

谈塔山新闸闸门维修

王高原¹, 张 娇²

(1. 新沂市塔山闸管理所, 江苏 徐州 221400; 2. 新沂市水务局, 江苏 徐州 221400)

摘要:塔山新闸运行过程中出现闸门运行卡顿、启闭缓慢、高水位无法彻底关闭等现象,为保证工程良好运行工况和设计效益正常发挥,通过对塔山新闸闸门异常工况分析与验算,拟定闸门主滚轮、主滚轮轴、制动器及钢丝绳更换方案,因地制宜在排架墙体开设维修孔,形成维修通道,降低施工难度,节约成本,方便检修和后续维护,可在类似工程维修中推广。

关键词:钢闸门; 主滚轮; 排架; 维修孔

中图分类号:TV663 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)11-0069-04

Discussion on sluice maintenance of the new Tashan Sluice

WANG Gaoyuan¹, ZHANG Jiao²

(1. Tashan Sluice Management Office of Xinyi, Xuzhou 221400, China;
2. Xinyi Water Affairs Bureau, Xuzhou 221400, China)

Abstract: During the operation of the new Tashan sluice, there were phenomena such as stalling of the gate operation, slow opening and closing, and inability to completely close under high water level. In order to ensure the good operating conditions and design benefits of the project, the replacement scheme of the main roller, main roller shaft, brake and steel wire rope of the gate was proposed through the analysis and verification of abnormal conditions of the new Tashan gate. In addition, according to local conditions, maintenance holes were set up in the bent wall to form maintenance channels, so as to reduce construction difficulty, save cost, facilitate maintenance and subsequent maintenance, which was worthy to be popularized in the maintenance of similar projects.

Key words: steel gate; main roller; framed bent; maintenance hole

塔山新闸位于江苏省徐州市新沂市唐店街道境内,1996年5月建成,共6孔,总宽度为52.4 m、单孔净宽7.6 m,闸室长16.0 m、闸底板高程为22.0 m(废黄河高程系,下同),消力池长21.0 m、深1.5 m。塔山新闸设计流量为600 m³/s,设计工况上、下游水位分别为28.0 m、22.0 m。该工程属于沭河流域中型水闸,主要功能是防洪、灌溉、发电,合理调节沭河上游来水。工程采用2×16 t卷扬式启闭机启闭。

近年来,塔山新闸在运行时会出现卡顿、启闭缓慢、高水位无法彻底关闭等现象,这对塔山新闸

安全、可靠运行和工程效益发挥造成了不利影响。鉴于此,需要对塔山新闸闸门进行全方位检修,以保证良好工况。

1 闸门维修方案拟定

1.1 闸门异常工况分析

针对塔山新闸目前出现的各类问题,管理单位组织技术力量,对塔山新闸闸门现状进行了全面检查、摸排,发现目前存在的主要问题集中在3个方面^[1]:部分滚轮表面开裂,滚轮轴锈蚀严重;运行过程中,启闭机制动不灵敏;钢丝绳部分锈蚀,少量

收稿日期:2021-07-27

作者简介:王高原(1970—),男,工程师,本科,主要从事水利生产运行管理工作。E-mail: 331808546@qq.com

断丝。

依据排查结果,结合塔山新闸闸门出现的异常运行工况,作出以下分析。

(1) 闸门滚轮表面开裂会导致滚轮运行中荷载分布不平衡,造成滚轮局部荷载集中,压强增大,进而增大滚动时的摩擦力,造成闸门运行卡顿、缓慢,同时相对集中的荷载会进一步挤压、损坏滚轮破损面,形成恶性循环,加剧滚轮损耗;严重锈蚀的滚轮轴会改变与滚轮接触面的摩擦系数,增大滚轮运行时滚动摩擦力,影响平顺性,继而造成闸门启闭缓慢,同时在动水中启闭时,增大的摩擦力与动水压力共同作用,会扩大顶托效应,致使闸门不易彻底关闭。

