

ICS 19.100

N 77

备案号：

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10061—202×

A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

Commonly used specification for A-mode ultrasonic flaw detector using pulse echo
technique

（征求意见稿）

××××-××××发布

××××-××××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 测试方法	3
6 检验规则	15
7 标志、包装、运输、贮存	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替JB/T 10061—1999《A型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件》，与JB/T 10061—1999相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改了标准的范围规定的内容；
- b) 修改了术语及定义的内容；
- c) 调整了技术要求的内容；
- d)

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国试验机标准化技术委员会（SAC/TC122）归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1999年首次发布为JB/T 10061—1999；

——本次为第一次修订。

A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

1 范围

本文件规定了 A 型脉冲反射式超声探伤仪的技术要求、测试方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等。

本文件适用于工作频率 0.1MHz~25MHz 范围内的单通道非饱和式手动探伤用的 A 型脉冲反射式超声探伤仪/检测仪（以下简称探伤仪）。对于多通道或其他类型的超声探伤检测系统，可从本文件中选用相应的部分。

本文件适用于数字式和模拟式超声探伤仪。

2 规范性引用文件

本文件参考引用了下列文件中的部分或全部内容。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12604.1	无损检测 术语 超声检测
GB/T 27664.1	无损检测 超声检测设备的性能与检验 第1部分：仪器
GB/T 27664.2	无损检测 超声检测设备的性能与检验 第2部分：探头
GB 4793.1—2007	测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 19001	质量管理体系要求
GB/T 9969	工业产品使用说明书 总则
GB/T 191	包装储运图示标志

3 术语和定义

规范性引用文件界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灵敏度余量 **sensitivity margin**

在探伤仪中，表示从能以一定电平探出特定标准缺陷的接收灵敏度到最大接收灵敏度的富余程度的数值。

3.2

最大使用灵敏度 **max usable sensitivity**

在接收系统的信噪比为 6dB 时，其输入端所需要的信号幅度；用以表示接收系统接收微弱信号的能力。

3.3

分辨力 **resolution**

超声检测系统对两个相邻而不同距离目标的分辨能力。

3.4

数字采样误差 **digitization sampling error**

数字超声探伤仪由模数转换器周期性测量采样引入的输入信号的显示幅度误差。

4 技术要求

4.1 一般要求

超声探伤仪应满足下列条件：

- a) 生产企业通过 GB/T19001 (ISO 9001) 质量管理体系认证，或产品获得由有资质的检测机构检测合格并出具检测报告；
- b) 标明制造商名称、仪器型号和系列，并在铭牌或外壳上标明唯一编号；
- c) 附有与超声探伤仪型号和系列相符的出厂合格证、使用说明书；产品使用说明书应符合 GB/T 9969 中有关规定。
- d) 附有与出厂配置相符的装箱单；
- e) 附有外形尺寸、结构简图；标明质量（在工作条件下）；
- f) 标明电源类型；
- g) 标明探头插座、电缆线规格；
- h) 标明电池工作时间（新电池在常用工作状态下）；
- i) 按照技术要求工作时，温度和电压[交流电和（或）电池]的范围，如需预热，应规定预热时间；当电池电压过低使超声探伤仪性能低于技术要求时的指示方式；
- j) 应列出显示屏的类型、尺寸，像素数量（数字式时）；
- k) 宜标明数据输出及存储部件。

4.2 电性能

4.2.1 发射脉冲幅度

发射脉冲幅度 V_{50} 应在制造商技术要求规定值的 $\pm 10\%$ 以内。

4.2.2 发射脉冲宽度

脉冲宽度 t_d 应在制造商技术要求规定值的 $\pm 10\%$ 以内。

4.2.3 发射脉冲上升时间

脉冲上升时间 t_r 应小于制造商技术要求规定值的最大值。

4.2.4 发射脉冲重复频率

发射脉冲重复频率值，应在设定值的 $\pm 5\%$ 以内。

4.2.5 发射电路有效输出阻抗

有效输出阻抗应不大于 50Ω 。

4.2.6 接收系统频带宽度

- a) 中心频率 f_0 应在制造商技术要求规定值的 $\pm 10\%$ 的范围内。
- b) 带宽 Δf 应在制造商技术要求规定值的 $\pm 10\%$ 的范围内。

