

附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-□□□□

---

**民用核安全设备焊工焊接操作工  
技能评定要求**

Performance qualification of welders and welding operators for  
civil nuclear safety equipment

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

---

生态环境部 发布

## 目 次

前言.....	8
1 适用范围.....	9
2 规范性引用文件.....	9
3 术语和定义.....	9
4 总体要求.....	10
5 变素、代号和适用范围.....	10
5.1 焊接方法.....	11
5.2 填充材料.....	11
5.3 试件形式.....	13
5.4 焊缝形式.....	13
5.5 焊接位置.....	14
5.6 焊缝金属厚度和管材外径.....	20
5.7 焊接要素.....	21
6 试件规格尺寸.....	23
6.1 板材试件.....	23
6.2 管材试件.....	23
6.3 堆焊试件.....	24
6.4 螺柱焊试件.....	25
7 检验试验和验收要求.....	25
7.1 检验试验项目和数量.....	25
7.2 目视检验.....	26
7.3 无损检验.....	27
7.4 弯曲试验.....	27
7.5 金相检验.....	29
7.6 螺柱焊试件检验.....	30
8 特殊焊缝技能评定要求.....	31
8.1 奥氏体-铁素体不锈钢和镍基合金的堆焊和预堆边.....	31
8.2 热交换器或蒸汽发生器管板焊接.....	32
8.3 特殊的密封焊缝（顶盖、Ω接头等）.....	33

8.4 耐磨堆焊.....	33
9 焊工、焊接操作工技能评定项目代号.....	35
9.1 技能评定项目代号表示方法.....	35
9.2 项目代号应用举例.....	36
附录 A （规范性附录）技能评定管理要求.....	42
附表 焊工、焊接操作工技能评定报告.....	44

## 前言

为落实《中华人民共和国核安全法》《民用核安全设备焊接人员资格管理规定》，指导和规范民用核安全设备焊工、焊接操作工技能评定工作，制定本标准。

本标准规定了民用核安全设备焊工、焊接操作工技能评定要求。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部核设施安全监管司提出并组织制订。

本标准主要起草单位：中机生产力促进中心、核与辐射安全中心、华北核与辐射安全监督站。

本标准由生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

## 1 适用范围

本标准适用于民用核安全设备焊工、焊接操作工技能评定，聘用单位按照本标准实施焊工、焊接操作工的技能评定，保证其在合格的技能评定报告范围内从事民用核安全设备焊接活动。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅所著日期的版本适用于本标准。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 5185 焊接及相关工艺方法代号

GB/T 16672 焊缝-工作位置-倾角和转角的定义

BS EN ISO 9606-1: 2017 Qualification testing of welders - Fusion welding part 1 steel

ISO 14732: 2013 Welding personnel - Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials

ISO 6947: 2011 Welding and allied processes - Welding positions

## 3 术语和定义

3.1 手工焊 manual welding

指手持焊炬、焊枪或焊钳进行操作的焊接方法。

3.2 机械化焊 mechanized welding

指焊炬、焊枪或焊钳由机械装置夹持并要求随着观察焊接过程而调整设备控制部分的焊接方法。

3.3 自动焊 automatic welding

指用自动焊接装置完成全部焊接操作的焊接方法。

3.4 焊工 welder

指进行手工焊的焊接操作人员。

3.5 焊接操作工 welding operator

指进行机械化焊和自动焊的焊接操作人员。

## 4 总体要求

焊工、焊接操作工技能评定试件的数量应当符合要求，不允许多焊试件从中挑选。试件的制备和焊接应当满足下列要求：

- (1) 技能评定用试件的坡口表面和坡口两侧各 25mm 范围内应当清理干净，去除铁屑、氧化皮、油、锈和污垢等杂物。
- (2) 焊条和焊剂应当按规定要求烘干，随用随取，焊丝应当除油、除锈。
- (3) 焊工、焊接操作工技能评定应按照经验证的焊接工艺规程（WPS）来进行。在条件满足所有相关要求（如焊接方法、填充材料、试件形式、焊缝形式、焊接位置、试验要求等）的情况下，焊工、焊接操作工技能评定可以和焊接工艺评定同时进行。
- (4) 水平固定试件和 45° 固定试件上应当标注焊接位置的钟点标记，定位焊缝不得在“6 点”标记处；管材向下焊试件应当按照钟点标记固定试件位置，且只能从“12 点”标记处起弧，“6 点”标记处收弧；向上焊时应当从“6 点”位置起弧。
- (5) 焊工的所有技能评定试件，第一层焊缝中至少应当有一个停弧再焊接头；焊接操作工技能评定时，每一焊道中间不得停弧。
- (6) 焊接操作工技能评定时，允许使用引弧板和引出板。
- (7) 技能评定试件开始焊接后，焊接位置不得改变；对于管对接、管-板和管-管接头的 45° 固定试件，管轴线与水平面间的夹角应当在 45° ±5° 范围内。
- (8) 试件表面最后一层不允许修磨和返修。
- (9) 试件坡口形式和尺寸应当按照焊接工艺规程制备。
- (10) 小于 5mm 厚的板状试件允许刚性固定。
- (11) 对接焊缝技能评定结果适用于增大或恢复尺寸的堆焊和母材强度补焊焊缝，堆焊焊缝适用于堆焊层内补焊焊缝。

## 5 变素、代号和适用范围

焊工、焊接操作工技能评定以焊接变素为基础，本章节规定了每个焊接变素的覆盖范围，超出焊接变素覆盖范围之外的焊接活动，需重新进行技能评定。

## 5.1 焊接方法

5.1.1 民用核安全设备中常用的焊接方法分类和代号见表 1，表 1 中的各类焊接方法之间不能相互代替。每种焊接方法都可表现为手工焊、机械化焊和自动焊等方式，当采用手工焊时，焊接方法代号如表 1 所示；采用机械化焊时，焊接方法代号为“表 1 中的代号-M”；采用自动焊时，焊接方法代号为“表 1 中的代号-A”。

表 1 焊接方法的分类和代号

焊 接 方 法	代 号
焊条电弧焊	SMAW
钨极惰性气体保护电弧焊	GTAW
熔化极气体保护电弧焊	GMAW
药芯焊丝电弧焊	FCAW
埋弧焊	SAW
电渣焊 <sup>(1)</sup>	ESW
电子束焊	EBW
等离子弧焊	PAW
激光焊	LBW
螺柱焊	SW
电阻焊	ERW
气焊	OFW
注：(1) 仅限带极堆焊	

5.1.2 同一种焊接方法中，在手工焊、机械化焊和自动焊之间转换时，需要重新评定。

5.1.3 技能评定可以由一名焊工、焊接操作工采用两种或两种以上焊接方法进行组合评定。此时，每种方法焊缝金属厚度的适用范围按照本标准 5.6 节中的要求执行。

5.1.4 对于采用不同焊接方法的组合评定，项目代号可以按照不同的焊接方法分别给出。

## 5.2 填充材料

5.2.1 焊工、焊接操作工技能评定时，应根据母材选择适当的填充材料。填充材料的分类见表 2，其覆盖范围见表 3。

表 2 填充材料分类

组别及代号	类别	适用标准
FM1	碳素钢和细晶粒钢	GB/T 5117、GB/T 5293、GB/T 10045
FM2	高强钢	GB/T 36034、GB/T 36233
FM3	抗蠕变钢 (Cr<3.75%)	GB/T 5118、GB/T 12470、GB/T 17493
FM4	抗蠕变钢 (3.75%≤Cr≤12%)	GB/T 5118、GB/T 12470、GB/T 17493
FM5	不锈钢、不锈热强钢	GB/T 983、GB/T 29713、GB/T 17853
FM6	镍基合金	GB/T 13814、GB/T 15620
FM7	铜及铜合金、铝及铝合金、钛及钛合金、锆及锆合金、钴及钴合金等	

表 3 填充材料覆盖范围<sup>※</sup>

组别	覆盖范围					
	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5	FM6
FM1	X	X	-	-	-	-
FM2	X	X	-	-	-	-
FM3	X	X	X	-	-	-
FM4	X	X	X	X	-	-
FM5	-	-	-	-	X	-
FM6	-	-	-	-	X	X

注：X 表示适用的填充金属组别  
- 表示不适用

5.2.2 FM7 类填充材料只适用于同类组母材，代号在括号中备注评定的元素符号。

5.2.3 不同焊条药皮类型的覆盖如表 4 所示。

表 4 不同焊条药皮类型的覆盖性<sup>※</sup>

焊条药皮类型	覆盖原则		
	A 型 (酸性型)	B 型 (碱性型)	C 型 (纤维素型)
A 型 (酸性型) 03、6、7、13、14、19、20、24、27	X	-	-
B 型 (碱性型) 5、15、16、18、28、45、48	X	X	-
C 型 (纤维素型) 10、11	-	-	X

注：03、6、7 等为在 GB/T 5117、GB/T 5118 和 GB/T 983 中的药皮类型代号。  
X 表示适用的焊条药皮类型  
- 表示不适用

5.2.4 焊丝的制品型式：采用无填充焊丝、实心焊丝的代号分别为 01、02（药芯焊丝代号可通过焊接方法代号体现）。带填充材料的技能评定合格后，不带填充材料的技能评定可免除，反之则需重新进行技能评定。



5.2.5 实心焊丝和药芯焊丝不能相互等效。

5.2.6 对于焊接操作工，无需考虑表 2、表 3 和表 4。

### 5.3 试件形式

5.3.1 焊工、焊接操作工技能评定必须在板材或管材上进行，试件形式分为板、管、管-板和管-管四种形式，其代号分别为 P、T、P-T、T-T。

5.3.2 外径  $D \geq 25\text{mm}$  管材焊缝的技能评定结果适用于板材焊缝。

5.3.3 板材焊缝的技能评定结果适用于外径  $D \geq 500\text{mm}$  的管材焊缝。

5.3.4 管-管接管接头的技能评定结果可以适用于管-板接管接头。

5.3.5 对于焊接操作工，无需考虑本节变素。

### 5.4 焊缝形式

5.4.1 焊缝形式分为对接焊缝、角焊缝和堆焊三种形式，代号分别为 BW、FW 和 C。

5.4.2 对接焊缝试件分为带衬垫（代号为 mb）和不带衬垫（代号为 nb）两种。双面焊、部分焊透的对接焊缝均视为带衬垫。

5.4.3 对接焊缝不能覆盖角焊缝，反之亦然。

5.4.4 产品中的管-板接管和管-管接管接头应采用 P-T、T-T 接头形式进行技能评定。其他形式的对接焊缝和角焊缝组合焊缝应分别对对接焊缝和角焊缝进行技能评定。

