

# 水利水电工程金属结构腐蚀研究

陈 飞

水利部水工金属结构质量检验检测中心 河南 郑州 450000

**摘 要:** 随着社会国民经济的日益发展,国家也在不断完善水利水电产业,我国的水利水电事业建设步伐已经相当快,而且取得了突出的成绩,为我国经济社会发展打下了扎实的集成。因为水利水电工程直接关系到人民群众福祉,所以政府必须保证建设水利水电工程。金属构架作为水利水电工程中最重要结构构件,直接关系到水利水电安全,所以必须保证金属框架性能,以保证水利水电工程的安全性。但由于受到各种因素的干扰,在水利水电工程金属结构中容易发生腐蚀,降低了金属构架的效益,同时也增加了在水利水电工程中的安全隐患。

**关键词:** 水利水电;金属结构;腐蚀

## 引言

在水利水电建设施工过程中,必须用到大量的金属板材,而金属原料会出现锈蚀现象。一旦金属框架出现锈蚀问题,金属框架的受力能力将会减弱,金属框架的总体承载能力将会受到破坏。水利水电施工中金属结构的锈蚀将危害水利水电工程的工作。所以,在水利水电工程施工阶段,施工部门必须进行防腐蚀工作,保证施工整体品质。

### 1 水利水电工程金属结构腐蚀检测

首先要对金属框架的外表加以管理。水利水电建筑的金属框架一般都位于水下甚至是在相对湿度很大的情况下,这也导致其很易于遭受侵蚀和破坏,很多金属框架的外表或者接缝里也容易附着较多的灰尘。包括了泥垢、杂草、灰尘、附着的水生物和氧化皮等。也因此,在开展腐蚀检查以前,需要对结构表面做好预处理。表面处理可分为二步实施,第一步采取清水清洗法,主要把构件表面的泥垢、杂草和尘埃等污物清除掉。接着再用钢丝刷或刮刀刀片去除构件表面的钢锈或氧化皮,加上其它附着的水生物,然后用软布将构件表面擦洗一遍。在进行表面处理时,要注意既能把腐蚀物全部去除而又不损伤金属材料本体。在完成表面处理之后方能够完成锈蚀测试。运用多年的水工建筑金属框架均不同程度地出现腐蚀<sup>[1]</sup>。金属构件腐蚀后,截面体积缩小,应力增加,从侧面削弱了整个构件的强度和刚性,直接关系到整个构件的安全运行。采用腐蚀测试,将有助于判断结构的蚀余厚度和腐蚀速度,同时也为结构构件应力分析和安全性评价提供了重要的信息。腐蚀测试重点检查结构的主要锈蚀区域大小和数量情况;严重锈蚀区域与结构表面积之间的比例;受侵蚀损坏结构的蚀余断面尺寸;蚀槽及蚀洞的深度、尺寸和密度等。水工建筑金属框架所

在的环境要求不同,甚至同一构件各个部位的环境条件也会差异,所以其锈蚀情况也多种多样,在开展锈蚀检查时,应当针对其侵蚀特性的差异,采取相应合理的检测方法。对均匀腐蚀,如虽有腐蚀槽,但深度较浅的构件,一般采用测厚仪直接测量法。若构件上锈坑较深如蚀孔腐蚀,且少面分散,则采用特殊的量具进行检测。如构件上锈坑较深面密集成块时,应使用橡皮泥充填法。实际检查中,具体采用哪种检查方式,要依据现场要求来决定。

### 2 水利水电工程金属结构腐蚀的影响因素

#### 2.1 空气

当前全国各地都发生了雾霾问题,危害了暴露在空气中的金属框架,因为雾霾天气中产生二氧化硫和氮氧化物等,在金属框架外表层覆盖了小颗粒和容易水解物质,空气水分会形成凝结,累积作用会加剧金属框架腐蚀。另外在雾霾天气中,溶解了二氧化硫和氮氧化物后,也会产生酸性,而金属骨架的液膜层的导电性能也随之提高,在酸性环境下,金属骨架侵蚀速率不断增加。霾气中的小粒子本身并不会腐蚀性,但也无法吸附腐蚀性复制,只是其中小粒子会凝结空气水分,引起金属框架产生腐蚀问题<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 水分

水利水电的金属框架也需要在水环境中工作,由于水中元素会腐蚀金属框架,水产生了流动性,而水会产生了水膜,从而增加空气中腐蚀气体的结构类型,水流进到金属框架内,在会长时期停留,导致金属腐蚀现象,而金属板材的结构强度很有可能由此也而受到了破坏。由于水利水电的金属结构通常处于相对湿度较大的位置,所以也易出现锈蚀现象。金属构架表面接触了水分子之后,表面也会很快产生化学反应,因此水分子顺着金属

构架裂缝就会渗透到框架内部,破坏金属框架结构。钢框架能够迅速吸附水分子,这可以增加侵蚀速率<sup>[3]</sup>。在钢结构施工阶段,建筑施工单位必须优化处理金属表面,防止像金属内部渗透水分子。

