



中华人民共和国国家标准

GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

人工大气中的腐蚀试验 交替暴露在腐蚀性气体、中性盐雾及 干燥环境中的加速腐蚀试验

**Corrosion tests in artificial atmospheres—
Accelerated corrosion tests involving alternate exposure to
corrosion-promoting gases, neutral salt-spray and drying**

(ISO 21207:2004, IDT)

2012-06-29 发布

2013-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
人工大气中的腐蚀试验
交替暴露在腐蚀性气体、中性盐雾及
干燥环境中的加速腐蚀试验
GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

*

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.gb168.cn

服务热线: 010-68522006

2012年11月第一版

*

书号: 155066 · 1-45663

版权专有 侵权必究

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用国际标准 ISO 21207:2004《人工大气中的腐蚀试验 交替暴露在腐蚀性气体、中性盐雾及干燥环境中的加速腐蚀试验》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

GB/T 10125—1997 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验(eqv ISO 9227:1990)。

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：中国科学院金属研究所、冶金工业信息标准研究院、国家材料环境腐蚀野外科学研究试验站网综合研究中心。

本标准主要起草人：王振尧、韩薇、冯超、侯捷、王军、刘宝石。

引 言

无论有无防护,金属材料的腐蚀均受到许多环境因素的影响,随着金属材料种类和环境类型的不同,环境因素的影响程度也会不同。设计实验室试验的目的是模拟那些能加速金属材料腐蚀的最重要影响因素的作用。

本标准中描述的加速腐蚀试验方法 A 和方法 B,是设计用来模拟和强化暴露在含盐污染条件和来自工业的腐蚀性气体或可能促进腐蚀的交通环境中的户外气候的环境影响。试验方法 A 是模拟较轻度侵蚀性的交通环境,试验方法 B 是模拟较苛刻的工业或交通环境。

试验方法 A 的试验样品按如下试验周期暴露:

- a) 在 35 °C,用质量分数为 5%的氯化钠溶液进行中性盐雾试验(GB/T 10125) 2 h,然后在标准实验室气候中干燥 22 h;
- b) 在含二氧化氮和二氧化硫的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 °C 试验环境中暴露 120 h,二氧化氮和二氧化硫体积分数分别为 1.5×10^{-6} 和 0.5×10^{-6} ,然后在标准实验室气候中干燥 24 h。

试验方法 B 的试验样品按如下试验周期暴露:

- a) 在 35 °C,用质量分数为 5%的 NaCl 溶液进行中性盐雾试验(GB/T 10125) 2 h,然后在标准实验室气候中干燥 22 h;
- b) 在含二氧化氮和二氧化硫的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 °C 试验环境中暴露 48 h,二氧化氮和二氧化硫体积分数分别为 10×10^{-6} 和 5×10^{-6} ;
- c) 重复步骤 a);
- d) 在含二氧化氮和二氧化硫的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 °C 试验环境中暴露 72 h,二氧化氮和二氧化硫体积分数分别为 10×10^{-6} 和 5×10^{-6} 。

获得的结果不允许扩展作为试验产品在所有环境条件范围内的耐蚀性结论。

人工大气中的腐蚀试验

交替暴露在腐蚀性气体、中性盐雾及干燥环境中的加速腐蚀试验

1 范围

本标准规定了两种加速腐蚀试验方法,用来评价含有金属材料的产品在有氯离子和腐蚀性气体显著影响的环境下的耐蚀性,氯离子来自海洋环境中的氯化钠或者冬季道路上的去冰盐,腐蚀性气体来自工业或交通对空气的污染。

本标准规定了进行腐蚀加速试验的仪器和步骤。

这些方法尤其适合评价对腐蚀敏感的含有金属材料的产品耐蚀性,如在交通或工业环境中服役的电子元件。

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 6461—2002 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 (ISO 10289:1999, IDT)

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

GB/T 19745—2005 人造低浓度污染气氛中的腐蚀试验 (ISO 10062:1991, IDT)

ISO 1337:1980 精炼铜(最低铜含量 99.85%) 精炼产品的化学成分和形状 (Wrought coppers (having minimum copper contents of 99.85%) Chemical composition and forms of wrought products)

ISO 9227:1990 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验 (Corrosion tests in artificial atmospheres—Salt spray tests)

