

DIANLI SHEBEI ANZHUANG YU JIANXIU BIAOZHUN
QIANGZHIXING TIAOWEN SHISHI SHOUC

电力设备

安装与检修标准

强制性条文

实施手册

DIANLI
SHEBEI

电力设备安装与检修标准 强制性条文实施手册

主 编 付金波

7.17/15/2013

下

卷

科学技术文献出版社

二、锅炉焊接工艺评定

锅炉焊接工艺评定

JB 4420—89

1 主题内容和适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了制造固定式锅炉受压元件时对焊接工艺进行评定的方法。

焊接工艺评定的目的在于确定焊接接头的性能是否满足产品设计的要求，以此评定所拟定的焊接工艺是否合格。

1.2 适用范围

本标准适用于固定式锅炉制造中气焊、手弧焊、埋弧焊、气体保护焊、电渣焊、堆焊和螺柱焊的焊接工艺评定。

本标准中的气体保护焊包括用手工、半自动和自动化方法焊接的熔化极和非熔化极气体保护焊。

2 引用标准

本标准中直接引用和必须配合使用的标准共 34 个：

GB 223	钢铁及合金化学分析方法
GB 226	钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验法
GB 230	金属洛氏硬度试验方法
GB 231	金属布氏硬度试验方法
GB 700	普通碳素结构钢技术条件

GB 713	锅炉用碳素钢和低合金钢板
GB 983	不锈钢焊条
GB 984	堆焊焊条
GB 985	气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB 986	埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB 1300	焊接用钢丝
GB 1814	钢材断口检验法
GB 2649	焊接接头机械性能试验取样法
GB 2650	焊接接头冲击试验法
GB 2651	焊接接头拉伸试验法
GB 2653	焊接接头弯曲及压扁试验法
GB 3087	低中压锅炉用无缝钢管
GB 3280	不锈钢冷轧钢板
GB 3281	不锈钢耐酸及耐热钢厚钢板技术条件
GB 3323	钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
GB 3375	焊接名词术语
GB 4675	焊接性试验
GB 5117	碳钢焊条
GB 5118	低合金钢焊条
GB 5310	高压锅炉用无缝钢管
GB 5676	一般工程用铸造碳钢
JB 741	钢制压力容器焊接技术条件
JB 755	压力容器锻件技术条件
JB 2633	锅炉锻件技术条件
JB 2640	锅炉管道附件承压铸钢件技术条件
JB 3144	锅炉大口径管座角焊缝超声波探伤
JB 3965	钢制压力容器磁粉探伤
YB 28	金属显微组织测定法
ZB Y230	A型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

3 评定规则

3.1 焊工要求

焊接工艺评定由熟练焊工施焊。

3.2 设备和仪器要求

焊接工艺评定所用的设备和检测仪器应定期进行检查和标定，不符合要求者不得用于焊接工艺评定。

3.3 焊接方法

经评定合格的焊接工艺只适用于原评定时所用的焊接方法，当焊接方法改变时焊接工艺应重新评定。

3.4 焊缝型式

3.4.1 本标准适用的焊缝型式包括：对接焊缝、角焊缝、堆焊层和螺柱焊焊缝四类，其定义见 GB 3375。

3.4.2 对接焊缝包括以下两种：

- a. 各种形式坡口的对接接头（下简称对接接头对接焊缝），包括除 I 形以外的各种其他形式坡口（下简称非 I 形坡口）和 I 形坡口；
- b. 非 I 形坡口的 T 形接头（下简称 T 形接头对接焊缝）。

