

## 前 言

本标准是对 GB 11038—1989 的修订。

本标准依据 GB 11038—1989 实施的经验,参照国内外船级社规范及有关标准进行修订。

本标准较 GB 11038—1989 相比有下列主要修改:

1. 明确了本标准的适用范围为设计压力不大于 2.5 MPa,介质为水及饱和蒸汽的锅炉;设计压力不大于 6.4 MPa,介质为温度不高于 150℃ 的水或空气的受压容器;
2. 对 I、II 级船用锅炉及 I、II、III 级受压容器的分级作出了具体规定;
3. 增加了 T 型接头对接焊缝设计、焊接、检验和试验方面的内容。
4. 将原强制性国家标准改为推荐性国家标准。

本标准自实施之日起,代替 GB 11038—1989。

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由中国船舶重工集团公司第七研究院七〇四所归口。

本标准起草单位:江苏海陆锅炉集团公司、欧堡工业(青岛)有限公司、中国船级社南京分社、中国船舶工业综合技术经济研究院、青岛船用锅炉厂、中国船级社青岛分社。

本标准主要起草人:刘国良、张世鸣、包国桢、仲崇欣、贾文德、胡光富、车锐、闵平强。

本标准于 1989 年 3 月首次发布。

# 中华人民共和国国家标准

## 船用辅锅炉及受压容器受压元件 焊接技术条件

GB/T 11038—2000

代替 GB 11038—1989

Welding specifications for pressure parts of  
marine auxiliary boiler and pressure vessel

### 1 范围

本标准规定了船用辅锅炉及受压容器(以下简称锅炉及受压容器)受压元件的焊接、焊缝检查、焊后热处理和焊接试板力学性能试验。

本标准适用于设计压力不大于 2.5 MPa, 介质为水及饱和蒸汽的锅炉; 设计压力不大于 6.4 MPa, 介质为温度不高于 150℃ 的水或空气的受压容器。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 985—1988 气焊、手工电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本形式与尺寸

GB/T 986—1988 埋弧焊缝坡口的基本形式和尺寸

GB/T 3323—1987 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级

JB 4730—1994 压力容器无损检测

### 3 要求

#### 3.1 一般要求

##### 3.1.1 焊工资格和标记

3.1.1.1 凡从事锅炉及受压容器受压元件焊接的焊工应持有船检部门颁发的焊工合格证书, 且只能担任与其合格类别相应的焊接工作。

3.1.1.2 施焊后, 焊工应在主焊缝附近打上低应力焊工钢印标记, 并在焊接施焊卡上注明施焊结点和钢印号码。

##### 3.1.2 焊接材料

3.1.2.1 选用焊接材料的强度和韧性应符合下列要求:

a) 熔敷金属的抗拉强度  $\sigma_b$  不小于母材规定的最小抗拉强度, 且不大于母材规定的最小抗拉强度加上 145 N/mm<sup>2</sup>;

b) 熔敷金属的伸长率  $\delta_5 \geq (980 - \sigma_b) / 21.6$ , 且不低于母材规定的最小伸长率的 80%;

c) 手工焊应选用低氢型的焊条。

3.1.2.2 金相组织应基本类似、强度等级不同的钢材之间的焊接, 应选用抗拉强度介于两者之间的焊接材料。

3.1.2.3 所有焊接材料必须经过船检部门认可, 并且有合格证书。

### 3.1.3 焊接环境

3.1.3.1 当焊接环境出现下列任一情况时,若无有效防护措施,严禁施焊:

- a) 手工焊时风速大于 10 m/s,气体保护焊时风速大于 2 m/s;
- b) 相对湿度大于 90%;
- c) 下雨、下雪时室外作业。

3.1.3.2 当焊件温度低于 0℃时,应在施焊处两侧各 100 mm 范围内预热至 15℃左右,才能施焊。

### 3.1.4 焊接设备

焊接设备应符合下列要求:

- a) 安置在遮蔽处,且可靠接地;
- b) 能保证达到所要求的焊接质量,且保持有效的工作状态和有适当的设施来测量电流和电压,电流电压表应在有效期内周检。

### 3.1.5 焊缝设计

3.1.5.1 锅炉及受压容器壳体上的主要焊缝均采用对接焊。

3.1.5.2 若筒壳与管板采用 T 型接头对接焊缝,应满足下列条件:

- a) 必须采用全焊透的接头型式,且坡口经机械加工;
- b) 焊缝坡口必须开在管板上;
- c) T 型接头连接部位的焊缝厚度应不小于管板的厚度,且其焊缝背部能封焊的部位均应封焊,不能封焊的部位应采用氩弧焊打底,并保证焊透。

