



中华人民共和国国家标准

GB/T 19746—2005/ISO 11130:1999

金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验

Corrosion of metals and alloys
—Alternate immersion test in salt solution

(ISO 11130:1999, IDT)

2005-05-13 发布

2005-10-01 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

GB/T 19746—2005/ISO 11130:1999

前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 11130:1999《金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验》。

本标准作了以下编辑性修改：

——删除国际标准前言。

本标准附录 A 和附录 B 都是资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由冶金工业信息标准研究院归口。

本标准起草单位：钢铁研究总院、冶金工业信息标准研究院、中国腐蚀与防护协会。

本标准主要起草人：王玮、柳泽燕、金明秀、吴增强、尉丹、周晓亭、刘宝石、冯超。

引 言

金属的腐蚀受很多因素的影响,这些因素随环境条件不同而变化很大。因此,在本标准中对于金属在周浸腐蚀试验中耐蚀性的描述会因所选择的试验溶液、浸没的温度和试验干燥阶段的温度和湿度的不同而不同。

所以,周浸腐蚀试验的结果不能代表所有不同使用环境中金属的耐蚀性。

然而,本标准中所述试验方法得到的结果可表征在实际使用条件下不同金属的相对耐蚀性,尤其是使用环境与所选试验溶液相似时。这种方法也可以用于施加了拉伸应力的金属腐蚀试验。

金属和合金的腐蚀 盐溶液周浸试验

1 范围

本标准规定了一种确定金属在盐溶液中有、无外加应力下周浸试验耐蚀性的方法。

本试验特别适用于金属,包括铝合金和钢铁材料制造过程中的质量控制,也适用于合金开发期间的评定。

根据试验溶液的化学成分,本试验可模拟海水飞溅区、除冰液和酸性盐环境的腐蚀效应。

本标准中术语“金属”包括有或没有腐蚀保护的金属材料。

周浸试验适用于:

- 金属及其合金;
- 某种金属覆盖层(相对于基体是阴极性和阳极性覆盖层);
- 某种转化膜;
- 某种阳极氧化涂层;
- 金属表面的有机涂层。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级 (GB/T 6461—2002,ISO 10289—1999,IDT)

GB/T 15970.1 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验 第1部分:试验方法总则 (GB/T 15970.1—1995, idt ISO 7539-1:1987)

GB/T 16545 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除 (GB/T 16545—1996, idt ISO 8407:1991)

3 原理

试验包括有应力(见 GB/T 15970.1)或无应力试样在盐溶液中交替浸没与取出干燥。

浸渍和干燥循环在给定的周期内按给定的频率重复,然后评测腐蚀的程度。对很多材料,这种方法提供了一种比连续浸渍更苛刻的腐蚀试验。

4 试验溶液

4.1 一般要求

试验溶液的制备应用符合规定要求的试剂级化学试剂。并且,试验的溶液应尽可能接近实际使用条件。4.2条详述了一种可用来模拟海洋环境中腐蚀效应的中性盐溶液。附录A中详述了其他三种可模拟含盐除冰液、酸性盐环境和海水的试验溶液。

4.2 溶液配制

在蒸馏水或去离子水中溶解足够量氯化钠以获得浓度为 35 g/L \pm 1 g/L 的中性盐溶液。所用的蒸馏水或去离子水在 25 $^{\circ}$ C \pm 2 $^{\circ}$ C 下的电导率不高于 2 ms/m。

氯化钠溶液中最大允许杂质含量如表1所示。

表 1 氯化钠溶液中最大允许杂质含量

杂 质	最大允许含量(质量分数)/%	备 注
铜	0.001	用原子吸收分光光度法和其他精度相似的方法测定
镍	0.001	
碘化钠	0.1	按干燥盐计算
总体	0.5	

在使用之前,用电位计法在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 测量溶液的 pH 值,或使用精确度不大于 0.3 的 pH 试纸用常规方法检测。如果测试的 pH 值不在 6.0~7.0 范围之内,应在溶液中加入分析纯的盐溶液或稀盐酸或氢氧化钠来调节。

试验溶液的体积应由产品的技术条件来决定。若没有相关技术要求,推荐溶液体积与试样表面积比不小于 $3 \text{ L}/\text{dm}^2$ 。

5 试验装置

5.1 总则

装置应包括以下组成部分:

- 一套能使试样进行交替浸入和取出完整循环的合适的系统。这套系统在整个试验期间(见 6.1)可连续操作。每个试样应用合适的绝缘材料与系统相连;
- 一个或多个盛试剂的玻璃或塑料容器。在浸渍位置每种容器只能浸入一种金属、合金或涂层。同类型试样可共用一个容器。

