

焊接接头脉动拉伸疲劳试验方法

Test method for pulsed tensile  
fatigue of welded joints

1 主题内容与适用范围

本标准规定了焊接接头的脉动拉伸疲劳试验方法。

本标准适用于钢材电弧焊对接接头及角接接头的脉动拉伸疲劳试验。

2 引用标准

GB 2651 焊接接头拉伸试验方法

GB 9447 焊接接头疲劳裂纹扩展速率试验方法

GB 10854 钢结构焊缝外形尺寸

3 术语及定义

3.1 脉动拉伸应力

是指最小应力为零或最小应力很小不发生脱位的拉伸交变应力。

3.2  $S$ (应力)— $N$ (循环次数)曲线图

以应力为纵轴,以应力循环次数为横轴所描绘的曲线图,通常称  $S-N$  曲线。

3.3 条件疲劳极限

是指能承受某一特定循环次数下的脉动拉伸应力的最大值。

4 试件制备

4.1 对接接头试件的焊接按图 1,十字形试件的焊接按图 2,加筋十字形试件的焊接按图 3。

关于焊接方法、坡口形式、焊缝尺寸及封底焊情况,按照产品工艺要求进行。

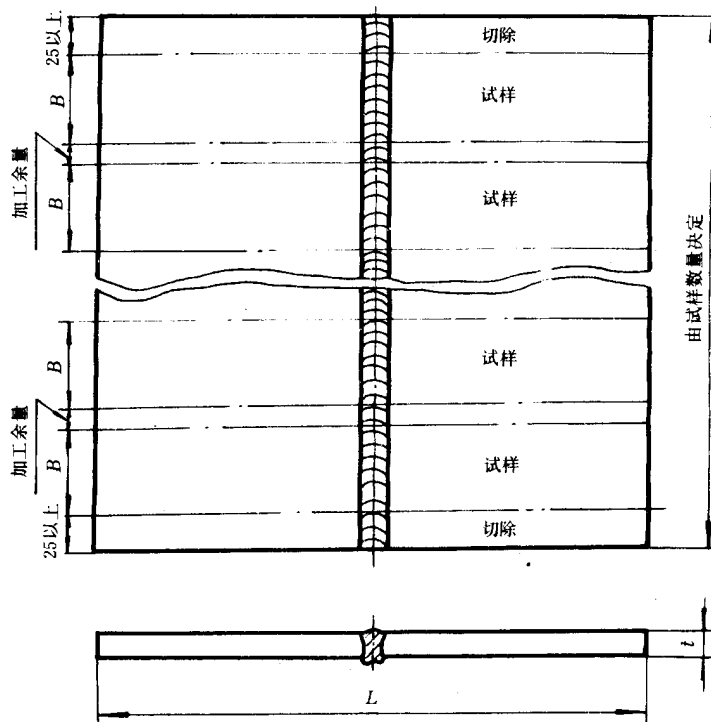


图 1 对接接头试件  
(1号及2号试样用)

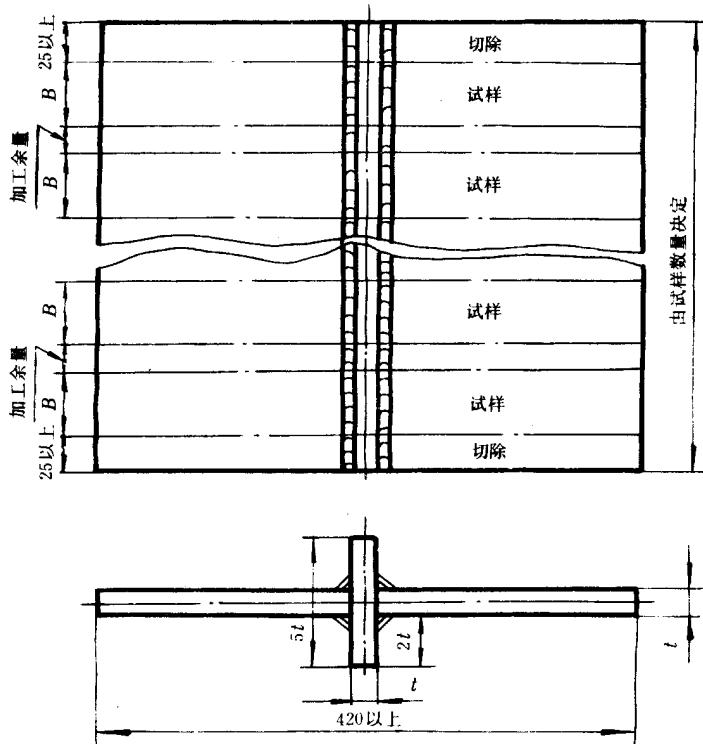


图 2 十字形角接接头试件  
(3号试样用)

