

文章编号:1001-4179(2013)20-0004-03

双河口水电站窄缝式挑流消能鼻坎体形设计

曾红,余玉亮

(贵州省水利水电勘测设计研究院,贵州 贵阳 550002)

摘要:双河口水电站是一座以发电为主的大(二)型山区水电站。为减少岸边式溢洪道工程量,设计巧妙地利用陡坡地形布置泄槽;为减小下泄水流对河床及两岸坡的冲刷,设计人员结合水力学模型试验,不断优化调整挑流鼻坎段的收缩比和水舌出坎的方向,最终获得了合适的窄缝挑坎体形。水工模型试验及蓄水后汛期的实际泄流表明,下泄水流流态较好,减轻了对河床、坝脚及右岸坡的冲刷下切,同时减弱了两岸的回流强度,证明该窄缝式挑流消能体形设计是合理的。总结了溢洪道的设计,对山区类似工程有一定的参考意义。

关键词:窄缝式挑坎;收缩比;溢洪道;双河口水电站

中图法分类号:TV65 文献标志码:A

1 工程概况

双河口水电站是贵州省罗甸县蒙江干流河段上的第7级水电站,发电是该水电站的主要任务。整个工程枢纽由混凝土面板堆石坝、右岸闸式溢洪道和龙抬头式泄洪洞、左岸发电引水隧洞、坝后左岸厂房及升压站等主体建筑物组成。工程为大(二)型,水库为不完全年调节,水电站为中型,总装机容量120 MW。保证出力2.964万kW,多年平均年发电量4.591亿kW·h,装机利用小时数3830h。

工程于2004年5月开工建设,2008年2月水库蓄水,同年7月20日首台机组发电,8月1日3台机组全部投产发电。竣工安全鉴定于2009年11月完成。目前,水库及电站运行正常,泄洪建筑物经历了多个汛期的考验,运行良好。

2 溢洪道布置

坝址处河谷呈对称“V”形分布,坝址岩性为粉砂质钙质泥岩夹钙质页岩。因褶皱、节理裂隙发育,岩体较破碎、强度较低、易风化,但两岸及河床的岩性分布相对较为均一。两岸岩体中缓倾角节理裂隙不发育,节理裂隙倾角普遍较陡,其空间分布零乱,不易构成连续的不利结构面组合。

右岸山体较完整雄厚,上游有一深切冲沟,为布置泄洪建筑物创造了天然有利条件。溢洪道进水渠布置于冲沟下游转弯山脊的内凹处。溢洪道水平总长约374m,分别由进水渠段、闸室段、泄槽段及挑流消能工组成。溢流堰净宽24m,设2扇弧形工作闸门,孔口尺寸为12m×18m(宽×高),最大下泄流量为4200m³/s。

溢洪道泄槽段由缓平段接抛物线段再转接陡坡段,最后与挑坎鼻坎段连接。因泄槽段内外侧地面高差达40~50m,若按常规布置成等高程泄槽,会带来开挖量大、投资增大、高边坡处理难度大等一系列问题。为此,两个泄槽设置成错层错位收缩式:从缓平段末端至挑流鼻坎段泄槽横断面均呈错层式,两槽底板高程均不同;同时右槽比左槽长,顺水流向错开布置;每槽溢流净宽由溢流堰末端的12m收缩至陡坡段末端的8m。两槽之间以混凝土中墩隔离。陡坡段后为窄缝式挑流鼻坎段(见图1)。

3 窄缝式挑流鼻坎体形设计

原设计挑流鼻坎段出口末端收缩至4m,窄缝挑坎的收缩比为 $\varepsilon = 1/3$,挑坎挑角为10°。出口单宽流量为525m³/(s·m)。该布置形式出口单宽流量较小,水舌出坎前收缩不够,出坎后外缘挑距较近,为

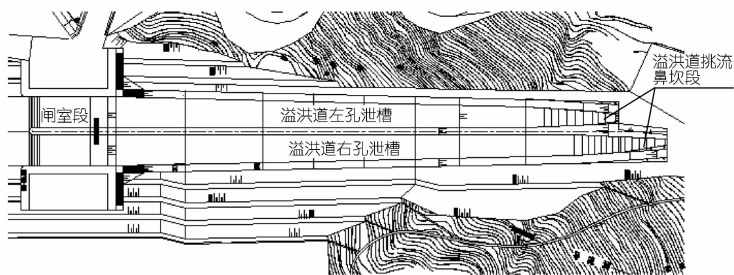


图 1 溢洪道平面布置

94.25 m,水舌还未纵向拉开、扩散就跌入河床,下游两岸产生较大的回流,回流对坝脚和溢洪道坎脚造成较大的掏刷。如调整窄缝挑坎的收缩比,出口单宽流量增大,可以增大水舌挑距,让水舌纵向拉开、扩散。为此,设计进行了不同收缩比的试验对比分析^[1-3]。

