

中华人民共和国国家标准

锅炉受压元件焊接接头
机械性能试验方法

GB 13311—91

Boiler pressure parts
—Mechanical test for welded joints

1 主题内容和适用范围

本标准规定了锅炉受压元件焊接接头的机械性能试验方法,包括拉伸试验(常温和高温)、弯曲试验和冲击试验(常温)。

本标准适用于固定式锅炉受压元件上的对接接头。

2 引用标准

- GB 228 金属拉伸试验法
- GB 2650 焊接接头冲击试验方法
- GB 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB 2653 焊接接头弯曲及压扁试验方法
- GB 4338 金属高温拉伸试验方法
- JB 1613 锅炉受压元件 焊接技术条件

3 试样制备

3.1 试件

3.1.1 对接接头机械性能试验(下简称机械性能试验)所用检查试件(下简称试件)的数量和焊制要求按 JB 1613 锅炉受压元件焊接技术条件。

3.2 试验项目

3.2.1 根据 JB 1613 的规定,机械性能试验的项目除常温拉伸试验和弯曲试验外,还应按锅炉或焊件的专门要求附加进行全焊缝金属拉伸试验、高温拉伸试验和常温冲击试验。

3.2.2 各项试验的试验数量和考核指标按表 1。常温冲击试验除检查焊缝金属外,还应按焊件的专门要求附加进行熔合线或热影响区的冲击试验,每个部位的试验数量均为 3 个。

对热水锅炉和额定蒸汽压力小于 3.82 MPa 蒸汽锅炉的管状试件,如果所用的焊接工艺在评定时的检查项目中已包括背弯试验并且试件的未焊透和内凹深度符合表 2 的要求,可免做背弯试验。

表 1

| 试验项目 | 拉伸试验 | | | 全焊缝金属 拉伸试验 | 弯曲试验 | | 常温冲击试验 |
|------|------------|------|-----------------------|--------------------------------|---------|----|--------|
| | 常温 | | 高温 | | 面弯 | 背弯 | |
| | 板状试件 | 管状试件 | 板状试件 | | | | |
| 试验数量 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 考核指标 | σ_b | | σ'_b, σ_b | $\sigma_s, \sigma_b, \delta_5$ | 裂纹或缺陷长度 | | 冲击功 |

注： σ_b, σ_s 为常温抗拉强度和屈服点； σ'_b, σ_b 为高温抗拉强度和屈服点。

表 2

| 壁厚, mm | ≤ 6 | > 6 |
|--------|--|-------------------------|
| 未焊透 | 深度不大于壁厚的 15% 并且不大于 1.5mm。总长度不大于周长的 10% | |
| 内凹 | 深度不大于壁厚的 25% 并且不大于 1 mm | 深度不大于壁厚的 20% 并且不大于 2 mm |

3.3 切取和分割

3.3.1 应避免在同一试件上的相邻部位切取同一试验项目的试样。

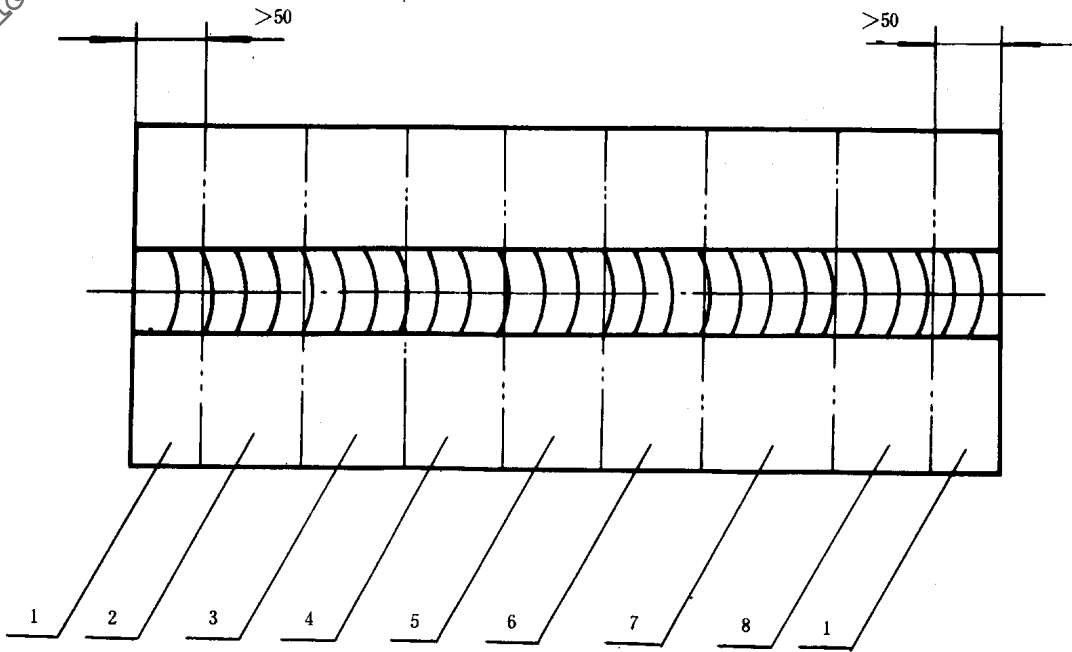
3.3.2 板状试件上试样切取部位,当采用横向弯曲时按图 1a,当采用纵向弯曲时按图 1b。

