

Research on Anti-corrosion Construction Technology for Planar Steel Gate of Hanzhuang Pump Station

Boqu Chen

Shandong Trunk Line Co., Ltd. of the East Route of the South-to-North Water Diversion Project, Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

This article explores the anti-corrosion construction technology for plane steel gates, aiming to enhance the quality of anti-corrosion construction and prolong their service life. By analyzing the structural form and characteristics of the flood control gate at the entrance of the Hanzhuang Pump Station of the South-to-North Water Diversion Project, as well as the background and importance of gate anti-corrosion, this article conducts an in-depth study on the anti-corrosion construction technology for plane steel gates, providing a theoretical basis for gate anti-corrosion construction. It focuses on describing the construction processes of surface pretreatment, metal thermal spraying, and coating sealing spraying during the gate anti-corrosion construction. Through detailed process flows, quality requirements, and existing problems and solutions, the anti-corrosion effect of plane steel gates is effectively improved, further enhancing the efficiency and quality of gate maintenance. This provides a scientific basis and technical reference for the anti-corrosion construction of plane steel gates in hydraulic engineering, which is of great significance for ensuring the safe and stable operation of hydraulic engineering projects.

Keywords

flat steel gate; Gate anti-corrosion; Quality requirements for anti-corrosion

韩庄泵站平面钢闸门防腐施工工艺研究

陈伯渠

南水北调东线山东干线有限责任公司, 中国 · 山东 济南 250000

摘 要

本文在探讨平面钢闸门防腐施工工艺, 提高平面钢闸门的防腐施工质量和延长其使用寿命。本文通过分析南水北调韩庄泵站进口防洪闸门的结构形式和特点, 以及闸门防腐的背景及重要性, 针对平面钢闸门的防腐施工工艺展开深入研究, 为闸门防腐施工提供了理论基础。重点叙述了闸门防腐施工过程中表面预处理、金属热喷涂、涂层封闭喷涂三个方面施工工艺, 通过详细的工艺流程、质量要求及存在问题与解决办法, 有效提高了平面钢闸门防腐效果, 进一步提升闸门维修的效率和质量。为水利工程中平面钢闸门的防腐施工提供了科学依据与技术参考, 对保障水利工程安全稳定运行具有重要意义。

关键词

平面钢闸门; 闸门防腐; 防腐质量要求

1 引言

南水北调工程是保障国家水安全、推动经济社会可持续发展的基础设施。平面钢闸门广泛应用于南水北调的水库、水渠、水闸、泵站等水工建筑物上, 具有调节流量、控制水位、蓄水泄洪等功能。平面钢闸门作为闸门中最常见的一种, 具有承载能力大、重量轻、启闭灵活、寿命长等优点。韩庄泵站作为南水北调山东段的重要调水工程, 其平面钢闸门长期承受水流冲刷、水体腐蚀及大气侵蚀作用, 闸门锈蚀问题已成为影响韩庄泵站工程安全运行的关键因素。部分结构可能因腐蚀失效引发安全事故, 造成巨大经济损失与社会风险。因此, 开展高效、耐久的平面钢闸门防腐施工工艺研究, 对提升韩庄泵站运行效率、降低维护成本、保障水利工程安全具有重要的现实意义。

2 工程概况

2.1 韩庄泵站工程概况

韩庄泵站工程为南水北调东线一期第九级梯级泵站, 是从韩庄运河北大堤破堤引水, 经泵站提水进入韩庄老运河再入南四湖下级湖, 以实现南水北调东线一期工程的梯级调水目标。韩庄泵站为大(1)型泵站, 工程等级为 I 等。泵站工程设计输水流量 $125\text{m}^3/\text{s}$, 设计扬程 4.15m , 韩庄泵站工程于 2013 年投入运行。

2.2 韩庄泵站平面钢闸门结构和特点

韩庄泵站工程主要配套设置 5 扇引水闸门、5 扇进口防洪闸门、5 扇事故闸门、5 扇工作闸门, 所有闸门均为平面钢闸门, 引水闸门与进口防洪闸门共用一台可移动式门式启闭机控制启闭, 事故闸门与工作闸门采用液压式启闭机控制

启闭。

其中进口防洪闸门设置在主厂房上游侧,单孔长度8.062米、高度为4.29m、宽1.097米,为双吊点平面钢闸门,底板高程为21.92米,不工作时将进口闸门锁定在37.2米高程处。

