

给水埋地钢管阴极保护防腐的应用初探

——以DN2200输水钢管为例

齐伟

西安水务(集团)工程建设管理有限公司

摘要: 给水埋地钢管之所以会出现腐蚀问题, 主要原因有两点, 一是地下水、有机物、土颗粒等组成的混合物具有较强腐蚀性, 二是金属与电解质引发的化学腐蚀。本文简单介绍阴极保护原理, 以DN2200输水钢管为例, 阐述给水埋地钢管阴极保护防腐的应用, 以期提高埋地钢管的耐久性, 促使其使用寿命有所延长。

关键词: 给水施工; 埋地钢管; 阴极保护

前言

给水埋地钢管各部分的金相组织结构存在一定差异, 有的部分容易发生电离问题, 当电子从阴极区流向阳极区时会形成腐蚀电流, 若是给水埋地钢管的某一部位因此出现腐蚀现象, 整个钢管的腐蚀速度就会逐渐加快, 最终必然引发局部穿孔问题, 加上给水埋地钢管的修补难度比较大, 届时必然造成给水损失。

一、阴极保护原理

阴极保护依靠阴极保护效应提高金属设备防腐质量, 而阴极保护效应则是指在金属与电解质溶解腐蚀体系被阳极极化时, 利用电位负移、减缓阳极氧化反应速度等方式缩小复试范围。阴极保护原理是: 通过给金属补充大量电子, 确保金属整体处于电子过程状态, 将金属表面各点控制在同一负电位上, 以此避免电子变成离子融入溶液中。现阶段, 应用范围比较广的阴极保护方法主要有牺牲阳极、外加电流等, 由于阴极保护适用性比较强, 所以能够快速适应不同场合, 是未来给水埋地管道的发展方向。阴极保护电压具有可调节性, 可以利用变压器将交流电转换成直流电, 但如此一来电源的负荷便会比较大, 引发电流腐蚀问题的可能性会大幅度提高。

二、DN2200输水钢管在给水埋地钢管阴极保护防腐中的应用

(一) 明确防腐重点

DN2200输水钢管是当前给水埋地施工比较常见的管材, 针对其进行阴极防腐处理时, 应注重防腐层的密度与可渗透性, 尽量将钢管与外部环境隔离开来, 以此避免钢管腐蚀。在开展给水埋地钢管阴极保护防腐工作时, 应将钢管与腐蚀介质相互剥离, 增强管道抵御土壤应力的能力, 如此可有效避免钢管开裂, 对提高阴极防腐层的粘性与韧性具有重要意义。

(二) 牺牲阳极法

牺牲阳极是指符合电解池理论的金做阳极, 金属随着流出的电流逐渐被消耗, 之所以该法作用能够切实发挥, 主要原因是DN2200输水钢管是由电位较负的金属材料制成, 将牺牲阳极法应用于给水埋地钢管阴极保护防腐中, 金属自身会发生优先溶解现象, 对抑制钢管腐蚀具有明显效果。在应用牺牲阳极法时, 必须保证钢管负电位足够稳定、驱动电压相对较大、电流效率比较稳定、发生电量相对较大, 此外还需要确保应用的牺牲阳极材料符合比重小、电流效率高、电位负等要求。目前, 常见的阳极材料类型主要有镁基、铝基合金、锌基三类, 其中利用镁基制作的合金阳极具有电位负、土壤电子率高、单位重量发生的电量小等优点; 锌基主要采用纯锌、“Zn—Al—Cd”三元锌合金; 由于纯铝容易钝化, 所以不能用作牺牲阳极, 但是铝合金的发生电量大, 适用于海泥等含氯离子的环境中, 因而能够被用作牺牲阳极^[1]。

牺牲阳极的形状与大小并不固定, 大部分牺牲阳极的截面表现为圆形、梯形、矩形; 由于牺牲阳极中部通常会在浇筑阳极时埋入钢芯, 露出一端或两端用以引导阳极电流, 因而为了实现有效增大阳极机械强度的目的, 必修在牺牲阳极周边填充电阻率相对土壤较低的填充料, 比如硫酸钙(石膏)可以降低土壤电阻率, 硅藻土与膨润土能够增加土壤水分, 有利于保证给水埋地钢管腐蚀的均匀度, 避免局部穿孔。

(三) 外加电流法

外加电流法是指利用外部电源提供的保护电流对给水埋地钢管阴极进行保护的技术, 在外加电流保护系统中, 起主要作用的是辅助阳极、参比电极、直流电源等。其中辅助电极的功能是将保护电流引入被保护结构, 由于必须流经土壤, 所以要求该电极具有相对良好的导电性能且排流量大、消耗量小、使用寿命长, 当前应用性较强的辅助电极主要是石墨、高硅铸铁; 参比电极主要依靠能够控制电位的电子仪器发挥作用, 通过将参比电极测得的电位与给定值相对比得出差值信号, 据此调整保护电流的输出, 有利于确保电位恒定、降低腐蚀电流发生率; 直流电源是指利用整流器等设备对给水埋地钢管阴极进行保护, 将正极与辅助阳极相连、负极与给水埋地钢管相连, 由于整流器一类的直流电源设备结构比较简单, 使用寿命比较长且工作稳定可靠, 所以在阴极保护方面具有较强的实用性。

(四) 阴极剥离法

在以DN2200输水钢管为主的给水埋地钢管阴极保护防腐工作中, 可以采用阴极剥离法降低腐蚀发生率。该方法早在上世纪70年代便得到了广泛关注, 为了提高该方法的可靠性与实用性, 有关人员对各种表面分析技术与电化学技术进行深化研究, 利用数学模型进行多次模拟计算, 最终得出落实阴极剥离法作用的方法。

给水埋地钢管在阴极保护防腐条件下, 发生的电化学反应主要有: $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ 、 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 、 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ 。据上述反应可以得知, 以下几种情况会导致阴极剥离: 第一, 若是阳极反应产物 OH^- 与涂层极性基团直接反应, 会降低有机涂层、金属间结合力; 第二, 在阴极反应发生之后, 为了保证电荷守恒, 给水埋地钢管的阳离子会迁移到涂层界面, 与 OH^- 结合形成碱性氢氧化物, 并在钢管表面积聚发生体积膨胀; 第三, 氧化还原反应会产生活性较强的中间产物, 导致涂层金属间的结合键被破坏^[2]。

结束语

综上所述, 针对给水埋地钢管阴极腐蚀问题应用阴极保护措施, 可以为钢管金属补充大量电子, 令钢管整体始终处于电子过剩状态, 当钢管表面各点达到同一负电位时, 发生失电子现象的几率降低, 腐蚀电流的出现率大幅度下降, 对解决给水埋地钢管阴极腐蚀问题、提高阴极保护有效性具有积极影响。

参考文献

- [1] 张超, 苏欣怡, 禹浩, 等. 管道3PE防腐涂层阴极剥离的影响因素[J]. 腐蚀与防护, 2019, 40(05): 318-322.
- [2] 崔艳雨, 范玥铭, 危金卓, 等. 埋地钢管质管道防腐涂层阴极剥离作用的研究进展[J]. 材料保护, 2016, 49(08): 62-68+9.