,

中华人民共和国行业标准

水文普通测量规范

SL 58-93

条 文 说 明

目　　次

1　总则 …… (3)
2　水准测量 …… (5)
3　地形测量 …… (7)
4　断面测量 …… (11)

1 总 则

1.0.2 本规范仅就水文用图要求，对首级平面控制不高于小三角或量距导线的大比例尺地形图测绘作出规定。这样，本规范地形测量的测区面积限额是：测图比例尺 1∶1000 为 8km^2；测图比例尺 1∶2000 为 20km^2；测图比例尺 1∶5000 为 50km^2。在高程测量方面，一般采用三等水准测量即可满足水文对高程测量的要求。

当需要测绘测区面积大于本规范所定限额的地形图，和进行高于三等水准测量时，则可按测绘管理部门规定编报测量技术设计，执行国家有关的测量规范进行测绘作业。

1.0.3 本条规定的精度为水文普通测量的基本精度指标，现就有关问题作如下说明。

(1) 平差后的国家水准网，三、四等水准路线最弱点高程中误差不超出±40mm。由于水文对高程测量要求精度较高，按不低于国家标准的要求，取长距离水准测量路线最弱点高程中误差不超出±40mm。但是，水文测站内的水准点联测，是对水文专用基面高程自校系统的高程测量，必须具有较高的精度。同时基本水尺与比降水尺水位观测，要求精度最低限值为±0.01m，为此规定水文测站内的水准点联测、比降观测和水尺零点高程测量，路线最弱点高程中误差不超出±10mm。

(2) 平面控制的精度，对地形图测图的基本精度有着保证作用。经分析，平面控制测量规定最低一级图根网最弱边的相对边长中误差不大于 1/1000，是完全可以满足水文地形图测图的基本精度要求的。同时水文测绘常用基线的设置、检验长度精度指标为 1/1000，而地形测量最低一级图根网最弱边边长精度取用 1/1000是与其相一致的。

(3) 地形图测图的基本精度是由地物点平面位置限差和等高线最大高程限差来衡量的。由于水文测绘的地形图绝大部分属于

独立小区的地形图测绘，不需要与国家地形图接图，故将国家规定的地物点相对于邻近图根点的点位中误差不得大于图上的0.4～0.6mm，放宽为0.8～1.0mm。

等高线最大高程限差是用等高线插求地面点高程中误差来确定，对于这项限差，根据不同地形国家规定了限差范围，本规范取用了限差范围中的最大值。

(4) 断面测量中的距离控制桩，是由平面控制或水文测验常用基线测定的。根据误差传递原理，其最高精度仅能达到起始精度的一半，同时取用1/500桩间距离测量精度，对起点距、水面宽等的测量精度是完全可以保证的。

(5) 本规范中各精度指标的规定限差，是根据中误差分析，取二或三倍中误差作为限差。这样在测绘中各项误差值均不得超过限差，且接近限差的误差也应是少量的。

1.0.4 水文测站一律使用水文冻结或测站基面，这是因为要使水文测站的水位、高程资料的多年连续性不遭破坏，一个测站的水位和其他高程数值，只能用一个固定不变的基面来表示。每个测站的基面位置，是通过水准点高程值间接体现的，设置形成环状的三个以上基本水准点（其中可包括相当于基本水准点设置要求的校核水准点和高程参证点）构成本站高程控制自校系统，既可保证基面的稳定性，同时还可以起到减少基本水准点校测工作量的作用。

2　水　准　测　量

2.1　一般规定

2.1.4～2.1.6　本规范规定的三、四等水准测量路线最弱点高程中误差精度指标与国家三、四等水准测量相同，由于国家水准网考虑了网状平差后精度会有所提高的因素，而水文的水准测量不具有这个条件。所以本规范规定的水准路线长度值，均小于国家水准路线长度规定值。

五等水准测量主要用于地形测量高程点引测、断面测量等，五等水准一般取用 M_W=20.0mm。在地形测量中，要求高程点对基本高程控制高差中误差不得大于 1/10 基本等高距，规定水准测量路线最弱点高程中误差不超出±40.0mm，这对于基本等高距大于 0.5m 的地形图测绘是完全满足精度要求的，但对于基本等高距为 0.2m 的地形图测绘，则达不到精度要求，本规范作了专门规定。

2.2　水准点和标石设置

2.2.4　水位观测的要求精度为 **0.01**m，则水尺零点高程测量的精度应高于水位观测精度 $2\sqrt{n}$～2 倍。根据水尺零点高程测量闭合差±$3\sqrt{n}$（不平坦地区）与±$4\sqrt{n}$（平坦地区），则一个仪器站的高差中误差应分别为±1.5mm 与±2.0mm，据此由误差传播定律可算出相应仪器站数 n 分别为 11 与 6。

