



Cladding-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd- CLADDING-ITP-011-Mold-Repair- Cladding-ITP

模具修复堆焊检验与试验计划

Inspection and Test Plan for Mold Repair Cladding

文件编号	Document No.	CLADDING-ITP-011
版本号	Version	A/0
生效日期	Effective Date	2025-01-01
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（ITP）旨在规范科雷丁技术（山西）有限公司在模具修复堆焊项目中的质量控制流程，确保法兰堆焊、管件堆焊、钢管堆焊、轴套管堆焊及模具堆焊修复等工艺过程中的尺寸测量、堆焊层检验、机加工与最终验收环节符合 ISO9001 质量管理体系要求及客户技术规范。

This Inspection and Test Plan (ITP) is established to standardize the quality control procedures for mold repair cladding projects at CLADDING-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd, ensuring that dimensional measurement, cladding layer inspection, machining and final acceptance stages comply with ISO9001 quality management requirements and customer technical specifications for flange cladding, pipe fitting cladding, steel pipe cladding, shaft sleeve cladding and mold cladding repair processes.

2. 适用范围 Scope

本 ITP 适用于公司所有涉及模具堆焊修复的增材制造项目，包括但不限于：

This ITP applies to all additive manufacturing projects involving mold cladding repair, including but not limited to:

- 注塑模具型腔表面堆焊修复 Cladding repair of injection mold cavity surfaces
- 压铸模具热作模具钢堆焊强化 Cladding strengthening of die casting mold hot-work tool steels
- 冲压模具刃口堆焊修复 Cladding repair of stamping mold cutting edges
- 锻造模具型面堆焊再制造 Cladding remanufacturing of forging mold forming surfaces
- 大型模具局部磨损区域 TIG/MIG 堆焊修复 TIG/MIG cladding repair of localized wear areas on large molds

3. 职责 Responsibilities

3.1 质量管理部 Quality Management Department

- 负责本 ITP 的编制、修订与解释 Be responsible for the preparation, revision and interpretation of this ITP
- 组织检验人员资质培训与考核 Organize qualification training and assessment for inspection personnel
- 监督各检验环节的执行情况 Supervise the execution of each inspection stage



- 编制检验记录与质量报告 Compile inspection records and quality reports

3.2 技术部 Technical Department

- 制定堆焊工艺参数与检验标准 Develop cladding process parameters and inspection standards
- 提供模具修复技术方案与图纸 Provide mold repair technical solutions and drawings
- 审核焊接工艺评定报告 Review welding procedure qualification reports
- 解决检验过程中的技术问题 Resolve technical issues during inspection

3.3 生产部 Production Department

- 按工艺要求执行堆焊作业 Execute cladding operations according to process requirements
- 配合检验人员进行过程检验 Cooperate with inspectors for process inspection
- 记录生产过程中的关键参数 Record key parameters during production
- 对不合格品进行标识与隔离 Identify and segregate non-conforming products

3.4 检验员 Inspector

- 按本 ITP 要求执行各项检验 Execute inspections as required by this ITP
- 如实填写检验记录 Truthfully complete inspection records
- 发现不合格项及时上报 Report non-conformities promptly
- 维护检验设备与量具 Maintain inspection equipment and measuring tools

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

4.1 检验流程总览 Inspection Process Overview

序号	检验阶段	检验项目	检验方法	检验时机	检验人员	记录文件
1	来料检验	母材化学成分	光谱分析	堆焊前	检验员	来料检验报告
2	来料检验	母材力学性能	拉伸/硬度试验	堆焊前	检验员	材料性能报告
3	焊前准备	坡口加工尺寸	卡尺/深度尺	堆焊前	检验员	焊前检查记录
4	焊前准备	母材表面状	目视检查	堆焊前	检验员	焊前检查记



