

成果与方法

东平湖八里湾闸改建工程设计综述

王德波¹, 王复宏², 徐磊¹

(1. 山东黄河勘测设计研究院, 山东 济南 250013; 2 山东邹平黄河河务局, 山东 邹平 256000)

摘要:通过对老湖调洪计算,合理确定东平湖八里湾闸南排设计起始排水位和相应设计泄洪流量;根据改建工程需要,满足南排、新老两湖共用、灌溉和排涝等不同的功能需要;采用桩基开敞式,减少了闸室沉降量,抗滑稳定性好,运行更为安全可靠;闸室布置了 1 个低孔和 6 个高孔,高孔采用折线型底板,消能工采用二级平底消力坎式消能,节省工程投资;首次采用往复式高压喷射灌浆新技术解决了闸室垂直防渗和两岸的绕渗;胸墙的分块设计减小了结构尺寸和配筋数量;首次把钉板型铜塑复合材料应用在平面钢闸门滑块设计中,解决了水电工程平面钢闸门滑动支承所要求的低摩擦系数、抗磨损和使用寿命长的问题。

关键词:改建工程;勘察设计;闸门;八里湾;东平湖

中图分类号: TV663.4⁺1 **文献标识码:** A

1 基本情况

东平湖是接纳汶河来水、分滞黄河洪水的重要工程,对于确保济南市、津浦铁路、胜利油田及下游两岸广大地区的防洪安全起着关键作用。东平湖老湖滞蓄洪水后,由陈山口、清河门闸经退水入黄河道退入黄河。由于黄河河床逐年抬高,受黄河洪水顶托和出湖河道淤积影响,老湖北排能力严重不足,致使老湖调蓄能力下降。只靠北排已不能满足老湖防洪的要求,需要考虑南排,增加老湖的排水出路。原八里湾灌排闸位于东平湖二级湖堤桩号 15 + 175 处,为 2 孔钢筋混凝土箱式涵洞,设计防洪水位 43.29 m,相应堤顶高程 44.79 m。东平湖二级湖堤按老湖设计防洪水位 44.79 m 标准加高后,八里湾灌排闸原设计防洪水位和相应堤顶高程比现标准分别低 1.5 和 2.0 m,已成为二级湖堤的防洪险点。受东平湖管理局的委托,山东黄河勘测设计研究院 2001 年开始开展调研工作,于 2003 年圆满结束施工任务。

2 工程布置及主要建筑物

根据八里湾闸的功能要求,拆除原八里湾引水

闸,消除防洪险点,为了节省土方工程量,结合场区地形条件,新建闸址位置选定在原闸附近,在满足工程布置要求的情况下,新闸轴线尽量靠近原闸址,以便与下游排水泵站及流长河连接。

该闸位于二级湖堤上,闸前湖面开阔,结合下游泄洪通道流长河的位置,闸轴线布置与二级湖堤呈正交方向。根据地质勘察资料,该段二级湖堤临新湖侧堤脚以外狭长地带,地质体物理力学性质指标极差,为了使闸室尽量避开该地质体,结合场区地形及地质条件,确定闸室布置在现二级湖堤堤身所占压的位置,使闸室座落在原状土地基上,并使过闸交通能与两岸大堤平顺连接。建筑物等级为 2 级,主体工程包括闸室段、闸前进水段、闸后消能工及两岸连接工程,附属工程主要是管理设施建设。

为了满足灌溉引水和排涝的需要,需布置 1 个低孔过流,低孔也承担泄洪任务,低孔位置居中间布置。该闸采用桩基开敞式,共 7 孔,每孔净宽 8 m,南排设计泄洪流量 450 m³/s,最大泄洪流量 800 m³/s。

3 设计要点

收稿日期: 2006 - 12 - 06; 修订日期: 2007 - 05 - 20; 编辑: 孟舞平

作者简介: 王德波 (1963 -), 男, 山东惠民人, 高级工程师, 主要从事水利工程规划设计工作。

山东黄河勘测设计研究院, 东平湖水库八里湾闸改建工程施工详图设计报告, 2003 年。

3.1 确定八里湾闸规模

东平湖二级湖堤的作用是将新湖区与老湖区分隔开,减少新湖区的淹没损失。二级湖堤最高防洪水位为 44.79 m。按此标准,在遭遇黄河洪水严重顶托影响的情况下,老湖单独处理汶河洪水的力量大致相当于 10 年一遇(即频率 10%)。八里湾闸的规模必须通过老湖多种组合的调洪计算综合分析确定。

