

ICS

中国标准文献分类号

T/CSCP

中国腐蚀与防护行业标准

FB/T-0022-2017

全国团体标准信息平台

金属材料水环境腐蚀试验

Corrosion tests of metallic materials in aqueous environment

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.....	1
5 试样制备.....	1
6 试验前准备.....	2
7 暴露前试样的处理程序.....	2
8 试样上架.....	3
9 试样的中间检查.....	3
10 取样及处理.....	4
11 清除腐蚀产物.....	4
12 结果评定.....	4
13 试验资料的保存.....	5
14 试样的保存.....	6
15 试验报告.....	6

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 0022—2014《金属材料水环境腐蚀试验》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、钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所、钢铁研究总院舟山海洋腐蚀研究所、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、水利部水工金属结构质量检验检测中心、中国建筑材料科学研究总院、北京有色金属研究院。

本标准主要起草人：李晓刚、韩冰、杨朝晖、郑玉贵、姜胜利、黄桂桥、李文军、蒋荃、周学杰、郭为民、金威贤、任润桃、高瑾、张小阳、赵月红、杜翠薇、王占华、董超芳、吴俊升、肖葵、刘玉军、程学群、卢琳。

全国团体标准信息平台

金属材料水环境腐蚀试验

1 范围

本标准规定了金属材料在水环境中暴露腐蚀试验的具体试验操作程序，适用于各种黑色金属和有色金属材料在海水和淡水环境中的腐蚀试验及结果评定。

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，仅所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 1654-2015 金属和合金的腐蚀 腐蚀试样上腐蚀产物的清除
- GB/T 5776-2005 金属和合金的腐蚀 金属和合金在表面海水中暴露和评定导则
- GB/T 6384-2008 船舶及海洋工程用金属材料在天然环境中的海水腐蚀试验方法
- JB/T 8424-2001 金属覆盖层和有机涂层天然海水腐蚀试验方法
- GB/T 12763-2007 海洋调查规范等标准
- GB/T 18590-2001 金属和合金的腐蚀点蚀的评定方法
- 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

- (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；
- (2) 试验材料应是供货状态的批量生产的产品；
- (3) 生产厂家应是大型企业，试验材料能代表国内同类产品的水平。

5 试样制备

5.1 切割取样

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

5.2 试样尺寸

板状试样推荐的尺寸为：碳钢、低合金钢和普通不锈钢200mm×100mm×6~8mm，高耐蚀性不锈钢以及镍基、铁镍基合金和有色金属为200mm×100mm×2~6mm。

5.3 表面状态

5.3.1 碳钢、低合金钢：一般要求表面状态为磨光表面，粗糙度 Ra 为 3.2 μ m，根据试验需要也可选择其它粗糙度。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、铁镍基合金和有色金属：一般要求主试验面的表面状态为原轧制表面，侧边表面的粗

