

ICS 27.100

P 60

备案号: 26360-2009

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1117 — 2009

核电厂常规岛焊接工艺 评 定 规 程

The specification of welding procedure qualification
for Conventional Island of nuclear power station



2009-07-22 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家能源局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	2
4 焊接工艺评定条件及规则	3
5 试件、试样及检验、试验	9
6 焊接工艺评定报告	19
附录 A (资料性附录) 符号和缩略语	20
附录 B (资料性附录) 国内常用钢材分类分组表	21
附录 C (资料性附录) 国内常用焊接材料分类分组表	25
附录 D (资料性附录) 焊接工艺评定方案、报告推荐格式	28
附录 E (规范性附录) 焊接工艺评定力学性能试样形状尺寸	34

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业[2005] 739 号）要求进行制定的。

本标准的附录 E 为规范性附录。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业核电标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准负责起草单位：苏州热工研究院有限公司。

本标准参加起草单位：江苏省电力建设第一工程公司、上海电力建设有限责任公司、浙江省火电建设公司、大亚湾核电运营管理有限责任公司、广东火电工程总公司、东北电业管理局第一工程公司。

本标准主要起草人：束国刚、赵建仓、朱成虎、李建勇、柴晓岩、石学军、林志华、孔雁、杨丹霞、吴宇坤、赖寿祝、张权。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

核电厂常规岛焊接工艺评定规程

1 范围

本标准规定了核电厂常规岛设备及承重结构等钢制构件的制作、安装及维修焊接工作前进行焊接工艺评定（以下简称“评定”）的条件、流程、规则、试验方法及其合格标准等基本要求。

本标准适用于各种钢的焊条电弧焊（SMAW）¹⁾、药芯焊丝电弧焊（FCAW）、埋弧焊（SAW）、钨极惰性气体保护焊（GTAW）、熔化极气体保护焊（GMAW）及气焊（OFW）等焊接方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 710 优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带
- GB/T 711 优质碳素结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB 912 碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB/T 1220 不锈钢棒
- GB/T 1954 铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法
- GB/T 2649 焊接接头机械性能试验取样方法
- GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法
- GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法
- GB 3087 低中压锅炉用无缝钢管
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3524 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带
- GB 3531 低温压力容器用低合金钢板
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 4334 金属和合金的腐蚀 不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 5118 低合金钢焊条
- GB 5310 高压锅炉用无缝钢管

1) 本标准中及相关的常用符号和缩略语见附录 A。

- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 10045 碳钢药芯焊丝
- GB/T 13237 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带
- GB/T 13296 锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 19189 压力容器用调质高强度钢板
- DL/T 679 焊工技术考核规程
- DL/T 820 管道焊接接头超声波检验技术规程
- DL/T 821 钢制承压管道对接焊接接头射线检验技术规范
- DL/T 884 火电厂金相检验与评定技术导则
- DL/T 1118—2009 核电厂常规岛焊接技术规程
- JB 4726 压力容器用碳素钢和低合金钢锻件
- JB 4727 低温压力容器用碳素钢和低合金钢锻件
- JB/T 4730.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- JB/T 4730.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
- JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
- JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

3 总则

3.1 评定项目提出

承担本标准规定范围内设备构件焊接的施工单位，根据其焊接工作所采用的技术要求，结合拟采用的焊接工艺，拟定需进行的评定项目。

3.2 评定基础

- 3.2.1 评定应以可靠的母材金属焊接性评价资料为基础。
- 3.2.2 焊接性评价资料由母材金属和焊接材料供应商提供或施工单位搜集整理，并提出焊接性分析报告。
- 3.2.3 焊接性评价资料数据不全时，施工单位应按相关标准进行必要的焊接性试验。
- 3.2.4 新型材料或有特殊技术要求的母材金属和焊接材料应进行焊接性试验。

3.3 评定材料及其分类分组

- 3.3.1 评定所用母材金属及其焊接材料应有供应商提供的产品质量证明书，其指标符合相应标准或技术要求，必要时经复验合格。
- 3.3.2 国内常用钢材及焊接材料分类及分组参见附录 B、附录 C。未收录入附录 B、附录 C 的母材金属及焊接材料，根据其化学成分、焊接性和力学性能等特性，可参照附录 B、附录 C 将母材金属及焊接材料分类和分组。

3.4 设备、仪器及计量器具

评定所使用的设备、仪器及计量器具等应处于正常、完好的工作状态，计量器具应经法定机构定期校验合格并在有效期内。

3.5 评定人员资格

- 3.5.1 承担评定方案及报告编制、试件焊制等关键工作的人员应隶属施工单位。
- 3.5.2 编制评定方案、主持评定并对试件试验结果进行综合评定的人员应具备焊接工程师或以上任职资格。
- 3.5.3 评定试件焊制应由实践经验丰富、操作技术熟练且具备相应技术资格的焊工完成。
- 3.5.4 担任评定试件焊后热处理的操作人员，应经专业培训考核并取得相应技术资格。
- 3.5.5 进行评定试件无损检验及性能试验的人员，应经相应专业技术培训考核并取得技术资格。

3.5.6 焊接工艺评定报告应由施工单位具备焊接工程师及以上任职资格的人员编制，由相关质保工程师或焊接专责工程师审查，焊接技术负责人或技术负责人批准。

3.6 评定流程

3.6.1 编制焊接工艺评定方案（pWPS）。

3.6.2 试件及焊接材料准备，包括试件下料、坡口加工制备和焊接材料烘干等。

3.6.3 试件焊制，包括组装、定位焊、预热、施焊及焊后热处理等。

3.6.4 试件非破坏性检验，包括焊接接头的外观目视、表面无损和内部无损检验。

3.6.5 试样截取及加工制备。

3.6.6 试样破坏性检验，包括力学性能试验、金相检验等。

3.6.7 检验及试验结果评定，若结果不合格，重新进行评定。

3.6.8 编制焊接工艺评定报告（PQR）。

3.7 合格标准

评定合格标准应符合相应部件技术条件的规定和使用性能的要求，若合同有特殊规定，则按合同约定的要求执行。评定检验及试验项目结果全部合格，则为合格。

3.8 评定报告与焊接工艺规程

3.8.1 评定报告是编制焊接工艺规程（WPS）的依据。

3.8.2 一份合格的评定报告，可据此编制出若干（仅是非重要因素不同）相应构件的焊接工艺规程。多份评定报告可用于一个构件焊接工艺规程的制订。

3.9 施工单位责任

施工单位应自行组织并完成评定工作，不应将其关键工作如评定方案编制、试件焊制等全部外委，但可将下列各工作的一部分或全部外委：如焊接试件准备、试样下料截取及加工制备、无损检验、力学性能试验及金相检验等，并应承担外委部分工作的责任。

3.10 评定的等效性

3.10.1 评定应限定在同一施工单位同一质量管理体系中，具有同等效力的设备、人员、管理、监督和技术经验，能保证技能和经验的连续性。

3.10.2 同一施工单位内某一车间或现场完成的评定可转让予另一车间或现场相对应的焊接，可不要求重复评定。

3.10.3 评定不得在不同的施工单位之间转让。

4 焊接工艺评定条件及规则

4.1 评定方案编制

4.1.1 评定方案格式

评定方案格式见表 D.1。

4.1.2 评定方案内容

4.1.2.1 焊接方法、接头设计、母材金属、焊接材料、焊接位置和焊接电特性等。

4.1.2.2 评定试件焊接及焊后热处理工艺参数范围。

4.1.2.3 焊层（道）设计及其焊接操作技术等。

4.1.2.4 试件及试样下料截取与加工制备示意图。

4.1.2.5 评定的有效范围。

4.1.2.6 评定试件检验、试验方法及合格标准。

4.2 评定因素

4.2.1 评定因素分类

评定因素分为重要因素、附加重要因素和非重要因素。

重要因素是指影响焊接接头力学性能（除冲击韧性外）的焊接条件。重要因素改变时，应重新评定。

附加重要因素是指影响焊接接头冲击韧性的焊接条件。当附加重要因素改变时，只需增焊试件补充冲击韧性试验。

非重要因素是指对焊接接头力学性能无明显影响的焊接条件。当非重要因素改变时，不必重新评定，仅需修改焊接工艺规程的相关规定。

4.2.2 常用焊接方法的评定因素

各种常用焊接方法的评定因素分类见表 1。

表 1 评 定 因 素

类别	内 容	焊 接 方 法				
		SMAW	GTAW	SAW	GMAW、FCAW	OFW
接头类型	改变坡口形式及尺寸	○	○	○	○	○
	改变根部间隙	○	○	○	○	○
	取消衬垫			○		○
	增设或取消金属或非金属制熔化成型垫	○	○	○	○	○
母材金属	母材的类、级别改变	●	●	●	●	●
	母材厚度超过冲击韧性要求的厚度极限	△	△	△	△	●
	母材厚度和焊道厚度超过评定的范围	●	●	●	●	●
	管径超出适用范围	●	●	●	●	○
焊接材料	改变焊条、焊丝的类别号	●	●	●	●	●
	改变焊接材料的直径 (焊条直径小于等于 5mm)	○				○
	改变填充金属类级别		●	●	●	●
	实芯焊丝改为药芯焊丝，或反之		●			●
	增加或取消填充金属			●		●
	改变焊剂类级别			●		○
	改变焊剂颗粒尺寸			○		○
	增加、减少或改变附加填充金属			●		
	焊缝金属的厚度超过范围	●	●	●	●	●
	碱性焊条改变为酸性焊条	●				
焊接气体	改变保护气体品种及其比例		●		●	●
	增加或取消背面保护气体		●		●	
	改变保护气体的流量超出范围		○		○	○
焊接位置	增加焊接位置	○	○	○	○	○
	改变焊接位置	△	△	△	△	△
	从向上立焊改为向下立焊，或反之	●	●		●	●
预热温度 层间温度	预热温度降低大于 50℃	●	●	●	●	○
	改变预热保温时间	○	○	○	○	○
	提高层间温度大于 50℃	△	△	△	△	△

表 1 (续)

类别	内 容	焊 接 方 法				
		SMAW	GTAW	SAW	GMAW、FCAW	OFW
焊后热处理	改变焊后热处理方式	●	●	●	●	●
	改变焊后热处理规范参数适应范围	△	△	△	△	△
	增加或取消焊后热处理	●	●	●	●	●
	改变热处理厚度及厚度适应范围	△	△	△	△	△
焊接参数	热输入超出允许范围	△	△	△	△	△
	改变电源种类和极性	△	△	△	△	
	改变焊接电流、电弧电压范围	△	△	△	△	
	增加或取消脉冲电源		○			
	改变电极形状及尺寸		○			
	改变熔滴过渡形式				●	
	改变嘴孔或喷嘴尺寸		○		○	○
焊接操作技术	由直焊法改为横向摆动焊, 或反之	○	○	○	○	○
	改变摆动宽度、频率和两端停留时间		○	○	○	○
	改变导电(喷)嘴至工件距离			○	○	○
	改变焊前清理、层间清理、焊后清根方法	○	○	○	○	○
	每面多道焊改为每面单道焊	△	△	△	△	△
	每面单道焊改为每面多道焊	○	○	○	○	○
	单丝焊改为多丝焊, 或反之			△	△	
	改变电极间间距			△	○	
	手工焊改为自动焊, 或反之		●	●	●	
	增加或取消锤击	○	○	○	○	○
注: ● 为重要因素; △ 为附加重要因素; ○ 为非重要因素						

4.3 焊接工艺方法组合

- 4.3.1 各种焊接工艺方法应单独评定, 不得相互替代。
- 4.3.2 当一个产品构件焊接接头采用两种或两种以上焊接工艺方法组合时, 可按每种焊接工艺方法分别单独评定, 亦可对焊接工艺方法的组合试件评定。
- 4.3.3 组合评定后用于焊件时, 可采用其中一种或多种焊接工艺方法, 但其母材金属和焊缝金属厚度范围应在各自的适用范围内。

