

## 水位线下闸门埋件防腐施工

吴阳锋<sup>1</sup> 邵冠军<sup>2</sup> 周 毓<sup>3</sup>

1 浙江省水利水电工程质量与安全管理中心, 浙江 杭州 310051

2 绍兴市上虞区上浦闸运行管理中心, 浙江 绍兴 312300

3 浙江江能建设有限公司, 浙江 杭州 310051

**[摘要]**水利工程作为经济社会发展的重要基础设施,多年来,随着我国水利工程逐步发展,技术不断进步以及环境条件的改变,运行多年的水利工程金属结构产品进行技术改造及升级的也越来越多。漫水闸闸门的技术改造施工现场环境复杂,需进行水位线下施工,且枯水期短、工期紧张。公司和项目部同业主方多次沟通调整,根据现场实际工况,现场防腐采取围挡六孔,同时作业的方式,6孔漫水闸的上下检修门同时下闸,迎水面的漏水点使用挡水布包裹沙包堵漏,背水面设置临时围堰加集水井抽水,并在防腐施工区域内配置除湿机改善潮湿环境的多重措施,有效解决了防腐环境潮湿无法施工问题,改善了门槽埋件现场防腐条件,确保了防腐质量达标,并加快了施工进度,现形成了一套比较完善的水位线下闸门埋件防腐施工技术,以指导后续同类工程施工。

**[关键词]**防腐施工;漫水闸;水位线

DOI: 10.33142/hst.v5i7.7583

中图分类号: TV3;U44

文献标识码: A

## Anti-corrosion Construction of Gate Embedded Parts under Waterline

WU Yangfeng<sup>1</sup>, SHAO Guanjun<sup>2</sup>, ZHOU Yu<sup>3</sup>

1 Zhejiang Water Conservancy and Hydropower Engineering Quality and Safety Management Center, Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

2 Shaoxing City Shangyu District Shangpu Gate Operation Management Center, Shaoxing, Zhejiang, 312300, China

3 Zhejiang Jiangneng Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

**Abstract:** As an important infrastructure for economic and social development, water conservancy projects have been undergoing more and more technical transformation and upgrading of metal structure products of water conservancy projects that have been in operation for many years, with the gradual development of water conservancy projects in China, the continuous progress of technology and the change of environmental conditions. The construction site for the technical renovation of the overflow gate is complex and needs to be constructed under the water level, with short dry season and tight construction period. The company and the project department have communicated with the owner for many times for adjustment. According to the actual working conditions on the site, the on-site anti-corrosion adopts the method of enclosing six holes and operating at the same time. The upper and lower access doors of the six-hole overflow gate are closed at the same time. The water leakage points on the upstream surface are sealed with water retaining cloth wrapped with sandbags, and the back surface is provided with temporary cofferdams and collecting wells for pumping water, and dehumidifiers are equipped in the anti-corrosion construction area to improve the wet environment, which has effectively solved the problem that the anti-corrosion environment is wet and cannot be constructed, improved the on-site anti-corrosion conditions of the gate slot embedded parts, ensured that the anti-corrosion quality meets the standard, and accelerated the construction progress. Now a relatively complete set of anti-corrosion construction technology for the gate embedded parts under the water level has been formed to guide the subsequent construction of similar projects.

**Keywords:** anti-corrosion construction; overflow sluice; waterline

### 1 施工特点

(1) 在枯水期间上下检修闸门同时下闸,迎水面使用挡水布包裹沙包堵漏,背水面设置临时围堰加集水井抽水,有效控制漏水及闸室内积水问题,挡水效果好达到水位线下施工条件。<sup>[1]</sup>

