

锅炉运行规范

第 6 部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定

极化曲线法

Boiler specification Part6: Determination anti-corrosion rate of industrial boilers corrosion
inhibitor Polarization curve

2016 - 09 - 27 发布

2016 - 11 - 27 实施

辽宁省质量技术监督局 发 布

前 言

本标准是按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草的。

DB21/T 2662-2016《锅炉运行规范》分为以下11个部分：

- 第1部分：工业煤粉锅炉技术规范；
- 第2部分：煤粉锅炉低氮燃烧技术性能要求；
- 第3部分：锅炉设计、安装、使用说明书编写规则；
- 第4部分：生物质层燃发电锅炉运行导则；
- 第5部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定 失重法；
- 第6部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定 极化曲线法；
- 第7部分：工业锅炉水处理剂 腐植酸盐的测定：分光光度法；
- 第8部分：工业锅炉用水分析方法 腐植酸盐的测定：容量分析法；
- 第9部分：工业热水锅炉阻垢剂阻垢率的测定 常压法；
- 第10部分：工业蒸汽锅炉阻垢剂阻垢率的测定 承压法；
- 第11部分：工业蒸汽锅炉阻垢剂阻垢率的测定 受热面壁温升高法。

本部分为DB21/T 2662-2016《锅炉运行规范》的第6部分。

本标准由大连市锅炉压力容器检验研究院提出。

本标准由大连市质量技术监督局归口。

本标准起草单位：大连市锅炉压力容器检验研究院、广州特种承压设备检测研究院。

本标准主要起草人：张昊、赵博、苗琪、刘娟、李景文、丁毅、李生德、孙逊、王亚斌。

锅炉运行规范

第 6 部分：工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定 极化曲线法

1 范围

本标准规定了用极化曲线法进行工业锅炉缓蚀剂缓蚀率测定的术语和定义、原理、仪器、试剂和材料、试验步骤、缓蚀率的计算、数据处理，绘制极化曲线图、结果表述、平行试验要求和允许偏差。

本标准适用于工业锅炉缓蚀剂缓蚀率的测定。

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

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀基本术语和定义

HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀试剂技术条件

ASTM G59 Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements

3 术语和定义

GB/T 10123 中确定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 缓蚀率 anti-corrosion rate

是指金属均匀腐蚀时，加缓蚀剂后能使腐蚀速度减缓的百分数。通过用空白腐蚀试验和加药腐蚀试验的金属试片的腐蚀速率计算工业锅炉缓蚀剂的缓蚀率。

3.2 空白腐蚀试验 blank corrosion test

按照缓蚀剂标称的适用水质类型配制试验溶液，不加缓蚀剂，测量金属试片在该介质中的腐蚀速率。

3.3 加药腐蚀试验 dosing corrosion test

按照缓蚀剂标称的适用水质类型配制试验用水和缓蚀剂标称剂量混合均匀后作为试验溶液，测量金属试片在该介质中的腐蚀速率。

4 原理

用空白腐蚀试验和加药腐蚀试验的金属试片的腐蚀速率计算工业锅炉缓蚀剂的缓蚀率。

在金属电极的自然腐蚀电位 φ_{corr} 附近的微极化区(一般在 5 ~10mV 之间)内，极化电位 $\Delta\varphi$ 与腐蚀电流密度 i 之间存在式 (1) 关系：

$$i_{\text{corr}} = \frac{B}{R_p} \approx \frac{B}{\Delta\varphi / i} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

i 、 i_{corr} ——分别为腐蚀电流密度和自然腐蚀电流密度，单位为毫安每平方厘米（mA/cm²）；

$$B = \frac{\beta_a \cdot \beta_c}{\beta_a + \beta_c}, \quad \beta_a、\beta_c \text{ 为塔菲尔（Tafel）常数；}$$

