

中华人民共和国城乡建设 环境保护部标准

城市测量规范

CJJ 8—85

主编单位：北京市测绘处
批准部门：中华人民共和国城乡建设环境保护部
施行日期：1985年11月1日

关于颁发《城市测量规范》的通知

(85)城设字第252号

根据原国家城市建设总局(81)城科字第15号文的要求，由北京市测绘处会同天津市测绘处等十个单位编制的《城市测量规范》，现经我部审查，批准为标准，自一九八五年十一月一日起实行。在执行过程中如有问题或意见，请函告设在北京市测绘处的《城市测量规范》管理组。

城乡建设环境保护部

一九八五年四月二十九日

主 要 符 号

- A ——点位误差椭圆长半轴、周期误差振幅、法方程式常数项
 a ——测距仪标称精度中的固定误差、条件方程式系数
 B ——点位误差椭圆短半轴、法方程式常数项
 b ——测距仪标称精度中的比例误差系数、像片基线
 C ——视准轴误差、法方程式常数项
 C_0 ——测距仪加常数
 D ——边长、水平距离、法方程式常数项
 d ——较差、垂距
 E ——基线丈量量距中误差、曲线元素的外距、法方程式常数项
 e ——偏心距
 F ——水准环线周长、纠正仪焦距、法方程式常数项
 f ——测尺频率
 f_s ——航摄仪焦距
 f_s ——附合导线或闭合导线环的方位角闭合差
 H ——高程、基本等高距、航高
 h ——高差、垂线长度
 i ——水准仪视准轴和水准管轴间的夹角
 JD ——线路的交点
 K ——系数、已测测段的长度
- k ——大气折光系数
 L ——路线长度、曲线长
 L_s, L_v ——航摄仪上的检定框标距
 l_s, l_v ——量测片上的框标距
 M ——点位中误差、测图比例尺分母
 m ——中误差、测回数
 m_0 ——测距仪加常数测定中误差
 m_R ——测距仪乘常数测定中误差
 m_D ——测距中误差
 m_s ——测距中误差
 m_a ——方位角中误差、垂直角中误差
 m_a ——测角中误差
 N ——导线方位角闭合差个数、水准环数
 n ——方向数、测站数、三角形个数、边数、测段数、点数
 P ——权
 Q ——权系数、分带投影带距
 R ——测距仪乘常数、地球平均曲率半径、区段或测段长度、曲线半径
 R_s ——测距边方向参考椭球面法截弧的曲率半径
 R_m ——参考椭球面在测距边中点的平均曲率半径
 r ——相关系数、未知数个数
 S ——边长、跨河视线长度
 T ——相对中误差分母、曲线元素的切线长
 V ——改正数、放大倍数
 W ——闭合差
 X, Y ——纵、横座标轴

x, y ——纵、横座标值

$\Delta x, \Delta y$ ——纵、横座标增量

YZ ——圆曲线终点(圆直)

ZY ——圆曲线起点(直圆)

Z ——仪器上的相对航高

Z_1 ——投影器中心至模型点的距离

α ——传距角、垂直角, 转角

β ——传距角

γ ——中心角、交角、夹角

Δ ——测站圆周角闭合差、不符值

δ ——传距角正弦对数的一秒表差、方向改化值、夹角

δ_1 ——往返测高差的较差、投影差改正值

e ——夹角

θ ——偏心角

μ ——单位权中误差

φ ——方位角

第一章 总 则

第 1.0.1 条 城市测量是城市建设的基础和重要环节。它为城市规划、市政工程、工业和民用建筑设计施工、战备设施、城市管理、以及国防、农业、科研等方面提供各种测绘资料, 以不断满足现代化城镇建设发展的需要。

第 1.0.2 条 本规范包括城市平面控制测量(三角测量、三边测量、导线测量)、城市高程控制测量(水准测量、三角高程测量)、城市地形测量①(1:500~1:2000 比例尺测图)、城市航空摄影测量(1:1000~1:2000 比例尺成图)、城市工程测量(定线拨地测量、城市工程测图、市政工程测量、地下管线和地下人防工程的竣工测量)、城市地图绘图与编绘以及城市地图制印。

本规范是进行城市测量业务的基本依据, 规范中所定的各项技术要求应认真遵守和执行。不同于本规范精度要求的城市测量任务, 应按需要另作技术设计, 经主管部门审批后实施。

第 1.0.3 条 城市测量基本的精度规格规定如下:

一、平面控制测量:

四等网中最弱相邻点的相对点位中误差不得超过50cm。

四等以下平面控制网最弱点(相对于起算点)的点位中误差, 按测图比例尺的需要规定如下:

① 城市地形测量包括用平板仪、经纬仪、电磁波测距仪、摄影等测量方法。城市航空摄影测量单独一章。

1. 1:500比例尺测图区不得超过5cm;
2. 小于1:500比例尺测图区不得超过10cm。

二、高程控制测量

城市首级高程控制网的等级选择应根据城市面积大小、水准路线长短确定。各等水准网最弱点(相对于起算点)的高程中误差不得超过 $\pm 2\text{cm}$ 。

三、地形测量

地形图基本精度规格, 不论采用何种成图方法, 均使用同一标准。

1. 地物点平面精度以地物点相对于邻近图根点(或航测野外像控点)的点位中误差不得超过图上 0.5mm , 邻近地物点间距中误差不得超过图上 $\pm 0.4\text{mm}$ 。山地(不包括山城建筑区)、高山地与设站施测困难的旧街坊内部, 其精度要求按上述规定放宽0.5倍。

2. 地形图高程精度

- (1) 建筑区和平坦地区的铺装地面的高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不得超过 $\pm 0.07\text{m}$;
- (2) 建筑区和平坦地区的一般高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不得超过 $\pm 0.15\text{m}$;
- (3) 其余地区按等高线插求点相对于邻近图根点的高程中误差来衡量, 按地形类别划分不得超过表1.0.3的规定。

