

南水北调韩庄泵站双向可转向门式启闭机设计

祝凤山,杜培文,许志刚

(山东省水利勘测设计院,山东 济南 250013)

摘要:为了高效完成韩庄泵站水泵机组设备的吊装以及各类闸门的启闭和检修,设计了节点可旋转的轨道和有旋转机构的双向可转向门式启闭机,并进行了1.25倍额定荷载的静载试验、1.1倍额定荷载的动载试验和变轨试验,观测了门架结构的应力应变情况。结果表明:双向可转向门式启闭机门架结构的强度和刚度均满足要求;变轨操作运行平稳,满足多功能要求,提高了门式启闭机的利用率,降低了工程造价。

关键词:门式启闭机;旋转轨道;回转轴承;顶轨器;转向机构;韩庄泵站

中图分类号:TV 664.3 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-7647(2013)01-0074-03

Design of bidirectional and turning gate hoist in Hanzhuang pump station of South-to-North Water Transfer Project//ZHU Fengshan, DU Peiwen, XU Zhigang(Shandong Survey and Design Institute of Water Conservancy, Jinan 250013, China)

Abstract: In order to hoist a pumping unit efficiently, and to open-close and overhaul gate efficiently, a rotation pitch point and the gate hoist with turning mechanism were designed. Based on a static load test with 1.25 times rated load and a dynamic load test with 1.1 times rated load, the stress-strain of the portal frame was studied. The results show that the strength and stiffness of the portal frame of bidirectional and turning gate hoist can be satisfactory. Transferring the rail is a smooth operation and meets multifunctional requirements, which increases the utilization of gate hoist and reduces the project cost.

Key words: gate hoist; rotation rail; rotary bearing; rail brakes; steering mechanism; Hanzhuang pump station

韩庄泵站是南水北调东线第一期工程的第九级抽水梯级泵站,位于山东省枣庄市峄城区古邵镇八里沟村西。泵站枢纽距南四湖下级湖约3km,站下引水渠接韩庄运河,站上出水渠接老运河入南四湖的下级湖。站区主要建筑物包括泵站副厂房、引水闸、引水渠、出水渠、交通桥、排涝渠及排涝涵洞等,泵站设计流量125 m³/s,设计净扬程4.15 m,总装机容量9 000 kW。站区内金属结构主要包括引水闸、流道进口防洪闸、流道出口快速闸和事故闸^[1]。

为改善站区容貌,创造一个美观而有特色的水利产业形象,韩庄泵站枢纽工程设计为主厂房地面以上无建筑物^[2]。为满足泵站水泵机组设备的吊装和维修、引水闸闸门和流道进口防洪闸闸门的启闭、流道出口快速闸和事故闸的检修等功能,同时提高启闭设备利用率,进行了可转向门式启闭机的设计研究。

门式启闭机移动灵活,一台可以控制同一纵向

的多孔闸门^[3],但无法控制多个纵向闸门,为此在现有门式启闭机技术的基础上研究可转向门式启闭机,实现一台门式启闭机能在引水闸、防洪闸、泵站厂房吊物孔和泵站流道出口闸等多个纵向行走,进而高效完成泵站水泵机组设备的吊装和维修,以及站区内闸门启闭和检修。

1 双向可转向门式启闭机设计

1.1 门架结构设计

门架结构的各主要受力构件均采用箱形断面,用Q345C板材焊接。门架上部平台设两根主梁,两根主梁端部用两根边梁连接。为降低应力集中,主梁在门腿处采用变断面圆弧过渡;为保证门腿上部为刚性节点,主梁与门腿上部采用工地焊缝连接。门腿与底横梁、中横梁的连接均采用高强螺栓拼接,司机室和电器房设置在下游侧中横梁上。

作者简介:祝凤山(1977—),男,山东成武人,高级工程师,硕士,主要从事水利水电工程金属结构设计以及渠道衬砌设备研究和开发工作。E-mail:zfs@sina.com

按设计规范要求,门式启闭机工作时的最大荷载主要考虑自重荷载、主起升机构启闭荷载、行走荷载、启闭机惯性力、小车惯性力、工作状态的风荷载和偏斜行走引起的侧向力^[4]。同时考虑门式启闭机横向和纵向行走时一个大车行走电机失效时的不利工况,共组合4种工况进行设计,根据计算结果,确定出安全、经济和合理的门架结构。

1.2 起升机构设计

起升机构为固定在小车架上的双吊点卷扬式启闭机,主要由滑轮组、卷扬装置、集中驱动机构及电子安全装置等部分组成,如图1所示。驱动机构位于小车架中间位置,左右两套卷扬装置通过两个GHCLZ鼓形齿式联轴器连接双出轴减速器的输出轴。为了满足设计速度和结构布置的要求,传动机构采用了一对传动比为19/92的开式齿轮,其小齿轮装在减速器一端输出轴线上,大齿轮则采用铰制螺栓与卷筒连接^[5]。

