

### 低合金结构钢实验室腐蚀试验 第 8 部分：低合金结构钢实验室均匀 腐蚀全浸试验方法

**Corrosion test of low alloy structure steels in laboratory  
Part 8: The test method of general corrosion in solution for  
low alloy structure steels**

## 前 言

T/CSCP 0035《低合金结构钢实验室腐蚀试验》分为以下几部分：

- 第 1 部分：试验方法总则；
- 第 2 部分：低合金结构钢在模拟气氛中腐蚀试验的一般规程；
- 第 3 部分：低合金结构钢在模拟海水中腐蚀试验的一般规程；
- 第 4 部分：低合金结构钢在模拟土壤中腐蚀试验的一般规程；
- 第 5 部分：低合金结构钢模拟干湿交替腐蚀试验的一般规程；
- 第 6 部分：低合金结构钢盐雾腐蚀试验的一般规程；
- 第 7 部分：低合金结构钢实验室微生物腐蚀试验的一般规程；
- 第 8 部分：低合金结构钢实验室均匀腐蚀全浸试验方法；
- 第 9 部分：低合金结构钢点蚀试验方法；
- 第 10 部分：低合金结构钢缝隙腐蚀试验方法；
- 第 11 部分：低合金结构钢晶间腐蚀试验方法；
- 第 12 部分：低合金结构钢电偶腐蚀试验方法；
- 第 13 部分：低合金结构钢应力腐蚀试验方法；
- 第 14 部分：低合金结构钢腐蚀疲劳试验方法；
- 第 15 部分：低合金结构钢腐蚀电化学试验方法；
- 第 16 部分：低合金结构钢微区腐蚀电化学试验方法；
- 第 17 部分：低合金结构钢腐蚀产物分析方法；
- 第 18 部分：低合金结构钢腐蚀产物清理方法；
- 第 19 部分：低合金结构钢腐蚀微观形貌观察方法；

本部分为 T/CSCP 0035 的第 8 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本部分主要起草单位：北京科技大学。

本部分参加起草单位：中国科学院金属研究所、南京钢铁股份有限公司、鞍山钢铁集团公司、首钢集团有限公司、宝山钢铁集团公司、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、武汉材料保护研究所。

本部分主要起草人：李晓刚、董俊华、韩冰、张三平、赵柏杰、王长顺、杨建炜、王伟、陈林恒、程学群、陈义庆、杜翠薇、董超芳、许静、张波、杨健强、吴军、范益、赵晋斌、肖葵、吴俊升、刘智勇、张达威、黄运华、汪崧。

# 低合金结构钢实验室腐蚀试验

## 第 8 部分:低合金结构钢实验室均匀 腐蚀全浸试验方法

全国团体标准信息平台

### 1 范围

T/CSCP 0035 的本部分规定了低合金结构钢实验室均匀腐蚀全浸试验方法的适用范围、引用标准、试样、试验装置、试验溶液、试验时间、试验条件和步骤、试验结果和试验报告。

本部分适用于评价低合金结构钢全浸试验的均匀腐蚀性能。

### 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 5776—2005 金属和合金的腐蚀 金属和合金在表层海水中暴露和评定的导则

GB/T 19746—2005/ISO 11130:1999 金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验

### 3 试样

3.1 要试验的低合金钢材料为板材时,推荐的试样尺寸为 200 mm×100 mm×(2~5)mm,或 50 mm×25 mm×(2~5)mm;圆形试样的推荐尺寸为 30 mm(直径)×(2~5)mm(高)。为适应特殊要求的试验,也可以采用其他尺寸试样。

3.2 一般选择表面积大、侧面积与总面积比值小的试样,一般情况下,与轧制或锻造方向垂直的面积不得大于试样总面积的一半。同批试样尺寸和规格应相同,至少采用 3 个平行试样。

### 4 试样的制备

4.1 在板材或带材上取样时,应沿轧制方向切取,如轧制方向不清或不沿轧制方向切取时,须在报告中注明。要尽量避开材料边缘部分。在棒材上切取试样时,应沿棒材截面中部沿纵向切取。如果沿径向切取,须在报告中注明。采用剪切法时,需对剪切的断面进行再加工,以去除影响的部位。

