

武林水闸消除闸基底拉应力的加固方案选择

郭三成

(广西长洲水电开发有限责任公司, 广西 梧州 543002)

摘 要: 主要针对长洲水利枢纽工程库区武林水闸混凝土闸坝基础存在拉应力这一现象, 根据现场和工程实际情况, 通过优化比选后采用比较简单的以混凝土培厚的施工方案, 使基础拉应力得以消除。加固方案对其他类似工程项目具有借鉴意义。

关键词: 基础拉应力; 方案比选; 武林水闸; 库区防护; 长洲水利枢纽

中图分类号: TU 311. 2; TV 66 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001- 408X(2009) 06- 0104- 04

1 概述

武林水闸是长洲水利枢纽库区防护工程中的大型涵闸之一。该闸坝按防御外江(浔江) 20 年一遇洪水标准设计, 为混凝土闸坝, 原设有 4 个闸孔和一座小型电站厂房, 长洲水利枢纽建成后, 受浔江干流水位的提高, 影响到该闸的泄流能力。为消除蓄水影响, 改建方案把右岸电站拆除, 在该位置增加一个闸孔 $10\text{ m} \times 8.3\text{ m}$ ($b \times h$), 为混凝土结构。水闸溢流堰顶高程为 19.50 m , 基础高程为 13.50 m , 出口鼻坎顶高程为 17.35 m , 溢流堰底板总宽 19.54 m , 出口原浆砌石底板顶高程为 15.50 m , 最大闸高 21.00 m 。闸顶总宽 13.5 m , 闸顶上游侧布置闸门启闭排架, 下游侧布置坝顶公路桥。

2 水闸整体稳定应力复核

2.1 计算方法及计算断面

取改建一孔 13.8 m 宽闸段进行闸坝抗滑、抗浮稳定及应力复核。

2.2 计算公式

闸坝稳定应力采用《水闸设计规范》推荐公式计算, 公式如下:

抗浮稳定 $K_f = \sum V / \sum U$

抗滑稳定 $K_c = f \sum G / \sum H$

地基垂直正应力

$\sigma = \sum G / A \pm \sum M_x / W_x \pm \sum M_y / W_y$

式中 $\sum V$ ——作用在闸坝上全部向下的铅直

力之和, kN ;

$\sum U$ ——作用在闸坝基底面上的扬压力, kN ;

f ——闸坝基底面与地基之间的摩擦系数;

$\sum H$ ——作用在闸坝上全部水平向荷载, kN ;

$\sum G$ ——作用在闸坝上全部竖向荷载(包括闸坝基础底面上的扬压力在内), kN ;

$\sum M_x$ 、 $\sum M_y$ ——作用在闸坝上全部竖向和水平向荷载对基础底面形心轴 x 、 y 的力矩, $\text{kN} \cdot \text{m}$;

A ——闸坝基底面的面积, m^2 ;

W_x 、 W_y ——闸坝基底面对于该底面形心轴 x 、 y 的截面矩, m^3 。

水闸建基面座落在基岩面上, 取闸基 13.50 m 高程混凝土底板与岩基接触面作为抗滑面进行稳定复核, 摩擦系数 $f = 0.65$, $\sigma = 3\,000\text{ kPa}$ 进行验算。

2.3 计算断面

采用关闸挡水(图 1) 和开闸泄水(图 2) 两种计算工况。

2.4 水闸整体稳定应力复核结果

计算结果表明:

(1) 闸坝在关闸挡外江 20 年一遇洪水工况下, 抗滑稳定、抗浮稳定均满足规范要求, 基底最大压应

收稿日期: 2009- 09- 17

作者简介: 郭三成(1974-), 男, 青海乐都人, 工程师, 学士, 主要从事水电站建设管理工作, E- mail: guosc2006@163.com。

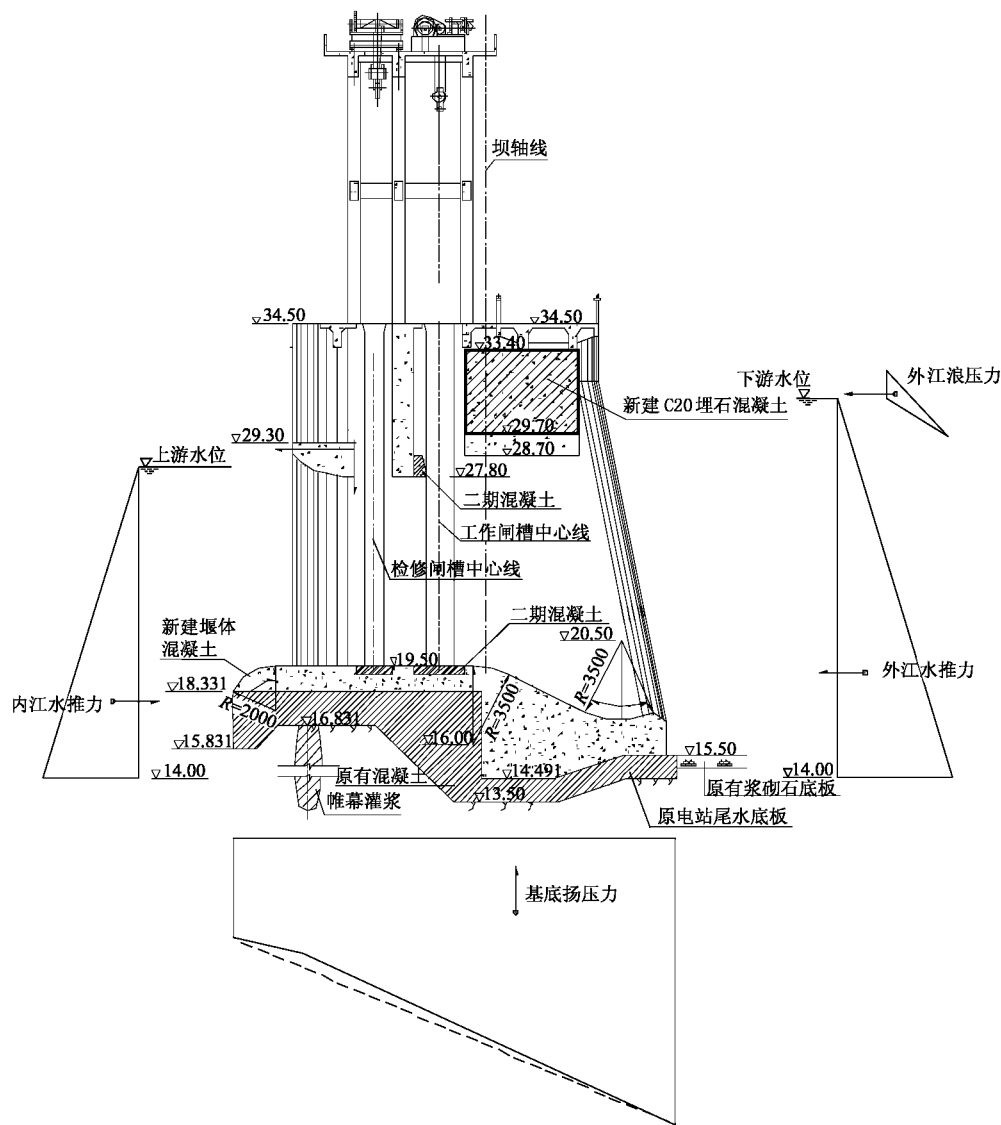


图 1 关闸挡水工况图

力未超过基岩承载力,但基底外江侧出现有拉应力 ($\sigma = -62.42 \text{ kPa}$),需采取加固措施消除水闸外江侧基础拉应力。

(2) 闸坝再开闸泄内江 20 年一遇洪水工况下,抗滑稳定、抗浮稳定、应力均满足规范要求。

3 闸坝加固方案比选

为了消除闸坝在关闸挡外江 20 年一遇洪水工况下基底外江侧拉应力($\sigma = -62.42 \text{ kPa}$),拟两种方案:方案一为在水闸外江侧基础拉应力区打锚杆束;方案二为在闸体外江侧 29.70 m 高程混凝土平台上浇筑 C15 混凝土培厚。

3.1 方案一

在改建闸孔左、右闸墩的外江侧各布置一束锚

杆束,锚杆束中心线顺水流方向距闸墩外江侧边线 1.55 m,垂直水流方向布置于闸墩中间,锚杆束中心线与铅垂面夹角为 11.31° ,并与闸墩外江侧表面平行,锚杆束由 34.50 m 高程伸至水闸基础以下 10 m,即至 4.50 m 高程结束。锚杆束每束由 4 根 $\Phi 32$ 的钢筋组成,每根钢筋长 31 m。锚杆束顶部由砂浆包头固定在闸墩上,恢复闸顶公路混凝土路面。

3.2 方案二

在闸体培厚加固,水闸工作闸门下游侧上部 29.70 m 高程混凝土平台上浇筑 C15 混凝土实体,实体顺水流向宽 5 m,高 3.7 m(29.70~ 33.40 m 高程),垂直水流向长度 10 m(即为水闸闸孔宽)。埋石混凝土埋石率为 20%。