3 仪器和试剂

3.1 试验样品暴露于相对湿度 95% 和温度 25 °C 的二氧化氮和二氧化硫混合气体环境

具有内部箱体和气流系统的试验箱应符合 GB/T 19745—2005 的要求。

试验用设备的制造需满足以下要求:

a) 试验箱内部箱体和气流系统由聚四氟乙烯 (PTFE) 或玻璃等惰性材料制成,以避免或尽量减少有害气体在试样表面和内部箱体表面上的吸附。

b) 气流和腐蚀性气体注入系统的设计要保证在内部箱体或试验空间内处于统一的试验条件下。

注:最普遍的试验设备设计是,将一定量的腐蚀性气体与潮湿的空气混合达到试验所需浓度后,持续通入试验空间来获得需要的试验气体。气体混合过程在试验设备外部完成。控制温湿度的空气取自内部箱体的外腔。注入腐蚀性气体后的气流与再循环试验气体相混合,混合气体再进入到试验箱的内部箱体或工作区,经过内部箱体的试验气体大约有一半可进入再循环过程。

为了确保工作区均匀的试验条件,试验气体通常是从底部导入工作区并从顶部导出。多孔板置于入口的前面,以确保通过工作区的气流是均匀的。

GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

- c) 工作区的温度均匀度需保持在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内, 相对湿度的均匀度需保持在 $\pm 3\%$ 以内。就腐蚀性而言, 用铜的腐蚀率表达, 均匀性不应低于 5% 。

注: 工作区试验条件的均匀性应通过暴露在工作区不同位置的大量铜试片来定期检查。金属试片质量变化的差别可以表明试验条件的均匀性是否在规定的范围内。

- d) 潮湿空气的温度允许偏差要在规定温度的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内, 相对湿度的允许偏差则需在 $\pm 3\%$ 以内。气体的线性流速应在 $0.5\text{ mm/s}\sim 5\text{ mm/s}$ 的范围内。潮湿气流中不应含有水滴或水雾。

注: 最普遍的试验设备设计是, 试验用空气经过活性炭和一个特殊的过滤器过滤和纯化后再进入到内部箱体的外腔。 NO_2 和 SO_2 气体既可以从充满 $1\ 000 \times 10^{-6}$ (体积分数 0.001%)高纯气体和体积分数为 0.1% 的高纯氮气的压缩气瓶获得, 也可以从控制温度的渗透管获得。

- e) 在试验区暴露试片时, 应使用样品固定器来确保试片之间不会相互遮蔽或者干扰经过试验箱气流的均匀性。
- f) 应监测工作区出口处气流的温度、相对湿度以及气流中二氧化氮和二氧化硫的浓度, 因为它们能反映出试验样品所处的真实试验条件。

3.2 盐雾试验

试验仪器及试剂应符合 ISO 9227:1990 的要求。

3.3 在标准实验室气候中进行干燥

试验应在一个带控温、控湿系统的房间内进行, 房间内的温度控制在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 空气相对湿度控制在 $50\% \pm 5\%$ 。

4 试验腐蚀性的评估

4.1 参考试片

应使用 4 个符合 ISO 1337:1980 规定铜含量(铜的最低质量分数为 99.85%)的金属铜作为参考试片, 对本标准试验的腐蚀性进行检测。

参考试片的尺寸为 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ 。

暴露前, 参考试片的表面及边缘的研磨和抛光应通过金相样品制备设备按如下步骤完成:

- 用双面胶将试片封装在一个平整的样品固定器上;
- 试片的正面应用 220 号水磨砂纸磨平;
- 试片的正面和边缘应用 $15\ \mu\text{m}$ 金刚石抛光膏(以酒精做润滑剂)在布上抛光 5 min ;
- 试片从固定器上取下, 背面朝上重复步骤 a) 至 c);
- 在试片上印上识别号码;
- 用 $9\ \mu\text{m}$ 金刚石抛光膏和棉纸对试片进行手工抛光;
- 用酒精清洗试片并用棉纸手工擦干;
- 用酒精进行超声清洗试片并吹干;
- 试片应存放在干燥器里至少 30 min ;
- 试片称重, 精确到 0.1 mg 。

4.2 试验中参考试片的放置

试验期间, 参考试片应和试验样品以相同的方式进行盐雾试验和混合腐蚀性气体试验, 4 个参考试片应放置在试验箱和盐雾箱的 4 个不同的区域。

参考试片的支撑物由惰性材料(如塑料)制成或涂覆, 且和试验样品放置在同样的高度。

4.3 试验后失重的测量

试验结束后,参考试片上的腐蚀产物应按照 GB/T 16545—1996 规定反复清洗而去除。

化学清洗应使用蒸馏水配制的质量分数为 5% 的硫酸的溶液。化学清洗过程更适宜按照在室温下浸泡 1 min 的步骤重复进行。每次浸泡后,在室温下参考试片应依次经过浸泡在水中、浸泡酒精中、最后干燥的步骤彻底被清洗干净。为避免化学清洗过程中的氧化,在清洗前和清洗过程中需在溶液中通入饱和氮气。

