

ICS

中国标准文献分类号

T/CSCP

# 中国腐蚀与防护学会标准

T/CSCP 0009—2017

全国团体标准信息平台

## 金属材料大气环境暴露腐蚀试验

Atmospheric exposure corrosion tests of metallic materials

2014年1月1日发布

2018年1月1日实施

中国腐蚀与防护学会 发布

全国团体标准信息平台

# 目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验材料和数量.....	1
5 试样制备.....	1
6 试样编号和标识.....	2
7 试验前准备.....	2
8 暴露前试样的处理程序.....	2
9 试样投放与试验周期.....	3
10 试样的中间检查.....	3
11 取样及处理.....	3
12 清除腐蚀产物.....	4
13 试验结果评定.....	4
14 试验资料的保存.....	5
15 试验结束后试样的保存.....	5
16 试验报告.....	5

全国团体标准信息平台

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本标准是对中国腐蚀与防护学会 2014 年发布的 FB/T 0009—2014《金属材料大气环境暴露腐蚀试验》按团体标准的编写要求和格式进行修订。

本标准由中国腐蚀与防护学会提出并归口。

本标准主要起草单位：北京科技大学。

本标准参加起草单位：中国科学院金属研究所、武汉材料保护研究所、中国电器科学研究院有限公司、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、中国兵器工业第五九研究所、北京航空材料研究院、国营第二九八厂、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心。

本标准主要起草人：李晓刚、张三平、王振尧、韩冰、肖勇、蒋荃、张晓芸、刘建、杜翠薇、高瑾、董超芳、杨朝晖、王俊、肖葵、程学群、吴俊升、汪崧、卢琳、孙志华、刘玉军、张波、丁国清、安江峰、郑鹏华、吴军、郭春云、吐尔逊·斯拉依丁、王力。

全国团体标准信息平台

# 金属材料大气环境暴露腐蚀试验

## 1 范围

本标准规定了黑色金属和有色金属在大气中暴露试验的具体试验操作程序。

本标准适用于各种黑色金属和有色金属大气暴露腐蚀试验的现场试验。本标准未包括的大气暴露腐蚀试验的规定应执行《材料环境腐蚀试验规程 大气环境腐蚀试验通则》。

## 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 16545-2015 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除

GB/T 18590-2001 金属和合金的腐蚀点蚀的评定方法

GB/T 19292.1-2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分：分类、测定和评估

GB/T 19292.2-2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第2部分：腐蚀等级的指导值

GB/T 19292.3-2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第3部分：影响大气腐蚀性环境参数的测量

GB/T 19292.4-2003 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第4部分：用于评估腐蚀性的标准试样的腐蚀速率的测定

