

用户手册

超声波探伤仪 TST-UB100



泰仕特（北京）检测技术有限公司

电话：400-000-5218

网址：www.test-bj.com

产品简介

本型号是一款便携式、全数字式超声波探伤仪，能够快速、无损伤、精确地对工件内部多种缺陷（焊接、裂纹、夹杂、气孔等）进行检测、定位和评估。既可以用于实验室，也可以用于工程现场。本仪器能够广泛地应用在制造业、钢铁冶金业、金属加工业、化工业等需要缺陷检测和质量控制的领域，也广泛应用于航空航天、铁路交通、锅炉压力容器等领域的在役安全检查与寿命评估。

注意事项

- ◇ 本仪器为工业超声波无损探伤设备，不可以用于医疗检测；
- ◇ 使用本仪器的人员必须具备专业无损检测知识，以保证安全操作；
- ◇ 本仪器必须在仪器允许的环境条件下使用，尤其不可在强磁场、强腐蚀的环境下使用；
- ◇ 在使用过程中请按照本手册的介绍正确使用，保证安全操作，避免不必要的损失；
- ◇ 出现故障请与本公司联系，切勿自行拆卸修理。

声明

本公司对由于误操作造成的任何后果不负任何责任，请您严格按照本手册的介绍正确使用本仪器。

产品清单

数字式超声波探伤仪由专用设备箱装载，对产品可以起到良好的保护作用，同时方便携带。具体产品清单如下所示：



设备箱外观与装箱清单列表、合格证、产品保修单



数字式超声波探伤仪产品列表

| 序号 | 描述 |
|----|------------------|
| 1 | 设备防护箱 |
| 2 | 数字式超声波探伤仪主机（带腕带） |
| 3 | 主机皮套 |
| 4 | 使用说明书 |

| | |
|----|--------------------------------|
| 5 | Mini-USB 连接线 |
| 6 | 外接充电器 |
| 7 | 1m 探头连接电缆 x2 |
| 8 | 耦合剂（95%硅油） |
| 9 | 斜探头 9x9K2，2.5MHz |
| 10 | 直探头 $\Phi 20\text{mm}$ ，2.5MHz |
| 11 | 仪器背带一套 |
| 12 | 上位机软件 U 盘 |

目录

| | |
|------------------------|-----------|
| 1 前言 | 1 |
| 1.1 功能特点..... | 1 |
| 1.2 技术参数..... | 2 |
| 1.3 使用超声探伤仪的必要条件 | 3 |
| 1.4 使用注意事项..... | 3 |
| 1.5 保养与维护 | 4 |
| 2 仪器简介 | 5 |
| 2.1 供电模式..... | 5 |
| 2.2 主机介绍..... | 6 |
| 2.2.1 指示灯介绍 | 7 |
| 2.2.2 探头的连接 | 7 |
| 2.3 显示屏幕界面..... | 7 |
| 2.4 键盘界面..... | 9 |
| 2.5 菜单结构..... | 11 |
| 3 系统参数设置..... | 13 |
| 3.1 语言选择..... | 13 |
| 3.2 屏幕亮度..... | 13 |
| 3.3 主题选择..... | 14 |
| 3.4 标度设置..... | 14 |
| 3.5 报警设置..... | 15 |
| 3.6 省电待机设置..... | 16 |
| 3.7 日期时间设置..... | 16 |
| 3.8 恢复出厂设置..... | 17 |
| 4 检测基本操作..... | 18 |
| 4.1 测量范围调节..... | 18 |
| 4.2 闸门调节..... | 18 |
| 4.3 闸门展宽..... | 19 |
| 4.4 回波增益调节..... | 19 |
| 4.5 回波设置..... | 20 |
| 4.6 读数设置..... | 21 |
| 4.6.1 峰值记忆 | 22 |
| 4.6.2 回波包络 | 22 |
| 4.7 探头的设置..... | 22 |
| 4.8 发射参数设置..... | 23 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 5 数据存储与通讯 | 25 |
| 5.1 通道的选择与存储 | 25 |
| 5.2 波形的选择与存储 | 26 |
| 5.3 视频的录制与存储 | 27 |
| 5.4 数据的通讯 | 28 |
| 5.4.1 软件安装 | 28 |
| 5.4.2 通信连接与断开 | 31 |
| 5.4.3 通道读取 | 32 |
| 5.4.4 波形读取 | 32 |
| 5.4.5 录像读取 | 33 |
| 5.4.6 报告打印 | 33 |
| 6 检测操作示例 | 35 |
| 6.1 单晶直探头校准 | 35 |
| 6.1.1 已知材料声速、零点的校准 | 35 |
| 6.1.2 未知材料声速、零点的校准 | 36 |
| 6.2 单晶斜探头的校准 | 38 |
| 6.2.1 单晶斜探头材料声速、探头零偏、探头前沿校准 | 38 |
| 6.2.2 单晶斜探头角度/K 值的校准 | 39 |
| 6.3 双晶探头校准 | 41 |
| 6.4 DAC 曲线 | 42 |
| 6.4.1 DAC 曲线制作 | 42 |
| 6.4.2 DAC 曲线偏移 | 46 |
| 6.4.3 DAC 曲线调整 | 46 |
| 6.4.4 DAC 曲线设置 | 47 |
| 6.4.5 DAC 曲线显示设置 | 47 |
| 6.5 AVG 曲线 | 48 |
| 6.5.1 单点 AVG 曲线制作 | 48 |
| 6.5.2 多点 AVG 曲线制作 | 50 |
| 6.5.3 AVG 曲线调整 | 52 |
| 6.5.4 AVG 曲线偏移 | 52 |
| 6.5.5 AVG 曲线设置 | 53 |
| 6.5.6 AVG 曲线显示 | 53 |
| 7 其它功能介绍 | 55 |
| 7.1 B-扫功能 | 55 |
| 7.2 焊缝示意功能 | 55 |
| 7.3 孔径 | 56 |

7.4 裂纹测深.....56

7.5 曲面修正.....57

7.6 AWS 功能.....58

8 检测精度影响及缺陷评估.....59

8.1 影响检测精度的因素.....59

8.2 缺陷评估方法.....59

8.2.1 缺陷边界法59

8.2.2 回波显示比较法59

9 常见问题及处理.....61

附录 1：名词术语.....62

附录 2：常见声速.....64

附录 3：与超声波探伤有关的国家标准与行业标准.....65

1 前言

感谢您使用本公司生产的超声波探伤仪产品，您能成为我们的用户，是我们莫大的荣幸。本型号数字式智能超声波探伤仪采用国际先进的集成电路技术和新型 TFT 彩色显示器件，其各项性能指标均达到或超过国际先进水平。仪器采用人工智能技术，功能强劲，使用方便。为了使您能尽快熟练掌握该款超声波探伤仪，请务必仔细阅读本操作手册以及随机附带的其它相关资料，以便您更好地使用探伤仪。

请您仔细核对随机资料是否齐全、所得仪器及配件与装箱单是否一致，如果有不妥之处，您可拒收仪器。购买仪器后，请您认真仔细地阅读仪器的相关资料，以保证您获得应有的权利和服务。

这款数字式超声波探伤仪是设计先进、制造精良的高科技产品，在研发和制造过程中经过了严格的技术评测，具有很高的可靠性。即使如此，您仍可能会在使用中遇到一些技术问题，为此我们在本手册中进行了详尽说明和示例，以方便您的使用。如果您在仪器使用过程中遇到问题，请查阅本操作手册相关部分，或者直接与我公司联系。感谢您的合作。

1.1 功能特点

本型号超探仪产品是全数字式超声波探伤仪，具有高速度、高精度、高效率、可靠性高、综合性能好、实时操作等特点。采用先进技术，现场性能卓越，并配有大容量电子硬盘，可永久性保存数据。本产品型号分为高配版与低配版两种，两个版本之间功能与参数会有所区别。主要功能特点如下：

- ◆ 全中文显示，菜单式操作，多个快捷键，数码飞梭旋钮。操作便捷，技术领先。
- ◆ 真彩色液晶显示屏，可根据环境选择仪器配色方案，屏幕亮度可自由设定
- ◆ 可拆卸式电池供电，可在线充电，亦可脱机充电。可边工作边充电。电池更换方便。可长时间在野外作业而无忧虑。其体积小，重量轻，便于携带
- ◆ 可进行多通道探伤，选择通道另存便于管理，波形存储并可随时调用
- ◆ 数据存储：设有存储快捷键，便于操作，可快速另存、调用、回放与删除
- ◆ 读数自动捕捉，移动闸门时，闸门自动套住下一回波
- ◆ 具有增益加减快捷键，调整增益方便；同时具备自动增益功能，用户可一键达到预设置的增益值
- ◆ 自动校准各种探头参数
- ◆ DAC 和 AVG 曲线制作无制作点顺序限制，操作方便
- ◆ 发射脉冲：支持尖脉冲和方波发射，脉冲幅度和宽度可调，使探头工作在最佳状态。阻抗匹配可选，满足灵敏度及分辨率的不同工作要求
- ◆ 四种工作方式：单晶直探头，单晶斜探头，双晶直探头，透射
- ◆ 放大接收

实时采样：高速 ADC，充分显示波形细节

检波方式：全波、正半波、负半波、射频

闸门：双闸门读数，支持时间闸门与声程闸门，自动捕捉回波

增益：0-110dB 多级步距可调。可分别调节基本增益、扫查增益、表面补偿，方便探伤设置。支持增益锁定，支持自动增益

- ◆ 报警类型：闸门进波、闸门失波、曲线进波、曲线失波 4 种类型可选

- ◆ 报警方式：蜂鸣器报警、闪光报警
- ◆ 大数字显示：用户可将关键参数菜单项打开，选择需要放大的数字，比如声程、深度等
- ◆ 实时时钟记录：日期、时间跟踪记录，并存储
- ◆ 通讯接口：高速 USB 接口提供传输
- ◆ 省电功能：用户可设置多长时间无操作屏幕变暗，以达到省电的目的。待机时，用户可设置多长时间仪器屏幕会自动关闭，可使仪器省电，延长使用寿命
- ◆ 辅助探伤功能
 - 峰值记忆：实时检索缺陷最高波，记录缺陷最大值
 - 回波包络：对缺陷回波进行波峰轨迹描绘，辅助对缺陷定性判断
 - 裂纹测深：利用端点衍射波自动测量、计算裂纹深度
 - B 型扫描：实时扫描、横截面显示，可显示工件缺陷形状，使探测结果更直观。包含厚度 B 扫和颜色 B 扫（仅高配版）
 - 孔径：在直探头锻件探伤工作中，对缺陷的大小进行自动计算即 Φ 值自动计算功能（仅 SUB140）
 - AWS 功能：直接显示缺陷分级
 - 焊缝图示：焊缝探伤时，直接显示焊缝截面缺陷分布情况（仅高配版）
 - DAC、AVG：利用直探头与斜探头分别测试对应的标准试块，自动生成 AVG/DAC 曲线
 - 动态记录：快捷检测实时动态记录波形，存储、回放
 - 缺陷定位：水平值 L、深度值 H、声程值 S
 - 缺陷定量：根据设定基准灵活显示
 - 缺陷定性：通过包络波形，人工经验判断
 - 曲面修正：曲面工件探伤，修正曲率换算（仅高配版）
 - 展宽功能：用户可选择闸门内波形展宽，亦可选择屏幕展宽功能以显示细节
 - 回波编码：不同回波使用不同颜色区分（仅高配版）

1.2 技术参数

超声波探伤仪的技术参数详见表 1。

表 1 超声波探伤仪技术参数表

| | 低配版 | 高配版 |
|---------|--------------|--------------|
| 检测范围 | 0~9999mm | 0~25000mm |
| 声速范围 | 1000~9999m/s | 200~20000m/s |
| 存储通道数量 | 10 | 100 |
| 存储波形数量 | 100 | 1000 |
| 录像（min） | 5min×10 | 5min×20 |
| 增益范围 | 0dB~110dB | |

| | | |
|--------|---|----------------------------|
| 显示延迟 | -15 μ s \sim +3400 μ s | |
| 探头零偏 | 0 μ s \sim 1000 μ s | |
| 工作频率 | 0.2 \sim 15MHz | |
| 电噪声水平 | $\leq 10\%$ | |
| 探头阻尼 | 50、75、150、500 Ω | |
| 重复频率 | 自动低、自动中、自动高，5 \sim 1000Hz | |
| 灵敏度余量 | > 62 dB | |
| 分辨力 | > 40 dB | |
| 噪声抑制 | 0 \sim 80%（数字抑制） | |
| 垂直线性误差 | $\leq 3\%$ | |
| 水平线性误差 | $\leq 0.1\%$ | |
| 动态范围 | ≥ 32 dB | |
| 脉冲强度 | 固定 | 4 档可调（100V,250V,350V,450V） |
| 脉冲宽度 | 50 \sim 1000ns | 尖脉冲，50 \sim 1000ns，自动匹配 |
| 内置闪存 | 1GB | |
| 环境温度 | -10 $^{\circ}$ C \sim + 50 $^{\circ}$ C | |
| 环境湿度 | 20% \sim 95% | |
| 工作时间 | ≥ 20 h | |
| 尺寸 | 220 \times 175 \times 59（mm） | |
| 重量 | 1.3kg（含电池） | |

1.3 使用超声探伤仪的必要条件

- 操作人员需要进行相关的培训
- 掌握无损检测领域相关知识
- 根据实际测试情况选择适当的测试设备

1.4 使用注意事项

- 仪器关机后必须停 5 秒以上方可再次开机，不可反复开关；
- 避免强力震动、冲击和强力磁场的干扰；
- 不要将仪器长期置于高温、潮湿和有腐蚀气体的环境之中；

- 按键操作不宜用力过猛，不宜用沾有过多油污和泥水的手操作仪器键盘；
- 仪器出现故障时，请与销售商或本公司联系。

1.5 保养与维护

- 探伤检测完毕，应对仪器的外表进行清洁，然后放置于室内干燥通风处；
- 探头连线切忌扭曲重压，在拔、插连线时应抓住插头底部；
- 为保护探伤仪及电池，每个月至少开机通电 1 到 2 个小时，并给电池充电，以免元器件受潮或电池过放而影响使用寿命；
- 探伤仪在搬动过程中，应避免摔跌或强烈振动、撞击和雨、雪等淋溅；
- 严禁使用具有溶解性的物质擦拭外壳。

