

盐酸溶液中 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 对 Q235 钢的缓蚀性能研究

陈能^{1a}, 谢斌^{1a,2}, 邹立科^{1a,1b,2}, 卢燕^{1b}, 朱莎莎^{1a}, 何林芯^{1a}

(1. 四川理工学院 a. 功能材料研究所; b. 化学与制药工程学院, 四川 自贡 643000;

2. 材料腐蚀与防护四川省重点实验室, 四川 自贡 643000)

摘要:合成了有机硫化合物 4,5-二(正丁硫基)-1,3-二硫杂环戊二烯-2-硫酮($\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$),用元素分析和红外光谱进行了表征,采用电化学极化曲线法研究了 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 在 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液中对 Q235 钢的缓蚀作用,并考察了 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 浓度、HCl 浓度、腐蚀体系温度、缓蚀液放置时间对缓蚀性能的影响。研究表明:在 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 浓度为 $80 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl 溶液中,缓蚀剂对 Q235 钢的缓蚀率达到了 99.01%, $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 为混合型缓蚀剂。吸附拟合表明: $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 在 Q235 钢表面的吸附符合 Langmuir 吸附等温式,属于自发进行的化学吸附。 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的缓蚀率随 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 浓度增大而升高,随腐蚀体系温度升高而降低,随 HCl 浓度增大而逐渐降低,随静置时间的延长, $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的缓蚀性变化不大。

关键词: $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$; 缓蚀性; HCl 溶液; Q235 钢

中图分类号:O614.121; O625.621

文献标志码:A

引言

在工业生产中,酸溶液特别是盐酸、硫酸溶液被广泛用于金属酸洗^[1-4],然而酸洗会带来严重的腐蚀,造成设备和金属管道系统的破坏^[5]。即使使用现有防腐技术也很难将腐蚀完全抑制,但可将其控制在一个合理的水平。其中,使用缓蚀剂是防止金属在酸性环境下被腐蚀的最有效的方法之一。众所周知:分子中含有 N、S、P、O 等带孤电子对的杂原子以及重键或芳环的有机化合物均有可能作为缓蚀剂^[6-9],而杂环化合物就是一类常用的有机缓蚀剂^[10-12]。含硫有机化合物中,由于 S 原子良好的供电性从而表现出良好的缓蚀性^[13-15]。含 4,5-二巯基-1,3-二硫杂环戊二烯-2-硫酮

(dmit)及其衍生物的配合物是一类良好的分子导体而被人们广泛研究^[16],由于这些有机物分子中含有 S 原子和芳杂环,可以推测它们应具有较好的缓蚀性,然而关于这些化合物的缓蚀性研究目前尚未见报道,为此本文合成了 dmit 的衍生物 4,5-二(正丁硫基)-1,3-二硫杂环戊二烯-2-硫酮($\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$),研究了它在 HCl 溶液中对 Q235 钢的缓蚀性,并讨论了其缓蚀性影响因素。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

AUY120 电子天平(日本岛津),恒温水浴锅,RE52CS 旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂),熔点测定

收稿日期:2014-06-06

基金项目:材料腐蚀与防护四川省重点实验室开放基金项目(2011CL03, 2012CL12);四川省自贡市科技局科研项目(2012H04);四川理工学院研究生创新基金项目(2013026)

作者简介:陈能(1989-),男,四川自贡人,硕士生,主要从事有机合成及缓蚀剂方面的研究,(E-mail)cneng123@123.com

谢斌(1965-),男,四川荣县人,教授,硕士,主要从事有机合成及缓蚀剂方面的研究,(E-mail)xiebinqh@sina.com.cn

仪(北京泰克仪器有限公司), Nicolet 6700 傅里叶变换红外光谱仪(美国 Thermo 公司, KBr 压片), Carlo Erba 1106 元素分析仪(意大利 Carlo Erba 公司), TESCANA VEGA 3 扫描电子显微镜(捷克 TESCAN 公司), CHI440A 电化学工作站(上海辰华仪器有限公司)。

DMF 用无水 MgSO_4 干燥后减压蒸馏, CS_2 用无水氯化钙干燥后蒸馏, 甲醇用 Mg 和 I_2 回流 5 h 后蒸馏。其余试剂均为市售分析纯试剂, 未做进一步处理。化合物 $\text{dmit}(\text{COPh})_2$ 按文献方法合成^[17]。Q235 钢经 400# ~ 1200# 砂纸逐级打磨光滑, 并用丙酮清洗, 电吹风吹干, 放入干燥器中备用。

