

溢流拱坝挑流水舌入水宽度计算

傅佩芬

(国家电力公司成都勘测设计研究院科学研究所, 四川 成都 610072)

摘要: 通过对二滩水电站水力学试验资料的研究, 根据水流运动规律, 粗略地推导出了溢流拱坝挑流水舌入水宽度的计算公式为: $B = B_1 + 2L_1 \times (\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta)$, 此公式可供设计参考。

关键词: 挑流; 水舌入水宽度; 坝面扩散角; 拱坝向心力; 水舌入水宽度增量

中图分类号: TV 135.2; TV 131.6

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)增-0070-02

1 问题的提出

水力学计算中, 有时需要计算入水单宽流量 q , 如常用的陈椿庭先生的冲坑水深计算公式: $T = kq^{0.5}Z^{0.25}$, 其中 q 即为水舌入水单宽流量, 但必须已知水舌入水宽度 B 值, 才能求得 q 值, $q = Q/B$, 式中 Q 为泄流量, 而 B 值可用试验实测。但在进行工程设计初步计算中, 有时不得不用鼻坎单宽流量代之或用一定的比例系数进行计算, 难免对计算结果的精度有影响。笔者通过对二滩电站试验资料的分析, 推导出了溢流坝挑流水舌入水宽度的计算公式为: $B = B_1 + 2L_1(\text{tg}\alpha - \text{tg}\beta)$ 。

2 公式的推导

图1为二滩表孔3号孔在4种库水位下的沿程水舌宽度实测轨迹线, 从图1不难看出, 出坎水流的水舌宽度沿着坝面扩散角方向沿程扩散, 设沿扩散角方向的水流流速为 v , 经分解与鼻坎出口断面平

行的平面流速分量为 $V_1, V_1 = v \sin\alpha$, 与鼻坎出口断面垂直的平面流速分量为 $V_2, V_2 = v \cos\alpha$ 。若没有外力干扰, V_1, V_2 沿各自的方向匀速前进, 这时, 到达水舌入水处的路程分别为 ΔB_1 和 $L_1, \frac{\Delta B_1}{L_1} = \frac{V_1}{V_2} = \text{tg}\alpha, \Delta B_1 = L_1 \times \text{tg}\alpha$ 为水舌入水处入水宽度的增量。左右二侧 $2\Delta B_1 = 2 \times L_1 \times \text{tg}\alpha$ 。

同理, 将图2中的向心流速 v 分解成 V_1 和 V_2 得: $\Delta B_2 = L_1 \times \text{tg}\beta$ 左右二侧水舌入水宽度的负增量为 $-2\Delta B_2 = -2 \times L_1 \times \text{tg}\beta$ 。