等高线插求点的高程中误差

表 1.0.3

地形类别	平地	丘陵地	山地	高山地
	$0^\circ \sim 2^\circ$	$2^\circ \sim 6^\circ$	$6^\circ \sim 25^\circ$	25° 以上
高程中误差(等高距)	1/3	1/2	2/3	1

第 1.0.4 条 本规范规定中误差的两倍为最大误差, 接近最大误差的个数应是少量的。

第 1.0.5 条 需埋设固定标石或标志的控制点, 其结构应以便于永久保存为原则, 并按规定办理委托保管手续, 定期检查和维修。

第 1.0.6 条 城市平面控制测量座标系统的选择应满足投影长度变形值不大于 2.5cm/km 为原则, 并根据城市地理位置和平均高程而定。一般有以下几种情况:

一、当长度变形值不大于 2.5cm/km 时, 采用高斯正形投影系统— 3° 带的平面直角座标系统, 统一 3° 带的主子午线经度由东经 72° 起, 每隔 3° 至东经 138° 。

二、当长度变形值大于 2.5cm/km 时, 可采用 1. 投影于抵偿高程面上的高斯正形投影 3° 带的平面直角座标系统; 2. 高斯正形投影任意带的平面直角座标系统, 投影面可采用黄海平均海水面或城市平均高程面。

三、面积小于 25km^2 的市镇、县城, 可不经投影采用平面直角座标系统在平面上直接进行计算。

城市平面控制网未能与国家三角网联结, 或联测国家点确有困难时, 应在测区中央附近测设天文方位角, 作为城市控制网的定向依据。

第 1.0.7 条 城市平面控制网观测成果的归化计算, 暂采用克拉索夫斯基地球椭球的参数, 即长半径为 6378245m , 扁率为 $1:298.3$ 。

第 1.0.8 条 城市高程控制网布设范围应与城市平面控制网相适应。

城市高程控制网的高程系统, 应采用国家统一的1956年黄海高程系统。

业的质量检查。工作结束后应及时组织验收,并编写技术总结(或说明)及进行资料整理归档工作。

第 1.0.12 条 对于测绘仪器、工具应精心使用和爱护,做到及时检验校正,定期检修,使其经常保持良好状态。

第 1.0.13 条 城市各项测量工作,除使用本规范规定的各种方法施测外,亦可采用能满足本规范精度要求的其他施测方法,应争取逐步采用新技术和先进方法(如地面摄影、影像地图、数字化测图等)。

第 1.0.14 条 为了便于本规范的贯彻执行,各有关单位可按实际需要,结合具体情况根据本规范所定的基本原则制定本单位使用的作业细则或补充规定。

第 1.0.15 条 有关城市测量的一切成果资料、图表等,应由城市测量单位或城建主管部门进行统一管理,以供各单位需要使用。

在远离国家水准点的新建城市或在改造旧有水准网因高程变动而影响使用时,经上级业务主管部门批准后,可暂时建立或沿用地方高程系统,但应争取条件归算到国家统一高程系统内。

第 1.0.9 条 在已测有国家三角点和水准点的测区内进行城市测量时,城市控制网宜和国家网进行联结,联结时应对照利用的国家网点的精度进行具体分析。

国家三角网经分析,其精度能满足城市测量要求时,应直接利用加密或进行必要的改算后加密;若精度不能满足城市测量要求时,也应充分利用其点位的标石及标架,并可选用一个国家网点的座标及一条边的方位角作为城市控制网的起算数据。

在没有高于本城市首级水准网的国家水准点作为高级控制时,可选择—个较为稳固的国家水准点作为城市水准网的起算点,同时应充分利用测区内的水准点标石。与国家水准点联结时,其联结精度不应低于城市首级水准网的观测精度。

第 1.0.10 条 城市1:5000和1:10000比例尺地形图的施测,其作业方法和精度规格均应按国家测绘局现行规范执行。根据城市用图的特点,图幅可采用城市地方座标系统正方形或矩形分幅。

—般在与国家控制网相联结的大城市,应编绘1:5000或1:10000比例尺的国际分幅地形图,以便于国家统一使用。

第 1.0.11 条 测量工作开始前,应根据任务要求,收集分析有关的测量资料,进行必要的现场踏勘,制定经济合理的技术方案,编写技术设计书。在施测过程中应加强内外

第二章 城市平面控制测量

第一节 一般规定

第 2.1.1 条 一般城市平面控制网的布设, 应遵循从整体到局部、分级布网、逐级控制的原则。首级网应一次全面布设, 加密网视城市建设的主次缓急, 可分批分期局部布设。具备条件的城市, 亦可布设全面网或越级布网。

第 2.1.2 条 建立城市平面控制网可采用三角测量、三边测量和导线测量等方法。特殊工程控制网宜采用边角网。平面控制网测量方法的选择, 应坚持实事求是、因地制宜的原则, 做到技术先进、经济合理、确保质量、长期适用。

第 2.1.3 条 城市平面控制网等级的划分, 依次为二、三、四等, 一、二级小三角, 一、二级小三边或一、二、三级导线。各等级平面控制网, 根据城市的规模均可作为首级控制。

第 2.1.4 条 城市平面控制网的基本精度规格规定如下:

一、四等网中最弱相邻点的相对点位中误差 M_0 , 不得超过 5cm;

二、四等以下网中最弱点的点位中误差 M (相对于起算点), 对于比例尺为 1:500 测图区不得超过 5cm, 对于比例尺小于 1:500 的测图区不得超过 10cm。

