

不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的 腐蚀行为

刘川^a, 龚敏^a, 郑兴文^b

(四川理工学院 a. 材料科学与工程学院; b. 化学与环境工程学院, 四川 自贡 643000)

摘要:采用动电位极化、电化学阻抗、循环伏安法和扫描电子显微镜,研究了不同充气条件对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中腐蚀行为的影响。结果表明:充气对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀行为产生了明显的影响,其中充 N₂ 和 O₂ 降低了 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀电流密度,充 CO₂ 使腐蚀电流密度增大,三种气体都对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的点蚀具有抑制作用;随温度升高和 NaCl 溶液浓度的增加,2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀加剧,点蚀电位降低;2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的临界点蚀温度在 40 °C ~45 °C 之间。

关键词:2205 双相不锈钢;氯化钠溶液;充气;点蚀;临界点蚀温度

中图分类号:TB115

文献标志码:A

引言

2205 双相不锈钢具有较强的屈服强度、优良的耐腐蚀性和机械性能以及较低的制造成本^[1-3],已经广泛应用于石油天然气精炼、海洋工程、海水淡化和真空制盐等领域。但是由于 2205 双相不锈钢的工作环境苛刻,在实际应用中仍然面临腐蚀问题,特别是在含氯离子的环境中,容易发生点蚀,对设备在使用期间的可靠性和安全性产生影响。研究人员对 2205 双相不锈钢在含氯溶液中的点蚀行为已经进行广泛的研究^[4-8],也研究了气体对 2205 双相不锈钢在含氯溶液中腐蚀行为的影响^[9-10]。杨贵荣等^[9]研究了 2205 双相不锈钢在不同 Cl⁻ 含量的饱和 H₂S/CO₂ 溶液中的腐蚀行为;尹志福

等^[10]对 2205 双相不锈钢在含饱和 CO₂ 以及 CO₂/H₂S 共存的 NaCl 介质环境中的电化学腐蚀行为进行了研究。但是,目前关于气体对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中腐蚀行为的研究较少,而且已有的研究都是在低浓度的 NaCl 溶液进行的,对在高浓度 NaCl 溶液中的研究报道尚欠缺。本文采用极化曲线、电化学阻抗和循环极化曲线等方法比较研究了不同充气条件,包括不充气(blank)、充 N₂、O₂ 和 CO₂,对 2205 双相不锈钢在 50 g/L 和 300 g/L NaCl 溶液中的腐蚀行为。

1 实验材料和方法

1.1 实验材料

2205 双相不锈钢棒材,化学成分见表 1,经线切割

收稿日期:2018-03-15

基金项目:国家自然科学基金—民航联合研究基金(U1633118);四川理工学院研究生创新基金(y2016031);自贡市重点科技计划项目(2017XC14);四川省青年科技创新研究团队项目(2016TD0024)

作者简介:刘川(1990-),男,四川巴中人,硕士生,主要从事材料的腐蚀与防护方面的研究,(E-mail)876604545@qq.com.

通讯作者:龚敏(1963-),女,四川泸州人,教授,主要从事材料的腐蚀与防护方面的研究,(E-mail)gongmin@suse.edu.cn.

机切割成 $\Phi 16.0 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 的圆柱,用电焊枪将不锈钢的一个表面与铜线焊接在一起,使用环氧树脂将整个试样封装,仅暴露出未焊接的圆表面,其工作面积为 2.0 cm^2 ,用 400 ~ 1000 # 的砂纸逐级打磨,用无水乙醇除油,再用蒸馏水清洗,然后放置在干燥器中待用。

