的稳定情况确定。

**第 9·5·7 条** 建筑物、构筑物的基础沉降观测点,应埋设于基础底板上。在浇灌底板前和基础浇灌完毕后应至少各观测 1 次。基础不均匀沉降产生的基础相对倾斜值和基础挠度,宜按本规范附录六公式计算。

**第 9·5·8 条** 基坑回弹观测时,回弹观测点,宜沿基坑纵横

轴线或在能反映回弹特征的其他位置上设置。回弹观测的标志，应埋入基底面下 10~20cm。其钻孔必须垂直，并应设置保护管。

**第 9.5.9 条** 回弹观测点的高程，宜在基坑开挖前、开挖后及浇灌基础之前，各测定 1 次。对传递高程的辅助设备，应进行温度、尺长和拉力等项修正。回弹观测点的高程中误差，不应超过 1mm。

**第 9.5.10 条** 地基土的分层沉降观测点，应选择在建筑物、构筑物的地基中心附近。观测标志的深度，最浅的应在基础底面 50cm 以下；最深的应超过理论上的压缩层厚度。

观测的标志，应由内管和保护管组成，内管顶部应设置半球状的立尺标志。

**第 9.5.11 条** 地基土的分层沉降观测，应在基础浇灌前开始，观测的周期，宜符合本规范第 9.5.6 条的规定。观测的高差中误差，不应超过 1mm。

**第 9.5.12 条** 建筑场地的沉降观测点布设范围，宜为建筑物基础深度的 2~3 倍，并应由密到疏布点。

**第 9.5.13 条** 水坝垂直位移测量的观测点，应沿坝轴线平行布设在能反映坝体变形的部位，并宜与水平位移观测点合设在一个标墩上。

**第 9.5.14 条** 水坝的观测周期，应符合下列规定：

一、坝体竣工初期，应每半个月或 1 个月观测 1 次；坝体已基本稳定时，宜每季度观测 1 次；

二、土坝宜在每年汛前、汛后各观测 1 次；

三、当发生水库空库、最高水位、高温、低温、水位骤变、位移量显著增大及地震等情况时，应及时增加观测次数。

**第 9.5.15 条** 水坝的垂直位移观测，相对于工作基点的高程中误差，中型混凝土坝不应超过 1mm，小型混凝土坝不应超过 2mm；中型土石坝不应超过 3mm，小型土石坝不应超过 5mm。

## 第六节 内业计算及成果整理

**第9.6.1条** 观测工作结束后,应及时整理和检查外业观测手簿。

**第9.6.2条** 水平位移监测网的测角中误差、测距中误差及各条件方程自由项限差,应按本规范第二章中的有关公式进行计算。

垂直位移监测网,每测站的高差全中误差,应按本规范第3.2.8条的有关公式计算。

**第9.6.3条** 监测网的平差计算与精度评定,应根据工程需要,采用经典严密平差法或自由网平差法。

**第9.6.4条** 监测网点位稳定性的检验,可采用下列方法:  
一、采用经典严密平差时的检验方法,复测后两次平差值的较差应符合下式要求:

$$\Delta < 2\sqrt{2\mu^2Q} \quad (9.6.4)$$

式中  $\Delta$ ——两次平差值较差 (");

$\mu$ ——单位权中误差 (");

$Q$ ——权系数。

二、采用自由网平差时的统计检验方法;

三、经典法与统计检验相结合的方法。

**第9.6.5条** 内业计算取值精确度的要求,应符合表9.6.5的规定。

**第9.6.6条** 观测点的变形分析,应符合下列规定:

一、相邻两观测周期,相同观测点有无显著变化;

二、应结合荷载、气象和地质等外界相关因素综合考虑,进行几何和物理分析。

**第9.6.7条** 水平位移测量结束后,应根据工程需要,提交下列有关资料:

一、水平位移量成果表;

