



中国船级社

高锰奥氏体低温钢 应用指南

变更通告

2025 第 1 次

2025 年 4 月 1 日生效

北京

目录

第 1 章 总则	1
第 1 节 通则.....	1
第 2 章 高锰奥氏体钢	2
第 1 节 一般规定.....	2
附录 1 氨应用的附加兼容性测试要求.....	3
第 5 章 高锰奥氏体钢的焊接	6
第 1 节 一般规定.....	6
第 2 节 高锰奥氏体钢的焊接.....	6
第 3 节 高锰奥氏体钢独立液货舱的制造与试验.....	6

第 1 章 总则

第 1 节 通则

1.1.1 目的

1.1.1.1 为使高锰奥氏体钢应用于~~液化天然气 (LNG)~~低温环境的液货舱和燃料舱，以符合 IGC 规则第 4.18 节和 IGF 规则第 6.4.12 节定义的设计条件，特制定本指南。

1.1.1.2 本指南从高锰奥氏体钢钢板、焊接材料、应用要求、制造及检验等方面提出高锰奥氏体钢应用于~~液化天然气 (LNG)~~低温环境的液货舱和燃料舱的相关技术要求，旨在控制高锰奥氏体钢应用于~~液化天然气 (LNG)~~低温环境的液货舱和燃料舱的风险。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本指南适用于~~液化天然气 (LNG)~~低温环境下的高锰奥氏体钢板、焊接材料以及 ~~LNG~~本节 1.1.2.2 所述液货舱和燃料舱的设计、制造与检验。

1.1.2.2 本指南规定的高锰奥氏体钢适用于~~液化天然气 (LNG)~~液货舱和燃料舱，适用于下列货物和/或燃料：

- (1) 氨，无水；
- (2) 丁烷（所有异构体）；
- (3) 丁烷-丙烷混合物；
- (4) 二氧化碳（高纯度再生质）；
- (5) 乙烷；
- (6) 乙烯；
- (7) 甲烷 (LNG)；
- (8) 戊烷（所有异构体）；和
- (9) 丙烷。

对于氨货物和/或含氨的燃料舱，免除 IGC 规则 17.12.2.2 中所述的焊后消应力热处理。

第 2 章 高锰奥氏体钢

第 1 节 一般规定

2.2.3.13 腐蚀试验

(1) 一般腐蚀试验应根据公认标准（如 ASTM NACE/ASTM G31-12a）进行，试验结果应提交 CCS 备查。

(2) 应力腐蚀裂纹试验应按照公认标准（如 ASTM G36 和 ASTM G123）进行，试样应满足公认标准（如 ASTM G30）相关要求，试验结果应提交 CCS 备查。

(3) 晶间腐蚀试验应根据公认标准（如 ASTM A262）进行，试验结果应提交 CCS 备查。

(4) 氨的兼容性腐蚀附加试验应根据本章附录 1 中的试验要求进行以满足氨的应用，并符合附录 1 中的验收衡准。

附录 1 氨应用的附加兼容性测试要求

氨应用的附加兼容性应按照公认标准如ASTM B858进行测试。该标准适用于铜合金，并未明确也适用于高锰奥氏体钢。因此，应进行以下附加的非标准测试：

1 应按 ISO 7539-2 和 ISO 16540 标准制备试样。应在恒定应变下采用四点弯曲试验，在测试前应弯曲试样。试样的总最大应变应等于材料在大气温度的屈服强度。应使用应变仪来测量施加的应变。对于焊接试样，应在焊接接头的每一侧应用应变仪。在测试过程中应约束试样以保持其形状。详见试样制备。

2 应将36个试样（在每个氨环境中三个焊接试样和三个母材）分别浸入以下六种氨环境中30天：

.1 液相氨环境，在稍低于氨沸腾温度的温度（如-33.5℃）和大气压下，通过冷却氨获得，具备以下液氨成分：

.1 0.1%重量的水和2.5 ppm的氧；和

.2 2.5 ppm的氧。

.2 环境温度（+25℃）和大气压下的气相氨环境，具备以下气氨成分：

.1 纯氨（≥99.99%）；和

.2 0.9%体积的氧和99.1%体积的氨。

.3 -20℃和大气压下的气相氨环境，具备以下气氨成分：

.1 纯氨（≥99.99%）；和

.2 0.9%体积的氧和99.1%体积的氨。

应按ISO 7539和ISO 16540标准的要求进行应力腐蚀裂纹测试。

3 测试报告应按ISO 16540标准提供所有程序、设置数据、检查、环境信息，包括：

.1 试样的方向、类型和尺寸；

.2 材料描述：

.1 母材的化学成分和拉伸性能；

.2 焊接材料的化学成分和拉伸性能；

.3 焊接类型、焊接金属的硬度和热影响区；

.3 四点弯曲试验设置数据；

.4 目标应力和施加挠度；

.5 应变测量程序；

.6 加载程序；和

.7 测试环境（温度、含水量和含氧量、和pH）。

测试验收标准

浸泡后，应在适当放大的光学显微镜下检查所有试样的应力腐蚀裂纹。应说明裂纹的位置和数量，并在必要时进行荧光渗透测试以确认结果。对于焊接接头，裂纹的位置应记录为位于母材、焊缝或热影响区。若没有观察到表面裂纹，应在两个不同位置进行纵向切割，并进行适当放大的横截面检查。并应记录任何存在的点蚀腐蚀及其最大深度。结果应由主管机