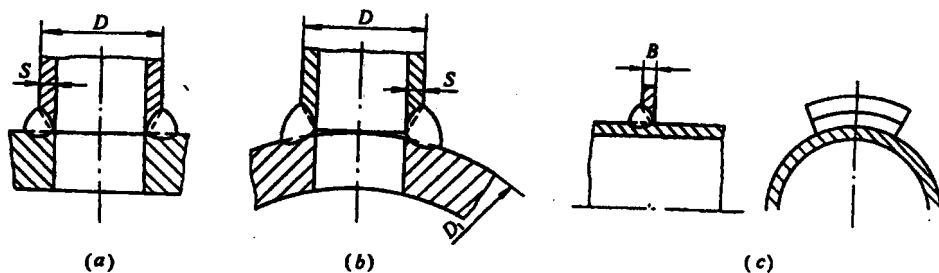


图1 V形坡口 T形接头对接焊缝

(a) 管—板；(b) 管—管；(c) 板—管（或板—板）；

图1和图2为T形接头对接焊缝的实例。

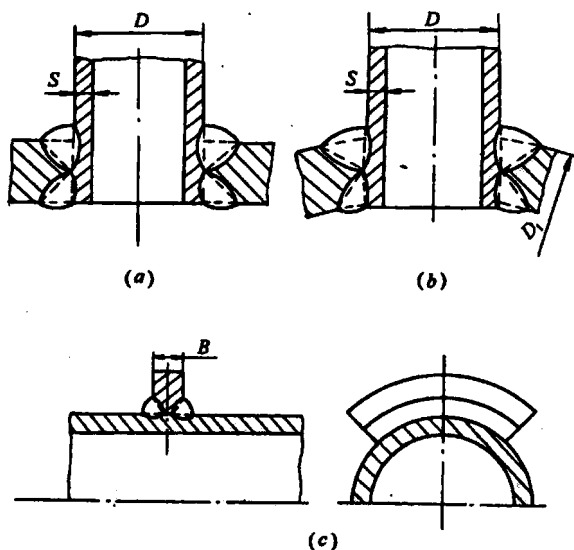


图2 K形坡口T形接头对接焊缝

(a) 管—板；(b) 管—管；(c) 板—管（或板—板）；

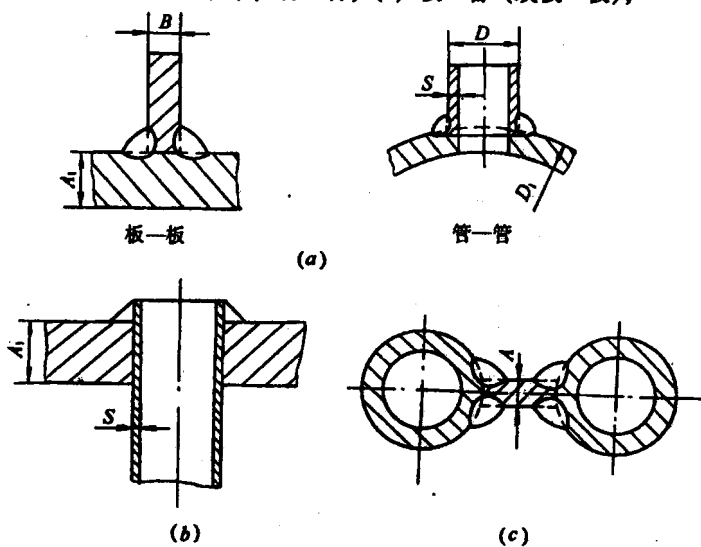


图3 角焊缝

(a) T形接头；(b) 管子与管板；(c) 膜式壁；

3.4.3 角焊缝包括不要求全焊透的各种 I 形坡口 T 形接头，主要有以下三种（见图 3）：

- a. 板—板角焊缝和管—管角焊缝（下简称T形接头角焊缝）；
- b. 管子与管板角焊缝；
- c. 扁钢与光管膜式壁角焊缝（下简称膜式壁角焊缝）。

3.4.4 堆焊层包括耐磨堆焊层和耐腐蚀堆焊层两种。

3.4.5 螺柱焊焊缝用于要求承受载荷或要求进行焊接工艺评定的螺柱或其他类似零件。

3.4.6 应根据每种型式焊缝所要求的评定参数、检查项目、试样和合格标准分别进行焊接工艺评定。

3.5 评定用位置

3.5.1 本标准适用的焊接位置包括：平焊、横焊、立焊和仰焊四种。

3.5.2 除产品结构和焊接性试验另有专门要求以外，评定时应按表1的焊接位置和相应的焊件位置施焊，该位置称为评定用位置。

表1 评定用位置

焊缝型式	对接焊缝			角 焊 缝				堆焊层	螺柱焊
	对接接头		T形接头	T形接头		管子与管板	膜式壁		
	板形试件	管形试件		板—板	管—管				
位置代号	1G	1G	2F	1F	2F	2F	2F	1F	1S
焊接位置	平焊	平焊	横焊	平焊	横焊	横焊	横焊	平焊	平焊
焊件位置	水平	水平转动	管接头或板垂直，即图1和图2中的位置	焊缝厚度方向垂直于水平面，即船形焊	管接头垂直，即图3中的位置	管板水平	管子和扁钢均水平	母材水平	螺柱垂直母材水平

3.6 评定用厚度

3.6.1 评定时以试件上某一部分的厚度作为试件厚度，该厚度称为评定用厚度。

3.6.2 评定用厚度为T的试件经评定合格后，当其他条件相同时可以不必重评的厚度范围称为该试件的厚度适用范围。

3.6.3 各种焊缝的评定用厚度规定如下：

- a. 对接接头对接焊缝 按试件厚度A，如果接头两侧的试件厚度不同，以较薄

一侧的厚度作为评定用厚度；

b. T形接头对接焊缝 按表 2；

表 2 T形接头对接焊缝的评定用厚度

类 别	管—板	管—管	板—管(或板—板)
结 构	图 1(a), 图 2(a)	图 1(b), 图 2(b)	图 1(c), 图 2(c)
评定用厚度	S	S	B

c. 角焊缝 按表 3；

表 3 角焊缝的评定用厚度