3.3.3 如果板状试件的厚度足够,可在试件上的同一部位切取面弯和背弯试样,但应符合图 2 的要求。

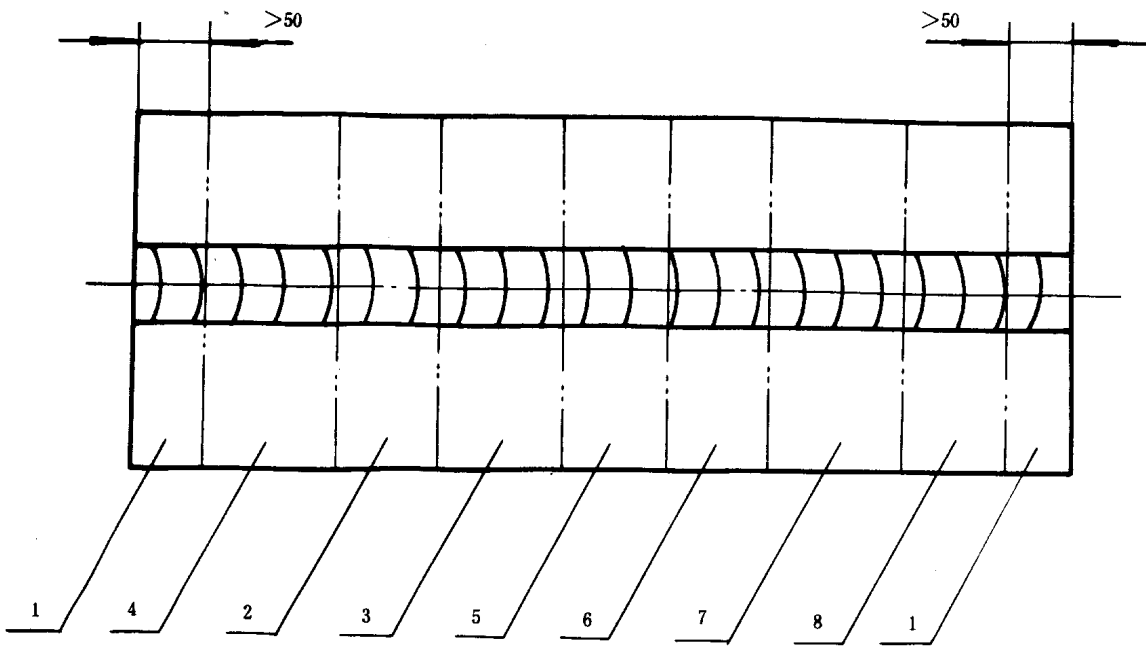
3.3.4 管状试件上试样的切取部位按图 3,也可用整管进行一个拉伸试验(图 4)以代替表 1 中所要求的两个拉伸试验。

3.3.5 应当用机械方法切取和分割试样。如果条件不具备,也可用火焰切割,但必须留有足够的余量以使用机械方法除去其热影响区。对需要热处理的试件,如果其试样采用火焰切割,则应在切割后再进行热处理。

3.3.6 制备试样时,应将试样上的焊缝余高修除,使焊缝与母材的表面齐平,修除方法最好用机械加工。



a 横向弯曲



b 纵向弯曲

图 1

- 1—废弃部分；2—常温拉伸试样；3—背弯试样；4—面弯试样；
- 5—其他试样；6—常温冲击试样；7—全焊缝金属拉伸试样；
- 8—高温拉伸试样

注：图 1 至图 11 的单位均为 mm。

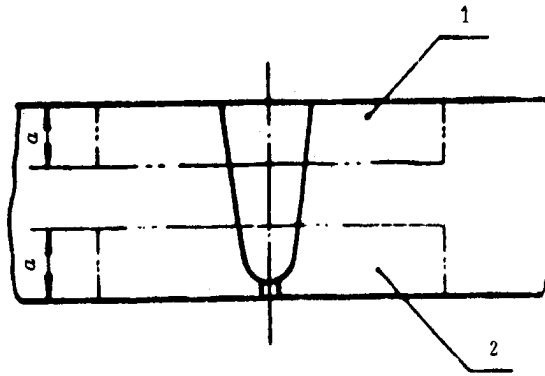
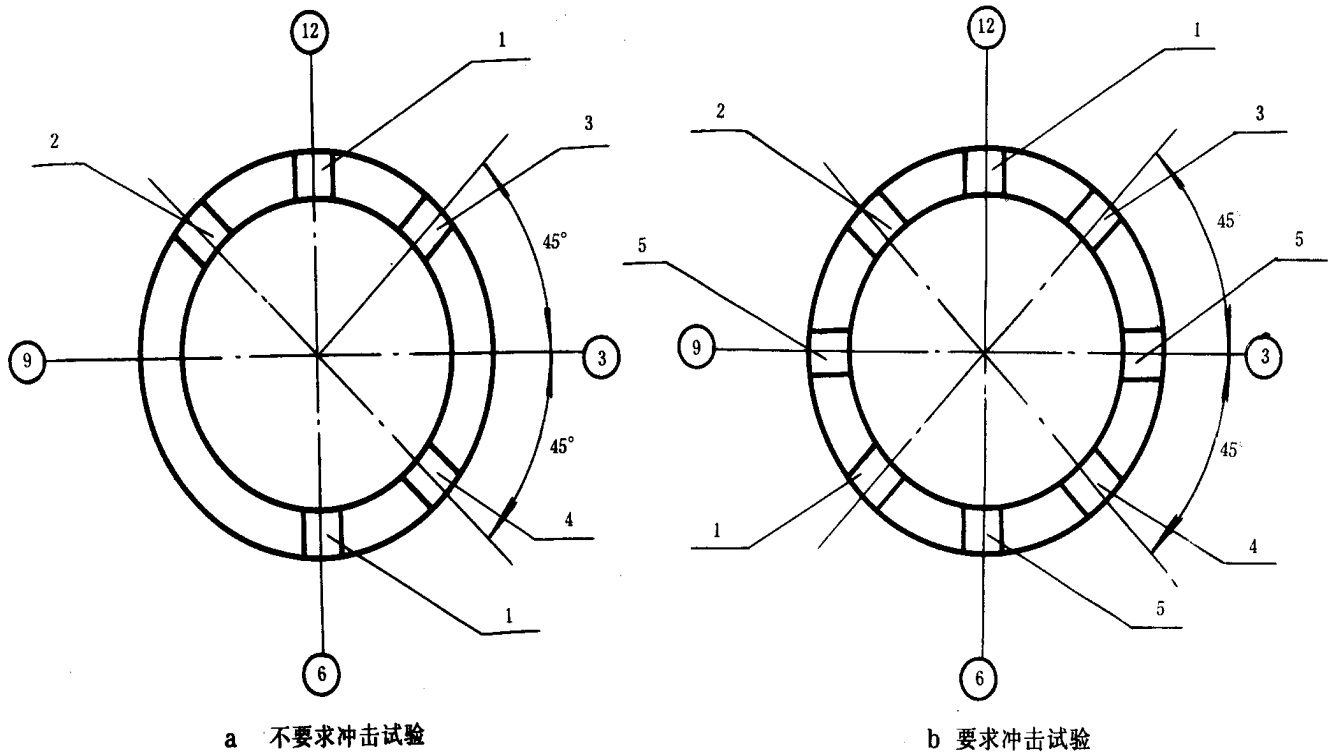


