



Cladding-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd- CLADDING-ITP-013-Cladding-Wear- Resistant-Pipe-Fitting-ITP

ITP-013 耐磨堆焊管件检验与试验计划

ITP-013 Inspection and Test Plan for Wear-Resistant Cladded Pipe Fittings

文件编号	Document No.	CLADDING-ITP-013
版本号	Version	A/0
生效日期	Effective Date	2024-01-01
编制部门	Prepared By	质量管理部 Quality Management Dept.
审核	Reviewed By	技术部 Technical Dept.
批准	Approved By	总经理 General Manager



1. 目的 Purpose

本检验与试验计划旨在规范科雷丁技术（山西）有限公司耐磨堆焊管件产品的冲刷腐蚀试验、硬度分布检测与结合强度检验工作，确保堆焊层质量满足设计要求与行业标准，为客户提供可靠的质量保证依据。

This inspection and test plan aims to standardize the erosion-corrosion testing, hardness distribution measurement, and bond strength inspection of wear-resistant cladded pipe fittings manufactured by CLADDING-Technology-Shanxi-Co.,Ltd, ensuring that the cladding layer quality meets design requirements and industry standards, providing customers with reliable quality assurance documentation.

2. 适用范围 Scope

本计划适用于公司采用 TIG 堆焊、MIG 堆焊及电弧增材制造工艺生产的各类耐磨堆焊管件产品，包括但不限于：

This plan applies to all types of wear-resistant cladded pipe fitting products manufactured by the company using TIG cladding, MIG cladding, and wire arc additive manufacturing processes, including but not limited to:

- 法兰堆焊件 Flanged cladded parts
- 管件堆焊件 Pipe fitting cladded parts
- 钢管堆焊件 Steel pipe cladded parts
- 轴套管堆焊件 Bushing cladded parts
- 模具堆焊修复件 Mold cladding repair parts

3. 职责 Responsibilities

部门/岗位	职责 Description
质量管理部 Quality Management Dept.	负责本计划的编制、修订与解释；组织检验与试验的实施；出具检验报告
技术部 Technical Dept.	负责确定检验标准与工艺参数；提供技术支持；审核检验结果
生产部 Production Dept.	负责配合取样与试验准备；提供生产记录与工艺参数
焊接工程师 Welding Engineer	负责堆焊工艺评定；指导堆焊作业；分析不合格原因



检验员 Inspector	负责执行具体检验操作；记录检验数据；标识检验状态
---------------	--------------------------

4. 检验与试验项目 Inspection and Test Items

4.1 冲刷腐蚀试验 Erosion-Corrosion Test

4.1.1 试验目的 Test Purpose

评估堆焊层在含固体颗粒介质冲刷条件下的耐磨损与抗腐蚀性能，验证堆焊工艺满足工况要求。

Evaluate the wear resistance and corrosion resistance of the cladding layer under solid particle erosion conditions, verifying that the cladding process meets service requirements.

4.1.2 试验标准 Test Standard

项目 Item	标准 Standard
固体颗粒冲蚀试验	GB/T 16928-2008 / ASTM G76
腐蚀试验	GB/T 10125-2012 / ASTM B117
综合冲刷腐蚀试验	NACE TM0284-2018

4.1.3 试验方法 Test Method

固体颗粒冲蚀试验 Solid Particle Erosion Test

- 试验设备：气固两相流冲蚀试验机
- 冲蚀介质：石英砂（粒径 0.15-0.25mm）
- 冲蚀角度：30°、45°、90°
- 冲蚀速度：50m/s、100m/s
- 冲蚀时间：按设计要求确定，通常 60-120 分钟
- 测量参数：质量损失、冲蚀深度、表面形貌

腐蚀试验 Corrosion Test

- 试验设备：盐雾试验箱
- 试验溶液：5% NaCl 溶液（pH 6.5-7.2）
- 试验温度：35±2℃
- 试验周期：按设计要求确定，通常 96-500 小时