3.1 收缩比的选择

针对窄缝收缩程度,设计选取了 1/4, 1/4.8, 1/6 三个收缩比方案进行了水工模型试验分析比较。

(1) 收缩比 $\varepsilon = 1/4$ 。出口单宽流量为 $700 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$,每槽出口收窄至 3 m 宽,水舌挑距增大到 103.82 m,但对下游回流的掏刷及水舌对本岸坡的冲刷下切改善不大。

(2) 收缩比 $\varepsilon = 1/4.8$ 。出口单宽流量为 $840 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$,每槽出口收窄至 2.5 m 宽,水舌挑距最大至 118.30 m。试验观察下游两岸回流掏刷减小,水舌对本岸坡的冲刷下切有改善,尤其是在校核洪水时,左岸回流对坝脚靠右岸坡的掏刷下切得到了较大改善,但厂房尾水出口河床有部分淤积。

(3) 收缩比 $\varepsilon = 1/6$ 。出口单宽流量为 $1050 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$,每槽出口收窄至 2 m 宽,水舌挑距最大至 120.82 m,但厂房尾水出口河床淤积较严重,反弧挑流段水位增高较大,造成出口隔墩和两边墙增高太多,给结构和稳定处理带来不利。同时出口水舌上部高抛挑出后,落点离岸坡较近,造成右岸坡的冲刷下切。

由试验成果可知,窄缝挑坎收缩比为 $\varepsilon = 1/4.8$,每槽出口收窄至 2.5 m 方案最优。

3.2 水舌的转向调整

为了进一步减小水舌对右岸坡的冲刷下切,减小河床冲坑深度,设计再次对水舌的转向进行优化调整分析比较。

(1) 方案 1。溢洪道挑流段两槽的两边墙对称收缩至 2.5 m。该方案下,两槽水舌在空中交汇不多,右槽水舌对右岸的冲刷下切未见改善,左岸回流强度未见减小。

(2) 方案 2。溢洪道挑流段左槽只收缩左边墙,

右槽只收缩右边墙。该方案下,两槽水舌在空中交汇面积较大,左槽水舌出坎方向向右偏移,造成溢洪道出口段岸坡下切增加,左岸回流强度增大。

(3) 方案 3。溢洪道挑流段左槽的两边墙对称收缩至 2.5 m,右槽只收缩右边墙至 2.5 m。该方案下,右槽水舌出坎方向往左岸偏移,减小了水舌对右岸的冲刷下切,降低了左岸的回流强度,两槽水舌出坎后在空中发生碰撞消能,减小了水舌对河床的冲刷。

经试验对比可知,方案 3 不对称收缩方案较优于另两个方案。在调整鼻坎段收缩比的同时调整水舌出坎方向,减小了回流的淘刷及水舌对本岸坡的冲刷。

校核流量下,水舌最大挑距左孔为 108.55 m,右孔为 118.30 m,水舌最大入水宽度为 22.75 m。河床最大冲坑深度为 19.97 m,坝脚靠右岸坡未冲刷下切,在 50 a 一遇洪水情况下,坝脚右岸坡和厂房尾水渠出口均有不同程度的掏刷下切,但与原方案试验结果相比较,有较大的改善。

3.3 最终挑流鼻坎体形设计

窄缝式挑流鼻坎,反弧半径为 50 m,挑射角度均为 10° ,收缩比 $\varepsilon = 1/4.8$,挑流鼻坎从 8 m 宽度收缩至 2.5 m。左槽的两边墙对称收缩至 2.5 m,右槽的右边墙收缩至 2.5 m。

(1) 左槽宽度从 8 m 收缩至挑坎末端的 2.5 m,为对称缩窄,经两次收缩完成。第 1 次对称收缩角度为 3.271° ,第 2 次对称收缩角度为 7.128° 。左边墙最大高度为 28.774 m,该处中墩最大高度为 28.014 m。由于槽底部水压力较大,上部较小,边墙横断面按变宽度设计。左槽左边墙底部宽度从 3.0 m 渐变至 6.193 m,中墩底部宽度从 3.0 m 渐变至 6.066 m。结合模型试验,将左槽鼻坎下游中墩的左侧适当减薄,增加左槽的水舌扩散,使出坎后的水舌碰撞面积增大,同时节省了中墩混凝土量。

