

# 土石坝水库溃坝洪水非恒定流演进计算应用研究

唐旭辉

(四川省水利科学研究院, 四川 成都 610072)

**摘要:** 本文通过对老鹰嘴水库工程土石坝溃坝洪水研究, 预测水库大坝溃口发生的过程(如形状、深度、宽度、溃口扩张的速度等), 计算溃口出水流量, 通过水库库容演算, 预测水库溃口过流量的过程线; 对大坝在正常蓄水位、大坝校核洪水、大漫顶三种情况下的溃坝洪水, 进行了下游河段洪水非恒定流演进计算, 分析最不利为大坝漫顶工况, 并在大坝漫顶工况下根据不同溃决状态, 分别计算出 1/4 溃决、1/2 溃决、全溃决的下游淹没水位、影响范围人口等数据, 为制定相应的应急措施提供依据。

**关键词:** 土石坝; 溃坝洪水; 数学模型; 洪水过程线

**中图分类号:** TV641; P343.3; TV122+.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-2184(2023)02-0125-07

## Study on the Application and Calculation of Unsteady Flow Routing of Earth-rock Dam Reservoir Break Flood

TANG Xuhui

(Sichuan Academy of Water Conservancy, Chengdu Sichuan 610072)

**Abstract:** Based on the study on the earth-rock dam break flood of Laoyingzui Project, this paper predicts the process of the dam break (such as shape, depth, width, speed of the expansion of the dam break, etc.), calculates the flow at the dam break, and predicts the process line of the overflow of the reservoir break through the reservoir storage capacity calculation. For the dam break flood under three conditions (normal water level, dam check flood and over-topping), the unsteady flow evolution calculation of the downstream river section flood is carried out and the most unfavorable condition is over-topping. Under the over-topping condition, according to different failure states, the downstream submerged water and population in the affected area level of 1/4 break, 1/2 breach and full break, and the population in the affected area are calculated respectively, the results can provide a basis for formulating corresponding emergency measures.

**Key words:** earth-rock dam, dam break flood, mathematical model; flood process line

## 0 引言

水库大坝是关系国计民生的重要基础设施。我国水库洪水标准、地震标准和安全标准高, 建筑物设计中考虑了极端的风险作用, 规定了严格的性能目标要求, 逐步建立了严格的建设管理制度, 采用了现代化的水情测报手段和科学的梯级运行调度方式, 在所有的基础设施行业, 我国水库大坝溃坝风险概率极低。

尽管如此, 鉴于工程的重要性, 仍有必要进行溃坝洪水计算分析, 预估溃坝洪水对下游人民的生命财产安全、建筑物、交通设施等的影响范围和程度, 以此作为制定减灾预案和对策的依据。

溃坝洪水研究的内容主要有, 水库大坝溃口

发生的过程(如形状、深度、宽度、溃口扩张的速度等), 预测溃口流量, 通过水库库容演算, 预测水库溃口过流量过程线, 以及通过溃坝洪水向下游演进得出各处的流量、水位及洪峰到达时间等<sup>[1-2]</sup>。

已有很多学者对溃坝洪水估算的方法做了大量的研究, 主要有: (1) 丹麦水力研究所开发的 MIKE 水动力数学模型, 国内已利用该模型在金沙江白格堰塞湖溃坝洪水分析、乌东德水电站河床围堰溃堰洪水分析专题报告、三峡大坝和茅坪溪护坝溃坝洪水影响分析专题报告、长江口综合治理工程、金沙江旭龙大坝溃坝分析、金川电站大坝工程中应用; (2) DAMBRK 模型: 美国国家气象局 NWS 的溃坝洪水预报模型, 该模型由弗雷德(Fread)于 1988 年开发研制, 该模型在美国应

用较为广泛,除气象局作为业务应用模型外,还由美国陆军工程兵团、农业部水土保持局及佐治亚州等有关工程部门组成佐治亚州大坝安全工作组,经技术鉴定后,推荐该模型作为溃坝计算的指定模型。

目前,国内学者研发了溃坝洪水预报模型,编制了“SWS 水库溃坝洪水计算程序”软件<sup>[3]</sup>,适用于水库溃坝洪水过程及河道沿程非恒定流演进计算。本文用该程序分析了剑阁县老鹰嘴水库溃坝洪水,展示其计算成果。