图 2

1—面弯试样；2—背弯试样；a—弯曲试样的厚度

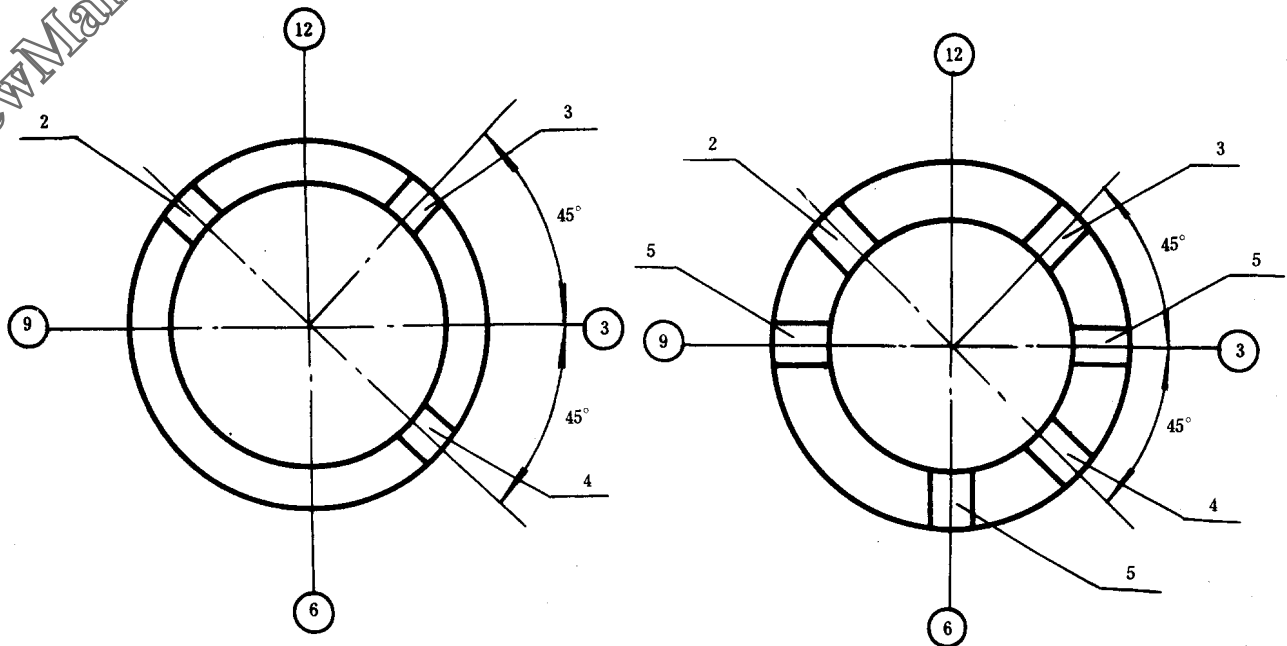


a 不要求冲击试验

b 要求冲击试验

图 3

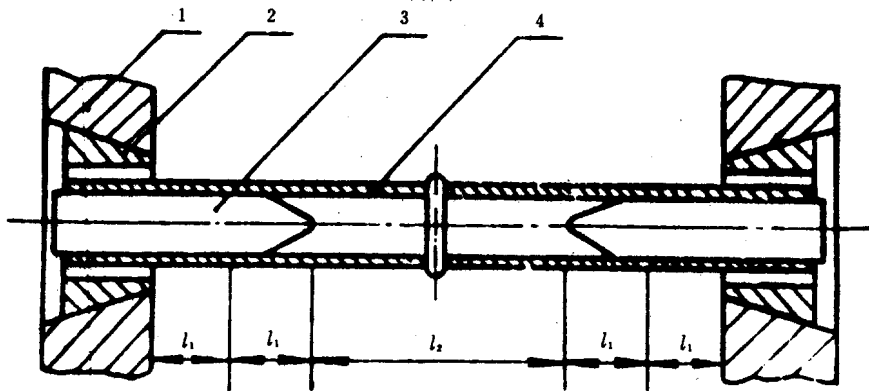
1—常温拉伸试样；2—面弯试样；3—其他试样；
4—背弯试样；5—常温冲击试样；③、⑥、⑨、⑫—钟点记号，
用作水平固定焊时的定位标记