关批准。

加载夹具

图1中显示了外滚轮间距为85 mm的耐腐蚀合金制成的加载夹具，用于对试样施加恒定的挠度。为了避免不必要的电化学腐蚀，试样与陶瓷滚轮电气隔离。

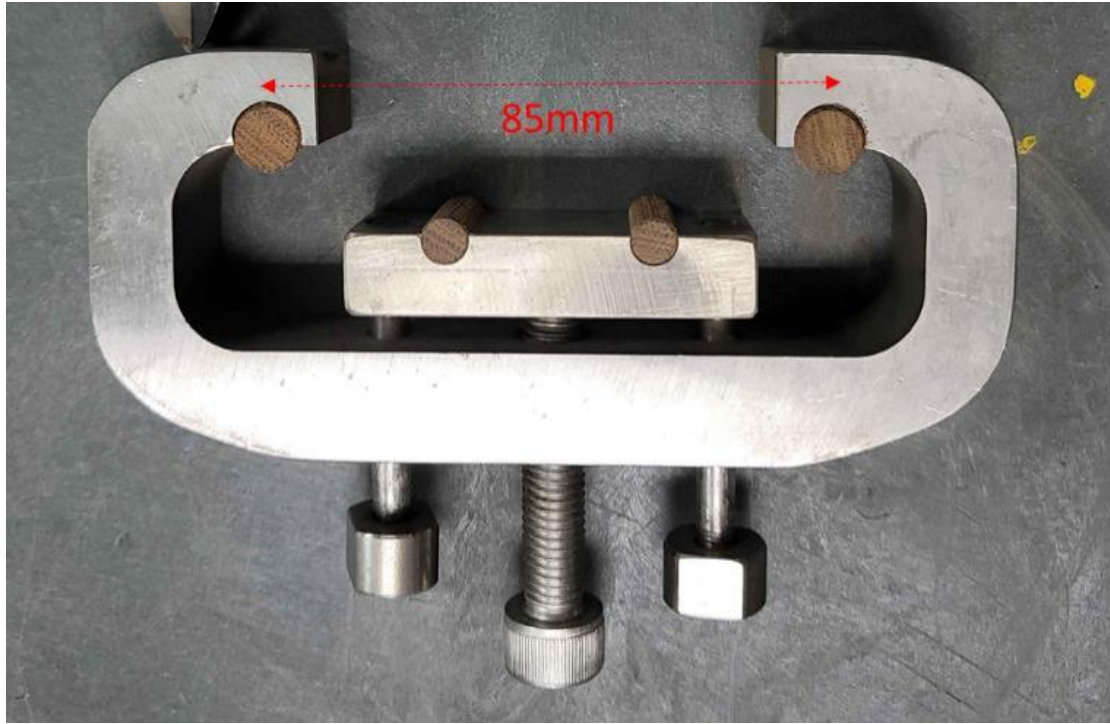


图1：四点弯曲加载夹具设计

试样制备

这些试样由40 mm厚的热轧板加工而成，且未进行焊后热处理。承受弯曲的试样的外半径为热轧板的原始表面。它们在测试前进行弯曲，而在液罐中会暴露于氨的表面未进行加工。

四点弯曲试样为均匀矩形截面和均匀厚度的扁条，但在焊接状态下测试单面焊接试样的情况除外，如图2所示。要观察的是40 mm热轧板的原始表面（焊接试样时为表面焊道）。对于焊接件，要测试的表面焊道是焊帽。

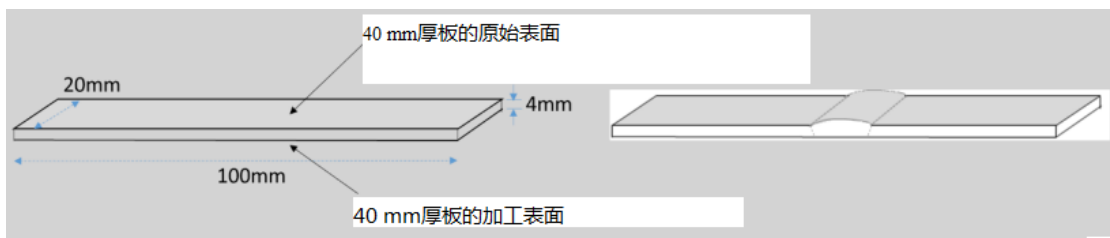


图2：四点弯曲试样（母材试样和焊接试样）

应变测量

安装刻度仪，用于测量表面中心在张力下的挠度。试样的载荷是其达到所需的屈服强度水平，然后约束试样以在测试期间保持其形状。根据ISO 16540的规定，挠度 y 按如下公式计算：

$$Y = \frac{(3H^2 - 4A^2)\sigma}{12Et}$$

式中， σ 为所需应力（此处为屈服强度）， E 为弹性模量， t 为试样厚度， A 为内外支间距， H 为外支间距。在四点弯曲之前，将进行 40 mm 厚板的单轴拉伸试验，以确定计算挠度所需施加的屈服强度。为简化焊接试样试验，应设置与母板相同的挠度。

第 5 章 高锰奥氏体钢的焊接

第 1 节 一般规定

5.1.1 适用范围

5.1.1.1 本章适用于用高锰奥氏体钢制造的独立型 LNG-液货舱或燃料舱。

第 2 节 高锰奥氏体钢的焊接

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 用高锰奥氏体钢制造 LNG-液货舱或燃料舱，除应满足本节要求外，还应满足相关规范对低温环境的液货舱和燃料舱的相应要求。

第 3 节 高锰奥氏体钢独立液货舱的制造与试验

5.3.7 试验及验收

5.3.7.1 真空绝热型高锰奥氏体钢制 LNG-储罐，参照同类型奥氏体不锈钢制真空绝热储罐进行各项低温性能试验和合格性能指标判定。

5.3.7.2 非真空绝热型高锰奥氏体钢制 LNG-储罐，可参照同类型其他低温材料制储罐进行各项试验和合格性能指标判定。