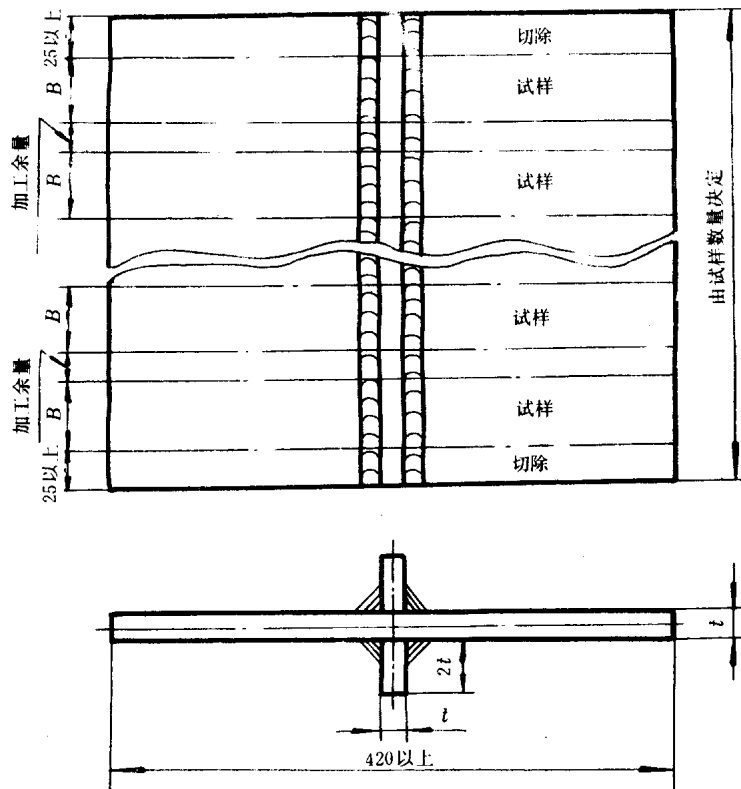


图3 加筋十字形角接头试件  
(4号试样用)