2 仪器简介

2.1 供电模式

本型号电源供电方式有两种：外部电源充电器供电和仪器专配锂离子电池组供电。

外部电源充电器：电源充电器工作输入电压为市电交流 220V，50Hz，输出电压为 8.4V。

供电方式：

- 仪器没有装载电池时，外部电源充电器市电插头插入市电插座，电源充电器指示灯变亮，显示充电器正常工作，将充电器 DC 插头插入本型号插孔，超探仪的电源指示灯变为红色，超探仪即可正常工作。
- 仪器装载电池组时，连接好仪器和市电，仪器正常工作。

注意：请使用稳定可靠的 220V、50Hz 的交流市电对仪器供电，以免损坏电源充电器、锂电池或者仪器；如需要停止电源充电器的工作，先拔掉电源充电器与市电连接，再断开电源充电器与仪器的连接。

仪器专配锂离子电池组：配置的锂离子电池组容量为 7200mAh，仪器顶部设置电池组充电的插口，并且电池组亦内嵌充电插口。可以不将电池取出直接对电池充电，亦可将电池取出进行充电。在电池电量不足时，及时对电池充电或利用电源充电器供电，也可更换备用电池组。更换电池过程中，请先关闭仪器。

锂离子电池组充电方式：

在线充电

在线充电步骤如下（开机或关机状态均可充电，可以边工作边充电）：

1. 打开仪器顶部防水塞。
2. 将充电器的市电插头插入市电电源插座，然后将充电插头插入仪器顶部的充电插座，仪器自动开始对电池充电。充电过程中，充电器指示灯显示为红色。
3. 电池充满后，仪器自动停止充电。充电器指示灯显示为绿色。

脱机充电

脱机充电步骤如下：

1. 将仪器关机。
2. 将电池模块从电池仓中取出。
3. 将充电器的市电插头插入电源插座，然后将充电插头插入电池模块的充电插座，开始对电池充电。充电过程中，充电器指示灯显示红。
4. 电池充满后自动停止充电。充电器指示灯由红色转为绿色。移除电源插座后，充电器指示灯灭。充电过程结束。

锂离子电池组充电注意事项：

- 请务必使用专用的充电器给电池充电。若使用非本机专用的充电器对仪器充电，而导致仪器出现问题不属于保修范围。
- 锂电池存在自放电问题。电池充满后，如果短期不用，电量会有一定的衰减；长期不用会导致电池过放而进入休眠状态。为保护探伤仪及电池，至少每个月要开机通电一到两个小时，并给电池充电，以免仪器内的元器件受潮和电池亏电而影响使用寿命。
- 电池是消耗品，虽然可以进行上百次的充放电，但其最终会失效。当您发现电池工作时间明显缩短已不能满足性能要求时，请更换新电池。
- 电池存放环境和充电场所应避免高温和潮湿，并要求洁净，切不可有油污、腐蚀液体等，尤其注意电池的正负极部位不要与金属物品等接触。
- 锂电池由多个单元组合而成，内部有特殊的保护电路和装置，严禁擅自对电池拆卸或者改装，严禁挤压电池，严禁使电池短路。否则可能会造成严重后果。
- 电池在运输和使用过程中，要小心谨慎，防止电池过量冲击，更应避免电池跌落、撞击、刺穿、水浸、雨淋等情况发生。
- 在充电过程当中，如发现有过热等异常现象发生，请立即切断电源，并与我公司联系。

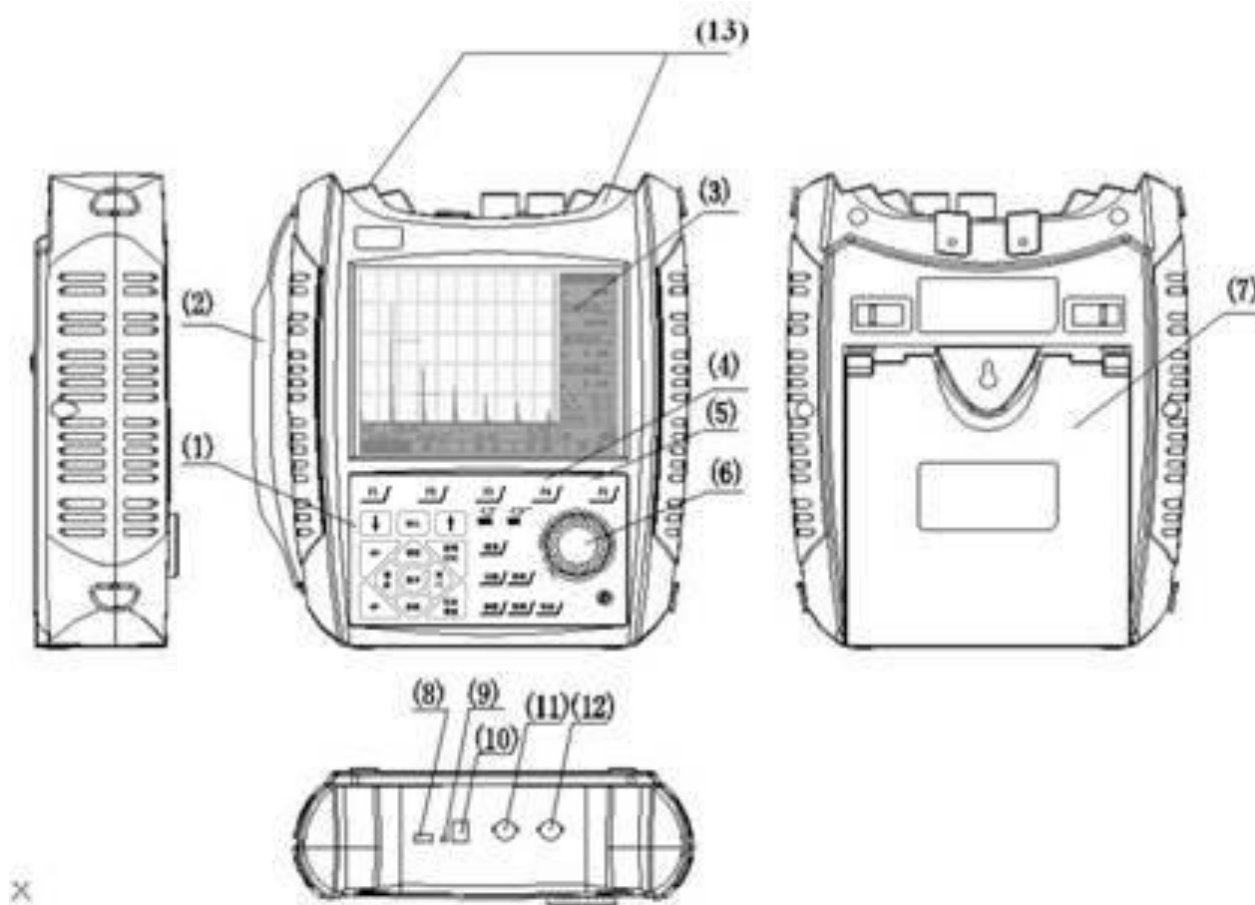
2.2 主机介绍

图 2.1 1-键盘 2-手持护带 3-TFT 真彩数字显示屏 4-电源指示灯 5-报警指示灯 6-飞梭旋钮 7-支架
8-USB 通讯口 9-复位关机孔 10-充电插孔 11-接收端口 12-收/发端口 13-防护盖

2.2.1 指示灯介绍

报警指示灯：当前闸门内回波峰值超出闸门或曲线高度（进波报警），当前闸门内回波峰值低于闸门或曲线高度（失波报警）时，该报警指示灯闪烁报警；

电源指示灯：开机状态下仪器电源指示灯亮。关机状态下仪器电源指示灯灭。电池电量低时，电源指示灯的红灯亮同时报警指示灯闪烁。

充电器指示灯：该指示灯位于充电器。充电开始，指示灯变红色。充电完成，指示灯由红色变成绿色。

2.2.2 探头的连接

使用本探伤仪进行探伤工作前，需要连接上合适的探头和探头线，仪器的探头线应该是 75Ω 的同轴电缆。

仪器顶部有两个Q9探头插座(11-接收端口 12-收/发端口)，为探头线连接插座。使用单探头（直探头或斜探头）时，探头线可以连接到仪器顶部任何一个探头插座上；使用双晶探头（一个晶片发射、另一个晶片接收）或穿透探头（两个探头，一个探头发射，另一个探头接收）时，要把发射的探头线连接到发射探头插座（12-收/发端口），接收的探头线连接到接收探头插座（11-接收端口）。

仪器使用双晶探头时，发射探头线和接收探头线连接的不正确，可能会导致回波损耗或波形紊乱的后果。

2.3 显示屏幕界面

本型号探伤仪主要有两种显示界面，分别为：回波界面和参数设置界面。回波界面主要由回波显示区，主菜单区，子菜单区和基本信息显示区等构成，如图 2.2，2.3，2.4 和 2.5 所示。

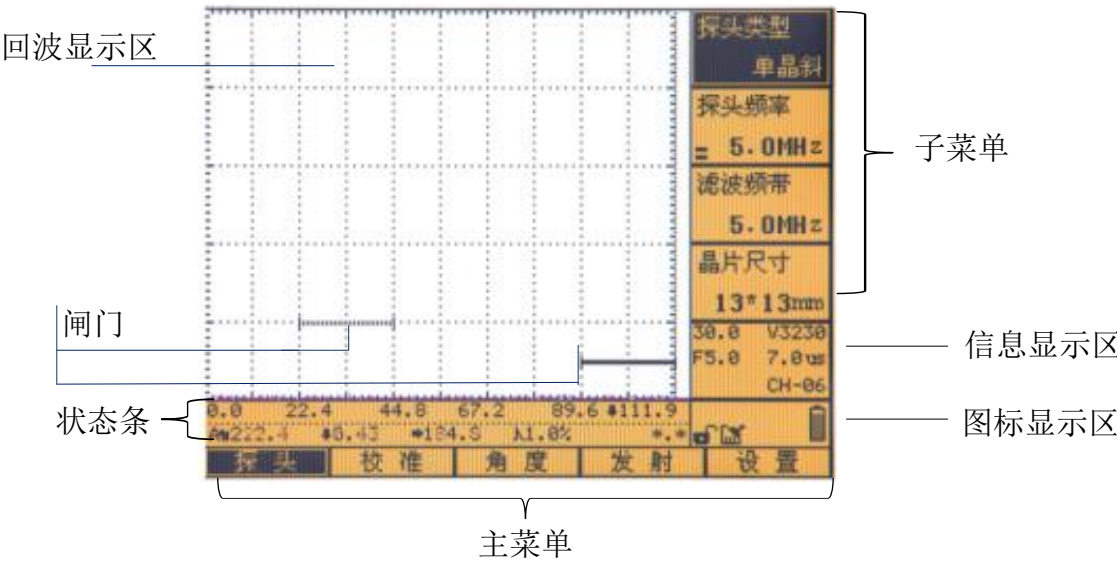


图 2.2 主界面

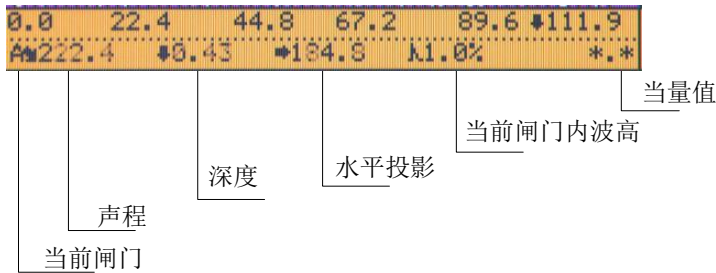


图 2.3 状态条

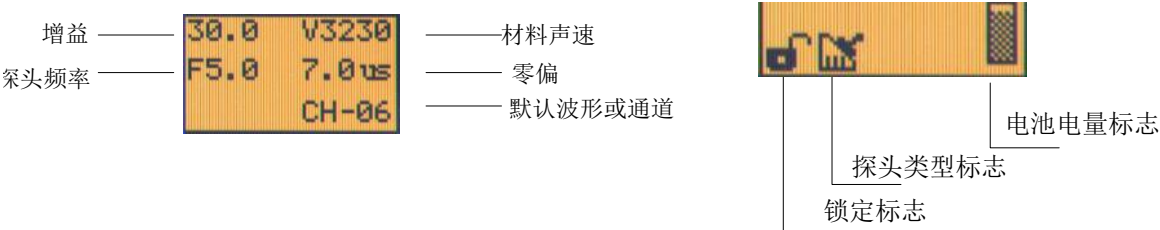


图 2.4 信息显示区图 2.5 图标显示区

通过点击键盘中【参数】快捷键可以进入参数设置界面，参数设置界面可设置仪器所有参数，如图 2.6 所示。

| 参 数 设 置 | |
|-----------|-----------|
| 检测范围..... | = 250mm |
| 材料声速..... | = 5920m/s |
| 显示延迟..... | = 0.000μs |
| 探头零偏..... | = 0.000μs |
| 闸门选择..... | = 闸门A |
| 闸门起始..... | = 5.0mm |
| 闸门宽度..... | = 5mm |
| 闸门高度..... | = 25% |
| 基本增益..... | = 30dB |
| 增益步距..... | 10dB |
| 扫查增益..... | = 0.0dB |
| 表面补偿..... | = 0.0dB |