类 别	T形接头		管子与管板	膜式壁
	板—板	管—管		
结 构		图 3(a)	图 3(b)	图 3(c)
评定用厚度	B	S	S	A

d. 堆焊层 按堆焊层厚度 H ，见图 4；

e. 螺柱焊 按螺柱直径 d 。

3.7 评定参数

3.7.1 凡影响焊接接头机械性能（不包括冲击韧性）的焊接条件称为重要参数，凡影响焊接接头冲击韧性的焊接条件称为附加重要参数。

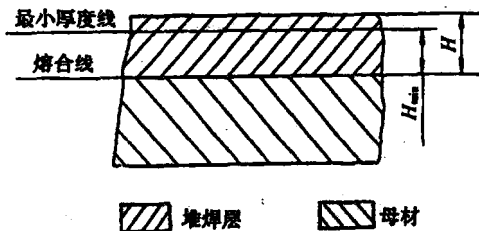


图 4 堆焊层

3.7.2 同一评定参数对某一焊接方法或焊接工艺是重要参数,对另一焊接方法或焊接工艺可以是附加重要参数,也可以是既非重要参数也非附加重要参数。

3.7.3 焊接工艺评定时,应按表4的规定采用相应的重要参数和附加重要参数。

表4 各种焊接方法或工艺的评定参数

序号	焊接方法或工艺 评定参数	手弧焊		埋弧焊		气体保护焊		电渣焊		气焊	堆焊	螺柱焊
		重要参数	附加重要参数	重要参数	附加重要参数	重要参数	附加重要参数	重要参数	附加重要参数	重要参数	重要参数	重要参数
1	接头型式	✓	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓
2	母材类别	✓	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	✓
3	厚度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
4	焊接材料类别	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	✓
5	焊接位置	×	✓	×	×	×	✓	×	×	×	✓	✓
6	预热	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	✓	✓
7	热处理	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	可燃气体	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×	×
9	电特性	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓
10	操作方式	×	×	×	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓

注:“✓”表示有要求,“×”表示无要求。

3.8 预热和热处理

试件的预热温度和热处理规范应基本上相当于生产焊件的预热温度和热处理规范。试件的保温时间不少于生产中对其他条件相同焊件所规定总保温时间的80%,但允许将生产中的多次热处理循环合并为一次热处理循环。

