

JB

中华人民共和国行业标准

JB 4708—92
JB/T 4709—92

钢制压力容器焊接工艺评定 钢制压力容器焊接规程

Welding procedure qualification for
steel pressure vessels

Welding procedure specification
of steel pressure vessels

1992 - 04 - 10 发布

1992 - 10 - 01 实施

中华人民共和国机械电子工业部
中华人民共和国化学工业部
中华人民共和国劳动部
中国石油化工总公司

发 布

(京)新登字046号

**钢制压力容器焊接工艺评定
钢制压力容器焊接规程**

全国压力容器标准化技术委员会

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京科技印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

全国各地新华书店经销

开本: 880×1230 1/16 印张: 3 字数: 14万

1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷

印数: 1—5000 定价: 4.00元

ISBN7-5029-1086-7/T·0003

目 次

JB 4708—92 钢制压力容器焊接工艺评定	(1)
JB/T 4709—92 钢制压力容器焊接规程	(29)
附件：关于压力容器行业标准归口管理及编号的批复	(43)

钢制压力容器焊接工艺评定

JB 4708—92

Welding procedure qualification for steel pressure vessels

1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢制压力容器焊接工艺评定规则、试验方法和合格指标。

本标准适用于钢制压力容器的气焊、手弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极气体保护焊、电渣焊、耐蚀层堆焊的焊接工艺评定。

2 引用标准

- GB 150—89 钢制压力容器
- GB 228—87 金属拉伸试验方法
- GB 232—88 金属弯曲试验方法
- GB 912—82 普通碳素结构钢和低合金结构钢薄钢板技术条件
- GB 2106—80 金属夏比（V型缺口）冲击试验方法
- GB 2270—80 不锈钢无缝钢管
- GB 3274—88 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB 3323—87 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB 3531—83 低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件
- GB 4237—84 不锈钢热轧钢板
- GB 5681—85 压力容器用热轧钢带
- GB 6479—86 化肥设备用高压无缝钢管
- GB 6653—86 焊接气瓶用钢板
- GB 6654—86 压力容器用碳素钢和低合金钢厚钢板
- GB 6655—86 多层压力容器用低合金钢钢板
- GB 8163—87 输送流体用无缝钢管
- GB 9948—88 石油裂化用无缝钢管
- JB 755—85 压力容器锻件技术条件
- JB 1152—81 锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤

3 总则

3.1 焊接工艺评定应以可靠的钢材焊接性能试验为依据，并在产品焊接之前完成。

3.2 焊接工艺评定过程是：拟定焊接工艺指导书、根据本标准的规定施焊试件、检验试件和试样、测定焊接接头是否具有所要求的使用性能、提出焊接工艺评定报告。从而验证施焊单位拟定的焊接工艺的正确性。

3.3 焊接工艺评定所用设备、仪表应处于正常工作状态，钢材、焊接材料必须符合相应标准，由本单

中华人民共和国机械电子工业部

中华人民共和国化学工业部

中华人民共和国劳动部

中国石油化工总公司

1992—03—20 批准

1992—10—01 实施

位技能熟练的焊接人员焊接试件。

3.4 评定对接焊缝焊接工艺时，采用对接焊缝试件；评定角焊缝焊接工艺时，采用角焊缝试件。对接焊缝试件评定合格的焊接工艺亦适用于角焊缝；评定组合焊缝（角焊缝加对接焊缝）焊接工艺时，根据焊件的焊透要求确定采用组合焊缝试件或对接焊缝试件或角焊缝试件。试件形式示意如图 1。