(2) 启闭机制动不灵敏会导致启闭机制动力输出不平顺,制动力时大时小,造成闸门运行卡顿,同时也会增加钢丝绳瞬时负荷,加剧滚轮损耗。

(3) 钢丝绳部分锈蚀,降低了材料强度,在钢丝绳截面上造成受力局部集中,加剧钢丝绳损耗;钢丝绳少量断丝除了会造成受力集中外,还会导致闸门荷载分布不均衡,增大某一侧的侧向压力,继而增大运行时的滚动摩擦力,造成运行卡顿、缓慢,也会增强在动水启闭时的顶托效应,使得闸门不易彻底关闭。

因此,滚轮开裂、滚轴锈蚀,启闭机制动不灵敏,钢丝绳锈蚀、断丝等不利因素叠加作用,共同造成了闸门运行时的受力不平衡,摩擦力增大,进而导致了闸门运行卡顿、启闭缓慢、关闭不彻底等异常工况^[2]。

1.2 闸门维修方案优化

针对现场检查、摸排发现的问题,拟定维修方案:闸门滚轮损坏,滚轮轴锈蚀较为严重,已达到报废标准,拟更换塔山新闸 6 孔闸门滚轮、滚轮轴及配套档圈、铜套、螺母;启闭机制动不灵,钢丝绳锈蚀断丝,拟更换塔山新闸 6 孔闸门制动器、钢丝绳。

管理单位拟定的施工方案均为常规处置措施,且对于目前存在的异常工况有针对性,但在施工准备阶段却发现 4 个之前未曾考虑到的施工难点。

(1) 塔山新闸自建成投运以来,检修门从未用过,止水橡皮年久老化,止水效果很差;同时,在检修门试放过程中,当前水位组合下,检修门始终无法下落。

(2) 在当前水位组合下,塔山新闸闸门也无法彻底关闭。

(3) 活动门档被焊死致使主滚轮无法移动到门

槽外拆卸,若强行拆除焊接螺帽极有可能损坏门体。

(4) 现场作业间距不足(门体侧止水与滚轮边缘间距为 980 mm,现场工作桥与墙体间距为 820 mm),导致主滚轮、滚轮轴拆卸空间不足,现场工作桥栏杆和行车梁也严重限制了作业空间。门体提升到上限位后,无闸门锁定装置固定闸门用于作业,贸然横向移动闸门安全风险极大。

针对施工准备阶段发现的未预料到情况,需要优化、完善目前制定的施工方案。对于检修门和闸门无法彻底关闭的问题,可制作一定量的配重块,用于关闭检修门和闸门;对于检修门老化的问题,可先行更换止水橡皮,后续可按照原有尺寸和止水型式,重制新检修门;对于活动门档焊死,作业空间不足的问题,可在墙体合适位置开设维修孔,用以更换主滚轮和主滚轮轴,也能方便后续日常检修、保养。

2 闸门维修方案细化

目前拟定的闸门维修方案为:更换闸门主滚轮、主滚轮轴及配套档圈、铜套、螺母,更换启闭机制动器、钢丝绳,更换检修门止水,制作新检修门、配重块,在墙体开设维修孔。更换后的闸门主滚轮、主滚轮轴及配套档圈、铜套、螺母尺寸形式详见图 1。为确保维修顺利实施,同时合理控制经费支出,进行细化和必要的验算,更换滚轮、轮轴后闸门在现有条件下能自由启闭,新制作检修门和配重块的合理重量,维修孔尺寸和布设位置。

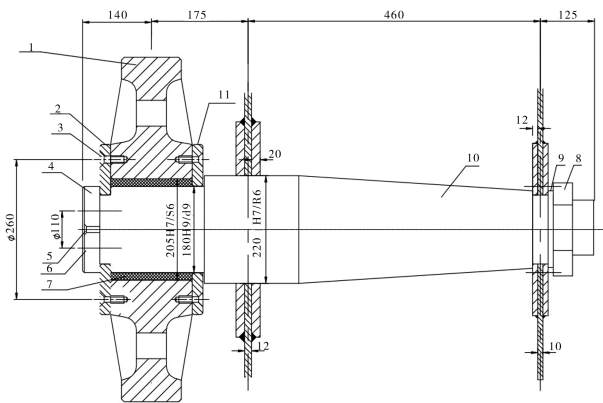


图 1 主滚轮装配示意图(单位:mm)

