

前 言

本标准是根据国家有关标准化的规定和要求,参照 1974 年国家测绘总局制定的《国家三角测量和精密导线测量规范》的有关规定,结合近期科技和生产的发展而编制的。

本标准的附录 A 是标准的附录;附录 B 是提示的附录。

本标准由国家测绘局提出并归口。

本标准由国家测绘局测绘标准化研究所和国家测绘局第一大地测量队负责起草。

本标准主要起草人:吕永江、吕翰钧、李荣春、孟 娟。

中华人民共和国国家标准

国家三角测量规范

GB/T 17942—2000

Specifications for national triangulation

1 范围

本标准规定了三角测量的布设原则,基本精度指标与主要技术要求;适用于国家一、二、三、四等三角测量和区域性的三角测量,其他三角测量和导线测量亦可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 12898—1991 国家三、四等水准测量规范

GB/T 16818 1997 中、短程光电测距规范

CH 1001—1995 测绘技术总结编写规定

CH 1002—1995 测绘产品检查验收规定

CH 1003—1995 测绘产品质量评定标准

CH/T 1004—1999 测绘技术设计规定

CH/T 2004 1999 测量外业电子记录基本规定

CH/T 2005—1999 三角测量电子记录规定

JJG 100—1994 全站型电子速测仪计量检定规程

JJG 414—1994 光学经纬仪计量检定规程

3 总则

3.1 国家三角测量的等级与布设原则

3.1.1 国家三角测量的等级

国家三角测量分为一、二、三、四等,一、二等三角测量属于国家基本控制测量,三、四等三角测量属于加密控制测量。

3.1.2 国家三角网的布设原则

国家三角网是国家大地控制网的重要组成部分;国家三角网的布设应遵循从整体到局部,从高级到低级分级布网的原则。

3.2 国家三角网的布设形式

3.2.1 一等三角的布设形式

一等三角测量覆盖全国以三角锁或连续三角网的形式布设;一等三角锁应分别沿经线和纬线方向布设成锁环状,锁环的锁段长为 200 km 左右,在锁环锁段的交叉处测定一等起始边,在一等起始边的两端点上加测一等天文经、纬度和一等天文方位角,并在每锁段中央的一个三角点上测定一等天文经纬度。

国家质量技术监督局 2000-01-03 批准

2000-08-01 实施

以连续三角网形式布设时,每隔 200 km 左右加测一条一等起始边,起始边两端加测一等天文经、纬度和一等天文方位角,并在中间部位的三角点上测定一等天文经纬度。

3.2.2 二等三角的布设形式

二等三角网在一等三角锁环内以连续三角网形式布设,并在二等三角网的中央部位布设一条一等起始边,在起始边的两端点上测定一等天文经、纬度和天文方位角。

在布设一等连续三角网的地方则可以不再布设二等三角网,而直接加密三等或四等三角点或三角网。

3.2.3 三、四等三角的布设形式

三、四等三角测量是一、二等三角锁网下的加密测量,三、四等三角网采用插点形式或连续网形式布设。

在没有二等三角网的地方,也可以在一等三角锁环内或一等三角网之下,直接布设三等或四等三角网。

3.3 国家三角点的密度

3.3.1 一等三角锁、网的边长

一等三角锁网的平均边长:山区在 25 km 左右,平原在 20 km 左右,受地形条件限制时,边长可在 15~45 km 范围之内变动,跨越海峡、大湖等水系时,边长不受上述限制。

3.3.2 二等三角点的密度

二等三角网的平均边长:城市地区及部分工农业经济发达地区在 9 km 左右,其他地区在 13 km 左右,山区或荒漠地区可以适当放长。

3.3.3 三、四等三角点的密度

三、四等三角测量的边长可根据一、二等平面控制点的分布情况和实际需要而定,三等三角网的边长可在 4~10 km 左右的范围内变动,四等网的边长可在 1~6 km 左右的范围内变动。

3.4 三角测量的精度

3.4.1 起始边的精度

一等三角锁、网起始边的边长相对中误差不超过 $\pm 1/35$ 万;

3.4.2 天文经度、纬度和方位角的精度

一等天文经、纬度和方位角的中误差不超过表 1 的规定。

表 1

等 级	天文经度	天文纬度	天文方位角
一等	$\pm 0''.02$	$\pm 0''.3$	$\pm 0''.5$

3.4.3 三角测量的精度

各等三角测量按三角形闭合差计算的测角中误差不超过表 2 的规定。

表 2

等 级	一 等	二 等	三 等	四 等
测角中误差	$\pm 0''.7$	$\pm 1''.0$	$\pm 1''.8$	$\pm 2''.5$

各等三角测量中最弱边的边长相对中误差和方位角中误差不超过表 3 的规定。

表 3

等 级	一 等	二 等	三 等	四 等
边长相对中误差	1/20 万	1/12 万	1/7 万	1/4 万
方位角中误差	$\pm 0''.9$	$\pm 1''.5$	$\pm 2''.5$	$\pm 4''.5$

3.5 国家三角测量的基准

3.5.1 坐标系统

国家三角测量采用 1980 西安大地坐标系。

1980 西安大地坐标采用的参考椭球的基本参数值为：

长半径 $a=6\,378\,140\text{ m}$ ；

地心引力常数(含大气层) $GM=3.986\,005\times 10^{14}\text{ m}^3/\text{s}^2$

二阶带谐系数 $J_2=1.082\,63\times 10^{-3}$

地球自转角速度 $\omega=7.292\,115\times 10^{-5}\text{ rad/s}$

3.5.2 高程系统

国家三角测量的高程采用正常高系统；由 1985 国家高程基准面起算；青岛高程基准原点的高程为 72.260 m。

3.5.3 平面坐标系统

国家三角测量的平面坐标采用高斯—克吕格平面坐标系。国家三角点均计算出高斯平面的六度带或三度带的平面直角坐标。

六度带或三度带的主子午线经度均由东经 3° 起，分别每隔 6° 或 3° 划分投影带，每个投影带内以主子午线和赤道的交点作为平面直角坐标的纵、横坐标原点，主子午线的投影长度比定为 1，主子午线上各点的横坐标定为 500 000 m。

3.6 国家三角测量的基本技术要求

3.6.1 一等三角

一等三角锁采用单三角锁时，三角形应尽量接近于等边三角形，任何角不应小于 40° ，采用中点多边形或大地四边形或采用三角网形式布设时，任一推算路线的传距角不得小于 30° 。

一等三角锁各锁段图形权倒数之和应不超过 100，对于个别特殊困难地区由于地形限制或锁段过长时，图形权倒数之和可放宽至不超过 120。超过 120 时则应在锁段中部加测起始边。

3.6.2 二等三角

二等三角网和一等三角锁以连续三角网形式联接。

二等三角网中的三角形的内角不得小于 30° ，对地形复杂等困难地区的个别三角形内角可放宽至不小于 25° 。

二等三角点至起始边的距离，一般不超过 12 个三角形。

3.6.3 三、四等三角

三、四等三角网以连续三角网形式或插点或插网形式，在一等或二等控制点下进行加密。

三、四等三角网中任一三角形的内角都不得小于 30° ，受地形限制等困难地区，个别三角形内角可放宽至不小于 25° 。

3.6.4 对已有大地控制点的联测

对测区已有的一、二、三、四等大地控制网点应进行重合或联测，重合点和联测点之和不应少于三个。

3.7 三角点高程测量

3.7.1 三角点高程测量的方法

三角点的高程以水准测量或用高程导线测量或用三角高程测量方法求得。

需要用三角高程方法测定三角点高程的各级三角锁网的三角测量观测边均应对向观测垂直角，量取仪器高和觇点高，计算往返三角高程的高差，计算出各三角点的高程。

三角高程由水准点或水准联络点或符合精度要求的高程导线点起算。

3.7.2 三角高程测量的主要技术指标

任一三角高程点至三角高程起算点的距离，以三角高程推算边计算，不超过表 4 的规定。

表 4

三角点等级	推算边边数	平差后的三角点高程中误差, m
一等	7	± 1.0
二等	10	± 0.5
三等	5	± 0.25
四等	10	± 0.20

三角高程平差后的各级三角点高程中误差不超过表 4 的规定。

4 技术与设计选点

4.1 技术设计

4.1.1 技术设计的基本要求

三角测量布测前应进行技术设计,获得三角点网的最优布设方案。技术设计书的格式、内容、要求与审批程序参照 CH/T 1004 进行。

4.1.2 资料收集

技术设计前,应充分收集测区内各项有关资料进行分析研究并进行实地勘察,然后进行图上设计,编写技术设计书。

4.1.3 图上设计

图上设计应标绘出已有平面和高程控制点的位置和新设计的三角点位置和观测方向以及和已有平面控制网,已有高程控制网的联测方向和联测路线。

4.2 实地选点

4.2.1 各等三角点的点位要求

a) 选定的三角点应扩展方便,计划观测方向均应通视良好,视线应超越和偏离障碍物一定的高度和距离;在山区一等不小于 4 m,二等不小于 2 m;在平原地区,一等不小于 6 m,二等不小于 4 m;三、四等方向以能保证成像清晰,便于观测为原则。