4.4 母材金属

- 4.4.1 根据母材金属(钢材)的化学成分、力学性能和焊接性等技术指标, 收录的国内常用钢材并分类和分组参见附录 B。
- 4.4.2 钢材类别号改变应重新评定。
- 4.4.3 同组中某种钢材评定合格, 当使用同种焊接材料时, 合金含量高的钢材可替代合金含量低的其他钢材, 反之不可替代。
- 4.4.4 同组钢中不同钢号(含异种钢)的评定, 高强度钢材评定合格可适用于强度在平均值或更低的钢材。

4.4.5 同类别钢材，高组号钢材评定可替代低组号钢材评定，反之不可替代；同类不锈钢应分组评定。

4.4.6 不同类组别钢材组成的焊接接头，即使钢材各自均已分别评定合格，仍应进行组合评定。

4.4.7 在某一钢材同时满足两个分组条件时，应将该钢材划入分组级别低的一组。

4.4.8 附录 B 未包括的钢材及国外钢材可参照附录 B 的钢材分类组级划分方法，与国内相应类组级钢材等效评定。分组系统中未列出且未能与附录 B 对应的钢材应单独评定。

4.5 焊接材料

4.5.1 评定用焊接材料选用应符合 DL/T 1118—2009 中 3.6.4 的规定。焊条、焊丝分类及分组参见表 C.1 及表 C.2。

4.5.2 对按保证焊缝金属力学性能（抗拉强度或屈服强度）选用焊接材料且未要求冲击韧性时，一种焊接材料评定适用于同组中其他母材金属。

4.5.3 对按化学成分选用的焊接材料，其评定适用于同组中化学成分相同的母材金属。当焊接材料基本成分、微量元素等成分改变时，应重新评定。

4.5.4 同级别焊条，经酸性焊条评定合格，可免做碱性焊条评定。

4.5.5 首次采用的新型焊接材料应进行评定。

4.6 试件、焊缝厚度与管径适用范围

4.6.1 试件厚度及焊缝厚度

4.6.1.1 试件厚度（ T ）按如下规定确定：

- 不同厚度母材金属的焊接接头，其试件厚度以较薄者计算。
- 支管及管座角接头焊缝试件取支管管壁厚度，嵌入或贯穿式支管按主管厚度计算。
- 板—板角接焊缝试件厚度取腹板的厚度。
- 管板角接焊缝试件厚度取管壁厚度。

4.6.1.2 评定试件厚度适用于焊件母材金属厚度的有效范围见表 2。

表 2 评定试件厚度适用于焊件母材金属厚度的有效范围

mm

试件母材厚度 T	适用焊件母材厚度的有效范围	
	下限值	上限值
$1.5 < T \leq 8$	1.5	$2T$ （最大 12）
$8 < T \leq 40$	$0.75T$	$2T$
$40 < T \leq 100$	$0.5T$	$2T$ （最大 150）
$T > 100$	$0.5T$	无

4.6.1.3 焊缝金属厚度（ δ_w ）计算应符合 DL/T 1118—2009 中 5.6.3.3 的相应规定。

4.6.1.4 评定焊缝金属厚度适用于焊件焊缝金属厚度的有效范围见表 3。

表 3 评定试件焊缝金属厚度适用于焊件焊缝金属厚度的有效范围

mm

试件焊缝金属厚度 δ_w	适用焊件焊缝金属厚度的范围	
	下限值	上限值
$1.5 < \delta_w \leq 8$	1.5	$2\delta_w$ （最大 12）
$8 < \delta_w \leq 40$	$0.75\delta_w$	$2\delta_w$
$40 < \delta_w \leq 100$	$0.5\delta_w$	$2\delta_w$ （最大 150）
$\delta_w > 100$	$0.5\delta_w$	$1.5\delta_w$

4.6.1.5 经相同厚度评定的对接焊试件，适用于两侧不同厚度的对接焊件，但厚侧和薄侧母材金属的厚度均应在已评定的有效范围内。

4.6.1.6 各种焊接方法对焊件厚度的规定如下：

- a) 两种或两种以上焊接方法的组合评定，每种焊接方法适用于焊件的厚度不应超过各自评定适用厚度范围，且不得以所有焊接方法的最大适用厚度相叠加。
- b) 气焊评定适用于焊件的最大厚度与评定试件厚度相同。
- c) 单面或双面埋弧焊评定适用于焊件厚度范围为 $0.8T \sim 1.1T$ 。

4.6.1.7 除表 2 和表 3 的规定外，当有下列情况时，可按以下原则进行：

- a) 评定焊缝中任一焊道金属厚度 δ_w 大于 13mm 时，适用于焊件的最大厚度为 $1.1T$ ；
- b) 除气焊外，若评定试件经高于下临界点（ A_{c1} ）温度焊后热处理，则焊件最大厚度为 $1.1T$ ；
- c) 管状对接接头评定试件公称外径（以下简称“管径”，用 D 表示）不大于 140mm 且壁厚不小于 20mm，评定试件厚度适用于焊件厚度。

4.6.1.8 对于补焊修复和根层焊接，当试件厚度不小于 40mm 时，评定合格的焊接工艺所适用的焊件厚度最大值不限。

4.6.2 管径

支管和管接头的评定试件管径适用于焊件管径有效范围见表 4。

表 4 评定试件管径适用于焊件管径有效范围 mm

评定试件管径 D	焊件管径适用范围	
	下限值	上限值
$D \leq 25$	$0.5D$	$2D$
$D > 25$	$0.5D$ （不小于 25）	不限

4.7 评定试件种类和焊缝形式

4.7.1 评定试件可分为板状、管状、管板（支管）状三类，按焊缝形式可分为对接焊缝和角焊缝试件。

4.7.2 焊缝又可分为全焊透和部分焊透焊缝。全焊透焊缝的评定，适用于部分焊透焊缝；反之不可。

4.7.3 板状对接焊缝试件评定合格，适用于管状对接焊缝；反之亦可。

4.7.4 板状角焊缝试件评定合格，适用于管与板或管与管状试件的角焊缝；反之亦可。

4.7.5 对接焊缝试件评定合格适用于角焊缝。

4.8 焊接位置

4.8.1 评定焊接位置及其符号按 DL/T 679 的规定。

4.8.2 评定试件焊接位置适用于焊件焊接位置的有效范围见表 5。

表 5 评定试件焊接位置适用焊件的有效范围

试件类型	评定的焊接位置	适用焊件焊接位置	
		板 状	管 状
板状	平焊（1G）	1G 及 1F、2F	1F、1G
	横焊（2G）	1G、2G 及 1F、2F	1F、2F 及 1G、2G
	立焊（3G）	1G、3G 及 1F、3F	1F、4F、5F 及 1G、2G
	仰焊（4G）	1G、3G、4G 及 1F、2F、3F、4F	1F、4F、5F 及 1G、2G
	横焊（2G）+立焊（3G）+仰焊（4G）	所有位置	1G、2G、5G 及 1F、2F、4F、5F

表 5 (续)

试件类型	评定的焊接位置	适用焊件焊接位置	
		板 状	管 状
管状	水平转动焊 (1G)	1G 及 1F、2F	1G
	垂直固定焊 (2G)	2G 及 2F	1G、2G 及 2F
	水平固定焊 (5G)	1G、3G、4G 及 1F、3F、4F	1G、5G 及 4F、5F
	45° 固定焊 (6G)	所有位置	所有位置
注 1: 在立焊位中, 当根层焊道从向上焊改为向下焊或反之, 应重新评定。 注 2: 直径 $D \leq 60\text{mm}$ 管子的气焊、钨极惰性气体保护焊, 水平固定焊评定可适用于焊件所有焊接位置。 注 3: 管子全位置自动焊时, 应采用管状试件进行评定, 不可用板状试件代替			

4.8.3 未要求冲击或硬度试验时, 管状或板状试件任何一个位置的评定适用于焊件全位置的焊接。

4.8.4 评定方案有特殊要求的按其规定的焊接位置评定。

4.9 焊接工艺规范

4.9.1 各种焊接工艺规范有效范围仅限于对评定中应用的如电极直径、焊接材料及保护气体等有效。对给定的焊接工艺规范, 多道熔敷和单道熔敷不得互相替代。

4.9.2 评定多焊接工艺规范中的每个焊接工艺规范, 应单独或与其他工艺规范关联进行, 且多工艺规范的评定仅对按照评定中的顺序应用有效。

4.10 电源种类

当有下列情况时, 应补充做冲击试验:

- 熔化极气体保护焊熔滴过渡形式, 由喷射过渡、熔滴过渡或脉冲过渡改变为短路过渡, 或反之。
- 直流电源增加或取消脉冲。
- 交流电源改为直流电源, 或反之。
- 改变焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、药芯焊丝电弧焊的电源种类和直流电源极性。

4.11 焊接热输入量

4.11.1 焊接热输入量增加或减少超过评定值时, 应增焊试件补充冲击韧性试验, 具体如下:

- 当要求控制焊接热输入量及有冲击试验时, 评定热输入量上限比试件焊接时增大超过 25%。
- 当要求硬度试验时, 评定热输入量下限比试件焊接时减小超过 25%。
- 已进行的评定, 焊接电流或电弧电压波动范围超过 $\pm 15\%$ 。

4.11.2 除焊条电弧焊和钨极惰性气体保护焊外, 焊接电流或电弧电压波动范围的变化, 可用送丝速度范围的变化代替焊接电流的变化。

4.12 预热温度和层间温度

4.12.1 预热温度和层间温度不宜超过评定方案所拟定的参数值。

4.12.2 当预热温度比评定方案拟定的温度降低 50°C 及更多时, 应重新评定。

4.12.3 层间温度提高超过 50°C 时应增焊试件补充冲击韧性试验, 但当焊接接头需经高于上临界点 (A_{c3}) 焊后热处理或当奥氏体不锈钢焊后经固溶化处理时除外。

4.12.4 预热温度和层间温度的其他相关要求应符合 DL/T 1118—2009 中 5.2 的规定。

4.13 焊后热处理

4.13.1 评定试件焊后热处理 (PWHT) 的加热温度和保温时间、加热和冷却速度等工艺参数, 应与焊接接头所在产品的热处理条件相当。在热处理温度下累计时间不应少于产品热处理所用时间的 80%, 但可在一次热循环中完成。

4.13.2 当焊后热处理温度高于上临界点 (A_{c3}) 温度, 适用于产品的焊缝最大厚度为评定试件厚度的 1.17。

4.13.3 增加或取消焊后热处理均应重新评定。

4.13.4 焊接间歇后的后热次数改变超过 10%、规定的焊后热处理条件改变或在焊后热处理温度下的总时间增加超过 25%时应重新评定。

4.13.5 除有特殊规定外，产品焊件焊后热处理温度的有效范围应为评定报告中规定的保温温度 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

4.13.6 在所有母材金属上堆焊铬镍奥氏体耐腐蚀层时，经评定的焊后热处理条件改变时应重新评定。

4.13.7 焊后热处理的其他相关要求应符合 DL/T 1118—2009 中 5.6 的规定。

4.14 焊接气体

4.14.1 正面及背面保护气体出现以下情况，应重新评定：

- a) 从某一单一保护气体改变为另一种单一保护气体。
- b) 从单一组分保护气体改变为混合气体或反之。
- c) 改变混合保护气体的百分比组成。
- d) 增加或取消保护气体。

4.14.2 可燃或助燃气体压力改变超过评定范围，应重新评定。

4.15 焊接操作技术

当焊接操作技术出现以下变化时，应按其参数类型按表 1 的规定重新评定或变更焊接工艺规程：

- a) 从无摆动法改变为摆动法，或反之。
- b) 左焊法改为右焊法，或反之。
- c) 由向上焊改为向下焊。
- d) 自动焊中，焊丝摆动宽度及频率或两端停顿时间改变。
- e) 从单面焊改变为双面焊，或反之。
- f) 从手工焊或半自动焊改为自动焊，或反之。
- g) 每层多道焊改变为单道焊。
- h) 增加或取消焊缝背面清根。
- i) 焊前或层间清理的方法或程度改变。
- j) 对焊缝焊后有无锤击的改变。
- k) 自动焊设备类型或型号的改变必要时。
- l) 电极冷却介质的增加或取消。
- m) 焊接速度比原评定速度改变超过 15%。
- n) 评定的熔化温度范围改变超过 10%，熔化温度以下的冷却速度改变超过 $30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