糙度 R_a 为 $3.2\mu\text{m}$ 。也可根据材料的实际使用表面状态或试验要求而定，如磨光表面、铸造表面等。

5.4 钻固定孔

200mm×100mm的板状试样钻两个固定用的孔，直径 $12\pm 0.2\text{mm}$ 。中心距140mm，固定孔位置如图1所示。

5.5 其他

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。

有明显缺陷（如麻点、裂纹、划伤、分层等）的试样淘汰不用。

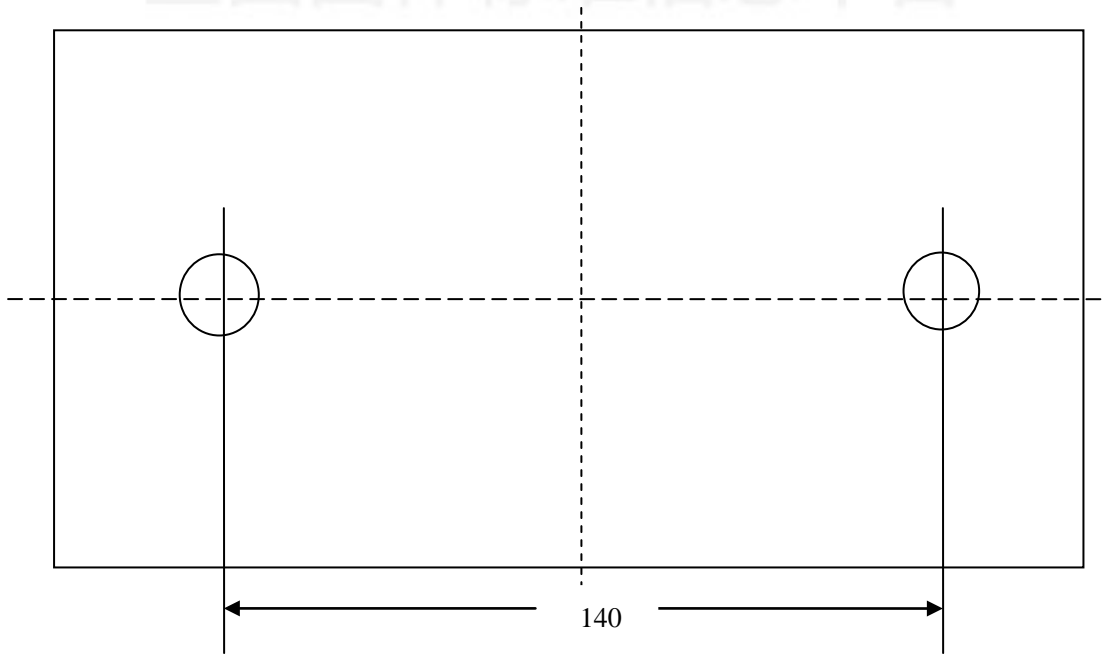


图1 板状试样固定孔位置示意图

6 试验前准备

6.1 试样标识与编号

试样编号应包含试验地点、试验条件、材料、平行试样号、周期等信息。一般碳钢、低合金钢和普通不锈钢采用钻孔标识，高耐蚀性材料采用钻孔和打钢印标识

6.2 试验准备

对整个试验有全面的了解。做好具体试验计划、进度安排。

提前准备试验所需要的试样架、试样袋、试剂、药品、记录本等。

7 暴露前试样的处理程序

7.1 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。

7.2 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。

7.3 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。

7.4 试样储存

去油污或酸洗后的试样尽快置于干燥器中。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。

7.5 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。

7.6 试样装袋

在进行其它程序（7.7~7.9）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。

7.7 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。

7.8 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7.7。

7.9 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(用数码相机，300万像素以上，下同)。

8 试样上架

- (1) 按预定的试验日期将试样装上试验架。记录试样上架试验的日期。
- (2) 试样安放应符合相关的要求。
- (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。
- (4) 记录各试样的挂放位置。试验架样位要有编号，试样位置与样位一一对应。
- (5) 在固定金属试样时，使用特殊的垫片可避免垫片下的缝隙腐蚀。具体的形状可选择三凸点式垫片。

9 试样的中间检查

- (1) 根据试验计划和试样上架时间，列出中间检查的具体日期。
- (2) 按预定的日期进行中间检查，观察、记录每个试样的腐蚀产物（包括覆盖面积、厚度、颜色、脱落等）和生物附着（包括大型生物污损面积、厚度、主要种类等）情况。同时对每种材料的典型试样进行拍照。
- (3) 定期检查试样的牢固性，确保试样安全。

(4) 遇特殊情况（如台风、风暴潮、洪水等），应及时检查并采取防护措施，以确保试样安全。同时记录对试样造成的影响。

(5) 一旦试样丢失，无论是由于天灾还是人为造成的，都应该及时记录好报告，不允许隐瞒。

(6) 在暴露时间和保留试样数目都允许的情况下，应及时将损失的试样重新投放。损失的时间可根据情况，通过延长项目执行时间来解决。一般情况下，可将丢失试样指定为短时间段试样，以便保证在项目结束时，尽可能的将试样全部收回。

10 取样及处理

(1) 按预定的日期取样。

(2) 取样后，对取下的每个试样进行观测、记录和拍照。对试样的拍照，可分为多片合照，以及单片重点照。所取试样比较多时，多片试样合照要注意相互对比。而单片试样的照片，需要与现场新发现的现象很好的结合，对特殊腐蚀试片及特殊腐蚀部位进行放大照相，以便作为随后验证实验的根据。

(3) 根据试验要求收集腐蚀产物作实验室分析用。如收集外锈和内锈层做结构分析、成分分析等。

(4) 用塑料或木制的刮板去除海生物和锈层。刮除海生物和疏松锈层时，不要擦伤试样。记录海生物和锈层的附着力情况。对铝合金、钛合金，海生物附着比较严重，使用一般的方法不能刮除，可用木槌敲打。铜合金有不同的脱成分腐蚀的倾向，有些铝合金有较强的晶间腐蚀敏感性，都需要通过机械性能损失来对材料的腐蚀结果作出全面评价。

(5) 记录内锈层的厚度、颜色、附着力等情况。

11 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7.4~7.6。

12 结果评定

12.1 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。

12.2 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，应借助于实体显微镜、金相显微镜或扫描电子显微镜等观测。

12.3 腐蚀速率

腐蚀速率用下式计算：

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

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， cm^2 ；

T——试验时间，day；D——材料的密度， g/cm^3 。

12.4 点蚀

12.4.1 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。

12.4.2 点蚀深度测量

12.4.2.1 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。

12.4.2.2 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。

12.4.2.3 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。

12.4.3 最大点蚀深度

所有平行样上测得的蚀坑深度的最大值。

12.4.4 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共12个。

12.4.5 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×暴露时间,腐蚀速率由失重计算,见12.3。

12.4.6 点蚀密度

采用标准图评级,见GB/T 18590-2001 中第5.2.1条款。

12.5 缝隙腐蚀

12.5.1 在水环境中暴露试样时,由于固定试样的夹具(如塑料垫片、隔套等)与试样表面会形成缝隙(一个板状试样有4个缝隙)。尽管这些缝隙的大小较难控制,但它引起的缝隙腐蚀对评价材料的耐蚀性仍有参考价值。

12.5.2 测量缝隙腐蚀深度的方法同12.4.2。每个试样测量1个最深的缝隙腐蚀坑。

12.5.3 最大缝隙腐蚀深度

所有平行样上测得的缝隙腐蚀坑深度的最大值。它作为评价材料耐蚀性的指标之一。

12.6 机械性能变化

当试样产生严重局部腐蚀(如坑蚀)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后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。

12.7 腐蚀评价指标与时间关系

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。

13 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。

14 试样的保存

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。

15 试验报告

- (1) 根据试验目的和要求等约定撰写试验报告报告；
 - (2) 按约定的格式、份数和时间提交试验报告；
 - (3) 试验报告中应包括异常现象及其通过验证试验而作的合理解释。
-