3.1.5.3 锅炉及受压容器上的短管、法兰和座板等,一般应采用双面连续的角焊缝。

3.1.5.4 应避免两条以上的焊缝相交于一处,对接焊缝不可在尖锐的角度下相交,主焊缝之间的距离应不小于 200 mm。受压部件的角焊缝与对接主焊缝边缘间的距离一般不小于 50 mm。

3.1.5.5 非受压部件的焊缝应不穿过主焊缝或接管焊缝。非受压部件焊缝的边缘与主焊缝或接头焊缝边缘之间的距离应不小于受压部件板厚的 2 倍或 40 mm(取较小值),如果不可能时,则应穿过主焊缝并对称布置,且不可在靠近主焊缝或管接头焊缝区域停止。

3.1.5.6 应避免在焊缝或靠近焊缝处开孔,当焊缝中心线到开孔边缘的距离小于 60 mm 或 4 倍开孔板厚度(取较大值)时,开孔应穿过焊缝,使焊缝中心线与开孔的中心线尽可能重合。此时,焊缝开孔处的两侧均应作无损检测,每侧检测的长度至少应为 60 mm 或 4 倍开孔板厚度(取最大值),且需进行热处理。

3.1.5.7 筒体如果由不同厚度的壳板和管板组成,管板和壳板对接见图 1,应使筒体横剖面上不同厚度的板的厚度中心线形成一连续圆。厚板的焊缝边缘应机加工削斜,削斜长度应不少于板厚差的 2 倍。

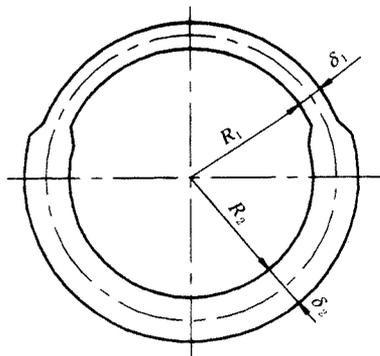


图 1

3.1.5.8 扁球形或椭球形封头和筒体壳板的对接,当封头和筒体沿整个圆周的厚度差均相同时,则较厚的板应机加工削斜,削出的斜面应平滑,并且斜率不大于 1:4,使封头和筒体在圆周接缝处的厚度相

等,见图 2。厚板经削斜的末端和焊缝坡口之间可留有平直部分,但也可以将焊缝坡口作为削斜长度  $b$  的一部分。

在环焊缝处的板厚,在任何情况下不得小于相同直径和材料的无缝筒体或焊接筒体所要求的厚度。

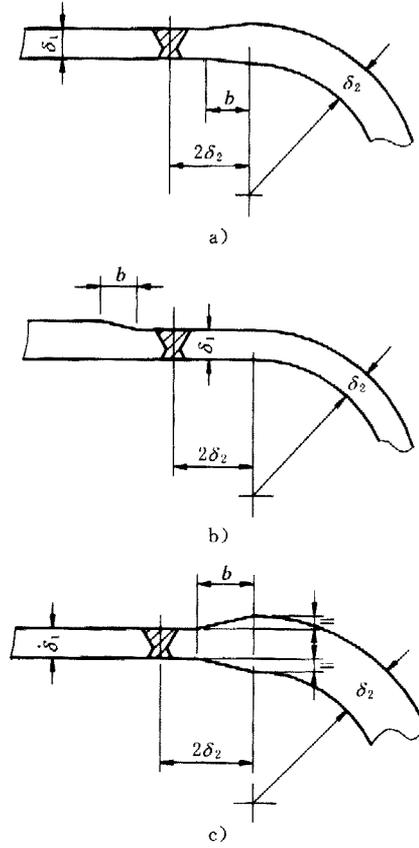


图 2

3.1.5.9 半球形封头与较厚的筒体对接焊时,筒体部分应削斜过渡至封头,并使筒体的削斜部分和焊缝成为半球形封头的一个环段,见图 3。如果半球形封头留有直边与筒体对接焊时,则直边部分的厚度应不小于无缝筒体或焊接筒体所要求的厚度。

