

# 溢洪道陡段侧墙高度优化设计

阮成江<sup>1</sup>, 康文平<sup>2</sup>

(1. 盐城工业学院 海洋工程系, 江苏 盐城 224003; 2. 陕西省三原县水利局, 陕西 三原 713800)

**摘要:** 通过用迭代法求算临界水深和正常水深, 使求水面曲线的方法简化, 并依据此方法求算平均水深, 由平均水深求算出水深为平均水深处相对于陡段首端的流程长度。据此将陡段侧墙从段首至平均水深处设计成段首水深加安全加高之高度, 平均水深以下流程的侧墙则设计成平均水深加安全加高之高度, 从而便于施工且使费用最小, 为溢洪道陡段侧墙的设计、施工和预算造价提供了科学依据。

**关键词:** 溢洪道 侧墙高度

文献标识码: B

文章编号: 1000- 288X(2000) 02- 0022- 02

中图分类号: TV 651. 1

## Height Design of Side Wall of Spillway Steep Section

RU AN Cheng-jiang<sup>1</sup>, K ANG Wen-pin<sup>2</sup>

(1. Department of Ocean Engineering, Yancheng Institute of Engineering, Yancheng City 224003, Jiangsu Province, PRC;

2. Water Conservancy Bureau of Sanyuan County, Sanyuan County 713800, Shaanxi Province, PRC)

**Abstract** It makes the method of reckoning curve of water surface simple to calculate critical and normal water depth by using the alternative method, and then calculate average water depth according to the method. The flow length between the site which water depth equal to the average water depth and the head of steep section is calculated by average water depth. By this, the side wall of steep section of spillway from the head of steep section to the site of average water depth is designed as the height of water depth of head of section adding safety height. The side wall of flow below average water depth is designed as the height of average water adding safety height. This makes the construction convenient and cost smallest. These provided a scientific basis for design, construction and budget cost of side wall of spillway steep section.

**Keywords** spillway; height of side wall

溢洪道陡段水流为急流, 水深随流程增加而减小, 在建造此段时主要问题为溢洪道的开挖度, 即侧墙高度的设计。但目前许多资料求溢洪道水面曲线所采用的分段求解法均较繁琐, 本文用迭代法求算临界水深和正常水深, 并据此简化过程求算溢洪道陡段平均水深, 据平均水深设计溢洪道侧墙高度, 以确定溢洪道的开挖度。

### 1 主要计算公式

(1) 断面单位能

$$E_s = h \cos\theta + \frac{TQ^2}{2gA^2}$$

式中:  $E_s$ —断面比能 (m);  $\theta$ —坡度 ( $^\circ$ );  $T$ —修正系数,  $T=1.05\sim 1.10$ , 在满足精度要求情况下, 取  $T=1$ ;  $Q$ —流量 ( $m^3/s$ );  $A$ —断面面积 ( $m^2$ );  $g$ —重力加速度 ( $9.18 m/s^2$ );  $h$ —断面水深 (m)。

(2) 比能沿程变化微分方程

$$dE_s/dl = i - J$$

式中:  $dE_s$ —比能沿程变化 (m);  $dl$ —流程长度 (m);  $i$ —底坡,  $i = \sin\theta$ ;  $J$ —水力半径; 以  $J$  代替  $dl$  段的水力坡度  $J$  的变化量, 以有限差  $\Delta l$  代替  $dl$  则上式变为:

$$\Delta l = \Delta E_s / (i - J)$$

式中:  $\Delta l$ —流程有限差 (m);  $\Delta E_s$ —断面间的比能差 (m);  $J$ —平均水力坡度,  $J = \frac{v^2}{c^2 R}$

$$\bar{v} = 1/2(v_1 + v_2)$$

式中,  $\bar{v}$ —断面 1, 2 的平均流速 ( $m^2/s$ );  $v_1, v_2$ —断面 1, 2 的流速 ( $m^2/s$ )。

$$\bar{c} = 1/2(c_1 + c_2)$$

式中:  $\bar{c}$ —断面 1, 2 谢才系数的平均数 ( $m^{1/2}/s$ );  $c_1, c_2$ —断面 1, 2 谢才公式中的谢才系数 ( $m^{1/2}/s$ )。

$$\bar{R} = 1/2(R_1 + R_2)$$

式中:  $\bar{R}$ ——断面 1, 2 水力半径的平均数 (m);  $R_1$ ,  $R_2$ ——断面 1, 2 的水力半径 (m).

