

# SEBA 雷达水位计在高里水文站比测分析及应用

韩玉冬

## 一、引言

高里水文站位于山东省临沂市兰山区李官镇王家庄,于1953年5月14日设立,系沂河支流蒙河控制站,迄今无变动。该站采用冻结基面高程+4.013m=黄海基面高程。该站流域面积552km<sup>2</sup>,河道干流长度54.7km,干流平均坡度0.00128,流域形状呈斜长矩形。流域内建有中型水库1座,控制流域面积30.4km<sup>2</sup>,占流域总面积的5.5%。监测项目包括水位、流量、泥沙、降水、水质,属国家基本水文站。测验河段顺直长约500m,

波生浮托力,连锁砌块之间相互咬合大大增强了护坡结构抗御波浪作用的能力,开孔连锁设计有利于结构稳定,相同波要素条件下可减小护砌厚度。

(4)符合环保理念,砌块原料可利用粉煤灰、钢渣、矿渣等工业废料,利用先进的成型设备制作砌块,产量高,质量有保障,对护砌量大、工期紧、块石供给不足等护坡工程有突出优势。

(5)施工方法简便易行,施工效率高,工程质量易于控制,砌块施工受天气影响小,对施工人员没有特别要求,护砌工程的施工组织安排主要考虑配备足够的现场施工技术人员(施工员、测量员)及质量控制人员(质检员、试验员)。从施工进度和节约人力资源考虑,开孔垂直连锁混凝土砌块护坡可分段进行施工,2~4个工作面同时施工。

## 五、效益分析

### 1.经济效益

系宽浅河道,水面宽50~350m,河床冲淤变化频繁。

高里水文站水位陡涨陡落,在洪水期间水位、水情、流量、泥沙等测量工作成倍增加,水位观测最短时间间隔6min,另外在暴雨、大风时因波浪起伏大、含沙量高、漂浮物多、基本水尺断面漫滩长、夜晚观测水位视线模糊,造成水位观测误差较大。高里水文站原建设的自记水位计因年久失修,已废弃多年,为保障蒙河下游防汛安全和水文测报的及时准确,2013年5月高里水文站雷达水位计建设完成并交付使用。

临淮岗工程采用干砌石、普通混凝土砌块、开孔垂直连锁混凝土砌块3种形式的护坡,其厚度分别为40~50cm、22~38cm、15.5~24cm,经比较可知,临淮岗主坝护坡工程采用开孔垂直连锁砌块后,材料用量明显减少,投资比原设计概算可减少557万元(实际上若采用干砌石护坡护坡,投资远超过原概算),经济效益较为显著。

### 2.社会效益

砌块生产需要建厂和引进设备及技术,在生产、经营的基础上可进一步改进和开发新产品。产品的生产具有较大的产值,同时能带动周边水泥、砂石、粉煤灰、砌块运输、砌块施工等行业的发展,为当地人员提供就业机会。

### 3.管理效益

由于临淮岗洪水控制工程主坝开孔垂直连锁混凝土砌块生产和施工质量控制较好,自工程建成以来,经过多年的运行,特别是2007年汛期淮河发

## 二、雷达水位计的原理及特点

### 1.原理及构造

SEBA 雷达水位计利用雷达波测量雷达水位计的安装高程到水面的距离,实际上是一台测距仪。SEBA 雷达水位计是利用微波脉冲通过天线发射并接收,雷达波以光速运行,运行时间可以通过电子部件被转换为水位信号,再利用水位遥测终端,将雷达信号采集、传输,完成对水位的监测。高里水文站雷达水位监测系统由雷达水位计、安装支架、水位遥测终端一体机、太阳能电池板、传输系统及配件组成。

生较大的流域性洪水,主坝护坡砌块经受住了洪水考验,仍保持整体稳定完好,未出现松动和损坏现象,有效发挥了防汛功能。同时,砌块护坡日常管理维护简便,能有效降低护坡管理成本。

### 4.景观效益

临淮岗洪水控制工程主坝开孔垂直连锁混凝土砌块护坡工程整体美观,施工缝、开孔等线条平顺规则,缝宽基本一致,形成一幅优美的图画,具有赏心悦目的景观效果,满足临淮岗水利风景区要求。

## 六、结束语

开孔垂直连锁混凝土砌块成功应用于临淮岗工程,进一步完善和丰富了混凝土砌块护堤技术,为混凝土砌块护坡在我国的推广应用起到积极的推进作用,并于2003年底被正式列为水利部重点科技推广项目,对未来同类工程应用具有指导意义。

(作者单位:安徽省临淮岗洪水控制工程管理局 237484)

表达公式为  $n=1/2VT$   $Z=A-h$

式中  $V$ —光速；

$T$ —雷达波往返水位计和水面之间的时间；

$h$ —水位计至水位的距离；

$Z$ —水位；

$A$ —雷达水位计的安装高程。

2. 优点及缺点

(1) 优点：雷达水位传感器采用微波测量，抗干扰能力强，不受降雨、湿度、温度、风速等环境因素影响，以非接触方式测量水位，亦不受水质、泥沙等因素影响，雷达波的测距精度高，标称为毫米级，水位计采用高速信号处理器，可利用距离模糊算法以及内部波浪滤波，采用两线制 4~20mA 输出接口，标称功耗低 48W 单晶硅太阳能电池板即可满足供电；采用一体化设计，重量轻、体积小、施工方便、可靠性高。