表 1 2205 双相不锈钢的化学成分

元素	C	Cr	Ni	Mo	Mn	S	Fe
$\omega/\%$	<0.03	22	5	3.3	2.0	0.03	余量

1.2 电化学测试

电化学测试所用的辅助电极为铂电极,参比电极为饱和甘汞电极(SCE),实验温度由恒温水浴控制。电化学测试前,首先在溶液中充气 30 min,以除去溶液中的空气并使溶液中的气体达到饱和,然后将打磨后的 2205 双相不锈钢电极置于待测溶液中浸泡 30 min,待开路电位(OCP)稳定后,用 Solartron SI1260 + SI1287A 电化学综合测试系统(英国)进行测试,在实验测试过程中,气体持续通入不间断。具体实验参数设置:电化学阻抗图谱(EIS)测试的频率范围 0.01 Hz ~ 100 kHz,电位为开路电位,交流幅值为 10 mV;极化曲线的扫描速度为 0.5 mV/s ,极化范围为 $-250 \text{ mV} \sim 350 \text{ mV}$ (vs. OCP);循环伏安法的扫描开始电位为相对开路电位 -0.2 V ,至阳极电流达到 2 mA/cm^2 后开始反向扫描,扫描速率为 5 mV/s 。电化学阻抗谱通过软件 Zsimpwin 进行拟合处理,极化曲线由仪器自带的软件 Cview 处理获得电化学参数。

1.3 扫描电子显微镜测试

将表面分析用试样经抛光处理后,在 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 下分别放入不充气和充 N_2 、 O_2 、 CO_2 气体的 300 g/L NaCl 溶液中浸泡 7 d,用 VEGA 3SBU 扫描电子显微镜(SEM)观察其表面形貌。

2 结果与讨论

2.1 极化曲线

图 1 和图 2 分别给出了 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 下 2205 双相不锈钢在不同充气条件下的 50 g/L(a) 和 300 g/L(b) NaCl 溶液中的极化曲线,对应的电化学参数见表 2。由图 1 和图 2 可知,相对于不充气(blank)条件,充 N_2 和 CO_2 对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的极化曲线产生了明显的影响,使得腐蚀电位产生了明显的负移,其中,

充 N_2 使腐蚀电位负移更显著,说明充 N_2 和 CO_2 影响和改变了 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中腐蚀反应机制;充 O_2 的影响最小,极化曲线的形状和腐蚀电位没有发生明显改变,说明充 O_2 没有改变 2205 双相不锈钢的腐蚀反应机制。对比图 1 和图 2 可以发现,温度和 NaCl 溶液的浓度对极化曲线的形状没有产生明显的影响,说明在研究温度和 NaCl 溶液浓度范围内,没有对 2205 双相不锈钢的腐蚀反应机制产生影响。

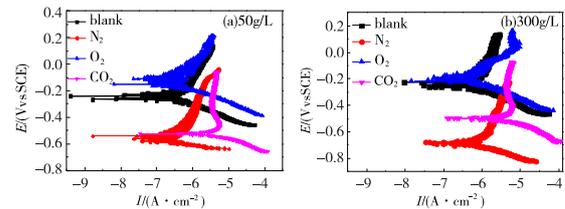


图 1 $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 时 2205 双相不锈钢在不同充气条件下的极化曲线

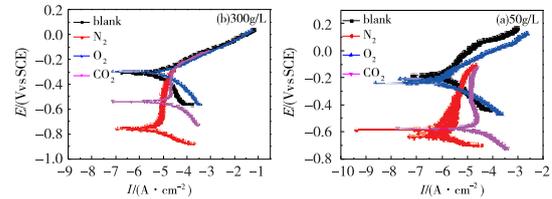


图 2 $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 时 2205 双相不锈钢在不同充气条件下的极化曲线

在中性 NaCl 溶液中,不锈钢的腐蚀是氧腐蚀,即阴极反应为吸氧反应。充 N_2 可以除去溶液中的氧,使得吸氧反应受到抑制,阴极反应转变为: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 2\text{OH}^- + \text{H}_2$,结果使得腐蚀电位负移,腐蚀电流密度减小。同时,由于不存在 O_2 ,对阳极反应也会产生影响,这可以从图 1 和图 2 中的极化曲线得到验证。而通入 CO_2 , CO_2 与水生成 H_2CO_3 ,使得溶液呈酸性,会加速 2205 双相不锈钢的钝化膜的破裂,使得腐蚀电流密度增大,而且研究显示溶解 CO_2 对不锈钢的腐蚀比相同 pH 的盐酸还强^[11]。同时,通入 CO_2 除去了溶液中的 O_2 ,此时的阴极反应主要为析氢反应,因此腐蚀电位负移。但是,充 CO_2 后,2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的阳极极化曲线存在明显的钝化区间,这是由阳极反应产生的 Fe^{2+} 与阴极反应产生的 CO_3^{2-} 生成 FeCO_3 沉淀膜,沉淀附着在不锈钢金属的表面,抑制了不锈钢的进一步腐蚀^[12-13]。充 O_2 不会改变 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀反应机制,但是,一方面充 O_2 会促进阴极反应

