

# 大汶河汶口坝拦河闸除险加固施工导流设计

栗瑞娟<sup>1</sup>, 邱元成<sup>2</sup>, 邵志豪<sup>3</sup>

(1. 山东水务招标有限公司, 山东 济南 250014; 2. 高密市马旺水库运营维护中心, 山东 高密 261500;  
3. 山东省水利勘测设计院有限公司, 山东 济南 250014)

**【摘要】**结合泰安市大汶河汶口坝拦河闸除险加固工程分期围堰导流方式的成功实施, 就如何在集中布置的枢纽建筑物中采用分期围堰导流方式进行了分析阐述。同时, 介绍了该围堰设计及布置, 并经现场施工实施检验效果良好, 可为类似工程提供参考与借鉴。

**【关键词】**大汶河; 拦河闸; 施工导流; 分期围堰; 渗流分析; 抗滑稳定

**【中图分类号】** TV698

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1009-6159(2025)-08-0027-03

## Cofferdam Diversion Construction Design for Reinforcement to Endangered Wenkou Dam Barrage on Dawen River

LI Ruijuan<sup>1</sup>, QIU Yuancheng<sup>2</sup>, SHAO Zhihao<sup>3</sup>

(1. Water Affairs Tendering Co., LTD. Of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China;

2. Mawang Reservoir Operation and Maintenance Center of Gaomi City, Gaomi, Shandong 261500, China;

3. Shandong Survey and Design Institute of Water Conservancy co., Ltd, Jinan, Shandong 250014, China)

**Abstract:** Combined with the successful implementation of the phased cofferdam diversion method in the reinforcement project of endangered Wenkou Dam Barrage on Dawen River in Tai'an Municipality, this paper analyzes and expounds how to adopt the phased cofferdam diversion method for hub buildings with centralized layout. At the same time, it introduces the design and layout of the cofferdam, which have been proved to be effective through on-site construction practice, providing reference for similar projects.

**Key words:** Dawen River; Barrage; Construction diversion; Phased cofferdam; Seepage analysis; Anti-sliding stability

大汶河汶口坝拦河闸位于大汶河干流与支流柴汶河交汇处下游 1 km。工程主要建筑物包括右岸引水闸、汶口水电站、溢流坝、右岸橡胶坝、翻板闸、溢流坝、左岸挡水墙、左岸冲砂闸、左岸引水闸等, 闸坝全长 881.60 m。汶口坝拦河闸 1959 年 11 月开工建设, 1960 年 10 月竣工。工程自建成运行 50 多年来在防洪调蓄、引水灌溉、蓄水发电、地下水补源等方面发挥了重要作用, 有力的促进了当地工农业生产的发展。根据汶口坝拦河闸安全鉴定结论, 该闸为“三类闸”, 过流能力不足, 消能防冲设施不满足规范和设计要求。现状拦河建筑物存在诸多问题, 已严重影响河道行洪及建筑物安全运行, 引水建筑物淤积严重影

响功能发挥, 工程长期处于带病状态, 不能发挥应有的综合利用效益, 需进行除险加固。

除险加固内容主要包括: 拆除翻板闸、橡胶坝、溢流坝, 改建为右岸拦河闸, 共 22 孔, 单孔净宽 14 m, 闸室总宽度 341.9 m; 拆除左岸溢流坝, 改建为左岸拦河闸, 总共 8 孔, 单孔净宽 9 m。改建左岸引水闸、右岸引水闸闸室; 加固现有挡水墙长 246.8 m; 改建右岸拦河闸与挡水墙之间溢流坝长 144 m; 维修加固汶口电站、封堵茶棚电站。

坝址区河道较为顺直, 闸轴线河道断面宽约 950 m, 主河床偏向右岸, 宽度约 320 m; 河漫滩

收稿日期: 2025-01-22

作者简介: 栗瑞娟(1982—), 女, 工程师

地势平缓, 主要位于左岸及河道中部, 宽度约 570 m, 其中河道内 350 m 为河床淤积抬高形成, 约占 1/3 河宽, 抬高部分高程 94.30~95.70 m; 两岸堤防完整, 堤顶宽度约 4.5 m。拦河闸处地层除人工填筑碎石壤土外, 场区地层自上而下为第四系全新统冲洪积堆积的壤土、第四系上更新统冲积洪积堆积的壤土和寒武系的薄层灰岩, 开挖范围内土石方主要为碎石壤土层、壤土层、灰岩层<sup>[4]</sup>。