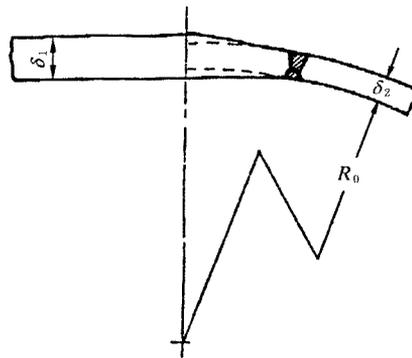


图 3

### 3.1.6 焊缝坡口型式

3.1.6.1 手工焊、气体保护焊的焊缝坡口型式一般按 GB/T 985 的要求。

- 3.1.6.2 自动焊焊缝坡口型式一般按 GB/T 986 的要求。
- 3.1.6.3 手工焊、自动焊采用其他坡口型式时,应得到船检部门同意。
- 3.1.7 焊接工艺认可
- 3.1.7.1 焊接工艺规程应经焊接工艺认可试验,合格后方可使用。
- 3.1.7.2 对必须进行认可试验的焊接工艺,应在验船师在场时进行试验,试验结束之后将试验结果记入工艺认可试验报告,随工艺规程一起提交船检部门认可。
- 3.1.7.3 如果焊接工艺业经船检部门认可,则以后按此工艺施焊时,可免做焊接工艺认可试验。当制造单位对已批准的焊接工艺规程进行改动时,应将所有改动的细节内容向船检部门报告,由船检部门根据改动的具体内容决定是否重做焊接工艺试验。
- 3.1.7.4 认可焊接工艺的适用范围,参照船级社的有关规定。
- 3.1.8 焊前准备
- 3.1.8.1 施焊前应将焊缝坡口和焊接边沿两侧至少为 25 mm 区域内的表面打磨至露出金属光泽,并清除影响焊接质量的任何污物。
- 3.1.8.2 影响焊接质量的定位焊和边沿缺陷应在施焊前铲除和修复。
- 3.1.8.3 坡口和其他施焊边缘,可采用机加工、批凿或打磨的加工方法,也可用气割后打磨,但气割时损坏的区域应予以修复。
- 3.1.8.4 正式施焊前,必须在纵焊缝(或试板)外加引弧板和熄弧板。
- 3.1.8.5 焊接工作应尽可能在平焊位置上进行。
- 3.1.8.6 锅炉和受压容器壳体对接焊缝的两面之间,于任何一点上的错边量应不大于板厚的 10%,且纵缝应不超过 3 mm,环缝应不超过 4 mm。
- 3.1.8.7 球形封头和圆柱形受压壳体接头处对接焊缝的两板面之间,于任何一点上的错边量应不大于板厚的 10%,且应不超过 3 mm。
- 3.1.8.8 焊件组装时,不得强力对正,且不得锤打修正钢板的凹凸不平处。
- 3.1.9 定位焊
- 3.1.9.1 定位焊缝的焊接材料应与正式施焊的焊接材料相同。
- 3.1.9.2 经检验无裂纹的定位焊缝可以保留。
- 3.1.10 引弧
- 电焊引弧,不得在施焊焊缝外的母材上进行,偶然的电弧击点,应磨削除去并经磁粉探伤或渗透探伤检验。
- 3.2 焊接
- 3.2.1 锅炉及受压容器的壳体焊缝一般应采用双面焊。封底焊接前应进行清根。如因结构特殊、确实无法进行封底焊时,经船检部门同意,可安装垫板进行焊接,但垫板材料的成分应与壳体板的成分相同。
- 3.2.2 采用单面焊时,应采用适当措施保证焊缝根部能完全焊透,并使因焊缝金属收缩所产生的变形为最小。
- 3.2.3 如果因接头的拘束力、板材的厚度以及被焊材料的成分而需要预热时,应采用预热和保持焊道间最低温度的焊接工艺。
- 3.2.4 在进行多道焊时,前后焊道之间应注意清渣。因某种原因中断焊接后,在重焊前应对中断焊接的焊缝处进行清洁和铲除熔渣,使后焊的熔敷金属能与板材和先前的熔敷金属完全熔合。
- 3.2.5 锅炉及受压容器壳体上的短管、法兰和座板的角接焊缝,应在热处理(有要求时)以前装焊完毕。
- 3.2.6 焊缝外表面可以和筒体壳体表面齐平,也可以做成焊缝中心的总厚度稍大于板厚度,但焊缝增强高的截面变化应逐渐过渡。
- 3.2.7 壳体板上所焊接的拉攀、支架、支管、人孔框架及开孔周围补强板等附件应与筒体壳体基本贴合,且应在筒体热处理(有要求时)前焊装完毕。若确因结构需要而必须在热处理以后焊装者,应征得船

