

团 体 标 准

T/GDASE 0040—2023

海底管道用双金属复合管 机械式双金属  
复合管

Specification for bimetallic composite pipes for submarine—  
pipelines—mechanical bimetallic composite pipes

2023-09-22 发布

2023-10-22 实施

广东省特种设备行业协会 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、大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、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、西南交通大学、中国安全生产科学研究院、江苏容大材料腐蚀检验有限公司。

本文件主要起草人：程燕声、刘海超、刘磊、文吉、王文龙、刘亮、杜星、杨连河、史光华、田军、王小林、李姗、焦昌、李岩、刘莹、贾仁萍、张传旭。

本文件为首次发布。



# 海底管道用双金属复合管 机械式双金属复合管

## 1 范围

本文件规定了海底管道用机械式双金属复合管的术语和定义、材料要求、性能要求、试验检验方法、标识、包装、运输与技术文件等内容。

本文件适用于基管为碳钢管和衬管为316L不锈钢管、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。

SY/T 6623 内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管

SY/T 7318.3 油气输送管特殊性能试验方法 第3部分：全尺寸弯曲试验

ASTM A262-13 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 G28-02 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

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**基管** backing steel

耐腐蚀合金复合钢管的外层钢管。

### 3.2

**耐腐蚀合金层** corrosion-resistant alloy layer

内表面耐腐蚀合金层的总称，包含316L衬管及Inconel 625合金堆焊层。

### 3.3

**Inconel625 合金** Inconel625 alloy

是以钼、铌为主要强化元素的固溶强化型、具有优良的耐腐蚀和抗氧化性能的镍基变形高温合金。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CRA: 耐腐蚀合金 (corrosion-resistant alloy)

MPQT: 制造工艺评定实验 (manufacturing procedure qualification test)

SMYS: 规定最小屈服强度 (specified minimum yield strength)

## 5 材料要求

### 5.1 基管材料

基管材料的化学成分及检验应满足SY/T 6623的要求。

### 5.2 耐腐蚀合金层材料

316L材料、管端堆焊层融合线+1mm处、管端堆焊层融合线+2mm处的化学成分及检验应满足SY/T 6623的要求。

### 5.3 材料成分复验

5.3.1 如果代表一个基管和耐腐蚀合金层材料熔炼批的两个试样的产品分析结果均不符合规定的要求，则由制造厂选择，整批判废或对该熔炼批中剩余的所有钢管逐根试验以判定是否符合规定要求。

5.3.2 如果代表一个基管和耐腐蚀合金层材料熔炼批的两个试样中只有一个试样产品分析结果不符合规定要求，则由制造厂选择，整批判废或从同一熔炼批中再取两个试样进行复检分析。如果这两个试样的复验分析结果都符合规定要求，则除原来取样不合格的那根钢管外，该熔炼批合格。如果一个试样或两个试样的复验分析结果均不符合规定要求，则由制造厂选择，将该熔炼批废或对该熔炼批中剩余的所有钢管逐根进行试验以判定是否符合规定要求。进行逐根复验时，只分析初次检验不合格的元素或需要测定的元素。复验分析试样的取样位置应与标准规定的产品分析试样取样位置相同。

## 6 力学性能要求

### 6.1 拉伸性能试验

基管拉伸性能试验及要求应满足SY/T 6623的要求。

### 6.2 基管压扁试验

基管为HFW钢管的应进行压扁试验，试验及结果验收应满足SY/T 6623的要求。

### 6.3 复合管压扁试验

复合管压扁试验及结果验收应满足SY/T 6623的要求。

### 6.4 堆焊层弯曲试验

堆焊层应进行导向弯曲试验，导向弯曲的弯模尺寸不超过基管公称壁厚的6倍。试样上的耐腐蚀合金层应保留。正反弯曲试样应满足SY/T 6623的要求，在弯模内弯曲约180°，无裂纹。