2.3 进水闸门防腐的背景和重要性

进口防洪闸门自2012年3月竣工投入使用以来,未做过全面、彻底的防腐措施。在工程汛前以及汛后检查时发现,进口防洪闸门门叶防护涂层大面积老化、脱落,伴随着大量锈蚀点,最大锈蚀深度达到0.5mm。吊耳、主轮、侧轮处也不同程度锈蚀缺陷(图1)。



图1: 闸门锈蚀状况

3 闸门防腐施工工艺

3.1 施工前管理措施

闸门防腐施工前,成立闸门防腐项目管理工作组,明确组织机构人员及职责。工作组组织审查施工维修方案、特种作业专项施工方案、进度计划及安全防护措施等。组织施工人员开展技术交底及安全交底,明确施工过程中的防腐工艺技术要求及安全注意要点。组织施工设备进场检验,确保施工设备符合使用标准,满足安全使用要求。

3.2 施工材料要求

闸门防腐施工的主要锌材须光洁、无锈、无油、无折痕,直径宜为2或3mm,锌丝中的锌含量不小于99.99%,纯度越高防腐性能越好。在运输、存储及使用过程中必须严格防范锌材中混入杂质,特别是铁杂质含量过高会加速锌层腐蚀。

3.3 施工方法与要求

3.3.1 闸门表面预处理

磨料的喷射方向与工作面法线的夹角易为25°左右,喷嘴到基体金属表面的距离宜保持控制在200mm。清洁度和粗糙度检查时,重点查看不宜喷射的部位,检查时不得用手触摸基体表面,并要在良好的散射日光或照度相当的人工照明条件下进行。

3.3.2 金属热喷涂

闸门表面预处理后,应尽快金属热喷涂,最长时间间隔不能超过8小时。喷嘴与工件表面距离维持在200mm以

内,喷枪移动速度应控制在200mm/s左右。喷枪应尽可能与闸门表面垂直。喷涂完成锌涂层表面应色泽均匀、无明显流痕、裂纹、起泡、漏喷等缺陷,表面平整光滑。使用测厚仪检测锌层厚度,厚度不得低于160μm。

3.3.3 涂层封闭喷涂

根据锌涂层特性与防护目标,中间漆选用环氧云铁中间漆。漆料的固体含量宜在60%-75%,要求一次施工干膜厚度不低于80μm。喷涂距离保持在300mm左右,喷枪移动速度控制在400mm/s左右,喷涂2遍,每遍间隔24h。面漆选用聚氨酯面漆,固体含量一般在50%-65%,干膜厚度不低于80μm。在每道涂层施工前后,抽检涂层间附着力。采用划格法、拉开法等测试手段,确保锌涂层与中间漆、中间漆与面漆间附着力符合标准要求。

4 闸门防腐施工过程中存在问题及解决方法

韩庄泵站进口防洪闸门防腐采用喷砂方式清除闸门表面防护涂层,再采用热喷锌涂层防腐工艺进行防腐处理。钢闸门在防腐处理过程中,防腐处理过程中常出现一些影响防腐质量的问题,为此必须提高施工工艺,进行严格的质量检查,从而有效的提高防腐质量。在闸门防腐施工过程中主要发现问题主要有:

4.1 闸门锁定装置拆除困难

闸门表面预处理施工前,需拆除闸门零部件,主要包括止水、主轮、侧轮、锁定装置等。施工拆除锁定装置时易出现因锁定装置金属部件锈蚀、金属部件内部因异物进入引起卡阻、受外力冲击温度变化及长期承重等因素造成变形、设计不合理及安装不规范导致配合过紧及位置偏差等引起的拆卸困难情况。针对韩庄泵站闸门锁定梁拆除困难的问题,采用拉马原理现场制作了大小合适的锁定装置销子拆除专用用具(图2),方便快捷完成锁定梁拆除。



图2 锁定装置销子拆除专用工具

4.2 闸门表面预处理不彻底

闸门表面老旧涂层处理时发现老旧涂层清理进度缓慢,喷砂主材消耗较大,清理不彻底(如图3),不满足《水工金属结构防腐蚀规范》(SL105)要求的钢闸门表面预处理清洁度等级应达到Sa2.5级别,粗糙度应达到60—100μm的规定。