3.9 合格要求

所拟定的焊接工艺,只有在按本标准第5章进行各项检查的结果均符合第7章的要求时,才认为该焊接工艺评定合格。

3.10 焊接工艺评定报告和焊接工艺规程

3.10.1 经评定合格的焊接工艺应有焊接工艺评定报告,作为制订焊接工艺规程的

依据和证明文件。焊接工艺评定报告应经施焊单位负责人审批后归档。

焊接工艺评定报告和焊接工艺规程均应有编制和审批人员的签字,并填写编制、审批和归档日期。

3.10.2 焊接工艺评定报告的主要内容应包括以下各项:

- a. 报告编号和相应的焊接工艺规程编号;
- b. 焊接方式或焊接工艺名称和自动化程度(手工、机械化或自动化操作);
- c. 焊缝型式;
- d. 坡口尺寸简图;
- e. 评定参数;
- f. 各焊道的焊接方法、焊接规范和操作方法;
- g. 评定时的环境温度和相对温度;
- h. 检查项目和检查结果;
- i. 评定用母材和焊接材料的质量证明书编号;
- j. 焊工姓名和钢印号;
- k. 评定结论。

3.10.3 焊接工艺规程的主要内容应包括以下各项:

- a. 规程编号和相应的焊接工艺评定报告编号;
- b. 焊接方法或焊接工艺名称和自动化程度(手工、机械化或自动化操作);
- c. 焊缝型式、有无衬垫和衬垫材料;
- d. 坡口尺寸简图和焊道分布序号;
- e. 母材和焊接材料的牌(型)号和尺寸范围;
- f. 焊接位置和方向;
- g. 每层的焊接方法、焊接规范及其变化范围和操作方式;
- h. 预热方法、预热温度及其下限和最高层间温度;
- i. 热处理类别、热处理温度及其下限和保温时间;
- j. 焊接设备和检测仪器。

3.11 重评要求

3.11.1 经评定合格的焊接工艺,如果重要参数和附加重要参数的变化均未超过规定的变化范围时不需重新评定,否则该焊接工艺应予重评。

3.11.2 如果需要将某一没有冲击韧性要求经评定合格的焊接工艺用于焊接有冲击

韧性要求的焊件,可以采用与评定时相同的重要参数并增加相应的附加重要参数焊接冲击试验试件,检查合格后即认为该焊接工艺评定合格,不需重复进行原评定时各项检查。

3.11.3 如果需要改变某一经评定合格焊接工艺的附加重要参数,可以采用与原评定时相同的重要参数和修改后的附加重要参数焊接冲击试验试件,检查合格后即认为该焊接工艺评定合格,不需重复进行原评定时各项检查。

3.12 组合焊接

3.12.1 同一接头用一种以上具有不同评定参数的焊接工艺进行焊接,称为组合焊接。每种焊接工艺可以采用一种或多种焊接方法。

3.12.2 组合焊接时,对根部熔敷金属(包括打底和封底焊道)的焊接工艺可单独评定,也可组合评定,单独评定时采用厚度不小于13mm的对接接头对接焊缝试件。根部熔敷金属单独评定用试件熔敷金属厚度适用范围的最大值,除短路过渡型气体保护焊为所用试件熔敷金属厚度的1.1倍外,其他焊接方法均为1.5倍。

3.12.3 组合焊接时,对根部以外其他部分熔敷金属的焊接工艺,按试件上每种焊接工艺熔敷金属的厚度确定该焊接工艺的熔敷金属厚度适用范围。评定时所取的试样中应只包含用该焊接工艺所熔敷的金属。

3.12.4 组合焊接时,试件的母材厚度适用范围按表7。

3.12.5 经评定合格的组合焊接工艺,可以取消其中的任一种或任几种焊接工艺,也可以单独使用其中的任一种焊接工艺而不必重评,但该焊接工艺的评定参数应当与原评定时相同。

