



中华人民共和国国家标准

GB/T 29088—2012

金属和合金的腐蚀 双环电化学动电位再活化测量方法

**Corrosion of metals and alloys—Electrochemical potentiokinetic reactivation
measurement using the double loop method**

[ISO 12732:2006, Corrosion of metals and alloys—Electrochemical
potentiokinetic reactivation measurement using the double loop
method (based on Cihal's method), MOD]

2012-12-31 发布

2013-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法修改采用 ISO 12732:2006《金属和合金腐蚀 双环电化学动电位再活化测量方法》。

本标准与 ISO 12732:2006 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本标准做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反应在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 用修改采用 ASTM E 112:1996 的 GB/T 6394—2002 代替 ISO 643—2003(见第 10 章，D.2)。其中 ASTM E112—1996 与 ISO 643—2003 标准有一定差异，但本标准引用内容在上述两个标准中不存在技术差异。
- 用等效采用国际标准的 GB/T 10123—2001 代替 ISO 8044:1999(见第 3 章)。

——用钢铁及合金产品牌号统一数字代号(ISC)代替金属和合金统一数字编号系统(UNS)(见第 11 章)。

本标准做了下列编辑性修改：

- 删除国际标准目次、前言和引言；
- 删除第 1 章中对于附录 C 的说明；
- 删除附录 D 中参考文献 ASTM G108 的引用，直接引用 ASTM G108—1994 的 9.2 作为 D.2 的注。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：宝山钢铁股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：赵艳亮、胡凡、侯捷、陈红星、刘宝石、吴玮巍。

金属和合金的腐蚀

双环电化学动电位再活化测量方法

1 范围

本标准规定了使用双环电化学动电位再活化(DL-EPR)试验评定不锈钢和镍基合金敏化程度(DOS)的方法。

本标准适用于定量测量晶界或基体中由有害热效应影响所形成的合金元素贫乏区域。

因为沿融合线的敏化区分布可能是非均匀的,在测试焊缝热影响区时宜格外注意。

该试验结果可作为判断不锈钢和镍基合金晶间腐蚀、点蚀和晶间应力腐蚀开裂的潜在敏感性指标,但在进行腐蚀类型的预测时还需要进行特定的补充试验。

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 6394—2002 金属平均晶粒测定法

GB/T 10123—2001 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义(eqv ISO 8044:1999)

3 术语和定义

GB/T 10123—2001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电量 electric quantity