参考试片称重应精确到 0.1 mg,并按照 GB/T 16545—1996 规定绘制质量与真实清洗周期的关系曲线。

在浸泡过程中为了腐蚀产物更有效的溶解,需保持溶液处于搅拌状态,超声搅拌更能增大其溶解速率。

从质量与清洗周期数曲线可以看出,去除腐蚀产物后样品的真实质量应按照 GB/T 16545—1996 描述的方法确定,减去参考试片试验前的质量再除以参考试片的暴露表面的面积来计算参考试片的每平方米的金属质量损失。

4.4 试验的有效性

如果每个参考试片的质量损失在表 1 所列的区间内,表明试验操作合格。

表 1 在两种试验方法中参考试片失重的允许范围

| 试验方法 | 试验时间 周 | 参考试片失重的允许范围 g/m ² |
|------|-----------|---------------------------------|
| A | 2 | 7.5±0.6 |
| | 4 | 14.5±1.5 |
| | 6 | 20.0±4.0 |
| B | 1 | 10.0±1.0 |
| | 2 | 25.0±2.5 |
| | 3 | 40.0±4.0 |
| | 5 | 70.0±7.0 |

5 试验样品

试验样品的数量和种类以及它们的形状和尺寸应根据需测试的材料或产品的规格来选择。如无规定,应由相关各方协商确定。

对每一系列的试验样品,数据记录需包含如下信息:

- a) 需测试材料或产品的规格;
- b) 如果试验样品遭受有意损伤,应描述损伤的形成方法、形状及位置,还应规定试验过程中损伤的方向;
- c) 试验前的清洗过程;
- d) 参考试片或与试验样品比较材料;
- e) 试验所需时间;
- f) 试验样品的检测方法以及将要评价的性质。

GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

6 试验步骤

6.1 试验方法 A

6.1.1 试验周期

试验样品应经历如下试验周期:

- a) 在 35 °C, 用含质量分数为 5% 的 NaCl 溶液进行中性盐雾试验(GB/T 10125) 2 h, 然后在标准实验室气候中干燥 22 h, 按 6.1.2 进行;
- b) 在含 NO₂ 和 SO₂ 的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 °C 试验环境中暴露 120 h, NO₂ 和 SO₂ 体积分数分别为 1.5×10^{-6} 和 0.5×10^{-6} , 然后在标准实验室气候中干燥 24 h, 按 6.1.3 进行。

6.1.2 跟随干燥过程的盐雾试验(步骤 a)

6.1.2.1 试验样品和参考试片应按 GB/T 10125 放置在盐雾箱中, 并在 35 °C 下暴露于质量分数为 5% 的氯化钠溶液形成的盐雾中。试验 1 h 后, 应改变参考试片的朝向, 使朝上的表面变成朝下的表面。试验 2 h 后, 试验样品和参考试片应从盐雾箱中取出, 不经任何清洗直接放入标准实验室气候的房间。

6.1.2.2 在 6.1.3 描述的步骤 b 开始之前, 试验样品和参考试片应存放在温度 23 °C、相对湿度 50% 的标准实验室气候的房间 22 h。

6.1.3 暴露在腐蚀性气体后跟随干燥过程(步骤 b)

6.1.3.1 首先调节试验箱的温度到 25 °C, 相对湿度到 95%, 空气流速到 0.5 mm/s~5 mm/s 之间的一个选定值。达到稳定条件后, 再调节腐蚀性气体气流, 以使从气流入口处到工作区的二氧化硫浓度在 0.5×10^{-6} (体积分数), 二氧化氮的浓度在 1.5×10^{-6} (体积分数)。

6.1.3.2 当达到稳定条件后(也在这个步骤之后), 打开试验箱的门并迅速地将试验样品和参考试片放置到工作区。在不超过 6 h 的一个试验周期后, 从工作区到气流出口处的二氧化硫和二氧化氮浓度不得低于它们入口处浓度的 80%。