4.16 补焊工艺评定

已评定合格的报告可适用于相应产品构件的补焊修复，但当补焊工艺的重要因素发生变化时，应按本标准的规定进行补焊工艺评定。

5 试件、试样及检验、试验

5.1 试件

5.1.1 试件形状

5.1.1.1 对接焊缝试件

板材对接焊缝试件和管材对接焊缝试件示意图 1。

5.1.1.2 板及管板角焊缝试件

板材角焊缝试件和组合焊缝试件、管与板角焊缝试件和组合焊缝试件示意图 2。

5.1.1.3 支管及管座角接接头试件

直支管和管座角接接头试件、斜支管和管座角接接头试件示意图 3。

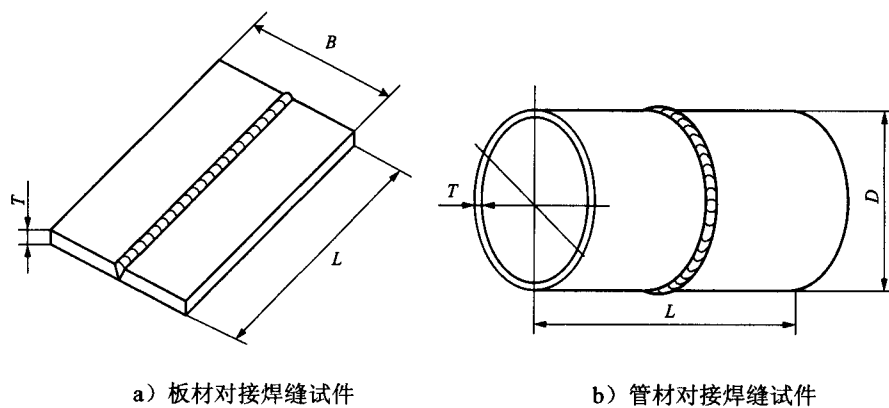


图 1 对接焊缝试件

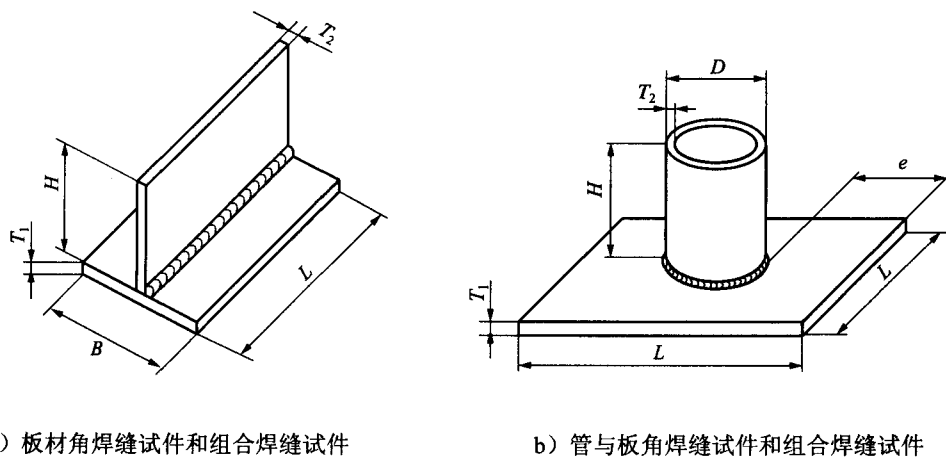


图 2 角焊缝试件和组合焊缝试件

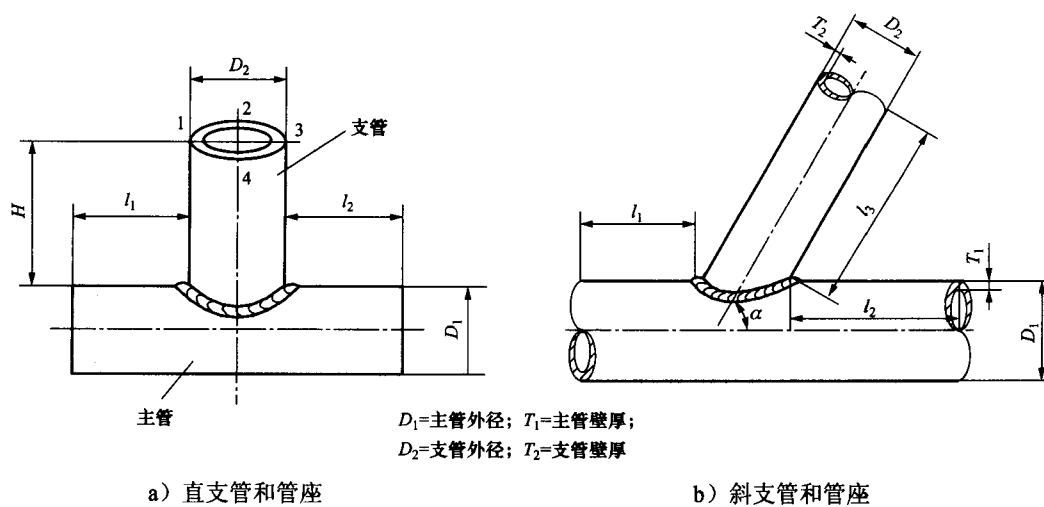


图 3 支管和管座角接接头试件

5.1.2 试件数量和尺寸

5.1.2.1 试件数量和尺寸应能满足评定试验制备试样要求，且试件尺寸应能保证热输入量的合理分布。

5.1.2.2 试件尺寸要求见附录 E，其最小长度及宽度见表 6。

表 6 焊接工艺评定试件最小长度及宽度

mm

试件名称 尺寸代号	对接焊缝		板及管板角焊缝		支管角焊缝	
	图 1 a)	图 1 b)	图 2 a)	图 2 b)	图 3 a)	图 3 b)
L	≥ 350	≥ 300	≥ 300	≥ 150	—	—
l	—	—	—	—	$l_1 \geq 50$ $l_2 \geq 75$	≥ 150
B 或 e	$B \geq 150$	—	$B \geq 150$	$e \geq 50$	—	—
H	—	—	≥ 150	≥ 75	≥ 75	—

5.1.3 试件准备和焊制

5.1.3.1 评定用母材金属、焊接材料、坡口和试件的准备与焊接应符合评定方案的要求。

5.1.3.2 焊接位置应符合 4.8 的规定。

5.1.3.3 定位焊等辅助焊缝溶入到最终焊缝时，则其属于最终焊缝部分。

5.1.3.4 评定试件焊制和检验、试验过程应得到相关人员的见证。

5.2 检验、试验项目及内容

5.2.1 检验、试验内容

评定试件检验、试验内容可分为非破坏性检验（NDE）和破坏性检验两部分。

5.2.2 检验、试验时机

5.2.2.1 在试样下料前，所有试件应按相关标准规定进行外观检验和其他非破坏性检验。但对未要求焊后热处理的试件，若母材金属具有氢致延迟裂纹倾向，宜在焊接结束 24h 后进行非破坏性检验。

5.2.2.2 破坏性检验、试验应在外观及内部无损检验合格后进行。

5.2.3 检验、试验方法

5.2.3.1 非破坏性检验宜采用目视检验（VT）、射线检验（RT）、超声波检验（UT）、渗透检验（PT）和磁粉检验（MT）等方法进行。

5.2.3.2 破坏性检验有拉伸、弯曲、冲击、硬度、金相等试验方法。

5.2.4 试件评定项目和试样数量

对接接头试件的评定项目和试样数量见表 7；角接头、T 形接头试件评定项目和试样数量见表 8。

表 7 对接接头试件的评定项目和试样数量

试件厚度 mm	检验、试验项目和试样数量 ^a										
	外观检验 %	渗透或磁粉 检验 ^b %	射线或超声波 检验 ^c %	拉伸 试验 ^d 个	弯曲试验 ^e			硬度 试验 ^g 个	金相 检验 个	冲击试验 ^h	
					面弯 个	背弯 个	侧弯 个			焊缝区 个	热影响区 个
$T \leq 8$	100	100	100	2	2	2		需要时	1	3	3
$8 < T < 20$				2	2	2	4		1	3	3
$20 \leq T < 40$				2	—	—	4 ^f		1	3	3

表 7 (续)

试件厚度 mm	检验、试验项目和试样数量 ^a										
	外观检验 %	渗透或磁粉 检验 ^b %	射线或超声波 检验 ^c %	拉伸 试验 ^d 个	弯曲试验 ^e			硬度 试验 ^g 个	金相 检验 个	冲击试验 ^h	
					面弯 个	背弯 个	侧弯 个			焊缝区 个	热影响区 个
$T \geq 40$	100	100	100	2	—	—	4 ^f	需要时	1	3	3

a 当试件尺寸无法制备 5mm×10mm×55mm 的非标准冲击试样时, 可免做冲击试验, 见 5.4.5 的规定; 用于有腐蚀倾向环境部件的奥氏体类钢需要时, 应做晶间腐蚀试验或 δ 铁素体含量测定。

b 渗透或磁粉检验可选其一。

c 对于直径 $D \leq 60\text{mm}$ 的管, 使用射线检验; 超声波检验仅限于试件厚度 $T > 8\text{mm}$ 的铁素体钢。

d 采用 1 根整管全截面拉伸试样可代替 2 根板状试样; 试件厚度 $T > 25\text{mm}$ 时可采用多片试样, 详见 5.4.3.2 的规定。

e 当试件焊缝两侧的母材金属之间或焊缝金属和母材金属之间的弯曲性能有显著差别时, 应改用纵向弯曲试验来代替横向弯曲试验, 纵向弯曲取面弯及背弯各 2 个。当无法制备纵向弯曲试样时, 可按 GB/T 2653 进行压扁试验。

f 当试件厚度 $T \geq 20\text{mm}$ 时, 可用 4 个横向侧弯试样代替 2 个面弯和 2 个背弯试样。

g 对抗拉强度 $R_m \leq 430\text{MPa}$, 屈服强度 $R_e \leq 275\text{MPa}$ 的铁素体钢和奥氏体钢, 可不作硬度试验, 评定方案有特殊要求时除外。

h 要求冲击韧性试验或采用标准要求的母材金属, 试样数量为热影响区和焊缝金属上各取 3 个; 异种钢接头每侧热影响区和焊缝金属各取 3 个; 采用组合焊接工艺方法时, 冲击试样中应包括每种工艺方法的焊缝金属

