



Cladding-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd- CLADDING-MPS-021-Submerged-Arc- Cladding-Layer-Process-Specification

埋弧堆焊工艺参数控制程序

Submerged Arc Welding Process Parameter Control Procedure

| 文件编号 | CLADDING-MPS-021 |

| 版本号 | A/0 |

| 生效日期 | 2025 年 01 月 01 日 |

| 编制部门 | 工艺技术部 |

1. 目的 Purpose

本程序旨在规范科雷丁技术（山西）有限公司埋弧堆焊作业中焊剂选择、电流参数设定与焊缝成型控制的技术要求，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产品的焊接质量稳定可靠，满足增材制造与精密堆焊工艺的质量标准。

This procedure aims to standardize the technical requirements for flux selection, current parameter setting and weld formation control in submerged arc welding operations of CLADDING-Technology-Shanxi-Co.,-Ltd, ensuring stable and reliable welding quality of flange cladding, pipe



fitting cladding, steel pipe cladding, shaft sleeve cladding and mold cladding repair products, meeting the quality standards of additive manufacturing and precision cladding processes.

2. 适用范围 Scope

本程序适用于公司采用埋弧堆焊工艺进行以下产品制造与修复作业：

This procedure applies to the following product manufacturing and repair operations using submerged arc cladding process:

- 法兰堆焊（Flange Cladding）
- 管件堆焊（Pipe Fitting Cladding）
- 钢管堆焊（Steel Pipe Cladding）
- 轴套管堆焊（Shaft Sleeve Cladding）
- 模具堆焊修复（Mold Cladding Repair）
- 大型金属零部件表面强化（Surface Strengthening of Large Metal Components）

3. 职责 Responsibilities

| 部门/岗位 | 职责 |

| 部门/岗位 | 职责 |

| 工艺技术部 | 负责埋弧堆焊工艺规程编制、焊剂选型评定、参数优化验证 |

| 工艺技术部 | Responsible for SAW procedure compilation, flux selection evaluation, parameter optimization verification |

| 生产部 | 负责按工艺规程执行埋弧堆焊作业，记录工艺参数 |

| 生产部 | Responsible for executing SAW operations according to procedures, recording process parameters |

| 质量部 | 负责焊缝成型质量检验、焊剂质量抽检、工艺参数符合性监督 |

| 质量部 | Responsible for weld formation quality inspection, flux quality sampling, process parameter compliance supervision |

| 设备部 | 负责埋弧焊机设备维护、焊剂烘干设备管理 |

| 设备部 | Responsible for SAW equipment maintenance, flux drying equipment management |



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

4.1 焊剂选择 Flux Selection

4.1.1 焊剂分类与选用原则

埋弧堆焊焊剂按化学成分分为熔渣型焊剂和烧结型焊剂两大类，选用原则如下：

Submerged arc cladding fluxes are classified into slag-type fluxes and sintered-type fluxes according to chemical composition. Selection principles are as follows:

| 焊剂类型 | 适用场景 | 典型牌号 |

| 焊剂类型 | 适用场景 | 典型牌号 |

| 熔渣型焊剂 | 碳钢、低合金钢堆焊，要求低稀释率 | HJ431、HJ350 |

| 熔渣型焊剂 | Carbon steel, low alloy steel cladding, low dilution rate required | HJ431, HJ350 |

| 烧结型焊剂 | 不锈钢堆焊、高合金材料堆焊 | SJ101、SJ301 |

| 烧结型焊剂 | Stainless steel cladding, high alloy material cladding | SJ101, SJ301 |