5.4.5 主管外径（ $D_1$ ）与支管外径（ $D_2$ ）的比值（ $D_1/D_2$ ）的适用范围大于等于评定试件主管与支管的值。比值大于 5 时，板材上接管适用于管材上的接管。

5.4.6 支管角度  $> 60^\circ$ ，应采用  $\alpha = 90^\circ$  接管试件进行评定，评定结果适用范围为  $60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ ；支管角度  $\alpha \leq 60^\circ$ ，应采用  $\alpha = 60^\circ$  接管试件进行评定，评定结果适用范围为  $\alpha \leq 60^\circ$ 。

5.4.7 当技能评定用于承插焊缝（如图 1 所示）时，应当采用管-管角焊缝试件，并且考核范围、试件的制备与检验等应与焊接工艺评定所规定的条件相同，还应满足以下要求：

- （1）应进行宏观金相检验和射线检验；
- （2）技能评定结果对等于或大于评定试件的直径和厚度有效；
- （3）对于钨极惰性气体保护电弧焊，其技能评定结果对小于等于评定的焊

丝直径有效；

(4) 填充材料的评定范围应符合本标准 5.2 节的规定。

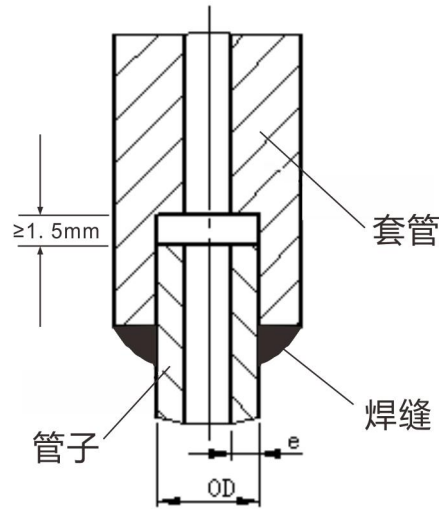


图 1 承插焊示意图

5.4.8 对于焊接操作工，无需考虑本节变素。

## 5.5 焊接位置

5.5.1 焊接位置分为平焊 (PA)、横角焊 (PB)、横焊 (PC)、仰角焊 (PD)、仰焊 (PE)、立向上焊 (PF)、立向下焊 (PG)，如图 2 (a) 所示；以及水平固定立向上焊 (PH)、水平固定立向下焊 (PJ)，如图 2 (b) 所示。

板材和管材在各个焊接位置的示意图如图 3 至 11 所示。管材、管-板的倾斜  $45^\circ$  向上焊接位置 (H-L045) 和倾斜  $45^\circ$  向下焊接位置 (J-L045) 的示意图如图 12、13 所示。图中箭头所指示方向为焊炬、焊枪或焊钳所指方向。

5.5.2 管材试件 H-L045 和 J-L045 焊接位置可适用于生产工件上所有的焊接位置。

5.5.3 当采用两外径相同的管材进行 PH 和 PC 位置技能评定时，其评定结果适用于 H-L045 位置。

5.5.4 当采用两外径相同的管材进行 PJ 和 PC 位置技能评定时，其评定结果适用于 J-L045 位置。

5.5.5 对接焊缝焊接位置的适用范围见表 5。角焊缝焊接位置的适用范围见表 6。

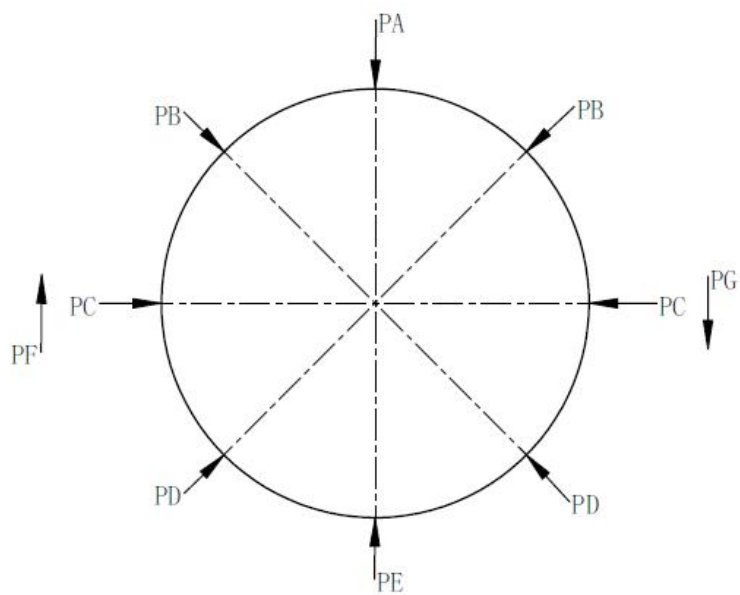
5.5.6 对于螺柱焊，经仰焊位置技能评定合格后，适用于任何位置的螺柱焊

试件，其他位置技能评定合格后，只适用相应位置的螺柱焊试件。螺柱焊试件焊接位置见图 14。

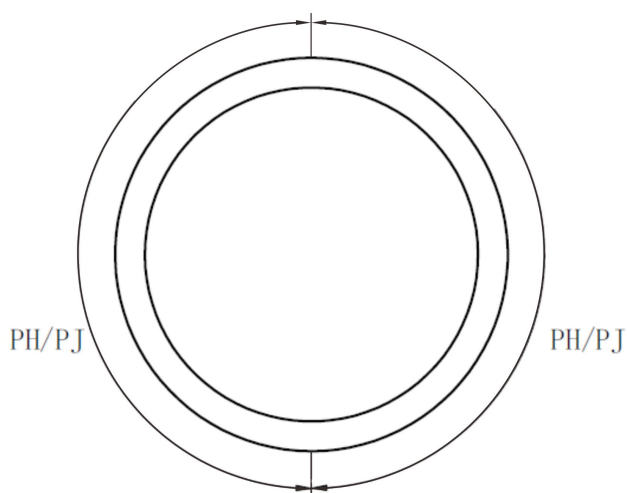
5.5.7 焊接位置的倾角公差为 $\pm 5^\circ$ ，转角公差为 $\pm 5^\circ$ 。

5.5.8 技能评定位置与产品焊接位置的适用范围详见表 7 和表 8。

5.5.9 自动焊焊接操作工无需考虑本节要素，机械化焊焊接操作工需要考虑本节要素。



2 (a)



2 (b)