1.2 缓蚀剂合成

在 N_2 气氛下, 将 1.66 g $\text{dmit}(\text{COPh})_2$ (4 mmol) 和 0.2 g Na (8.7 mmol) 加入到 100 mL 圆底烧瓶, 滴加 40 mL 无水甲醇, 室温下搅拌至固体消失, 然后加入 1.2 mL 1-溴丁烷(11 mmol), 室温下搅拌 40 h, 溶液由红棕色逐渐变为黄色, 水洗, 分液, 有机相用无水 Na_2SO_4 干燥, 旋转蒸发, 用 1:2 的二氯甲烷/石油醚进行柱层析, 得深红色油状液体 1.28 g, 产率 76.13%。元素分析 Anal. calcd. for $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{S}_5$ (%): C 42.28, H 5.81, S 51.61; found C 42.20, H 5.61, S 51.52。

1.3 缓蚀性能测试

1.3.1 动电位极化曲线测定

动电位极化曲线在 CHI440A 电化学工作站上采用三电极体系进行测试, 工作电极为圆柱状 Q235 钢电极, 参比电极为饱和甘汞(SCE)电极, 辅助电极为石墨电极。动电位极化曲线扫描速度 0.5 mV/s, 极化范围为 $E \pm 150$ mV, 根据电流密度计算缓蚀率($IE\%$)。

1.3.2 试片腐蚀表面观察

将处理好的 Q235 钢样片(50 × 25 × 3 mm)各放入装有 300 mL 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液未添加 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)$ 和添加有 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的 HCl 溶液的烧杯中, 在 30 °C 下腐蚀 24 h, 将腐蚀后的 Q235 样片用 TESCANA VEGA 3 型扫描电子显微镜在 200 × 下观测试样表面的腐蚀形貌。

2 结果与讨论

2.1 红外光谱

化合物 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的红外光谱如图 1 所示。由图 1 可知, 化合物 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 在 2956.6 cm^{-1} 、2927.0 cm^{-1} 和 2868.9 cm^{-1} 的吸收峰为饱和 C-H 伸缩振动吸收, 1461.3 cm^{-1} 的中强峰为 C=C 键的伸缩振动吸收, 1067.3 cm^{-1} 的强吸收峰和 1032.2 cm^{-1} 的中强峰为 C=S 键的伸缩振动吸收, 886.6 cm^{-1} 的中强峰为 C-S 键振

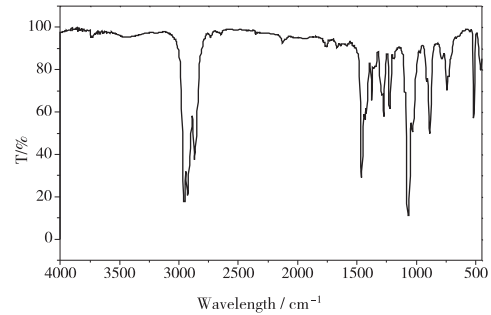


图 1 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的红外光谱图

动, 515.4 cm^{-1} 的中强峰为 dmit 环的呼吸振动吸收^[18-19]。

2.2 极化曲线

表 1 为 Q235 钢在添加有不同浓度 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的 1.0 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液中的极化曲线电化学参数, 图 2 为 Q235 钢在添加有不同浓度 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的 1.0 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液中的极化曲线。由图 2 和表 1 可知: 在 30 °C 的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中添加缓蚀剂后, 将导致阴、阳极极化曲线均向低电流方向移动, 同时腐蚀电流密度也急剧减小, 说明 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 对 Q235 钢在 HCl 溶液中的腐蚀有明显的抑制作用。随着缓蚀剂浓度增大, 其缓蚀作用增强, 缓蚀剂浓度为 80 mg/L 的缓蚀率达到最大(99.01%), 此后缓蚀率随缓蚀剂浓度的增加而变化很小, 逐渐趋于稳定。添加缓蚀剂后, 自腐蚀电位 E_{corr} 变化不大, 阴、阳极曲线的 Tafel 斜率变化幅度基本一致, 表明 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 属于混合型缓蚀剂^[20-21]。缓蚀剂加入到 HCl 溶液后, 在电极表面形成了一层保护膜, 并随着缓蚀剂浓度的增大膜也变得越来越致密, 阻止了腐蚀介质 HCl 与 Q235 电极的接触, 从而使 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 具有良好的缓蚀作用。

