

锅炉膜式管屏耐腐层堆焊技术条件指南

（征求意见稿）

（本草案完成时间：）

联系人:刘大易

单位：黑龙江省特种设备检验研究院

联系电话：18846123405

电子邮箱：51524131@qq.com

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 管屏制造技术要求 2

 4.1 材料 2

 4.2 鳍片采购 2

 4.3 焊前清理 2

 4.4 钢管拼接 2

 4.5 锅炉膜式管屏拼焊 2

5 管屏耐腐堆焊制造技术要求 4

 5.1 材料 4

 5.2 管屏表面处理 4

 5.3 管屏固定 4

 5.4 耐腐堆焊 4

 5.5 产前试样 5

 5.6 管屏及圆管耐腐堆焊 5

 5.7 堆焊层表面要求 5

 5.8 堆焊焊道质量验收 5

6 管屏公差要求 7

7 检查与验收 8

 7.1 管屏表面质量检查 8

 7.2 水压、通球试验 8

 7.3 产品标记 8

 7.4 涂漆、包装 8

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。

请注意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。

本文件由黑龙江省市场监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江省特种设备检验研究院、哈尔滨科能熔敷科技股份有限公司。

本文件主要起草人：

锅炉膜式管屏耐腐层堆焊技术条件指南

1 范围

本文件规定了锅炉膜式管屏耐腐层熔化极气体保护堆焊制造与验收的技术要求。

本文件适用于锅炉由钢管加鳍片焊制的膜式管屏、钢管、钢板采用熔化极气体保护焊方法的表面耐腐堆焊。

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。

- TSG 11 锅炉安全技术规程
- GB/T 16507 水管锅炉
- GB/T 15620 镍及镍合金焊丝
- 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 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验
- NB/T 10939 锅炉用材料入厂验收规则
- GB/T 29713 不锈钢焊丝和焊带
- ASME BPVC. II. C 焊条、焊丝和填充材料规范
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则
- 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

3 术语和定义

GB/T 2900.48和GB/T 3375界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

堆焊

为增大或恢复焊件尺寸，或使焊件表面获得具有特殊性能的熔敷金属而进行的焊接。

注：在AWS. IX QG-109.2中解释耐蚀层堆焊(overlay, corrosion resistant weld metal) -在母材表面堆焊一层或多层焊缝金属以求改善表面的抗蚀性能。此堆焊层可在最小设计厚度水平以上，作为总体壁厚中的非结构部分。

3.2

熔深

在焊接接头横截面上，母材或前道焊缝熔化的深度。

3.3

稀释

填充金属受母材或先前焊道的熔入而引起的化学成分含量降低,通常可用母材金属或先前焊道的焊缝金属在焊道中所占质量比来确定。

4 管屏制造技术要求

4.1 材料

- 4.1.1 制造锅炉膜式管屏的受压元件和非受压元件用的材料及焊接材料应符合设计图样及 GB/T 16507.2 水管锅炉受压元件允许使用的材料牌号。
- 4.1.2 材料代用应满足原设计的要求,并经设计单位的技术部门(包括设计和工艺部门)同意。
- 4.1.3 锅炉制造用的钢管、鳍片、焊接材料必须按照有关规定进行入场验收,合格后才能使用。

4.2 鳍片采购

- 4.2.1 锅炉膜式管屏采用机械焊(气体保护焊或埋弧焊)拼焊时使用的鳍片宽度需根据设计部门要求进行采购、复检。
- 4.2.2 MPM 方法锅炉膜式管屏拼焊,鳍片宽度采购尺寸(注:MPM 为气体保护焊。)
$$W \times \delta = (W_0 + W_m + W_d) \times \delta \dots\dots\dots (1)$$
- 4.2.3 SAW 方法锅炉膜式管屏拼焊,鳍片宽度采购尺寸(注:SAW 为埋弧焊。)
$$W \times \delta = (W_0 + W_s + W_d) \times \delta \dots\dots\dots (2)$$

式中:
W——采购鳍片宽度
 δ ——鳍片厚度
 W_0 ——鳍片理论值宽度
 W_m ——MPM焊接收缩量(通常取0-0.2mm)
 W_s ——SAW焊接收缩量(通常取0.3-0.4mm)
 W_d ——堆焊收缩量(通常5mm厚度的鳍片碳钢取 $W_0 \times 0.04\text{mm}$,合金钢取 $W_0 \times 0.03\text{mm}$,不锈钢取 $W_0 \times 0.02\text{mm}$)

