

探讨如何规范完成直立式水尺零点高程测量工作

钟歌¹ 郝秀萍² 高明³

1 海河下游管理局西河闸管理处 2 海河下游管理局水文中心 3 海河下游管理局海河防潮闸管理处

DOI:10.32629/hwr.v3i12.2558

[摘要] 本文主要从测前准备、测量过程、记载计算三方面详细讲述如何规范完成直立式水尺零点高程测量,以实例为基础提出测量中应注意的事项,对测量提出了建议,将笔者的测量经验与思路进行分享,破解水尺零点高程测量工作中一些疑问与模糊点,为基层水文工作者开展水尺零点高程测量工作提供一定的借鉴。

[关键词] 水尺零点高程测量; 实例; 规范

1 背景

水文日常工作中,水位观测是最普通的一项观测项目,水尺则是水位观测中最常用到的观测设备,分为直立式、倾斜式、矮桩式等,直立式水尺是应被优先选用的,各种水池都有适用的条件,而水位观测的准确与否则与水尺的零点高程直接相关,因此水尺零点高程测量工作对于水位观测来说至关重要。然而如何规范地完成这项工作,在我的工作经历中发现,虽然大部分水文人员都会测,但存在很多缺陷与模糊的地方,本文从这一点展开探讨。

2 测前准备

根据实际情况,制定测量计划。主要包括:

- (1) 确定已知点(基本水准点或者校核水准点)高程值。
- (2) 确定水尺原测高程值。
- (3) 确定测量人员,明确人数及具体人员分工。
- (4) 确定测量设备,确保仪器、水准尺、尺垫正常可用。
- (5) 确定测量路线,准备测量所需记录笔、纸、劳保用品。

3 测量过程

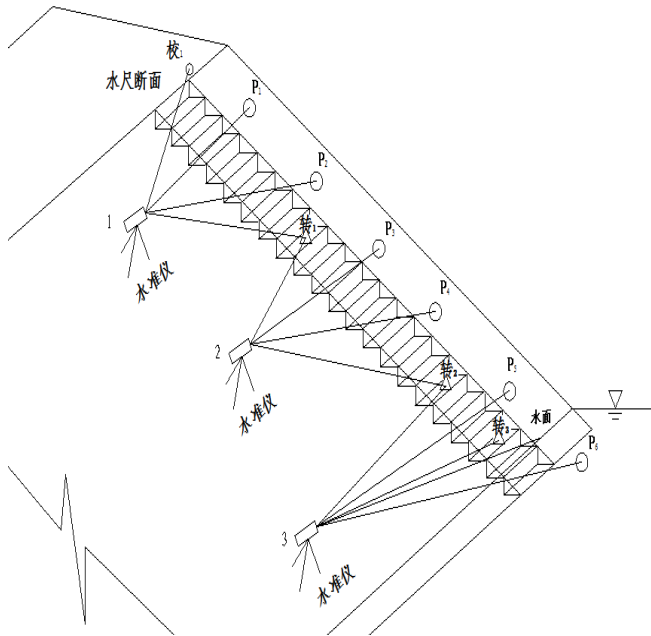


图1 水尺零点高程测量示意图

以此水尺断面为例,测量水尺零点高程时,如何规范测量步骤及记录计算。

- (1) 往测。①第1站以水准仪三丝可以看到校1水准尺底端为宜,作为后

视点,水准尺放在P₁、P₂零点或者固定高度处,此处两点为间视点,注意记录位置,看不到下一根水尺时设置转点转1,转1为前视点。注意调整好水准仪位置,视距之间不能超过5m。将仪器移到下一站相应位置。②第2站以水准仪三丝可以看到转1水准尺底端为宜,作为后视点,水准尺放在P₃、P₄零点或者固定高度处,与第1站观测、记录方法一致,看不到下一根水尺时设置转点转2,转2为前视点。③第3站以水准仪三丝可以看到转2水准尺底端为宜,作为后视点,水准尺放在P₅、P₆零点或者固定高度处,增加水面位置观测,将尺垫放置相应位置,使尺垫顶端与水面相切,水面点亦作为间视点,与第1站观测、记录方法一致,前视点设为转3,为往测最后一点。(2) 返测。将往测顺序倒序展开即可:①第1站以转3为后视点,观测P₆、P₅和水面,看不到上一根水尺时设置转点转4,转4为前视点。②第2站以转4为后视点,观测P₄、P₃,看不到上一根水尺时设置转点转5,转5为前视点。③第3站以转5为后视点,观测P₂、P₁和校1,校1为前视点。

