

SL

中华人民共和国行业标准

P

SL52—93

水利水电工程施工测量规范

Technical specification of construction survey in
hydraulic and hydroelectric engineering

1993-06-25 发布

1993-12-01 实施



中华人民共和国水利部
电力工业部 发布

中华人民共和国行业标准

水利水电工程施工测量规范

SL52—93

主编单位：水利水电长江葛洲坝工程局

批准部门：中华人民共和国水利部
电力工业部

中国水利水电出版社

1993 北 京

中华人民共和国行业标准
水利水电工程施工测量规范
SL 52—93

*

中国水利水电出版社出版发行
地址：北京市三里河路 6 号 100044
网址：www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话：(010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
北京科水图书销售中心 (零售)
电话：(010) 88383994、63202643
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
北京市兴怀印刷厂印刷

*

140mm×203mm 32 开本 6.375 印张 171 千字
1994 年 12 月第 1 版 2007 年 3 月第 6 次印刷
印数 15401—18400 册

*

书号 15120·6945
定价 **38.00 元**

凡购买我社规程，如有缺页、倒页、脱页的，

本社营销中心负责调换

其他问题，请与本社水利水电技术标准咨询服务中心联系

电话：(010) 68317913, 68345101 传真：(010) 68317913

E-mail: jwh@waterpub.com.cn

版权所有·侵权必究

中华人民共和国水利部
电力工业部

关于颁发《水利水电工程施工测量规范》
SL52—93 的通知

水建 [1993] 330 号

为推动水利水电工程施工测量技术的进步，保证施工测量的质量，水利部和原能源部委托水利水电长江葛洲坝工程局为主编单位，为原水利电力部水利水电建设总局局标准《水利水电工程施工测量规范》SDJS9—85 进行了修订。该规范的修订送审稿已通过两部审查，现批准为行业标准，编号为 SL52—93，自 1993 年 12 月 1 日起执行，原局标准同时废止。