### 6.5 断裂韧性试验

基体钢管的断裂韧性应通过夏比V型缺口（CVN）冲击试验来确定，应满足SY/T 6623的要求。

## 6.6 硬度试验

双金属复合管硬度试验及结果验收应满足SY/T 6623的要求。

## 7 金相要求

堆焊层熔合线上未见微裂纹，显微镜400倍下无有害相碳化物、氮化物及金属间相。

## 8 特殊要求

### 8.1 塌陷试验

在MPQT阶段应抽取一根双金属复合管，加热至250℃，保温15min后空冷至室温，对内壁进行外观观察，耐腐蚀合金层无鼓包、波痕、弯曲等缺陷。

### 8.2 紧密度试验

双金属复合管塌陷试验前、试验后，基管和耐蚀合金层之间的紧密度试验结果应不小于0.5MPa。

### 8.3 四点弯曲试验

在MPQT阶段应抽取一根双金属复合管进行四点弯曲试验。试验设备及试验过程应满足SY/T 7318.3要求。管道两端固定在四点弯曲设备两端，中间两点与管道结合，施加载荷，使复合管产生四点弯曲变形。

#### 8.3.1 正向弯曲试验

单向加载1次，基管中部弯曲位置外侧应变为0.305%时，耐腐蚀合金层不应出现褶皱。

#### 8.3.2 正反弯曲试验

正反向连续加载30个周期，最大应力为87% SMYS，耐腐蚀合金层不应出现褶皱。

#### 8.3.3 极限弯曲试验

持续单向加载，直至耐腐蚀合金层褶皱失效为止，记录复合管最大应变。若复合管变形达到弯曲半径为100倍基管外径，复合管还未失效，可停止试验，并记录实验结果。

注：本试验仅测量双金属复合管极限弯曲性能，不作为判定其是否合格的依据。

## 8.4 腐蚀试验

### 8.4.1 试样制备

#### 8.4.1.1 316L 不锈钢管晶间腐蚀试样制备

从机械式双金属复合管的非堆焊位置截取一段复合管端，并取出316L衬管。在衬管上截取轴向长度25mm，周向长度75mm的片状试样。用120#砂纸打磨试样侧面及棱角位置，确保试样无尖锐边缘。打磨完成后使用乙醇清洗，自然干燥，24h后可进行晶间腐蚀实验。

#### 8.4.1.2 Inconel625 堆焊层管晶间腐蚀试样制备

从机械式双金属复合管的管端堆焊位置截取轴向长度50mm，周向长度25mm的片状试样，试样厚度不小于2mm，取样位置应靠近管体内表面。用120#砂纸打磨试样侧面及棱角位置使试样无尖锐边缘。打磨完成后使用乙醇清洗，自然干燥，24h后可进行晶间腐蚀实验。

### 8.4.2 试验过程

#### 8.4.2.1 316L 不锈钢管晶间腐蚀试验

按 ASTM A262-13 方法E进行。将试件的原管壁内表面作为弯曲时的外侧面，弯曲后试件表面不允许出现裂缝、龟裂等现象（ASTM A262-13方法E中规定可忽略的现象除外）。

#### 8.4.2.2 Inconel625 堆焊层管晶间腐蚀试验

按 ASTM G28-02方法A进行，腐蚀速率应小于0.9mm/a。

### 8.5 管端堆焊

管端应进行封焊且应符合以下要求：

- a) 堆焊材料为Inconel 625合金；
- b) 管端堆焊长度不小于90mm，堆焊层厚度不小于3mm，且应大于316L衬管厚度；
- c) 堆焊层机械加工完后应进行酸洗钝化。

### 8.6 剩磁试验

应逐根测量成品钢管的管端剩磁。管端剩磁不应超过15Gs。

## 9 静水压试验

静水压试验应满足SY/T 6623的要求。

## 10 尺寸、重量、长度

尺寸、重量、长度应满足SY/T 6623的要求。

## 11 无损检测

无损检测应满足SY/T 6623的要求。

## 12 工艺质量、外观检验与缺陷修补

工艺质量、外观检验、缺陷修补应满足SY/T 6623的要求。



### 13 标识

标识应满足SY/T 6623的要求，不允许在耐腐蚀合金层上进行标识。

### 14 包装、存储、运输

14.1 管道末端应安装坡口保护装置和管帽，保护管端坡口不受损伤，防止水分或污垢进入双金属复合管。二者由制造商在储存或交付管道之前提供并安装，其类型应经买方同意。

14.2 存储条件应由制造商提供，并满足买方要求。

14.3 复合管的运输应满足 SY/T 6623 及买方的要求。

### 15 技术文件

制造商应向买方提供相关技术文件，文件至少应包括以下资料：

- 复合管质量证明书；
  - 检验和试验计划；
  - 制造工艺规程；
  - 生产工艺确认试验结果；
  - 产品测试结果；
  - 可追溯的管道理货单；
  - 买方要求的其他技术文件。
-