的发生,同时 O₂ 又能保护 2205 双相不锈钢表面的钝化膜或促进钝化膜的形成,表 2 数据显示, O₂ 的通入使 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀电流密度有一定程度的降低,即通入 O₂ 对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀具有一定的抑制作用。比较表 2 中的数据可以发现,在浓度相同的 NaCl 溶液中,腐蚀电流密度的顺序为:充 N₂ < 充 O₂ < 不充气 < 充 CO₂;相同充气条件下,随 NaCl 浓度的增加,腐蚀电流密度增大,且除充 CO₂ 外,腐蚀电位负移,说明 NaCl 浓度的增加促进了 2205 双相不锈钢的腐蚀。充 CO₂,随着 Cl⁻ 浓度增大腐蚀电位正移,可能是由于大量 Cl⁻ 的存在降低了 CO₂ 在溶液中的溶解度,使阴极还原过程受到抑制^[14-16]。同时,表 2 的数据也表明,随温度的增加,2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀电流密度显著增大,说明升高温度加速了 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀。

表 2 不同充气条件下 2205 双相不锈钢的

		腐蚀电化学参数			
		30 °C		70 °C	
C/ (g/L)	Atmosphere	I _{corr} / (μA·cm ⁻²)	E _{corr} / V	I _{corr} / (μA·cm ⁻²)	E _{corr} / V
50	blank	0.10	-0.1847	3.50	-0.1858
	N ₂	0.05	-0.5665	0.28	-0.6400
	O ₂	0.09	-0.1002	0.31	-0.2331
	CO ₂	1.56	-0.5264	5.07	-0.5777
300	blank	0.45	-0.2344	7.29	-0.3098
	N ₂	0.21	-0.6796	1.24	-0.7487
	O ₂	0.27	-0.2129	5.94	-0.3009
	CO ₂	2.09	-0.4986	12.1	-0.5377

2.2 电化学阻抗谱

图 3 和图 4 分别给出了 30 °C 和 70 °C 时 2205 双相不锈钢在不同充气条件下 50 g/L (a) 和 300 g/L (b) NaCl 溶液中的电化学阻抗谱,图 5 为拟合采用的等效电路图。由图 3 和图 4 可知,充气条件对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中阻抗谱产生了明显的影响。在不充气 and 充 N₂ 与 O₂ 的阻抗谱均显示为单个容抗弧^[17-18],因此用图 5 (a) 对应的等效电路进行拟合,其中不充气 and 充 O₂ 的阻抗谱形状相似,说明其腐蚀反应机制相同,但充 N₂ 的阻抗谱形状发生了改变,这与其阴极反应机制发生变化相对应,这与极化曲线的分析结果相对应。充 N₂ 与 O₂ 均使容抗弧的直径增大,而且充 N₂ 增大更为显著。而通入 CO₂ 后,电化学阻抗谱表现为由高频区的容抗弧和低频区的 Warburg 阻抗组成,因此用图 5 (b) 对应的等

效电路进行拟合。高频区的容抗弧象征钝化膜外表面和溶液双电层电容之间的电荷传递过程^[19],由于 CO₂ 溶解使溶液呈酸性,加速了钝化膜的破坏,促进了 2205 双相不锈钢的腐蚀,容易在金属表面形成 FeCO₃ 腐蚀产物膜,使离子的扩散受到限制,从而在低频段出现 Warburg 阻抗。图 3 和图 4 也显示,在相同充气条件下,NaCl 溶液浓度和温度对阻抗谱的形状没有产生明显的影响,说明它们对 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中腐蚀反应的影响机制较小,这与极化曲线的结果一致。