表 1 Q235 钢在添加有不同浓度 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 的 1.0 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液中的极化曲线电化学参数

$C/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$E_{\text{corr}}/$ V(vs. SCE)	$I_{\text{corr}}/$ ($\mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$)	阴极 斜率	阳极 斜率	$IE/$ %
0	-0.501	388.85	8.023	10.190	-
20	-0.498	20.51	11.173	13.374	94.73
40	-0.493	18.78	12.034	12.692	95.17
60	-0.496	10.65	13.700	16.434	97.26
80	-0.495	3.84	11.355	20.002	99.01
100	-0.501	4.96	11.452	18.958	98.72
120	-0.503	6.39	11.121	19.411	98.36

2.3 吸附行为

用表 1 中的电化学数据(c 、 $IE\%$), 分别以 Temkin、langmuir、freundlich 吸附等温式对 $\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2$ 在 Q235 钢表面的吸附规律进行拟合, langmuir 吸附等温式的拟合结果如图 3 所示。

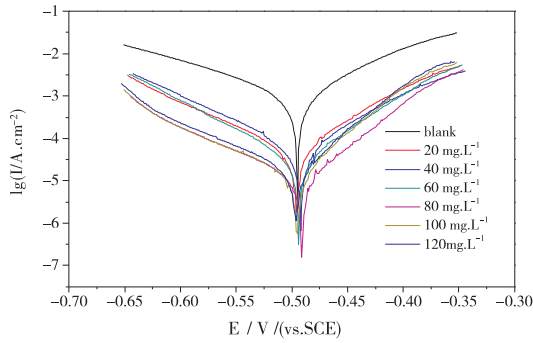


图2 Q235钢在添加有不同浓度 dmit(Buⁿ)₂ 的 1.0 mol·L⁻¹ 的 HCl 溶液中的极化曲线

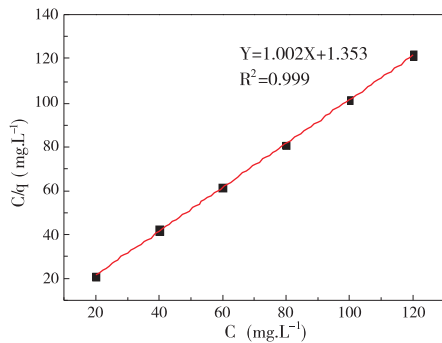


图3 C 与 C/θ 的关系图

Langmuir 吸附等温式:

$$C/\theta = C + 1/K_0 \quad (1)$$

式中, C 为缓蚀剂浓度, mg·L⁻¹; θ 为表面覆盖率(数值上与 IE% 相等); K₀ 表示吸附与脱附之间的平衡常数, mg·L⁻¹。

结合表 1 数据得到图 3 的拟合结果, 其截距 1/K₀ = 1.353 mg·L⁻¹。将 K₀ 用 K(摩尔浓度表示的平衡常数) 表示为:

$$K = M_{\text{dmit}(\text{Bu}^n)_2} \times K_0 \times 10^3 = 275 \times 10^3 / 1.353 = 203.25 \times 10^3 (\text{mol/L}^{-1}) \quad (2)$$

将(2)式中的 K 值代入 $\Delta G_a^0 = -RT \ln(55.5K)$ 得:

$$\Delta G_a^0 = -8.314 \times 303.35 \times \ln(55.5 \times 203.25 \times 10^3) = -40.955 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

研究表明: 30 °C, dmit(Buⁿ)₂ 在 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中于 Q235 钢表面的吸附行为符合 Langmuir 吸附等温式 (R = 0.999), $\Delta G_a^0 = -40.955 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < -40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 说明其吸附为自发进行的化学吸附。

2.4 缓蚀性影响因素研究

2.4.1 缓蚀液静置时间的影响

在 80 mg·L⁻¹ dmit(Buⁿ)₂ 的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中, 温度为 30 °C 时, dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率随缓蚀液静置时间的变化关系如图 4 所示。由图 4 可知: 随

着缓蚀液静置时间的延长, dmit(Buⁿ)₂ 的缓蚀率有所波动, 但是变化幅度很小。静置 48 h 后的缓蚀效率为 98.85%, 72 h 的缓蚀效率为 97.98%, 120 h 的缓蚀效率仍然高达 97.89%, 由此可知, 将 dmit(Buⁿ)₂ 加入到 HCl 溶液所配制成的金属酸洗缓蚀液不会随着放置时间过长而失去缓蚀能力。