设计对不同频率汶河洪水过程组合各种黄河来水过程进行调洪计算。根据调洪计算结果,对于 2010 年设计水平年相应黄河河道条件,在汶河发生 10 年、20 年一遇洪水,黄、汶洪水严重遭遇时,老湖最高水位将分别超出设计防洪水位 0.15 m 和 0.38 m。需要通过八里湾闸南排。

为了合理地确定八里湾闸的规模,对不同起始泄洪水位相应的泄洪流量(按等流量排水考虑)和排水量分别进行了计算。在遭遇黄河洪水严重顶托的情况下,当汶河发生 10 年一遇洪水时,若湖水位达到 42.79 m 开始南排,泄洪流量需 150 m³/s,相应水量 1.64 亿 m³;若当湖水位达到 44.59 m 开始南排,泄洪流量需 450 m³/s,相应水量 0.39 亿 m³。若汶河发生 20 年一遇洪水,当湖水位达到 42.79 m 时开始南排,需泄洪流量为 330 m³/s,相应水量 3.81 亿 m³;若当湖水位达到 42.99 m 开始南排,泄洪流量需 450 m³/s,相应水量 3.76 亿 m³。从以上分析可以看出起始泄洪水位越低,需泄洪的流量就越小,但需南排的水量就越大,对接纳洪水的设施压力越大;反之,起排水位越高,泄洪流量就越大,需南排的水量就越小,泄水建筑物规模就越大,投资就越高。八里湾闸作为新老湖联合运用的控制闸,其泄洪流量越大,对老湖防洪的运用就越主动,对减少二级湖堤爆破运用的机率就越有利。为了控制南排工程的规模,又充分发挥新湖围坝上已建司垓闸的过流能力,根据调洪演算成果,综合考虑以上因素,八里湾闸规模选用起始排水位 42.99 m,相应泄洪流量 450 m³/s。

3.2 八里湾闸的多功能性

八里湾闸改建后,具有南排泄洪、控制新老两湖联合运用、引水灌溉、排涝等多项功能。

(1)南排功能。东平湖老湖滞蓄洪水后,受黄河洪水顶托影响,老湖北排能力严重不足。八里湾闸改建后,增加老湖的排水出路,南排设计泄洪流量 450 m³/s,最大泄洪流量 800 m³/s。既满足汶河 10

年一遇洪水的要求,又能扩展到符合汶河 20 年一遇洪水运用。

(2)新老两湖联合控制运用功能。八里湾闸沟通新、老湖,加强了新、老湖联合控制运用。当运用新湖分滞洪水后,也可以通过该闸排水入老湖北排入黄河,尽量避免爆破二级湖堤。

(3)引水灌溉功能。八里湾闸灌溉流量 25 m³/s,灌区涉及梁山、东平 2 县耕地 2.51 万 hm²,其中梁山县 2.40 万 hm²,东平县 0.11 万 hm²。

(4)排涝功能。八里湾闸排涝流量 18.82 m³/s,承担二级湖堤沿线代码河以东,东平县境内的代庙、商老庄、大安山 3 乡镇涝水提排任务,控制面积 52.97 km²。

3.3 节省工程量和工程投资

(1)闸址处分布有厚度 3~5 m 的软弱粘土层,干密度 1.3 t/m³,内摩擦角 6.21°;凝聚力 0.81 t/m²,土力学物理力学性指标差,地基承载能力低。设计按桩基开敞式闸室和开敞式闸室(天然地基)2 个方案进行技术、经济比较,桩基开敞式方案技术、经济明显优于开敞式(天然地基)方案,且工程投资节省 226.85 万元^[1]。因此确定采用桩基开敞式方案。该方案的荷载(水平力和垂直力)由灌注桩承担,由于用桩保证闸的水平抗滑稳定,建筑物的上部就可以采用轻型结构,节省工程量和投资。而且桩基沉降量和不均匀沉降较小,因此可以在闸底板中部分缝,用止水连接,使其互不传力,减少了底板弯矩和底板厚度。并可以取消缝墩,避免了复杂的缝墩止水,提高了水闸运用的安全性。

(2)根据该闸具有泄洪、灌溉、排涝的特点,布置了 1 个低孔和 6 个高孔,低孔满足灌溉和排涝的需要,不需要为了满足灌溉和排涝的功能,专门建设灌溉和排涝闸,节省工程投资。

(3)消能工设计进行了消力坎式消力池、综合式消力池、下挖式消力池等 3 个方案比较^[2]。消力坎式消力池比后者分别节省投资 31 万元和 63 万元。而且水下方开挖工程量小,施工方便,决定采用消力坎式消能。