2.4　跨河水准测量

2.4.9　一般跨河水准测量，仅可施测河宽不大于 300m 的跨河水准测量。全国现有水文站，河宽大于 300m 的还是有相当数量的。进行河宽大于 300m 的跨河水准测量，需采用倾斜螺旋法、光学测

微法和经纬仪倾角法。其中倾斜螺旋法与光学测微法需使用高精密度水准仪，但经纬仪倾角法在三、四等跨河水准测量中，可用 J_2 级经纬仪。近年来水文测站已配备了相当数量的 J_2 级经纬仪，为此本规范在跨河水准测量部分编入了经纬仪倾角法的内容。

2.5 水尺零点高程的测量

2.5.1 水尺零点高程测量仪器站高差中误差 m_s 的限差取±1.5mm与±2.0mm，这相当于三、四等水准测量 m_s 的限差指标。为此对水尺零点高程测量的同尺黑红面读数差与同站黑红面所测高差之差两项，均采用三等水准测量的要求。三、四等水准测量是不允许使用 S_{10} 级水准仪的，但就目前水文测站仪器配备状况，还是需要使用 S_{10} 级水准仪的。考虑到当仪器站数确定的条件下，采用缩短视线长度的办法来提高 m_s 的精度，是不会影响总精度指标的，这样本规范对使用 S_3 级水准仪与使用 S_{10} 级水准仪分别规定了视线长度。

2.5.2 水尺零点高程测量，要求各水尺零点高程推算均由校核或基本水准点开始。这是因为每支水尺的测量精度，是用往、返测同支水尺的高程不符值不超出 $\pm 3\sqrt{n}$ 与 $\pm 4\sqrt{n}$ 来衡量的，其中 n 为单程仪器站数，这样不同的仪器站上水尺零点高程允许不符值是不相同的。当一次测量为 n 站时，则往、返为 $2n$ 站，在往测为第一个仪器站测量的水尺，其计算不符值的 n 应为1。只有均由校核或基本水准点推算各水尺零点高程，才相当于往、返测量仪器站序数均为第 $1,2,3,\cdots,n$ 站，否则，返测则为 $2n,2n-1,\cdots,n+1$ 站，这样会增大高程测量误差传递影响，降低水尺零点高程精度。

3　地　形　测　量

3.2　平面与高程控制

3.2.1　水文测站的地形测量大多数测区面积不大，采用以图根网为首级控制的两级平面控制，一般是可以满足要求的。但是平面控制仅规定两级存在的问题是：水文要求测绘的为大比例尺地形图，用图根网作首级控制所能测绘的测区面积仅为 12km^2，满足不了大江河或漫滩测站的地形图测绘。除此，在水文调查中也需要测绘较大测区的地形图。采用三级平面控制，使可测绘测区面积限额增大，同时还克服了与国家规范不衔接的问题。为此，本规范对地形测量平面控制部分，编入了三级平面控制的内容。

3.3　经纬仪量距导线测量

3.3.4　导线边长为具有一定精度要求的相邻导线点间的水平距离，要求用钢尺丈量边长，应进行坡度、尺长、温度改正。但是根据误差传播定律，当某项误差不足总误差的五分之一时，对总误差产生的影响作用是很小的，在实际工作中，当温度、尺长产生的相对误差，不足总误差一半时即不用改正。根据上述原理与实践，经分析确定了需进行改正的指标界限。

3.5　三角测量

3.5.1　图根三角网的边长是根据测图允许最大视距长度所确定的，而不同的测图比例允许最大视距长度是不同的。同时，为保证地形图测图精度，须对最弱边边长精度作出规定，为使最弱边边长具有一定精度，又必须对三角网系中图形个数有所限制。用三角网作平面控制所能控制的测区面积，是由规定的三角网边长与网系内允许图形个数所决定的。根据图根三角网规定的边长与

允许图形个数，分别求出不同测图比例尺图根三角网所控制的最大测区面积：1∶1000 为 3km²；1∶2000 为 7km²；1∶5000 为 12km²。这即是采用以图根三角网作首级控制所能控制测区面积的界限。

3.5.4 在三角测量中，控制点的点位测量误差，主要是由测角误差与边长误差共同影响产生的，在这方面一般均是按“等影响原则”考虑测角误差与边长误差对点位误差的影响。这样取用测角中误差与起始边边长相对中误差两项限差指标应是相互对应的。根据水文测站现有测量仪器设备条件，对测角精度较容易控制，我们取测角精度较边长精度高一倍，经分析计算得出：小三角网起始边边长相对中误差为 1/8000，测角中误差计算值为 12.9″，取用±13.0″；图根三角网起始边长相对中误差为 1/4000，测角中误差计算值为 25″.8，取用 25″.0。