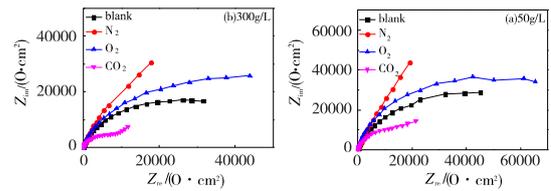


图 3 30 °C 时 2205 双相不锈钢在不同充气条件下的电化学阻抗谱

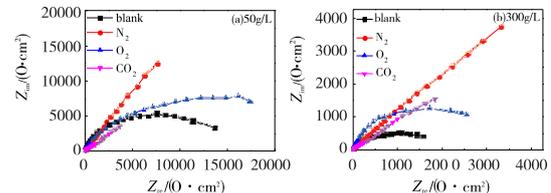


图 4 70 °C 时 2205 双相不锈钢在不同充气条件下的电化学阻抗谱

图 5 中, R_s 为溶液电阻, CPE 为常相位角元件, 常用来代替电容以获得更好的拟合结果, R_p 为极化电阻, W 为 Warburg 阻抗。利用图 5 所示的等效电路, 拟合的阻抗参数见表 3。由表 3 可知, 相对于不充气时的极化电阻, 充 N₂ 与 O₂ 使极化电阻的值增大, 而充 CO₂ 使极化电阻的值减小, 极化电阻的递变顺序为: 充 N₂ > 充 O₂ > 不充气 > 充 CO₂, 而且随 NaCl 溶液浓度和温度的增加, 极化电阻减小。极化电阻的值越大, 说明金属离子化过程受到的阻力越大, 即使金属的腐蚀反应越难进行, 因此, 金属的腐蚀速率越小, 这与极化曲线的结果相对应。

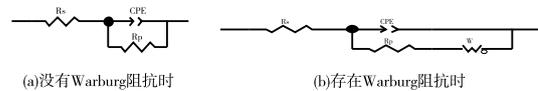


图 5 电化学阻抗拟合所用等效电路图

2.3 循环极化曲线

图 6 为不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中的循环极化曲线, 由图 6 可知, 在电

位增大的过程中,电流密度开始变化缓慢,但是,当电位增加到到一定值时,电流密度迅速增大,这说明 2205 双相不锈钢电极表面的钝化膜被击穿,对应的电位值被称为击穿电位(E_b)。同一充气条件下,随着温度的升高,开始击穿电位 E_b 的值缓慢减小,当温度超过一定值后(临界点蚀温度, CPT),击穿电位的值 E_b 迅速减小。在温度较高时,当电位回扫时,电流密度并没有及时减小,而是有一个继续增大的过程,然后才开始减小。这是因为 2205 双相不锈钢电极在正向扫描被击穿后,电极表面发生点蚀,蚀孔处由于腐蚀产物积聚形成闭塞区,使得蚀孔内 Cl^- 、 H^+ 富集,导致点蚀继续向深处发展,即使向负电位方向回扫,也不能立刻阻止点蚀的进一步扩展,从而出现了电流密度继续增大的现象^[20-21]。

表 3 不同充气条件下 2205 双相不锈钢电化学阻抗参数

C/(g/L)	Atmosphere	$R_p/(\Omega \cdot \text{cm}^2)$	
		30 °C	70 °C
50	blank	63360	12380
	N_2	165000	35410
	O_2	83200	18620
	CO_2	19710	489
300	blank	39960	1499
	N_2	108900	7978
	O_2	56190	3250
	CO_2	7855	181

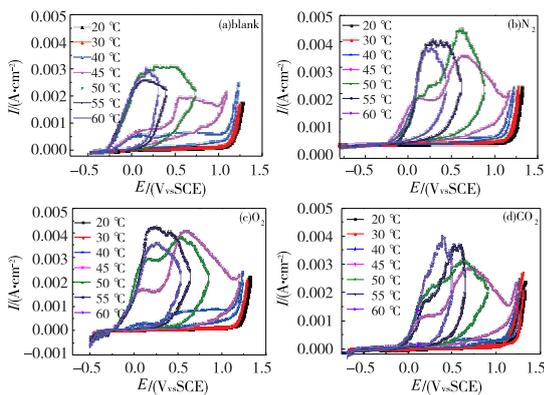


图 6 不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中的循环极化曲线

图 7 给出了不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 300 g/L NaCl 溶液中的循环极化曲线。由图 7 可知,不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 300 g/L NaCl 溶液中的循环极化曲线的变化规律与图 6 相似,存在明显的击穿电位和临界点蚀温度。由图 6 和图 7 获得不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 50 g/L 和 300 g/L NaCl 溶液中的击穿电位随温度的变化规律如图 8 所示。

