

建筑钢结构焊缝超声波探伤

1 主题内容与适用范围

本标准规定了建筑钢结构焊缝超声波探伤方法及质量等级评定。

本标准适用于厚度为 8~203mm 建筑钢结构对接焊缝的超声波探伤。

本标准不适用于 T 型、Y 型或 K 型钢管对接焊缝的超声波探伤。

2 引用标准

GB 699 优质碳素结构钢技术条件

GB 11345 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级

JB 1152 锅炉钢制压力容器对接焊缝超声波探伤

ZB J04 001 A 型脉冲反射式超声波探伤系统工作性能测试方法

ZBY 230 A 型脉冲反射式超声波探伤仪通用技术条件

ZBY 232 超声探伤用 1 号标准试块技术条件

3 探伤人员

3.1 从事焊缝探伤人员应具有一定基础知识和焊缝探伤经验,并必须持有国家有关部门颁发的与其工作相适应的资格证书。

3.2 探伤人员应熟悉被探工件材质、焊接坡口形式、焊接工艺、缺陷可能产生的部位及性质等知识。

4 探伤仪和探头

4.1 超声波探伤仪应符合 ZB Y 230 的规定。

4.2 探头

4.2.1 直探头晶片形状为圆形,一般其晶片直径 $\phi 8 \sim \phi 30\text{mm}$;斜探头晶片形状为方形,晶片宽度为 12.7~25.4mm,长为 15.9~20.6 mm。

4.2.2 探头频率应为 2~5MHz,声束水平轴线偏离角不大于 2° 。

4.2.3 探头主声束垂直方向不应有明显的双峰。

4.2.4 斜探头在结构钢中的标称折射角 β 分别为 45° 、 60° 、 70° 。折射角实测值与标称值的偏差应不大于 $\pm 2^\circ$ 。

5 试块

5.1 标准试块 CSK-IA 应符合 ZB Y 232 的规定。

5.2 RC 试块应符合本标准附录 A(补充件)的规定。

6 检验准备

6.1 探伤面

6.1.1 焊缝外观及探伤表面经检查合格后方可进行探伤。

6.1.2 探伤表面探头移动区的飞溅、锈蚀、油污、油漆及氧化皮应清理,其表面应平整光滑,便于探头自由扫查。

6.2 耦合剂

6.2.1 选用机油或糊状物作耦合剂,并在其中可加入适量润滑剂或活性剂,以便改善耦合性能。

6.2.2 调节仪器和焊缝检验应采用相同的耦合剂。

6.3 母材检查

6.3.1 斜探头扫查时,声束通过的母材区域应用直探头对母材是否存在分层或缺陷进行检查。

6.3.2 直探头放置母材无缺陷处的底波至少调节到二次以上,一次底波调节到荧光屏满幅的 50%~70%。

6.3.3 影响斜探头扫查声束的下列缺陷必须测定其大小位置和深度,并在探伤表面作出记录:

a. 一次底波消失区域; b. 缺陷回波等于或大于一次底波的波幅。

6.3.4 由于母材分层的缺陷存在不能根据表 1 的要求进行斜探头扫查,但可采用下列三种方式检查整个焊缝区域:

a. 磨平焊缝表面; b. 从焊缝母材二面进行检查; c. 使用其他角度的斜探头检查。

6.4 探伤面及使用的折射角

6.4.1 探伤面选择

6.4.1.1 探伤面的选择如图 1 所示。

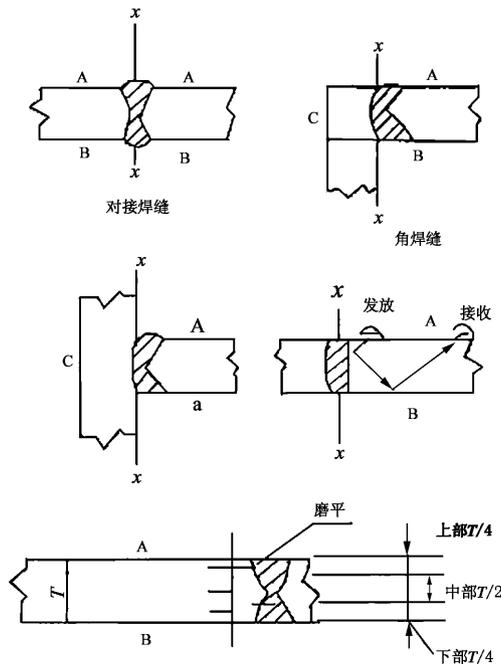


图 1 探伤面选择示意图

6.4.1.2 探头扫查分三种,每一种扫查 A 面进行,第二种扫查 A、B 面进行,第三种扫查在 A、B、C 三

面进行。

6.4.1.3 除表1规定的特殊情况外,包括带衬板的单面焊缝根部,亦采用第一种扫查方法。

6.4.1.4 当不磨平焊缝表面而影响焊缝探伤或因焊接件位置所限时,可采用第二种或第三种扫查方法

6.4.1.5 因焊缝厚度、形状及热影响区的影响时,可采用第一或第二种扫查方法。

6.4.1.6 采用表1中1G、6、8、9、12、14、15规定时,焊缝表面应当磨平;二个焊接头的A面应位于同一平面上。

6.4.2 探头折射角

6.4.2.1 探头折射角的选用如表1所示;表2表示表1中数字的意义。

表1 探头折射角选用表

焊接接头	类 型 材 料 厚 度 mm								
	8~19	>19~38	>38~64	>64~89	>89~114	>114~127	>127~165	>165~178	>178~203
对接焊缝	1 O	* 1 F	1G * 或 F 4	1G * 或 F 5	6 * 或 F 7	8 * 或 F 10	9 * 或 F 11	12 * 或 F 13	* 12 F
T字焊缝	1 O	F 1 或 XF	F 4 或 XF	F 5 或 XF	F 7 或 XF	F 10 或 XF	F 11 或 XF	F 13 或 XF	F — —
角焊缝	1 O	F 1 或 XF	1G F 或 或 4 XF	1G F 或 或 5 XF	6 F 或 或 7 XF	8 F 或 或 10 XF	9 F 或 或 11 XF	13 F 或 或 14 XF	— —
电弧焊 电渣焊	1 O	1 O	1G 或 1 4	1G P1 或 或 3 P3	6 或 P3 7	11 或 P3 15	11 或 P3 15	11 或 P3 15	11 或 P3 15

表2

折射角选用编号	焊缝厚度区域			折射角选用编号	焊缝厚度区域		
	上部 T/4	中部 T/4	下部 T/4		上部 T/4	中部 T/4	下部 T/4
1	70°			9	70°	60°	45°
2	60°			10	60°B	60°	
3	45°			11	45°B	70°	45°
4	60°	70°		12	70°	45°	70°B
5	45°	70°		13	45°		
6	70°		60°	14	70°	45°	
7	60°B	70°	60°	15	70°	70°AB	70°B
8	70°	60°		16			

6.4.2.2 表1和表2中的符号说明如下:

X——C面扫查;

G——磨平焊缝表面;

O——无特殊要求;

P——若只用45°及70°探头检测,必须在焊缝二侧用串列式探头对焊缝中部(板厚度的一半)的缺陷进行

评定, 串列式探头的波幅校正一般用单探头进行, 当交换二个探头时, 校正结果不应改变;

F——焊缝金属与母材的界面必须用 70° 、 60° 及 45° 探头进行评定。使入射声束尽可能垂直于熔合面;

* —— 只在求在焊缝金属和母材的界面上缺陷波高达到参考高度, 扫描灵敏度与第一栏中最初方法所使用灵敏度一致。

7 探伤仪、探头及系统主要性能校验

7.1 探伤仪的水平线性、垂直线性以及直探头与仪器组合灵敏度余量、组合分辨率按 ZB J04 001 中的第 4、5、6、7 各章测定。

7.2 斜探头入射点、斜探头与仪器组合灵敏度余量按 ZB J04 001 中第 9、12 章测定。

7.3 斜探头折射角测定, 探头置于图 2a 中 CSK-IA 试块位置 K 处(折射角为 $40^\circ \sim 60^\circ$)及位置 M 处(折射角为 $60^\circ \sim 70^\circ$), 前后移动探头, 使圆孔反射回波幅度最大, 读出探头入射点在试块侧面上所对应的刻度值即为斜探头折射角。读数精确到 0.5° 。