4.2 试样各个表面用水砂纸由粗到细仔细打磨,最后符合粒度号 W28 水砂纸并脱脂。同一张砂纸上只能研磨同一种材料。试样的棱角应该保持,不允许倒角。

4.3 试样表面油脂可以利用丙酮在超声波下清洗试样表面。清洗后利用无水酒精清洗试样后并干燥。测试面积和质量后备用。

4.4 试样需要挂立时,可以在试样的边角处钻孔,孔径面积应小于 4 mm。用尼龙绳栓在试样上,并用非金属标签做好试样标记。

4.5 在进行试样尺寸及重量测量时,必须带干净的橡胶手套,并使用干净无油污的测量工具。

4.6 称重时,要使用精度不小于±0.5 mg 的分析天平。

## 5 试验装置

### 5.1 总则

试验装置包括试样浸泡容器和支撑试样浸泡在溶液中的试验架。

试样装置的材料应为惰性的、绝缘的,避免改变溶液的腐蚀性、和测试金属构成腐蚀电偶。在可能的地方推荐玻璃、有机玻璃、陶瓷和塑料等材料。

### 5.2 容器

所选容器应该为密闭的容器。沸腾和高温条件下试验时,应使用 GB 4334.6 和 GB 4334.8 中所示的带有锥形磨口并配有冷却效果良好的回流冷凝器的烧瓶。

### 5.3 温度保持系统

一般没有特殊要求时,试验应该在  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  的常温下进行。如有特殊要求时,需要配备相应的能将试验溶液保持在规定范围内的温度控制系统。

### 5.4 试样架

当试样挂立在溶液中时,可以利用尼龙、聚酯或丙烯绳等绝缘绳将试样挂在试样架上。当试样被利用支架支持在溶液中时,应保证支架和试样接触部分的绝缘性。试样架系统应和试样的接触面积尽可能小。

5.5 试验过程中,如需要对溶液进行搅拌或补充,则需要根据要求设计添加相应的系统。

## 6 试验溶液

6.1 试验溶液一般根据实验目标,可以选择现场提取的溶液即天然溶液或为了模拟现场环境而人工配置的溶液即人工模拟液。

6.2 人工模拟液一般为突出某种特定溶液环境或模拟材料服役环境中主要环境因素而配置。配置过程中使用符合国家规定的分析纯试剂和蒸馏水或去离子水。

6.3 溶液的浓度用质量百分比表示,如有其他的方式表明,须在报告中说明。溶液的温度、pH 值和溶解气体量等参数由试样双方商定,并在报告中注明。

6.4 模拟液的成分视材料服役环境而定,如海洋模拟液,一般南海海洋大气模拟环境选用 0.1% NaCl, 0.05%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和 0.05%  $\text{CaCl}_2$ , 一般海洋模拟液可选 3.5% NaCl 溶液或参考 ASTM D1141—98(2003) 制备相应的人工海水。含硫污染海洋环境的模拟液可以选择 3.5% NaCl + 0.01 mol/L  $\text{NaHSO}_3$ 。试验过程中溶液环境的选择须在报告中注明。

6.5 试验溶液的用量为每  $1\text{ cm}^2$  试样表面面积不少于 20 mL。当试验对温度有要求时,应将试验温度控制在  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内。并在报告中应注明试验期间的温度的上下限及平均温度值。

6.6 溶液中如果需要充气时,如需排除溶解氧或充二氧化碳,应避免气流直接喷洒在试样表面。须在试样放入前的适当时间开始并在整个试验期间持续进行。除氧时可以通过充入惰性气体来达到目的。

## 7 试验时间

试验时间是指在试验溶液达到要求温度,将试样放入后开始到实验结束取出试样为止的整个时间。对低合金结构钢,试验时间的确定需要根据腐蚀速率的大小来确定。一般情况下,长时间的试验结果较为准确,如果材料的腐蚀速率较大,较短的时间也可得到较为准确的结果。

常用的试验时间为 12 h~168 h,具体时间选择可参考表 1。

表 1 试验时间的选择

估算或预测的腐蚀速率/(mm/a)	试验时间/h	更换溶液与否
>1.0	12~72	不更换
0.1~1.0	72~168	不更换
0.01~0.1	168~336	1天更换一次
<0.01	336~720	1天更换一次