检部门的同意。

3.2.8 当上述附件连同其他用于支撑内、外部构件的附属装置焊接到壳体板上时,其焊接工艺应与壳体板所要求的相同,其材料成分亦应与壳体板相当。

### 3.3 焊缝质量

#### 3.3.1 焊缝表面质量

3.3.1.1 受压壳体焊缝表面应均匀、致密,不应有裂纹、焊瘤、咬边、气孔、夹渣、弧坑以及未填满的凹陷存在,若有上述缺陷应在无损检测前予以修复。

3.3.1.2 焊缝的外形尺寸应符合以下要求:

- a) 焊缝余高:自动焊为 0~4 mm;手工焊为 0~3 mm;且不大于 0.1 倍焊缝宽度加 1 mm;
- b) 焊缝宽度:焊接接头每边的覆盖量不小于 2~4 mm;
- c) 焊缝与母材应圆滑过渡,外形尺寸不符合要求的部分应在无损检测前修正。

#### 3.3.2 焊缝无损检测要求

3.3.2.1 I 级和 II 级锅炉及受压容器的焊缝应作无损检测,检测方法、检测比例和部位应符合表 1 的规定。III 级受压容器的焊缝可免作无损检测。

表 1

检测方法	锅炉及压力容器			
	I 级		II 级	III 级
	锅炉	$p > 0.35 \text{ MPa}$	$p \leq 0.35 \text{ MPa}$	—
	受压容器	设计压力 $p > 3.92 \text{ MPa}$ 或板厚 $\delta > 40 \text{ mm}$	$p, \delta, t$ 均小于 I 级规定, 但 $p > 1.57 \text{ MPa}$ 或 $\delta > 16 \text{ mm}$	$p \leq 1.57 \text{ MPa}$ 同时 $\delta \leq 16 \text{ mm}$ 且 $t \leq 150 \text{ }^\circ\text{C}$
射线检测	所有筒体、鼓筒、联箱、接管的纵缝和环缝,连同试板应作 100% 检查。 联箱、接管及其他筒形构件,当外径不大于 170 mm 时,其模压接头的环缝应作 10% 的抽查		试板作 100% 的检查;对接缝应作大于 10% 的抽查	—
	炉胆、燃烧室以及其他类似受压部件应作局部抽查			—
超声波检测	1) 板厚超过 50 mm,可用超声波代替射线进行探伤,必要时应选择局部焊缝进行射线检测。 2) 管板与筒体的 T 型连接部位的每条焊缝应进行 100% 超声波检测。 3) 管板与炉胆燃烧室的 T 型连接部位的焊缝应进行 50% 超声波检测			—
磁粉或渗透检测	管柱、腹板、短管和支管等焊缝未经射线检测者,应作 10% 磁粉或渗透检测的抽查			—

3.3.2.2 若焊缝表面及其附近区域的表面光洁程度妨碍无损检测的准确性时,应将这些部位打磨到规定的粗糙度要求。

#### 3.3.3 焊缝无损检测评定

3.3.3.1 射线检测按 GB/T 3323 评定,纵、环焊缝达 II 级合格。

3.3.3.2 超声波检测按 JB 4730 评定,纵、环焊缝达 I 级合格。

3.3.3.3 磁粉或渗透检测按 JB 4730 评定达 I 级合格。

3.3.3.4 T 型接头对接焊缝超声波探伤参照《工业锅炉 T 型接头对接焊缝超声波探伤规定》(国家质

量技术监督局,1998-12-30)。

### 3.3.4 焊接试板力学性能

3.3.4.1 焊接试板力学性能应符合表2的规定。

表 2

试验项目	合格标准
熔敷金属拉伸试验	1) 抗拉强度 $\sigma_b$ : 不小于母材规定的最小抗拉强度,且不大于母材规定的最小抗拉强度加上 $145 \text{ N/mm}^2$ 。 2) 伸长率 $\delta_5$ : $\delta_5 \geq \frac{980 - \sigma_b}{21.6}$ ,且不低于母材规定伸长率的 80%
弯曲试验	试样弯曲后,试样被拉表面出现的裂纹或其他缺陷长度应不大于 3 mm
接头横向拉伸试验	对接接头的抗拉强度应不低于母材规定的最小抗拉强度
断面宏观检查	不得有未焊透、未熔合、较大的夹渣或其他缺陷
冲击试验	常温冲击试验,三个冲击试样的算术平均冲击功不得低于 27 J,且允许其中一个试验值低于规定的平均值,但不应低于规定平均值的 70%