2.1 闸门启闭验算

塔山新闸目前使用闸门为平面钢闸门,焊接式多主梁结构。闸门高为 6.50 m、宽 7.60 m,设计面板厚度为 10.0 mm,主梁腹板厚为 10 mm,高为

800 mm,下翼缘厚 20 mm、宽 300 mm;门槽底高程为 22.0 m,顶高程为 28.50 m。目前采用的启闭机为 QPQ2×160 绳鼓式。

塔山新闸复核计算水位组合详见表 1,闸门水压力分布图详见图 2。

表 1 闸门复核计算水位组合

计算工况	水位组合/m		水位差/m	备注
	上游水位	下游水位		
校核工况	28.50	22.0	6.5	关门

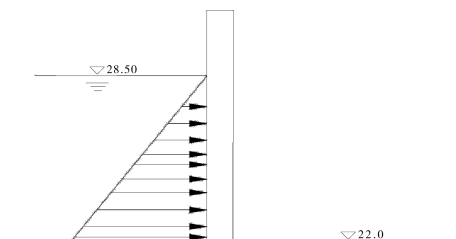


图 2 闸门水压力分布图 (单位: m)

平面闸门在动水中的启门力 (F_Q) 计算式为

$$F_Q = n_T (T_{zd} + T_{zs}) + P_x + n_G G + G_j + W_s \quad (1)$$

$$T_{zd} = \frac{P}{R} (f_1 r + f) \quad (2)$$

$$T_{zs} = f_3 P_{zs} \quad (3)$$

式中: n_T 为摩擦阻力安全系数, n_G 为计算启门力用的闸门自重修正系数, G 为闸门自重, W_s 为作用在闸门上的水柱压力, G_j 为加重块重量, P_x 为下吸力, T_{zd} 为支承摩擦力, P 为作用在闸门上的总水压力, r 为滚轮轴半径, R 为滚轮半径, f 为滚动摩擦系数, f_1 、 f_3 为滑动摩擦系数, T_{zs} 为止水摩擦阻力, P_{zs} 为作用在止水上的压力。

带入塔山新闸闸门参数, 计算得出开启闸门所需的启门力为 236.81 kN, 小于现有条件下启闭机所能提供的最大启门力 320 kN。

平面钢闸门在动水中的闭门力 (F_w) 计算式为

$$F_w = n_T (T_{zd} + T_{zs}) - n_G G + P_t \quad (4)$$

式中: n_G 为计算启门力用的闸门自重修正系数, P_t 为上托力。

其余参数与计算启门力一致, 用式(2)、式(3)可计算出闸门关闭时的闭门力小于 0, 即在现有条件下的校核水位能依靠自重关闭闸门^[3]。

综合上述验算, 现有 QPQ2×160 kN 卷扬式启闭机能够满足闸门正常启闭, 启闭机的制动器、钢丝绳只需按照原有尺寸、型号更换即可, 同时也说明了目前存在的闸门无法靠自重彻底关闭的现象

是由滚轮、轮轴问题造成的。

2.2 检修门及配重块质量确定

检修门无法在动水中下落, 可能是由于自重偏轻和止水老化共同造成的。考虑到检修门通常需要在动水条件下快速下落、关闭, 检修门的质量确定可参考钢闸门闭门力计算结果, 初步确定检修门质量不小于现有钢闸门质量, 约为 15 t。同时, 塔山新闸闸孔尺寸与紧邻的塔山闸一致, 新制检修门应均可用于两闸日常检修, 参考塔山闸闸门质量, 并留有一定余量应对不利水位组合, 最终确定新制检修门质量为 18 t。

此外, 为应对极端情况下的不利水位组合, 新制作的检修门型式选为浮箱结构, 箱内可放置配重块, 并且控制单件配重块质量在电动葫芦起吊能力范围内即可。

对于配重块总质量确定, 在本次检修中, 通过临时加配重下压检修门试验, 初步确定配重块总质量为 4 t, 这个质量应该可以较好地应付维修后的闸门在极端水位组合下出现的无法关闭情况。

2.3 维修孔尺寸及布设

经现场勘查和查阅设计图纸, 结合本次维修和日常巡视、保养需求, 确定在排架活动门档墙体开尺寸为 850 mm×1 300 mm 的维修孔, 位置紧靠排架下游侧边缘。当闸门起吊一定高度时, 可更换上侧主滚轮、主滚轮轴, 更换完毕后继续提升, 可更换下侧主滚轮、主滚轮轴, 此时闸门提升高度未超过上限位。通过开设维修孔, 使维修、保养工作便捷高效, 所有工作均在 1 个维修孔内完成^[4]。维修孔尺寸及布设位置详见图 3。