## 1 工程概况

四川剑阁县闻溪河主源为铁炉河,在城北镇有左岸支流刘家河汇入,以下称闻溪河。铁炉河集雨面积 104.1 km<sup>2</sup>,河长 23.3 km,比降 9.4‰。拟建水库位于剑阁县城北镇剑北村铁炉河老鹰嘴处,坝址以上控制集水面积 97.37 km<sup>2</sup>,河长 20.4 km,平均比降为 9.5‰。水库工程以普安镇城镇防洪为主,兼顾其城镇供水、闻溪河两岸农村人畜饮水及田地灌溉等用水需要。由水库枢纽工程、灌区工程及供水工程三部分组成。水库枢纽工程包括拦河大坝、溢洪道、取水(兼放空)隧洞等建筑物;灌区工程因各主要渠系工程的控灌面积均小于 10 000 亩。水库总库容 2 868 万 m<sup>3</sup>,坝型初步拟定为碾压式粘土心墙石渣坝。坝轴线长 240 m,最大坝高 64 m,坝顶高程 539.00 m,防浪墙高 1.2 m,坝顶宽度 10 m。泄洪建筑物结合工程地形条件和工程投资布置在右坝肩,采用开敞式(有闸控制)溢洪道,由引渠段、闸室段、泄槽段、消能工段组成,溢洪道总长 274 m。坝址区,坝址右岸有国道 G108 通过,坝址区内有乡村水泥公路穿过,交通总体较方便。

## 2 溃坝洪水计算

### 2.1 计算范围

目前,溃坝洪水计算方法分为两大类,即分段模型法和整体模型法。分段模型法适用于坝址下游起始水位较低,溃口为自由出流,或虽水位较高,但其淹没度基本变化不大的情况,此时可先求出坝址溃坝流量过程线,以此作为上边界,向下游作一维或二维的洪水演进计算;整体模型法是将坝址上游库区和下游河道作为一个整体模型考虑,坝址流量过程线由数值计算程序自动求解,适应于下游水位较高,且淹没度随时间变化的情况。

根据《洪水风险图编制导则(SL483—2017)》<sup>[4]</sup>,水库下游洪水影响范围受水库库容、溃决方式、大坝溃决时的水库水位、水库下游地区地形地貌等众多因素的综合影响,溃坝洪水计算的下边界可以选择在大水体(海、湖或下游水库)、下游干流河道(水库位于支流时)。

本文以老鹰嘴水库库区和下游河道作为一个整体模型考虑来分析计算溃坝洪水。计算范围选取如下:

计算河道长度 12 298 m,上起水库坝址,下至下一级水库库尾边缘,断面间距 1~3 km。另外,水库大坝下游约 4.5 km 处为剑阁县普安镇,按下边界选取原则,应选其作为溃坝洪水计算的重点研究断面。

### 2.2 溃坝最大洪峰流量及洪水过程计算数学模型

水库大坝为粘土心墙石渣坝,这种坝型若发生溃决为逐渐溃决。采用水沙平衡逐渐溃坝洪水过程数学模型,计算水库大坝逐渐溃决洪水过程。

#### 2.2.1 模型假定

土坝的建筑材料是散粒体结构,坝体溃决绝大部分是由于超标洪水引起大坝漫顶造成的。假定水库溃决开始时刻,坝顶已存在一小缺口,从大坝漫顶开始冲刷,溃口迅速下切,至不可冲坝基部分,溃口加速向两侧拓宽,直至两岸不可冲部分,在溃口下切、扩宽的同时,水库蓄水大量迅速下泄,形成逐渐溃坝洪水过程。

#### 2.2.2 模型假定建立

(1)水量平衡。任何水体运动,首先必须满足水量平衡原理。水库下泄流量与单位时间内水库蓄水量的减少相同,即:

$$Q(t) = -\frac{dV}{dt} = f(h_0, A, t) \quad (1)$$

$$V = \int_0^T Q(t) dt \quad (2)$$

式中  $V$  为水库库容, m<sup>3</sup>;  $Q(t)$  为溃口流量过程, m<sup>3</sup>/s;  $T$  为水库放空时间, s。

