



Cladding-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd- CLADDING-ITP-017-Cladding-High- Pressure-Pipe-Fitting-ITP

ITP-017 高压堆焊管件超高压耐压试验、爆破试验与完整性检验程序

ITP-017 Ultra-High Pressure Hydrostatic Test, Burst Test and Integrity Inspection Procedure for High-Pressure Cladded Pipe Fittings

文件编号 Document No.	CLADDING-ITP-017	版本号 Revision	A/0
发布日期 Issue Date	2025-01-15	页数 Pages	8
编制 Prepared By	质量管理部 Quality Management Dept.	审核 Reviewed By	技术部 Technical Dept.
批准 Approved By	质量总监 Quality Director	生效日期 Effective Date	2025-02-01



1. 目的 Purpose

本程序规定了科雷丁技术（山西）有限公司高压堆焊管件在超高压耐压试验、爆破试验及完整性检验过程中的作业要求、检验标准、记录格式与判定准则，确保法兰堆焊、管件堆焊、钢管堆焊、轴套管堆焊等产品的承压性能满足设计规范和客户技术要求。

This procedure specifies the operational requirements, inspection standards, record formats and acceptance criteria for ultra-high pressure hydrostatic test, burst test and integrity inspection of high-pressure clad pipe fittings at CLADDING-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd, ensuring that the pressure-bearing performance of flange cladding, pipe fitting cladding, steel pipe cladding, shaft sleeve cladding and other products meets design specifications and customer technical requirements.

2. 适用范围 Scope

本程序适用于公司 TIG 堆焊、MIG 堆焊及电弧增材制造工艺生产的各类高压堆焊管件产品，包括但不限于：

This procedure applies to all types of high-pressure clad pipe fitting products manufactured by the company using TIG cladding, MIG cladding and arc additive manufacturing processes, including but not limited to:

- 法兰堆焊件 Flange cladding components
- 管件堆焊件 Pipe fitting cladding components
- 钢管堆焊件 Steel pipe cladding components
- 轴套管堆焊件 Shaft sleeve cladding components
- 模具堆焊修复件 Mold cladding repair components
- 梯度材料增材制造件 Gradient material additive manufacturing components

试验压力范围：设计压力的 1.1 倍至 1.5 倍超高压试验，以及爆破压力测定。

Test pressure range: 1.1 to 1.5 times design pressure for ultra-high pressure testing, and burst pressure determination.

3. 职责 Responsibilities

部门 Department	职责 Responsibilities
质量管理部 Quality Management Dept.	负责试验方案的审批、试验过程监督、检验结果判定及报告编制
技术部 Technical Dept.	负责试验参数的计算与确认、试验设备选型及技术支持



生产部 Production Dept.	负责试验前产品状态确认、试验配合及试验后产品标识
设备部 Equipment Dept.	负责试验设备的维护保养、计量校准及安全装置检查
安全环保部 Safety & Environmental Dept.	负责试验现场安全监督、应急预案制定及安全防护措施落实

4. 管理内容与程序 Management Content and Procedures

4.1 试验前准备 Pre-Test Preparation

4.1.1 产品状态确认 Product Status Confirmation

试验前应对堆焊管件进行以下确认：

Before testing, the following confirmations shall be made for cladded pipe fittings:

- 堆焊层外观检查合格，无裂纹、气孔、夹渣等表面缺陷
- 堆焊层厚度符合设计要求，TIG 堆焊层厚度偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内
- 堆焊层与基体结合良好，无未熔合、分层等缺陷
- 产品标识清晰，包括产品编号、堆焊工艺类型、堆焊层材质等信息
- 产品几何尺寸符合图纸要求，法兰密封面、管件对接面等关键尺寸合格

4.1.2 试验设备检查 Test Equipment Inspection

超高压试验设备应满足以下要求：

Ultra-high pressure test equipment shall meet the following requirements:

设备项目 Equipment Item	技术要求 Technical Requirements
高压泵 High-pressure pump	最大输出压力不低于试验压力的 1.5 倍，流量稳定
压力表 Pressure gauge	精度等级不低于 1.0 级，量程为试验压力的 1.5-2 倍
压力传感器 Pressure sensor	精度等级不低于 0.5 级，已校准并在有效期内
试验容器 Test vessel	容积满足产品浸没要求，材质与试验介质相容
安全阀 Safety valve	设定压力为试验压力的 1.1 倍，动作可靠
数据采集系统 Data acquisition	采样频率不低于 10Hz，记录精度满足要求