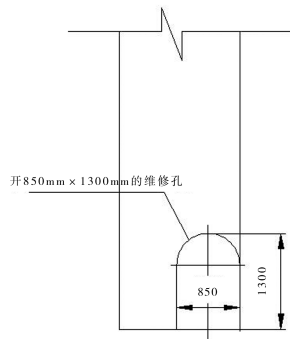


图 3 维修孔尺寸及布设位置 (单位: mm)

3 闸门维修实施方案

根据细化、确定的闸门维修方案, 可以确定施工方案。考虑到施工工期、作业安排, 可以将塔山新闸维修拆分为维修孔施工和主滚轮施工。

3.1 维修孔施工

维修孔施工可按照以下步骤实施:

- (1) 在 1#孔门体上平面搭建活动施工平台;
- (2) 施工人员进入施工平台,佩戴安全帽、安全绳,按照设计要求,以 850 mm × 1 300 mm 施工线为基准钻孔,并依次沿线四周钻孔;
- (3) 清除钻孔垃圾,修整维修孔;
- (4) 将施工平台移动到下一个孔施工,依次完成 6 孔施工;
- (5) 在 1#孔东侧、6#孔西侧块石护坡处各开挖 1 孔,并在开挖部位砌道护墙,形成检修进出口。

3.2 主滚轮施工

主滚轮施工可按照以下步骤实施:

- (1) 所有零部件在厂内完成制作、加工;
- (2) 所有原材料和辅助设备运到现场并进场验收;
- (3) 完成检修门止水更换,置于检修门槽,确保检修门彻底关闭;
- (4) 启动钢闸门,将闸门上主滚轮下边缘和施工孔的下边缘对齐;
- (5) 搭建施工平台,确定吊点位置;
- (6) 拆除主滚轮轴尾部 M64 螺母,用千斤顶从尾部向外顶滚轮轴,直到滚轮轴松动,用另外一台电动葫芦从门槽反面拉住滚轮,并向外拉动滚轮,从门槽反面将旧滚轮拉出;
- (7) 将新主滚轮和滚轮轴安装到位,移动到行车下吊至旧滚轮拆除位置,用吊带锁紧滚轮和滚轮轴的中间位置,用电动葫芦拉到和施工孔平行位置,将滚轮轴尾部用吊带锁紧,用电动葫芦平行将滚轮轴拉到门体安装滚轮轴孔里;

(8) 调整位置,将滚轮轴安装到位,安装尾部 M64 螺母并锁紧;

(9) 按照以上方案,拆装另一侧滚轮,拆装完毕后关闭闸门,将检修门移动到下一孔,依次完成 6 孔拆装;

(10) 施工完毕,打扫施工现场。

通过上述施工,较好地处理了塔山新闸闸门存在的问题,在施工工期内安全、高效地完成全部施工内容,施工质量良好^[5]。

4 结 语

通过塔山新闸闸门维修,使闸门恢复良好运行工况,同时借由此次维修开通了维修通道,既降低了施工作业难度和成本,又方便了日后巡查、保养,还新增了浮箱式检修门和配重块,用以应对今后可能出现的极端水位组合。此次闸门维修,实施方案因地制宜,施工措施详细实用,可为类似水闸工程维修提供借鉴。

参考文献:

- [1] DB32/T 3259—2017 江苏省水闸工程管理条例[S]. 南京:江苏省质量技术监督局, 2017.
- [2] DB32/T 2948—2016 水利工程卷扬式启闭机检修技术规程[S]. 南京:江苏省质量技术监督局, 2016.
- [3] SL74—2013 水利水电工程钢闸门设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2013.
- [4] 潘斌, 陈正宇. 某水电站工程大坝廊道提升外观质量关键技术研究[J]. 水电站机电技术, 2020, 43(11): 112-114.
- [5] 顾青, 王予匀. 浅析渠北闸反向分洪情况下的运行状况[J]. 水利建设与管理, 2021, 41(2): 64-67.