点位中误差可根据点位误差椭圆的长半轴 A 和短半轴 B , 或点位在座标轴方向的误差 m_x 、 m_y 来计算, 相对点位中误差可根据两点的相对点位误差椭圆的长半轴 A_{ij} 和短半轴

B_{ij} 或座标增量的误差 $m_{\Delta x}$ 和 $m_{\Delta y}$ 或边长误差 m_s 和方向角误差 m_α 及边长 S 来计算。即

$$M = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (2.1.4-1)$$

$$M_{ij} = \sqrt{A_{ij}^2 + B_{ij}^2} = \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2}$$

$$= \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_\alpha}{\rho''} S\right)^2} \quad (2.1.4-2)$$

(I) 三角网的主要技术要求

第 2.1.5 条 各等级三角网主要技术要求应符合表 2.1.5 的规定。

三角网的主要技术要求 表 2.1.5

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
二等	9	± 1	1/30万	1/12万
三等	6	± 1.8	1/20万(首级) 1/12万(加密)	1/8万
四等	2	± 2.5	1/12万(首级) 1/8万(加密)	1/4.5万
一级小三角	1	± 5	1/4万	1/2万
二级小三角	0.5	± 10	1/2万	1/1万

注: 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, 但最长不应超过上表规定的 2 倍。

第 2.1.6 条 各等级三角网的布设, 应符合下列要求:

一、首级网应布设为近似等边三角形的网(锁)。一般三角形内角不应小于 30° , 如受地形限制时, 个别角亦不应小于 25° 。

二、当三角网估算精度偏低时, 宜适当加测对角线或增

设起始边以提高网的精度。

三、加密网可采用插网(全面插网、附接网和插锁)或插点(交会插点、图形插点)的方法;一、二、三级小三角可布设成线形插网,不论采用插网或插点的方法,因故未作联测的相邻点的距离,三等不应小于3.5km,四等不应小于1.5km,否则应改变设计方案。

四、各等级交会插点应在高等三角形的中心附近,同一插点各方向距离之比不得超过1:3。对于单插点,三等点应有六个内外交会方向测定,其中至少有两个交角为60°~120°的外方向;四等点应有五个交会方向,图形欠佳时其中应有一个外方向。对于双插点,交会方向数应两倍于上述规定(其中包括两待定点间的对向观测方向)。

第 2.1.7 条 三角网(锁)的起始边边长,采用相应精度的电磁波测距仪测定。若采用因瓦基线尺测定时,宜直接丈量起始边边长,因受地形限制,可布设基线网扩大边(但应作精度估算)。

第 2.1.8 条 基线和基线网的主要技术要求应符合表 2.1.8 的规定。

基线和基线网的主要技术要求			
等级	基线一般长度(km)	基线丈量的相对中误差	基线网扩大边或起始边的相对中误差
二等	2~3	1/50万	1/30万
三等	1~2	1/35万	1/20万
四等	0.8~1.2	1/20万	1/12万
一级小三角	0.5~1	1/10万	1/4万
二级小三角	0.3~0.8	1/4万	1/2万

注:基线丈量相对中误差为全长中误差与基线全长S之比, E按公式计算。

二、三、四等基线,

$$E = \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + E_4^2 + E_5^2} \quad (2.1.8-1)$$

一、二级小三角基线

$$E = \pm \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + E_4^2} \quad (2.1.8-2)$$

式中

E_1 ——基线中误差;

E_2 ——轴杆头水准测量误差所引起的误差;

E_3 ——基线尺温度系数测定误差所引起的误差;

E_4 ——检定基线尺标准长度的误差所引起的误差,对于钢尺,采用实际检定精度;

E_5 ——基线尺长度变化所引起的误差

第 2.1.9 条 基线与起始边丈量的技术要求应符合表 2.1.9 的规定。

表 2.1.9 基线与起始边丈量的技术要求

等级	尺别	作业次数	往返测总次数	测定次数	尺段数	尺差较差	估读	温度	同尺各段较差	成果	经各项改正后各段较差
二等基线	因瓦基线尺	4	4	4	20	2	0.1	0.5	0.3	0.1	3√S
三等基线	因瓦基线尺	3	4	3	20	3	0.1	0.5	0.3	0.1	5√S
四等基线	因瓦基线尺	2	4	3	25	3	0.1	0.5	0.3	0.1	8√S
一级小三角基线	因瓦基线尺	1	4	3	50	5	0.1	0.5	0.3	1	10√S
一级小三角起始边	普通钢尺	2	4	3	50	5	0.5	0.5	2		
二级小三角起始边	普通钢尺	2	2	3	50	10	0.5	0.5	2		

注:表中 S 为基线长,以 km 为单位。

(II) 三边网的主要技术要求

第 2.1.10 条 各等级三边网的主要技术要求应符合表 2.1.10 的规定

三边网的主要技术要求 表 2.1.10

等 级	平均边长 (km)	测距中误差 (mm)	测距相对中误差
二 等	9	±30	1/300000
三 等	5	±30	1/160000
四 等	2	±16	1/120000
一级小三边	1	±16	1/80000
二级小三边	0.5	±16	1/30000

第 2.1.11 条 各等级三边网的设计应和三角网的规格取得一致,在设计选点时也必须重视图形结构,以边长接近该等级平均边长的近似正三角形为理想图形。各三角形的内角不应大于 100° 和不宜小于 30° (个别角度也不应小于 25°)。

第 2.1.12 条 为了加强三边网的图形强度和增加检核,宜在适当图形中增测对角线。此时角度大小的限制可按短对角线组成的三角形的内角衡量。

第 2.1.13 条 对于四等以上的三边网,宜在一些三角形中以相应等级三角测量的角度观测精度观测一个较大的角度作为检核 (检核公式见第 2.5.6 条第二项)。

第 2.1.14 条 对于测边网中的中点多边形、大地四边形或扇形,应根据经各项改正后的观测值进行圆角条件及组合角条件的检核 (检核公式见第 2.5.6 条第三项)。

