

A 型脉冲反射式超声探伤 系统工作性能测试方法

1 范围

1.1 本标准适用于在探伤现场条件下测试超声探伤系统的工件性能。超声探伤系统指实际探伤工作中使用的设备,包括 A 型脉冲反射式超声探伤仪,超声探头及连接它们的高频电缆。测试时只需要使用本标准中规定的标准试块而不需任何电子仪器。

1.2 本标准只规定超声探伤系统性能的测试方法,但不提出系统的性能指标或其验收条件。当需要时,供需双方可事先协商规定验收产品时所使用超声探伤系统应达到的最低性能指标。

1.3 本标准不适用于测试超声探伤仪或超声探头的单件性能。在单独测试其中某一单件时,可按 JB/T 10061 及 JB/T 10062 分别进行测试,但必须配备适当的电子仪器。

1.4 本标准只适用于手工探伤,不适用于自动化超声探伤。

1.5 本标准只适用于包括一般接触式超声直探头或斜探头的系统,不适用于包括其它类型(例如双晶式、水浸式等)超声探头的系统。

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 699—1988 优质碳素结构钢钢号和一般技术条件

GB/T 12604.1—1990 无损检测术语 超声检测

JB/T 10061—1999 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

JB/T 10062—1999 超声探伤用探头性能测试方法

JB/T 10063—1999 超声探伤用 1 号标准试块技术条件

3 术语定义

本标准采用下列定义。

3.1 灵敏度余量

超声探伤系统中,以一定电平表示的标准缺陷探测灵敏度与最大探测灵敏度之间的差值。

3.2 分辨力

超声探伤系统能够把距探头不同距离的两个邻近缺陷在示波屏上作为两个回波区别出来的能力。

3.3 其它术语定义参照 GB/T 12604.1。

4 测试项目

4.1 采用直探头时,灵敏度余量、垂直线性、水平线性、分辨力及盲区,分别按照第 5、6、7、8、9 各章进行测试。

4.2 采用斜探头时;垂直线性、水平线性、入射点、折射角、分辨力及灵敏度余量,分别按照第 6、7、10、11、12、13 各章进行测试。

4.3 根据设备使用情况,由使用单位或由供需双方协商规定应测试的项目以及每仪测试的周期。

5 灵敏度余量测试方法

5.1 概要

本测试是为了检查超声探伤系统灵敏度的变化情况,用灵敏度余量值表示。测试时使用 DB-P20-2 型试块[见附录 A(标准的附录)],探伤仪的抑制置于“0”或“断”,其它调整取适当值,最好选取在随后探伤工作中将使用的调整值。

5.2 方法

5.2.1 将仪器的增益调至最大,但如电噪声较大时应降低增益(调节增益控制器或衰减器),使电噪声电平降至 10%满刻度。设此时衰减器的读数为 s_0 。

5.2.2 将探头压在试块上,中间加适当的耦合剂,以保持稳定的声耦合,调节衰减器,使平底孔回波高度降至 50%满刻度。设此时衰减器的读数为 s_i 。

5.2.3 超声探伤系统的灵敏度余量(以 dB 表示)由式(1)给出:

$$s = s_i - s_0 \dots\dots\dots(1)$$

6 垂直线性测试方法

6.1 概要

本测试是为了检查超声探伤仪增益线性和衰减器精度两者的综合效果。测试时使用 DB-PZ20-2 型或 Z20-4 型试块(见附录 A),探伤仪的抑制置于“0”或“断”,其它调整取适当值。

6.2 方法

6.2.1 将探头压在试块上,中间加适当的耦合剂,以保持稳定的声耦合,并将平底孔的回波调至屏幕上时基线的近中央处。

6.2.2 调节衰减器或探头位置,使孔的回波高度恰为 100%满刻度,此时衰减器至少应有 30 dB 的衰减余量。

6.2.3 以每次 2 dB 的增量调节衰减器,每次调节后用满刻度的百分值记下回波幅度,一直继续到衰减值为 26 dB,测量精度为 0.1%。将测试结果列如表 1。测试值与波高理论值之差为偏差值,从表中取最大正偏差 $d(+)$ 和最大负偏差 $d(-)$ 的绝对值之和为垂直线性误差 Δd (以百分值计),它由式(2)给出:

$$\Delta d = | d(+) | + | d(-) | \dots\dots\dots(2)$$

6.2.4 按 6.2.3 的方法将衰减值增加到 30 dB,判定这时是否能清楚地确认回波的存在。回波的消失情况代表探伤系统的动态范围。

表 1 垂直线性测试记录

衰 减 量 dB	波高理论值%	测 试 值%	偏 差 %	回波的消失情况
0	100.0			—
2	79.4			—
4	63.1			—
6	50.1			—
8	39.8			—
10	31.6			—
12	25.1			—