- 二、观测点平面位置图；
- 三、水平位移量曲线图；
- 四、有关荷载、温度、位移值相关曲线图；
- 五、水平位移和垂直位移综合曲线图；
- 六、变形分析报告等。

内业计算取值精确度的要求

表 9·6·5

监测网等级	方向值 ( $''$ )	边长 (mm)	坐标 (mm)	高程 (mm)	水平位移量 (mm)	垂直位移量 (mm)
一、二等	0.01	0.1	0.1	0.01	0.1	0.01
三、四等	0.10	1.0	1.0	0.10	1.0	0.10

**第 9·6·8 条** 垂直位移测量结束后，应根据工程需要，提交下列有关资料：

- 一、垂直位移量成果表；
- 二、观测点位置图；
- 三、位移速率、时间、位移量曲线图；
- 四、荷载、时间、位移量曲线图；
- 五、等位移量曲线图；
- 六、相邻影响曲线图；
- 七、变形分析报告等。

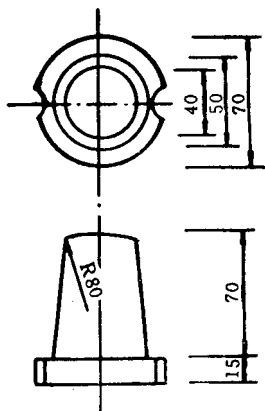
# 附录一 本规范名词解释

## 名 词 解 释

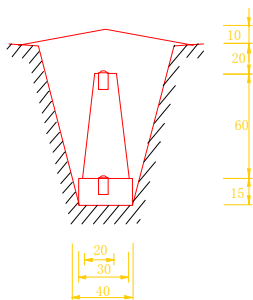
附表 1

名 词	解 释
边 角 网	边、角全测的控制网
电 照 准	根据接收电讯号最强确定照准位置的方法
基 准 点	确认固定不动,且作为测定工作基点和变形观测点的点
工 作 基 点	作为直接测定变形观测点的相对稳定的点,可用基准点代替
变 形 观 测 点	设立在变形体上,反映变形特征的观测点

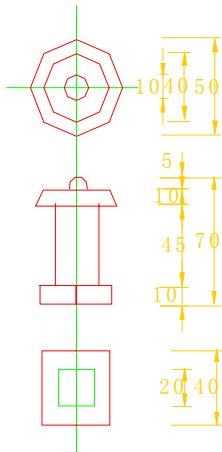
## 附录二 平面控制点标志及标石的埋设规格



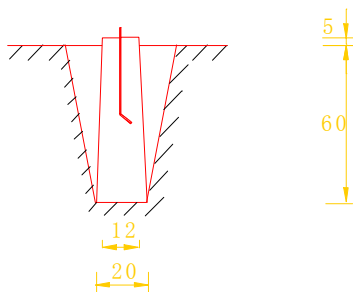
附图 2·1 磁质标志图  
(单位: mm)



附图 2·3 二、三等三角点标石埋设图  
(单位: cm)

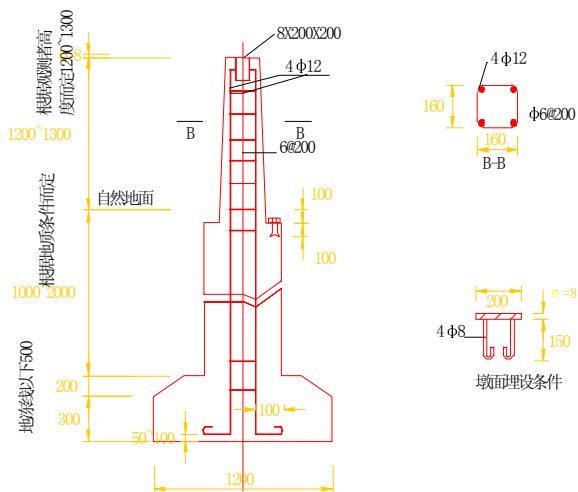
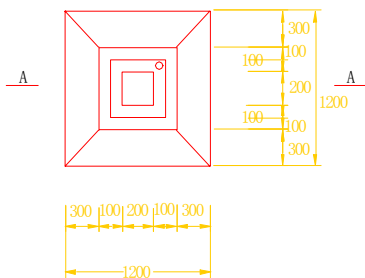