第 2.1.15 条 以测边方法进行插点的交会定点时,至少应有一条多余观测的边。根据多余观测与必要观测算得插

点纵、横座标差值不应大于 3.5cm 。

(III) 导线测量的主要技术要求

第 2.1.16 条 三、四等及一、二、三级电磁波测距导线的主要技术要求应按表 2.1.16-1 的规定,一、二、三级钢尺量距导线的主要技术要求应按表 2.1.16-2 的规定。

电磁波测距导线的主要技术要求 表 2.1.16-1

等 级	附合导线长度 (km)	平均边长 (m)	每边测距中误差 (mm)	测角中误差 ($''$)	导线全长相 对闭合差
三等	15	3000	±18	±1.5	1/60000
四等	10	1600	±18	±2.5	1/40000
一级	8.6	300	±15	±5	1/14000
二级	2.4	200	±15	±8	1/10000
三级	1.5	120	±15	±12	1/4000

钢尺量距导线的主要技术要求 表 2.1.16-2

等 级	附合导线长度 (km)	平均边长 (m)	往返丈量较 差相河误差	测角中误差 ($''$)	导线全长相 对闭合差
一级	2.5	250	1/20000	±5	1/10000
二级	1.8	180	1/15000	±8	1/7000
三级	1.2	120	1/10000	±12	1/5000

- 注: ① 一、二、三级导线的布设可根据高级控制点的密度、道路的曲折、地物的疏密等具体条件,选用两个级别。
- ② 一、二、三级导线,如果点位中误差要求为 10cm ,则导线平均边长及总长可放长至 1.5 倍,一级电磁波测距导线如果平均边长为 400m ,则导线总长可放长至 4km ,全长相对闭合差为 $1/15000$ 。
- ③ 一、二、三级导线如果采用钢尺量距法测距,其测距精度应与钢尺丈量相当,其他技术要求按照钢尺量距导线。
- ④ 导线网中结点与高级点间或结点与结点间的导线长度不应大于附

普通钢尺量距的主要技术要求 表 2.1.20

级别	作业尺数	丈量方法	丈量次数	读数次数	估读次数	同尺各次读数较差 (mm)	温度改正至 (°C)	尺段高差大偏差 (cm)	尺段高差较差 (cm)	拉力
一级	2	双尺同向	2	3	0.5	2	0.5	5	1	重锤或弹簧秤
	1	独立往返	—	—	—	—	—	—	—	—
二级	2	双尺同向	2	3	0.5	2	0.5	5	1	弹簧秤
	1	独立往返	—	—	—	—	—	—	—	—
三级	2	同向双次	2	2	1	3	1	7	1	弹簧秤
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: ① 平坦光滑路面采用普通丈量法, 起伏地采用悬空丈量法, 设置轴杆架的高差, 相邻架不宜大于 1m, 尺段高差用普通水准仪中丝单面尺往返或双面尺单程测定。
② 重锤或弹簧秤可用 10 或 15kg 拉力, 弹簧秤须经常与标准拉力相比较以保证拉力正确。

第二节 技术设计、选点、选标与埋石

第 2.2.1 条 技术设计前, 应收集城市各项有关资料, 进行现场踏勘, 在周密调查研究的基础上进行控制网的图上设计。须收集的资料有:

- 一、城市各种比例尺地形图 (以 1:1 万 ~ 1:10 万为宜) 和交通图, 以及有关气象和地质等方面的资料;
- 二、城市总体规划 and 近期建设开发方面的资料;
- 三、城市内已有的控制测量资料, 包括平面控制网图、水准路线图、点之记、成果表、技术总结等。

第 2.2.2 条 图上设计的主要程序

- 一、在适当比例尺的地形图上展绘出城市原有的控制点、国家控制点以及起始边的位置;

- ⑤ 含导线规定长度的 0.7 倍, 当附合导线长度短于规定长度的 1/3 时, 导线全长的绝对闭合差不应大于 13cm, 如果点位中误差要求为 10cm, 则不应大于 26cm。
- ⑥ 当导线平均边长较短, 附合导线的边数超过 12 时, 应适当提高测角精度。

第 2.1.17 条 导线宜布设成直伸等边形状, 相邻边长之比不宜超过 1:3, 其图形可布设成单线、单结点或多结点网等形式。导线用作首级控制时, 宜布设成多边形格网。

第 2.1.18 条 各级导线如采用钢尺丈量, 当导线与三角点连接而需要布设三角副点传算网时, 一般应设两条基线, 构成双三角形或大地四边形, 基线长度不宜短于副点至三角点距离的 1/2, 传算网内角不得小于 30°。

当导线跨越河流或障碍物无法直接丈量时, 可采用解析图形间接求距。

第 2.1.19 条 一、二、三级导线测量用钢尺量距时, 三角副点传算网角度观测的测回数应较相应级别导线增加 1~2 测回。三角形闭合差: 一级不得大于 $\pm 15''$, 二级不得大于 $\pm 25''$, 三级不得大于 $\pm 40''$ 。传算网中基线丈量应比导线量距时增加一次往返丈量, 各次丈量较差的相对误差: 一级不得大于 1:28000, 二级不得大于 1:21000, 三级不得大于 1:14000。

第 2.1.20 条 各级导线边长采用普通钢尺进行丈量的主要技术要求应符合表 2.1.20 的规定。

第 2.1.21 条 导线作业用的钢尺, 须在比尺场上按量线时使用的同样方法进行长度检定, 检定钢尺丈量的相对中误差不得大于 1/10 万。

二、按照技术规定设计城市新网(锁)的控制点、起始边的位置,并拟定对旧网或国家控制网的联测方案;

