

关于水工钢闸门腐蚀的探讨

朱亚东

(镇江市长江河道管理处 江苏 镇江 212006)

摘要 :总结分析了水工钢闸门腐蚀的特点、腐蚀的机理及影响腐蚀速度的主要因素,认为应采取措施综合考虑钢闸门的防腐问题,并从工程材料选择、防腐方案确定、施工质量控制和工程运行管理四个方面对如何有效提高钢闸门防腐性能、减缓腐蚀速度作了初步探讨。

关键词 :钢闸门 ;腐蚀 ;防腐

中图分类号 :TV663⁺.4

文献标识码 :B

文章编号 :1006-764X(2003)07-0057-02

钢结构的闸门以其自重相对较轻、工作可靠性较高等优点而在水利工程中得到普遍应用,但钢闸门容易被腐蚀。腐蚀对钢闸门而言,其危害不仅限于有效截面的均匀削弱,使之过早地报废,造成大的经济损失,而且会产生局部锈坑,引起应力集中,降低结构的承载能力,促使结构脆断,酿成突发工程事故。本文就水工钢闸门腐蚀问题作一初步探讨。

1 水工钢闸门腐蚀的特点及机理

1.1 水工钢闸门腐蚀的特点

水工钢闸门的腐蚀以电化学腐蚀为主,同时伴有机械、物理、化学或生物作用;水工钢闸门的腐蚀往往不是均匀腐蚀,闸门表面各部位的腐蚀程度一般也不相同,最容易腐蚀和腐蚀最迅速的部位是闸门的底部及闸门水位变化区或浪溅区。

1.2 水工钢闸门腐蚀的机理

一般地说,河道内的水都可视为电解质溶液,闸门钢板内也含有金属或非金属的杂质。当钢闸门处于水中时,闸门表面各部位电位有差异(杂质的电位一般较高),加上外界因素(如结构表面状态、电解质离子浓度、溶解气体的浓度、水流速度等)的综合作用,就会形成许许多多的微腐蚀原电池。原电池反应中,电位相对较低的阳极区铁不断失去电子,以水化离子的形式溶解于水,水下部分闸门钢板就逐渐被腐蚀。钢闸门水面以上部位的腐蚀则主要是由于发生了吸氧或析氢电化学腐蚀。

2 影响水工钢闸门腐蚀速度的主要因素

a. 制作闸门的钢材品种。在普通碳素钢中加入

含量不多的锰、钒等合金元素,不但能提高钢材的强度,对增强钢的抗腐蚀性能也有一定的帮助。五年大气曝晒试验结果表明,16 锰钢比 3 号钢的腐蚀速度慢 20% ~ 38%^[1]。

b. 钢闸门表面的干湿交替变化。铁在水中的腐蚀速度决定于氧气在水中的浓度,一般来说,水里溶解的氧气越多,铁就越容易被腐蚀。闸上下游水位通常是变化的,特别是沿海水闸或感潮河段上的水闸,这使得钢闸门的部分区域常处于干湿交替状态。该区域钢闸门表面潮湿,常常吸附着一层水膜,水膜厚度(1 μm 左右)适宜,导电性能极好,吸附溶解氧气、二氧化碳等的能力最强^[2,3]。这就具备了吸氧或析氢电化学腐蚀发生的良好条件,所以该部位钢板腐蚀就较为强烈。

c. 周围环境中腐蚀介质的作用。海边盐雾大气、工业废气(氯气、硫的氧化物等)、水体中有腐蚀性酸或碱(混酸或酸碱交替的水更具腐蚀性)以及含有可溶性盐(如氯化盐、硫酸盐等),这些都可能加剧闸门钢板表面的电化学腐蚀反应。

d. 过闸水流的长期作用。一方面,当受钢闸门阻挡而呈孔流泄水时,快速水流持续地强烈冲刷磨损钢闸门,有的还会发生空蚀,致使原有防腐涂层被破坏,从而加快钢闸门腐蚀速度。这在含沙量大的河道上更为严重。另一方面,水的流动增加了氧的溶解量和电解质溶液中离子扩散速度,腐蚀产物也较易被冲走,这也加快了钢铁的腐蚀速度。试验^[4]发现,一个月铁在海水中减少 36 g/m²,而在流水中减少 161 g/m²,足见水流的作用对钢板腐蚀速度影响之大。

e. 其它。钢闸门制作残余应力的存在也会加速

钢板的腐蚀 残余应力越大,钢板越易被腐蚀;防腐层破坏的钢闸门得不到及时维护,腐蚀速度会越来越快,闸门细部结构(如钢闸门底缘)形式也会影响钢闸门的腐蚀速度。

3 水工钢闸门的防腐措施

如前所述,钢闸门腐蚀是不可避免的,但我们可以采取措施,提高钢闸门的防腐性能,减缓闸门钢板的腐蚀速度。笔者以为钢闸门防腐必须从以下几方面综合加以考虑。

3.1 选择优质耐腐的材料

针对钢闸门特定的工作环境,为使钢闸门获得一个比较经济合理的使用寿命,选择腐蚀率较低、物理力学性能等又满足设计要求的材料是常用的、简便而又行之有效的控制腐蚀的方法。