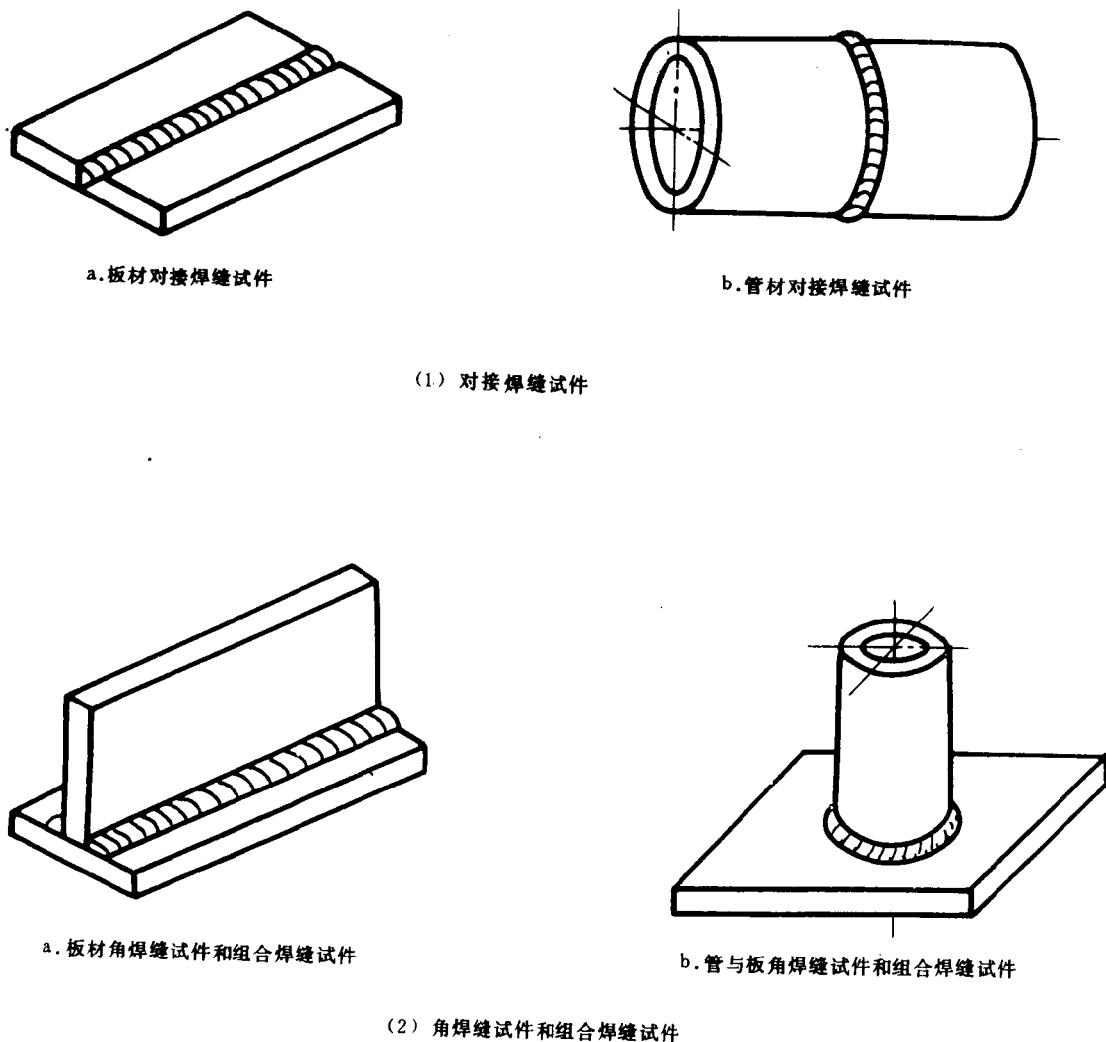


图 1 焊接工艺评定试件形式

注：角焊缝试件和组合焊缝试件详见图 2 至图 5。

3.5 焊接工艺因素分为重要因素、补加因素和次要因素。

3.5.1 重要因素是指影响焊接接头抗拉强度和弯曲性能的焊接工艺因素。

3.5.2 补加因素是指影响焊接接头冲击韧性的焊接工艺因素。当规定进行冲击试验时，需增加补加因素。

3.5.3 次要因素是指对要求测定的力学性能无明显影响的焊接工艺因素。

4 焊接工艺评定规则

4.1 一般规则

4.1.1 改变焊接方法，需重新评定。

4.1.2 当同一条焊缝使用两种或两种以上焊接方法（或焊接工艺）时，可按每种焊接方法（或焊接工艺）分别进行评定；亦可使用两种或两种以上焊接方法（或焊接工艺）焊接试件，进行组合评定。

组合评定合格后用于焊件时，可以采用其中一种或几种焊接方法（或焊接工艺），但要保证每一种焊接方法（或焊接工艺）所熔敷的焊缝金属厚度都在已评定的各自有效范围内。

4.1.3 为了减少焊接工艺评定数量，根据母材的化学成份、力学性能和焊接性能进行分类分组（见表1）。

4.1.3.1 一种母材评定合格的焊接工艺可以用于同组别号的其它母材。

4.1.3.2 除4.1.3.3和4.1.3.4外，母材组别号改变时，需重新评定。

4.1.3.3 组别号为Ⅵ-1母材的评定适用于组别号为Ⅱ-1的母材。

4.1.3.4 在同类别号中，高组别号母材的评定适用于该组别号母材与低组别号母材所组成的焊接接头。

4.1.3.5 当不同类别号的母材组成焊接接头时，即使母材各自都已评定合格，其焊接接头仍需重新评定。但类别号为Ⅱ、组别号为Ⅵ-1的同钢号母材的评定适用于该类别号或该组别号母材与类别号为Ⅰ的母材所组成的焊接接头。