注：预测试验为 24 h，溶液量为 20 mL/cm<sup>2</sup>。

试验过程中需要更换溶液时，要动作迅速，更换好溶液后，如有需要将温度稳定在要求数值后，将试样不做任何处理的放回溶液，并开始累积计时。

如果需要通过了解试验时间对金属腐蚀以及对介质腐蚀性的影响程度，并来确定最佳试验周期，可使用极化的间歇腐蚀试验的方法，见附录 A。

## 8 试验流程

8.1 按照 3.1 和 4.2 制取、研磨、清洗试样，干燥后备用，每组试样至少制取 3 块平行试样。

8.2 将适量溶液，放入干净的试验容器中；如果需要充气或除气，需要提前 30 min 进行充气或除气操作。

8.3 如对温度有需求的，需要将容器内溶液的温度稳定到规定温度。

8.4 按照 5.4 将试样放在容器中心位置，不允许与容器壁接触。如果同一个容器需要放置多块试样时，试样间距要大于 1 cm，且必须为同一种材料。

8.5 试验期间应经常观察试样和溶液的变化情况，并作记录。

8.6 达到预定时间后取出试样，按照 GB/T 16545 清洗试样，然后再称量。对于低合金钢，推荐使用化学方法除锈，除锈液成分为 500 mL 浓盐酸+500 mL 蒸馏水+(3~10)g 六次甲基四胺(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>4</sub>)。

8.7 对有些试验，应注意保护腐蚀产物，清洗前、后试样的照片注意保留。

## 9 试验结果

在预定的试验时间取出浸泡试样。若低合金钢发生局部腐蚀，则需要按照 T/CSCP 0035.8~0035.14 的规定处理。

金属腐蚀性能的评定方法分为定性和定量两类。

a) 定性评估方法：观察金属试样腐蚀后的外形，确定腐蚀是均匀还是不均匀的，观察腐蚀产物的颜色，分布情况及金属表面结合是否牢固。

b) 本部分采用腐蚀速率作为试验结果的表达形式。若材料产生局部腐蚀，则按有关的试验方法进行处理。腐蚀速率(R)以 mm/a 表示，按式(2)计算：

$$K = \frac{M_0 - M}{S \times t} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$R = \frac{24 \times 3\,600}{1\,000} \times \frac{K}{\rho} = 8.76 \frac{K}{\rho} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

K —— 腐蚀速度，单位为克每平方米小时[g/(m<sup>2</sup>·h)]；

S —— 试样面积，单位为平方米(m<sup>2</sup>)；

- $t$  —— 试验时间,单位为小时(h);
- $M_0$  —— 试验前试片的质量,单位为克(g);
- $M$  —— 清除腐蚀产物后试片的质量,单位为克(g);
- $R$  —— 腐蚀速率,单位为毫米每年(mm/a);
- $\rho$  —— 试验金属的密度,单位为毫米每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

如有特殊需要,试验结果也可按照其他腐蚀速率单位表示,但需要在报告中说明。

腐蚀速率用所有平行试样的平均值做结果;当某个平行样的腐蚀速率与平均值相对偏差超过10%时,应取新的试样作重复试验,用第二次试验结果进行求值。如果再次达不到要求时,则应同时报道两次试验全部试样的平均值和每个试样的腐蚀速率。

本试验所得结果只适用于评价被测试材料在某种介质中的耐蚀性,不能推广应用到其他环境中。

测量、计算的数值需要修约时,按 GB 8170 有关规定处理。

## 10 试验结果的评定

根据深度法表征的腐蚀速率大小,可以将材料的耐蚀性分为不同的等级,表2给出了10级标准分类法。该分类方法对有些工程应用背景显得过细,因此还有低于10级的其他分类法。例如三级分类法规定:腐蚀速率小于1.0 mm/a,为耐蚀(1级);腐蚀速率在0.1 mm/a~1.0 mm/a,为可用(2级);腐蚀速率大于1.0 mm/a,为不可用(3级)。不管按几级分类,仅具有相对性和参考性,科学地评定腐蚀等级还必须考虑具体的应用背景。