3.1.1 闸门钢板

水工钢闸门大多浸没于水下或外露于潮湿的大气中,有的还处于工业污染区,易腐蚀,因此宜优先采用 Q345 钢(锰含量为 1.0%~1.6%)等耐腐蚀性能良好的低合金高强度结构钢。

3.1.2 防腐涂层材料

a. 对非金属涂料,应选择那些与基体金属附着良好的底漆和耐候、耐水性的面漆的组合,中间漆宜选用能增加与底、面漆之间结合力且有一定耐腐蚀性能的涂料。构成涂层系统的各层涂料之间及底层涂料与闸门钢板之间应有良好的配套性。钢闸门上水位变化区或浪溅区宜选用具有良好耐候性和耐干湿交替的防腐蚀涂层,经常处于浸水状态的部位,宜选用具有良好耐水性和耐蚀性的涂层系统^[5]。

2002 年底镇江谏壁节制闸钢闸门防腐工程采用了法国独资企业式码卡龙(SigmakKalon)涂料有限公司生产的 6820 环氧富锌底漆、6822 环氧云铁中间漆和 6824 丙烯酸聚氨酯面漆 RAL7040,钢闸门底部 0.50 m 范围内在面漆与中间漆之间增涂一层由南京水利科学研究院研制生产的 FS 抗冲耐磨涂料。从目前工程使用情况看,防腐效果比较好。

b. 金属涂层材料。地处沿海或工业大气环境中的钢闸门,宜选择铝、铝镁合金或锌铝合金,淡水环境宜用锌、铝、锌铝合金或铝镁合金^[5]。

3.1.3 金属防腐涂层的后处理材料

金属喷涂层封孔剂的选择主要取决于基底(金属涂层)材料、钢闸门所处周围环境及各个部位的工作特性。

3.2 采取技术经济的防腐方案

钢闸门的防腐方法有多种,如涂装防腐层、电化学保护法、加贴耐腐蚀的复合材料(如不锈钢薄板、玻

璃钢)或几种方法联合保护等。防腐蚀方案应根据结构的使用环境、运行工况、维护管理条件及技术经济等因素综合考虑,对污染比较严重的,还需进行专门试验论证。目前涂装防腐层(金属的和非金属的)仍是水工钢闸门防腐常用的、也是比较成熟的一种方法。

2002 年底谏壁节制闸钢闸门防腐工程除了前面所讲的涂刷防腐涂料外,还在每扇钢闸门上加焊了 14 支 MF-10-S 镁合金牺牲阳极,进行牺牲阳极保护,比较经济、可行。

3.3 加强防腐施工质量控制

防腐施工质量不好,会直接导致防腐涂层提前失效,缩短钢闸门防腐维修周期和正常使用年限。因此需要在防腐施工时对一些重要环节加强质量控制和工艺优化。

a. 表面预处理后要形成净化、粗化、活化的基体表面,清洁度和粗糙度必须符合设计要求,以提高涂层与基体的界面性能。

b. 表面预处理后要马上进行涂装,涂装作业应在清洁干燥环境中进行。

c. 对热喷镀施工,要注意提高喷射颗粒的速度以获得高的动能,保证喷射颗粒良好的受热及熔化状态,以达到足够的热能,控制涂层的应力状态、应力大小和应力分布,尽可能减少或避免喷射的高温颗粒在喷涂过程中与周围环境发生有害化学反应等。

d. 要加强对一次施工涂层厚度的控制和对防腐涂层总厚度及致密性的检测。

3.4 注意工程管理维护

a. 经常开闸冲污,改善水质,降低水中腐蚀性介质浓度,以减缓钢闸门腐蚀速度。

b. 合理控制运用,尽可能呈堰流泄水,减少过闸水流对钢闸门的冲刷、磨蚀。

c. 及时清除钢闸门表面附着物,经常检查钢闸门防腐情况,确保防腐有效、完好。

d. 钢闸门维修时,一般不要局部实施喷镀保护或采用与基体性质不同的金属,以免在整体钢结构上形成小阳极大阴极宏观腐蚀电池。

参考文献:

- [1] 武汉水利电力学院,大连工学院,河海大学.水工钢结构[M].第二版.北京:水利电力出版社,1988.11.
- [2] 肖开学.实用金属防锈技术问答[M].北京:机械工业出版社,1997.
- [3] 王祖滨,东涛.低合金高强度钢[M].北京:原子能出版社,1996.196~198.
- [4] 虞莲莲.实用有色金属材料手册[M].北京:机械工业出版社,2002.20.
- [5] SL105-95 水工金属结构防腐蚀规范[S].

(收稿日期 2002-11-01 编辑 熊水斌)