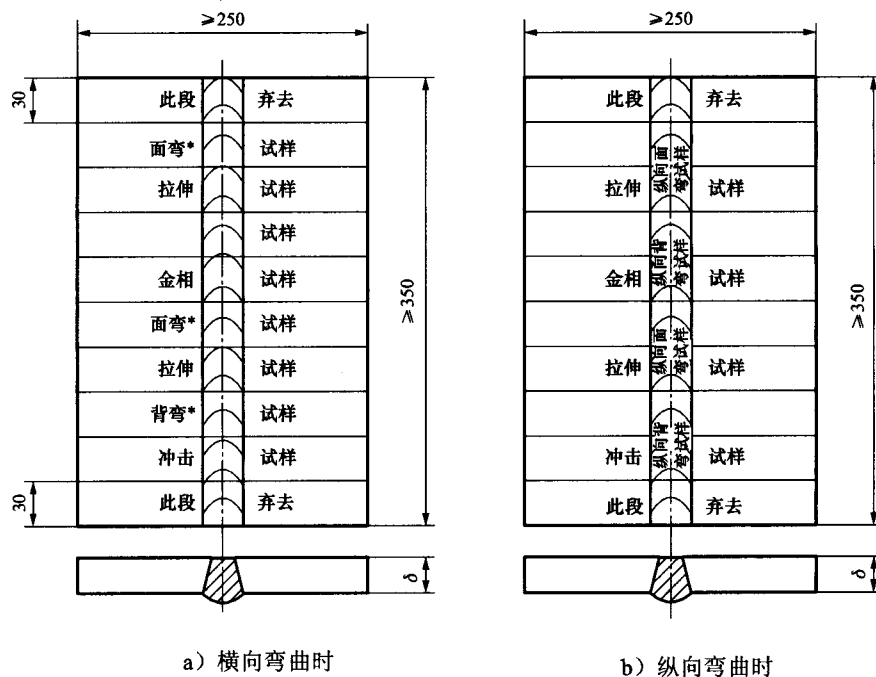
表 8 角接接头、T 形接头试件评定项目和试样数量

试件接头类型	外观目视检验 %	金相检验 个
板状、T 形接头	100	5
管板、管座、支管	100	4

5.3 试样截取

5.3.1 试件经外观检验和无损检验合格后,可避开未超标缺陷截取试样。

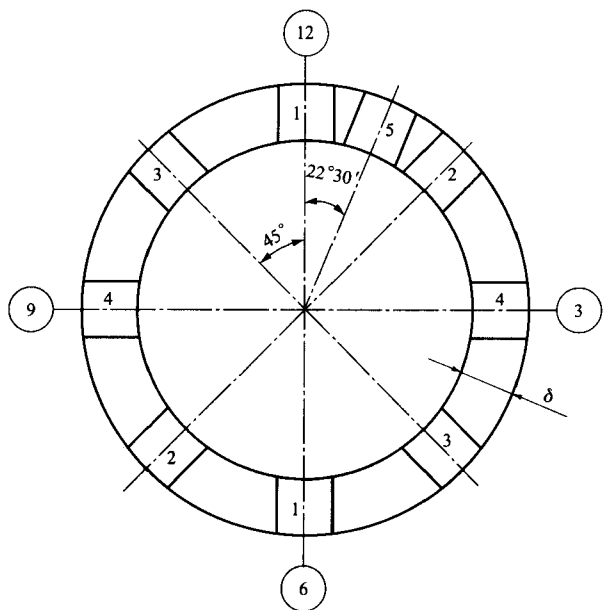
5.3.2 板状对接接头试件的试样截取部位见图4。



注: * 侧弯试样取样部位与面弯、背弯相同。

图4 板状对接焊缝试件试样截取部位

5.3.3 管状对接接头试件的试样截取部位见图 5。



1—拉伸试样；2—面弯试样；3—背弯试样；4—冲击试样；5—金相试样；
③、⑥、⑨、⑫—水平固定焊时的时钟钟点记号
注：当进行侧弯试验时，2、3 试样作为侧弯试样。

图 5 管状对接接头试样截取部位

5.3.4 T 形接头试件的试样截取部位见图 6，将试件两端各弃去 25mm 后五等分切开。

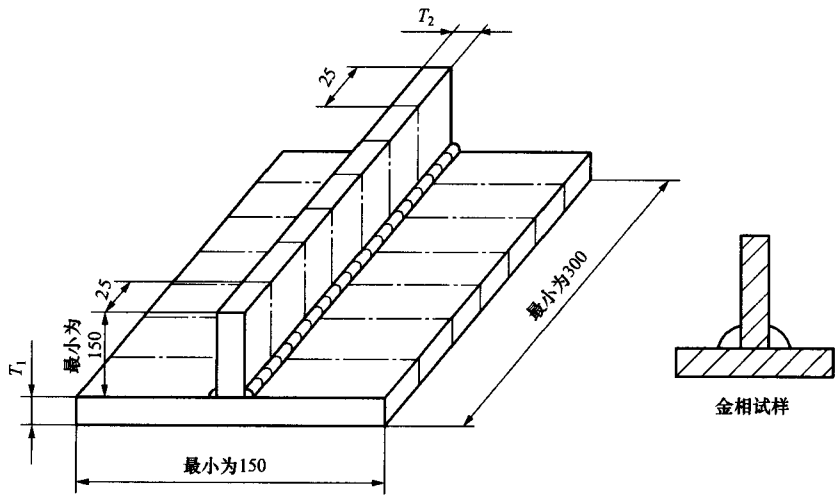


图 6 板状角焊缝试件及试样

5.3.5 管板和管座角接接头试件的试样截取见图 7。

5.3.6 支管及管座角接接头试件的试样截取见图 8。

5.4 检验、试验及其合格标准

5.4.1 外观检验

评定试件焊接接头的外观检验方法及合格标准应符合 DL/T 1118—2009 中 6.2 的规定。

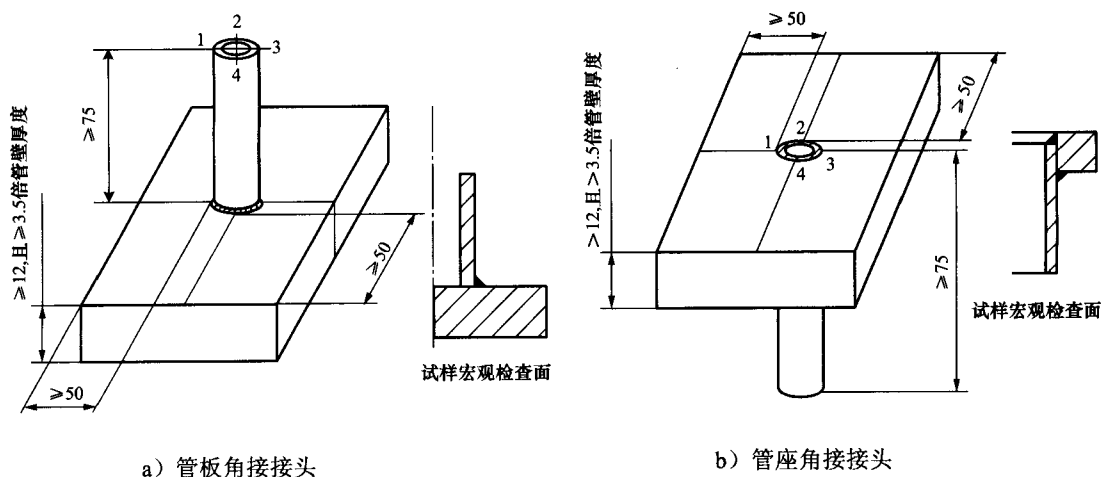
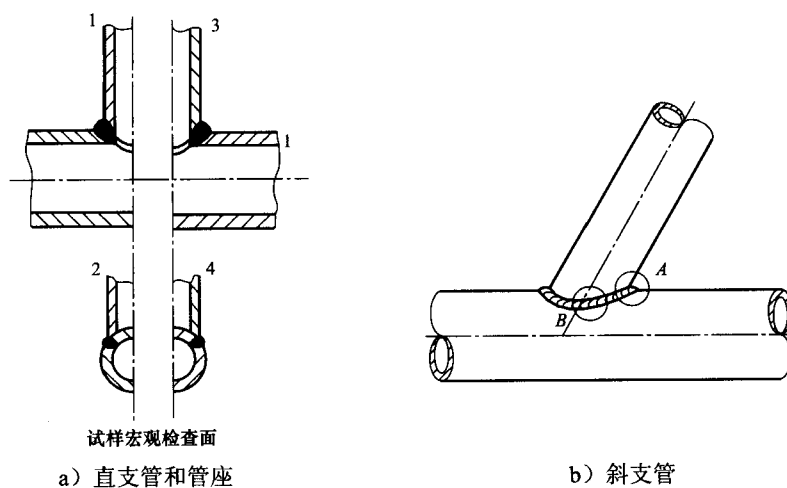


图7 管板和管座角接头试样的截取



注：图 b) 中，微观金相和硬度试样取在 A 位置，B 位置仅取微观金相试样。

图8 支管及管座角接头试样的截取

5.4.2 无损检验

评定试件焊接接头无损检验执行标准及合格标准按以下规定：

- 管状试件射线检验执行 DL/T 821 的相关规定，焊缝质量不低于 II 级。
- 管状试件超声波检验执行 DL/T 820 的相关规定，焊缝质量不低于 I 级。
- 板状试件射线检验按 GB/T 3323 的相关规定执行，焊缝质量不低于 II 级。
- 管板、管座及支管等接头的射线检验按 JB/T 4730.2 相关规定执行，焊缝质量不低于 II 级。
- 管板、管座及支管等接头超声检验应符合 JB/T 4730.3 的规定，焊缝质量不低于 I 级。
- 各种试件接头的磁粉检验应符合 JB/T 4730.4 中的规定。
- 各种试件渗透检验应符合 JB/T 4730.5 的规定，焊缝质量不低于 I 级，且焊缝内不得有任何裂纹、成排气孔、分层和长度大于 1.5mm 的线性缺陷显示。

5.4.3 拉伸试验

5.4.3.1 试样截取

拉伸试样截取符合 5.3 的要求并符合 GB/T 2649 中表 4 的规定。

5.4.3.2 试样形状、尺寸及加工制备

试样形状、尺寸及加工制备满足以下要求：

- a) 拉伸试样分为板状、整管和圆形三种，应根据评定试验要求选用。
- b) 拉伸试样的形状、尺寸及加工制备见表 E.1，并符合 GB/T 2651 第 5 章中的相关规定。
- c) 试样焊缝余高应采用机械方法去除，使之与母材金属齐平。试样厚度应等于或接近试件母材金属厚度。
- d) 管径 $D \leq 38\text{mm}$ 时，可用 1 根整管全截面拉伸试样代替 2 个板状拉伸试样。
- e) 厚度 $T \leq 25\text{mm}$ 的试件，应采用全厚度试样。
- f) 试件厚度 $T > 25\text{mm}$ 时，可在试件厚度方向上均匀分层取样。等分后的两片或多片试样试验可代替一个全厚度试样的试验。

5.4.3.3 试验方法

焊接接头拉伸试验应符合 GB/T 2651 中第 6 章的相关规定。

5.4.3.4 合格标准

拉伸试验合格标准规定如下：

- a) 同种钢焊接接头每个试样抗拉强度不应低于母材金属抗拉强度规定值的下限。
- b) 异种钢焊接接头每个试样的抗拉强度不应低于较低一侧抗拉强度规定值的下限。
- c) 按技术条件规定，焊缝金属抗拉强度低于母材金属抗拉强度时，其接头抗拉强度不应低于熔敷金属抗拉强度规定值的下限。
- d) 分层拉伸试样试验时，同一厚度位置每组试样的平均值应符合上述要求。
- e) 试样断口处于熔合线以外的母材金属位置，其抗拉强度应不低于母材金属最低抗拉强度的 95%。

5.4.4 弯曲试验

5.4.4.1 试样截取

弯曲试样的截取按 5.3 的要求并符合 GB/T 2649 中表 5 及 GB/T 2653 第 4 章的要求。

5.4.4.2 弯曲试样形状、尺寸及其加工制备

弯曲试样形状、尺寸及其加工制备要求如下：

- a) 弯曲试样有横向面弯、横向背弯、纵向面弯、纵向背弯、横向侧弯多种，按评定试验要求选用并符合 GB/T 2653 第 5 章的规定；弯曲试样形状、尺寸见表 E.2。
- b) 试样焊缝余高应采用机械方法去除，面弯、背弯试样的拉伸表面应齐平。
- c) 当试件厚度 $T \leq 10\text{mm}$ 时，横向面弯试样厚度 t 与 T 相等或接近； $T > 10\text{mm}$ 时， $t=10\text{mm}$ ，应从试样压缩面加工去除多余部分厚度。
- d) 试件厚度 $12\text{mm} < T \leq 38\text{mm}$ 时，横向侧弯试样宽度等于试件厚度；当 $T > 38\text{mm}$ 时，宜沿试件厚度方向分层切成宽度为 $20\text{mm} \sim 38\text{mm}$ 等宽的多片试样。
- e) 横向侧弯试样厚度 $t=10\text{mm}$ 。

5.4.4.3 试验方法

弯曲试验方法满足以下要求：

- a) 弯曲试验应符合 GB/T 2653 中的相关规定。
- b) 若无特殊规定，弯曲试验温度应为 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.4.4 试验条件