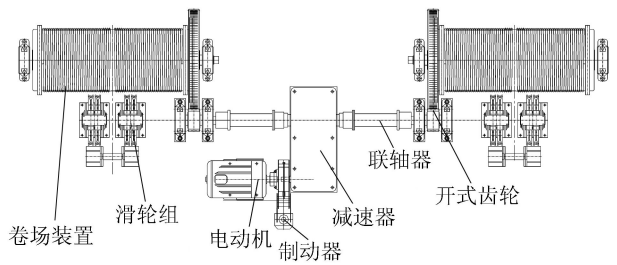


图1 主起升机构布置

1.3 轨道设计

为实现门式启闭机对站区闸门启闭、机组设备的吊装和检修,在引水闸、防洪闸、出口闸和机组吊物孔设置7道纵向轨道,沿泵站一岸铺设横向轨道,如图2所示。纵向轨道的轨距均与门式启闭机轨距相同,横向轨道的轨距与门式启闭机轮距相同。在轨道的14个节点处,设置旋转轨道装置,如图3所示。

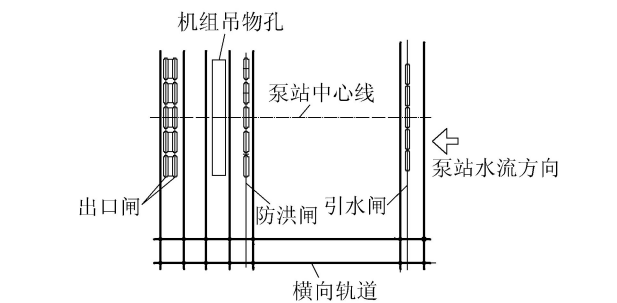


图2 轨道布置

旋转轨道装置中回转轴承的内圈和外圈分别与基础和旋转轨道连接,回转轴承外圈的转动带动旋转轨道旋转,从而实现节点处的轨道由纵向和横向的变轨,将变轨后的轨道连成一个整体。为便于装配,有效避免水及灰尘的进入,延长回转轴承的使用寿命,

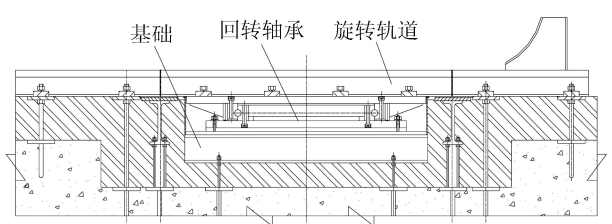


图3 旋转轨道装置结构

回转轴承的内圈由基础上的挡圈定位,并将其放置在旋转轨道下设支承板的相对密封的轴承腔内^[6]。

1.4 转向机构设计

门式启闭机转向机构的主要设计机理是将车轮组在到达轨道节点处实现转向。设计通过在门式启闭机的主行走机构的车轮组上设置回转轴承,由回转轴承连接车轮组和门架,并通过与门架底梁连接的回转机构带动车轮组回转,完成车轮组的转向^[7-8]。

如图4所示,支承架与回转轴承的内圈和转轴连接,其下部通过铰轴与车轮组连接,回转轴承的外圈与门架连接座连接。油缸的一端通过转臂与转轴连接,另一端固定在门架底梁上。通过油缸的伸缩带动转臂和转轴旋转,进而带动车轮组旋转,实现车轮组转向。油缸具有自锁功能,车轮组在转向后油缸自锁固定,有效保证了车轮在转向后能在另一直线轨道上行走平稳。