表2 均匀腐蚀的10级标准

腐蚀性分类	耐蚀性等级	腐蚀速率 mm/a	腐蚀性分类	耐蚀性等级	腐蚀速率 mm/a
I 完全耐腐蚀	1	< 0.001	IV 尚耐蚀	6	0.1~0.5
II 很耐蚀	2	0.001~0.005		7	0.5~1.0
	3	0.005~0.01	V 欠耐蚀	8	1.0~5.0
III 耐蚀	4	0.01~0.05		9	5.0~10.0
	5	0.05~0.1	VI 不耐蚀	10	>10.0

## 11 试验报告

试验报告应包含包括试验溶液成分、pH、温度和试验时间等信息。

试验试样的资料应该包括材料的牌号、外形尺寸、化学成分、冶金工艺、表面状态、实验前油污去除办法及试验后腐蚀产物的清洗方法。

腐蚀失重结果应以腐蚀速率的形式表达。应指出试验过程中锈层腐蚀产物现象及锈层状态的变化。

附 录 A  
(资料性附录)  
计划化的间歇腐蚀试验方法

### A.1 试验目的

检验试验时间对溶液腐蚀性及其金属腐蚀率的影响,并以此选择最佳试验周期。

### A.2 试验方法

A.2.1 取四组试样,每组 2~3 片。将四组溶液置于同一容器介质中进行试验。如果容器不够大,将四组试样每组选一个,放于 2~3 个条件相同的容器内进行平行试验。

A.2.2 四组试样按图 A.1 投放:

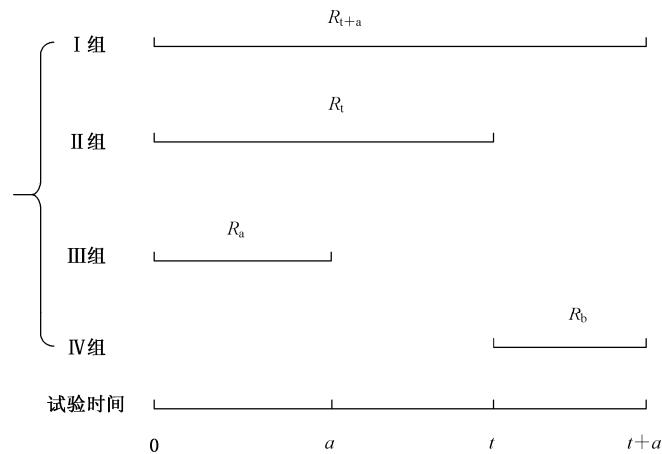


图 A.1 试样投放

I、II、III组试验同时开始, I组试验为全程试验(试验时间为 $t+a$ ), II组为长程试验(试验时间为 $t$ ), III组为短程试验(试验时间为 $a$ )当试验进行到 $t$ 时,将第IV组试样置入上述溶液中开始试验,试验时间为 $b(b=a)$ 。

A.2.3 全部试验按照本标准进行,将获得的四组试样的腐蚀损失作为评价依据。

A.2.4 评价

A.2.4.1 设 $R_{t+a}$ 、 $R_t$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 分别为I、II、III、IV组试样的腐蚀速率, $R_c = R_{t+a} - R_t$ 。

A.2.4.2 试验期间发生的情况根据表 A.1、A.2 进行判断。

表 A.1 腐蚀试验期间发生的情况

类别	结论	判据
溶液的腐蚀性	没有变化	$R_a = R_b$
	下降	$R_a > R_b$
	增加	$R_a < R_b$
金属腐蚀率	没有变化	$R_c = R_b$
	下降	$R_c < R_b$
	增加	$R_c > R_b$

表 A.2 综合情况评价表

序号	溶液腐蚀性	金属腐蚀率	判据
1	没有变化	没有变化	$R_a = R_b = R_c$
2	没有变化	下降	$R_a = R_b > R_c$
3	没有变化	增加	$R_a = R_b < R_c$
4	下降	没有变化	$R_a > R_b = R_c$
5	下降	下降	$R_a > R_b > R_c$
6	下降	增加	$R_a > R_b < R_c$
7	增加	没有变化	$R_a < R_b = R_c$
8	增加	下降	$R_a < R_b > R_c$
9	增加	增加	$R_a < R_b < R_c$

---

全国团体标准信息平台