

# 可降解性缓蚀剂氨醇结构化合物的经济性能探究

宋东华<sup>1</sup> 张博文<sup>1</sup> 吕小改<sup>1</sup> 贺红举<sup>2</sup>

(1. 郑州工业应用技术学院 水环境与健康河南省工程技术研究中心, 河南 郑州 451100;

2. 河南化工技师学院, 河南 开封 475000)

**摘要:** 本文概括了缓蚀剂的衍变史、缓蚀剂的类别及测试方式。并以乙二醇二缩水甘油醚和乙二胺为原料在一定条件下开环, 制得了一种可降解、无毒、无污染的氨醇结构化合物。其分子结构分别用质谱和核磁等方法进行了表征, 并利用电化学法和失重法测试了其缓蚀性能, 通过对数据及图谱进行分析计算, 得出其缓蚀率可达90%以上, 且具有生物可降解的优良性能。

**关键词:** 可降解缓蚀剂; 氨醇结构化合物; 性能探究

## 0 引言

随着现代工业的高速发展, 工业上使用的各种成分的金属管道越来越多, 而这些管道在使用过程中因会受到各种介质的影响而被腐蚀受损、甚至管道破裂从而造成巨大的浪费和经济损失, 严重影响了国民经济的发展。根据调查, 因腐蚀我国每年造成的各项损失约占国民生产总值的3%~4%<sup>[1]</sup>, 并对人们的生活、环境和社会稳定造成重大影响, 严重制约了我国的经济发展。其严重性已经到了人们亟待研究和解决的地步<sup>[2-3]</sup>——即防腐。

而解决腐蚀——即防腐的方法很多。目前国内常见的防腐技术主要有: ①应用具有防腐性能的材料; ②改变环境介质的腐蚀性; ③电化学保护法; ④添加化学药剂防腐; ⑤定期进行腐蚀监测等。不同防腐技术具有不同的缓蚀效果, 成本、作业的难易程度和风险也各有不同。其中于引起腐蚀的媒介中, 少量添加而明显降低腐蚀速度的具体物料<sup>[4]</sup>即缓蚀剂, 是目前科学家们公认而且较为有效的方法之一。

与其他防腐技术相比, 添加缓蚀剂法具有以下优点:

- ①操作过程简单, 基本上不需要特殊的附加设备即可进行, 加入量少, 节约人力财力;
- ②可以不改变金属材料和介质原来的性质;
- ③不受保护对象的结构限制, 只需选择适当的加药浓度及加药周期, 就能实现对设备的很好保护;
- ④可以针对腐蚀的原因改变缓蚀剂的种类或浓度, 以确保在不同腐蚀环境下对金属材料的防腐效果;
- ⑤即使在腐蚀已经发生的情况下也可以通过使用

缓蚀剂来降低金属的腐蚀速率。缓蚀剂具有以上很多优点, 它在各个领域发挥的作用越来越大。

19世纪初, 缓蚀剂仅有100余种, 经过半个世纪的发展, 单一性质的缓蚀剂就达五千多种, 这种添加剂规模发展之迅速其是其它行业无法比拟的<sup>[5]</sup>。

20世纪初期, 缓蚀剂的品种及应用有很大的提高。印度的Desai M.N教授、Salch.R M等人提出缓蚀剂环境的相容性, 提出了从绿色植物中提取缓蚀剂成分这一设想。1986年, 陶映初等、韩颖等人从天然植物提取物的某些成分中, 并验证了它的缓蚀、节水、环境友好性和可降解特性, 这是缓蚀剂深入开发的重要目标之一。

研究方法主要有: 失重法、量气法、量热法等, 制备了多种类型的缓蚀剂, 通过应用证明了这些绿色的、可降解的缓蚀剂是用于缓蚀的可靠手段。本文制备的氨醇结构化合物就是绿色的缓蚀剂之一, 是未来防止腐蚀、可持续发展的方向。

## 1 实验部分

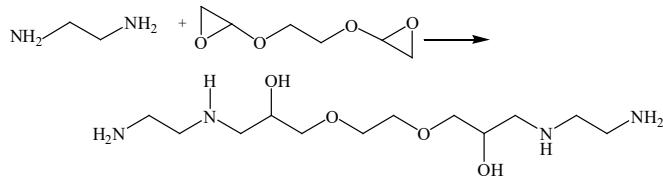
### 1.1 仪器和试剂

乙二醇二缩水甘油醚(AR、武汉荣灿生物科技有限公司); 乙二胺(AR、江苏艾康生物医药研发有限公司); 无水乙醇(AR、天津大茂化学试剂厂); 电化学工作站(上海辰华仪器有限责任公司、型号: CHI660E); 分析天平(上海力辰仪器科技有限公司、型号: LC-JA2003); 干燥箱(天津泰斯特仪器有限公司、型号: DZ-1BCIV)。

### 1.2 可降解缓蚀剂的制备

取0.258 mL乙二胺, 室温下加入到小试管中(能

搅拌），在一定条件下，滴加 0.515mL 乙二醇二缩水甘油醚，于 5min 内加毕。然后放于冰水浴中。恒温搅拌约 5.5~6.5h，至化合物呈乳白色浓稠状为反应完全。合成反应如下：