(2) 缺点：封冻期需要破冰，否则无法使用。

三、数据比测分析

高里水文站雷达水位计在基本水尺断面安装试运行后，至今没处出现

任何故障，数据传输正常，且从未间断。自 2013 年 5 月 11 日 8 时至 2014 年 1 月 1 日 8 时对人观测水位数据进行比对，比对时间内，经历了洪水期、枯水期、冰期等高、低水位，观测期间河面未封冻。参数设置每 6min 采集一次水位，水位变化即发送数据到水位遥测终端。若水位无变化，则每 1h 发送一次数据。经过 8 个月的对比试验，水位遥测终端共采集 6736 组数据，摘录比测数据 533 组，中高水位（大于 82.54m）501 次，低水位（小于等于 82.54m）32 次。比测期间水位最高 84.01m，最低 82.43m，水位变幅达 1.58m。同步水位观测对比见图 1。

《水位观测标准》(GB/T 50138-2010)中，雷达等自记水位计比测时，可按水位变幅几个测段分别进行，每段比测次数应不少于 30 次。水位数据比测，置信水平 95% 的综合不确定度应为 3cm，系统误差为 ±1cm。在比测合格的水位变幅内，自计水位计可以正式使用，比测资料可作为正式资料。依据 ISO《导则》的不确定标准，

$U_{0.95}=2S_{g_0}$  水位误差统计见表 1、表 2。

标准差不确定度  $S_g$  的公式表示：

$$S_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}}$$

系统误差  $S_j$  的公式表示：

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)}{n-1}$$

式中  $S_{g_0}$ —标准差不确定度；

$x_i$ —各次雷达水位读数；

$\bar{x}_i$ —实测水位；

$n$ —观测次数。

中高水位标准差不确定度  $S_g$  为：

$$S_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}} = 0.0106m$$

中高水位置信水平 95% 的综合不确定度应为 0.0212m。

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)}{n-1} = 0.4cm$$

中高水位系统误差  $S_j$  为 0.4cm。

根据以上公式计算分析，中高水位过程置信水平 95% 的综合不确定度应为 2.12cm，系统误差为 0.4cm，两项标准均符合《水位观测标准》要求。中高水位比测过程中，综合不确定度 2.12cm 虽达到规范要求，但其值偏大，分析可知有以下原因：2013 年共 9 场洪水，水位变幅急剧，其中一次洪水 6min 内水位涨幅为 45cm；河道内杂物、水草等漂浮物多，经常缠绕水尺，影响测量准确度；多次洪水发生在半夜，由于基本水尺断面漫滩长，观测水位视线模糊，造成水位观测误差较大。

四、结语

**SEBA 雷达水位计维护简便、传输速度快、观测准确精度高，适合在常年无封冻的断面使用。**通过对比分析，中高水位部分系统误差和综合不确定度均符合水位观测规范，完全满足防汛和水文资料整编要求，不仅大大减轻了基层水文职工的劳动量，而且保证了水文资料的准确及时，为进一步促进水文自动化奠定基础■

(作者单位：山东省临沂市水文局 276000)

(专栏编辑 张 婷)

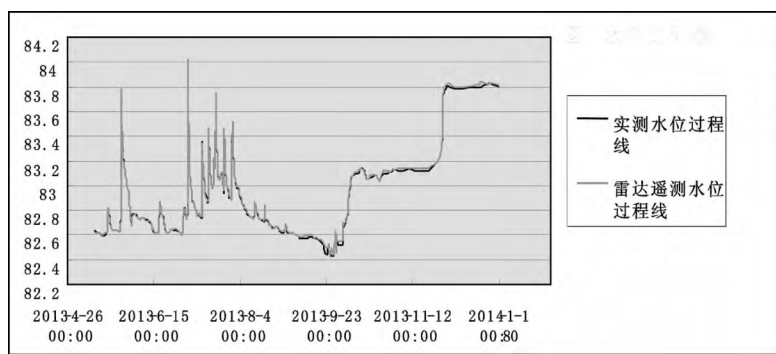


图 1 水位过程线对比图

表 1 中高水位段误差统计表

水位变幅范围(m)	观测次数	最大误差(m)
1.47	501	0.05
误差等于 ±5 次数	误差等于 ±4 次数	误差等于 ±3 次数
1	3	15
误差等于 ±2 次数	误差等于 ±1 次数	误差等于 ±0 次数
43	177	262
误差等于 ±5 权重(%)	误差等于 ±4 权重(%)	误差等于 ±3 权重(%)
0.20	0.60	2.99
误差等于 ±2 权重(%)	误差等于 ±1 权重(%)	误差等于 ±0 权重(%)
8.58	35.33	52.30

表 2 低水位段误差统计表

水位变幅范围(m)	观测次数	最大误差(m)
0.11	32	0.18
误差等于 ±18 次数	误差等于 ±17 次数	误差等于 ±15 次数
2	3	2
误差等于 ±8 次数	误差等于 ±7 次数	误差等于 ±6 次数
2	3	3
误差等于 ±5 次数	误差等于 ±4 次数	误差等于 ±3 次数
1	1	2
误差等于 ±2 次数	误差等于 ±1 次数	误差等于 0 次数
1	5	7