

滨州市西沙河钢坝闸工程设计研究

刘俊刚

(滨州市水利资源开发建设中心, 山东 滨州 256603)

【摘要】 钢坝闸是一种新型景观水闸,具有景观河道效果好、运行自动化程度高、使用寿命长等优点。当前河道蓄水项目建设中,多跨低水头或单跨高水头的钢坝闸使用较为广泛。本文以滨州市西沙河基础设施建设工程为例,对多跨高水头大型钢坝闸设计方案进行详细分析和总结,认为钢坝闸工程设计更为经济适用,可为类似工程设计提供参考。

【关键词】 钢坝闸;城市河道治理;工程设计;西沙河;防治

中图分类号: TV222

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2021)04-031-05

Study on the design of steel dam sluice in Binzhou Xishahe River

LIU Jungang

(Binzhou Water Resources Development and Construction Center, Binzhou 256603 China)

Abstract: Steel dam sluice gate is a novel landscape sluice gate which has the advantages of good landscape river course effect, high degree of operation automation and long service life, etc. The steel dam sluice with multi-span low head or single-span high head is widely used in the current river storage project construction. The infrastructure construction project of Xishahe River in Binzhou City is adopted as an example in the paper. The design scheme of large steel dam sluice with multi-span and high head is analyzed and summarized in details. It is considered that the design of steel dam sluice is more economical and applicable, which can provide reference for similar engineering design.

Keywords: steel dam gate; urban river management; project design; Xishahe River; prevention and treatment

1 工程概况和闸型比选

拟建西沙河节制闸位于滨州市西沙河与北外环交叉口下游 150m 处,其作用为非汛期拦蓄上游西沙河来水,并保障主城区水系水位,汛期迅速开闸排泄城区水系汇集的城市雨洪水。闸前蓄水高度不得高于 8.50m,当闸前水位超过 8.50m 时需立即开闸泄水。

闸址处西沙河设计排涝流量 $91.40\text{m}^3/\text{s}$,排涝水位 8.50m,河底高程为 5.50m,比降 1/7000,边坡 1:3,现状河底宽 31~25m,河口宽 38.0m,河口高程 9.70m。

闸室设计布置为单孔 30.0m,坝高 3.30m,挡水高度 3.00m。闸门型式比选考虑水力自动翻板闸门、气动盾形闸门和钢坝闸门三种门型。按照本工程景观打造要求,综合分析比较三种方案优缺点,见表 1。

收稿日期: 2020-07-18

作者简介: 刘俊刚(1970—),男,专科,工程师,主要从事于大中型骨干河道水利工程建设服务和水利工程管理。

表1 闸门型式比选

序号	闸门门型	闸门规格 (宽度)/m	孔口 数量	方 案 特 点		投 资
				优 点	缺 点	
1	气动盾形 闸门	30	1	孔口上部无土建结构,视觉通透,景观效果好;允许门顶过水溢流,形成人工瀑布的景观效果;采用空压机对橡胶气袋的充气与排气控制闸门启闭,自动化程度高,可人工调节闸上水位,已有建成工程案例	橡胶气袋等主要设备需要进口,目前国内无替代产品,一旦损坏,更换费用及订货周期均受代理商控制	最 大
2	水力自动 翻板闸门	30	1	孔口上部无土建结构,视觉通透,景观效果好;允许门顶过水溢流,形成人工瀑布的景观效果;闸门随上游水位变化自动启闭,节约能源;管理简便,运行成本低。国内有工程案例	无法人工调节闸上水位	最 小
3	钢坝闸门	30	1	孔口上部无土建结构,视觉通透,景观效果好;允许门顶过水溢流,形成人工瀑布的景观效果;采用液压启闭机控制闸门启闭,自动化程度高,可人工调节闸上水位	闸前可能存在泥沙淤积,闸门宽度及设计水头较大,该设备为制造商新研制开发产品,工程运行情况有待进一步调研	较 大

综合表1分析,最终采用钢坝闸门方案。

2 工程设计

2.1 工程总体布置

钢坝闸门纵向全长44m,主要由上游连接段、铺盖段、闸室段、消力池段、下游连接段和启闭机室组成。钢坝上、下游采用钢筋混凝土悬臂挡墙、素混凝土护坡和素混凝土挡土墙与河道衔接;闸底板、启闭机室底板和上下游悬臂挡墙基础采用钢筋混凝土灌注桩;闸门采用1扇钢坝闸门,并配套两侧液压力式启闭机。

2.1.1 上游连接段

上游连接段长100.0m,底宽由31.0m渐变至30.0m,两岸通过20cm厚C35现浇混凝土护坡与C35素混凝土挡土墙相结合的方式渐变至现状河道边坡。C35素混凝土护底顶高程5.50m,厚0.4m,护底下设一层100mm厚C15素混凝土垫层,端部设0.4m深齿坎。横向(垂直河道方向)分四节,分别设置0.4m深齿坎。护底间及护底与挡土墙间均采用聚乙烯闭孔泡沫板填充,护底与铺盖间采用橡胶止水连接。

