

布仑口水电站消力池尾坎位置模型试验

韩守都¹,刘韩生²,吴宝琴²

(1.新疆水利水电勘测设计研究院,新疆 乌鲁木齐 830000;2.水利部西北水利科学研究所,陕西 杨凌 712100)

摘要 针对布仑口水电站水力学模型试验中导流兼泄洪冲沙洞消力池中出现远驱水跃,而常规解决办法都有不同程度副作用的问题,根据工程的实际情况,采用控制消力池尾坎位置的方法,通过 1:40 水力学模型试验,提出将尾坎往上游移动 5 m,将尾坎始段位置与渐变段始段错开,从而提高跃后水深。试验结果表明,这种措施可以使消力池形成良好流态,从而避免远驱水跃,解决消力池流态问题、消能问题,还可稍减小工程量。

关键词 消力池 水跃 尾坎 模型试验 布仑口水电站

中图分类号 :TV653 **文献标志码** :A **文章编号** :1006-7647(2012)01-0062-03

Model test on position of end sill of stilling basin of Bulungkol Hydropower Station//HAN Shou-du¹, LIU Han-sheng², WU Bao-qin² (1. Xinjiang Water Conservancy and Electricity Survey and Designing Institute, Urumqi 830000, China; 2. Northwest Hyrotechnical Research Institute of MWR, Yangling 712100, China)

Abstract :With regard to the hydraulic jump happened in the stilling basin of Bulungkol Hydropower Station during hydraulic model tests, which is used as flood diversion, flood and sediment releasing tunnel, the conventional methods have negative effects to some extent. According to the actual situation of the project, a new method to control the position of the end sill of the stilling basin is proposed. Based on the hydraulic model tests with a scale of 1:40, the end sill is moved upstream for 5 m to separate the starting position of the end sill and the short beginning of transition section. Thus the water depth after the jump increases. The test results show that this kind of measure lead to satisfactory follow regime in the stilling basin so as to avoid hydraulic jump. It may successfully solve the problem of flow regime and energy dissipation as well as reduce the workload.

Key words :stilling basin; hydraulic jump; end sill; model test; Bulungkol Hydropower Station

布仑口水库拦河坝为浇筑式沥青混凝土心墙坝,最大坝高 35m,共有两个泄水建筑物,左岸布置一岸边溢洪道,右岸设有一导流兼泄洪冲沙洞,都采用底流消能。设计泄洪流量 201.4 m³/s,施工导流设计流量 153 m³/s。导流兼泄洪冲沙洞的消力池体型见图 1,其上游接有压洞,下游接退水渠,将水流导入河床。

该工程整体水力学模型试验(模型比尺 1:40)的结果表明,导流兼泄洪冲沙洞消力池中会形成远

驱水跃,不能满足工程要求。设计工况的流态见图 2。

远驱水跃是常见的水力学现象^[1-8],常用的处理措施较多,主要有:①消力墩。设置消力池消力墩可以提高消能率,稳定消力池流态,一般用在弗劳德数较小、流速较低的情况,不适合本工程情况。②降低底板高程。这是一种有效的措施,缺点是增加工程量。③提高消力池前的扩散程度。这实际上是减小第一共轭水深,加宽消力池宽度,降低单宽流量。这

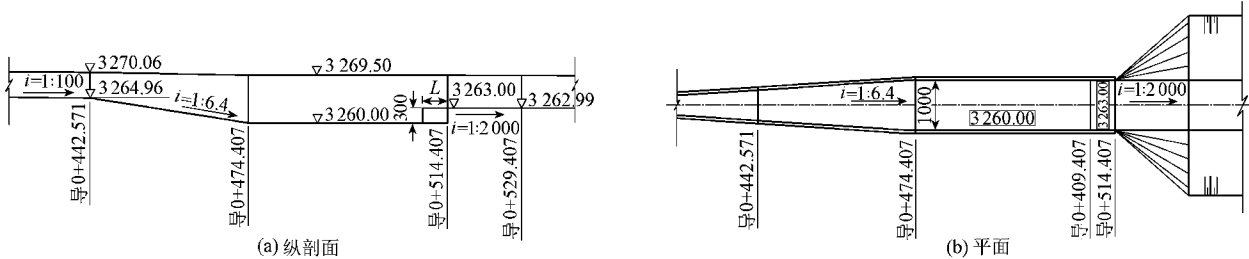


图 1 消力池尾坎位置体型(单位 高程 m,其余 cm)



图2 尾坎未上移时设计工况形成的远驱水跃

种解决问题的措施仍以增加工程量为代价。④加高尾坎。这实际上是通过提高第二共轭水深来解决问题,副作用是加剧了消力池的尾水跌落程度,对退水渠流态不利。以上措施皆有不同程度的副作用,有必要寻求新方法。试验表明,通过控制尾坎位置能够消除远驱水跃^[9],但这种措施目前研究的较少。为此,本文设计了 1:40 水力学模型试验,提出将尾坎往上游移动 5 m,将尾坎始段位置与渐变段始段错开,旨在避免远驱水跃,解决消力池的消能问题。

