

Corrosion Protection of Metal Structure of Daheiting Water Control Project

Huichao Yuan

Luanhe River Diversion Project Management Bureau, Maritime Commission, Ministry of Water Resources, Tianjin, 300384, China

Abstract

According to the operating environment of the metal structure of the dam of the Daheiting Water Conservancy Project, the paper provides suitable anti-corrosion protection measures. At the same time, the coating anti-corrosion process and the metal spraying process are analyzed and compared, and it is pointed out that for underwater metal structures, the use of metal spraying and paint-enclosed anti-corrosion protection technology is reasonable.

Keywords

metal structure; anticorrosive coating; metal spraying

大黑汀水利枢纽金属结构的防腐蚀保护

员会超

水利部海委引滦工程管理局, 中国·天津 300384

摘要

论文针对大黑汀水利枢纽金属结构的运行环境, 给出了适宜的防腐蚀保护措施。同时, 对涂料防腐工艺和金属喷镀工艺进行了分析比较, 指出对水下金属结构来说, 采用金属喷镀加涂料封闭的防腐蚀保护工艺是合理的。

关键词

金属结构; 防腐涂料; 金属喷镀

1 引言

随着中国经济建设进程发展速度的不断加快, 水利枢纽工程技术也有了长足的进步, 主要体现在水利枢纽工程对于金属结构的腐蚀的分析上。笔者认为, 中国大黑汀水利枢纽金属结构的防腐方法和一系列措施行之有效, 值得借鉴, 因此通过下文对其防腐处理措施做一个简要介绍。

大黑汀水利枢纽位于中国河北省迁西县城北 5km 的滦河干流上, 距上游潘家口水利枢纽 35km, 是开发利用滦河水资源的大型水利枢纽工程。大坝右侧建设有两座坝后式水电站, 装机容量 24MW。大坝安装有各类闸门、拦污栅 57 扇, 启闭机械 34 台, 坝上金属结构防腐面积总和超过 60000m², 见表 1。

面对如此众多的金属结构, 运行环境又不尽相同, 如何找到一种工艺成熟且经济合理的防腐蚀保护措施, 以延缓金属结构的腐蚀损坏程度、延长其防腐蚀保护年限是管理单位必须面对的一项重要课题。

表 1 大黑汀水利枢纽大坝金属结构概况表

设备名称	数量	运行环境	防腐面积(m ²)	备注
溢洪道弧形闸门	28	动水启闭	34972	
各类平面工作闸门	12	动水启闭	4896	含闸门拉杆
水电站快速闸门	5	动水启闭	896	含闸门拉杆
浮动式检修闸门	2	静水托运	5995	弧形闸门专用
各类平面检修闸门	5	静水启闭	2078	含闸门拉杆
拦污栅	5	静水启闭	1338	
坝顶门式起重机	1	室外大气	2460	双吊点
卷扬式启闭机	33	室内大气	7888	双吊点
坝顶金属结附件	1	室外大气	2655	门槽盖板等附件
合计	92	/	63178	/

2 涂料防腐

涂料防腐是指对金属结构进行表面处理以后,涂刷防腐涂料对其进行防腐保护的一种施工工艺。涂料防腐工艺根据闸门、启闭机械等金属结构的运行环境,采用合理的涂层系统,确保构成涂层系统的底漆、中间漆、面漆等涂料配套性能良好,是金属结构防腐保护方案设计中需要首先考虑的问题。

2.1 大气运行环境的金属结构

大黑汀水利枢纽坝上金属结构中,弧形闸门背水面、底孔闸门背水面、门式起重机、固定卷扬式启闭机等结构处于大气环境中,金属结构遭受的腐蚀属于大气腐蚀,相对水腐蚀来说,腐蚀损坏程度较轻。对于大气环境下的金属结构,SL105-2007《水工金属结构防腐规范》^[1]给出了不同的涂料配套方案,见表2。

表2 水上设备及结构涂料配套参考表

序号	涂层系统	涂料种类	涂层厚度(m)
1	底层	醇酸底漆	70
	面层	醇酸面漆	80
2	底层	环氧酯底漆	60
	面层	丙烯酸树脂漆	80
3	底层	无机环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	氯化橡胶面漆	70
4	底层	无机环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	丙烯酸聚氨酯面漆	80
5	底层	无机环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	氟碳面漆	60

