

ICS 71.040.40  
G 76  
备案号:41862—2013

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4543—2013

---

### 水处理剂 缓蚀性能的测定 动电位极化曲线法

Water treatment chemicals—Determination of corrosion inhibition  
performance—Potentiodynamic polarization method

2013-10-17 发布

2014-03-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分技术委员会(SAC/TC63/SC5)归口。

本标准负责起草单位：中海油天津化工研究设计院、河南清水源科技股份有限公司、广州市特种承压设备检测研究院、中昊光明化工研究设计院有限公司、厦门市华测检测技术有限公司、中国石油化工股份有限公司北京北化院燕山分院、天津沃川水处理工程技术有限公司、重庆能兴科技发展有限公司等。

本标准主要起草人：陶蕾、李翠娥、刘娟、郭喜民、朱平、杨玉、孙振宏、李嘉英、秦立娟。

# 水处理剂 缓蚀性能的测定 动电位极化曲线法

## 1 范围

本标准规定了水处理剂缓蚀性能测定的动电位极化测量方法。

本标准适用于水处理剂缓蚀性能的测定以及水环境中金属材料的耐蚀性能评价。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法(mod ISO 3696 : 1987)

GB/T 10123—2001 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

## 3 术语和定义

GB/T 10123—2001 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 方法提要

动电位极化测量方法是以一定的扫描速率,极化工作电极至某一指定电位,获得电位和电流密度的关系曲线,将动电位极化曲线的塔菲尔线性段外推至自然腐蚀电位  $E_{\text{corr}}$  处,利用被测试样的自然腐蚀电流密度计算出腐蚀速率和缓蚀率,然后根据腐蚀速率和缓蚀率的结果来评定水处理剂的缓蚀性能。

## 5 试剂和材料

5.1 试验方法中所用试剂和水,在没有注明其他要求时,均指分析纯试剂和符合 GB/T 6682 三级水的规定。

5.2 丙酮。

## 6 仪器、设备

### 6.1 恒电位仪

具有将电极电位控制在预先设定值  $\pm 1 \text{ mV}$  范围内的能力。电位扫描装置用于动电位测量时,应具有以一个恒定速度在预先设定电位区间自动进行电位扫描能力。

### 6.2 电极电位测量仪器

具有  $10^{11} \Omega \sim 10^{14} \Omega$  数量级的高输入阻抗,以便在测量期间使系统的电流降减至最小。仪器的灵敏度和精度应能检测出  $1.0 \text{ mV}$  的变化。

### 6.3 电流测量仪器

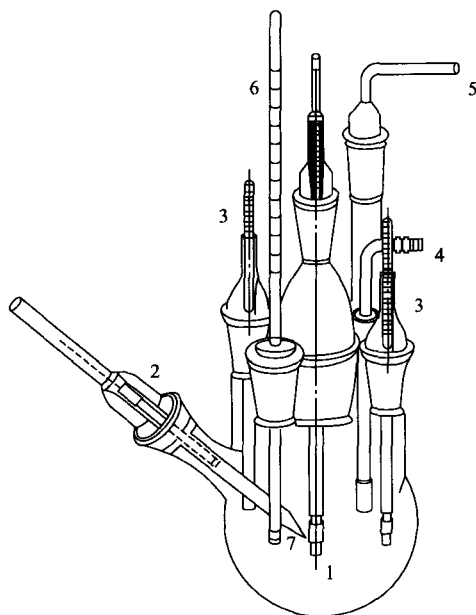
最大误差值在  $0.5\%$  范围内。

### 6.4 试验电解池

6.4.1 包括工作电极、参比电极以及辅助电极。

6.4.2 试验电解池宜选用具有气体导入口和气体溢出口,以及温度测量装置插入口的电解池,如图 1 所示。

6.4.3 参比电极宜选用带有鲁金毛细管盐桥的饱和甘汞电极和银/氯化银电极。电极在  $25^\circ\text{C}$  时相对于标准氢电极  $25^\circ\text{C}$  时的电位参见附录 A。



- 1——试样(工作电极);
- 2——参比电极;
- 3——辅助电极;
- 4——气体导入口;
- 5——气体溢出口;
- 6——温度计;
- 7——带有鲁金毛细管的盐桥。