弯曲试验条件见表 9。

表 9 弯曲试验条件

试样厚度 t mm	弯轴直径 mm	支座间距 mm	弯曲角度 °
≤ 10	$4t$	$6t+3$	180

5.4.4.5 合格标准

弯曲试验合格标准如下：

- a) 试样弯曲到评定规定的角度（180°）后，每片试样拉伸面在焊缝和热影响区内任何方向均不应有长度超过 3mm 的开裂。试样棱角上的裂纹不计入，但由于夹渣或其他内部缺陷所造成的上述开裂应计入。
- b) 若采用两片或多片试样时，每片试样均应符合上述要求。

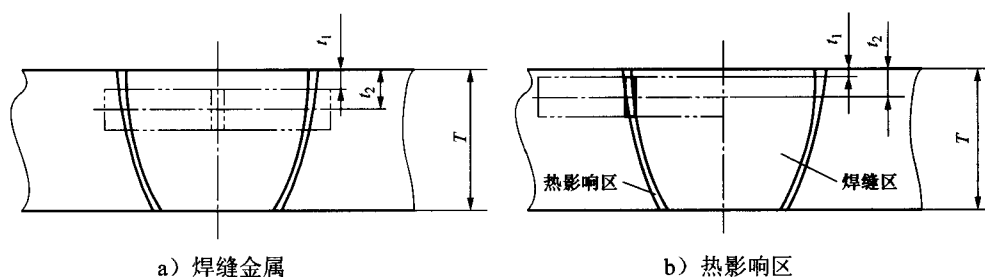
5.4.5 冲击试验

5.4.5.1 冲击试样的截取，当试件厚度 $T \geq 40\text{mm}$ 时，可沿厚度方向分两层或三层取样，按 GB/T 2649 中表 3 及 GB/T 2650 中第 4 章的要求执行，并符合 5.3 的规定。

5.4.5.2 试样形状、尺寸见附录 E.3，试样的加工制备应符合 GB/T 2650 中第 3 章、第 4 章及 GB/T 229 中的相关规定。

5.4.5.3 若无特殊规定，应采用 V 型缺口冲击试样，其取样位置及取样方向如下：

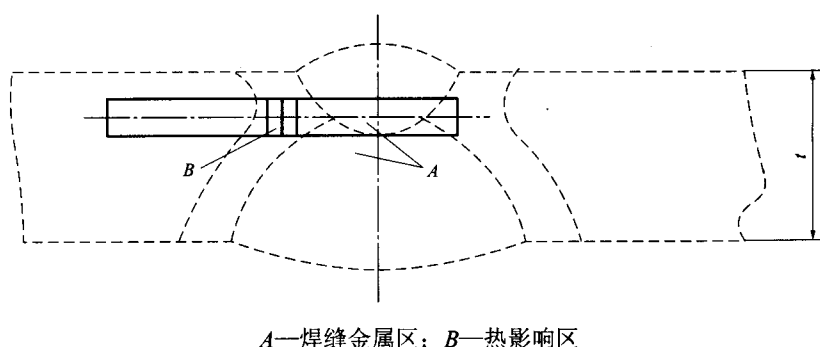
- a) 冲击试样的缺口纵轴线应垂直于焊缝纵轴线（且垂直于母材金属表面）。
- b) 焊缝金属的冲击试样缺口纵轴线应位于焊缝中心线位置，见图 9 a）。
- c) 热影响区的冲击试样缺口纵轴线在技术条件未做特殊规定时，也应垂直于焊缝表面，试样轴线与熔合线交叉，控制试样缺口纵轴线至此交叉点的距离，以保证试样的缺口纵轴线处于热影响区以内，尽可能不包含焊缝和热影响区以外的母材金属，见图 9 b）。
- d) 双面焊的热影响区冲击试样取样位置可参考图 10。
- e) V 型缺口试样沿接头横向截取的试样表面与母材表面距离（ t_1 ）不应超过 2mm。



注 1： $T \leq 60\text{mm}$ 时， $t_1 \approx 1 \sim 2\text{mm}$ ；当 $T > 60\text{mm}$ 时， $t_2 = T/4$ 。

注 2：双面焊时， t_2 从后焊面的试件表面测量。

图 9 冲击试样取样位置



A—焊缝金属区；B—热影响区

图 10 双面焊热影响区冲击试样取样示意

5.4.5.4 冲击试验试样宜在热输入量最高的位置取样。

5.4.5.5 如试件厚度不能制备 $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 55\text{mm}$ 的标准试样时，可采用 $7.5\text{mm} \times 10\text{mm} \times 55\text{mm}$ 或

5mm×10mm×55mm 的非标准小尺寸试样。缺口应开在试样的窄面上，试样的其他尺寸及公差与相应的缺口标准试样相同。

5.4.5.6 试验方法应符合 GB/T 2650 或 GB/T 229 中的第 7 章、8 章的相关规定。

5.4.5.7 冲击试验应在 10℃~35℃ 时进行；母材金属对冲击韧性敏感时，其试验温度应在 20℃±2℃ 条件下进行；也可由供需双方根据最低使用温度或有关技术条件专门约定。

5.4.5.8 冲击试验的合格标准如下：

- a) 焊缝金属及热影响区 3 个一组的标准 V 型缺口试样，其室温冲击吸收功平均值不应低于相关产品图样或技术文件规定的母材金属下限值，允许有 1 个试样的冲击吸收功低于规定值，但不得低于规定值的 70%。
- b) 采用 7.5mm×10mm×55mm 或 5mm×10mm×55mm 非标准 V 型缺口试样时，可比照 a) 中的规定计算冲击韧性值评定。

5.4.6 硬度试验

5.4.6.1 试样形状、尺寸及加工制备

样坯的截取及试样的加工制备应符合 GB/T 2654 中第 3 章的规定，亦可在宏观金相试样上试验。

5.4.6.2 试验方法

硬度试验方法要求如下：

- a) 硬度试验方法应符合 GB/T 2654、GB/T 231.1 及 GB/T 4340.1 的相关规定。
- b) 硬度试验应包括焊接接头的焊缝、热影响区和母材金属三个区域，测定的每行凹痕每个区域至少应有 3 个独立的凹痕点（见图 11）。热影响区的第一个凹痕点应靠近熔合线。
- c) 硬度试验宜在热输入量最低的位置进行。
- d) 试件厚度小于 5mm，在表面以下 2mm 以内区域打一行凹痕。
- e) 试件厚度超过 5mm，在表面以下 2mm 以内区域打两行凹痕。
- f) 对双面焊缝、角焊缝和 T 型对接焊缝，应在焊根区域增加一行凹痕。

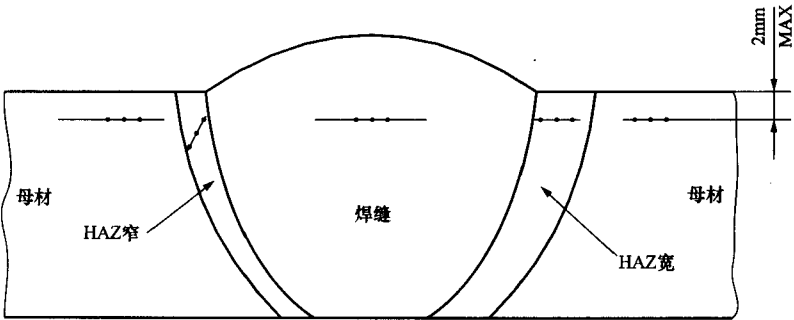


图 11 接头硬度测试位置示意

5.4.6.3 合格标准

焊接接头硬度试验合格标准如下：

- a) 硬度测试的合格标准应符合产品技术条件的规定，焊缝金属和热影响区的硬度不应低于母材金属下限值的 90%。
- b) 采用维氏硬度试验允许的最高硬度值参见表 10。

表 10 维氏硬度允许的硬度值

HV10

钢 材 类 别	第一层焊道	最终焊接接头	
		未热处理	热处理
Cr-Mo 耐热钢	380	380	280

表 10 (续)

钢 材 类 别		第一层焊道	最终焊接接头	
			未热处理	热处理
Ni 钢	Ni \leq 3%	—	350	300
	Ni>3%	—	450	—
$R_m \leq 450\text{MPa}$ 的碳素钢		—	350	350
$R_m > 450\text{MPa}$ 的其他碳素钢和低合金钢		380	380	320

- c) 采用布氏硬度试验方法的最高硬度值不超过母材布氏硬度上限值加 100HB, 且不应超过下列规定: 合金元素总含量小于 3% 时, 硬度值小于等于 250HB; 合金元素总含量为 3%~10% 时, 硬度值小于等于 270HB, 合金元素总含量大于 10% 时, 硬度值小于等于 300HB。
- d) 异种钢焊接接头硬度最高值应以两侧母材金属硬度低者为基准值, 比照 5.4.6.3 a)、b) 的规定。

5.4.7 金相检验

5.4.7.1 试样截取及加工制备

金相检验试样截取及加工制备要求如下:

- 试样的截取见图 4~图 8, 截取数量见表 7 和表 8。
- 试样尺寸应包括全部焊缝、熔合区及热影响区、母材。
- 每块试样取一个面进行宏观金相检验, 同一切口不得作为 2 个检验面。
- 金相试样的加工、制备宜按 DL/T 884 的相关规定执行。

5.4.7.2 金相检验方法

金相检验方法应符合 DL/T 884 中第 4 章的相关规定。

5.4.7.3 合格标准

金相检验的合格标准如下:

- 宏观检验:
 - 试样检验面不应有裂纹、未熔合、未焊透及超过 0.8mm 的根部线性缺陷。
 - 不允许存在的气孔和夹渣按射线检验合格标准所规定的要求评定。
 - 角焊缝两焊脚之差宜大于 3mm; 对安放式接管角焊缝和插套焊缝, 应检验根部区域, 不得有超过 0.8mm 的根部缺陷。
 - 宏观金相检验宜选取 10 倍或以上倍数; 所有试样的检验应全部满足上述或相关标准规定方为合格, 否则为不合格。
- 微观检验:
 - 无裂纹、无过烧组织等非正常组织, 高合金钢无网状析出物和网状组织。
 - 金相组织符合评定用母材金属的相关技术条件要求。
 - 微观金相检验宜选取 200 倍或以上倍数。

5.4.8 晶间腐蚀试验

5.4.8.1 试样加工制备及试验方法

奥氏体及奥氏体-铁素体不锈钢焊接接头晶间腐蚀试验及试样加工制备, 应符合 GB/T 4334.5 中的相关规定。

5.4.8.2 合格标准

晶间腐蚀的合格标准如下:

- 试样弯曲后在 10 倍放大镜下观察弯曲试样的外表面, 应无晶间腐蚀裂纹;

- b) 试样不能进行弯曲评定或弯曲后的晶间腐蚀裂纹难以用 10 倍放大镜判定时, 采用金相法判定。

5.4.9 δ 铁素体含量的测定

5.4.9.1 铬镍奥氏体不锈钢焊缝金属 δ 铁素体含量测定可采用舍夫勒 (SCHAEFFLER) 图、金相法及磁性法等方法。

5.4.9.2 金相法及磁性法测定 δ 铁素体含量, 应符合 GB/T 1954 中的相关规定。

5.4.9.3 奥氏体不锈钢焊缝金属 δ 铁素体含量合格标准, 应符合产品技术条件的规定。

5.5 补充试验

5.5.1 评定试件不符合 5.4 中外观检验或非破坏性检验的合格标准, 需重新焊制试件, 并进行相同的评定检验和试验。

5.5.2 若重新焊制的试件仍未满足相关检验和试验的合格标准, 则判定所编制的评定方案未达到标准要求, 需重新进行评定。

5.5.3 力学性能补充试验

力学性能试验结果低于评判标准时, 在符合下述条件时, 可对不合格的试样在原试件的保留部位或者以同样条件重新焊制的试件上加倍取 2 个试样进行补充试验, 试验结果应符合 5.4 中相关规定的合格标准:

- a) 抗拉强度低于最小规定值, 但大于 90% 的最小规定值, 且是由母材金属缺陷所引起的;
- b) 弯曲试验低于评判合格标准, 其属非焊接缺陷所引起;
- c) 冲击试验 3 个试样中, 有 1 个冲击吸收功低于规定试验温度下的要求值, 但 3 个试样的冲击吸收功算术平均值大于要求值;
- d) 若 2 个补充试样中的任何 1 个不符合相关合格标准, 则判定该项焊接工艺评定不合格, 需重新评定。