(2) 水位线下环境潮湿、湿度大,通过在闸室的防腐场地内使用钢管架结合彩条布搭设防腐施工棚,内部设置可移动的除湿设备的方式,营造防腐施工干燥环境。

(3) 现场防腐采取围挡6孔,同时作业的方式,节

约施工工期,流水线作业、减少了工序间等候时间。

(4) 临空、临水作业,电缆线采用架空布置、TN—S接零保护系统,配电系统按总配电—分配电—开关箱设置,实行两级漏电保护,保证施工用电安全。

(5) 采用手工打磨除锈,减少扬尘,保证了喷涂条件,并有效缓解环境污染,绿色环保。

### 2 适用范围

本工法适用于工期紧张,且受施工空间限制,需在水位线下进行施工防腐的金属结构的提升改造、专项维修项

目等。

### 3 工艺原理

水位线下闸门埋件防腐施工采用上下闸检修门同时下闸,迎水面悬挂挡水布结合沙袋挡水,防腐场地内少量漏水则设置沙包堆砌临时围堰形成集水池,并在集水池内使用潜水泵抽水排干积水的方式,挡水效果好,有效的控制漏水及闸室内积水问题,可达到水位线下施工防腐条件要求。再在施工部位使用钢管架结合彩条布搭设防腐施工棚,内部设置可移动的除湿设备的方式,保证施工防腐环境干燥,施工条件符合规范要求,确保了防腐施工质量。防腐表面处理除锈采用砂轮机手工打磨门槽,人工涂刷油漆的方式,油漆表干时间在3小时内,对操作人员技能要求低,工作效率高,质量控制简单,环境污染小,可实现门槽左右及底部同时施工,保证了防腐施工的整体性。施工时对多重施工安全措施,极大保障了施工安全。

### 4 施工工艺流程与操作要点

#### 4.1 施工工艺流程

施工准备→上下游检修闸门下闸→施工场地排水→检修门底端设置临时围堰→脚手架搭设→现场防腐施工→检查验收

#### 4.2 现场操作要点

##### 4.2.1 准备工作

(1)材料准备:按照业主和设计图纸要求进行备料,防腐等材料须具有材料出厂合格证及质保书,并将相关资料上报监理工程师。<sup>[2]</sup>

(2)图纸审核:资料及设计图纸,由项目部技术部门对图纸进行全面的审查和核对,如有疑问,由工程技术人员及时向业主提出,沟通协调解决。

(3)编制防腐施工专项施工工艺。

(4)工器具、仪器量具和施工设备检查校验:用于项目施工防腐的工器具、量具、仪器和施工设备(包括水准仪、全站仪、钢板尺、钢皮尺、钢卷尺、涂层测厚仪、粗糙度对比试块、划格器、拉拔仪等)均由专职计量室送检,委托具有相应资质的单位进行校检和检测。

(5)做好施工前各项辅助临时设施的建设,保证现场施工工作顺利进行。

(6)检查槽内杂物是否清除干净。

##### 4.2.2 上下游检修闸门下闸

检修闸门下闸,为确保安全下闸,作业现场设安全警示牌,吊装方法:根据现场需吊机作业工况,编制吊装方案,选用50吨汽车吊1台吊装检修门下闸。经受力计算分析,技术参数满足吊装要求。

##### 4.2.3 施工场地排水

场地内前期的积水采用两台潜水泵先出,后期地内少量漏水沙包堆砌临时围堰形成集水池,并在集水池内使用潜水泵抽水排干积水的方式,排水效果好。

##### 4.2.4 检修门底端设置临时围堰

由于原门槽轨道为混凝土结构,表面平面度不足上下

检修闸门下闸后,闸门底部出现少量漏水现象,通过在检修闸门底端设置临时围堰,形成集水池方便排水。漏水处采取的堵水措施为:上、下游迎水面采用与检修门等高的挡水布在底端包裹沙袋下放吸附挡水,由于水压差的关系,挡水布会自动吸附在漏水处,背水面(防腐施工场地)少量漏水则采用沙包堆砌临时围堰形成集水池,通过潜水泵将剩余积水抽干。



图1 挡水布+沙包围挡

##### 4.2.5 脚手架搭设

(1)考虑到6扇闸门流水式施工要求及现场场地情况,本工程采用闸门两端搭设移动脚手架平台以便于施工。作业平台采用装配式脚手架搭设,在架子的顶层的四周搭设护栏,架子两边用斜撑支撑,在架子的底部安装四个导向轮子,方便移动施工。