决定视线高度时,须考虑到树林和农作物高度的增长。视线应尽量避免沿斜坡或河坎旁通过。当视线通过稻田、草原、沙漠、戈壁、沼泽、湖泊、大片树林、较大城市以及工矿区时,视线高度一等不低于 8 m,二等不低于 6 m。

b) 三角点一般应选在便于造标和观测,埋石后标志能长期保存的制高点上,点位离开公路、铁路、河流不得少于 50 m,离高压线不少于 120 m。

c) 在起始边两 endpoint 及锁段中央须测定天文经纬度的三角点上,如不便进行天文观测时,应另行选定天文墩的位置。天文墩至三角点的距离应不小于该点的觇标高度,但不大于 60 m,并须便于直接测定天文墩的归心元素。起始边两 endpoint 尚须测定天文方位角,为此天文墩应尽量设在起始边的方向线上,其偏差不大于 1 m。

4.2.2 三角点点名确定

三角点一般应以村名、山名、地名作为点名;少数民族地区应用译音;荒漠地区无法查询地名时,可根据地形特征命名或以点号表示。

新旧点重合时,一般采用旧点名,如果原来所依据的村名、山名、地名已有变更,则应在所采用的新点点名之后附上旧点名,并加括号。

同一条三角锁或同一个 1:10 万图幅的三角点中有相同点名时,须加以区别。

点名书写必须准确、正规,所用简体字一律以国务院公布的为准。

4.2.3 方位点

平原地区各等级三角点根据需要可以设置方位点,方位点不少于 2 个,方位点至三角点的距离为

500~1 000 m;同一三角点上两方位点方向间的夹角不应小于 60°。

方位点应选在目标明显,易于寻找,观测方便,并能长期保存的地方,方位点应设置永久性固定标志。

从三角点地面能直接看到某一三角点的觇标基底,则该三角点可作为方位点。

4.2.4 三角点点之记

一、二、三、四等三角点均应按 A1 的格式填绘三角点点之记。

4.2.5 旧点利用

对测区内已有的各等级水平控制点和高程控制点应尽量重合利用或进行联测。有关利用或联测情况,应在点之记和技术总结中进行详细而具体的记录和说明。

标石已部分或全部被损坏的旧点,应按新测点和旧点的最高等级的要求进行补埋或重埋。

新点为一、二等点,旧标石为二层或三层,且均完整稳固能长期保存,其标石规格不低于本规范三、四等点的标准时,可不重埋。

新点为三、四等点,旧标石为一层且坚固完整可长期保存者,可不重埋。

凡不满足本规范要求的旧点,均须重新埋设新标石,新旧标石的标志中心应尽量重合,不允许在其附近另埋标石。

利用旧点均应按 A2.1 和 A2.2 的内容和格式填记“旧点重合利用登记表”和“旧点重新埋石记录表”,并准确量记有关尺寸。

4.2.6 水准联测三角点

选点中应将设计进行水准联测的三角点的联测路线、联测点名记于点之记位置说明内,并在技术总结中说明。

5 三角点的标志

5.1 造标埋石的基本要求

a) 各等级三角点均应建立永久性的测量标志。

b) 标石是三角点永久性的点位标志,标石中心应嵌入中心标志,中心标志代表三角点的中心位置。

c) 建造的觇标必须标形端正,标心和圆筒应与铅垂线平行,结构牢固;内架与基板结构密合;基面平整;内外架无接触。觇标的圆筒中心、回光台中心、标石中心应位于同一铅垂线上,其最大偏离以标石中心的铅垂线为准,不得超过 0.1 m。

d) 一、二等观测方向的视线应离开槽柱,距离不小于 0.2 m,三、四等观测方向的视线离开槽柱的距离应不小于 0.1 m。

e) 应在槽柱的适当位置应用色漆注明三角点的点名、等级、建造单位、建造年月;无外架的墩标,则用红漆写在仪器墩向南的侧面上。

f) 造标埋石时应将点之记的点位说明,标石断面图的相关高度和有关数据填注清楚。

g) 造标埋石完成以后,应向当地政府办理测量标志委托保管手续。

5.2 测量觇标的类型

各等级三角点上的测量觇标类型统一采用以下名称:

a) 寻常标——没有内架的木质三脚或四脚觇标;

b) 钢寻常标——没有内架的钢质三脚或四脚觇标;

c) 混凝土寻常标——用钢筋混凝土建筑的没有内架的三脚觇标;

d) 复合标——内、外架相联结的木质三脚或四脚觇标;

e) 双锥标——内、外架不相联结的木质三脚或四脚觇标;

f) 钢标——钢材制成的有内、外架的觇标;

g) 墩标——用混凝土、天然石、砖块或木材筑成的仪器墩上加设圆筒的觇标;

- h) 原生树标——在森林区用原生树去掉树梢,树枝作为外架檐柱的觐标;
- i) 马架标——用钢材或木材建造的高度约 1.5 m 左右的内架,并加设圆筒的觐标;
- j) 活动标——可以移动的钢标或木标。

5.3 标石和中心标志

5.3.1 标石类型

三角点的标石类型统一采用以下名称:

- a) 一、二等三角点标石;
- b) 三、四等三角点标石;
- c) 岩石地区三角点标石;
- d) 冻土地区三角点标石;
- e) 沙漠地区三角点标石;
- f) 特殊困难地区三角点标石。

5.3.2 标石的材料

三角点标石一般用混凝土灌制,也可用相同规格的花岗石、青石等坚硬石料代替。

5.3.3 标石埋设要求

- a) 盐碱地区埋设混凝土标石,须加涂沥青,以防腐蝕。
- b) 在泥土松软、地下水位较高的地区或沼泽地区埋设标石时,除应尽量选择好埋石地点以外,应在盘石下边浇灌混凝土底层。
- c) 埋石时,须使各层标石的标志中心严格在同一铅垂线上,其偏差不大于 3 mm。并用钢卷尺量取各层标石面间的垂直距离,填记于点之记的标石断面图中,结果取至厘米。

5.3.4 钢管标志

钢管上端应焊接封闭,并刻划或嵌入中心标志。
钢管外壁应涂刷粘性沥青,并用布或其他材料缠绕,刷涂沥青,其厚度不少于 3 mm。
钢管内应灌满混凝土,防止钢管内壁腐蚀。

5.3.5 中心标志

三角点标石的盘石和柱石的中央均需嵌入一个中心标志,并应安放正直,粘接牢固。
中心标志可用金属材料或瓷质材料制成,其规格标准见附录 A3.1。
以石料凿成的标石,应在盘石或柱石中心位置凿刻断面成“V”形的十字中心标志,线长约 5 cm,线的上宽和深度各约为 5 mm,内涂红色油漆,以代替瓷质或金属中心标志。
柱石的中心标志应稍高于柱石顶面,以便于安放水准标尺。

5.3.6 重埋标石

与旧有水平控制点重合需要重新埋设标石时,应通知原埋石单位或测绘管理部门。
重埋中应检查原标石的上下标石的中心标志中心是否在同一铅垂线上,当偏离值大于 3 mm 时,应以最下标石的标志中心为准埋设新标石。
在保证新标石稳固的原则下,尽量使新旧上标石面在同一水平面上,在重埋过程中应量取新旧上标石面间的高差和觐标有关部位至柱石面的高度。
重埋标石面上,应用红漆标注“重埋”二字。
重埋标石后应按 A2.2 填写“旧点重新埋石记录表”。

6 水平角观测

6.1 测角仪器

6.1.1 各级三角测量使用仪器观测方法和测回数

各等级三角测量水平角观测使用的仪器、观测方法和测回数按表 5 规定执行。

表 5

等 级	使用仪器类型	全组合测角法方向权: $n \cdot m$	方向观测法测回数	备 注
一	DJ07	36(35)		n . 方向数 m . 测回数
	DJ1	42(40)		
二	DJ07	24(25)	12	
	DJ1	30(28, 32)	15	
三	DJ07		6	
	DJ1		9	
	DJ2		12	
四	DJ07		4	
	DJ1		6	
	DJ2		9	