3.3.4.2 II级锅炉及受压容器的焊接试板力学性能试验中免作冲击试验。

3.3.4.3 III级受压容器免作焊接试板。

### 3.4 焊后热处理

#### 3.4.1 一般要求

3.4.1.1 锅炉及受压容器连同其焊接试板的热处理应在焊制完毕后,液压试验之前进行。

3.4.1.2 下列锅炉及受压容器可免作焊后热处理:

- a) I级锅炉及受压容器,当采用碳钢或碳锰钢,且其焊接构件的厚度小于 20 mm 时;
- b) II级锅炉及受压容器,当采用碳钢,其焊接构件的厚度小于 30 mm 且工作温度不高于 150℃ 时;或采用碳锰钢,其焊接构件的厚度小于 20 mm 且工作温度不高于 150℃ 时;
- c) 所有 III级受压容器。

3.4.1.3 锅炉及受压容器一般应进行整体热处理。若因条件限制,无法进行整体热处理时,可允许分段热处理,但应保证焊缝的整个长度均受到热处理,纵缝热处理重叠部分至少为 1 500 mm,炉外部分应采取保温措施。

3.4.1.4 热处理应包括将锅炉及受压容器筒体缓慢和均匀地加热到适合于消除内应力的温度,并保温适当时间。然后在炉内缓慢均匀地冷却到 400℃ 以下,最后置于静止的空气中进行冷却。

3.4.1.5 焊接构件焊后热处理的保温温度一般为 580~620℃,保温时间按每 25 mm 厚度为 1 h 计,但至少应为 1 h。合金钢焊件热处理规程按所选材料确定并经船检部门认可。

#### 3.4.2 工件置放

3.4.2.1 工件应妥善安置在热处理炉底的支座上,支座的高度应不低于 200 mm,特殊情况下可为 100 mm,前后支座应尽量处在同一平面上,支座间的距离一般应不大于 1 000 mm。

3.4.2.2 工件在热处理炉内与炉壁之间的距离不得小于 250 mm,当几个工件同炉热处理时,工件间的距离应大于 100 mm,工件与炉门的距离应大于 500 mm。

3.4.2.3 燃油或燃气的热处理炉喷嘴火焰不得直接喷在热处理工件上,当喷嘴与工件间距离小于 600 mm 时,应采用有效措施隔开火焰。

#### 3.4.3 热处理炉

热处理炉的结构应满足热处理的要求,且处于良好的技术状态,并备有测量和记录炉内温度变化的高温计。

## 4 检验与试验

### 4.1 焊缝外观检验

目测或用专用量具检查焊缝外观质量和焊工钢印标记应符合 3.1.1.2 和 3.3.1 的要求。

### 4.2 无损检测

#### 4.2.1 无损检测人员

无损检测评定的人员应持有有效的船舶无损检测人员资格证书,方可从事与其类别相应的无损检测工作。

#### 4.2.2 无损检测方法

4.2.2.1 射线检测按 GB/T 3323 的规定,其中射线检测的灵敏度应符合下列要求:

a) 采用孔型象质计时,在射线照片上能看到的最小孔径:对焊缝厚度不超过 50 mm 时,应不大于焊缝厚度的 3%;对焊缝厚度超过 50 mm 时,应不大于焊缝厚度的 2%;

b) 采用金属丝型象质计时,在射线照片上能看到的金属丝的最小直径:对焊缝厚度为 10~50 mm 时,应不大于焊缝厚度的 1.5%;对焊缝厚度为 50~200 mm 时,应不大于焊缝厚度的 1.25%。

4.2.2.2 超声波检测按 JB 4730 的规定。

4.2.2.3 磁粉检测按 JB 4730 的规定。

4.2.2.4 渗透检测按 JB 4730 的规定。

4.2.2.5 T 型接头对接焊缝超声波检测参照《工业锅炉 T 型接头对接焊缝超声波探伤规定》。

4.2.3 焊缝无损检测结果应符合 3.3.2 和 3.3.3 要求。

### 4.3 焊接试板及试样力学性能试验

#### 4.3.1 一般要求

4.3.1.1 试板应用定位焊与筒体壳体相连,使试板焊缝成为筒体纵向焊缝的延续和模拟。

4.3.1.2 试板应与筒体壳体的材料、厚度相同,试板的焊接工艺和热处理的要求应与焊接筒体纵缝一致。

4.3.1.3 试板长度应保证能提供复试时取样的需要。

4.3.1.4 试板一般应与工件一起进行热处理,或与工件同热处理规范,同一热处理炉内进行热处理。

4.3.1.5 锅炉及受压容器的环焊缝一般可不需焊制试件。但如果筒体上仅有环缝或环缝与纵缝所采用的焊接工艺差别较大时,则应焊制环缝模拟试件一个。其试件应能提供一整套试样和所需的复试试样。制造同类型受压壳体时,可按每 30 m 环缝焊制 1 个试件。