4.2 试件焊接不得产生角变形或错边,或按产品的技术要求规定。

### 5 试样

5.1 去除余高的对接接头试样(即1号试样)如图4及表1所示。

5.2 不去除余高的对接接头试样(即2号试样)如图5及表1所示。

1号、2号试样  $t$ 、 $W$ 、 $R$  的选取参照附录C(参考件)。

5.3 十字形角接头试样(即3号试样)如图6所示,  $W \geq 25$  mm。

5.4 加筋十字形角接头试样(即4号试样)如图7所示,  $W \geq 25$  mm。

5.5 机械加工的刀痕应顺受力方向

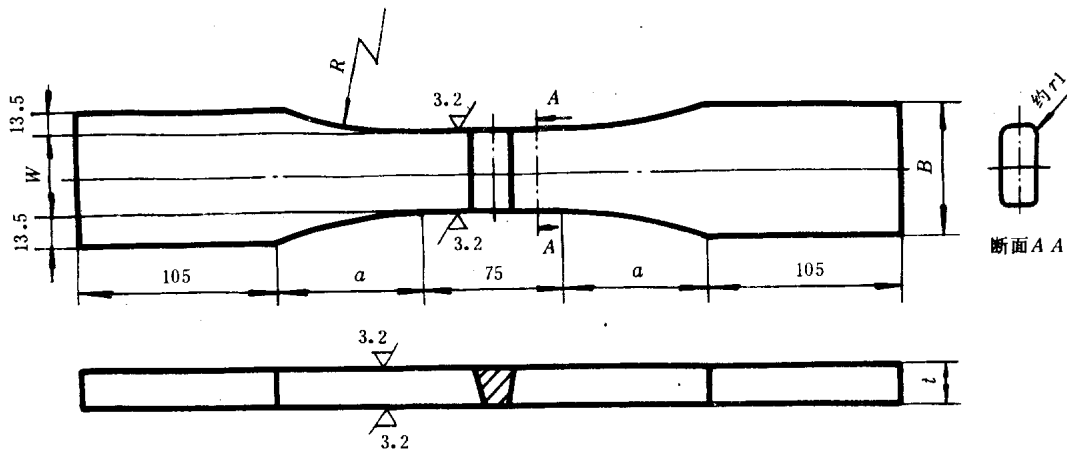


图4 1号试样

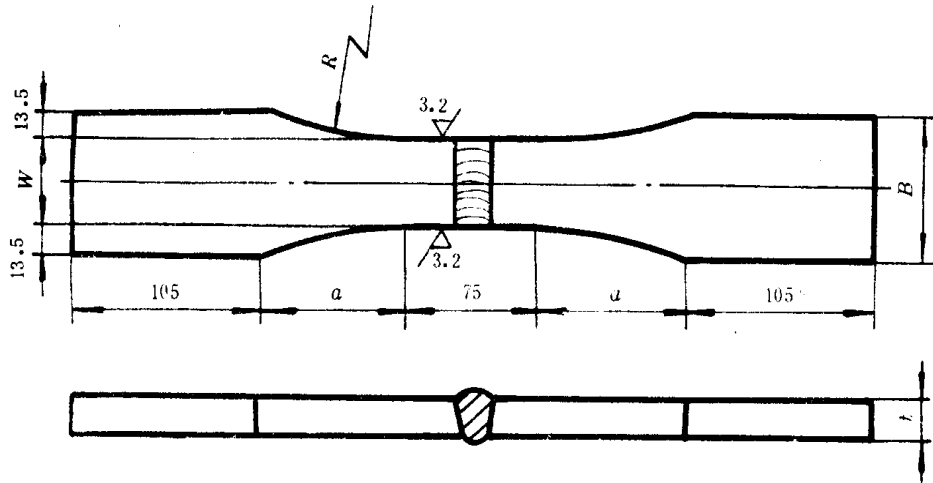


图 5 2号试样

表 1 尺寸表

mm

	50	40	31.5	25
<i>W</i>	50	40	31.5	25
<i>B</i>	77	67	58.5	52
<i>R</i>	285	—	230	—
<i>a</i>	87	—	77.5	—

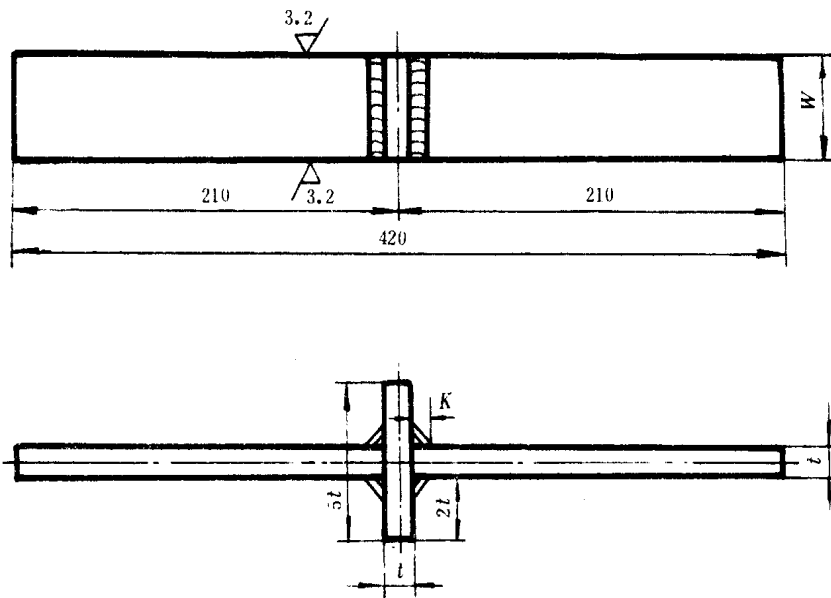


图 6 3号试样

注：图 6 中，试验时希望断在角焊缝时，取焊角  $K$  为板厚  $t$  的  $\frac{1}{2}$ ，即  $K = \frac{1}{2}t$ ；希望断在角焊缝焊趾时，可取  $K \geq t$ 。