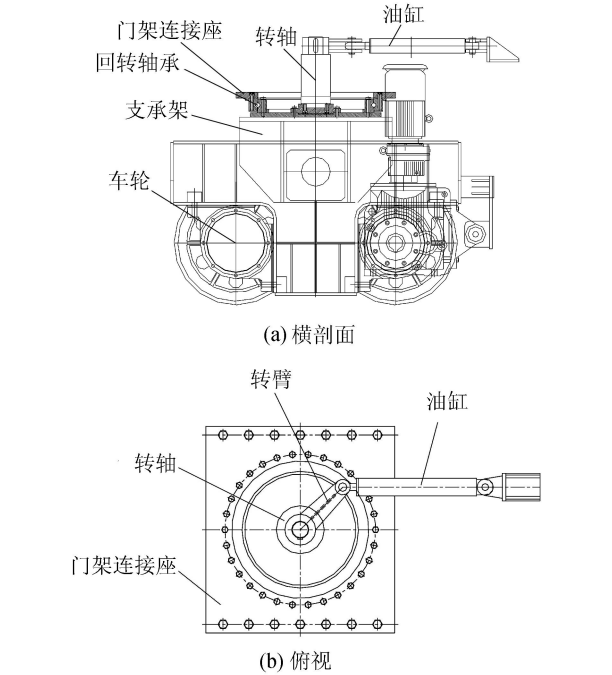


图4 转向机构结构

2 运行控制过程及操作条件

门式启闭机从纵向轨道行走至另一条纵向轨道的操作控制过程如下:门式启闭机车轮组行走至纵向轨道节点处,位置传感器发出信号,门式启闭机位置

微调精确后,装设在底梁上的顶轨器开始顶升。顶轨器将车轮组顶离轨顶 0.5 ~ 1.0 mm 时,顶轨器停止顶轨并自锁。油缸开始工作,转轴转动带动车轮组和旋转轨道旋转,转至 90°时,位置传感器将信号传至控制室,油缸停止工作并自锁,顶轨器解锁并释放行程后旋转 90°。门式启闭机在轨距和其轮距相同的横向轨道上行走,到达另一条纵向轨道的节点处,反复上述操作,可实现在另一条纵向轨道上工作。

通过风荷载对门式启闭机转向时的整体稳定性计算,风速大于 7.9 m/s 的情况下,不宜进行转向变轨操作;在风速大于 10.7 m/s 的情况下,禁止进行转向变轨操作。

3 效益分析

双向可转向门式启闭机由原来的单一功能扩展为现在实施的 4 种功能:①防洪闸闸门启闭;②引水闸闸门启闭;③出口快速闸门和事故闸门的检修;④水泵机组设备的吊装和检修。门式启闭机功能扩展后,其经济效益主要包括工程投资、运行费用和管理费用,共计约 390 万元,节省的工程投资包括:①防洪闸闸墩以上排架、机架桥、启闭机房、电气及自动化设备等;②引水闸检修闸门启闭机、排架、轨道和电气设备等;③63 t/10 t 双梁双钩起重机、排架、轨道和电气设备等。

韩庄泵站双向可转向门式启闭机的应用,集多功能于一体,省去了各建筑物“一对一”设置的固定卷扬式启闭机、电气设备和高排架等机构,提高了门式启闭利用率,节约了工程投资,改善了站区整体环境(图 5),为主厂房地面以上无建筑物的泵站金属结构设计提供了新的设计思路,起到了示范作用,填补了国内空白。



图 5 韩庄泵站双向可转向门式启闭机与副厂房

4 结 语

双向可转向门式启闭机在韩庄泵站现场组装、调试和空载试运行合格后,进行了各类试验:1.25 倍额定荷载的静载试验、1.1 倍额定荷载的动载试

验^[9]和变轨试验。在荷载试验过程中对门架结构进行了应力应变观测,观测结果表明门架结构的强度和刚度均满足要求;变轨操作试验表明运行平稳,满足各功能要求。

参考文献:

[1] 南水北调东线第一期工程韩庄运河段工程可行性研究报告[R]. 济南:山东省水利勘测设计院,2003.

[2] 杜选震,储训,杨淮,等. 南水北调东线工程大型泵站设计研究[J]. 水利水电科技进展,2003,23(5):40. (DU Xuanzhen, CHU Xun, YANG Huai, et al. Design and research on large pumping station of the east-route of south-to-north water diversion project[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2003,23(5):40. (in Chinese))

[3] 黄河勘测规划设计有限公司. 用于坝体闸门的斜拉双向门式启闭机:中国,201110095317. 4[P]. 2012-04-18.

[4] 臧海燕,李一馥,葛忠权,等. 大跨度双向门机设计及在航电枢纽中的应用[J]. 水运工程,2008(5):132-135. (ZANG Haiyan, LI Yifu, GE Zhongquan, et al. Large-span double-way gantry crane design and Its application in navigation-power junction[J]. Port & Waterway Engineering, 2008(5),132-135. (in Chinese))

[5] 张质文. 起重机设计手册[M]. 北京:中国铁道出版社,1998:82-84.

[6] 杜培文,许志刚,于秀香,等. 门式启闭机的旋转轨道装置:中国,200920239023. 2[P]. 2010-07-07.

[7] 杜培文,高峰,许志刚,等. 门式启闭机车轮组转向机构:中国,200920239022. 8[P]. 2010-07-07.

[8] 杜培文,高峰,许志刚,等. 门式启闭机:中国,200910019176. 0[P]. 2011-11-09.

[9] SL 381—2007 水利水电工程启闭机制造安装及验收规范[S].

(收稿日期:2012-04-19 编辑:周红梅)

