

淡水介质中筒状设备内壁阴极保护电位分布研究*

李淑英 朱辉

(大连理工大学化工学院 大连 116012)

摘要 研究了室温自来水介质中用镁合金牺牲阳极保护 A3 钢时, 阴阳极之间的距离、阴极保护时间及阳极数量对保护电位的影响。依据实验结果, 对辽化某装置实施了阴极保护, 取得了较好的效果。

关键词 牺牲阳极 阴极保护

中图分类号 TG174.41 文献标识码 A 文章编号 1002-6495(2000)02-0114-03

POTENTIAL DISTRIBUTION OF CATHODIC PROTECTION FOR BARREL EQUIPMENT USED IN FRESH WATER

LI Shuying, ZHU Hui

(School of Chem. Eng., Dalian Univ. of Technol., Dalian 116012)

ABSTRACT The effect of distance between cathode and anode and protection time as well as the number of sacrificial anode on the protection potential in fresh water at room temperature, in the case of A3 steel as the cathode and magnesium as the sacrifice anode have been studied. The cathodic protection was used on a device in Liaohua, and satisfactory results were obtained.

KEY WORDS sacrificial anode, cathodic protection

牺牲阳极是阴极保护的一种方法, 广泛应用于土壤、淡水、海水介质中防止钢的腐蚀。由于牺牲阳极保护是靠驱动电压来提供阴极电流, 所以牺牲阳极的特性、阴阳极之间的距离以及牺牲阳极的数量及分布状况等对阴极保护电位都有一定的影响^[1]。

关于阴极保护的电位分布研究, 国内外先后都有报道, 如星野九平^[2]、左藤史郎^[3]、徐乃欣^[4]、邱枫^[5,6]等, 但研究多为海水和土壤介质, 淡水介质研究的不多。与海水相比, 淡水介质对金属的腐蚀性较小, 尽管如此, 设备仍有发生腐蚀的报道, 尤其是换热设备, 由于温度的影响, 使用寿命远远低于设计寿命, 有的换热设备仅使用几个月就更更换, 造成较大的经济损失。

淡水的电阻率较大, 阴极保护半径小, 在淡水介质中实施阴极保护时, 如何保证阴极保护电位的均匀分布, 是十分关键的。否则会使有的部位达不到保护, 有的部位反而过保护。因此, 掌握淡水介质中设备的阴极保护电位分布规律, 对阴极保护的设计和实施, 具有重要的意义。

以淡水为介质的设备形状很多, 其中圆柱状较为常见。由于环境条件的限制, 有些设备不能涂覆防护层, 这样设备的腐蚀与防护问题就要引起极大的重视。本文以辽化化工二厂氧化塔汽包内壁焊缝区的阴极保护为背景, 仅就阴阳极间距、阴极保护时间、阳极数量对保护电位的影响问题进行了研究。

1 实验方法

牺牲阳极选用镁合金, 成分为 Mg-3.8Al-1.0Zn, 规格为 3 cm × 3 cm × 2 cm 的立方体。

阴极用 A3 钢, 分为长条板和圆筒两种形状, 不加阴极保护部位涂防锈漆保护。阳极与阴极用焊接方式连接。

* 金属腐蚀与防护国家重点实验室资助

收到初稿: 1999-09-08, 收到修改稿: 1999-10-13

作者简介: 李淑英, 女, 1950 年出生, 副教授

介质为自来水, 水温 12~16 °C, pH6.7, 电导率 $1.65 \times 10^{-2} \mu\text{m/cm}$, Cu/CuSO₄ 作参比电极, 用 MODEL D170 POTENTIOSTAT 测量阴极保护电位值。

为了测试方便, 用条板状阴极做阴阳极距离及阴极保护时间对保护电位的影响实验。阴极上焊一块阳极, 阴阳极面积比为 8:1。当阴阳极间距分别为 1.5 cm、5 cm、10 cm、15 cm 时, 测定距焊点不同水平位置的阴极保护电位值。另外, 固定阴阳极距离为 1.5 cm, 测定电位稳定后的最大保护半径。