6 焊接工艺评定报告

6.1 焊接工艺记录

评定过程中应有完整的焊接工艺记录 (WPR)。

6.2 评定报告格式

焊接工艺评定报告 (PQR) 格式见表 D.2, 其主要内容如下:

- a) 评定日期;
- b) 参与评定的焊接人员;
- c) 焊接方法及自动化程度;
- d) 接头坡口形式、间隙、焊道分布和顺序, 有无衬垫及衬垫材料牌号;
- e) 焊接设备及仪表;
- f) 母材的钢号、规格、分类号;
- g) 焊条、焊丝的牌号和直径, 焊剂的牌号和类型, 钨极类型、牌号和直径, 保护气体的名称和成分;
- h) 焊接位置、立焊的焊接方向;
- i) 预热温度、预热方式、层间温度、焊后热处理的温度和保温时间;
- j) 每层焊缝的焊接方法, 焊条、焊丝、钨极的牌号和直径, 焊接电流的种类、极性和大小, 电弧电压, 焊接速度, 送丝速度, 导电嘴至工件的距离, 喷嘴尺寸及喷嘴与工件的角度, 保护气体, 气体垫和尾部气体保护成分及流量;
- k) 施焊技术 (有无摆动、摆动方法、清根方法、锤击等);
- l) 外观及内部无损检验、接头力学性能等各种试验数据。

附 录 A
(资料性附录)
符 号 和 缩 略 语

符号及缩略语见表 A.1。

表 A.1 符 号 和 缩 略 语

中文名称	符号或缩略语	中文名称	符号或缩略语
焊接工艺规程	WPS	评定试件厚度	T
焊接工艺评定	WPQ	焊缝(道)厚度	δ_w
焊接工艺记录	WPR	母材金属	BM (PM)
焊接工艺评定报告	PQR	焊缝金属	WM
焊接工艺评定方案	pWPS	焊接热影响区	HAZ
焊条电弧焊	SMAW	试件、试样长度	L
钨极惰性气体保护电弧焊	GTAW	试件、试样宽度	B
埋弧焊	SAW	试件高度	H
金属极气体保护电弧焊	GMAW	非破坏性(无损)检验	NDT
药芯焊丝电弧焊	FCAW	目视检验	VT
气焊	OFW	射线检验	RT
熔化极气体保护电弧焊	MAG	超声波检验	UT
熔化极惰性气体保护焊	MIG	渗透检验	PT
直流反接	DCRP	磁粉检验	MT
直流正接	DCSP	布氏硬度	HB
焊接热输入量	Q	维氏硬度	HV
下临界温度	A_{c1}	抗拉强度	R_{eL}
上临界点	A_{c3}	屈服强度	R_e
焊接工艺试验	WPT	延伸率	A
焊接工艺要求	WPC	断面收缩率	Z
焊后热处理	PWHT	美国机械工程师学会	ASME
管状试件公称外径	D	评定试样厚度	t

附 录 B
(资料性附录)
国内常用钢材分类分组表

国内常用钢材分类分组见表 B.1。

表 B.1 国内常用钢材分类分组表

钢材划分		标 准	型号及级别、牌号	标准规定		公称成分	制品类别
类别	组别			R_{eL} MPa	R_m MPa		
F	1	GB/T 700	Q215-A	≥ 215	≥ 335	C	管
		GB/T 700	Q215-B				板
		GB/T 912 GB/T 3274 GB/T 700	Q235-A	≥ 235	≥ 375	C	板
			Q235-B				
			Q235-C	≥ 185	≥ 375	C	板
			Q235-D				
		GB/T 8163	10	≥ 196	≥ 335	C	管
		GB/T 3087					
		GB/T 9948					
		GB/T 711					板
		GB/T 8163	20	≥ 226	≥ 390	C	管
		GB/T 9948			≥ 410	C	管
		GB/T 711			≥ 410	C	板
		GB/T 5310	20G	≥ 245	≥ 410	C	管
		GB/T 5310	20MnG	≥ 240	≥ 415	C-Mn	管
		GB/T 711	15	≥ 225	≥ 335	C	板
		GB/T 710			≥ 370	C	板
		GB/T 13237					
		GB/T 699	25	≥ 275	≥ 450	C	锻件
	2	GB/T 6654	16MnR	≥ 245	≥ 510	C-Mn	板
		GB/T 713	16Mng	≥ 245	≥ 510	C-Mn	板
		GB/T 713	19MnVg	≥ 335	≥ 490	C-Mn	板
		GB/T 713	20Mng	≥ 275	≥ 450	C-Mn	板
		GB/T 5310	25MnG	≥ 295	≥ 490	C-Mn	管
		GB/T 713	20g	≥ 225	≥ 400	C	板
		GB/T 6654	20R	≥ 235	≥ 400	C	板
	3	GB/T 700	Q195	≥ 195	≥ 315		管

表 B.1 (续)

钢材划分		标 准	型号及级别、牌号	标准规定		公称成分	制品类别
类别	组别			R_{eL} MPa	R_m MPa		
F	3	GB/T 6654	15MnVR	≥ 350	≥ 490	Mn-0.08V	板
		GB/T 6654	15MnNbR		≥ 520	Mn-0.07Nb	板
		JB/T 4727	20MnMoD		≥ 530	Mn-0.3Mo	锻件
	4	GB/T 713	14MnMoV	≥ 490	≥ 635	Mn-0.3Mo-V	板
		GB/T 713	13MnNiCrMoNbG	≥ 392	≥ 570	Mn-0.8Ni-0.3Cr- 0.3Mo-0.01Nb	板
		GB/T 6654	13MnNiMoNbR	≥ 392	≥ 570	Mn-0.8Ni-0.3Mo- 0.01Nb	板
		GB/T 6654	18MnMoNbR	≥ 440	≥ 590	Mn-0.6Mo-0.04Nb	板
		JB/T 4726	20MnMoNb	≥ 450	≥ 610	Mn-0.6Mo-0.04Nb	锻件
		GB/T 19189	12MnNiVR	≥ 450	≥ 610	Mn-0.3Ni-0.4V	板
		GB/T 19189	07MnCrMoVR		≥ 610	Mn-0.2Cr-0.2Mo-0.04V	板
P	1	GB/T 5310	15MoG	≥ 270	≥ 450	C-0.3Mo	管
		GB/T 5310	20MoG	≥ 240	≥ 415	C-0.5Mo	管
		GB/T 5310	12CrMoG	≥ 206	≥ 410	0.5Cr-0.5Mo	管
		GB/T 6479	12CrMo	≥ 265	≥ 410	0.5Cr-0.5Mo	管
		GB/T 9948					
		JB/T 4726	20MnMo		≥ 490	Mn-0.3Mo	锻件
		GB/T 6479	10MoWVNb	≥ 295	≥ 470	0.8Mo-0.7W-0.4V- 0.09Nb	管
		GB/T 6654	15CrMoR	≥ 235	≥ 450	1Cr-0.5Mo	板
		GB/T 713	15CrMog	≥ 235	≥ 450	1Cr-0.5Mo	板
		GB/T 5310	15CrMoG	≥ 235	≥ 440	1Cr-0.5Mo	管
		JB/T 2640	ZG20CrMoV	≥ 313	≥ 490	1Cr-0.5Mo-V	
		JB/T 2640	ZG15Cr1Mo1V	≥ 343	≥ 540	1Cr-1Mo-V	
		GB/T 9948	15CrMo	≥ 235	≥ 440	1Cr-0.5Mo	管
		GB/T 150	14Cr1MoR	—	≥ 515	1.25Cr-0.5Mo	板

表 B.1 (续)

钢材划分		标 准	型号及级别、牌号	标准规定		公称成分	制品类别
类别	组别			R_{eL} MPa	R_m MPa		
P	2	GB/T 713	12Cr1MoVg	≥ 255	≥ 430	1Cr-0.3Mo-0.25V	板
		GB/T 5310	12Cr1MoVG	≥ 265	≥ 470	1Cr-0.3Mo-0.25V	管
			15CrMoV	≥ 380	≥ 520	1Cr-0.5Mo-V	
			15Cr1MoIV	≥ 350	≥ 550	1Cr-1Mo-V	
	3	GB/T 5310	12Cr2MoG	≥ 280	≥ 450	2.25Cr-1Mo	管
		GB/T 150	12Cr2Mo1R	—	≥ 515	2.25Cr-1Mo	板
		GB/T 5310	12Cr2MoWVTiB	≥ 343	≥ 540	2Cr-0.6Mo-0.4W-0.35V-0.3Ti	管
		GB/T 5310	12Cr3MoVSiTb	≥ 441	≥ 610	3Cr-1Mo-0.25V-0.8Si-0.3Ti	管
M	1	GB/T 6479	1Cr5Mo	≥ 195	≥ 390	5Cr-0.5Mo	管
	2	GB/T 5310	10Cr9Mo1VNb	≥ 415	≥ 585	9Cr-1Mo	管
	3	GB/T 4327	0Cr13	≥ 343	≥ 492	13Cr	板
		GB/T 14976			≥ 370	13Cr	管
		GB/T 1220	1Cr13	≥ 413	≥ 590	13Cr	棒
		GB/T 1220	2Cr13	≥ 443	≥ 649	13Cr	棒
A	1	GB/T 13296	1Cr18Ni9	≥ 197	≥ 541	19Cr-9Ni	管
		GB/T 5310					管
		GB/T 4237	0Cr18Ni9	≥ 197	≥ 492	18Cr-9Ni	板
		GB/T 13296					管
		GB/T 14976					管
		GB/T 13296	1Cr18Ni11Ti	≥ 206	≥ 520	18Cr-11Ni-Ti	管
		GB/T 5310	1Cr9Ni11Nb	≥ 206	≥ 520	18Cr-10Ni-Nb	管
		GB/T 4237	0Cr18Ni10Ti	≥ 206	≥ 520	18Cr-10Ni-Ti	板
		GB/T 14976					管

表 B.1 (续)

钢材划分		标 准	型号及级别、牌号	标准规定		公称成分	制品类别
类别	组别			R_{eL} MPa	R_m MPa		
A	1	GB/T 13296	1Cr18Ni12Mo2Ti	≥ 216	≥ 540	18Cr-12Ni-2Mo-Ti	管
			1Cr18Ni12Mo3Ti	≥ 216	≥ 540	18Cr-12Ni-3Mo-Ti	管
		GB/T 4237	0Cr17Ni12Mo2	≥ 206	≥ 520	17Cr-12Ni-2Mo	板
		GB/T 14976					管
		GB/T 4237	0Cr17Ni12Mo2Ti	≥ 205	≥ 530	18Cr-12Ni-2Mo-Ti	板
		GB/T 14976	0Cr18Ni12Mo2Ti	≥ 205	≥ 530	17Cr-12Ni-2Mo-Ti	管
		GB/T 14976	0Cr19Ni13Mo3	≥ 205	≥ 520	19Cr-13Ni-3Mo	管
		GB/T 13296	0Cr18Ni13Si4	≥ 205	≥ 520	18Cr-13Ni-4Si	管
		GB/T 4237	00Cr17Ni14Mo2	≥ 205	≥ 480	17Cr-14Ni-2Mo	板
		GB/T 14976					管
		GB/T 4237	00Cr19Ni13Mo3	≥ 205	≥ 480	19Cr-13Ni-3Mo	板
		GB/T 14976					管
	2	GB/T 13296	2Cr23Ni13	≥ 205	≥ 520	23Cr-13Ni	管
		GB/T 13296	0Cr23Ni13	≥ 205	≥ 520	23Cr-13Ni	管
		GB/T 13296	2Cr25Ni20	≥ 205	≥ 520	25Cr-20Ni	管
		GB/T 13296	0Cr25Ni20	≥ 295	≥ 520	25Cr-20Ni	管
	3	GB/T 13296	0Cr26Ni5Mo2	≥ 295	≥ 590	26Cr-5Ni-2Mo	管
D		GB/T 3531	09MnTiCuREDR	≥ 312	≥ 441		板
		GB/T 19189	07MnCrMoDR	—	≥ 610	Mn-0.4Ni-0.2Mo-0.04V	板
		JB/T 4727	08MnNiCrMoVD	—	≥ 600	Mn-1.4Ni-0.4Cr-0.4Mo-0.04V	锻件
		GB/T 3531	15MnNiDR	≥ 290	≥ 460	Mn-0.4Ni	锻件
		GB/T 3531	16MnDR	≥ 294	≥ 470	C-Mn	板
		JB/T 4727	09MnNiD	≥ 270	≥ 420	C-Mn-0.6Ni	锻件
		GB/T 3531	09MnNiDR	≥ 280	≥ 430	Mn-0.5Ni	板
		GB/T 3531	09Mn2VDR	≥ 270	≥ 430		板
		GB/T 3531	06MnNbDR	≥ 294	≥ 392		板