(2)清理现场,确保脚手架搭设无障碍,确保搭设具备作业条件。

(3)采用符合施工规范要求的移动式脚手架,所有材料必须要求许可证,产品合格证及相应检验报告等,若发现有脆裂、变形等现象的严禁使用。

(4)脚手架搭设工艺流程:清理地面→在闸门两端地面铺设钢板→在钢板未铺设到位置放置白铁皮(保护地面及防止重物掉落门库,白铁皮放置在工作区域)→安装脚手架→放置跳板→用钢管设置固定杆。

(5)依据闸门放置位置的空间和结构分别闸门两端在搭设一个长5米,宽3米,高6米的移动脚手架平台,在搭设合格后外围用白铁皮及防雨篷布(防雨篷布采用超厚耐磨型)进行遮挡,保证没有灰尘跑出施工区,防雨篷布的每个面都要大于脚手架21尺寸500mm。

##### 4.2.6 现场防腐施工

###### 4.2.6.1 防腐施工程序:

手工打磨处理(St3级)→清(灰、油)→检验合格→进入下道工序涂刷环氧富锌底漆(50um)→检验合格→进入下道工序涂刷快干环氧云铁漆(150um)→检验合格→进入下道工序涂刷改性耐磨环氧漆(150um)→检验合格→交工验收

###### 4.2.6.2 施工方法

(1)组织施工人员及设备进场,并进行现场安全、技术交底。

(2)防腐施工前,根据闸室尺寸,使用钢管架结合彩条布搭设3.5m(长)\*6.2m(宽)\*5.0m高的防腐施工棚,形成21m²的封闭式施工空间,并在空间内设置可移动的除

湿设备,保证施工防腐环境干燥,施工条件符合规范要求。涂装完成后,涂层在未完全固化的情况下,不宜承受机械应力。油漆固化过程中,持续送风,保持闸室内环境通风良好,避免涂层固化前接触水气,表面产生白化现象。

(3) 打磨除锈之前,检验门槽结构的焊接和外观,以发现存在的缺陷并及时处理,按照 DL/T5358-2006 标准执行。在打磨前,表面应该处理达到以下要求:

①没有毛刺、凸起和锯齿等缺陷,如果有的话,应该打磨去除。

②没有任何飞溅、焊剂、焊渣和凸起夹片,这些都要打磨掉或铲除掉,使表面良好。

③没有灰尘、污物和油脂。当这些污染物存在时,应在喷砂前根据 SSPC SP1 的要求,采用合适的清洁剂(水溶性碱性乳化剂)进行溶剂清洗。

④没有任何涂画,加工装配等标记要清除

⑤在打磨和涂漆前,锐边和所有粗糙的切割边缘要打磨到半径至少为 2mm 的圆角。

(4) 表面处理采用手工打磨的方式进行,打磨用磨光机加钢丝刷进行除锈处理,除锈完成后达到规定要求的 St3 级标准。打磨过程先用磨机把焊缝和焊疤打磨干净,再用钢丝轮来增加钢材表面的粗糙度增强油漆的附着力。



图2 门槽打磨

(6) 油漆涂装施工

考虑现场环保要求,采用人工涂刷油漆。

①环氧富锌底漆

在全部除锈工作完成后,用细砂再全面快速清扫一遍,用压缩机空气清理吹扫灰尘后,人工涂刷第一道底漆,经监理验收合格后再进行下道工序。

待表面处理合格后,即可喷涂环氧富锌底漆,粘度按规范要求严格控制,漆膜干燥后涂料漆膜厚度达 80um 以上,达到表面无气泡和漏涂部位。

②快干环氧云铁漆

底漆实干后,应有一定的固化时间,保证每层涂层实干、无漏漆、无流挂、无气泡、无杂质,附着力符合要求。涂刷时掌握纵向,横向相结合的方法,使涂刷的颜色一致,达到设计厚度。