6.1.2 经纬仪的检验

水平角观测使用的经纬仪使用前应进行检验,检验项目、检验方法与限差以及检定周期,均按 JJG 414 和 JJG 100 的有关规定执行。

6.2 各级水平角观测的基本要求

6.2.1 仪器安置

观测一等三角点时,仪器应安置在仪器台上。二、三、四等三角点在寻常标下仪器安置在脚架上观测时,根据土质状况,采取打脚桩或其他措施,保证仪器有稳定的观测环境。

6.2.2 仪器及操作要求

a) 观测水平角应事先调好望远镜焦距,同一测回中应保持不变;照准目标尽量不要使用垂直制动和微动螺旋;使用水平微动螺旋或目镜测微器照准目标和测微螺旋对准分划线时,其最后旋转均应使用旋进方向。

b) 在观测过程中,如发现二倍视准轴差($2C$)的绝对值 DJ07、DJ1 型仪器大于 $20''$,DJ2 型仪器大于 $30''$ 时,本测回无效,应校正后再继续观测。

c) 观测过程中应使仪器保持水平、照准部上水准器气泡偏离中心,对于 DJ07 最大不超 1.5 格, DJ1、DJ2 最大不超过 1 格。

6.2.3 垂直轴倾斜改正

当照准点的垂直角一等超过 $\pm 2^\circ$,二等超过 $\pm 3^\circ$ 时,应在观测方向值中加入垂直轴倾斜改正。在观测该方向时须读记照准部上水准器气泡位置,确定垂直轴在水平轴方向的倾斜分量,来求得方向改正值。

在同一测回中由于读数误差及其他原因而产生水准器气泡长度的变化,不能超过 0.6 格。

三、四等三角观测一般不加垂直轴倾斜改正。

6.2.4 各级水平角观测的照准目标

一等三角观测照准发光标志(即回光)。

二、三、四等三角观测,照准圆筒、标心柱或其他稳固的照准标志。

6.2.5 观测时间的选择和时段数的要求

各等级水平角观测均应在通视良好、成像清晰,能精确照准时进行。

a) 观测一等三角点,至少应有三个时间段,每个时间段观测的基本测回数不应超过全部基本测回数的 $2/5$ 。在一个时间段内观测任一单角的测回数不能超过其总测回数的 $1/2$,且不宜连续观测同一单角(重测时例外)。

对日、夜测比例一般不作要求,当视线上有较明显的旁折光影响时,要求日夜测比例在 $30\% \sim 70\%$ 范围内变通,并注意选择有利的观测时间段。

b) 观测二等三角点一般不少于两个时间段,每一时间段观测的基本测回数不超过总基本测回数的2/3。个别特殊情况下也可在一时间段测完。

c) 上午、下午、夜间各为一个时间段。

6.2.6 零方向选择及方向编号

观测前应将点上方向编号,可任选一目标清晰的方向作为第一方向(即零方向),然后按顺时针方向依次编为2、3…… n 。测锁时,总是将最左边的方向作为零方向。

6.2.7 偏扭镜观察标志

使用DJ07型仪器测一等时,应在距点1~1.5 km处设偏扭镜观察标志。

6.3 编制观测度盘表

6.3.1 编制观测度盘表的原则

使用光学经纬仪观测时应使水平角观测的各测回均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上。

a) 观测前应先编出基本度盘位置表,然后计算观测度盘位置表,确定点上观测的每一角度或方向组各测回的起始方向读数。

b) 基本度盘位置是相对于三角点上确定的第1方向(零方向)的度盘位置。它分别由度盘上的度刻划、分刻划和秒盘刻划三部分组成。

c) 当观测的角度或方向值其起始方向不是1方向,而是第 n 方向时,应将该基本度盘位置加上角度(1, n)的概略值(取到度)成为观测度盘位置。

起始方向是1方向的角度或方向组,其基本度盘位置就是观测度盘位置。

6.3.2 方向观测法的观测度盘位置编制

a) DJ07、DJ1型仪器第 k 测回的观测度盘位置的计算公式:

$$\frac{180}{m}(k-1) + i'(k-1) + \frac{i'}{2m}(k-1) + \frac{i'}{4m} \dots\dots\dots (1)$$

式中: m ——按三角点等级规定的测回数;

k ——测回序号($k=1, 2, \dots, m$)

i' ——度盘上的最小刻划

b) DJ2型仪器第 k 测回的观测度盘位置的计算公式:

$$\frac{180}{m}(k-1) + \frac{i'}{2}(k-1) + \frac{i'}{2m}(k-1) + \frac{i'}{4m} \dots\dots\dots (2)$$

随着 k 值的递增,式中第二项 $\frac{i'}{2}(k-1)$ 的值会达到度或大于1度,则应舍去“度”,只取该项的“分”,当为整度时取零分。

6.3.3 全组合测角法观测度盘位置表的编制

a) 基本度盘表的编制

由测站上的方向数 n 计算应观测的角度数 $T = \frac{n}{2} \times (n-1)$

将全部角度分为 γ 组,同一组中的角度不能有同名方向。该组中各角的基本度盘位置相同。

则 n 为奇数时, $\gamma = n$

n 为偶数时, $\gamma = (n-1)$

设 m 为单角的测回数,计算得

每测回间水平度盘变换值 $\delta = \frac{180^\circ}{m} + i'$

每组间水平度盘变换值 $\delta = \frac{180^\circ}{r \cdot m} + i'$

$\frac{180^\circ}{m}$ 和 $\frac{180^\circ}{r \cdot m}$ 两项计算及逐项相加时,均应算至 $0^\circ.1$,然后舍去小数取度整数编算出基本度盘位置。

式中: i' 为度盘最小刻划

第一组第一测回的基本度盘位置为 $0^\circ 0'$

任一角各测回测微器整置位置按下式计算

$$\frac{i'}{2m}(k-1) + \frac{i'}{4m}$$

式中: k 为测回序号 ($k=1, 2, \dots, m$)

b) 计算观测度盘表

以选定的 1 方向为准, 观测各方向的水平方向概值, 取至整度。

将左方向不是 1 方向的观测角的基本度盘位置加上左方向概值, 即得观测度盘位置。

6.4 水平角及水平方向观测

6.4.1 全组合测角法一测回的操作程序

6.4.1.1 DJ1 型仪器的操作

a) 将仪器照准左方目标, 按观测度盘表对好度盘和测微器位置 (允许 $\pm 5''$);

b) 顺时针 (或逆时针) 方向旋转照准部一周精确照准左方目标, 用测微器使度盘对径分划重合, 读定度、分和光学测微器读数两次 (重合两次读两次数);

c) 顺时针 (或逆时针) 方向旋转照准部精确照准右方目标, 读数 (方法同 b) 条);

d) 纵转望远镜;

e) 照准右方目标, 操作同 c) 条;

f) 顺时针 (或逆时针) 方向旋转照准部精确照准左方目标读数 (方法同 b) 条)。

以上操作为一测回, 每一观测时间段内顺、逆转照准部观测的测回数应大致相等。

6.4.1.2 DJ07 型仪器的操作

a) 将仪器照准左方目标, 按观测度盘表对好度盘位置和测微器位置 (允许 $\pm 5''$);

b) 顺时针或逆时针方向旋转照准部一周, 重新照准左方目标。首先读定水平度盘和测微器读数 (重合对径分划两次读两次数), 然后用主望远镜目镜测微器精确照准目标三次并读数, 紧接着用偏扭观察目镜测微器照准标志三次并读数;

c) 顺时针或逆时针方向旋转照准部, 照准右方目标, 用主望远镜目镜测微器照准目标三次并读数, 紧接着用偏扭镜照准标志三次并读数, 然后读定度盘读数和测微器读数;

d) 纵转望远镜顺时针或逆时针方向旋转照准部重新照准右方目标, 按 b) 条规定顺序进行照准和读数;

e) 顺时针或逆时针方向旋转照准部照准左方目标, 按 c) 条规定顺序进行照准和读数。

以上操作为一测回, 每一观测时间段内顺、逆转照准部观测的测回数应大致相等。是否使用偏扭观察镜, 由观测员根据觇标扭转量的大小来决定。

6.4.2 方向法一测回的操作程序

a) 将仪器照准零方向 (即第一方向), 按观测度盘表对好度盘和测微器位置;

b) 顺时针方向旋转照准部 1~2 周后精确照准零方向, 读定度、分和光学测微器读数两次 (重合两次、读两次数);

c) 顺时针方向旋转照准部, 精确照准 2 方向, 按 b) 条方法读数。继续顺时针方向旋转照准部依次观测 3、4、…… n 方向, 最后闭合至零方向。

d) 纵转望远镜, 逆时针方向旋转照准部 1~2 周后, 精确照准零方向, 按 b) 条方法读数;

e) 逆时针方向旋转照准部, 按上半测回观测的相反次序 $n, \dots, 4, 3, 2$ 、观测至零方向。

以上操作为一测回, 当方向数小于四个时, 可不闭合至零方向。

使用 DJ07 型仪器, 应将主望远镜目镜测微器置于零位, 一测回的操作同上。

6.4.3 方向观测的分组观测

采用方向法观测,当方向数多于6个观测有困难时,可考虑分两组观测,每组方向数大致相等,应有两个共同方向。两组观测结果分别取中数后,共同方向之间的角值互差不得大于 $\pm 2m''$ (m'' 为本等级的测角中误差)。两组观测值按等权分组观测进行平差。