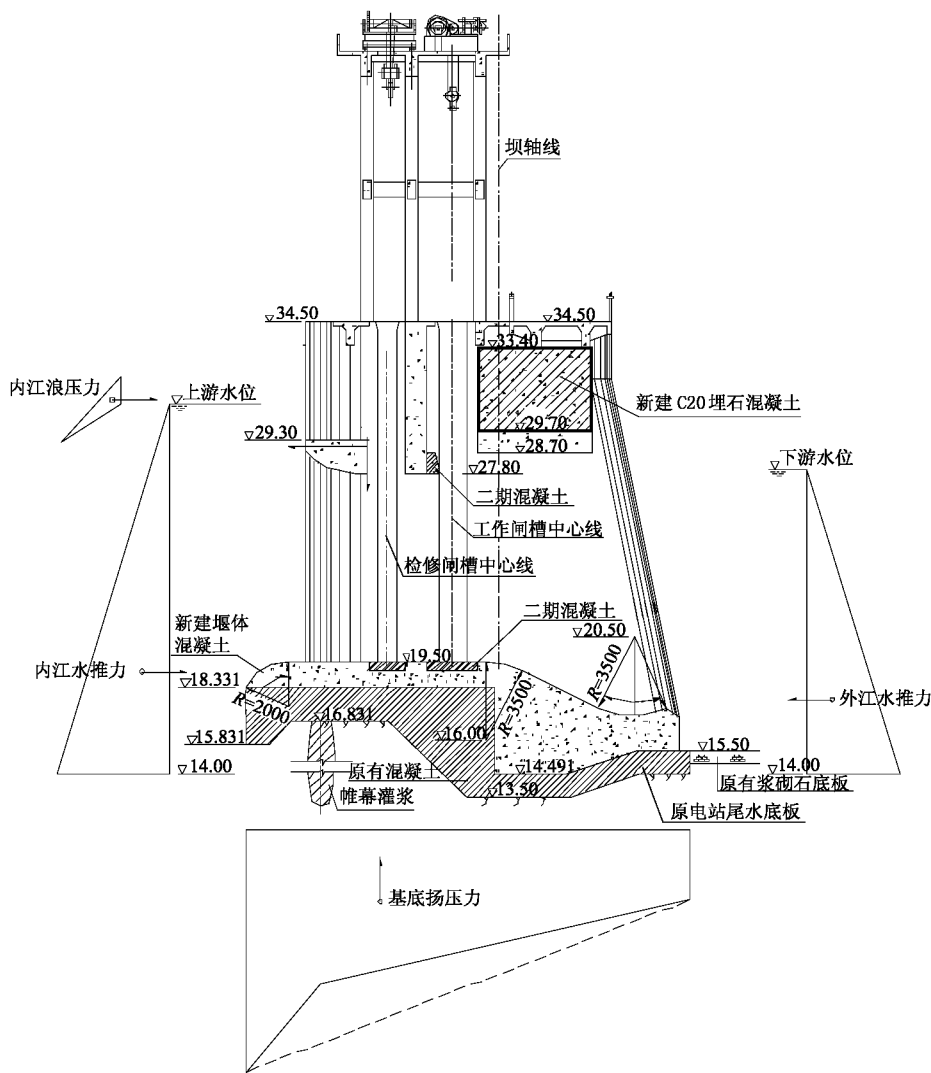


图 2 开闸泄水工况图

方案一与方案二的技术经济比较见表 1。

表 1 技术经济比较表

序号	比较项目	方案一 (比较方案: 锚杆束)	方案二 (推荐方案: 坝体培厚)
1	加固部位	水闸改建 1 孔	水闸改建 1 孔
2	消除水闸基础 拉应力效果	好	好
3	混凝土用量	0	200 m ³
4	钢筋用量	4 t	0
5	施工条件	干地施工	干地施工
6	施工方法	复杂	简单
7	施工技术难度	较大	不大
8	施工质量控制	较难	较容易
9	工程总投资	4.5 万元	5 万元

根据表 1 可知, 虽然方案二投资仍比方案一投资多, 但加固后效果明显, 由于该部位还分布大量钢筋, 方案一对施工队伍的选择要求很严格, 施工难度较大, 施工质量较难控制, 施工时无法预测因素很多, 甚至无法实施, 且施工临时费用比方案二大很多, 而方案二施工方法简单, 施工速度快。经综合考虑, 本次武林水闸闸体加固推荐采用方案二, 即在闸体外江侧 29.70 m 高程混凝土平台上浇筑 C15 混凝土培厚方案。

