

电波流速仪系数试验分析

雷东海

西安水文水资源勘测局

DOI:10.18282/hwr.v1i4.1081

摘要:随着科学技术的发展,水文系统配置了许多先进的水文仪器,电波流速仪为新仪器之一,其可在水面测量水面流速,经系数换算,计算断面流量。只有通过电波流速仪系数试验分析工作,才能发挥电波流速仪无接触测流,不受含沙量、漂浮物的影响,具有操作安全、质量可靠、速度快等优点,提高流量测验精度及测洪能力。

关键词:电波流速仪;系数;试验分析

1 概况

1.1 测站基本情况

状头(四)站位于陕西省蒲城县永丰镇蔡村洛河桥边,东经 $109^{\circ} 50'$,北纬 $35^{\circ} 00'$,流域面积 25645km^2 ,距河口里程 130km 。1933年由民国政府设立,2000年1月改名为状头(四)站。该站地处渭北丘陵区,为北洛河下游控制站,属国家重要水文站。主要任务是收集北洛河下游段水文特征,掌握北洛河水量、水质、沙量变化规律。为开发利用北洛河水利资源提供科学依据,为北洛河下游及三门峡库区防汛提供雨水情报、预报,为洛惠渠灌溉管理计划用水服务。

1.2 流域概况

北洛河发源于陕西省定边县白于山南麓的草梁山,河流自西北流向东南,经吴起、甘泉、富县、洛川、黄陵、宜君、澄城、白水、蒲城、大荔至三河口汇入渭河。河长 680.3km ,流域面积 26905km^2 ,河流平均比降 1.98% 。北洛河洪水主要由暴雨及连阴雨形成,多发生于7-9月,洪水涨落急剧,漂浮物较多。实测最大流量为 $6280\text{m}^3/\text{s}$,实测最小流量为 $0.667\text{m}^3/\text{s}$,实测最大含沙量 $1190\text{kg}/\text{m}^3$ 。

1.3 测验断面

测验段面顺直,断面河床由卵石及细沙组成。基本水尺断面以上 100m 处有西禹公路大桥两座,中高水有阻水现象;基上左岸 340m 处有大峪河汇入。

测验断面设有上、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、下浮标断面间距 180m ,上浮标断面兼上比降断面,下比降断面距基本断面 110m ,基本断面架设开口式吊箱铅鱼缆道,用于高、中、低水流量、泥沙的测验,基上 100m 处公路大桥用于特殊水情时浮标法测流。

1.4 电波流速仪测量的目的和任务

电波流速仪为具有桥梁、缆道吊箱的水文站使用,其采用无接触水流测流,不受含沙量、漂浮物等因素影响,具有操作安全、质量可靠、快速等优点。

状头(四)站中低水采用流速仪法施测流量,中高水采用浮标法施测流量。在洪水涨落急剧,漂浮物较多等复杂水情下,流速仪、浮标法难以施测流量,采用电波流速仪法施测

流量,可以弥补流速仪、浮标法流量测验的缺点,发挥新仪器设备的优点,提高中高水流量测验精度,减轻工作强度。

2 电波流速仪的测量原理及技术指标

2.1 测量原理

电波流速仪是利用多普勒效应,即电磁波在不同介质表面发生反射时当波源、观测者、媒介之间发生相对运动时,引起电磁波频率改变的原理制成。在满足施测条件下,只与媒质(水体)运动速度有关,且只与水体表面水力情况有关,与水中漂浮物无关。

电波流速仪发射体发射的雷达波照射水面时,部分电磁波能量折射入水中,一小部分能量被水面波浪反射回来,产生多普勒相移信息(频率信息)被仪器的抛物面天线接收,信号处理机利用发射信号的水面回波与发射信号的多普勒频率差来提取速度信息。测量中探头实际接收到的信号是流速信息真值的分量,经余弦改正后,便还原成真值。理论和实际都证明:当方位角为零度,俯角为 30° 时仪器具有最佳的测量精度。

2.2 电波流速仪功能介绍

加大微波发射功率,标准发射功率从 10mw 增加到 50mw 最大有效距离达到 100m 。

专门开发的智能水面回波分析算法,有效排除与水面流速无关的干扰信号,测量水面流速稳定可靠。

采用高速多普勒 DSP 芯片处理水面回波,流速测量精度达到厘米级。

大屏幕 LCD 显示器,同时显示瞬时流速、平均流速、测量历时和回波强度,测流过程一目了然。

计时分辨率达到 0.1秒 ,符合水文测验规范。

通过选择水流方向,排除逆流干扰。

2.3 电波流速仪技术指标

(1)测速范围: $0.20 \sim 18.0\text{米}/\text{秒}$;

(2)测速精度: $\pm 0.03\text{米}/\text{秒}$;

(3)计时范围: $0 \sim 99.9\text{秒}$;

(4)计时精度: 1秒 ;

(5)波束宽度: 12° ;

(6)工作频率:Ka 波段(34.7GHz);

- (7)微波功率: 50mw;
- (8)工作温度: -30 ~ +70℃;
- (9)最大测程: 100米;
- (10)显示方式: 双排LCD同时显示平均流速、瞬时流速、回波强度和测量历时;