6.4.4 方向观测的补测

当方向数多于三个时,方向观测一测回中可以暂时放弃不宜观测的方向,放弃的方向数不得超过应测方向数的三分之一,补测放弃的方向可只联测零方向。

6.4.5 关于联测的规定

- a) 在已经观测过的点上第二次设站观测,应联测两个已知方向;
- b) 在高等点上设站联测低等方向时,一般应联测两个高等方向。同一人在一点上观测不同等级方向时可只联测一个自己观测过的高等方向。

c) 联测两个方向时,其夹角化至同一中心的新、旧角值之差的限值为 $\pm 2\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ 。

式中: m_1 、 m_2 为相应新、旧成果等级规定的测角中误差。

6.5 水平角观测的限差和重测

6.5.1 全组合测角法观测限差按表6执行。

表 6

序 号	项 目	一 等		二 等	
		DJ07	DJ1	DJ07	DJ1
1	主望远镜、偏扭观察镜目镜测微器三次读数互差	3 格		3 格	
2	光学测微器两次重合读数差	1"	1"	1"	1"
3	上、下半测回角值的差	5"	6"	5"	6"
4	同一角度各测回互差	4"	5"	4"	5"
5	直、间接角互差				
	3~4 个方向	2"5		3"	
	5~6 个方向	3"		4"	
	7 和 7 个以上方向	4"		5"	
6	三角形最大闭合差	2".5		3".5	

二等采用三方向法观测时,三方向组执行表7的限差,其余各项均按本表限差要求。

6.5.2 方向观测法限差

方向观测法限差按表7执行。

表 7

序号	项 目	二 等		三 等			四 等		
		DJ07	DJ1	DJ07	DJ1	DJ2	DJ07	DJ1	DJ2
1	光学测微器两次重合读数差	1"	1"	1"	1"	3"	1"	1"	3"
2	半测回归零差	5"	6"	5"	6"	8"	5"	6"	8"
3	一测回内 2C 互差	9"	9"	9"	9"	13"	9"	9"	13"
4	化归同一起始方向后,同一方向值各测回互差	5"	6"	5"	6"	9"	5"	6"	9"
5	三角形最大闭合差	3".5		7".0			9".0		

6.5.3 超限观测值的重测

- a) 超出表6、表7规定限差的完整测回都要重测。

b) 测角法的重测数按应重测的基本测回数计算。重测数超过基本测回数的 $1/3$ 时,应全点重新观测。

c) 方向观测法的重测数按应重测的方向测回数计算。一份成果的方向测回总数为 $(n-1)m$, n 是方向数、 m 是测回数。当重测方向数超过方向测回总数的 $1/3$ 时,本点应重新观测。

d) 测回互差超限,除明显的孤值外,一般都应对称重测该组观测值中的最大值和最小值。

e) 方向观测法一测回中,重测方向数超过 $1/3$ 、及观测三个方向有一个方向要重测,则应重测整测回。此时只按超限方向测回计算重测数。因零方向超限而全测回重测,算作 $(n-1)$ 重测方向测回。

f) 方向观测重测只须联测零方向。

g) 观测的基本测回和重测测回结果均应载入记簿。每一测回(即每一度盘位置)只采用一个符合限差的结果。

h) 全组合测角法,直、间接角之间超限时可重测单角。

6.6 归心元素的测定

归心元素包括偏心距 e 和偏心角 θ

6.6.1 测定归心元素的专用符号

a) e_y, e_H, e_r 依次代表仪器、回光、圆筒(或标心柱)投影中心至标石投影中心的距离,称作偏心距,量至毫米;

b) $\theta_y, \theta_H, \theta_r$ 依次代表以仪器、回光、圆筒(或标心柱)投影中心为角顶,由偏心距方向起顺时针方向量至零方向线的角度,称为偏心角,量至 $15'$;

c) 当一点上有多个仪器、回光中心时,则应对投影点的偏心距和偏心角加注 1、2……等下标。如 e_{y1}, θ_{r1} , 并分别注明各自应改正的方向。

6.6.2 测定归心元素的方法和要求

a) 测定归心元素一般采用图解法;使用经纬仪,在三角点周围约成 $120^\circ(60^\circ)$ 的三个方向设站,每站用盘左、右两个位置照准要投影的中心点作垂直面,分别记录到安置水平的投影用纸上,交会出各中心的投影点。当某一中心的三条投影线构成示误三角形时,取其内切圆心为投影点。

b) 如因地形限制,也可在交角约 90° 的两个方向上设站,每站连续投影两次(两次之间略微变动仪器左、右位置)。当投影线构成示误四边形时,取其对角线交点为投影点。

c) 上述投影示误三角形的最长边或示误四边形的长对角线,对于标石、仪器、回光中心的投影不得大于 5 mm ,对于圆筒、标心柱的投影不得大于 10 mm 。

d) 根据实际情况亦可采用其他严密的方法求出投影点。当投影用纸安置在仪器台上时,可以用交会等方法决定仪器或回光中心在投影纸上的位置。

e) 在投影用纸上投影交会各中心完毕后,除标石中心外,在其他各投影中心上均应描绘两个本点观测的方向,最好有一个是观测零方向。在不设站观测的三角点上测定照准点归心元素时,必须描绘包括测站点方向在内的两个方向。若没有点上方向值时,还应观测描绘方向间的夹角一测回,记于投影用纸上取至分。

f) 各投影中心描绘的两方向间的夹角和观测值的差,当偏心距小于 0.3 m 时,不应超过 2° ;当偏心距大于 0.3 m 时,不应超过 1° 。

g) 一、二等三角观测时,其测站点或照准点偏心距一般不得大于 0.5 m ,三、四等三角观测可适当放宽。

当偏心距过大,不能用图解法测定归心元素时,可用经纬仪直接测定偏心角,二测回取至分,用解析法或直接丈量偏心距(平距)两次,两次差不得超过 10 mm 。

6.6.3 归心元素的测定次数与时间要求

a) 观测一等三角点,其测站点归心元素,应在紧接观测前后各测定一次。照准点归心元素只要求有测前、测后控制。以上两次测定归心元素间隔的时间均不得超过两个月,否则应增加测定次数。

b) 观测二等三角点时,测站点和照准点归心元素测定两次。尽量在到点设站观测前后各测定一次。照准点归心元素测定距观测的日期:8 m 和 8 m 以上觇标不得超过两个月;8 m 以下觇标不超过三个月。

c) 三、四等点观测,测站点和照准点归心元素一般只测定一次。投影距观测的时间不超过三个月。

d) 各等级观测,对于高标或遇天气突变等,应根据情况,及时增加测定次数。

6.6.4 投影偏差的限差

a) 将两次投影的仪器(或回光、圆筒)中心的投影点和从该点所描绘的同一方向线重合后,标石中心两次投影点间的距离,称作投影偏差。采用的归心元素其同一中心的各次投影偏差不应超过 10 mm。

b) 当控制观测所必需的数次投影,其投影偏差超过 10 mm 时,经检测证实仍超限,则分别计算归心改正数。对于任一方向两次改正数的差,一、二等小于 $0''.2$ 仍可取归心元素中数计算改正数,否则应考虑重测相关点的水平角。