Q

钝化过程中的电量(Q_p)和再活化过程中的电量(Q_r),是分别通过计算曲线上钝化峰和再活化峰电流对时间的积分得出的。

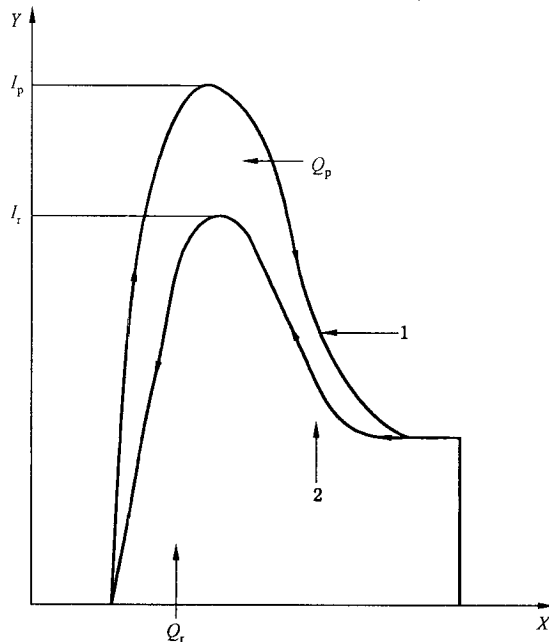
4 原理

对耐蚀合金进行热处理(包括焊接)会出现微小颗粒物析出,如304不锈钢中的碳化铬或双相不锈钢中的 σ 相(FeCrMo)。基体中合金元素扩散程度是由温度决定的,在微小颗粒物形成时若得不到基体中合金元素的扩散补充,会使其邻近区域中合金元素贫乏。通常将这一过程称为敏化。合金元素贫乏区域耐腐蚀性能差,也容易产生应力腐蚀开裂,这种破坏机制的扩展程度取决于合金元素的贫乏程度和合金元素贫乏区域的密度。因此,需要一种简单的试验方法来快速判定不锈钢和镍基合金中潜在的有害热效应。电化学动电位再活化试验(EPR)就是以此为目的开发的。目前,实验室中应用的两种电化学动电位再活化试验方法分别是单环法和双环法。单环法尽管已包括了从钝化状态到活化状态的极化扫描,但存在对表面光洁程度过于敏感的缺点。在对电解池和装配方式进行适当改进后,电化学动电位再活化试验(EPR)也适用于现场试验。

双环法是电化学生动电位再活化试验方法的首选。这种试验方法是将试样浸泡在一种酸性溶液中，用阳极极化方法使其进入钝化区。浸泡初期随着在活性腐蚀条件下材料表面的溶解，表面处理可能引起的的影响逐渐减小。从钝化状态开始，试样以一定的扫描速率进行阴极极化(见图 1)。随着电位向负方向移动，缺乏有效合金元素的贫乏区的钝化膜逐渐变得不稳定并开始溶解(比如还原溶解)。由于溶解速率小，同时受到扫描速率的制约，阳极电流不能大幅增长，因此只能检测到有限的阳极峰值电流。阴极极化扫描时阳极溶解的过程就是再活化。当钝化电流小于对应电位下的阴极电流时，电位下降过程中会出现瞬间的阴极电流。

由于合金元素贫乏区的存在，局部钝化膜的保护性下降更容易被还原。因此，当相邻区域有钝化膜覆盖时，合金元素贫乏区更容易发生活化溶解。电流的逐渐增大反映了活性区域的扩展情况，这与合金元素贫乏程度和相应的钝化膜性能(某些区域在较高的电位下还原，某些区域在较低的电位下还原)相关联。随着活性区在整个试样表面逐渐建立，由于塔菲尔效应造成的活性区域电位降低与电流减小相互抵消，从而可以观察到再活化峰。电流密度的峰值和与此峰相关的电量，主要取决于合金元素贫化的程度。

再活化峰值与活化峰值的比值，或者再活化峰电量与活化峰电量的比值与固溶退火试样的测试结果相比较时，得出敏化指数。但是，对于敏化的晶界，这些数值应该用晶粒尺寸来进行归一化处理。测试结束后，为确定其局部腐蚀特性，要对试样进行检查。



说明：

- X 轴——电位；
- Y 轴——电流密度对数；
- 1 —— 阳极扫描；
- 2 —— 再活化扫描。

图 1 双环 EPR 试验方法极化曲线示意图

5 试验装置

获取 EPR 数据必需的实验装置由电子设备和一个试验电解池组成。电子设备可以是集成的成套设备也可以是分离的部件单元。

5.1 恒电位扫描仪

恒电位扫描仪对电位的控制精度应在 ± 1 mV 以内,其电位和电流范围满足 EPR 测量要求。恒电位扫描仪的电压范围应从 $-2\ 000$ mV \sim $+2\ 000$ mV,电流范围从 $1\ \mu\text{A}\sim 1$ A。

5.2 电极电位测试装置

在测量过程中,为了尽量减小测量过程中的电流损耗,电极电位的测试电路应该具备 $10^{11}\ \Omega\sim 10^{14}\ \Omega$ 数量级的高输入阻抗。大部分恒电位扫描仪都可以满足此要求。设备应该具备足够的灵敏度和精度,以便可以从 $-2\ 000$ mV \sim $+2\ 000$ mV 范围内检测出 1.0 mV 的电位变化。