为尽可能模拟现场实际, 用筒状阴极做阳极数量对保护电位的影响实验。阴极直径 30.4 cm, 高 35.1 cm, 筒内壁有效面积 3350 cm²。镁阳极焊在筒内壁, 阴阳极距离为 1.5 cm, 分上下两层均布交错排列, 每层焊 8 个阳极, 两阳极间距约 12 cm。每次焊的阳极数量不同, 先焊 1[#] 阳极, 然后焊 5[#] 阳极; 3[#]、7[#] 阳极; 2[#]、4[#]、6[#]、8[#] 阳极。上层焊满 8 个阳极后, 在下层的交错位置分别成对对焊其余的 8 个阳极。测定不同阳极数量和不同保护时间时, 焊点层、中间层距 1[#] 阳极不同水平距离位置的保护电位值。测定范围为半个周长, 测试点 9 个, 每个测试点间距为 6 cm, 中间层与焊点层的垂直距离为 9 cm。

2 实验结果

2.1 阴阳极间距对保护电位的影响

图 1 为阳极安装 8 h 后所测结果。测试数据表明, 阴阳极间距越近, 同一位置保护电位越负, 如阴阳极间距为 1.5 cm 时, 焊点处保护电位约为 -1.0 V, 当间距为 10 cm 时, 该点的保护电位为 -0.80 V。所以, 在淡水中采用牺牲阳极保护时, 阳极最好紧焊在阴极上, 以确保保护效果。

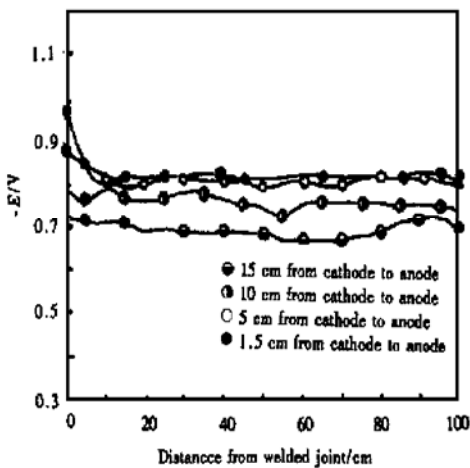


Fig. 1 Dependence of distance between cathode and anode on protection potential

2.2 保护半径的测定结果(阴阳极间距 1.5 cm)

由图 2 可以看出, 牺牲阳极与阴极焊接后, 随着时间的推移, 电位变负, 经 3~4 d 达稳定。本实验条件下, 最大保护半径约为 15 cm。

2.3 牺牲阳极数量及保护时间对保护电位的影响

从图 3 结果可知, 当筒内壁分别安装 1、2、4 块阳极时, 由于有些部位距阳极较远, 所以达不到保护电位, 安装 8 块阳极后, 焊点层、中间层保护电位分布均匀。下层阳极对焊点层的保护电位无影响, 但可使中间层的保护电位负移。另外, 类似的实验结果还表明, 筒内壁阳极均布排列后, 保护电位随时间而负移, 约 4 d 可达稳定, 稳定电位值为 -1.00 V。

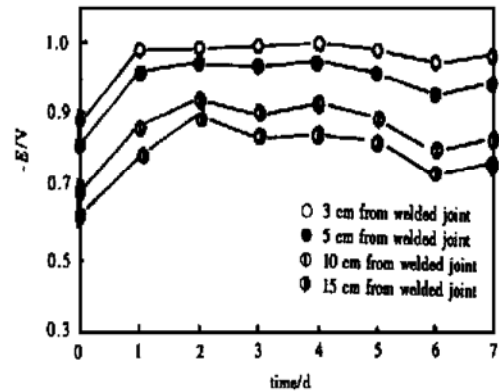


Fig. 2 Dependence of time on protection radius(1.5 cm from cathode to anode)

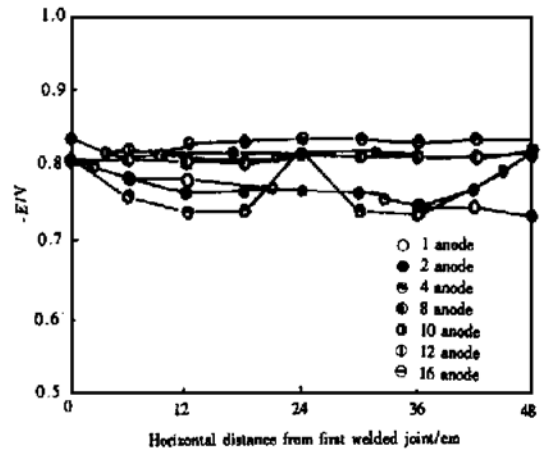


Fig. 3 Effect of the number of anode on protection potential of middle layer inside barrel