注 1: 系统的设计应使完全浸入或取出干燥每个试样的时间不超过 2 min。

注 2: 附录 B 中示意图给出了适合进行周浸试验的装置。

5.2 装置结构的材料

5.2.1 与试验溶液接触的结构材料应不受腐蚀剂的影响,避免污染溶液并改变溶液的腐蚀性。

5.2.2 在可能的地方推荐使用惰性塑料或玻璃。

5.2.3 金属结构材料应从对试验环境有耐蚀性的合金中选择或选用合适的防腐涂层,并且符合 5.2.1 中的条件。

5.3 试样架

5.3.1 试样架的设计应使试样之间及试样与其他裸露金属之间保持电绝缘。否则,与试样接触的裸露金属应用合适的绝缘材料与腐蚀剂隔离,例如某种紧固螺栓或夹具。如果使用保护性涂层,它应不会使抑制或加速腐蚀的离子或保护油渗到试样无涂层部位。特别是应避免含铬酸盐的涂层。

5.3.2 试样架的形状和结构设计应符合以下要求:

- 应尽可能的避免影响试样和盐溶液的自由接触;
- 不会阻碍试样上方的空气流动而延缓干燥速率;
- 试样从溶液中取出后与试样接触的部分不能残留溶液;
- 从一个试样排掉液体时,不能直接接触任何其他试样。

5.4 空气的流通

5.4.1 空气的流通被认为是一个很重要的因素,因为它影响试样干燥速率和蒸发作用的失水量。空气流通的最佳条件尚未确立,但应遵守 5.4.2 中所述的推荐条件。

5.4.2 适度、均匀的干燥条件很重要。即使当表面有腐蚀产物或沉积盐时,适度的空气流通可在 40 min 内干燥试样。推荐从以下几方面予以考虑:

- 不推荐用强制吹风的方法干燥试样,因为这很难保证大批试样的均匀干燥;
- 应避免空气不流动的状态;

- 除非特别要求,空气温度应在 $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内;
- 除非特别要求,相对湿度应在 $45\% \pm 6\%$ 范围内。

6 试验步骤

6.1 试验条件

通常,试验条件在相应的规范或标准中作出规定,否则,暴露时间应包括 10 min 的浸渍和取出后 50 min 的干燥。这个循环过程在整个试验过程中应连续进行,除非上述循环失败。

除非特别要求,溶液温度应在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。

在一个特定的试验中,同一容器中只可以浸入同一种金属、合金或表面涂层。

注:没有特别要求,试验时间应根据金属在试验溶液中的腐蚀敏感性和试验的目的来确定。20 d~90 d 的试验时间适用于铝合金和钢铁材料。

6.2 试样

试验可选用产品或零件或任何其他合适的试样进行。

在对几何形状没有特殊要求的情况下,推荐采用 $90\text{ mm} \times 120\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ 的矩形试样。

至少采用三个平行试样。

如果试样的尺寸与试验装置不合适,应截取试样。切口应用适当涂层进行保护,涂层覆盖距切口周围 5 mm 范围内的面积。在这些情况下,为了进行对比试验,应选用六个试样,三个有保护层,三个没有保护层。

应用合适的方法除去试样上的油脂,例如,用超声波清洗或在有适当的有机溶剂(例如沸点在 $60^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 碳氢化合物)的容器中用干净的软刷进行人工清洗。清洗后试样需用纯净的试剂冲净并干燥。

如果电镀或有涂层的试样要进行切割,切割面需进行保护。

6.3 试验溶液

试样浸入溶液时,试样必须被溶液完全覆盖且在溶液面下至少 10 mm。

应根据需要用蒸馏水补充容器中溶液蒸发的失水量。

建议溶液每隔 168 h 或其 pH 值相对于原值变化了 0.3 以上时进行更换。

7 试验装置的校准

试验装置应用标准试样的试验进行校准,试样应具有简单几何形状和均匀晶粒结构,以使结果可与出版数据比较。这个校准过程应定期的重复以确保试验结果的重现性。

8 试样的清洗

试验结束后,试样应从装置中取出,用水清洗掉积累的吸湿性盐的沉积物并干燥。尽可能彻底清洗试样以避免试样继续受到腐蚀。

9 结果的评定

根据试验的特定要求,可用多种标准对试验结果进行评定:

- a) 试验后的试样外观;
- b) 清除试样表面腐蚀产物后试样外观(见 GB/T 16545);
- c) 腐蚀作用产生的结果,例如腐蚀点、裂纹、气泡等的数量和分布,可用 GB/T 6461 中所述的方法评定;
- d) 用金相法检测应力试样的腐蚀裂纹;
- e) 腐蚀迹象出现的时间;