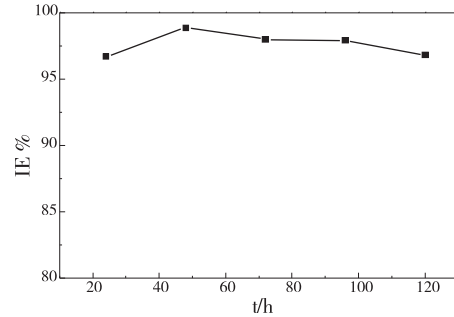


图4 dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率与缓蚀液静置时间关系图

2.4.2 腐蚀体系温度的影响

在 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中, dmit(Buⁿ)₂ 浓度为 80 mg·L⁻¹ 时, 缓蚀率随着腐蚀体系温度变化关系如图 5 所示。由图 5 可知: 随着腐蚀体系温度的升高, dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率逐渐降低, 温度由 30 °C 升至 60 °C 时, 缓蚀率由 99.01% 下降至 89.13%, 但降幅度不大, 但当温度达到 70 °C 时其缓蚀率进一步降低至 73.57%。因此, dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢在 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中腐蚀的抑制作用随着温度的升高而逐渐减弱。由此可知, 将 dmit(Buⁿ)₂ 加入到 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液所配制成的金属酸洗缓蚀液在温度低于 50 °C 下具有良好的缓蚀性。

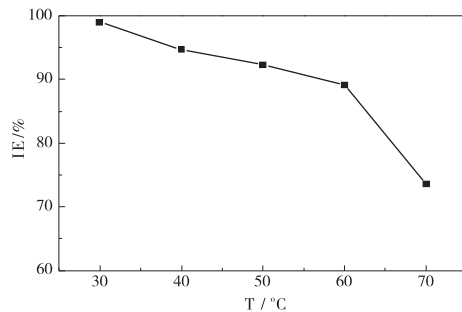


图5 dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率与腐蚀液的温度关系

2.4.3 HCl 浓度的影响

图 6 为 dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率与 HCl 浓度关系图。由图 6 可知: 随着 HCl 浓度增加, 缓蚀剂的缓蚀率逐渐降低。当 HCl 浓度低于 4.0 mol·L⁻¹ 时, 缓蚀率随 HCl 浓度增加缓慢降低, 当 HCl 浓度为 4.0 mol·L⁻¹ 时的缓蚀率仍为 95.13%; 但当 HCl 浓度高于

4.0 mol·L⁻¹时,缓蚀效率随 HCl 浓度增加降低较快,HCl 浓度为 5.0 mol·L⁻¹时的缓蚀率降至 84.24%。因此,随着 HCl 浓度的增加,dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的腐蚀抑制作用逐渐减弱,但在 HCl 浓度低于 4.0 mol·L⁻¹时,dmit(Buⁿ)₂ 具有优异的缓蚀性。

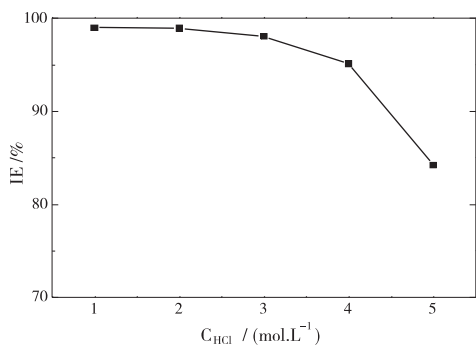
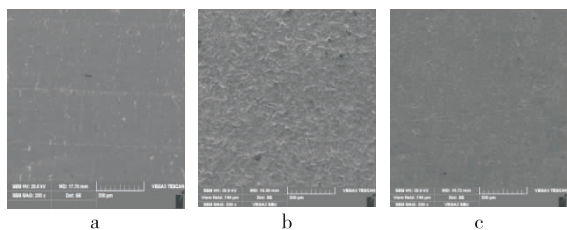


