

秦渡镇(五)站HADCP与人工水位观测对比分析

曹保前

陕西省西安水文水资源勘测局

DOI:10.18282/hwr.v2i7.1411

摘要: 本文以秦渡镇(五)水文站及所辖流域为例,对 HADCP 与人工水位观测对比进行了分析,首先概述了测站及流域概况,阐述了 SL500 型 HADCP 的原理及安装,对秦渡镇(五)站 HADCP 与人工水位观测对比进行了探讨分析,旨在提高秦渡镇(五)水文站的工作效率以及保障其工作的有效性。

关键词: 秦渡镇(五)水文站; SL500 型 HADCP; 人工水位观测; 对比

1 测站及流域概况

1.1 测站基本情况

秦渡镇(五)水文站设立于 1934 年 5 月,位于陕西省户县秦渡镇,东经 $108^{\circ} 46'$,北纬 $34^{\circ} 06'$,系渭河南岸中等面积区域代表站,国家基本站,省级重要站。测验项目有:水位、流量、泥沙、降水等,承担着为国家防总、黄委会、陕西省防汛抗旱总指挥部及市、区县等防汛决策部门水情报汛任务。主要为收集沔河流域基本水文资料,研究分析本流域产汇流规律,为开发利用沔河水资源、河道治理、防汛减灾提供水文情信息和服务。

1.2 流域概况

沔河为渭河南岸较大支流,发源于西安市长安区喂子坪乡鸡窝子以上的秦岭梁北侧,和旬河上游东支一老安子沟隔山相对,在山区接纳大坝沟和红草河等,流经喂子坪、二道桥、沔峪口、秦渡镇、高桥等,于咸阳市沔东乡邵家村流入渭河。河流全长 81.9km,流域面积 1459.5km^2 ,河流平均坡度 25.7%,秦渡镇站断面以上集水面积 566km^2 ,距河口里程 36km。沔河流域中上游为秦岭山地,植被较好,森林覆盖率为 72%,下游为广阔的冲积平原。沔河主要支流有漓河、高冠峪河、太平峪河。多年平均径流量 $2.304 \times 10^8\text{m}^3$,多年平均输沙量 $8.41 \times 10^4\text{t}$,多年平均降水量 635.2mm,调查最大洪峰流量 $1430\text{m}^3/\text{s}$,发生时间为 1957 年 7 月 16 日,实测最大流量 $808\text{m}^3/\text{s}$,发生时间为 2002 年 6 月 9 日,实测最小流量 $0.00\text{m}^3/\text{s}$,实测最大含沙量 $66.2\text{Kg}/\text{m}^3$ 。

1.3 测验断面情况

秦渡镇(五)水文站测验河段顺直,两岸均为人工河堤,梯形断面,细沙河床,水流平缓,断面冲淤变化小,河床比较稳定。设有上、中、下三个测验断面,基本水尺断面兼浮标中断面及流速仪测流断面,上、下比降断面兼浮标上、下断面,上、下断面间距 200m,基线设于河道左岸,长 100m。基上 350m 处有座便桥,测验断面下游 830m 处建有沔惠渠大坝,坝顶高程 395.56m,基下 800m 处有漓河汇入,当漓河涨水时,基本断面水流受洪水顶托影响。

基本水尺断面架设闭口式吊箱缆道 1 处,用于流量、泥沙测验。大洪水测验借助基上 350m 处便桥投放浮标。

1.4 比测率定目的

HADCP 测量的是水体中代表水体某层的平均流速(指标流速),并非河道水体的平均流速,需对 HADCP 进行比测率定工作,建立指标流速与断面平均流速之间的关系,方可投产应用,实现河道流量数据的在线监测,改变传统测验方法,提高测验精度和效率,减轻职工工作强度,提供实时水情信息。

2 SL500 型 HADCP 的原理及安装

2.1 SL500 型 HADCP 的原理、功能

2.1.1 HADCP 的测量原理

HADCP 的测量原理是多普勒效应,即声波发生器向水中发射固定频率的声波短脉冲,这些声脉冲碰到水中的散射体(浮游生物,泥沙等)将发生散射,被散射体反射回的声波就会被接收器接收到,当散射体有相对运动,其反射的声波在频率上有一定的变化(频移),这种效应叫做多普勒效应。在测量中声波发生器向水中发射声波频率将会与声源的发射频率有差异,根据测量频差,可计算得到水流的速度。

2.1.2 HADCP 的测量功能

HADCP 为在线实时监测仪器,可监测河道水位、流速,通过预置的断面数据,根据监测水位自动计算出水道面积及瞬时流量。实时监测数据通过采集、传输、接收、处理、储存,实现无人值守功能。

2.2 SL500 型 HADCP 的安装

2.2.1 SL500 型 HADCP 组成与主要技术指标

(1)HADCP 组成

HADCP 由水下(换能器)、水上(RTU)两部分组成,两者用电缆连接。水下部分包括测速、测深换能器。

(2)主要技术指标

测速距离: 120m;

水位测量范围: 18m;

水位准确度: $\pm 0.6\text{cm}$ ($< 6\text{m}$), $\pm 0.1\%$ ($\geq 6\text{m}$);

测量时间间隔: 可设置;

通信: RS-232 和 SDI-12 通讯协议;

测速分辨力: 0.1cm;

工作环境: $-5\text{--}+40^{\circ}\text{C}$;