图 2.6 参数设置界面

2.4 键盘界面

本仪器键盘设计有按键和飞梭旋转轮两种操作方式，键位如图 2.7 所示。

探伤人员对探伤仪发出的所有控制指令，均通过键盘操作或旋转轮操作完成。键盘操作或旋转轮操作过程中，探伤仪根据不同的状态自动识别各键的不同含义，执行操作人员的指令。

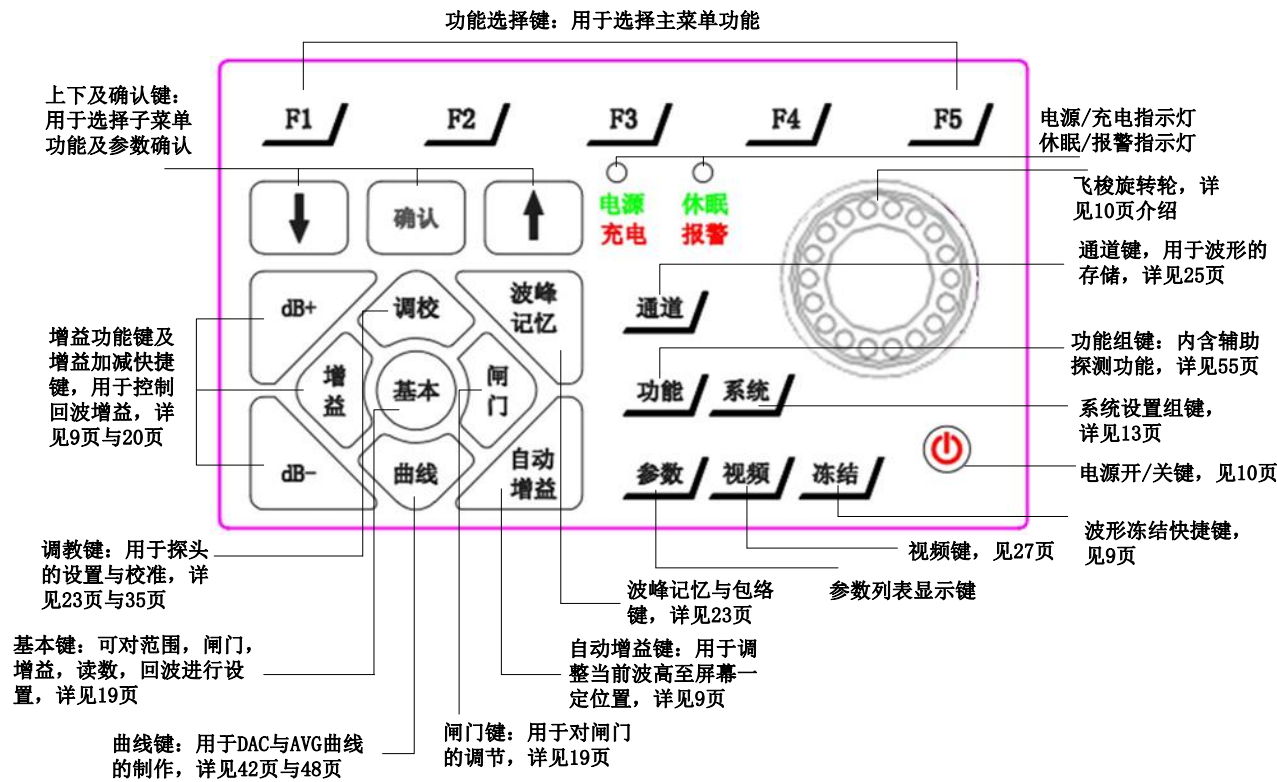


图 2.7 仪器按键键位图

按键区分为四部分，第一部份为基本、调教、曲线、功能、系统等五个总体主菜单。

第二部分为第一行的功能选择键，由 F1、F2、F3、F4、F5 五个键组成，通过这五个按键可以选择显示屏下方主菜单中相对应的功能选项。

第三部份为第二行的三个基本操作按钮，分别为“上移”、“确认”、“下移”键，通过单击“上移”和“下移”键，可在屏幕右侧的子菜单中的不同参数之间进行切换，单击“确认”键，可对完成的操作进行确认，进入下一步操作。

第四部份为常用功能键及快捷键。仪器的各项具体功能在 3 系统参数设置，4 检测基本操作，5 数据存储与通讯章节中会进行详细介绍。下面对快捷键进行简单介绍，以辅助使用者快速完成测试过程。

冻结功能：在测试过程中，按【冻结】快捷键，可以将当时屏幕上显示的波形以及数据冻结，再次按该键即可解除冻结。当用户发现感兴趣的回波，可以冻结该回波信息。另外，当用户调出已存储的波形后，需按【冻结】键解冻。

增益加减功能：在测试过程中，【dB+】与【dB-】快捷键可以对当前屏幕波形的增益大小进行快速的调节。

自动增益功能：在测试过程中，【自动增益】快捷键可以快速调整闸门内的增益（波高）至屏幕的预设位置，方便观察。

旋轮操作模式分为三种：左向旋转、右向旋转、按击。左向旋转时，减小数值；右向旋转时，增大数值；按击时，增大或减小调节步距；在参数设置界面，飞梭旋轮向左旋转与【向上】键功能相同，向右旋转与【向下】功能相同。

部分参数可调范围较大，参数调节时可以改变调节步距。调节步距分为三档，低档、中档、高档，调节步距为最大步距（高档）时显示为：■图 2.8 的“检测范围”子菜单：



图 2.8


图 2.9

开关机：

开机：请按“”键 2 秒钟，启动仪器。

关机：

- ◇ 在开机状态下，按“”键 2 秒钟，关闭仪器。

- ◇ 在死机状态下，请连续 5 次点击“”键，关闭仪器。
- ◇ 为了避免关机键失灵，本仪器添加了软件关机功能。操作方法：“系统”//“设置”//“关闭系统”来关闭仪器。
- ◇ 自动关机：当电池电压太低时，屏幕上报警指示灯会闪烁，1 分钟后探伤仪会自动保存数据并关机。
- ◇ 硬件关机：硬件复位，仪器顶部防水塞处，有复位键，按下此键仪器关机。
- ◇ 仪器关机后，所调试和设置的探伤参数不会丢失，下次开机后会利用默认的系统文件将仪器参数自动恢复。

2.5 菜单结构

| 基本 | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| 主菜单 | 范围 | 闸门 | 增益 | 读数 | 回波 |
| 子菜单 | 检测范围 | 闸门选择 | 基本增益 | 闸门模式 | 检波方式 |
| | 材料声速 | 闸门起始 | 增益步距 | 检测方式 | 噪声抑制 |
| | 显示延迟 | 闸门宽度 | 扫查增益 | 记忆功能 | 波形填充 |
| | 探头零偏 | 闸门高度 | 表面补偿 | 闸门展宽 | 回波编码 |

| 调校 | | | | | |
|-----|------|------|--------|------|------|
| 主菜单 | 探头 | 校准 | 角度 | 发射 | 设置 |
| 子菜单 | 探头类型 | 自动校准 | 自动校准 | 发射强度 | 工件厚度 |
| | 探头频率 | 手动设置 | 手动设置 | 脉冲宽度 | 自动波高 |
| | 滤波频带 | 探头前沿 | 探头角度 | 重复频率 | 保留菜单 |
| | 晶片尺寸 | 探头零偏 | 探头 K 值 | 探头阻尼 | 其他设置 |

| 曲线 | | | | | |
|-----|------|------|---------|------|------|
| 主菜单 | DAC | 调整 | 偏移 | 设置 | 显示 |
| 子菜单 | 曲线制作 | 曲线调整 | 判废线 RL | 标准设置 | 曲线显示 |
| | 检测范围 | 检测范围 | 定量线 SL | 当量基准 | 曲线类型 |
| | 测点波高 | 测点波高 | 评定线 EL | 保留菜单 | 曲线拟合 |
| | 闸门起始 | 闸门起始 | 报警基准 | 保留菜单 | 曲线删除 |
| 主菜单 | AVG | 调整 | 偏移 | 设置 | 显示 |
| 子菜单 | 曲线制作 | 曲线调整 | 上 AVG 线 | 曲线基准 | 曲线显示 |
| | 检测范围 | 检测范围 | 中 AVG 线 | 基准孔径 | 曲线类型 |
| | 测点波高 | 测点波高 | 下 AVG 线 | 探头尺寸 | 曲线拟合 |

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 闸门起始 | 闸门起始 | 报警基准 | 探头频率 | 曲线删除 |
|--|------|------|------|------|------|

| 功能 | | | | | |
|-----|-------|------|------|------|------|
| 主菜单 | 扫描 | 焊缝 | 孔径 | 裂纹 | 曲面 |
| 子菜单 | B 扫模式 | 焊缝图示 | 当量孔径 | 裂纹测深 | 曲面修正 |
| | B 扫方向 | 焊缝参数 | 闸门起始 | 端点 A | 曲面内径 |
| | B 扫速度 | 焊缝距离 | 探头尺寸 | 端点 B | 曲面外径 |
| | A 扫模式 | 保留菜单 | 探头频率 | 闸门起始 | 保留菜单 |
| 主菜单 | AWS | 预留 | 预留 | 预留 | 预留 |
| 子菜单 | AWS | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 |
| | A 等级 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 |
| | B 基准 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 |
| | 闸门起始 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 | 保留菜单 |

| 系统 | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| 主菜单 | 显示 | 标度 | 报警 | 设置 | 信息 |
| 子菜单 | 语言选择 | 标度单位 | 按键声音 | 省电模式 | 当前日期 |
| | 屏幕亮度 | 水平标度 | 蜂鸣报警 | 待机模式 | 当前时间 |
| | 主题选择 | 网格显示 | 闪光报警 | 系统关机 | 固件版本 |
| | 保留菜单 | 保留菜单 | 报警类型 | 保留菜单 | 软件版本 |
| 主菜单 | 通道 | 波形 | 视频 | 管理 | 预留 |
| 子菜单 | 通道选择 | 波形选择 | 视频选择 | 清除通道 | 保留菜单 |
| | 通道保存 | 波形保存 | 视频录制 | 清除波形 | 保留菜单 |
| | 通道另存 | 波形调用 | 视频播放 | 清除视频 | 保留菜单 |
| | 通道删除 | 波形删除 | 视频删除 | 恢复出厂 | 保留菜单 |

3 系统参数设置

3.1 语言选择

仪器提供中英文两种语言选择，本版本默认为中文语言。操作切换步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F1】键选择“显示”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“语言选择”子菜单，左旋或者右旋飞轮，切换中英文显示界面。

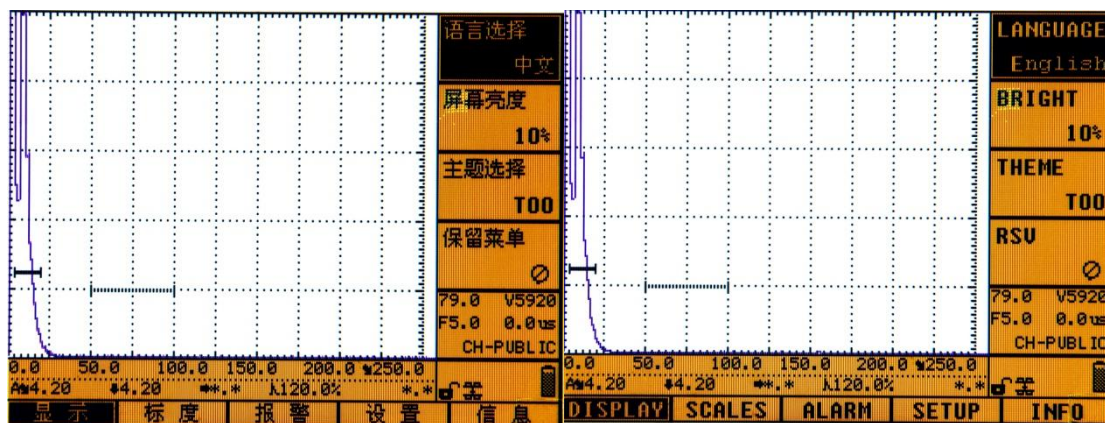


图 3.1 系统语言设置

3.2 屏幕亮度

仪器提供屏幕亮度的调节，可根据实际的环境对屏幕亮度进行调节，以方便操作者进行测试。操作步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F1】键选择“显示”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“屏幕亮度”子菜单，左旋或者右旋飞轮，调整当前屏幕亮度，可选范围 10%-100%。

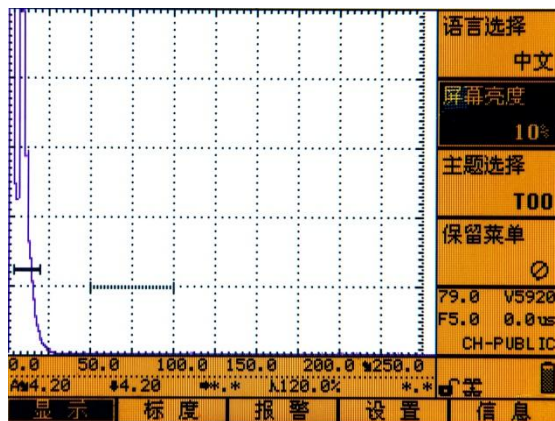


图 3.2 屏幕亮度设置

3.3 主题选择

仪器可以根据操作者偏好对屏幕显示的颜色主题进行更换。操作步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F1】键选择“显示”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“主题选择”子菜单，左旋或者右旋飞轮，更换屏幕显示的主题颜色，共有 16 种主题配色可选。