4.2.7 衰减器误差

衰减器读数可为增益型，也可为衰减型；可调节范围不小于 80 dB 。

在探伤仪规定的工作频率范围内，衰减器每 12 dB 误差不超出 $\pm 1\text{ dB}$ 。

4.2.8 电噪声电平

在制造商技术要求中应给出指定条件下的电噪声电平的最大值，且至少有一档电噪声电平不大于 10% 。

4.2.9 接收系统最大使用灵敏度

不大于 $400\mu\text{V}$ 。

4.2.10 工作电流

在制造商技术要求中应给出探伤仪工作电流的最大值。

4.2.11 数字采样误差

数字超声探伤仪的数字采样误差应在全屏幅度的 $\pm 5\%$ 以内。

4.3 组合性能

4.3.1 探伤灵敏度余量

配用2.5MHz ϕ 20mm直探头时，且电噪声电平不大于10%的条件下，探伤灵敏度余量不小于50dB。

4.3.2 垂直线性误差

不大于5%。

4.3.3 动态范围

不小于26 dB。

4.3.4 水平线性误差

不大于2%。

4.3.5 阻塞范围

配用2.5MHz ϕ 20mm直探头时，阻塞范围不大于10mm（钢纵波）。

4.3.6 分辨力

配用2.5MHz ϕ 20mm直探头时，分辨力不小于26dB。

4.3.7 抑制电平

在制造商技术要求中，应给出抑制电平调节范围的最大值。

4.3.8 回波宽度

2.5MHz ϕ 20mm直探头同所配用探伤仪的回波宽度应不大于10mm（钢纵波）。

4.3.9 回波频率误差

回波频率与探头标称频率间的偏差应在 $\pm 15\%$ 范围内。

4.4 基本安全要求

4.4.1 绝缘电阻

探伤仪/适配器交流输入端与地端之间的绝缘电阻值不小于100M Ω 。

4.4.2 漏电流

探伤仪/适配器交流输入地端与直流输出地端之间的漏电流不大于0.5mA（交流有效值）。

4.4.3 介电强度电压

探伤仪/适配器交流输入端与地端之间应能承受1400V（交流有效值）持续1min而无跳火、击穿或飞弧。

5 测试方法

5.1 发射脉冲幅度

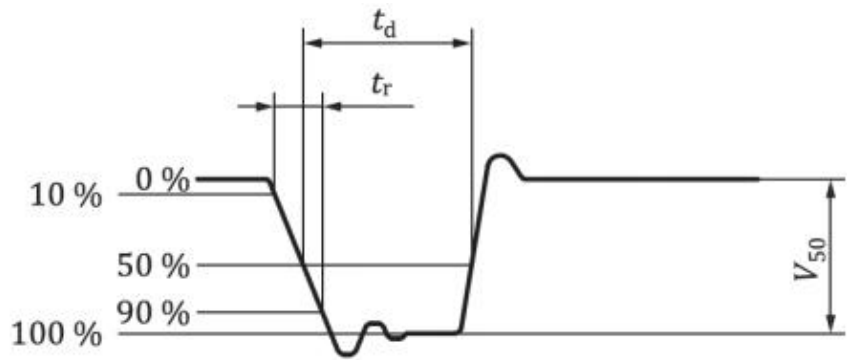
5.1.1 测试设备

- a) 示波器；
- b) 50 Ω 无感电阻。

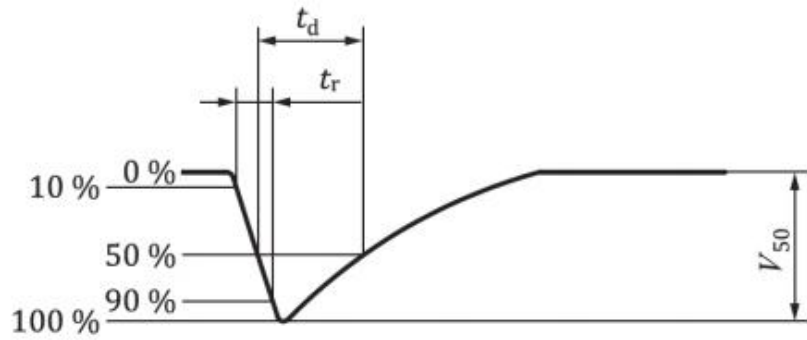
5.1.2 测试步骤

- a) 探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态，在发射输出端与地线间接上50 Ω 无感电阻。
- b) 用示波器在发射输出端测量发射脉冲的峰值幅度 V_{50} 。不同发射脉冲类型的测量位置见图1。

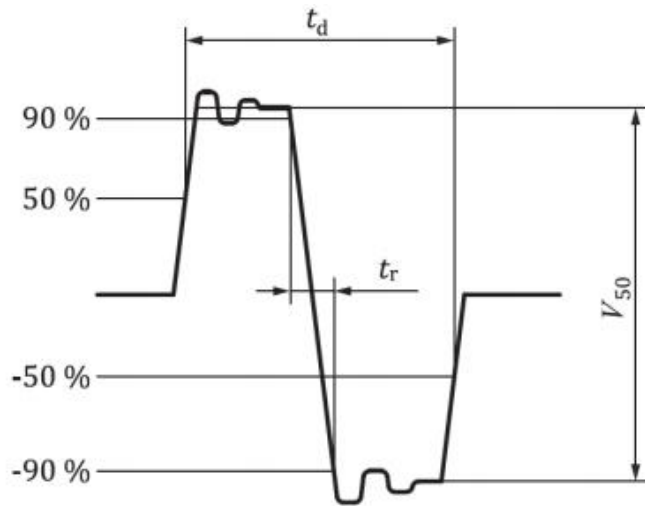
注：测试时的发射脉冲重复频率、阻尼等发射相关项的设置，应做记录。



a) 方波脉冲



b) 尖峰脉冲



c) 双极性脉冲

说明

- t_r 脉冲上升时间
- t_d 脉冲宽度
- V_{50} 发射脉冲电压

图 1 发射脉冲参数的测量

5.2 发射脉冲宽度

5.2.1 测试设备

同5.1.1。

5.2.2 测试步骤

- a) 探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态，在发射输出端与地线间接上50Ω无感电阻。
- b) 用示波器在发射输出端测量发射脉冲宽度 t_d 。不同发射脉冲类型的测量位置见图1。

注：测试时的发射脉冲重复频率、阻尼等发射相关项的设置，应做记录。

5.3 发射脉冲上升时间

5.3.1 测试设备

同5.1.1。

5.3.2 测试步骤

- a) 探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态，在发射输出端与地线间接上50Ω无感电阻。
- b) 用示波器在发射输出端测量发射脉冲上升时间 t_r 。不同发射脉冲类型的测量位置见图1。

注：测试时的发射脉冲重复频率、阻尼等发射相关项的设置，应做记录。

5.4 发射脉冲重复频率

5.4.1 测试设备

示波器。

5.4.2 测试步骤

- a) 用示波器在发射输出端测量发射脉冲的周期T，然后按 $f=1/T$ 计算重复频率f。
- b) 脉冲重复频率的最大、最小和典型值档级均测试。

5.5 发射电路的有效输出阻抗

5.5.1 测试设备

- a) 示波器；
- b) 50Ω无感电阻；
- c) 75Ω无感电阻。

5.5.2 测试步骤

- a) 探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态，在发射输出端与地线间接上75Ω无感电阻。在发射参数典型值下，用示波器在发射输出端测量发射脉冲的峰值幅度 V_{75} 。
- b) 将此 V_{75} 和5.1条测量的 V_{50} 按式(1)计算有效输出阻抗

$$Z_o = 50 \times 75 \frac{(V_{75} - V_{50})}{(75V_{50} - 50V_{75})} \Omega \quad (1)$$