		态				录
5	堆焊过程	焊接参数监控	设备参数记录	堆焊中	焊工/检验员	焊接参数记录表
6	堆焊过程	层间温度控制	红外测温仪	堆焊中	焊工	层间温度记录
7	堆焊过程	稀释率控制	金相分析	堆焊后	检验员	稀释率检验报告
8	堆焊后检验	外观质量	目视/放大镜	堆焊后	检验员	外观检验记录
9	堆焊后检验	尺寸测量	三坐标/卡尺	堆焊后	检验员	尺寸检验报告
10	堆焊后检验	硬度检测	洛氏/维氏硬度计	堆焊后	检验员	硬度检测报告
11	堆焊后检验	无损检测	MT/PT/UT	堆焊后	检验员	无损检测报告
12	机加工	加工尺寸	三坐标测量	加工后	检验员	机加工检验报告
13	机加工	表面粗糙度	粗糙度仪	加工后	检验员	粗糙度检测报告
14	最终验收	综合尺寸	三坐标/专用检具	交付前	检验员	最终验收报告
15	最终验收	性能复测	硬度/耐磨试验	交付前	检验员	性能复测报告

4.2 尺寸测量 Dimensional Measurement

4.2.1 焊前尺寸测量 Pre-weld Dimensional Measurement

检验目的 Inspection Purpose:

确认模具母材基体尺寸符合修复要求，为堆焊工艺提供基准数据。

Confirm that the mold base material dimensions meet repair requirements and provide baseline data for cladding process.



检验项目 Inspection Items:

检验项目	检验标准	允许偏差	检验工具
模具型腔轮廓尺寸	客户图纸/修复方案	$\pm 0.10\text{mm}$	三坐标测量机
磨损区域深度	修复方案要求	$\pm 0.05\text{mm}$	深度尺/千分表
模具基准面平面度	GB/T 1184	$0.05\text{mm}/100\text{mm}$	平面度仪
配合面尺寸	客户图纸要求	$\pm 0.05\text{mm}$	卡尺/千分尺
模具总长/总宽/总高	客户图纸要求	$\pm 0.20\text{mm}$	三坐标测量机

检验程序 Inspection Procedure:

1. 将模具清洁并放置在测量平台上，确保基准面稳定接触
Clean the mold and place it on the measurement platform, ensuring stable contact of the reference surface
2. 使用三坐标测量机对模具型腔关键特征点进行测量，包括型腔轮廓、分型面、型芯位置等
Use CMM to measure key feature points of mold cavity, including cavity profile, parting surface, core position, etc.
3. 对磨损区域进行深度测量，确定堆焊余量需求
Measure the depth of worn areas to determine cladding allowance requirements
4. 记录所有测量数据，与原始图纸或修复方案进行对比
Record all measurement data and compare with original drawings or repair specifications
5. 编制焊前尺寸测量报告，作为堆焊工艺参数设定的依据
Prepare pre-weld dimensional measurement report as basis for cladding process parameter setting

4.2.2 堆焊后尺寸测量 Post-cladding Dimensional Measurement

检验目的 Inspection Purpose:

验证堆焊层尺寸符合工艺要求，为后续机加工提供余量确认。
Verify that cladding layer dimensions meet process requirements and confirm allowance for subsequent machining.

检验项目 Inspection Items:

检验项目	检验标准	允许偏差	检验工具
堆焊层厚度	工艺规程要求	$+0.50\text{mm}/-0.00\text{mm}$	千分尺/深度尺



堆焊区域轮廓尺寸	工艺规程要求	$\pm 0.30\text{mm}$	三坐标测量机
堆焊层表面平面度	工艺规程要求	$0.20\text{mm}/100\text{mm}$	平面度仪
堆焊层与母材过渡区尺寸	工艺规程要求	$\pm 0.20\text{mm}$	卡尺/深度尺
模具整体尺寸变化量	工艺规程要求	$\pm 0.50\text{mm}$	三坐标测量机

检验程序 Inspection Procedure:

- 堆焊完成后，清除焊渣、飞溅等表面杂质
After cladding, remove slag, spatter and other surface impurities
- 待工件冷却至室温后，进行尺寸测量
After workpiece cools to room temperature, perform dimensional measurement
- 使用千分尺或深度尺测量堆焊层厚度，每个区域至少测量 3 个点
Use micrometer or depth gauge to measure cladding layer thickness, at least 3 points per area
- 使用三坐标测量机对堆焊区域轮廓进行扫描测量
Use CMM to scan and measure cladding area profile
- 对比焊前与堆焊后尺寸数据，计算尺寸变化量
Compare pre-weld and post-cladding dimensional data to calculate dimensional change
- 编制堆焊后尺寸测量报告
Prepare post-cladding dimensional measurement report

4.3 堆焊层检验 Cladding Layer Inspection

4.3.1 外观检验 Visual Inspection

检验目的 Inspection Purpose:

检查堆焊层表面质量，确保无影响使用性能的缺陷。

Inspect cladding layer surface quality to ensure no defects affecting service performance.