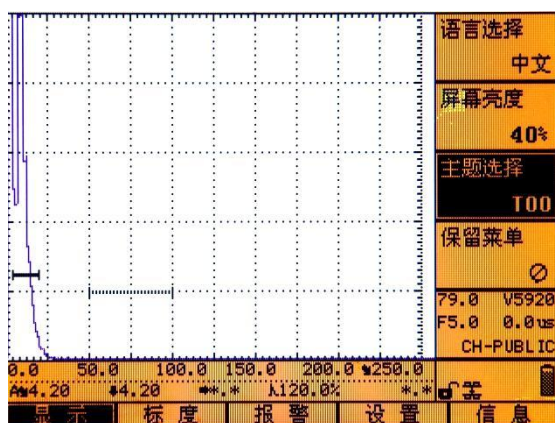


图 3.3 系统主题设置

3.4 标度设置

根据测试条件可以对屏幕的标度进行设置，以辅助操作者观察测试，包括对标度单位、水平标度、网格显示的调整。具体操作步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F2】键选择“标度”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“标度单位”子菜单，左旋或者右旋飞轮，调整标度的显示单位为 mm 或 inch；

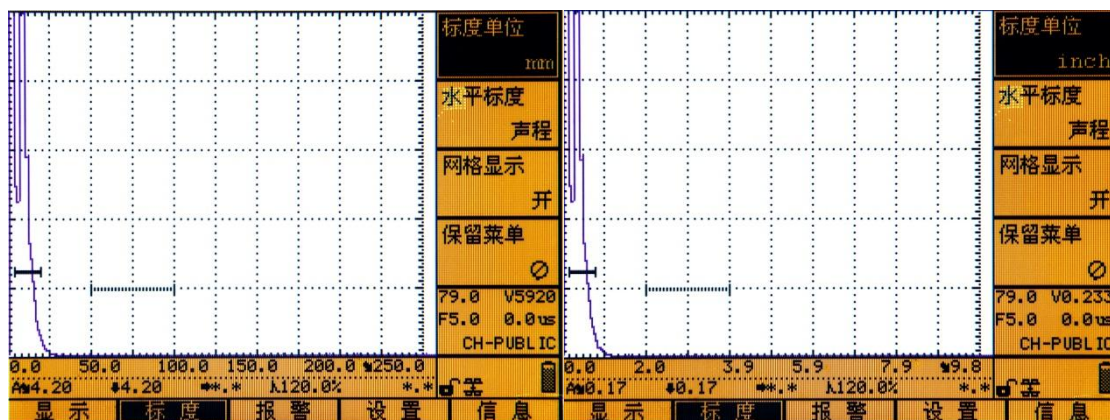


图 3.4 标度单位设置

- 3、通过【向上】或【向下】键选择“水平标度”子菜单，左旋或者右旋飞轮，可根据测试情况改变水平标度为声程、深度、比例、时间、投影；

- 4、通过【向上】或【向下】键选择“网格显示”子菜单，左旋或者右旋飞轮，选择开关网格显示辅助功能。

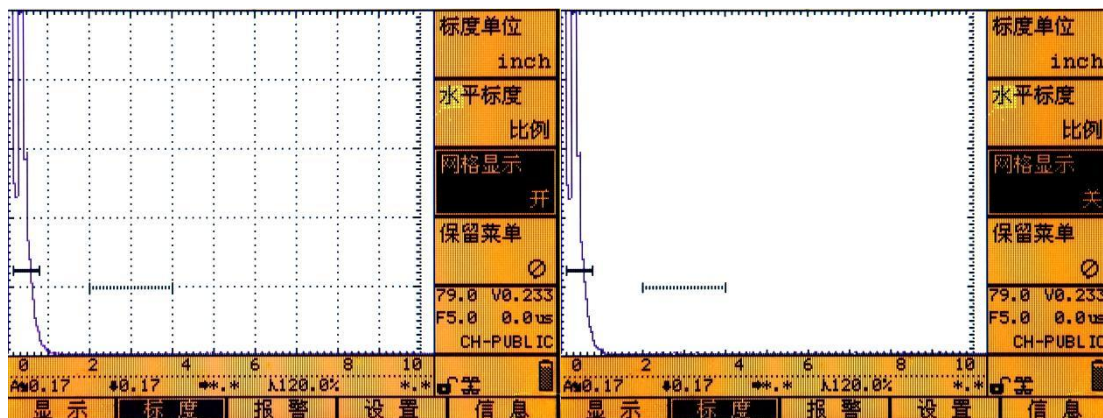


图 3.5 网格显示设置

3.5 报警设置

在扫查测试过程中，如果需要声音报警，则按如下操作对报警形式进行更改：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F3】键选择“报警”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“按键声音”“蜂鸣报警”或者“闪光报警”，再左旋或者右旋飞轮，开启报警。

报警功能包含 4 个参数项，分别为按键声音、蜂鸣报警、闪光报警、报警类型。

- 按键声音：可设为开或关。按键声音打开时，按键和旋轮操作都会伴随“嘀”声，以提示操作人员。
- 蜂鸣报警：此功能设置为开时，当出现闸门进波、闸门失波、曲线进波、曲线失波时，仪器会发出断续蜂鸣声进行报警。当电池电量不足时，无论蜂鸣报警功能是否开启，仪器都会发出蜂鸣报警。
- 闪光报警：此功能设置为开时，当出现闸门进波、闸门失波、曲线进波、曲线失波时，仪器的报警指示灯会不断闪亮报警。当电池电量不足时，无论闪光报警功能是否开启，仪器都会发出闪光报警。
- 报警类型：此功能包括闸门进波、闸门失波、曲线进波、曲线失波。

闸门进波：当闸门内回波幅值高于闸门高度时报警；

闸门失波：当闸门内回波幅值低于闸门高度时报警；

曲线进波：当回波幅值高于判定曲线时报警；

曲线失波：当回波幅值低于判定曲线时报警。

进波报警多用于监视缺陷是否存在及其大小；失波报警则主要用于监视材料显微组织对超声能量衰减情况的变化，或倾斜的大缺陷等导致的底面反射回波异常降低。

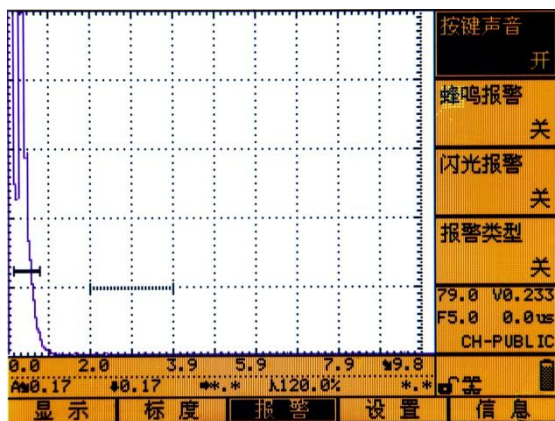


图 3.6 报警设置

3.6 省电待机设置

仪器设计的省电设置和待机设置功能可使仪器工作时处于省电模式状态，同时在不工作时切换至待机模式。具体操作步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F4】键选择“设置”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“省电模式”或者“待机模式”子菜单，左旋或右旋飞轮设置进入该模式的时间；
- 3、通过【向上】或【向下】键选择“系统关机”子菜单，按【确认】键系统通过软件进行关机。

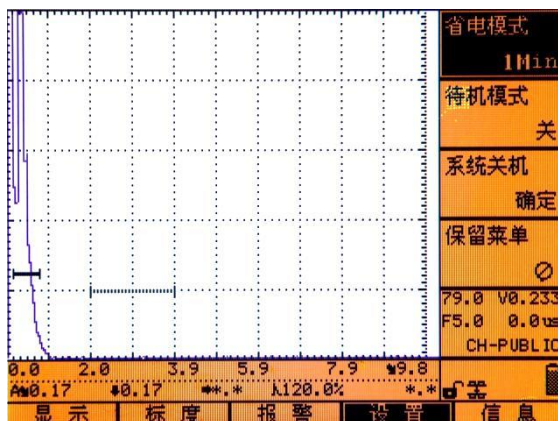


图 3.7 省电待机设置

3.7 日期时间设置

日期与时间的设置操作步骤如下：

- 1、按【系统】键，进入到系统功能组菜单，按【F5】键选择【信息】主菜单；
- 2、按【向上】或【向下】键，选择“当前日期”或“当前时间”，按压飞轮光标闪烁进入设置状态；
- 3、转动飞轮改变参数，按压飞轮确认。

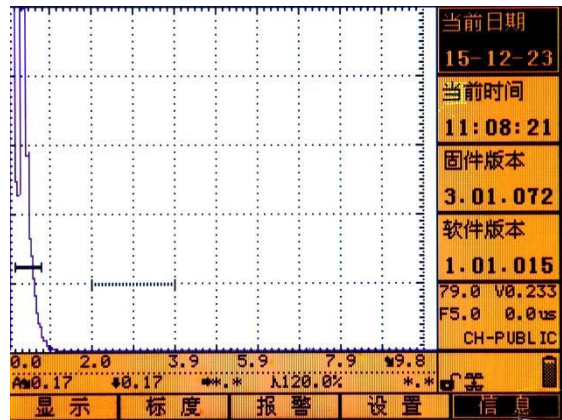


图 3.8 日期时间设置

3.8 恢复出厂设置

按【系统】键 2 次，进入到系统功能组菜单的第二页，按【F4】键选择【管理】主菜单，按【向上】或【向下】键，选择“恢复出厂”，然后按【确认】键执行恢复出厂设置。

注意：当恢复出厂设置后，所有数据都被彻底删除，请谨慎使用。

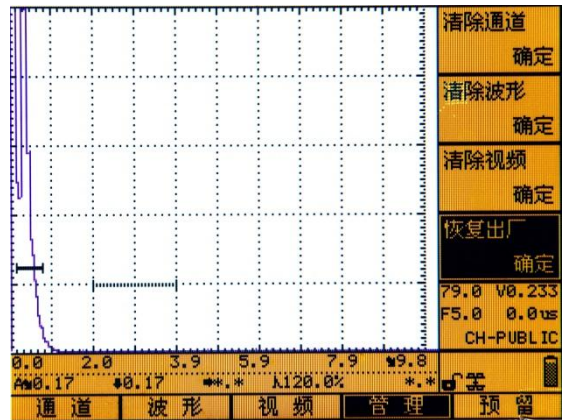


图 3.9 恢复出厂设置

4 检测基本操作

4.1 测量范围调节

测量时需要根据待测条件对回波显示区域的范围进行调节，以保证回波可以显示在当前屏幕区域。具体操作方法如下

- 1、按【基本】键进入到基本功能组菜单，通过功能组键【F1】选择“范围”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“检测范围”子菜单，左旋或右旋飞轮调节范围的大小，下压飞轮可改变调节的步距。

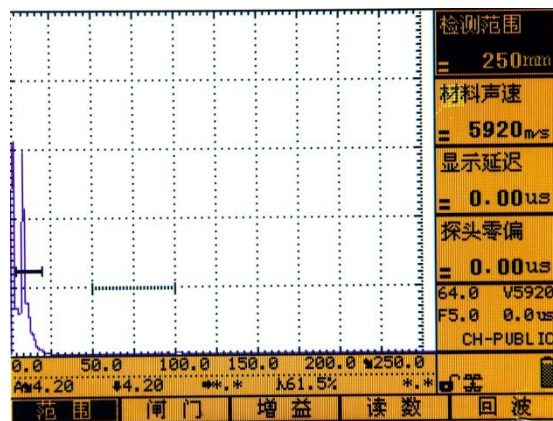


图 4.1 测量范围调节

4.2 闸门调节

闸门功能包含 4 个参数项，分别为闸门选择、闸门起始、闸门宽度、闸门高度。调节闸门的操作步骤如下：

可通过快捷键【闸门】，直接进入闸门菜单，也可以按【基本】键，进入基本功能组菜单，按【F2】键选择“闸门”主菜单。

● 闸门选择操作

本仪器有两个闸门：A 闸门和 B 闸门。用户可以选择任意闸门作为当前使用闸门，下面将要介绍的闸门起始、闸门宽度、闸门高度的调节都是针对当前使用闸门而言。

仪器默认的当前闸门为闸门 A，当用户要选择闸门 B 作为当前闸门时，通过旋转飞梭旋轮或单击【确认】键进行 A 和 B 之间的切换。在屏幕上，当前闸门显示为实线；非当前闸门显示为虚线。

● 闸门起始操作

闸门起始是对当前使用闸门的起始位置进行调节，用户可根据需要将闸门平行移动到想要的位置来锁定待测的回波。选择闸门起始项，然后转动旋轮进行调节，下压飞轮可改变调节的步距。

● 闸门宽度操作

闸门宽度是指闸门内可以包含回波的范围，用户可根据需要将闸门宽度调整至所需大小，选择闸门宽度项，旋转飞轮以改变闸门宽度。

● 闸门高度操作

闸门高度是指闸门所处的垂直位置，选择闸门高度项，旋转飞轮以改变闸门高度。

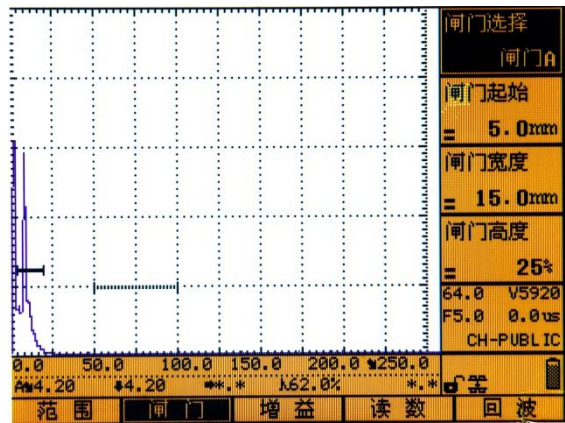


图 4.2 闸门调节

4.3 闸门展宽

闸门展宽可以将当前闸门范围内的回波展宽到整个波形显示区，如图 4.3 所示，再次按该键则恢复到展宽前的状态。具体操作步骤如下：

- 1、按【基本】键，进入到基本菜单组中，按【F4】键，选择“读数”主菜单；
- 2、按【向上】或【向下】键，选择“闸门展宽”子菜单，左旋或右旋飞轮，开启或关闭闸门展宽功能。