c 不要求冲击试验
并用整管进行拉伸试验

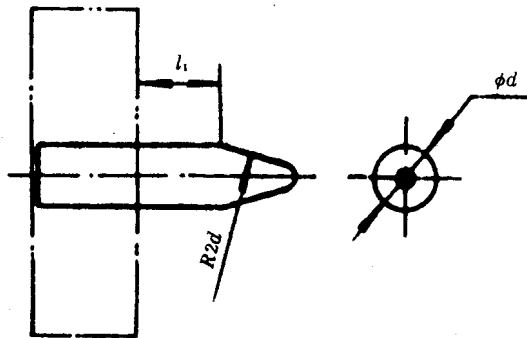
d 要求冲击试验
并用整管进行拉伸试验

续图 3



a 试验装置

1—拉力试验机; 2—V形夹头; 3—芯棒;
4—整管拉力试样



b 芯棒尺寸

图 4

注: l_1 不小于 d , l_2 不小于 $2d$ 。

3.3.7 加工完的试样应打上钢印或其他永久性的标志,经复查合格后方可进行试验。

4 常温拉伸试验

4.1 试样尺寸

4.1.1 在制备板状试件的常温拉伸试样时,如果试件厚度不大于 30 mm,宜采用全厚度试样,如果厚度为 30 mm 及以上,可采用全厚度试样或分割后的多个试样。

4.1.2 板状试件的常温拉伸试样如果需要分割,应使分割后的试样覆盖试件的厚度 A (见图 5)。在分割后的试样上作出标志以表明各试样在试件厚度上的位置。应将分割后的多个试样编为一组视为一个单个试样。

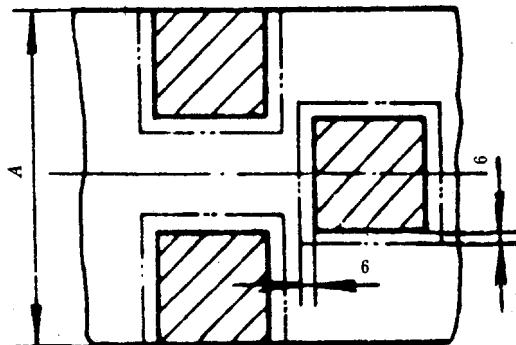


图 5

4.1.3 板状试件常温拉伸试验的试样尺寸按图 6。试样厚度 a 对没有分割的单个试样等于试件厚度 A , 对按 4.1.2 条进行分割的试样, $a = \frac{A}{n}$, n 为分割后的试样数。试样宽度(即长度为 l 的平行部分宽度) $b \geq (25 \pm 0.5) \text{ mm}$ 。

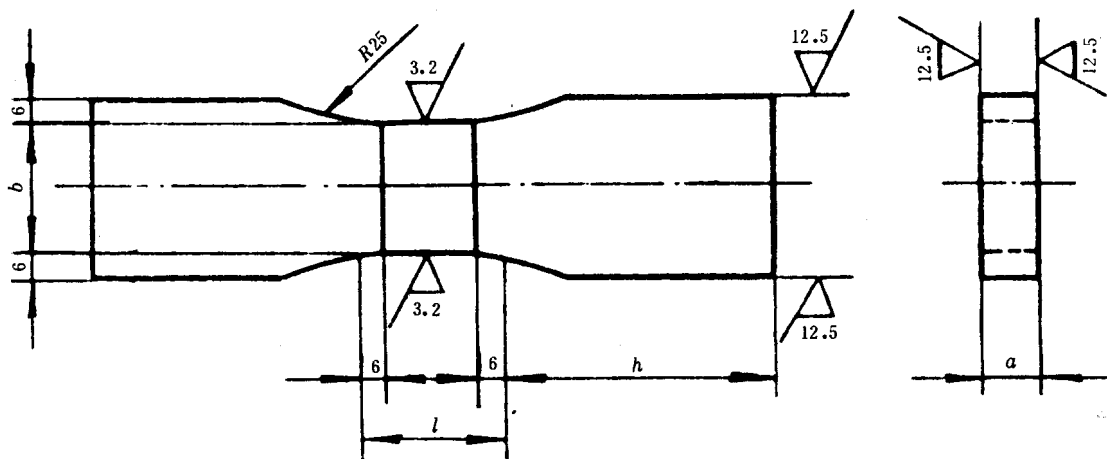


图 6

4.1.4 图 6~10 中, l 为试样的平行部分长度, h 为夹持部分长度, h 的数值按试验机要求而定。

4.1.5 管状试件常温拉伸试验的试样尺寸按图 7,应将图 7 中用双点划线表示的弧形部分以最小的加工量除去,使试样在宽度为 b 的收缩断面上具有平行的表面。按加工后的试样厚度 a 计算收缩断面面积。图 7 中的试样宽度 b ,当试件外径 D 大于 76 mm 时, $b = (20 \pm 0.3) \text{ mm}$, D 不大于 76 mm 时, $b = (12 \pm 0.3) \text{ mm}$ 。尺寸 s ,当试样厚度 a 大于 6 mm 时, $s = a$, a 不大于 6 mm 时, $s = 6 \text{ mm}$ 。