图 2 焊接位置及代号表示图

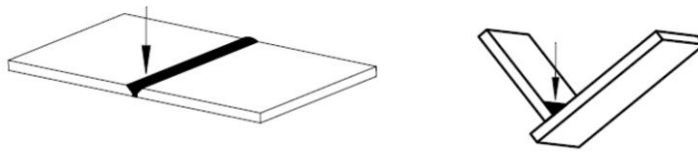


图 3 PA-平焊位置

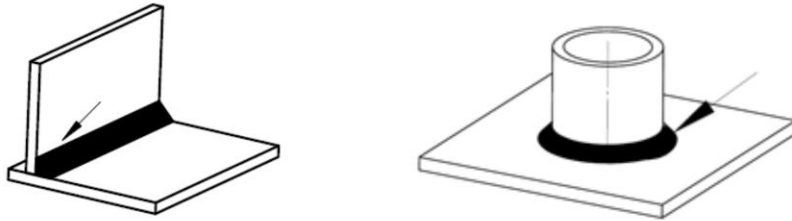


图 4 PB-横角焊位置

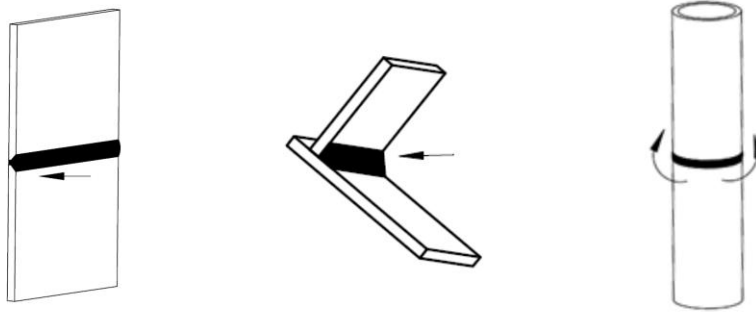


图 5 PC-横焊位置

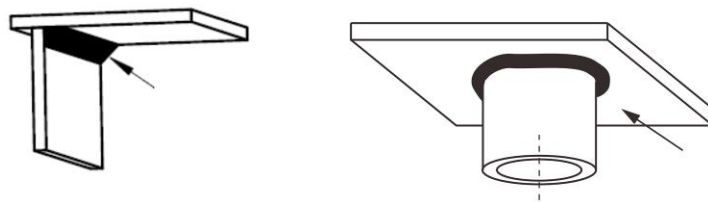


图 6 PD-仰角焊位置

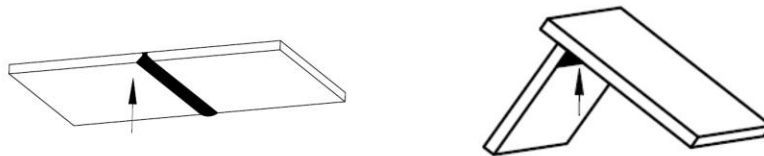


图 7 PE-仰焊位置

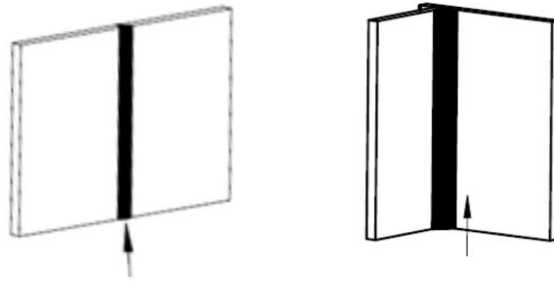


图 8 PF-立向上焊位置

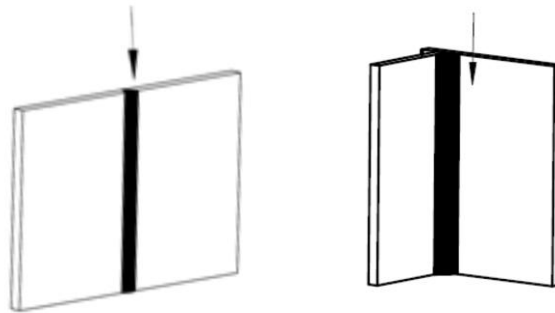


图 9 PG-立向下焊位置

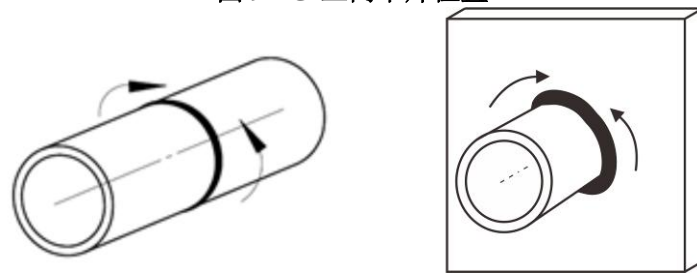


图 10 PH-管材水平固定立向上位置

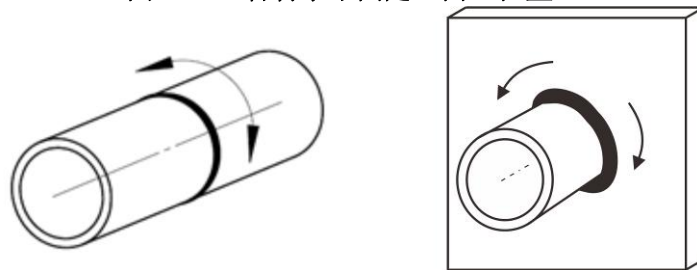


图 11 PJ-管材水平固定立向下位置

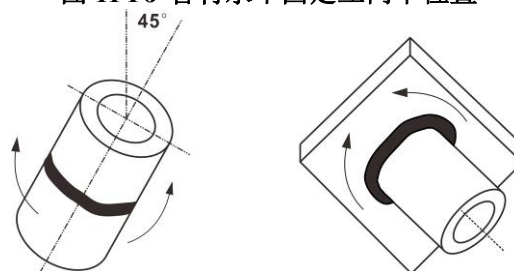


图 12 H-L045 倾斜 45° 向上焊接位置

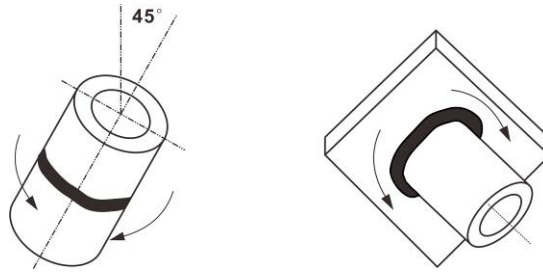
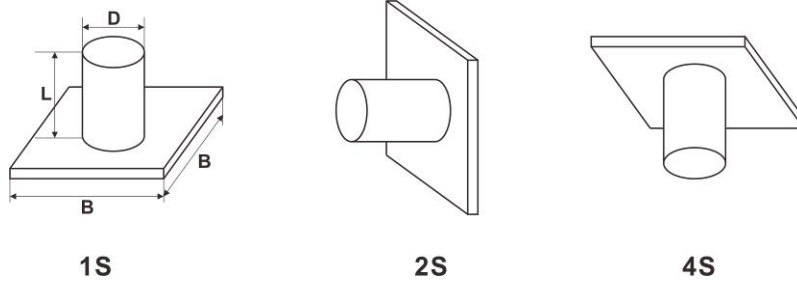
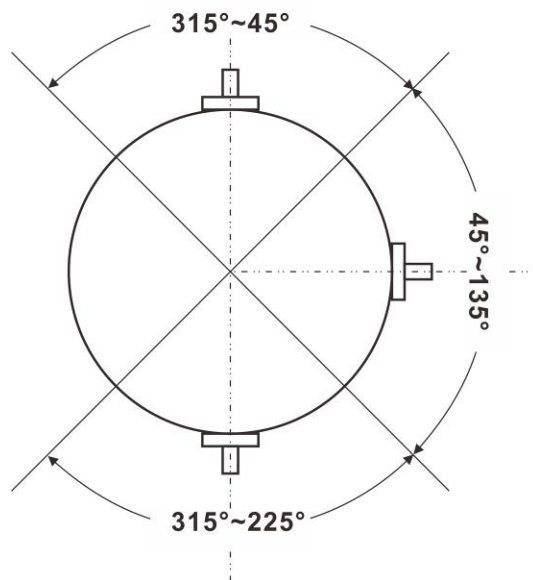


图 13 J-L045 倾斜 45° 向下焊接位置



(a) 螺柱焊缝—评定位置



(b) 螺柱焊缝—焊接位置

图 14 螺柱焊试件焊接位置

表 5 对接焊缝焊接位置适用范围<sup>(1) 注</sup>

评定位置	适用范围 <sup>(1)</sup>				
	PA	PC	PE	PF	PG
PA	X	-	-	-	-
PC	X	X	-	-	-
PE (板)	X	X	X	-	-
PF (板)	X	-	-	X	-
PH (管)	X	-	X	X	-

PG (板)	-	-	-	-	X
PJ (管)	X	-	X	-	X
H-L045	X	X	X	X	-
J-L045	X	X	X	-	X
(1) 此外还必须参阅 5.3 和 5.4 的要求。					
注： X 表示适用的焊接位置 - 表示不适用的焊接位置					

表 6 角焊缝焊接位置的适用范围<sup>(1)</sup>注

评定位置	适用范围 <sup>(1)</sup>						
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG
PA	X	-	-	-	-	-	-
PB	X	X	-	-	-	-	-
PC	X	X	X	-	-	-	-
PD	X	X	X	X	X	-	-
PE (板)	X	X	X	X	X	-	-
PF (板)	X	X	-	-	-	X	-
PH (管)	X	X	X	X	X	X	-
PG (板)	-	-	-	-	-	-	X
PJ (管)	X	X	-	X	X	-	X
(1) 此外还必须参阅 5.3 和 5.4 的要求。							
注： X 表示适用的焊接位置 - 表示不适用的焊接位置							

表 7 对接焊缝技能评定位置在产品中焊接位置的适用范围

焊接位置	倾角	转角
PA	$\pm 15^\circ$	$\pm 30^\circ$
PC	$\pm 15^\circ$	$+60^\circ - 10^\circ$
PE	$\pm 80^\circ$	$\pm 80^\circ$
PF、PG	$+75^\circ - 10^\circ$	$\pm 100^\circ \pm 180^\circ$
注： 本表中倾角和转角定义详见 GB/T 16672		

表 8 角焊缝技能评定位置在产品中焊接位置的适用范围

焊接位置	倾角	转角
PA	$\pm 15^\circ$	$\pm 30^\circ$
PB	$\pm 15^\circ$	$+15^\circ - 10^\circ$
PC	$\pm 15^\circ$	$+35^\circ - 10^\circ$
PD	$\pm 80^\circ$	$+35^\circ - 10^\circ$
PE	$\pm 80^\circ$	$\pm 35^\circ$
PF、PG	$+75^\circ - 10^\circ$	$\pm 100^\circ \pm 180^\circ$
注： 本表中倾角和转角定义详见 GB/T 16672		

## 5.6 焊缝金属厚度和管材外径

焊接操作工采用对接焊缝或角焊缝试件技能评定时，母材厚度  $T$  自定，经焊接操作技能评定合格后，所适用的焊缝金属厚度  $t$  不限。

5.6.1 焊工采用对接焊缝试件进行技能评定合格后，试件焊缝金属厚度的适用范围见表 9。 $t$  为焊工采用一种焊接方法在试件上的对接焊缝金属厚度（余高不计），当某焊工用一种焊接方法技能评定且试件截面全焊透时， $t$  与试件母材厚度  $T$  相等。

表 9 手工焊对接焊缝 焊缝金属厚度的适用范围

焊缝金属厚度 (mm)	适用范围 (mm)
$t < 3$	$\leq 3$ 或 $\leq 2t^{(1)}$ (取最小值)
$3 \leq t < 12$	$3 \sim 2t^{(2)}$
$t \geq 12$	$\geq 3^{(3)}$
注： (1) 气焊： $\leq 3$ 或 $\leq 1.5t$ ； (2) 气焊： $3 \sim 1.5t$ ； (3) 多道焊时，试件至少应焊接 3 层；对于多种焊接方法组合， $t$ 是每种方法的焊缝金属厚度。	

5.6.2 焊工采用管材试件进行操作技能评定合格后，管材外径的适用范围见表 10。管-管角焊缝时，外径  $D$  取管径较小值。

表 10 手工焊管材试件外径的适用范围

试件外径 $D$ (mm)	适用范围 (mm)
$D < 25$	$D \sim 2D$
$25 \leq D < 76$	$\geq 25$
$D \geq 76$	$\geq 76$
$D > 300$ 注	$\geq 76$
注：管材向下焊试件	