附图 2·2 金属标志图  
(单位: mm)



附图 2·4 一、二级小三角点标石埋设图  
(单位: cm)

- 注: ①山地及冻土地区标石尺寸和埋设深度, 可自行设计;  
 ②柱石与盘石间, 应放 0.5~1cm 厚粗砂;  
 ③四等三角点, 可不埋盘石, 柱石高度适当加大;  
 ④一、二、三级导线、点的标石规格, 应按照附图 2·4 或自行设计;  
 ⑤线路和图根点可参照附图 2·4 略缩小。



附图 2·5 变形测量观测墩图 (单位: mm)

注: 墩面尺寸根据强制归心装置尺寸而定。

## 附录三 方向观测法度盘和测微器 位置变换计算公式

### 一、计算公式：

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

式中  $\sigma$ ——度盘和测微器位置变换值 ( $^{\circ}''$ )；

$m$ ——测回数；

$j$ ——测回序号；

$i$ ——度盘最小间格分划值 ( $DJ_1$  为  $4'$ ； $DJ_2$  为  $10'$ )；

$\omega$ ——测微盘分格数 (值) ( $DJ_1$  为 60 格； $DJ_2$  为 600'')。

二、根据上述公式，方向观测法度盘编制应符合附表 3·1、3·2 的要求。



用 DJ<sub>1</sub> 型仪器方向观测度盘编制表

附表 3·1

测回数 测回 序号	15	9	6	4
1	00°00' 02"	00°00' 03"	00°00' 05"	00°00' 08"
2	12°04' 06"	20°04' 10"	30°04' 15"	45°04' 22"
3	24°08' 10"	40°08' 17"	60°08' 25"	90°08' 38"
4	36°12' 14"	60°12' 23"	90°12' 35"	135°12' 52"
5	48°16' 18"	80°16' 30"	120°16' 45"	
6	60°20' 22"	100°20' 37"	150°20' 55"	
7	72°24' 26"	120°24' 43"		
8	84°28' 30"	140°28' 50"		
9	96°32' 34"	160°32' 57"		
10	108°36' 38"			
11	120°40' 42"			
12	132°44' 46"			
13	144°48' 50"			
14	156°52' 54"			
15	168°56' 58"			

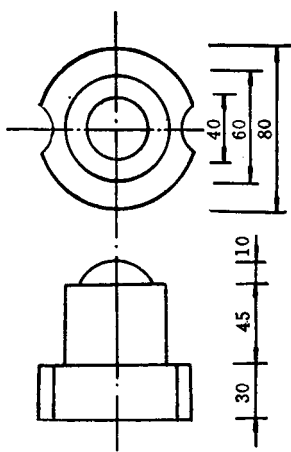
注：采用测微盘分格数（值）为 120 格的仪器时，应另行计算编表。

用 DJ<sub>2</sub> 型仪器方向观测度盘编制表

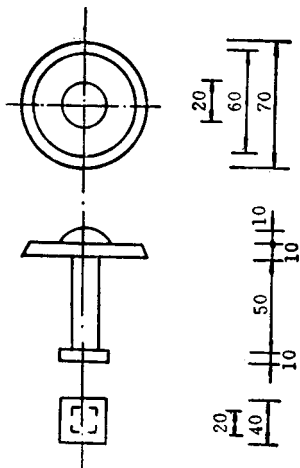
附表 3·2

测回数 测回 序号	12	9	8	6
1	00°00' 25"	00°00' 33"	00°00' 37"	00°00' 50"
2	15°11' 15"	20°11' 40"	22°11' 52"	30°12' 30"
3	30°22' 05"	40°22' 47"	45°23' 07"	60°24' 10"
4	45°32' 55"	60°33' 53"	67°34' 22"	90°35' 50"
5	60°43' 45"	80°45' 00"	90°45' 37"	120°47' 30"
6	75°54' 35"	100°56' 07"	112°56' 52"	150°59' 10"
7	90°05' 25"	120°07' 13"	135°08' 07"	
8	105°16' 15"	140°18' 20"	157°19' 22"	
9	120°27' 05"	160°29' 27"		
10	135°37' 55"			
11	150°48' 45"			
12	165°59' 35"			