4.1.6 当管壁厚度 a 小于 8 mm 难以按 4.1.5 条制备常温拉伸试样时,可用整管进行拉伸试验或按图 8 制备试样,分为带头和不带头两种。图 8 中试样宽度 b 和尺寸 s 的要求与图 7 相同,试样的横断面面积则采用 GB 228 中对管材所规定的计算公式:

$$F = ab \left[1 + \frac{b^2}{6D(D - 2a)} \right]$$

式中： F ——试样横断面面积， mm^2 ；
 D ——试件外径， mm ；
 a ——管壁厚度， mm ；
 b ——试样宽度，按 4.1.5 条。

对外径 42~76 mm 的试件，按公式所求得 的 F 值见表 3。

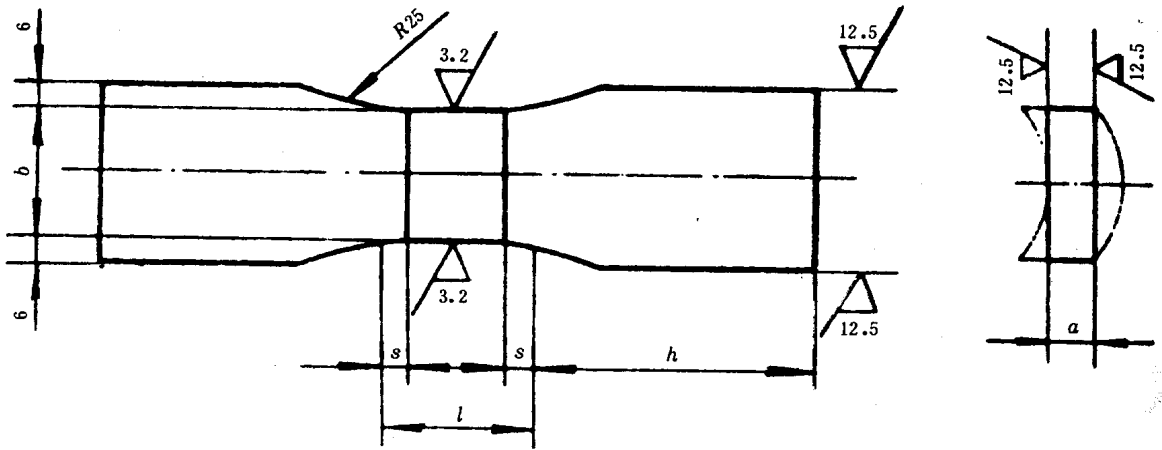
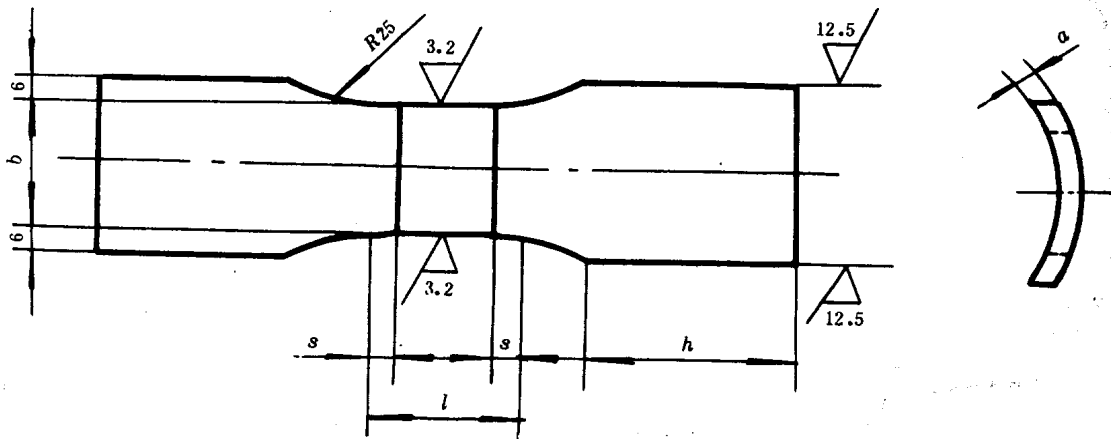
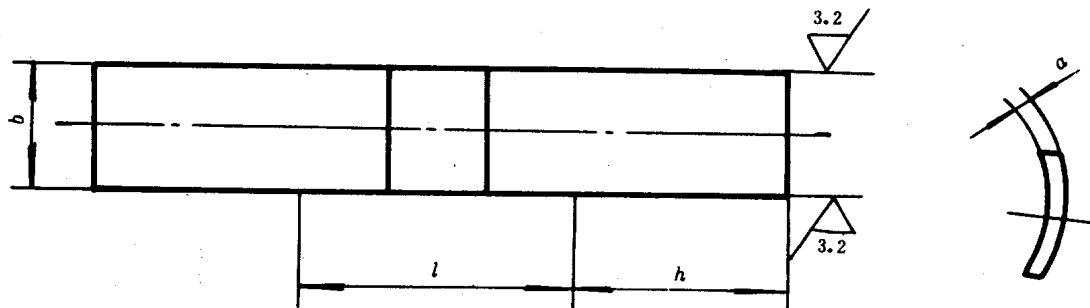


图 7



a 带头试样



b 不带头试样

图 8

表 3

| 试件外径 D mm | 横断面面积 F , mm ² | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 管壁厚度 a , mm | | | | | | | |
| | 3 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 7.0 |
| 42 | 36.57 | 42.69 | 48.81 | 54.94 | 61.07 | 67.22 | 73.37 | — |
| 51 | 36.38 | 42.45 | 48.53 | 54.61 | 60.69 | 66.78 | 72.87 | — |
| 57 | 36.30 | 42.35 | 48.41 | 54.47 | 60.54 | 66.60 | 72.65 | — |
| 60 | 36.27 | 42.32 | 48.37 | 54.42 | 60.48 | 66.54 | 72.60 | — |
| 63.5 | 36.24 | 42.28 | 48.33 | 54.37 | 60.42 | — | — | — |
| 70 | 36.19 | 42.23 | 48.27 | 54.30 | 60.34 | 66.38 | 72.43 | 84.51 |
| 76 | — | 42.19 | 48.22 | 54.26 | 60.29 | 66.32 | 72.36 | 84.43 |