衰 减 量 dB	波高理论值 %	测 试 值 %	偏 差 %	回波的消失情况
14	20.0			—
16	15.8			—
18	12.5			—
20	10.0			—
22	7.9			—
24	6.3			—
26	5.0			—
30				

7 水平线性测试方法

7.1 概要

本测试是为了检查超声探伤系统的时基线性。测试时使用探伤面与底面平行而表面光滑的任何试块，试块的厚度原则上相当于探测声程的 1/5，采用任意的常用探头。探伤仪的抑制置于“0”或“断”，其它调整取适当值。

7.2 方法

7.2.1 将探头压在试块上，中间加适当的耦合剂，以保持稳定的声耦合。调节探伤仪器的增益和扫描控制器，使屏幕上显示出第 6 次底波。

7.2.2 当底波 B_1 和 B_6 的幅度分别为 50% 满刻度时，将它们的前沿分别对准刻度 0 和 100（设水平全刻度为 100 格）。 B_1 与 B_6 的前沿位置在调整中如相互影响，则应反复进行调整。

7.2.3 再依次分别将底波 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 调到 50% 满刻度，并分别读出底波 B_2 、 B_3 、 B_4 、 B_5 的前沿与刻度 20、40、60、80 的偏差 α_2 、 α_3 、 α_4 、 α_5 （以格数计），然后取其中最大的偏差值 α_{max} 。见图 1 中的 $B_1 \sim B_6$ 是分别调到同一幅度，而不是同时达到此幅度。水平线性误差 ΔL （以百分值计）由式(3)给出：

$$\Delta L = | \alpha_{max} | \dots\dots\dots (3)$$

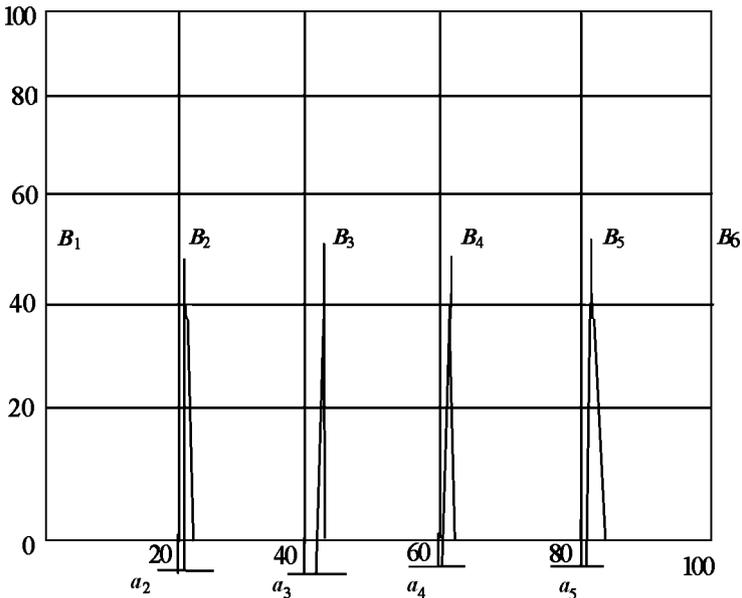


图 1

8 分辨力测试方法

8.1 概要

本测试是为了检查超声探伤系统的分辨力。测试时使用 1 号标准试块 JB/T 10063 或 CSK— I A 型试块[见附录 B(标准的附录)],探伤仪的抑制置于"0"或"断",其它调整取适当值。

8.2 方法

8.2.1 将探头压在试块上如图 2 所示的位置,中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。调整仪器的增益并左右移动探头,使来自 A、B 两个面的回波幅度相等并约为 20%~30% 满刻度,如图 3 中 h_1 。