1 消力池尾坎位置试验

1.1 试验方案

如图 1 所示,控制尾坎位置实际是将尾坎的位置与消力池后的扭面渐变段始端错开,即保持渐变段体型及位置不变,将尾坎始段位置往上游移动,要求尾坎的高程及高度不变。试验采取了 3 种试验方案,分别将消力池尾坎始段位置往上游移动 15.0 m, 7.5 m 和 5.0 m。试验的目的是决定尾坎的始段位置往上游移动的距离 L ,这是一种减少工程量的措施, L 越大,工程量减少得越多。

2.2 试验结果

a. 试验方案 1。将导流洞消力池尾坎在高度不变的情况下向上游移 15.0 m,设计水位时跃首位于池首上游 11.2 m(沿 1:6.4 斜坡),跃末位于尾坎处;总体看消能水体不足,水跃不完整,池内水跃段水面波动较大,设计工况的流态见图 3。

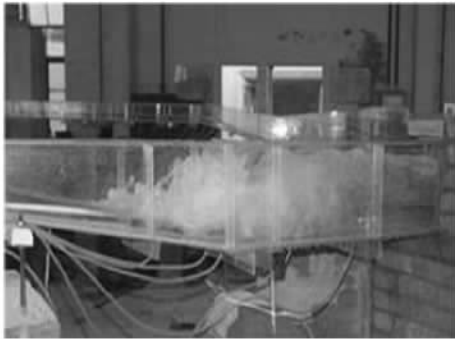


图3 尾坎上移 15.0 m 时设计工况形成的水跃

b. 试验方案 2。在方案 1 的基础上尾坎下移 7.5 m,即较原方案尾坎上移 7.5 m。设计水位时,跃首位于池首上游 9.5 m,水跃较完整。设计工况的流态见图 4。

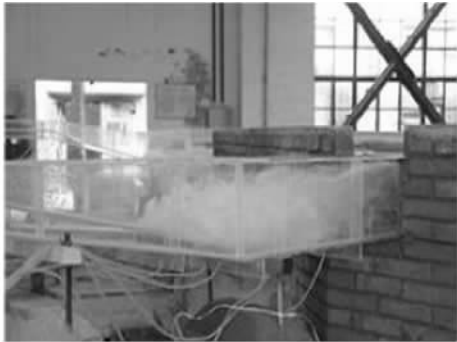


图4 尾坎上移 7.5 m 时设计工况形成的水跃

c. 试验方案 3(推荐方案)。将导流洞消力池原设计尾坎上移 5.0 m。该方案设计水位时,跃首位于池首 8.2 m,跃末位于池首下 19.6 m,水跃完整,水流基本稳定,水面波动相对较小,作为推荐方案设计工况流态见图 5。各个工况水跃跃首位置见表 1,所有工况均避免了远驱水跃,跃首均在池首上游的顺坡上,呈现折坡消力池流态^[10]。

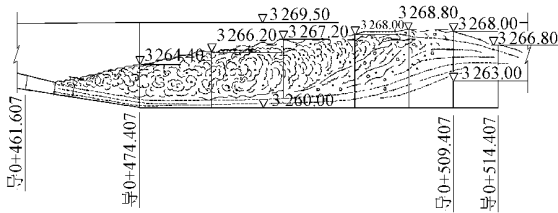


图5 尾坎上移 5.0 m 时设计工况形成的水跃(单位: mm)

表1 推荐方案跃首位置、水跃尾部水面高程及渐变段始端的水面高程

工 况	跃首位置/m	水跃尾部水面高程/m	渐变段始端的水面高程/m
校核工况	导 0 + 466.50	3 269.00	3 269.00
设计工况	导 0 + 464.79	3 268.80	3 266.80
正常工况	导 0 + 464.50	3 268.70	3 266.70
正常水位工作 闸门 1/2 开度	导 0 + 462.41	3 266.60	3 265.20
正常水位工作 闸门 1/2 开度	导 0 + 460.80	3 265.52	3 264.45
施工导流工况	导 0 + 459.18	3 267.40	3 266.00

上述试验说明,控制尾坎位置可以解决远驱水跃问题,3 组试验尾坎位置不同,但都避免了远驱水跃,跃首也都在消力池上游的坡上,这样能够以较短的消力池达到消能的目的。另外,尾坎的位置对水跃有较大的影响, L 过大水跃流态不良,而 L 过小不能起到控制远驱水跃的作用,对于本工程 L 取 5.0 m 满足要求,既能避免远驱水跃,又能形成良好的水跃形态。这种措施不仅解决了消能问题,也无副作用,不仅没有增加工程量,还稍减少了工程量,