4.1.7 当用整管进行拉伸试验时,以管壁的实际面积作为试样面积。

4.2 试验方法

4.2.1 常温拉伸试验的试验方法按 GB 2651。

4.3 合格标准

4.3.1 常温拉伸试验的合格标准为:同种钢焊接接头的抗拉强度不低于母材抗拉强度规定值的下限;异种钢则不低于强度较高一侧母材抗拉强度规定值的下限。

5 高温拉伸试验

5.1 试样尺寸

5.1.1 板状试样高温拉伸试验的试样尺寸按图 9,试样头部一般采用螺纹连接。

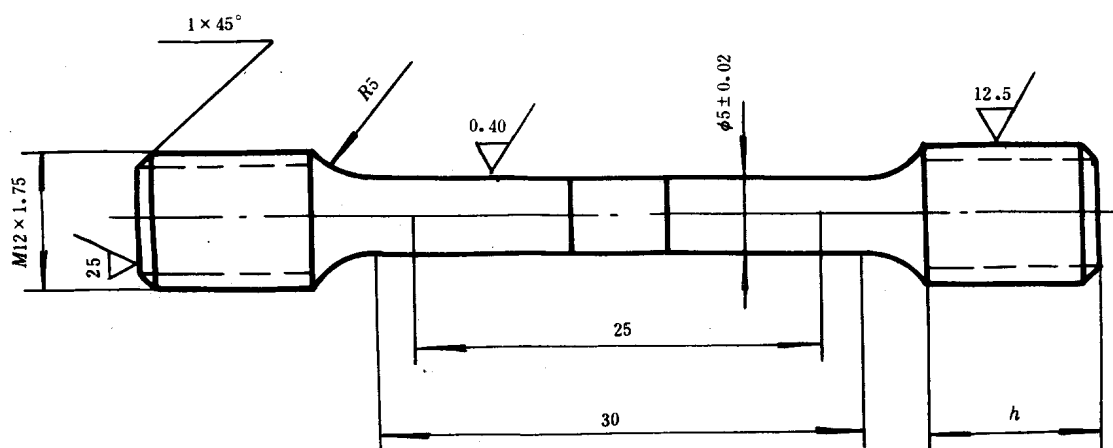


图 9

5.2 试验方法

5.2.1 高温拉伸试验的试验方法按 GB 4338,试验温度按焊件的设计要求。

5.3 合格标准

5.3.1 高温拉伸试验的合格标准为:焊接接头的抗拉强度和屈服点不低于试验温度下母材规定值的下

限

6 全焊缝金属拉伸试验

6.1 试样尺寸

6.1.1 全焊缝金属拉伸试验的试样尺寸按图 10, 试样标距部分的直径 d_0 应按焊缝横断面尺寸选用下列优先数系中的最大值, $d_0 = 3, 5, 6, 8, 15, 20$ mm, d_0 的尺寸偏差按表 4。图 10 中, 过渡圆弧半径 $R = 0.5d_0$, 标距长度 $l_0 = 5d_0$ 。

表 4

mm

| | | | |
|-------|------------|-----------|-----------|
| d_0 | 3 | 5, 6, 8 | 15, 20 |
| 尺寸偏差 | ± 0.05 | ± 0.1 | ± 0.2 |

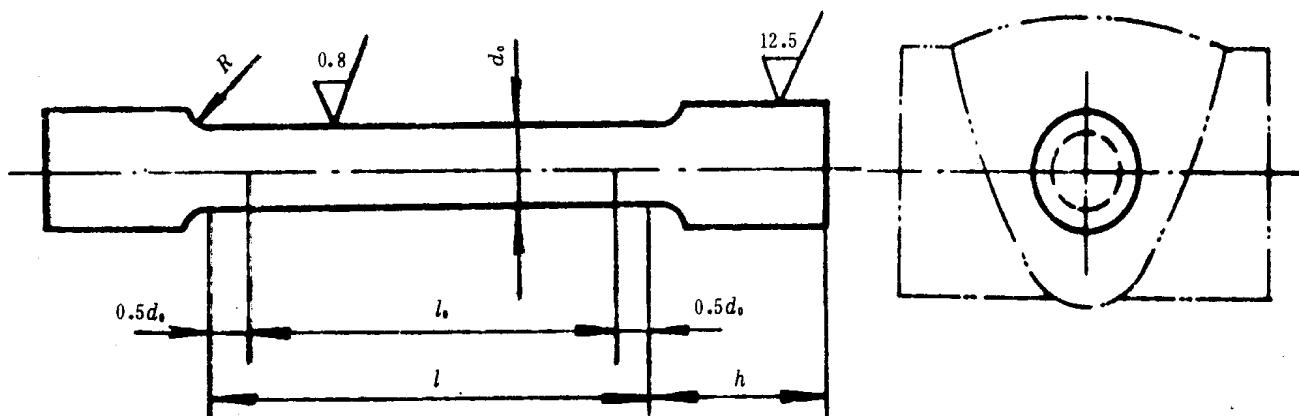


图 10

6.2 试验方法

6.2.1 全焊缝金属拉伸试验的试验方法按 GB 2651。

6.3 合格标准

6.3.1 全焊缝金属拉伸试验的合格标准为:

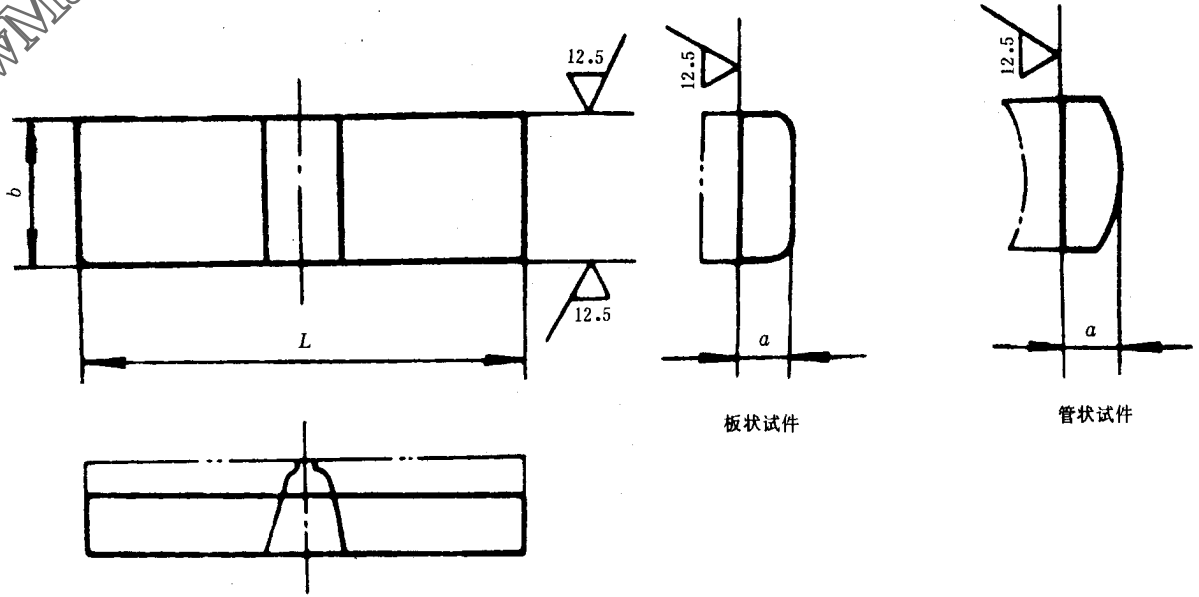
a. 焊缝金属的抗拉强度和屈服点不低于母材规定值的下限。如果母材抗拉强度规定值的下限大于 490 N/mm^2 , 并且焊缝金属的屈服点高于母材规定值的下限, 则允许焊缝金属的抗拉强度比母材抗拉强度规定值的下限低 19.6 N/mm^2 。

b. 焊缝金属的伸长率 δ_5 不小于母材规定值的 80%。

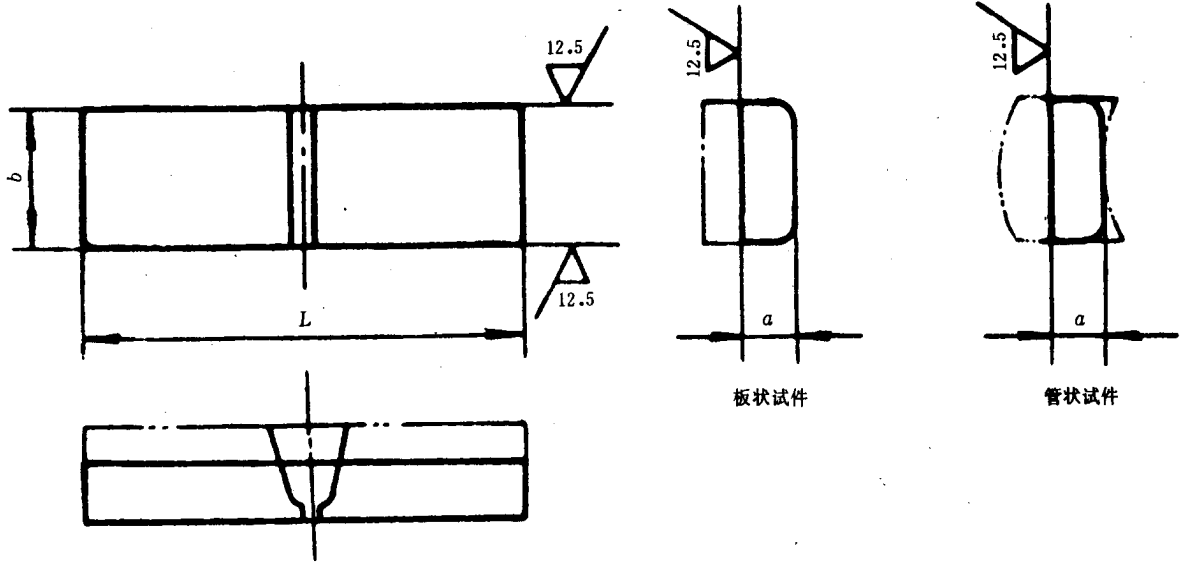
7 弯曲试验

7.1 试样尺寸

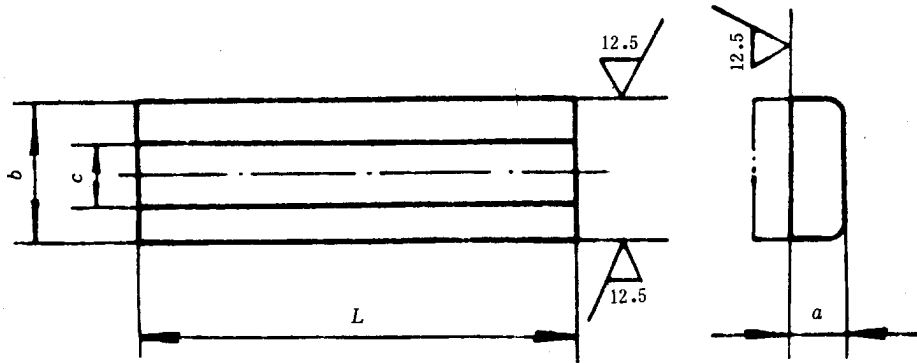
7.1.1 弯曲试验的试样尺寸按图 11 和表 5。试样拉伸面的两棱角应修成半径不大于 2 mm 的圆角, 拉伸面上焊缝两侧中至少一侧的母材应保持原始表面, 但允许用机械方法除去管子和焊缝表面的不平整部分。