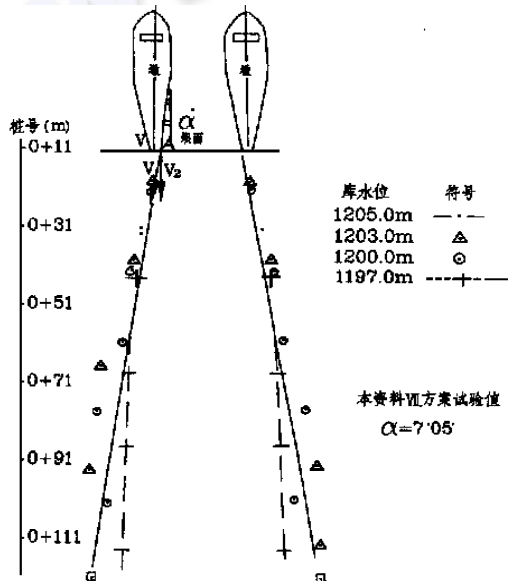


图1 表孔3号孔泄流沿程水舌宽轨迹线图

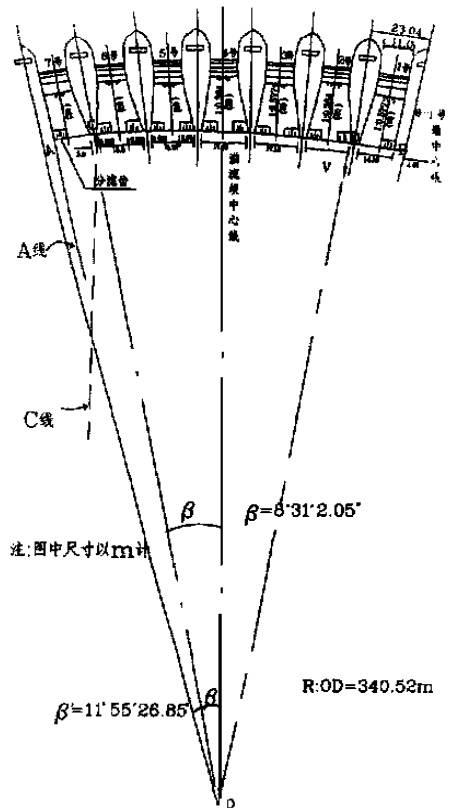


图2 二滩表孔 ΔB_2 计算示意图

$$B = B_1 + 2\Delta B_1 - 2\Delta B_2$$
$$= B_1 + 2 \times L_1 \times \text{tg}\alpha - 2 \times L_1 \times \text{tg}\beta$$

收稿日期: 1999-05-02

$$= B_1 + 2 \times L_1 \times (\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta) \quad (1)$$

即为本文想推荐的挑流水舌入水宽度计算式。若非拱坝, $\operatorname{tg}\beta = 0$, 若鼻坎出口不扩散, 则式中 $\operatorname{tg}\alpha = 0$, 按 α 、 β 的实际值计算即可。

$$B = B_1 + 2L_1 \times (\operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\beta) \quad (2)$$

式中 ΔB_1 ——由坝面扩散角 α 产生的水舌入水宽度的增量, $\Delta B_1 = L_1 \times \operatorname{tg}\alpha$ (3)

ΔB_2 ——由拱坝的向心力产生的水舌入水宽度的负增量, $\Delta B_2 = L_1 \times \operatorname{tg}\beta$ (4)

B_1 ——鼻坎出口溢流沿宽。

$$\text{拱坝 } B_1 = 2\pi R \times \frac{2\beta}{360}$$

α ——鼻坎出口的平面扩散角(见图 1);

2β —— B_1 所对应的拱中心角(见图 2);

L_1 ——挑流水舌的水平挑距;

R —— B_1 圆弧的半径(见图 2 中的 OC)。

3 公式计算精度的检验

以二滩表孔泄流为例, 二滩表孔出口圆弧半径 $R = OD = OC = 340.52 \text{ m}$, 1 号、7 号两溢流孔的两边墩中心线的中心角 $2\beta = 23^\circ 30' 53.7''$, $\beta = 11^\circ 55' 26.85''$ (见图 2), $\alpha = 0^\circ$; 计算二滩工程 7 个表孔同时泄流时的水舌入水宽度, 从图 2 显示, 边孔水流从 A 点出发, 沿 A 线方向收缩 ($\alpha = 0^\circ$), 2 号、6 号孔的水

流沿 C 线方向沿程扩散, 同时受向心力的作用, 此时分别计算这两种情况下的水舌入水宽度。经计算, 沿 A 线方向的边孔水流的水舌入水宽度 $B = 89.4 \text{ m}$; $B_1 = 38.735 \text{ m}$, 挑距 L_1 (按 1 号、7 号孔齿面计算) = 116.75 m 。