表 1

类别号	组别号	钢 号	相 应 标 准 号
Ⅰ	Ⅰ-1	Q 235-A·F (A 3 F、AY3F)	GB 912, GB 3274
		Q 235-A (A 3、AY 3)	GB 912, GB 3274
		Q 235-B、Q 235-C	GB 912, GB 3274
		20HP	GB 6653
		20R	GB 6654
		10	GB 8163, GB 6479
		20G	GB 6479
		20、25	GB 8163, GB 9948, JB 755
Ⅱ	Ⅱ-1	16Mn	GB 6479, JB 755
		16MnR	GB 6654, GB 5681
		16MnRC	GB 6655
	Ⅱ-2	15MnV	GB 6479
		15MnVR	GB 6654
		15MnVRC	GB 6655
		20MnMo	JB 755
Ⅲ	Ⅲ-1	15MnVNR	GB 6654
	Ⅲ-2	18MnMoNbR	GB 6654
		15MnMoV	JB 755
		20MnMoNb	JB 755

续表 1

类别号	组别号	钢 号	相 应 标 准 号
IV	IV-1	12CrMo	GB 6479, GB 9948
		15CrMo	GB 6479, JB 755, GB 9948
		15CrMoR	
	IV-2	12Cr1MoV	JB 755
	IV-3	12Cr2Mo	GB 6479
		12Cr2Mo1R	
		12Cr2Mo1	JB 755
V	V-1	1Cr5Mo	GB 6479, JB 755
VI	VI-1	16MnD	JB 755
		16MnDR	GB 3531
	VI-2	09Mn2VD	JB 755
		09Mn2VDR	GB 3531
	VI-3	06MnNbDR	GB 3531
VII	VII-1	1Cr18Ni9Ti	JB 755
		0Cr19Ni9	GB 4237
		0Cr18Ni9Ti	GB 2270
		0Cr18Ni11Ti	GB 4237
		00Cr18Ni10	GB 2270
		00Cr19Ni11	GB 4237
	VII-2	0Cr17Ni12Mo2	GB 4237
		0Cr19Ni13Mo3	GB 4237
		0Cr18Ni12Mo2Ti	GB 2270
		0Cr18Ni12Mo3Ti	GB 2270
		00Cr17Ni14Mo2	GB 4237, GB 2270
		00Cr19Ni13Mo3	GB 4237, GB 2270
VIII	VIII-1	0Cr13	GB 4237, GB 2270, JB 755

4.1.4 试件的焊后热处理应与焊件在制造过程中的焊后热处理基本相同。在消除应力热处理时,试件保温时间不得少于焊件在制造过程中累计保温时间的80%。

改变焊后热处理类别,需重新评定。

注：焊后热处理类别如下：

铬镍不锈钢分为不热处理和热处理（固溶或稳定化）；

除铬镍不锈钢外分为不热处理、消除应力热处理、正火、正火加回火、淬火加回火。

4.1.5 评定合格的对接焊缝试件的焊接工艺适用于焊件的母材厚度和焊缝金属厚度有效范围按表 2 和表 3 的规定。

表 2

mm

试件母材厚度 T	适用于焊件母材厚度的有效范围	
	最 小 值	最 大 值
$1.5 < T < 8$	1.5	$2T$ ，且不大于 12
$T > 8$	$0.75T$	$1.5T$

表 3

mm

试件焊缝金属厚度 t	适用于焊件焊缝金属厚度的有效范围	
	最 小 值	最 大 值
$1.5 < t < 8$	不限	$2t$ ，且不大于 12
$t > 8$	不限	$1.5t$

注： t 系指一种焊接方法（或焊接工艺）在试件上所熔敷的焊缝金属厚度。

当试件采用表 4 所列焊接条件时，焊件的最大厚度则需按表 4 确定。

当采用两种或两种以上焊接方法（或焊接工艺）焊接的试件评定合格后，适用于焊件的厚度有效范围，不得以每种焊接方法（或焊接工艺）评定后所适用的最大厚度进行叠加。

4.1.6 对于返修焊、补焊和打底焊，当试件母材厚度不小于 40 mm 时，评定合格的焊接工艺所适用的焊件母材的厚度有效范围的最大值不限。

4.1.7 对接焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于不等厚对接焊缝焊件，但厚边和薄边母材的厚度都应在已评定的有效范围内。

表 4

mm

序 号	试件的焊接条件	适用于焊件的最大厚度	
		母 材	焊缝金属
1	除气焊外，试件经超过临界温度的焊后热处理	$1.1T$	—
2	试件为单道焊或多道焊时，若其中任一焊道的厚度大于 13 mm	$1.1T$	—
3	气焊	T	—
4	电渣焊	$1.1T$	—
5	当试件厚度大于 150 mm 时，若采用手弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊（熔滴呈短路过渡者除外）、钨极气体保护焊的多道焊	$1.3T$	$1.3t$
6	短路过渡的熔化极气体保护焊	$1.1T$	—