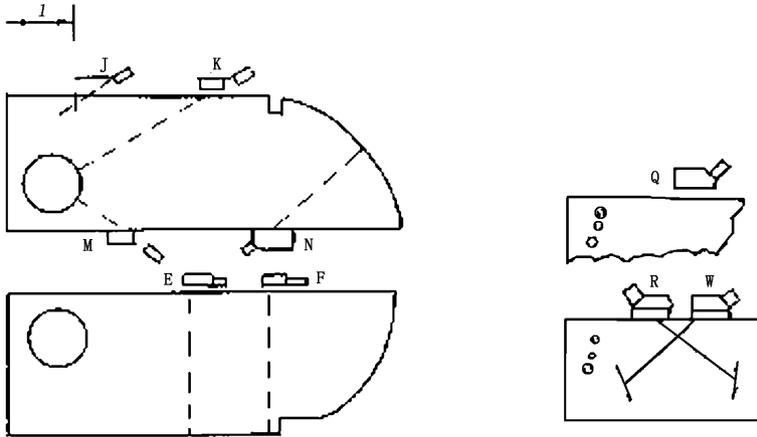


图 2 仪器校验调整方法图

7.4 斜探头组合分辨率应在 RC 试块(附录 A)上测定; 按图 2b 所示, 斜探头分别置于试块上位置 Q 处(折射角 70°), 位置 R(折射角 60°), 位置 W(折射角 45°), 超声探伤系统的分辨率应将三个孔的反射回波分开, 至少要区分出三个孔的反射回波的峰值。

7.5 探头前沿长度应小于 25.4mm, 校验方法按图 2a 把探头置于 CSK-IA 试块位置 J, 使 $\phi 1.5\text{mm}$ 的横孔反射回波幅度最大时, 探头前端与试块边缘之间最小允许距离 l 为:

当折射角 70° 则 $l = 50.8\text{mm}$

当折射角 60° 则 $l = 36.5\text{mm}$

当折射角 45° 则 $l = 25.4\text{mm}$

8 斜探伤时基线和参考波幅调整

8.1 将斜探头置于 CSK-IA 试块上 N 处如图 2a 所示, 根据被检件厚度和所用折射角, 确定探测声程距离, 使荧光屏上显示的回波以声程 1:1、1:2 或 2:1 等调整时基线。

8.2 探头置于图 2a 中 CSK-IA 试块上 J 处, 使 $\phi 1.5\text{mm}$ 的横孔反射回波幅度最大, 调峰值为屏高的 $50\% \sim 75\%$, 此时的 dB 数为 "参考波幅" b 值。

9 检验

9.1 探头移动扫查方式

9.1.1 纵向缺陷扫查方式(见图 3)

9. 1. 1. 1 转动扫查,其角度 $\alpha=10^\circ$ 。
9. 1. 1. 2 前后扫查,垂直于焊缝前后移动探头,扫查距离 h 应保证声束覆盖整个焊缝。
9. 1. 1. 3 左右扫查,移动距离 S 近似等于探头晶片宽度的一半。
9. 1. 1. 4 上面三种扫查方法可同时进行。

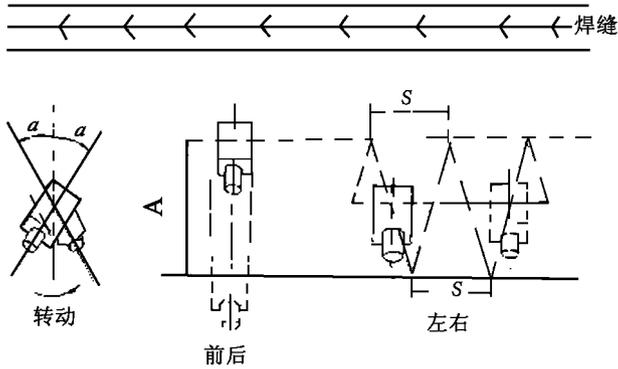


图 3 纵向缺陷探头移动扫查方式

9. 1. 2 横向缺陷扫查方式(见图 4)