大坝溃口下泄流量满足水力学实用堰计算公式:

$$Q(t) = f(H_0, A, t) = mb(t) \sqrt{2g} H_0(t)^{3/2} \quad (3)$$

式中  $m$  为堰流系数;  $b$  为溃口宽度, m;  $H_0$  为大

坝溃口平均深度,  $m$ ;  $A$  为大坝溃口过水面积,  $m^2$ 。

(2) 沙量平衡。土坝等散粒体坝体逐渐溃决, 其发生发展的物理机理为: 水库蓄水从大坝溃口高速下泄的同时, 带走大量坝体散粒体材料(如: 泥土、沙石等), 从而使溃口继续扩大, 至整个坝体可冲部分完消失。沙量平衡原理即为, 大坝形成溃口所缺失的坝体材料与库水下泄形成的高含沙水流所带走的坝体散粒体沙量之间相当。即:

$$W_s = \frac{1}{r} \int_0^T Q_s(t) Q(t) dt \quad (4)$$

式中  $W_s$  为大坝坝体可冲刷部分的体积,  $m^3$ ;  $r$  为坝体散粒体容重, 取  $1.8 \sim 2.2 \text{ t/m}^3$ ;  $Q_s(t)$  为溃口含沙量参数,  $\text{kg/m}^3$ ; 取  $25 \sim 35 \text{ kg/m}^3$ ;  $Q(t)$  为溃口流量参数,  $m^3/s$ ;  $T$  为水库放空时间,  $s$ 。

溃口水流为高速水流, 为简化计算, 溃口洪水含沙量  $Q_s(t)$  可取最大值, 可根据水库坝体土、沙石组成情况, 取相对合理的常数。

(3) 溃口扩展模拟。经过时段  $\Delta t$  冲淤后, 溃口断面变形量  $\Delta A$  可表示为:

$$\Delta A = f(\Delta G, H_0) \quad (5)$$

式中  $\Delta A$  为断面变形量,  $m^2$ ;  $\Delta G$  为  $\Delta t$  时段内坝体冲刷量,  $m^3$ ;  $H_0$  为断面平均水深,  $m$ 。

将溃口概化为矩形, 如图 1, 图中影部分为  $\Delta t$  时段内坝体冲刷横断面面积。溃口冲刷过程中, 当溃口下切至坝基不可冲部分, 当溃口洪水流量小于溃口初始流量时, 溃坝过程结束。

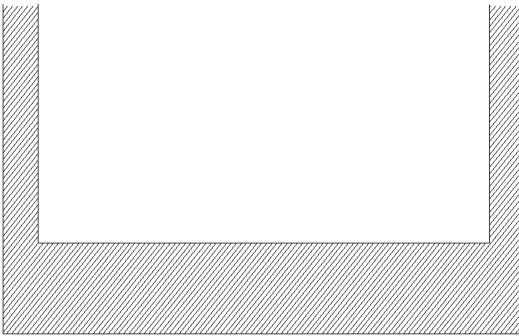


图 1 坝体冲刷断面概化示意图

### 2.2.3 溃口洪水过程线推求

目前, 大多采用有限差分法, 逐时段试算联解水沙平衡方程, 求出水库逐渐溃坝洪水过程线。

联解方程(6)

$$\begin{cases} Q(t) = -\frac{dV}{dt} = f(h_0, A, t) \\ V = \int_0^T Q(t) dt \\ Q(t) = f(H_0, A, t) = mb(t) \sqrt{2g} H_0(t)^{3/2} \\ W_s = \frac{1}{r} \int_0^T Q_s(t) Q(t) dt \end{cases} \quad (6)$$

## 2.3 水库溃坝洪水最大流量及洪水过程

### 2.3.1 水库库容曲线

根据 2017 年 4 月实测 1/2000 库区地形图围量, 得到水库库容曲线(图 2)。

### 2.3.2 初始参数

水库大坝溃决形式为逐渐溃坝, 根据其水库大坝工程布置及坝型结构, 假定水库溃坝的初始溃口宽为  $20 \text{ m}$ , 深为  $2 \text{ m}$ , 水库坝顶宽仅  $10 \text{ m}$ , 坝低宽为  $287 \text{ m}$ , 由于土石坝上下游纵边坡比较平缓, 坝的纵向宽度较大, 溃口扩展以横向扩宽为主, 因此, 坝体最大溃决深度设为坝高的  $47.6\%$  ( $30.5 \text{ m}$ ), 溃口最大宽度为坝长的  $48.2\%$  ( $115.7 \text{ m}$ )。溃口洪水含沙量取  $35 \text{ kg/m}^3$ , 按正常蓄水位、校核洪水位, 以及  $1/4$  溃、 $1/2$  溃和最不利全溃五种工况计算水库溃坝洪峰流量及洪水过程线。