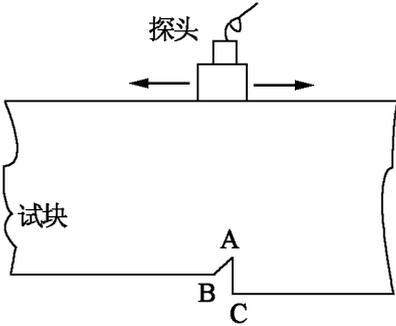


图 2

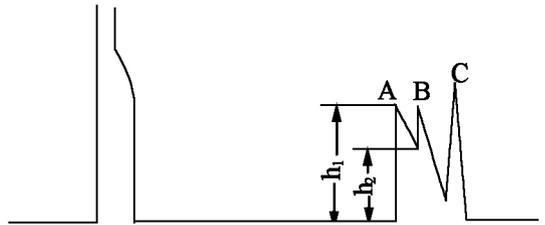


图 3

8.2.2 调节衰减器,使 A、B 两波峰间的波谷上升到原来波峰高度,此时衰减器所释放的 dB 数(等于用衰减器读出的缺口深度 h_1/h_2 之值)即为以 dB 值表示的超声探伤系统的分辨力 X。

9 盲区测试方法

9.1 概要

本测试是为了测定超声探伤系统在规定探伤灵敏度下,从探伤表面至可探测缺陷的最小距离。测试时使用 DZ—1 型试块[见附录 C(标准的附录)]。探伤仪的抑制置于"0"或"断",除灵敏度调节外,其它调整取适当值。

9.2 方法

9.2.1 调节超声探伤仪灵敏度,使符合探伤规范的要求(作为参考,可以采用 $\phi 20$ mm 直探头,并调整仪器灵敏度使来自 DB—P Z20—2 型或 Z20—4 型试块的平底孔回波达 50% 满刻度)。

9.2.2 将探头压在 DZ—1 型试块上,中间加适当耦合剂以保持稳定的声耦合。选择能够分辨得开的最短探测距离的 $\phi 2$ mm 横孔,并将孔的回波幅度调至大于 50% 满刻度,如回波的前沿和始波后沿相交的波谷低于 10% 满刻度,则此最短距离即为盲区。

10 斜探头入射点测试方法

10.1 概要

本测试是为了测定斜探头声束中心在入射探伤面上的位置(入射点)。测试时使用 1 号标准试块(JB/T 10063)或 CSK— I A 试块。

10.2 方法

10.2.1 将斜探头压在试块上如图 4 所示的位置,中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。使声束朝向 R100 mm 的曲面,并在探头声束轴线与试块侧面保持平行的情况下前后移动探头,至曲面回波的幅度达到最大。

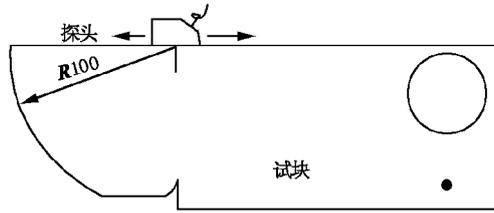


图 4

10.2.2 读出试块上 $R100$ mm 圆心标记线所对应的探头侧面刻度,此刻度位置即斜探头的入射点,读数应精确到 0.5 mm。

11 斜探头折射角或 K 值的测试方法

11.1 概要

本测试是为了测定斜探头声束入射于探伤面时的折射角 β 或斜探头的 K ($K = \tan \beta$) 值。测试时使用 1 号标准试块 (JB/T 10063) 或 CSK-I A 型试块。

11.2 方法

11.2.1 根据斜探头折射角的不同标称值,把探头压在 1 号标准试块上的不同位置 (如图 5), 中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。

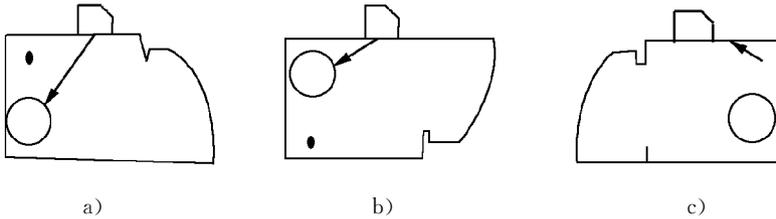


图 5

a) 当折射角为 $34^\circ \sim 66^\circ$ 时,探头放在图 5a) 的位置,使用 $\phi 50$ mm 孔的回波进行测定。

b) 当折射角为 $60^\circ \sim 75^\circ$ 时,探头放在图 5b) 的位置,使用 $\phi 50$ mm 孔的回波进行测定。

c) 当折射角为 $74^\circ \sim 80^\circ$ 时,探头放在图 5c) 的位置,使用 $\phi 1.5$ mm 孔的回波进行测定。

在探头声束轴线与试块侧面保持平行的情况下前后移动探头,使回波达到最大。

11.2.2 读出探头入射点在试块侧面上所对应的角度刻度值,此刻度值即为斜探头的折射角 β ,读数应精确到 0.5° 。

11.2.3 也可使用 CSK-I A 型试块直接测定斜探头的 K 值。将斜探头压在试块上的不同位置,如图 5a) 和图 5b), 中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。