注: 如果出口气流中腐蚀性气体浓度偏低, 这可能意味着试验箱中样品的总面积过大了。

在试验过程中, 应定期检查暴露条件, 如果有必要, 应进行调整以达到规定的状态。

6.1.3.3 试验 120 h 后, 试验样品和参考试片应从试验箱的工作区中取出, 不经任何清洗, 按 6.1.2 进行。如果试验结束, 参考试片在称重之前应放置在标准实验室气候的房间中。

6.1.3.4 在 6.1.2 描述的步骤 a 开始之前, 试验样品和参考试片应存放在温度 23 °C 相对湿度 50% 的标准实验室气候的房间中 24 h。

6.1.4 试验时间

样品暴露 1 周为 1 个试验周期。试验时间应按照适用于被测试材料或产品的规格而设定。若没有明确规定, 试验时间应由相关各方协商确定。

注: 用于评价耐蚀性的推荐暴露时间由附录 A 给出。

6.2 试验方法 B

6.2.1 试验周期

试验样品应经历如下试验周期:

- a) 在 35 ℃,用质量分数为 5%的 NaCl 溶液进行中性盐雾试验(GB/T 10125) 2 h,然后在标准实验室气候中干燥 22 h,按 6.2.2 进行;
- b) 在含 NO₂ 和 SO₂ 的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 ℃试验环境中暴露 48 h,NO₂ 和 SO₂ 体积分数分别为 10×10^{-6} 和 5×10^{-6} ,按 6.2.3 进行;
- c) 在 35 ℃,用质量分数为 5%的 NaCl 溶液进行中性盐雾试验(GB/T 10125) 2 h,然后在标准实验室气候中干燥 22 h,按 6.2.2 进行;
- d) 在含 NO₂ 和 SO₂ 的混合气体的相对湿度 95%、温度 25 ℃试验环境中暴露 72 h,NO₂ 和 SO₂ 体积分数分别为 10×10^{-6} 和 5×10^{-6} ,按 6.2.3 进行。

6.2.2 跟随干燥过程的盐雾试验(步骤 a 或 c)

6.2.2.1 试验样品和参考试片应按 GB/T 10125 放置在盐雾箱中,并在 35 ℃下暴露于质量分数为 5% 的 NaCl 溶液形成的盐雾中。试验 1 h 后,应改变参考试片的朝向,使朝上的表面变成朝下的表面。试验 2 h 后,试验样品和参考试片应从盐雾箱中取出,不经任何清洗直接放入标准实验室气候的房间。

6.2.2.2 在 6.2.3 描述的步骤 b 或 d 开始之前,试验样品和参考试片应存放在温度 23 ℃、相对湿度 50% 的标准实验室气候的房间中 22 h。

6.2.3 腐蚀性气体中的暴露(步骤 b 或 d)

6.2.3.1 首先调节试验箱的温度到 25 ℃,相对湿度到 95%,空气流速在 0.5 mm/s~5 mm/s 之间的一个选定值。达到稳定条件后,再调节腐蚀性气体气流,以使从气流入口处到工作区的二氧化硫浓度在 5×10^{-6} (体积分数),二氧化氮的浓度在 10×10^{-6} (体积分数)。

6.2.3.2 当达到稳定条件后(也在这个步骤之后),打开试验箱的门并迅速地将试验样品和参考试片放置到工作区。在不超过 6 h 的一个试验周期后,从工作区到气流出口处的二氧化硫和二氧化氮浓度不得低于它们入口处浓度的 80%。

如果出口气流中腐蚀性气体浓度偏低,这可能意味着试验箱中样品的总面积过大了。

在试验过程中,应定期检查暴露条件,如果有必要,应进行调整以达到规定的状态。

6.2.3.3 若经历步骤 b,则在 48 h 试验后,或若经历步骤 d,则在 72 h 试验后,试验样品和参考试片应从试验箱的工作区中取出,不经任何清洗过程。若试验时间是 48 h,则继续进行步骤 c,或若试验时间是 72 h,则继续进行步骤 a。

如果试验结束,参考试片在称重之前应放置在标准实验室气候的房间中。

6.2.4 试验时间

样品暴露 1 星期为 1 个试验周期。试验时间应按照适用于被测试材料或产品的规格设计,若无明确规定,试验时间应由相关各方协商确定。

注 1: 用于评价耐蚀性的推荐暴露时间由附录 A 给出。

注 2: 为了避免在周末期间工作,建议在周一开始试验。

7 结果评价

为满足特殊要求,可采用不同标准评价试验结果,如:

- a) 试验后的形貌;
- b) 腐蚀缺陷如点蚀坑、裂纹和鼓泡的数目和分布(这些可按 GB/T 6461—2002 所描述的方法进行评价);
- c) 第一个腐蚀迹象出现所经历的时间;

GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

- d) 通过显微照相检测揭示的变化过程;
- e) 力学性能和电学性质的变化。

注 1: 在测试产品的说明中确定合适的标准是很好的工程实践。

注 2: 当测量电学性质, 如接触电阻、接触扰动和绝缘电阻时, 相对湿度应小于 30%。建议样品测量前在这样湿度条件下至少存放 48 h。

8 试验报告

试验报告应包括以下信息:

- a) 本标准号;
- b) 试验设备的描述;
- c) 试验样品(材料或产品)的种类、名称、尺寸和形状;
- d) 根据第 5 章的补充数据, 如试验样品的准备, 包括试验前清洗处理和对边缘的保护措施;
- e) 试验中试样表面的倾角;
- f) 试验周期数或试验时间;
- g) 试验期间检查的频率和间隔;
- h) 按第 4 章所描述的测定试验腐蚀性;
- i) 指定试验方法的偏差;
- j) 对试验样品进行最终评价后的试验结果。

附录 A
(资料性附录)
推荐试验周期

表 A.1 显示了为模拟在轻度侵蚀性交通环境和苛刻的交通环境(试验方法 A)或者带有盐污染的工业环境(试验方法 B)中暴露一定年限之后对应腐蚀加载量的推荐试验周期。

试验方法 A 的推荐试验周期基于对汽车发动机部件中铜腐蚀的研究。汽车用于去冰盐对大气腐蚀性有显著作用的道路环境。试验方法 B 的推荐试验周期则基于在欧洲和北美的 39 个不同的工业地点的铜的腐蚀数据。

若在服役条件下试验的大气腐蚀性是用铜之外金属的腐蚀率来测量和表示,则在特定环境中的服役年限和相应试验周期之间的关系可能会和表 A.1 不同。试验方法 A 和试验方法 B 中铜之外的相应金属质量损失见表 A.2。

表 A.1 推荐试验周期

| 试验方法 | 环境种类 | 指定环境中的年限 年 | 指定环境中由铜定义腐蚀性的金属失重 g/m ² | 相应试验周期 周 |
|------|--------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|
| A | 轻度侵蚀性 交通环境(盐污染) | 5 | 14.5 | 4 |
| | | 8 | 20 | 6 |
| B | 工业环境(盐污染) | 3 | 10 | 1 |
| | | 8 | 25 | 2 |
| | | 14 | 40 | 3 |
| | | 27 | 70 | 5 |

表 A.2 试验方法 A 和试验方法 B 中包括铜的相应金属失重

| 试验方法 | 试验时间 周 | 铜的金属失重 g/m ² | 锌的金属失重 g/m ² | 铝的金属失重 g/m ² | 碳钢的金属失重 g/m ² |
|------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| A | 4 | 14.5 | 40 | 4 | — |
| B | 3 | 40 | 90 | 7~10 | 580 |

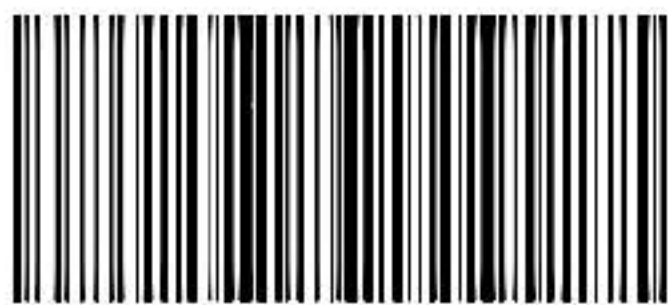
假定暴露 14 年,表 A.2 试验方法 B 的数据可以用来评估表 A.1 试验方法 B 所假定的服役环境的腐蚀性等级,有关不同的金属失重列于表 A.2。从 GB/T 19292.2—2003 给出的金属的平均腐蚀率可以估计铜、锌和碳钢的腐蚀性等级,所有的都落在腐蚀性等级 3 到 4 之间的最低三分之一内。铝的腐蚀性等级达到 4 左右。

GB/T 28416—2012/ISO 21207:2004

参 考 文 献

- [1] GB/T 19292.2—2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 腐蚀等级的指导值(ISO 9224:1992, IDT)
-

GB/T 28416—2012/ISO 21207 : 2004



GB/T 28416-2012

版权专有 侵权必究

*

书号: 155066 · 1-45663