4 记载计算

开展水尺零点高程测量时,随测随记,可有观测者自己记录,也可配备专门的记录人员。

- (1) 表头填写。①站名: 根据实际站名(断面名)填写; ②施测号数: 该站当年测量次数累计值,是第几次测就填几; ③测量方法: 中丝读数法、光学测微法(本文以中丝读数法为例); ④仪器编号: AT-G3(水准仪的实际编号); ⑤基面: 大沽、黄海、85国家基准(本文以大沽为例,有条件的站可提供与85国家基准的转换关系); ⑥天气: 晴、阴、多云、小雨……(晴朗的天气物镜清晰,利于观测); ⑦观测时间: 实际观测的年、月、日、时、分; ⑧风力风向: 一般为3级以内,风力太大影响测量精度; 风向由英文字母表示: 如北风1级写为: 1N,东南风2级写为2SE; (2) 表内记载。

4.1 往测(详见表1,表2)

- ①直接观读的水尺编号、读数、测定水位: 为水中水尺的编号、测时的水尺读数、测时的水位; ②仪器站号: 第一行写“往测”,之后依次填写1、2、3……; ③测点: 填测点的名称,已知点一般为基本水准点或者校核水准点; 水尺位置可填写水尺编号或“+相应米数”,如P1+1.000,表示水准尺位于P1水尺1米处; 转点填写“转1、转2、转3……”; ④距仪器站间距(m)(后视/前视): 填写仪器与测点之间的视距,注意视距差不能超过5m,后视写在左上角,间视与前视写在右下角; ⑤后视、前视、间视: 为对应位置的黑红面读数,书写位置宜靠近左下角,占整个方格的三分之二位置,需要修改时,以“\”划掉,在右上角写出准确数字,划掉的数字应清晰可见; ⑥高差: 为后视黑红面数据减前视(或间视)黑红面数据,用两根尺时差0.10m; ⑦平均高差: 以高差的黑色面为准,即(黑色面高差+红色面高差±0.1)÷2,4舍6入,遇5时奇进偶舍; ⑧高程: 后视高程值减前视(或间视)高程值,四位有效数字。

表1 水尺零点高程记载表(一)

XXX 站水尺零点高程测量记载表
测量方法: 中丝读数法 仪器编号: AT-G3 基面: 大沽 天气: 晴
测量时间: 2019年11月14日13时50分至14日14时30分 风力风向: 1N
测至 顺视与水面相平的木桩读数: 测定水位: 3.28
水边时 直接观测的水尺编号: P2
读数: 1.26
测定水位: 3.28

仪器站号	测点	起点距或间距(m)	距仪器站间距(m) (后视/前视)	后视(m)	前视(m)	间视(m)	高差(m)		平均高差(m)		高程(m)
							+	-	+	-	
往测	校1		4.4	0.467 5.254							8.926
	P1+1.000		3.7		0.862 5.549		0.395 0.295		0.395 0.395		8.531
	P2+1.000		5.8		1.960 6.548		1.393 1.294		1.394 1.394		7.532
2	转1		3.9	0.613 5.301	2.918 7.605		2.451 2.351		2.451 2.451		6.474
	P3+1.000		3.6		1.067 5.854		0.544 0.533		0.454 0.454		6.021
水尺编号		高程(m)			原测高程(m)	取用高程(m)	闭合差(m)				
		往测	返测	平均			实测	允许			
P1	7.531	7.530	7.530	7.532	7.532		+1	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{1} = \pm 3$			
P2	6.532	6.533	6.532	6.496	6.532		-1	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{1} = \pm 3$			
P3	5.021	5.018	5.020	4.929	5.020		+3	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{2} = \pm 4$			

备注:
测量: XXX XXX XXX 计算: XXX XX月XX日 校核: XXX XX月XX日 复核: XXX XX月XX日

表2 水尺零点高程记载表(二)

XXX 站水尺零点高程测量记载表

仪器站号	测点	起点距或间距(m)	距仪器站间距(m) (后视/前视)	后视(m)	前视(m)	间视(m)	高差(m)		平均高差(m)		高程(m)
							+	-	+	-	
2	P4+1.000		7.0			2.373 7.160	1.760 1.859	1.760 1.760		4.715	
	转2		10.8	0.382 5.149	2.695 7.482		2.082 2.181	2.082 2.082		4.398	
3	P5+1.000		14.0		1.082 5.769		0.720 0.620	0.720 0.620		3.673	
	P6+1.000		18.0		1.371 6.058		1.009 0.909	1.009 1.009		3.384	
	水面		15.0		1.446 6.233		1.084 1.084	1.084 1.084		3.309	
返测	转3		15.0	1.021 5.808			0.659 0.659	0.659 0.659		3.794	
	转3		14.8	1.065 5.852			0.671 0.670	0.670 0.670		3.730	
1	水面		15.0		1.489 6.277		1.095 1.096	1.095 1.096		3.306	
	P6+1.000		18.2		1.415 6.102		1.021 0.920	1.020 0.920		3.380	
P5+1.000			13.6		1.125 5.813		0.731 0.631	0.731 0.631		3.670	
	转4		10.8	2333 7120	0.394 5.182		2.218 2.318	2.218 2.318		4.401	