在工程管理实践中,我们对处于大气环境的启闭机械采用两遍醇酸底漆、两遍醇酸面漆的防腐工艺;对于弧形闸门背水面和底孔闸门背水面,采用的是环氧富锌底漆、环氧云铁中间漆、氯化橡胶面漆各两遍的防腐工艺,见表3。

表3 大气环境金属结构现行涂料防腐方案

设备类别	环境作用	防腐方案	配套涂料名称	涂膜厚度
弧形闸门背水面	露天大气	涂料	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氯化橡胶面漆	环氧富锌底漆 60 μ m+环氧云铁中间漆 80 μ m+氯化橡胶面漆 70 μ m
底孔闸门背水面	露天大气	涂料	环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氯化橡胶面漆	环氧富锌底漆 60 μ m+环氧云铁中间漆 80 μ m+氯化橡胶面漆 70 μ m
门机及抓梁	露天大气	涂料	醇酸底漆+醇酸面漆	醇酸底漆 70 μ m+醇酸面漆 80 μ m
卷扬式启闭机	室内大气	涂料	醇酸底漆+醇酸面漆	醇酸底漆 70 μ m+醇酸面漆 80 μ m

2.2 水下运行环境的金属结构

对于水下运行环境的金属结构,SL105-2007《水工金属结构防腐规范》^[1]也给出了不同的涂料配套方案,见表4。

表4 水下结构涂料配套参考表

序号	涂层系统	涂料种类	涂层厚度(m)
1	底层	环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	厚浆型环氧沥青面漆	200
2	底层	无机富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	厚浆型环氧沥青面漆	200
3	底层	无机环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	氯化橡胶面漆	80
4	底层	无机环氧富锌底漆	60
	中间层	环氧云铁中间漆	80
	面层	改性耐磨环氧涂料	100
5	底层	环氧沥青防锈底漆	120
	面层	厚浆型环氧沥青面漆	200

对处于水下运行环境的检修闸门和拦污栅,我们采用的

是环氧富锌底漆、环氧云铁中间漆、氯化橡胶面漆各两遍的防腐工艺,见表5。

表5 水下环境金属机构现行涂料防腐方案

设备类别	环境作用	防腐方案	配套涂料名称	涂膜厚度
检修闸门	干湿交替	涂料	环氧富锌底漆 + 环氧云铁中间漆 + 氯化橡胶面漆	环氧富锌底漆
拦污栅	水下			60mm+ 环氧云铁中间漆 80mm+ 氯化橡胶面漆 80mm

3 金属喷镀

金属喷镀是在闸门表面处理合格后,先喷镀一层金属镀层,而后再涂刷涂料,对金属结构进行防腐蚀保护的一种施工工艺。在大黑汀水利枢纽金属结构防腐蚀保护施工中,我们对弧形闸门迎水面、底孔闸门迎水面等关键的水下金属结构采用的就是金属喷镀的防腐工艺,见表6。

表6 水下环境金属结构现行金属喷镀防腐方案

设备类别	环境作用	防腐方案	配套涂料名称	涂膜厚度
底孔闸门迎水面	水下	喷锌 + 涂料封闭	环氧富锌底漆 + 环氧云铁中间漆 + 氯化橡胶面漆	锌镀层 200m+
水电站快速闸门	水下			环氧富锌底漆 60mm+
弧形闸门迎水面	干湿交替			环氧云铁中间漆 80mm+ 氯化橡胶面漆 80mm

金属喷镀结合涂料封闭的防腐蚀保护工艺,适用于弧形闸门迎水面、底孔闸门迎水面和水电站快速闸门等长期处于水下环境的金属结构防腐蚀保护,一次性投资大,但防腐蚀保护年限长,防护效果好。根据我们多年的防腐经验,采用喷锌结合涂料封闭的防腐工艺,金属结构的防腐蚀保护年限基本达到20年以上,对金属结构进行了很好地防腐保护。