#### 4.3.2 试验项目

试验项目按图 4 和表 3。

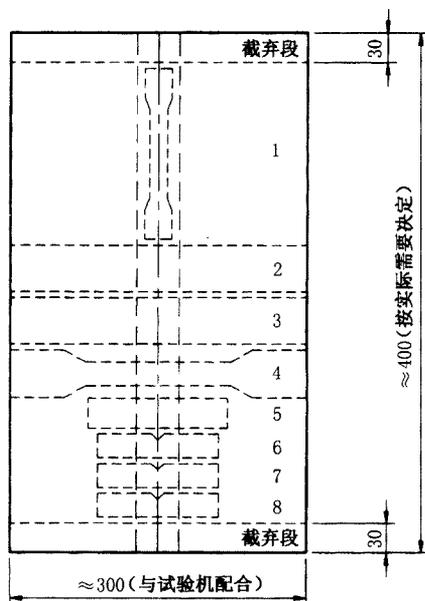


图 4

表 3

试样号	试样名称	锅炉及受压容器	
		I 级	II 级
1	熔敷金属拉伸	有要求	有要求
2	正向弯曲 <sup>1)</sup>		
3	反向弯曲 <sup>1)</sup>		
4	接头的横向拉伸		
5	断面宏观检查		
6	冲击试验		
7			
8			

1) 当试板厚度超过 20 mm 时, 改用侧弯试样做侧弯试验。

4.3.3 试样加工

4.3.3.1 熔敷金属拉力试样的直径应为 10 mm, 且应满足下列规定;

- a) 当试板厚度不超过 70 mm 时, 可取 1 个试样, 见图 5。

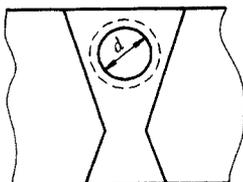


图 5

b) 如果因为试板厚度限制,试样直径无法取为 10 mm 时,则应尽可能取大的实际直径,其标距长度为直径的 5 倍,见图 6。

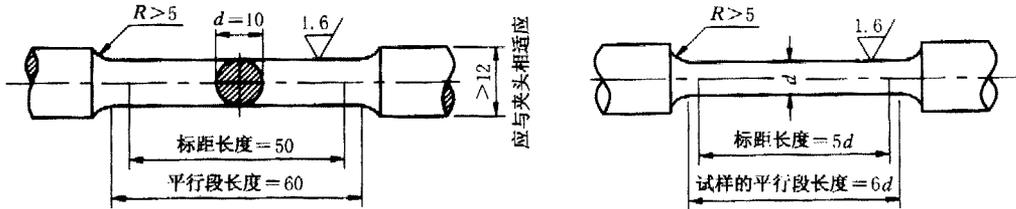
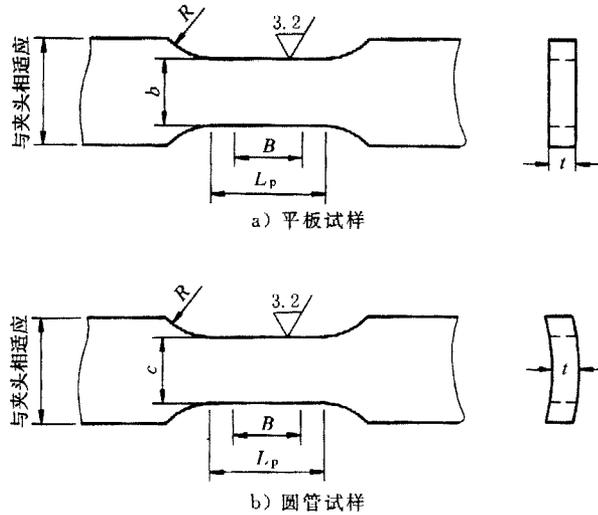


图 6

c) 试验前可将试样加热到不超过 250℃,加热时间不超过 16 h,以作脱氢处理。

4.3.3.2 接头横向拉力试样的形状和尺寸应按图 7 加工,焊缝上下表面应锉平、磨光或机加工至母材平齐。



$B$ —焊缝宽度; $t$ —试样厚度; $b$ —平板试样平行段宽度,取 25 mm; $c$ —圆管试样平行段宽度,对直径等于或大于 76 mm 的管子取 20 mm;对直径小于 76 mm 的管子,则取 12 mm 或取整管进行拉伸; $L_p$ —试样平行段长度,取  $3t$  或  $B+12$  mm(取大者)