6.6.5 归心元素结果的取用

测站点和照准点同一中心的各次投影,若投影偏差不超限,则归心元素一律采用取中数。

取中数时,当两次投影偏心角的差接近 180° (在 $150^\circ \sim 210^\circ$ 左右)时,应以两次标石中心投影位置连线的中点作为标石中心投影点,量取归心元素的中数(即图解中数)。

若两次投影中有一次归心元素为零(正刺的情况),则偏心距取两次的中数,偏心角采用另一次的投影值。

7 大地点高程测定

7.1 三角高程测量

7.1.1 三角高程测量测定高程的方法

三角高程测量不分等级,它是测定大地点高程的一种方法。一般都是在三角点上观测水平角期间,同时测定各方向的垂直角(即高度角)求相邻点之间的高差,推算大地点高程。

7.1.2 垂直角观测的基本要求

a) 观测垂直角的仪器,其精度应不低于 DJ2 经纬仪。

b) 一般地区必须在地方时 10~16 点之间观测。在戈壁、沙漠等困难地区,观测时间可酌情放宽。

c) 点上方向数较多时,应分组观测,每组包括 2~4 个方向。遇到通视条件不好,亦可单方向连续观测。

d) 各方向垂直角观测的照准部位,按下列符号记入手簿中:

II——圆筒上沿

入——标顶

○——回光

大——标尖

e) 盘左、右两位置照准目标时,目标的成像应位于垂直丝左、右附近对称的位置上。

f) 观测过程中当发现指标差的绝对值大于 $30''$ 时,可继续观测,本测回有效,测完该测回后应立即校正。

7.1.3 垂直角中丝法观测的操作程序

a) 盘左(或盘右)开始,照准一组中的第一方向。用中丝切准目标;

b) 将垂直度盘指标水准器居中,重合度盘对径分划两次读数两次;

c) 依次照准第二方向……直到本组方向测完;

d) 纵转望远镜成盘右(或盘左);

e) 按上述相反的次序照准各方向目标,观测读数,回到第一方向。

以上操作为一测回。

7.1.4 中丝法测定垂直角的测回数。

各等级三角点上,每一方向按中丝法观测应测四测回。

7.1.5 垂直角和指标差的计算公式

计算垂直角和指标差的公式,因仪器而异,下面列出两种常用仪器的计算公式

a) WILDT3 仪器

$$\alpha = L - R \quad i = L + R - 180^\circ$$

b) WILDT2 仪器

$$\alpha = \frac{R - L - 180^\circ}{2}, i = \frac{L + R - 360^\circ}{2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: α 为垂直角; i 为指标差; L 、 R 为盘左、右垂直度盘读数。

7.1.6 垂直角观测的限差与重测

a) 垂直度盘测微器两次读数的差, DJ07、DJ1 型仪器不超过 $2''$ (等于测微仪器上 0.5 大格); DJ2 型仪器不超过 $3''$ 。

b) 同一方向垂直角互差不得大于 $10''$ 。

c) 指标差互差不得大于 $15''$ 。当分组观测时,仅在一测回内的各方向间比较;单方向连续观测时,则在连续观测的测回间比较。

根据以上比较指标差的原则,每次观测对一个方向至少应测两测回,或两个方向一组测一测回。

d) 超限的观测值均应重测,最后每个方向取四个符合限差要求的测回。

7.1.7 丈量觇标和仪器水平轴中心至标石上标志表面的高度

a) 量取部位:圆筒上沿(或标顶)、标尖、回光台、仪器台及其他观测时被照准过的部位。

仪器安置在脚架上观测时每光段开始均应量取仪器水平轴高,并使同一观测时段内的仪器高尽量一致。

b) 司光站应量取回光中心至回光台、或仪器台的高度。特殊情况下,则应直接量取回光中心至标石上标志面的高度。

当一点上有几个回光高度时,应分别注明照准方向的名称。

回光站的量高记录应及时交测站转载到本点垂直角观测手簿中。

c) 量高方法。用钢卷尺以不同的两个尺段各量取一次,读至厘米记入手簿。

d) 量高限差。两次丈量结果的差不得大于 5 cm。

7.2 水准联络点(简称水联点)

7.2.1 水联点的设立

当大地点的高程难以用几何水准直接测定时,要测设水联点,然后再测定水联点与大地点之间的高差,以推算出大地点的高程。

7.2.2 水联点至大地点间高差测定方法

a) 用电磁波测距高程导线测量时,按 GB 12898 的规定施测。

b) 用三角高程测量时,在水联点和三角点间对向观测垂直角,中丝法测六测回。

7.2.3 水联点至三角点间的距离测定

a) 三角交会法。至少须由三个大地点双向交会,并要求边长不超过本等级三角测量的规定,按四等三角测量的要求观测水平角。

b) 条件困难,水联点只能和一个三角点方向相连时,有两种求距方法供选用。(本条方法只能在一等三角点上应用)。

参照 GB/T 16818 中的四等要求测定水联点至三角点的距离。但边长不能超过 4 km。

用解析法求定水联点至三角点的距离 D 。要求 D 不能超 2 km,高差不得大于 400 m。依水联点为一端点,在与距离 D 接近垂直的方向布设两条辅助基线,其长度应大于 $D/20$ 。每条辅助基线用检定过

的钢卷尺作往返丈量,读至毫米,其长度相对误差应小于 $1/1\,000$ 。角度用 DJ1 型仪器测三测回,用 DJ2 型仪器测四测回。两次解析求得的 D 值,其相对误差应小于 $1/800$ 。

8 成果的记录、整理与验算

8.1 记录方式与要求

8.1.1 记录方式

按记录载体分为电子记录和手簿记录两种方式、三角测量优先采用电子记录,在不适宜电子记录的特殊地区亦可采用手簿记录。

8.1.2 记录项目

a) 每一三角点应记载测站名称、等级,觇标类型。水平角观测照准点栏,测角法观测时每测回只记录方向号,照准目标;方向观测时每点第一测回应记录所观测的方向号、点名和照准目标。其余测回记方向号。

b) 每一观测时间段须记录观测日期、时间(北京时)、天气、成像,风向风力。

c) 每方向须记录方向观测值。

8.1.3 手簿记录要求

a) 一切外业观测值和记事项目,必须在现场直接记录。

b) 手簿一律用铅笔填写,记录的文字与数字力求清晰,整洁,不得潦草模糊。手簿中任何原始记录不得涂擦,对原始记录有错误的数字与文字,应仔细核对后以单线划去,在其上方填写更正的数字与文字,并在备考栏内注明原因。对作废的记录,亦用单线划去,并注明原因及重测结果记于何处。重测记录应加注“重测”二字。

c) 各级三角测量记录与计算的小数取位要求参照表 8 执行。

表 8

项目及等级		读 数	一测回中数	记簿计算
水平角	一、二等	$0''.1$	$0''.01$	$0''.01$
	三、四等	$1''$	$1''.1$	$0''.1$
垂直角		$1''$	$1''$	

电子记录参照 CH/T 2004 和 CH/T 2005 执行。

8.1.4 观测记录的整理和检查

观测工作结束后应及时整理和检查外业观测手簿。检查手簿中所有计算是否正确、观测成果是否满足各项限差要求。确认观测成果全部符合本规范规定之后,方可进行计算。

8.2 三角测量成果的验算

8.2.1 三角测量的验算项目

- 三角形闭合差、测角中误差计算;
- 极条件自由项及限差计算;
- 基线条件自由项及限差计算;
- 方位角条件自由项及限差计算;
- 三角高程高差的验算。

8.2.2 三角形闭合差、测角中误差计算

- 三角形闭合差计算公式

$$W = 180^\circ - (A + B + C) + \epsilon'' \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: W ——三角形闭合差;

A, B, C ——三角形三个内角;

ϵ'' ——三角形球面角超。

b) 测角中误差按非列罗公式计算

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

式中: n ——三角形个数;

W ——三角形闭合差。

8.2.3 极条件自由项限差计算

a) 自由项限差计算公式

$$W_J = \pm \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \sqrt{\sum \text{ctg}^2 \beta} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: m_{β} ——测角中误差;

β ——传距角;

ρ'' ——206 265。

b) 极条件自由项不应超过 $\pm 2W_J$ 。二、三、四等极条件自由项,在验算过程中超出 $\pm 2W_J$,但不超过 $\pm 2.5W_J$ 者,允许达 5%。