三、在地形图上判断和检查各相邻点间的通视情况,不能确保通视的方向,应根据障碍物的高度和在视线上的位置,计算及拟定两端点视标最经济合理的高度。对没有确实把握的点位或方向,应设计几个备用方案;

四、估算控制网中各推算元素的精度,如提出多种布网方案,应充分利用电算技术,算出各方案中的技术经济指标,然后比较选择,进行控制网最优化设计;

五、按照三角高程控制网对高程起算点的密度要求,拟定各等三角点的水准联测路线;

六、根据对测区的情况调查和图上设计的结果,编写技术设计书并拟定作业计划。

第 2.2.3 条 实地选点是将图上设计的点位到实地落实。选定各等级控制点的位置应满足下列基本要求:

一、相邻点之间应通视良好,视线超越(或旁离)障碍物的高度(或距离),二等不宜小于1.5m;三、四等及一、二级小三角以能保证成像清晰、便于观测为原则;一、二、三级导线不宜小于0.5m。采用电磁波测距时,要求见第2.4.4条;

二、点位应选在土质坚实的地方或坚固稳定的高建筑物顶部上,便于造标、埋石和观测,并能永久保存。各级导线亦可布设墙上标志;

三、视标高度合理,作业安全,便于低等点的加密,边缘点位应照顾日后扩展应用的便利;

四、尽可能利用城市原有控制点和国家控制点的位置,各级导线还应充分利用已埋设永久性标志的规划道路中线

点。

第 2.2.4 条 二、三等控制点应建造视标,四等控制点可视需要而定,一、二级小三角不建立视标。

视标类型可采用寻常标、双锥标、复合标、屋顶观测台和墩标等,应因地制宜地选用钢材、木材和钢筋混凝土建造,视标规格见附录三。

第 2.2.5 条 各类视标的照准标的可采用标心柱或微相位式照准圆筒,其直径大小按 $R = \frac{12''}{\rho} \cdot S$ 算得(S 为控制网的边长)。

第 2.2.6 条 建造各种类型的视标应符合下列要求:

一、标形端正,基础坚实,标架稳固;

二、照准标的中心、仪器台中心,基本与标石中心位于一条铅垂线上,其最大偏离值不应超过10cm;

三、视标檐柱离开观测视线的距离:二等点不应小于20cm,三、四等点不应小于10cm。

第 2.2.7 条 各等级控制点均应埋设永久性的标石(标石规格见附录一与附录二),坑底填以砂石,捣固夯实或浇筑混凝土底层。二、三、四等点应埋设盘石和柱石,两层标石中心的偏离值应小于3mm,其它平面控制点,一般只埋设柱石。

三、四等导线点和各级平面控制点的标石,亦可考虑兼做低等水准点(此时标志应为圆包,标石底层应浇筑混凝土)。标志中心必须具有明显、耐久的中心点(一般为铁钉心或不锈钢点)。

第 2.2.8 条 各等级三角点、三边点一般取村名、山名、地名、单位名称作为点名,应向当地政府和人民群众

进行仔细调查后确定。同一测区有相同的点名应加以区别。新旧点重合时一般采用旧点名,不宜随便更改。各等级导线点可按区域或线路命名编号。各等级控制点名称的编码,应适应电子计算机计算。

第 2.2.9 条 点位选定后,一般需逐点标定,绘制选点图。

第 2.2.10 条 造标、埋石工作结束后,各等级控制点均应绘制点之记。二、三、四等控制点应办理好标志委托保管手续,其它埋石点可视需要而定。

第三节 水平角观测

第 2.3.1 条 水平角观测所用的经纬仪,必须进行严格的检验。对于刚出厂或新领到(无检验资料)的经纬仪,应按照《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。一测区开始作业前应对经纬仪进行以下项目的检验:

- 一、照准部旋转正确性的检验;
- 二、光学测微器行差与隙动差的测定;
- 三、水平轴不垂直于垂直轴之差的测定;
- 四、垂直微动螺旋使用正确性的检验;
- 五、照准部旋转时,仪器底座位移而产生的系统误差的检验;
- 六、光学对中器的检验和校正。

经纬仪检验资料应详细记录、计算、整理、装订成册。

第 2.3.2 条 水平角观测前的准备工作及注意事项:

- 一、应检查觇标是否稳固安全,确认其稳固后,方可进行观测;

二、在寻常标下使用脚架观测,应根据土质情况采取有效措施,保证脚架稳固;

三、整置仪器,按选点图或概略方向值找到观测方向,辨认照准目标附近的地形特征,以便观测时能顺利找到目标。并检查视线超越或旁障障碍物的距离是否合乎要求。方向观测要选择—个距离适中、通视良好、成像清晰的方向作为零方向;

四、为消除或减弱度盘划分长短周期误差、测微器划分误差及行差的影响,应使水平角观测各测回均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上。为此,须事先编制观测度盘表。

第 2.3.3 条 水平角观测均应在通视良好、成像清晰稳定时进行。晴天的日出、日落和中午前后,如果成像模糊或跳动剧烈时,不应进行观测。

水平角观测一般在白天进行。二等点上的全部测回,应在两个以上时间段●完成,每个时间段观测的基本测回数不应多于全部基本测回数的 $2/3$;按全组合测角法观测时,同一角度各测回不得连续观测。二等以下各等级控制点上的全部测回,可以在一个时间段内测完。

第 2.3.4 条 水平角观测可采用方向观测法。当方向数不多于 3 个时,可不归零。二等三角点亦可按全组合测角法或三方向法观测。方向观测法—测回的操作程序如下:

一、将仪器照准零方向标的,按观测度盘表对好度盘和测微器;

二、顺时针方向旋转照准部 $1\sim 2$ 周后精确照准零方向标的,进行水平度盘测微器读数(重合对径分划线二次);