图 7

4.3.3.3 当试样的破断力超过加载设备的能力时,可按图 8 所示分成几个试样进行横向拉伸试验。每个试样的厚度不小于 25 mm。以各试样试验结果的算术平均值作为整个接头的试验结果。

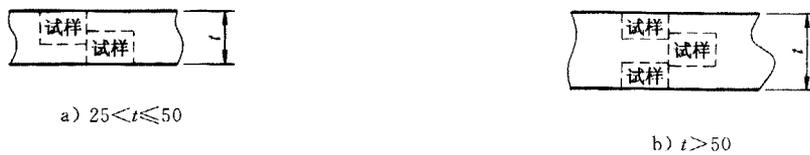
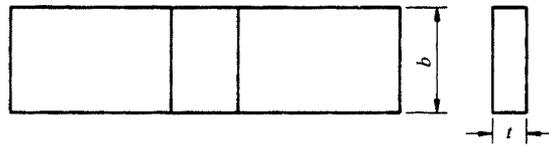
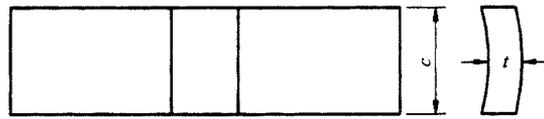


图 8

4.3.3.4 对接焊缝正反弯曲试样的形状和尺寸应按图 9 进行加工。焊缝的上下表面应纵平、磨光或机械加工至母材表面齐平。试样的受拉表面允许两边缘倒角 1~2 mm。管试样可将受压表面机加工成为一个平面。



a) 平板弯曲试样

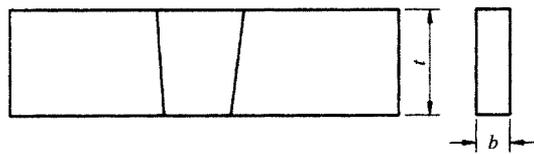


b) 圆管弯曲试样

$t$ —试样厚度,应为母材厚度,若厚度超过 25 mm,可将试样的受压面一侧减薄至 25 mm; $b$ —平板试样宽度,取 30 mm; $c$ —圆管试样宽度,取  $t+0.1d$ ,但不小于 10 mm,也不大于 30 mm;其中  $d$  为管试件的外径

图 9

4.3.3.5 对接焊缝侧弯试样的形状和尺寸应按图 10 进行加工。试样上,焊缝的上下表面机加工至母材表面齐平。试样的受拉表面允许两边缘倒角 1~2 mm。



$t$ —试板厚度;当  $t$  大于 40 mm 时,可分为数个 20~40 mm 的试样分别进行试验;

$b$ —试样厚度,取为 10 mm

图 10

4.3.3.6 焊缝冲击试样应为夏比 V 型缺口,其形状和尺寸应按图 11 及表 4 的要求进行加工。

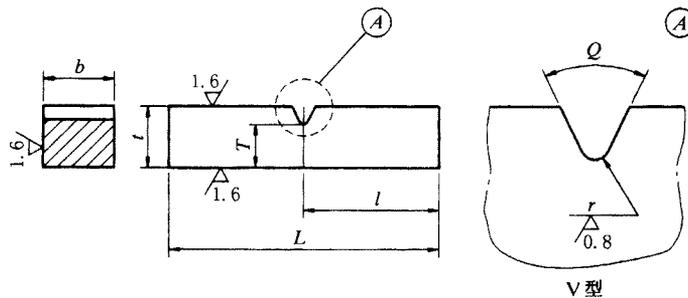


图 11

表 4

名 称		符号	夏比 V 型缺口试样	
			公称尺寸	偏差
长度, mm		$L$	55	$\pm 0.60$
宽度, mm	标准试样	$b$	10	$\pm 0.11$
	标准辅助试样	$b$	7.5	$\pm 0.11$
		$b$	5	$\pm 0.06$
厚度, mm		$t$	10	$\pm 0.06$
缺口角度, ( $^{\circ}$ )		$Q$	45	$\pm 2$
缺口以下的厚度, mm		$T$	8	$\pm 0.06$
缺口根部半径, mm		$r$	0.25	$\pm 0.025$
试样端部至缺口中心距离, mm		$l$	27.5	$\pm 0.42$
缺口对称面与试样纵向轴线间的角度, ( $^{\circ}$ )		—	90	$\pm 2$