图 1 电解池示例

6.4.4 辅助电极宜选用铂电极或其他惰性材料。辅助电极的面积至少应等于工作电极的面积。在电解池中合理放置,以便使试样上电流分布均匀。

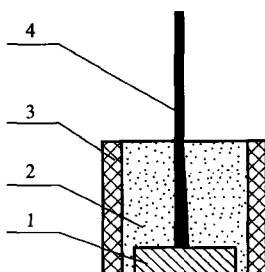
## 7 试样

7.1 试样的坯料应有充分的代表性,即化学成分、热处理工艺及性能等应同使用状态一致。

7.2 试样的取样方法,宜用锯断、切削或磨削的方法。用剪切的方法取样时,应注意使试验面不受剪切操作的影响。

7.3 用锡焊或点焊方法在试样非工作面连接测量导线。

7.4 用环氧树脂、乙烯树脂或石蜡松香混溶物等绝缘物对试样非工作面进行镶嵌或涂覆,如图 2 所示。



- 1——试样;
- 2——绝缘树脂;
- 3——塑料管;
- 4——导线。

图 2 镶嵌试样示例

- 7.5 试样预留工作面积不宜小于  $1\text{ cm}^2$ 。
- 7.6 测试前,试样工作面用碳化硅砂纸进行打磨,最终打磨粒度应不小于 600 目。打磨完用水和丙酮清洗除油,使处理后的试样工作面光亮平整。
- 7.7 试样在研磨和浸渍之间放置的时间为 24 h。
- 7.8 若对被测金属试样表面状态有特殊要求,则应保证测试开始时平行样表面状态一致。

## 8 溶液环境

- 8.1 试验用水可为现场水,或按需要配制的水,或推荐的标准配制水(参见附录 B)。
- 8.2 将试验溶液注入电解池中,溶液的体积与试样面积之比不应小于  $200\text{ mL/cm}^2$ 。
- 8.3 溶液温度宜控制在  $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。也可根据实际需要选用其他温度。
- 8.4 当试验在充气的溶液中进行时(如  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$ ),应先向溶液中通入纯氮或纯氩(纯度不低于 99.99%)进行半小时以上的预除氧,然后向溶液中通入试验气体至饱和。通气速度宜控制在每升试验溶液  $0.5\text{ L/min}$ 。

## 9 测试步骤

- 9.1 打开测试仪器,预热 30 min。
- 9.2 装配电解池,调整鲁金毛细管前端,使其与工作电极的距离约为毛细管前端直径的两倍,但不应小于两倍。
- 9.3 待测试样浸入溶液稳定后,记录自然腐蚀电位  $E_{\text{corr}}$ 。
- 9.4 设定测试仪器动电位扫描范围,阳极极化曲线测定时,初始电位为  $E_{\text{corr}}$ ,终止电位为  $E_{\text{corr}} + 250\text{ mV}$ 。同理,阴极极化曲线测定时,初始电位为  $E_{\text{corr}}$ ,终止电位为  $E_{\text{corr}} - 250\text{ mV}$ 。
- 9.5 电位扫描速度一般选用  $60\text{ mV/min}$ ,扫描速度的选择应依体系具体情况而定。
- 9.6 同步记录极化电位  $E$  和极化电流  $I$ 。
- 9.7 应根据待测金属在介质环境中的腐蚀特性,选择并设定测试参数,保证结果能够真实、客观地反映待测金属材料的腐蚀状态。

## 10 数据处理

- 10.1 极化电流密度  $i$ ,单位以  $\text{mA/cm}^2$  计,按式(1)计算:

$$i = \frac{I}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$I$ ——极化电流,单位为毫安(mA);

$A$ ——试样工作面积,单位为平方厘米( $\text{cm}^2$ )。

- 10.2 在半对数坐标上绘制动电位极化曲线,纵坐标为电位  $E$ ,横坐标为极化电流密度绝对值的对数  $\lg|i|$ 。
- 10.3 将阴阳极极化曲线的塔菲尔线性段外推至自然腐蚀电位  $E_{\text{corr}}$ 处,求得自然腐蚀电流密度  $i_{\text{corr}}$ ,如图 3。对于阳极极化曲线不易测定的金属腐蚀体系,可由阴极极化曲线的塔菲尔线性段外推至自然腐蚀电位  $E_{\text{corr}}$ 处,求得自然腐蚀电流密度  $i_{\text{corr}}$ 。