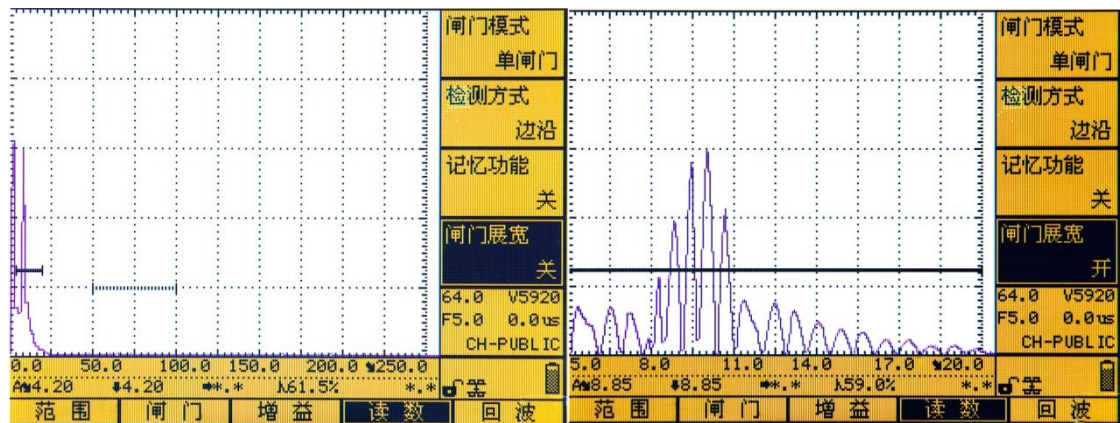


图 4.3 闸门展宽

4.4 回波增益调节

回波增益为超声探伤仪接收放大器的电压放大量的对数形式，以分贝表示。本仪器包含两种增益调节方式，分别为自动增益调节和手动增益调节。具体操作步骤如下：

自动增益调节操作：

- 1、首先改变自动增益的增益值：按【调校】键，选择“设置”主菜单，将“自动波高”子菜单的数值调节至预设波高，比如 80%；以后再按【自动增益】键，仪器就会自动按照 80%波高对应的增益放大回波，将回波高度自动调整到 80%。
- 2、在进行校准或探伤操作时，用闸门套住回波后，单击【自动增益】键，闸门内回波就会自动达到预设波高。

手动增益调节操作：

- 1、可通过按快捷键【增益】，直接进入增益调节菜单，也可以按【基本】键，进入基本功能组菜单，使用功能组键【F3】选择“增益”主菜单；
- 2、再通过【向上】或【向下】键选择“基本增益”子菜单，再左旋或右旋飞梭旋轮调节增益的大小。
- 3、如需调节增益步距，通过【向上】或【向下】键选择“增益步距”，再左旋或右旋飞梭旋轮调节步距的大小；或者在旋转飞梭旋轮调节增益大小时下压飞梭旋轮改变增益步距。
- 4、扫查增益和表面补偿的调节方法如同基本增益和增益步距。
- 5、增益可通过快捷键【增益+】和【增益-】调节：按住【增益+】或【增益-】键不放，增益逐步增大或减小。

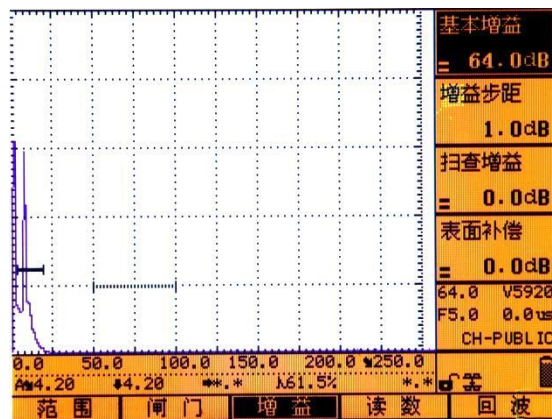


图 4.4 回波增益调节

4.5 回波设置

回波设置功能包含 4 个参数项，分别为检波方式、噪声抑制、波形填充、回波编码。具体设置步骤如下：

- 1、按【基本】键进入基本功能组菜单，再按功能键【F5】进入到回波子菜单。

- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“检波方式”子菜单，再左右旋飞轮或者【确认】键，选择检波方式为正半波、负半波、全波、射频中的一种。
- 3、噪声抑制设置的操作方法同检波方式，另外，可以在调节完检波方式后，按“向下”键，选择“噪声抑制”子菜单，然后左右旋飞轮或者“确认”键，调节噪声抑制的大小。
- 4、通过【向上】或【向下】键，选择“波形填充”，再左右旋飞轮或者【确认】键打开或关闭波形填充。
- 5、回波编码功能用于直观识别回波信号是第几次回波，操作同波形填充。

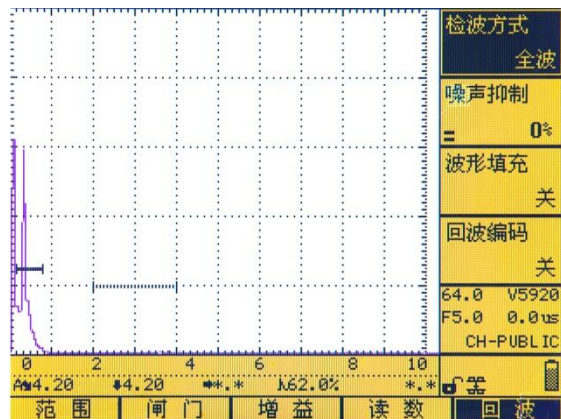





图 4.5 回波设置

4.6 读数设置

读数设置菜单中包含闸门模式，检测方式和记忆功能三种。具体操作步骤如下：

- 1、按【基本】键进入到基本功能组菜单，按【F4】键选择“读数”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“闸门模式”子菜单，左旋或右旋飞轮选择“单闸门”或“双闸门”读数。
- 3、如需更换检测方式，需再按【向下】键，选择“检测方式”子菜单，左旋或右旋飞轮选择“峰值”或是“边沿”检测方式。
- 4、如使用记忆功能，则在读数主菜单下，按【向下】键选择“记忆功能”子菜单，左旋或右旋飞轮选择“峰值记忆”、“回波包络”或是关闭记忆功能，亦可以通过【波峰记忆】快捷键实现该功能，按此键

后，如果屏幕右下角的图标显示区出现此“”标志，表示已打开峰值记忆功能；再按此键，“”图标变为“”图标，表示已切换到回波包络功能。

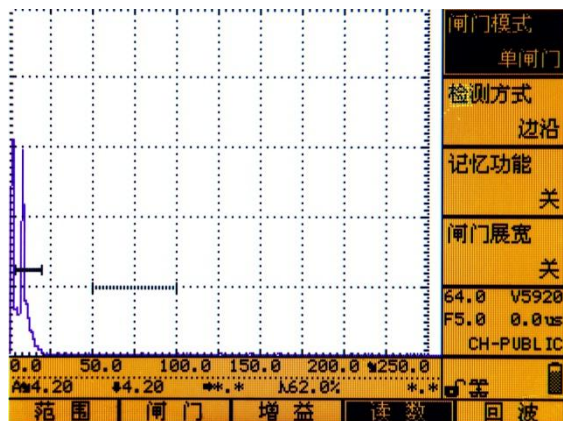




图 4.6 读数设置

4.6.1 峰值记忆

峰值记忆是探伤仪自动对闸门内的动态回波进行最高峰波的捕捉(波高和位置), 并将其显示在屏幕上; 移走探头后, 闸门捕捉信息仍然保持。在实际探伤中, 这有助于最大缺陷回波的搜索。

4.6.2 回波包络

回波包络功能可以记录回波的最大值, 也可记录探头的水平位置, 可以在测试探头 K 值时开启, 方便操作人员测试 K 值。具体操作如下:

- 1、在扫查状态下, 按【波峰记忆】快捷键, 如果屏幕右下角的图标显示区出现此 “” 标志, 表示已打开峰值记忆功能, 再按此键, 右下角变为 “” 标志, 此时回波包络功能开启。

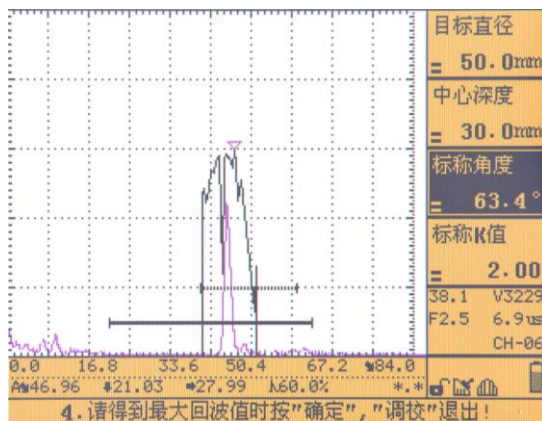


图 4.7 回波包络

- 2、当在试件上移动探头时, 屏幕上可显示当前闸门内, 由回波峰值点组成的轨迹线。
- 3、如不需要包络功能, 再按【波峰记忆】快捷键, 退出回波包络功能。

4.7 探头的设置

探头参数包含 4 项, 分别为探头类型、探头频率、滤波频带、晶片尺寸。校准前需要根据探头实际情况将参数进行输入, 操作步骤如下:

- 1、按【调校】键，进入到调校功能组菜单，按【F1】键选择“探头”主菜单；
- 2、通过按【向上】或【向下】键选择“探头类型”子菜单，再左旋或右旋飞轮，选择单晶直探头、单晶斜探头、双晶直探头、透射探头。该项参数变更后，仪器须重新调校。对应右下角探头图标如表 2 所示：

表 2

| 探头类型 | 对应图标 |
|-------|---|
| 单晶直探头 |  |
| 单晶斜探头 |  |
| 双晶直探头 |  |
| 透射探头 |  |

- 3、通过按【向上】或【向下】键选择“探头频率”子菜单，旋转飞轮调整至探头对应频率，下压飞轮可改变调整步距；
- 4、选择“滤波频带”子菜单，旋转飞轮调整至所需滤波频带，常用情况下滤波频带随当前探头的设置频率自动调节，无需调整；
- 5、选择“晶片尺寸”子菜单，旋转飞轮调整至晶片对应尺寸，当探头类型为单晶斜探头时需要下压飞轮使光标变为闪烁状态下调整，调整完毕后再次下压飞轮结束设置。

注意：探伤前，需要按探头标称值将探头频率和晶片尺寸输入仪器。

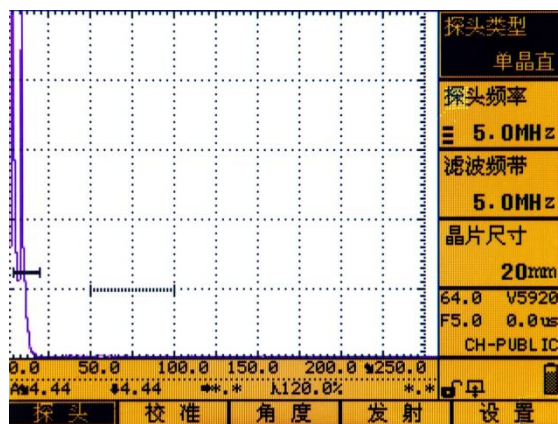


图 4.8 探头参数设置

4.8 发射参数设置

发射参数设置包含 4 个参数项，分别为发射强度、脉冲宽度、重复频率、探头阻尼。具体设置步骤如下：

- 1、按【调校】快捷键进入调校功能组菜单，再按【F4】键进入“发射”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“发射强度”子菜单，旋转飞轮调节发射强度大小，发射强度可设置为 100、250、400、500V。
- 3、通过【向上】或【向下】键，选择“脉冲宽度”子菜单，旋转飞轮调节发射脉冲宽度大小，可设置为尖脉冲、50ns-1000ns 或自动模式脉冲宽度调节的操作方法同发射强度。

- 4、选择“重复频率”子菜单，旋转飞轮调节重复频率，可设置为自动低、自动中、自动高或 5Hz-1000Hz。
- 5、选择“探头阻尼”子菜单，旋转飞轮调节探头阻尼大小，可设置为 50、75、150、500ohm

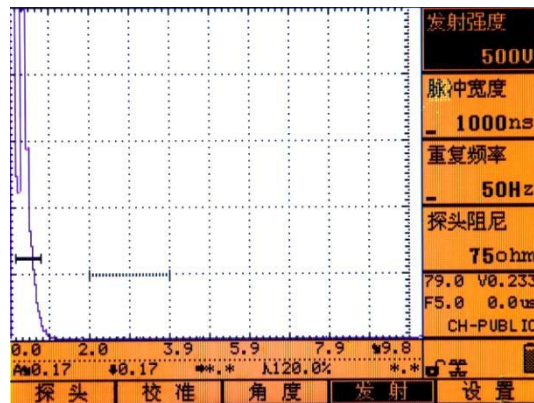


图 4.9 发射参数设置

5 数据存储与通讯

5.1 通道的选择与存储

由于在现场探伤时往往要探测多个工件、更换多个探头，这就需要在仪器调校时能根据不同情况测试并存储多组探伤设置，且现场探伤时可直接调用。在此仪器中，一个通道可存储一组探伤工艺数据，多个通道则可以预先测试并存储多组不同的探伤设置，现场直接调用而无需再调试仪器，使工作更轻松方便。

本型号超声波探伤仪有 101 个参数通道，其中 1 个为公用通道，100 个用户通道。用户通道名称形式为 00、01、...、99。注意：当通道从带有数据的当前通道未保存，且切换到空通道时，空通道恢复默认，未保存的数据丢失。

