

团 体 标 准

T/CWAN 0156—2025

锅炉用 ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧 焊推荐工艺规范

Specification for manual argon tungsten arc welding process of ND steel (09CrCuSb) used
for power station boilers

2025-10-24 发布

2025-11-01 实施

中国焊接协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	2
4 技术要求	2
5 焊接材料	2
6 焊接工艺	3
7 焊接接头检验方法与规则	4
8 返修	4
附录 A（资料性）ND 钢（09CrCuSb）管材手工钨极氩弧焊工艺评定报告样例	5
附录 B（资料性）ND 钢（09CrCuSb）管材手工钨极氩弧焊焊接推荐工艺参数	7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江工程学院、哈尔滨团结锅炉集团有限公司、北部湾大学、天津市特种设备监督检验研究院、天津大学、福建省特种设备检验研究院、甘肃有色冶金技术学院、哈尔滨威尔焊接有限责任公司。

本文件主要起草人：陈永生、吕红亮、王佳杰、邵新辉、张晓晨、邓军林、黄耀波、董兵天、陈鹏、王庆江、杨闯、孙明辉、鲍宇、武鹏博、徐家珩、刘晨曦、郑桂红、党丽华。

锅炉用 ND 钢（09CrCuSb）管材手工钨极氩弧焊推荐工艺规范

1 范围

本文件规定了在锅炉等承压设备的制造、安装、改造等过程中ND钢（09CrCuSb）管材进行焊接一般规定、焊接材料、焊接工艺、质量检验等技术要求。

本文件适用于采用ND钢（09CrCuSb）管材的手工钨极氩弧焊进行对接、角接及打底焊道的焊接，以及上述焊接接头的返修焊接。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 150.2 压力容器 第2部分：材料
- GB/T 228.1 金属材料拉伸试验第1部分室温试验方法
- GB/T 229 金属材料夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 232 金属材料弯曲试验方法
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 9948 石油裂化用无缝钢管
- GB/T 16507.5 水管锅炉 第5部分：制造
- GB/T 19418 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- GB/T 25778 焊接材料采购指南
- GB/T 39255 焊接和切割用保护气体
- DL/T 612 电力行业锅炉压力容器安全监督规程
- NB/T 47013 承压设备无损检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程
- NB/T 47018 承压设备用焊接材料订货技术条件
- NB/T 47019 锅炉、热交换器用管订货技术条件
- SH/T 3096 高硫原油加工装置设备和管道设计选材原则

TSG 11 锅炉安全技术规程

TSG Z6002 特种设备作业人员考核细则

3 术语与定义

GB/T 3375界定的以及下列术语和定义适用于本文件

3.1

焊接工艺评定 welding procedure qualification

为验证所制定的焊接工艺的正确性而进行的试验过程及结果评价。

3.2

焊接工艺规程 welding procedure specification

根据合格的焊接工艺评定报告编制的，用于产品施焊的焊接工艺文件

3.3

ND钢 ND Steel

化学成分为09CrCuSb的耐硫酸露点腐蚀的钢，简称ND钢。

4 技术要求

4.1 ND 钢（09CrCuSb）的制造应符合 GB/T 150.2、GB/T 16507.5、DL/T 612 或 TSG11 的相关规定。本文件仅给出有关 ND 钢（09CrCuSb）焊接及焊接工艺的特殊要求。

4.2 ND 钢（09CrCuSb）管材化学成分和力学性能符合 GB/T 150.2 要求。按照 ND 钢（09CrCuSb）钢管的分类、代号、尺寸、外形、重量、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书均按 GB/T 9948 的规定。文件检查中供货商提供的质量证明书中应包括供货状态、化学成分、金相组织、力学性能、物理性能等，质量复验包括化学成分、金相组织、力学性能等。

4.3 按照采购要求对焊接材料进行文件检查和质量复验。文件检查中供货商提供的质量证明书中应包括焊丝的化学成分、熔敷金属的拉伸性能、冲击韧性、耐腐蚀性能试验等。

4.4 从事 ND 钢（09CrCuSb）管材焊接的焊工应按照 TSG Z6002 或产品制造技术条件的要求经专门培训，取得相应焊工资质，并在有效期内允许承担相应焊接工作。

4.5 若更换焊接材料的品牌及产地，则应重新进行焊接工艺评定。

4.6 工程的焊接应符合 NB/T47015 的相关规定。包括焊接现场应该具有防潮、防雨、防雾措施。坡口清理、焊接接头打磨、清理焊接飞溅等过程应选用无氯铝基无铁材料制成的砂轮片、电磨头等不锈钢材料制成的钢丝刷等或其他专用材料制成的工具进行操作。

