



团体标准

T/CSTM 00046.3-2018/T/CSCP 0035.3-2017

全国团体标准信息平台

低合金结构钢腐蚀试验 第3部分：模拟海洋环境腐蚀试验

Corrosion test of low alloy structure steels --
Part 3: Corrosion tests in simulated marine environment

2018-10-16 发布

2019-01-01 实施

中关村材料试验技术联盟 发布

前 言

T/CSTM 00046/T/CSCP 0035 《低合金结构钢腐蚀试验》分为如下 19 个部分：

- 第 1 部分： 总则
- 第 2 部分： 模拟气氛腐蚀试验
- 第 3 部分： 模拟海洋环境腐蚀试验
- 第 4 部分： 模拟土壤环境腐蚀试验
- 第 5 部分： 盐雾环境腐蚀试验
- 第 6 部分： 模拟干湿交替环境腐蚀试验
- 第 7 部分： 模拟微生物腐蚀试验
- 第 8 部分： 均匀腐蚀全浸试验方法
- 第 9 部分： 点腐蚀试验方法
- 第 10 部分： 缝隙腐蚀试验方法
- 第 11 部分： 晶间腐蚀试验方法
- 第 12 部分： 电偶腐蚀试验方法
- 第 13 部分： 应力腐蚀试验方法
- 第 14 部分： 疲劳腐蚀试验方法
- 第 15 部分： 腐蚀电化学试验方法
- 第 16 部分： 微区腐蚀电化学试验方法导则
- 第 17 部分： 腐蚀产物分析方法导则
- 第 18 部分： 腐蚀产物清除方法
- 第 19 部分： 腐蚀微观形貌观察分析方法

本部分为第 3 部分，是对 T/CSCP 0035.3-2017 《低合金结构钢实验室腐蚀试验 第 3 部分：低合金结构钢在模拟海水中腐蚀试验的一般规程》标准进行共同修订后，联合发布的标准。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会（CSTM）和中国腐蚀与防护学会（CSCP）共同提出。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会综合标准领域委员会（CSTM/FC 99）归口。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及如下 5 项与腐蚀试验设备或技术相关专利的使用。专利申请号及名称如下：

序号	专利申请号	专利名称
1	200910077935.9	一种海洋腐蚀模拟加速试验装置
2	201010033689.X	一种用于测试材料在模拟深海环境腐蚀性能的实验装置
3	201010585794.4	固态Ag/AgCl电极芯、其制备方法及应用
4	CN201310215703.1	一种测试薄液膜厚度的装置
5	CN201310062678.8	一种简便快速电化学测试的装置

本文件的发布机构对上述专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

上述专利持有人已向本文件的发布机构保证，愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。上述专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案，相关信息可以通过以下联系方式获得：

联系人：刘智勇

通讯地址：北京市海淀区学院路30号北京科技大学腐蚀楼513

邮政编码：100083

电子邮件：bkdcxq@126.com

电话：010-62333931-513

传真：010-62334300

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

低合金结构钢腐蚀试验 第3部分：模拟海洋环境腐蚀试验

1 范围

本部分规定了低合金结构钢在模拟海洋环境中腐蚀试验的分类、试验方案制定、试样要求、试验流程和试验报告。

本部分适用于低合金结构钢使用人工海水模拟海洋环境的飞溅、潮差区、全浸区和深海区的腐蚀试验。

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。

- T/CSTM 00046.6/T/CSCP 00035.5 低合金结构钢腐蚀试验 第6部分：模拟干湿交替环境腐蚀试验
 T/CSTM 00046.8/T/CSCP 00035.8 低合金结构钢腐蚀试验 第8部分：均匀腐蚀全浸试验方法
 T/CSTM 00046.9/T/CSCP 00035.9 低合金结构钢腐蚀试验 第9部分：点腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.10/T/CSCP 00035.10 低合金结构钢腐蚀试验 第10部分：缝隙腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.11/T/CSCP 00035.11 低合金结构钢腐蚀试验 第11部分：晶间腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.12/T/CSCP 00035.12 低合金结构钢腐蚀试验 第12部分：电偶腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.13/T/CSCP 00035.13 低合金结构钢腐蚀试验 第13部分：应力腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.14/T/CSCP 00035.14 低合金结构钢腐蚀试验 第14部分：疲劳腐蚀试验方法
 T/CSTM 00046.17/T/CSCP 00035.17 低合金结构钢腐蚀试验 第17部分：腐蚀产物分析方法导则
 T/CSTM 00046.18/T/CSCP 00035.18 低合金结构钢腐蚀试验 第18部分：腐蚀产物清除方法
 T/CSTM 00046.19/T/CSCP 00035.19 低合金结构钢腐蚀试验 第19部分：腐蚀微观形貌观察分析方法

