

阴极保护技术在PCCP管道工程中的应用分析

姜国伟

新疆伊犁河流域开发建设管理局

DOI:10.12238/hwr.v4i11.3424

[摘要] 当前,阴极保护技术日益完善,被拓展应用到海水、淡水、化工介质中的钢质管道、电缆、钢码头、舰船、储罐罐底、冷却器等金属构筑物的腐蚀控制工程中,并取得了良好的应用效果。为此,全面探究阴极保护技术在PCCP管道工程中的实践应用显得尤为重要。

[关键词] 阴极保护技术; PCCP管道工程; 实践应用

中图分类号: U173.9 **文献标识码:** A

在PCCP管道工程中,合理应用阴极保护技术,可以有效解决管道腐蚀问题,延长管道使用寿命。对此,本文将概括阴极保护效果设计准则、设计方式及牺牲阳极材料的选择要求,介绍PCCP管道的阴极防腐保护方法,提出提升阴极保护技术应用水平的措施。

1 阴极保护效果设计准则与方式

目前,阴极保护准则包括如下三种:第一,规定金属构筑物或金属部件表面与稳定参比之间的最小阴极极化值达到100mV时,其能够得到充分保护。需要格外强调的是,如果最小阴极极化值小于100mV,仍需根据实际保护需求,提供必要的阴极保护。第二,规定金属构筑物或金属部件的极化电位比-850mV准则,由此,抑制氢的生成,以及钢丝在高强度预应力条件下发生氢脆。第三,规定金属构筑物或金属部件的通电电位-850mV准则。此电位是相对电解质接触铜/饱和硫酸铜参比电极测得的。

埋地PCCP管道的阴极保护方式包括如下两种:第一种,外加电流式的阴极保护方式;第二种,牺牲阳极式的阴极保护方式。其中,外加电流式的阴极保护方式最显著的优点就是,输出电流受土壤、地下水的电阻率的影响程度较小,且管道保护范围较大,尤其是钢管道。但是,外加电流式的阴极保护方式的缺点是需要连接外部电源进行电力供应,而且,运营维护难度较大,成本较高。一旦极化电

源发生突发性故障,也就意味着阴极保护措施失去实际作用,导致PCCP管道遭受腐蚀。

通常来说,PCCP管道的阴极极化点是有明确规定的。尽管输出电流具有可调节性,但受限于可调节范围,使得阴极保护措施无法发挥实际利用价值,且还会增加建设费用和日常维护费用。

需要格外注意的是,如果阴极保护站巡检不及时,或者控制不到位,使得最负阴极极化电位低于-1000mV,进而增加钢丝氢脆的风险。牺牲阳极式阴极保护方式最显著的优点就是不需要接入外部电源,也不需要日常运行维护,只要注重设计合理性与施工规范性,即可发挥阴极保护措施的优势作用。由于最负阴极极化电位不会低于-1000mV,所以,不必担心发生钢丝氢脆的问题。

但是,牺牲阳极式阴极保护方式的缺点是,牺牲阳极的安装任务量较大,不仅需要消耗大量的时间成本和人力成本,还会受到土壤、地下水的电阻率的影响。这也是埋地PCCP管道不考虑采用牺牲阳极式阴极保护方式的主要原因。

2 牺牲阳极材料的选择要求

可供选择的牺牲阳极主要包括如下三种:铝合金牺牲阳极、镁合金牺牲阳极和锌合金牺牲阳极。铝合金牺牲阳极在海水和氯离子含量较高的水介质中具有良好的应用效果。但是,在中性和碱性土壤环境中的电流效率较低。

镁合金牺牲阳极的密度小,电位负,对铁钢材料的驱动电压较大。这促使镁合金牺牲阳极被广泛应用到埋地钢管中。但是,镁合金牺牲阳极并不适用于对埋地PCCP管道进行保护。

锌合金牺牲阳极具有溶解性能良好,电流效率高,保护效果突出,且投资成本低等优势特征。由于锌合金牺牲阳极对钢铁材料的驱动电压远远低于镁合金牺牲阳极,所以,被广泛应用到埋地PCCP管道的阴极保护中。

3 PCCP管道的防腐阴极保护方法

埋地PCCP管的腐蚀破损包括两个方面:第一,混凝土的老化失效;第二,混凝土中钢筋的腐蚀。其中,钢筋腐蚀是影响构筑物耐久性的主要原因。

PCCP管钢筋腐蚀是一个电化学反应过程。采用阴极保护技术与涂层保护技术相结合的方式,是最直接且最有效的预防钢筋腐蚀的方法。法国早在二十世纪五十年代就已经开始尝试对预应力混凝土结构运用阴极保护技术。经过数十年的发展,西方发达国家逐步加大对阴极保护技术的研究投入,采用阴极保护技术对已经发生腐蚀的管道实施修复处理。

