

# 复合堰流量系数的试验研究

商艾华, 郭维东\*, 孟繁星, 孙克权 (1. 沈阳农业大学, 辽宁沈阳110161; 2. 辽宁省白石水库管理局, 辽宁朝阳122000; 3. 中国矿业大学, 北京100083)

**摘要** 用数学回归的方法针对堰流自由出流情况进行研究分析, 通过分析得到流量计算公式。为复合堰在单宽比相同的情况下提供了一个简单的数学模型。

**关键词** 复合堰; 流量系数; 自由出流

中图分类号 S11+4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)07-01911-01

## Experimental on Discharge Coefficient of Compound Weir

SHANG Ai-hua et al (Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract** In this experiment, the free flow of weir flow was analyzed by mathematics regressive method and discharge computation formula could be obtained through the analysis, which provides a simple mathematical model for the compound weir under the same width.

**Key words** Compound weir; Flow coefficients; Free flow

随着水利工程建设的理性化和可持续发展, 目前水工建筑物的建设也逐渐与生态环境及能源保护相联系。所以, 对解放初期到20世纪80年代以前建的一些中小水库进行除险加固的一种新方法就是在原有建筑物上进行优化改造, 加设满足防洪、兴利、加固等需要的水工建筑物。目前有一种将2种或者2种以上堰型在垂直方向或是在横向上分段设计而成的一种复合型的堰型, 可以满足以上需要。笔者对薄壁堰与WES堰分段设计而成的复合型低堰进行物理模型试验研究, 为复合堰的理论研究作初步的探索。

### 1 堰流水力特性及研究方法

一般的溢流堰可能出现运行工况, 包括闸孔出流及堰流2类流态。闸孔出流和堰流是2种不同的水流现象, 前者上下游水面不连续, 后者水面线为一条光滑降落的曲线, 它们的水流特征及过流能力不同<sup>[1]</sup>。

笔者仅对堰流自由出流情况进行研究分析。除受堰型和水头影响外, 低堰的水力特性还与上下游堰高  $P_1$ 、 $P_2$  有关, 因而问题较复杂, 研究成果也不如高堰成熟, 而基于低堰基础之上的复合型低堰不能直接应用低堰的流量系数取值, 但可以借鉴低堰的研究成果来丰富复合型低堰理论。

**1.1 WES 低堰水力特性** 近年来, 由于工程实践的需要, 我国科技人员对低堰水力特性进行了很多试验研究和计算分析, 山东省水利科学研究所我国工程上应用较多的 WES 型低堰为研究对象, 进行大量试验。研究表明, 当下游堰高  $P_2$  相对上游堰高  $P_1$  足够大(视  $P_2/P_1$ ) 对泄流能力无影响时, 表征泄流能力的流量系数为

$$m = f\left(\frac{P_1}{H_d}, \frac{H_0}{H_d}\right) \quad (1)$$

由图1可知,  $m$  与  $P_1/H_d$ 、 $H_0/H_d$  有关。

当堰型定时,  $m$  先随  $H_0/H_d$  加大而加大, 而后随  $H_0/H_d$  加大而减小。当  $P_1/H_d = 1.33$  时,  $m$  有一极值存在。由图1还可知, 极值  $m$  的大小随  $P_1/H_d$  的加大而加大, 而且使  $m$  达到极值时相应的  $H_0/H_d$  有所加大<sup>[2]</sup>。

**1.2 研究方法** 堰流的流量公式为:  $Q = m_0 B \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}}$  (2)

式中,  $m_0$  为综合流量系数,  $B$  为堰宽。

对于任一具体的堰闸而言, 在某一工况下, 公式(2)中的  $B$ 、 $H$  均为已知值。  $m_0$  则是不同流态待求的系数。求出  $m_0$  即可得出不同流态的流量计算公式。

该模型中, 试验在40cm玻璃水槽中进行。模型堰高18cm, 由5mm厚的有机玻璃经过整体弯曲制成, 以使模型糙率  $n_m$  接近0.0065。模型尺寸及安装高程误差均小于1mm。试验量水设备采用90°三角形薄壁堰。上下游水位均用测针量测, 最小读数为0.1mm。上游河槽底为水平, 下游河槽底坡为1/100。试验不考虑侧收缩(无边墩)情况。试验所用的复合堰是由薄壁堰和WES堰组成的2组模型。复合堰中间采用WES堰, 两侧采用薄壁堰, 堰宽比约为1/1/1, 其中WES和薄壁堰的堰高相同, 堰前高度为18cm, 堰后高度为30cm。布置形式见图2。

