

---

# 超声波探伤检验标准

---

# 超声波探伤检验标准

## 1 目的

为了满足公司发展需要，特制定我公司液压支架超声波探伤件检验标准，提供超声波探伤检验依据，制定超声波探伤结果评定标准。

## 2 主要内容及使用范围

规定了检验焊缝及热影响区缺陷，确定缺陷位置、尺寸和缺陷评定的一般方法及探伤结果的分级方法，适用于母材不小于 8mm 的铁素体类钢全焊透熔化焊对接焊缝脉冲反射法手工超声波探伤检验，不适用于以下情况焊缝的探伤检验：

- 1) 铸钢及奥氏体不锈钢焊缝；
- 2) 外径小于 159mm 的钢管对接焊缝；
- 3) 内径小于等于 200mm 的管座角焊缝；
- 4) 外径小于 250mm 和内外径之比小于 80% 的纵向焊缝。

## 3 检验等级

### 3.1 检验等级的分级

根据质量要求检验等级分为 A.B.C 三级，检验的完善程度 A 级最低，B 级一般，C 级最高，检验工作的难度系数按 A.B.C 顺序逐级增高。应按照工件的材质.结构.焊接方法，使用条件及承受载荷的不同，合理地选用检验级别。检验等级应按产品技术条件和有关规定选择或经合同双方协商选定。

注：A 级难度系数为 1，B 级为 5-6，C 级为 10-12。

### 3.2 检验等级的检验范围

A 级检验采用一种角度的探头在焊缝的单面单侧进行检验，只对允许扫查到的焊缝截面进行探测。一般不要求作横向缺陷的检验。母材厚度大于 50mm 时，不得采用 A 级检验。

B 级检验原则上采用一种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，对整个焊缝截面进行探测。受几何条件的限制，可在焊缝的双面单侧采用两种角度探头进行探伤。母材厚度大于 100mm 时，采用双面双侧检验。条件允许时应作横向缺陷的检验。

C 级检验至少要采用两种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验。同时要作两个扫查方向和两种探头角度的横向缺陷检验。母材厚度大于 100mm 时，采用双面双侧检验。其它附加要求是：

- a. 对接焊缝余高要磨平，以便探头在焊缝上作平行扫查；
- b. 焊缝两侧斜探头扫查经过的母材部分要用直探头作检查；
- c. 焊缝母材厚度大于等于 100mm，窄间隙焊缝母材厚度大于等于 40mm 时，一般要增加串列式扫查。

### 3.3 检验等级的区别

A、B、C 三种检验等级之间有所区别，现将其探头种类数、面数、侧数、板厚等方面的区别简单列于表一中：

表一

| 检验等级<br>板厚 | A              | B                       | C                       |
|------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| <50        | 一种角度探头<br>单面单侧 | 一种角度探头<br>单面双侧或双面单<br>侧 | 两种角度探头<br>单面双侧或双面单<br>侧 |
| >50~100    | 不适用            |                         |                         |
| >100       | 不适用            | 一种角度探头<br>双面双侧          | 两种角度探头<br>双面双侧          |

### 3.4 本公司选用检验等级

结合本公司产品结构特点，及焊后焊缝特性，规定超声波探伤检验等级主要采用 A 级，以 B 级辅助，特殊情况时选用 C 级检验。

## 4 初始检验

### 4.1 一般要求

4.1.1 探头移动区应清除焊接飞溅、铁屑、油垢及其他外部杂质，探伤表面应平整光滑，便于探头的自由扫查，其表面粗糙度不应超过  $6.3\ \mu\text{m}$ ，必要时应进行打磨，超声波探伤检验应在焊缝及探伤表面经外观检查合格且满足以上要求后进行。

4.1.2 检验前，探伤人员应了解受检工件的材质、结构、曲率、厚度、焊接方法、焊缝种类、坡口形式、焊缝余高及背面沉淀、沟槽等情况。

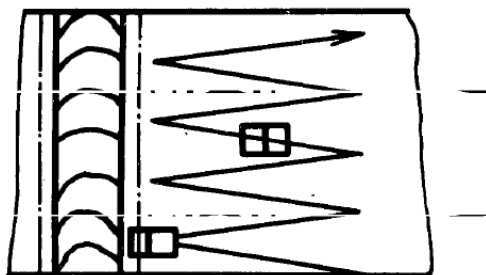
4.1.3 探伤灵敏度应不低于评定线灵敏度。

4.1.4 扫查速度不应大于  $150\text{mm/s}$ ，相邻两次探头移动间隔保证至少有探头宽度 10% 的重叠。

4.1.5 对波幅超过评定线的反射波，应根据探头位置、方向、反射波的位置及 4.1.2 条了解的焊缝情况，判断其是否为缺陷。判断为缺陷的部位应在焊缝表面作出标记。