- f) 试样质量的变化(见 GB/T 16545);
- g) 用金相试验观察试样变化;
- h) 力学性能的变化;
- i) 腐蚀的平均深度和最大深度。

注：在技术要求中规定进行试验的涂层或产品的评定标准是很好的工程实践。

10 试验报告

10.1 试验报告中应根据试验规定的评定标准简要地说明试验结果。每个试样的结果都应写入报告。适当的时候,也可以提供一组重复试样的平均值。如需要,报告中可附上试样的照片。

10.2 试验报告应提供试验过程的相关数据,这将因试验目的和试验技术要求的不同而不同。一般包括以下内容:

- a) 本标准号;
- b) 材料的特性(或化学成分)和热处理方式;
- c) 外加应力的说明;
- d) 试验循环的技术要求,尤其是试样浸入和干燥的时间数据;
- e) 试验溶液的组成与水 and 试剂的纯度;
- f) 试验中溶液的温度及用于干燥的流通空气的温度和相对湿度;
- g) 试验溶液的更换频率;
- h) 试样的尺寸和几何形状及表面特性和面积;
- i) 试样的准备,包括任何清洗处理和对其边缘或任何特殊区域的保护处理;
- j) 试样表面及其涂层的特性;
- k) 试验中每种材料或产品的试样数量;
- l) 试验后试样的清洗方法,如可能,给出因清洗导致的质量损失;
- m) 试样表面的弯曲角度;
- n) 任何试样位置变更的频率和次数;
- o) 中间检查的时间和结果;
- p) 控制台上用于调整操作条件的仪表盘参数;
- q) 整个试验过程中出现的不正常情况或偶然事件;
- r) 检验周期。

附录 A
(资料性附录)
推荐的试验溶液

A.1 模拟含盐除冰液腐蚀效应的试验溶液

A.1.1 试剂

- A.1.1.1 无水硫酸钠(Na_2SO_4), 试剂级, $0.500 \text{ g} \pm 0.002 \text{ g}$ 。
- A.1.1.2 无水亚硫酸钠(Na_2SO_3), 试剂级, $0.250 \text{ g} \pm 0.002 \text{ g}$ 。
- A.1.1.3 无水硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), 试剂级, $0.100 \text{ g} \pm 0.002 \text{ g}$ 。
- A.1.1.4 氯化钠(NaCl), 试剂级, $52.5 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ 。
- A.1.1.5 二水氯化钙($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 试剂级, $52.5 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ 。

注: 上述试剂应在有硫酸钙的干燥器中保存。

A.1.1.6 蒸馏水或去离子水

蒸馏水的 pH 值应不小于 5.5, 如果小于 5.5, 在使用前煮沸后冷却到室温(25°C)。

A.1.2 溶液的配制

- a) 按指定精度称量出所需试剂;
- b) 在一个干净的 3 L 烧杯中加入 525 mL 的水, 然后按上面列举的顺序慢慢加入前四种试剂(Na_2SO_4 , Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NaCl)。在加入下一种试剂前, 每种试剂必须溶解并完全混合。此溶液标为 A;
- c) 在另一个干净的 3 L 烧杯中加入 525 mL 的水, 然后缓慢加入氯化钙, 溶解并完全混合溶液直到溶液清澈并无色。此溶液标为 B;
- d) 慢慢地将溶液 B 倒入溶液 A 中并连续搅动。如果这个操作过程太快将会出现亚硫酸钙沉淀。如果沉淀形成, 就用比重过滤器和 42 号 Whatman 滤纸过滤出沉淀;
- e) 溶液配好后立即用稀氢氧化钠溶液或稀盐酸调节 pH 值到 9.3 ± 0.5 。在 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时用电位计测定溶液的 pH 值;
- f) 试验溶液的储存期限
 - 1) 用带塞有色(如棕色)玻璃瓶贮存试验溶液;
 - 2) 溶液应在配好后 8 d 内使用, 在试验过程中每次使用之前调整 pH 值。

A.2 模拟酸性盐溶液的试验溶液

A.2.1 氯化钠溶液的配制

在 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时电导率不超过 2 ms/m 蒸馏水或去离子水中溶解足够的氯化钠配成浓度为 $50 \text{ g/L} \pm 5 \text{ g/L}$ 的溶液。此浓度溶液在 25°C 时的比重在 1.029 g/cm^3 到 1.036 g/cm^3 之间。

通过原子吸收分光光度法或其他相似敏感度的分析方法测定氯化钠溶液中铜和镍的含量都应小于 0.001% (质量分数), 碘化钠的含量应不超过 0.1% (质量分数)或干燥盐中杂质总含量不超过 0.5% (质量分数)。