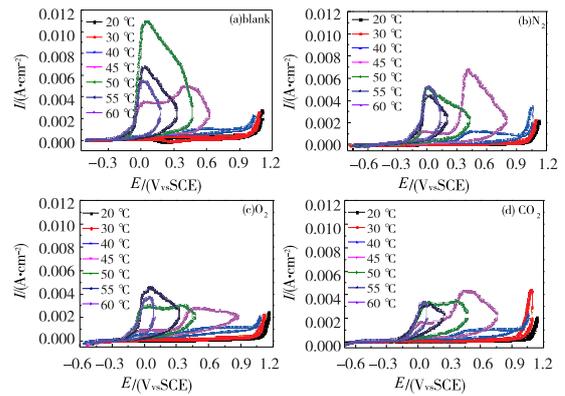


图 7 不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 300 g/L NaCl 溶液中的循环极化曲线

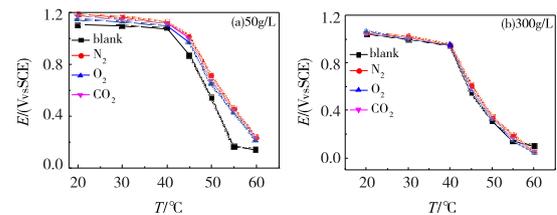


图 8 不同充气条件下 2205 双相不锈钢的 E_b 随温度的变化曲线

由图 8(a)可知,不同充气条件下 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中击穿电位 E_b 的变化存在两个明显的温度区间,温度在 20 °C ~ 40 °C 时,击穿电位 E_b 的值缓慢减小,变化不大,但当温度达到 45 °C 时,击穿电位 E_b 的值明显降低,并随温度升高,进一步减小。而且可以发现,与不充气时的击穿电位相比,通入三种气体均可以使击穿电位有一定的正移,击穿电位的顺序为:充 N_2 > 充 CO_2 > 充 O_2 > 不充气,即三种气体的通入均可以在一定程度上抑制 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中的点蚀。前面的动电位极化和电化学阻抗结果显示,充 N_2 和 O_2 可以抑制 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中的腐蚀,这也有助于提升其抗点蚀能力。但是,充 CO_2 促进了 2205 双相不锈钢在 50 g/L NaCl 溶液中的腐蚀,其击穿电位的增加,可能与电极表面 FeCO_3 腐蚀产物膜的形成有关,图 1 和图 2 的极化曲线显示,充 CO_2 在阳极极化时存在钝化区。图 8(b)给出了 2205 双相不锈钢在 300 g/L NaCl 溶液中的击穿电位 E_b 随温度的变化情况,可以发现,击穿电位随温度的变化情况与在 50 g/L NaCl 溶液中的相同,因此,可以认为,在研究的四种情况下,2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的临界点蚀温度均在 40 °C ~ 45 °C 之间。但值得注意的是,四

种条件下击穿电位的值几乎相同,说明在 300 g/L NaCl 溶液中,充气对 2205 双相不锈钢击穿电位的影响很小或几乎没有。这可能由两个方面的原因所导致,一是由于 NaCl 溶液浓度的升高,使得 2205 双相不锈钢的腐蚀速率增加,抵消了充气条件对 2205 双相不锈钢腐蚀行为的影响;另一方面是由于在高浓度的 NaCl 溶液中,Cl⁻的特性吸附,使得气体能到达 2205 双相不锈钢表面的几率减小,使得其对 2205 双相不锈钢点蚀行为的影响减弱,而且 NaCl 浓度的增加会降低气体在溶液中的溶解度^[14,16]。相同充气条件下,NaCl 溶液浓度对 2205 双相不锈钢击穿电位的影响如图 9 所示。由图 9 可知,四种实验条件下,随 NaCl 溶液浓度的增加,2205 双相不锈钢的击穿电位均负移,说明 NaCl 溶液浓度的增加,促进了 2205 双相不锈钢的点蚀。