4.3 焊前清理

- 4.3.1 采用圆管抛光机和鳍片打磨精整机对钢管和鳍片进行整体抛光,少量部位采用角磨机进行打磨,去除钢材表面油污、铁锈等杂质。
- 4.3.2 打磨减薄后的母材厚度不得低于锅炉膜式管屏设计要求。

4.4 钢管拼接

制造锅炉膜式管屏的钢管拼接段最短长度应大于500mm,插入管长度不小于300mm。

4.5 锅炉膜式管屏拼焊

4.5.1 人员选择

焊接操作工应经焊接考试合格符合TSG Z6002要求,且在合格证有效期内担任考试合格项目范围的焊接工作,焊工钢印按相关标准打印。

4.5.2 管屏拼焊

施焊前,钢管和鳍片表面先去除油污、铁锈等杂质,且相互焊接的位置保持清洁。

膜式管屏横向对接接头必须全焊透，焊接钢板需开坡口可参照 GB/T 985.1的规定执行。
管屏拼焊应符合NB / T 47014～47016焊接工艺评定要求。

4.5.3 管屏产前试样

每台膜式管屏开始生产前，应参照机械焊设备、管子材料、管子壁厚、扁钢厚度的不同，采用不同的工艺规程在产前做一只模拟试样。对采用机械焊(气体保护焊或埋弧焊)拼焊的管屏，若管屏端部采用手工气体保护焊或焊条电弧焊进行补焊时，则还应对手工焊管屏按不同焊接方法在产前分别做一只模拟试样。模拟试样熔深按4.5.4条检查合格后，方可进行产品焊接。

4.5.4 焊缝表面质量

鳍片与管子的焊接保持连续，无漏焊、错位。

焊缝成型光滑、平整焊缝与母材之间圆滑过渡，宜采用小电流参数，焊缝表面无裂纹、夹渣、弧坑、气孔等缺陷，焊后母材表面不允许有直径大于0.8mm飞溅。

扁钢与钢管之间的焊缝应连续，不得有漏焊。焊缝成型应光滑、焊缝与母材之间应圆滑过渡，焊缝表面不允许有裂纹、夹渣、弧坑等缺陷。扁钢与钢管之间的焊缝表面不允许有直径大于2mm的单个气孔，同时也不允许存在密集性气孔(3个以上小孔连成一片)或成排气孔(100mm直线范围内气孔数多于5个)。

焊缝咬边深度在钢管侧不得大于0.5mm，且其咬边总长度不得大于钢管长度的10%，连续长度不得大于500mm；扁钢侧焊缝咬边深度不得大于0.5mm，否则应按工艺进行补焊。

气孔部位补焊后打磨平整，补焊区打磨圆滑过渡。

气体保护焊、焊条电弧焊钢管与鳍片焊接熔深要求按图1，埋弧焊钢管与鳍片的焊接熔深要求按图2，合格标准见表1。

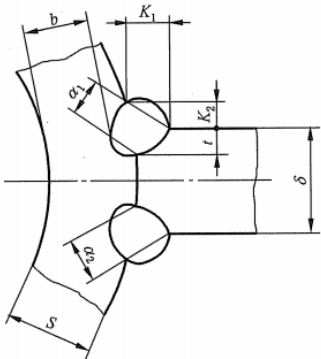


图1 气体保护焊、焊条电弧焊钢管与鳍片焊接熔深

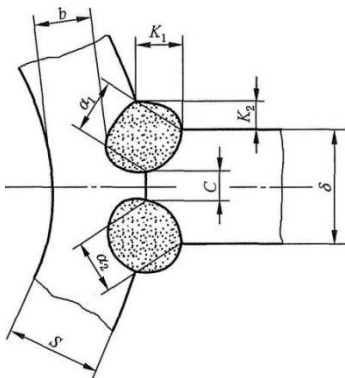


图2 埋弧焊钢管与鳍片的焊接熔深

标引序号说明：
S——钢管壁厚，mm
 δ ——鳍片壁厚，mm
 a_1 、 a_2 ——焊缝熔深，mm
t——鳍片侧熔深，mm(对气体保护焊、手工电弧焊适用)
b——未熔管壁厚度，mm
c——钢管与鳍片允许的未焊透厚度，mm
 K_1 、 K_2 ——焊脚高度，mm