4 复核培厚部位(工作闸门外江侧上部 29.70 m)混凝土平台钢筋面积

4.1 复核依据

依据为《水工混凝土结构设计规范》(SL/T 191 - 96) 及其他有关规程、规范及相关资料。

4.2 计算荷载与计算工况

计算荷载: 结构自重(原混凝土平台自重+ 平台上埋石混凝土重量)。

计算工况: 其长期、短期的最不利工况均为同一个工况, 即承载其结构自重的工况。

4.3 计算简图

根据推荐方案二进行复核计算, 其计算简图见图 3。

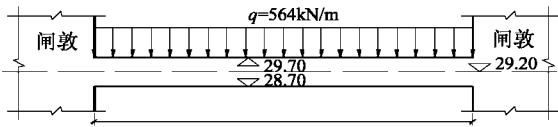


图 3 复核计算荷载图

4.4 计算结果

混凝土平台(28.70~ 29.70 m 高程)截面, 其配筋复核成果见表 2。

表 2 混凝土平台截面配筋复核成果表(每米长)

部 位	计算配筋		现状配筋		备 注
	抗弯	抗剪	抗弯	抗剪	
平台板顶面两端	4 Φ 22	不需	4 Φ 22	无	最小配筋率控制
平台板底面跨中	4 Φ 22	不需	4 Φ 22	无	最小配筋率控制
平台板截面箍筋	不需配箍筋		4 Φ 12		计算不需配箍筋

由表 2 可知, 29.70 m 高程混凝土平台板现状截面钢筋是按最小配筋率配置的, 在其上浇筑 C15 混凝土实体后, 复核计算的截面(28.70~ 29.70 m 高程)所需钢筋量小于最小配筋率需要的钢筋量, 因此仍按最小配筋率配筋, 复核结果是: 混凝土平台截面配筋仍然满足要求, 结构是安全的, 可采用方案二。

加固后水闸整体稳定复核: 复核水闸培厚加固后的整体稳定, 计算工况、计算公式及计算参数同加固前整体稳定应力复核相同。

闸坝在各种控制工况下, 抗滑、抗浮以及基础垂直正应力的计算结果见表 3。

表 3 水闸稳定、应力计算成果表

荷载组合	计算工况	抗滑安全系数 K_c	抗浮安全系数 K_f	基底最大应力 kPa	基底最小应力 kPa
基本组合	外江 20 年一遇挡水位 33.28 m, 内江淹赔水位 25.23 m	1.8> 1.05	2.24> 1.1	352.01< 3000	0
特殊组合	内江 20 年一遇挡水位 25.38 m, 外江汛期与非汛期水位下限 20.88 m	5.74> 1.00	3.49> 1.05	296.89< 3000	72.69< 3000

计算结果表明:
(1) 闸坝在关闸挡外江 20 年一遇洪水工况下, 抗滑稳定安全系数满足规范要求 ($K_c = 1.8 > [K_c] = 1.05$), 抗浮稳定安全系数满足规范要求 ($K_f = 2.24 > [K_f] = 1.1$), 基底最大压应力出现在内江侧, 未超过地基允许承载能力($\sigma_{\max} = 352.01 \text{ kPa} < [\sigma] = 3000 \text{ kPa}$), 应力满足规范要求。

(2) 闸坝在开闸泄内江 20 年一遇洪水工况下,

抗滑稳定安全系数满足规范要求 ($K_c = 5.74 > [K_c] = 1.00$), 抗浮稳定安全系数满足规范要求 ($K_f = 3.49 > [K_f] = 1.05$), 基底最大压应力出现在外江侧, 未超过地基允许承载能力($\sigma_{\max} = 296.89 \text{ kPa} < [\sigma] = 3000 \text{ kPa}$), 基底最小压应力出现在内江侧($\sigma = 72.69 \text{ kPa}$), 应力均满足规范要求。

4.5 结论

加固后的水闸抗滑稳定应力满足规范要求。

Selection of Reinforcement Scheme against Tensile Stress at Gate Basement of Wulin Water Gate

GUO San-cheng

(Guangxi Changzhou Hydropower Development Co., Ltd, Wuzhou 543002)

Abstract: Tensile stress is found at concrete foundation of Wulin water gate at the reservoir area of Changzhou Hydraulic Complex, and is cleared up through thickening concrete after scheme comparison under the practical conditions of the site and the project. Such reinforcement scheme may be learnt by other projects of this kind.

Key words: foundation tensile stress; scheme comparison; Wulin water gate; protection of reservoir area; Changzhou Hydraulic Complex