

高港泵站闸门防腐工艺的应用

Application of Anti-corrosion Process of Gate of Gaogang Pump Station

蔡亚琴 吴鹏鹏 张楚楚 陈擎环

Yaqin Cai Pengpeng Wu Chuchu Zhang Qinghuan Chen

江苏省泰州引江河管理处 中国·江苏 泰州 225300

Jiangsu Taizhou River Diversion Management Office, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

摘要: 高港泵站闸门在长期应用过程中,受多方面的影响造成闸门严重锈蚀的现象,对工程的运行有较大的影响,严重情况下容易引起安全事故,为避免出现此种现象,对高港泵站9台机组18台闸门进行必要的防腐处理。钢闸门在水利工程中的应用较为广泛,对水利工程的运行起到至关重要的作用,论文对钢闸门的防腐处理技术进行了探讨。重点介绍闸门防腐前的表面处理,防腐方法等。

Abstract: In the long-term application of the gate of Gaogang pump station, the gate is caused by many influences, which has a great impact on the operation of the project. In serious cases, it is easy to cause safety accidents. In order to avoid this phenomenon, 18 gates of 9 units of Gaogang pump station are given necessary anti-corrosion treatment. Steel gate is widely used in water conservancy project, and plays an important role in the operation of water conservancy project. This paper discusses the anticorrosion treatment technology of steel gate. The surface treatment before the gate anticorrosion, anticorrosion methods, etc.

关键词: 水利工程; 钢闸门; 防腐技术; 金属喷涂

Keywords: water conservancy project; steel gate; anti-corrosion technology; metal spraying

DOI: 10.12346/etr.v4i12.7422

1 工程基本情况

泰州引江河是中国江苏省东部地区引江供水口门,也是南水北调东线的水源工程之一,工程南起长江,北接新通扬运河,全长24km,是一项以引水为主,灌溉、排涝、航运、生态、旅游等综合利用,支撑苏北地区发展和实施沿海开发战略的基础设施工程。高港枢纽距长江1.9km,是泰州引江河连接长江的口门控制建筑物,由泵站、节制闸、调度闸、送水闸、一二线船闸以及110kV变电所等组成,具有挡潮、灌溉、排涝、引水、通航及改善水环境等综合功能。高港泵站等级为大(1)型。高港泵站有抽引、抽排两种工况,设计抽水能力在两种工况时均为 $300\text{m}^3/\text{s}$ 。上游为内河侧,下游为长江侧,在长江高潮位时,利用主机下层流道可实现自流引江,自流引江能力 $160\text{m}^3/\text{s}$ 。主要作用是向苏北地区供水,通过泰东河、通榆河、卤汀河等送水骨干河道,将长江水东

引、北调至沿海垦区和各个灌区,受益耕地达300万公顷;当里下河地区出现洪涝时,可抽排涝水 $300\text{m}^3/\text{s}$ 下泄入江,提高该地区的防洪排涝标准。与高港调度闸、高港送水闸配合使用时,能解决通南地区的引水、排涝问题,改善生态环境。高港泵站有9台机组,上游侧共计18道闸门。

2 钢闸门腐蚀分析

高港泵站闸门为平面钢闸门,钢闸门是水工建筑物的重要部分,已运行20年,由于钢闸门长期浸在水里,在高速水流、水生物腐蚀等恶劣环境下运行,闸门锈蚀情况严重,闸门表面部分锌层剥落(见图1)。出现锈蚀,主滚轮和侧滚轮运转不灵活,部分存在卡死,止水橡皮老化导致密封效果不良等现象,影响了工程的安全运行。为延长闸门使用寿命,保证闸门的安全运行,现采用高压喷砂除锈,喷涂锌层的方法对闸门进行防腐处理^[1]。

【作者简介】蔡亚琴(1979-),女,工程师,从事水利工程研究。



图1 施工前闸门

3 施工前的准备和材料要求

①施工前的准备,施工前,要对周围环境做好保护,制定有效的防尘措施,例如使用彩条布对电气柜等进行包裹,廊道有风扇的地方采用彩条布保护,防止粉尘进入厂房。敞口处也采用彩条布隔离,尽量减少粉尘对周围环境的污染。

②锌丝采用直径大于等于3mm,含锌量大于等于99.99%的锌丝。

③喷砂砂砾要有棱角、干燥、无泥土和其他杂质,砂粒粒径控制在 $0.5\text{mm}<d<2\text{mm}$,即中砂为宜。

④因闸门无法吊高出轨道,两侧廊道开凿了 $1.3\text{m}\times 0.8\text{m}$ 的检修孔,方便维修侧滚轮。

⑤底漆为环氧富锌底漆,施工厚度要求为 $60\mu\text{m}$,中漆为环氧云铁中间漆,厚度要求为 $50\mu\text{m}$,面漆为氯化橡胶面漆 $80\mu\text{m}$ 。

