

有色金属大气腐蚀试验方法

Non-ferrous metals atmospheric corrosion testing method

1 主题内容与适用范围

本标准规定了有色金属材料在大气条件下的腐蚀试验方法。

本标准适用于有色金属材料。

本标准不适用于室内加速腐蚀试验。

2 引用标准

GB 228 金属拉伸试验方法

3 方法原理

选择典型的大气环境进行有色金属及其合金大气腐蚀试验。对试样定期进行目视外观检查、质量损失测定、机械性能损失测定、腐蚀破坏类型显微观测、点蚀的平均和最大深度与密度测定。用以评定有色金属及其合金在大气环境下的耐蚀性能。

4 试样

4.1 试样类型

4.1.1 平板试样

平板试样尺寸 $l \times b$, mm; 150~200×100。推荐厚度 1~3 mm。

不测机械性能的试样尺寸 $l \times b \times h$, mm; 100×50×1~3。

4.1.2 不规则试样

非平板试样如管、棒、型、线、螺栓及零配件等,亦可进行试验,其尺寸可参照平板试样。

4.2 试样制备

4.2.1 试样应从同一炉批的材料上沿同一方向截取。

4.2.2 试样应采用相同的机械方法进行加工。

4.2.3 试样表面状态与实际使用相同。其表面应无机械损伤或缺陷。

4.3 试样标记

4.3.1 试样可采用打孔、挂牌、打号等方式进行标记,标记应明晰耐久。

4.3.2 标记应位于对试样性能影响小、没有功能用途和醒目的部位。

4.4 试样处理

4.4.1 试样采用溶剂汽油或有色金属清洗剂清洗。

4.4.2 清洗过的试样用无水乙醇脱水经热风吹干后,保存在干燥器中,在试验前不得用手触摸。

4.5 试样数量

4.5.1 各试验周期的平行试样应不少于三个。

4.6 对比试样和参照试样

中国有色金属工业总公司 1989-02-23 批准

1990-03-01 实施

4.6.1 对比试样

4.6.1.1 进行大气腐蚀试验的试样,每种至少要保留一个对比试样,用以对比大气腐蚀所引起的表面状态、物理和机械性能的变化。

4.6.1.2 对比试样应保存在干燥器内,或进行有效的防锈封存。

4.6.2 参照试样

4.6.2.1 对新研制的或改进的有色金属材料进行试验时,原来材料应一并进行实验,作为其耐蚀性能的参照。

4.7 试验前的试样贮存

4.7.1 试样在贮存期内,应避免机械损伤或与别的试样相互接触。

4.7.2 试样应贮存在可调温且相对湿度不高于60%的室内。不具备此条件,亦可贮存在阴凉干燥、通风良好的室内,但贮存时间应尽量短。

4.7.3 对环境敏感的试样,应存放在干燥器中或装有干燥剂的密封塑料袋中。

4.8 试样运送

需要运往外地的试样,应妥善包装,保证在运输过程中不丢失、磨损和腐蚀。

5 试验条件及装置

5.1 试验场

5.1.1 试验场的环境条件应尽可能与材料使用的典型环境条件(如工业、农村、海洋等)相一致,应长期保持相对稳定。

5.1.2 试验场应为泥土地面,开阔、平整,并有植被或草坪,草高不超过20 cm。

5.1.3 试验场周围不得有影响自然环境条件的设施,如遮挡阳光、风和雨等的建筑物和排放腐蚀性气体的设施等。

5.1.4 试验场应便于对试样定期进行检查和对环境因素的测量。

5.1.5 试验场应设置必要的气象和环境因素测量仪器。

5.1.6 试验框架应耐腐蚀,对固定在其上的试样无腐蚀作用。框架应可调,除特殊要求外,框架应正面朝南放置,使试样与水平方向成45°角。框架最低部位试样与地面之间的距离应不小于0.75 m。