图 6 dmit(Buⁿ)₂ 对 Q235 钢的缓蚀率与 HCl 浓度关系图

2.5 微观形貌观测

图 7 为 30 °C 不同腐蚀体系的 Q235 钢的腐蚀形貌图,图 7(a)为腐蚀前 Q235 钢电极表面形貌,抛光后的电极表面有少量规则划痕,但总体光滑均匀。图 7(b)为 Q235 钢电极在未加缓蚀剂的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中腐蚀后的形貌,已发生全面腐蚀,划痕消失,表面粗糙且蓬松,出现大量腐蚀坑,明显无覆盖膜。图 7(c)由于缓蚀剂 dmit(Buⁿ)₂ 的加入,样片表面明显吸附成膜,整体较为光滑、致密,未出现明显局部和均匀腐蚀,由此可见,腐蚀已被抑制。缓蚀剂 dmit(Buⁿ)₂ 分子中的 S 原子或 dmit 的茂环的 π 电子可与金属表面的 Fe 原子的空 3d 轨道配位形成配位键,在 Q235 钢表面吸附成膜,从而减小 HCl 溶液与 Q235 钢的接触,使其具有缓蚀性。



(a. 腐蚀前的 235 钢表面; b. 未添加 dmit(Buⁿ)₂ 的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中腐蚀后的 Q235 钢表面; c. dmit(Buⁿ)₂ 浓度为 80mg·L⁻¹ 的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液中腐蚀后的 Q235 钢表面)

图 7 30 °C 不同腐蚀体系的 Q235 钢的腐蚀形貌图 (200x)

3 结论

本文合成了有机硫缓蚀剂 dmit(Buⁿ)₂,用电化学方法研究了它在 HCl 溶液中对 Q235 的缓蚀性,并探索了

影响其缓蚀性的因素,研究结果表明:

(1) dmit(Buⁿ)₂ 是一种混合型缓蚀剂,在 30 °C 和 dmit(Buⁿ)₂ 浓度为 80 mg·L⁻¹ 的 1.0 mol·L⁻¹ HCl 溶液对 Q235 钢的缓蚀效率为 99.01%。

(2) dmit(Buⁿ)₂ 在 Q235 钢表面的吸附符合 Langmuir 吸附等温式,属于自发进行的化学吸附。

(3) dmit(Buⁿ)₂ 的缓蚀性随缓蚀剂浓度增大而增大,随腐蚀体系温度升高而降低,随酸度增大而降低,但随缓蚀液静置时间增长其缓蚀性几乎没有变化。

参考文献:

- [1] Sorensen P A, Kil S, Dam-Johansen K, et al. Anticorrosive coatings: a review[J]. J Coat Technol Res, 2009, 6(2): 135-176.
- [2] Subramania A, Sathya P A, Saravanan S, et al. Investigation of some natural product extracts as corrosion inhibitors for mild steel in acid medium[J]. Corros Sci Technol, 2005(4): 231-235.
- [3] Abboud Y, Abourriche A, Saffaj T, et al. A novel azodye, 8-quinolinol-5-azoantipyrine as corrosion inhibitor for mild steel in acidic media[J]. Desalination, 2009, 237(1-3): 175-189.
- [4] Li X H, Deng S D, Fu H, et al. Synergism between red tetrazolium and uracil on the corrosion of cold rolled steel in H₂SO₄ solution[J]. Corros Sci, 2009, 51(6): 1344-1355.
- [5] Mernari B, Attari E H, Traisnel M, et al. Inhibiting effects of 3,5-bis(n-pyridyl)-4-amino-1,2,4-triazoles on the corrosion of mild steel in 1 M HCl medium[J]. Corros Sci, 1988, 40(2-3): 391-399.
- [6] Wang L. Inhibition of mild steel corrosion in phosphoric acid solution by triazole derivatives[J]. Corros Sci, 2006, 48(3): 608-616.
- [7] Li W H, Zhao X, Liu F Q, et al. Investigation on inhibition behavior of s-triazole-triazole derivatives in acidic solution[J]. Corros Sci, 2008, 50(11): 3261-3266.
- [8] Tao Z H, Zhang S T, Li W H, et al. Corrosion inhibition of mild steel in acidic solution by some oxo-triazole derivatives[J]. Corros Sci, 2009, 51(11): 2588-2595.
- [9] Guadalupe H J, Ochoa E G, Rivas P J M, et al. A combined electrochemical and theoretical study of N,N'-bis(benzimidazole-2-yl-ethyl)-1,2-diaminoethane as a new corrosion inhibitor for carbon steel surface[J]. J Electro-

