

仓辉,费正皓. 滩涂植物制取金属缓蚀剂及其缓蚀性能[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(10): 359-360.

# 滩涂植物制取金属缓蚀剂及其缓蚀性能

仓辉<sup>1,2</sup>, 费正皓<sup>1</sup>

(1. 江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室, 江苏盐城 224002; 2. 盐城工学院化学与生物工程学院, 江苏盐城 224051)

**摘要:**利用沿海滩涂 3 种植物芦苇、互花米草和盐蒿制取金属缓蚀剂 RLE、SALLE、SGBLE 并研究其在盐酸中对碳钢的缓蚀作用。结果表明: 3 种植物提取物在 1 mol/L HCl 溶液中对碳钢均具有良好的缓蚀作用, 且在碳钢表面的吸附符合 Langmuir 吸附模型。当提取物浓度小于 0.7 g/L 时, 3 种植物的缓蚀率排序为 RLE > SGBLE > SALLE; 而当浓度大于 0.7 g/L 时, 缓蚀率的排序则为 SGBLE > RLE > SALLE。

**关键词:**滩涂植物; 金属缓蚀剂; 缓蚀性能

**中图分类号:** TG174.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)10-0359-02

在金属腐蚀防护工程中, 缓蚀剂的使用是一个经济有效的方法<sup>[1]</sup>。随着工业技术的不断提高和环境保护意识的不断增强, 对缓蚀剂在高效、低毒、环境友好等方面提出了新的要求。从天然植物制取植物型缓蚀剂具有成本低、来源广、低毒或无毒、无环境负荷等特点, 是一类绿色环保型缓蚀剂, 在缓蚀剂研究领域中具有重要地位, 而且具有可观的应用前景。

早在 19 世纪人们就开展了源于天然植物的缓蚀剂研究<sup>[2]</sup>。目前, 国内外以植物花草茎叶<sup>[3-4]</sup>、树木果皮<sup>[5-6]</sup>、海洋藻类<sup>[7-8]</sup> 及农作物<sup>[9-10]</sup> 等为原料制取金属缓蚀剂开展了大量的研究, 但相比化学品类缓蚀剂, 植物缓蚀剂的研究相对滞后, 尤其在缓蚀效能、作用机理等方面尚缺乏数据积累, 同时, 植物原料来源是否广泛、效果是否满足要求、经济是否可行成为植物缓蚀剂从理论走向实际应用的亟待解决的问题。

江苏沿海滩涂面积辽阔, 属粉沙淤泥质海岸类型, 加之良好的气候条件, 造就了江苏沿海滩涂植被丛生及种类的多样性。本研究以沿海滩涂芦苇、互花米草 (*Spartina alterniflora* Loisel) 和盐蒿 (*Suaeda glauca* Bge) 3 种植物的叶制取金属缓释剂 RLE、SALLE 和 SGBLE, 考察上述 3 种缓蚀剂在盐酸中对碳钢的缓蚀作用, 从而为植物缓蚀剂的理论研究积累数据, 并为沿海滩涂植物的综合利用提供新的研究思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料与试剂

供试滩涂植物材料芦苇、互花米草和盐蒿叶采于江苏省大丰市王港滩涂境域, 经清洗、烘干、粉碎后备用。A3 碳钢, 试样除工作表面 (0.785 cm<sup>2</sup>) 外, 其余部分用聚四氟乙烯

密封, 工作表面经金像砂纸逐级打磨、抛光、丙酮和纯水清洗后, 干燥备用。所用化学试剂均为分析纯, 配制溶液采用三蒸水。

### 1.2 植物缓蚀剂的制备

取植物叶干粉样品适量, 用 80% (体积分数) 乙醇溶液回流提取 1 h, 过滤, 滤液用旋转蒸发仪旋蒸浓缩得油状液体, 用适量异丙醚萃取多次, 真空干燥得固体提取物, 3 种固体提取物均易溶于 1 mol/L HCl 溶液。

### 1.3 失重法测试缓蚀率

将 2.5 cm × 2.5 cm × 0.2 cm 的碳钢片依次以 500、800、1 200 目耐水砂纸打磨至镜面光亮, 丙酮除脂, 精确称重后, 将试片悬挂浸入 20 ℃、250 mL 含一定浓度缓蚀剂的 1 mol/L HCl 溶液中恒温处理 4 h, 试片再次称重, 根据浸泡前后的重量差, 计算缓蚀率  $\eta$ :

$$\eta = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\%$$

式中:  $m_0$ 、 $m$  分别为未添加和添加缓蚀剂后试片的重量。

### 1.4 电化学测试

电化学测试采用三电极体系, 工作电极即上述 A3 碳钢电极, 铂电极为对电极, 饱和甘汞电极 (SCE) 为参比电极。电化学动电位极化及测试使用 CHI660B 电化学工作站, 极化曲线扫描速率为 1 mV/s。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物叶提取物的缓蚀作用