9. 1. 2. 1 平行扫查,余高磨平的焊缝可将斜探头直接放在焊缝上作平行移动(正反方向二次)。

9. 1. 2. 2 倾斜平行移动扫查,对于有余高的焊缝可在焊缝二侧边缘,使探头与焊缝呈 15° 角作平行或斜平行移动。

9. 1. 2. 3 扫查方式要保证声束覆盖整个焊缝。

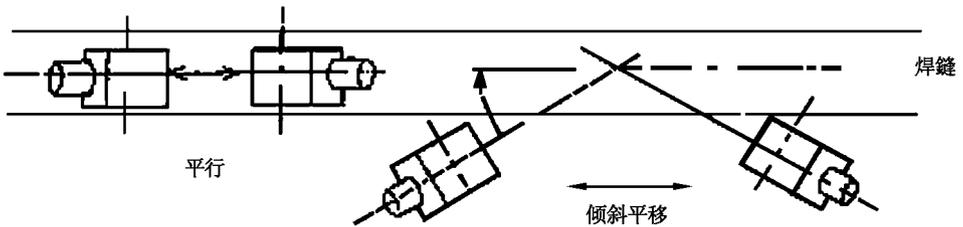


图 4 横向缺陷探头移动扫查方式

9. 2 缺陷当量测定

9. 2. 1 缺陷波幅,在探伤中发现缺陷后,调节衰减器使缺陷最大反射波峰值达到参考波高(满屏高的 $50\% \sim 75\%$),此时的 dB 数为"缺陷波幅" a 值。

9. 2. 2 缺陷的声程距离乘以 $\frac{1}{25.4}$ 后,减 1 乘 2,所得数作为"衰减因子" c 值(小数点后一位四舍五入)。

9. 2. 3 缺陷等级评价因子 d

$$d = b - a - c$$

式中: b ——参考波幅 dB 值; c ——衰减因子 dB 值; a ——缺陷波幅 dB 值。

9. 3 母材缺陷指示长度测定

直探头测定分层等缺陷:当缺陷长度大于探头在该处的声束宽度时,用 6 dB 法测定缺陷指示长度;当缺

陷长度小于探头在该处的声束宽度时,用符合 6.3.2 条的探伤灵敏度从无缺陷处向缺陷处移动探头,当荧光屏上开始出现缺陷回波,则在这点处的探头前沿即表示该缺陷的边缘。

9.4 焊缝缺陷指示长度测定

9.4.1 缺陷波高不变化时,缺陷长度比探头声束宽度长及缺陷间距大于或等于探头声束宽度,则用 6 dB 法测缺陷长度。

9.4.2 缺陷波高变化时,缺陷间距小于探头声束宽度用下列方法进行测定(参考缺陷评级表)。

9.4.2.1 测出缺陷最大波幅 a ,根据表 3 对缺陷进行 A、B、C、D 分类。

9.4.2.2 按 D 级缺陷最大值调节衰减器,从缺陷波高最大处向二个方向移动探头,直到波高达到参考基准高度。

9.4.2.3 在被检材料上标出探头前沿的位置,这些标记之间的距离是 C 级和 B 级以下缺陷指示长度,如果该距离超过 C 级允许长度,那么这种缺陷不合格。

9.4.2.4 若该长度等于或小于 C 级缺陷的允许长度,按如下方法进一步评定:

a. 按 C 级缺陷最大值调节衰减器,由缺陷反射波最大处向二个方向移动探头,直到缺陷波高达到参考波高;

b. 探头移动的距离即为 B 级或 A 级评定缺陷的指示长度,若该长度超过 B 级缺陷的允许长度,则缺陷作为不合格;

c. 若该长度等于或小于 B 级缺陷的允许长度,必须进一步评定;

d. B 级、C 级、D 级缺陷是允许的;

e. 对 A 级缺陷的评定,首先按 B 级缺陷最大值调节衰减器,向缺陷反射波最大处二个方向移动探头,直到缺陷波高达到参考波高。则探头移动距离即为 A 级缺陷的指示长度。

