

浅议水工金属结构防腐设计

李慈来

武山县水务局 甘肃天水 741300

摘要: 随着我国科学技术不断地发展以及经济实力不断增强,对水利水电工程建设中环保要求不断的提高,对水工金属结构防腐要求也在不断的提高。水工金属结构防腐设计主要分为闸门及其埋件防腐和钢管防腐两大部分。水工金属结构防腐主要参照《水工金属结构防腐蚀规范》,并结合近年来普遍成功实施的一些新技术、新材料、新工艺进行防腐设计。

关键词: 水工金属结构;除锈;防腐

Discussion on anti-corrosion design of hydraulic metal structure

Cilai Li

Wushan county water authority Gansu Tianshui 741300

Abstract: With the continuous development of science and technology in China, as well as the increasing economic strength, the environmental requirements in water conservancy and hydropower engineering construction have been continuously raised, including the requirements for corrosion protection of hydraulic metal structures. The corrosion protection design of hydraulic metal structures mainly includes corrosion protection of gates and their embedded parts, as well as corrosion protection of steel pipes. The corrosion protection of hydraulic metal structures mainly follows the "Code for Corrosion Protection of Hydraulic Metal Structures" and incorporates new technologies, materials, and processes that have been successfully implemented in recent years into the corrosion protection design.

Keywords: Hydraulic metal structure; Rust removal; Anticorrosion

一、分析水工金属结构腐蚀原因

1.化学腐蚀。以产生化学多相反应为基础,在酸、水和氧等反应物影响下,金属表面含有的原子发生一系列反应,产生相互作用。例如干燥气体会和钢铁产生反应,也可能在高温环境中出现氧化反应,或者在非电解质溶液(例如汽油和酒精等)中腐蚀。

2.电化学腐蚀。分析其作用机理,处于电解质溶液内,不同金属部位含有的电位存在差异,形成腐蚀电池,阳极表示电位为负一端,阴极表示电位为正一端。阳极在溶液作用下会被溶解,释放出金属离子,到达溶液中,这一过程中有电子被放出,电子到达阴极会被进一步消耗,此过程中会形成电流。以水工钢闸门为例,观察其采用的钢铁成分,其中不仅有铁,还涵盖渗碳体、石墨、杂质和其他金属成分,和铁相比,其大多数拥有更高电位,由此可见,其腐蚀电池的阴极和阳极分别为杂质等其他成分和铁。因杂质和铁之间接触紧密,一旦遇到电解质溶液(或由潮湿大气形成,或由海水形成,或由存在盐、碱或者酸的溶液形成),即恰好和原电池形成的条件符合,这三个条件分别为:负极具有氧化性,阳极具有较强还原性;导线连接两极,或两极之间闭合,形成回路;电解液填充两极。分析众多实例发现,就水工钢闸门而言,其腐蚀情况大部分为电化学腐蚀。

3.其他。受外界环境因素影响,导致腐蚀,包括水中钢闸门所处部位不同、水阻率、pH值、水温、水质污染、水流速、金属表面、介质、钢闸门表面防腐涂层以及生物附着情况等,均会在极大程度上影响到钢闸门,致使其出现腐蚀。

全面分析水工金属结构腐蚀原因,采取适宜处理方法,以防为主,及时将相关腐蚀要素消除,当下我国常用防腐方法主要有以下几种,包括电化学保护法、金属热喷涂法、涂料保护法和阴极保护法(牺牲阳极保护阴极和外加电流保护阴极)等。

二、防腐前钢材表面处理

防腐前需要先对钢材厂进行充分的除锈处理,这对提高粘接力的重要意义,同时也有利于保障《规范》相关防腐目标实现。在进行防腐处理依据的标准为《涂装前钢材表面锈蚀等级》。以下对此进行具体说明

1.一般的钢材表面除锈 St3 级。在处理过程中先通过砂轮等工具去除表面锈蚀层,确保充分露出光泽。

2.要求较高的钢材则需要达到 Sa2.5 级^[1]。为满足这种要求一般需要进行喷砂或抛丸处理,在高压气体作用下金刚石被喷射到钢材表面,从而充分的去处表面的氧化层,表现出良好的光泽。

3.除锈后接着进行清洗处理,将表层的浮尘及油污去除。

三、金属结构防腐设计

金属结构防腐涂料选择以及涂装施工工艺有许多种,可参照《水工金属结构防腐蚀规范》附录C执行,各种涂料之间的排斥性和兼容性也要参照附录C执行。这里简单介绍一下常用的闸门及其埋件防腐,常用的钢管防腐:

1.常用的闸门及其埋件防腐设计

(1) 闸门表面一般防腐要求,采用环氧煤焦油沥青漆。小型闸门一底一面,涂覆总厚度大约 $200\mu\text{m}$;大中型的二底二面,涂层厚度控制为 $240\sim 400\mu\text{m}$ 。埋件外露表面(非工作面)涂二底二面,涂覆总厚度(厚浆型) $240\sim 400\mu\text{m}$;埋件埋入砼表面涂薄层红丹乙烯临时防腐。