5 焊接材料

5.1 焊接材料宜按 GB/T 25778、GB/T 39255 和 NB/T47018.3 的相关规定进行检验。

5.2 ND 钢（09CrCuSb）管材用焊接材料 H09CrCuSb 焊丝的化学成分应符合 GB/T 8110 相关规定。

5.3 手工钨极氩弧焊焊丝宜采用直径为 2.5mm。

5.4 焊接保护气体采用惰性气体氩气进行熔池保护，气体纯度不小于 99.99%。

5.5 手工钨极氩弧焊采用 $\Phi 2.4\text{mm}$ 直径钨极。

5.6 钨极前端应磨成平头圆锥型式，见图 1。

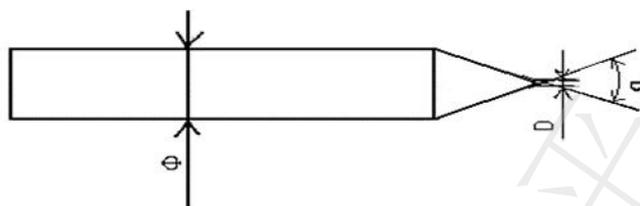


图 1 钨极修磨示意图

6 焊接工艺评定和焊接要求

6.1. 施焊前，按照相关规范（NB/T 47014）制定该项目的焊接工艺评定；并根据合格的工艺评定结果编制焊接工艺报告。焊接工艺报告样例形式见附录 A。

6.2. 焊接环境应符合安全生产的规定。

6.3 焊接坡口加工应采用机械方法加工，坡口形式及尺寸按照 GB/T 985.1 和 DL/T 869 的规定。

6.4 待焊区域（焊接坡口内外及其周围 20 mm 范围的母材）需经机械打磨（粗糙度 $\leq Ra 3.2 \mu\text{m}$ ）漏出金属光泽，使用不含卤素的化学溶剂清洗（丙酮或乙醇脱脂），去除氧化层、油污、杂质等残留。

6.5 钨极氩弧焊采用氩气进行保护，保护气体的流量应与焊接工艺评定确定的流量相符合，一般氩气流量推荐为 8~12 L/min。

6.6 对接焊接时焊缝的背面应采用氩气进行保护以防止氧化，且背面保护应保持到获得足够厚度（至少 5 mm 的熔敷层厚度），其具体操作工艺应和焊接工艺评定符合。

6.7 施焊过程中，应注意控制道间的温度，道间温度不得超过 150 °C。

6.8 层道间需用无铁氧化铝砂轮或不锈钢钢丝刷进行打磨清理氧化皮和其他杂质，清理结束后进行后续焊接。

6.9 引弧必须在坡口内，如果发现电弧擦伤，应将其打磨清除，并应对弧伤部位进行液体渗透检验以确保没有裂纹产生。

6.10 施焊过程中每层焊缝的厚度应不大于 2 mm，以保证层道间熔合良好。

6.11 焊接时，宜采用较小的热输入进行施焊，热输入在 0.5 kJ/mm-1.0 kJ/mm 范围内；焊接时，宜采用氩气纯度不低于 99.99%。焊接工艺参数与焊接工艺评定相符合。ND 钢（09CrCuSb）手工钨极氩弧焊焊接推荐的参数示例见附录 B。

6.12 收弧时填满弧坑，应保证收弧处的成形及焊接质量，若发现起弧点或收弧点有裂纹或线性缺陷出现，应采用无铁氧化铝砂轮打磨去除裂纹，并采用液体渗透检验确认裂纹完全去除。如需要，进行补焊

7 焊接接头检验方法与规则

7.1 外观检验

焊后应对焊缝进行外观检查，焊缝表面不得有裂纹、弧坑、气孔、咬边、夹渣等缺陷。焊缝表面光

滑，焊缝与母材呈圆滑过渡，如果焊缝出现焊接缺陷、成形不良或收弧处过高等，应及时按规定清除补焊及修磨圆滑。若发现缺陷应进行返修补焊。

7.2 无损检测

焊缝外观合格后，应对焊缝进行 X 射线检测。无损检测应按照 NB/T 47013 标准执行，且要求质量级别为 I 级合格。

7.3 拉伸试验

对上述焊接工艺评定焊接接头进行拉伸性能试验，试样应从焊接接头垂直于焊缝轴线方向截取，其中头尾取样位置应在远离焊缝起始和结束至少 20 mm 处取拉伸试样，拉伸试样的尺寸和制备必须符合 GB/T 228.1 要求。取样所采用的机械加工方法或热加工方法不应影响试样性能产生任何影响。接头拉伸性能结果满足 NB/T 47014 和技术质量文件规定要求。

7.4 弯曲试验

对上述焊接工艺评定焊接接头进行弯曲性能试验，弯曲试样的尺寸和制备必须符合 GB/T 232 要求。取样所采用的机械加工方法或热加工方法不应影响试样性能产生任何影响。接头弯曲性能结果满足 NB/T 47014 和技术质量文件规定要求。