8.2.4 基线条件自由项限差

基线条件自由项限差计算公式

$$W_D = \pm 2 \sqrt{\frac{m_{\beta}^2}{\rho''^2} \sum \text{ctg}^2 \beta \left(\frac{m_{s_1}}{s_1} \right)^2 - \left(\frac{m_{s_2}}{s_2} \right)^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: m_{β} ——测角中误差;

β ——传距角;

ρ'' ——206 265;

$\frac{m_{s_1}}{s_1}$ 、 $\frac{m_{s_2}}{s_2}$ ——基线边长相对中误差。

8.2.5 方位角条件自由项限差计算

方位角条件自由项限差计算公式

$$W_F = \pm 2 \sqrt{n \cdot m_{\beta}''^2 + m_{a_1}''^2 + m_{a_2}''^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: n ——推算路线的经过的测站数;

m_{β} ——测角中误差;

m_{a_1}'' 、 m_{a_2}'' ——起始方位角中误差。

8.2.6 三角高程测量验算的项目与限差

a) 同一条边由对向垂直角按本地区平均地球曲率和大气折光差改正系数 C 值分别计算的高差值不应超过 $\pm 0.1D$ (m) (D 为边长的公里数)。

b) 用对向观测求得高差的中数、沿闭合图形各边求和,或从一个高程起算点沿三角边推算至另一个高程起算点,其闭合差不应超过 $\pm 0.05 \sqrt{\sum D_{\text{km}}^2}$ (m)。

D 为各高差边的边长,以 km 为单位,对向高差之差超限,但其中数能满足闭合图形限差要求时,仍采用中数;若不满足,且其中一个单向高差能满足时,可采用单向高差。

c) 通过验算舍弃不合格成果后,每个三角点必须保证至少有三个双向或两个双向两个单向的高差成果。

9 成果的检查验收与上交

9.1 外业成果的检查验收和质量评定

9.1.1 外业成果的检查验收

三角测量任务完成后,参照 CH 1002 进行检查和验收并编写检查验收报告。

9.1.2 外业成果的质量评定

三角测量成果在检查验收以后参照 CH 1003 进行质量评定。

9.2 技术总结

9.2.1 三角测量的技术总结

技术总结是在三角测量任务完成后,对技术设计书和技术标准执行情况、技术方案、作业方法、新技术的应用、完成质量和主要问题的处理等进行分析 and 总结。它是与测绘成果有直接关系的技术性文件,是永久保存的重要技术档案。

9.2.2 技术总结的编写

技术总结参照 CH 1001 编写,并有单位主要技术负责人审核签名,方可上交。

9.3 上交资料

9.3.1 资料的整理与上交

经过检查验收后的三角测量成果,须清点、整理、装订成册,编制目录,开列清单,上交资料管理部门。

9.3.2 上交资料的范围

- a) 技术设计书;
- b) 三角锁、网展点图;
- c) 三角点点之记;
- d) 测量标志委托保管书(两份)及批准征用土地的文件;
- e) 旧点利用记录资料;
- f) 水平角、水平方向以及垂直角(包括水联点)的观测手簿,记录磁带,磁盘和纸带;
- g) 归心投影用纸和测定的归心元素资料;
- h) 仪器检验资料;
- i) 外业成果验算资料两份;
- j) 技术总结;
- k) 验收报告。

附 录 A
(标准的附录)
选点与埋石标准

A1 三角点点之记

系		等三角点点之记		所在图幅 (1:100000)	
区(镇)				点 号	
点 名		概略经度		本点位置 说明及 交通情况	
		概略纬度			
地 类		概略高程			
土 质		水层深度			
冻结深度		解冻深度			
所在地					
最近水源及里程					
最近住所及里程				点 位 略 图	
本点之有关方向					
选点员对造埋工作的要求				实造觐标高度	实埋标石断面图
觐标类型	标石类型	觐标必需高度		类型: 圆筒上沿: 标尖: 回光台: 基板:	
		基板:	圆筒:		
与旧点重合情况	旧点点名:			均由上标石面量起	
	旧点所属锁网及等级:				
	施测单位:				
	测定年代:				
	觐标及标石规格,可否利用或修复:				
本点()测支线水准		便于联测的水准路线和点号:		联测方法:	
本点()天文点		本点向导:			
选点	作业单位			造标	作业时间
	姓 名			埋石	姓 名
	时 间				时 间
备注					

队检查者: _____

检查者: _____

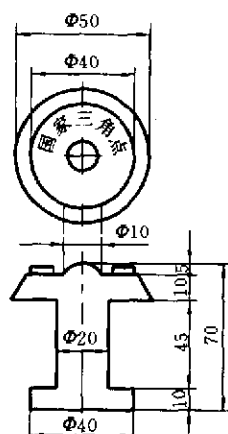
年 月 日

A3 三角点标石标准

A3.1 中心标志图

a) 金属标志图(见图 A1)

b) 瓷质标志图(见图 A2)



单位:mm

R—弧的曲率半径; Φ —直径

图 A1

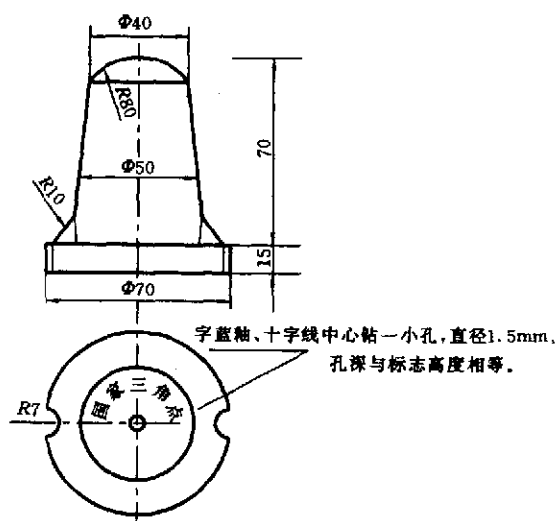
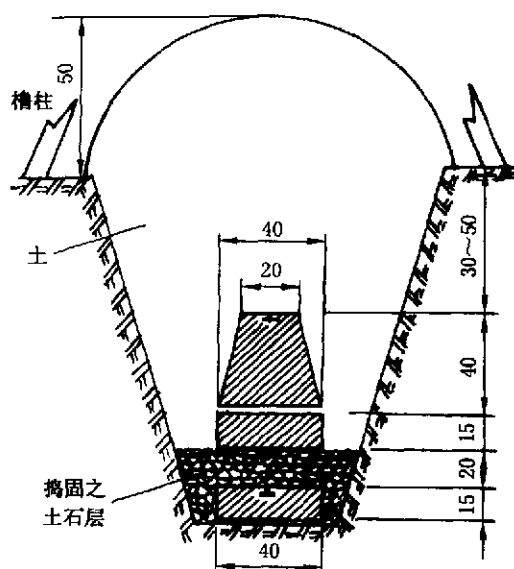


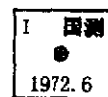
图 A2

A3.2 标石类型及埋石图

a) 一、二等三角点中心标石埋石图(见图 A3)



柱、盘石顶面

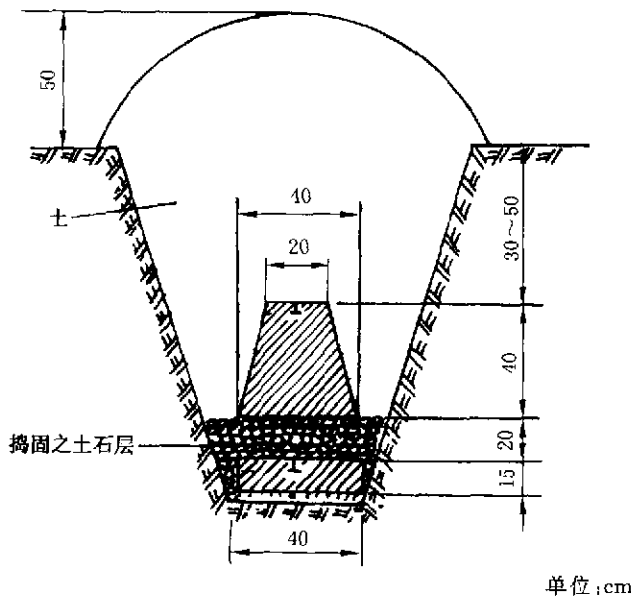


单位:cm

注:在人烟稀少的地区,柱、盘石顶面应刻印(或漆注)点号。

图 A3

b) 三、四等三角点中心标石埋石图(见图 A4)



注:护沟与柱、盘石顶面之规格同一、二等三角点(略)。

图 A4

c) 岩石地区三角点中心标石埋石图(见图 A5)