式中： Z_o ——发射电路的有效输出阻抗，单位为Ω。

注：测试时的发射脉冲重复频率应做记录。

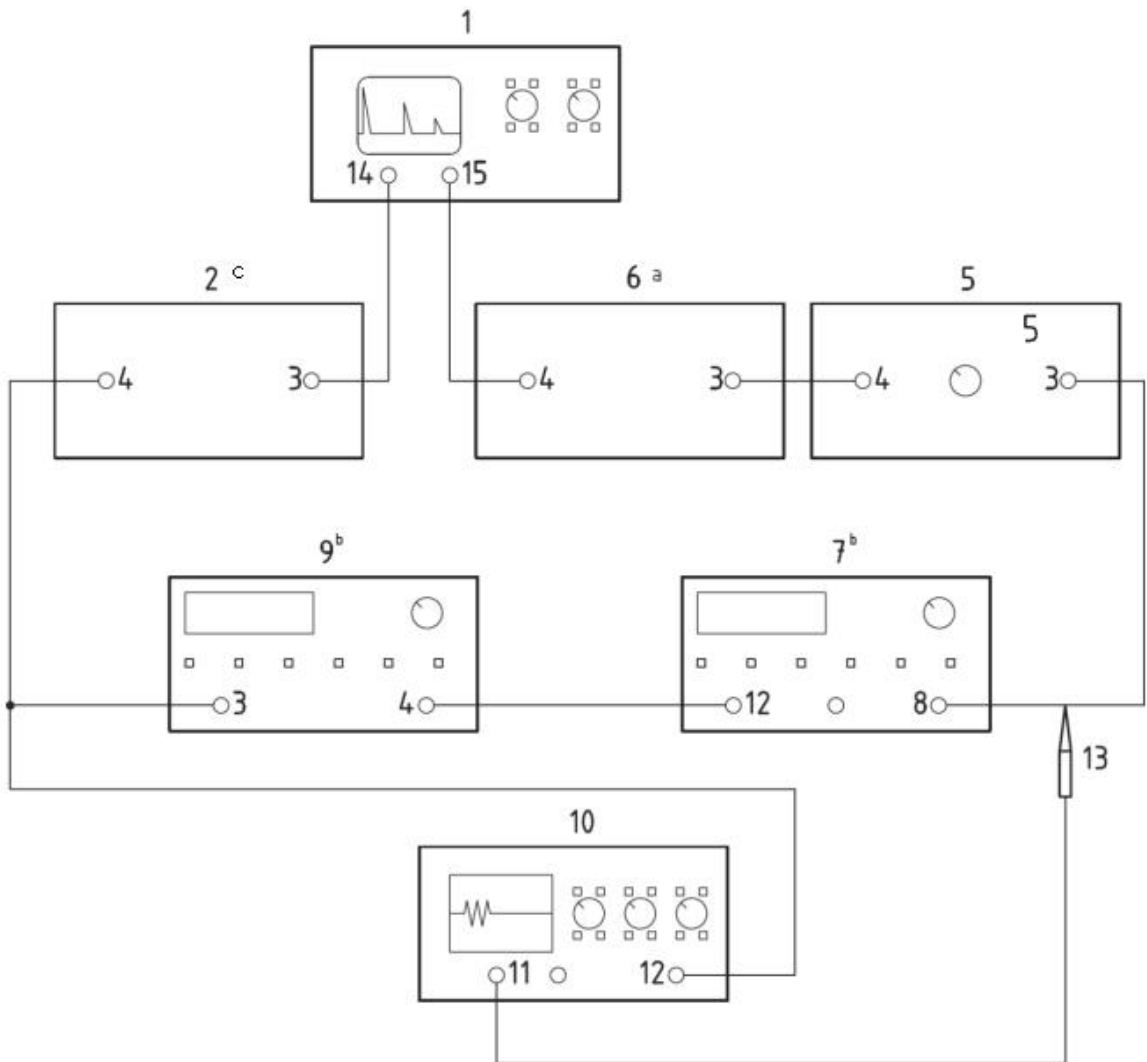
5.6 接收系统频带宽度

5.6.1 测试设备

- a) 保护电路/固定衰减器
- b) 信号发生器；
- c) 示波器；
- d) 标准衰减器。

5.6.2 测试步骤

a) 被测探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态；被测探伤仪和测试设备的连接见图2。



说明

- | | |
|-------------|-----------------------|
| 1 超声探伤仪 | 9 脉冲发生器/计数器 |
| 2 保护电路 | 10 100MHz 示波器 |
| 3 输入端 | 11 A 输入通道 |
| 4 输出端 | 12 外部触发输入 |
| 5 可调射频衰减器 | 13 10 倍示波器探头 (100MHz) |
| 6 终端匹配器 | 14 发射器输出端 |
| 7 门控射频信号发生器 | 15 接收器输入端 |
| 8 射频输出 | |

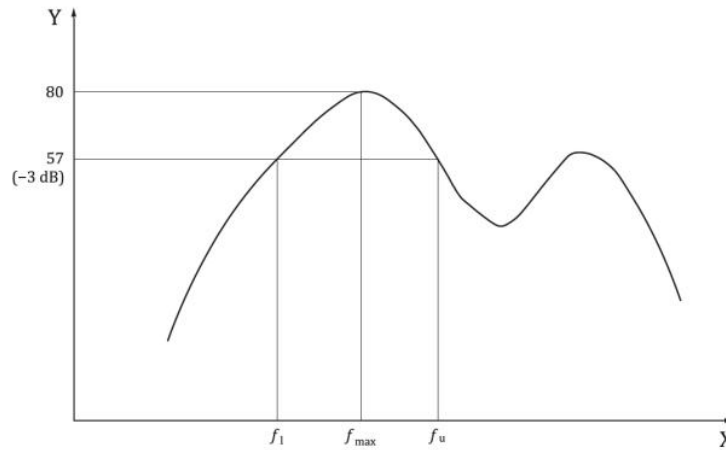
a 终端匹配器仅在超声探伤仪与可变射频衰减器进行阻抗匹配时才用到。

b 门控射频信号发生器 (7) 和脉冲发生器/计数器 (9) 可以用任意波形信号发生器代替。

c 保护电路 (见图 12) 用于将探伤仪的发射高压脉冲限幅至信号发生器触发输入允许的最大电压幅度以内。也可用合适的固定衰减器代替。

图 2 通用检测装置连接图

- b) 将输入信号连接到超声探伤仪的接收端并设为发射接收分离模式。关掉除带宽滤波之外（例如平滑或混叠）的处理。将接收器抑制控制为最小值或者关闭。
- c) 将接收器的频率控制为所需的频率范围，并调整函数发生器产生一个5个周期的正弦波脉冲，其频率与超声探伤仪设置的频带相对应。将检测仪的增益设置为增益范围的中间值。调整超声探伤仪的输入信号为±1V峰—峰电压，调整经过校准的外部衰减器，以产生一个全屏幅度80%的信号，记录接收器的增益设定值。
- d) 依次选取每个频带的设定值，在0.1MHz~25MHz范围内，改变输入信号的频率，记录每个频带在超声探伤仪显示最大信号幅度时所对应的频率 f_{max} 以及这个电平的幅度。与此同时，保证放大器不饱和，且在示波器显示的输入信号幅度保持恒定。将经过校准的外部衰减器降低3dB，以提高显示的信号幅度。
- e) 以小于标称频带带宽5%的增量，依次从 f_{max} 提高和降低频率，并记录超声探伤仪屏幕显示的信号幅度恢复到原先全屏幅度80%时所对应的上限频率值 f_u 和下限频率值 f_l （-3dB电平）。再次确认经过校准的外部衰减器的输入信号是恒定的。
- f) 对于每个频率，记录信号幅度和频率并如图3所示绘制出结果。