(2) 闸门表面稍高防腐要求(钢材表面除锈等级 Sa2.5级),从下到上依次涂覆环氧富锌,环氧云铁,氯化橡胶,涂覆总厚度大约为 $300\mu\text{m}$;埋件外露表面(非工作面)防腐要求同闸门;埋件也可采用第一条(a.)中环氧煤焦油沥青防腐方案。埋件埋入砼表面同第一条(a.)。

(3) 闸门表面较高防腐要求(钢材表面除锈等级 Sa2.5级),采用喷锌(铝)防腐加表面覆盖保护漆,喷锌厚度 $100\sim 160\mu\text{m}$ (金属热喷涂操作要求应符合 GB 11375 中有关规定),表面覆盖保护漆可以是氯化橡胶等《水工金属结构防腐蚀规范》规定的其它防腐面漆,也可以采用环氧类和聚氨酯类耐候保光面漆。

2.常用的钢管防腐设计

无论是哪种防腐方式,钢管工地拼接焊缝两端(根据管径不同) $80\sim 100\text{mm}$ 范围不做防腐(要除锈),采用胶布缠绕临时防雨、防潮,待工地拼接完成并进行焊缝探伤检测合格后,方可补涂与钢管防腐同质、同色、同厚度的防腐漆,通常称之为“补口”,可要求制造厂一并供货。

(1) 钢管外表面防腐要具体如下求:对一般的工程项目选择的材料为环氧煤焦油沥青漆,基于管径不同进行适当的划分,一般情况下对小管径的钢管,涂一底二面,涂覆总厚度约 $200\mu\text{m}$;大中型的则二底二面,厚度控制为 $240\sim 400\mu\text{m}$ 。埋管外表面可涂三油二布,涂覆总厚度一般最少为 $500\mu\text{m}$;管径较大条件下可涂四油三布,涂覆总厚度至少为 $\geq 800\mu\text{m}$ 。埋管埋入砼表面一般应该根据要求涂薄水泥浆。

(2) 钢管外表面缠绕聚乙烯胶带也可以起到良好的防腐效果,目前这种方法开始受到广泛关注。在操作过程中首先除锈处理,然后缠绕含胶的聚乙烯胶带或者涂覆底漆后缠

同类型的防腐带。对比分析发现在埋管外壁防腐方面,这种方法有明显的优势,一些条件下可替代要求较高的防腐处理模式。

(3) 钢管外表面除锈等级 Sa2.5级,这种条件下在涂覆时一般选择从下到上依次涂覆环氧富锌,环氧云铁,氯化橡胶的方案,涂覆总厚度大约为 $300\mu\text{m}$;埋入砼表面涂水泥浆(控制涂覆层厚度大约为厚度 $300\sim 800\mu\text{m}$)。

(4) 埋管除锈等级 Sa2.5级,则在满足经济性要求条件下选择 2PE 或 3PE(二层或三层),对应的厚度总共大约为 $2.0\sim 3.5\text{mm}$ 。具体需要参考《埋地钢制管道聚乙烯防腐层》GB/T23257-2009 中表1规定。

(5) 埋管内外表面尽量不要采用喷锌(铝)防腐加表面覆盖保护漆的防腐方案,除非项目资金充裕,钢管量大,防腐措施要求高,切实需要,具体可参照闸门表面防腐“c.”要求。

(6) 钢管内表面一般防腐要求:要求一般且不涉及到饮用水情况下,选择环氧煤焦油沥青漆,具体处理模式可以参考上述防腐要求“a.”,总厚度应该根据管径不同进行合理设置,控制在 $160\sim 400\mu\text{m}$ 区间内。

(7) 较高防腐要求:这种条件下处理过程中一般选择环氧粉末热熔喷涂(EP),涂覆总厚度基于管径不同进行设置,变化范围为 $1.0\sim 2.0\text{mm}$ 。内 EP 外 PE 复合管的使用寿命长,在处理过程中应该予以注意。涂塑执行《钢塑复合管》相关的标准规范。

(8) 有饮用水要求的一般条件下选择 IPN8710 防腐漆涂层,基于涂层数量对厚度进行设置,根据管不同一般控制为 $160\sim 200\mu\text{m}$ 。比如二底二面,漆膜总厚度至少为 $200\mu\text{m}$ 左右,饮用水相关要求基于《工业企业设计卫生标准》进行设置。

(9) 钢管内表面防腐, GZ-2 涂料为一种被广泛应用的无毒型防腐漆。在防腐过程中管道内壁一般涂覆二道 GZ-2 底漆,至少为 $120\mu\text{m}$,再涂刷 GZ-2 面漆(环保型),在涂覆后控制总厚度至少为 $240\mu\text{m}$;外壁防腐情况下,在选择时主要是选择通用型 1 底 2 面:颜色为深灰色,厚度大约为 $240\mu\text{m}$ 。确保充分满足《工业企业设计卫生标准》相关要求。

