ICS 47.020.05
CCS A 29

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15748—2025
代替 GB/T 15748—2013

# 船用金属材料电偶腐蚀试验方法

**The method of galvanic corrosion test for metallic ship meterials**

2025-08-29 发布　　2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

# 前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 15748—2013《船用金属材料电偶腐蚀试验方法》，与GB/T 15748—2013相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 增加了部分试验装置及技术要求（见第4章）；

b) 增加了实海环境条件（见第6章）；

c) 增加了实验室条件下测试设备使用方法（见7.2）；

d) 增加了实海环境条件下试验步骤，增加了参比电极固定位置（见7.3）；

e) 更改了试样安装方式（见7.3，2013年版的6.2）；

f) 增加了实海环境条件下测试要求（见7.4）；

g) 更改了平均电偶腐蚀速度的计算（见8.2，2013年版的7.2）；

h) 增加了腐蚀形貌观察（见8.4）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国海洋船标准化技术委员会（SAC/TC 12）提出并归口。

本文件起草单位：洛阳船舶材料研究所（中国船舶集团有限公司第七二五研究所）。

本文件主要起草人：张彭辉、郭为民、彭文山、丁康康、刘少通、范林、程文华、孙明先、蔺存国、许立坤、侯健、刘广义、马力、邢少华、郑国华、刘钊慧。

本文件于1995年首次发布，2013年第一次修订，本次为第二次修订。

# 船用金属材料电偶腐蚀试验方法

## 1 范围

本文件描述了船用金属材料电偶腐蚀试验方法。

本文件适用于实验室条件下两种不同金属在人造海水、天然海水或质量百分比浓度为3.5%的氯化钠溶液中以及实海环境中电连接状态下的电偶腐蚀试验。海洋工程和其他工业设备用金属材料电偶腐蚀试验参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

GB/T 6384 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

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 术语

GB/T 42672 金属和合金的腐蚀 表层海水暴露试验环境因素监测方法

## 3 术语和定义

GB/T 10123界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 试验设备

4.1 试验设备主要包括:零阻电流表和高精度万用表,或电偶腐蚀测量仪,或电化学工作站;参比电极;电子天平;高分辨率相机和显微镜;实验室条件下测试装置还包括恒温水浴装置和玻璃容器;实海环境条件下测试装置还包括多参数水质分析仪。

4.2 零阻电流表:最小量程不大于0.1 μA,测量精度能达到±1%。

4.3 高精度万用表:最小量程不大于0.1 mV,测量精度能达到±1%。

4.4 电偶腐蚀测量仪或电化学工作站:最小量程及测量精度同零阻电流表和高精度万用表,且具有自动连续测量功能,定时测量最小间隔小于1 h。

4.5 参比电极:电位波动小于5 mV,使用前需经校准,试验过程中电位稳定。

4.6 电子天平:测量精度不小于0.1 mg。

4.7 相机:分辨率1 920×1 080像素及以上。

4.8 显微镜:放大倍数在100倍及以上。

4.9 恒温水浴装置:可控制温度在35 ℃,精度0.5 ℃。

4.10 多参数水质分析仪:技术参数和性能特性等符合GB/T 42672的规定。

4.11 玻璃容器。

## 5 试验样品

5.1 试样尺寸宜为 100 mm×30 mm，厚度为 2 mm～4 mm。若有特殊要求，试样也可为其他尺寸。

5.2 试样宜采用机械加工方法制备，表面粗糙度应符合 GB/T 1031 的规定，$Ra$ 最大允许值为 3.2 μm。试样应按照 GB/T 6384 的规定除净油污并烘干。

5.3 偶对平行试样应至少 3 个，同时应有至少 3 个未偶联的对比试样。

5.4 在试样一端进行标记，可采用打标记孔或钢字头打号进行标记。

## 6 试验条件

6.1 实验室条件下，试验溶液为天然海水、人造海水(见附录 A)或者 pH 值 7～8 的浓度为 3.5%(质量分数)氯化钠溶液。人造海水和氯化钠溶液由分析纯试剂和蒸馏水(或去离子水)配制而成。天然海水应在沉淀或过滤后作为试验溶液，并在试验开始前测量记录天然海水的盐度和 pH 值。实海环境条件下，试验开始前按照 GB/T 42672 的规定测量试验地点的海水盐度和 pH 值。