2.1.2 铺盖段

铺盖段长8.0m,底宽30m,两侧为C35钢筋混凝土悬臂挡墙护岸及启闭机室。C35钢筋混凝土铺盖宽28.5~30.0m,铺盖顶高程为5.50m,厚0.5m,下设一

层100mm厚C15素混凝土垫层,端部设0.5m深齿坎。

上游连接段及铺盖两岸为C35钢筋混凝土悬臂挡墙,悬臂挡墙高度为4.20m,设计顶高程为9.70m,悬臂挡墙底板下设一层100mm厚C15素混凝土垫层,基础采用 $\phi 800$ 的C35钢筋混凝土灌注桩,桩长10.0m,单侧挡墙下布设7根。铺盖与钢坝底板、悬臂挡墙、启闭机室侧墙间均采用橡胶止水连接。

2.1.3 闸室段

闸室段长6.0m,闸孔净宽30.0m,闸室底板为C35钢筋混凝土结构,底板顶高程上游为5.50m、下游为4.30m,底板厚1.20m,下铺设一层100mm厚C15素混凝土垫层,基础采用 $\phi 800$ 的C35钢筋混凝土灌注桩,桩长为10.0m,底板下布设14根。闸室段两岸为启闭机室,下游为消力池。闸室底板与上游铺盖、两岸启闭机室侧墙和下游消力池间采用橡胶止水连接。

2.1.4 消力池段

消力池段长10.0m,底宽30.0m,两岸接启闭机室及新建C35钢筋混凝土悬臂挡墙。消力池采用C35钢筋混凝土结构,消力池底板顶高程为4.30m,厚0.50m,下游端设反滤层,泄水管采用 $\phi 50$ PVC管,末端设置800mm厚消力池坎,顶部高程为5.50m。消力池下设一层100mm厚C15素混凝土垫层,端部设0.5m深齿坎。消力池与启闭机室侧墙、钢坝底板间采

用橡胶止水连接。消力池与悬臂挡墙、下游海漫间均采用聚乙烯闭孔泡沫板填充。

2.1.5 下游连接段

下游连接段由 8.0m 长海漫段及 2.0m 长抛石防冲槽段组成,底宽 30.0~25.0m。C35 素混凝土海漫顶高程 5.50m,厚 0.4m,护底下设一层 100mm 厚 C15 素混凝土垫层,端部设 0.4m 深齿坎。海漫横向(垂直河道方向)分四节,分别设置 0.4m 深齿坎。海漫后为 2.0m 长抛石防冲槽段,厚 1.0m,宽 26m。下游拆除原砌石挡土墙,保留下部 0.5m 高部分,在河道底宽 30m 处重新浇筑 2.5m 高 C35 素混凝土挡土墙,与下游渡槽连接,左岸挡土墙长 88m,右岸的长 90m,墙顶高程 8.5m,为保证安全,墙顶设置花岗岩栏杆。挡土墙间隔 10.0m 设置一道伸缩缝,缝宽 2cm,采用闭孔泡沫板填充。下游连接段各缝间均采用聚乙烯闭孔泡沫板填充。

2.1.6 启闭机室

启闭机室为 C35 钢筋混凝土空箱结构,长 13.20m,宽 3.70m,除迎水侧侧墙厚 800mm 外,其余侧墙均厚 600mm,底板厚 1200mm,底板顶高程为 4.30m,底板中间部位临水侧设置 800mm×800mm×800mm 集水坑;顶板厚 150mm,顶板顶高程为 9.70m,顶板上铺设一层 100mm 厚的彩色混凝土防水地面;分为盖板段和固定段,盖板段分布在启闭机室中段,由 9 块 2880mm×990mm×150mm 的 C40 钢筋混凝土盖板组成,固定段分布在启闭机室上下游,其宽度为 2.80m,在上游固定段背水侧设置 400mm×400mm 的排气孔,在下游固定段背水侧设置 400mm×400mm 的进气孔,在下游固定段临水侧设置 1000mm×1000mm 的人孔,人孔上设 C40 钢筋混凝土盖板;启闭机室内设置钢爬梯、防爆灯具、负压风机排气扇、自动抽排湿装置、集水井自动抽排水装置等,启闭机室内设有驱动装置基座和锁定梁装置基座,并在迎水侧挡墙预留孔口,具体尺寸以厂家提供的尺寸为准。启闭机室内设小型潜水泵排水。