JB/T 10579-2006 腐蚀数据统计分析标准方法

## 3 术语和定义

GB/T 10123-2001 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 试验材料和数量

4.1 试验材料的化学成分、机械性能、冶金工艺、表面状态等资料应齐全。

4.2 试验材料是交货状态的批量生产的产品。

4.3 试样数量遵照总则部分的规定。

## 5 试样制备

5.1 取样可剪切和气割，气割边缘要去掉热影响区 20 mm ~30mm。剪切样边缘要保留 5mm~10mm 加工余量。取样时试样的纵向要垂直于轧制方向。

5.2 板状试样的尺寸为 200mm×100mm×2~6mm 或 100mm×50mm×2~6mm。

5.3 表面状态

5.3.1 碳钢和低合金钢

5.3.1.1 一般要求表面状态为磨光表面，粗糙度 Ra 为 3.2μm，根据试验需要也可选择其它的粗糙度。

5.3.1.2 根据材料的实际使用表面状态或试验要求，可选择其它表面状态，如酸洗、喷砂或带氧化皮的表面

等。

### 5.3.2 不锈钢、镍基和铁镍基合金

一般要求主试验面的状态为原轧制表面，侧边表面粗糙度 Ra 为 3.2 $\mu$ m。根据材料的实际使用表面状态或试验要求，也可为磨光表面、铸造表面等。

### 5.3.3 其他金属和合金

5.4 同一种材料的试样应同一批加工，单独放置，并有显著的材料标识。

5.5 有明显缺陷（如麻点、裂纹、划伤、分层等）的试样应淘汰不用。

5.6 打毛刺：用锉刀去掉试样边缘上的加工毛刺。在每个边缘上，锉刀顺着一个方向均匀用力。去掉毛刺后的边缘要平滑，无明显的锉痕。

## 6 试样编号和标识

6.1 试样的编号应能说明材料种类、试验站和试样号。

6.2 碳钢和低合金钢、普通不锈钢应采用钻孔标识，高耐蚀性材料也可采用打钢印标识。

## 7 试验前准备

7.1 参与试验人员应对整个试验有全面的了解，做好具体试验计划、进度安排。

7.2 提前准备试验所需要的试样架、试样袋、试剂、药品、记录本等。

## 8 暴露前试样的处理程序

### 8.1 去油污

用汽油、甲苯或丙酮等溶剂洗去表面油污。当试样表面的油污较多时，可先用棉纱、脱脂棉擦拭，再用汽油、甲苯或丙酮等清洗。对不溶解的污物要用力擦洗除去。

### 8.2 去氧化皮（或锈层）

如果试样表面有轧制氧化皮或有较多的锈，而试验要求将其去除。用 18%HCl + 2% 六次甲基四胺溶液酸洗除去。氧化皮或锈被清洗完应立即停止酸洗。在酸洗过程中，应保持整个表面酸洗均匀。冲洗干净的样品立即投入无水酒精中，然后取出吹干。

### 8.3 试样储存

去油污或酸洗后的试样应尽快置于干燥器中。进行其它程序（如称重、量尺寸）时取出，完成后立即放回干燥器。

### 8.4 接触试样

去油污或酸洗后，一切接触（拿取）试样的操作严禁用手直接接触，必须戴干净无脂的白色棉纱手套。

### 8.5 试样装袋

在进行其它程序（8.7~8.9）前，应将试样装入试样袋，试样袋上应印有试样编号、原始重量、尺寸、腐蚀后重量等条目。1 个试样 1 个袋。确定试样的编号，书写在试样袋上。

### 8.6 称重

对有测量增重、失重和腐蚀速率要求的试验，称取试样的重量。使用的天平应符合相关计量精度要求。称量后立即记录在试样袋上。试样重量由另外一人进行复验，确认无误后，将两人的数据或其平均值记录到试验原始记录本上。如两次称重数据相差较大，应再次称量核对，找出原因，确定准确数据。称重后，用气相防锈纸包覆，并在纸上标注该试样的编号。

## 8.8 量尺寸

对有测量增重、失重和腐蚀速率要求的试验，测量试样的尺寸。测量试样尺寸后，必须能计算出试样的表面积（如标准的板状试样测量长、宽、厚）。测量工具应符合相关计量精度要求。记录及复验要求同 8.7。

## 8.9 外观检查

检查试样外观，包括表面和边缘。详细记录试样表面上的所有缺陷的类型、位置和大小等。缺陷类型包括划伤、压痕、裂纹、分层、缩孔等。对有明显缺陷的试样进行拍照(用 600 万像素以上数码相机，下同)。

## 9 试样投放与试验周期

9.1 按试验预定的日期将试样装上试验架。

9.2 试样投放前，应关注近几天的天气预报，保证试样开始暴露的前三天的天气无雨、雾。

9.3 保证同一批试验的试样挂在同一试验架或临近的试验架上。

9.4 记录试样投放的日期和各试样的挂放位置。试验架、样位要有编号，试样位置与样位一一对应，并要求在微机显示。应按如下原则将试样放置并牢牢固定在暴露试验架上：

a) 禁止每件试样与会导致影响其腐蚀结果的其它试样和/或试验装置及其它一切物件有电偶接触；

b) 试样放置并固定在试验架上之后，在整个试验期内不要有雨水和腐蚀产物从某些试样或装置上滴落、流淌到另一些试样表面；

c) 试样要尽可能牢固地固定于试验架上，防止受风等外力作用掉落地面、污染或损坏试样表面；

d) 除非特殊目的（如试验、研究污染源影像作用），在我国条件下试样表面一般应朝南，且试样表面一般与地平面呈 45°。如有其它目的的专项研究内容，在网站技术组安排下，也可将试样表面与地平面呈其它角度，如呈 0°、30°、60°、90°放置，或者试样表面朝污染源放置；