5.2 百叶棚

5.2.1 百叶棚应四周开窗,门窗为双层百叶式,棚顶用不透水材料制作,呈人字形。

5.2.2 试样放入百叶棚内应正面朝南与水平方向成45°角,与地面距离不小于0.5 m。

5.2.3 百叶棚之间的间距应不小于棚高的2倍。

5.2.4 金属试样与非金属试样不应混放在一个百叶棚内。

5.3 试验仓库

5.3.1 试验仓库修建在试验场内。

5.3.2 试验仓库内设置试验架,制作试验架的材料不应影响对试样的试验结果,试验仓库一般为水泥地面,经常保持干净,试验仓库的门窗不应经常开。

5.3.3 将试样放入试验仓库的试样架上,与水平方向成45°角,与地面、墙壁及房顶(天花板)的距离不小于0.5 m。

5.3.4 金属与非金属试样不应混放在同一间试验仓库内。

6 试验

6.1 试验开始时间

选在腐蚀速率最快季节,最好选在每年的潮湿、阴雨季(一般为4~5月份或9~10月份)。

6.2 试验周期

大气腐蚀试验周期推荐为1、2、5、10、20年。

6.3 试样原始记录

按照表1规定内容作试样的原始记录。

表1 大气腐蚀试验原始记录

供样单位		样品数量	
样品编号		样品规格	
表面状态		标记方式	
材料名称		材料牌号	
材料规格		出厂状态	
生产厂		炉批号	
投试地点		投试日期	
出厂成分, %			
复验成分, %			
机械性能	试验前测定值	试验后测定值	损失, %
抗拉强度, N/mm ²			
延伸率, %			
备 注			

6.4 试样放置

- 6.4.1 试样用绝缘材料(陶瓷、塑料)制作的夹具,牢固地固定在试验框架上,其接触面积应尽量小。
- 6.4.2 试样的腐蚀产物及雨水不能从一个试样的表面落在另一个试样的表面上。
- 6.4.3 按照试样的批号、组号和分号,由左至右、由上至下,依次投放并绘制出试样位置图。
- 6.5 试验环境因素的测试与记录

按照表2规定的内容测试与记录。

表2 大气腐蚀试验环境因素

环 境 因 素	单 位	测量类型和数量	结 果 表 示
空气温度	°C	连续测量或至少每天三次	月平均和年平均值
当温度>0°C,相对湿度 >80%时计算所得的时间	h		月和年的总时数
相对湿度 沉降物	% mg/m ³ ·d	连续测量或至少每天三次 每月一次	月平均和年平均值 月平均和年平均值
空气污染: SO ₂ 、NH ₃ 、H ₂ S、NO ₂ 、HCl 浓度 或: SO ₂ 、NH ₃ 、Cl ⁻ 沉降速度	mg/m ³ mg/m ³ ·d	连续测量或每月一次 连续测量或每月一次	月平均和年平均值 月平均和年平均值
雨水: pH 值 SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻ 浓度	 mg/m ³	每月一次	月平均和年平均值

6.6 试样定期检查与测定

6.6.1 定期目视检查

6.6.1.1 对试验后的试样目视检查其表面形貌、腐蚀产物分布及颜色(腐蚀类型及程度)。按表3内容记录:

表3 外观检查记录

检查日期	样品编号	正面	反面	检查人

6.6.1.2 外观检查前,可用刷子轻轻刷掉试样表面的灰尘及脏物,不得用刀具或清洗。若目视不能辨认,可用5倍放大镜观测,必要时拍彩色照片存档。

6.6.1.3 试样投放后1个月、6个月、12个月,以后按试验周期进行目视检查。

6.6.2 质量损失测定

6.6.2.1 质量损失测定按试验周期进行。

6.6.2.2 用附录A(参考件)清除腐蚀产物方法,除去试样表面腐蚀产物后,在感量0.1mg的天平上进行称量并计算,结果填入表4。

表4 质量损失测定

序号	样品编号	原质量 g	除锈后质量 g	质量损失 g	原始表面积 m ²	腐蚀率 g/m ² ·h	平均腐蚀深度 mm/a
	平均值						

6.6.2.3 腐蚀速率按公式(1)计算:

$$V = \frac{K(m_1 - m_2)}{A \cdot t \cdot \rho} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: V —— 腐蚀速率, g/m²·h;

K —— 腐蚀速率换算系数(参见附录B);

m_1 —— 腐蚀试验前试样的质量, g;

m_2 —— 腐蚀试验后除去腐蚀产物剩下的质量, g;

A —— 试样的表面积, m²;

t —— 腐蚀试验延续时间, h;

ρ —— 密度, g/cm³。

为了修正清除腐蚀产物过程中,因基体金属腐蚀溶解而造成的误差,可用一个已清除和称量过的试样,在同样方法和相同条件下重新清除和称量。原来的质量($m_1 - m_2$)减去重新清除时的质量损失($m_2 - m_3$),即为经过修正的质量损失值,经过修正后的腐蚀速率可由公式(2)得出:

$$V = \frac{K(m_1 - 2m_2 + m_3)}{A \cdot t \cdot \rho} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: m_3 —— 重新清除腐蚀产物后试样质量, g。

腐蚀速率也可用平均腐蚀深度表示,按公式(3)计算:

$$n = 8.76 \frac{V}{\rho} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: n —— 平均腐蚀深度, mm/a.