注: 如果配制好的溶液在 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时测定的 pH 值不在 6.0 到 7.0 之间, 要检测盐中或水中有无不良杂质的存在。

A.2.2 pH 值的调节

在 10 L 的氯化钠溶液中加入下列试剂调节盐溶液的 pH 值至 3.5 ± 0.1 (在 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时测量): 首先在氯化钠溶液中加入 12 mL 硝酸(HNO_3 , $\rho = 1.42 \text{ g/mL}$)和 17.3 mL 硫酸(H_2SO_4 , $\rho = 1.84 \text{ g/mL}$),

然后加入适量的浓度为 1% (质量分数) 的氢氧化钠溶液 (大约需 317 g) 调节溶液 pH 值到规定值 3.5 ± 0.1 。

A.3 模拟海水腐蚀效应的试验溶液

A.3.1 标准溶液的制备

用试剂级的化学药品和在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时电导率不超过 2 ms/m 蒸馏水或去离子水配制以下三种标准溶液。

标准溶液 A:

- 六水合氯化镁, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 3889 g;
- 无水氯化钙, CaCl_2 , 405.6 g;
- 六水合氯化锶, $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 14.8 g。

将上述盐溶于蒸馏水或去离子水中并稀释到 7 L。将配制好的溶液保存在密封的玻璃容器中。

标准溶液 B:

- 氯化钾, KCl , 486.2 g;
- 碳酸氢钠, NaHCO_3 , 140.7 g;
- 溴化钾, KBr , 70.4 g;
- 硼酸, H_3BO_3 , 19.0 g;
- 氟化钠, NaF , 2.1 g。

将上述盐溶于蒸馏水或去离子水中并稀释到 7 L。将配制好的溶液保存在密封的淡黄色容器中。

标准溶液 C:

- 硝酸钡, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, 0.994 g;
- 六水合硝酸锰, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.546 g;
- 三水合硝酸铜, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0.396 g;
- 六水合硝酸锌, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.151 g;
- 硝酸铅, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 0.066 g;
- 硝酸银, AgNO_3 , 0.004 9 g。

将上述盐溶于蒸馏水或去离子水中并稀释到 10 L。将配制好的溶液保存在密封的淡黄色容器中。

注: 要在上述溶液中加入硝酸银, 将 0.004 9 g 硝酸银溶解在水中并稀释到 1 L, 在标准溶液 C 稀释到最后体积前加入此溶液的 0.100 L。

A.3.2 海水替代溶液的配制

在 8 L~9 L 水中溶解 245.34 g 氯化钠 (NaCl) 和 40.94 g 无水硫酸钠 (Na_2SO_4)。慢慢加入 0.200 L 标准溶液 A 和 0.100 L 标准溶液 B 并用力搅拌, 稀释到 10 L。用 0.1 mol 氢氧化钠溶液调节 pH 值到 8.2。