### 4.2 平板对接焊缝的检验

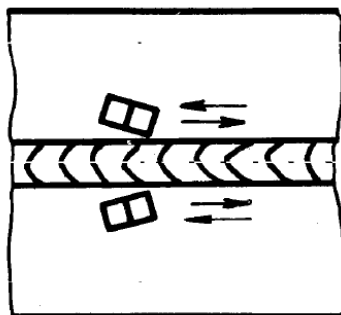
4.2.1 为探测纵向缺陷，斜探头垂直于焊缝中心线放置在探伤面上，做锯齿型扫查（如图一）。探头前后移动的范围应保证扫查到全部焊缝截面及热影响区。在保持探头垂直焊缝做前后移动的同时，还应做  $10^\circ \sim 15^\circ$  的左右转动。



图一：锯齿形扫查

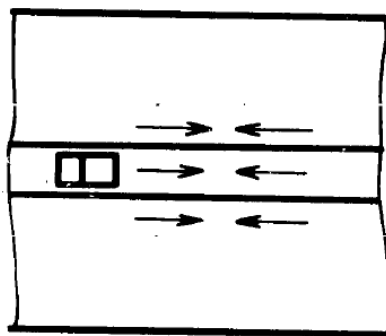
4.2.2 为探测焊缝及热影响区的横向缺陷应进行平行和斜平行扫查。

a. B 级检验时，可在焊缝两侧边缘使探头与焊缝中心线成  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  做斜平行扫查（如图二）



图二：斜平行扫查

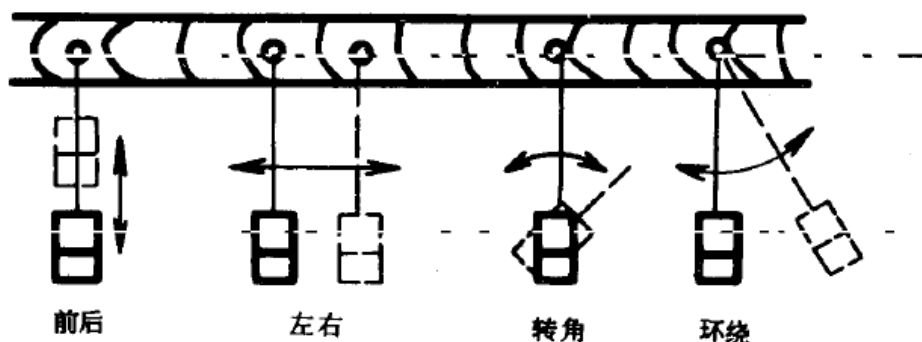
b. C 级检验时，可将探头放在焊缝及热影响区上做两个方向的平行扫查（如图三），焊缝母材厚度超过 100mm 时，应在焊缝的两面做平行扫查或者采用两种角度探头（ $45^{\circ}$  和  $60^{\circ}$  或  $45^{\circ}$  和  $70^{\circ}$  并用）做单面两个方向的平行扫查，亦可用两个  $45^{\circ}$  探头做串列式平行扫查。