可以作为解决消力池问题的首选措施。

2.3 试验结果分析

推荐方案水跃后水面线为降水曲线(图 5),设计工况水跃尾部水面高程高达 3 268.80 m,而渐变段始端的水面高程只有 3 266.80 m,可见由于尾坎往上游移动 5.0 m,使得跃后水深增加 2.0 m,从而避免了远驱水跃。各种工况的水跃尾部水面高程及渐变段始端的水面高程见表 1,可见水跃尾部水面高程均高于渐变段始端水面高程,跃后水深均提高,均避免了远驱水跃,使流态满足工程要求。

消力池下游的扩散渐变段固然是为了与退水渠衔接,但它的存在也降低了水面高程,导致产生远驱水跃,将尾坎上移,实际上就是避免渐变段降低跃后水深,以此避免远驱水跃。

3 消能效果分析

表 2 列出了推荐方案各工况的跃首、跃尾流速及消能率,可见消能情况良好,与跃首流速比较,跃尾流速大幅降低,流速值均在 2.5 m/s 以下,闸门局部开启时的跃尾流速更低,不足 1.70 m/s。至于消能率,全都超过 50%,闸门局部开启的消能率很高,大于 75%。闸门局部开启的消能情况远胜于闸门全开,原因是闸门局部开启的水跃首部弗劳德数高

得多,正常水位下,工作闸门 1/2 开度、1/4 开度的水跃首部弗劳德数高达 7.3 和 11.0。

4 结 语

布仑口水电站导流兼泄洪冲沙洞的消力池中出现远驱水跃,常规的处理方法均有不同程度的副作用,本文通过 1:40 水力学模型试验,提出将尾坎往上游移动 5.0 m,将尾坎始段位置与渐变段始段错开,提高跃后水深,这种措施可以使消力池形成良好流态,解决消能问题,它不仅不增加工程量,还可稍减少工程量。

参考文献:

[1] 曹长冲,刘韩生,徐根海.卡尔达拉水电站试验研究[J].人民长江,2008,39(2):76-79.
[2] 刘美茶,刘韩生.卡尔达拉水电站消力池与消力墩体形试验研究[J].人民长江,2010,41(7):86-89.
[3] 李琳,葛旭峰,谭义海,等.小石峡水电站溢洪道消能工优化试验[J].水利水电科技进展,2011,31(4):77-81.
[4] 罗周,罗肇烽.平台扩散水跃消能及辅助消能工在溢洪道上的应用[J].人民珠江,1995(3):29-34.
[5] 谢世平,黄国兵.消力池运行中的主要问题及解决措施[J].水电与新能源,2011(4):22-25.
[6] 孙双科,柳海涛,夏庆福.跌坎型底流消力池的水力特性与优化研究[J].水利学报,2005,36(10):1188-1193.
[7] 孟祥娟,臧加伦,曹春顶.八一水库输水洞出口底流消能的设计与计算[J].水利科技与经济,2011,17(7):12-15.
[8] 王均星,朱祖国,陈利强.消力池内辅助消能工对水跃消能效率的影响[J].武汉大学学报:工学版,2011,44(1):40-44.
[9] 凌春海.红花水电站枢纽布置和建筑物优化设计[J].人民珠江,2007(1):58-62.
[10] 王瑞彭.折坡消力池水力计算[J].水利学报,1987(2):54-60.

(收稿日期 2011-07-22 编辑 熊水斌)

·简讯·

全国第 12 届岩石混凝土断裂、损伤与强度暨大体积混凝土温控与防裂学术会议将在南京召开
由中国水利学会和中国水力发电工程学会岩石与混凝土断裂专业委员会主办、南京水利科学研究院和河海大学承办的全国第 12 届岩石混凝土断裂、损伤与强度暨大体积混凝土温控与防裂学术会议将于 2012 年 3 月 24—26 日在南京召开。会议将邀请高等院校、科研单位、大型工程建设业主单位、设计院所、施工单位和监理单位等参加,以促进这一领域内科研工作者的相互了解、相互交流和协作,进一步促进学科建设和发展。
会议将邀请著名的水工抗震与地震工程的院士、专家就本学科的研究与发展作特邀报告,会议议题包括:①岩石混凝土断裂、损伤与强度,内容有断裂力学与损伤力学原理、断裂力学和损伤力学的数值分析、断裂准则及复合断裂、断裂力学试验技术、强度及多轴强度、长期强度及疲劳强度、动态断裂与强度、流变断裂与强度、断裂力学与损伤力学的工程应用、混凝土结构物的寿命和安全度评价、工程掩体的稳定分析及原型监测;②大体积混凝土温控与防裂,内容有混凝土配合比设计及其优化,混凝土物理、力学、热学、变形及耐久性能,混凝土工程温控设计及温控标准,混凝土工程结构裂缝扩展、稳定性分析及控制,混凝土工程温度、应力、变形的原型观测;③钢筋混凝土断裂与分析;④大坝安全监测;⑤裂缝监测与诊断;⑥裂缝检测与监测仪器研发;⑦混凝土结构抗震分析。详情见 <http://www.hhu.edu.cn/notes/20111116.htm> (本刊编辑部供稿)