### 2.3 风力

风力对水利水电工程金属结构的影响是多方面的,一方面在风力的作用下,金属结构上会产生水墨,而另一方面也在一定程度上影响了腐蚀性物质的含量。风中也会含有腐蚀物质,在大风影响下,腐蚀物质会落入到金属框架表层,在表层水膜中溶解腐蚀物质,侵蚀速率因此增加<sup>[4]</sup>。此外风中会含有沙尘暴,这些沙尘会破坏金属框架表层,导致金属框架出现侵蚀问题。

### 2.4 温度

在正常的状态下水利水电工程附近的气温并没有发生较大的变化,即使偶有变化气温也不会太高,所以气候影响也没有直接的影响<sup>[5]</sup>。水分对金属表面框架的影响,主要是在已经和水分接触的金属结构上,高温发生变化的环境中金属表面的水分积累越来越多,腐蚀元素逐渐积累,如果不能合理的加以管理那么水必定会附着在金属表面,最后形成锈蚀。

## 3 水利水电工程金属结构防腐措施

### 3.1 涂料防腐措施

施工人员通过在阀门表面涂刷密闭式油漆,从而形成保护层,减少闸门产生锈蚀的现象。采用涂料防锈方法,整个项目造价相当低廉,而且施工十分简单。在水利水电施工中主要是使用环氧树脂漆类和沥青涂料类和醇酸树脂涂料等的。在水利水电工程金属结构防腐工程中,施工人员必须按照技术规定配合施工,达到防腐预期的目标。不过该种技术也有缺点,保护时间相对短,保护期限一般在一零年之内,因而在水利水电过程中使用该技术之后,技术人员应注意定期检查并更新材料<sup>[1]</sup>。

### 3.2 金属热喷防腐措施

金属表面热喷涂防腐蚀工艺,指的是在金属结构表面喷涂锌、铝合金、锌铝合金等,由于这些金属均具有较活泼的热化学性质,从而产生防腐蚀涂层。因为铁元素具有很大的金属活性,能够实现双重保护效果,一方面可以达到涂层覆盖的隔离作用,主要用来隔离气体、水份和金属,但是一旦镀层遭到损坏,在基层和环境产生腐蚀微电池,设工程中也普遍采用了这一技术,所以在三峡工程上还广泛使用金属长效高温防腐措施和工艺技术,另外还有使用了金属复合高温喷涂稀土铝合金和锌铝合金,另外还有金属高温喷涂铝技术等<sup>[2]</sup>。

### 3.3 电化学防腐措施

工作人员可使用电流的方法对金属框架加以极化,取得防腐的良好效果。根据电极特点,可将其分成阳极和阴极,适用于闸阀工作中采取阴极保护措施。牺牲阳极外加输出电压法可进行水利水电施工。牺牲阳极必须定时更换,外加电流法必须设有一套装置。由于该方式施工周期长,维护费用高昂,操作管理繁琐。所以,牺牲阳极法更适用于水利水电工程建设,专利保护期一般为一零年。为了提高防腐蚀效果,需要把水利水电工程建设中的多种防腐蚀方式组合起来,采取综合防腐蚀措施,保证水利水电建筑金属框架的安全性。

## 4 防腐质量控制措施

### 4.1 做好结构设计工作

在水利水电设计工程中,尽量避免使用很易产生锈蚀的构件形式,在设计阶段做好防锈控制措施。采用良好的防腐结构,选用优质钢材,同时需要采用先进的工艺,比如在水利水电的金属结构中采用物化浇注-快速凝固成型工艺,确保的使用效率。采用的设计方法要给后期质量检查的实施带来方便,明确作业过程<sup>[3]</sup>。针对已形成的构件,工程组织可采用预处理方法,在施工和运输构件的过程中应考虑防护保护层。

### 4.2 利用智能化技术

合理研究水力发电厂闸门和启闭机工作原理,确定关键点的位置,构建三维实体模型,构建金属骨架系统,在交流输站门和启闭机的金属骨架上设置传感器,即时收集金属骨架的运行信息。根据设置建立金属骨架系统安全性评价体系,综合分析金属框架系统与现场监控系统的数据,同时需要对比预警数据,开展安全性评价。另外还需要通过可视化金属框架设备的管理系统建立分布式的管理体系,进行智能化管理中央系统。根据事故报警提示信息,进行智能管理水利水电工程金属框架装备,确保水利水电工程金属结构运行的安全。

### 4.3 加强行业管理

强化对水利水电的质量监管,为增强管理规范能力,施工单位还应加强职业培训,以提升施工人员的技术素养,按照国家施工标准进行质量检查,并完成工程监理和防腐作业的全过程<sup>[4]</sup>。管理人员应注意定期清除金属构件的积垢,做好日常管理工作,对锈蚀、破损的部份应进行修补,以提高防锈质量,延长防锈年限。修补作业一般每6~8年内完成一次。