5.6.3 对于接管接头，表 9 中的管材焊缝金属厚度 ( $t$ ) 和表 10 中的管材外径 ( $D$ ) 是指 (如图 15 所示)：

- (1) 骑座式 (坡口开在支管上)：支管焊缝金属厚度及外径；
- (2) 插入式 (坡口开在主管上)：主管或壳体焊缝金属厚度及支管外径。



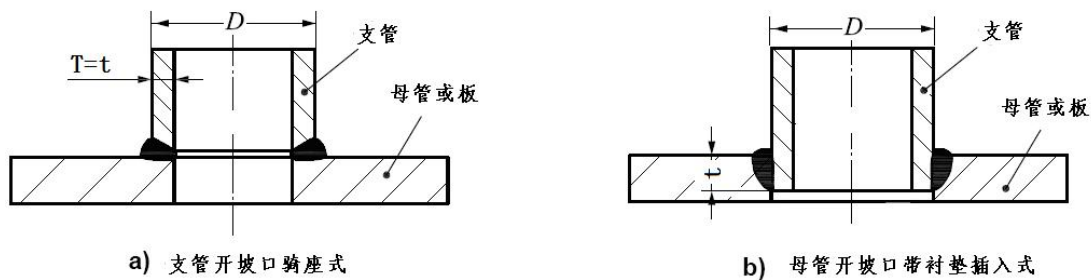


图 15 接管焊缝金属厚度和管材外径

5.6.4 手工焊角焊缝试件的材料厚度的适用范围见表 11。

表 11 手工焊角焊缝试件材料厚度的适用范围注

试件的材料厚度 T (mm)	适用范围 (mm)
$T < 3$	$T \sim 3$
$T \geq 3$	$\geq 3$

注：采用板材时，T 为立板厚度；采用管-板时，T 为管材壁厚。

5.6.5 堆焊试件材料厚度的适用范围见表 12。

表 12 堆焊试件材料厚度的适用范围

堆焊试件材料厚度 T (mm)	适用范围 (mm)	
	最小值	最大值
$< 25$	T	不限
$\geq 25$	25	不限

5.6.6 管材试件堆焊材料管径适用范围见表 13。

表 13 管材堆焊试件材料管径的适用范围

试件直径 (堆焊面) D (mm)	适用范围 (mm)
$D < 25$	$D \sim 2D$
$25 \leq D < 76$	$\geq 25$
$D \geq 76$	$\geq 76$

5.6.7 对于焊接操作工，无需考虑本节变素。

## 5.7 焊接要素

表 14 为焊接要素代号。表 15、16 分别为对接焊缝和角焊缝焊接要素的适用范围。

机械化焊接操作工技能评定时，除 5.1 节和 5.6 节所述内容超出覆盖范围外，

以下焊接要素的改变也需要重新评定：

- (1) 直接目视观察控制变为遥控或反之；
- (2) 单侧单道变为单侧多道（反之不用重新评定）；
- (3) 有自动跟踪系统变为没有自动跟踪系统（反之不用重新评定）；
- (4) 移除衬垫。

自动焊接操作工技能评定时，除 5.1 节所述内容超出覆盖范围外，以下焊接要素的改变也需要重新评定：

- (1) 焊机型号；
- (2) 改变焊接控制单元（包括机械手控制系统）；
- (3) 单侧单焊道变为单侧多道（反之不用重新评定）；
- (4) 有自动跟踪系统变为没有自动跟踪系统（反之不用重新评定）；

除此之外，自动钨极惰性气体保护电弧焊无稳压系统技能评定合格后，可以适用有稳压系统的，反之不适用；使用气焊方法焊接时，左焊法和右焊法不能相互替代，左焊法代号为 lw，右焊法代号缺省。

表 14 焊接要素代号

焊 接 要 素		代 号	
手工焊	钨极惰性气体保护焊填充金属焊丝	无	01
		有	02
机械化焊和自动焊	钨极惰性气体保护焊自动稳压系统	无	03
		有	04
	自动跟踪系统	无	05
		有	06
	每面坡口内焊层	单层	sl
		多层	ml
	控制方式	直接目视控制	09
		遥控	10
	焊接控制单元	改变焊接控制单元	对自动焊的焊接控制单元自行编号

表 15 对接焊缝焊接要素的适用范围<sup>\*</sup>

试件的焊接要素	适 用 范 围		
	单面焊/不带衬垫 (ss nb)	单面焊/带衬垫 (ss mb)	双面焊 (bs)
单面焊/不带衬垫 (ss nb)	X	X	X
单面焊/带衬垫 (ss mb)	-	X	X

双面焊 (bs)	-	X	X
注： X 表示适用 - 表示不适用			

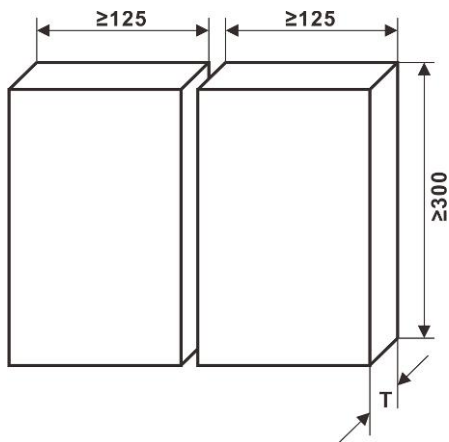
表 16 角焊缝焊接要素的适用范围<sup>\*</sup>

试件	适用范围	
	单层 (sl)	多层 (ml)
单层 (sl)	X	-
多层 (ml)	X	X
注： X 表示适用 - 表示不适用		

## 6 试件规格尺寸

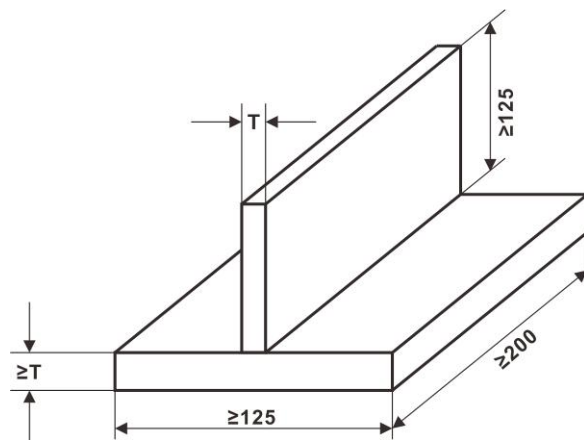
### 6.1 板材试件

板材对接焊缝和角焊缝技能评定用板材的尺寸分别见图 16、17。对于机械化焊，图 17 中的板材长应大于等于 400mm。



T 为试件厚度

图 16 板材对接焊缝技能评定用板材的尺寸 (单位: mm)

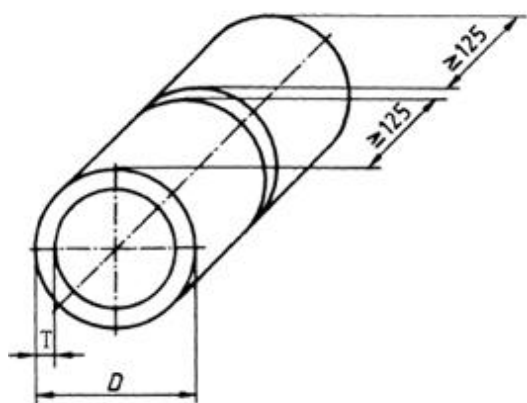


T 为立板厚度

图 17 板材角焊缝技能评定用板材的尺寸 (单位: mm)

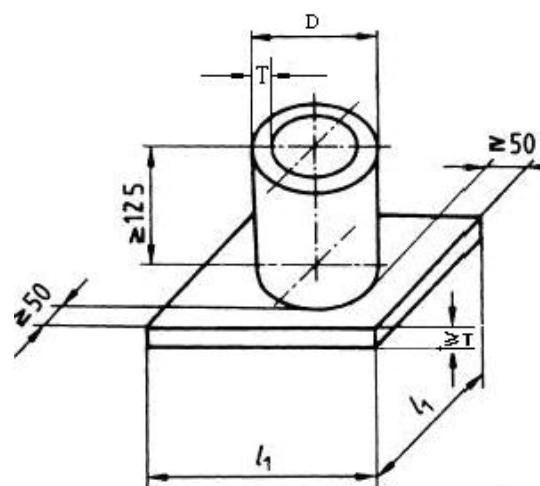
### 6.2 管材试件

管材对接焊缝技能评定用管材的尺寸见图 18。管-板技能评定用管材和板材的尺寸见图 19。管-管接管接头技能评定用管材的尺寸见图 20。



D 为管外径 T 为管壁厚

图 18 管材对接焊缝技能评定用管材尺寸  
(单位: mm)



$l_1$  为长度 D 为管外径 T 为管壁厚

图 19 管-板技能评定用管材和板材的尺寸  
(单位: mm)

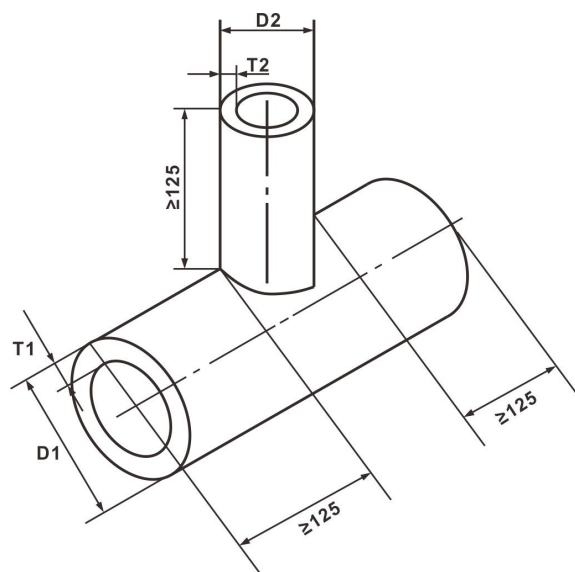


图 20 管-管接管接头技能评定用管材的尺寸  
(单位: mm)

