

# 探讨如何规范完成直立式水尺零点高程测量工作

钟歌<sup>1</sup> 郝秀萍<sup>2</sup> 高明<sup>3</sup>

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

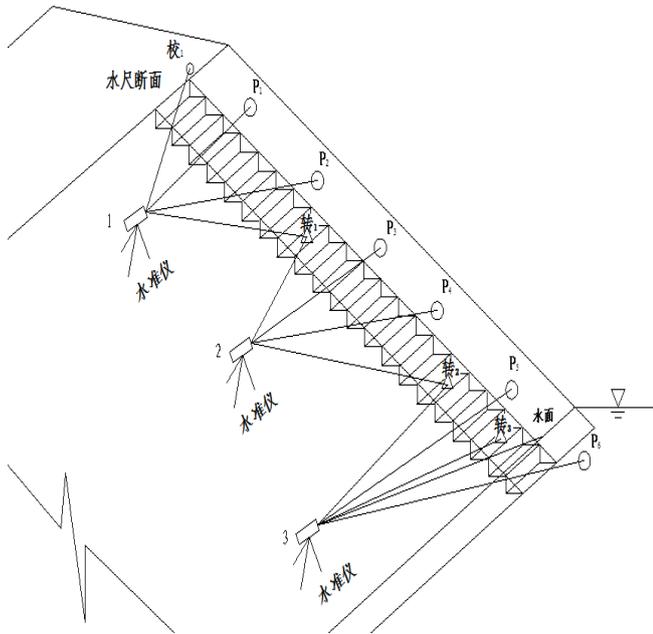


图1 水尺零点高程测量示意图

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P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>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P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>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P<sub>5</sub>、P<sub>6</sub>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P<sub>6</sub>、P<sub>5</sub>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P<sub>4</sub>、P<sub>3</sub>,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P<sub>2</sub>、P<sub>1</sub>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施测回数: 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

施测号数: XX 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

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)
							+	-	+	-	
1	校 <sub>1</sub>		4.4	0.467 5.254							8.926
	P <sub>1</sub> +1.000		3.7		0.862 5.549		0.395 0.295		0.395 0.395		8.531
	P <sub>2</sub> +1.000		5.8		1.960 6.548		1.393 1.294		1.394 1.394		7.532
2	转 <sub>1</sub>		3.9	0.613 5.301	2.918 7.605		2.451 2.351		2.451 2.451		6.474
	P <sub>3</sub> +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			
P <sub>1</sub>	7.531	7.530	7.530	7.532	7.532		+1	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{1} = \pm 3$			
P <sub>2</sub>	6.532	6.533	6.532	6.496	6.532		-1	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{1} = \pm 3$			
P <sub>3</sub>	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	P <sub>4</sub> +1.000		7.0		2.373 7.160		1.760 1.859		1.760 1.760		4.715
	转 <sub>2</sub>		10.8	0.382 5.149	2.695 7.482		2.082 2.181		2.082 2.082		4.393
	P <sub>5</sub> +1.000		14.0		1.082 5.769		0.720 0.620		0.720 0.720		3.673
3	P <sub>6</sub> +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
	转 <sub>3</sub>		15.0	1.021 5.808			0.659 0.659		0.659 0.659		3.724
1	返测 转 <sub>3</sub>		14.8	1.065 5.852			0.671 0.670		0.670 0.670		3.730
	水面		15.0		1.489 6.277		1.095 1.096		1.095 1.095		3.306
	P <sub>6</sub> +1.000		18.2		1.415 6.102		1.021 0.920		1.020 1.020		3.380
1	P <sub>5</sub> +1.000		13.6		1.125 5.813		0.731 0.631		0.731 0.731		3.670
	转 <sub>4</sub>		10.8	2333 7120	0.394 5.182		2.218 2.318		2.218 2.218		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P<sub>1</sub>+1.000的高差、平均高差、高程,将校1作为后视,填写于P<sub>1</sub>+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P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>……;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P<sub>1</sub>往(返)测高程值为P<sub>1</sub>+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P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>,取1,P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>,取2,P<sub>5</sub>、P<sub>6</sub>,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

施测号数: XX 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

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	P <sub>4</sub> +1.000		10.2		2.023 6.709		1.908 1.907		1.908 1.908		4.711
	P <sub>3</sub> +1.000		10.4		0.717 5.403		0.602 0.601		0.602 0.602		6.018
	转 <sub>5</sub>		9.2	2.443 10.9	0.115 7.131		2.307 4.802		2.307 2.307		6.619
3	P <sub>2</sub> +1.000		9.0		1.529 6.316		1.393 1.393		1.393 1.393		7.533
	P <sub>1</sub> +1.000		7.8		0.532 5.319		0.396 0.396		0.396 0.396		8.530
	校 <sub>1</sub>		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			
P <sub>4</sub>	3.715	3.711	3.713	3.694	3.713		+4	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{2} = \pm 4$			
P <sub>5</sub>	2.673	2.670	2.672	2.607	2.672		+3	$\pm 3\sqrt{n} = \pm 3\sqrt{3} = \pm 5$			
P <sub>6</sub>	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.