R_p ——极化电阻，单位为欧姆（Ω）。

采用控制电位法逐点测量金属腐蚀电位附近的微极化区内的稳态电极电位（E）—电流密度（i），绘制 E—i 极化曲线，由线性区的斜率确定 R_p ，并根据式（2）计算出自然腐蚀电流密度 i_{corr} ，进而根据法拉第定律计算出金属的腐蚀速率，即：

$$v = \frac{i_{corr} \cdot A}{n \cdot F} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

v ——金属的腐蚀速率，单位为克每平方米·小时 [g/(m²·h)]；

A ——金属的相对原子质量，单位为克每摩尔（g/mol）；

n ——反应中转移电子的物质的量，单位为摩尔（mol）；

F ——法拉第常数。

5 仪器、试剂和材料

5.1 基本要求

本标准所用试剂，除另有规定，应使用分析纯试剂和符合GB/T 6682中三级水的规定。

5.2 仪器、试剂和材料

5.2.1 恒电位仪。

5.2.2 铂电极。

5.2.3 饱和甘汞电极。

5.2.4 玻璃活栓盐桥。

5.2.5 游标卡尺：测量精度 0.02 mm。

5.2.6 干燥器。

5.2.7 恒温水浴锅。

5.2.8 金属试片（见 6.1）。

5.2.9 无水乙醇：分析纯。

5.2.10 丙酮：分析纯。

5.2.11 试验溶液：按缓蚀剂标称的适用水质类型配制。

6 试验步骤

6.1 金属试片

6.1.1 金属试片的材质

金属试片的材质与工业锅炉缓蚀剂标称使用的金属材料相同。

6.1.2 金属试片的要求

金属试片的（取材、形状尺寸、加工程序、试片外观）应符合 HG/T 3523 的规定。金属试片在试验前用水冲洗干净(注意擦洗金属试片挂孔内污物)后擦干，立即用丙酮、无水乙醇擦洗干净，置于干净滤纸上，冷风吹干，迅速用滤纸包好，放置在干燥器中干燥，以防止二次污染。

6.1.3 金属试片的测量

用游标卡尺准确测量金属试片的表面尺寸，计算总表面积，精确至 0.1 mm^2 。在进行测量尺寸等操作时，应使用干净无油污的测量工具，并需带干净的工作手套。

6.2 试验准备

6.2.1 预热仪器

参照附录 A 图 A.1 连接好恒电位仪、计算机、打印机电源线及各电极连线。接通恒电位仪"电源开关"，使仪器预热 30min。

6.2.2 连接电解池。

6.2.3 将处理好的三个电极安装在电极支架上，调整高度一致。

6.3 空白腐蚀试验

6.3.1 打开计算机，运行恒电位仪系统，打开"开路电位监测"窗口。

6.3.2 向电解池注入试验溶液约 200mL 将金属试片浸入介质中，将电解池置于恒温 $55^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴锅内，开始计时。

6.3.3 将电极连线夹头分别连接到三个电极，此时，数码管显示数值即为工作电极的自然腐蚀电位。

6.3.4 待电极体系浸泡 1h (注意，对不同体系的测量时间，即从电极浸入到读取电流值的时间间隔要一致)或电位相对稳定后，根据试验所需选择 $\Delta\phi$ 和极化方向，即可测定相应的阳极极化电流或阴极极化电流。

6.3.5 测量结束后，应断开极化开关，取下电极连线夹头，取出工作电极和参比电极，然后清洗电解池，使仪器各开关和旋钮恢复到测试前的准备状态。并将工作电极按 6.1.2 所述方法进行处理，放入干燥器备用。

6.4 加药腐蚀试验

试验溶液和缓蚀剂标称剂量混合均匀后注入电解池内，按 6.3 所述步骤进行加药腐蚀试验。

7 数据处理，绘制极化曲线图

打开 Tafel 极化曲线绘制软件，选择绘图坐标参数，输入电位（流）起点即绘图电位（流）坐标的起始点、电位（流）终点即绘图电位（流）坐标的结束点、电位（流）刻度即绘图电位（流）坐标的间隔值、电位（流）比例即绘图电位（流）坐标的比例、试片面积等参数。