3.13 返修焊和补焊工艺评定

按本标准评定合格的焊接工艺,在重要参数和附加重要参数的变化均未超过规定的变化范围时,可用于返修焊和补焊,不需重评。

4 重要参数和附加重要参数

为减少焊接工艺评定的工作量,本标准规定了各种焊接方法或焊接工艺对评定参数的具体要求和不必重评的变化范围。

4.1 气焊、手弧焊、埋弧焊、气体保护焊和电渣焊的重要参数

当焊接接头没有冲击韧性要求时，气焊、手弧焊、埋弧焊、气体保护焊和电渣焊对各项重要参数（见表4）的具体要求见4.2至4.11。

4.2 接头型式

4.2.1 板材和管材对接接头对接焊缝的评定相互适用，不必重评。

4.2.2 I形和非I形坡口的对接接头对接焊缝应分别评定，不能相互取代。任一种非I形坡口对接接头对接焊缝的评定，适用于其他形式非I形坡口的对接接头对接焊缝。

4.2.3 对接接头对接焊缝机械性能的检查结果，适用于其他评定参数相同的T形接头对接焊缝机械性能检查。

4.2.4 各种型式T形接头对接焊缝的评定不能相互取代。

4.2.5 各种型式角焊缝的评定不能相互取代。

4.2.6 当采用电渣焊时，凡增加或取消非多属或非熔化的熔敷金属成形滑块，均应重评。

4.3 母材类别

4.3.1 板材、管材和锻件的母材类别见表5，铸件的母材类别见表6。铸件可用化学成分相近轧材或锻件的评定取代。

表5 板材、管材和锻件的母材类别

母 材 分 类			钢 号	标 准 号
钢种	类别	组		
碳 素 钢	1	1	A3、A3F	GB 700
			10、20	GB 3087
			20g、22g	GB 713
			20G	GB 5130
			20、25	JB 2633

母 材 分 类			钢 号	标 准 号
钢种	类别	组		
低合金结构钢	II	1	12Mng、16Mng	GB 713
		2	15MnVg	
		3	20MnMo	JB 755
	III	1	14MnMoVg、18MnMoNb _g	JB 713
			20MnMoNb	JB 755
低合金耐热钢	IV	1	12CrMo、15CrMo	GB 5310
		2	12Cr1MoV、12MoVWBSiXt	
			12Cr1MoV	JB 2633
	V	3	12Cr2MoWVTiB	GB 5310
		1	12Cr2MoWVTiB	GB 5310
			12Cr5MoVSiTiB	
奥氏体钢	VI	1	1Cr19Nb9、1Cr19Ni11Nb	GB 5310
			0Cr18Nb9、1Cr18Nb9	GB 3280
			1Cr18Nb9Ti	GB 3281
			1Cr18Nb9Ti	JB 2633

表 6 铸件的母材类别

母 材 分 类			钢 号	标 准 号
钢 种	类 别	组 别		
碳 素 钢	I	1	ZG200—400、ZG230—450	GB 5676
低合金耐热钢	II	1	ZG20CrMo	JB 2640
		2	ZG20CrMoV	
		3	ZG15Cr1Mo1V	

4.3.2 母材类别与原评定时不同应予重评。

4.3.3 当其他条件相同时，同组别母材之间不必重评，同类别中高组别母材的焊接工艺评定适用于低组别母材。

4.3.4 未列入表 5 和表 6 的国产钢材应予重评，但符合 4.3.5 要求者除外。

4.3.5 凡与表 5 或表 6 中某一钢号类同并且符合我国压力容器用钢标准的国产钢材，可不必重评。

4.3.6 凡与表 5 或表 6 中某一钢号等同的国外钢材，只要经焊接性试验证明其焊

接性能相近,可不必重评。焊接性试验应符合 GB 4675 和其他有关标准的要求。

4.3.7 由两种类别或两种组别母材组成的异种钢焊接接头,即使两种母材的焊接工艺均已各自评定合格,该异种钢焊接接头的焊接工艺仍应重评。

4.4 厚度

4.4.1 对接接头对接焊缝试件的厚度适用范围如下:

a. 当采用气焊、短路过渡型气体保护焊和电渣焊以外的其他焊接方法焊接时,如果焊件厚度不大于 200mm,试件的厚度适用范围按表 7,但本条 b 项所规定的除外,如果焊件厚度大于 200mm 并且采用多道焊工艺,表 7 中厚度适用范围的最大值为 $1.3T$ 和 $1.3t$ 。