6.2 实验室条件下，试验时溶液温度宜为 35 ℃±2 ℃。实海环境条件下，试验时温度为天然海水温度，海水温度按照 GB/T 42672 的规定进行测量。

6.3 试验周期宜为 15 d，也可根据需要协商确定。

6.4 实验室条件下，试验溶液成分、试验温度也可根据需要协商确定。

## 7 试验步骤

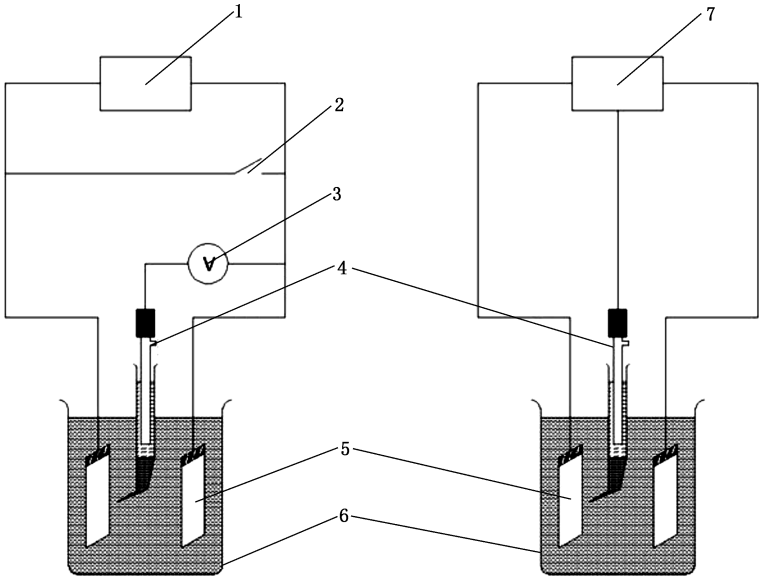
7.1 试验前和试验后称量试样质量，精确至 0.1 mg。

7.2 试验电偶阴极和阳极面积比宜尽量与使用状态一致，也可通过改变阴极和阳极上涂料涂封区面积来调节阴极/阳极的面积比进行试验。导线与试样连接部位涂封，确保绝缘。可选用环氧密封材料或硅橡胶涂封，涂封时确保涂层与试样基体之间没有缝隙。

7.3 将不同金属试样分别配成偶对，每一偶对的两个试样工作面相对，平行放置，为便于比较不同材料的电偶腐蚀性能，试样的形状和尺寸、偶对间距、试验条件宜保持一致。若试样面积不同，则应保证两个试样水平中心线在同一高度。根据不同的试验条件分别进行测试，具体分为以下两方面。

a) 实验室条件下，将配好的偶对放入玻璃容器中，加入试验溶液，置于加热的恒温水浴中，试验溶液体积与偶对最大试样面积比不小于 20 mL/cm$^2$，两试样之间的距离宜为 30 mm，每一组平行样之间的距离保持恒定。每一个玻璃容器中放置一组偶对。按图 1 电连接偶对，测试设备可采用零阻电流表和高精度万用表，或具有自动连续测试功能的电偶腐蚀测量仪，或电化学工作站。参比电极选用带盐桥的饱和甘汞电极，电极位置与偶对中心点位于同一水平面，且尽量靠近偶对阳极试样。对比试样在同样条件下同时进行未偶联状态下的腐蚀试验。

b) 实海环境条件下，将配好的偶对固定在试验地点的海水全浸区，保证试验样品始终处于最低潮位以下，两试样之间的距离宜为 30 mm，每一组平行样之间的距离保持恒定，按图 2 电连接偶对。参比电极选用 Ag/AgCl 电极，参比电极位置与偶对中心点位于同一水平面，且尽量靠近偶对阳极试样。可采用定制的试验框架固定试样和电极位置，框架应保证海水畅通，同时应降低海水泥沙或异物对电极的影响。宜选用高分子材料制作框架。测量仪器选用电偶腐蚀测量仪或电化学工作站，可自动、连续监测。对比试样在同样条件下同时进行未偶联状态下的腐蚀试验。