一、二等三角点

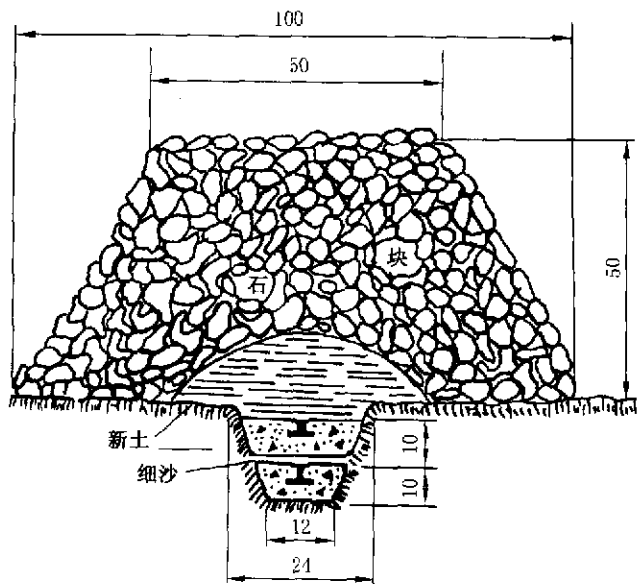


图 A5

三、四等三角点,只埋一个标志,其他同一、二等三角点埋设尺寸

岩石地区三角点标志埋设的规定

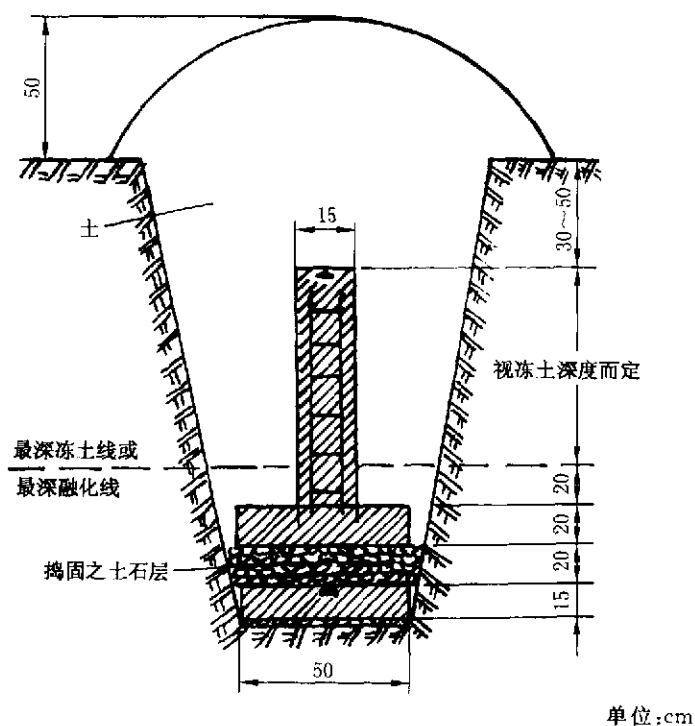
序号	岩石面距地面之深度 m	一、二等三角点			三、四等三角点		
		岩石标志	盘石	柱石	岩石标志	盘石	柱石
1	0.0~0.4	2	—	—	1	—	—
2	0.5~0.7	1	1	—	1	1	—
3	0.8~0.9	1	—	1	1	—	1
4	1.0以上	1	1	1	—	1	1

注

1 表中所列柱石和盘石的尺寸见 A3.2.1(一、二等山地中心标石)和 A3.2.2(三、四等山地中心标石)。

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,应先将岩石面打平,并在其上铺一层细沙。

d) 冻土深于 0.8 m 地区的一、二等三角点埋石图(见图 A6)



注

1 混凝土柱石内安钢筋三根,浇灌时先用细铅丝将钢筋扎成三角柱件,然后再灌混凝土。

2 混凝土柱石上不必加根格,一般和基座同时浇灌。

3 基座亦可用一般盘石模型灌制。

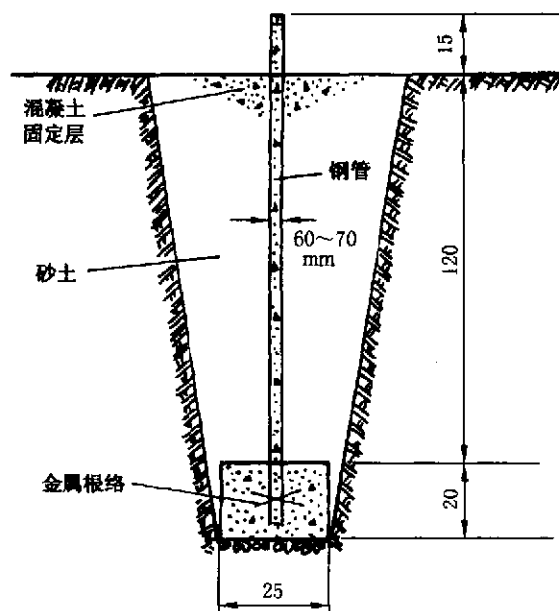
4 在永久冻结地区,图中的最深冻土线为最深融化线。

5 混凝土柱石亦可用钢管代替。

图 A6

e) 沙漠地区三角点中心标石埋石图(见图 A7、图 A8)

固定沙丘钢管标石埋设图

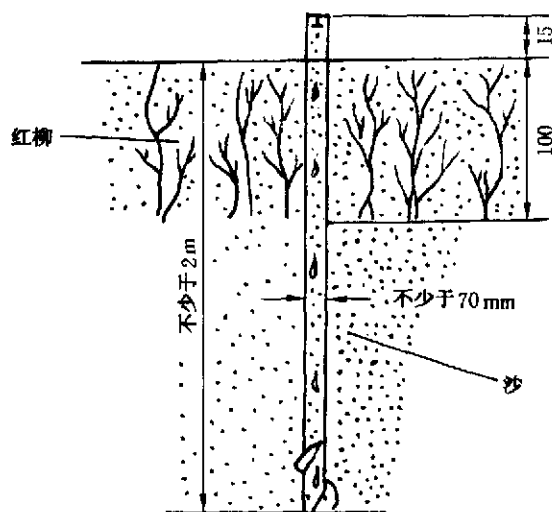


单位:cm

注: 钢管直径的大小以能安放瓷标志为原则。

图 A7

流沙丘钢管标石埋石图



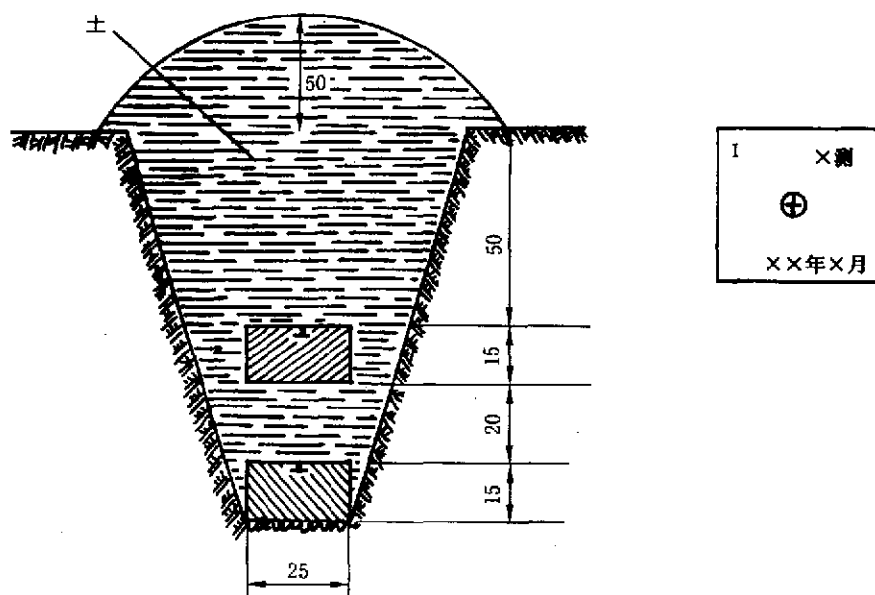
单位:cm

注

- 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小于 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。