5.3 电流测试装置

电路中的电流值是通过测量已知电阻器两端的电位降求得的。在许多恒电位扫描仪中,电流测量由其内部电路完成,但也可以将一个电阻器连接在辅助电极和恒电位扫描仪辅助连接点之间实现外部电流测量。在 EPR 试验过程中的电流密度一般在 $1\ \mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 100\ \text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$ 的范围内。对于表面积约为 $1.0\ \text{cm}^2\sim 5.0\ \text{cm}^2$ 的试样,推荐使用当电流密度测量范围由 $1\ \mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}\sim 105\ \mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$ 时,电流测量仪器精度为测量电流绝对值的 1% 以内。

5.4 EPR 试验电解池

EPR 试验电解池宜包括工作电极、参比电极和辅助电极。为避免试验溶液的污染,电解池应使用不会被侵蚀、退化的材料制作。推荐采用硼硅酸盐玻璃和聚四氟乙烯材料。

辅助电极应放置于合适的位置,使试样表面电流分布均匀。

参比电极可直接插入主电解池中。为避免相互污染,可使用双结参比电极或者将参比电极置于一个单独的容器内用盐桥将其与主电解池连接。为了尽量减小参比电极与工作电极之间的电位降,宜使用鲁金毛细管。鲁金毛细管尖端与工作电极表面的最小距离应为毛细管尖端直径的两倍。

试验电解池中的溶液体积应该达到使溶液化学性质随反应过程的变化降到可以忽略的程度。工作电极最少需要 $100\ \text{mL}\cdot\text{cm}^{-2}$ 的溶液量,一般推荐使用 $250\ \text{mL}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。

5.4.1 电极架

工作电极应使用对测量没有影响的电极架和安装材料(参见图 A. 2)。对于有保护性氧化膜的金属,在电极架上安置的试样有时会在界面上出现缝隙腐蚀。使用冲洗式电解池或冲洗式电极架(参见附录 A)可防止缝隙腐蚀。

5.4.2 工作电极材料

工作电极的形态通常为棒状或板状。具体制备方法见第 7 章。

5.4.3 参比电极

参比电极的类型根据实际应用进行选择。通常所用的参比电极包括饱和甘汞电极和银/氯化银电极。 $25\ ^\circ\text{C}$ 时,这些电极的电位与标准氢电极的电位换算关系参见附录 B。

注:若无特殊说明,本标准所用电极电位均相对于饱和甘汞电极。

5.4.4 辅助电极的制备

制备辅助电极的材料不应污染试验溶液,一般使用高纯铂金,也可使用其他惰性材料。对于铂金电极,通常在浓盐酸中浸泡后用去离子水冲洗。辅助电极的表面积宜不小于工作电极表面积。

注:石墨可以作为辅助电极,但应避免污染。石墨电极使用之前应对表面残留物进行脱附处理。定期更换石墨电极也可避免污染。

6 试验溶液

6.1 试验溶液常用分析纯的硫酸(H_2SO_4)和硫氰酸钾(KSCN)两种试剂,由蒸馏水混合配制而成(该溶液可在室温下储存1 mon)。试验材料决定试验溶液的组分构成, H_2SO_4 的变化范围为 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\sim 2.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,KSCN的变化范围为 $0.001\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\sim 0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

注:硫氰酸钾易潮解。超级双相不锈钢可使用 $3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸(HCl)试验溶液。

6.2 试验溶液不应重复使用。

7 试样的制备

试样在进行双环电化学动电位再活化(DL-EPR)试验前宜按附录C中的步骤进行敏化处理。

试样的制备应避免产生缝隙腐蚀,不能有尖锐边缘。在加工和研磨的过程中应避免试样过热。

试样制备应达到规定的表面粗糙度(如 Ra 小于 $0.25\text{ }\mu\text{m}$)。试样在蒸馏水中进行超声波清洗,再用酒精清洗,最后用丙酮冲洗。研磨后的试样在空气中暴露时间过长会影响活化状态溶解速度,暴露时间不宜超过1 h。研磨后应将试样放在干燥器中储藏。