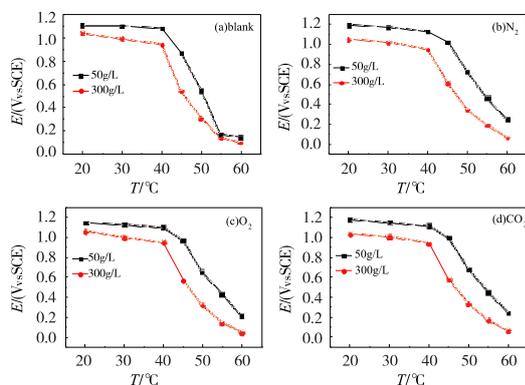


图 9 不同充气条件下 NaCl 溶液浓度对 2205 双相不锈钢击穿电位的影响图

2.4 腐蚀形貌

图 10 给出了不同充气条件下 2205 双相不锈钢试样在 70 °C 的 300 g/L NaCl 溶液中浸泡 7 天后的 SEM 图。在不充气的条件下(图 10(a)),2205 双相不锈钢试样表面形成了明显的点蚀孔;充 O₂ 条件下(图 10(c)),在试样表面的缺陷处,发生了明显的点蚀;在充 N₂ 和 CO₂ 的溶液中,2205 双相不锈钢试样表面也可以观测到点蚀现象,在试样表面存在一些直径很小的点蚀核,尚没有形成明显的点蚀孔,仍处在点蚀萌生阶段,但相对于充 CO₂,显然充 N₂ 时,点蚀核的数量更少,也更不明显。因此,三种气体的通入都一定程度上抑制了 2205 双相不锈钢试样在 NaCl 溶液中的点蚀,而且抑制能力的顺序为:充 N₂ > 充 CO₂ > 充 O₂,这与循环极化曲线的测试结果一致。同时也说明,虽然三种气体的充入不会改变

2205 双相不锈钢在 300 g/L NaCl 溶液中的点蚀电位,但会改变点蚀形成和发展的速率。

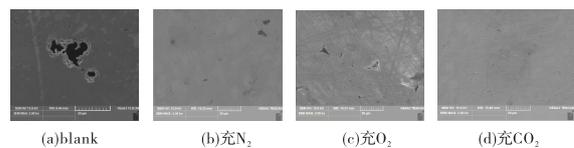


图 10 不同充气条件下 2205 双相不锈钢 SEM 图

3 结论

(1) 充 N₂ 和 O₂ 降低了 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀电流密度,且使 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中点蚀受到抑制,其中充 N₂ 的抑制作用更强;充 CO₂ 会使 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀电流密度增大,但由于腐蚀产物 FeCO₃ 的生成,抑制了 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的点蚀。

(2) 随温度升高和 NaCl 溶液浓度的增加,2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的腐蚀加剧,点蚀电位降低。

(3) 2205 双相不锈钢在 NaCl 溶液中的临界点蚀温度在 40 °C ~45 °C 之间,研究的 N₂、O₂ 和 CO₂ 三种气体和 NaCl 溶液的浓度对其临界点蚀温度没有明显的影响。

参考文献:

- [1] PAN T Y. Corrosion behavior of a duplex stainless steel under cyclic loading: a scanning Kelvin probe force microscopy based microscopic study [J]. Journal of Applied Electrochemical, 2012, 42(12): 1049-1056.
- [2] LUO H, DONG C F, CHENG X Q, et al. Electrochemical behavior of 2205 duplex stainless steel in NaCl solution with different chromate contents [J]. Journal of Materials Engineering and Performance, 2012, 21 (7): 1283-1291.
- [3] LIU Z Y, DONG C F, LI X G, et al. Stress corrosion cracking of 2205 duplex stainless steel in H₂S-CO₂ environment [J]. Journal of Material Science, 2009, 44 (16): 4228-4234.
- [4] LUO H, DONG C F, CHENG X Q, et al. Electrochemical behavior of 2205 duplex stainless steel in NaCl solution with different chromate contents [J]. J. Mater. Eng. Perform, 2012, 21(7): 1283-1291.