4.1.2 焊剂与焊丝匹配

焊剂与焊丝匹配应根据堆焊材料成分、稀释率要求及焊缝成型质量综合确定：

Flux and welding wire matching shall be determined based on cladding material composition, dilution rate requirements and weld formation quality:

| 堆焊材料 | 推荐焊丝 | 推荐焊剂 | 稀释率控制目标 |

| 堆焊材料 | 推荐焊丝 | 推荐焊剂 | 稀释率控制目标 |

| 碳钢法兰 | H08A | HJ431 | $\leq 15\%$ |

| 碳钢法兰 | H08A | HJ431 | $\leq 15\%$ |

| 不锈钢管件 | ER309L | SJ101 | $\leq 10\%$ |

| 不锈钢管件 | ER309L | SJ101 | $\leq 10\%$ |

| 硬质合金堆焊 | ERNiCrMo-3 | SJ301 | $\leq 8\%$ |

| 硬质合金堆焊 | ERNiCrMo-3 | SJ301 | $\leq 8\%$ |

4.1.3 焊剂质量要求

焊剂使用前必须满足以下质量要求：

Flux shall meet the following quality requirements before use:

- 焊剂粒度均匀，无结块、无杂质
- 焊剂粒度均匀，无结块、无杂质



- 熔渣型焊剂含水率 $\leq 0.1\%$ ，烧结型焊剂含水率 $\leq 0.3\%$
- 熔渣型焊剂含水率 $\leq 0.1\%$ ，烧结型焊剂含水率 $\leq 0.3\%$
- 焊剂化学成分符合 GB/T 5293 或 GB/T 12470 标准要求
- 焊剂化学成分符合 GB/T 5293 或 GB/T 12470 标准要求

4.1.4 焊剂烘干与储存

焊剂烘干与储存要求如下：

Flux drying and storage requirements are as follows:

| 焊剂类型 | 烘干温度 | 烘干时间 | 储存要求 |

| 焊剂类型 | 烘干温度 | 烘干时间 | 储存要求 |

| 熔渣型焊剂 | 250-300°C | 2-4 小时 | 密封保存，防潮 |

| 熔渣型焊剂 | 250-300°C | 2-4 hours | Sealed storage, moisture-proof |

| 烧结型焊剂 | 300-350°C | 2-4 小时 | 密封保存，防潮 |

| 烧结型焊剂 | 300-350°C | 2-4 hours | Sealed storage, moisture-proof |

4.2 电流参数控制 Current Parameter Control

4.2.1 焊接电流设定

焊接电流是影响堆焊稀释率和焊缝成型的关键参数，应根据基材厚度、堆焊层数及焊丝直径合理设定：

Welding current is a key parameter affecting cladding dilution rate and weld formation. It shall be reasonably set according to base material thickness, cladding layers and wire diameter:

| 基材厚度 | 焊丝直径 | 焊接电流 | 电弧电压 | 焊接速度 |

| 基材厚度 | 焊丝直径 | 焊接电流 | 电弧电压 | 焊接速度 |

| 10-20mm | $\phi 4.0\text{mm}$ | 500-600A | 30-34V | 200-300mm/min |

| 10-20mm | $\phi 4.0\text{mm}$ | 500-600A | 30-34V | 200-300mm/min |

| 20-40mm | $\phi 5.0\text{mm}$ | 600-800A | 32-36V | 250-350mm/min |

| 20-40mm | $\phi 5.0\text{mm}$ | 600-800A | 32-36V | 250-350mm/min |

| 40-60mm | $\phi 6.0\text{mm}$ | 800-1000A | 34-38V | 300-400mm/min |

| 40-60mm | $\phi 6.0\text{mm}$ | 800-1000A | 34-38V | 300-400mm/min |

4.2.2 多层堆焊参数控制

对于法兰、管件、钢管等需要多层堆焊的产品，各层参数控制要求如下：

For products such as flanges, pipe fittings and steel pipes requiring multi-layer cladding, parameter control requirements for each layer are as follows:



堆焊层数	电流调节	电压调节	层间温度控制
堆焊层数	电流调节	电压调节	层间温度控制
第一层	基准电流	基准电压	$\leq 200^{\circ}\text{C}$
第一层	Base current	Base voltage	$\leq 200^{\circ}\text{C}$
第二层	降低 5-10%	降低 1-2V	$\leq 250^{\circ}\text{C}$
第二层	Reduce 5-10%	Reduce 1-2V	$\leq 250^{\circ}\text{C}$
后续层	根据成型调整	根据成型调整	$\leq 300^{\circ}\text{C}$
后续层	Adjust according to formation	Adjust according to formation	$\leq 300^{\circ}\text{C}$