● 时间段的划分,上午、下午、夜间各为一个时间段。

三、顺时针方向旋转照准部，精确照准2方向标的，按

二款方法进行读数，顺时针方向旋转照准部依次进行3、4、……、n方向的观测，最后闭合至零方向；

四、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，按二款方法进行读数；

五、逆时针方向旋转照准部，按上半测回观测的相反次序依次观测至零方向。

以上操作为一测回。

第2.3.5条 水平角观测过程中，仪器不应受日光直射照射，气泡中心位置偏离整置中心不应超过一格。气泡位置偏离接近一格时，应在测回间重新整置仪器。

第2.3.6条 当方向总数超过6个时，可分两组观测。每组至少应包括两个共同方向（其中一个为共同零方向），其两组共同方向角值之差，不应大于本等级测角中误差的二倍。分组观测最后结果，按等权分组观测进行测站平差。

第2.3.7条 在观测过程中，如遇某些方向目标暂不清晰时，可先放弃，待清晰时补测。一测回中放弃的方向数不应超过方向总数的1/3，放弃方向补测时，可只联测零方向。如全部测回已测完，某些方向尚未观测过，对这些方向的观测应按分组观测处理。

第2.3.8条 在高等级控制点上设站观测低等级方向时，须联测两个高等级方向，且宜与低等级方向构成图形的高等级方向。高等级方向间夹角的观测值和原观测角值（查不到原观测成果，则用原平差值）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。

第2.3.9条 各等级三角测量水平角观测技术要求应

三角测量水平角观测的技术要求 表 2.3.9

等级	测角中误差 ($''$)	三角形最大闭合差 ($''$)	平均边长 (km)	方向观测 测回数			全组合测角 法方向中 误差 $P = m \cdot n$ DJ_1
				DJ_1	DJ_2	DJ_3	
二等	± 1	± 3.5	> 8	15			30(28, 32)
			≤ 9	12			24(25)
三等	± 1.8	± 7	> 5	9	12		
			≤ 5	6	9		
四等	± 2.5	± 9	> 2	6	9		
			≤ 2	4	6		
一级小三角	± 5	± 15			2	6	
二级小三角	± 10	± 30			1	2	

注：n为方向数，
m为测回数。

导线测量水平角观测的技术要求 表 2.3.10

等级	测角中误差 ($''$)	测回数			方位角闭合差 ($''$)
		DJ_1	DJ_2	DJ_3	
三等	± 1.5	8	12		$\pm 3\sqrt{n}$
四等	± 2.5	4	6		$\pm 5\sqrt{n}$
一级	± 5		2	4	$\pm 10\sqrt{n}$
二级	± 8		1	3	$\pm 16\sqrt{n}$
三级	± 12		1	2	$\pm 24\sqrt{n}$

注：n为测站数。

符合表2.3.9的规定。

第2.3.10条 各等级导线水平角观测的规定：

一、各等级导线测量水平角观测的技术要求应符合表

2.3.10 的规定。

二、在三、四等导线点上,当只有两个方向时,宜按左、右角观测(多于两个方向时,仍按方向法观测),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。左角和右角分别取中数后,按[左角] + [右角] - 360° = Δ 所计算的 Δ 值限差(即测站圆周角闭合差),三等不应超过 $\pm 3''.5$,四等不应超过 $\pm 5''.0$ 。

三、为了减弱对中误差对测角量距的影响,各等级导线宜采用三联脚架法。

第 2.3.11 条 方向观测法各项限差不应超过表 2.3.11 的规定。

方向观测法的各项限差 表 2.3.11

经纬仪型号	光学测微器两次重合读数差(″)	半测回归零差(″)	一测回内2C互差(″)	同一方向值各测回互差(″)
DJ ₁	1	6	9	8
DJ ₂	3	8	13	9
DJ ₆		18		24

注:当照准点方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 时,该方向的2C互差可按同一观测时间段内的相邻测回进行比较,其差值仍按上表规定。按此方法比较应在手簿中注明。

第 2.3.12 条 水平角观测成果的重测和取舍

一、凡超出本规范规定限差的结果,均应进行重测。一般重测应在基本测回完成并对成果综合分析后再进行。因超限而重测的完整测回称为重测。因对错度盘、测错方向、读记错误,上半测回归零差超限,磁动仪器,气泡偏离过大以

及其它原因未测完的测回,均可立即重新观测,而不算作重测测回数;

二、2C互差或各测回互差超限,应重测超限方向并关联测零方向。因测回互差超限重测时,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;

三、零方向的2C互差或下半测回的归零差超限,该测回应重测。方向观测法一测回中,重测方向数超过所测方向总数的1/3时(包括观测三个方向有一个方向重测),该测回应重测;

四、采用方向观测法时,每站基本测回重测的方向测回数,不应超过全部方向测回总数的1/3,否则整站重测;

方向观测法重测数的计算:在基本测回观测结果中,重测一个方向算作一个方向测回,因零方向超限而重测的整个测回算作(n-1)个方向测回。每站全部方向测回总数按(n-1)m计算,n为该站方向总数,m为测回数;

五、基本测回成果和重测成果,应载入记簿。重测与基本测回结果不取中数,每一测回只取一个符合限差的结果;

六、因三角形闭合差、极条件、基线条件、方位角条件自由项超限而重测时,应进行认真分析择取有关测站整站重测。

第 2.3.13 条 归心元素的测定方法和要求

一、归心元素测定,一般用经纬仪置于三个仪器位置上按盘左、盘右投影,投影面的交角应接近 60° 或 120° 。如因地形限制,也可在交角约为 90° 的两个位置上连续投影两次(两次间须稍变动仪器位置)。投影的示误三角形最长边或示误四边形的长对角线,对于标石、仪器和回光中心的投影应小于5mm,对于圆筒、标心柱中心的投影应小于10mm;