四、常用防腐材料简介

1.环氧煤焦油沥青漆是一定比例的环氧树脂和煤焦油沥青进行适当的混合形成的,在其中还加入了稀释剂、固化剂相关的辅助成分。环氧树脂表现出较高的粘附性,而另一

种组分的防水性能高,和石油沥青相比有明显的优势。底漆为黑色,面漆一般情况下为暗红色。

2.环氧富锌底漆组分主要是环氧树脂和锌粉,此外还加入了一些辅助成分。其中环氧树脂可起到良好的粘附作用,而锌粉则形成一层导电层,可起到良好的保护作用,避免出现阳极反相关的腐蚀问题,预防局部锈蚀。一般来说底漆为银白色。

3.环氧云铁的主要组分为环氧树脂和云母矿粉,具体分析可知其中前一种组分的粘接性能好,而后一种组分形成一层隔水层,可据此起到防腐和防水作用,颜色一般为暗红色。

4.氯化橡胶面漆要求防水性能好、耐恶劣气候、耐紫外线照射。氯化橡胶漆可以是任何颜色。

5.氯磺化聚乙烯面漆要求防水性能好、耐恶劣气候、耐紫外线照射。氯磺化聚乙烯漆可以是任何颜色。

6.聚氨酯面漆要求防水性能好、耐恶劣气候、耐紫外线照射的耐候保光漆。聚氨酯漆可以是任何颜色。

7.醇酸磁漆面漆较氯化橡胶面漆硬度稍硬,要求防水性能好、耐恶劣气候、耐紫外线照射。醇酸磁漆可以是任何颜色。

8.IPN8710为典型的安全饮用水防腐涂料。满足此方面的标准要求,8710底漆:主要的组分为聚氨酯聚乙烯、环氧树脂、填料等,在正常温度条件下组合形成复杂的交联网络,对应的涂膜结构细密,表现出良好的抗化学腐蚀性能,附着力强。8710面漆:分析可知其组分主要是环氧、橡胶树脂、填料,表现出很强的抗腐蚀性能。颜色大部分为白色。

9.GZ-2是一种安全饮用水高分子防腐涂料。符合《生活饮用水卫生标准》及《工业企业设计卫生标准》。颜色可以是白色或其他浅颜色。

1.2PE或3PE(二层或三层),即涂热熔聚乙烯,2PE底层为胶粘剂,面层为聚乙烯;3PE底层为环氧粉末,中间层为胶粘剂,面层为聚乙烯。面层可以是黑色或墨绿色。

11.环氧粉末热喷涂EP,颜色可以是灰色或浅灰色。

五、金属结构防腐实例

甘肃省引大入秦工程总干渠项目,根据相关资料可知其中设置压力钢管管径 Φ 2.65m二根,间距4.2m,流量 $32\text{m}^3/\text{s}$,工作水头最大108m。在喷涂前先进行喷砂除锈,确保满足Sa2.5级标准相关要求。主要的作用是灌溉,因而钢管内表面在防腐设计时,底漆为环氧煤焦油沥青漆两道, $200\mu\text{m}\sim 225\mu\text{m}$;面漆的相一致;总厚度 $>400\mu\text{m}$ 。钢管外表面在进行防腐设计时控制底漆为环氧富锌底漆, $80\mu\text{m}$;中间漆为环氧云铁漆, $80\mu\text{m}$;面漆为醇酸磁漆二道,控制总厚度 $>240\mu\text{m}$ 。

六、结束语

金属结构防腐要根据工程具体情况进行防腐设计,并根据国内外不断开发出的新型防腐涂料,不断的更新、完善水工金属结构防腐新技术、新材料、新工艺,不可一成不变。比如说:钢管中明管和埋管的防腐措施有所不同,涂覆厚度也不同;钢管管径不同,涂覆厚度不同;钢管工程量大小不同,防腐措施有所不同;根据钢管管内介质及用途(饮用水、灌溉用水、污水)不同,内壁防腐措施有所不同,涂覆厚度也不同;根据埋设钢管地下水的侵蚀性,防腐措施有所不同(个别管段必要时可采用阴极保护措施);项目资金不同,防腐措施有所不同(项目资金充裕,防腐措施要求可高些)。

参考文献:

- [1]《水工金属结构防腐蚀规范》SL105-2016.
- [2]水工金属结构制造与安装质量控制要点分析[J]. 张杰,丁乾.科技风,2020(07).
- [3]水工金属结构制造与安装的质量控制要点[J]. 程军.世界有色金属,2019(19).
- [4]水工金属结构常见技术及质量问题[J]. 周建平,万天明.焊接技术,2020(03).