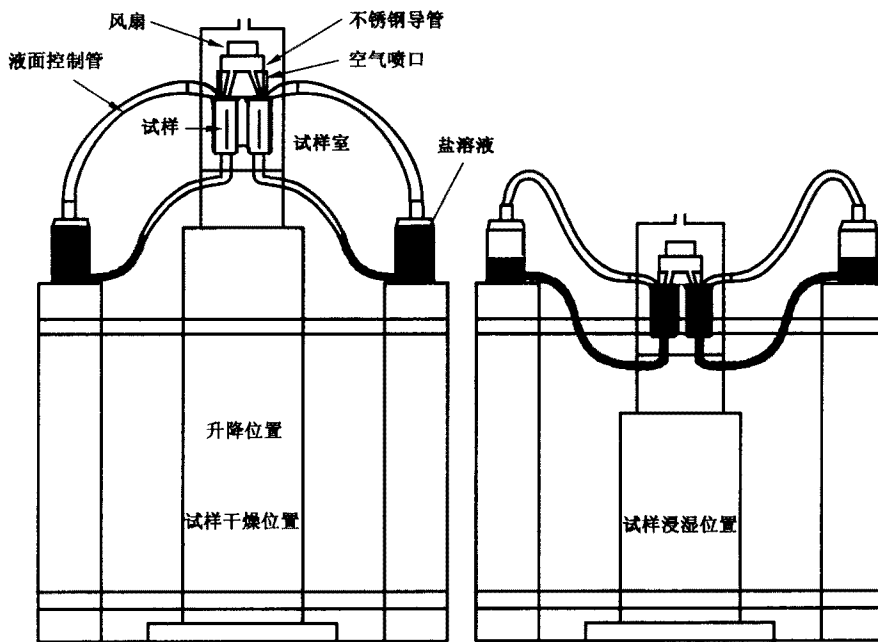
注 1: 只需几毫升氢氧化钠溶液。

注 2: 在即将使用前配制溶液并调整其 pH 值。

A.3.3 含重金属的海水替代溶液的配制

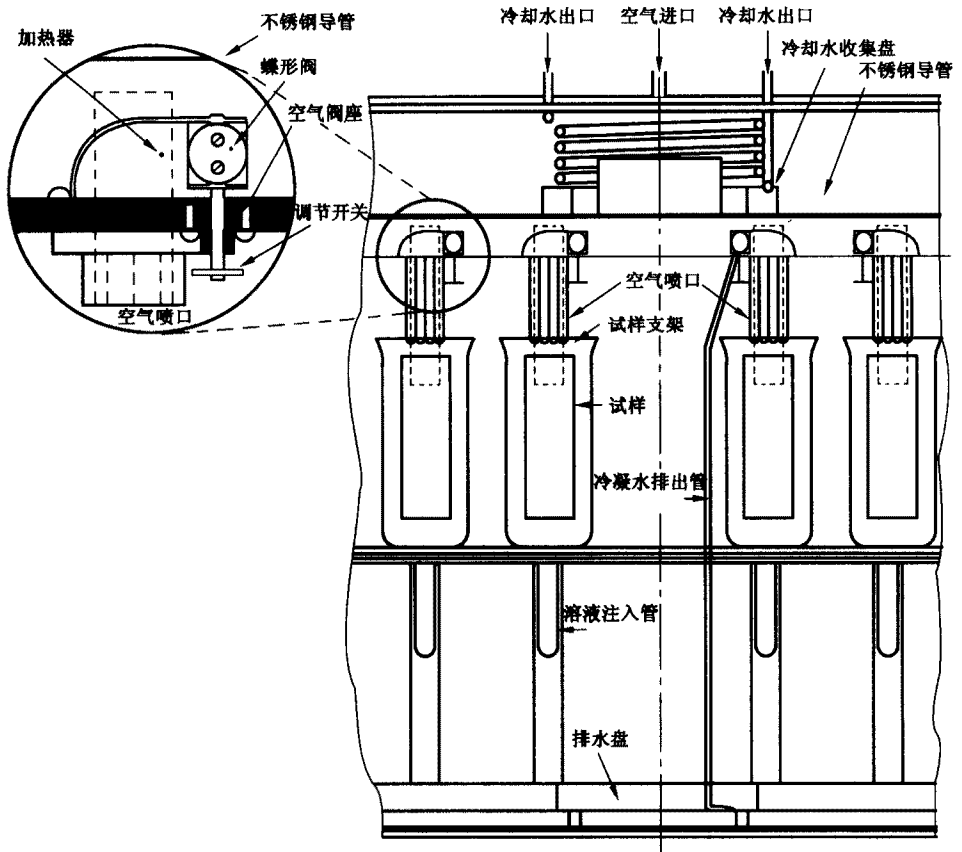
在按 A.3.2 配制的 10 L 海水替代溶液中缓慢加入 10 mL 标准溶液 C 并用力搅拌。

附录 B
(资料性附录)
盐溶液周浸试验装置



a) 给出未浸入和浸入位置的一般布局示意图

图 B.1



b) 试验箱中心部位详图

图 B.1 (续)

参 考 文 献

- [1] GB/T 9797—1997 金属覆盖层 镍+铬和铜+镍+铬电镀层(eqv ISO 1456:1988)
 - [2] GB/T 9798—1997 金属覆盖层 镍电沉积层(eqv ISO 1458:1988)
 - [3] GB/T 9791—2003 锌、镉、铝-锌合金和锌-铝合金的铬酸盐转化膜试验方法(ISO 3613:2000,MOD)
 - [4] GB/T 9800—1988 电镀锌和电镀镉层的铬酸盐转化膜(eqv ISO 4520:1981)
 - [5] ISO 4527:1987 自催化镍 磷化涂层 技术要求和试验方法
 - [6] GB/T 1771—1991 色漆和清漆 耐中性盐雾性能测定(eqv ISO 7253:1996)
 - [7] GB/T 8013—1987 铝及铝合金阳极氧化 阳极氧化膜的总规范(ISO 7599:1983,IDT)
 - [8] ISO 8993:1989 铝和铝合金的阳极氧化 点腐蚀的评定体系 图表法
 - [9] ISO 8994:1989 铝和铝合金的阳极氧化 点腐蚀的评定体系 网格法
-