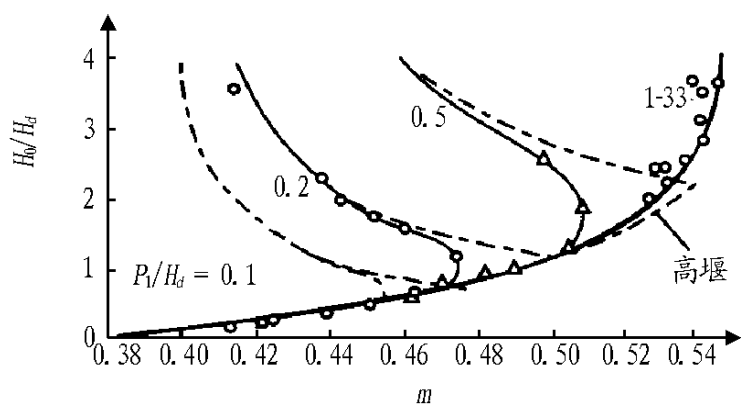


图1 WES 型低堰的  $m = f\left(\frac{P_1}{H_d}, \frac{H_0}{H_d}\right)$  曲线



图2 复合堰正视结果

### 2 结果与分析

**2.1 自由出流** 由不同流量下  $Q$  与  $B \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}}$  的关系(图3) 可得自由出流时不同流量下对应的流量系数:

$$m_0 = 2.8797 \left(\frac{H_0}{P}\right)^2 - 1.6184 \frac{H_0}{P} + 0.5345$$

作者简介 商艾华(1981-), 女, 山东东营人, 硕士研究生, 研究方向: 水力学与水工结构。\* 通讯作者。

收稿日期 2006-11-28

(上接第1911页)

由自由出流时不同流量下对应的流量系数,可得流量系数与堰上水头的关系(图4)。可得自由出流流量系数公式:

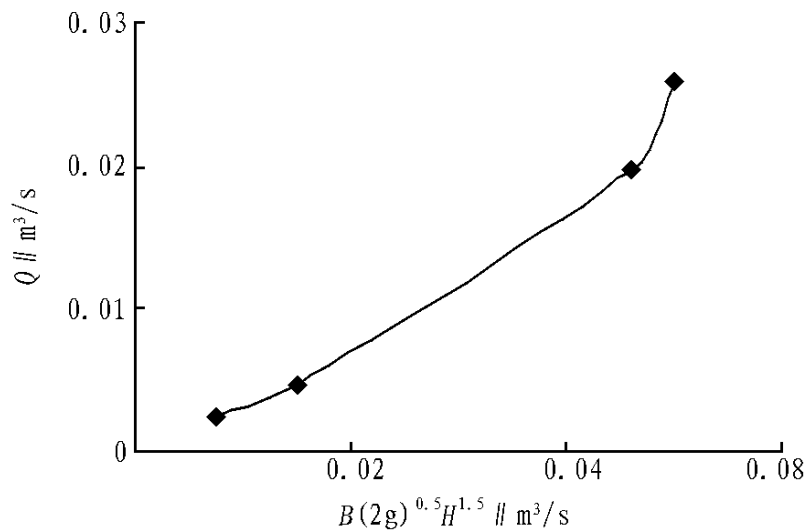


图3  $Q$  与  $B \sqrt{2g} H^{1.5}$  的关系

$$Q = [2.8797 \left(\frac{H_0}{P}\right)^2 - 1.6184 \frac{H_0}{P} + 0.5345] B \sqrt{2g} H^{1.5} \quad (3)$$

**2.2 误差分析** 用(3)式对实测点进行验算校核,误差均在10%以内,其中复合堰自由出流公式(3)的计算值与95%的试验实测流量误差不超过±5%,满足精度要求。

### 3 结语

目前低堰的水力设计计算往往难以迅速、准确的进行。

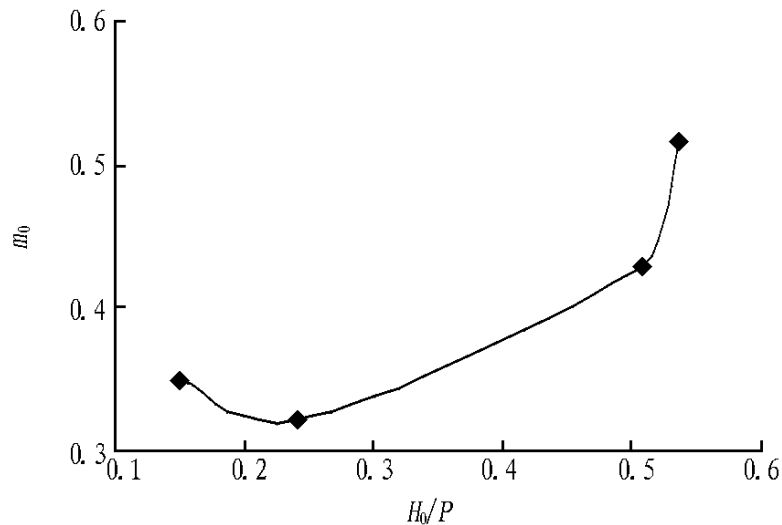


图4 流量系数与堰顶水头的关系  $m_0 \sim \frac{H_0}{P}$

复合堰这种低堰更是如此。由于目前常用的溢流堰堰型大多适用于高堰,若将之用于复合堰尚有许多影响因素需要考虑。研究表明,正确选用堰型,采用合理参数,可以最大限度的提高泄流能力,减少溢流堰长度,节省工程投资。笔者用数学回归的方法针对复合堰堰流自由出流情况进行分析,为复合堰在单宽比相同的情况下提供了一个数学模型。

### 参考文献

- [1] 邱静. 宽顶堰平板门闸孔出流流量系数的研究与应用[J]. 中国农村水利水电, 2002(9): 41-42.
- [2] 王火利. 低堰水力特性和堰型选择[J]. 河海水利, 2003(5): 28-32.