- analy Chem,2011,655:164-172.
- [10] Zarrouk A,Hammouti B,Dafali A,et al.Inhibitive properties and adsorption of purpald as a corrosion inhibitor for copper in nitric acid medium[J].Industrial & Engineering Chemistry Research,2013,52(7):2560-2568.
- [11] Zhang F,Tang Y,Cao Z,et al.Performance and theoretical study on corrosion inhibition of 2-(4-pyridyl)-benzimidazole for mild steel in hydrochloric acid[J].Corros Sci,2012,61(1):1-9.
- [12] Flores E A,Olivares O,Likhanova N V,et al.Sodium phthalamates as corrosion inhibitors for carbon steel in aqueous hydrochloric acid solution[J].Corros Sci,2011,53(12):3899-3913.
- [13] Yuce A O,Kardas G.Adsorption and inhibition effect of 2-thiohydantoin on mild steel corrosion in 0.1 M HCl [J].Corros Sci,2012,58:86-94.
- [14] John S,Joseph A.Electro analytical,surface morphological and theoretical studies on the corrosion inhibition behavior of different 1,2,4-triazole precursors on mild steel in 1 M hydrochloric acid[J].Mater Chem Phys, 2012,133(2-3):1083-1091.
- [15] El-dnani Z,Mcharfi M,Sfaira M,et al.DFT theoretical study of 7-R-3-methylquinoxalin-2(1H)-thiones (R = H; CH₃;Cl) as corrosion inhibitors in hydrochloric acid[J]. Corros Sci,2013,68:223-230.
- [16] 张秀兰,谢斌,冯建申,等.dmit 配合物的合成与应用 [J].四川理工学院学报:自然科学版,2008,21(2):71-75.
- [17] Hansen T K,Becher J,Becher J,et al.4,5-Dibenzoyl-1,3-dithiole-1-thione [Benzenecarbothioic acid, S, S'-(2-thioxo-1,3-dithiole-4,5-diyl) ester][J].Org Synth,1996,73: 270-270.
- [18] 李洪启,宋燕西,周宏英,等.二(1,3-二硫杂环戊烯-2-硫酮-4,5-二巯基)镉-季铵类配合物的合成与表征[J].化学研究与应用,1997,9(2):175-176.
- [19] 利越,陈京才,曾和平.4,5-(2',3'-二巯基-1,4-丁二醇)-1,3-二硫杂环戊烯-2-硫酮的合成研究[J].化学试剂,2001,23(3):137-138.
- [20] Shukla S K,Quraishi M A.The effects of pharmaceutically active compound doxycycline on the corrosion of mild steel in hydrochloric acid solution [J].Corr Sci, 2010,52(2):314-321.
- [21] 赵维,夏明珠,雷武.有机磷缓蚀剂分子结构与缓蚀性能的量子化学研究[J].中国腐蚀与防护学报, 2002,22(4):217-220.

Corrosion Inhibition of Q235 Steel in Hydrochloric Acid Solution by dmit(Buⁿ)₂

CHEN Neng^{1a}, XIE Bin^{1a,2}, ZOU Like^{1a,1b,2}, LU Yan^{1b}, ZHU Shasha^{1a}, HE Linxin^{1a}

(1a. Institute of Functional Materials; 1b. School of Chemistry and Pharmaceutical Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China; 2. Material Corrosion and Protection Key Laboratory of Sichuan Province, Zigong 643000, China)

Abstract: A new organosulfur compound, 4,5-bis(butylthio)-1,3-dithiole-2-thione (dmit(Bu)₂), was synthesized and characterized by elemental analysis and infrared spectroscopy. The corrosion inhibition performance of dmit(Bu)₂ for Q235 steel in HCl solution was investigated by potentiodynamic polarization and scanning electron microscopic (SEM). In addition, the effect factors of concentration of dmit(Bu)₂, concentration of HCl, the temperature of corrosion system and immersion time on corrosion behavior of Q235 steel in HCl solution were elaborately studied. The studies showed that the dmit(Bu)₂ is a mixed-type inhibitor. Meanwhile, the inhibition efficiency is up to 99.01% for Q235 steel in 1.0 mol·L⁻¹ HCl solution with 80 mg·L⁻¹ dmit(Bu)₂ at 30 °C. The adsorption of dmit(Bu)₂ on Q235 steel surface obeys the Langmuir's isotherm, and the inhibition was spontaneous governed by chemisorption mechanism. The inhibition efficiency increases with inhibitor concentration and decreases with temperature and HCl concentration, but the inhibition efficiency changes a little with immersion time.

Key words: dmit(Bu)₂; corrosion inhibition; HCl solution; Q235 steel