二、投影应在专用投影纸上(如用透明纸需投影后贴在

投影纸上)进行,投影完毕应描绘本点的两个观测方向,其中一个最好是零方向。其观测值与描绘值之差,当偏心距小于0.3m时,不应超过2°,偏心距大于0.3m时,不应超过1°。偏心距 e 量至毫米,偏心角 θ 量至15'。

三、在不设测站观测的点上进行照准点投影时,描绘方向应包括测站点方向,同时用仪器观测两个描绘方向间的夹角记于投影纸上。

第 2.3.14 条 二等观测,测站点和照准点归心元素应在水平角观测前、后各测定一次,三、四等观测归心元素一般只测定一次。

照准点投影距观测的时间,二等观测8m及8m以上觇标不超过一个月,二等观测8m以下觇标和三、四等观测不超过两个月。对于觇标或不稳固的觇标,应根据实际情况,适当增加投影次数,如遇大风等特殊情况应及时投影。

第 2.3.15 条 二、三等网的方向观测值应按下式进行高斯投影的方向改化:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{1,2} &= \frac{\rho''}{6R_m^2} (x_1 - x_2)(2y_1 + y_2) \\ \delta_{2,1} &= \frac{\rho''}{6R_m^2} (x_2 - x_1)(y_1 + 2y_2) \end{aligned} \right\} \quad (2.3.15)$$

式中 $\delta_{1,2}$ ——测站点1向照准点2观测方向的方向改化值,

$\delta_{2,1}$ ——测站点2向照准点1观测方向的方向改化值,

x_1, y_1, x_2, y_2 ——1、2两点的座标值,

R_m ——参考椭球面在1、2两点中点的平均曲率半径。

第四节 电 磁 波 测 距

第 2.4.1 条 城市各等级平面控制网以及图根控制的起始边和边长,均可采用相应精度的电磁波测距仪测定。

第 2.4.2 条 对电磁波测距仪(主要指红外光电测距仪)及其主要附件,在使用前应按下列规定项目作全面检验与校正:

一、经纬仪视准轴和测距仪照准头光轴之间平行性的检验与校正;

二、测尺频率的检验;

三、照准误差(发光管相位均匀性)和幅相误差的检验;

四、仪器内部符合精度的检验;

五、仪器测程和反射棱镜性能的测试;

六、周期误差的测定;

七、加常数和乘常数的测定;

八、仪器外部符合精度的检验;

九、电源电压对测距影响的测试;

十、气压计和温度计的检验与校正;

十一、光学对中器的检验与校正。

在四等及四等以上的测距中宜对第七项作测前、测后检验,取其平均值对边长进行改正。

在作业过程中,对一、六、七、十、十一项可根据仪器的稳定性和测距边的精度要求进行适当的检验及校正。

仪器检验方法及计算方法见附录十三~附录十九。

第 2.4.3 条 测距仪精度分级,暂按1km测距中误差(即 $m_D = a + b \cdot D$,当 $D = 1\text{km}$ 时)划分为三级:

I级, $m_D \leq 5\text{mm}$;

作适当增减；

三、电磁波测距的各项误差可参照表2.4.5的规定。

式 中 a —— 仪器标称精度中的固定误差，以mm为单位；
 b —— 仪器标称精度中的比例误差系数，以mm/km为单位；

D —— 测距边长度，以km为单位。

第 2.4.4 条 测距边选择的要求

一、测距边的边长尽量选在仪器最佳测距区间内的长边

段；

二、测距边两端高差应符合第2.4.10条的规定；

三、测线宜高出地面和离开障碍物1.3m以上，对精度要求较低的测距边可适当放宽；

四、测线应避免通过发热体（如散热器、烟囱等）和较宽水面的上空；

五、测站应避免开受电磁场干扰的地方，一般要求离开高压线5m以外；

六、选测距边时应避免视线背景部分有反光物体。

第 2.4.5 条 电磁波测距的技术要求，可根据测距边精度要求和所采用的测距仪类型进行技术设计。一般情况下可按下列规定进行作业：

一、四等和四等以上平面控制网的起始边或边长的测定，应在两个时间段内往返测量，其测回数不少于四测回，一测回（一测回的含义是照准一次读若干数）中的读数次数一般为四次；

二、四等网以下的边长测定，可根据仪器的精度和稳定性情况，采取往返观测或单向观测。测回数不少于二测回，一测回内读数次数可根据仪器出现的高程精度和大气透明度

电磁波测距的各项误差 表 2.4.5

项 目	一测回读数较差 (mm)	单程测回间较差 (mm)	往返或不同 时间段较差
I 级	5	7	
II 级	10	15	$2(a+b \cdot D)$
III 级	20	30	

注：往返较差必须将斜距化算到同一水平面上方可进行比较。

气象数据的测定要求 表 2.4.6

等 级	最小读数		测定的时间间隔	气象数据的取用
	温度 (°C)	气压 (Pa)		
二、三、四等 网的起始边和边 长	0.2	50(或 0.5mm Hg)	一测站同时间段 测的始末	测边两端的平均值
一等级网的起始 边和边长	0.5	100(或 1mm Hg)	每边测定一次	观测一端的数据
二等级网的起始 边和边长，以及 三等级导线边长	0.5	100(或 1mm Hg)	一时段始末各测 定一次	取平均值作为各边 测量的气象数据

注：1. 在测距时使用的温度计及气压计宜和测距仪检定一致。

2. 到达测站后，应立即打开气压计的盒子，置平气压计，避免受日光暴晒。温度计应悬挂在与测距视线同高、不受日光辐射影响和通风良好的地方，待气压计和温度计与周围温度一致后，才能正式记录气象数据。