说明

- X 频率
- Y 幅度 (%)：全屏幅度的百分比
- f_l -3dB下限频率
- f_{max} 频谱中最大幅度的频率
- f_u -3dB上限频率

图 3 接收频率特性

中心频率 f_o （在可选情况下，对应每种频带的设定值）由公式（2）确定：

$$f_o = \frac{f_u + f_l}{2} \dots\dots\dots (2)$$

带宽 Δf （-3dB点之间）由公式（3）确定：

$$\Delta f = f_u - f_l \dots\dots\dots (3)$$

5.7 衰减器误差

5.7.1 测试设备

- a) 保护电路/固定衰减器
- b) 信号发生器;
- c) 标准衰减器;
- d) 阻抗匹配器/终端负载 (50 Ω 无感电阻)。

5.7.2 测试步骤

- a) 被测探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态。被测探伤仪和测试设备的连接方法见图2，本项测试时，示波器可不接。
- b) 采用来自探伤仪的发射同步信号触发信号发生器，以产生信号频率为探伤仪工作频带中心频率 f_0 、稳定的5个周期的正弦波脉冲串信号。
注：信号发生器的外触发输入，来自发射高压脉冲时需加保护电路/固定衰减器（发射电压限幅），以限幅至信号发生器触发输入的最大电压幅度以内。
- c) 调节探伤仪和标准衰减器，在确保探伤仪接收输入端信号不出现饱和的前提下，使在显示屏上显示的来自信号发生器信号的幅度为垂直刻度的60%~80%（在增益低而达不到时，可选取更低幅度对应的垂直刻度作为比对基准幅度），然后采用比较法，从标准衰减器读出探伤仪内部衰减器的衰减误差。
- d) 在探伤仪规定的工作频率范围内，改用不同的工作频带，重复c)项的测试。
- e) 测试结果以dB表示，读数精确到0.1。

5.8 电噪声电平

5.8.1 测试设备

本项无需测试设备。

5.8.2 测试步骤

- a) 探伤仪在典型设置状态下，将灵敏度调至最大，在避免外界干扰的条件下，读取时基线上电噪声平均幅度在垂直刻度上的百分数。
- b) 探伤仪的工作频率如取分档形式，各档级应分别测试。
注：测试时的脉冲重复频率和扫描范围应做记录。

5.9 接收系统最大使用灵敏度

5.9.1 测试设备

- a) 保护电路/固定衰减器
- b) 信号发生器;
- c) 示波器;
- d) 标准衰减器。

5.9.2 测试步骤

- a) 被测探伤仪置一发一收、即“双”的工作状态；被测探伤仪和测试设备的连接见图2。
- b) 把接收系统使用灵敏度调至最高，调节信号发生器，输出信号频率为探伤仪所选频带的中心频率，使在探伤仪显示屏上显示的脉冲调制高频信号的最大值比噪声电平高6dB，如图4。

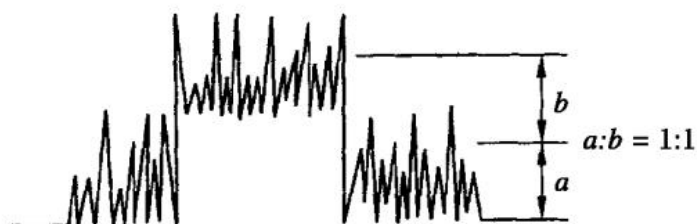


图 4 最大使用灵敏度信号与噪声关系图

- c) 用示波器测量脉冲调制高频信号发生器的输出电压并从衰减器的读数算出接收系统输入电压的峰—峰值 U_{pp} ，单位 μV 。
- d) 经c)项测得的输入电压 U_{pp} ，为接收系统在此高频信号所对应的频率下的使用灵敏度，其最小值为接收系统最大使用灵敏度。
- e) 探伤仪的工作频率如取分档形式，各档级应按相应的中心频率 f_0 分别测试。

5.10 工作电流

5.10.1 测试设备

- a) 可调直流稳压电源；
- b) 数字万用表。

5.10.2 测试步骤

- a) 根据探伤仪的使用电源选取万用表和可调电源的组合，并在探伤仪的电源输入电路接入上述设备，然后使电压表的指示与被测探伤仪技术规格中指定的电压额定值一致。
- b) 接通探伤仪的电源后，调节探伤仪，使工作在最大功率参数状态下，以此作为被测探伤仪的最大工作电流 I_m 。
- c) 测试时，探伤仪不连接探头；报警器、深度补偿、跟踪、记录、不检波显示等附加设置或装置可不接入。

5.11 数字采样误差

本项检测用来检验数字式超声探伤仪在其带宽内最高频率的信号是否能够正确地在显示屏上显示出来，尤其是信号幅度是否与声程范围无关。

5.11.1 测试设备

- a) 保护电路/固定衰减器
- b) 信号发生器；
- c) 标准衰减器；
- d) 示波器。

5.11.2 测试步骤

- a) 将超声探伤仪设置为发射接收分离模式（一发一收、即“双”的工作状态），校准超声探伤仪的屏幕宽度，使满刻度为 $0\mu s \sim 25\mu s$ 。采用图2所示的设备配置方式，以产生一个与发射脉冲同步的检测信号。将信号的延迟 T 调至 T_0 ， T_0 应大于发射脉冲后盲区（发射脉冲阻塞范围）。超声探伤仪设置为宽频带，将信号发生器的频率调整为该频带的 f_0 值。调整波形信号发生器，使其输出一个单周期的正弦波信号，其幅度为全屏幅度的80%。
- b) 利用可变时间延迟，以很小的增量 ΔT 增加延迟 T 时，增量 ΔT 按公式（4）计算：

$$\Delta T = \frac{1}{10f_0} \quad \dots\dots\dots (4)$$

- c) 每次增加 ΔT 时，测量显示屏上显示的信号幅度。继续增加延迟时间，并测量信号幅度，直至完成30次（即3个波长）测量为止。
- d) 记录测量得到的全屏幅度最大信号幅度和最小信号幅度，两者分别与全屏幅度80%的偏差，即数字采样误差。