- 评价方法：腐蚀失重法、表面评级法

综合冲刷腐蚀试验 Combined Erosion-Corrosion Test

- 采用循环试验方式，冲蚀与腐蚀交替进行
- 冲蚀阶段：石英砂冲蚀 15 分钟
- 腐蚀阶段：盐雾环境暴露 45 分钟
- 循环次数：按设计要求确定，通常 10-20 个循环
- 评价内容：冲蚀量、腐蚀量、协同效应系数

4.1.4 合格标准 Acceptance Criteria

检验项目	合格标准
冲蚀失重率	≤母材失重率的 30%
冲蚀深度	≤堆焊层厚度的 20%
腐蚀失重	≤0.5mm/a
表面评级	无点蚀、无剥落、无明显裂纹
协同效应系数	≤1.5

4.2 硬度分布检测 Hardness Distribution Test

4.2.1 试验目的 Test Purpose

检测堆焊层及热影响区的硬度分布规律，验证堆焊层硬度满足耐磨设计要求，评估热影响区软化程度。

Measure the hardness distribution of the cladding layer and heat affected zone, verify that the cladding layer hardness meets wear-resistant design requirements, and evaluate the softening degree of the heat affected zone.

4.2.2 试验标准 Test Standard

项目 Item	标准 Standard
维氏硬度试验	GB/T 4340.1-2009 / ISO 6507-1
洛氏硬度试验	GB/T 230.1-2018 / ISO 6508-1
布氏硬度试验	GB/T 231.1-2018 / ISO 6506-1



4.2.3 试验方法 Test Method

取样位置 Sampling Location

- 沿堆焊层厚度方向：从堆焊层表面至母材内部
- 沿堆焊长度方向：起始端、中间段、终止端各取 1 个截面
- 沿堆焊宽度方向：中心线及两侧各取 1 条硬度线

硬度测试路线 Hardness Test Route

- 测试路线：垂直于堆焊层与母材界面
- 测试点间距：1-2mm
- 压痕间距：≥3 倍压痕对角线长度
- 测试载荷：HV0.5 或 HV1（根据堆焊层厚度确定）

硬度分布曲线绘制 Hardness Distribution Curve

- 以距堆焊层表面距离为横坐标
- 以硬度值为纵坐标
- 标注堆焊层、稀释区、热影响区、母材区域
- 计算平均硬度值及标准偏差

4.2.4 合格标准 Acceptance Criteria

区域	硬度要求
堆焊层表面	按设计要求，通常 HV500-900
堆焊层内部	不低于表面硬度的 80%
稀释区	不低于母材硬度的 120%
热影响区	不低于母材硬度的 85%
母材	符合原材料标准要求

4.3 结合强度检验 Bond Strength Test

4.3.1 试验目的 Test Purpose

评估堆焊层与母材之间的冶金结合质量，验证结合强度满足设计要求，确保堆焊层在使用过程中不发生剥离失效。

Evaluate the metallurgical bonding quality between the cladding layer and base material, verify that the bond strength meets design requirements, and ensure that the cladding layer does not fail by delamination during service.



4.3.2 试验标准 Test Standard

项目 Item	标准 Standard
拉伸试验	GB/T 228.1-2010 / ISO 6892-1
弯曲试验	GB/T 232-2010 / ISO 7438
剪切试验	GB/T 5273-2001 / ISO 6892-1
剥离试验	企业标准/客户标准

4.3.3 试验方法 Test Method

拉伸试验 Tensile Test

- 试样制备：从堆焊管件上截取横向拉伸试样
- 试样尺寸：Φ6mm 或 Φ10mm 圆棒，或 5mm×25mm 板状试样
- 试验速度：0.5-1.0mm/min
- 测量参数：抗拉强度、屈服强度、延伸率
- 断口分析：观察断裂位置（堆焊层内、界面处、母材内）

弯曲试验 Bend Test

- 试样制备：从堆焊管件上截取纵向弯曲试样
- 试样尺寸：10mm×10mm×50mm
- 弯曲角度：180°
- 弯曲直径：3 倍试样厚度
- 评价方法：弯曲后检查堆焊层表面及侧面，无裂纹、无剥落为合格