4.2.3 轴套管与模具堆焊特殊参数

轴套管堆焊和模具堆焊修复因工件形状复杂，参数控制要求更为严格：

Shaft sleeve cladding and mold cladding repair require more stringent parameter control due to complex workpiece shapes:

工件类型	电流范围	电压范围	特殊要求
工件类型	电流范围	电压范围	特殊要求
轴套管	400-550A	28-32V	控制热输入，防止变形
轴套管	400-550A	28-32V	Control heat input, prevent deformation
模具修复	350-500A	26-30V	低稀释率，保护母材
模具修复	350-500A	26-30V	Low dilution rate, protect base material

4.3 焊缝成型控制 Weld Formation Control

4.3.1 焊缝成型质量要求

埋弧堆焊焊缝成型应满足以下质量要求：

Submerged arc cladding weld formation shall meet the following quality requirements:

- 焊缝表面平整，无咬边、无未熔合
- 焊缝表面平整，无咬边、无未熔合
- 焊缝宽度均匀，宽度偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$
- 焊缝宽度均匀，宽度偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$
- 焊缝余高符合图纸要求，偏差 $\leq \pm 1\text{mm}$
- 焊缝余高符合图纸要求，偏差 $\leq \pm 1\text{mm}$
- 焊缝与母材过渡圆滑，无突变
- 焊缝与母材过渡圆滑，无突变



4.3.2 焊缝成型影响因素控制

影响焊缝成型的主要因素及控制措施如下：

Main factors affecting weld formation and control measures are as follows:

| 影响因素 | 控制措施 | 目标值 |

| 影响因素 | 控制措施 | 目标值 |

| 焊剂层厚度 | 保持焊剂层厚度 8-12mm | 8-12mm |

| 焊剂层厚度 | Maintain flux layer thickness 8-12mm | 8-12mm |

| 焊枪对中 | 焊丝中心与坡口中心偏差 $\leq 1\text{mm}$ | $\leq 1\text{mm}$ |

| 焊枪对中 | Wire center deviation from groove center $\leq 1\text{mm}$ | $\leq 1\text{mm}$ |

| 焊剂覆盖 | 确保焊剂完全覆盖熔池 | 完全覆盖 |

| 焊剂覆盖 | Ensure flux fully covers molten pool | Full coverage |

| 焊接速度 | 保持稳定焊接速度，波动 $\leq \pm 10\%$ | $\leq \pm 10\%$ |

| 焊接速度 | Maintain stable welding speed, fluctuation $\leq \pm 10\%$ | $\leq \pm 10\%$ |

4.3.3 法兰堆焊成型控制

法兰堆焊因工件为环形结构，焊缝成型控制要点如下：

Flange cladding requires special attention to weld formation control due to the ring-shaped structure:

- 焊接起始点与终止点应错开，避免接头缺陷
- 焊接起始点与终止点应错开，避免接头缺陷
- 采用分段焊接，每段长度 200-300mm
- 采用分段焊接，每段长度 200-300mm
- 控制焊接顺序，减少焊接变形
- 控制焊接顺序，减少焊接变形
- 焊缝宽度控制在 12-18mm 范围内
- 焊缝宽度控制在 12-18mm 范围内

4.3.4 管件与钢管堆焊成型控制

管件与钢管堆焊因工件为管状结构，焊缝成型控制要点如下：

Pipe fitting and steel pipe cladding require special attention to weld formation control due to the tubular structure:

- 采用自动焊小车或旋转机构保证焊接轨迹稳定
- 采用自动焊小车或旋转机构保证焊接轨迹稳定



- 控制焊丝送进速度，避免断弧
- 控制焊丝送进速度，避免断弧
- 焊缝宽度控制在 10-15mm 范围内
- 焊缝宽度控制在 10-15mm 范围内
- 多层堆焊时层间打磨，保证层间结合
- 多层堆焊时层间打磨，保证层间结合

4.3.5 轴套管堆焊成型控制

轴套管堆焊因工件为轴类结构，焊缝成型控制要点如下：

Shaft sleeve cladding requires special attention to weld formation control due to the shaft structure:

- 采用分段退焊法，控制焊接变形
- 采用分段退焊法，控制焊接变形
- 控制热输入，防止轴类工件弯曲变形
- 控制热输入，防止 shaft bending deformation
- 焊缝宽度控制在 8-12mm 范围内
- 焊缝宽度控制在 8-12mm 范围内
- 堆焊后需进行校直处理
- 堆焊后需进行校直处理

4.3.6 模具堆焊修复成型控制

模具堆焊修复因需恢复模具尺寸精度，焊缝成型控制要点如下：

Mold cladding repair requires special attention to weld formation control to restore mold dimensional accuracy:

- 采用低电流、低电压参数，控制稀释率
- 采用低电流、低电压参数，控制稀释率
- 焊缝高度精确控制，满足后续加工余量要求
- 焊缝高度精确控制，满足 subsequent machining allowance requirements
- 焊缝表面平整度 $\leq 0.5\text{mm}$
- 焊缝表面平整度 $\leq 0.5\text{mm}$
- 多层堆焊时严格控制层间温度
- 多层堆焊时严格控制层间温度

4.4 工艺参数记录与追溯

埋弧堆焊作业过程中，操作人员必须如实记录以下工艺参数：



During submerged arc cladding operations, operators must truthfully record the following process parameters:

- | 记录项目 | 记录要求 |
- | 记录项目 | 记录要求 |
- | 焊剂牌号、批号 | 每批次记录 |
- | 焊剂牌号、批号 | Record per batch |
- | 焊接电流、电压 | 每道焊缝记录 |
- | 焊接电流、电压 | Record per weld pass |
- | 焊接速度 | 每道焊缝记录 |
- | 焊接速度 | Record per weld pass |
- | 层间温度 | 每层记录 |
- | 层间温度 | Record per layer |
- | 操作者、日期 | 每道焊缝记录 |
- | 操作者、日期 | Record per weld pass |

5. 监督考核 Supervision and Assessment

5.1 工艺参数符合性检查

质量部每月对埋弧堆焊工艺参数符合性进行检查，检查内容包括：

Quality Department shall conduct monthly inspection of SAW process parameter compliance, including:

- 焊剂选择是否符合工艺规程要求
- 焊剂选择是否符合工艺规程要求
- 电流、电压参数是否在工艺规程规定范围内
- 电流、电压参数是否在工艺规程规定范围内
- 焊缝成型质量是否满足标准要求
- 焊缝成型质量是否满足标准要求
- 工艺参数记录是否完整、真实
- 工艺参数记录是否完整、真实

5.2 考核标准

- | 考核项目 | 合格标准 | 不合格处理 |
- | 考核项目 | 合格标准 | 不合格处理 |



焊剂选择	100%符合规程	立即纠正，重新培训
焊剂选择	100% compliant	Immediate correction, retraining
参数控制	符合率 $\geq 95\%$	分析原因，制定纠正措施
参数控制	Compliance rate $\geq 95\%$	Analyze causes, develop corrective actions
焊缝成型	合格率 $\geq 98\%$	返工处理，追究责任
焊缝成型	Qualification rate $\geq 98\%$	Rework, hold accountable

6. 附则 Supplementary Provisions

6.1 相关文件

- 《埋弧堆焊工艺规程》
- 《埋弧堆焊工艺规程》
- 《焊剂采购与验收规范》
- 《焊剂采购与验收规范》
- 《焊接工艺评定程序》
- 《焊接工艺评定程序》

6.2 记录表格

- 《埋弧堆焊工艺参数记录表》
- 《埋弧堆焊工艺参数记录表》
- 《焊剂烘干记录表》
- 《焊剂烘干记录表》
- 《焊缝成型质量检验记录表》
- 《焊缝成型质量检验记录表》

6.3 修订历史

版本	修订日期	修订内容	修订人
版本	修订日期	修订内容	修订人
A/0	2025-01-01	首次发布	工艺技术部
A/0	2025-01-01	Initial release	Process Technology Department

编制：工艺技术部

审核：质量部

批准：总经理



Prepared by: Process Technology Department

Reviewed by: Quality Department

Approved by: General Manager