在三角测量中，大地四边形和中点多边形，只要满足三角形内角要求，其图形个数是不会超过一定数量的。但是三角锁则必须对图形个数作一定限制，才能保证最弱边的精度。当三角锁中传距角均为 60°时，用计算最弱边相对中误差公式，可推出下式：

$$n'=\left(\frac{m_{Bn}^2}{B_n^2}-\frac{m_{B0}^2}{B_0^2}\right)\frac{\rho^2}{m_\beta^2}\cdot\frac{3}{2} \qquad (3.5.4)$$

式中 n'——传距角均为 60°时三角形图形个数；

$\frac{m_{B0}}{B_0}$——起始边边长相对中误差；

$\frac{m_{Bn}}{B_n}$——最弱边边长相对中误差；

m_β——测角中误差；

ρ——206265″。

考虑到在实际作业中，并不能达到传距角均为 60°，将 n'乘以 2/3 为三角锁中允许的图形个数。根据确定的起始边边长相对中误差，测角中误差，和要求的最弱边边长相对中误差，计算得出三角锁允许图形个数 n'见表 3.5.4。

表 3.5.4　三角锁中允许图形个数

等　　级	起始边边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	测角中误差	三角锁中允许图形个数 n'	
				计算值	取用值
小三角网	1/8000	1/4000	±13″	11.8	12
图根三角网	1/4000	1/2000	±25″	12.7	13

3.5.12　原四机部部颁标准，对经纬仪一测回方向中误差 m_d 规定如下：J_2 型经纬仪 m_d 为±3″；J_6 型经纬仪 m_d 为±3″；J_{15}型经纬仪 m_d 为±15″。水平角观测的各项中误差与 m_d 是有一定关系的，可由不同型号仪器的 m_d 值求出相应的各项中误差，并取两倍中误差为限差。全圆观测法不同型号仪器的各项限差，便是按上述方法确定的。

3.5.16　在三角网平差计算中，特别是对于本级控制中的首级平面控制的三角网平差计算，一般均要求采用严密平差。严密的平差是十分繁琐的，要求在专用的表格中进行法方程式解算。水文的地形图测绘，多属于独立小区的测绘范畴，对平面精度要求不是很高的，在各级三角网中，均采用近似平差法进行平差计算，是完全可以满足要求的。

3.6　控制点展绘与加密

3.6.3　在地形图测绘中，为保证碎部点的点位测量精度，必须对

表 3.6.3　每平方公里、每幅图内应有控制点数

测图比例尺	允许最大视距（m）	每个控制点可控制面　积（km^2）	每平方公里内应有控制点数		每幅图内应有控制点数		
			计算值	取用值	图幅(cm)	计算值	取用值
1:1000	100	0.02598	38.5	40	40×40 50×50	6.2 9.6	7 10
1:2000	180	0.08417	11.9	13	40×40 50×50	7.6 11.9	8 13
1:5000	300	0.23380	4.3	5	40×40 50×50	17.1 26.7	20 30

最大视距长度作出规定。当取 R 为允许最大视距长度，按控制点分布绝对均匀的条件可分析出每个控制点可控制的测图面积近似为 $2.598R^2$。由此便可算出每平方公里与每幅图内应有的控制点数。但在实际测绘作业中，控制点分布并非绝对均匀，则取用值应多于计算值，具体见表 3.6.3。

3.7 地物、地貌的测绘

3.7.1 为保证地形图的清晰，要求等高线间在图上的距离不得小于 0.3mm，加上等高线本身宽度，等高线在图上的间距应为 0.4～0.5mm。这就要求基本等高距应根据测图比例尺与地面坡度来确定。地面坡度角超过 45°时，一般需用地貌元素符号表示，确定等高线可只考虑地面坡度角 45°以下的情况，水文测站地形图为河谷地区，就是山区站地面坡度一般亦多为 25°以下。表 3.7.1 为按上述要求推算出的允许最小基本等高距，实际选用的基本等高距，按 1、2、5 数字倍数做了进位。

表 3.7.1 不同测图比例尺允许基本等高距

测图比例尺	允许最小基本等高距（m）			
	等高线图上间距 0.4mm		等高线图上间距 0.5mm	
	地面坡度 25°	地面坡度 45°	地面坡度 25°	地面坡度 45°
1:1000	0.2	0.4	0.25	0.5
1:2000	0.4	0.8	0.50	1.0
1:5000	0.5	2.0	1.25	2.5