新电解池在现场应用中的性能、仪器和试剂的质量由已知敏化程度的标样确定。

8 实验步骤

将试样、辅助电极、盐桥探头以及其他相关部件放置于试验电解池中。加入溶液,确认鲁金毛细管中注满试验溶液且没有气泡,尤其是其尖端区域无气泡。

1 min~2 min后记录测试试样的开路(静止或腐蚀)电位。如果所测开路电位与被测合金的正常值偏差较大(如Cr18Ni9型不锈钢的开路电位相对于饱和甘汞电极为 $-350\text{ mV}\sim -450\text{ mV}$),应对试样进行阴极极化去除表面氧化膜。

首先将试样在自腐蚀电位下浸泡5 min,然后在一定的扫描速率下阳极极化至钝化区。典型的钝化电位范围一般为 $200\text{ mV}\sim 600\text{ mV}$ 。达到钝化电位后,反向以相同的扫描速率将电位降至初始的自腐蚀电位(E_{corr})。扫描速率以使活化过程与再活化过程的差别更加显著为原则,从而得出合金的敏化性。宜通过开展预试验确定最佳扫描速率。典型的扫描速率范围为 $2\ 000\text{ mV}\cdot\text{h}^{-1}\sim 15\ 000\text{ mV}\cdot\text{h}^{-1}$ 。连续极化过程宜执行至少三次。

对于304,321和347不锈钢,应采用如下试验条件:

——试验溶液组成: $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ H}_2\text{SO}_4+0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ KSCN}$;

——扫描速率: $6\text{ V}\cdot\text{h}^{-1}$;

——极化范围从自腐蚀电位 E_{corr} (约 -400 mV)~ $+300\text{ mV}$;

——试验温度: $25\text{ }^\circ\text{C}$ (注:根据经验调整现场应用时的温度范围)。

9 金相检验

试验完成后,应对试样表面进行金相检验,以确定没有其他可能影响试验结果的因素(如点蚀等)。

当测量的数据需要进行归一化时,需测量晶粒尺寸。晶粒尺寸数值的测量,首先将测量网格放在试样的金相图片上,得出试样晶粒尺寸的数值;再将测量数值除以试样单位面积上的晶界面积或晶界长度。对比核实标准后确定。

10 结果评价

测量再活化扫描峰值电流(I_r)和相对应的活化扫描峰值电流(I_p)得出两者比值。同样也可用再活化过程的电量(Q_r)和活化过程的电量(Q_p)来求出比值。该比值与固溶后退火处理试样的测试结果相比较,可得出合金元素贫乏程度指数。当贫化区均匀存在时,这一指数可作为对不同敏化处理影响程度的评判标准。

敏化晶界,可用活化峰值电流(或活化过程的电量)除以试样面积,或用再活化峰值电流(或再活化过程的电量)除以晶界面积。本标准假设再活化峰仅与晶界敏化相关,晶粒基体中没有贫化区或其他活性腐蚀区。其关系式是:

$$(I_r/I_p)_{GBA} = \frac{I_r}{S_{GBA}/A_s} = \frac{I_r}{S_A A_s} \frac{I_p}{A_s} = \frac{I_r}{S_A I_p} = \frac{I_r}{I_p 10^{-3} \sqrt{2^{G+5}}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$(Q_r/Q_p)_{GBA} = \frac{Q_r}{S_{GBA}/A_s} = \frac{Q_r}{S_A A_s} \frac{Q_p}{A_s} = \frac{Q_r}{S_A I_p} = \frac{Q_r}{Q_p 10^{-3} \sqrt{2^{G+5}}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_r ——再活化电位扫描过程中的电量,单位为库仑(Q);

Q_p ——活化电位扫描过程中的电量,单位为库仑(Q);

I_r ——再活化电位扫描过程中的最大电流,单位为微安每平方厘米($\mu A \cdot cm^{-2}$);