图三：平行扫查

c. 对电渣焊缝还应增加与焊缝中心线成  $45^{\circ}$  的斜向扫查。

4.2.3 为确定缺陷的位置、方向、形状、观察缺陷动态波形或区分缺陷讯号与伪讯号，可采用前后、左右、转角、环绕等四种探头基本扫查方式（如图四）



图四：四种基本扫查方法

### 4.3 曲面工件对接焊缝的检验

4.3.1 探伤面为曲面时，应采用 4.2 条的方法进行检验，C 级检验时，受工件几何形状限制，横向缺陷探测无法实施时，应在检验记录中予以注明。

4.3.2 环缝检验时,对比试块的曲率半径为探伤面曲率半径 0.9-1.5 倍的对比试块均可采用,探测横向缺陷时按 4.3.3 条的方法进行。

4.3.3 纵缝检验时,对比试块的曲率半径与探伤面曲率半径之差应小于 10%。

4.4 其他结构焊缝的检验

4.4.1 一般原则

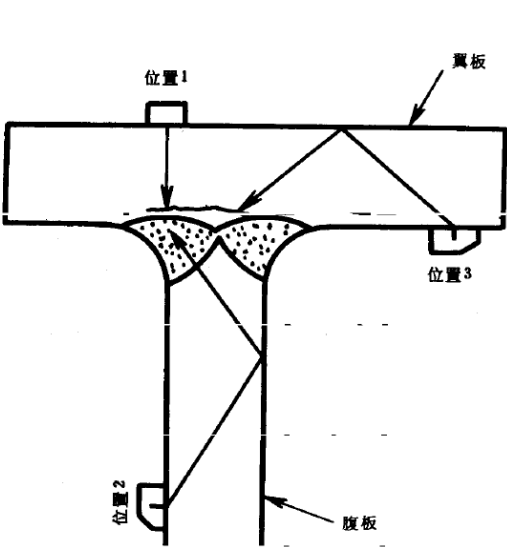
- a. 尽可能采用平板焊缝检验中已经行之有效的各种方法;
- b. 在选择探伤面和探头时应考虑到检测各种类型缺陷的可能性,并使声束尽可能垂直于该结构焊缝中的主要缺陷。

4.4.2 T 型接头

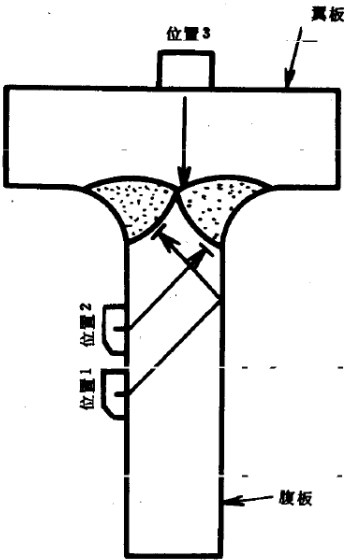
4.4.2.1. 腹板厚度不同时,选用的折射角见表二,斜探头在腹板一侧做直射法和一次反射法探伤见图五位置 2。

表二：腹板厚度与选用的折射角

| 腹板厚度, mm | 折射角              |
|----------|------------------|
| <25      | 70° (K2.5)       |
| 25~50    | 60° (K2.5, K2.0) |
| >50      | 45° (K1, K1.5)   |



图五：T 型接头



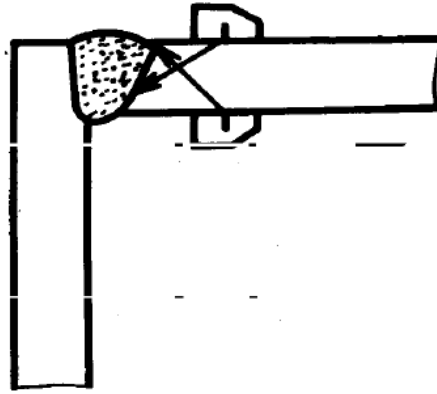
图六：T 型接头

4.4.2.2 采用折射角 45° (K1)探头在腹板一侧做直射法和一次反射法探测焊缝及腹板侧热影响区的裂纹 (如图六)。

4.4.2.3 为探侧腹板和翼板间未焊透或翼板侧焊缝下层状撕裂等缺陷,可采用直探头 (图五位置 1) 或斜探头 (图六位置 3) 在翼板外侧探伤或采用折射角 45° (K1) 探头在翼板内侧做一次反射法探伤 (图五位置 3)。

4.4.3 角接接头

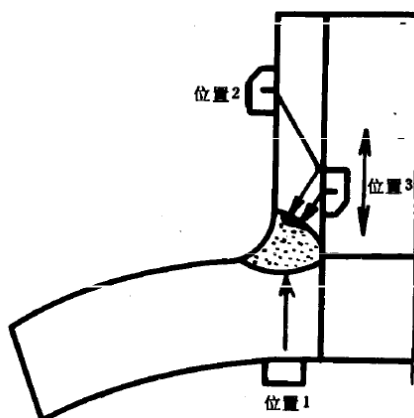
角接接头探伤面及折射角翼板按图七和表二选择。



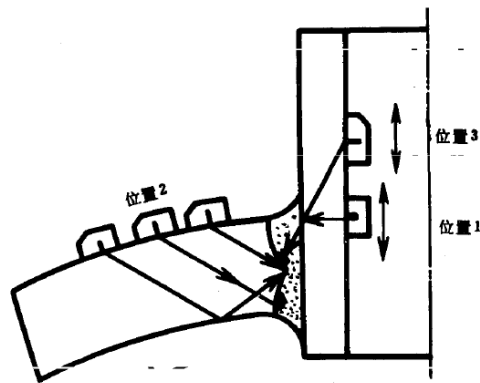
图七：角接头

#### 4.4.4 管座角焊缝

4.4.4.1 根据焊缝结构形式，管座角焊缝的检验有如下五种探测方式，可选择其中一种或几种方式组合实施检验。探测方式的选择应由合同双方商定，并重点考虑主要探测对象和几何条件的限制（图八、九）