5.12 探伤灵敏度余量

5.12.1 测试设备

- a) 2.5MHz ϕ 20mm常用直探头；
- b) 对比试块DB-P Z20-2。
注：测试用对比试块的技术要求见附录A(补充件)。

5.12.2 测试步骤

- a) 被测探伤仪的发射强度参数设置为最大状态，探测范围调节为250mm（钢纵波）。
- b) 按5.8条的方法测出探伤仪的电噪声电平，然后调节增益，使电噪声电平 $\leq 10\%$ ，并记下此时增益读数 S_0 。
- c) 连接常用直探头并置于Z20-2试块上，移动探头使孔波最高，调节增益使孔波幅度为垂直刻度的50%，记下此时增益读数 S_1 ，则探伤灵敏度余量按式（5）计算：

$$S_P = S_0 - S_1 \quad (5)$$

式中： S_P ——常用直探头的探伤灵敏度余量，dB。

5.13 垂直线性误差

5.13.1 测试设备

- a) 各种频率的常用直探头；
- b) 对比试块DB-P Z20-2或DB-P Z20-4；
注：测试用对比试块的技术要求见附录A(补充件)，下同。
- c) 探头压块。

5.13.2 测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，关闭抑制功能。连接探头并固定在试块上，如图5。调节探伤仪使显示屏上显示的孔波幅度恰为垂直刻度的100%，且探伤仪至少有30dB的衰减余量。

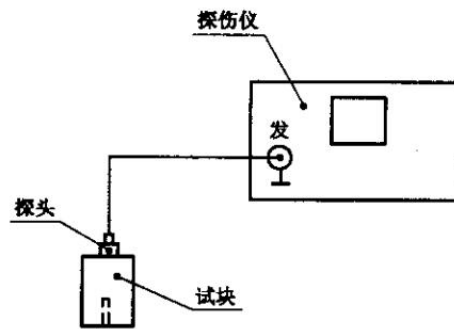


图 5 垂直线性检测装置连接图

- b) 调节衰减器，依次记下每衰减2dB时孔波幅度的百分数，直至26dB。然后将孔波幅度实测值与表1中的理论值相比较，取最大正偏差 $d_{(+)}$ 与最大负偏差 $d_{(-)}$ 之绝对值的和为垂直线性误差 Δd ，如式（6）：

$$\Delta d = |d_{(+)}| + |d_{(-)}| \quad (6)$$

式中： Δd ——垂直线性误差，%

表 1

衰减量 (dB)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
波高理论值 (%)	100	79.4	63.1	50.1	39.8	31.6	25.1	20.0	15.8	12.5	10.0	7.9	6.3	5.0

- c) 在工作频率范围内，改用不同频率的探头，重复a)、b)的测试。

5.14 动态范围

5.14.1 测试设备

- a) 各种频率的常用直探头;
- b) 对比试块DB-P Z20-2或DB-P Z20-4;
- c) 探头压块。

5.14.2 测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，连接探头并固定在试块上，如图7。调节探伤仪使显示屏上显示的孔波幅度恰为垂直刻度的100%，且探伤仪至少有30dB的衰减余量。
- b) 调节衰减器，读取孔波幅度自垂直刻度100%下降至刚能辨认之最小值时衰减器的变化量，定为探伤仪在该探头所给定的工作频率下的动态范围。
- c) 在工作频率范围内，改用不同频率的探头，重复a)、b)的测试。

5.15 水平线性误差

5.15.1 测试设备

- a) 不同厚度的对比试块DB-D1、DB-P Z20-2等;
- b) 5MHz或其他频率的常用直探头;
- c) 探头压块。

5.15.2 测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，连接探头并根据被测探伤仪中扫描范围档级的要求将探头固定于适当厚度的试块上，如图6；再调节探伤仪，使显示多次无干扰底波。

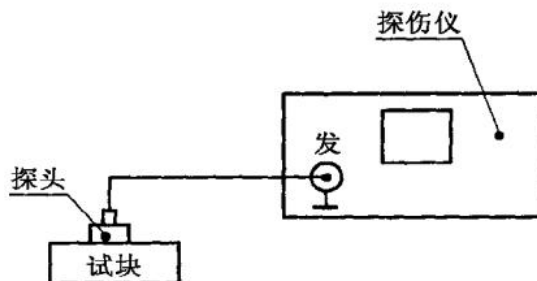


图 6 水平线性检测装置连接图

- b) 在不具有“延迟扫描”功能的探伤仪中，在分别将底波调到相同幅度(如垂直刻度的80%)的条件下，使第一次底波 B_1 的前沿对准水平刻度“2”，第五次底波 B_5 的前沿对准水平刻度“10”；然后在依次将每次底波调到上述相同幅度时，分别读取第二、三、四次底波前沿与水平刻度“4”、“6”、“8”的偏差 L_n 。如图7，然后取其最大偏差 L_{max} 按式(7)计算水平线性误差 ΔL

$$\Delta L = (|L_{max}|/0.8B) \times 100\% \quad (7)$$

式中： ΔL ——水平线性误差，%；

B ——水平全刻度数。

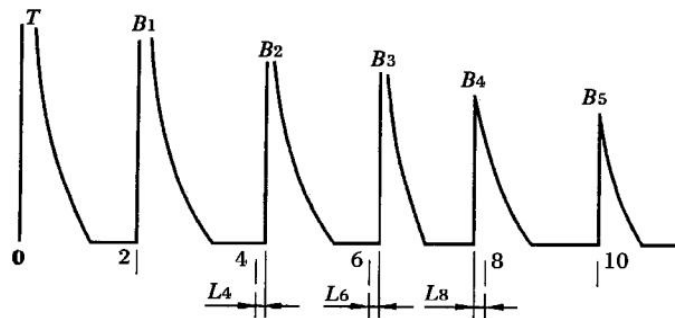


图 7 水平线性测试波形图

- c) 在具有“延迟扫描”功能的探伤仪中，按b)项方法，将底波B₁前沿对准水平刻度“0”，底波B₆前沿对准水平刻度“10”，然后读取第二至第五次底波中之最大偏差值L_{max}，再按式(8)计算水平线性误差ΔL