图 A8

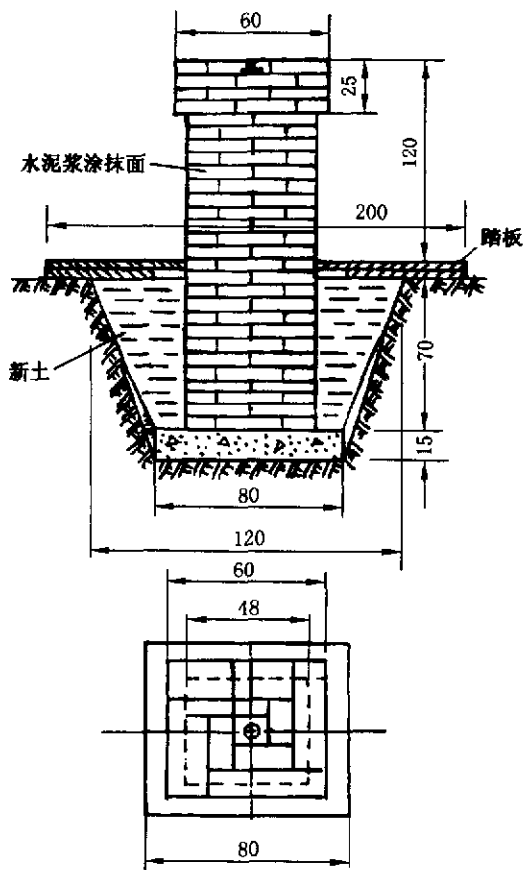
f) 特殊困难地区一、二、三、四等三角点中心标石埋石图(见图 A9)



单位:cm

图 A9

g) 砖砌天文墩(见图 A10)



单位:cm

注

- 1 本天文墩约需砖 450 块, 3×30×200 木板 10 块, 第一层 4 块, 第二层 6 块。
- 2 上端边缘凸出部分亦可去掉, 改为整个方柱体, 顶面每边宽为 0.48 m。

图 A10

h) 混凝土仪器墩(天文墩)(见图 A11、图 A12)

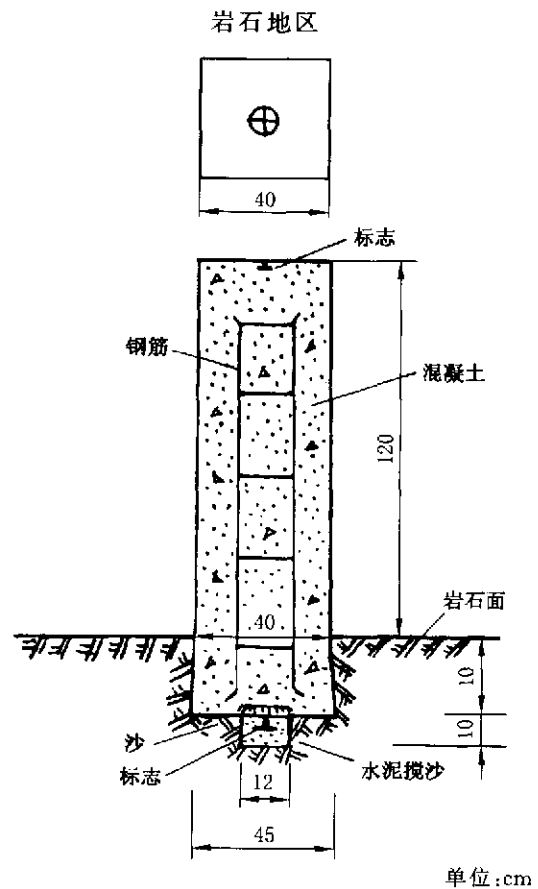
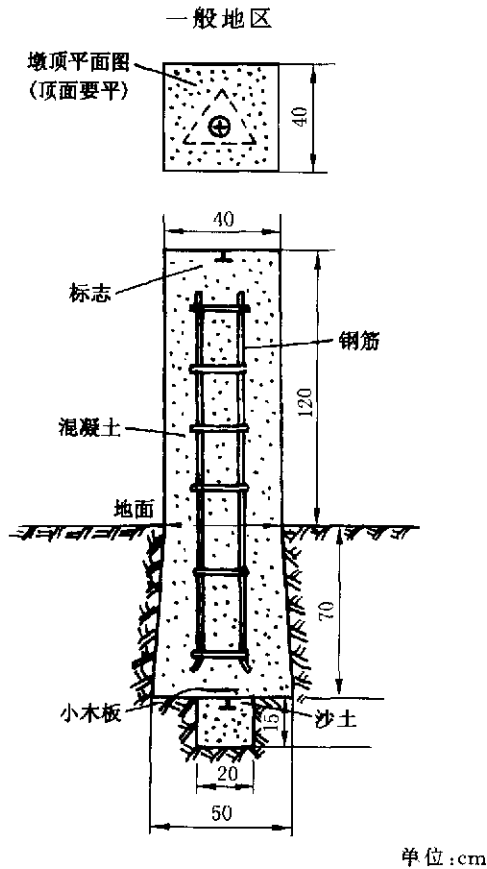


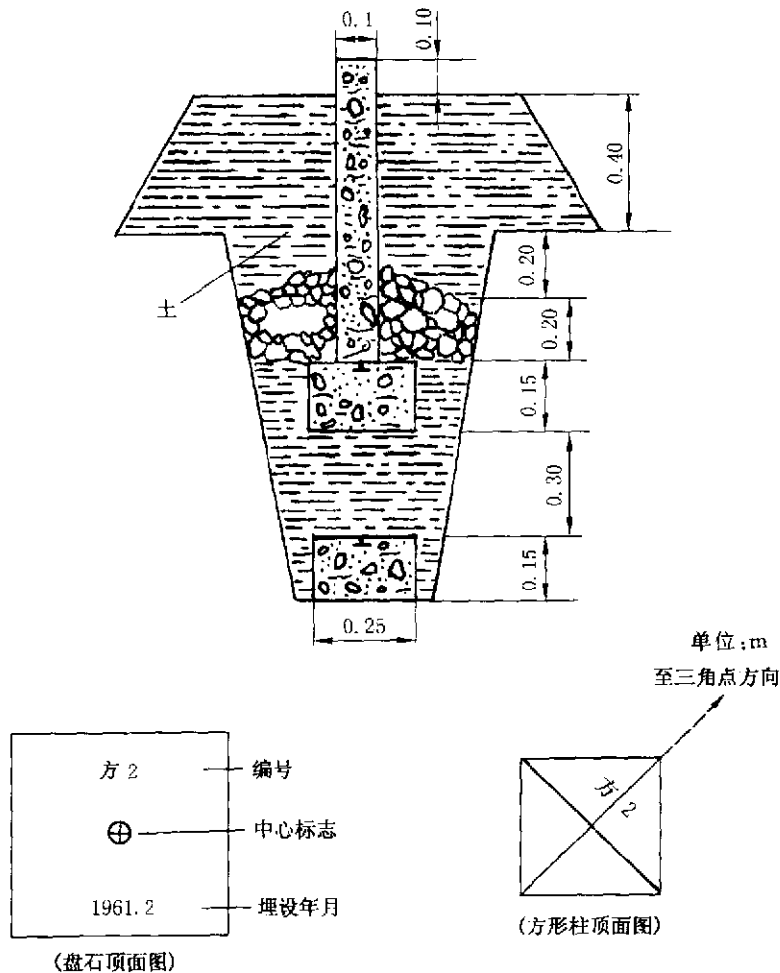
图 A12

注

- 1 天文墩若不与仪器墩合一,可不埋盘石。
- 2 无法避免埋设于土质松软和流沙地区时,应适当加深埋设,并应在底层打几排木柱(长1~1.5 m),其上填灌约0.2 m厚混凝土后再行灌制。流沙地区还应在其周围埋设防风树枝或采用其他措施,以保证其稳固。

图 A11

i) 方位点埋石图(见图 A13)



- 注
- 1 盘石顶面上加刻方位点编号和埋设年月。
 - 2 方形水泥柱顶面上加刻对角十字线。埋设时使对角线之一位于方位点至三角点的方向线上,并在此对角线两侧加刻方位点编号(字头对三角点)。
 - 3 方位点设于岩层上时,按 A3.2c) 的规格埋设下标志后,再在其上加埋方形水泥柱。

图 A13

附录 B
(提示的附录)
测量标志委托保管登记表

测量标志委托保管登记表

序号	图幅号	点名或点号	测标种类	测标类型	等级	完成情况 (或重建、新建)	托管单位及时间	接管单位及 保管人姓名

注: 此表由测量标志的建造、维修或普查单位填写、报县(市)主管单位和省、自治区、直辖市主管部门各一份。