注 1: 钢材类别:
F: 以 C-Mn 为主的铁素体及低合金强度钢;
P: 以 Cr-Mo 为主的铁素体低合金耐热钢;
M: 以 Cr 含量大于等于 5% 为主的马氏体 (铁素体) 耐热钢;
A: 以 Cr-Ni 为主的奥氏体不锈钢;
D: 表示低温用钢。

注 2: 钢材组别按 1、2、3、4、... 数序逐级升高

附 录 C
(资料性附录)

国内常用焊接材料分类分组表

C.1 国内常用焊条分类分组见表 C.1。

表 C.1 国内常用焊条分类分组表

类组级别		标 准	型 号	牌 号	标准规定		公称分类
类别	组别				R_{eL} MPa	R_m MPa	
F_T^a	I	GB/T 5117	E4303 E4315 E4316	J422 J427 J426	≥ 330	≥ 420	C
			E5003 E5015 E5016	J502 J507 J506	≥ 400	≥ 490	C-Mn
	II	GB/T 5118	E5003G E5015G E5016G	J502 J507 J506	≥ 390	≥ 490	C-Mn
			E5503G E5515G E5516G	J502 J507 J506	≥ 440	≥ 540	C-Mn
	III	GB/T 5118	E5503G E5515G E5516G	J502 J507 J506	≥ 440	≥ 540	C-Mn
			E6003G E6015G E6016G	J502 J507 J506	≥ 490	≥ 590	C-Mn
	IV	GB/T 5118	E6003G E6015G E6016G	J502 J507 J506	≥ 490	≥ 590	C-Mn
			E7003G E7015G E7016G	J502 J507 J506	≥ 590	≥ 690	C-Mn
P	I	GB/T 5118	E5003-A1 E5015-A1	R102 R107	≥ 390	≥ 490	0.5Mo
			E5503-B1 E5515-B1	R202 R207	≥ 440	≥ 540	0.5Cr-0.5Mo
			E5503-B2 E5515-B2	R302 R307	≥ 440	≥ 540	1Cr-0.5Mo
	II	GB/T 5118	E5503-B2-V E5515-B2-V	R312 R317	≥ 440	≥ 540	1Cr-0.5Mo-V
			E5515-B2-VW	R327、R337	≥ 440	≥ 540	1Cr-0.5Mo-V

表 C.1 (续)

类组级别		标 准	型 号	牌 号	标准规定		公称分类
类别	组别				R_{eL} MPa	R_m MPa	
P	Ⅲ	GB/T 5118	E5515-B3-VWB	R347	≥440	≥540	2.25Cr-1Mo-VWB
			E6015-B3	R407	≥490	≥590	2.25Cr-1Mo
			E5515-B3-VNB	R417、R427	≥440	≥540	2.25Cr-1Mo-VNB
M	I	GB/T 983	E5MoV-15	R507	—	≥520	5Cr-1Mo
	Ⅱ	GB/T 983	E9Mo-15	R707(R717)	—	≥590	9Cr-1Mo- (NiVNb)
	Ⅲ	GB/T 983	E410-03	G202	—	≥450	Cr13
			E410-15	G207			
			E410-16	G206			
A	I	GB/T 983	E308-XX	A102、A107	—	≥550	18Cr-8Ni
			E308L-XX		—	≥520	
			E347-XX	A132、A137	—	≥550	
			E316-XX	A202、A207	—	≥520	22Cr-12Ni-Mo
	Ⅱ		E309-XX	A302、A307	—	≥550	
			E309L-XX	A302、A307	—	≥520	
	Ⅲ		E310-XX	A402、A407	—	≥550	25Cr-20Ni
D	I	GB/T 5118	E5015-G	W607 (H)	≥390	≥490	Mn-Ni-Nb
			E5515-C1	W707 (Ni)	—	≥490	2Mn-V-3.5Ni
			E5515-C2	W907 (Ni)	≥440	≥540	3.5Ni
			E5015-C2	W107 (Ni)	≥390	≥490	3.5Ni-5Nb
a F _T 表示铁素体类的结构强度钢用焊条							

C.2 国内常用焊丝分类分组见表 C.2。

表 C.2 国内常用焊丝分类分组表

类级别		气焊、埋弧焊		气体保护焊		氩弧焊		药芯焊丝	
类别	代号	型号	相应 标准号	型号	相应 标准号	型号	相应 标准号	型号	相应 标准号
Fs ^a	I	H08、H08A、H08E、 H08Mn H08MnA、 H08MnXtA	GB/T 14958	ER49-1 ER50-2 ER50-3 ER50-4 ER50-5	GB/T 8110	TIG-J50	—	EFxx43xx EFxx50 xx	GB 10045
	II	H10Mn2A H10MnSiA H10Mn2SiA	GB/T 14958	ER-50-6 ER50-7	GB/T 8110	—	—	—	—
	III	H08MnMoA H08Mn2MoA H08Mn2MoVA		ER55-D2 ER55-D2-13 ER55-D2-Ti		—		—	—

表 C.2 (续)

类级别		气焊、埋弧焊		气体保护焊		氩弧焊		药芯焊丝	
类别	代号	型号	相应标准号	型号	相应标准号	型号	相应标准号	型号	相应标准号
P	I	H08MoCrA	GB/T 14958	ER55-B3 ER55-B2L	GB/T 8110	TIG-R10	—	—	—
		H08CrMoA H13CrMoA		ER55-B2		TIG-R30	—	—	—
	II	H08CrMoVA H08CrMnSiMoVA		ER55-B2-V		TIG-R31	—	—	—
	III	H08Cr2MoA	GB/T 14958	ER62-B3、 ER62-R3L	GB/T 8110	TIG-R34 TIG-R40 TIG-R43	—	—	—
M	I	H1Cr5Mo	GB/T 14958	—	—	—	—	—	—
	II					TIG-R70 TIG-R71			
	III	H1Cr13、H2Cr13	GB/T 14958	—	—	—	—	—	—
A	I	H0Cr19Ni9 H1Cr19Ni9 H0Cr19Ni9Ti H0Cr19Ni9Nb	GB/T 14958	—	—	—	—	—	—
		H0Cr19Ni12Mo2 H00Cr19Ni12Mo2 H00Cr19Ni12Cu2 H0Cr19Ni14Mo3 H0Cr21Ni10 H00Cr21Ni10 H0Cr21Ni10Ti H0Cr21Ni10Nb	YT/T 5092	—	—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—	—
	II	H1Cr24Ni13 H1Cr24Ni13Mo2		—	—	—	—	—	—
	III	H00Cr25Ni22Mn4 Mo2N H1Cr26Ni21 H0Cr26Ni21		—	—	—	—	—	—
a Fs 表示铁素体钢用焊丝									

附 录 D
(资料性附录)

焊接工艺评定方案、报告推荐格式

D.1 焊接工艺评定方案推荐格式见表 D.1。

表 D.1 焊接工艺评定方案推荐格式

评定单位名称				评定方案											
评定项目				评定产品名称											
母材金属															
母材牌号/标准号				类级别		类 级与类 级									
厚度 mm				管子直径和壁厚 mm											
评定母材成分、性能 复核结论						检验报告编号									
接头类型及焊道设计															
接头种类				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>对口简图:</div> <div>焊道简图:</div> </div>											
坡口形式															
衬垫及其材料															
焊层(道)															
焊缝金属厚度 mm															
焊接方法															
种类				自动化程度											
焊接材料															
焊 接 材 料	种类	型(牌)号		规格 mm		焊 接 气 体	种类	气体种类	混合比	流量					
	焊条						保护气体								
	焊丝(剂)						背面保护								
	钨极						延迟保护								
	其他														
	熔敷金属化学成分 %	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Nb	N	W	B

表 D.1 (续)

要求的试件检验试验项目									
检验试验项目	外观检验	无损检验	力学性能试验				金相检验	其他	试件数量
			拉伸	冲击	弯曲	硬度			
要求(有或无)或执行的标准									
焊接位置									
焊接位置					焊接方向				
焊接参数									
焊层 (道)号	焊缝尺寸 (宽×厚) mm	焊接 方法	焊条(丝)		电源极性	焊接电流 A	电弧电压 V	焊接速度 mm/min	其他(相 关说明)
			型(牌)号	规格 mm					
焊接技术									
无摆动焊或摆动焊			连弧或断弧焊					运条方式	
根层或层间 清理方法					清根方法或单面焊双面成型				
焊嘴尺寸 mm					导电嘴与工件距离 mm				
锤击有无					其他				
预热及层间温度									
预热温度 ℃			宽度 mm				层间温度 ℃		
保持预热时间					加热方式				
焊后热处理									
热处理种类			加热温度 ℃				保温时间 h		
加热保温宽度 mm			升温速度 ℃/h				降温速度 ℃/h		
加热方式			冷却方式				其他		
编制	(签字)	(日期)	审核	(签字)	(日期)	批准	(签字)	(日期)	
<p>评定单位及批准部门签章:</p>									

D.2 焊接工艺评定报告推荐格式见表 D.2。

表 D.2 焊接工艺评定报告推荐格式

评定单位名称				评定方案编号					
评定报告编号				评定项目名称					
母材金属									
母材牌号/标准号				类级别		与			
试件厚度 mm				管子直径壁厚 mm					
其他									
焊接方法									
种 类				自动化程度 (手工、半自动、自动)					
接头型式及焊道设计									
接头种类				对口简图: 焊道简图:					
坡口型式									
衬垫及其材料									
焊层(道)设计									
焊缝金属厚度 mm									
焊接材料									
焊 接 材 料	种类	型(牌)号	类组号	规格 mm	焊 接 气 体	种类	气体类型	混合比	流量
	焊条					保护气体			
	焊丝(剂)					背面保护			
	钨极					拖后保护			
其 他									
焊接位置				焊接方向					

表 D.2 (续)

焊接参数									
焊层(道)布置		焊接方法	焊条(丝)		电源极性	焊接电流 A	电弧电压 V	焊接速度 mm/min	其他(需要时的说明)
层、道号	单层、单道焊缝尺寸 mm		型(牌)号	规格 mm					
焊接技术									
无摆动或摆动焊			连弧或断弧焊			运条方式			
根层或层间清理方法						清理方法或单面焊 双面成型			
焊嘴尺寸 mm						导电嘴与工件距离			
锤击有无						其他			
预热及层间温度									
预热温度 ℃				加热保温宽度 mm				层间温度 ℃	
加热、保温方式				保温时间 h				环境温度 ℃	
焊后热处理									
热处理种类				加热温度 ℃				保温时间 h	
加热保温宽度 mm				升温速度 ℃/h				降温速度 ℃/h	
加热方式				冷却方式				其他	
外观检验结论:									
试件编号		缺陷情况		评定结果		检验单位		检验报告号	
无损检验结论:									
试件编号	检验方法	执行标准	合格等级	缺陷情况	评定结果	检验单位	报告编号		

表 D.2 (续)