3 试验分类

在有影响低合金结构钢腐蚀进程的强化因素存在的海洋环境中进行的实验室试验，低合金钢模拟海水腐蚀试验：包括人造海水的飞溅区、潮差区、全浸区和深海区的腐蚀试验。

- a) 模拟海水飞溅区腐蚀试验：属于干湿交替海洋环境，按 T/CSTM 00046.6/T/CSCP 00035.5 进行试验。
- b) 模拟海水潮差区腐蚀试验：属于干湿交替海洋环境，按 T/CSTM 00046.6/T/CSCP 00035.5 进行试验。
- c) 模拟海水全浸区腐蚀试验：按 T/CSTM 00046.8/T/CSCP 00035.8 进行试验。
- d) 模拟海水深海区腐蚀试验：将 300m 以下的水定义为深海，通常深海的模拟条件为 2℃~4℃，氧含量为 2ppm~4ppm，压力增加 1MPa 相当于 100m 深度。

4 试验方案

4.1 人工海水成分

人工海水配方 (pH 值为 8.2) 可参见表 1。该人工海水可用于模拟低合金结构钢在海洋环境中的实验室测试。

表1 模拟海水的化学成分 (g/L)

NaCl	MgCl ₂	Na ₂ SO ₄	CaCl ₂	KCl	NaHCO ₃	KBr	H ₃ BO ₃	SrCl ₂	NaF
24.53	5.20	4.09	1.16	0.695	0.201	0.101	0.027	0.025	0.003

注：本模拟方案缺乏有机物，悬浮物和海洋生物，实验室测试获得的结果可能不符合自然测试条件下所得到的结果，特别是在涉及速度，盐气氛或有机成分影响的情况下。

4.2 海洋环境的选择与确定

根据低合金结构钢在海洋环境中的服役位置，确定是采用海水飞溅、潮差区、全浸区和还是深海区的腐蚀试验条件，试验温度除深海区腐蚀试验外，若无模拟服役条件需要，均可以采用室温。建立深海的实验室模拟环境时，需考虑 pH、含氧量、含盐量和温度等因素，以南海为例，具体环境参数见附表 A.1。

4.3 试样方法

操作条件、总的试验时间、试样的位置和可能的移置、试验中试样取出和检查的频率、取出试样的数量和对比试样的数量。

4.4 试验结果的评定标准

低合金结构钢在海洋腐蚀环境中的腐蚀经常是均匀腐蚀与点蚀同时出现，试验结果应采用以上两种方法同时评定，具体方法可按 T/CSTM 00046.8/T/CSCP 00035.8 和 T/CSTM 00046.10/T/CSCP 00035.10 要求进行。

5 试样要求

5.1 针对不同的实验方法，试验都必须采用相同制备方法和具有相同形状、尺寸和表面粗糙度的试样。

5.2 试样的形状和尺寸应根据所选用的试验方法和试验结果的评定标准和方法来选定。试样的厚度在 0.5mm~3mm 之间，需在实验中保证试样不发生形变。对于其形状不会使试验结果评定发生困难的制成品或部件，必要时也可作为试验试样。为了排除不规则形状的影响，试验试样的总面积应大于 25cm²，特殊试验要求的小面积试样时，应做出说明。测量试样尺寸时，试样的长度和宽度精确到 0.05mm，厚度精确到 0.02mm。

5.3 试样表面粗糙度的规定，试验前一般规定低合金钢试样表面状态为磨光表面，粗糙度 Ra 小于等于 3.2μm (相当于 600# 砂纸或砂纸粒度小于等于 14μm)，也可采用其他方法加工 (如机械磨、铣等)，打磨加工应防止试样过热。采用丙酮清除表面尘埃、油或影响试验结果的其他外来物质，采用无水乙醇脱水，建议在烘箱中 60℃ 烘干或用吹风机吹干。以质量变化评定腐蚀行为，测量试样表面积，将试样应在含适当干燥剂的干燥器中存放 24h 后称重：质量 ≤200g 的试样，精确到 0.001g；质量 >200g 的试样，精确到 0.01g。试样的表面应无明显缺陷，如划痕、夹杂物、裂纹、针孔、孔隙。切边应无毛刺。试样如需悬挂，允许在距试样边缘 10 mm~15 mm 上钻孔，孔径应小于 4mm。

5.4 在制备具有焊缝的试样时，其焊缝应位于试样的中部，且平行于试样的最长边。

5.5 试样要做标记：标记应在整个试验周期内清晰、耐久，且应对试验结果无影响。试样的其他原始特

征应根据所选用的试验结果评定标准来确定。

5.6 对比试样用来与取出的试样作对比，对比试样应在整个试验周期内都存放于防腐蚀条件下。该防腐蚀条件应在试验方案中予以规定。

5.7 试样数量取决于试验的总时间、试验过程中试样取出和检查的频率及试验方案中规定的试验试样的数量和对比试样的数量。平行试验的试样不得少于三个；至少应有一个对比试样。

6 试验流程

6.1 试验条件

试验过程中，应按时更换溶液，定时检查试样固定是否牢固，检查时需避免试样损伤，全浸试样出水时间不能超过 0.5 h；注意观察设备与人造海水参数的变化，包括温度、盐度、电导率、pH 值等。