4.1.3 试验介质准备 Test Medium Preparation

- 试验介质采用清洁去离子水，电导率 $\leq 5\mu\text{S}/\text{cm}$
- 试验水温控制在 15-30℃范围内
- 试验前对介质进行脱气处理，避免气蚀影响
- 对于不锈钢堆焊层产品，水中氯离子含量 $\leq 25\text{ppm}$

4.2 超高压耐压试验 Ultra-High Pressure Hydrostatic Test

4.2.1 试验参数设定 Test Parameter Setting

产品类别 Product Category	设计压力 Design Pressure	试验压力 Test Pressure	保压时间 Hold Time
法兰堆焊件 Flange cladding	按设计要求	1.5×设计压力	30min
管件堆焊件 Pipe fitting cladding	按设计要求	1.5×设计压力	30min
钢管堆焊件 Steel pipe cladding	按设计要求	1.5×设计压力	30min
轴套管堆焊件 Shaft sleeve cladding	按设计要求	1.5×设计压力	30min
模具堆焊修复件 Mold cladding repair	按设计要求	1.5×设计压力	30min

4.2.2 试验程序 Test Procedure

1. 将堆焊管件安装于试验夹具，确保密封可靠
2. 缓慢充液排气，排除产品内部及管路中的气体
3. 以不超过 5MPa/min 的速率升压至试验压力的 50%
4. 保压 5 分钟，检查各密封点无泄漏
5. 继续以不超过 5MPa/min 的速率升压至试验压力
6. 保压 30 分钟，期间每 5 分钟记录一次压力值
7. 观察产品外观，检查有无渗漏、变形等异常现象
8. 以不超过 10MPa/min 的速率缓慢降压至零
9. 排净试验介质，对产品进行外观检查



4.2.3 合格判定 Acceptance Criteria

超高压耐压试验合格标准：

- 保压期间压力降不超过试验压力的 1%
- 产品外观无渗漏、无可见变形
- 堆焊层无裂纹、无剥落现象
- 法兰密封面、管件对接面无渗漏

4.3 爆破试验 Burst Test

4.3.1 试验目的 Test Purpose

爆破试验用于测定堆焊管件的 actual 爆破压力，验证产品安全裕度，为产品设计和工艺优化提供数据支撑。

Burst test is used to determine the actual burst pressure of clad pipe fittings, verify product safety margin, and provide data support for product design and process optimization.

4.3.2 试验程序 Test Procedure

10. 按 4.2.2 程序将产品升压至试验压力
11. 确认产品状态正常后，继续以不超过 10MPa/min 的速率升压
12. 升压过程中持续监测压力、体积变化及产品外观
13. 当产品出现渗漏或局部变形时，记录相应压力值
14. 继续升压直至产品发生破裂
15. 记录爆破压力值及破裂位置、破裂形态
16. 对破裂件进行宏观检查和微观分析

4.3.3 爆破压力计算 Burst Pressure Calculation

爆破压力安全系数按以下公式计算：

$$K = \frac{P_b}{P_d}$$

式中：

- K — 爆破压力安全系数
- P_b — 实测爆破压力，MPa
- P_d — 设计压力，MPa

安全系数要求：

产品类别 Product Category	最小安全系数 Minimum Safety Factor
法兰堆焊件 Flange cladding	≥ 4.0



管件堆焊件 Pipe fitting cladding	≥ 4.0
钢管堆焊件 Steel pipe cladding	≥ 4.0
轴套管堆焊件 Shaft sleeve cladding	≥ 3.5
模具堆焊修复件 Mold cladding repair	≥ 3.0