用“SWS”程序软件计算其溃坝洪水, 可计算各种工况下水库逐渐溃坝洪峰流量及洪水过程线。在大坝漫顶全溃工况下水库溃坝洪水过程线见图 3。

## 3 水库溃坝洪水演进数值计算

### 3.1 溃坝洪水下游河道演进计算数学模型

根据《溃坝洪水模拟技术规程(SL/T164-2019)》的规定<sup>[5]</sup>, 溃坝洪水演进计算数学模型为一维圣维南方程:

水流连续方程

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (7)$$

水流运动方程

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial Z}{\partial x} + g \frac{n^2 Q |Q|}{AR^{4/3}} = 0 \quad (8)$$

式中  $x$  为水流纵向距离,  $m$ ;  $Q$  为流量,  $m^3/s$ ;  $Z$  为水位,  $m$ ;  $g$  为重力加速度,  $m/s^2$ ;  $R$  为水力半

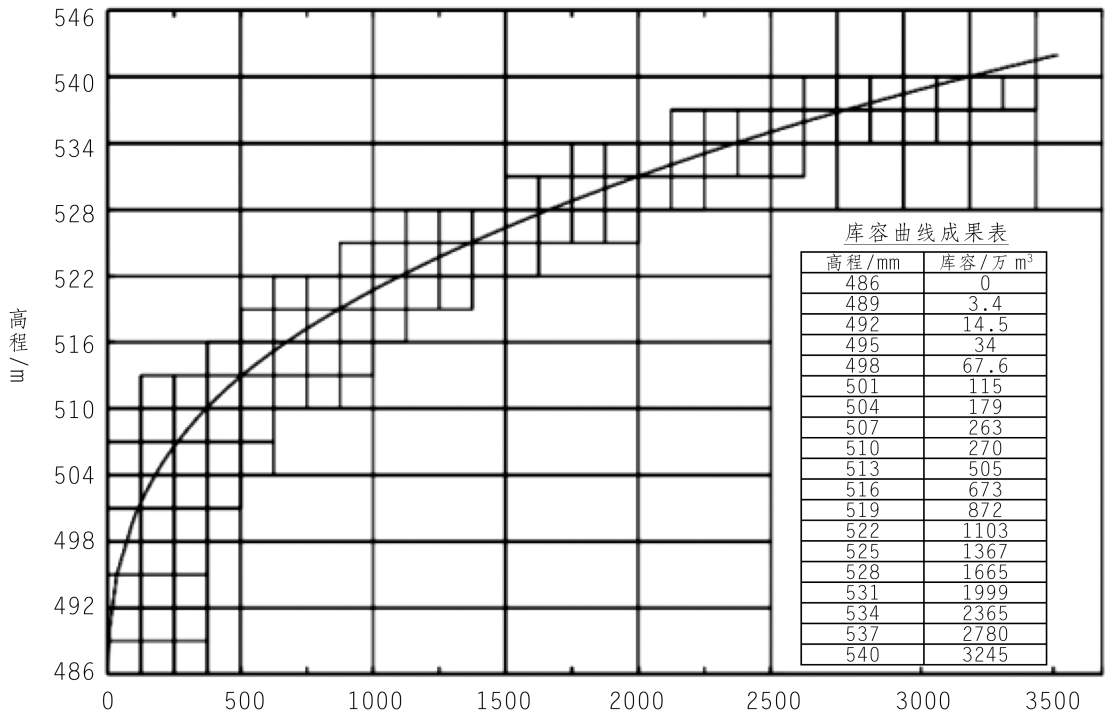
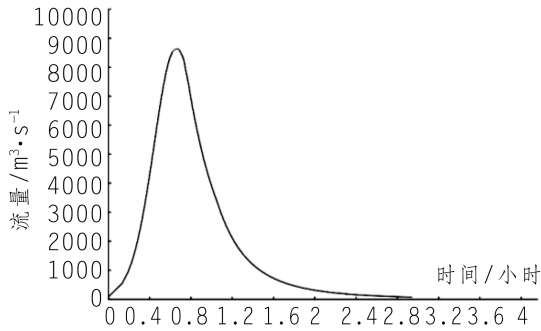
图2 水库库容曲线图 库容/万 m<sup>3</sup>

图3 水库溃坝洪水过程线图(大坝漫顶,全溃工况)

径,  $m$ ;  $t$  为时间,  $s$ ;  $A$  为过水断面面积,  $m^2$ ;  $n$  为曼宁糙率系数;  $q$  为源汇项,  $m^2/s$ , 若无支流汇入或流出,  $q=0$ 。