e) 应保证来自各个方位的空气能在试样之间自由流通，不允许试样上方放置有遮挡阳光、雨、雪等的树枝或其它物件；

f) 试样应放置在一定高度上，避免降雨时水珠从地面溅弹到试样表面，带来偶然污染；

g) 易于安放、取出和观测。

9.5 记录暴露后初始 5 天的天气情况，包括阴、晴、湿度、温度等的详细资料。

9.6 金属材料大气腐蚀周期采用 1、2、4、8、16 年。

## 10 试样的中间检查

10.1 根据试验计划和试样投放时间，列出中间检查的具体日期。

10.2 按预定的日期进行中间检查，观察、记录每个试样的表面光泽、腐蚀产物颜色、疏密、附着牢固程度以及腐蚀破坏分布（均匀、不均匀、局部腐蚀等）等的特征变化。由于暴露样品的正、反面腐蚀条件不同，应分别表述。用下列统一术语表述，颜色——用红、橙、黄、绿、兰、白、紫、褐、灰、黑。混合颜色——用组合名词如：黄——褐；亮度——用亮、暗；浓度——用稀、浓；有光泽——具有高度反射率；半光泽——具有轻度反射率；无光泽——无反射率，但触摸有光滑感；粒状——肉眼可辨别的颗粒，手触有均匀粗糙感；麻面——粗糙，不规则的凹坑表面。

10.3 在观察记录的同时，对每种材料的典型试样进行拍照。

10.4 每月检查一次试样的牢固性，确保试样安全。

## 11 取样及处理

11.1 按预定的日期取样。

11.2 取样后，对取下的试样进行观测、记录和拍照。

11.3 根据试验计划要求收集腐蚀产物作实验室分析用。如收集疏松锈层和致密锈层做结构分析、成分分析等。

11.4 用鬃刷刷去表面疏松铁锈直至再无脱落止，表面剩下附着牢固的锈层。然后将其置于干燥器中 48 小时，取出称重，测定样品的保留锈百分率。

## 12 清除腐蚀产物

(1) 按GB/T16545-2015 《金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除》中规定的方法清除试样表面的腐蚀产物。

(2) 在酸洗过程中，应保持整个表面酸洗均匀。酸洗一定时间后从溶液中取出试样轻刷，以有助于腐蚀产物的清除。

(3) 清除腐蚀产物和后试样的储存、接触、装袋要求同8.4~8.6。

## 13 试验结果评定

### 13.1 腐蚀外观

用目视或低倍放大镜观察清除腐蚀产物后试样的上、下表面。主要记述试样（包括表面和边缘）的腐蚀形貌，包括表面腐蚀的均匀性、蚀点、蚀坑等情况的定性的描述。

### 13.2 腐蚀类型

除点蚀外，应仔细辨认晶间腐蚀、选择性腐蚀（脱成份）、沉积腐蚀、层状腐蚀等腐蚀类型。在目视难以确定腐蚀类型时，应借助于体式显微镜、金相显微镜或扫描电子显微镜等观测。