剪切试验 Shear Test

- 试样制备：从堆焊管件上截取剪切试样
- 试样尺寸：按标准要求制备
- 试验方法：单剪或双剪试验
- 测量参数：剪切强度
- 评价方法：计算剪切强度值，评估结合质量

剥离试验 Peel Test

- 试样制备：从堆焊管件上截取剥离试样
- 试验方法：采用专用剥离试验装置
- 加载方式：垂直于堆焊层表面施加拉力
- 测量参数：剥离力、剥离功



- 评价方法：记录剥离过程，分析剥离机理

4.3.4 合格标准 Acceptance Criteria

检验项目	合格标准
抗拉强度	≥母材抗拉强度的 90%
弯曲试验	180°弯曲后无裂纹、无剥落
剪切强度	≥母材剪切强度的 85%
剥离试验	无界面剥离，断裂发生在堆焊层或母材内部
断口分析	无未熔合、无夹渣、无气孔等缺陷

5. 检验流程 Inspection Procedure

5.1 检验准备 Inspection Preparation

1. 确认产品已完成堆焊作业并通过外观检验
2. 根据产品规格确定取样位置与数量
3. 准备检验设备并确认设备状态正常
4. 校准测量仪器并记录校准数据
5. 准备检验记录表格

5.2 取样要求 Sampling Requirements

产品类型	取样数量	取样位置
法兰堆焊件	≥3 件	法兰密封面区域
管件堆焊件	≥2 件	堆焊区域中间段
钢管堆焊件	≥2 件	堆焊区域两端及中间
轴套管堆焊件	≥3 件	内孔堆焊区域
模具堆焊修复件	≥2 件	修复区域代表性位置

5.3 检验实施 Inspection Implementation

6. 按本计划规定的试验方法进行各项检验
7. 如实记录检验数据，不得随意修改



8. 对异常数据进行复测并记录复测结果
9. 检验过程中发现不合格项时立即停止检验并报告
10. 检验完成后整理数据并编制检验报告

5.4 不合格处理 Nonconformance Handling

11. 检验结果不合格时，由质量管理部出具不合格报告
12. 技术部组织分析不合格原因
13. 根据分析结果制定纠正措施
14. 纠正措施实施后重新取样检验
15. 检验合格后产品方可放行

6. 检验记录与报告 Inspection Records and Reports

6.1 记录要求 Record Requirements

记录项目	记录内容
产品标识	产品名称、规格、数量、订单号
堆焊工艺	堆焊方法、焊丝牌号、工艺参数
取样信息	取样位置、取样数量、取样日期
检验数据	各项检验的原始数据
检验结论	合格/不合格判定
检验人员	检验员、审核人签字

6.2 报告内容 Report Content

检验报告应包含以下内容：

- 报告编号及日期
- 产品基本信息
- 检验依据标准
- 检验项目与方法
- 检验数据与结果
- 硬度分布曲线图
- 合格性判定结论
- 检验人员签字



7. 监督考核 Supervision and Assessment

16. 质量管理部每月对本计划的执行情况进行检查
17. 检验数据准确率纳入检验员绩效考核
18. 检验报告及时率纳入部门考核指标
19. 客户投诉中涉及检验问题的，追溯检验责任
20. 本计划执行情况纳入质量管理体系内审范围

8. 附则 Supplementary Provisions

21. 本计划由质量管理部负责解释
22. 本计划每年评审一次，必要时进行修订
23. 本计划自发布之日起实施
24. 本计划与相关标准不一致时，以较严格者为准
25. 本计划一式三份，质量管理部、技术部、生产部各执一份

修订记录 Revision History

版本	修订内容	修订日期	修订人
A/0	首次发布	2024-01-01	质量管理部

编制 Prepared by: _____ 日期 Date: _____

审核 Reviewed by: _____ 日期 Date: _____

批准 Approved by: _____ 日期 Date: _____