2 号、6 号孔水流的入水宽度 B 计算: 2 号、6 号孔两边墩中心线的夹角 $2\beta = 17^\circ 02' 4.1''$, $R = 340.52 \text{ m}$, $\beta = 8^\circ 31' 2.05''$ 。坝面扩散角 $\alpha = 8^\circ 25' 51.1''$ 。2 号、6 号孔相应的出口溢流沿宽 $B_1 = 2\pi R \times \frac{17^\circ 02' 4.1''}{360^\circ} = 3$ (墩尾宽) = 98.24 m , L_1 用其它相关的公式计算, 得

$$L_1 = 104.7 \text{ m} \text{ (2 号、6 号孔齿面计算)}$$

$$B = B_1 + 2 \times 104.7 \times (\operatorname{tg} 8^\circ 25' 51.1'' -$$

$$\operatorname{tg} 8^\circ 31' 2.05'')$$

$$= 98.24 + 2 \times 104.7 \times (0.1482 - 0.1498)$$

$$= 98.24 - 0.335 = 97.9 \text{ (m)}$$

由以上计算表明, 二滩 7 个表孔联合泄流时的水舌入水宽度, 由 2 号、6 号孔的水舌入水宽度控制。现将表孔 3 号孔的泄流水舌入水宽度计算值, 和 7 个表孔联合泄流时(按 2 号~ 6 号孔计算)的水舌入水宽度值列入表 1 中与试验实测值加以比较。

从表 1 可以看出, 计算值和试验值比较, 误差小

表 1 二滩电站水舌入水宽度试验值和计算值的比较表

泄洪方式	上游水位 /m	下游水位 /m	鼻坎溢流沿宽 B_1 /m	水流挑距 L_1	出口扩散角 α	中心角 2β	ΔB	水舌入水宽 $B_{计}$ /m	水舌入水宽 $B_{试}$ /m	$\frac{B_{试} - B_{计}}{B_{试}} \times 100$ /%	备注
3 号表孔	1 200	1 015.8	17.18	119.5	$7^\circ 05'$	$3^\circ 30' 05.6''$	22.39	39.57	39.5	0.17	二滩 VII 方案, $R = 330.38 \text{ m}$; 17.18 m 为设计提供。
7 表孔联合	1 200	1 024.1	98.24	104.7	$8^\circ 25' 51.1''$	$17^\circ 02' 4.1''$	- 0.335	97.9	94	4.1	二滩 VIII 方案原布置 $R = 340.52 \text{ m}$ 。

于 5%, 有一定的使用价值。

4 几点说明

从图 1 中上游水位为 1197 m 的沿程水舌宽度轨迹线可以看出, 表孔出口设有分流齿坎, 当上游水位太低时, 齿坎紧靠闸墩两侧, 水流大部分将沿齿边流出, β 及 α 都发生了变化, 将影响公式的计算精度, 可适当减小 β 值及 α 值。

表孔联合泄流时, 若边孔 $\alpha = 0^\circ$ (靠边侧不扩散), 而相邻两孔的坝面扩散角较大, 就应分别计算

两者的水舌入水宽度, 以水舌入水宽度大的作为表孔联合泄流的水舌入水宽度。

本式同样适合中孔水流的水舌入水宽度的计算。式中 L_1 的计算, 可采用各家相关公式。有关本文中 L_1 的计算式; 可见科研所内刊“水电工程研究”2000 年第 1 期上笔者发表的文章。

作者简介:

傅佩芬(1942 年-), 女, 浙江杭州人, 国家电力公司成都勘测设计研究院科学研究所高级工程师, 从事水工模型试验研究工作

映电全力抓好防汛工作

3 月初, 映秀湾水力发电总厂成立了防汛办公室, 并制定了一系列特大洪水的防御方案, 逐项落实到位, 以确保岷江流域电站和下游的安全。组织人员对全厂所辖泄洪设备, 映秀湾——太平驿卫星水情测报系统, 报务通讯设备, 闸坝备用电源等设备进行全面的检查和维护; 4 月初, 厂供应部门已作好各种防汛物资和设备的储备工作。为了进一步提高全员

防汛意识, 利用厂报、电视、广播等宣传阵地, 加强《防洪法》、《防汛条例》法规的学习, 并在全厂范围内组织防汛知识竞赛, 全厂职工踊跃参加。5 月 1 日, 厂防汛办公室、水情测报中心、报务班人员已开始 24 h 的值班, 以确保今年的防汛工作安全可靠, 万无一失。

映电新闻中心 王志琦