拉伸试验结论:												
试样 编号	试样 类型	宽度 mm	厚度(直径) mm	断面积 mm ²	极限总负荷 N	试验结果				断裂特 征及其 部位	试验 单位	报告 编号
						R_{eL} MPa	R_m MPa	δ %	A %			
弯曲试验结论:												
试样编号	厚度、宽度 mm	弯轴直径 mm	试验结果			试验单位	报告编号					
			面弯	背弯	侧弯							
冲击试验结论:												
试样编号	缺口类型	缺口位置	试样尺寸 mm	试验温度 ℃	冲击功 J	冲击韧性 J/cm ²	断口情况	试验单位	报告编号			
金相检验结论:												
检验名称	试样编号	检查面缺陷情况	评定结果	试验单位	报告编号							
宏 观												
微 观												
硬度试验结论:												
试样编号	母 材	焊 缝	热影响区	试验单位	报告编号							

表 D.2 (续)

其他检验试验项目名称及结论:								
试样编号	缺陷情况		评定结果		试验单位		报告编号	
其他检验项目名称及结论:								
试样编号	缺陷情况		评定结果		试验单位		报告编号	
综合评定结论:								
评定主持人	(签字)	(日期)	焊工/钢印号	(签字)	(日期)	焊工/ 钢印号	(签字)	(日期)
编 制	(签字)	(日期)	审 核	(签字)	(日期)	批 准	(签字)	(日期)
评定单位及批准部门签章:								

附录 E
(规范性附录)

焊接工艺评定力学性能试样形状尺寸

E.1 拉伸试样

E.1.1 管接头全截面拉伸试样见图 E.1。

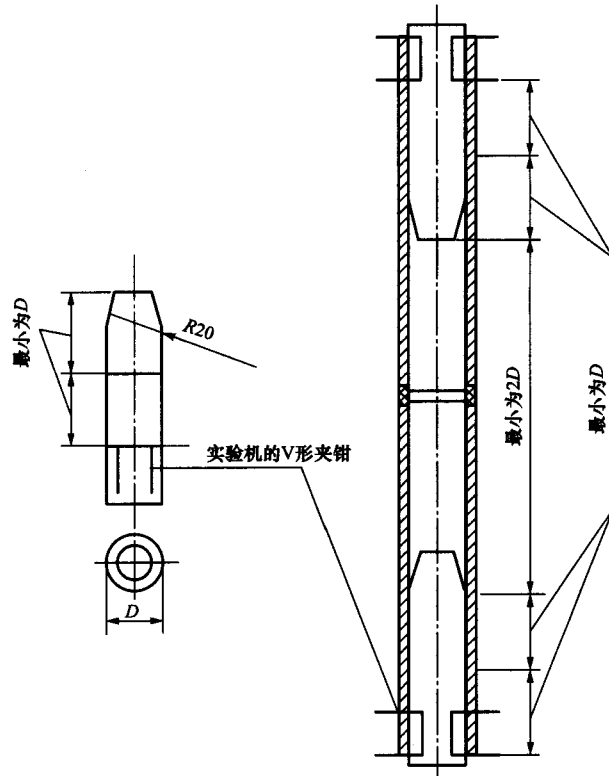
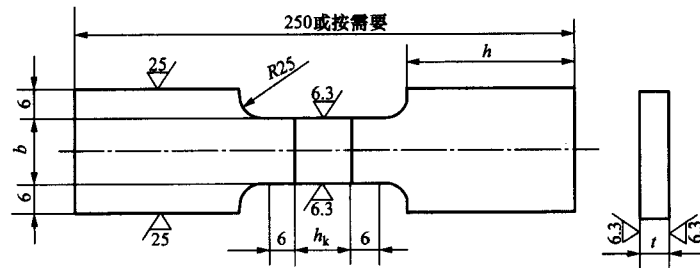


图 E.1 管接头全截面拉伸试样（可用于 $D \leq 76\text{mm}$ 的管材对接焊缝试件）

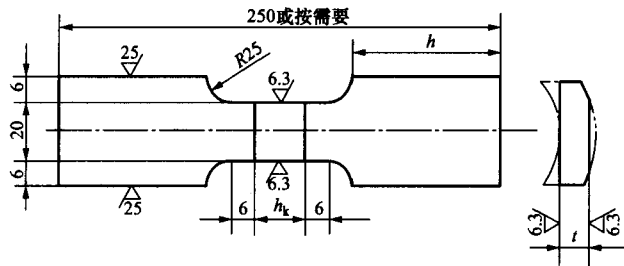
E.1.2 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样见图 E.2。



t —试样厚度, mm; b —试样受拉伸平行侧面宽度, 不小于 25mm;
 h_k —焊缝最大宽度, mm; h —夹持部分长度, 根据试验机定, mm

图 E.2 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样

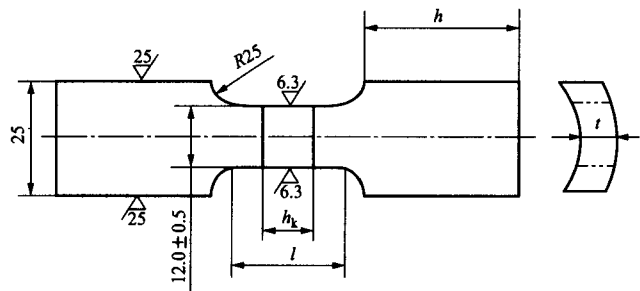
E.1.3 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样 I 见图 E.3。



注：为取得图中宽度为 20mm 的平行平面，壁厚方向上的加工量应最少。

图 E.3 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样 I

E.1.4 紧凑型板接头带肩板形拉伸试样 II 见图 E.4。



注：受拉伸平行侧面长度，等于或大于 $h_k + 2t$ 。

图 E.4 紧凑型管接头带肩板形拉伸试样 II
(可用于外径 $D \leq 76\text{mm}$ 的管材对接焊缝试件)

E.1.5 圆形标准拉伸试样见图 E.5。

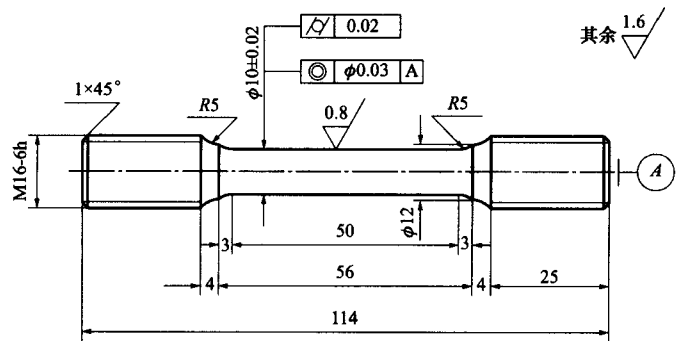


图 E.5 圆形标准拉伸试样

E.2 弯曲试样

E.2.1 横向面弯试样见图 E.6。

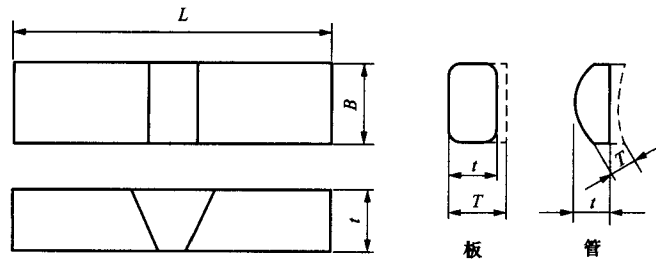


图 E.6 横向面弯试样

E.2.2 横向背弯试样见图 E.7。

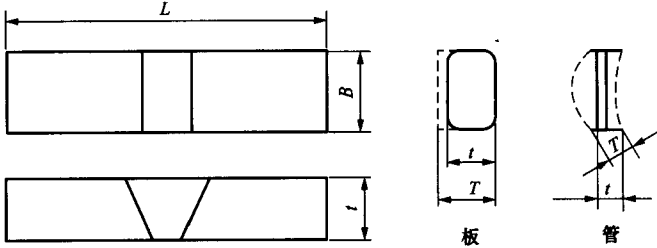


图 E.7 横向背弯试样

E.2.3 横向侧弯试样见图 E.8。

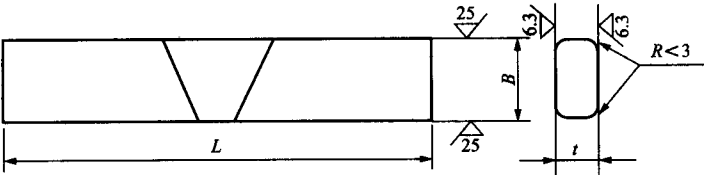


图 E.8 横向侧弯试样

E.2.4 纵向弯曲试样见图 E.9。

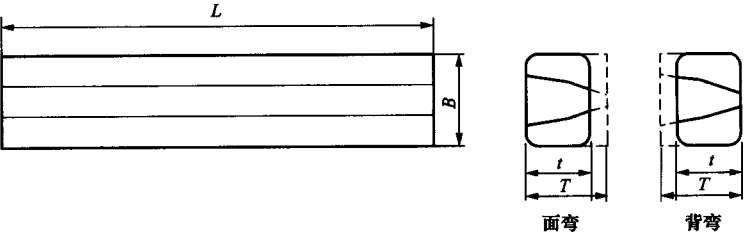


图 E.9 纵向弯曲试样

E.2.5 弯曲试样尺寸见表 E.1。

表 E.1 弯曲试样尺寸				mm
试样类型	试件厚度 T	试样厚度 t	试样宽度 B	试样长度 L
横向侧弯	10~38	10	全厚度	150 或按要求
	>38	10	19~38 (试样数量最少且覆盖全厚度)	
面弯、背弯 (横、纵向)	1.5~10	T	10 $10D < 50$ ($D \leq 25$ 时管圆周 4 等分取样) 19 $50 \leq D \leq 100$ 38 板、 $D > 100$	
	>10	10		

E.3 冲击试样

冲击试样见图 E.10。

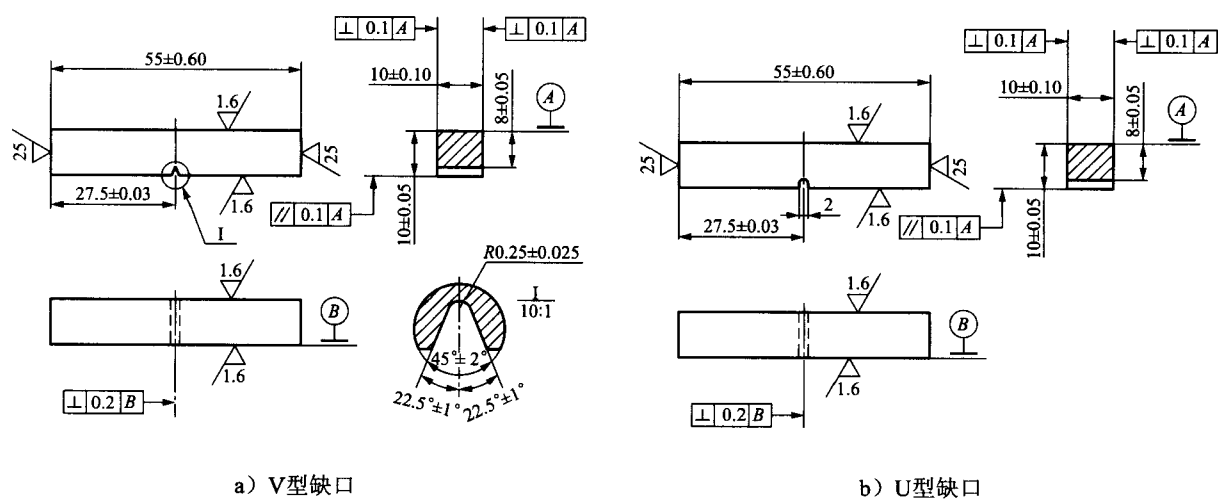


图 E.10 焊接接头冲击试样制备

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
核电厂常规岛焊接工艺
评 定 规 程
DL/T 1117—2009

*

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2009年12月第一版 2009年12月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 2.5印张 74千字
印数 0001—3000册

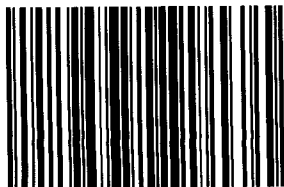
*

统一书号 155083·2243

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



155083.2243

销售分类建议：规程规范/
电力工程/新能源发电