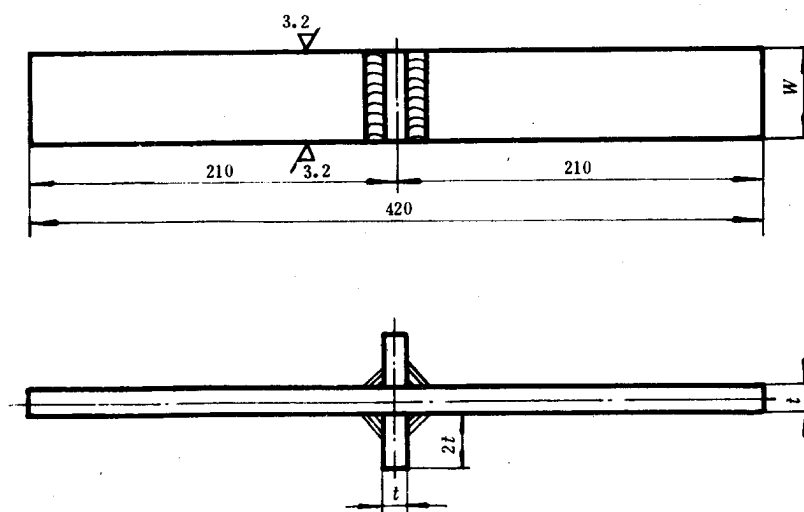


图7 4号试样

## 6 试验机

- 6.1 要使用能够实现脉动拉伸的疲劳试验机。
- 6.2 要有合适的试样夹紧装置。夹具能够保证试样对中，最小偏心的要求见附录A(补充件)，在试验中试样不得发生滑脱。
- 6.3 试验前试验机要经过校验。
- 6.4 动载示波波动应小于或等于3%。

## 7 试验方法

- 7.1 试验时首先对试样反复施加载荷。此时最大应力应小于试验应力，最小应力一般按  $39 \text{ N/mm}^2$  控制。
- 7.2 试验时，试样在试验中不应松动，施加应力要迅速调到试验应力。试验应力误差不能超过  $\pm 2\%$ 。
- 7.3 除特殊要求外，试验的频率应在  $3 \sim 50 \text{ Hz}$  进行。
- 7.4 试验过程中不应中断。

## 8 数据处理方法

### 8.1 原横断面面积

#### 8.1.1 1号试样

在平行部分的中央断面上，测定平行部分的宽度  $W$  和厚度  $t$ ，把它们的乘积作为横断面面积  $A$ 。这时，加工尺寸误差必须在  $\pm 0.5\%$  以内。

#### 8.1.2 2号试样

从焊缝中心到两侧，各  $30 \text{ mm}$  的横断面上，测定母材平行部分的宽度  $W$  和厚度  $t$ ，求两个断面的面积，把它们的平均值作为横断面面积  $A$ 。此时，加工尺寸误差必须在  $\pm 1\%$  以内。

#### 8.1.3 3号试样

从离两侧的角焊缝焊趾处各约  $10 \text{ mm}$  的横断面上，测定母材的宽度  $W$  和厚度  $t$ ，求两个横断面的面积，把它们的平均值作为母材原横断面面积  $A$ 。

此外，测定试样两侧面各角焊缝焊脚  $K$ ，求它的平均值  $\bar{K}$  及  $W$  的平均值  $\bar{W}$ ，把  $1.4\bar{W} \cdot \bar{K}$  作为焊缝原横断面面积  $A_T$ 。此时，加工尺寸误差在  $\pm 1\%$  以内，焊脚应符合 GB 10854。

#### 8.1.4 4号试样

从离两侧的角焊缝外约 10 mm 的母材横断面上,测定宽度  $W$  和厚度  $t$ , 求出两个横断面的面积, 其平均值作为母材横断面面积  $A$ , 此时, 加工尺寸误差必须在  $\pm 1\%$  以内。

#### 8.2 应力

应力为试验载荷除以按第 8.1 条所求得的断面面积  $A$  或  $A_T$  的商。

#### 8.3 循环次数

循环次数是指试样的载荷达到试验额定值开始, 直到断裂或看到明显的疲劳裂纹(例如 0.5 mm) 为止的循环数。

#### 8.4 S-N 曲线

采用双对数坐标绘制 S-N 曲线, 纵轴为应力。

#### 8.5 条件疲劳极限

条件循环数可为  $1 \times 10^5$ 、 $5 \times 10^5$ 、 $2 \times 10^6$ 、 $1 \times 10^7$  中的任何一个, 条件疲劳极限按下列方法确定:

##### 8.5.1 从 S-N 曲线图中确定

试验点有六个以上, 而且能得到光滑的 S-N 曲线时, 描出试验偏差的下限曲线。与条件循环数直线的交点即为该条件循环数下的条件疲劳极限。

##### 8.5.2 按逼近法确定

经过同样的脉动应力试验的五个试样, 在特定的条件循环数后, 均未断裂; 在比该应力略大的应力断裂时, 则把这个应力叫做该循环数的条件疲劳极限, 若要求保证条件疲劳极限在某一值时, 用这个应力对五个试样进行试验, 任何一个都没有断裂时即可。

### 9 报告

报告格式按附录 B(补充件)。

附录 A  
偏心的要求  
(补充件)