### 6.3 堆焊试件

堆焊技能评定用板材尺寸不小于宽 150mm×长 200mm, 堆焊层尺寸不小于宽 38mm×长 200mm。如在管材上堆焊, 管材长最小应为 150mm, 最小直径应能满足取样数量的要求, 且应绕圆周连续堆焊。

对耐蚀堆焊焊接操作工技能评定, 当焊道熔敷宽度大于 13mm 时, 首层堆焊应至少由三个焊道组成。

## 6.4 螺柱焊试件

螺柱焊试件图 14 (a) 中 L 为  $(8\sim 10) \cdot D$ , B 大于等于 50mm。

## 7 检验试验和验收要求

### 7.1 检验试验项目和数量

焊工、焊接操作工技能评定试件的检验项目和数量见表 17。每个试件应首先进行目视检验, 合格后再进行其他项目检验。

表 17 技能评定试件的检验试验项目和数量<sup>(1)</sup>

试件形式		试件厚度或管径		检验项目					
		厚度	管外径	目视检验 (件)	射线检验 (件)	冷弯试验 (个)			宏观金相检验 (个)
						面弯	背弯	侧弯	
对接焊缝	板材	<10	-	1	1	1	1	-	-
		≥10	-	1	1	-	-	2	-
	管材	-	<76	2	2	1	1	-	-
		-	≥76	1	1	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>	-	-
	管材向下焊	<10	≥300	1	1	2	2	-	-
		≥10		1	1	-	-	4 <sup>(2)</sup>	-
角焊缝		-	-	1	1 (PT)	-	-	-	4 <sup>(3)(4)</sup>
对接焊缝与角焊缝组合	板-管或管-管接管	-	<76	2	1 (PT)	-	-	-	4 <sup>(3)(4)</sup>
		-	≥76	1	1 (PT)	-	-	-	
堆焊试件	耐蚀	-		1	1 (PT)	-	-	2	2
	耐磨			1				-	
螺柱焊试件	板与柱	板 B ≥ 50 柱 L = (8~10)D		5	-	-	-	5 (折弯)	-

注:

(1) 表中目视检验试件数量即技能评定试件数量。

(2) 对于 PF、PG、PH、PJ、H-L045 及 J-L045 焊接位置, 应做两个面弯和背弯试验, 当试件厚度大于等于 10mm 时, 可以用 4 个侧弯试样代替面弯和背弯试样。

(3) 沿焊道在 4 个 90° 横截面上分别取金相试样。任一试件取 4 个检查面。

(4) 按照 7.5 节相关要求执行。

7.1.1 目视检验、射线检验或液体渗透检验和宏观金相检验、弯曲试验出现不合格的即判定为该项技能评定不合格, 应重新进行技能评定。

7.1.2 对于  $D \leq 25\text{mm}$  可用压扁代替弯曲。压扁试验试样长度应不小于 100mm。焊缝余高用机械方法去除, 使其与母材原始表面齐平, 试样的焊缝应位

于加压中心线上。

## 7.2 目视检验

7.2.1 试件的目视检验，采用目视或 5 倍放大镜进行。手工焊的板材试件两端 20mm 内的缺陷不计，焊缝的余高和宽度可用焊缝检验尺测量最大值和最小值，但不取平均值，单面焊的背面焊缝宽度可不测定。

7.2.2 试件焊缝的目视检验应符合下列要求：

7.2.2.1 焊缝表面应是焊后原始状态，不允许加工修磨或返修。

7.2.2.2 焊缝外形尺寸应符合表 18 的规定以及下列要求：

(1) 焊缝边缘直线度：手工焊 $\leq 2\text{mm}$ ；机械化焊 $\leq 3\text{mm}$ 。

(2) P-T 插入式接管焊缝，板侧为对接焊缝，其焊缝宽度、背面凹度、凸度应满足对接焊缝的要求；管侧为角焊缝，其焊脚应满足要求（试件厚度不大于 10mm，焊脚  $K=T+(0\sim 3)\text{mm}$ ；试件厚度大于 10mm，焊脚为 0.7T 或 6mm（取小值到 T）。对于整个焊缝正面的凸度或凹度应满足角焊缝的检验要求，咬边和表面成形也应满足相应的检验要求。对于 P-T 骑座式接管焊缝、以及 T-T 骑座式和插入式接管焊缝的检验要求类似。

(3) 不带衬垫的板材试件、管-板或管-管接管试件和外径不小于 76mm 的管材试件背面焊缝的余高应不大于 3mm。

(4) 外径小于 76mm 的管材对接焊缝试件应进行通球检查。管外径大于或等于 32mm 时，通球直径为管内径的 85%；管外径小于 32mm 时，通球直径为管内径的 75%。

表 18 试件焊缝外形尺寸 (mm)

焊接方式	焊缝余高		焊缝余高差		焊缝宽度	
	平焊位置	其他位置	平焊位置	其他位置	比坡口 每侧增宽	宽度差
手工焊	0-3	0-4	$\leq 2$	$\leq 3$	0.5-2.5	$\leq 3$
机械化焊 和自动焊	0-3	0-3	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 4$	$\leq 2$

7.2.2.3 堆焊两相邻焊道之间的凹下量不得大于 1.5mm；焊道高度差应小于或等于 1.5mm。焊道间搭接接头的平面度在试件范围内不得大于 1.5mm。

7.2.2.4 各种焊缝表面不得有裂纹、未熔合、夹渣、气孔、焊瘤和未焊透。机械化焊和自动焊的焊缝表面不得有咬边和凹坑。手工焊焊缝表面的咬边和背面凹

坑不得超过表 19 的规定。

表 19 手工焊缝表面咬边和背面凹坑

缺陷名称	允许的最大尺寸
咬边	深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ；焊缝两侧咬边总长度不得超过焊缝长度的 10%。
背面凹坑	当 $T \leq 6\text{mm}$ 时，深度 $\leq 15\% T$ ，且 $\leq 0.5\text{mm}$ ；当 $T > 6\text{mm}$ 时，深度 $\leq 10\% T$ ，且 $\leq 1.5\text{mm}$ 。除仰焊位置的板材试件不作规定外，总长度不超过焊缝长度的 10%。

7.2.2.5 板状试件焊后变形角度 $\theta \leq 3^\circ$ ，见图 21 (a)。试件的错边量不得大于  $10\%T$ ，且 $\leq 2\text{mm}$ ，见图 21 (b)。

7.2.3 属于一个技能评定项目的所有试件目视检验的结果均符合 7.2.2 各项要求，该项试件的目视检验为合格，否则判定为该项技能评定不合格。

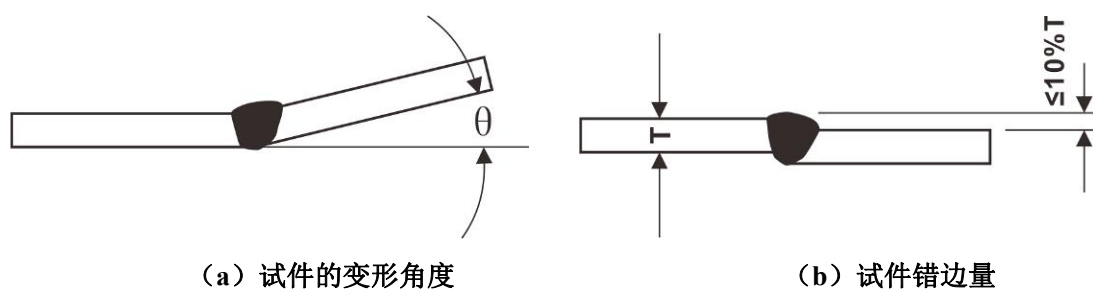


图 21 板状试件的变形角度和错边量

### 7.3 无损检验

试件的无损检验应符合 NB/T 20003 中核 1 级焊缝的检验要求。无损检验不合格的判定为该项技能评定不合格。

### 7.4 弯曲试验

7.4.1 弯曲试样应从无损检验中发现的缺陷最多的区域切取。板状试件可按图 22 的位置截取弯曲试样；管状试件可按图 23 (a) 和 23 (b) 的位置截取弯曲试样，弯曲试样的形式和尺寸见图 24。堆焊侧弯试样宽度至少应包括堆焊层全部、熔合线和基层热影响区。试样上的余高及焊缝背面的垫板应用机械方法去除，面弯和背弯试样的拉伸面应平齐，且保留焊缝两侧中至少一侧的母材原始表面。

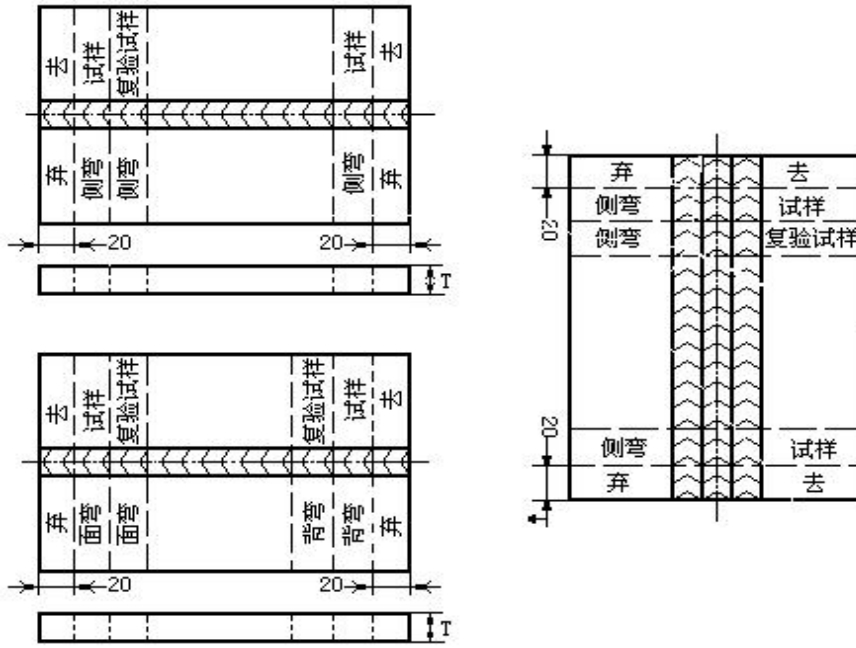
7.4.2 做面、背弯或者侧弯试验时，对于延伸率  $A \geq 20\%$  的母材，弯头（或内辊）直径应为  $4T$ ，弯曲角度应为  $180^\circ$ 。而延伸率  $A < 20\%$  的母材，应采用下列公式：

