

暖通空调给排水管道腐蚀的分析与性能研究

卢 晶

北京市设备安装工程集团有限公司 北京市西城区 101300

摘要: 随着社会经济的发展和人们生活水平的提高,对现代住宅的需求也越来越大,住宅现代化和科技化是社会发展的主要趋势。钢管道腐蚀是钢铁工作者关注的最重要的问题之一,尤其是在一些沿海城市和有潮湿腐蚀介质的地区,尽管空调给排水系统的性能分析和分析最近取得了进展,但这些腐蚀介质还是被缝隙和应力腐蚀了。

关键词: 给排水管道用钢; 电化学; 腐蚀行为

一、材料与方法

主要试验材料为用于暖通空调给排水管道的钢材,如表1化学成分所示,室温力学性能如下:705MPa抗拉强度,480MPa屈服,18%断后伸长率。钢材按GB/T 15970.1合金与金属的腐蚀应力腐蚀试验进行处理,试样在进行腐蚀试验前留有0.8/1.6cm²活面积试样,工作表面用绝缘漆密封。表面用120至800#砂纸研磨,然后洗涤并吹干。

表1 试验钢的化学成分(质量分数,%)

C	Si	Mn	P	S	Ti	Cr	Ni	Mo	Fe
0.36	0.27	1.28	0.010	0.005	0.01	0.16	0.01	0.13	余量

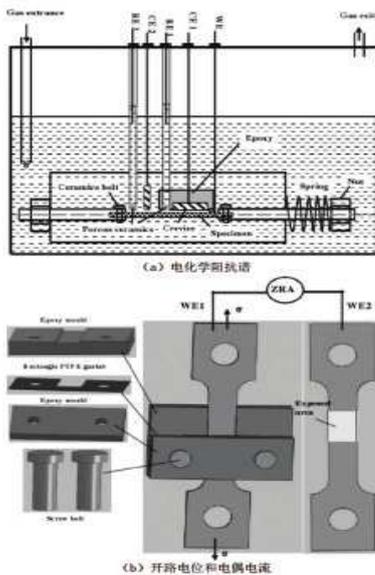


图1 腐蚀试验装置示意图

图1为钢腐蚀试验装置示意图,包括阻抗谱试验电化学装置、开路电位和电流试验装置。腐蚀性介质是氯化钠1.38%+580mg/L溶液醋酸。试验前,提前引入CO₂

作者简介: 卢晶,1984年02月19日,性别:男,民族:满,籍贯:北京市顺义区,职称:初级工程师,学历:大专,研究方向:通风空调工程,邮箱:513634800@qq.com。

去除溶液中溶解氧,试验时引入连续流速18mL/min的CO₂。每个弹簧分别施加0、100、300和450MPa的拉伸应力,如图1(a)所示;缝隙大小由聚四氟乙烯控制。对于应力范围缝隙的腐蚀样品,工作电极(实测样品)位于范围内外,参考电极和辅助电极分别为Ag/AgCl电极和铂电极^[1]。图1(b)WE1和2分别为应力+缝隙拉伸试样和无应力+无缝隙试样。采用化学工作站CHI660C测量电化学参数,频率范围为10kHz~0.01Hz,电流电偶由零阻电流计Zra测量;采用FEI Quanta 200扫描电镜观察钢腐蚀试验前后的微观结构。

二、结果及讨论

1. 应力

在图2中变化曲线,显示了在不同应力水平下,被测试钢的腐蚀电位随时间的变化。从不同的应力水平,受试钢的电解水平在初始阶段有快速下降的趋势,然后逐渐稳定下来;热力学参数根据材料的腐蚀电位与耐腐蚀性之间的关系,腐蚀电位越低,腐蚀趋势越高,施加的应力增加了被测试钢的腐蚀趋势,而较低的应力(100MPa)对腐蚀趋势的影响较小。

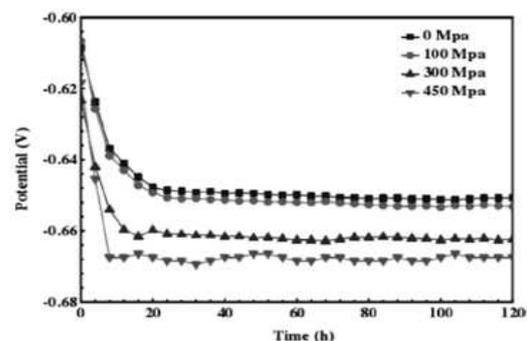


图2 不同应力水平时试验钢的腐蚀电位随时间的变化曲线

电化学阻抗谱在应力钢试验时、为0~450MPa应力水平的受试钢的高频段电阻范围容抗弧通过双电层电容和负载转移电阻产生的,当发生腐蚀反应时,不同应力水平受试钢产品的相位角峰与容抗弧相对应,当腐蚀时

间延长2~120小时时, 腐蚀产物增加, 锈蚀现象逐渐消失, 且随着应力水平的提高, 受试钢的反应性和电感作为增加函数出现, 最大应力为300MPa, 同一腐蚀期受试钢的载荷转移强度为0MPa时的相同应力水平, 而受试钢的电荷转移相同应力水平; 当腐蚀时间达到2到24小时时, 电荷转移阻力显著降低, 腐蚀时间继续增加到120小时, 负载转移电阻通常稳定在类似水平^[2]。因此, 外加应力在某种程度上有助于被测试钢的腐蚀, 被测试钢的耐腐蚀性低于应力水平(100MPa), 相当于被测试钢的无应力水平耐腐蚀性为0MPa。针对120小时钢腐蚀前后的表面轮廓试验了不同的应力水平。腐蚀前试钢表面观察到较浅划痕预处理残留的损坏; 应力为0~450MPa时腐蚀后, 受试钢表面被致密腐蚀产物复盖, 而随着应力水平从0~450MPa升高, 表面腐蚀产物表面增加, 对表面腐蚀产物基材的保护作用减小。