**2.1.1 失重法测试缓蚀率结果** 图 1 为 30 ℃ 下碳钢在 1 mol/L HCl 溶液中, 3 种植物提取物的浓度对缓蚀率的影响。添加 3 种植物提取物 RLE、SALLE、SGBLE 后碳钢的腐蚀程度均显著下降, 缓蚀效率随着缓蚀剂浓度的增加而升高, 当缓释剂浓度为 1.0 g/L 时, 3 种提取物的缓蚀率高达 71%、64% 和 88%。其中, SALLE 较 RLE、SGBLE 对碳钢的缓蚀效能低, 值得注意的是当植物提取物浓度小于 0.7 g/L 时, RLE 对碳钢的缓蚀率高于 SGBLE, 然而, 当浓度大于 0.7 g/L 时, 则是 SGBLE 的缓蚀率高于 RLE。

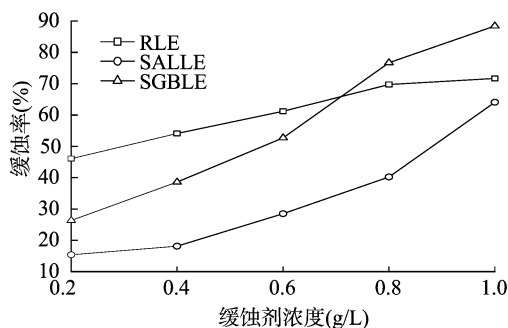
**2.1.2 极化曲线测试** 图 2 为 30 ℃ 下 A3 碳钢在含有 1.0 g/L 植物提取物的 1 mol/L HCl 介质中的极化曲线。如

收稿日期: 2013-03-16

基金项目: 江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室资助项目 (编号: JLCBE11002); 盐城工学院应用基础研究资金 (编号: XKR2011005)。

作者简介: 仓辉 (1981—), 男, 江苏盐城人, 博士, 讲师, 从事功能材料与应用研究。Tel: (0515) 88298611; E-mail: canghui@ycit.edu.cn。

通信作者: 费正皓, 男, 博士, 教授, 从事水处理技术研究。E-mail: Feizhenghao@163.com。



RLE—芦葍提取物; SALLE—互花米草提取物;  
SGBLE—盐蒿提取物。下同

图1 30 ℃时3种植物缓蚀剂不同浓度下对碳钢的缓蚀率

图2所示,除添加SALLE后的极化曲线中阴极析出反应较空白试验无明显变化外,添加3种植物提取物后碳钢的阳极溶解和阴极析出反应均得到了明显抑制。试验还表明,随着3种植物提取物浓度的增加,自腐蚀电位变动不大,但腐蚀电流密度减小。上述结果表明RLE、SALLE、SGBLE在盐酸介质中对碳钢的缓蚀作用为混合抑制型缓蚀剂。此外,由图2可知,含3种植物提取物的极化曲线中阳极极化区域出现了阳极脱附平台,脱附电位的先后顺序分别为SALLE、SGBLE和RLE,说明3种植物提取物均是通过吸附的方式对碳钢产生缓蚀作用。脱附电位与吸附能力的关系将进一步探讨。

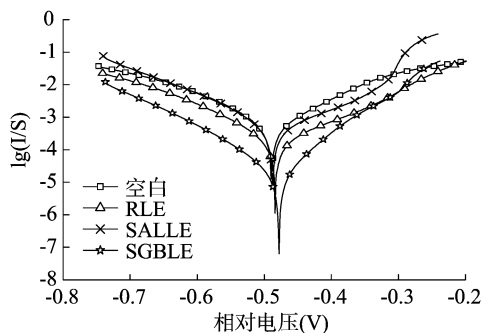


图2 碳钢电极在含1.0 g/L 植物提取物的1 mol/L HCl 介质中的极化曲线

## 2.2 植物缓蚀剂在碳钢表面的吸附模型

为进一步研究各植物提取物在碳钢表面的吸附行为,假设其吸附规律符合Langmuir吸附模型,应有:

$$\frac{C}{\theta} = \frac{1}{K} + C.$$

式中: $C$ 为缓蚀剂浓度, $K$ 为吸附平衡常数, $\theta$ 为表面覆盖度,其值可近似用缓蚀率替代。用Origin软件对 $C/\theta - C$ 进行直线拟合处理,其数据列于表1。图3显示,3种滩涂植物提取物 $c/\theta$ 与 $c$ 的直线线性相关系数与直线斜率均接近1,表明3种植物提取物在碳钢表面的吸附符合Langmuir吸附模型。吸附平衡常数 $K$ 的大小顺序为:RLE > SGBLE > SALLE。一般来说,高的吸附平衡常数意味着更好的缓蚀作用,但通过表1可以发现,RLE的 $K$ 远高于SGBLE、SALLE的 $K$ ,说明RLE较SGBLE、SALLE在盐酸介质中具有更好的吸附能力,这一结论与极化曲线研究中的阳极脱附结论相一致。

表1  $C/\theta - C$  直线拟合参数(30 ℃)

提取物	相关系数 $r$	斜率	截距	吸附平衡常数 $K$
RLE	0.988	1.160	0.002 40	416.60
SALLE	0.970	0.815	0.011 73	85.25
SGBLE	0.958	1.030	0.007 75	129.03

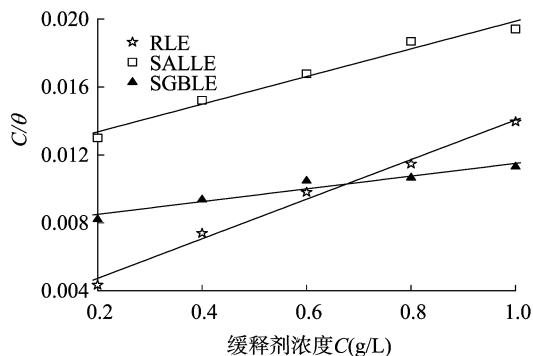


图3 30 ℃时植物提取物在1 mol/L HCl介质中的 $C/\theta - C$ 直线拟合

## 3 结论

3种滩涂植物提取物RLE、SALLE和SGBLE在1 mol/L HCl溶液中均对碳钢表现出良好的缓蚀作用,缓蚀率随着缓蚀剂浓度的增加而增加,当缓蚀剂浓度为1.0 g/L时,最大缓蚀率分别为71%、64%和88%。3种植物缓蚀剂在碳钢表面的吸附符合Langmuir吸附模型,且RLE较SGBLE、SALLE具有更强的吸附作用。

## 参考文献:

- [1] 吴荫顺,郑家荣. 电化学保护和缓蚀剂应用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006:478-479.
- [2] Marangoni C, Stephanelli P. Organic inhibitors of corrosion[J]. Journal of the Chemical Society, 1872, 25: 116.
- [3] Martinez S, Stern I. Inhibitory mechanism of low-carbon steel corrosion by mimosa tannin in sulphuric acid solutions[J]. Journal of Applied Electrochemistry, 2001, 31(9): 973-978.
- [4] 林整. 几种植物的茎叶作为缓蚀剂对钢的阴极极化行为的影响[J]. 福州大学学报, 1999, 27(4): 108-111.
- [5] Minhaj A, Saini P A, Quarishi M A, et al. A study of natural compounds as corrosion inhibitors for industrial cooling systems[J]. Corrosion Prevention Control, 1999, 46(2): 32-38.
- [6] 赵时仁,郑家荣. 菠萝废料提取液在盐酸介质中对A3钢缓蚀性能的研究[J]. 化学清洗, 1994, 10(3): 9-13.
- [7] Chaieb E A, Bouyanzer A, Hammouti B, et al. Inhibition of the corrosion of steel in 1 mol/L HCl by eugenol derivatives[J]. Appl Sur Sci, 2005, 246(1/2/3): 199-206.
- [8] 刘学虎,辛剑,马伟. 海带提取液作为酸洗缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003, 15(3): 172-174.
- [9] Abdel-Gaber A M, Khamis E, Abo-Eldahab H, et al. Inhibition of aluminium corrosion in alkaline solutions using natural compound[J]. Materials Chemistry and Physics, 2008, 109(2/3): 297-305.
- [10] 张光华,李祥,沈良骥. 水解油菜籽饼粕制取酸洗缓蚀剂[J]. 精细化工, 1996, 13(1): 18-20.