$$D_0 = 100S_1 / (A - S_1)$$

式中： $D_0$  为弯头或内辊的直径；

$S_1$  为弯曲试样厚度；

A 为母材标准要求的最低延伸率。



(a) 板材对接焊缝试件

(b) 板材堆焊试件

图 22 板材试件弯曲试样的截取位置

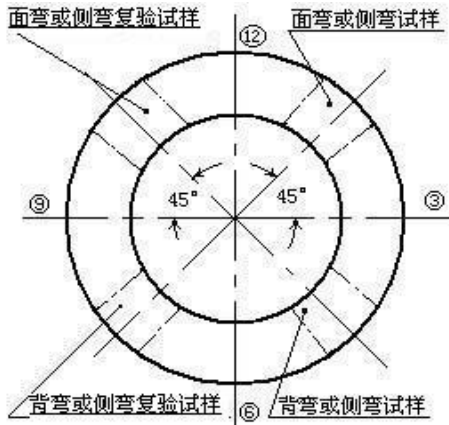


图 23 (a) 管材试件弯曲试样的截取位置

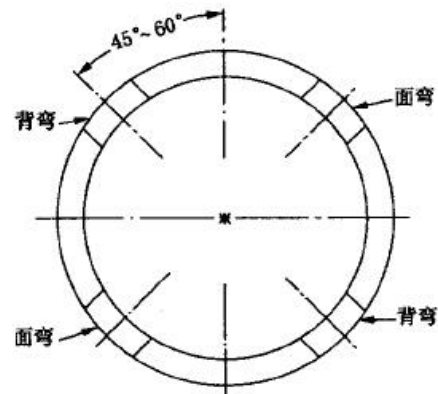
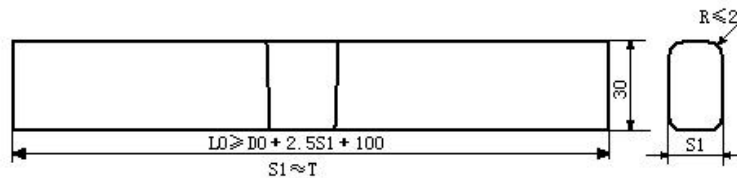
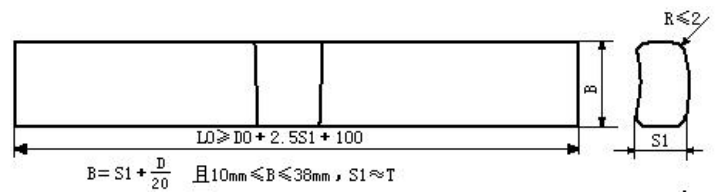


图 23 (b) 表 17 注 (2) 焊接位置弯曲试样的截取位置

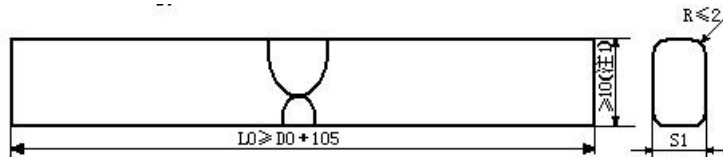


(a) 板材试件的面弯和背弯试样





(b) 管材试件的面弯和背弯试样



$S_1=10\text{mm}$

(c) 对接侧弯试样



(d) 堆焊侧弯试样

$D_0$ —弯轴直径,  $D$ —管子外径,  $T$ —试件厚度,  $S_1$ —试样厚度  $B$ —试样宽度,  $L_0$ —试样长度

注 1: 如果组合技能评定试件厚度  $\geq 20\text{mm}$  时, 则侧弯试样宽度  $\geq 20\text{mm}$

图 24 焊接接头弯曲试样的形式和尺寸

7.4.3 对于不均匀焊缝, 在确定  $D_0$  参数时, 材料的最低延伸率  $A$  由两母材中较小的延伸率来确定。

7.4.4 弯曲试验时, 应将试样弯到使其两端成平行为止, 此时, 材料的任何部分不再受到压力。

7.4.5 试件弯曲到规定的角度后, 其拉伸面上不得有任何一个横向 (沿试样宽度方向) 裂纹或缺陷的长度不大于  $1.5\text{mm}$ ; 或纵向 (沿试样长度方向) 裂纹或缺陷的长度不大于  $3\text{mm}$ 。试样的棱角开裂不计, 但确因焊接缺陷引起试样的棱角开裂, 其长度应进行评定。

7.4.6 试件弯曲试样的试验结果均合格时, 弯曲试验为合格。两个以上试样均不合格时, 不允许复验, 弯曲试验为不合格。若其中一个试样不合格时, 允许从原试件上另取两个试样进行复验, 复验合格, 弯曲试验为合格。

7.4.7 在弯曲试验中压头位置相对于焊缝偏离时, 弯曲试验结果无效。

## 7.5 金相检验

7.5.1 金相宏观检验应用机械方法截取、磨光、再用金相砂纸按“由粗到细”的顺序磨制, 然后经适当的浸蚀, 使焊缝金属和热影响区有一个清晰的界限, 该面上的焊接缺陷用目视或 5 倍放大镜检查。若宏观检查显示出存在有疑问区域, 则必须进行微观检查。

7.5.2 每个试样检查面经宏观检验应符合下列要求:

7.5.2.1 没有裂纹、未熔合、未焊透;

7.5.2.2 蒸汽发生器或热交换器的管子和管板焊缝根部线性缺陷应不超过 0.1mm;

7.5.2.3 气孔或夹渣的最大尺寸不得超过 1.5mm; 当气孔或夹渣大于 0.5mm, 不大于 1.5mm 时, 其数量不得多于 1 个; 当只有小于或等于 0.5mm 的气孔或夹渣时, 其数量不得多于 3 个。

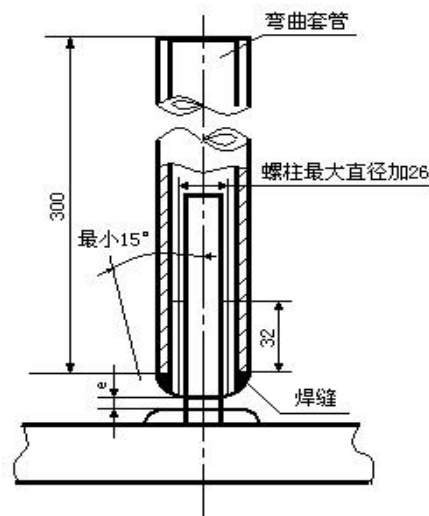
7.5.3 对于板材角焊缝的金相试验取样要求如下: 除两端宽度各 20mm 外, 相邻任意两个金相试样截面不得小于 30mm。

## 7.6 螺柱焊试件检验

对每个螺柱焊试件采用下列任何一种方法进行检验时, 每个螺柱的焊缝和热影响区在锤击或弯曲试验后, 没有开裂为合格:

7.6.1 锤击螺柱上端部, 使 1/4 螺柱长度贴在试件板上;

7.6.2 如图 25 所示, 用套管使螺柱弯曲不小于  $15^\circ$ , 然后恢复原位。



螺柱直径	3	5	6	10	13	16	20	22	25
套管间隙 e	3	3	5	6	8	9	12	12	15

图 25 螺柱焊弯曲试验方法简图

## 8 特殊焊缝技能评定要求

### 8.1 奥氏体-铁素体不锈钢和镍基合金的堆焊和预堆边

8.1.1 试件的厚度按照表 12 堆焊试件材料厚度的适用范围执行。

8.1.2 应按照确定的堆焊层和隔离层（最高等级）制造条件进行渗透检验和超声波检验。

8.1.3 破坏检验包括弯曲试验、宏观金相检验、微观金相检验和化学分析（仅对手工焊不锈钢堆焊层）。

#### 8.1.4 弯曲试验

试样数量为 2 个侧弯试样。取样应在垂直于焊缝的方向上，试样的尺寸为厚 10mm，宽 30mm，并且整个堆焊层厚度应包含在宽 30mm 的范围内。

试样的切取应在无损检验发现缺陷最多的地方。

检验标准：压头直径为试样厚度的 4 倍，弯曲 180°检验区不应出现明显裂缝，单个裂纹、气孔或夹渣的长度不得大于 3mm。

#### 8.1.5 宏观金相检验和微观金相检验

在堆焊层的横截面上进行宏观检验和微观检验，对于多层堆焊，无论是第一层还是后面的焊层，这一检验的目的是证实符合搭接条件，在焊缝完好性检验中不存在任何大小的裂纹，未焊透或与母材结合不良，未熔合及任何不合格的气孔、夹杂物。

宏观检验有怀疑的区域，应进行微观检验以消除对观察到的缺陷痕迹的疑问（夹渣、致密性不好、裂纹、组织结构）。

#### 8.1.6 化学分析（仅对手工焊不锈钢堆焊层）

对于焊工技能评定，要求进行堆焊层的化学分析。

在距最小评定厚度的堆焊表面层 2~3mm 范围内取钢屑进行化学分析，其含碳量应在下列范围内： $C \leq 0.035\%$ （力求  $< 0.030\%$ ）。

如果晶间腐蚀加速试验的结果合格，并且含铬量高于 19.00%，则可允许含碳量高于 0.035%，但不超过 0.040%。

对于不锈钢隔离层堆焊（在合金钢或非合金钢上堆焊的隔离层），化学分析应从第一层堆焊金属的连续熔敷区取样，要求的值为： $Cr \geq 17.00\%$ ， $Ni \geq 9.00\%$ 。