### 1.3 结构表征

上述产物分别用质谱和核磁进行表征。

MS (离子源为 ESI 源、模式为正离子) : m/z: 实测值  $[\text{M}+\text{H}]^+ = 295.10$ , 理论值: 295.23 (在仪器允许误差范围之内)；

$^1\text{H}$  NMR (400MHz,DMSO-d<sub>6</sub>) :

$\delta$  1.97~1.99 (d,4H), 2.01 (d,4H), 2.71 (d,4H), 2.77~2.84 (t,8H), 3.51~3.54 (t,8H), 3.79 (m,2H)。以上表征表明目标氨醇结构化合物被成功合成。

### 1.4 性能测试

#### 1.4.1 失重法

①在无水乙醇中浸泡挂片，超声清洗 0.5h。挂片用滤纸密封，在干燥仪中彻底干燥；②  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的配制 (1mol/L 3000mL)，空白及试样 100mg/L、50mg/L、20mg/L、10mg/L；③记录数据：精确至万分之一下称重挂片；④在恒定温度（常温）下，挂片于相应的溶液中浸泡 12h；取出挂片放入 6% 的 NaOH 溶液中清洗，再用纯水洗净。用滤纸密封挂片，在干燥仪中干燥；⑤记录数据：精确至万分之一下称重挂片；

挂片 (mm) : 50 × 25 × 2

公式:  $V = \Delta W / St$

$V$ : 腐蚀速度 ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )； $\Delta W$ : 挂片在实验前后的质量差 (g)； $t$ : 操作时间 (h)； $S$ : 挂片的表面积 ( $\text{cm}^2$ )。

公式:  $\eta = (V_0 - V) / V_0 \times 100\%$

$\eta$ : 缓蚀效率 (%)； $V$ : 加缓蚀剂实验的腐蚀速度 ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )； $V_0$ : 空白实验的腐蚀速度 ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ )。

#### 1.4.2 电化学法

①配稀硫酸溶液 (浓度 2.7%，体积 3000mL)；②配试样 100mg/L, 50mg/L, 20mg/L, 10mg/L，分别加入 100 mL 硫酸溶液，将其稀释均匀，密封备用；③仪器、电极、盐桥、温度计处理洁净，干燥备用；④记录及保存阻抗、极化、开路数据图。

## 2 结论与探讨

### 2.1 结果测试 (失重法)

表 1 结果测试 (失重法)

mg/L	未腐蚀/g	已腐蚀/g	差额/g	均值/g	$\eta/\text{均值}$	V/均值
0	21.7745	20.4990	1.2755	1.2714	0	37.84
	22.0753	20.8015	1.2738			
	22.0336	20.7687	1.2649			
10	21.7078	21.4695	0.2383	0.2479	80.50%	7.380
	22.2346	21.9868	0.2478			
	21.9527	21.6951	0.2576			
20	21.9629	21.7392	0.2237	0.2104	83.45%	6.262
	22.0374	21.8337	0.2037			
	22.1528	21.9489	0.2039			
50	22.1465	21.9590	0.1857	0.1875	85.25%	5.580
	22.0376	21.8437	0.1939			
	21.9833	21.8004	0.1829			
100	21.5627	21.3799	0.1828	0.1821	85.68%	5.420
	22.0883	21.9098	0.1785			
	21.6827	21.4978	0.1849			

由表可知：逐渐增大可降解缓蚀剂浓度的缓释效果越好腐蚀速率就越小；增大到一定的程度时，缓释效果变化不大。

### 2.2 结果测试

表 2 阻抗数据

试样 (mg L <sup>-1</sup> )	n	欧姆电阻 R <sub>s</sub> ( $\Omega \text{ cm}^{-2}$ )	电荷传递电阻 R <sub>ct</sub> ( $\Omega \text{ cm}^{-2}$ )	$\eta\%$
0	0.88	1.5	10.5	0
10	0.84	3.3	37.53	66
20	0.84	2.3	36.26	71
50	0.84	2.5	36.98	79
100	0.80	2.6	43.96	90