I_p ——活化电位扫描过程中的最大电流,单位为微安每平方厘米($\mu A \cdot cm^{-2}$);

S_A ——单位试样面积上的晶界面积;

$$S_A = 4 \times 10^{-3} \sqrt{2^{G+1}}$$

A_s ——试样面积,单位为平方厘米(cm^2);

S_{GBA} ——晶界面积,单位为平方厘米(cm^2);

$$S_{GBA} = S_A \times A_s$$

G ——晶粒尺寸(见 GB/T 6394—2002)。

为方便起见, $(I_r/I_p)_{GBA}$ 和 $(Q_r/Q_p)_{GBA}$ 比值可用百分数来表示。

另一种方法是将再活化电流或电量与晶界长度进行归一化处理,给出尺寸比:

$$(I_r/I_p)_{GBL} = \frac{I_r}{L_{GBA}/A_s} = \frac{I_r}{10L_A A_s} \frac{I_p}{A_s} = \frac{I_r}{10L_A I_p} = \frac{I_r}{I_p 10 \sqrt{2^{G+5}}} (cm) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$(Q_r/Q_p)_{GBL} = \frac{Q_r}{L_{GBL}/A_s} = \frac{Q_r}{10L_A A_s} \frac{Q_p}{A_s} = \frac{Q_r}{10L_A Q_p} = \frac{Q_r}{Q_p 10 \sqrt{2^{G+5}}} (cm) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

L_A ——单位试样面积晶界的长度,单位为每毫米(mm^{-1});

$$L_A = \sqrt{2^{G+5}}$$

A_s ——试样面积,单位为平方厘米(cm^2);

L_{GBL} ——晶界长度,单位为厘米(cm)。

$$L_{\text{GBL}} = 10 \times L_A \times A_s$$

比值作为相对指数比较不同敏化处理对敏化程度的影响。敏化程度的确定应进行补充试验,附录 D 可作为初步指南。

11 试验报告

试验报告应包括如下信息:

- a) 试验样品材料的完整描述,包括钢铁及合金产品牌号统一数字代号(ISC)、成分、热处理方法、产品型号;
- b) 试样的加工方法和表面处理的细节;
- c) 重复实验的次数和每次试验之后是否重新处理样品表面;
- d) 溶液的组成,pH 值,体积和温度,以及随时间变化的情况;
- e) 试样在试验溶液中裸露的面积;
- f) 所用电解池和电极;
- g) 极化前的浸泡时间;
- h) 扫描前的开路电位,及其是否稳定;
- i) 电位应参照标准氢电极;
- j) 电位扫描的全部细节,包括扫描速率,起始电位和最终电位;
- k) 极化扫描典型实例;
- l) 分别给出试样和固溶退火处理试样的再活化电流峰值、活化电流峰值及两者比值,同时要给出晶粒尺寸和表征晶界敏化特征标准化参数的详细资料;
- m) 分别给出试样和固溶退火处理试样的再活化电量值、活化电量值及两者比值,还有晶界敏化的标准化数值;
- n) 金相观察结果。

附录 A

(资料性附录)

冲洗式电解池与冲洗式电极架

A.1 冲洗式电解池

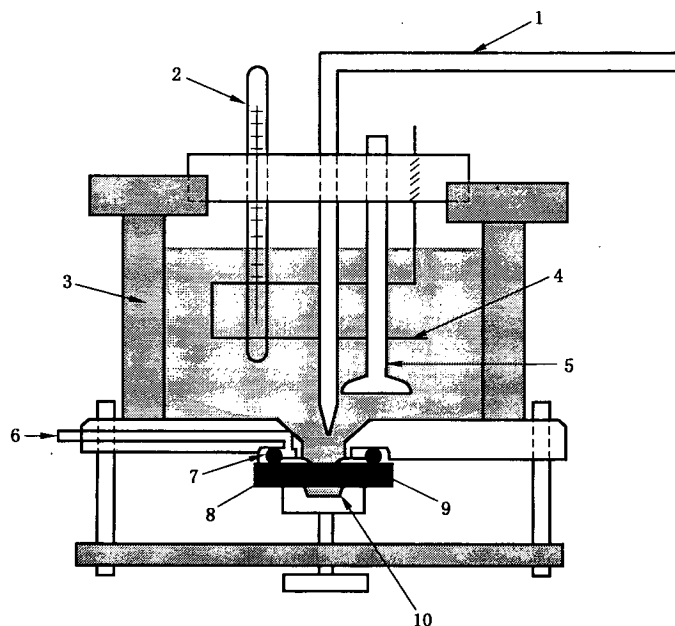
冲洗式电解池(见图 A.1),由一个便于通过外部热循环池加热的圆形双层玻璃样品室和用于连接测温部件、电极以及气体吹扫的各种入口所组成。