### 3.2 溃坝洪水演进计算断面布置

溃坝洪水下游河道演进计算, 需在水库的下游布置河道大断面, 根据下游河道地形、河势变化情况以及两岸重事业保护对象(如场镇、企业等), 在满足溃坝风险分析要求的前提下选取计算断面。计算断面选取原则为:

- (1) 断面间距根据河道及河岸两边地形条件;
- (2) 河道转弯处至少布置三个计算断面;
- (3) 进、出口断面选择顺直河道。

本次分析计算河道范围, 从水库坝址至下游

共 13.20 km。计算河道共布置 43 个断面, 选取其中 10 个典型断面及人口聚居密集的断面, 断面间距在 1 010~2 200 m 之间。根据实测下游水库库尾断面数据及洪水淹没深度, 本水库溃坝洪水演进至大断面 CS10 断面处对下游无影响, 因此, 计算演进过程在大断面 CS10 断面处截止。

### 3.3 溃坝洪水演进计算边界条件

#### 3.3.1 水位流量关系曲线

在溃坝洪水演进计算时, 需确定河道初始状态下, 上游起始断面 ( $cs_1$ ) 和下游末尾出口断面 ( $cs_{10}$ ) 的起始水位  $Z_{1,0}$ 、 $Z_{10,0}$ 。

水库下游河道无实测水位流量资料, 采用实测大断面, 计算断面水力要素, 按水力学公式推求。即:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

式中  $Q$  为流量,  $m^3/s$ ;  $A$  为过水面积,  $m^2$ ;  $n$  为河床糙率;  $R$  为水力半径,  $m$ ;  $I$  为比降。

实测大断面计算水力要素; 水面比降, 低水位比降由河底比降及枯水水面比降分析而得并采用; 高水位结合洪水调查情况进行选取。溃坝洪水演进计算下游末尾断面 ( $cs_{10}$ ) 水位流量关系见图 4:



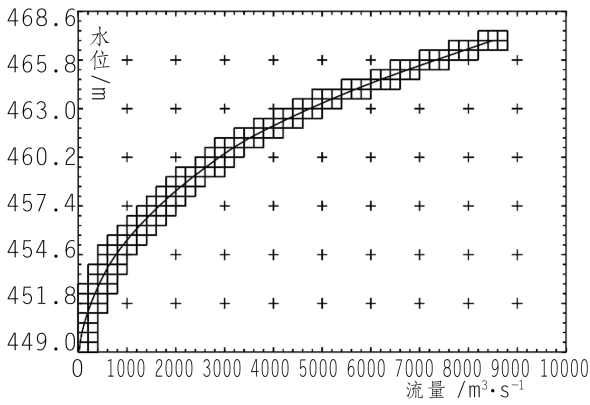


图 4 溃坝洪演进计算下游末端断面 ( $cs_{10}$ ) 水位流量关系图

### 3.3.2 河道糙率取值研究

在实际研究中,糙率是一个重要且敏感的参数。一般根据天然河道糙率系数  $n$  值(表 1),以及河段河床组成、床面特性、平面形态、水流流态及岸壁特性等实际情况,按经验选取,其取值范围在 0.035~0.05 之间。

表 1 天然河道的粗糙系数  $n$  值

类型及情况	最小值	正常值	最大值
1. 小河流(洪水期的水面宽 < 30 m)			
山区河流(河槽无草树,河岸较陡,岸坡树丛过洪时淹没)			
(1)河底:砾石、卵石间有孤石	0.030	0.040	0.050
(2)河底:卵石和大孤石	0.040	0.050	0.070
2. 大河流(洪水期的水面宽 > 30 m)相当于上述小河各种情况,由于河岸阻力较大			
(1)断面比较规整,无孤石或丛木	0.025		0.060
(2)断面不规整,床面粗糙	0.035		0.100
3. 洪水时期滩地漫流			
(1)草地,无丛木			
①短草	0.025	0.030	0.035
②长草	0.030	0.035	0.050
(2)耕种面积			
①未熟禾稼	0.020	0.030	0.040
②已熟成行禾稼	0.025	0.035	0.045
③已熟密植禾稼	0.030	0.040	0.050
(3)矮丛木			
①稀疏,多杂草	0.035	0.050	0.070
②不密,夏季情况	0.040	0.060	0.080
③茂密,夏季情况	0.070	0.100	0.160
(4)树木			
①平整田地,干树无枝	0.030	0.040	0.050
②同上,干树多新枝	0.050	0.060	0.080
③密林,树下少植物,洪水位在枝下	0.080	0.100	0.120
④同上,洪水位淹及树枝	0.100	0.120	0.160