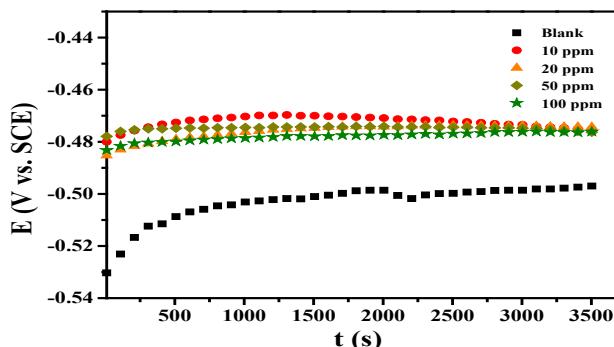


图 1 开路图

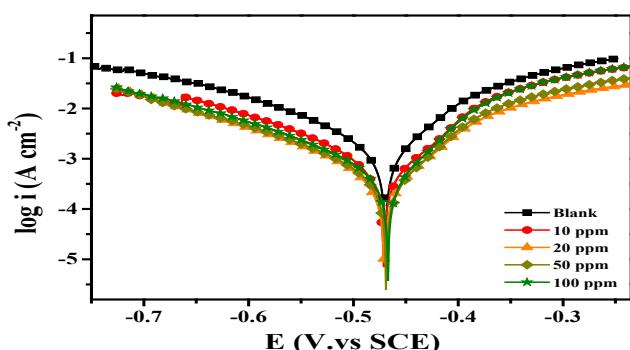


图 2 极化图

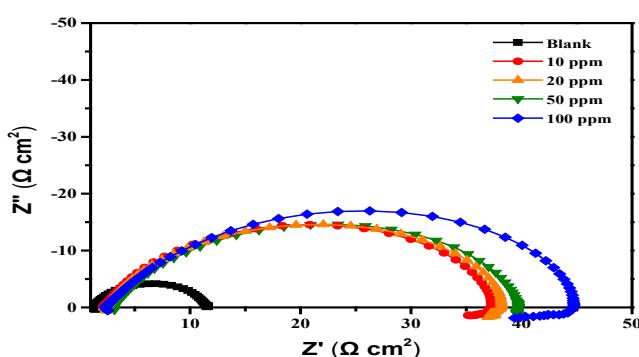


图 3 阻抗图

### 2.3 电化学法结果测试分析

由上图可知：缓蚀效果与可降解缓蚀剂的量成正态分布。达到一定量时，曲线数据趋于平稳。分析各种因素得出：缓蚀作用效果最佳的浓度是 100 mg/L，且最经济。

## 3 经济性能探究

### 3.1 广阔的市场效应

可降解缓蚀剂是一种具防腐性能又有环保特性的新型材料，具有广阔的市场效应。随着全球环保意识的提高，各行各业对环保型缓蚀剂的需求不断增长，所以可降解缓蚀剂的市场前景将非常广阔。特别是在新能源、新材料等新兴产业领域，可降解缓蚀剂的应用将不断拓展和深化。同时，可降解缓蚀剂的研发和应用，推动了缓蚀剂行业的技术创新。企业纷纷加大研发投入，致力于开发性能更优、成本更低、更环保的缓蚀剂产品。随着可降解缓蚀剂市场的不断扩大，相关产业链也在逐步升级。

可降解缓蚀剂具有广阔的市场效应和巨大的发展潜力。随着全球对环保和可持续发展的重视程度不断提高，可降解缓蚀剂将成为缓蚀剂市场的主流产品之一，为相关产业的发展和经济的绿色发展做出更大的贡献。

### 3.2 高附加值的经济效益

可降解缓蚀剂的环保效益带来的经济收益和技术创新为企业带来的强大市场竞争力。因为可降解缓蚀剂在使用过程中会逐渐分解，所以它减少对环境的污染，更符合环保的要求。可降解缓蚀剂具有优异的缓蚀性能，能够显著提高金属材料的耐腐蚀性能，延长设备的使用寿命。这有助于提升产品的整体质量，增强市场竞争力。可降解缓蚀剂可以开辟新的市场领域，满足特定客户群体的需求。

可降解缓蚀剂降低企业成本和提高其经济效益。虽然可降解缓蚀剂的前期需要的投入可能比较大，但从长远角度来看，可以降低企业的总体成本。通过减少环境污染和降低运营成本，可降解缓蚀剂给企业带来显著的经济效益。此外，因为可降解缓蚀剂具有环保性，提升了企业的社会形象和品牌价值，从而间接提高经济效益。

## 4 结论

本文可降解缓蚀剂只是安全缓蚀剂的种类的一员。以上两种分析手段得出结论：显著的效果、廉价的原料。由比对分析，从 0 到 10 mg/L 的浓度其作用效果就直升 80% 之多，突显其性能的优异。再进一步增大缓蚀剂的用量，其缓蚀效果可达 90% 以上。通过分析对比，该缓蚀剂无论从使用效果上还是从经济价值上均达到了我们的预期目标，是值得深入研究的一款有价值的好产品。

通过应用分析和市场调查，本文的可降解缓蚀剂是同类缓蚀剂价格的三分之一，用量是同类缓蚀剂用量的三分之二，转化后预期具有广阔的市场效应和高附加值的经济效益。

### 参考文献：

- [1] 曾璐明, 徐超, 王欣, 等. 一种新型双咪唑啉缓蚀剂的研究与应用 [J]. 石油化工应用, 2020, 39(01):119-122.
- [2] 沈光霁, 陈洪源, 薛致远, 等. 管道涂层应用现状分析 [J]. 腐蚀科学与防护技术 2013, 25(03):246-249.
- [3] 孙小舟. 浅析金属腐蚀的防护技术 [J]. 当代化工研究, 2022, (07):123-125.
- [4] 张攀, 李冬伊, 吕小改, 等. 冬凌草茎提取物的制备及其阻垢缓蚀性能研究 [J]. 化学研究, 2023, 34(4):339-343.
- [5] 韩颖, 闫卫东, 孔祥莲. 用天然野生植物制取缓蚀剂的研究 [J]. 化学工程师, 1994, 43(5):48-49.