4 钢结构闸门涂装施工工艺

4.1 基层处理

先将闸门金属表面上的淤泥清除干净后冲洗,待闸门表面干燥后,进行表面除锈,方法采用机械处理。构件除锈等级应符合要求。

4.2 采用喷砂除锈进行表面预处理

借助压缩空气驱动砂粒,通过专用砂枪嘴以较高的速度使砂粒喷射到钢结构表面上去。由于高速砂粒的冲击和摩擦,从而达到除锈和清理表面的目的。处理后的闸门表面清洁干燥,露出灰白色金属光泽,并且具有一定的粗糙度,有利于锌层与闸门表面的良好结合^[2]。

4.2.1 工艺要求

①水工钢结构在涂装之前必须进行表面处理。②水工钢结构表面在喷射处理之前,必须仔细地清理焊渣、飞溅等附着物,并清洁基体金属表面可见的油脂及其他污物。③压缩空气必须经过冷却装置及油水分离器处理,保证空气干燥、清洁,气罐要定期进行排污和清理。④砂质要坚

硬、有棱角、干燥、无泥土和其他杂质,砂粒粒径控制在 $0.5\text{mm}<d<2\text{mm}$,即中砂为宜。⑤喷砂用压缩空气压力控制在 $4.5\sim 7.0\text{Mpa}$ 。⑥喷砂孔径、喷嘴距工作面距离视工作压力、一般情况下,喷嘴到闸门基体金属表面的距离保持在 $100\sim 300\text{mm}$ 。⑦喷射方向与基体金属表面的法线的夹角宜控制在 $15^\circ\sim 30^\circ$ 。⑧喷射时严格掌握喷的移动速度,严禁过快或过慢以免处理不干净或过磨损。⑨闸门金属表面预处理完成以后,用清洁、干燥的空气进行吹扫,清理后的表面不得用手触摸。⑩喷砂处理工作前,如有污染或反锈现象,应重新进行表面预处理达到原要求的表面清洁度等级。⑪表面清洁度等级应达到GB8953中规定的St3级。⑫喷射清理的安全与防护,喷射清理用砂罐的使用应符合国家标准《压力容器安全技术监察规程》的规定。在喷射作业时,喷砂工应穿戴防护工具。干式喷砂应注意防尘和环境保护。⑬当喷砂作业结束之后需要对作业质量进行全面检查,然后还需对钢闸门的整体的粗糙度和清洁度进行检查,不合格的地方,采用补喷作业处理。避免用手摸的方式检查,同时也要防止漏检。

4.2.2 主要施工方法

喷砂操作工艺:在开车前先装满下室的砂,然后开空压机,打开阀门利用压缩空气顶住活门,这时即可打开砂桶阀门和旋塞,开始喷砂操作。同时装上室的砂,待下室的砂即将用完时即进行加砂,打开阀门,利用压缩空气顶住活门,同时上室内压力迅速增加。到上下室压力相等时,上室的砂因自重压开活门进入下室。直至砂粒全部进入下室时,又进行上室的加砂工作。如此循环往复,直至管道表面达到要求。喷砂除锈经验收合格后,要在六小时之内涂上锌层,以防再生锈。

4.3 涂装采用热喷涂锌底层

锌丝在氧气乙炔燃烧状态下将锌丝融化,同时用压缩空气将融化的锌吹成雾状,并以较高的速度喷射到预先经过处理的金属表面上,这些雾状微粒在喷射过程中,受空气冷却而处于半熔融状态,当堆积到金属表面后,立即变形并迅速冷却收缩,从而紧紧地嵌附在具有一定粗糙度的结构表面上,形成一层镀锌层^[3]。

4.3.1 工艺要求

①镀层总厚度一般为 $120\mu\text{m}$,第一层 $60\mu\text{m}$,第二层厚度为 $60\mu\text{m}$ 。具体标准要求见表1。

②喷镀用锌丝的含锌量应大于99.99%,外观光滑、无锈、无油、无折痕,选用直径为3mm。

③喷镀用压缩空气应清洁干燥,压力不小于 0.4Mpa 。

④喷镀距离 $100\sim 200\text{mm}$,喷枪尽可能与基体表面垂直,夹角不得小于 45° 。

⑤喷枪移动速度必须均匀、平稳,以一次喷镀厚度达到 $25\sim 80\mu\text{m}$ 为宜。

⑥各喷镀带之间应有 $1/3$ 的宽度重叠,厚度要尽可能均匀。

表 1 金属涂层厚度分类表

所处环境	设计寿命 T (a)	涂层类型	最小局部厚度 (μm)
大气	$T \geq 20$	热喷涂锌 (锌合金)	120
		热喷涂铝 (铝合金)	120
	$T \geq 10$	热喷涂锌 (锌合金)	100
		热喷涂铝 (铝合金)	100
淡水	$T \geq 20$	热喷涂锌 (锌合金)	160
	$T \geq 10$	热喷涂锌 (锌合金)	120
海水	$T \geq 10$	热喷涂铝 (铝合金)	160
	$T \geq 10$	热喷涂锌 (锌铝合金)	200