对天然河道,由于断面形态复杂,断面参数随水位变化大,通常一个断面的糙率值是一个综合性的参数,一个断面不同水位选取同一糙率不尽合理,造成低水位选取的糙率在高水位时计算可能存在很大误差,反之亦然。从表 1 也可以推断出,由于在高水位时,存在杂草树木以及长期未淹没等因素,高水位时糙率较大。根据水库下游河道实地调查(参照表 1),确定出河道沿程各断面的糙率值;河床糙率取值范围为 0.03~0.05,边滩糙率取值范围为 0.03~0.06;河道综合糙率取值 0.035。

### 3.4 水库溃坝洪水演进计算

#### 3.4.1 非恒定流演进

采用水库下游实测大断面,用“SWS”软件“水库溃坝洪水计算程序”,计算出水库在正常蓄水位、校核洪水位及大坝漫顶三种工况下,对水库逐渐溃坝洪水过程在下游计算河段内,进行非恒定流洪水演进计算,求得各代表断面洪峰流量、洪水水位成果及相应峰现时间等。大坝漫顶全溃工况水库溃坝洪水演进过程线见图 5,大坝漫顶,全溃工况水库溃坝洪水下游最高淹没洪水水位纵剖面见图 6。

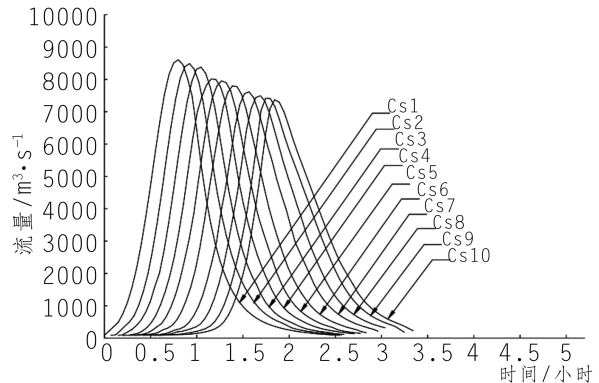


图 5 水库溃坝洪水演进过程线 (大坝漫顶,全溃工况)

#### 3.4.2 计算成果分析

通过对在不同工况下,水库溃坝洪水过程在下游计算河段内的非恒定流演进计算,得到下游计算河段沿程各代表断面洪水的起涨时间、洪水水位、流量过程线及洪水过程结束时间。水库溃坝洪水非恒定流演进计算成果见下表 2。

本次溃坝洪水分析计算中按正常蓄水位、校核洪水位、1/4 溃、1/2 溃和最不利全溃五种工况计算水库溃坝洪峰流量、洪水过程线和下游洪水演进过程。计算成果分析表明:

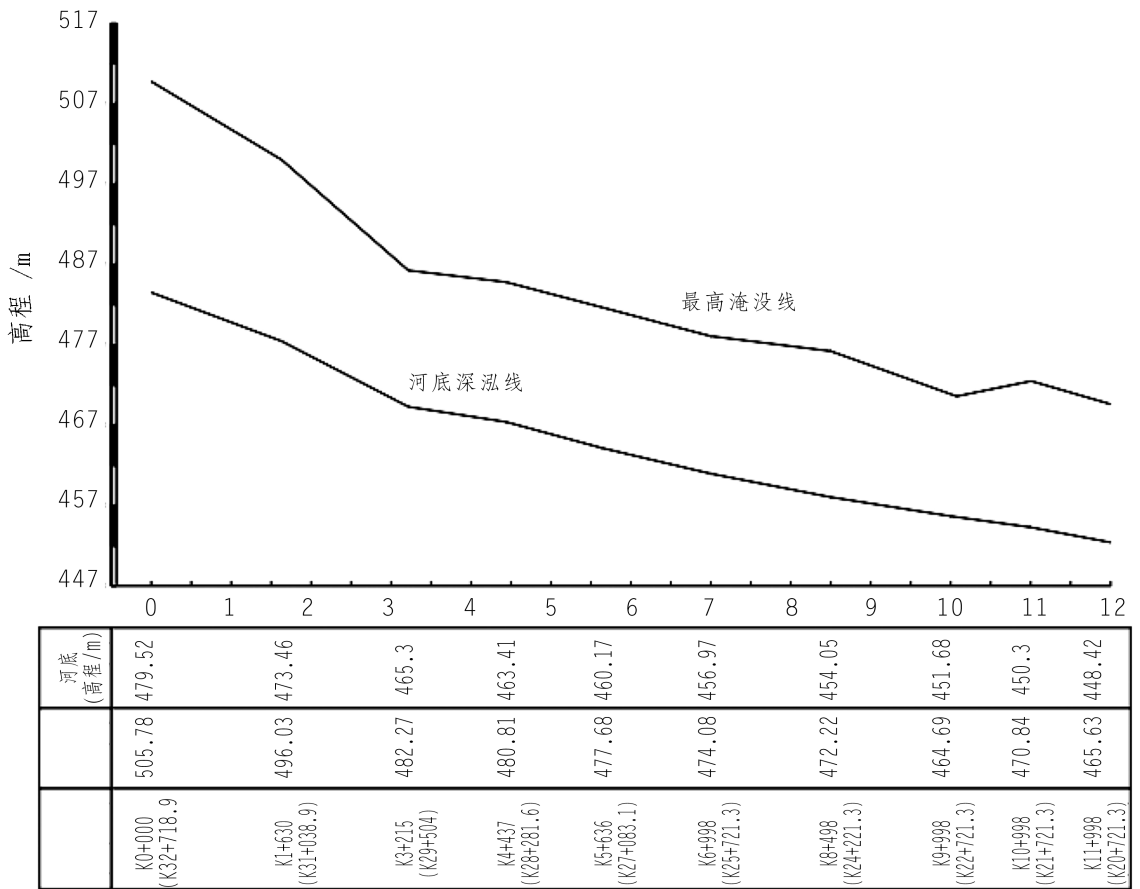


图6 水库溃坝洪水下游最高淹没洪水水位纵剖面图(大坝漫顶,全溃工况)

表2 水库溃坝洪水非恒定流演进计算成果表

工况	溃决方式	坝址流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	剑阁县城断面	下游出口断面	洪峰到达末尾断面
			(cs5)洪峰流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(cs10)洪峰流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	(cs10)时间 $/\text{min}$
大坝正常蓄水位	逐渐溃决	5 940	5 190	4 480	173
大坝校核洪水	逐渐溃决	6 440	5 640	4 960	165
大漫顶	逐渐溃决,全溃	8 630	6 540	5 070	143
大漫顶	逐渐溃决,半溃	6 920	6 160	5 420	167
大漫顶	逐渐溃决,1/4溃	6 070	5 530	5 090	186

(1)最不利工况为最大溃坝流量及淹没最深的工况,发生在大坝漫顶工况下全溃时,溃口最大流量为  $8\,630\text{ m}^3/\text{s}$ ,是设计( $p=2\%$ )洪峰流量  $1\,340\text{ m}^3/\text{s}$ 的6.44倍,是校核( $p=0.1\%$ )洪峰流量  $2\,450\text{ m}^3/\text{s}$ 的3.52倍;

(2)大坝溃决至水库放空总历时2.9 h,坝址最终溃口宽度约230 m,深约21 m,最大流速度4.85 m/s。

(3)大坝溃坝后,洪水沿铁炉河演进,冲向下游4.5 km处的老县城。因山区河道坡降陡,预计到达老县城三江老桥(CS03)只需12 min,60 min

后,在三江老桥形成洪峰流量约  $7\,650\text{ m}^3/\text{s}$ ,淹没部分低高程住房。约72 min后,洪水演进至宾馆大桥(CS04),洪峰流量约  $6\,880\text{ m}^3/\text{s}$ 。之后,在洪水过程演进至5+363 km老县城城区断面时,洪峰流量为  $6\,540\text{ m}^3/\text{s}$ ,相应洪水水位479.22 m,洪峰衰减了24%。该段洪水淹没范围最大,整个城区将被逐渐淹没至一层楼高,历时192 min后洪水开始消退。

(4)随后,洪水沿该河道继续演进至老县城污水处理厂,该处作为河道上岸的控制节点,在该断面下游,洪水对两岸建筑物、居民生产生活影响较

少甚至无影响,直到下游 12 km 处不再形成淹没区。

## 4 普安镇防洪能力分析及其应对措施

### 4.1 普安镇防洪标准及防洪能力

根据《防洪标准》(GB50201—2014),剑阁老城区普安防洪标准应为 20 a 一遇<sup>[6]</sup>,但现状防洪标准仅能满足 10 a 一遇洪水,由于闻溪河流域内洪水涨幅大,20 a 一遇洪水位普遍高出一级阶地 3~5 m,且由于历史原因,城镇沿河分布,高程较低,加之受地形及老建筑物的限制,修建防洪堤工程设施制约因素较多而且复杂,加高堤防至 20 a 一遇工程量大,并且难以形成有效的防洪封闭圈,堤内排涝难度也较大。