表 1 钢管与鳍片焊接熔深合格标准

气体保护焊、手工电弧焊		S<5	$K_1、K_2\geq 4；b\geq 0.4S$	$a_1+a_2\geq 1.25\delta；t\geq 1.0$
		S≥5	$K_1、K_2\geq 4；b\geq 0.2$	
埋弧焊	$\delta\leq 6.5$	S<5	$K_1、K_2\geq 2.5；b\geq 0.4S$	$a_1+a_2\geq 1.25\delta；C\leq 0.4\delta$
		S≥5	$K_1、K_2\geq 3；b\geq 0.2$	
	$\delta>6.5$		$K_1、K_2\geq 3；b\geq 0.2$	$a_1+a_2\geq \delta；C\leq 0.4\delta$

5 管屏耐腐堆焊制造技术要求

5.1 材料

GB/T 15620和GB/T 29713中规定了镍基及不锈钢耐腐蚀焊材检验规则，宜按规定执行，焊接材料检验后可使用。

5.2 管屏表面处理

堆焊前，钢管和鳍片表面去除油污、铁锈等杂质，使用百叶轮对管、鳍片以及角部抛光打磨，重点除去鳍片锈迹、氧化皮以及角部氧化皮和埋弧焊药剂。

管屏表面打磨后刷耐腐堆焊专用可焊漆，可焊漆均匀涂抹且全面覆盖待耐腐堆焊区域。

5.3 管屏固定

- 5.3.1 待堆焊管屏固定至工装夹具上，连接紧密，无松动情况。
- 5.3.2 待堆焊管屏宜与堆焊焊枪垂直运动方向保持平行。

5.4 耐腐堆焊

- 5.4.1 耐腐层堆焊应由取得特种设备焊接资质的人员进行操作。
- 5.4.2 应对施焊后的管屏标注焊接操作人员钢印。

5.5 产前试样

建议在首次项目生产前按焊接工艺规程做一个模拟耐腐堆焊试样。

当管屏组件中有不同管壁厚度规格时，在鳍片厚度与钢管外径相同情况下，两种产前试样应取管壁最薄的管子。

若产品中鳍片使用不同厚度规格时，耐腐堆焊取鳍片厚度最小管屏进行堆焊。

5.6 管屏及圆管耐腐堆焊

- 5.6.1 管屏耐腐堆焊采用直立向下气体保护摆动方式堆焊。
- 5.6.2 圆管耐腐堆焊采用单管气体保护固定摆动螺旋方式堆焊。

5.7 堆焊层表面要求

- 5.7.1 熔道外观整齐，压道均匀，表面波纹清晰，熔道为金属颜色，堆焊表面不允许有裂纹、未熔合、夹渣、露母材等缺陷。
- 5.7.2 两道相邻焊道搭接处如出现明显接头（如叠加接头、错位接头、断点接头、纹络不顺接头等）需打磨平滑过渡，搭接处超出高度小于 2mm。
- 5.7.3 每道堆焊焊道不得短于标注的起止堆焊线，超出起止线距离不应超过 5mm。
- 5.7.4 堆焊焊道宽度不宜大于 15mm。
- 5.7.5 堆焊层表面不成型或存在裂纹、未熔合、夹渣等缺陷需打磨清除原缺陷后进行补熔。
- 5.7.6 堆焊后的膜式管屏存在密集焊豆飞溅时需要清除，单个飞溅焊豆不得大于 0.8mm。
- 5.7.7 堆焊层厚度与堆焊层表面稀释率：
 - a) 膜式管屏及圆管表面耐腐自动堆焊：当最低堆焊厚度要求 $\delta \geq 0.8\text{ mm}$ 时，堆焊层稀释率 $\leq 5\%$ （可使用焊材中含铁量为基准参数计算堆焊层稀释率）；当堆焊厚度要求 $\delta \geq 1.6\text{ mm}$ 时，堆焊层稀释率 $\leq 4.5\%$ ；当堆焊厚度要求 $\delta \geq 2\text{ mm}$ 时，堆焊层稀释率 $\leq 4\%$ ；
 - b) 钢板表面耐腐自动堆焊：当堆焊厚度 $\delta \leq 1\text{ mm}$ 时，堆焊层稀释率 $\leq 5\%$ ；当堆焊厚度 $\delta > 1\text{ mm}$ ，堆焊层稀释率 $\leq 4\%$ ；
 - c) 手工熔敷层稀释率 $\leq 10\%$ ；
 - d) 当双方明确具体要求时按协议执行。