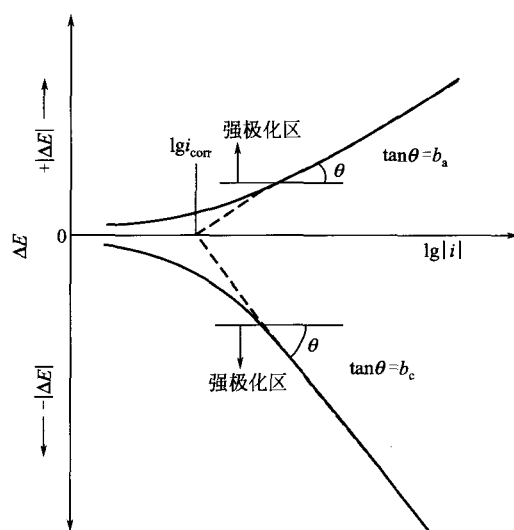


图3 动电位极化曲线

10.4 缓蚀率  $\eta$  按式(2)计算:

$$\eta = \frac{(i_{\text{corr}}^0 - i_{\text{corr}})}{i_{\text{corr}}^0} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$i_{\text{corr}}^0$ ——未添加缓蚀剂的溶液中测得自然腐蚀电流密度,单位为毫安每平方米( $\text{mA}/\text{cm}^2$ );

$i_{\text{corr}}$ ——添加缓蚀剂的溶液中测得自然腐蚀电流密度,单位为毫安每平方米( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )。

10.5 腐蚀速率  $v$ ,单位以  $\text{mm}/\text{a}$  计,按式(3)计算:

$$v = \frac{3\,600 \times 8\,760 M i_{\text{corr}}}{n F \rho} \times 10^{-2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$M$ ——金属的摩尔质量,单位为克每摩尔( $\text{g}/\text{mol}$ );

$i_{\text{corr}}$ ——自然腐蚀电流密度,单位为毫安每平方米( $\text{mA}/\text{cm}^2$ );

$\rho$ ——被测材料的密度,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$n$ ——金属的价数;

$F$ ——法拉第常数,单位为库仑每摩尔( $F = 96485 \text{ C}/\text{mol}$ )。

## 11 试验报告

试验报告应包含以下内容:

- 对试验材料的描述,包括试样来源、成分、热处理、产品类型,试样加工方法和表面处理细节;
- 溶液组成、pH 值、体积和温度,以及通入气体的种类、流量;
- 测试的水处理剂名称、浓度;
- 对所用电解池和电极的描述,包括参比电极和辅助电极的种类,试样的有效工作面积;
- 极化前浸入溶液的时间;
- 测试参数,包括自然腐蚀电位、扫描速度、电位扫描范围;
- 绘制电流密度对电位图;
- 腐蚀速率以及缓蚀率。

附 录 A  
(资料性附录)

可选择的参比电极在 25 ℃ 时相对于标准氢电极(SHE)的电位

可选择的参比电极在 25 ℃ 时相对于标准氢电极(SHE)的电位,见表 A. 1。

表 A. 1 可选择的参比电极在 25 ℃ 时相对于标准氢电极(SHE)的电位

参比电极	相对于标准氢电极(SHE)的电位/ V
饱和甘汞电极	+0. 244
在饱和 KCl 溶液中的银/氯化银电极	+0. 196
在 1 mol KCl 溶液中的银/氯化银电极	+0. 222
在 0. 1 mol KCl 溶液中的银/氯化银电极	+0. 288

**附 录 B**  
**(资料性附录)**  
**推荐的标准配制水**

**B.1 试剂和材料**

**B.1.1** 二水氯化钙。

**B.1.2** 七水硫酸镁。

**B.1.3** 碳酸氢钠。

**B.1.4** 氯化钠。

**B.2 标准配制水的制备**

称取 7.35 g 二水氯化钙、4.93 g 七水硫酸镁、6.58 g 氯化钠溶于约 7 L 水中,完全溶解后,混匀;另称取 1.68 g 碳酸氢钠溶于约 1 L 水中,完全溶解后,混匀。将两种溶液混匀,用水稀释到 10.0 L,混匀。该标准配制水中钙离子浓度为 200.4 mg/L,镁离子浓度为 48.62 mg/L,氯离子浓度为 399.1 mg/L,碳酸氢根离子浓度为 122.0 mg/L。

---