(4)为了避免闸前防渗铺盖和两岸连接工程量大,闸基防渗采用水平防渗铺盖与垂直防渗墙相结合的方式布置,满足闸底防渗要求(此为山东黄河首例)。用防渗刺墙自减载孔外侧向外延长 20 m,解决了两岸绕渗问题,缩短了施工工期,节省了工程

投资。

(5)该闸在两岸减载的处理上,采用岸箱与边墩结合为一个整体的办法,并在岸箱外加减载孔,岸箱与减载孔均坐落在桩基上,这样大大减小了两岸高填土对闸室不均匀沉陷的影响。

(6)胸墙结构尺寸设计中,对各分块尺寸进行了优化组合,使预制件吊装、安装方便。通过分缝使上部块自重荷载不直接传递给下部块,使得胸墙下部块的配筋减小,从而节省投资。

3.4 新材料新技术

(1)闸基垂直防渗采用了往复式高压喷射灌浆新技术。它的基本原理是把钻进和高喷融为一体,钻进的同时高压介质切割地层成槽,制成混合浆液对孔槽进行护壁,提升时高压水泥浆在切割地层的同时挤压混合浆液将其排除孔槽外,水泥浆液充填孔槽形成水泥凝固体或帷幕。钻灌一体,减少塌孔现象的发生。与单程式高喷相比:生产效率提高 35% 以上,人员减少 50%,施工用电降低 35%,工程成本降低 25% ~ 35%。

(2)钢闸门行走装置设计中,采用了钉板型铜塑复合材料制作滑块。该材料以铜质材料作为基料,填充固体润滑剂而成,它具有耐磨、抗老化、耐腐蚀、摩擦系数小、使用寿命长、安全可靠等特点,用它代替胶木等其他材料制成的滑块,解决了水电工程平面钢闸门滑动支承所要求的低摩擦系数、抗磨耗

和使用寿命长的问题。为山东黄河防洪工程建设中首次引进应用。

3.5 与环境和谐

八里湾闸位于东平湖区,翠山环抱,湖光山色怡人,著名的国家森林公园——腊山公园在其附近,220 国道穿过其旁,闸东侧不远处就是南水北调东线入东平湖老湖的入库泵站所在地,是沿线的主要景点之一。因此,八里湾闸的外观设计采用了我国古建筑的“湖光山色-亭台”的写意手法,使整个建筑融入了周围的景色,并成为一处优美的景点。设计取古韵古风,但不求古式,充分体现古建筑的稳与飞的特点,稳重大方而不失清灵以达到与周围山凝水柔的特点相融洽。以闸中心线为对称轴,总体造型采用传统的对称式布局。桥头堡设于闸的两端,方形,总高度 11.6 m,主堡部分 8.3 m,重檐二重,取楼台之意;角亭高 3.3 m,为四角亭;中部为机房,长 63.68 m,结合下部结构分为 7 个单元,取阁之意,将亭台楼阁浓缩于一体。因此,八里湾闸的外观设计具有修建一处水利工程,增加一处旅游景点的特点。

参考文献:

- [1] 华东水利学院,大连工学院,西北农学院. 水工钢筋混凝土结构(下册)[M]. 北京:水利电力出版社,1975,301-373.
- [2] 华东水利学院. 水闸设计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1983,14-112.

Introduction to Re - construction Design of Baliwan Lockgate in Dongpinghu Lake

WANG De - bo¹, WANG Fu - hong², XU Lei¹

(1. Huanghe Exploration Mapping Design Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Zouping Bureau of Managing Huanghe Matters, Shandong Zouping 256000, China)

Abstract: Through measurement for regulating flood ability of old and new lakes, initial discharge level and related flood discharge amount to south part of Baliwan Lockgate are determined reasonably. It can meet the demand of many functions, such as flood discharge to south part, old and new lakes sharing, irrigating and draining flooded fields. By using opening foundation, subsidence amount of lockgate can be reduced with stable resistance of sliding and run safely. 1 low hole and 6 high holes are arranged in lockgate, and high holes are arranged by using mansard floor. Secondary flat floor baffle threshold are used to dissipate energy which can save engineer cost. percolation in vertical and surrounding areas of lockage are solved by using reciprocating jet grouting technology. Block design of the walls can reduce structural sizes and reinforced amounts. Staple copper complex materials are used in designing planar steel lockgate first, which will solve problems of low friction ratio, high antifriction and long using history.

Key words: Re - construction engineer; exploration design; lockgate; Baliwan; Dongpinghu Lake