A1 试样有弯曲或试样中心线与试验机的载荷轴线之间有偏心。在加上拉伸载荷时,试样上要产生弯曲应力。这种弯曲应力对于试验结果有影响,因此必须尽量减小。在试验状态下,弯曲应力对拉伸应力的比率不大于 10%。

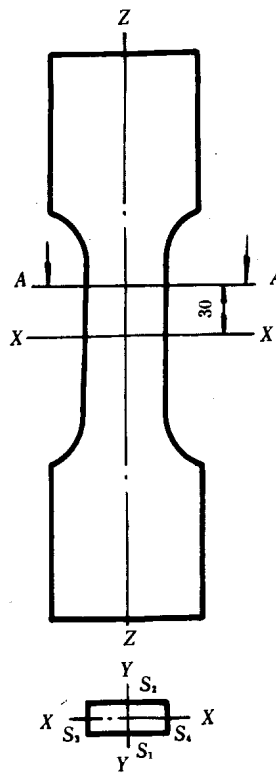
同时,这个弯曲应力对拉伸应力的比率,通常按如下方法求得。

如图 A1 所示,在离试样中心 30 mm 的 A-A 断面上,测定宽度及厚度各自的中心处长度方向上的应力  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  和  $S_4$ ,再按(A1)及(A2)式求出 X 轴及 Y 轴周围的弯曲应力对拉伸应力的比率  $P_x P_y$

$$P_x = \frac{\pm 2(S_1 - S_2)}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4} \times 100\% \dots\dots\dots(A1)$$

$$P_y = \frac{\pm 2(S_3 - S_4)}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4} \times 100\% \dots\dots\dots(A2)$$

其中,各式右边前面的正负号要适当选择,以使  $P_x$  及  $P_y$  为正值。



断面 A A

图 A1

www.newmaker.com

附录 B  
试验报告格式  
(补充件)

B1 试验报告按表 B1。

表 B1 试验报告

实验名称:				实验日期:		实验人:		
母 材				焊 接 条 件				
钢种:		化 学 成 份 ， %	C	焊接方法		焊接位置		
标准牌号:			Si	焊接材料种类		直径 牌号		
板厚:			Mn	坡口形式				
机 械 性 能	拉伸强度, N/mm <sup>2</sup>		P	焊接电流, A		焊接电 压, V		
	屈服强度, N/mm <sup>2</sup>		S	焊接速度, m/s		运 条 法		
	延伸率, %		其 它	预热温度, C		后热温度, C		
	硬度:			喷丸硬化		表面加工		
	脉动拉伸疲劳极限			焊接区硬度		焊缝金属 热影响区		
脉动拉伸条件疲劳极限		其 它						
试 验 机				试 样				
种类:				1 号				
容量:				2 号				
循环数: 次/分				3 号				
对中度:				4 号				
				其它				



续表 B1

试验类别	试验号	母材横断面			焊缝横断面				载荷		应力, N/mm <sup>2</sup>			断裂时循环数	断裂情况	备注
		宽 W mm	厚 t mm	横断面 面积 A=W·t mm <sup>2</sup>	焊脚长 K mm	平均 焊脚长 K mm	平均宽 W mm	横断面 面积 1.4 W·K mm <sup>2</sup>	最大 N	最小 N	最 大	最 小	全 振 幅 (Δσ)			

(S-N 曲线图)

疲劳强度 N/mm<sup>2</sup>  
(N= )

附录 C

试件 t、W、R 的选择

(参考件)

C1 试验机的动载容量为 20 t 时, 试样厚度 t 与试样平行部位宽度 W 的关系, 原则上以表 C1 为准。试验机的容量较大时, 在相同的宽度下可进行更厚试样的试验。

表 C1

mm

t	≤10	>10~12.5	>12.5~16	>16~20
W	50	40	31.5	25

C2 对于 1 号及 2 号试样, 当 W=50 mm 时, 如果取 R=230 mm, 则应力集中系数(A)为 1.05, 断在 R 过渡处的可能性很大, 为防止这一点, 希望 A≤1.03, 但这样一来, R 变大, 加工上有困难, 而且试样变长。因此, 方法容许 A=1.04, R=285 mm。

对于 1 号试样, 其平行部位断面的 4 个棱角的加工程度对疲劳强度有影响, 因此为尽量统一起见, 规定圆角 r 大约为 1 mm。这种加工, 可用锉刀等轻轻锉削来完成。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部哈尔滨焊接研究所归口并起草。

本标准起草人张宝昌、焦伟。