### (3) 临界水深公式

$$A_k^3 / B_k = Q^2 / g$$

式中:  $A_k$ ——临界流断面的过水断面面积 ( $m^2$ );  $B_k$ ——临界流断面的水面宽度 (m).

$$A_k = (b + mh_k)h_k \quad B_k = b + 2mh_k$$

式中:  $b$ ——渠底宽 (m);  $h_k$ ——临界水深 (m);  $m$ ——边坡系数;

### (4) 正常水深计算式

$$Q = A_0 C_0 R_0 i$$

式中:  $A_0$ ——正常流断面的过水断面面积 ( $m^2$ );  $R_0$ ——正常流断面的水力半径 (m);  $C_0$ ——谢才系数 ( $m^{1/2} / s$ ).

$$A_0 = (b + mh_0)h_0, \quad C_0 = 1/nR_0,$$

$$R_0 = (b + mh_0)h_0 / (b + 2h_0 \sqrt{1 + m^2})$$

式中:  $h_0$ ——正常水深 (m);  $n$ ——粗糙率.

## 2 计算方法

(1) 用迭代法求临界水深. 迭代公式为:

$$h_k = \sqrt[3]{Q^2 / g(b + 2mh_k) / (b + mh_k)}$$

(2) 用迭代法求正常水深. 迭代公式为:

$$h_0 = \left[ \frac{hQ}{i} \right]^{0.6} \frac{(b + 2h_0 \sqrt{1 + m^2})^{0.4}}{(b + mh_0)}$$

(3) 求平均水深. 先计算出平均水深和对应于平均水深处的陡段长度, 依据这 2 个数值设计溢洪道陡段侧墙高度, 将陡段段首至流程长度为  $l_x$  段的侧墙高度设计为陡段段首水深与安全加高之和, 将  $l - l_x$  段的侧墙高度设计成平均水深与安全加高之和.

## 3 实例验证

例 1: 谢家沟坝之溢洪道, 下泄流量  $Q_{\text{泄}}$  为  $316.52 m^3 / s$ , 陡段长为  $65 m$ , 底坡  $i$  为  $0.25$ , 边坡  $m$  为  $0.5$ , 粗糙率  $n$  为  $0.014$ , 底宽  $b$  为  $10.55 m$ , 溢洪道陡段挖方单价  $k_{01}$  为  $1.05 \text{元} / m^3$ , 浆砌单价  $k_{02}$  为  $113 \text{元} /$

$m^3$ , 求平均水深  $h$  相应于平均水深处的流程长度  $l_x$  及溢洪道陡段费用  $F$ .

验证结果为:

$$h = 2.081 m, l_x = 23.11 m, F = 66915 (\text{元})$$

常用的分段计算法求出的结果为:

$$h = 2.083 m, l_x = 23.14 m, F = 74345 (\text{元})$$

例 2 红崖沟坝之溢洪道, 下泄流量  $Q_{\text{泄}}$  为  $546 m^3 / s$ , 陡段长为  $130 m$ , 底坡  $i$  为  $0.333$ , 边坡  $m$  为  $0.5$ , 粗糙率  $n$  为  $0.014$ , 底宽  $b$  为  $15.7 m$ , 溢洪道陡段挖方单价  $k_{01}$  为  $0.685 \text{元} / m^3$ , 浆砌单价  $k_{02}$  为  $56 \text{元} / m^3$ , 求平均水深  $h$  相应于平均水深处距陡段首端之距离  $l_x$  及溢洪道陡段费用  $F$ .

验证结果为:

$$h = 1.8 m, l_x = 42 m, F = 75958 (\text{元})$$

常用的分段计算法求出的结果为:

$$h = 1.802 m, l_x = 42.47 m, F = 84376 \text{元}$$

例 3 关道仰坝之溢洪道, 下泄流量  $Q_{\text{泄}}$  为  $455.6 m^3 / s$ , 陡段长为  $95 m$ , 底坡  $i$  为  $0.333$ , 边坡  $m$  为  $0.5$ , 粗糙率  $n$  为  $0.014$ , 底宽  $b$  为  $15.83 m$ , 溢洪道陡段挖方单价  $k_{01}$  为  $0.92 \text{元} / m^3$ , 浆砌单价  $k_{02}$  为  $57.2 \text{元} / m^3$ , 求平均水深  $h$  相应于平均水深处距陡段首端之距离  $l_x$  及溢洪道陡段费用  $F$ .

验证结果为:

$$h = 1.693 m, l_x = 31.3 m, F = 64146.4 \text{元}$$

常用的分段计算法求出的结果为:

$$h = 1.695, l_x = 31.38 m, F = 71437.9 \text{元}$$

以上对比可以看出: 所述求算平均水深及据此设计溢洪道陡段侧墙高度的方法, 不仅算法简化, 结果精确, 且造价经济.

## 4 结论

用迭代法求临界水深与正常水深, 使求溢洪道水面曲线的方法简化. 在修溢洪道时, 将其陡段分为上、下两段, 段首至水深为平均水深处的侧墙高度设计成陡段段首水深与安全加高之和, 以下侧墙高度设计成平均水深与安全加高之和, 从而使工程便于施工, 造价最低.