4.3.3.7 冲击试样的截取部位和方向通常为近表面试样,其缺口应垂直于原轧制面,开槽位置距离火焰切割或剪切边应不小于 25 mm。

4.3.3.8 对于厚度小于 10 mm 的材料,应制成尽可能大的标准辅助试样,缺口方向应垂直于轧制面。标准辅助试样的宽度及其与标准试样冲击功的换算关系见表 5。对于公称厚度 6 mm 以下的材料,一般不要求进行冲击试验。

表 5

标准辅助冲击试样的宽度, mm	与标准试样冲击能量的换算系数
7.5	5/6
5	2/3

#### 4.3.4 试验机

试验机应保持有良好的状态,每年应进行一次校验,校验应由国家认可的计量部门进行。

#### 4.3.5 试验及结果

4.3.5.1 将熔敷金属拉伸试样及焊接接头横向拉伸试样分别在拉力试验机上作拉伸试验。结果符合表 2 中的要求为合格。

4.3.5.2 将正、反弯曲试样或侧弯弯曲试样在拉力试验机上作弯曲试验,其压头的直径和支辊边缘的内间距,按表 6 选取。压头垂直于试样,加压直至试样完全弯曲为止。结果符合表 2 的要求为合格。

表 6

试板规定的最小抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	压头直径 mm	支辊边缘内间距 mm
$\sigma_b < 460$	$2t$	$4.2t$
$460 \leq \sigma_b < 510$	$3t$	$5.2t$

注:  $t$  为试样的厚度。

4.3.5.3 用 10 倍放大镜对焊缝断面作宏观检查。结果符合表 2 的要求为合格。

4.3.5.4 冲击试验机上作冲击试验。结果符合表 2 的要求为合格。

#### 4.3.6 复试

4.3.6.1 任一试样的试验结果不合格时,应在原试板上另取两倍试样进行复试。

4.3.6.2 若原先已备有两块试板者,则应从另一块试板上截取复试试样。

4.3.6.3 当1组3个冲击试样的试验结果不合格时,若低于规定平均值的试样不超过2个,且其中低于规定平均值70%的试样不超过1个,则允许再取1组3个冲击试样进行复试。前后6个试样的算术平均值应符合规定平均值的要求,且低于规定平均值的试样不应超过2个,其中低于规定平均值70%的试样不超过1个,则复试合格。

4.3.6.4 若初试不合格的原因是由于局部或偶然缺陷所造成,且复试又合格时,则可同意复试的结果。

4.3.6.5 若经复试仍不符合要求,则该焊接试板的力学性能不合格,因而它所代表的工件焊缝不合格,应将工件原有的焊缝刨掉。重新施焊并焊制焊接试板,重新作力学性能试验。

## 5 焊缝返修

5.1 锅炉及受压容器的受压元件焊缝的任何返修,应作好返修记录,记入质量证明书中。对焊缝的返修,依据提供原始缺陷的射线底片或其他无损检测报告,决定部分修补或整条焊缝重焊。若需整条纵缝重新施焊,应要求对原试板同样处理。

5.2 除局部缺陷焊缝返修可用手工焊补,整条焊缝的返修,必须采用原焊缝的焊接工艺。

5.3 返修前应制定返修措施或返修工艺,焊缝同一部位的返修次数一般不应超过两次。

5.4 对已经过两次返修仍不合格的焊缝,若要再返修,仍需经制造单位技术总负责人和船检部门批准,并将返修部位和返修情况记入质量证明书中。

### 5.5 焊缝返修后的检查

5.5.1 I级锅炉及受压容器的返修焊缝,应再次做无损检测。

5.5.2 II级锅炉及受压容器的焊缝在抽查中发现不允许存在的缺陷时,应按第一次射线照片所检查的焊缝长度上任选两段作双倍射线检测复查(一般可选在缺陷的焊缝的两端),复查结果为合格,则第一次射线照片上显示缺陷的焊缝应予铲除,并在修补后再次作射线检查。复查结果仍不合格,则应:

a) 对所代表的整条焊缝长度进行射线检测,凡有超标缺陷之处应进行修补,并重新进行射线检测,合格为止。

b) 将第一次射线照片所代表的整条焊缝长度铲除干净,重新焊接并作为新的焊缝提交射线检测,与此焊缝相关的试板应进行类似处理。

5.5.3 超声波检测、磁粉检测和渗透检测发现的超标缺陷,应进行修磨或补焊,并对该部位重新检查。