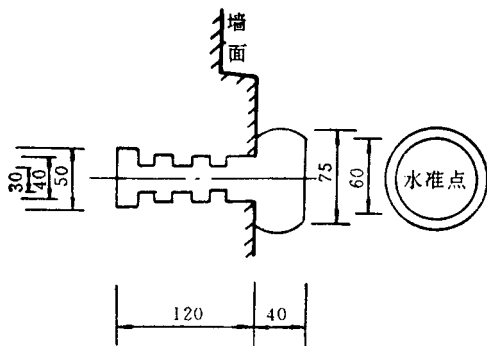
# 附录四 高程控制点标志及标石的埋设规格



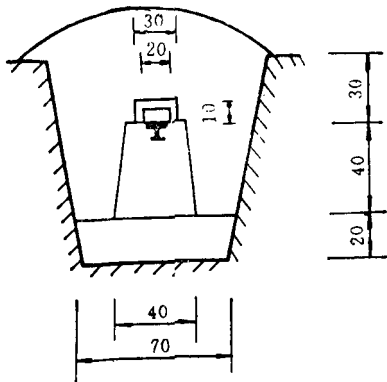
附图 4·1 磁质标志图  
(单位: mm)



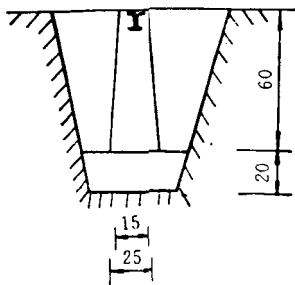
附图 4·2 金属标志图  
(单位: mm)



附图 4·3 墙脚水准点标志图 (单位: mm)

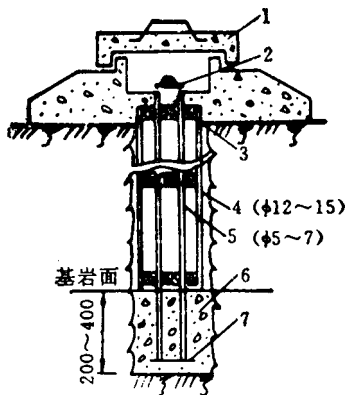


附图 4·4 二、三等水准点标石埋设图 (单位: cm)  
注: 冻土地区的标石规格和埋设深度, 可自行设计。



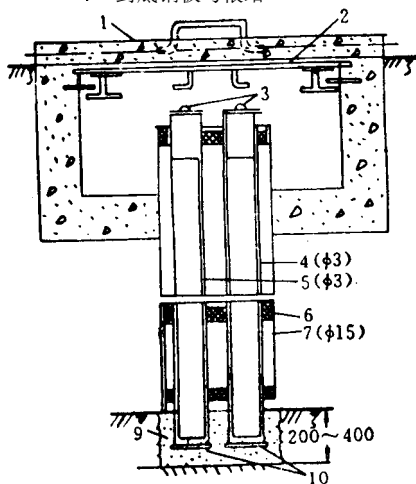
附图 4·5 四等水准点标石埋设图  
(单位: cm)

注: 线路专用高程控制可按附图 4·5 或自行设计。



(a) 测温钢管标 (单位: cm)

1—标盖; 2—标心 (有测温孔); 3—橡皮环; 4—保护管; 5—钢管; 6—混凝土;  
7—封底钢板与根络



(b) 双金属标 (单位: cm)