第 2.4.6 条 测距仪测边时, 气象数据的测定应符合表 2.4.6 的规定。

第 2.4.7 条 测距时对气象条件的要求

- 一、应在大气稳定和成像清晰的气象条件下进行观测, 在雾、雨、雪天气及大气透明度很差的情况下不应作业;
- 二、在测距过程中, 如遇大风或大气湍流影响严重时 (这时信号指示器指针颤动较厉害), 应停止观测。

第 2.4.8 条 作业要求

- 一、严格执行仪器说明书中规定的操作程序;
- 二、测距前应先检查电池电压是否符合要求。在气温较低时作业, 应有一定的预热时间, 使仪器各电子部件达到正常工作稳定的工作状态后方可正式测距。读数时, 信号指示器指针应在最佳回光信号范围内;
- 三、在晴天作业时仪器须打伞, 严禁将照准头对向太阳。仪器的主要电子附件也应避免暴晒;
- 四、在测距时, 宜按仪器性能在规定的测程范围内使用规定的棱镜个数, 作业中使用的棱镜宜与检验时使用的棱镜一致;

五、测距时, 严禁有另外的反光镜位于测线或测线延长线上。步话机亦应暂时停止通话;

六、架设仪器后, 测站、镜站不准离人, 对仪器使用人员应经培训合格方可上岗位, 对仪器应设专人保管维护。

第 2.4.9 条 测距边的倾斜改正可用两端点的高差(用水准测量或用三角高程测定), 也可用观测的垂直角进行倾斜改正。

当采用水准测量测定其两端点的高差时, 则两端点高差的大小不受限制。

第 2.4.10 条 采用对向三角高程测定测距边两端高差时, 其高差 h 按下式计算,

$$h < \frac{8S}{T} \cdot 10^3 (\text{m}) \quad (2.4.10)$$

式中 S ——测距边边长, 以 m 为单位;

T ——测距边要求的相对中误差分母。

第 2.4.11 条 测距边采用三角高程测定的高差进行倾斜改正时, 其往返观测的高差较差 δ_h 应不大于 $0.1 \cdot S \times 10^{-3} \text{m}$ 。

第 2.4.12 条 采用垂直角直接计算平距时, 垂直角测定精度可按下式计算,

$$m_\alpha' = \frac{\sqrt{2} \rho''}{5T \sin \alpha} \quad (2.4.12)$$

式中 m_α' ——单程观测时所需垂直角测角精度, α ——垂直角。

以 (2.4.12) 式计算的垂直角测角精度为引数, 其观测方法及测回数应符合表 2.4.12 的规定。

垂直角观测方法及测回数 表 2.4.12

测 回 数	精 度			30"以上
	5"~10"	10"~30"		
		DJ ₁	DJ ₁	
方 法				DJ ₁
对向观测	2	1	2	1
单向观测	3	2	3	2

第 2.4.13 条 测距边的水平距离按下列公式计算,

- 一、用测定两点间高差计算;

$$D = \sqrt{S^2 - k^2} \quad (2.4.13-1)$$

二、用观测垂直角计算；

$$D = S \cos \alpha \quad (2.4.13-2)$$

上两式中 D ——测距边的水平距离；

S ——经气象、加常数、乘常数等改正后的斜距；

h ——测距仪与反光镜之间的高差；

α ——经地球曲率与大气折光改正后的垂直角，其改正值 f 按下式计算：

$$f = (1 - k) \frac{D^2 \rho''}{2R} \quad (2.4.13-3)$$

式中 k 为当地的大气折光系数， R 为地球平均曲率半径，不论仰角或俯角， f 恒为正值。

由此算得的水平距离为仪器高程和反光镜高程的平均高程面上的长度。

第 2.4.14 条 测距边水平距离的高程归化和投影转化；

测距边水平距离 D 归算到参考椭球面上的边长 S' 按下式计算：

$$S' = D \left\{ 1 - \frac{H_m + h_m}{R_A} + \frac{(H_m + h_m)^2}{R_A^2} \right\} \quad (2.4.14-1)$$

式中 H_m ——测距边高出大地水准面（黄海平均海水面）的平均高程；

h_m ——测距边所在地区大地水准面对于参考椭球面的高度；

R_A ——测距边方向参考椭球面法截弧的曲率半径。

由 S' 再归算到高斯平面的测距边边长 S_0 按下式计算：

$$S_0 = S' \left\{ 1 + \frac{y_m^2}{2R_A^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R_A^4} \right\} \quad (2.4.14-2)$$

式中 y_m ——测距边两端点近似横座标的平均值；

Δy ——测距边两端点近似横座标的增量；

R_m ——参考椭球面在测距边中点的平均曲率半径。

测距边边长的高程归算（包括归算到黄海平均海水面或城市平均高程面上），见附录二十。

第五节 成果的记录、整理和计算

第 2.5.1 条 一切原始观测值和记事项目，必须在现场用钢笔或铅笔记录在规定格式的外业手簿中，字迹要清楚、整齐、美观，不得涂改、擦改、转抄，外业手簿或记录纸须进行编号，成果也可采用电子计算机记录。

第 2.5.2 条 手簿各记事项目，每一测站或每一观测时间段的首末页都必须记载清楚，填写齐全。

水平角观测手簿中照准点一栏，全组合测角法观测时，每测回只记录方向号数、照准标的；方向观测时，每站第一测回应记录所观测的方向号数、点名和照准标的，其余测回仅记录方向号即可。

第 2.5.3 条 对原始观测数据更改的规定

一、水平角观测，秒值读记错误应重新观测，度、分读记错误可在现场更正，但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。垂直角观测中分的读数，在各测回中不得连环更改；

二、距离测量和轴杆头水准测量中，厘米及以下数值不得更改，米和分米的读记错误，在同一距离、同一高差的往返、返测或两次测量的相关数字不得连环更改；