电解池底部与样品架合并在一起。样品被固定在电解池外。通过不断地向样品与电解池端口的接触区域输送少量高纯水的方法消除样品与电解池接触点缝隙腐蚀。

样品与电解池端口被一层或多层滤纸环隔开,由此产生一个纯水、样品和试验溶液之间的扩散屏障。输入此区域的高纯水取代了原本在缝隙区域的所有电解质溶液。对于 1 cm^2 的开口,水流量通常在 $4\text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}\sim 5\text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$ 范围内。电解池应足够大以保证有充足的试验溶液,可以将测试时间范围内试验溶液被高纯水的稀释作用减至最小。根据需要,应对试验溶液进行补偿。

高纯水与试验溶液的密度差异使其向试验溶液中扩散,因此高纯水并没有把暴露在电解质中的测试区域与电解质溶液隔开。同时,搅拌会促进溶液有效的混合。

因为样品固定在电解池的外部,在升温条件下做试验时电解质和样品之间可能会存在温度差。用搅拌、绝热和减小体积的方法使温度差异减到最小。



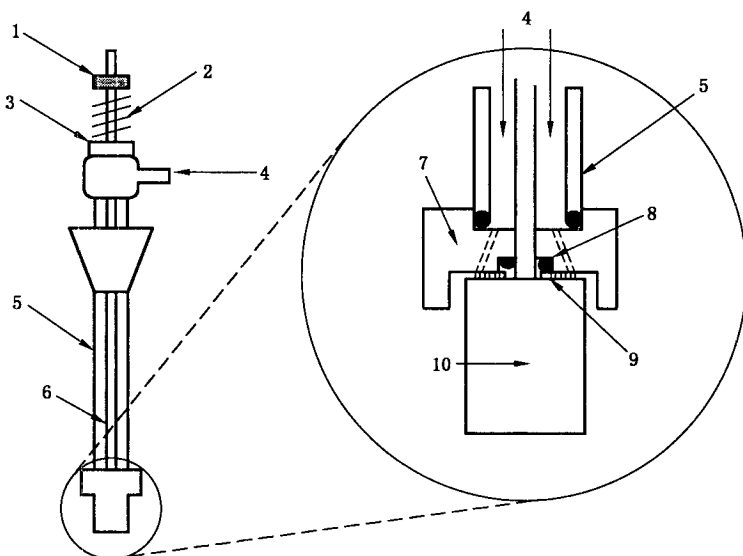
说明:

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 1——鲁金毛细管(与参比电极相连); | 6——蒸馏水; |
| 2——温度计; | 7——O型圈; |
| 3——双壁玻璃容器(双壁结构的容器可以很好的对温度进行控制); | 8——试样; |
| 4——辅助电极; | 9——滤纸; |
| 5——气体导入器; | 10——固定试样的安装螺钉。 |

图 A.1 多功能冲洗式电解池示例

A.2 冲洗式电极架

蒸馏水通过一根安装在底部的用 O 型圈密封在聚四氟乙烯塑料架上的玻璃管注入(见图 A.2)。水沿着样品上的滤纸分布。用涂有油漆的不锈钢连接杆固定样品以避免与蒸馏水的电接触。对于一个 10 mm 直径的圆柱形试样来说,通常流速约为 $1.5 \text{ mL} \cdot \text{h}^{-1}$ 。