7.5 耐腐蚀试验

对上述焊接工艺评定焊接接头进行耐腐蚀试验，耐腐蚀试验必须符合 GB/T 150.2 要求。耐腐蚀性能结果满足 NB/T 47019 和技术质量文件规定要求。

7.6 宏观金相试验

在进行焊缝金相检验前，需要将焊缝周边的熔渣，飞溅等清理干净；焊缝的表面质量应符合 GB/T 19418 要求。试样的焊缝区及热影响区不得有宏观可见的裂纹、未熔合、未焊透、气孔、夹渣等缺陷。

7.7 冲击试验

对上述焊接工艺评定焊接接头进行冲击试验，冲击试样的尺寸和制备必须符合 GB/T 229 要求。取样所采用的机械加工方法或热加工方法不应影响试样性能产生任何影响。接头冲击性能结果满足 NB/T 47014 和技术质量文件规定要求。

8 返修

8.1 当外观检测或无损检测不合格的部位应予以返修，可先对射线底片进行缺陷位置确定。采用机械打磨的方法去除缺陷，清除部位应超出缺陷位置，如有需要可进行渗透探伤以确保缺陷位置完全清除，再进行返修焊。

8.2 返修焊可采用评定合格的其他焊接方法进行，也可采用原工艺进行。

8.3 返修完成后使用机械打磨直至圆滑，同一处缺陷返修次数不宜超过 2 次，返修后需要按照标准要求
进行无损检测。

附录A
(资料性)

ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊工艺评定报告样例

ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊工艺评定报告样例见表 A.1。

表 A.1 ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊工艺评定报告样例

单位名称: _____			
焊接工艺评定报告编号: _____			
焊接方法: _____			
母材	材料标准: _____	类、组别号: _____	材料质量证明书号: _____
	材料代号: _____	厚度/直径: _____	
气体	混合比	流量	尾部保护气: _____
			背面保护气: _____
填充金属	焊材类别: _____	焊材型号/牌号: _____	焊缝金属厚度: _____
	焊材标准: _____	焊材规格: _____	焊材质量证明书号: _____
电特性:	电流种类: _____	钨极类型、尺寸: _____	电弧电压 (V): _____
	极性: _____	焊接电流 (A): _____	焊接电弧种类
焊接位置	对接焊缝位置及方向: _____		角焊缝位置及方向: _____
预热	预热温度 (°C): _____		道间温度 (°C)
技术措施	焊接速度 (cm/min): _____	摆动或不摆动:	多道焊或单道焊:
	其他: _____	摆动参数:	多丝焊或单丝焊:
焊接前 (清理装配)	焊前清理	工件装配 (装配简图)	操作人员
焊接中 (工艺参数)	预热		操作人员
	最大道间温度°C: _____	气体种类: _____	
	最小预热温度°C: _____		
焊接后 (质量检验)	外观检验	1. 外观形貌: _____	操作人员
		2. 焊接缺陷: _____	
		3. 是否合格: _____	
无损检测	1. 检测类型: _____	操作人员	
	2. 是否合格: _____		
金相检验	1. 根部: <u> (焊透、未焊透) </u>	操作人员	

		2. 焊缝：（熔合、未熔合） 3. 焊缝、热影响区：（有裂纹、无裂纹） 4. 焊角差：_____	
	弯曲试验	1. 试样厚度：_____ 2. 弯心直径：_____ 3. 弯曲角度：_____ 4. 面弯是否合格：_____ 4. 背弯是否合格：_____	操作人员
	耐腐蚀检验	1. 腐蚀速率：_____ 2. 是否合格：_____	操作人员
	冲击试验	1. 试样尺寸：_____ 2. 夏比 V 型缺口位置：_____ 3. 试验温度（℃）：_____ 4. 冲击吸收功（J）：_____ 5. 是否合格：_____	操作人员
	拉伸试验	1. 抗拉强度：_____ 2. 屈服强度：_____ 3. 伸长率：_____ 4. 是否合格：_____	操作人员
	耐蚀堆焊 金属化学成分	1. 报告：_____ 2. 是否合格：_____	操作人员

编制：
(签名和日期)

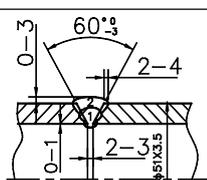
审核：
(签名和日期)

附录B
(资料性)

ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊焊接推荐工艺参数

ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊焊接工艺参数根据管材厚度进行选择电流、电压、焊速和气体流量。表 B.1 为 ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊焊接推荐参数范围和接头形式、坡口形式与尺寸等, 其他不同厚度的管件可根据表中参数进行适当调整。

表 B.1 ND 钢 (09CrCuSb) 管材手工钨极氩弧焊焊接推荐工艺参数

管材厚度	电流 (A)	电压 (V)	焊速	气体流量	接头形式、坡口形式与尺寸、 焊层、焊道布置顺序
3-5 mm	90-120	9-12	-	8-12 L/min	
6-8 mm	100-130	10-13	-	8-12 L/min	