### 4.2 普安镇洪灾现状

据剑阁县灾害资料统计,在 1950~2019 年共 69 年里发生洪灾造成损失的有 22 年,发生灾害受损的年份占 33.3%。如 1998 年 9 月 16 日,剑阁县(普安城区)骤降暴雨,2010 年 7 月 2 日~7 月 25 日和 2019 年 6 月 28 日,闻溪河流域内遭遇特大暴雨,沿线村镇受灾严重。事实上,普安城区近年来多次出现的洪涝灾害,给普安城区人民的生产、生活和财产造成了极大的伤害,严重影响城市的发展,不利于社会的和谐和稳定。

### 4.3 水库对普安镇防洪能力的提升

目前,剑阁县洪灾损失较为严重,亟需在上游河段修建控制性工程,通过削峰滞洪使剑阁老城区达到 20 a 一遇防洪标准。

工程设计考虑了闻溪河流域气象水情测报系统,可对水库坝址以上水雨情进行实时监测,目前的技术可提前 24 h 预测水库坝址流量,若再结合天气预报,可进一步延长洪水预测期,为老鹰嘴水库洪水调度创造了有利条件,工程正常运行时也不会出现洪水漫顶溃决的情况。

枢纽工程在右坝肩布置了溢洪道,采用开敞式(有闸控制)溢洪道,设 3 孔闸控制,每孔闸尺寸 13 m。即使发生泄洪建筑物启闭不正常情况,也不可能 3 孔泄洪建筑物同时无法开启;即使出现泄洪建筑物都无法开启的极端情况,也可采取必

要的强制措施(如爆破闸门),以保证大坝安全,避免出现洪水漫顶溃决。

洪水漫顶溃决是概率极小的事件,相对修建水库给一方百姓带来的福祉是无法比拟的。

## 5 结语

溃坝概率分析是研究水库大坝枢纽建筑物在一定条件下完成其预定功能所承担的风险,就目前来说,已有很多学者对溃坝风险分析中风险率估算的方法做了大量的研究工作,提出了一系列的溃坝概率分析方法,但没有比较权威的最不利确定工况。溃坝分析属于小概率事件,很多案例分析采用全溃作为最不利工况进行分析有过于保守之嫌,不如采用立足于现有溃坝的统计资料进行的现实的最不利分析(本项目中的半溃工况)更有价值。为防止溃坝,水库工程建设及运行期间更应做好以下工作:严格把好大坝质量关,加强水情测预报与科学预警,加强大坝安全监测与健康诊断,加强水库运行安全调度与控制。

本文基于“SWS”软件“水库溃坝洪水计算程序”,对老鹰嘴大坝下游沿岸的相关城乡及建筑物进行了计算和影响分析;其成果对相关机构编制水库安全调度规程及大坝安全应急预案,政府洪水应急处置、应急保障、应急抢险预案编制等具有一定参考价值。

### 参考文献:

- [1] 邹双凤. 土坝溃坝数值模型和溃坝洪水演进研究[D]. 南宁:广西大学,2009.
- [2] 刘明国,谢春德. 水库逐渐溃坝洪水过程计算方法研究[J]. 四川水力发电,2007,27(4):86-90.
- [3] 赵少震,王伟. 芭蕉溪水电站库区回水计算[J]. 陕西水利,2022,(8):1-3.
- [4] SL483-2017,洪水风险图编制导则[S]. 北京:中国水利水电出版社,2017.
- [5] SL/T164-2019,溃坝洪水模拟技术规程[S]. 北京:中国水利水电出版社,2019.
- [6] GB50201-2014,防洪标准[S]. 北京:中国计划出版社,2014.

### 作者简介:

唐旭辉(1968-),男,四川成都人,高级工程师,本科,从事水利工程设计、监理与研究工作。(责任编辑:卓政昌)

## 大渡河两座相邻大型水电站同步截流

2023 年 3 月 30 日,大渡河流域的枕头坝二级和沙坪一级水电站建设迎来重要节点,同步实现大江截流。据了解,项目位于大渡河下游乐山市金口河区境内,是大渡河干流调整规划的第 22 级和 23 级电站,装机容量分别为 300 兆瓦和 360 兆瓦。

(摘自《北极星电力网》)