通道菜单下包含 4 个参数项，分别是通道选择、通道保存、通道另存和通道删除。

通道选择操作：

- 1、单击【通道】键，或按【系统】键，按【F1】键选择“通道”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“通道选择”子菜单，左旋或右旋飞轮，选择空通道。系统会默认此通道为仪器的当前通道，如图 5.1 所示。

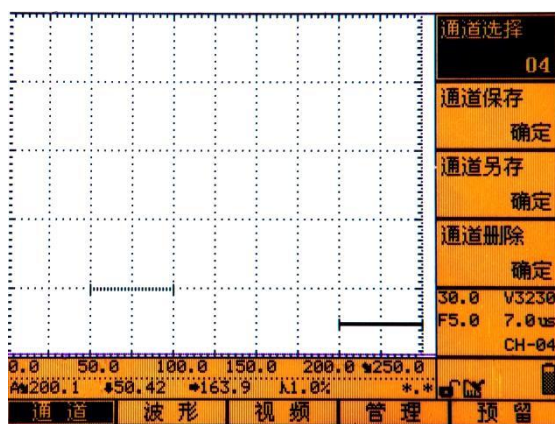


图 5.1

注意：如果选择的通道中已有数据，系统自动将所选通道中的参数读入仪器，并以这些参数作为系统工作参数。

通道存储操作：将仪器系统所有设置参数存入当前通道中。如果当前通道文件已存有数据，则无法完成存储操作。可以选择其它通道，或者清空该通道，然后才可以存储。

注意：如果所选通道前带有星号，则该通道中已有数据。

通道保存操作：在“通道”菜单下，选择完空通道时，按【向下】键，选择“通道保存”，然后按【确认】键完成通道保存操作。

通道另存操作：把当前通道中的**设置**全部另存到另一个通道，在“通道”菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道另存”，然后按【确认】键，再通过飞轮左旋或右旋飞轮，选择空通道，按【确认】键完成通道另存操作。

通道删除操作：删除所选通道中的所有参数。在“通道”菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道删除”，然后按【确认】键，按照仪器提示，按【确认】键或单击飞轮，即可完成删除操作。

5.2 波形的选择与存储

本型号超声波探伤仪可存储 1000 个波形文件，波形菜单下包含 4 个参数项，分别是波形选择、波形保存、波形调用和波形删除。

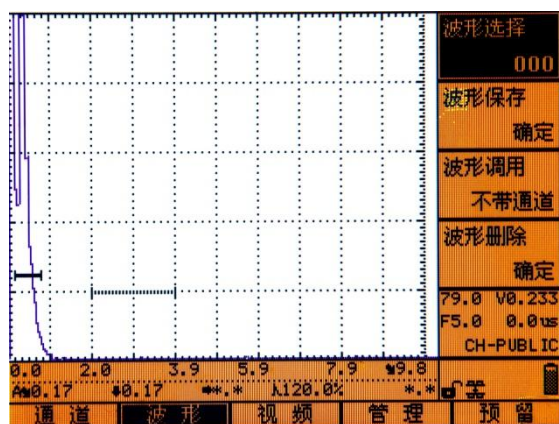


图 5.2

波形选择操作：

- 1、单击【通道】键或者按 2 次【系统】键，然后按【F2】键选择“波形”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“波形选择”子菜单；
- 3、左旋或右旋飞轮选择空波形文件。

波形保存操作：

在探伤过程中，可将探伤回波画面和探伤参数存入所选择的波形文件中。操作如下：

- 1、在“波形”菜单下，选择空波形文件；
- 2、按【向下】键，选择“波形保存”，然后按【确认】键完成波形保存操作。

注意：如果选择的波形文件不是空文件时，仪器提示波形文件已保存，覆盖保存请按【确认】，此时，应按【向上】键至“波形选择”子菜单，旋转飞轮重新选择空波形文件再进行保存。

波形调用操作：

波形调用是将所选波形文件中的波形数据从存储器中读取，并显示于屏幕上。如需调用以存储的波形，按如下操作进行：

- 1、在“波形”主菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“波形调用”子菜单；
- 2、通过飞轮左旋或右旋，选择带通道调用还是不带通道调用；
- 3、按【确认】键或单击飞轮完成波形调用操作。此时，如果选择的是带通道调用，则仪器提示“波形与通道调用完成，解冻请按‘冻结’键”。

波形删除操作：

删除所选波形文件中所有的波形、参数，清空文件。操作方法为：在“波形”主菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“波形删除”子菜单，按【确认】键，仪器提示“确定删除波形文件，请按‘确定’”，再次按【确认】键，将当前选择的波形文件删除。

5.3 视频的录制与存储

本仪器可以在检测现场实时录制特性回波与用户操作过程，以便给检测人员事后来识别、分析缺陷的性质。也可动态记录一些特点的缺陷回波，以便对特征性的波型进行识别和示范。视频包含四个参数项，分别是视频选择、视频录制、视频播放和视频删除。

视频录制的操作：

- 1、单击【视频】键，或者按 2 次【系统】键，再按【F3】键，进入视频操作界面，如图 5.3 所示。

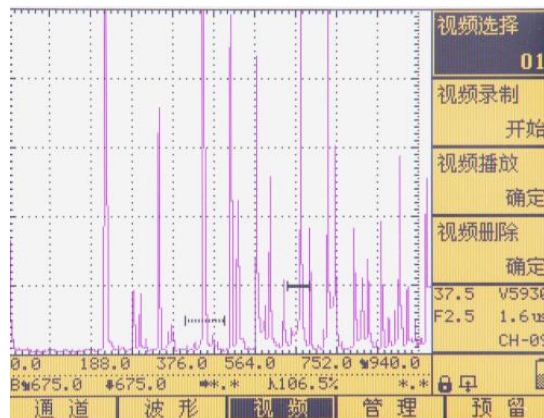


图 5.3

- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“视频选择”子菜单；
- 3、左旋或右旋飞轮，选择空视频文件；
- 4、按【向下】键，选择“视频录制”子菜单，按【确认】键，开始视频录制，此时，在图标显示区多了一个录像图标，及日期和时间，如图 5.4 所示；

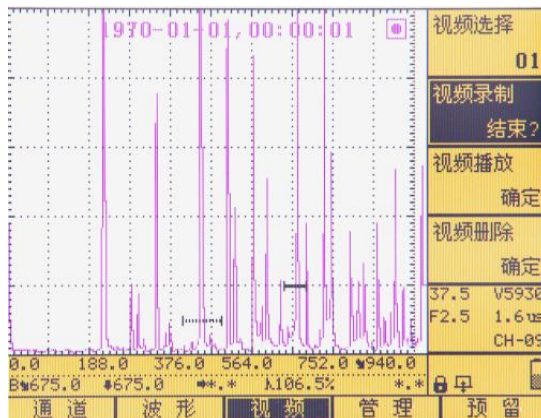


图 5.4

5、视频录制完成时，按【确认】或单击飞轮结束视频录制。

注意：录像过程中，可以在选择“视频录制”子菜单后，按【确认】完成录像。也可以直接按【视频】键结束录像。录像结束后，仪器提示“录像已经完成”。

视频播放的操作：

- 1、单击【视频】键，或者按 2 次【系统】键，再按【F3】键，进入视频主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“视频播放”子菜单，并按【确认】键，开始视频播放，整个视频文件的时间长短显示在信息显示区。视频播放完成后，听到“嘀”的一声，仪器提示“视频文件播放结束”。播放过程中，可以按【确认】键暂停播放，再按【确认】键继续回放；按【向上】键可加快播放速度，按【向下】键可放慢播放速度；按【视频】键会使仪器退出视频播放状态。录像播放完毕时，系统提示“视频文件播放结束”，然后返回到正常工作状态。

视频删除的操作：

- 1、在“视频”菜单下，通过【向上】或【向下】键选择“视频选择”子菜单；
- 2、通过飞轮选择需要删除的视频文件；
- 3、通过【向下】键，选择“视频删除”，单击飞轮或【确认】键，仪器提示“确定删除视频文件，请按‘确定’”，按下【确认】键，或单击飞轮，删除视频文件。

注意：视频可录制 20 段，每一段录制时间最长的可达 5 分钟，共可录制 100 分钟。

5.4 数据的通讯

仪器内设有高速 USB 接口，可以通过 USB 数据连接线实现数据导出、以便于外部存储、打印功能。PC 机通过 USB 与超探仪建立连接，可实现 PC 机与超探仪的数据通信。

5.4.1 软件安装

直接点击安装软件 setup，出现图 5.5，点击下一步



图 5.5

选择保存根目录,如图 5.6 中选择在 C:\Program Files\Data View,用户可以根据自己需要选择保存目录,按浏览按钮即可,选好后点击下一步。

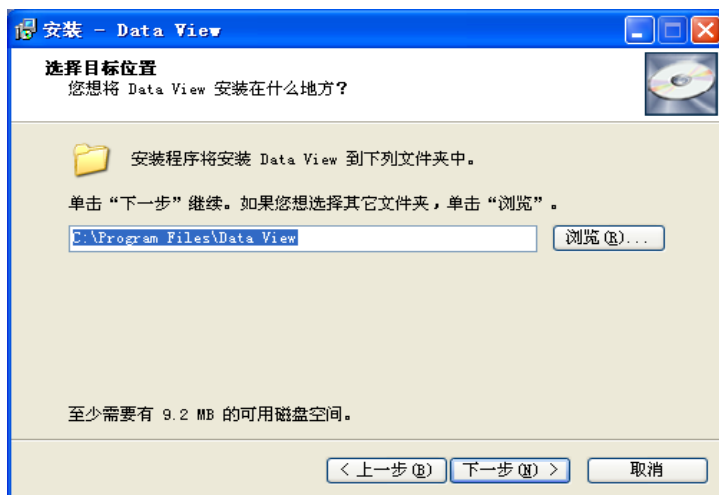


图 5.6

选择开始菜单文件夹，默认为 Data View，如图 5.7。用户可以命名，亦可左下角选择“不创建开始菜单文件夹”，完成后点击下一步。

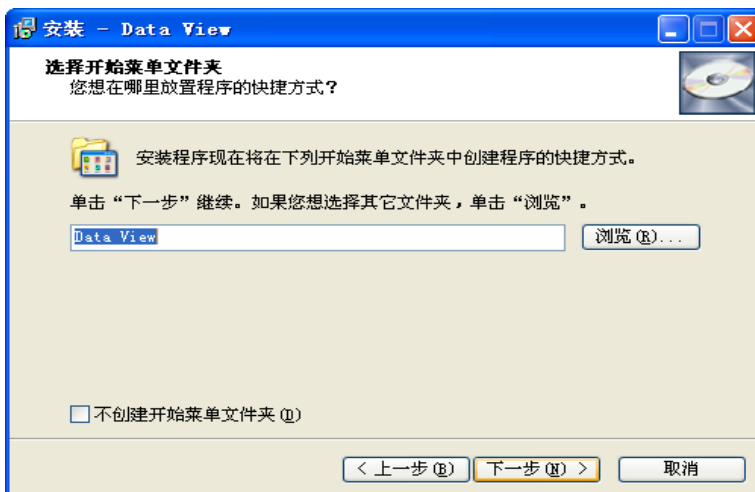


图 5.7

建议全选快捷方式，如图 5.8 所示，这样可以方便用户开启 Data View 软件。完成后请点击下一步。

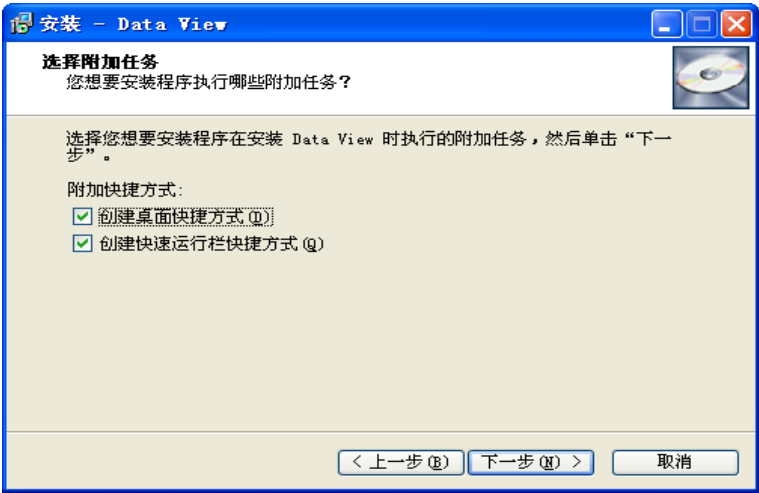


图 5.8

点击安装按钮，如图 5.9 所示，开始进行 DATA VIEW 软件安装，完成后出现图 5.10，点击完成按钮，点击运行 Data View 软件，安装完成。

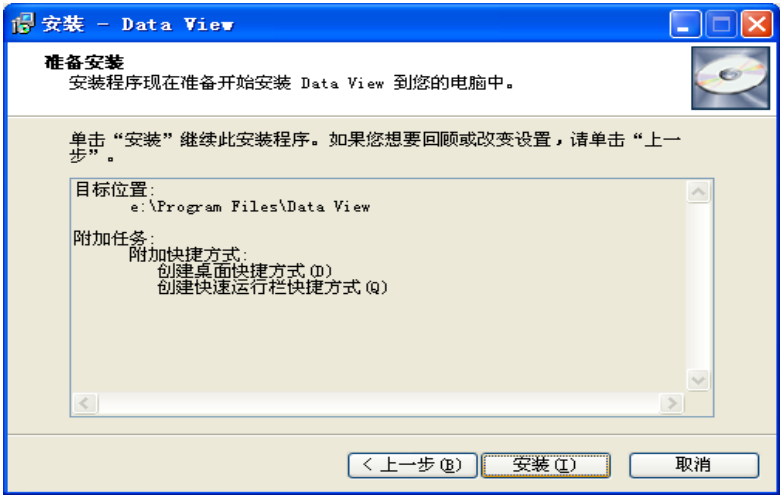


图 5.9



图 5.10

5.4.2 通信连接与断开

超探仪与 PC 机通信连接操作：

第一步：将超探仪与 PC 机通过 USB 线连接到一起。

第二步：打开 Data View 软件，选择数据管理菜单，如图 5.11。新建分组，如文件夹 data1，确定后提示创建成功，请按确定键，此时创建成功，通信准备工作完成。