a) 当 K 值为 $1.0 \sim 1.5$ 时,探头放在图 5a) 的位置,使用 $\phi 50$ mm 孔的回波进行测定。

b) 当 K 值为 $2.0 \sim 3.0$ 时,探头放在图 5b) 的位置,使用 $\phi 50$ mm 孔的回波进行测定。

在探头声束轴线与试块侧面保持平行的情况下前后移动探头,使回波达到最大。从探头入射点在试块侧面所对应的刻度值即可直接读出斜探头的 K 值。

12 斜探头分辨力测试方法

12.1 概要

本测试是为了检查超声探伤系统(斜探头)的分辨力。测试时使用 CSK— I A 型试块,探伤仪的抑制置于“0”或“断”,其它调整取适当值。

12.2 方法

12.2.1 根据斜探头的折射角或 K 值,将探头压在 CSK— I A 型试块上,其位置如图 5a)或图 5b)所示,中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。移动探头位置使来自 $\phi 50$ mm 和 $\phi 44$ mm 两孔的回波 A、B 高度相等,并约为 20%~30%满刻度,如图 6 中 h_1 。

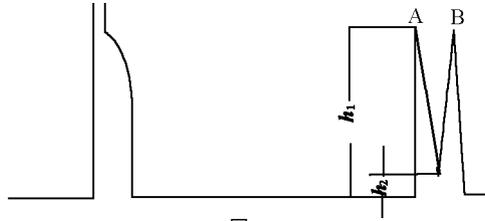


图 6

12.2.2 调节衰减器,使 A、B 两波峰间的波谷上升到原来波峰高度,此时衰减器所释放的 dB 数(等于用衰减器读出的缺口深度 h_1/h_2 之值)即为以 dB 值表示的超声探伤系统(斜探头)分辨力 Z 。

13 斜探头灵敏度余量测试方法

13.1 概要

本测试是为了检查超声探伤系统在经过一段使用时期后的灵敏度变化情况,以及在实际应用中表示不同斜探头灵敏度的相对值。测试时使用 1 号标准试块(JB/T 10063)或 CSK— I A 型试块。探伤仪的抑制置于“0”或“断”,其它调整取适当值。

13.2 方法

13.2.1 将超声探伤仪的增益调至最大,但如电噪声较大时应降低增益(调节增益控制器或衰减器),使电噪声电平降至 10%满刻度。设此时衰减器的读数为 a_0 。

13.2.2 将探头压在试块上,位置如图 4 所示,中间加适当的耦合剂以保持稳定的声耦合。调节衰减器使来自 $R100$ mm 曲面的回波高度降至 50%满刻度。设此时衰减器的读数为 a_1 。

13.2.3 斜探头灵敏度余量(以 dB 表示)由式(4)给出:

$$a = a_1 - a_0 \quad \dots\dots\dots(4)$$

14 测试报告

在测试报告中,除应按要求的检查内容记录各个项目的测试结果外,还应同时记录下列各项:

a)探伤仪和探头的制造厂名、型式和编号;b)试块的制造厂名、型式和编号;c)测试频率;d)仪器上各控制器的调整值;e)测试操作者姓名;f)测试日期;g)事先规定需记录的其它内容。

附录 A

(标准的附录)

DB—P 型试块

A1 形状和尺寸

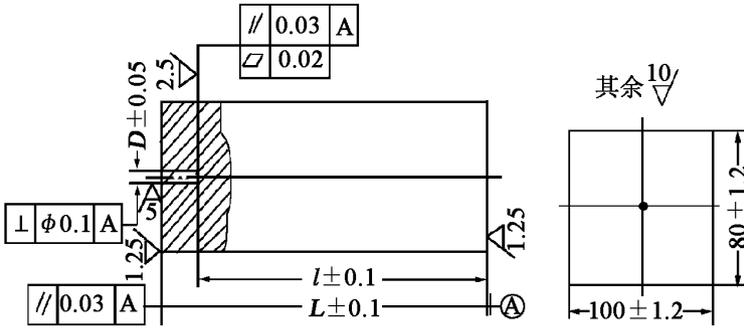


图 A1

表 A1

mm

型号 DB-P	Z20-2	Z20-4
<i>l</i>	200	200
<i>L</i>	225	225
<i>D</i>	2	4

A2 技术要求

- a) 试块材料采用 45 优质碳素结构钢,主要化学成分应符合 GB/T 699 的规定;
- b) 试块坯料经锻造和热处理,晶粒度应达 7 级;
- c) 试块的探测面及侧面,在 2.5 MHz 以上频率及高灵敏度条件下进行探伤,不得出现大于距探测面 20 mm 处的 $\phi 2$ mm 平底孔反射回来的回波幅度 1/4 的缺陷回波。