2. 应力+缝隙

电应力水平和缝隙耦合不同时, 测量了钢的电化学阻抗谱。电极A1和A2分别是缝隙内电极和缝隙外电极, 单电极缝隙内和缝隙外而电极B1和B2在将测试钢, 不同应力水平试验钢的电化学阻抗谱在应力耦合和槽耦合作用下具有单一容抗弧特征。调整电化学阻抗谱结果表明, 在相同的应力水平下, 根据电荷转移强度与电化学阻抗谱腐蚀速率的对应关系, 抑制极缝隙外半电的腐蚀, 促进电极半缝隙内的腐蚀。前者的腐蚀速率低于后者, 即此外, 尽管四个电极的负载转移强度在不同的应力水平上定期变化, 但同一电极的负载转移强度随着应力水平的升高而减小, 表明外部应力有利于试验钢的腐蚀, 外部压力越大, 提升效果越大在不同的间隙约束和耦合等级下, 电极的电位等级随时间变化, 缝隙外电极不施加应力, 电极缝隙应力施加。对比分析表明, 缝隙内外电极电位在不同应力水平下具有相同的时间变化趋势, 这意味着缝隙外样品中电极电位随着腐蚀时间的推移逐渐减小, 而缝隙外和缝隙内的电势这表明, 在电化学反应过程中, 缝隙外电极抑制为阴极, 缝隙内抑制为阴极, 同时促进后者腐蚀^[3]。此外, 当应力水平从0提高到450MPa时, 缝隙外和缝隙内之间的电位差逐渐增大, 从而在不同的内外电极和电位差增大趋势下, 电偶电流随腐蚀时间变化, 包括无应力+无缝隙、无应力+缝隙、300MPa+无缝隙和300mpa+缝隙样例。可以看出, 无应力+无缝隙电流随时间变化, 这意味着在该时间内, 样品中没有电流效应, 但在施加条件或缝隙条件下, 样品的电流会增加, 也就是说, 应力缝隙或缝隙会导致试样的腐蚀对于300MPa的应力+缝隙样例, 同时应用应力和缝隙的样例电流始终处于最大值, 即两者的耦合效应对材料腐蚀的影响大于单独施加应力或缝隙的样例, 即它们具有协同促加速材料腐蚀。

3. 分析和讨论

(1) 影响应力。当向受试钢施加应力时, 外加应力会影响用于管道的钢的金属电位, 从而改变金属电势 ΔV 表达下式:

$$\Delta V = \frac{PV}{zF} \quad (1)$$

根据上述公式, 测试钢的腐蚀电位分别为3.5、10.8和16.1mV, 而无应力测试钢分别为100、300和450MPa。这主要是由于存在外加应力金属材料的表面应力分布不均匀, 受试钢表面局部电腐蚀, 由于机械和化学相互作用而在表面产生的局部腐蚀和裂纹, 以及受试钢的表面腐蚀产物具有较强外加应力, 疏松多孔, 主要原因是外加应力和表面腐蚀之间的关系如下^[4]:

$$\Delta\theta \propto k\lambda(1-2\nu) \quad (2)$$

式中: $\Delta\theta$ 腐蚀产物层孔隙率变化; K -特性常数; λ 和 ν -弹性泊松比。根据公式(2), 试验钢表面腐蚀产物的疏松多孔在外力作用下高于无应力试验钢, 外力越大, 孔隙率越高, 腐蚀产物层对基体的保护作用越弱, 腐蚀率越高。

(2) 应力+缝隙。当试验钢存在缝隙时, 缝隙内外的电极之间存在电偶效应, 导致阴极反应材料减少, 阳极反应材料增加。因此, 缝隙中电极(阳极)的电腐蚀水平将为负, 缝隙腐蚀, 缝隙外电极的腐蚀将被抑制(阴极), 一般在缝隙处有明显的腐蚀槽。当试验钢和附加应力同时存在于缝隙中时, 它们具有协同作用, 即外加应力产生缝隙处的应力集中。随着腐蚀反应的发生, 沟槽的腐蚀越来越严重, 腐蚀沟槽的应力集中程度也逐渐增加。当应用的应力超过试验钢的极限抗拉强度时, 试验钢会因应力腐蚀而开裂, 这也表明存在附加应力会增加试验钢应力腐蚀的敏感性。此外, 在存在外部应力的情况下, 试验钢表面应力分布不均将导致材料表面局部电流腐蚀, 由于应力集中, 槽内机械腐蚀的驱动力会增加, 槽内腐蚀会更严重。相应的土应力集中可能进一步加剧裂纹腐蚀, 提前引起试验钢应力腐蚀裂纹, 应力+缝隙引起的腐蚀大于单应力或单缝隙试验钢引起的腐蚀^[5]。

参考文献:

- [1]李贤. 浅谈智能建筑暖通空调系统优化方法[J]. 中国新技术新产品. 2020(04)
- [2]林琦. 空调制冷技术研究状况和发展趋势[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版). 2020(02)
- [3]薛光. 浅述我国变频空调技术的现状和发展趋势[J]. 科技信息(科学教研). 2020(04)
- [4]张瑞纳. 超级13Cr不锈钢油套管材料在CO₂环境下的腐蚀行为研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2019.
- [5]张国岳. 夹杂物和带状组织对管线钢腐蚀性能的影响[J]. 热加工工艺, 2019, 43(18): 42-46.