

# 团 体 标 准

T/GDASE 0047—2024

---

## 海底管道用双金属复合管试验方法 晶间腐蚀试验

Test methods for bimetallic composite pipes for submarine pipelines—  
— intergranular corrosion test

2024 - 09 - 23 发布

2024 - 09 - 23 实施

---

## 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。

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。

本文件由广东省特种设备行业协会归口。

本文件起草单位：中国合格评定国家认可中心、中海油（天津）管道工程技术有限公司、西南交通大学、广东省特种设备行业协会、大连海关、中海石油（中国）有限公司湛江分公司、沧州隆泰迪管道科技有限公司、中国安全生产科学研究院、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、江苏容大材料腐蚀检验有限公司、北京起重机械设计研究院有限公司、山东工商学院。

本文件主要起草人：潘锋、程燕声、刘海超、金磊、罗东明、李晓东、丛东日、王文龙、杜星、刘磊、张传旭、刘亮、杨连河、田军、刘莹、贾仁萍、赵梦临、荣漪。

本文件为首次发布。

# 海底管道用双金属复合管试验方法 晶间腐蚀试验

## 1 范围

本文件规定了海底管道用双金属复合管晶间腐蚀试验的试验仪器和设备、试样制备、试验过程及要求 and 试验报告。

本文件适用于基管为碳钢管、内衬层为316L，管端堆焊层为Inconel 625合金的机械式双金属复合管。

## 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 4334-2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 9711 石油天然气工业 管线输送系统用钢管

SY/T 6623 内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管

SY/T 10037 海底管道系统

T/GDASE 0040 海底管道用双金属复合管规范——机械式双金属复合管

ASTM A262-2021 检测奥氏体不锈钢晶间腐蚀敏感性的标准方法 (Standard practices for detecting susceptibility to intergranular attack in austenitic stainless steels)

ASTM G28-2022 锻制富镍铬合金晶间腐蚀敏感性的测试方法 (Standard test methods for detecting susceptibility to intergranular corrosion in wrought, nickel-rich, chromium-bearing alloys)

## 3 术语和定义

T/GDASE 0040界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 试验仪器和设备

- 4.1 分析天平，最小分度值不大于 0.1mg。
- 4.2 游标卡尺，精度不低于 0.02mm。
- 4.3 容量为 1L 带回流冷凝器的磨口锥形烧瓶。
- 4.4 使试验溶液能保持微沸状态的加热装置。

## 5 试样制备

## 5.1 一般要求

从与交付状态相同的符合GB/T 9711、SY/T 6623、SY/T 10037要求的双金属复合管中取样。试样应取自耐腐蚀合金层，不包含基管部分。

## 5.2 316L 不锈钢管晶间腐蚀试样制备

5.2.1 从双金属复合管的非堆焊位置截取一段 X65/316L 复合管管段，并取出 316L 衬管。宜使用锯切或线切割的方法切割管段，如果使用火焰切割，在加工试样时应避开切割边缘区域，一般不小于 5mm。

5.2.2 在衬管上截取轴向长度 25mm，周向长度 75mm 的全壁厚片状试样。对于有焊缝的内衬管，应另取一个横向试样，使焊缝位于试样中间。

5.2.3 将试样压平，用 120#砂纸打磨试样侧面及棱角位置，试样无尖锐边缘、表面无划痕、凹坑等缺陷。

5.2.4 打磨完成后依次使用清水、无水乙醇清洗，自然干燥，24 小时后进行试验。

## 5.3 Inconel 625 堆焊层管晶间腐蚀试样制备

5.3.1 从复合管的管端堆焊位置截接管段，宜使用锯切或线切割的方法切割管段。

5.3.2 在管段上加工向长度 50mm，周向长度 25mm 的片状试样，试样厚度宜不小于 2mm，取样位置应靠近管体内表面。

5.3.3 取样时可先将基管/耐蚀合金层的组合结构进行粗加工，将试件压平后再加工至指定尺寸。

5.3.4 用 120#砂纸打磨试样侧面及棱角位置，试样无尖锐边缘、表面无划痕、凹坑等缺陷。

5.3.5 打磨完成后使用乙醇清洗，自然干燥，24 小时后进行试验。

## 6 试验过程及要求

### 6.1 316L 不锈钢管晶间腐蚀试验过程及要求

6.1.1 316L 不锈钢管晶间腐蚀试验过程应按 GB/T 4334-2020 中方法 E 和 ASTM A262-2021 中方法 E 进行。

6.1.2 同一容器中允许放置取自同一管材同一位置的多个平行试样，试样之间应互不接触。

6.1.3 除非另有规定，试验时长为 20h。

6.1.4 被测试样应进行 180° 弯曲试验，弯轴直径为试样厚度的 2 倍，弯轴应垂直于试样。除非另有规定，弯曲试验应为反弯试验，即钢管内表面处于拉伸应变状态。

6.1.5 弯曲后的试样在 10 倍放大镜下观察试样表面是否有因晶间腐蚀而产生的裂纹。从试样的弯曲部位棱角产生的裂纹，以及不伴有裂纹的滑移线、皱纹和表面粗糙等都不能认为是晶间腐蚀而产生的裂纹。

6.1.6 弯曲的裂纹难以判定时，应采用金相法。金相磨片应取自试样的非弯曲部位，经浸蚀后（不得过腐蚀），在显微镜下观察（150 倍~500 倍），允许的晶间腐蚀深度由制造商和购方协商确定。

6.1.7 如果怀疑裂纹是由于弯曲产生，可通过与未经过腐蚀试验的试样进行同样的弯曲试验的对比试验判断。

### 6.2 Inconel 625 堆焊层管晶间腐蚀试验过程及要求

6.2.1 Inconel 625 堆焊层晶间腐蚀试验过程应按 GB/T 4334-2020 中方法 B 和 ASTM G28-2022 中方法 A 进行。

6.2.2 试验前对试样进行称重，并对试样表面进行拍照。

6.2.3 测量试样尺寸，计算试样表面积。

- 6.2.4 同一容器中允许放置取自同一管材同一位置的多个平行试样，试样之间应互不接触。
- 6.2.5 试验结束后取出试样，依次使用清水、无水乙醇清洗试样，干燥、拍照、称重。
- 6.2.6 腐蚀速率按式（1）计算，单位为毫米每年（mm/a），结果修约至小数点后第二位。

$$\text{腐蚀速率} = K \times \frac{(W_{\text{前}} - W_{\text{后}})}{(S \times t \times \rho)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

K——系数，取 $8.76 \times 10^4$ ；

$W_{\text{前}}$ ——试验前试样质量，单位为克（g）；

$W_{\text{后}}$ ——试验后试样质量，单位为克（g）；

S——试样面积，单位为平方厘米（ $\text{cm}^2$ ）；

t——腐蚀时间，单位为小时（h）；

$\rho$ ——试样密度，单位为克每立方厘米（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ），对于Inconel 625，取值为 $8.44 \text{g}/\text{cm}^3$ 。

- 6.2.7 腐蚀速率验收要求由制造商和购方协商确定，宜不大于 0.90mm/a。

## 7 试验报告

试验报告应至少包括以下内容：

- a) 本文件标号及名称；
- b) 样品名称及取样位置；
- c) 试验时间和试验温度；
- d) 如经过敏化处理应记录敏化处理制度；
- e) 试样尺寸面积、试验前后试样质量和损失质量、腐蚀速率（对 Inconel625 堆焊层管）；
- f) 采用金相法判定时放大倍数及晶间腐蚀深度（对 316L 不锈钢管）；
- g) 试验结果。