## 8.2 热交换器或蒸汽发生器管板焊接

8.2.1 管子材料、管板材料或所涉及到的堆焊层材料（填充材料的分类见表 2）的要求同焊接工艺评定。

### 8.2.2 母材形状和尺寸

对于焊工，管子的外径或管壁厚度超过技能评定时采用的管子外径或管壁厚度的 10%时，应重新技能评定。对于焊接操作工，可不考虑这种变化。

### 8.2.3 填充材料和保护气体

对于焊工，填充材料和保护气体的要求同焊接工艺评定。对于焊接操作工，技能评定所采用填充材料应符合产品所用填充材料的技术条件，具有相同的几何特性和化学成分；填充材料的使用、取消及增加另外一种填充材料均应重新技能评定。

### 8.2.4 接头形式

对于焊工，由管子伸出管板表面变为管子凹入管板表面或与管板表面齐平，应重新技能评定；在气体保护焊情况下，管子的接头几何形状（包括间隙）发生任何改变时，应重新技能评定。管子的布置形式如图 26 所示。

对于焊接操作工，可不考虑上述两种变化。

8.2.5 焊接位置只对评定的焊接位置有效。

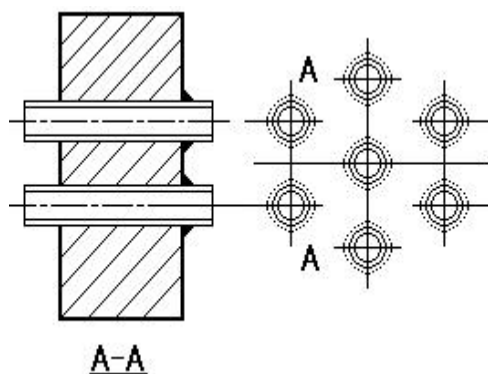


图 26 管子-管板示意图

### 8.2.6 焊接技术参数

对于焊工，对焊接技术参数的要求同焊接工艺评定；对于焊接操作工，机械化焊机商标和型号的改变需要重新评定。

8.2.7 每个焊工、焊接操作工要焊接的管子数量为 6 根。

8.2.8 对每一根管子，在通过最后焊道搭接区的径向截面上作两个宏观金相检验。

8.2.9 进行局部补焊的焊工必须通过试件的模拟补焊进行技能评定，即补焊一条稍微扩展到焊缝根部以下的沟槽。微观金相检验的截面必须通过补焊区。

8.2.10 管子-管板焊缝焊脚高度的目视检验标准：如属于管端平齐或凹陷的管端焊接，则不存在焊脚的问题，不需要检测管端焊脚；如管子伸出管板表面，应按照角焊缝焊脚要求进行检测，焊脚为  $T+(0\sim3)$  mm。

### 8.3 特殊的密封焊缝（顶盖、Ω接头等）

对特殊的密封焊缝（顶盖、Ω接头等）的焊工、焊接操作工技能评定范围、试件的制备与检验等应与焊接工艺评定中所规定的条件相同，且要满足下列要求：

- （一）必须对内外表面作目视检验，以验证焊缝是否焊透；
- （二）应对每个焊工或焊接操作工分别进行技能评定。

### 8.4 耐磨堆焊

8.4.1 如果产品是铸钢，只要有可能，应选择产品用钢进行技能评定。

8.4.2 技能评定用的试件形状及尺寸必须代表产品零件，同时要考虑到几何形状、刚性、可达性和热循环等因素。

8.4.3 焊接方法应符合本标准 5.1 节的规定。

8.4.4 填充材料应符合本标准 5.2 节的规定。

8.4.5 单层和多层的耐磨堆焊应分别进行技能评定。根据堆焊的层数（ $n$ ），技能评定的有效范围（ $N$ ）如下：

$$n=1 \quad N=1$$

$$n=2 \quad 2 \leq N \leq 4$$

$$n>2 \quad n < N < n+4$$

8.4.6 技能评定的焊接位置应与工艺评定的焊接位置相同。

8.4.7 无损检验应按照确定的堆焊（最高等级）制造条件进行液体渗透检验和超声波检验。

8.4.8 破坏性试验应进行金相检验和最终状态表面硬度测定。金相试样应在与焊道垂直的方向上切取，并用 5 倍放大镜进行肉眼检验。

8.4.9 合格标准：

- （1）堆焊层外形尺寸应符合表 20 的规定；

(2) 堆焊层表面不得有裂纹、未熔合、夹渣、气孔和焊瘤；

表 20 堆焊层外形尺寸（单位：mm）

堆焊层高	高低差	内径差 $\phi_{\max}-\phi_{\min}$	外径差 $\phi_{\max}-\phi_{\min}$
$\geq 4$	$\leq 2$	$\leq 4$	$\leq 4$

(3) 金相检验：要求基体和热影响区不得有裂纹、未熔合或其它线性缺陷；

(4) 表面硬度测定：在加工到最小尺寸的耐磨堆焊层表面上，至少必须测定 10 个 HRC 硬度值，确定这 10 个测点硬度值的平均值和这 10 个测点值中最大值和最小值之间的偏差，要求其平均值和偏差符合制造条件中的相应规定。

## 9 焊工、焊接操作工技能评定项目代号

技能评定项目代号应当按照每个焊工、焊接操作工、每种焊接方法分别表示。

### 9.1 技能评定项目代号表示方法

#### 9.1.1 手工焊技能评定项目代号表示方法

手工焊技能评定项目表示为①-②-③-④-⑤-⑥-⑦，如果技能评定项目中不出现其中某项时，则不包括该项。项目具体含义如下：

- ① 一焊接方法代号，见 5.1。对于采用不同焊接方法的组合技能评定，项目代号可以按照不同的焊接方法分别给出。
- ② 一试件形式代号，见 5.3。
- ③ 一焊缝形式代号，见 5.4。T-T 或 P-T 接头形式进行技能评定的代号用 BW/FW 表示。
- ④ 一填充材料代号，见 5.2，焊条的技能评定还应在括号中备注焊条药皮类型。FM7 类焊材只适用于同类组母材，代号在括号中备注评定的元素符号。
- ⑤ 一焊缝金属厚度和管材外径代号，见 5.6。焊缝金属厚度表示为 t+厚度；管材外径表示为 D+外径。

对于接管焊接焊缝，焊缝金属厚度和管材外径表示为 t+厚度+D+主管外径/支管外径+（支管角度，即 90° 或 60°）。

对于角焊缝（FW）尺寸，只表示翼板或支管的厚度；对堆焊（C）尺寸，只表示试件厚度：T+试件厚度。

对于评定管子承插焊中钨极氩弧焊的项目代号，应在项目代号后加  $\phi$ +焊丝直径。

- ⑥ 一焊接位置代号，见 5.5，对接焊缝与角接焊缝组合的评定方法，焊接位置代号和覆盖范围以对接焊缝为准。
- ⑦ 一焊接要素代号，见 5.7。

+意为不空格，尺寸单位为 mm，支管角度单位为“度”。

#### 9.1.2 机械化焊接操作工技能评定项目代号表示方法

焊接操作工技能评定项目表示为①-②-③，项目具体含义如下：

- ① 一焊接方法代号，见 5.1，即为“表 1 中的代号-M”。对于采用不同焊接

方法的组合技能评定，项目代号可以按照不同的焊接方法分别给出。

②—焊接位置代号，见 5.5。

③—焊接要素代号，见 5.7。

### 9.1.3 自动焊接操作工技能评定项目代号表示方法

焊接操作工技能评定项目表示为①-②-③，项目具体含义如下：

①—焊机型号。

②—焊接方法代号，见 5.1，即为“表 1 中的代号-A”。对于采用不同焊接方法的组合技能评定，项目代号可以按照不同的焊接方法分别给出。

③—焊接要素代号，见 5.7。

### 9.1.4 特殊焊缝技能评定项目代号表示方法

对于特殊焊缝技能评定的项目代号，在 9.1.1、9.1.2 或 9.1.3 项目代号的尾部加注 Z1 加 T+试件厚度(8.1 奥氏体—铁素体不锈钢和镍基合金的堆焊和预堆边)、Z2 (8.2 热交换器或蒸汽发生器管板焊接)、Z3 (8.3 特殊的密封焊缝)、Z4 (8.4 耐磨堆焊) 加 n+堆焊层数。

## 9.2 项目代号应用举例

### 示例 1

技能评定项目代号：SAW-M PA bs ml 05 09

变 素	代 号	含 义	适 用 范 围
焊接方法	SAW-M	机械化埋弧焊	机械化埋弧焊
焊接位置	PA	平焊位置	PA
焊接要素	bs	双面	双面焊
	ml	每面坡口内多层焊	每面坡口内单层或多层焊均可
	05	无自动跟踪系统	有无自动跟踪系统均可
	09	直接目视观察控制	直接目视观察控制

### 示例 2

技能评定项目代号：SMAW P BW FM1(B) t15 PC ss nb

变 素	代 号	含 义	适 用 范 围
焊接方法	SMAW	焊条电弧焊	焊条电弧焊



试件形式	P	板	板或管 (D≥500)
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM1(B)	碳素钢和细晶粒钢 药皮类型: 碱性型	碳素钢和细晶粒钢、高强度钢 药皮类型: 酸性型、碱性型
焊缝金属厚度	t15	焊缝金属厚度 15mm	焊缝金属厚度 ≥3mm
焊接位置	PC	横焊位置	PA、PC
焊接要素	ss nb	单面焊 无衬垫	单面焊或双面焊、 无衬垫或带衬垫

### 示例 3

技能评定项目代号: SMAW P BW FM6(B) t12 PA ss nb

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	SMAW	焊条电弧焊	焊条电弧焊
试件形式	P	板	板或管 (D≥500mm)
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM6(B)	镍基合金 药皮类型: 碱性型	不锈钢、不锈热强钢、镍基合金 药皮类型: 酸性型、碱性型
焊缝金属厚度	t12	焊缝金属厚度 12mm	焊缝金属厚度 ≥3mm
焊接位置	PA	平焊位置	PA
焊接要素	ss nb	单面焊 无衬垫	单面焊或双面焊、 无衬垫或带衬垫