温度测量准确度: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;

电源: 12V;

功耗: 0.7-1W。

2.2.2 SL500 型 HADCP 的适应条件

第一、仪器安装断面需基本稳定、顺直,满足仪器在固定位置能施测到各级水位时的流速,否则造成使用不便。

第二、仪器安装的高度基本原则是水深的 0.6 处,水深在仪器施测范围内。

第三、采样单元要有较好代表性。通常河流的主槽最具有代表性,ViewArgonaut 软件多流层功能可以分析。在仪器测量范围中选择最合适的单元大小,采样单元不应包含回水、紊流部分。

第四、保证无障碍的通道。超声波传播路径上障碍物会影响流速数据,发射的超声波是一个锥体,有一定的指向角,对测量河道的水深有一定的要求,SonTek 探头指向角 1.4° ,纵横比 1:20~40。

2.2.3 SL500 型 HADCP 的安装

HADCP 可以安装在河岸或渠壁的基座上。基座可以是砼及钢结构。也可以安装在桥墩或其它建筑物侧壁上。安装时应使超声波换能器水平,以保证声束为水平发射。HADCP 主机的安装高程应根据河道具体情况而定。连接电缆需牢固,加护管保护。

根据秦渡镇(五)站测验河段的具体情况,可以满足 HADCP 安装条件。HADCP 安装位置为起点距为 15m 处,仪器安装高程为 394.20m。安装支架为 2.50(高)×0.50(宽)×0.30m(厚)的不锈钢支架,固定在垂直插入到河床底部 2 根钢管立柱上,通常露出水面 0.5-0.7m,仪器垂直嵌入不锈钢支架内,仪器安装水平,基本与流向垂直,仪器两个声学传感器位于同一水平面上,保证波束为水平发射。仪器水平测速距离为 45.0m。由于 HADCP 主机与显示部分为有线连接,为直流电源供电,考虑到仪器的维修,在不锈钢支架内安装了滑轮板,便于仪器上下移动和拆卸。防雷击是仪器安装时很重要的保护措施,显示部分采用浪涌保护器,HADCP 与显示部分连接的电缆线外套金属管或铝塑管,并可靠屏蔽接地,其接地电阻应小于 5Ω 。

2.2.4 HADCP 数据传输流程

HADCP 为在线实时监测仪器,可远距离传输,传输采用公网,具体传输流程见下图。



数据传输示意图

3 水位比测资料收集

3.1 水位数据

HADCP 水位数据与人工观测水位数据选用 2013 年 6 月至 12 月资料。

3.2 测量数据

秦渡镇水文站 2013 年汛前、汛后及洪水过程中施测了大断面,并及时更新 HADCP 断面数据。

3.3 HADCP 采样时段设置

非汛期(1-5 月,10-12 月)水位、断面稳定变化甚微,采样时段设置为每 18 分钟测速一次;汛期(6-10 月)水位、断面变化频繁、洪水时变化剧烈,采样时段设置为每 12 分钟测速及观测水位一次。

4 HADCP 水位数据分析计算

HADCP 水位指标为:水位变幅小于 6m,准确度控制在 $\pm 0.6\text{cm}$,水位变幅大于等于 6m,准确度控制为 0.1%。抽样水位变幅 1.14m,准确度应按 $\pm 0.6\text{cm}$,水位观测最小单位为 1cm,计算准确度为 1cm。2013 年 6-12 月共取得水位比测数据 552 次,根据《水位观测标准》GBJ138-90 第五章第二节规定,自记水位计比测不确定度不应超过 3cm,经分析计算,HADCP 水位数据小于等于 3cm 有 550 次,准确率为 99.6%;小于等于 5cm 的有 551 次,准确率为 99.8%,水位数据比测最大相差 6cm。

5 误差分析

5.1 水位数据误差来源

(1)人工水位观读的误差主要来源有:观测员视线与水面不平行所产生的折光影响,波浪、壅水影响,时钟误差等。

(2)HADCP 水位数据本身固有系统误差。

5.2 HADCP 水位数据误差来源

(1)仪器本身系统误差。声学多普勒流速仪利用多普勒原理测量流速,所以仪器的流速准确性指标为 1%。

(2)仪器安装造成的误差。仪器应垂直于水流方向, V_x 轴垂直于自然水流, V_y 为 0,做到 V_y 为 0 几乎不可能。

(3)水流、泥沙等因素影响。

5.3 HADCP 水位数据误差控制

严格按照仪器安装要求设计加工支架,支架要求美观坚固,安装水中不易生锈,维修方便。按照仪器说明要求,每 2 个月对仪器维护保养,不定期检查仪器连接线,电池电压,使仪器始终处于完好运行状态。

6 结论、存在问题

6.1 结论

(1)CL500 型 HADCP 采用声学多普勒原理测量流速,运用网络传输技术,实现河道水位,流量的实时在线监测。秦渡镇(五)站测验断面水流条件非常适合该仪器的使用,实现水位、流量在线监测,有人看管,无人值守功能。

(2)水位数据选用 2013 年 6 月至 12 月比测资料,取得人工观测水位与 HADCP 同步水位数据 552 次,根据仪器给定的准确度计算,水位准确率为 99.8%,另外根据《水位观测标准》GBJ138-90 第五章第二节规定,准确度控制在 3cm 时,准