2.2 工程电气设计

钢坝闸工程主要涉及蓄水、景观等功能,根据工程

用电负荷重要性,确定工程用电负荷为三级负荷。工程用电由市电供应,电源由每座钢坝闸附近 10kV 架空线路引接至附近,每座闸供电线路长度按 0.5km 计,附近配备箱式变电站为钢坝闸、液压启闭机及照明生活等供电。变压器选用干式变压器,配套高低压变配电设备。根据负荷计算情况选择 80kVA 干式变压器一台,并配套相应的高低电压配电柜。高压系统选用 HXGN17-12 型系列高压环网柜。低压配电屏采用 GGD2 系列低压成套开关柜。高压侧跌落保险选用 PRWG1-10FW-100/20-6.3 型,避雷器选用 Y5WS-12.7/50W 型。机旁控制箱采用 XL-21 型。10kV 高压电缆选用 YJV22 型铜芯交联聚乙烯绝缘铠装电力电缆。低压电缆采用 YJV22 型铜芯铠装交联聚氯乙烯绝缘护套电力电缆。

2.3 闸门监控系统设计

监控系统设计按照“安全可靠、经济实用、实时迅速、先进成熟、易扩展升级”的基本原则,采用先进成熟、完全开放的分层系统结构,系统配置和设备选择要方便硬件和功能的后期扩展,达到“无人值守,少值班”的目标。在监控中心可以通过监测软件系统实时监控现场设备的运行情况,并集成视频监控系实时监控现场的视频图像,可实时显示监控计算机界面,为用水调度、闸门监控、数据显示及图形监控提供了最现代化的手段。利用光缆和屏蔽双绞线实现水位和输水流量的远程监控。监控中心通过视频远程监控闸门。在远程控制状态下,可对辖区内的闸门状态进行监控并监测其整个启闭过程。监控中心可把每个测点指定在地图位置,双击地图测点,弹出详细闸门界面,界面集成闸门信息和视频,通过音频设备,可向该闸门测点进行喊话。除此之外,开发基于手机 APP 的闸门远程控制系统,本地管理员可以通过手机 APP 对钢坝闸进行远程控制和状态监测,闸门监控器可将闸机数据与后台云端联网,实现设备的预测性维护以及全生命周期管理。该监控系统架构和无线广播系统架构见图 1、图 2。

2.4 闸门及启闭设备配置

闸门及启闭设备钢坝闸配套 1 扇 30.0m×3.30m



图1 监控系统架构示意

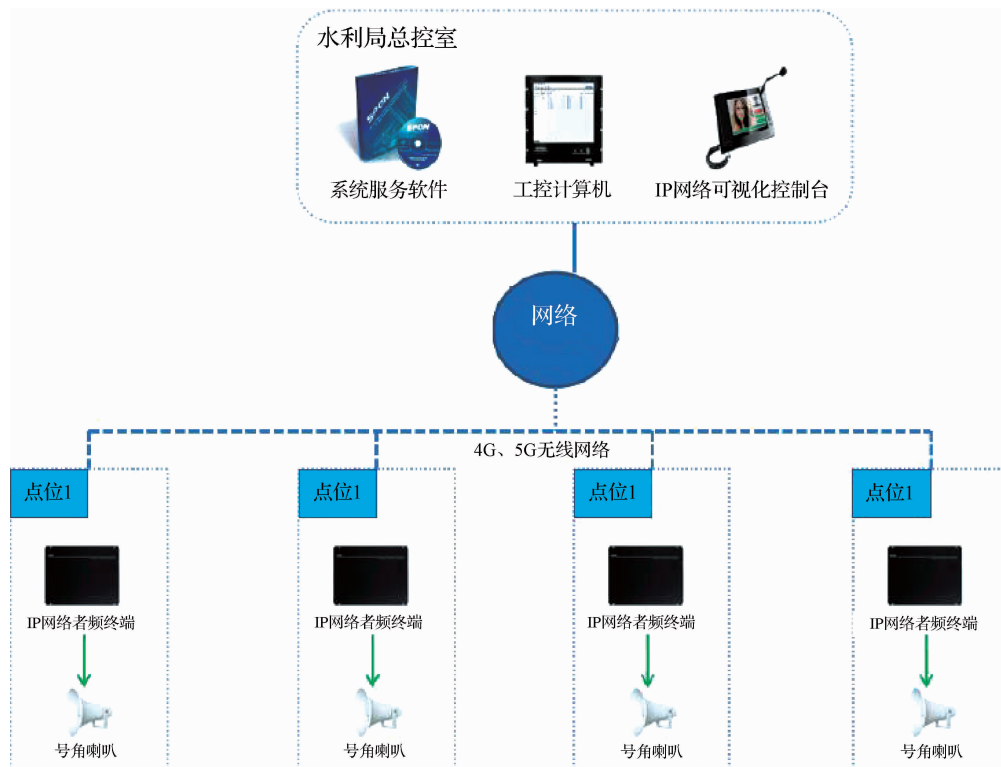


图2 无线广播系统架构示意

钢坝闸门,选用2台集成式液压启闭机驱动,型号为QRWY-2×1250kN-4.35m,启闭机容量2×1250kN,并由钢坝闸厂家配套闸门控制柜(带远传及自动控制系统,同时需实现启闭机室自动抽排湿、集水井内自动抽排水),并配套防爆灯具。为利于工程顺利实施,钢坝闸安装配件、预埋件、预埋钢板、插筋、防爆灯具、自动抽排湿装置、自动抽排水装置,均由钢坝闸厂家配套供应。

