

乌弄龙水电站下游围堰防冲墙布置研究

万明栋¹, 吴俊丽¹, 崔景涛²

(1. 中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610081; 2. 华能澜沧江水电股份有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要: 乌弄龙水电站下游围堰迎水面坡脚距导流洞出口导墙边线距离不足 20 m, 其迎水面抗冲刷、抗掏刷风险很大, 同时, 乌弄龙水电站围堰需经历 3 个汛期, 工期长, 从施工期安全角度出发, 对下游围堰设置防冲墙进行了研究。

关键词: 下游围堰; 防冲墙; 乌弄龙水电站; 布置研究

中图分类号: TV7; TV22; TV551

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2018)06-0006-02

1 概述

乌弄龙水电站下游围堰导流标准选用 20 a 重现期洪水, 相应洪水流量为 $5\,900\text{ m}^3/\text{s}$ (全年)。下游围堰堰顶高程 1 828 m, 顶宽 10 m, 迎水侧和背水侧坡比均为 1:1.75, 围堰最大高度为 21 m, 堰体水下采用 C20 混凝土防渗墙 (80 cm 厚) 防渗, 水上采用复合土工膜直心墙, 围堰水上部分堰体由碾压石渣料、过渡料 I、过渡料 II 和干砌块石护坡、钢筋笼等材料组成, 围堰堰体迎水面保护体系采用水平厚度为 5 m 的大块石和钢筋石笼 (图 1)。

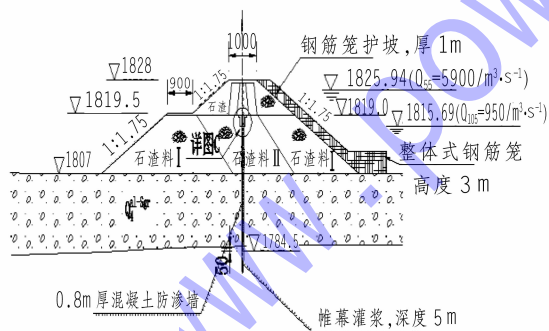


图 1 下游围堰典型剖面图

受该工程短导流洞方案制约, 下游围堰迎水面坡脚距导流洞出口导墙边线距离不足 20 m。经导流模型试验验证, 在 20 a 一遇流量 $5\,900\text{ m}^3/\text{s}$ 时, 导流洞出口冲坑较深、达 10.9 m, 冲坑地表直径约 45 m, 地面 1 807 m 等高线距下游围堰堰脚距离约 8 m。

根据已有工程经验, 模型试验中的导流洞出口明渠末端冲坑位置大致可以固定, 一般不会变

化, 但试验数据往往与实际情况存在较大差异, 如果导流洞出口明渠末端冲坑底部增大到河床基岩顶板线, 则冲坑地表直径扩大到约 60 m; 若冲坑中心距下游围堰堰脚距离约 60 m 不变, 则冲坑上缘 (1 805 m 等高线) 抵近下游围堰堰脚, 1 807 m 等高线距下游围堰堰脚距离约为 -5 m (即冲坑已到下游围堰堰脚里侧约 5 m), 说明导流洞出口明渠末端水流冲刷范围已经影响到下游围堰堰脚的稳定。因此, 为确保施工期围堰安全, 研究其下游围堰设置防冲墙就显得尤为重要。

2 下游围堰防冲墙设置研究

结合上述论述, 本次研究假定导流洞出口冲坑扩大到下游围堰堰脚里侧约 5 m。按工况 1 (围堰设计水位 1 825.94 m 高程计, 基坑无水) 和工况 2 (挡水边坡水位骤降: 高程 1 825.94 ~ 1 807 m, 基坑无水) 分别进行不设防冲墙和设置防冲墙的下游围堰稳定验算。

乌弄龙水电站下游围堰边坡稳定计算参数见表 1。

(1) 不设防冲墙的稳定验算。

下游围堰边坡稳定计算模型见图 2。

计算结果表明: 当遇到设计标准洪水时, 按围堰设计水位 1 825.94 m 高程计, 即为计算工况 1 时, 围堰下游边坡的抗滑稳定安全系数为 0.948, 小于控制标准 1.2; 当遇到设计标准洪水时, 水位骤降, 即为计算工况 2 时, 围堰下游边坡的抗滑稳定安全系数为 0.932, 小于控制标准 1.1, 下游围堰边坡不满足稳定要求。