## 1 施工导流方案

根据工程施工涉及到的建筑物地形、地质条件、建筑物布置型式等情况, 现状右岸紧靠村庄, 如将导流明渠布置于右岸, 涉及到的村庄较多, 拆迁工作量较大, 投资较大; 左岸为耕地, 相对较开阔, 导流明渠布置于左岸, 长度约 1 km, 明渠开挖量及临时占用耕地较多, 且需疏通大汶河与柴汶河之间滩地部分, 将大汶河水引至柴汶河, 经开挖导流明渠泄至下游, 投资也较大。经综合分析以上因素, 并考虑了导流流量大小等诸多条件, 施工导流方案采用分期围堰导流方式, 围堰共分两期施工。

一期围堰工程安排于第二年非汛期 10 月一次年 3 月, 在大汶河河床内修筑纵向围堰, 纵向围堰修筑于 18# 孔位置, 与上下游围堰连接, 围封左岸部分, 通过束窄右侧河床下泄上游来水。由于拦河闸受拦蓄影响使上游河道泥沙淤积严重, 为满足水流条件, 先期需对淤积严重的河床部位进行清淤, 施工左侧 1# 孔闸门至 17# 孔闸门、上下游连接段土建工程, 以及左岸拦河闸、左岸引水闸等工程。为满足左岸拦河闸施工期间干地施工, 需在左岸拦河闸上游柴汶河内修筑支流挡水围堰, 与右侧一期挡水围堰共同围封基坑, 形成干地施工条件。

二期围堰工程安排于非汛期 4—5 月, 修筑纵向围堰及上下游围堰, 围封河道主河槽右侧 18#~22# 孔闸门, 利用已建成的拦河闸左侧闸孔下泄上游来水, 完成闸室段、上游连接段土建工程以及其他工程的施工。

## 2 围堰设计

### 2.1 防洪标准

大汶河汶口坝拦河闸除险加固工程工程等

别为 II 等, 工程规模为大(2)型, 左、右岸拦河闸, 左、右岸引水闸, 溢流堰、挡水墙等主要建筑物级别为 2 级, 汶口电站等次要建筑物级别为 3 级, 临时建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303—2017)规定<sup>[2]</sup>, 导流建筑物级别为 4 级, 采用土石围堰的设计洪水标准为 20~10 年重现期洪水<sup>[3]</sup>。除险加固工程导流建筑物设计防洪标准采用 10 年重现期洪水。

### 2.2 一期围堰

一期围堰采用土石围堰型式, 导流时段为非汛期 10 月一次年 3 月。经计算, 导流时段设计洪水流量为 156.4 m<sup>3</sup>/s, 设计水位为 96.314 m, 水位壅高值为 0.194 m。一期围堰设计上游挡水水位为 96.314 m, 考虑围堰超高与风浪加高, 上下游围堰顶高程分别取 97.304 m、95.810 m<sup>[4]</sup>。围堰顶宽 3 m, 一期围堰轴线长 661 m, 迎水面高程以上边坡采用 1:2.0; 以下边坡主要为水中倒土自然坡, 为 1:4; 背水面高程以上边坡采用 1:2.0, 以下为 1:4。围堰上游铺设复合土工膜防渗; 为防止迎水面风浪冲刷破坏围堰边坡及堰体, 上游护坡采用编织袋装土护砌, 厚度为 0.3 m。一期围堰横断面见图 1。

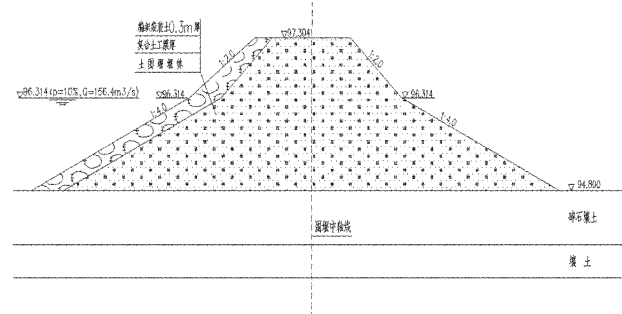


图 1 一期围堰横断面图

### 2.3 二期围堰

二期围堰采用土石围堰型式, 导流时段为第二年 4—5 月。经计算, 导流时段设计洪水流量为 53.2 m<sup>3</sup>/s, 设计水位为 94.440 m, 水位壅高值为 0.030 m。二期围堰设计上游挡水水位为 94.440 m, 考虑围堰超高与风浪加高, 上下游围堰顶高程分别取 95.430 m、95.400 m。围堰顶宽 3 m, 二期围堰轴线长 465 m, 其余指标同一期围堰。