3 比测资料收集

3.1 资料选用

状头(四)站2010年进行电波流速仪系数试验分析工作,截至2016年9月测得36次比测资料。其中精测法8次,占22%,其余为常测次。比测最大流量360m³/s,相应水位364.29m;最小流量25.1m³/s,相应水位361.83m;水位变动达2.34m;实测最大水深5.3m;电波流速仪实测最大流速3.06m/s,最小流速0.13m/s。

3.2 资料一致性分析

状头(四)站36次比测资料均为流速仪与电波流速仪在吊箱上同步比测资料。由于电波流速仪为手持式,测量过程中存在晃动现象,测量结果有一定的误差。

3.3 资料合理性检查

测流结束后检查观测记录,输入计算机计算,严格执行“四随”工序,比测资料计算正确无误,通过资料审查验收,精度较高。

4 电波流速仪系数分析计算

4.1 分析依据

依据《河流流量测验规范》GB50179-93第4.8.6条流速系数的确定应符合下列规定: 畅流期水面流速系数应由多点法测速资料或其他加测水面流速的资料分析确定。

4.2 电波流速仪系数分析方法

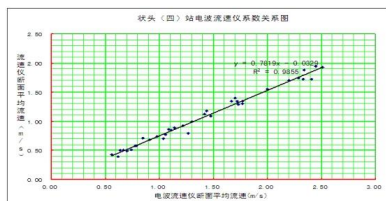
4.2.1 均值法

根据36次比测资料的断面平均流速与电波流速仪断面平均流速,按 $K=V_{流}/V_{电}$ 式分别计算各次电波流速仪系数均值,电波流速仪系数为0.75。

式中 K =电波流速仪系数; $V_{流}$ =流速仪断面平均流速; $V_{电}$ =电波流速仪断面平均流速。

4.2.2 回归方程法

依据状头(四)站36次比测资料,采用回归方程法计算电波流速仪系数,回归方程为 $y=0.76x$,相关系数为0.76,相关关系为0.98。其相关点据比较密集,分布成一带状。见图一。

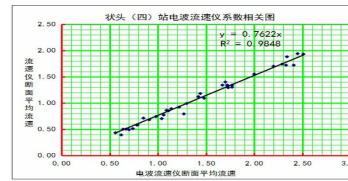


图一 状头(四)站电波流速仪系数关系图

4.2.3 电波流速仪水面流速系数的确定

通过对状头(四)站电波流速仪比测资料进行分析,分别采用均值法和回归方程法进行分析计算,均值法系数为

0.75;回归方程法系数为0.76,二种分析方法结果相近,综合二种分析计算结果,状头(四)站电波流速仪系数确定为0.76。见图二。



图二 状头(四)站电波流速仪系数相关图

4.3 电波流速仪系数评定

4.3.1 相关曲线的三项检验

对建立的相关曲线进行三项检验,即符号检验、适线检验和偏离数值的合理性检验,符号检验显著性水平 α 选用0.25,适线检验显著性水平 α 选用0.10,偏离数值显著性水平 α 选用0.20。经计算相关曲线的标准差为6.60%,随机不确定度为13.2%,系统误差为0.5%,检验结果满足中华人民共和国行业标准SL247-1999《水文资料整编规范》2.3-2.4要求。

状头(四)站电波流速仪相关关系线检验成果表

样本容量:	N=36	正号个数:	19	符号交换次数:	18
符号检验:	$u=0.17$	允许:	1.15(显著性水平 $\alpha=0.25$)	合格	
适线检验:	$\bar{U}=-0.34$	免检			
偏离数值检验:	$ t =1.18$	允许:	1.30(显著性水平 $\alpha=0.20$)	合格	
标准差	6.60%	随机不确定度	13.2%	系统误差(%)	0.5

4.3.2 电波流速仪系数质量评定

状头(四)站电波流速仪系数确定为0.76,利用该站36次比测资料进行合理性检验,检验结果满足规范要求。最大误差22.74%,误差小于8%,合格率为86.1%。检验分析结果表明,电波流速仪性能比较稳定,操作方便,测量精度高,可以代替浮标法进行流量测验。测验质量满足水文规范要求,该仪器可作为水文站的常规流量测验仪器。

5 结论

电波流速仪系数试验分析工作,严格按照《河流流量测验规范》要求,在对比试验期间为枯水年,只在低水段进行比测试验,试验资料由于受河流水流条件所制,多点法资料偏少,且无五点法试验资料。试验过程缺少中高水试验资料,致使试验分析结果代表性存在一定局限性。今后还应进一步补充中高水试验段资料,完善此项分析,目前状头(四)站低水电波流速仪系数可确定为0.76。

参考文献:

[1]李亚光,孙卫东,李杰,等.下洼水文站SVR电波流速仪系数的比测试验与分析[J].内蒙古水利,2015,(02):16-17.
 [2]王岚.SVR电波流速仪在水文中的应用与比测[J].能源与节能,2016,(06):127-128.
 [3]孙学军.浅析麻街水文站电波流速仪系数[J].陕西水利,2017,(01):9-10.