4.1.8 对接焊缝试件或角焊缝试件评定合格的焊接工艺用于焊件角焊缝时，焊件厚度的有效范围不限。

4.1.9 板材对接焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于管材的对接焊缝，反之亦可。

4.1.10 板材角焊缝试件评定合格的焊接工艺适用于管与板的角焊缝，反之亦可。

4.1.11 当组合焊缝焊件为全焊透时，可采用与焊件接头的坡口形式和尺寸类同的对接焊缝试件进行评定；也可采用组合焊缝试件加对接焊缝试件（后者的坡口形式和尺寸不限定）进行评定。此时，对接焊缝试件的重要因素和补加因素应与焊件的组合焊缝相同。

当组合焊缝焊件不要求全焊透时，若坡口深度大于焊件中较薄母材厚度的一半，则按对接焊缝对待；若坡口深度小于或等于焊件中较薄母材厚度的一半，则按角焊缝对待。

4.1.12 当变更任何一个重要因素时都需要重新评定焊接工艺。

当增加或变更任何一个补加因素时，则可按增加或变更的补加因素增焊冲击韧性试件进行试验。

当变更次要因素时不需重新评定焊接工艺，但需重新编制焊接工艺指导书。

各种焊接方法的焊接工艺评定重要因素和补加因素见表 5。

表 5

类 别	焊 接 条 件	重要因素						补加因素					
		气 焊	手 弧 焊	埋 弧 焊	熔 体 化 保 护 气 焊	钨 保 护 气 焊 体	电 渣 焊	气 焊	手 弧 焊	埋 弧 焊	熔 体 化 保 护 气 焊	钨 保 护 气 焊 体	电 渣 焊
填充材料	1. 焊条牌号（焊条牌号中第三位数字除外）	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2. 当焊条牌号中仅第三位数字改变时，用非低氢型药皮焊条代替低氢型药皮焊条	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	3. 焊条的直径改为大于 6 mm	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	4. 焊丝钢号	○	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	5. 焊剂牌号；混合焊剂的混合比例	—	—	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	6. 添加或取消附加的填充金属；附加填充金属的数量	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	7. 实芯焊丝改为药芯焊丝或反之	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	8. 添加或取消预置填充金属；预置填充金属的化学成分范围	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	9. 增加或取消填充金属	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	10. 丝极改为板极或反之，丝极或板极钢号	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	11. 熔咀改为非熔咀或反之，熔咀钢号	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
焊接位置	1. 从评定合格的焊接位置改变为向上立焊	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○	○	—
预热	1. 预热温度比评定合格值降低 50℃ 以上	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	2. 最高层间温度比评定合格值高 50℃ 以上	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—
气体	1. 可燃气体的种类	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2. 保护气体种类；混合保护气体配比	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—

续表 5

类 别	焊 接 条 件	重 要 因 素						补 加 因 素					
		气 焊	手 弧 焊	埋 弧 焊	熔 体 化 保 护 气 焊	钨 保 护 气 焊 体	电 渣 焊	气 焊	手 弧 焊	埋 弧 焊	熔 体 化 保 护 气 焊	钨 保 护 气 焊 体	电 渣 焊
气 体	3.从单一的保护气体改用混合保护气体,或取消保护气体	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—
电 特 性	1.电流种类或极性	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—
	2.增加线能量或单位长度焊道的熔敷金属体积超过评定合格值(若焊后热处理细化了晶粒,则不必测定线能量或熔敷金属体积)	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	○	—
	3.电流值或电压值超过评定合格值15%	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
技 术 措 施	1.焊丝摆动幅度、频率和两端停留时间	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	—	—
	2.由每面多道焊改为每面单道焊	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—
	3.单丝焊改为多丝焊,或反之	—	—	—	—	—	○	—	—	○	○	○	—
	4.电(钨)极摆动幅度、频率和两端停留时间	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○	—
	5.增加或取消非金属或非熔化的金属成形滑块	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—

注: 符号○表示对该焊接方法为重要因素或补加因素。

4.2 耐蚀层堆焊的评定规则

4.2.1 对各种堆焊方法,凡属下列情况之一,均需重新评定。

- 改变或增加焊接方法;
- 基体钢材类别号为IV时,改变组别号;
- 改变基体钢材的类别号;
- 除横焊、立焊或仰焊位置的评定适用于平焊位置外,改变评定合格的焊接位置;
- 预热温度比评定范围下限降低50℃以上或层间温度超过评定范围的最大值;
- 改变焊后热处理类别;
- 焊后热处理温度下的总保温时间比评定最长保温时间延长25%或更多;
- 多层堆焊变更为单层堆焊、单层堆焊变更为多层堆焊;
- 变更电流种类或极性。