③改性耐磨环氧面漆

同中间漆涂刷工序一样,各刷涂层之间的走向应相互

垂直,交叉覆盖。

④涂刷注意事项

A 当空气中相对湿度大于 85%,并且钢板表面温度低于大气露点以上 3℃或高于 60℃以及环境温度低于 5℃时,均不得进行涂装。

B 漆膜厚度用测厚仪进行测定,厚度应满足 85%的测点达到设计要求,达不到厚度的测点其最小值应不低于设计厚度的 85%。

⑤局部修补

防腐涂刷施工完毕后,应仔细检查涂层的缺陷,并加以修补。用于修补的材料应与涂层的材料相吻合,符合质量标准,使业主及监理工程师满意。

⑥涂层检查验收

涂刷前应对表面预处理的质量进行检查,合格后方可进行涂装。每层涂刷时应对前一层进行外观检查,如发现漏涂、流挂、皱纹等缺陷,应及时进行处理,涂刷结束后及时对涂膜外观检查,表面应均匀一致,无流挂、皱纹、鼓泡、针孔、裂纹等缺陷。

涂膜固化后应进行干膜厚度测定,用磁性测厚仪在一个面积为 1d m<sup>2</sup>的基准表面上测量 10 点涂层厚度,取 10 个值的算术平均值为该基准表面的局部厚度。一般情况下,每 10 m<sup>2</sup>不少于三个基准表面。85%以上的局部厚度应达到设计厚度,没有达到设计厚度的部位,其最小局部厚度应不低于设计厚度的 85%。

附着力的检查:用小刀在涂层上划二条夹角为 60°的切割线,划透涂层至基底,用布胶带粘牢划口部分,然后沿垂直方向快速撕起胶带,涂层无剥落,本试验选择工件上非重要部位,测试后立即补涂。<sup>[3]</sup>

## 5 质量控制措施

防腐工作的最终质量是否满足设计要求,与施工全过程的控制密切相关,结合本工程特点,涂装材料选择知名品牌且同一厂家,且在施工时严格按照防腐材料供应商提供的书面施工工艺及措施进行,并接受材料供应商全过程技术指导和监督,防腐材料供应商全过程技术指导,其服务内容涵盖了项目实施的各个阶段,包括确定涂装方案,涂装参数,培训涂装人员,确认涂装微环境。设备,表面处理,油漆品种,涂装后漆膜质量,膜厚检查,缺陷处理,后续施工建议,完工后整体状态评估,维护建议等,高质量的涂料得到合理的施工加严格监督控制,以达到最佳的防腐施工效果。

### 5.1 湿膜厚度控制

施工人员在涂刷油漆的过程中要不断检测调节每道油漆的湿膜厚度,以控制干膜厚度,从而控制涂层的总干膜厚度。使用梳齿状湿膜仪在喷漆后应立即进行检测。

涂层喷涂厚度在规定的厚度范围内,除非另有规定,涂料厚度不得超过如下数值:

规定厚度为 100um 时,不应超过 50%;

规定厚度超过 100um 时,不应超过 50um。



## 5.2 干膜厚度控制

每道涂层及最终涂层须用数字式干膜测厚仪进行干膜厚度的检测。膜厚不足时须按规范要求进行补喷(涂)到规定的干膜厚度。干膜厚度的检查按 SL105 进行。

## 5.3 附着力检测

附着力检测按划格法 GB/T9286 进行。划格法采用多刃刀具。附着力小于等于 2 级认定为合格。划格法测试程序和方法如下:

(1) 测量漆膜, 以确定适当的切割间距。干膜厚度在 6~120  $\mu\text{m}$  时, 切割间距为 2mm; 干膜厚度在 12~250  $\mu\text{m}$  时, 切割间距为 3mm。

(2) 以稳定的压力, 适当的间距, 匀速地切割漆膜, 直至底材表面。

(3) 重复以上操作, 以 90° 角再次平行等数切割漆膜, 形成井字格。

(4) 用软刷轻扫表面。以稳定状态卷开胶带, 切下 75mm 的长度。

(5) 从胶带中间与划线呈平行放在格子上, 至少留有 20mm 长度在格子外以用手抓着, 用手指摩平胶带。

(6) 抓着胶带一头, 在 0.5~1.0s 内, 以接近 60° 角撕开胶带。保留胶带作为参考, 检查切割部位的状态。划格法附着力图示:

## 6 安全措施

(1) 经常进行安全教育, 提高每个施工人员的安全意识。

(2) 建立健全施工安全保障体系, 工地配备专职安全员。

(3) 熟悉各种施工材料以及各道施工环节的安全注意事项, 严格按操作规程施工。

(4) 防腐施工现场和材料库房严禁火种, 在合适位置配置灭火设备, 现场施工人员不能在施工现场抽烟, 使用明火。

(5) 受限空间施工作业, 设置监护人员。

(6) 在现场施工要做好通风措施, 防止气体的有害物质进入导致损害人员身体健康。

(7) 施工现场放置氧气面罩, 油漆施工人员配备防护服。

(8) 高空作业(2m 以上) 人员必须栓好安全带, 并应有监护。所带工具应装在工具袋内。

(9) 禁止上、下立体交叉作业, 禁止上下层乱抛工具和物件。

(10) 施工现场注意用电安全, 做好防漏电措施, 每次用电前检查配电箱电缆电动工具, 在没有损坏的情况下使用, 如有损坏立即更换。

(11) 手工机械除锈时严防机械事故伤人, 杜绝用电安全隐患。

(12) 文明施工, 做到工完料净场地清。

(13) 检修闸门下闸后, 采取切断控制电源, 并悬挂禁止合闸标语, 设置专人专管, 避免在施工时闸门突然启动泄水, 造成施工人员伤亡事故。

(14) 在施工期间每日巡查水位线并记录, 发现突发水位上涨时及时处理, 避免水位漫过检修闸门造成淹水, 且在施工期间, 全员配备救生衣, 落实作业人员必须配备相应的劳动保护用品(如: 安全帽、安全带、防护眼镜、防护手套、防护工作服等), 禁止汛期施工作业的制度措施, 保障施工人员人身安全。

(15) 施工电源在现有的电源接口处直接敷设电缆线至用电区, 电缆线采用架空布置。并按安全要求采用 TN—S 接零保护系统, 配电系统按总配电—分配电—开关箱设置, 并实行两级漏电保护。总箱按一机一闸一漏一箱的要求装置, 箱内设电源隔离开关, 保证施工用电安全。

## 7 环保措施

(1) 防腐施工搭设专用防腐施工棚。根据闸门尺寸及防腐工艺要求搭设防腐工棚, 并做好通风、降尘措施, 控制粉尘污染。

(2) 施工中合理安排施工顺序、工作面, 以减少作业区域的机具数量, 相邻作业区充分利用共有的机具资源。安排施工工艺时, 优先考虑耗用电量少的或其他能耗较少的施工工艺。

(3) 施工现场采取必要的隔音与隔振措施, 控制现场噪音排放不超过《施工场界噪声限值》的标准。

(4) 现场设立消防灭火器, 按施工现场要求进行布置。生活区及工作区等重点防火部位, 每处布置不少于 2 具 5kg 干粉灭火器, 制定具体防火制度, 并有明显标志。

## 8 施工成果

### 8.1 社会效益

施工部位使用钢管架结合彩条布搭设防腐施工棚, 内部设置可移动的除湿设备的方式, 保证了施工防腐环境干燥, 施工条件符合规范要求。提高了施工效率, 提高工程施工质量水平。采用手工打磨除锈, 减少扬尘, 保证了喷涂条件, 并有效缓解环境污染, 满足了环保要求、保证了防腐质量, 同时有效缩短了施工时间, 提高了施工效率, 对防腐进度有了很大提高。

### 【参考文献】

- [1] 黎秋锋. 水利工程闸门防腐处理技术[J]. 四川水泥, 2016(7): 349-352.
  - [2] 周小南. 水利闸门金属构件防腐处理技术应用分析[J]. 中国科技纵横, 2017(4): 66-69.
  - [3] 牟铁江. 水利闸门金属结构防腐处理分析[J]. 防护工程, 2017(12): 304-305.
- 作者简介: 吴阳锋(1982.12-), 男, 籍贯: 浙江 绍兴, 高级工程师, 从事水利工程施工管理, 擅长专业: 水利工程质量监督管理, 所在单位: 浙江省水利水电工程质量与安全管理中心。