1—钢筋混凝土标盖; 2—钢板标盖; 3—标心; 4—钢管; 4—铝心管; 6—橡胶环;  
7—钻孔保护管; 8—新鲜基岩面; 9—200# 沙浆; 10—心管底板和根络

附图 4·6 深埋水准点结构图

## 附录五 建筑物、构筑物主体倾斜率和按 差异沉降推算主体倾斜值的计算公式

一、建筑物、构筑物主体的倾斜率，应按下式计算：

$$i = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta D}{H} \quad (\text{图 5} \cdot 1)$$

式中  $i$ ——主体的倾斜率；

$\Delta D$ ——建筑物、构筑物顶部观测点相对于底部观测点的  
偏移值 (m)；

$H$ ——建筑物、构筑物的高度 (m)；

$\alpha$ ——倾斜角 (°)。

二、按差异沉降推算主体的倾斜值，应按下式计算：

$$\Delta D = \frac{\Delta S}{L} H \quad (\text{附 5} \cdot 2)$$

式中  $\Delta D$ ——倾斜值 (m)；

$\Delta S$ ——基础两端点的沉降差 (m)

$L$ ——基础两端点的水平距离 (m)；

$H$ ——建筑物的高度 (m)。

## 附录六 基础相对倾斜值和基础挠度计算公式

一、基础相对倾斜值  $\Delta S_{AB}$  应按下式进行计算：

$$\Delta S_{AB} = \frac{S_A - S_B}{L} \quad (\text{附 } 6 \cdot 1)$$

式中  $S_{AB}$  —— 相对倾斜值；

$S_A$ 、 $S_B$  —— 倾斜段两端观测点 A、B 的沉降量 (m)；

$L$  —— A、B 间的水平距离 (附图 6·1) (m)。

二、基础的挠度  $f_c$  应按下式进行计算：

$$f_c = \Delta S_{BC} - \frac{L_1}{L_1 + L_2} \Delta S_{AB} \quad (\text{附 } 6 \cdot 1)$$

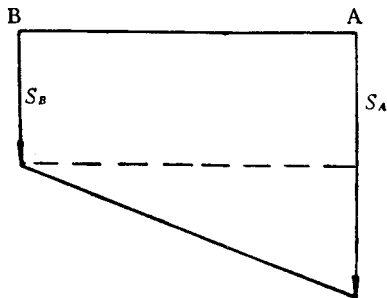
式中  $f_c$  —— 挠度 (m)；

$\Delta S_{BC}$  —— B、C 的沉降差 (m)；

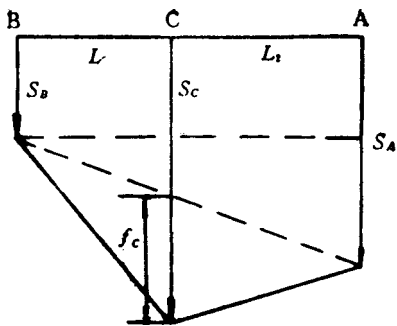
$\Delta S_{AB}$  —— A、B 的沉降差 (m)；

$L_1$  —— B、C 间的水平距 (m)；

$L_2$  —— A、C 间的水平距 (附图 6·2) (m)。



附图 6·1 基础的相对倾斜



附图 6·2 基础的挠度



## 附录七 本规范用词说明

一、对条文执行严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中必须按指定的标准，规范或其他有关规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……规定”。

# 附加说明

## 本规范主编单位、参加单位和 主要起草人名单

**主编单位：**中国有色金属工业西安勘察院

**参加单位：**机械电子工业部勘察研究院

机械电子工业部综合勘察院

航空航天工业部综合勘察院

机械电子工业部工程勘察院

交通部第二航务工程勘察设计院

北京测绘院

陕西省综合勘察设计院

**主要起草人：**孙觉民 程化迁 符纯祖 张玉林 王天游

田应中 孙幼伦 迟自昌 宋如轼 吕天朗

杨茂源 胡清汶 黄成勇 赖昌意