8 结果表述

8.1 腐蚀速率计算

8.1.1 打开 Tafel 极化测试数据文件。

8.1.2 极化曲线上的 Tafel 区的阴极区和阳极区分别选择起点和终点。

8.1.3 选择"腐蚀电流计算"功能，计算出腐蚀电流，绘制数据图，如图 1。

8.1.4 选择"腐蚀速率（ v ）计算"功能，输入测试腐蚀试片特征参数，按"确定"完成腐蚀速率（ v ）计算。

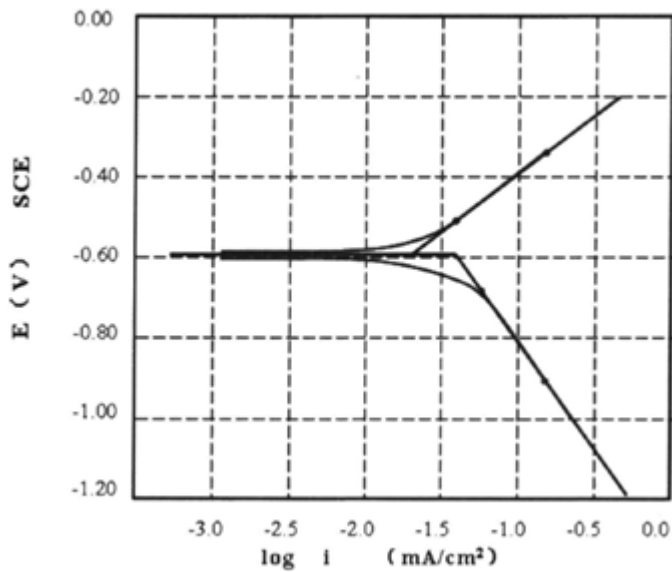


图 1 极化曲线示意图

8.2 缓蚀率计算

缓蚀率计算按式（3）计算：

$$\eta = \frac{v_{空} - v_{缓}}{v_{空}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中：
 η ——缓蚀率，数值以%表示；
 $v_{空}$ ——空白腐蚀试验的腐蚀速率，单位为克每平方米·小时[g/(m²·h)]；
 $v_{缓}$ ——加药腐蚀试验的腐蚀速率，单位为克每平方米·小时[g/(m²·h)]。

9 平行试验要求

每个试验至少做两平行试验，试验结果取平行测定结果的算术平均值。

10 允许偏差

当某个平行试验的结果与平均值相对偏差超过 10%时，应重新试验。

附录 A
(资料性附录)
恒电位仪与计算机联合示意图

A. 1 恒电位仪与计算机联合示意图

按照下图连接好恒电位仪、计算机、打印机电源线;连接好恒电位仪与计算机、计算机与打印机相互之间的信号传输电缆线;连接好恒电位仪与各电极连线。

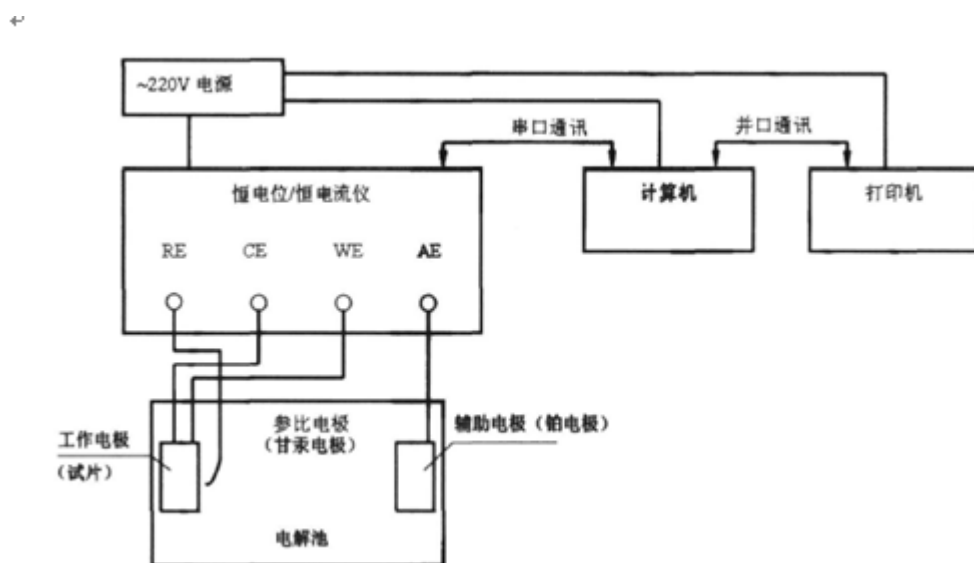


图 A. 1 恒电位仪与计算机联合示意图