4.2.2 对于手弧焊除4.2.1规定以外,凡属下列情况之一,仍需重新评定。

- 变更焊条牌号(焊条牌号中第三位数字除外);
- 当堆焊首层时,变更焊条直径或首层施焊电流比已评定范围的上限值增加10%以上。

4.2.3 对于埋弧焊、熔化极气体保护焊或钨极气体保护焊堆焊,除4.2.1规定以外,凡属下列情况之一,仍需重新评定。

- 变更焊丝(或钢带)钢号;
- 变更焊剂牌号、混合焊剂的混合比例;
- 变更同一熔池上的焊丝根数;
- 添加或取消附加的填充金属;

- e. 增加或取消焊丝的摆动;
- f. 焊丝或附加的填充金属公称横截面积的变化超过10%;
- g. 线能量或单位长度焊道内熔敷金属体积比评定范围的上限值增加10%以上;
- h. 变更保护气体种类、混合保护气体配比;
- i. 取消保护气体, 或保护气体流量比评定范围下限值降低10%以上。

5 试件、试样和检验

5.1 试件制备

5.1.1 母材、焊接材料、坡口和试件的焊接必须符合焊接工艺指导书的要求。

5.1.2 试件的数量和尺寸应满足制备试样的要求。

5.1.3 对接焊缝试件尺寸

试件厚度应充分考虑适用于焊件厚度的有效范围。

5.1.4 角焊缝试件尺寸

5.1.4.1 板材角焊缝试件尺寸 (见表 6 和图 2)

表 6 mm	
翼板厚度 T_1	腹板厚度 T_2
≤ 3	T_1
3	$\leq T_1$, 但不小于 3

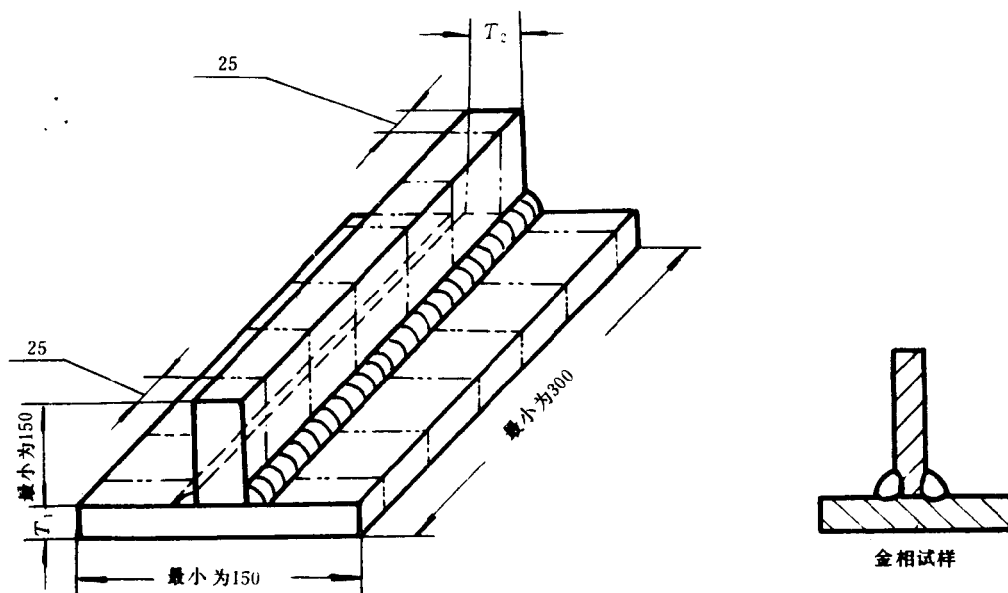


图 2 板材角焊缝试件及试样

注: 焊脚等于 T_2 , 且不大于 20 mm。

5.1.4.2 管与板角焊缝试件尺寸 (见图 3)