(2) 右槽宽度从 8 m 收缩至挑坎末端的 2.5 m,为不对称缩窄,经 3 次收缩完成。第 1 次为不对称缩窄;第 2 次为对称缩窄,对称收缩角度为 3.166° ;第 3 次也是不对称收缩。中墩最大高度 33.774 m,右边墙最大高度 33.774 m。右槽边墙横断面同样按变宽度设计。中墩底部宽度由 3.0 m 渐变为 6.910 m,右边墙底部宽度由 3.0 m 渐变为 7.315 m。

为提高溢洪道混凝土的抗冲耐磨性,同时兼顾经济效益,挑流鼻坎段表层采用 0.4 m 厚的 C40 抗冲耐磨混凝土,内层采用 C25 混凝土。为增加挑流鼻坎段结构安全稳定性,左右槽墙顶部设置了拉梁与拉板。

4 结 语

(1) 结合实际地形及结构设计,专门进行了水工模型试验等多项专题研究,针对性强,分析较深入,为设计提供了依据和参考,使得设计合理、准确、可靠。

(2) 通过调整窄缝挑坎的收缩比和水舌出坎方向,最终找到了较为理想的挑坎体形。窄缝挑坎收缩比减小,出口单宽流量增大,挑距增远,两股水舌纵向拉开并在空中碰撞,减轻了对河床的冲刷,减小了对坝

脚及右岸坡的冲刷下切,同时减弱了两岸的回流强度。经水工模型试验及蓄水汛期泄流证明,窄缝式挑流消能体型设计合理,下泄水流流态较好。

参考文献:

- [1] 刘数华.云龙水库溢洪道泄洪消能设计方案[J].云南水力发电,2002(增),32-33.
- [2] 中南勘测设计院.溢洪道设计规范专题文集[M].北京:水利电力出版社,1990.
- [3] DL/T5166-2002.溢洪道设计规范[S]. (编辑:徐诗银)

Shape design of narrow - channel flip bucket of Shuanghekou Hydropower Station

ZENG Hong, YU Yuliang

(Guizhou Provincial Water Resources & Hydropower Design Institute, Guiyang 550002, China)

Abstract: Shuanghekou Hydropower Station, with power generation as the main object, is a large - II scaled hydropower station in mountainous area. In the design, steep slope terrain was utilized to arrange the spilling channel, thus engineering quantity of the bank spillway was reduced. For mitigating the flow scouring to river bed and bank slope, shrinkage ratio of the flip bucket and jet direction of the water tongue was optimized through hydraulic tests, and the most reasonable narrow - channel ski - jump was proposed. It is proved by hydraulic tests and practical operation in flood season that the design of narrow - channel ski - jump dissipation is reasonable, which can mitigate flow scouring to river bed, dam toe and right bank slope, and the reflux intensity of two banks is decreased.

Key words: shallow - channel flip bucket; shrinkage ratio; spilling channel; Shuanghekou Hydropower Station

(上接第3页)

特性后,对桥梁引道路基进行“金包银”处理,可满足桥梁引道高填方路基填筑对 CBR 值和压实度等要求。

(3) “金”的厚度根据施工作业平台宽度的需要和路基填料对 CBR 值的要求确定,一般采用 2 m。

(4) 若直接采用外购土,工程投资增加较大,若采用“金包银”的方式对路基进行处理,则可大大节约工程投资。

参考文献:

- [1] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院,长江科学院.南水北调中线一期工程总干渠膨胀土试验研究(南阳)[R].武汉:长江水利委员会长江勘测规划设计研究院,长江科学院,2007.
- [2] JTG D30-2004 公路路基设计规范[S].
- [3] JTG F10-2006 公路路基施工技术规范[S].
- [4] 杨和平,赵程鹏,郑健龙.膨胀土用作路基填料的分类指标体系研究[J].岩土工程学报,2009,31(2):194-202.

(编辑:徐诗银)

Research on filling scheme of high - filled subgrade in expansive soil area of Middle Route Project of South - to - North Water Diversion

LIU Xinli, WANG Xiaomao

(Institute of Municipal and Traffic Engineering Design, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: The expansive soil is widely distributed along the Phase I Works of Middle Route Project of South - to - North Water Diversion. If the expansive soil is directly used in the high - filled subgrade filling, it is prone to a variety of defects, or if the outsourcing soil material is directly used, the project investment will increase greatly. The paper proposes an effective method for subgrade filling by using treated expansive soil through analyzing its characteristics. The weak expansive soil whose free expansion rate is less than 55% is used as the core soil for the high - filled subgrade, and the lime - modified expansive soil is used as surrounding soil for isolating the outside water, preventing water instability of the weak expansive soil. It has been verified by experiment that the proposed method can meet the requirements of subgrade filling, and has obvious economic and social benefits.

Key words: expansive soil; high - filled subgrade; project investment; Middle Route Project of South - to - North Water Diversion