注：宜选用表中厚度值，也可选用表中未规定的厚度。

⑦各喷镀之间的喷枪走向应相互垂直，交叉覆盖。

⑧喷射颗粒应大小均匀，镀层完成后要平整，不得有成片金属喷上，否则要彻底清理后重喷。

⑨涂层的表面温度降到 70° 以下时，再进行下一层喷涂。

4.3.2 主要施工方法

①使用氧气之前，应将氧气瓶的出口阀门瞬间开放，以吹出积灰，使用新管或较长时间未用的旧管时应吹净管内积灰。

②使用喷枪前，应做气密性实验。

③检查减压阀是否正常，并调整适当。

④检查油水分离器的作用是否良好，始发能随时放水。

⑤氧气的使用压力为 $4\sim 5\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ ，气量应控制在 $1.8\text{m}^3/\text{h}$ 。

⑥压缩空气的使用压力为 $4\sim 6\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ ，每个气枪的供气度量应为 $1\sim 1.2\text{m}^3/\text{min}$ 。

⑦乙炔使用压力为 $0.4\sim 0.7\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2$ ，气量应控制在 $0.66\text{m}^3/\text{h}$ 左右。

⑧在点火之前，将喷枪总阀全开，除去氧气、压缩空气及乙炔的混合物。点火时，锌丝要伸出喷咀的空气风帽 10mm 以上，并在金属丝不断输送时才能点火。

⑨点火工作完毕，应仔细检查调整锌丝输送速度及氧气、压缩空气及乙炔的压力，直到正常为止。

⑩喷镀时，喷枪与工作应呈垂直方向。在无法垂直喷镀的情况下，喷枪与工件表面的斜度不小于 45° 角。喷嘴与工件表面应相距 $125\sim 165\text{mm}$ ，最大不宜超过 200mm 。

⑪喷镀厚度超过 0.1mm 时，应分层喷镀，前一层与后一层应进行 90° 交叉或 45° 交叉喷镀。

⑫喷镀时，喷嘴的移动应均匀，速度宜保持 $300\sim 400\text{mm}/\text{min}$ ，锌丝走丝速度为 $2\sim 2.2\text{m}/\text{min}$ 。必须防止工件表面局部过热或喷镀层局部过厚的现象发生。

⑬喷镀过程中，不得用手抚摸被涂工件表面。

⑭喷镀完毕，将喷枪总阀回到全关位置。关闭氧气、压缩空气及乙炔的各种阀门，拆除各路皮管，按喷枪说明保管喷枪。

4.4 涂层保护

涂层施工技术要求：对喷涂锌完工的闸门，进行涂料封闭，根据本工程要求采用底漆环氧富锌 $60\mu\text{m}$ ，中间漆为环氧云铁漆 $50\mu\text{m}$ ，封闭面漆为氯化橡胶 $80\mu\text{m}$ ，为保证喷涂质量，第一道油漆喷涂前需将工件涂层表面灰尘和松动金属粒清理干净，第一、二道油漆涂装，应按油漆要求进行，以达到长效防护的目的。油漆涂装时，要待上道油漆达到表干后，再进行下道油漆涂装；以防止出现漆膜起皱等质量缺陷^[4]。

热喷涂施工：

①金属热喷涂前应对表面预处理的质量进行检验，合格后方能进行喷涂。

②金属热喷涂施工与表面预处理的间隔时间应尽可能缩短，在潮湿或工业大气等环境条件下，应在 2h 内喷涂完毕；在晴天或湿度不大的条件下，最长不应超过 8h 。

③热喷涂工艺应按以下要求执行：喷涂用的压缩空气应清洁、干燥、压力不应小于 0.4MPa ；喷嘴与基体表面的距离宜为 $100\sim 200\text{mm}$ ；喷枪应尽可能与基体表面垂直，喷束中心线与基体表面法线之间的夹角最大不应超过 45° ；上下两遍之间的喷枪走向应相互垂直。

④金属喷涂层检查合格后，应在任何冷凝发生之前进行涂料封闭；涂料封闭宜采用涂刷或高压无气喷涂的方式施工。

⑤金属涂层质量检验。金属涂层外观应均匀一致，没有金属熔融粗颗粒、起皮、鼓泡、裂纹、掉皮及其他影响使用的缺陷。

图 2 为防腐后闸门。



图2 防腐后闸门

此种方法防腐,使闸门表面与水和其他腐蚀的介质进行了隔离,达到了防腐的目的,这一种方法进行防锈处理不仅效果好,而且保护的时间较长,可以长期有效地保护钢结构,特别是水工钢结构,提高闸门的抗腐蚀能力,延长闸门的使用寿命,提高了闸门的运行安全,确保了水利工程的安全运行。

参考文献

- [1] 薛同跃,孙爱国,潘新国.浅谈水工钢闸门的管理与维护[J].水利电力机械,2007,29(11):3.
- [2] 张志军.水工钢闸门的腐蚀危害与防腐蚀设计[J].河南水利与南水北调,2014(8):19-20.
- [3] 朱晓峰,赵鹏,贾云飞,等.水工钢闸门腐蚀因素分析及防腐措施探讨[J].北京水务,2013(1):3.
- [4] 田跃刚.平面钢闸门的腐蚀与防护措施[J].节水灌溉,2013(12):2.

5 总结

论文对高港泵站闸门防腐的工程进行了详细分析,采用