检验标准 Inspection Criteria:

缺陷类型	允许要求	检验方法
表面裂纹	不允许	目视/放大镜（10 倍）
表面气孔	直径 $\leq 1.0\text{mm}$ ，每 100cm^2 不超过 3 个	目视/放大镜



表面夹渣	不允许	目视/放大镜
咬边	深度≤0.5mm，长度≤50mm	目视/卡尺
未熔合	不允许	目视/放大镜
堆焊层表面粗糙度	Ra≤125μm	粗糙度仪
焊瘤	高度≤1.0mm	目视/卡尺

检验程序 Inspection Procedure:

12. 在充足的自然光或人工光源下进行检查，光线强度不低于 500lux

Inspect under sufficient natural or artificial light, with intensity not less than 500lux

13. 检验人员距工件表面 300-600mm，以 10°-30°角度观察堆焊层表面

Inspector stands 300-600mm from workpiece surface, observing cladding layer at 10°-30° angle

14. 对可疑区域使用 10 倍放大镜进行辅助检查

Use 10x magnifying glass for auxiliary inspection of suspicious areas

15. 对发现的缺陷进行标记、记录，并评估是否影响后续机加工

Mark and record discovered defects, assess whether they affect subsequent machining

16. 编制外观检验记录

Prepare visual inspection record

4.3.2 硬度检验 Hardness Testing

检验目的 Inspection Purpose:

验证堆焊层硬度符合设计要求，确保模具修复后的耐磨性能。

Verify that cladding layer hardness meets design requirements to ensure wear resistance after mold repair.

检验标准 Inspection Criteria:

堆焊材料类型	硬度要求	测试方法	测试位置
高铬铸铁堆焊层	HRC 50-60	洛氏硬度	堆焊层表面
钴基合金堆焊层	HBW 350-450	布氏硬度	堆焊层表面
镍基合金堆焊层	HBW 250-350	布氏硬度	堆焊层表面
碳化钨颗粒增强堆焊层	HV 1000-1500	维氏硬度	堆焊层表面
过渡层硬度	介于母材与堆焊层之间	洛氏/布氏硬度	过渡区



检验程序 Inspection Procedure:

17. 堆焊层冷却至室温后，对测试表面进行打磨处理，确保表面平整
After cladding layer cools to room temperature, grind test surface to ensure flatness
18. 根据堆焊材料类型选择合适的硬度测试方法和标尺
Select appropriate hardness test method and scale according to cladding material type
19. 在堆焊层表面均匀分布测试点，每个区域不少于 5 个测试点
Distribute test points evenly on cladding layer surface, at least 5 test points per area
20. 在堆焊层与母材过渡区进行硬度梯度测试，确定稀释率影响
Perform hardness gradient test in cladding layer and base metal transition zone to determine dilution effect
21. 记录所有硬度测试数据，计算平均值和极差
Record all hardness test data, calculate average and range
22. 编制硬度检测报告
Prepare hardness test report

4.3.3 无损检测 Non-destructive Testing

检验目的 Inspection Purpose:

检测堆焊层内部缺陷，确保堆焊质量满足使用要求。

Detect internal defects in cladding layer to ensure cladding quality meets service requirements.

检验标准 Inspection Criteria:

检测方法	适用缺陷	检验等级	验收标准
磁粉检测（MT）	表面及近表面裂纹	MT-1 级	无裂纹显示
渗透检测（PT）	表面开口缺陷	PT-1 级	无线性显示
超声波检测（UT）	内部缺陷	UT-2 级	缺陷当量 $\leq\Phi 2\text{mm}$
射线检测（RT）	内部气孔、夹渣	RT-2 级	合格级别Ⅱ级

检验程序 Inspection Procedure:

23. 根据堆焊层材料和厚度选择合适的无损检测方法
Select appropriate NDT method according to cladding layer material and thickness
24. 对堆焊层表面进行预处理，确保检测面清洁、平整



Pre-treat cladding layer surface to ensure clean and flat detection surface

25. 按相关标准进行无损检测操作，覆盖全部堆焊区域

Perform NDT operations according to relevant standards, covering all cladding areas

26. 对检测发现的缺陷进行评定，确定是否需要进行返修

Evaluate defects found during inspection to determine whether rework is required

27. 编制无损检测报告，附缺陷位置示意图

Prepare NDT report with defect location diagram

4.3.4 稀释率检验 Dilution Rate Inspection

检验目的 Inspection Purpose:

控制堆焊层稀释率，确保堆焊材料性能不被母材过度稀释。

Control cladding layer dilution rate to ensure cladding material properties are not excessively diluted by base metal.