$$\Delta L = (|L_{\max}|/B) \times 100\% \quad (8)$$

- d) 在探伤仪扫描全范围内，应测试各典型扫描范围档级的水平线性误差。

5.16 阻塞范围

5.16.1 测试设备

- a) 2.5MHz φ 20mm直探头；
- b) 对比试块DB-D1；

5.16.2 测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，连接直探头并置于DB-D1试块上厚度48mm处，使其第一次底波B₁最高，调节探伤仪使此底波幅度恰为垂直刻度的80%。
- b) 在DB-D1试块上由厚至薄测量底波B₁的幅度，找出此幅度保持在垂直刻度70%以上的最小板厚d，定为探伤仪在这一探伤灵敏度下的阻塞范围，并以钢中纵波传播距离表示。
- c) 探伤仪的发射强度如取分档或组合参数形式，应测试发射强度最大值状态时探伤仪的阻塞范围，并在测试结果中注明发射强度的档级或参数组合。

5.17 分辨力

5.17.1 测试设备

- a) 2.5MHz φ 20mm直探头；
- b) 1号标准试块；
- c) 探头压块。

5.17.2 测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，被测探伤仪的抑制置“0”，扫描范围置为100mm（钢纵波）。
- b) 将2.5MHz φ 20mm直探头置于1号标准试块85mm和91mm反射面上方，中间加适当的耦合剂，并保持适当的耦合，如图8。

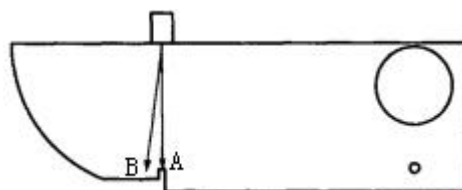


图 8 分辨力检测装置示意图

c) 使来自A面（85mm）、B面（91mm）两个面的回波幅度相等并为垂直刻度的80%（ h_1 ）。读取波峰80%时对应的增益读数 D_1 ，如图9。

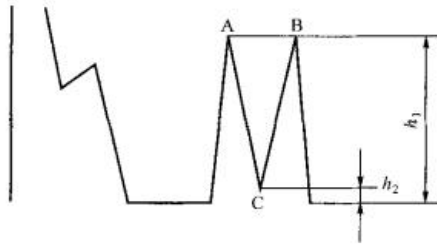


图 9 分辨力检测波形示意图

d) 调节增益，使波谷C（ h_2 ）的回波幅度上升为垂直刻度的80%，读取波谷80%时对应的增益读数 D_2 ，则远场分辨力 R 为

$$R = |D_2 - D_1| \quad (10)$$

式中： R ——分辨力，dB。

5.18 抑制电平

5.18.1 测试设备

- a) 常用直探头；
- b) 1号标准试块或其它试块；
- c) 探头压块。

5.18.2 模拟式探伤仪时的测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，连接探头并固定于试块上，调节被测探伤仪，使在抑制置最大时，显示屏上显示的多次底波中某次底波 B_n 的幅度为垂直刻度的5%。
- b) 将抑制调至最小，读取此时底波 B_n 的幅度并以垂直刻度的百分数表示。

5.18.3 数字式探伤仪时的测试步骤

- a) 探伤仪设置为自发自收模式、即“单”的工作状态，连接探头并固定于试块上，在抑制为0时，调节被测探伤仪，使在显示屏上显示的某次底波 B_n 的幅度为 $R\%$ 。
- b) 增加抑制值，直至该底波 B_n 临界消失，当前抑制电平即为 $R\%$ 。

5.19 回波宽度

5.19.1 测试设备

- a) 2.5MHz ϕ 20mm直探头；
- b) 1号标准试块；
- c) 探头压块。

5.19.2 测试步骤

- a) 模拟式探伤仪时，连接直探头并置于1号标准试块上厚度25mm处，调节探伤仪使第二次底波 B_2 的前沿对准水平刻度“4”，第四次底波 B_4 前沿对准水平刻度“8”。
数字式探伤仪时，可直接调整仪器探测范围为125mm（钢纵波）。
- b) 将探头固定于1号标准试块上厚度100mm处，仪器调节为适当的发射强度，使底波 B_1 幅度为垂直刻度的80%，然后读出此底波前沿始点至其后沿和垂直刻度20%线交点的水平距离 W ，如图10，并用钢中纵波距离表示。

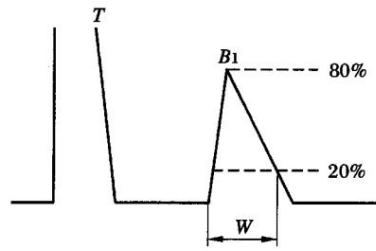


图 10 回波宽度检测波形示意图

注：1 在具有“延迟扫描”功能的探伤仪中，允许将回波宽度W展宽读测。

5.20 回波频率误差

5.20.1 测试设备

- a) 示波器；
- b) 1号标准试块。

5.20.2 测试步骤

- a) 探伤仪调节为适当的发射强度。
- b) 连接被测直探头并固定于1号标准试块上厚度25mm处，使第一次底波 B_1 最高。
- c) 用示波器在探伤仪的接收输入端观察底波 B_1 的扩展波形如图11。在此波形中，以峰值点P为基准，读出在其前一个周期、其后两个周期共计三个周期的时间 T_3 ，据 $f_e=3/T_3$ 计算回波频率 f_e ，再按式（11）计算回波频率误差 Δf_e ：

$$\Delta f_e = (f_e - f_0) / f_0 \times 100\% \quad (11)$$

式中： Δf_e ——回波频率误差，%；

f_0 ——探头的基本频率，MHz。

注：在c)项的测试中，必要时也可以只读出峰点前一个和峰点后一个共计二个周期的时间 T_2 ，据 $f_e=2/T_2$ 计算回波频率 f_e ，再按式（11）计算回波频率误差 Δf_e 。