我国在预应力混凝土管道的阴极保护方面仍处于初期发展阶段,与西方发达国家相比仍存在一定的差距。但是,相信经过相关科研人员坚持不懈的努力,这种差距必定会逐渐缩小。

4 加强PCCP管道的防腐阴极保护的具体措施

4.1 严格控制管道顶部的覆土厚度

管道沿线标准冻深在1.8—2.00米之间,不规则分布冻胀土。根据现场的地质环境特征可知,管道顶部覆土厚度不得小于2米。

4.2 加大防腐阴极保护设计、施工与监测力度

工程设计单位、工程建设单位及阴极保护单位需保持紧密配合,注重工程设计的合理性、工程施工的规范性,维护工程阴极保护的良好效果。

(1) 做好全线管道水土环境腐蚀性评价工作

若管道处于地下水水位以下,需采集水样样本进行腐蚀性试验;若管道处于地下水水位以上,则要对土壤样本实行腐蚀性试验。与此同时,参照《水利水电工程地质勘察规范》完成腐蚀性评价。

(2) 明确界定管道外防腐范围

土壤经历周期性的湿润和干燥的地区时,砂浆保护层及钢制构件表面必定会出现一定浓度的氯离子。若土壤中的氯离子浓度150ppm,有必要在管道保护层外侧设置阻水层,延缓腐蚀程度。如埋地管道所处环境的土壤电阻率在 $15\ \Omega\ \cdot\ m$ 以下,且水溶性氯化物的浓度超过400ppm,则采取如下几种保护措施:

①将潮湿土壤作为管道的外保护屏障。②在对外保护阻水层所用的水泥材料加以配制时,加入适量的硅土或腐蚀抑制剂;③在探测现场安装阴极保护装置。

如果埋地管道所处环境的土壤电阻

率小于 $15\ \Omega\ \cdot\ m$,有必要对PCCP管道采取如下几种保护措施:①设置短路钢带;②连通所有钢制构件;③在预应力钢丝外喷涂一定厚度的水泥砂浆;④在预加应力及喷涂水泥砂浆前,在混凝土管芯上均匀喷涂一层水泥砂浆;⑤连通所有已经安装完毕的管道的接口;⑥使用预先配制的水泥砂浆填充管道接口的外部凹槽;⑦在管道外部喷涂一定浆型、厚度的环氧煤焦油沥青。

尽管上述做法与氯化物定量标准存在显著差异,但是,也存在诸多的相似之处。具体来说,当管道埋设在干湿交替频繁的地区,且土壤电阻率低于 $15\ \Omega\ \cdot\ m$ 时,除提供常规钝化环境以外,还要在管道外侧喷涂一层防腐层,采取合理的阴极保护措施。

(3) 合理设置试验段

该工程具有规模大、管线长、工期长等特征。因此,有必要设置试验段,对各类PCCP管道钢筋腐蚀影响因素和可能影响阴极保护措施应用效果的影响因素加以系统分析。

阴极保护实验的目的为:①结合工程环境,对PCCP管的阴极保护的必要性展开客观评估;②通过实地测试和分析,对阴极保护设计参数实行复核和调整;③对选用的阳极保护方式开展可行性论证;④测试管道沿线的杂散电流,明确划定杂散电流的影响范围,编制处理方案;⑤优化工程设计方案,完善保护测试方法,对全线PCCP管段阴极保护的设计和施工实行全程化、动态化、精细化监管;⑥对试验段获取的阴极保护运行参数加以分析,进一步完善PCCP管阴极保护设

计方案与施工组织规划方案。

(4) 采用合理的阴极保护监测手段

在全线PCCP管段中选择试验段,在试验段中选择有代表性的位置,设置ECI智能监测系统。通过对PCCP管的腐蚀性监测,获取如下几方面参数:PCCP管的保护电位、PCCP管混凝土的电阻率、牺牲阳极的输出电流、氯离子浓度、不受阴极保护的预应力钢筋的腐蚀速度及自腐蚀电位等。

以某省的水库输水工程为例。该工程是国内首个对PCCP管采用ECI监测系统的水利工程。该系统可连续不间断监测多个预应力钢筋的腐蚀情况。经实践论证,该系统具有设备现场安装简便、数据采集效率高、扩展能力强等优势特征。

5 结束语

结合上述内容可以看出,在PCCP管道工程中,若想合理应用阴极保护技术,应全面掌控阴极保护效果设计准则和方式。根据实际情况,选择适宜的牺牲阳极材料,以及阴极保护防腐处理方法,以期延长管道使用寿命,节约管道运营维修投资成本。

[参考文献]

- [1]翟常伟.浅谈PCCP管道阴极保护技术在腐蚀工程施工中的应用探析[J].装饰装修天地,2019,(21):91.
- [2]赵松源.PCCP管道防腐阴极保护防护的建议[J].水利科技与经济,2020,26(4):76-78.
- [3]胡超,张辉,任怀毅,等.浅谈阴极保护技术在PCCP管道工程中的应用[J].河南水利与南水北调,2012,(22):52-55.