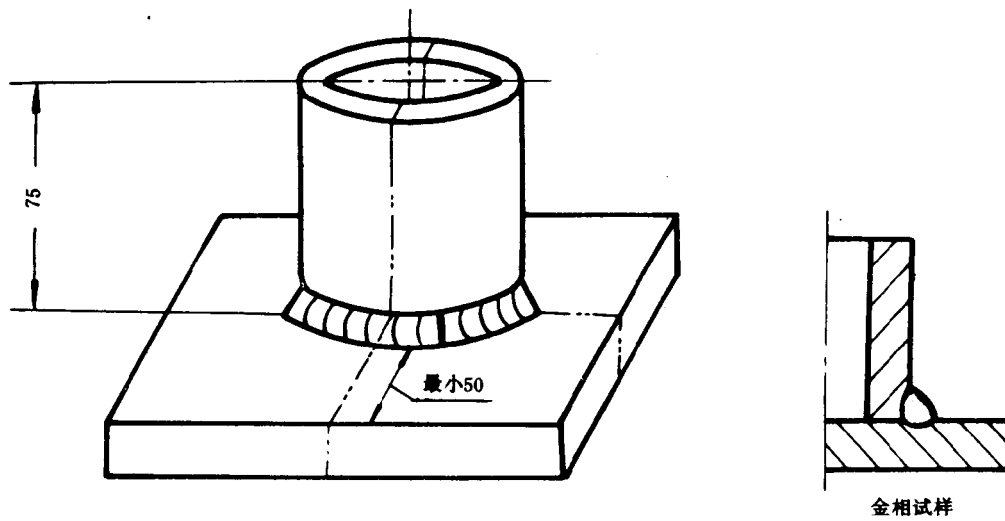


图3 管与板角焊缝试件及试样

注：最大焊脚等于管壁厚。

5.1.5 组合焊缝试件尺寸

5.1.5.1 板材组合焊缝试件尺寸（见表7和图4）

表7

mm

翼板厚度 T_1	腹板厚度 T_2	适用于焊件母材厚度的有效范围
< 20	$< T_1$	翼板和腹板厚度均小于20
> 20	$< T_1$ ，且 > 20	翼板和腹板的厚度中任一或全都大于或等于20

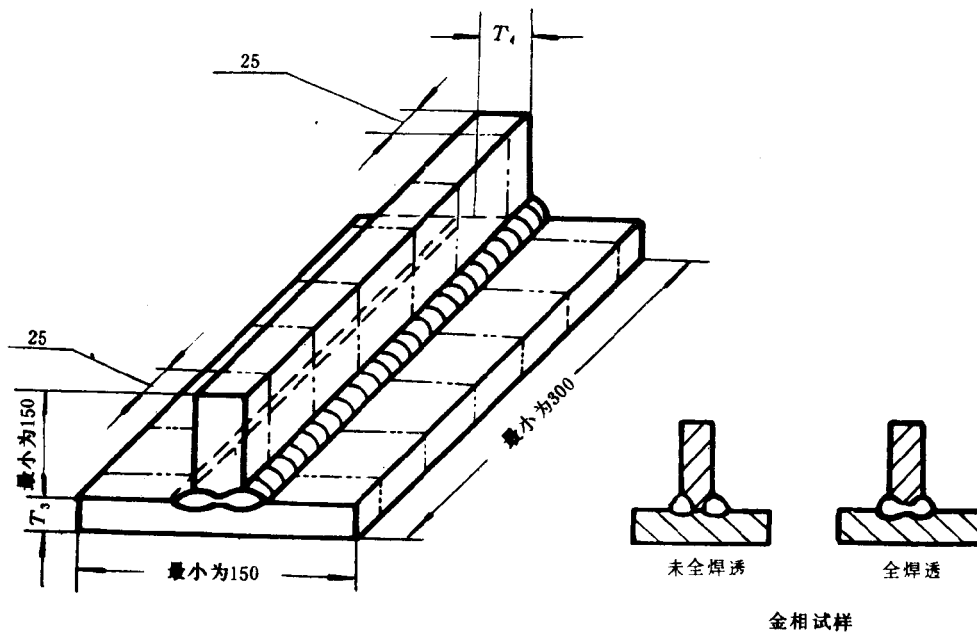


图4 板材组合焊缝试件及试样

5.1.5.2 管与板组合焊缝试件尺寸（见表8和图5）

表 8

mm

试件管壁厚度	试件板厚度	适用于焊件母材厚度的有效范围
< 20	< 20	管壁厚度和板厚度均小于20
< 20	≥ 20	管壁厚度小于20, 板厚度等于或大于20
≥ 20	≥ 20	管壁厚度和板厚度均大于或等于20