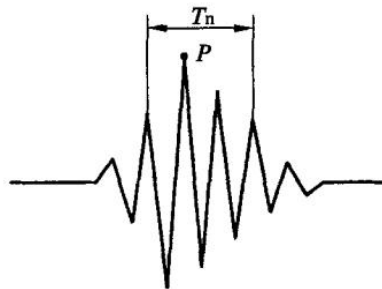


图 11 回波频率误差检测波形示意图

5.21 绝缘电阻

5.21.1 测试设备

兆欧表。

5.21.2 测试步骤

将兆欧表的输入线分别与被测探伤仪/适配器交流输入端及地端连接，然后测出其绝缘电阻值。

5.22 漏电流

5.22.1 测试设备

- a) 安全测试仪

5.22.2 测试步骤

按GB4793.1—2007中附录A的规定测试，试验部位为探伤仪/适配器交流输入地端与直流输出地端之间。

5.23 介电强度电压

5.23.1 测试设备

介电强度电压试验装置。

5.23.2 测试步骤

- a) 探伤仪/适配器处于非工作状态，试验部位为探伤仪/适配器的交流输入端和地端之间，试验电压为1400V（交流有效值）。
- b) 试验时，试验电压上升至规定值并保持1min，观察是否出现跳火、击穿或飞弧等异常现象。

6 检验规则

6.1 出厂检验和型式检验

出厂检验和型式检验项目见表2。

表2 出厂检验和型式检验

项 目		技术要求	测试方法	出厂检验	型式检验
1.	发射脉冲幅度	4.2.1	5.1	△	△
2.	发射脉冲宽度	4.2.2	5.2	△	△
3.	发射脉冲上升时间	4.2.3	5.3	△	△
4.	发射脉冲重复频率	4.2.4	5.4	○	△
5.	发射电路有效输出阻抗	4.2.5	5.5	○	△
6.	接收系统频带宽度	4.2.6	5.6	△	△
7.	衰减器误差	4.2.7	5.7	△	△
8.	电噪声电平	4.2.8	5.8	△	△
9.	接收系统最大使用灵敏度	4.2.9	5.9	○	△
10.	工作电流	4.2.10	5.10	○	△
11.	数字采样误差	4.2.11	5.11	—	△
12.	探伤灵敏度余量	4.3.1	5.12	△	△
13.	垂直线性误差	4.3.2	5.13	△	△
14.	动态范围	4.3.3	5.14	△	△
15.	水平线性误差	4.3.4	5.15	△	△
16.	阻塞范围	4.3.5	5.16	○	△
17.	分辨力	4.3.6	5.17	○	△
18.	抑制电平	4.3.7	5.18	○	△
19.	回波宽度	4.3.8	5.19	○	△
20.	回波频率误差	4.3.9	5.20	○	△
21.	绝缘电阻	4.4.1	5.21	○	△
22.	漏电流	4.4.2	5.22	○	△
23.	介电强度电压	4.4.3	5.23	○	△
注：“△”为必检项目，“○”为抽检项目，“—”为不检项目。					

6.1.1 出厂检验

超声探伤仪须经生产厂家质量检验部门按出厂检验项目检验合格并附合格证，方可出厂。

6.1.2 型式检验

凡属下列情况之一者应按本标准做型式试验：

- a) 新产品试制或老产品转厂时；
- b) 当产品设计、结构外观、工艺、材料的改变引起产品的主要性能改变时；
- c) 不经常生产的产品再次生产时；
- d) 对成批的大量生产的产品进行定期抽查时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时。

6.2 检验基准条件

探伤仪在进行比较试验和校准试验时，影响特性的检验基准条件为：

- a) 环境温度：20℃ ±5℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压强：86kPa~106kPa；
- d) 其它：通风良好、避免阳光直射、避免外电磁场干扰。

6.3 试验用主要仪器及设备

试验用主要仪器仪表如下

- a) 示波器；
- b) 阻值为50Ω和75Ω的无感电阻阻抗匹配器，最大允许相对误差为±1%；
- c) 最小步进0.1dB、总衰减量100dB、输出阻抗50Ω的标准衰减器，当信号频率在15MHz以内时，任意10dB范围的累积误差应在±0.3dB以内；
- d) 保护电路，用于发射高压输出限幅保护，其示例如图12所示。保护电路也可用合适的固定衰减器代替，一般根据探伤仪实际的发射脉冲电压幅度，在6至40dB间选取。
- e) 信号发生器：任意波形发生器/任意函数发生器。
信号发生器具有外部触发或选通闸门，能输出不少于两路门控正弦射频信号串，信号的幅度应能单独调整。输出信号频率不低于25MHz，输出最大信号幅度 V_{pp} 不低于5V，最大触发延迟不小于30μs。
- f) 数字万用表（直流电压测量精度0.01V、直流电流测量精度0.01A）；
- g) 可调直流稳压电源；
- h) 兆欧表（如ZC-7兆欧表，额定电压500V，测量范围0~1000MΩ）；
- i) 安全测试仪（如431F）；
- j) 介电强度电压试验装置（如耐压测试仪TOS8650）；
- k) 满足JB/T10062标准要求的2.5MHz φ20mm常用直探头；5MHz或其他频率的常用直探头；
- l) 对比试块DB-P Z20-2、DB-P Z20-4；对比试块DB-D1；
- m) 1号标准试块；
- n) 用于固定探头耦合的探头压块，质量可在2~3kg内选择。

试验所用仪器设备的技术性能应符合其产品标准的规定，经过定期检验并在有效期内。

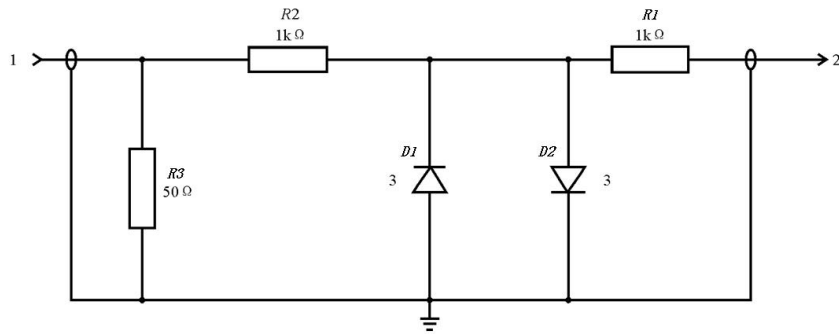


图 12 防止发射脉冲损坏检测设备的保护电路

说明：

- 1——来自超声探伤仪的发射输出端；
- 2——连接至信号发生器或示波器的输入端；
- 3——硅开关二极管：D₁、D₂；
- R₁、R₂、R₃——电阻。

注：在将信号发生器和（或）示波器连接到超声探伤仪的发射输出端之前，应考虑接入保护电路（见图 12）或合适的固定衰减器，以防止测试仪器被高发射电压击坏。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