### 2.4 围堰稳定计算

根据地质地勘资料, 选取堰高较大的一期围堰横断面为计算断面, 采用专业岩土软件 Geo-studio 中的 SEEP/W 渗流模块对围堰进行渗流分析。经计算, 围堰最大单宽渗流量为

$1.893 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$ ;水力坡降最大值为 0.27,允许值为 0.30。围堰堰体内水力坡降很小,下游堤坡最大渗透坡降值均小于允许渗透坡降。计算结果表明,围堰防渗效果较好,能够保证拦河闸施工要求及施工期围堰渗流稳定性。

围堰边坡抗滑稳定分析采用简化毕肖普法计算。迎水面采用施工期设计洪水位 96.314 m,背水面无水,计算迎水面和背水面边坡稳定。根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL 303—2017),围堰为 4 级建筑物,计算的边坡抗滑稳定安全系数允许值为 1.15。围堰填筑土料干容重为  $16.90 \text{ kN/m}^3$ ,粘聚力  $C$  为 18.5 kPa,内摩擦角为  $22.0^\circ$ 。经计算,围堰上下游边坡抗滑稳定安全系数分别为 2.096、1.279,满足规范要求。

### 3 围堰施工

根据施工导流方案,拦河闸围堰分两期进行施工,围堰土方填筑利用滩地范围内土料,开挖土方采用挖掘机装自卸车运输至围堰填筑部位翻卸,74 kW 推土机摊铺后碾压。围堰填筑采用进占法施工,围堰迎水面防渗和护坡施工与围堰填筑同时进行。复合土工膜铺设需要满足搭接长度要求,将复合土工膜定位后,抛填护砌编织袋装土,与复合土工膜一起顺定位桩沉入河底。迎

水面护坡采用人工装编织袋,机动翻斗车运至工作面抛填施工。

### 4 结语

大汶河汶口坝拦河闸除险加固工程施工导流方案的顺利实施,为其他建筑工程的土建和金属结构安装工程等打下良好的基础。工程两期围堰施工均需在一个非汛期内完成,由于土方填筑工程量大,造成围堰施工工期紧、强度高、难度大,这些问题是围堰工程设计中经常遇到并需要解决的难点。在施工导流设计中需充分考虑施工工序,结合围堰断面尺寸,防渗型式、空间布置等因素,合理确定围堰方案。本工程采用土石围堰,堰体为梯形断面,水位以下采用自然放坡方式,利用机械化施工,较好地满足了施工工期的要求。

#### 参考文献

- [1] 山东省水利勘测设计院有限公司.泰安市大汶河汶口坝拦河闸除险加固工程初步设计报告[R].2019.
- [2] 水利部水利水电规划设计总院.水利水电工程施工组织设计规范:SL303-2017[S].北京:中国水利水电出版社,2017.
- [3] 水利部水利水电规划设计总院.水利水电工程施工导流设计规范:SL623-2013[S].北京:中国水利水电出版社,2014.
- [4] 水利部水利水电规划设计总院.水利水电工程围堰设计规范:SL645-2013[S].北京:中国水利水电出版社,2013.

(责任编辑 赵其芬)

(上接第 26 页)

根据检测成果可知,4 根所检钢丝绳均存在断丝,且钢丝绳断丝随机地分布于某个区段,受影响的区段也无法按要求移除;钢丝绳局部存在扭结(正向)和内部腐蚀现象。这些缺陷大多处于钢丝绳的应力集中区域,这可能是由于长期使用过程中的疲劳损伤所导致。虽然目前尚未对钢丝绳的整体性能造成严重影响,但如果不及时进行处理,可能会引发更大的安全隐患。

### 4 建议

一是对检测出的缺陷区域进行重点关注,定期进行复查,确保缺陷没有进一步扩大。二是加强钢丝绳的日常维护工作,包括定期清洁、润滑以及检查紧固件的松动情况等。三是建立完善的钢丝绳使用档案,记录其使用历史、维护情况和

检测结果,以便及时发现并解决问题。四是对龙潭沟水库的所有钢丝绳进行全面的电磁法无损检测,以确保整个水库工程安全运行。

### 5 结语

相比传统的检测方法,电磁法无损检测技术大大提高了检测效率。电磁法无损检测技术不仅提高了缺陷检测的准确性和效率,还提供了丰富的缺陷信息,有助于更好地了解钢丝绳的使用状态,制定合理的维修和更换计划。通过本次电磁法无损检测技术在龙潭沟水库钢丝绳检测中的应用实践,验证了这种方法的可行性和有效性。未来,随着技术的不断进步和完善,电磁法无损检测技术将在水利工程领域发挥更大的作用,为水利工程的安全运行提供技术支持。

(责任编辑 张玉燕)