通过稳定验算得知: 当导流洞出口明渠末端冲坑直径达到 60 m 时, 即冲坑假定扩大到下游围

表1 乌弄龙水电站下游围堰边坡稳定计算参数表

材料	干容重 /kN·m ⁻³	湿容重 /kN·m ⁻³	饱和容重 /kN·m ⁻³	有效应力抗剪强度指标			
				浸润线以上		浸润线以下	
				C'/kPa	φ'/°	C'/kPa	φ'/°
石渣(水上填筑)	20	20.5	21.5	5	35	0	32
水下石渣(1)	19	19.5	20.5	0	35	0	33
水下石渣(2)	19	20	21	0	33	0	29
块石护坡	23	24	24	0	36	0	34
过渡料	24	25	25	0	33	0	31
截流戗堤	20.5	24	24	0	36	0	35
覆盖层	-	22.2	23.5			13	33
基岩	-	27.9	28.2	200	0.6	180	0.55
混凝土	-	24	24.5	1 200	1	/	/

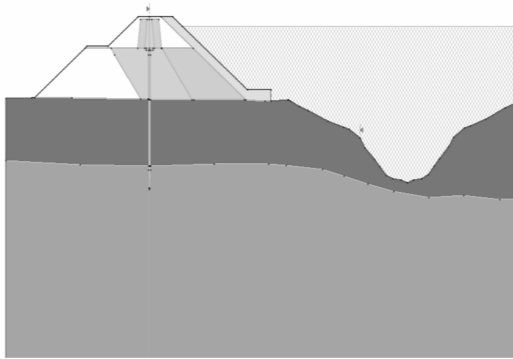


图2 下游围堰边坡稳定计算模型示意图

堰脚里侧约5 m时,则下游围堰下游坡的稳定不满足要求,下游围堰边坡须设防冲墙进行保护。

(2)设置防冲墙后的稳定验算。计算模型同上。计算结果表明:当遇设计标准洪水时,围堰设计水位按1 825.94 m高程计,即为计算工况1时,围堰下游边坡的抗滑稳定安全系数为1.477,大于控制标准1.2;当遇设计标准洪水时,水位骤降,即为计算工况2时,围堰下游边坡的抗滑稳定安全系数为1.162,大于控制标准1.1,故下游围堰边坡满足稳定要求。通过稳定验算得知:导流洞出口明渠末端冲坑直径既使达到60 m时、在下游围堰迎水侧边坡设防冲墙后,围堰迎水侧边坡保持稳定。

3 下游围堰防冲墙的设计

3.1 防冲墙布置

结合下游围堰结构特性及计算模型,乌弄龙水电站下游围堰防冲墙布置于距防渗墙下游28 m处,为钢筋混凝土结构,防冲墙右端头与堰基防渗墙混凝土相接,左端头与导流洞出口右导墙相接,顶高程为1 819 m并穿过堰体和覆盖层,深入基岩1 m,厚度为80 cm。

3.2 防冲墙稳定验算

假定防冲墙后堰体沿图3示意冲毁,则防冲墙存在侧向稳定问题。在下游围堰轴线下游设置钢筋混凝土防冲墙,防冲墙深度约28 m,厚度为80 cm,钢筋混凝土防冲墙深入基岩1 m,深入覆盖层22 m,露出覆盖层9 m。按固定在覆盖层内悬臂梁计算,假定其下游侧面凌空。计算结果表明:最大剪力为83.03 kN、最大弯矩为362.57 kN·m,大于素混凝土抗力要求,经配单宽5根、直径为20 mm的受力钢筋可满足防冲墙强度要求。

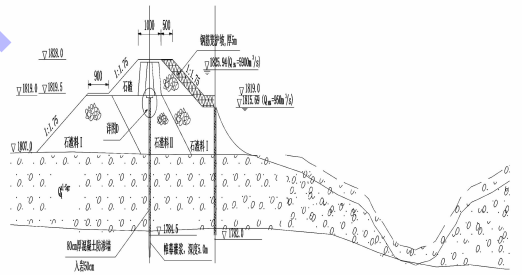


图3 假定防冲墙后堰体冲毁示意图

4 结语

近年来,随着进入后水电时代,高山峡谷水电站开发比例增大,全年导流的土石围堰增多,由于地势原因以及节约投资,部分工程采用短导流洞方案,导流洞出口与围堰之间的距离小,不利于围堰稳定。该工程通过在围堰下游设置防冲墙,保证了施工期下游围堰的度汛安全,确保了下游基坑按正常顺序施工,取得了良好的效果。

作者简介:

- 万明栋(1978-),男,广西玉林人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工;
- 吴俊丽(1987-),女,陕西榆林人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工;
- 崔景涛(1976-),男,青海西宁人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)