- [5] EBRAHIMI N, MOAYED M H, DAVOODI A. Critical pitting temperature dependence of 2205 duplex stainless steel on dichromate ion concentration in chloride medium[J]. Corros. Sci., 2011, 53(4): 1278-1287.
- [6] 高丽飞, 杜敏. 2205 双相不锈钢在淡化海水中的点蚀行为[J]. 装备环境工程, 2017, 14(2): 11-18.
- [7] 王健. 2205 双相不锈钢的点蚀及再钝化行为[D]. 大连: 大连理工大学, 2015.
- [8] 刘佐嘉, 程学群, 李晓刚, 等. 点缺陷模型在 2205 双相不锈钢中的应用[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2013, 33(2): 90-96.
- [9] 杨贵荣, 廖兵兵, 宋文明, 等. 2205 双相不锈钢在不同 Cl⁻ 含量的饱和 H₂S/CO₂ 溶液中的腐蚀行为[J]. 材料热处理学报, 2015, 36(8): 229-236.
- [10] 尹志福, 朱世东, 南蓓蓓, 等. 2205 双相不锈钢在 CO₂-H₂S-Cl⁻-H₂O 环境中的电化学腐蚀行为[J]. 材料保护, 2016, 49(3): 23-26.
- [11] 张国超. 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, 2012.
- [12] 陈伟, 彭乔. CO₂ 饱和 NaCl 溶液中 Cl⁻ 浓度对 2Cr13 不锈钢腐蚀行为的影响[J]. 材料保护, 2013, 46(2): 26-29.
- [13] OGUNDELE G I, WHITE W E. Some Observations on Corrosion of Carbon Steel in Aqueous Environments Containing Carbon Dioxide[J]. Corrosion, 1986, 42(2): 71-78.
- [14] 陈长风, 路民旭, 赵国仙, 等. 温度、Cl⁻ 浓度、Cr 元素对 N80 钢 CO₂ 腐蚀电极过程的影响[J]. 金属学报, 2003, 39(8): 848-854.
- [15] HAN J, CAREY J W, ZHANG J. Effect of sodium chloride on corrosion of mild steel in CO₂ saturated brines[J]. Apply Electrochemistry, 2011, 41(3): 741-749.
- [16] 张雷, 国大鹏, 路民旭. Cl⁻ 含量对 J55 钢 CO₂ 腐蚀行为的影响[J]. 中国腐蚀与防护学报, 2009, 29(1): 66-67.
- [17] 郑家青, 龚利华, 郭为民, 等. 不同温度下溶解氧对 304 不锈钢在海水中腐蚀性能的影响[J]. 腐蚀与防护, 2011, 32(9): 708-711.
- [18] 高丽飞, 杜敏. 2205 双相不锈钢在淡化海水中的点蚀行为[J]. 装备环境工程, 2017, 14(2): 11-18.
- [19] 陈伟, 彭乔. CO₂ 饱和 NaCl 溶液中 Cl⁻ 浓度对 2Cr13 不锈钢腐蚀行为的影响[J]. 材料保护, 2013, 46(2): 26-29.
- [20] 杨德钧. 金属腐蚀学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999.
- [21] 贺俊光, 文九巴, 孙乐民, 等. 用循环极化曲线研究 Al 和铝合金的点蚀行为[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2015, 27(5): 449-453.

Corrosion Behavior of 2205 Duplex Stainless Steel in NaCl Solution Under the Condition of Filling Different Gases

LIU Chuan^a, GONG Min^a, ZHENG Xingwen^b

(a. School of Materials Science and Engineering; b. School of Chemical and Environmental Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: In this paper, the effects of filling different gases on the corrosion behavior of 2205 duplex stainless steel in NaCl solution were investigated using the potentiodynamic polarization, electrochemical impedance, cyclic voltammetry and scanning electron microscopy. The results showed that when gas was filled to NaCl solution, the 2205 duplex stainless steel in NaCl solution became corroded. With the increase of temperature and the concentration of NaCl solution, the corrosion of 2205 duplex stainless steel was aggravated and the pitting potential decreased. And, the critical pitting temperature of 2205 duplex stainless steel in NaCl solution was located in the temperature of 40 °C ~ 45 °C.

Key words: 2205 duplex stainless steel; NaCl solution; filling gas; pitting corrosion; critical pitting temperature