超声探伤仪应有如下标志：

- a) 制造商名称、地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 使用电源电压；
- d) 出厂编号。

7.2 包装

超声探伤仪的内包装采用塑料薄膜罩将主机、充电器、电池分别包装，并装于泡沫防震附件箱内。外包装采用纸箱包装，包装应牢固，应符合 GB/T 191 中有关规定。

(1) 包装箱应有下列标志：

- a) 制造商名称、地址、电话；
- b) 超声探伤仪名称及型号；
- c) 毛重 (kg)、净重 (kg)；
- d) 体积 (长×宽×高)；
- e) “易碎”、“向上”、“怕雨”等符号。

(2) 包装箱内应附有以下产品随行文件：

- a) 说明书；
- b) 合格证；
- c) 装箱单。

7.3 运输

超声探伤仪在运输过程应避免雨雪淋溅和机械碰撞。

7.4 贮存

产品存放期超过6个月时，应从包装箱取出放在仓库中，此时仪器不允许叠放及紧靠地面、四壁和屋顶。

存放仪器的仓库应干燥并有保暖通风设备，其环境条件为：

- a) 温度:10~35℃；
 - b) 相对湿度:小于80%（20℃时）；
 - c) 室内无过多的灰尘、酸、碱、强烈日光及其他会引起腐蚀的气体，且无强烈的机械振动，冲击及强烈电磁场。
-

附录 A 对比试块

(补充件)

A.1 DB-D1试块

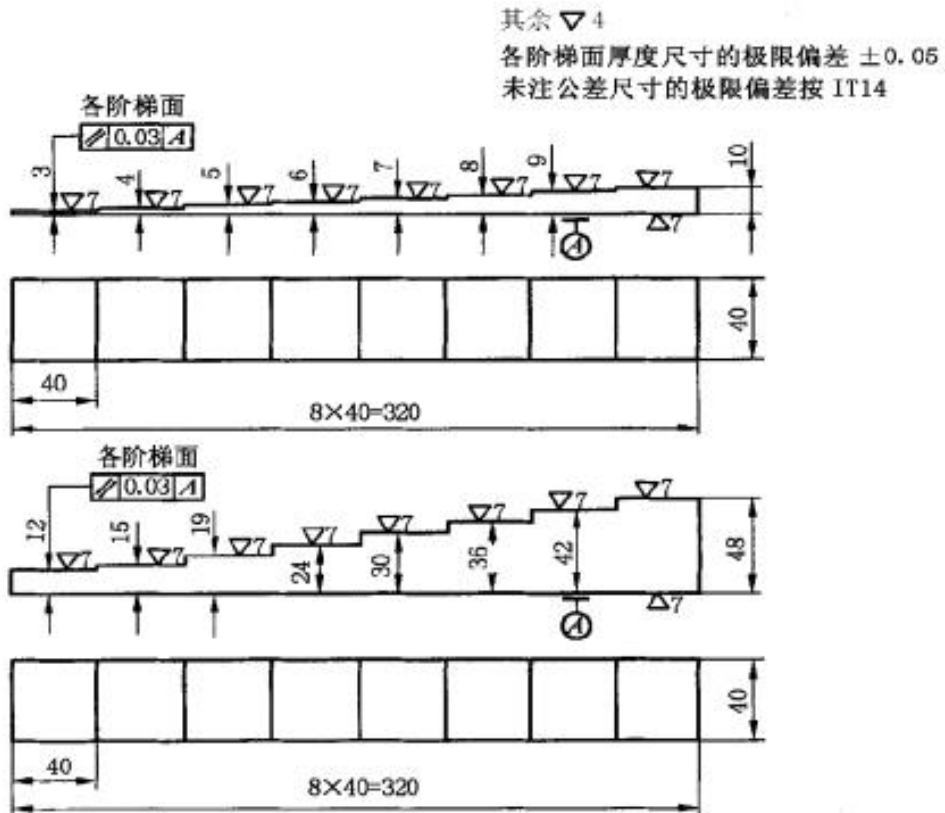


图 A.1

A.2 DB-P Z20-2、DB-P Z20-4试块

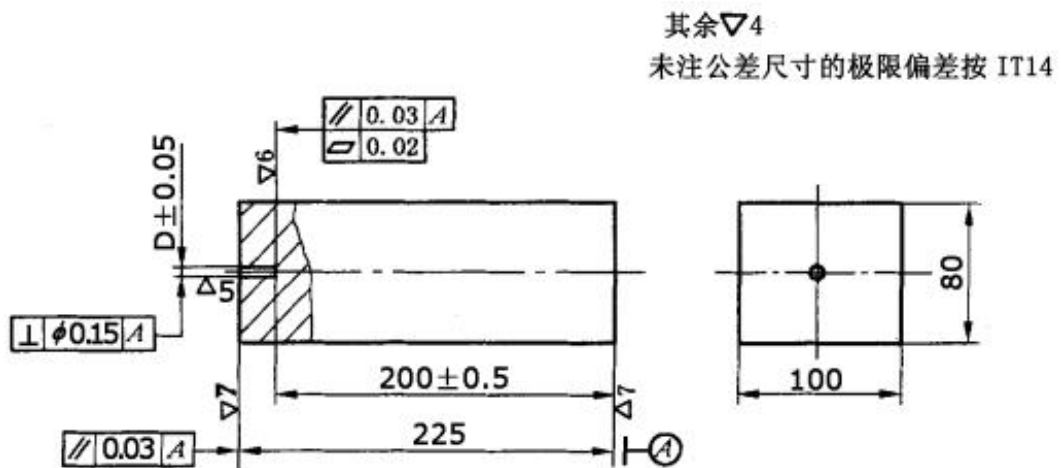


图 A.2

试块型号	DB-P Z20-2	DB-P Z20-4
孔径 D (mm)	φ 2	φ 4

A.3 技术要求

- a) 试块材料采用45 号优质碳素结构钢 (GB/T699) ；
 - 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2.5MHz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20mm 的 φ 2平底孔回波幅度1/4的缺陷回波。
-