### 示例 4

技能评定项目代号: GTAW T BW FM7(Al) t30 D300 PH 02 ss nb

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	GTAW	手工钨极氩弧焊	手工钨极氩弧焊
试件形式	T	管	板或管
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM7(Al)	铝合金	铝合金
焊缝金属厚度	t30	焊缝金属厚度 30mm	焊缝金属厚度 ≥3mm
管材外径	D300	管材外径 300mm	管材外径 ≥76mm
焊接位置	PH	水平固定立向上	PA、PE、PF

焊接要素	02 ss nb	实心焊丝 单面焊 无衬垫	无焊丝或实心焊丝 单面焊或双面焊、 无衬垫或带衬垫
------	----------------	--------------------	---------------------------------

示例 5

技能评定项目代号: GTAW T BW FM5 t6 D60 PH 02 ss nb

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	GTAW	手工钨极氩弧焊	手工钨极氩弧焊
试件形式	T	管	管或板
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM5	不锈钢、不锈热强钢	不锈钢、不锈热强钢
焊缝金属厚度	t6	焊缝金属厚度 6mm	焊缝金属厚 3~12mm
管材外径	D60	管材外径 60mm	管材外径 ≥25mm
焊接位置	PH	水平固定立向上焊	PA、PE、PF
焊接要素	02 ss nb	实心焊丝 单面焊 无衬垫	无焊丝或实心焊丝 单面焊或双面焊、 无衬垫或带衬垫

示例 6

技能评定项目代号: GTAW T BW FM5 t5 D200 PA 02 ss nb

SMAW T BW FM5(B) t15 D200 PA ss mb

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	GTAW	手工钨极氩弧焊	手工钨极氩弧焊
试件形式	T	管	管或板
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM5	不锈钢、不锈热强钢	不锈钢、不锈热强钢
焊缝金属厚度	t5	焊缝金属厚度 20mm GTAW: t=5mm	GTAW 焊缝金属厚度 3~10mm
管材外径	D200	管材外径 200mm	管材外径 ≥76mm
焊接位置	PA	平焊位置	PA
焊接要素	02 ss nb	实心焊丝 单面焊 无衬垫	GTAW: 无焊丝或实心焊丝 单面焊、无衬垫或双面焊、 带衬垫

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	SMAW	焊条电弧焊	焊条电弧焊
试件形式	T	管	管或板
焊缝形式	BW	对接焊缝	对接焊缝
填充材料	FM5(B)	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：碱性型	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：酸性型、碱性型
焊缝金属厚度	t15	焊缝金属厚度 20mm SMAW: t=15mm	SMAW 焊缝金属厚度 ≥3mm
管材外径	D200	管材外径 200mm	管材外径 ≥76mm
焊接位置	PA	平焊位置	PA
焊接要素	ss mb	单面焊 带衬垫	SMAW: 单面焊、带衬垫; 双面焊

#### 示例 7

技能评定项目代号：焊机型号-GTAW-A 02 04 05 ml CRC P600(GD<sup>注</sup>)

变素	代号	含义	适用范围
焊机型号	实际情况	焊机型号	同样焊机型号的
焊接方法	GTAW-A	自动钨极氩弧焊	自动钨极氩弧焊
焊接要素	02	实心焊丝	无焊丝或实心焊丝
	04	有钨极惰性气体保护焊自动稳压系统	有钨极惰性气体保护焊自动稳压系统
	05	无自动跟踪系统	有或无自动跟踪系统
	ml	每面坡口内多层焊	每面坡口内多层焊或单层焊
	CRC P600	焊接控制系统编号	CRC P600 的焊接系统

注：GD 表示管端焊

#### 示例 8

技能评定项目代号：SMAW T-T BW/FW FM5(B) t10 D60/220(90° ) PA ss nb

变素	代号	含义	适用范围
----	----	----	------

焊接方法	SMAW	焊条电弧焊	焊条电弧焊
试件形式	T-T	接管	板与管、管与管的接管焊接
焊缝形式	BW/FW	对接焊缝和角焊缝	接管
填充材料	FM5(B)	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：碱性型	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：酸性型、碱性型
焊缝金属厚度	t10	焊缝金属厚度 10mm	焊缝金属厚度 3~20mm
管材外径	D60/220 90°	主管外径 220mm 支管外径 60mm 主管与直管角度为 90°	支管外径 ≥25mm 支管角度 60° < α ≤90°
焊接位置	PA	BW：平焊位置	PA
焊接要素	ss nb	单面焊 无衬垫	单面焊或双面焊、 无衬垫或带衬垫
其他信息			插入式

### 示例 9

技能评定项目代号：SMAW P C FM5(B) T25 PA ml

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	SMAW	焊条电弧焊	焊条电弧焊
试件形式	P	板	板
焊缝形式	C	堆焊	堆焊
填充材料	FM5(B)	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：碱性型	不锈钢、不锈热强钢 药皮类型：酸性型、碱性型
板材厚度	T25	板材厚度 25mm	板材厚度 ≥25mm
焊接位置	PA	平焊位置	PA
焊接要素	ml	多层焊	单层或多层焊

### 示例 10

技能评定项目代号：GMAW P FW FM5 T10 PB 02 ml

变素	代号	含义	适用范围
焊接方法	GMAW	熔化极气体保护焊	熔化极气体保护焊
试件形式	P	板	板或管 D ≥500mm
焊缝形式	FW	角焊缝	角焊缝
填充材料	FM5	不锈钢、不锈热强钢	不锈钢、不锈热强钢

板材厚度	T10	立板厚度 10mm	立板厚度 $\geq 3\text{mm}$
焊接位置	PB	横角焊位置	PA、PB
焊接要素	02	实心焊丝	无焊丝或实心焊丝
	ml	多层焊	单层或多层焊

# 附录 A

## （规范性附录）

### 技能评定管理要求

#### 1 组织机构

1.1 焊工、焊接操作工聘用单位应设立专门的组织负责焊工、焊接操作工的技能评定工作。该组织中应至少包括技能评定负责人和质保人员，并将技能评定工作纳入质量保证体系中。

1.2 焊工、焊接操作工的技能评定工作包括：技能评定前准备，技能评定过程监督，结果的评定，技能评定报告的编制、管理和维护。

1.3 焊工、焊接操作工评定的文件、记录等档案应按照聘用单位的相关程序执行，焊工、焊接操作工聘用期间相关档案资料应完整保存。

1.4 焊工、焊接操作工在培训合格后方可进行技能评定。

#### 2 职责

2.1 技能评定负责人：全面负责本单位焊工、焊接操作工的技能评定工作，包括评定计划、评定工作的准备、评定过程的监督、技能评定报告的编制等。

2.2 焊接工程师（可由技能评定负责人兼任）：负责技能评定所用焊接工艺规程的编制、评定方式和评定内容的确定等工作。

2.3 试件检验负责人（可由技能评定负责人兼任）：负责技能评定试件检验结果的确认及汇总。

2.4 质保人员：负责监督技能评定过程及结果，编制评定质量计划，及不符合项处理工作。

2.5 焊工、焊接操作工聘用单位应管理好焊工、焊接操作工评定的文件、记录等档案，负责焊工、焊接操作工技能评定报告的管理。

#### 3 技能评定前的准备

3.1 各聘用单位应编制焊工、焊接操作工技能评定计划，计划应包括姓名、拟进行的技能评定项目、工作经历及培训情况说明及记录等内容。

3.2 各聘用单位应编制相关程序文件和工艺文件，确认评定相关场地、人员、设备、工艺文件、试件和试块等满足技能评定要求。

## 4 技能评定的监督

4.1 技能评定必须在质保人员的监督下进行，一次技能评定至少应有 2 名人员组织实施。

4.2 技能评定前，应在试件上打上焊工、焊接操作工识别号和评定项目代号。

4.3 在技能评定过程中，应对每名焊工、焊接操作工技能评定过程进行监督并记录，如明显看出焊工、焊接操作工不具备合格的技术水平和技能，不能取得满意的结果时，其有权随时中止技能评定。

## 5 结果的评定

5.1 技能评定结束后，根据本标准中的相关要求对结果的评定，并记录相关检验记录结果。

5.2 组合评定时，当一种方法出现不合格时，则该组合评定不合格。

5.3 焊工、焊接操作工技能评定不合格的，允许重新进行技能评定。

## 6 技能评定报告

6.1 技能评定合格的焊工、焊接操作工，由聘用单位出具技能评定报告，该报告有效期为 5 年，有效期满后应重新进行技能评定。

6.2 不可将多个试件的资格范围进行合并出具一个报告。

6.3 技能评定报告应包括焊工、焊接操作工姓名及聘用单位、有效期限、报告编号、所有技能评定要素以及其他信息。推荐的焊工、焊接操作工技能评定报告格式见附表。

6.4 技能评定报告有效日期从焊工、焊接操作工进行技能评定的日期起。

## 7 技能评定报告的管理和维护

7.1 连续中断技能评定焊接方法对应的焊接工作超过 6 个月的，该技能评定项目技能评定报告自动失效。聘用单位应每 6 个月对焊工、焊接操作工所从事焊接活动的焊接技能评定报告做一次确认，同时增加 6 个月的有效期。

7.2 焊工、焊接操作工变更聘用单位的，原技能评定报告失效，应重新进行技能评定。

## 附表 焊工、焊接操作工技能评定报告

焊工、焊接操作工技能评定报告

编号：

姓 名		照 片	
身份证号			
聘用单位			
焊工编号			
焊接工艺流程			
技能评定项目代号			
	代号	含 义	适用范围
焊接方法			
焊机型号			
试件形式			
焊缝形式			
填充材料			
焊缝金属厚度			
板材厚度			
管材外径			
焊接位置			
焊接要素			
特殊焊缝 技能评定			
有效期	从 至		
其他信息（如符合请打√）			
承插焊			
接管	骑座式		
	插入式		
编制		审核	
		批准	