5.8 堆焊焊道质量验收

堆焊焊道质量验收见表2

表 2 堆焊焊道质量验收

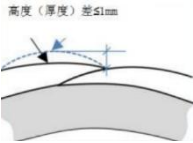
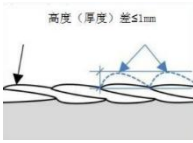
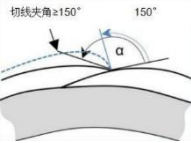
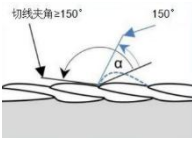
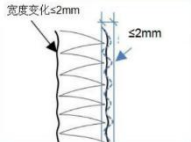
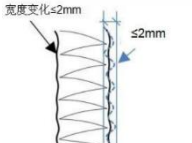
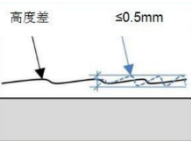
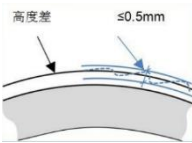
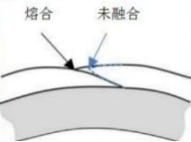
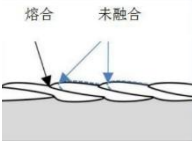
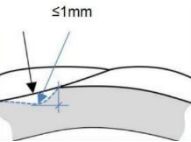
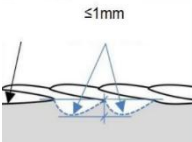
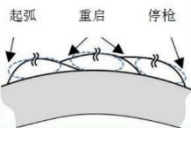
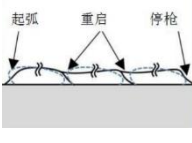
堆焊要求项	膜式管屏	圆管
焊道最高处（中心）与焊道之间搭接处高度差（厚度差）	高度差（厚度差） $\leq 1\text{mm}$ （管切面观察） 	高度差（厚度差） $\leq 1\text{mm}$ （管剖面观察） 

表 2 堆焊焊道质量验收（续）

堆焊要求项	膜式管屏	圆管
相邻两条焊道搭接处向两条焊道方向做切线	两条切线角度 $\geq 150^{\circ}$ （管切面观察） 	两条切线角度 $\geq 150^{\circ}$ （管剖面观察） 
单条焊道不同位置的宽度以及焊道与焊道之间的宽度	1、单条焊道宽度的变化 $\leq 2\text{ mm}$ （管切面观察） 2、焊道之间宽度的变化 $\leq 2\text{ mm}$ （管切面观察） 	1、旋转叠加后显露于表面的焊道、不同旋转角的焊道宽度变化 $\leq 2\text{mm}$ （管剖面观察） 2、不同长度位置焊道宽度变化 $\leq 2\text{mm}$ （管剖面观察） 
不规则表面粗糙度	表面粗糙度或各焊道长度方向高度差 $\leq 0.5\text{mm}$ 	焊道不同旋转角的焊道高度变化 $\leq 0.5\text{mm}$ 
焊道搭接要求	焊道边界在与母材的任何位置都熔合 	焊道边界在与母材的任何位置都熔合 
局部熔深过大、连续熔深过大、熔穿过大	过渡熔深应控制在 $\leq 1\text{mm}$ ，未熔合到母材的情况下无重叠过多的焊接金属 	过渡熔深应控制在 $\leq 1\text{mm}$ ，未熔合到母材的情况下无重叠过多的焊接金属 
不良的起弧，收弧，或重起厚度过厚或未搭接上。在重新起弧前，目视检查、调节下次开始位置。		