a）　　b）

标引序号说明：

1——零阻电流表；

2——开关；

3——高精度万用表；

4——参比电极；

5——试样；

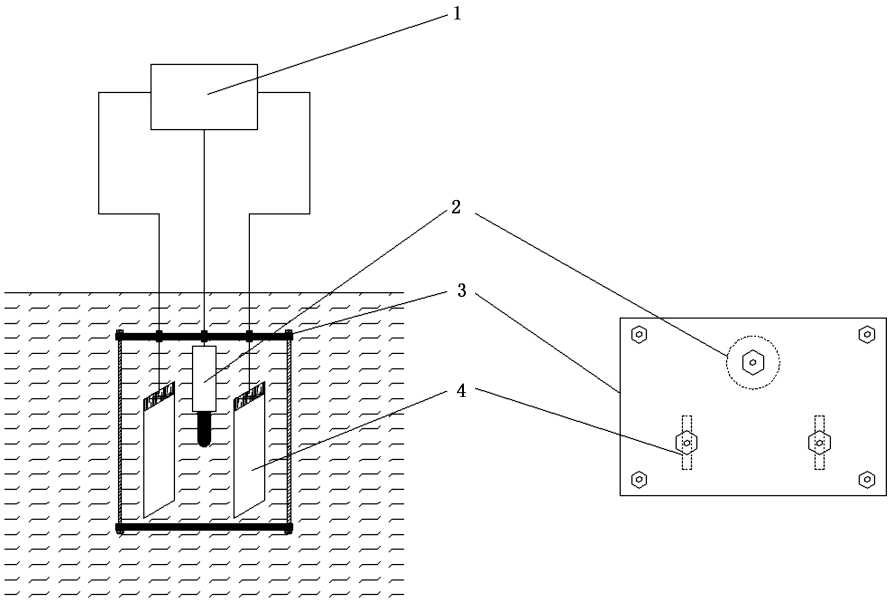
6——玻璃烧杯；

7——具有自动连续测试功能的电偶腐蚀测量仪或电化学工作站。

注 1：图 1a)采用零阻电流表和高精度万用表进行测量。

注 2：图 1b)采用具有自动连续测试功能的电偶腐蚀测量仪或电化学工作站进行测量。

**图 1　实验室条件下电偶对配置及电连接**




标引序号说明：

1——具有自动连续测试功能的电偶腐蚀测量仪或电化学工作站；

2——参比电极；

3——试样固定框架；

4——试样。

**图 2　实海环境条件下电偶对配置及电连接**

7.4　实验室条件下，测试设备采用零阻电流表和高精度万用表时，在历经 1 h、4 h、8 h、24 h 试验时，测量偶联试样的电偶电位和电偶电流，同时测量对比试样的腐蚀电位。至 24 h 后，测量次数改为每日上午、下午的某一固定时间各 1 次。采用自动连续测试功能的电偶腐蚀测量仪或电化学工作站时，测试频率宜为每小时 1 次。试验过程中注意向试验溶液中添加蒸馏水或去离子水，使溶液液面与原始液面高度保持一致。实海环境条件下，由电偶腐蚀测量仪或电化学工作站进行连续测量，测试频率宜为每小时 1 次，并采用多参数水质分析仪同步进行试验温度的测量。

7.5　试验期间，保持偶联试样始终处于电连接状态。为此，实验室条件下，采用零阻电流表和高精度万用表进行测试时，试验期间将图 1 中的开关闭合；测量电偶电流时，断开开关；每次测量结束后，闭合开关。

7.6　测量以上参数，电偶电位的测量精确到 1 mV，电偶电流的测量精确到 1 μA。

7.7　试验结束后取出试样，使用高分辨率相机拍摄记录试样腐蚀形貌。按 GB/T 6384 的规定清除腐蚀产物，并除尽涂封层，烘干试样，肉眼观察记录试样表面形貌和使用高分辨率相机拍摄记录，然后采用显微镜进行微观形貌观察和记录。

## 8　试验结果评定

8.1　将电偶电位和电偶电流测量结果绘制成电偶电位-时间曲线和电偶电流密度-时间曲线，以便了解电偶腐蚀程度的变化过程和某一瞬时的电偶腐蚀程度。

8.2　平均电偶腐蚀速度按公式(1)计算：

$$K_C = \frac{(W_{C0} - W_{Ct}) - (W_0 - W_t)}{S \times t} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：

$K_C$ ——平均电偶腐蚀速度的数值，单位为克每平方米小时[g/(m² · h)]；

$W_{C0}$ ——阳极组元偶联试样试验前质量的数值，单位为克(g)；

$W_{Ct}$ ——阳极组元偶联试样试验后质量的数值，单位为克(g)；

$W_0$ ——阳极组元对比试样试验前质量的数值，单位为克(g)；

$W_t$ ——阳极组元对比试样试验后质量的数值，单位为克(g)；

$S$ ——阳极组元试样试验表面积的数值，单位为平方米(m²)；

$t$ ——试验时间，单位为小时(h)。

8.3 电偶腐蚀系数按公式(2)计算：

$$P_C = \frac{K_C}{K} \times 100 \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

$P_C$ ——电偶腐蚀系数；

$K$ ——阳极组元对比试样平均腐蚀速度的数值，单位为克每平方米小时[g/(m² · h)]，按公式(3)计算。

$$K = \frac{W_0 - W_t}{S \times t} \qquad \cdots\cdots(3)$$

8.4 观察腐蚀形貌照片，描述腐蚀特征。

## 9 试验报告

试验报告应至少包括：

a) 试验材料牌号、热处理状态、表面状态、试样尺寸等；

b) 试验条件、试验溶液、试验温度、试验周期、偶对组元的工作面积和面积比等；

c) 电偶组元的极性和开路电位差、电偶电位及其变化、电偶电流及其变化、电偶腐蚀速度和系数、腐蚀形貌、试样重量变化等。

# 附 录 A
（资料性）
人造海水的化学组成

人造海水的化学组成见表 A.1。

**表 A.1 人造海水化学组成**

| 化合物 | 浓度<br>g/L | 化合物 | 浓度<br>g/L |
|---|---|---|---|
| NaCl | 23.980 | $NaHCO_3$ | 0.201 |
| $MgCl_2$ | 5.029 | KBr | 0.101 |
| $Na_2SO_4$ | 4.010 | $H_2BO_3$ | 0.027 |
| $CaCl_2$ | 1.140 | $SrCl_2$ | 0.025 |
| KCl | 0.695 | NaF | 0.003 |