图八：管座角焊缝



图九：管座角焊缝

- 在接管内壁表面采用直探头探伤（图八位置 1）
- 在容器内表面用直探头探伤（图九位置 1）
- 在接管外表面采用斜探头探伤（图九位置 2）
- 在接管内表面采用斜探头探伤（图八位置 3，图九位置 3）
- 在容器外表面采用斜探头探伤（图八位置 2）

4.4.4.2 管座角焊缝以直探头检验为主，对直探头扫查不到的区域或结构，缺陷方向性不适合采用直探头检验时，可采用斜探头检验，斜探头检验应符合 5.4.1 条的规定。

#### 4.4.5 直探头检验的规程

- 推荐采用频率 2.5MHZ 直探头或双晶探头，探头与工件接触面的尺寸  $W$  应小于  $2R^{0.5}$
- 灵敏度可在与工件同曲率的试块上调节，也可采用算法或 DGS 曲线法，以工件底面回波调节，其检验等级评定见表三

表三：直探头检验等级评定

| 灵敏度   | 检验等级     |          |          |
|-------|----------|----------|----------|
|       | A        | B        | C        |
| 评定灵敏度 | $\Phi 3$ | $\Phi 2$ | $\Phi 2$ |
| 定量灵敏度 | $\Phi 4$ | $\Phi 3$ | $\Phi 3$ |
| 判废灵敏度 | $\Phi 6$ | $\Phi 6$ | $\Phi 4$ |

## 5 规定检验

### 5.1 一般要求

5.1.1 规定检验只对初始检验中标记的部位进行检验。

5.1.2 探伤灵敏度应调节到评定灵敏度。

5.1.3 对所有反射波幅超过定量线的缺陷均应确定其位置，最大反射波幅所在区域和缺陷指示长度。

### 5.2 最大反射波幅的测定

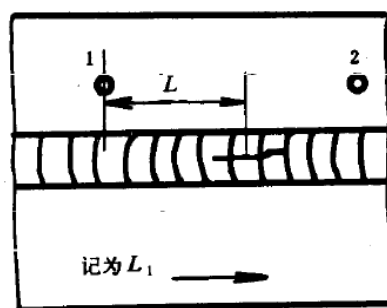
5.2.1 对判定为缺陷的部位，采取 4.2.3 条的探头扫查方式、增加探伤面、改变探头折射角度进行探测，测出最大反射波幅并与距离-波幅曲线做比较，确定波幅所在区域。波幅测定的允许误差为 2dB。

5.2.2 最大反射波幅 A 与定量线 SL 的 dB 差值记为  $SL \pm \text{dB}$ 。

### 5.3 位置参数的测定

5.3.1 缺陷位置以获得缺陷最大反射波的位置来表示，根据相应的探头位置和反射波在荧光屏上的位置来确定如下全部或部分参数。

a. 纵坐标 L 代表缺陷沿焊缝方向的位置。以检验区段编号为标记基准点（即原点）建立坐标。坐标正方向距离 L 表示缺陷到原点之间的距离（如图十）



图十：纵坐标 L 示意图

c. 横坐标 q 代表缺陷离开焊缝中心线的垂直距离，可由缺陷最大反射波位置的水平距离或简化水平距离求得。

5.3.2 缺陷的深度和水平距离（或简化水平距离）两数值中的一个可由缺陷最大反射波在荧光屏上的位置直接读出，另一数值可采用计算法、曲线法、作图法或缺陷定位尺求出。