检验标准 Inspection Criteria:

堆焊工艺	稀释率要求	检验方法
TIG 堆焊	≤15%	金相分析
MIG 堆焊	≤20%	金相分析
电弧增材制造	≤25%	金相分析

检验程序 Inspection Procedure:

28. 从堆焊试件上截取金相试样，包含堆焊层与母材界面

Cut metallographic specimen from cladding test piece, including cladding layer and base metal interface

29. 对试样进行镶嵌、研磨、抛光、腐蚀处理

Embed, grind, polish and etch the specimen

30. 在金相显微镜下观察堆焊层与母材界面，测量稀释深度

Observe cladding layer and base metal interface under metallographic microscope, measure dilution depth

31. 计算稀释率：稀释率 = 稀释深度 / 堆焊层总厚度 × 100%

Calculate dilution rate: Dilution rate = Dilution depth / Total cladding layer thickness × 100%

32. 编制稀释率检验报告

Prepare dilution rate inspection report



4.4 机加工检验 Machining Inspection

4.4.1 机加工前准备检验 Pre-machining Preparation Inspection

检验目的 Inspection Purpose:

确认堆焊层状态满足机加工要求，制定合理的加工方案。

Confirm cladding layer condition meets machining requirements and develop reasonable machining plan.

检验项目 Inspection Items:

检验项目	检验标准	检验方法
堆焊层硬度均匀性	极差 $\leq 10\text{HRC}$	硬度测试
堆焊层表面状态	无严重缺陷	目视检查
堆焊层厚度余量	满足加工要求	尺寸测量
模具基准面状态	完好无损	目视/尺寸测量

4.4.2 机加工过程检验 In-process Machining Inspection

检验目的 Inspection Purpose:

监控机加工过程质量，确保加工参数合理，避免加工缺陷。

Monitor machining process quality to ensure reasonable machining parameters and avoid machining defects.

检验项目 Inspection Items:

检验项目	检验标准	检验时机	检验方法
粗加工尺寸	留精加工余量 0.5-1.0mm	粗加工后	卡尺/千分尺
精加工尺寸	符合图纸要求	精加工后	三坐标测量
加工表面粗糙度	$Ra \leq 3.2\mu\text{m}$	精加工后	粗糙度仪
加工变形量	$\leq 0.10\text{mm}$	加工后	三坐标测量
刀具磨损状态	正常磨损	加工中	目视检查

检验程序 Inspection Procedure:



33. 粗加工完成后，对关键尺寸进行测量，确认精加工余量
After rough machining, measure key dimensions to confirm finishing allowance
34. 精加工过程中，每完成一个工序进行尺寸检验
During finishing, perform dimensional inspection after each operation
35. 精加工完成后，使用三坐标测量机进行全面尺寸检测
After finishing, perform comprehensive dimensional inspection using CMM
36. 使用粗糙度仪检测加工表面粗糙度
Use roughness tester to inspect machined surface roughness
37. 对加工后的模具进行变形量检测，与加工前数据进行对比
Perform deformation inspection on machined mold, compare with pre-machining data
38. 编制机加工检验报告
Prepare machining inspection report

4.4.3 机加工后尺寸测量 Post-machining Dimensional Measurement

检验目的 Inspection Purpose:

验证机加工后模具尺寸精度满足使用要求。

Verify that machined mold dimensional accuracy meets service requirements.