### 4.4 防腐工程质量验收

涂装之前,施工单位须根据国家有关金属框架表面除锈规范。施工人员必须按照规范进行现场观察。金属框架表层若有铁锈,须进行除锈工作,合格后方可施

工。根据需要使用的涂料,工作人员需提前查看产品合格证,合格后方可在实际工作中使用。确保涂层外观的均匀性和光滑性,防止咬边和裂缝。根据设计需要,控制喷涂次数和厚度,提高防腐效果。

## 5 有机防腐涂料的应用

### 5.1 环氧树脂涂料

环氧树脂涂料的树脂基体,是指的每个分子都含有二个或(含)以上环氧基。聚砜环氧树脂对金属表面具有较优异的附着力、较小的固化收缩性和优异的机械性能,再加上交联密性可控、耐化学品性质突出、耐溶剂性能较强的特点使其具有优异的耐腐蚀特性,是涂料行业的骨干产品之一。是由于环氧树脂易于遭受空气、水份和氯离子等的侵蚀,还具有耐热性较差、抗酸性弱、耐紫外线差和涂层脆性较大的缺点。因此为改善环氧树脂耐热性好、抗紫外线差的缺陷,向环氧树脂内加入了弹性交联高分子链,并采用聚氨酯改性环氧树脂材料用作成膜物质溶剂,选择与金属离子有螯合作用的磷酸锌、三聚磷酸铝结合使用作为防腐颜料,在环氧树脂用量和颜色充分混匀时,涂层和基体黏结力加强,在基体表面形成完整的保护层,具有良好的机械性能和优异的耐腐蚀性能,即可满足石油化工储罐外墙长期防腐的要求。为提高油漆性能,人们对在环氧树脂中添加了填料,以满足特殊用途方面的要求。在纳米粒径的填充料中添加了环氧树脂,能够改善其屏蔽特性,并一定程度上控制了环境介质的侵入,从而提高抗腐蚀强度能。还开发了KH-69有机硅烷改性纳米ZrO<sub>2</sub>的环氧树脂涂料,利用KH-69有机硅烷改善ZrO<sub>2</sub>和环氧树脂之间的兼容性,利用纳米ZrO<sub>2</sub>填充料提高了环氧树脂的耐化学和有机微生物侵蚀的性能,表明相对纯环氧树脂,经过改性的环氧树脂的耐腐蚀强度能有明显改善<sup>[5]</sup>。

### 5.2 聚氨酯涂料

聚氨酯由于分子结构的特点,不但具有类似酰胺基的高强度、抗磨损稳定性的优点,还具有聚酯的高耐热性和耐溶剂稳定性,所以聚氨酯涂料开始成为中国发展迅速的主要油漆品种之一。聚氨酯防腐涂料主要分为溶剂型聚氨酯和水性涂料型聚氨酯,但由于随着现阶段人们对其抗氧化功能与环保需求的提高,普通聚氨酯已

无法实现,所以,对聚氨酯涂料的改性成为研究热点之一。采用最新的制备工艺与方法聚氨酯分子可设计,从链段中选择有特殊作用的化学分子,灵活调整成分,使聚氨酯涂料具有更强防腐特性。采用抗腐蚀性优异的丙烯酸对聚氨酯材料进行共混改性,采用了环保型防腐颜料填料和生物功能助剂,并加以科学合理的配方研制,制造成了性能优异的水性防腐涂料,由于这种材料生产成本很低廉,安全无毒,拥有广泛的社会使用前景。由于纳米材料的广泛使用和对聚氨酯的生物改性可以产生叠加作用,从而显著改变了其性能。在经过改性的纳米SiO<sub>2</sub>二等的聚氨酯涂料中,由于改性后的纳米SiO<sub>2</sub>二等在聚氨酯中具有很高的溶解度和分散度,这样,将纳米SiO<sub>2</sub>二等物质较好的充填在了钝化膜表层以及里面的金属缝隙中,从而使膜层变得更加紧密,抑制了腐蚀性溶剂对金属基体的腐蚀,试验结果也表明修复后的聚氨酯钝化膜的抗腐蚀性得到了较大的改善。

## 结语

总之,水利水电工程中由于施工建造的环境存在一定的差别,所以金属结构的材质会出现不同的形状,因此出现腐蚀的现象。施工技术人员如果希望提高水利水电工程的使用年限,则一定要对金属结构的防腐进行调查研究,定期检查金属结构材料的锈蚀现象,采取这样的手段提高间接地工艺,提高工程的效率。

## 参考文献

- [1]黄彦良,许勇,杨丹,张琦超,王文成,路东柱,杨黎晖,王秀通.市政常见金属结构大气腐蚀防护方法及薄弱环节调查[J].装备环境工程,2020,17(04):1-7.
- [2]蒋天元.基于水利水电工程金属结构腐蚀分析与防腐措施控制研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(03):151-153.
- [3]余国权.水利水电工程金属结构腐蚀的有关研究[J].内蒙古水利,2018(05):74-75.
- [4]燕林.金属腐蚀形态分类[J].石油化工腐蚀与防护,2015,(03):29.
- [5]马厚义,崔聪颖,陈婷.金属腐蚀与防护简谈[J].电化学,2012,17(03):288-291.