4.2 返测(详见表2、表3)

将往测逆序测量一直回到校核点,计算高差、平均高差、高程的时候从校核点开始,将返测的后视作为前视,前视作为后视进行计算。

①由表3中校1开始计算高差、平均高差、高程,如先计算校1与P1+1.000的高差、平均高差、高程,将校1作为后视,填写于P1+1.000对应的相应位置;②如往测,依次反算至转3。

4.3 统计项

①水尺编号、往测高程、返测高程:所测水尺的编号P1、P2、P3……;往(返)测高程为相应水尺处高程减去水准尺在水尺上的位置,如P1往(返)测高程值为P1+1.000处的高程减去1;②平均高程:往测高程、返测高程的算术平均值;③原测高程:为上一次测量后确定的高程值;④取用高程:

平均高程与原测高程相差不大于10mm时,沿用原测高程,否则取用平均高程,取四位有效数字;⑤实测闭合差:往测高程减返测高程,该值应不大于允许闭合差;⑥允许闭合差:地势平坦时为 $\pm 3\sqrt{n}$,平坦时为 $\pm 4\sqrt{n}$,为水尺所在的站数,如P1、P2,取1,P3、P4,取2,P5、P6,取3。

表3 水尺零点高程记载表(三)

XXX 站水尺零点高程测量记载表
测量方法: 中丝读数法 仪器编号: AT-G3 基面: 大沽 天气: 晴
测量时间: 2019年11月14日13时50分至14日14时30分 风力风向: 1N
测至 顺视与水面相平的木桩读数: 测定水位: 3.28
水边时 直接观测的水尺编号: P2
读数: 1.26
测定水位: 3.28

仪器站号	测点	起点距或间距(m)	距仪器站间距(m) (后视/前视)	后视(m)	前视(m)	间视(m)	高差(m)		平均高差(m)		高程(m)
							+	-	+	-	
2	P4+1.000		10.2			2.023 6.709	1.908 1.907	1.908 1.907		4.711	
	P3+1.000		10.4			0.717 5.403	0.602 0.601	0.602 0.601		6.018	
3	转5		9.2	2.443 10.9	0.115 7.131		2.307 4.802	2.307 2.208		6.619	
	P2+1.000		9.0		1.529 6.316		1.393 1.393	1.393 1.393		7.533	
	P1+1.000		7.8		0.532 5.319		0.396 0.396	0.396 0.396		8.530	
校1			8.5	0.136 4.923						8.926	
	水尺编号		高程(m)			原测高程(m)	取用高程(m)	闭合差(m)			
		往测	返测	平均			实测	允许			
P4	3.715	3.711	3.713	3.694	3.713		+4	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{2} = \pm 4$			
P5	2.673	2.670	2.672	2.607	2.672		+3	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{3} = \pm 5$			
P6	2.384	2.380	2.382	2.379	2.379		+4	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{3} = \pm 5$			

备注:
测量: XXX XXX XXX 计算: XXX XX月XX日 校核: XXX XX月XX日 复核: XXX XX月XX日

5 注意事项

(1)测量时应随测随算;单站前后视距差不得大于5m;(2)测水中水尺时需注意人身安全;(3)最后一点不可以是水尺或者水面。

6 建议

(1)在水尺断面附近设立校核水准点,由校核水准点引测水尺零点,方便快捷;(2)转点位置可固定,可钉入固定点,有利于校核;(3)在案坡上修建1m×1m的专用测量平台,有利于较快完成仪器调平开展工作,同时提高人员安全系数;(4)水准尺在水尺上的固定位置宜为0.5、1.0、1.5的位置;(5)记录时可有观测人员自行记录,增加一名或两名同步记录人员,形成三份记录,最终计算完成后进行校核复核,达到“三遍手”要求的同时锻炼了队伍;(6)测水中水尺时。水深小于1m时由人工着涉水裤涉水扶尺,大于1m时可借用船只;(7)测量记载表应与《水文测量规范》一致。

本文作者作为一名基层年轻水文人,旨在探讨如何规范顺利完成直立式水尺零点高程测量工作,如何规范基层水文测量工作,确保水文测验质量,由于经验不足仍存在许多不足之处,敬请批评指正。

[参考文献]

[1]周树国.水文测量.[M].北京:中国水利水电出版社,2016:12.
[2]水文测量规范(SL58-2014).[M].北京:中国水利水电出版社,2014:10.
[3]朱京吉,张俊.水文测量误差的成因及对策[J].河南水利与南水北调,2019,48(03):33-34.