检验项目 Inspection Items:

检验项目	检验标准	允许偏差	检验工具
型腔轮廓尺寸	客户图纸	$\pm 0.02\text{mm}$	三坐标测量机
配合面尺寸	客户图纸	$\pm 0.01\text{mm}$	三坐标测量机
型芯位置度	客户图纸	$\pm 0.02\text{mm}$	三坐标测量机
分型面平面度	GB/T 1184	$0.02\text{mm}/100\text{mm}$	平面度仪
表面粗糙度	客户图纸	$Ra \leq 1.6\mu\text{m}$	粗糙度仪
模具总尺寸	客户图纸	$\pm 0.05\text{mm}$	三坐标测量机

4.5 最终验收 Final Acceptance

4.5.1 验收条件 Acceptance Conditions

模具修复堆焊项目满足以下条件时方可进行最终验收：



Final acceptance can be performed only when the mold repair cladding project meets the following conditions:

39. 所有检验项目已完成，检验结果符合本 ITP 要求

All inspection items have been completed with results meeting this ITP requirements

40. 不合格项已完成返修并重新检验合格

Non-conforming items have been reworked and re-inspected qualified

41. 所有检验记录完整、准确

All inspection records are complete and accurate

42. 模具外观清洁，无油污、锈迹等

Mold surface is clean, free from oil stains, rust, etc.

4.5.2 验收项目 Acceptance Items

序号	验收项目	验收标准	验收方法
1	综合尺寸精度	符合客户图纸要求	三坐标测量
2	堆焊层硬度	符合工艺要求	硬度测试
3	表面粗糙度	符合客户图纸要求	粗糙度仪
4	外观质量	无明显缺陷	目视检查
5	耐磨性能	符合设计要求	耐磨试验
6	文件资料	完整齐全	文件审查

4.5.3 验收程序 Acceptance Procedure

43. 质量管理部组织最终验收会议，通知相关部门参加

Quality Management Department organizes final acceptance meeting and notifies relevant departments

44. 检验员向验收组汇报检验结果，展示检验记录

Inspector reports inspection results to acceptance team and presents inspection records

45. 验收组对模具进行实物检查，确认质量状态

Acceptance team performs physical inspection of mold to confirm quality status

46. 对验收中发现的问题进行记录，确定处理方案

Record issues found during acceptance and determine treatment plan

47. 验收合格后，编制最终验收报告，由相关人员签字确认



After acceptance qualification, prepare final acceptance report and obtain signatures from relevant personnel

48. 将模具交付客户，同时交付相关质量文件

Deliver mold to customer along with relevant quality documents

5. 监督考核 Supervision and Assessment

5.1 检验质量监督 Inspection Quality Supervision

质量管理部每月对本 ITP 执行情况进行监督检查，重点检查以下内容：

Quality Management Department conducts monthly supervision and inspection of this ITP implementation, focusing on the following:

- 检验记录是否及时、完整、准确 Inspection records are timely, complete and accurate
- 检验人员是否按本 ITP 要求执行检验 Inspectors execute inspections as required by this ITP
- 检验设备是否在校准有效期内 Inspection equipment is within calibration validity period
- 不合格品处理是否规范 Non-conforming product handling is standardized

5.2 考核指标 Assessment Indicators

考核项目	目标值	考核周期
检验记录完整率	100%	月度
检验及时率	≥95%	月度
客户投诉率	≤1%	年度
一次验收合格率	≥98%	月度
检验设备校准率	100%	年度

6. 附则 Supplementary Provisions

6.1 相关文件 Related Documents

- CLADDING-QP-001 质量手册 Quality Manual
- CLADDING-WI-015 堆焊工艺规程 Cladding Process Specification



- CLADDING-WI-023 无损检测作业指导书 NDT Work Instruction
- CLADDING-FR-011 检验记录表 Inspection Record Form
- CLADDING-FR-012 最终验收报告 Final Acceptance Report

6.2 记录表单 Record Forms

表单编号	表单名称	保存期限
CLADDING-FR-011-01	焊前尺寸测量记录	产品寿命期
CLADDING-FR-011-02	堆焊后尺寸测量记录	产品寿命期
CLADDING-FR-011-03	外观检验记录	产品寿命期
CLADDING-FR-011-04	硬度检测报告	产品寿命期
CLADDING-FR-011-05	无损检测报告	产品寿命期
CLADDING-FR-011-06	机加工检验报告	产品寿命期
CLADDING-FR-011-07	最终验收报告	产品寿命期

6.3 修订记录 Revision History

版本号	修订日期	修订内容	修订人
A/0	2025-01-01	首次发布	质量管理部

文件受控标识：受控文件，未经许可不得复制

Document Control Mark: Controlled Document, Do Not Copy Without Permission