表 7 对接接头对接焊缝的厚度适用范围 (mm)

母 材 厚 度 T		厚 度 适 用 范 围	
		最 小 值	最 大 值
母材厚度 T	$1.5 \leq T < 8$	1.5	$2T$ 但不大于 12
	$T \geq 8$	$0.75T$	$1.5T$
熔敷金属厚度 t	$1.5 \leq t < 8$	1.5	$2t$ 但不大于 12
	$t \geq 8$	$0.75t$	$t1.5t$

注:对焊接方法、焊件厚度和焊道厚度的要求见 4.4.1 的 a 和 b 项。

b. 当单道焊的焊道厚度或多道焊中任一焊道的厚度大于 13mm 时,表 7 中母材厚度适用范围的最大值为 $1.1T$ 。

c. 当采用气焊时,厚度适用范围的最大值即为所用试件的母材厚度。

d. 当采用短路过渡型气体保护焊时,母材和熔敷金属厚度适用范围的最大值分别为所用试件母材和熔敷金属厚度的 1.1 倍。

e. 当采用电渣焊时,母材厚度适用范围的最大值为所用试件母材厚度的 1.1 倍。

f. 当采用气焊以外的其他方法焊接时,如果试件经过高于临界温度的焊后热处理,厚度适用范围的最大值为所用试件母材厚度的 1.1 倍。

4.4.2 T 形接头对接焊缝试件的厚度适用范围与对接接头对接焊缝相同。

4.4.3 角焊缝试件的厚度适用范围如下:

a. T 形接头 板—板角焊缝的母材厚度适用范围与对接接头对接焊缝相同。如果焊件的盖板厚度 A_1 (见图 3) 不大于 50mm,试件的 A_1 不小于腹板宽度 B。如果

焊件的盖板厚度 A_1 大于 50mm, 试件的 A_1 由制造厂自定, 但不得小于 50mm 并应填入焊接工艺评定报告内, 对管—管角焊缝, 当焊件的管壁厚度小于评定用试件的管壁厚度时应予重评。

b. 管子与管板 当焊件的管壁厚度小于评定用试件的管壁厚度时应予重评。如果焊件的管板厚度 A_1 (见图 3) 不大于 50mm, 试件的 A_1 不作规定。如果焊件的管板厚度 A_1 大于 50mm, 试件的 A_1 由制造厂自定, 但不得小于 50mm 并应填入焊接工艺评定报告内。

c. 膜式壁 厚度适用范围由制造厂自定, 但应填入焊接工艺评定报告内。

4.5 焊接材料类别

4.5.1 焊接材料包括焊条、焊丝、焊剂和保护气体。

4.5.2 焊条按焊条国家标准分类。对表 5 和表 6 中母材用的焊条, 碳素钢和低合金结构钢按强度分类, 低合金耐热钢和奥氏体钢按熔敷金属化学成分分类。任一类焊条均需单独评定, 在强度等级相同条件下, 用非低氢焊条评定后可免去低氢焊条的评定。

4.5.3 焊丝和焊剂按牌号分类, 任一牌号焊丝或焊剂均需单独评定, 不能相互取代, 但不带“高”或“特”焊丝的评定可取代带“高”或“特”焊丝的评定。

4.5.4 保护气体有以下情况之一者均应重评:

a. 改变保护气体的种类;

b. 混合气体中某一组成气体的容积比例超过原评定时规定的变化范围 (此变化范围由制造厂自定, 但应填入焊接工艺评定报告内);

c. 增加或取消背面保护气体。

4.5.5 国外焊接材料均应重新评定。

4.6 焊接位置

按表 1 位置施焊经评定合格的焊接工艺, 也适用于其他焊接位置。

4.7 预热

4.7.1 原采用预热的焊接工艺经评定合格后, 如果取消预热应予重评。

4.7.2 当采用气焊和电渣焊以外的其他焊接方法时, 如果预热温度的最低值比原评定时降低 50℃ 以上应予重评。

4.8 热处理

4.8.1 凡原评定时进行焊后热处理的焊接工艺,如果改为不进行焊后热处理应予重评。

4.8.2 凡改变原评定时所用热处理的类别均应重评。

4.8.3 对表5和表6中除奥氏体钢以外的其他钢种,热处理类别分为:

- a. 退火;
- b. 正火;
- c. 正火和回火;
- d. 调质。

4.8.4 对表5中的奥氏体钢,热处理类别分为:

- a. 固溶处理;
- b. 稳定化处理。

4.9 可燃气體

可燃气体种类改变时应予重评。

4.10 电特性

4.10.1 当采用熔化极气体保护焊时,如果从短路过渡型改为非短路过渡型或反之均应重评。

4.10.2 当采用电渣焊时,如果电流或电压比原评定时规定的数值变化 $\pm 15\%$ 及以上,应予重评。

4.11 操作方式

4.11.1 当采用电渣焊时,如果电极的摆动幅度、频率或在两端的停留时间超过原评定时规定的变化范围均应重评,此变化范围由制造厂自定,但应填入焊接工艺评定报告内。

4.11.2 当采用电渣焊时,由单丝焊改为多丝焊或反之均应重评。

4.12 气焊、手弧焊、埋弧焊、气体保护焊和电渣焊的附加重要参数

当焊接接头有冲击韧性要求时,手弧焊、埋弧焊、气体保护焊和电渣焊对各项附加重要参数(见表4)的具体要求见4.12.1至4.12.8。

4.12.1 当采用手弧焊、埋弧焊和气体保护焊时,表7中母材厚度适用范围的最小值,当 T 小于8mm时为 $0.5T$,当 T 不小于8mm时为 T 和16mm两者中的较小值。

4.12.2 当采用手弧焊时,焊条直径大于6mm应予重评。

4.12.3 当采用手弧焊和气体保护焊时,由原评定时规定的焊接位置改为向上立焊应予重评。

4.12.4 当采用手弧焊、埋弧焊和气体保护焊时,层间温度的最大值比原评定时增加 50°C 以上应予重评。

4.12.5 当采用气焊以外的其他焊接方法时,如果热处理温度和时间超过原评定时规定的变化范围应予重评,此变化范围由制造厂自定,但应填入焊接工艺评定报告内。

4.12.6 当采用手弧焊、埋弧焊和气体保护焊时,如果电流的种类或极性改变均应重评。

4.12.7 当采用手弧焊、埋弧焊和气体保护焊时,由于电流、电压和焊接速度等焊接参数的变化,使焊接线能量超过原评定时规定的变化范围应予重评,此变化范围由制造厂自定,但应填入焊接工艺评定报告内。

4.12.8 当采用埋弧焊和气体保护焊时,操作方式有以下情况之一者均应重评:

a. 焊丝或钨极的摆动幅度、频率或在两端的停留时间超过原评定时规定的变化范围均应重评,此变化范围由制造厂自定。但应填入焊接工艺评定报告内;

b. 由每面多道焊改为每面单道焊;

c. 由单丝焊改为多丝焊或反之。

4.13 堆焊的重要参数

4.13.1 手弧焊、埋弧焊和气体保护焊堆焊层的共同重要参数共8个(见表4),具体要求见4.13.2至4.13.9。

4.13.2 母材类别的要求见4.3。

4.13.3 堆焊层试件厚度适用范围的最小值为所用试件的最小堆焊厚度 $H_{\min}$ (见图4), $H_{\min}$ 的数值由制造厂自定,但应填入焊接工艺评定报告内。

4.13.4 堆焊用焊接材料类别的要求按4.5。

4.13.5 按表1位置施焊经评定合格的焊接工艺,如果改用其他位置施焊应予重评。

4.13.6 预热温度的最低值比原评定时降低 50°C 以上或层间温度的最大值比原评定时增加 50°C 以上,均应重评。

4.13.7 热处理类别改变或总热处理时间比原评定时增加25%以上均应重评。热处