### 13.3 腐蚀速率

称取清除腐蚀产物后的试样的重量，用式（1）计算腐蚀速率：

$$V = 3.65 \times 10^3 \times (W_0 - W_T) / (S \cdot T \cdot D) \quad (1)$$

式（1）中：V——腐蚀速率，mm/a；

$W_0$ ——试验前的试样重量，g；

$W_T$ ——试验后的试样重量，g；

S——试样的总面积， $\text{cm}^2$ ；

T——试验时间，天；

D——材料的密度， $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### 13.4 点蚀

#### 13.4.1 点蚀评价指标

点蚀评价指标包括最大点蚀深度，平均点蚀深度、点蚀因子、点蚀密度。按 GB/T 18590-2001 评定。

#### 13.4.2 点蚀深度测量

一般情况下采用点蚀深度测量仪（测深规或测微计）测量点蚀深度，方法见 GB/T 18590-2001 中 4.2.3 条款。点蚀深度测量仪按中心统一要求购买或制作。

在蚀坑非常狭窄或点蚀深度测量仪的探头很难伸入蚀坑内时，采用显微法（用金相显微镜），方法见 GB/T 18590-2001 中 4.2.4 条款。

板状试样的每个主试验面测量 5 个最深的蚀坑。如试验材料有 3 个平行样，则得到 30 个蚀坑深度数据。

当一个试验面的蚀坑少于或等于 5 个时，测量所有的蚀坑深度。

#### 13.4.3 最大点蚀深度

所有平行样上测得的蚀坑深度的最大值。

#### 13.4.4 平均点蚀深度

所有平行样上测得的蚀坑深度的平均值。当有的试验面上测得的蚀坑深度少于 5 个时（3 个平行样得到蚀坑深度数据少于 30 个），应在平均点蚀深度后加括号标明蚀坑深度数据的个数，如 0.88mm (12)，表示平均点蚀深度 0.88mm，所有平行样上测得的蚀坑深度数据共 12 个。

#### 13.4.5 点蚀因子

$$\text{点蚀因子} = \text{最大点蚀深度} / \text{平均腐蚀深度} \quad (2)$$

式（2）中，平均腐蚀深度 = 腐蚀速率 × 曝露时间，腐蚀速率由失重计算，见 13.3。

#### 13.4.6 点蚀密度

采用标准图评级，见 GB/T 18590-2001 中第 5.2.1 条款。

#### 13.5 机械性能变化

当试样产生严重局部腐蚀时，应测定抗拉强度损失和延伸率的降低，并用材料原始抗拉强度和延伸率的百分数表示。其它性能变化可根据试验要求决定。

测定抗拉强度、延伸率的试样：按板状拉伸试样的标准要求，把腐蚀试验后（且已除锈）的试样加工成力学性能试样三块。按原始厚度计算试样工作段的截面积、抗拉强度。

#### 13.6 保留锈百分率

对有保留锈百分率测定要求的试样计算保留锈百分率：

$$\text{保留锈百分率} = (\text{带锈样品重} - \text{除锈后样品}) / \text{全部锈重} \times 100\% \quad (3)$$

全部锈重系以样品失重换算为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的重量。它只适用于碳钢和低合金钢，作为考察不同钢种的腐蚀产物抗蚀作用的参考数据。

### 14 试验资料的保存

试验资料包括试验材料的原始资料、执行试验程序中产生的原始（第一次出现）的资料（数据、文字、图表、照片等），要有专用的记录本、相册（数码照片输入微机），有专人负责，永久保存。

所有试验资料应输入微机，并备份副本。

### 15 试验结束后试样的保存

试验结果评定完以后，试样放入干燥器保存，在整个试验结束2年后，才可另行处理。

### 16 试验报告

16.1 报告内容按照《材料环境腐蚀试验规程 总则》和《材料环境腐蚀试验规程 大气环境腐蚀试验通则》执行。

16.2 按试验要求的格式、份数和时间提交试验报告。

#### 16.3 腐蚀评价指标与暴露时间的关系图

当取得的试验数据在 3 个周期（含 3 个周期）以上时，应分别画出各项腐蚀评价指标（如腐蚀速率、最大点蚀深度、平均点蚀深度、点蚀密度、保留锈百分率、抗拉强度损失和延伸率的降低等）与暴露时间的关系图。