10 缺陷评价

10.1 根据焊缝厚度,使用折射角和评价因子 d ,按表 3 确定缺陷类(级)别。

表 3 焊缝超声检验等级表

焊缝厚度 mm	>8~19		>19~38			>38~64			>64~102			>102~204		
折 射 角	70°	70°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°	70°	60°	45°
缺陷等级	评 价 因 子 dB													
A 级	≤+5 及更低	≤+2 及更低	≤-2 及更低	≤+1 及更低	≤+3 及更低	≤-5 及更低	≤-2 及更低	≤0 及更低	≤-7 及更低	≤-4 及更低	≤-1 及更低			
B 级	+6	+3	-1 0	+2 +3	+4 +5	-4 -3	-1 0	+1 +2	-6 -5	-3 -2	0 +1			
C 级	+7	+4	+1 +2	+4 +5	+6 +3	-2 +2	+1 +2	+3 +4	-4 +2	-1 +2	+2 +3			
D 级	≤+8 及更高	≤+5 及更高	≤+3 及更高	≤+6 及更高	≤+8 及更高	≤+3 及更高	≤+3 及更高	≤+5 及更高	≤+3 及更高	≤+3 及更高	≤+3 及更高			

10.2 缺陷指示长度的评定

10.2.1 不允许存在 A 级缺陷。

10.2.2 不允许长度大于 19 mm 的 B 级缺陷。

10.2.3 不允许长度大于 51 mm 的 C 级缺陷。

10.2.4 D 级中任何缺陷,无论缺陷长度和位置如何均为合格。

附录 A

RC 试块

(补充件)

A1 形状和尺寸

形状和尺寸见图 A1。

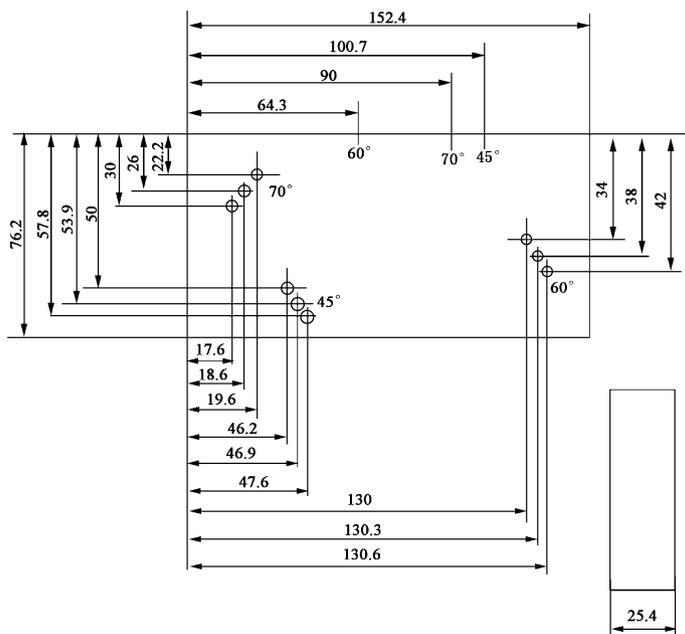


图 A1

注:① 尺寸允差 $\pm 0.13\text{mm}$ 。 ② 各边垂直度允差 0.05mm 。

A2 技术要求

- A2.1 试块材料采用 20 优质碳素结构钢,主要化学成分符合 GB 699 规定。
- A2.2 试块坯料经锻造和热处理,晶粒度应达 7 级。
- A2.3 使用 5MHz 的直探头,分别对试块的前侧面、后侧面、顶面、底面进行全面积的接触法超声探伤,不得出现大于距探测面 20mm 处的 $\phi 2\text{mm}$ 反射回来的回波幅度 1/4 的缺陷回波。
- A2.4 超声反射和入射面的粗糙度最大为 $12.5\mu\text{m}$ 。
- A2.5 所有内孔表面光滑,孔轴与试块表面呈 90° 。
- A2.6 RC 试块上所有孔的直径为 1.6mm。
- A2.7 其他性能应与 CSK-IA 试块性能相当。