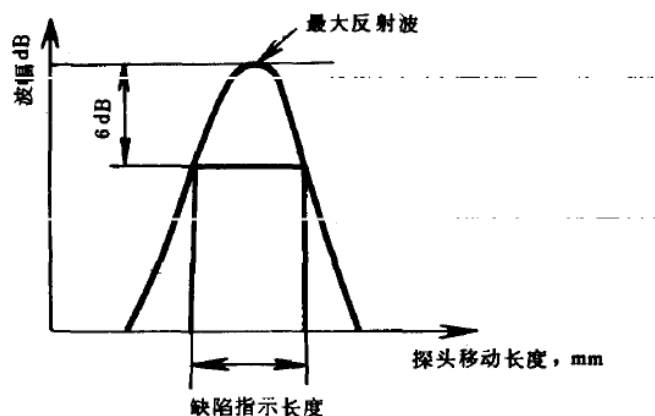
### 5.4 尺寸参数的测定

应根据缺陷最大反射波幅确定缺陷当量值  $\Phi$  或测定缺陷指示长度  $\Delta L$ 。

5.4.1 缺陷当量  $\Phi$ ，用当量平底孔直径表示，主要用于直探头检验，可采用公式计算、GS 曲线、试块对比或当量计算尺确定缺陷当量尺寸。

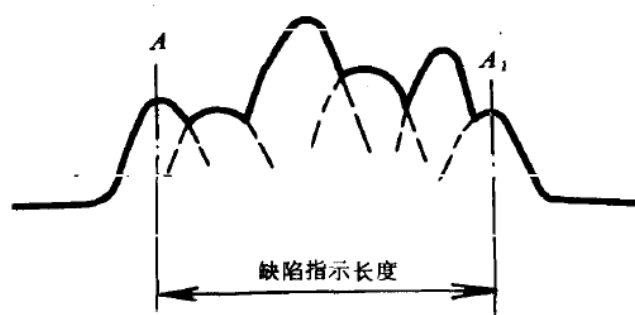
5.4.2 缺陷指示长度  $\Delta L$  的测定推荐采用如下二种方法。

a. 当缺陷反射波只有一个高点时，用降低 6dB 相对灵敏度法测长（如图十一）



图十一：相对灵敏度测长法

b. 在测长扫查过程中，如发现缺陷反射波峰值起伏变化；有多个高点，则以缺陷两端反射波极大值之间探头的移动长度确定为缺陷指示长度，即端点峰值法（如图十二）



图十二：端点峰值测长法

## 6 缺陷评定

6.1 超过评定线的信号应注意其是否具有裂纹等危害性缺陷特征，如有怀疑时应采取改变探头角度、增加探伤面、观察动态波形、结合结构工艺特征做判定，如对波型不能准确判断时，应辅以其他检验做综合判定。

6.2 最大反射波幅位于Ⅱ区的缺陷，其指示长度小于 10mm 时按 5mm 计。

6.3 相邻两缺陷各向间距小于 8mm 时，两缺陷指示长度之和作为单个缺陷的指示长度。

## 7 超声波探伤检验结果的等级分类

7.1 最大反射波幅位于Ⅱ区的缺陷，根据缺陷指示长度按下表的规定予以评级。

表四：缺陷等级分类

| 检验等级<br>板厚 | A                     | B                           | C                          |
|------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 评定等级       | 8-50                  | 8-300                       | 8-300                      |
| I          | 2 $\delta$ /3; 最小 12。 | $\delta$ /3 最小 10<br>最大 30  | $\delta$ /3 最小 10<br>最大 20 |
| II         | 3 $\delta$ /4; 最小 12。 | 2/3 $\delta$ 最小 12<br>最大 50 | $\delta$ /3 最小 10<br>最大 30 |

|     |                    |                            |                            |
|-----|--------------------|----------------------------|----------------------------|
| III | $<\delta$ ; 最小 20。 | $3/4\delta$ 最小 16<br>最大 75 | $2\delta/3$ 最小 12<br>最大 50 |
| IV  | 超过III级者            |                            |                            |

注：1.  $\delta$  为坡口加工侧母板厚，母材板厚不同时，以较薄侧板为准。

2. 管座角焊缝  $\delta$  为焊缝截面中心线高度。

7.2 最大反射波幅不超过评定线的缺陷，均评为 1 级。

7.3 最大反射波幅超过评定线的缺陷，检验者判定为裂纹等危害性缺陷时，无论其波幅和尺寸如何，均评为IV级。

7.4 反射波幅位于 I 区的非裂纹性缺陷，均评为 I 级

7.5 反射波幅位于III区的缺陷，无论其指示长度如何，均评定为IV级。

7.6 不合格的缺陷，应予返修，返修区域修补后，返修部位及补焊受影响的区域，应按原探伤条件进行复验。

## 8 本公司缺陷评定等级

8.1 被探伤焊缝的坡口深度范围内的缺陷参与评定。

8.2 缺陷的长度评定等级一般选取表四中的 A II 级。

8.3 当辅以 B 级或 C 级检验时，相应选取标准亦暂时按 II 级执行。

8.4 若之前本公司的相关规定与本标准内容相悖时，以本标准为准。

## 9 其他

9.1 本标准主要引用 GB/T11345-89 的相关内容，结合本公司实际情况而定。

9.2 本标准由质量管理控制中心负责起草，并负责解释、更新。

9.3 本标准自签发之日起生效。