3 应用效果

辽化化工二厂氧化塔内物料的氧化反应是放热过程, 热量交换通过氧化塔内的冷却管和塔外上下两个汽包形成循环进行的。冷却管和汽包中装有循环的工业冷却水, pH5.6~5.8, 水温 145 °C, 电导率 2.2 $\mu\text{m/cm}$ 。汽包材质为碳钢, 焊接在反应器本体上, 与氧化反应器连接处有一段加强板, 加强板与汽包焊

接在一起,焊接材料与碳钢基本相同,反应器和加强板材质为不锈钢.由于电偶效应,异种材料相接的焊缝区产生环周的腐蚀沟,其结构和腐蚀部位见图 4.

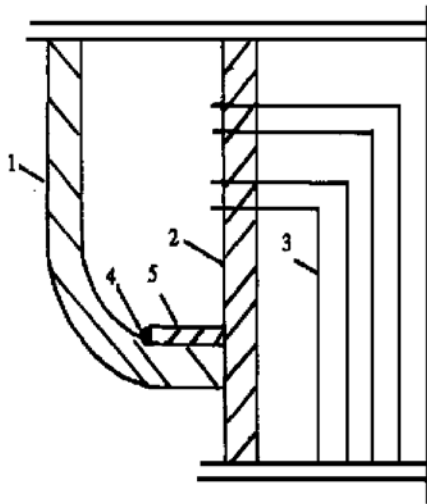


Fig. 4 Sketch map of device structure

1 wall of carbon steel, 2 reactor, 3 cooling tube,
4 weld, 5 strengthening plate

为了防止焊缝区的腐蚀,经现场考察后,决定实施牺牲阳极阴极保护.由于实际环境与本实验条件有相似之处,如保护材料同为碳钢,介质为淡水,所以在阴极保护的设计中,参考了本实验的研究结果.阳极选用镁合金,通过螺栓与设备连接,螺栓焊在碳钢侧,阳极距焊缝 15cm 左右,阳极与焊点的距离约 1.5cm,阳极安装位置见图 5.但实际体系的电导率和温度比实验介质高,保护碳钢部位除了均匀腐蚀外主要发生电偶腐蚀,因此,阳极数量和保护电流密度的选择作了调整.

实施保护两年大修检查结果:焊缝区的腐蚀得到了完全抑制.另外,由于电极反应结果,使水的 pH 值升高至 9.0 左右,优化了运行环境,保证了系统中

其它设备运行的稳定性.镁合金作为牺牲阳极在淡水介质中应用较多,尤其是保护高温裸钢设备.由于淡水介质的电阻率较高,使阴极保护半径缩小,为了使阴极保护电位分布均匀,达到阴极保护效果,在有效保护半径范围内,阳极必须密集均布排列.

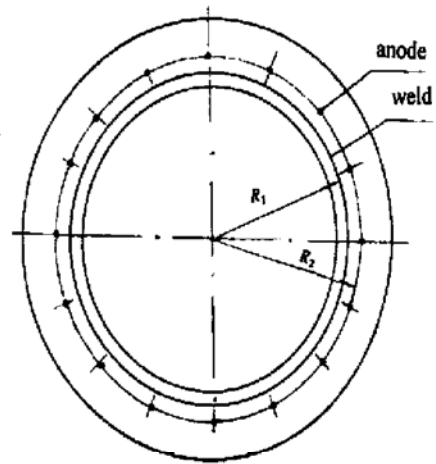


Fig. 5 Sketch map of anode installation

4 结论

室温自来水介质中,用镁合金作牺牲阳极时,筒状设备内壁的阴极保护电位 4 d 可达稳定.阴阳极间距越近,相同位置所测保护电位越负.在本实验条件下,当阴阳极间距为 1.5 cm 时,阴极保护电位稳定后,最大保护半径约为 15 cm.

参考文献

- [1] 火时中. 电化学保护. 北京: 化学工业出版社, 1987
- [2] 星野九平. 防食技术. 1961, 10(5): 193
- [3] 佐藤史郎, 山内重得. 防食技术. 1976, 25(10): 611
- [4] 徐乃欣, 张承典. 中国腐蚀与防护学报, 1987, 7(4): 249
- [5] 邱枫, 徐乃欣. 中国腐蚀与防护学报, 1997, 17(1): 12
- [6] 邱枫, 徐乃欣. 中国腐蚀与防护学报, 1996, 16(1): 29