本规范由主编单位负责解释，水利电力出版社负责出版发行。

1993 年 6 月 25 日

本规范的用词说明

为便于掌握和使用，本规范条文分为三类：

一、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”。

二、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”。

三、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”。

主 要 符 号

a ——测距仪标称精度中的固定误差、条件方程式系数。

b ——测距仪标称精度中的比例误差系数。

B ——摄影基线长度。

D ——水平距离、边长。

F ——摄影经纬仪的焦距、导线（水准）环周长。

f ——地球曲率与大气折光对天顶距的改正值。

f_{β} ——附和导线或闭合导线环的方位角闭合差。

H ——高程、建筑等总高度。

h ——高差。

I ——仪器高。

i ——水准仪视准轴和水准管轴间的夹角。

K ——大气折光系数、水准路线长度。

L ——附和（闭合）水准路线长度、钢带尺名义长度。

M ——成图比例尺分母。

m ——测回数。

m_{β} ——测角中误差。

m_i ——方向中误差。

m_S ——测距中误差。

m_a ——起始边方位角中误差、垂直角中误差。

m_0 ——单位权中误差。

m_h ——高差（高程）测量中误差。

m_{lgS} ——起始边对数中误差。

m_g ——固定角的角度中误差。

M_X ——隧洞纵向贯通中误差。

M_Y ——隧洞横向贯通中误差。

M_{Δ} ——每公里高程测量高差中数的偶然中误差。

M_w ——每公里高程测量高差中数的全中误差。

N ——附和导线或闭合导线环的个数、水准环个数。

P ——大气压力、面积。

P_{β} ——角度观测值的权。

P_i ——方向观测值的权。

P_s ——测距边观测值的权。

R ——地球曲率半径、水准路线中区段长度、曲线半径。

Q ——权系数。

S ——斜距、边长。

T ——温度、边长相对中误差分母。

n ——测站数、测段数、边数、三角形个数。

DJ_1 、 DJ_2 、 DJ_6 ——经纬仪型号。

DS_{05} 、 DS_1 、 DS_3 、 DS_6 ——水准仪型号。

V ——改正数、棱镜（觇牌）高、放大倍数。

W ——三角形闭合差、水准路线环闭合差或附和路线闭合差。

W_j ——测角网极条件自由项。

W_D ——边（基线）条件自由项。

W_f ——方位角条件自由项。

W_g ——固定角条件自由项。

W_s ——边角网边条件自由项。

W_T ——观测角与计算角差值自由项。

$W_{\text{方}}$ ——导线方位角条件自由项。

W_B ——导线闭合图形的自由项。

X 、 Y ——纵、横坐标。

Z ——天顶距。

α ——坐标方位角、垂直角、钢尺温度膨胀系数。

β ——传距角、水平角。

δ ——传距角正弦对数秒差。

Δ ——水准测量往返测高差不符值、导线左右角闭合差、真误差。

目 次

主要符号

1 总则	(1)
2 平面控制测量	(4)
3 高程控制测量	(20)
4 放样的准备与方法	(34)
5 开挖工程测量	(45)
6 立模与填筑放样	(51)
7 金属结构与机电设备安装测量	(57)
8 地下洞室测量	(61)
9 辅助工程测量	(69)
10 施工场地地形测量	(73)
11 疏浚及渠堤施工测量	(77)
12 施工期间的外部变形监测	(83)
13 竣工测量	(88)
附录 A 平面控制的标墩与标志	(92)
附录 B 测边网角条件自由项限值计算	(94)
附录 C 高程控制点标志、标石埋设规格	(97)
附录 D 测量仪器高、棱镜 (觇牌) 高的精密方法	(98)
附录 E 平面位置放样操作方法的规定	(99)
附录 F 平面放样方法精度估算公式	(102)
附录 G 有关高程放样的精度估算公式	(107)
附录 H 用钢带尺精密传递高程计算公式	(108)
附录 I 用具有平行玻璃板的水准仪进行高程放样 时的有关计算 (以威尔特 N3 水准仪为例)	(110)

附录 J 钢带尺放样中的计算	(112)
附录 K 光电测距边长和高差的各项改正值计算公式 ...	(113)
附录 L 像片控制点和标志	(115)
附录 M 洞外、洞内导线贯通误差估算	(116)
附录 N 沉降观测点设置和工程量计算方法	(118)
附加说明	(119)
条文说明	(121)

1 总 则

1.0.1 本规范适用于水利水电工程施工阶段的测量工作。其内容包括总则、控制测量、放样的准备与方法、开挖工程测量、立模与填筑放样、金属结构和机电设备安装测量、地下洞室测量、辅助工程测量、施工场地地形测量、疏浚及渠堤施工测量、竣工测量、施工期间的外部变形监测。

1.0.2 施工测量工作应包括下列内容。

(1) 根据工程施工总布置图和有关测绘资料, 布设施工控制网。

(2) 针对施工各阶段的不同要求, 进行建筑物轮廓点的放样及其检查工作。

(3) 提供局部施工布置所需的测绘资料。

(4) 按照设计图纸、文件要求, 埋设建筑物外部变形观测设施, 并负责施工期间的观测工作。

(5) 进行收方测量及工程量计算。

(6) 单项工程完工时, 根据设计要求, 对水工建筑物过流部位以及重要隐蔽工程的几何形体进行竣工测量。

1.0.3 本规范以中误差作为衡量精度的标准, 以两倍中误差为极限误差。

1.0.4 施工测量主要精度指标应符合表 1.0.4 的规定。

1.0.5 施工平面控制网坐标系统, 宜与规划设计阶段的坐标系统一致, 也可根据需要在与规划设计阶段的坐标系统有换算关系的施工坐标系统。施工高程系统, 必须与规划设计阶段的高程系统相一致, 并应根据需要就近与国家水准点进行联测, 其联测精度不宜低于本工程首级高程控制的要求。

1.0.6 局部建筑工程部位相对精度要求较高时, 可单独建立高精度的控制网。控制网应结合实际情况进行专门设计。

1.0.7 水利水电工程各项施工测量工作,除使用本规范所规定的方法外,亦可采用能满足本规范精度要求,并经过实践验证的新技术、新方法。

表 1.0.4 施工测量主要精度指标

序号	项 目		精度 指 标			说 明
			内 容	平面位置中 误差 (mm)	高程中误差 (mm)	
1	混凝土建筑物		轮廓点放样	± (20~30)	± (20~30)	相对于邻近 基本控制点
2	土石料建筑物		轮廓点放样	± (30~50)	± 30	相对于邻近 基本控制点
3	机电设备与金属 结构安装		安装点	± (1~10)	± (0.2~10)	相对于建筑 物安装轴线和 相对水平度
4	土石方开挖		轮廓点放样	± (50~200)	± (50~100)	相对于邻近 基本控制点
5	局部地形测量		地物点	±0.75 (图上)	—	相对于邻近 图根点
			高程注记点		1/3 基本等高距	相对于邻近 高程控制点
6	施工期间外部变 形观测		水平位移测点	± (3~5)	—	相对于工作 基点
			垂直位移测点	—	± (3~5)	相对于工作 基点
7	隧洞 贯通	相向开挖长度 小于 4km	贯通面	横向±50 纵向±100	±25	横向、纵向相 对于隧洞轴线。
		相向开挖长度 4~8km	贯通面	横向±75 纵向±150	±38	高程相对于洞 口高程控制点