4 表面处理

在金属结构涂装前,要对其进行表面处理,以清除结构表面旧漆、铁锈等杂物,利于金属喷镀或涂料涂装。根据GB8923-88《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》的规定,在进行涂料涂装或者金属喷镀前,必须先对金属结构进行表

面处理。表面处理的质量好坏,往往直接决定了涂料涂装或者金属喷镀效果。

GB8923-88《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》^[2],对金属结构表面处理提供了几种除锈等级,见表7。

表7 涂装前钢材表面常用除锈等级

除锈等级	质量标准	备注
St2	钢材表面应无可见的油脂和油污,并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈、油漆涂层等附着物。	手工和动力工具除锈
St3	钢材表面应无可见的油脂和油污,并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈、油漆涂层等附着物,底材显露部分的表面应具有金属光泽。	手工和动力工具除锈
Sa2.5	钢材表面应无可见的油脂和污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。	喷砂除锈
Sa3	钢材表面应无可见的油脂和污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,该表面应显示均匀的金属光泽。	喷砂除锈

在大黑汀水利枢纽金属结构防腐蚀保护工作中,对于门机及抓梁、启闭机械等设备来说,由于带有机械传动结构和电气控制系统,不适用于喷砂除锈,我们采用的是手工和动力工具除锈,除锈等级St2,而后再涂装涂料。但对于闸门类设备来说,不管喷锌与否,为增强涂层与金属机构的结合性能,我们采用的都是喷砂除锈,除锈等级Sa2.5,较好的满足了施工需求。这里顺便提一下,喷砂除锈时如果用普通的河砂或者石英砂,施工时会引起扬尘,对周边环境造成污染。我们所用的是经过水洗过的金刚砂,这种砂料基本不会引起扬尘,对周边环境污染很小,能够满足地方环保部门要求。

5 金属喷镀工艺经济性分析

根据我们的经验,采用底漆+中间漆+面漆的防腐工艺,防腐保护期限可达到8年。而采用喷锌防腐工艺,防腐保护期限可达到20年。对大黑汀枢纽弧形闸门来说,我们是在1995年对其迎水面进行的喷锌结合涂料封闭的防腐工艺,到2020年再次检查时发现,结构表面基本完好,仅有个别部位有少许点状锈蚀,且锈蚀程度较轻,不影响继续使用。

以2020年市场价位,对涂料防腐和金属喷镀防腐这两种工艺进行经济分析,见表8。

表8 涂料防腐和喷锌防腐经济分析比较表

防腐方案	保护期限(年)	施工工艺	单价(元/m ²)	合价(元/m ²)	年均合价(元/m ²)
涂料防腐	8	喷砂除锈 Sa2.5	25	110	13.75
		环氧富锌底漆 60μm	30		
		环氧云铁中间漆 80μm	27		
		氯化橡胶面漆 80μm	28		
喷锌	20	喷砂除锈 Sa2.5	25	240	12
		喷锌 0.2mm	130		
		环氧富锌底漆 60μm	30		
		环氧云铁中间漆 80μm	27		
		氯化橡胶面漆 80μm	28		

由上表可知,金属喷镀工艺虽然一次性投资大,但保护期限长。在与涂料防腐相同的使用年限下,金属喷镀防腐单位面积年投入费用为12元,少于涂料防腐的13.75元,在经济上

是合理的。同时,由于金属喷镀大大延长了金属结构防腐保护期限,管理单位不必再每年都投入大量精力在防腐工作上,相对来说还提高了管理效率。

6 结语

根据大黑汀水利枢纽金属结构的类别和运行环境,给出了适用但不尽相同的防腐蚀保护方案。同时,对涂料防腐和金属喷镀两种防腐工艺进行了经济行分析,提出采用“喷锌+涂料封闭”的防腐工艺时合理的。虽然一次性投入大,但防腐期限长,防护效果好,减少了日后维护费用,值得推广应用。

参考文献

- [1] 中华人民共和国行业标准 .SL105-2007 水工金属结构防腐蚀保护规范 [S].2008.
- [2] 中华人民共和国行业标准 .GB/T8923-1988 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 [S].1988.
- [3] 倪清钊,林德源,周笑绿,等 .Zn 的大气腐蚀与寿命预测研究 [J]. 腐蚀科学与防护技术 ,2018(01):15-20.