4.4 完整性检验 Integrity Inspection

4.4.1 试验后外观检查 Post-Test Visual Inspection

试验后应对堆焊管件进行以下外观检查：

- 堆焊层表面无裂纹、无剥落
- 堆焊层与基体结合处无开裂
- 产品整体无永久变形
- 法兰密封面、管件对接面无损伤
- 产品标识清晰完整

4.4.2 无损检测 Non-Destructive Testing

试验后应对堆焊层进行以下无损检测：

检测方法 Inspection Method	检测部位 Inspection Area	合格标准 Acceptance Criteria
渗透检测 PT	堆焊层表面	无线性显示，圆形显示 $\leq 2\text{mm}$
磁粉检测 MT	堆焊层表面及热影响区	无裂纹显示
超声检测 UT	堆焊层与基体结合界面	无未熔合、分层缺陷
射线检测 RT	堆焊层内部	无气孔、夹渣超标缺陷

4.4.3 尺寸复测 Dimensional Re-measurement

试验后应对关键尺寸进行复测：

- 法兰密封面平面度
- 管件对接面垂直度
- 堆焊层厚度
- 产品外径、内径尺寸
- 长度尺寸

尺寸偏差要求：



尺寸项目 Dimension Item	允许偏差 Allowable Deviation
堆焊层厚度 Cladding thickness	$\pm 0.5\text{mm}$
外径 Outer diameter	$\pm 0.3\text{mm}$
内径 Inner diameter	$\pm 0.3\text{mm}$
长度 Length	$\pm 1.0\text{mm}$
法兰密封面平面度 Flange face flatness	$\leq 0.1\text{mm}/100\text{mm}$

4.5 试验记录与报告 Test Records and Reports

4.5.1 试验记录表 Test Record Form

每次试验应填写以下记录：

记录项目 Record Item	内容要求 Content Requirements
产品编号 Product No.	唯一标识
堆焊工艺 Cladding Process	TIG/MIG/电弧增材
堆焊层材质 Cladding Material	材质牌号
设计压力 Design Pressure	MPa
试验压力 Test Pressure	MPa
保压时间 Hold Time	min
压力记录 Pressure Records	每 5min 记录
外观检查结果 Visual Inspection	合格/不合格
无损检测结果 NDT Results	合格/不合格
尺寸复测结果 Dimensional Results	实测值
试验结论 Test Conclusion	合格/不合格
试验人员 Test Personnel	签字
审核人员 Reviewer	签字
日期 Date	年/月/日



4.5.2 试验报告 Test Report

试验报告应包含以下内容：

- 产品基本信息
- 试验目的和依据标准
- 试验设备清单及校准状态
- 试验参数和程序
- 试验数据记录
- 检验结果分析
- 试验结论
- 试验人员签字

5. 监督考核 Supervision and Assessment

5.1 过程监督 Process Supervision

- 质量管理部对试验全过程进行监督，确保按程序执行
- 关键试验环节应有质量管理人员现场见证
- 试验设备使用前后应进行检查确认
- 试验数据应实时记录，不得事后补记

5.2 考核指标 Assessment Indicators

考核项目 Assessment Item	目标值 Target Value	考核周期 Assessment Period
试验一次合格率	≥98%	月度
试验记录完整率	100%	月度
设备完好率	≥95%	月度
试验报告及时率	≥95%	月度
客户投诉率	≤0.5%	年度

6. 附则 Supplementary Provisions

6.1 相关文件 Related Documents

- CLADDING-QP-001 质量管理程序文件
- CLADDING-WI-012 堆焊工艺作业指导书



- CLADDING-WI-015 无损检测作业指导书
- CLADDING-FR-017 高压试验记录表

6.2 记录表单 Record Forms

- CLADDING-FR-017-01 超高压耐压试验记录表
- CLADDING-FR-017-02 爆破试验记录表
- CLADDING-FR-017-03 完整性检验记录表
- CLADDING-FR-017-04 试验报告

6.3 修订记录 Revision History

版本 Revision	修订日期 Revision Date	修订内容 Revision Content	修订人 Revised By
A/0	2025-01-15	首次发布 Initial Issue	质量管理部

文件控制信息 Document Control Information

本文件受控版本，未经许可不得复制或外传。

This document is a controlled version. Copying or distribution without authorization is prohibited.

文件持有人：质量管理部、技术部、生产部、设备部

Document Holders: Quality Management Dept., Technical Dept., Production Dept., Equipment Dept.