第三步：点击 **连接设备** 按钮，开始通信，**连接设备** 按钮变成 **断开设备** 按钮。此时超声波探伤仪处于通信状态禁止一切与存储功能相关的操作直到断开通信连接。用户可以选择要上传的数据，点击 **导入本地**。几十秒后，弹出读取成功窗口，此时数据保存到当前目录下，导入完成，如图 5.12 所示。

第四步：导入成功后，用户可以断开通信，此时按 **断开设备** 按钮即可。

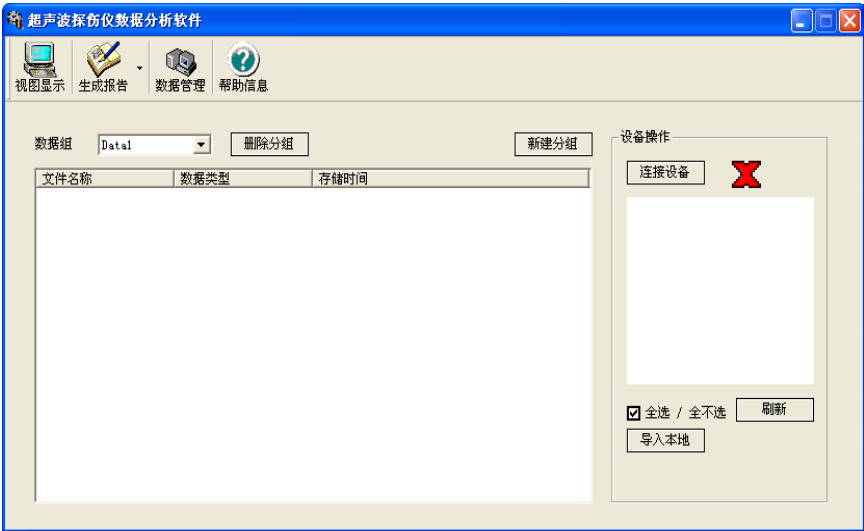


图 5.11



图 5.12

5.4.3 通道读取

生成报表菜单下，文件路径选取时，需要打印通道信息。具体操作如 5.4.6 报告打印。

5.4.4 波形读取

视图屏幕下，对波形文件（.wave）进行打开，显示、打印操作如下：

第一步：打开文件夹，选择需显示的波形，如图 5.13 所示，点击打开按钮，来显示波形；

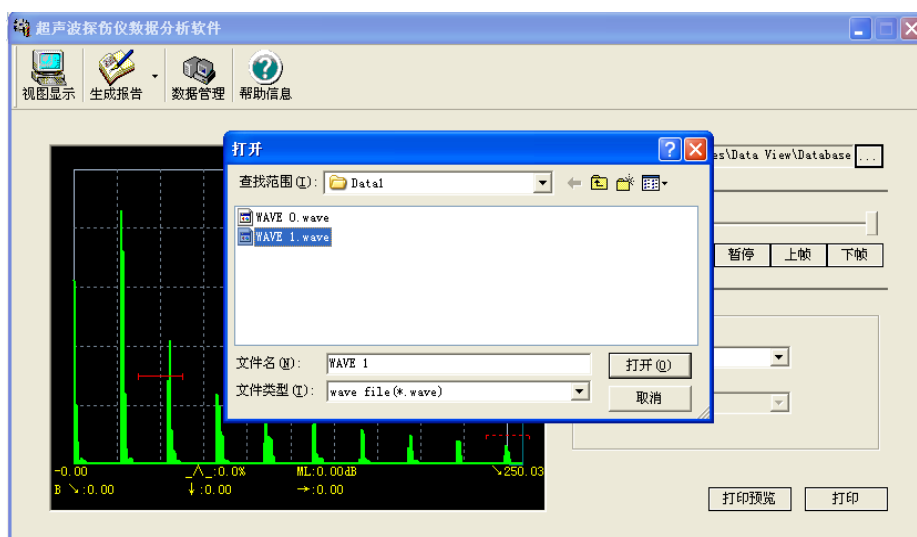


图 5.13

第二步：打印预览、打印，如图 5.13 右下角。

第三步：如果波形保存时，有做 DAC 或者 AVG 曲线，此时用户可以查看相应的曲线。DAC、AVG 曲线有四种方式：不显示、折线、拟合、非拟合，如图 5.14 是 DAC 曲线非拟合状态。

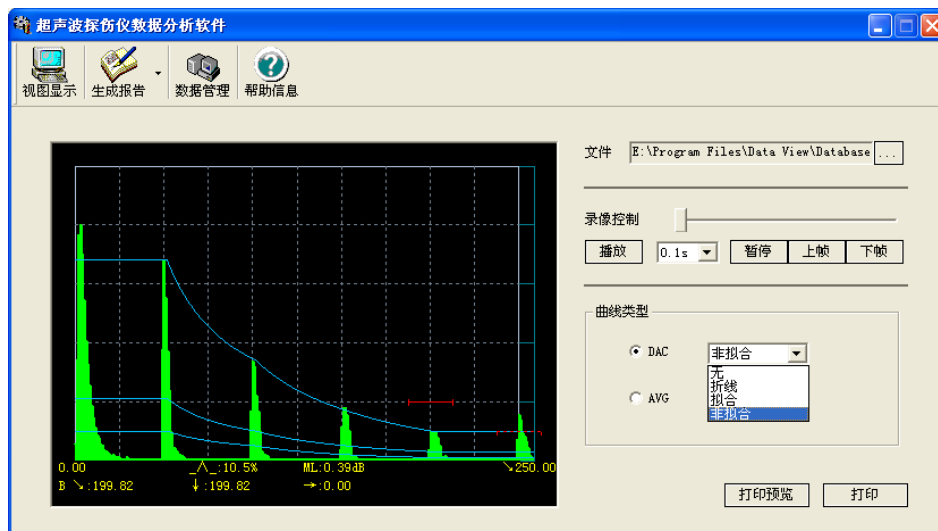







图 5.14

5.4.5 录像读取

视图屏幕下，对录像文件（.video）进行回放，操作如下（不支持打印预览与打印功能）：

第一步：按照打开波形文件方式打开录像文件；

第二步：点击      播放按钮，以 0.1s 每帧下，开始播放。当结束时会有提示播放结束。

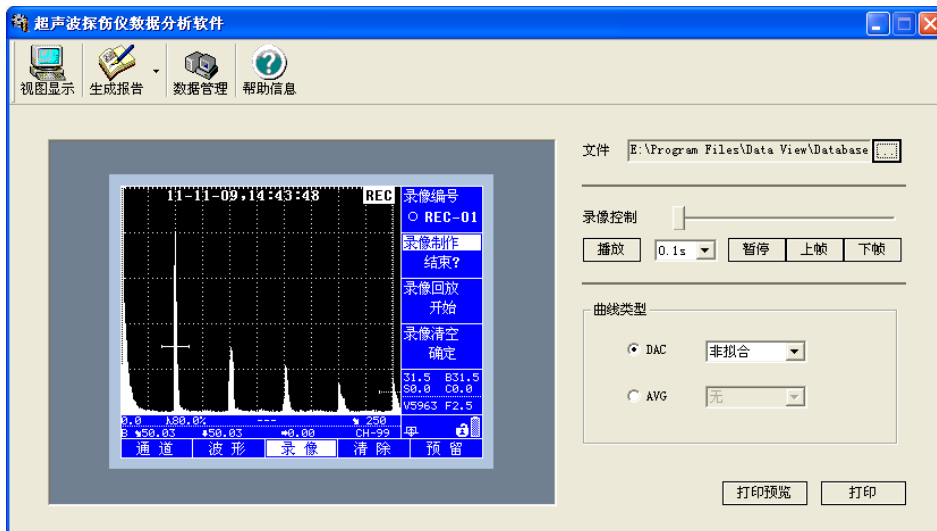


图 5.15

5.4.6 报告打印

生成报表菜单下，可生成 6 种打印报告，此标准需与超声波探伤仪标准一致。操作如下：

第一步：文件路径来打开通道（.ch）或者波形（.wave）带通道保存文件，如图 5.16

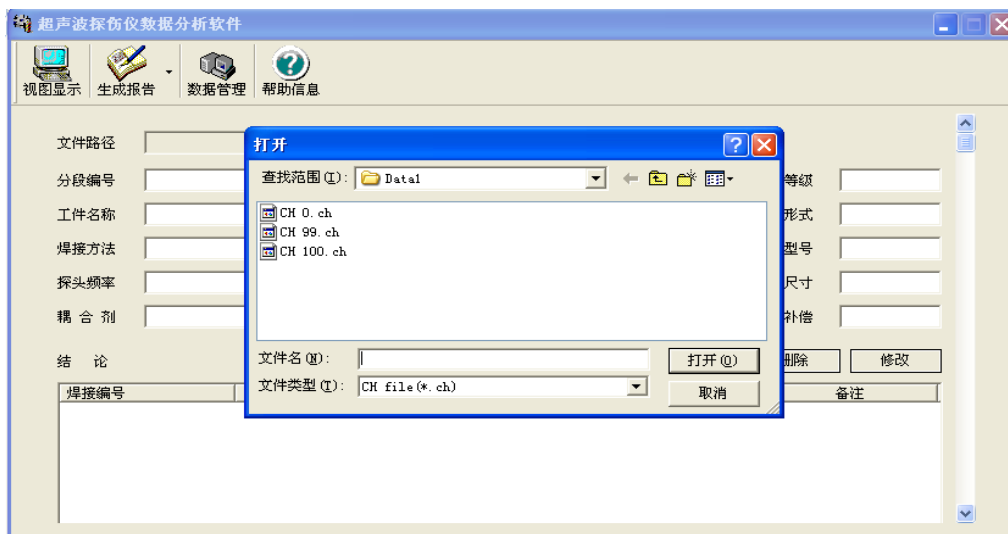


图 5.16

第二步：根据用户需求，请填写表格；

第三步：填写完成后，用户可以打印预览与打印等操作。

6 检测操作示例

本章主要介绍数字超声波探伤仪的调校及使用本探伤仪对锻件、钢板及焊缝的检测方法。本文中以全国无损检测人员资格考试委员会提供的探伤方法及报表格式为依据（检验标准为 NBT47013-2015），敬请参考。

本探伤仪的调校是指声速校准、探头的零偏校准和 K 值测量。

本仪器的调校操作有两种方式：手动设置和自动校准。手动设置是在已知探头的准确校准参数时，通过直接输入这些参数来实现校准功能。自动校准是充分发挥了本产品的程序控制和数据处理能力，由仪器自动完成最高峰值状况下的探头零偏的调校。

探伤准备：

- 工件表面温度不能过热，应该小于 120℃。
- 工件表面粗糙度不能过大，否则会影响探伤效果。工件的被测表面须露出金属光泽，并且平整、光滑。
- 耦合：工件表面需要涂敷适量的耦合剂，以利于探伤。

探头准备：

仪器启动前，根据工件形状、缺陷的性质选择合适的探头，并将探头连接到仪器顶端的探头插座上。选择仪器的系统状态。探伤仪的发射、接收系统所处的组合状态的不同适用于不同的检测任务。对于特定的要求，选取某种状态组合，将起到优化回波波形、改善信噪比、获得较好的分辨力或最佳的探伤灵敏度的作用。

注意：探伤前，仪器、探头参数必须经过校准。

6.1 单晶直探头校准

为保证探伤的准确性，下面详细介绍校准的操作流程。

单晶直探头的校准对象为：材料声速（纵波）、探头零点；单晶直探头的校准分为以下两种情况：

- 已知材料声速、零点的校准；
- 未知材料声速、零点的校准；

6.1.1 已知材料声速、零点的校准

操作步骤如下：

- 1、选择空通道，按【向下】键选择“通道保存”，按【确认】键保存文件。
- 2、单击【调校】键，进入调校操作界面，通过【F1】键，选择“探头”主菜单，使用【向上】或【向下】键选择子菜单中的“探头类型”子菜单，左旋或右旋飞轮将探头类型设置为单晶直探头。

- 3、利用【向下】键选择“探头频率”，左旋或右旋飞轮将探头频率设置为被校准探头的标称频率。相同方法设置“晶片尺寸”。
- 4、通过【F2】键，选择“校准”主菜单，按【向下】键，选择“手动设置”子菜单，如图 6.1 所示，单击旋轮开始手动设置，按照提示依次输入声速和零偏。