图 3：表面预处理不合格



图 4：表面预处理合格

研究分析，闸门表面老旧涂层处理不彻底的原因主要包括施工人员操作不规范，不能正确掌握喷枪与金属表面的距离与喷枪移动速度，特别是闸门腹面的梁格内金属表面，空间狭小操作不方便。喷砂主材不合格或无法满足使用要求也是造成清理不彻底的原因，石英砂作为喷砂主材，石英砂的硬度较低且易破碎，在接触闸门金属表面时无法有效清除老旧涂层，使用过的砂料基本无法再次利用，导致砂料消耗过大。

针对施工人员操作不规范问题，现场进行技术指导，要求严格控制喷枪的移动速度及喷砂与闸门表面的距离。将石英砂更换为硬度高、柔韧性好的铁砂，钢闸门表面老旧涂层清理的比较彻底（如图4），闸门表面预处理结果符合相关规范的要求，且大大缩短了闸门表面废旧涂层的清理时间（表1）。

表 1：闸门各部位表面预处理时间对比表

材料	闸门各部位表面预处理时间				
	面板(h)	梁格(h)	边梁(h)	顶槽(h)	主轮(h)
石英砂	8	16	6	3	4
铁砂	4	10	3	2	2

4.3 闸门锌层附着力较差

闸门表面预处理合格后，闸门表面锌层喷涂施工，锌层的附着力测试多处不合格，不满足规范要求的结合强度。

研究分析，造成闸门表面锌层附着力不够的主要原因有闸门表面粗糙度不够，表面过于光滑，锌层与闸门金属的机械咬合力不足。闸门表面存在铁锈、氧化皮等杂质喷锌前未及时清理，阻碍锌层与闸门表面的直接接触，无法使锌层牢固附着。结合施工实际情况，造成闸门表面锌层附着力不合格的原因为施工单位人员为节省施工成本，未按照规范要

求进行施工，闸门表面预处理后未及时进行下一步工序，导致闸门表面出现返锈情况。闸门返锈是闸门防腐施工过程中极易出现的现象，直接影响了闸门防腐的整体施工质量，施工时必须彻底杜绝返锈。严格执行规范要求的闸门表面预处理后，应尽快进行金属热喷涂，最长时间间隔不得超过8小时的规定。

通过调整施工流程，在闸门表面喷锌施工前增加一道闸门表面清理工作，彻底清理杂质。加强控制闸门表面预处理与喷锌施工之间的时间间隔，确保闸门表面预处理后8小时以内完成锌层喷涂施工。锌层喷涂结束后继续采用划格法、拉伸试验检测锌层与闸门表面的结合强度，同时结合外观检查、厚度测量（如图5）。

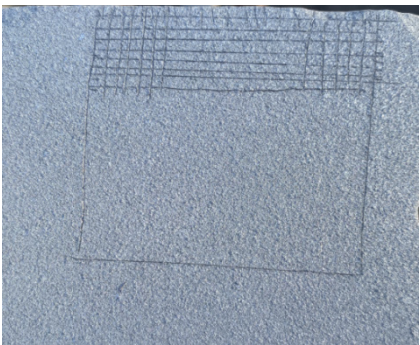


图 5：锌层附着力测试

5 结语

南水北调东线山东段工程包括7座泵站、3座水库及若干输水干渠等重要输水工程，工程中应用的均为平面钢闸门。平面钢闸门作为水工建筑物中的重要组成部分，平面钢闸门在防腐处理过程中，受施工季节、工期和场地等条件影响，必须重视平面钢闸门的防腐处理工作。防腐处理过程中常出现一些影响防腐质量的问题，有必要从理论上分析研判，做到有据可查、有规可依，在施工维修的每道工序必须按照标准要求去施工，必须进行严格的质量检查，从而有效提高防腐质量，从而有效减缓钢闸门表面腐蚀速度，延长使用寿命，保证工程安全。系统开展平面钢闸门防腐技术研究，不仅可为韩庄泵站平面钢闸门防腐提供技术支撑，也将为同类水利工程防腐技术发展提供理论依据与实践参考，助力我国水利基础设施建设向绿色化、智能化方向迈进。

参考文献

[1] 张欣.水库闸门金属结构防腐处理分析[J].黑龙江水利科技, 2022, 50(10): 67-68.

[2] 刘兴燕, 关于水工钢闸门的防腐喷涂施工工艺探讨[J].江西水利科技, 2023, 49(6): 460-465.

[3] 周华强.周林.水库闸门金属结构防腐处理技术研究[J].水电站机电技术, 2024, 47(11): 142-145.

[4] 郑杰.水利闸门金属结构防腐处理技术[J].黑龙江水利科技, 2012, 40(12): 304-305.