6.6.3 机械性能损失测定

6.6.3.1 机械性能按 GB 228 金属拉伸试验方法,测定抗拉强度 σ_b 和延伸率 δ % 的损失值。

6.6.3.2 抗拉强度损失百分率按公式(4)计算:

$$\sigma_b(\%) = \frac{\sigma_{b_1} - \sigma_{b_2}}{\sigma_{b_1}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: σ_{b_1} —— 腐蚀试验前原始抗拉强度值, N/mm²;

σ_{b_2} —— 腐蚀试验后抗拉强度值, N/mm²。

6.6.3.3 延伸率损失百分率按公式(5)计算:

$$\delta(\%) = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\delta_1} \times 100 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: δ_1 —— 腐蚀试验前延伸率损失值;

δ_2 —— 腐蚀试验后延伸率值。

6.6.4 腐蚀破坏类型的显微观察

6.6.4.1 切取腐蚀实验后的试样制备金相磨片时,一般不再进行侵蚀。

6.6.4.2 如需要,拍摄金相显微照片。

6.6.5 点蚀深度测定

试验过程中要记录试样表面出现腐蚀点的时间,并测其深度。

6.6.5.1 点蚀深度

用每种材料的三块平行试样正反面表面上各选 5 个最深蚀点,用千分表测量点蚀深度,分别计算出正反表面各自的平均值,填入表 5。

表 5 腐蚀后表面点蚀深度

样品编号	正面点蚀深度, mm						
	1	2	3	4	5	平均	最大
样品编号	反面点蚀深度, mm						
	1	2	3	4	5	平均	最大

取三块平行试样中 30 点蚀中最大深度值作为最大点蚀深度,填入表 5。

6.6.5.2 点蚀密度(个数/cm²)

用有机玻璃透明板,计数5个方格(cm²)中的点数,计算出3块平行试样中30个方格的平均点蚀密度,填入表6。

表6 腐蚀后表面点蚀密度

序号	样品编号	正面点蚀密度,个/cm ²					平均
		1	2	3	4	5	
序号	样品编号	反面点蚀密度,个/cm ²					平均
		1	2	3	4	5	

7 试验报告

7.1 试验报告包括如下内容

任务来源;题目令号;试验批号;试验目的;试样原始记录;试验地点;试验期间环境因素记录汇总;腐蚀试验结果;试验者。

附录 A
清除腐蚀产物方法
(参考件)

金属材料及其防护层	溶 液	温 度 ℃	时 间 min	备 注
1	2	3	4	5
铝及其铝合金(包括经化学氧化或阳极化的铝及铝合金)	铬酐(CrO_3)20 g/L 磷酸(H_3PO_4) (ρ 1.7 g/cm ³)50 mL/L	80	5~10 —	如有残余膜应在硝酸 HNO_3 (ρ 1.42 g/cm ³) 中浸泡 1 min
镁及镁合金(包括经化学氧化或阳极化的镁及镁合金)	铬酐(CrO_3)150 g/L 铬酸根(Ag_2CrO_4)10 g/L	沸腾	1	
锌及锌合金(包括铜、铜、铝的镀锌件)	氢氧化铵(NH_4OH) (ρ 0.90 g/cm ³)150 mL/L 然后浸于铬酐(CrO_3)50 g/L 硝酸根(AgNO_3)10 g/L	室温 沸腾	数分钟 15~20 s	
镍及镍合金(包括铜、铜的镀镍件)	磷酸钠(Na_3PO_4)150 g/L	沸腾	10	
铝及铝合金(包括铜的镀铝件)	乙酸(CH_3COOH)10 mL/L	沸腾	5	
铜及铜合金 镍及镍合金	盐酸(HCl)(ρ 1.19 g/cm ³) 500 mL/L 硫酸(H_2SO_4)(ρ 1.84 g/cm ³) 100 mL/L	室温 室温	1~3 1~3	
铬及铬合金	硫酸(H_2SO_4)(ρ 1.84 g/cm ³) 54 mL/L 甲醛(HCHO)10 mL/L	室温	10	
钛及钛合金	盐酸(HCl)(ρ 1.19 g/cm ³) 50 mL/L	室温		

附录 B
腐蚀速率换算常数
(参考件)

腐蚀速率可用不同单位表示。当 t 、 A 、 m 和 ρ 采用公式(1)规定单位,选用下列不同常数 K 时,能换算出不同单位表示的腐蚀速率。

腐蚀速率单位	腐蚀速率公式中常数 K
英寸/年 (ipy)	3.45×10^3
毫米/年 (mm/a)	8.76×10^4
微米/年 ($\mu\text{m/a}$)	8.76×10^7

附加说明:

本标准由中国有色金属工业总公司标准计量研究所提出。

本标准由北京有色金属研究总院负责起草。

本标准主要起草人甘株。