a 横向面弯

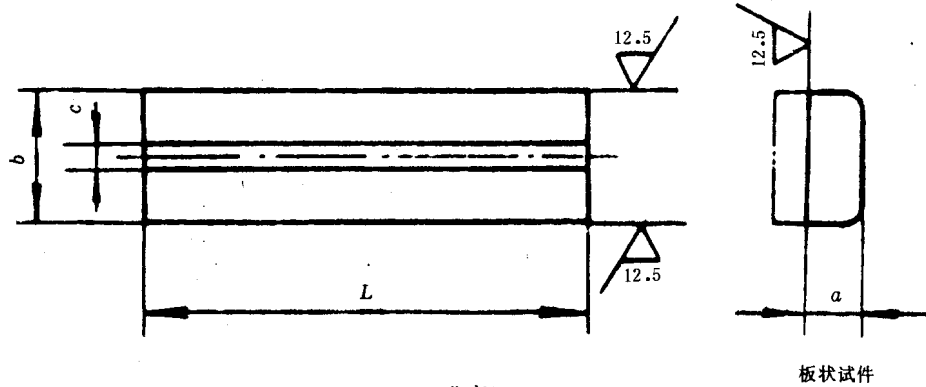


b 横向背弯



c 纵向面弯

图 11



d 纵向背弯

板状试样

续图 11

表 5

mm

| 尺寸 | 图号 | 试件厚度 A | 数值 | |
|----|---------|--------|----------------|-------------|
| L | 图 11a~d | — | 5.5 a + 100 | |
| b | 图 11a,b | — | 板状试样 | 30 |
| | | | 管状试样 | 10 ≤ b ≤ 38 |
| | 图 11c,d | — | c + 10 但不小于 30 | |
| a | 图 11a~d | ≤ 20 | A | |
| | | > 20 | 20 | |

7.1.2 异种钢焊接接头弯曲试验可采用纵向弯曲试样。

7.2 试验方法

7.2.1 弯曲试验的试验方法按 GB 2653, 弯芯直径为 3 a, 两支持辊间的距离为 5.2 a。弯曲角度按表 6, 异种钢接头的弯曲角度按强度较高一侧母材的要求。

表 6

| 钢种 | 碳素钢和奥氏体钢 | | 低合金钢和低合金耐热钢 | |
|---------|----------|-----|-------------|-----|
| | 单面焊 | 双面焊 | 单面焊 | 双面焊 |
| 弯曲角度(°) | 90 | 180 | 50 | 100 |

7.3 合格标准

7.3.1 弯曲试验的合格标准为:当弯曲到规定的弯曲角度后,焊缝拉伸面沿试样宽度方向上所允许出现的裂纹或缺陷不大于 1.5 mm,沿试样长度方向上为不大于 3 mm,试样四棱开裂不计,但确因夹渣或其他焊接缺陷引起的试样棱角开裂的长度应计入评定。

8 常温冲击试验

8.1 试样尺寸

8.1.1 常温冲击试验采用 GB 2650 中的 V 型缺口试样。试样缺口按试验要求可分别开在焊缝金属、熔合线或热影响区。

8.1.2 焊缝金属试样应从含最后焊层的焊缝中切取,试样的上表面离母材 1~2 mm,缺口轴线应垂直

于母材表面并处于焊缝断面的中心。

热影响区试样缺口轴线应垂直于焊缝轴线,缺口轴线至熔合线的距离按焊接该试件时所用焊接工艺的评定报告。

8.2 试验方法

8.2.1 常温冲击试验的试验方法按 GB 2650,试验温度按母材材料技术条件中对母材冲击试验所规定的试验温度。

8.3 合格标准

8.3.1 常温冲击试验的合格标准为:每一部位 3 个试样冲击功的算术平均值不低于母材冲击功规定值的下限,并且低于规定值下限但不低于下限 70%的试样数量不多于 1 个。

9 试验结果

9.1 评定

9.1.1 机械性能试验所要求的试验项目均合格时,该试样所代表的焊接接头机械性能试验合格。

9.1.2 如果由于操作不当或设备故障而影响试验结果的准确性时,该试验结果可不予考虑并补作试验。

9.1.3 机械性能试验中某个试验项目不合格时应准予复试,复试方法可按以下两者任择其一:

a. 从原焊制的试件中对不合格项目重新取样进行试验,试验数量除常温冲击试验仍为 3 个外,其他试验项目为原规定数量的两倍。

b. 将原焊制的试件重新热处理或与产品一起热处理后按原规定的试验项目全部重新取样进行试验。

复试时,除常温冲击试验外其他试验项目的合格标准与初试相同,常温冲击试验的合格标准为:3 个初试试样和 3 个复试试样冲击功的算术平均值不低于母材冲击功规定值的下限,并且最多只有 2 个试样的冲击功低于规定值的下限而且低于下限 70%的试样数量不多于 1 个。

复试结果合格时,该试样所代表的焊接接头机械性能试验合格,否则为不合格。

9.1.4 试样断口上如果有气孔和夹渣等缺陷但并不严重时,不影响机械性能试验结果的评定。当气孔和夹渣等缺陷比较严重时,应送交金相检验部门对该缺陷进行评定,如果确认为裂纹,即使机械性能试验所要求的试验项目均合格,试验结果仍应评定为不合格。

9.2 记录

9.2.1 各项试验均应有正式记录备查,记录内容为:

- a. 试样的型式和数量;
- b. 表 1 所规定考核指标的实测值;
- c. 缺陷情况。

对全焊缝金属拉力试验和冲击试验还应记录试验温度,对弯曲试验还应记录弯曲角度。

9.2.2 各项试验记录的保管期限至少五年。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由上海发电设备成套设计研究所、上海工业锅炉研究所归口。

本标准由上海发电设备成套设计研究所、上海工业锅炉研究所等起草。

自本标准实施之日起,JB 1614—83《锅炉受压元件焊接接头机械性能检验方法》作废。