3 施工组织设计

3.1 施工导流

西沙河钢坝闸施工时,拟在闸址上下游,各设置1道围堰,顶宽2.0m,上游围堰高3m,长42m,边坡1:2,下游围堰高2.0m,长38m。西沙河左岸,开挖导流沟,沟深2.0m,边坡1:2,底宽5.0m。为确保基础无水施工,保证工程质量和工程的顺利施工,施工排水采用深井排水,井深20m,间距15m,沿基坑周边布设。

3.2 混凝土施工

a. 模板项目要严格达到强度、刚度和稳定性的规范标准。模板保持平整,板与板接缝紧密且无泄漏,确保结构的外观表面美观,线条平顺,符合设计要求。

b. 混凝土工程应按设计要求严格控制各部位高程、平面位置、几何尺寸,按规范要求控制施工质量。

c. 闸门槽二期混凝土施工:组织专业技术人员,成立由测量组、预埋件组、凿毛组、模板组和浇筑混凝土组组成的施工队伍,保证门槽的施工质量,实行专人负责、责任明确、相互配合的工作制度。凿出第一阶段的混凝土预留槽,并调直第一阶段混凝土中的预埋钢筋,去除表面碎屑。埋件运达作业现场后,检查部件的外部尺寸是否符合设计要求,并检查部件组装位置的安装标记是否是同一组门槽的,防止不属同套的埋件组装到一起。门槽的第二阶段混凝土施工按照以下步骤进行:凿毛→测量、布置,确定埋件安装位置→安装埋件→设置脚手架→安装并加强模板→混凝土浇筑→拆除模板并养护。

3.3 闸门启闭机安装

该工程金属结构,包括工程的闸门、闸门埋件及启

闭机等,全部由取得生产许可证的厂家统一加工制造,运至工地后采用汽车吊吊装。工作闸门吊装前,对门槽、底槛等部位进行彻底清理,准备好吊装器具、辅助吊点,并进行吊装前技术交底。启闭机安装的主要程序包括:准备施工→安装预埋件→测量放样→安装→单机调试→带闸门的连接测试→验收。启闭机安装完成后,在未连接闸门的情况下,会空载运行,必须检查每个传动机构的安装情况。将启闭机连接到闸门,当闸门不受水压时,闸门进行开关闭合运行。检查每个传动机构运转是否正常,闸门开度指示器的显示是否正确以及限位开关是否正确操作。在电动机启动和运行时,同时测量电流和电压值的变化。测试工作重复三次。

4 结 语

综上所述,钢坝闸是一种新型挡水结构,在滨州地区应用极少,与传统的橡胶坝相比,不容易发生老化,兼具蓄水和排涝的双重功能。文章主要对景观钢坝闸在城区河道中的设计应用进行详细分析和探究,在景观钢坝闸实际应用过程中,还需要结合工程实际特点进行设计和施工,才能够保证钢坝闸应用达到预期效果。◆

参考文献

- [1] 聂青雷. 托帕水库放水洞单支臂闸门设计[J]. 小水电, 2020(3):38-40.
- [2] 田剑浩,王尧. 钢坝闸在沁河河道治理工程中的应用[J]. 山西水利, 2019,35(11):14-15.
- [3] 谭丹. 广州南沙滨海景观带上卧式闸门结构设计[J]. 灌溉排水学报, 2019,38(S1):126-128.
- [4] 王宁,王金龙,李淑芹. 城市河道综合治理中的大型钢坝闸应用——以山东淄博为例[J]. 中国水利, 2017(8):48-49.
- [5] 沈掌林. 瑞安下埠水闸工程闸墩混凝土施工质量控制[J]. 小水电, 2012(3):76-77.
- [6] 吴迎燕,史荣庆,房君国. 姚江大坝加固改造工程设计与施工[J]. 小水电, 2011(5):76-78.
- [7] 杨微,刘彬. 基于 ANSYS Workbench 的哈达山溢流坝弧形闸门受力分析[J]. 水利建设与管理, 2020,40(10):21-27.
- [8] 杨海. 测控一体化闸门系统在宁夏南山台扬水灌区中的应用[J]. 水利建设与管理, 2019,39(11):58-61,45.