6.2 试样在试验箱中的放置

试验箱的每立方米容积内容纳的试样总面积不应超过 0.75m^2 。试样垂直于水平面摆放，试样的摆放应不致使彼此间发生保护作用而抵消环境的影响；试样与夹具的接触面积尽可能小；夹具不应导致电偶效应或试样污染，应必须选用惰性材料制造。试样应固定紧，不晃动。固定试样的绝缘体下容易发生缝隙腐蚀，应尽量避免。

6.2.1 飞溅区腐蚀试样：应放置在试验箱内腐蚀环境符合试验条件所规定的全部参数的区域，不允许冷凝的液珠和试验溶液从箱的上部或上部的试样上滴落到下面的试样上。

6.2.2 潮差区腐蚀试样：试样之间的距离一般要求在 20 mm 以上。

6.2.3 全浸和深海区腐蚀试样：试样之间的距离一般要求在 10 mm 以上，

6.3 试验持续时间

6.3.1 试验的总时间取决于试验目的、受试低合金结构钢的特点以及所选择的对腐蚀行为的评价标准和方法。推荐的试验周期：初次开箱的时间为 8h，第二次开箱的时间为 48h 以上。

6.3.2 应在所有规定的运行条件都符合时再将试样放入试验箱，并从此刻开始记录试验持续时间。

6.3.3 试验被迫中断及定期检查和取出试样的时间，不应计算在试验暴露期内。

6.4 试样取出和检查的频率

根据试验方案，在试验期间所有试样都应被检查，其中有些应被取出；定期检查时应从箱内取出试样，检查后再放回原处继续试验，检查时应避免损伤试样；试验结束后，经试验的试样应立即存放于有干燥剂的干燥器内，防止试样发生进一步腐蚀。

6.5 试验后试样的处理

6.5.1 均匀腐蚀速率，根据试样前后重量的变化，计算平均腐蚀减薄速率，单位为 mm/a。

6.5.2 腐蚀试验按 T/CSTM 00046.8/T/CSCP 00035.8、T/CSTM 00046.17/T/CSCP 00035.17、T/CSTM 00046.18/T/CSCP 00035.18 和 T/CSTM 00046.19/T/CSCP 00035.19 执行。

6.5.3 局部腐蚀深度，包括平均局部腐蚀深度和最大局部腐蚀深度，以 mm 表示局部腐蚀试验按 T/CSTM 00046.9/T/CSCP 00035.9、T/CSTM 00046.10/T/CSCP 00035.10、T/CSTM 00046.11/T/CSCP 00035.11、T/CSTM 00046.12/T/CSCP 00035.12、T/CSTM 00046.13/T/CSCP 00035.13 和 T/CSTM 00046.14/T/CSCP 00035.14 执行。

7 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 试验目的;
- b) 试验方法, 包括对腐蚀环境的化学成分和试验运行条件的说明;
- c) 试样的标识及描绘 (化学成分, 显微组织 (金相), 形状和尺寸, 处理方法);
- d) 经试验试样的已知特征;
- e) 试验曝露期;
- f) 试验持续时间及试验循环次数;
- g) 试验中试样的放置方法和固定试样所采用的材料;

经试验的试样表面腐蚀变化的评定结果, 包括定性和定量的评定。尽可能附上试验试样的照片。其他数据是否写入试验报告, 取决于试验方法和目的, 以及所选用试验结果的评定判据。

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

附录 A

(资料性附录)

实验室模拟南海深海环境因素控制表

A.1 实验室模拟南海深海环境因素控制见表 A.1。

表 A.1 实验室模拟南海深海环境因素控制表

深度/m	温度/°C	溶氧量/mg L ⁻¹	pH	盐度/%	静水压力/MPa
0	>21	>6.28	7.4-8.0	3.43-3.44	0.1
800	5-6	2.47-3.20	7.4-8.0	3.44-3.45	8
1200	3-4	2.66-3.57	7.4-8.0	3.45-3.46	12
1600	3-4	2.66-3.57	7.4-8.0	3.45-3.46	16

附录 B
(资料性附录)

本部分主要起草单位：北京科技大学。

本部分参加起草单位：南京钢铁股份有限公司、鞍山钢铁集团有限公司、首钢集团有限公司、宝武钢铁集团有限公司、钢铁研究总院、中国科学院金属研究所、国标（北京）检验认证有限公司、武汉材料保护研究所、钢研纳克检测技术股份有限公司等单位起草。

本部分主要起草人：李晓刚、赵柏杰、王长顺、杨建炜、韩冰、程学群、刘智勇、黄运华、吴俊升、陈林恒、王炜、陈义庆、张波、董俊华、张三平、马通达、吴军、范益、张达威、王蓬、杜翠薇、王洋、赵晋斌、肖葵、董超芳、卢琳、高瑾、刘超、马菱薇、马宏驰、汪崧、杨颖、樊志罡、于栋。

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

参 考 文 献

- [1] ASTM D1141-98 人造海水制备的标准技术规程

全国团体标准信息平台

CSTM标准公布使用

全国团体标准信息平台