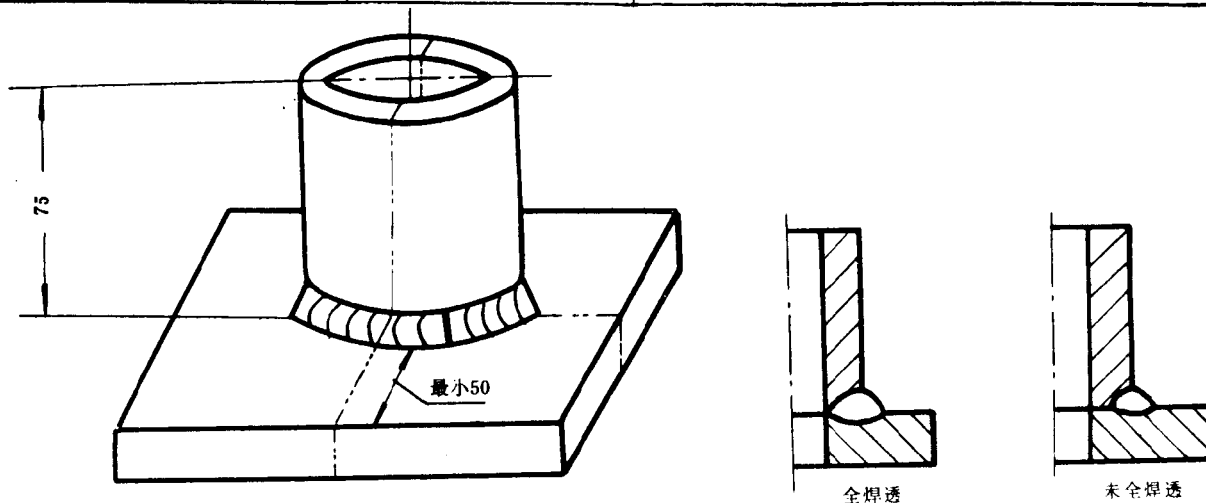


图 5 管与板组合焊缝试件及试样

金相试样

5.1.6 耐蚀层堆焊试件尺寸

当焊件基体的厚度等于或大于25mm时, 则试件基体的厚度不得小于25mm; 当焊件基体厚度小于25mm, 则试件基体厚度应等于或小于焊件基体厚度。

5.2 对接焊缝试件和试样的检验

5.2.1 检验项目: 外观检查、无损探伤和力学性能试验。

- 外观检查: 试件接头表面不得有裂纹、未焊透和未熔合。
- 无损探伤: 试件的射线探伤按GB 3323的规定, 射线照相的质量应不低于AB级, 焊缝质量不低于II级; 试件的超声波探伤应按JB 1152的规定, 焊缝的质量应为I级。
- 力学性能试验项目包括拉力试验、弯曲(面弯、背弯、侧弯)试验和冲击试验(当规定时), 检验要求按下列条文规定。

5.2.2 力学性能试验的试样类别和数量应符合表9的规定。

5.2.3 当试件采用两种或两种以上焊接方法(或焊接工艺)时:

- 拉力试样和弯曲试样的受拉面应包括每一种焊接方法(或焊接工艺)的焊缝金属;
- 当规定作冲击试验时, 对每一种焊接方法(或焊接工艺)的焊缝区和热影响区都要作冲击试验。

表 9

试 件 母 材 的 厚 度 T mm	试样的类别和数量 个					
	拉力试验	弯 曲 试 验 ²⁾			冲 击 试 验	
	拉 力 试 样 ¹⁾	面 弯 试 样	背 弯 试 样	侧 弯 试 样	焊缝区 试 样	热影响区 试 样 ⁴⁾
$1.5 < T < 10$	2	2	2	—	3	3
$10 < T < 20$	2	2	2	3)	3	3
$T > 20$	2	—	—	4	3	3

注： 1) 一根管接头全截面试样可以代替两个板形试样。

2) 当试件焊缝两侧的母材之间或焊缝金属和母材之间的弯曲性能有显著差别时，可改用纵向弯曲试验代替横向弯曲试验。

3) 可以用四个横向侧弯试样代替两个面弯和两个背弯试样。

4) 当焊缝两侧母材的钢号不同时，每侧热影响区都应取三个冲击试样。

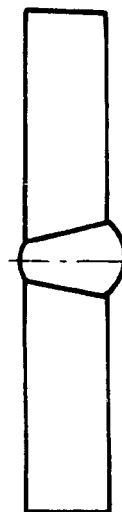
5.2.4 力学性能试验

试件经外观检查 and 无损探伤合格后，允许避开缺陷制取试样，取样位置按5.2.4.1和5.2.4.2的规定。

试样去除焊缝余高前允许对试样进行冷校平。

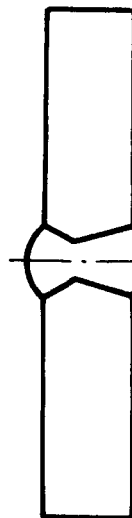
5.2.4.1 板材对接焊缝试件取样位置（见图6）

5.2.4.2 管材对接焊缝试件取样位置（见图7）

[illegible]