1.0.8 施工测量人员应遵守下列准则。

(1) 在各项施工测量工作开始之前，应熟悉设计图纸，了解规范的规定，选择正确的作业方法，制定具体的实施方案。

(2) 对所有观测数据，应随测随记、严禁转抄、伪造。文字与数字应力求清晰、整齐、美观。对取用的已知数据、资料均应由两人独立进行百分之百的检查、核对，确信无误后方可提供使用。

(3) 对所有观测记录手簿，必须保持完整，不得任意撕页，记录中间也不得无故留下空页。

(4) 施工测量成果资料（包括观测记簿、放样单、放样记载手簿），图表（包括地形图、竣工断面图、控制网计算资料）应予以统一编号，妥善保管，分类归档。

(5) 现场作业时，必须遵守有关安全、技术操作规程，注意人身和仪器的安全，禁止冒险作业。

(6) 对于测绘仪器、工具应精心爱护，及时维护保养，做到定期检验校正，保持良好状态。对精密仪器应建立专门的安全保管、使用制度。

2 平面控制测量

2.1 一般规定

2.1.1 平面控制网的精度指标及布设密度,应根据工程规模及建筑物对放样点位的精度要求确定。

2.1.2 平面控制网的等级,依次划分为二、三、四、五等测角网、测边网、边角网或相应等级的光电测距导线网,其适用范围按表 2.1.2 执行。

表 2.1.2 各等级首级平面控制网适用范围

工程规模	混凝土建筑物	土石建筑物
大型水利水电工程	二	二~三
中型水利水电工程	三	三~四
小型水利水电工程	四~五	五

对于特大型的水利水电工程,也可布设一等平面控制网,其技术指标应专门设计。

各种等级(二、三、四、五)、各种类型(测角网、测边网、边角网或导线网)的平面控制网,均可选为首级网。

2.1.3 平面控制网的布设梯级,可根据地形条件及放样需要决定,以 1~2 级为宜。但无论采用何种梯级布网,其最末级平面控制点相对于同级起始点或邻近高级控制点的点位中误差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

对于水工隧洞地面控制网,其相邻洞口点的点位中误差见表 8.1.3。

2.1.4 首级平面控制网的起始点,应选在坝轴线或主要建筑物附近。以使最弱点远离坝轴线或放样精度要求较高的地区。

2.1.5 独立的平面控制网,应利用勘测设计阶段布设的测图控制点,作为起算数据,在条件方便时,可与邻近的国家三角点进行

联测。其联测精度应不低于国家四等网的要求。

2.1.6 平面控制网建立后，应定期进行复测，尤其在建网一年后或大规模开挖结束后，必须进行一次复测。若使用过程中发现控制点有位移迹象时，应及时复测。

2.1.7 平面控制网的观测资料，可不作椭圆投影改正。采用平面直角坐标系统在平面上直接进行计算。但观测边长应投影到测区所选定的高程面上。

2.2 技术设计

2.2.1 平面控制网的技术设计应在全面了解工程建筑物的总体布置，工区的地形特征及施工放样精度要求的基础上进行。设计前应搜集下列资料。

- (1) 施工区现有地形图和必要的地质资料。
- (2) 规划设计阶段布设的平面和高程控制网成果。
- (3) 枢纽建筑物总平面布置图。
- (4) 有关的测量规范和招投标文件资料。

2.2.2 四等以上平面控制网布设前，应按下列程序进行精度估算，选定最优方案。

(1) 在图上或野外实地选点、确定各待定平面控制点的近似坐标。

(2) 选定网的等级和类型，确定各观测量的先验权。

(3) 解算未知参数的协因数阵，计算各点的点位中误差或误差椭圆元素并与本规范的规定精度作比较。

(4) 若不能满足规范要求时，调整图形结构、改变网的类型或改变各观测元素的先验权，重复(2)、(3)项工作，直至满足规定的精度为止。

2.2.3 直线形建筑物的主轴线或其平行线，应尽量纳入平面控制网内。

2.2.4 布设测角网的技术要求如下：

- (1) 测角网宜采用近似等边三角形、大地四边形、中心多边

形等图形组成。三角形内角不宜小于 30° 。如受地形限制，个别角也不应小于 25° 。

(2) 测角网的起始边，应采用光电测距仪测量，坡度应满足下列要求：

二等起始边坡度应小于 5° ；

三等起始边坡度应小于 7° ；

四等起始边坡度应小于 10° 。

当测距边坡度超过以上规定时，天顶距的观测精度或水准测量精度，应另作专门计算。

(3) 各等级测角网的主要技术要求应符合表 2.2.4 的规定。

表 2.2.4 测角网技术要求

等级	边长 (m)	起始边相对中误差	测角中误差 (")	三角形最大闭合差 (")	测回数	
					DJ ₁	DJ ₂
二	500~1500	1:30 万	± 1.0	± 3.5	9	—
三	300~1000	1:15 万 (首级)	± 1.8	± 7.0	6	9
		1:13 万 (加密)				
四	200~800	1:10 万 (首级)	± 2.5	± 9.0	4	6
		1:7 万 (加密)				
五	100~500	1:4 万	± 5.0	± 15.0	—	4