6 管屏公差要求

膜式管屏尺寸偏差见图3和表3。

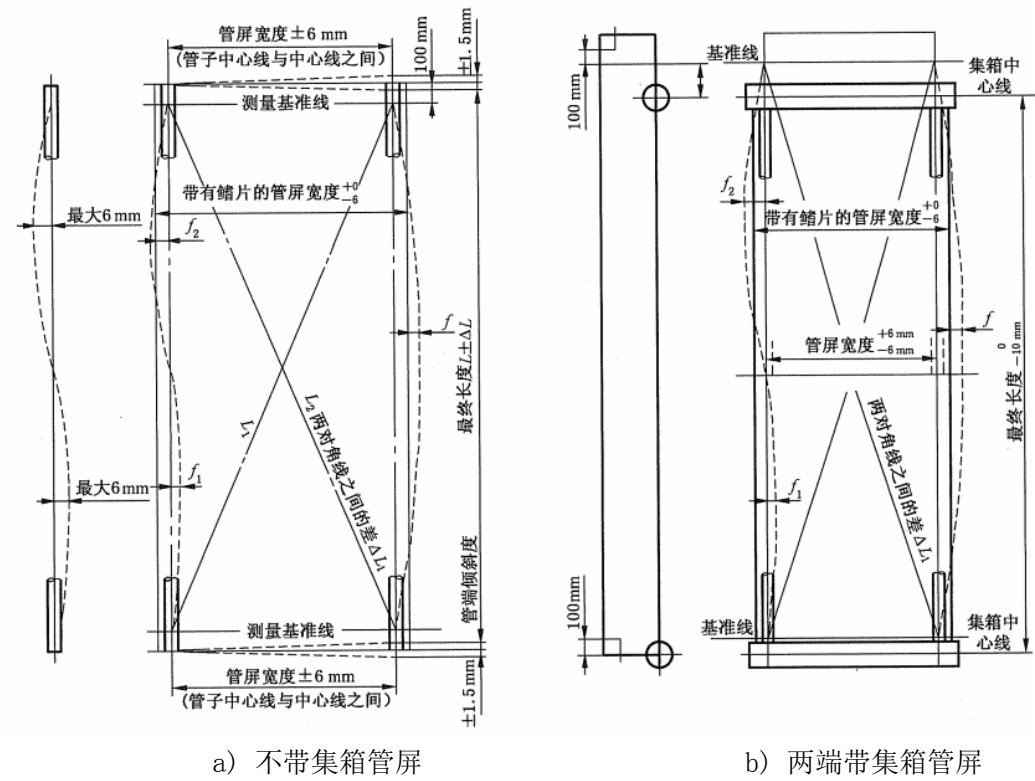


图3 膜式管屏尺寸偏差

对一端带集箱的管屏，除测量基准线位置根据实际情况选择，尺寸偏差见表3。

表 3 膜式管屏尺寸偏差

项目	不带集箱或一端带集箱的管屏		两端带集箱的管屏	
	$L \leq 12\text{mm}$	$L \geq 12\text{mm}$		
长度偏差 ΔL	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 3\text{mm}$	0 -10mm	
对角线偏差 $\Delta L1$	$\leq 5\text{mm}$		$\leq 10\text{mm}$	
旁弯度偏差	单项旁弯	双向旁弯	单项旁弯	双向旁弯
	$f \leq 6\text{mm}$	$ f1+f2 \leq 6\text{mm}$	$f \leq 6\text{mm}$	$ f1+f2 \leq 6\text{mm}$
节距偏差	$\pm 3\text{mm}$		--	
管屏宽度尺寸偏差 (管子中心线间)	$\pm 6\text{mm}$		$\pm 6\text{mm}$	
带鳍片管屏宽度尺寸偏差	0 -6mm		0 -6mm	
单片管屏的管端不齐度偏差	$\pm 1.5\text{mm}$		--	
孔的水平位置偏差	$\pm 5\text{mm}$		$\pm 5\text{mm}$	

7 检查与验收

膜式管屏、钢管、钢板表面耐腐堆焊层验收：

- a) 膜式管屏、钢管检测面积以曲面展开面积进行计算；
- b) 堆焊层的最小厚度测量：每平方米的检测点不少于 6 处，膜式管屏检测点需覆盖鳍片、管顶、管左侧 45° 及管右侧 45°，并对检测结果进行记录，采用计量合格的 ET 设备检测；
- c) 堆焊后表层的稀释率测量：每平方米的检测点不少于 5 处，膜式管屏检测点需覆盖鳍片、管顶、管左侧 45° 及管右侧 45°，并对检测结果进行记录，采用计量合格的 PMI 设备检测；
- d) 热影响区硬度小于 250HV；
- e) 自动堆焊的镍基堆焊焊缝焊后进行 100%外观检查和 10%渗透检测，渗透检测按照 NB/T 47013 中规定 I 级验收。手工堆焊膜式管屏让管（吹灰孔、看火孔等）进行 100%射线检测，射线检测按照 NB/T 47013 中规定 II 级验收。

7.1 管屏表面质量检查

- a) 膜式管屏表面机械伤痕深度不影响母材允许最薄厚度范围时，将母材伤痕打磨处理平滑过渡。否则修磨补焊，当管母材机械伤痕超过母材允许最薄厚度 2/3 时需更换钢管，更换的钢管长度不得小于 300mm；
- b) 膜式管屏焊道搭接处需打磨平滑过渡，表面焊豆飞溅需要清除，飞溅焊豆不得大于 0.8mm。

7.2 水压、通球试验

所有堆焊管屏100%进行水压、通球试验，水压、通球试验应符合GB/T 16507.6规定。

7.3 产品标记

堆焊产品制成后在母材的非堆焊侧标记出产品图号及焊接操作人员钢印。

7.4 涂漆、包装

管屏完工后按 SG0601，SG0501标准的规定进行涂漆和包装。