附录 B

(标准的附录)

CSK-I A 型 试 块

B1 形状和尺寸

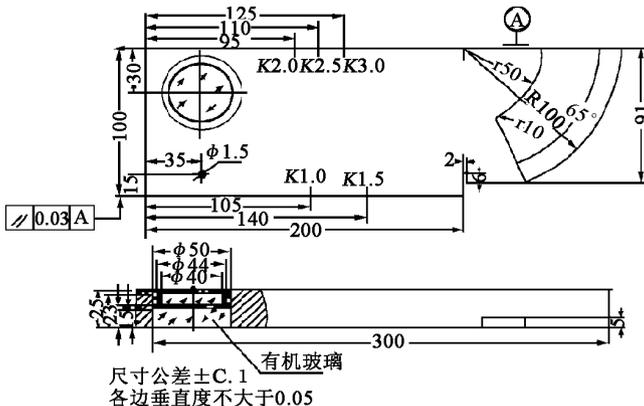


图 B1

B2 技术要求

- 试块材料采用 20 优质碳素结构钢,主要化学成分应符合 GB/T 699 的规定;
- 试块坯料经锻造和热处理,晶粒度应达 7 级;
- 使用 5 MHz 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波探伤,不得出现大于距探测面 20 mm 处的 $\phi 2$ mm 反射回来的回波幅度 1/4 的缺陷回波。

附录 C

(标准的附录)

DZ-I 型试块

C1 形状和尺寸

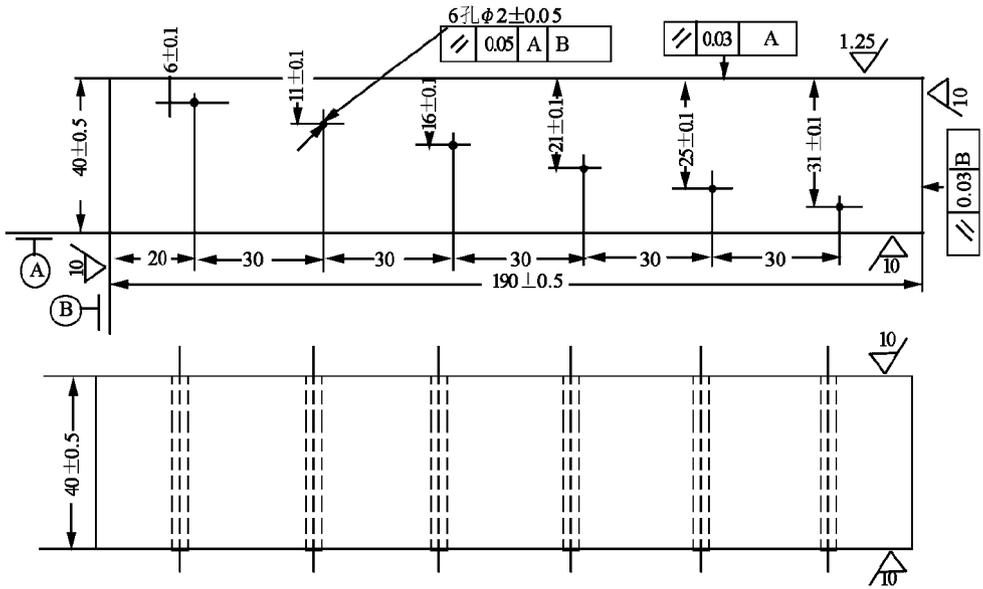


图 C1

C2 技术要求

- 试块材料采用 45 优质碳素结构钢,主要化学成分应符合 GB/T 699 的规定;
- 试块坯料经锻造和热处理,晶粒度应达 7 级;
- 试块的探测面及侧面,在 2.5 MHz 以上频率及高灵敏度条件下进行探伤,不得出现大于距探测面 20 mm 处的 $\phi 2$ mm 平底孔反射回来的回波幅度 1/4 的缺陷回波。