说明:

- 1——螺丝;
- 2——弹簧;
- 3——聚四氟乙烯盘和 O 型圈;
- 4——蒸馏水;
- 5——玻璃管;
- 6——涂漆的连接杆;
- 7——聚四氟乙烯盘;
- 8——O 型圈;
- 9——滤纸;
- 10——圆柱形试样。

图 A.2 冲洗式电极架实例

附 录 B
(资料性附录)

供选择的参比电极在 25 °C 时相对于标准氢电极(SHE)的电位

B.1 供选择的参比电极在 25 °C 时相对于标准氢电极(SHE)的电位见表 B.1

表 B.1

| 参比电极 | 相对于标准氢电极的电位/V |
|--|---------------|
| 饱和甘汞电极 | 0.241 |
| 在 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钾溶液中的银/氯化银电极 | 0.222 |
| 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氯化钾溶液中的银/氯化银电极 | 0.281 |

附 录 C

(资料性附录)

推荐的试样敏化处理试验方法

试样在进行电化学生动电位再活化(EPR)试验之前应进行敏化处理,敏化处理之前应对含碳物质进行清洗,因为渗碳会导致试验结果无效。试样表面经过轻微的研磨或酸洗后利用不含氯化物的溶剂进行冲洗,可获得一个清洁的表面。试验样品在暴露于自然环境前宜进行酸洗处理。

在 EPR 试验前,对合金试样进行敏化处理,首先将试样放入加热炉中通过热电偶的控制使试样在给定温度下保温一定时间,然后取出进行水淬。敏化处理工艺由供需双方协商确定。

未进行敏化处理的合金试样,应模拟最终使用条件进行试验。对需要焊接或热处理的材料,应采用与材料制作过程或服役期间受热方式相同的焊接或热处理。特殊处理方法由供需双方协商确定。

附录 D

(资料性附录)

 I_r/I_p 与晶界敏化程度, P_a , Q_{GBA} 和 Q_{GBL} 的相关性

由于 UNS S30400, UNS 321 和 UNS3 不锈钢的广泛应用, EPR 试验的验收条件应由供需双方协商确定。下面给出的相关性可以作为解释 EPR 试验结果的通用指南。

D.1 I_r/I_p 与敏化程度的相关性

表 D.1

| I_r/I_p 值 | 敏化程度 |
|-------------|---|
| <0.010 | 未敏化 |
| 0.010~0.05 | 轻微敏化(可能通过 Streicher, Strauss 和 Huey 试验) |
| >0.05 | 敏化(不能通过 Streicher, Strauss 和 Huey 试验) |

D.2 I_r/I_p 与 P_a , Q_{GBA} 和 Q_{GBL} 的相关性(在晶粒尺寸数 $G=5$ 时)

表 D.2

| I_r/I_p 值 | P_a 值 | Q_{GBA} 值 | Q_{GBL} 值 |
|-------------|---------|-------------|---|
| <0.010 | <5 | <5 | < 5×10^{-4} |
| 0.010~0.05 | 5~20 | 5~20 | $5 \times 10^{-4} \sim 20 \times 10^{-4}$ |
| >0.05 | >20 | >20 | > 20×10^{-4} |

$$P_a = Q_r / X \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

P_a ——表示归一化的再活化过程晶界区域单位面积电量,单位为库仑每平方厘米(Q/cm^2);

Q_r ——再活化电位扫描时的电量,单位为库仑(Q);

$$X = A_s [5.1 \times 10^{-3} e^{0.35G}]$$

A_s ——试样面积,单位为平方厘米(cm^2);

G ——晶粒尺寸(见 GB/T 6394—2002)。

中华人民共和国
国家标准
金属和合金的腐蚀
双环电化学动电位再活化测量方法
GB/T 29088—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-47105 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 29088-2012