4 断 面 测 量

4.2 起点距与水深测量

4.2.4 用交会法测量起点距，规定照准断面上或远测点的视线与断面线最小夹角限额的目的，在于保证起点距的测量精度。将起点距计算公式微分并取相对误差形式可得下式：

$$\frac{\mathrm{d}D}{D}=\frac{2\mathrm{d}\varphi}{\sin 2\varphi\cdot\rho} \tag{4.2.4}$$

式中 $\frac{\mathrm{d}D}{D}$——起点距相对误差；

φ——视线与基线夹角；

$\mathrm{d}\varphi$——测角误差；

ρ——206265″。

根据经纬仪交会法测量资料分析，$\mathrm{d}\varphi$ 值一般为 3′，最大不应超过 6′。这样当 φ 角为 60°时，$\frac{\mathrm{d}D}{D}$近似等于$\frac{1}{248}$；当 φ 角为 75°时，$\frac{\mathrm{d}D}{D}$近似等于$\frac{1}{143}$。就是考虑其它影响亦可满足起点距测量$\frac{1}{100}$的精度要求的。

4.2.5 用极坐标交会法测量起点距，规定最小俯角限额的目的，也是在于保证起点距的测量精度。将起点距计算公式微分取相对误差形式，并略去可忽略的极小项可得下式：

$$\frac{\mathrm{d}D}{D}=\frac{2\,d\theta}{\sin 2\theta\cdot\rho} \tag{4.2.5}$$

式中 θ——实测垂直角，即俯角；

$\mathrm{d}\theta$——垂直角测量精度。

垂直角测角精度限值一般取用竖直度盘最小读数值的三倍，当仪器竖直度盘最小读数为 30″时，则 $\mathrm{d}\theta$ 为 1′30″。这样当 θ 角为

4°时，$\frac{dD}{D}$近似于$\frac{1}{160}$，当 φ 角为 2°时，$\frac{dD}{D}$近似等于$\frac{1}{100}$，当 φ 角为 2°时仅是基本上可保证起点距测量$\frac{1}{100}$的精度，这就要求实际作业中，不但俯角不允许超限，而且所用仪器竖直度盘的最小读数应不大于 30″。

4.2.11 用悬索进行水深测量，当流速较大时，悬索偏角会影响水深测量的精度，这就要求偏角超过一定角值后需进行偏角改正来保证测深精度，需要进行改正的条件应由分析确定。由图 4.2.11 可推出下式：

$$\frac{\Delta K}{L_H}=\frac{D(\sec\theta_H-1)}{H_0} \qquad (4.2.11\text{-}1)$$

当取$\frac{\Delta K}{L_H}=1\%$时，则可用不同 θ_H 值求出相应的 D/H_0 值，具

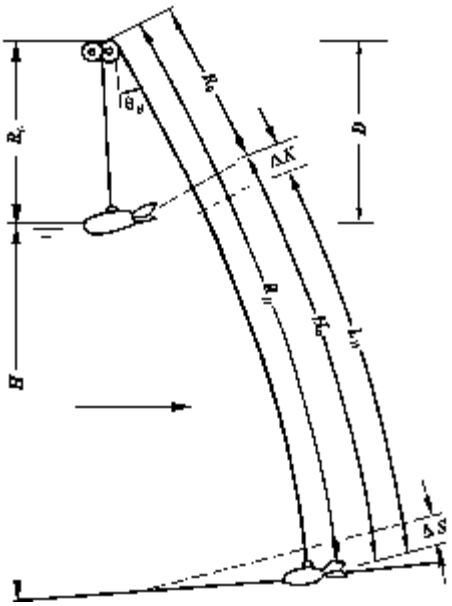


图 4.2.11

体计算值见表4.2.11。当 θ_H 为表中某一角度值时，只要相应$\frac{D}{H_0}$不大于表中的数值，干绳因偏角影响产生的增长值就不会大于湿绳长度的1%，则不需要进行干绳改正。

表 4.2.11　不同 θ_H 与相应 D/H_0 值

θ_H	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
$\frac{D}{H_0}$	2.6	0.64	0.28	0.16	0.10	0.06	0.05	0.03

同样由图4.2.11还可推出下式：

$$\frac{\Delta S}{H}\approx 1-\cos\theta_H \qquad (4.2.11\text{-}2)$$

当 θ_H 为5°时，$\frac{\Delta S}{H}\approx 0.4\%$；当 θ_H 角小于10°时，不需要进行湿绳偏角改正。