2.2.5 布设测边网的技术要求如下：

(1) 测边网也应重视图形结构。三角形各内角宜在 $30^\circ \sim 100^\circ$ 之间，当图形欠佳时，要加测对角线边长或采取其他措施加以改善。

(2) 对于四等以上测边网，要在一些三角形中，以相应等级测角网的测角精度观测一个较大的角度（接近 100° ）作为校核。校核公式见 2.6 节。

(3) 测边网中的每一个待定点上，至少要有一个多余观测。不允许布设无多余观测的单三角锁。

(4) 各等级测边网的布设应符合表 2.2.6 的要求。

2.2.6 布设边角网的技术要求:

(1) 边角网的测角与测边的精度匹配,应符合下列要求:

$$\frac{m_{\beta}}{\sqrt{2} \rho''} = \frac{m_s}{S \times 10^3} \text{ 或 } \frac{m_i}{\rho''} = \frac{m_s}{S \times 10^3} \quad (2.2.6)$$

式中 m_{β} 、 m_i ——相应等级控制网的测角中误差、方向中误差, (");

m_s ——测距中误差, mm;

S ——测距边长, m;

ρ ——206265。

(2) 各等级边角网、测边网的主要技术要求应符合表 2.2.6 的规定。

表 2.2.6 边角网、测边网技术要求

等级	边 长 (m)	测角中误差 (")	平均边长 相对中误差	测距仪 等 级	测 回 数		
					边 长	天 顶 距	
						DJ ₁	DJ ₂
二	500~1500	±1.0	1:25 万	1~2	往返各 2	4	
三	300~1000	±1.8	1:15 万	2	往返各 2	3	4
四	200~800	±2.5	1:10 万	2~3	往返各 2	—	3
五	100~500	±5.0	1:5 万	3~4	往返各 2	—	2

注: 1. 光电测距仪一测回的定义为: 照准一次, 读数四次;

2. 测距仪分级技术规格见表 2.5.1。

(3) 边角网方向观测的测回数, 应符合表 2.2.4 的要求。

(4) 各站仪器高、棱镜高(觇牌高)的丈量误差对于二、三等网不应大于 1mm, 四等不应大于 2mm。

(5) 除二、三等网以外, 可用不同时段的双向测距, 代替往返测距。

2.2.7 三、四、五等平面控制网, 可用相应等级的导线网来代替。导线网的布设, 应符合以下规定:

(1) 当导线网作为首级控制时, 应布设成环形结点网, 各导线环的长度不应大于表 2.2.7 中规定总长的 0.7 倍。

(2) 加密导线, 宜以直伸形状布设, 附合于首级网点上。各导线点相邻边长不宜相差过大。

(3) 导线网的精度指标和技术要求, 应符合表 2.2.7 的规定。

表 2.2.7 光电测距附合 (闭合) 导线技术要求

等级	附合 (闭合) 导线总长 (km)	平均 边长 (m)	测角中 误差 (")	测距中 误差 (mm)	全长相对 闭合差	方位角 闭合差 (")	测距要求	
							测距仪 等 级	测回数
三	3.2	400	1.8	5	1:55000	$\pm 3.6 \sqrt{n}$	2	2
	3.5	600		5	1:60000		2	2
	5.0	800		2	1:70000		1	2
四	1.8	300	2.5	7	1:35000	$\pm 5 \sqrt{n}$	3	2
	3.0	500		5	1:45000		2	2
	3.5	700		5	1:50000		2	2
五	2.0	200	5	10	1:18000	$\pm 10 \sqrt{n}$	3~4	2
	2.4	300		10	1:20000		3~4	2
	3.0	500		7	1:25000		3	2

注: 表中所列的技术要求, 符合最弱点点位中误差不大于 10mm (三、四等) 和 20mm (五等)。

2.2.8 五等测角网的起始边, 可用鉴定过的钢尺丈量, 钢尺的鉴定期一般不超过一年。鉴定相对中误差不大于 1:10 万。其主要技术要求应符合表 2.2.8 的规定。

表 2.2.8 钢尺丈量起始边的技术要求

作业 尺数	丈量总 次数	定线 误差 (mm)	尺段高 差误差 (mm)	读定 次数	估读 (mm)	温度 读至 (°C)	同尺各次或同 段各尺较差 (mm)	丈量 方法	边长丈量 较差相对 中误差
2	2	50	3	3	0.5	0.5	2	悬空	1:3 万