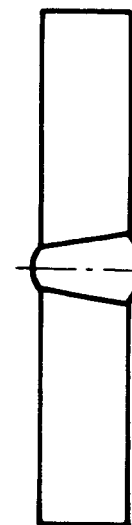
c. 取纵向弯曲试样时

舍		弃
侧弯		试样
拉力		试样
侧弯		试样
备		用
侧弯		试样
拉力		试样
侧弯		试样
冲击		试样
舍		弃



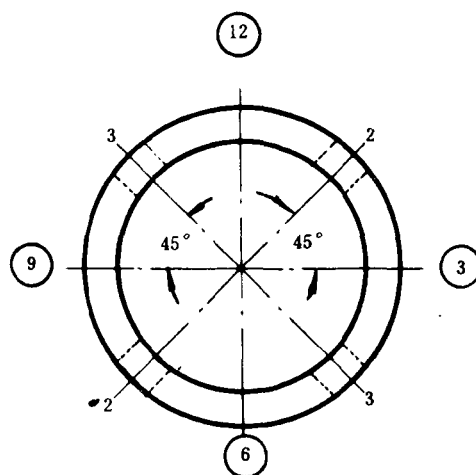
b. 取侧弯试样时

合	弃
拉力	试样
背弯	试样
面弯	试样
备	用
背弯	试样
面弯	试样
拉力	试样
冲击	试样
合	弃

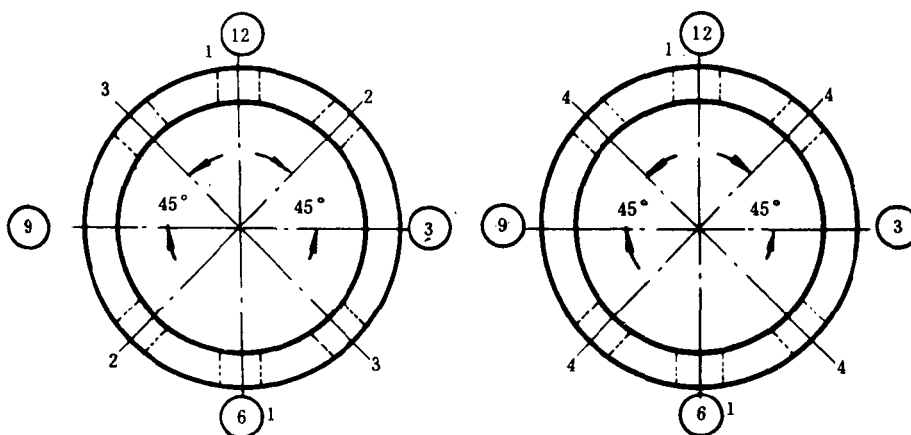


a. 不取側彎试样时

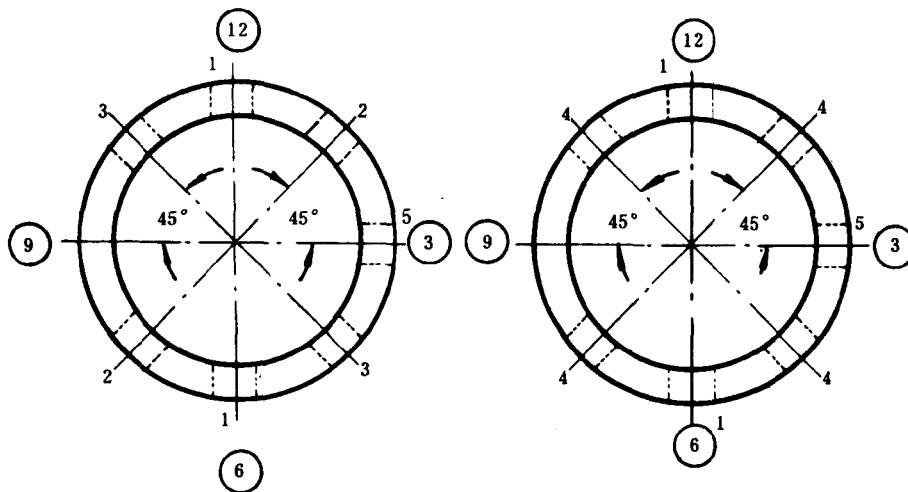
6



a. 拉力试样为整管时弯曲试样位置



b. 不要求冲击试验时



c. 要求冲击试验时

图 7

注：1——拉力试样、2——面弯试样、3——背弯试样、4——侧弯试样、5——冲击试样。

③⑥⑨⑫——钟点记号，为水平固定位置焊接时的定位标记。

5.2.5.1.1 取样和加工要求

- a. 厚度小于或等于30mm的试件, 采用全厚度试样进行试验。
- b. 厚度大于30mm的试件, 根据试验条件可采用全厚度试样, 也可以用两片或多片试样 (应包括整个试件厚度) 的试验代替一个全厚度试样的试验。
- c. 两片或多片试样的厚度为30mm, 试样的数量为试件母材厚度 (mm) 除以30mm (按四舍五入, 取整数), 试样的切取方式见图8。
- d. 试样的焊缝余高应以机械方法去除, 使之与母材齐平。



5.2.5.1.2 试样形式

- a. 帶肩板形試樣（見圖 9）適用於所有厚度板材的對接焊縫試件。



注: ① S —— 试样厚度, mm;

② W ——试样受拉伸平行侧面宽度，大于或等于25mm；

③ h_k ——焊缝最大宽度, mm;

④ h ——夹持部份长度，根据试验机夹具而定，mm，

- b. 管接头带肩板形试样型式 I (见图10) 适用于外径大于76mm的所有壁厚管材对接焊缝试件。