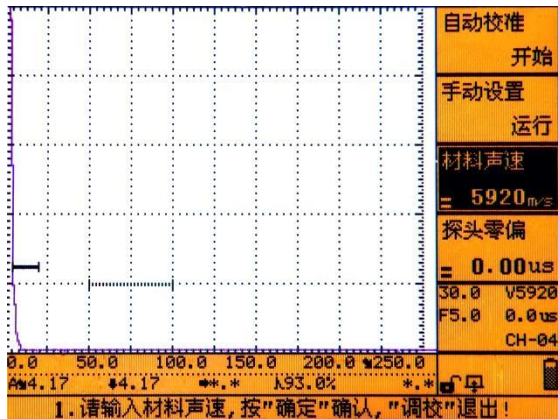


图 6.1

6.1.2 未知材料声速、零点的校准

直探头校准的目的是得到探头零点（探头防磨层、发射同步的误差等引起的延迟，以 us 为单位）和材料声速。

所需材料：一个与被测材料相同并且厚度已知的试块，耦合剂。

测试仪器：本型号数字式超声波探伤仪

测试探头：直探头 2.5MHz Φ 20（回波探头）

试块类型：DB-P 标准试块其在 200mm 深处存在一个直径为 Φ 2 的平底孔

具体操作步骤如下：

- 1、单击【调校】键，进入调校操作界面，通过【F1】键，选择“探头”主菜单，使用【向上】或【向下】键选择子菜单中的“探头类型”子菜单，左旋或右旋飞轮将探头类型为单晶直探头。
- 2、利用【向下】键选择“探头频率”，左旋或右旋飞轮将探头频率设置为 2.5MHz，相同操作将“晶片尺寸”设置为 20mm。
- 3、通过【F2】键，选择“校准”主菜单，按【向上】或【向下】键选择“自动校准”子菜单，单击“确认”键或按旋轮，按照提示开始自动校准。
- 4、将探头耦合到 DB-P 的标定试块上，设置接近的材料声速为 5920m/s，按【确认】键，光标跳到“探头零偏”子菜单，探头零偏采用默认值，一点声程设为 225mm，二点声程设为 450mm，如图 6.2 所示；单击【确认】键，此时发现两个闸门分别自动套住了两点的最高回波。如图 6.3 所示。

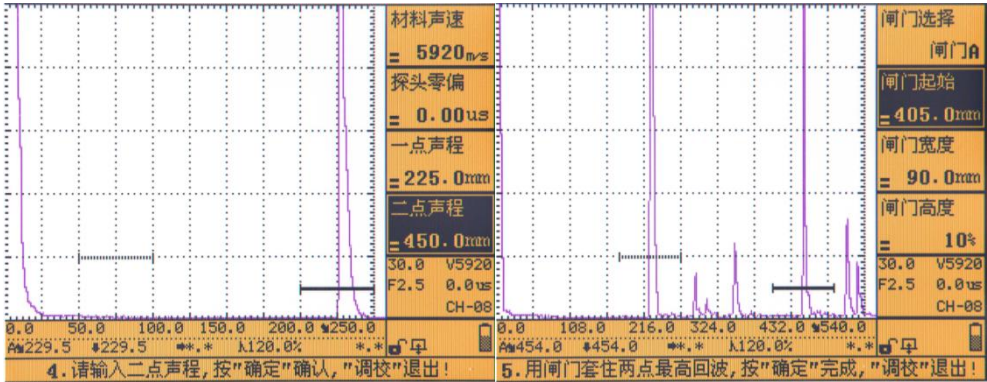


图 6.2

图 6.3

由于回波高度均超过了满屏幕，故需要将第一个最高的回波降低到 80%：按【向上】键，选择“闸门选择”，向左或向右旋飞轮，选择闸门 B，如图 6.4 所示，再按【自动增益】键，将第一个回波降低到 80%，如图 6.5 所示。

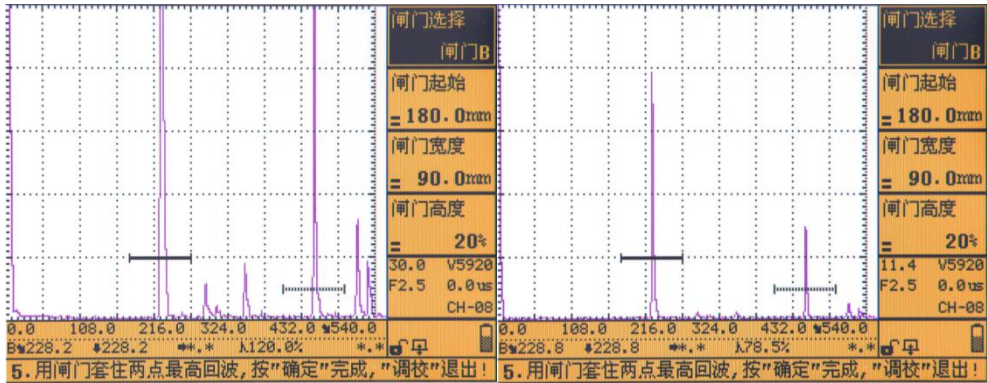


图 6.4

图 6.5

单击【确认】键，自动校准完成，如图 6.6 所示。

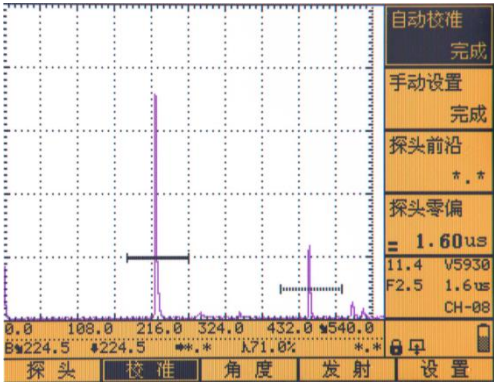


图 6.6

5、按【通道】键，进入到通道菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道另存”，选择空通道，按【确认】键，保存数据。或者如果做完直探头校准紧接着做 AVG 曲线，那么可等做完 AVG 曲线，连同曲线一同另存为。

注意：带有星号的通道认为是已存有数据的通道。

6.2 单晶斜探头的校准

单晶斜探头的校准也分为手动设置和自动校准，手动设置和直探头的手动设置操作一样，只需要按照提示输入已知校准参数即可。这里主要介绍自动校准。

斜探头校准的对象为：材料（横波）声速、探头前沿或前端距离（入射点）、探头零偏、折射角度/K值。可以分成声速、零偏、入射点校准和折射角 K 值校准两组。一般先校准声速、零偏、入射点，再校准折射角 K 值。

斜探头校准一般需要 CSK-IA 试块或 IIW 试块或其它试块及直尺，耦合剂。

6.2.1 单晶斜探头材料声速、探头零偏、探头前沿校准

测试仪器：本型号数字式超声波探伤仪

测试探头：斜探头 2.5MHz 9×9K2

试块类型：CSK-IA（R100,R50 端）

具体操作步骤：

- 1、单击【调校】键，进入调校操作界面，通过【F1】键，选择“探头”主菜单，使用【向上】或【向下】键选择“探头类型”子菜单，左旋或右旋飞轮将探头类型为单晶斜探头。根据用户需求，设置滤波频带。
- 2、利用【向下】键选择“探头频率”子菜单，左旋或右旋飞轮将探头频率设置为 2.5MHz，
- 3、按【向下】键选择“晶片尺寸”，按击飞轮，乘号左边的数字闪烁，左旋或右旋飞轮，将该数字设置为 9，再按击飞轮，乘号右边的数字闪烁，左旋或右旋飞轮，将该数字设置为 9，最后按【确认】键。
- 4、通过【F2】键，选择“校准”主菜单，按【向上】或【向下】键选择“自动校准”子菜单。如图 6.7 所示，单击【确认】键或旋轮按照提示开始进入自动校准程序，如图 6.8 所示：

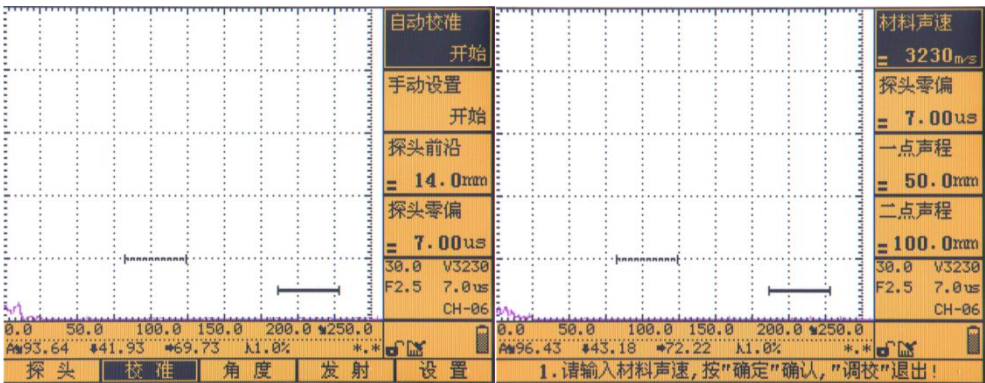


图 6.7

图 6.8

- 5、通过【向下】、飞轮和【确认】键设置大概的“材料声速”值、“探头零偏”值，设置 “一点声程”=50mm，“二点声程”=100mm。设置完“二点声程”后，按【确认】键。将探头耦合到 CSK-IA 的标定试块上，如图 6.9 所示。屏幕上出现 R50 和 R100 回波，如图 6.10 所示。

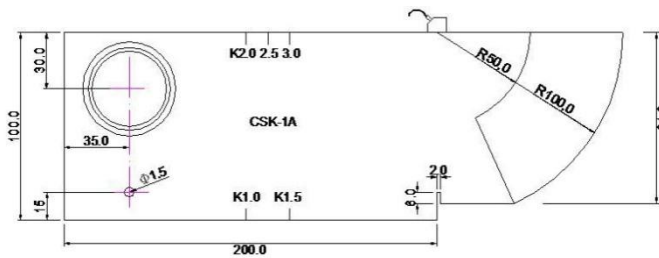


图 6.9

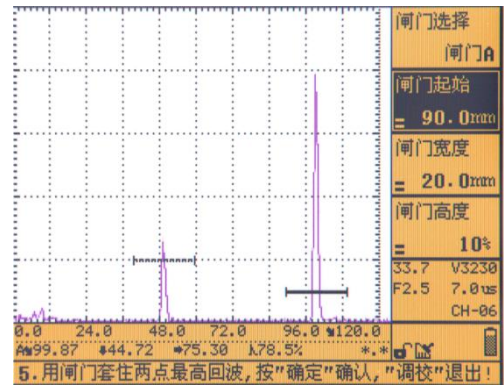


图 6.10

6、按【波峰记忆】快捷键打开“峰值记忆”或“回波包络”功能，如图 6.11 所示，沿 R100 半径方向前后移动探头，使回波最高，保持探头不动，按【自动增益】键，使得第二个回波高度为 80%；单击【确认】键，完成声速和零偏的校准。此时屏幕变为如图 6.12 所示，开始检测前端距离。

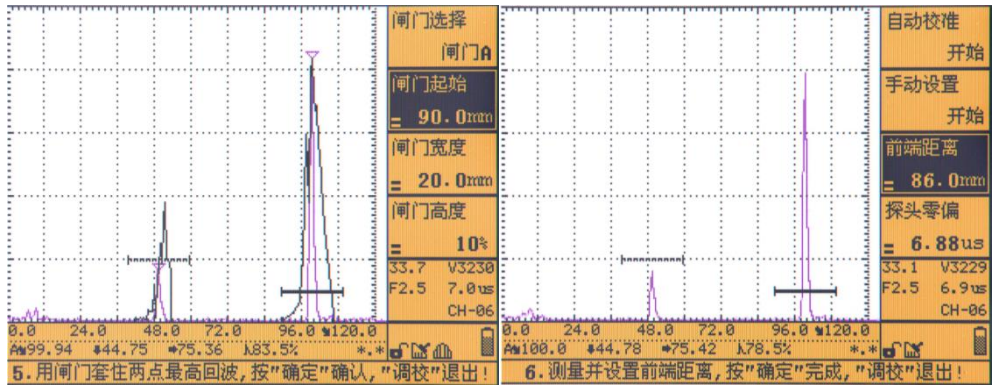


图 6.11 图 6.12

- 7、用直尺量出探头前端至 R100 圆弧前端的距离，输入“前端距离”子菜单。本例量得结果为 87mm，输入后按【确认】键，完成前端距离即入射点的检测。
- 8、如不需要回波包络或峰值记忆功能，则，按【波峰记忆】键退出。

最后完成校准时，按【通道】键，进入到通道菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道另存”子菜单，选择空通道，按【确认】键，保存数据。

6.2.2 单晶斜探头角度/K 值的校准

测试仪器：本型号数字式超声波探伤仪
测试探头：斜探头 2.5MHz 9×9K2
试块类型：CSK-1A（Φ50 圆孔）

具体操作步骤如下：

- 1、按照 6.2.1 的操作完成仪器声速、零偏校准后，按【F3】键选择“角度”主菜单，【向上】或【向下】

键选择“自动校准”子菜单，如图 6.13 所示，按【确认】键，开始进入角度自动校准程序。如图 6.14 所示；

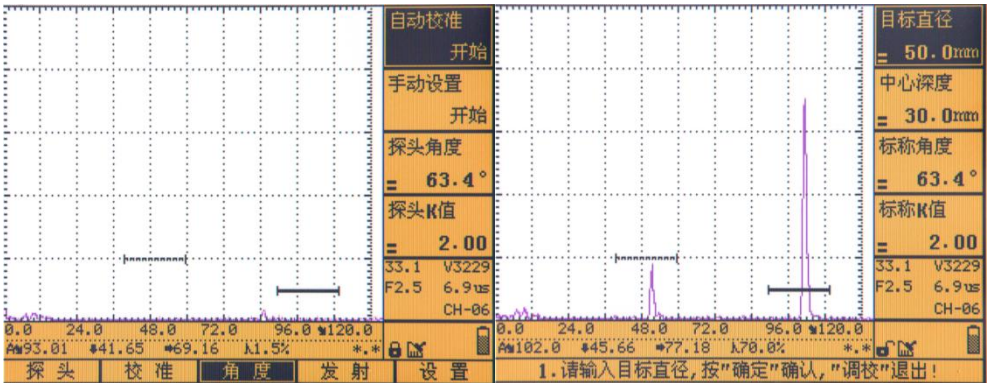


图 6.13

图 6.14

- 2、通过【向上】或【向下】键、【确认】键和飞轮，按提示输入目标直径为 50mm，中心深度为 30mm，标称角度为 63.4 的探头耦合在如图 6.15 所示，屏幕上出现目标直径为 50mm，中心深度为 30mm 的回波，如图 6.16 所示，当标称角度设置为 63.4 时，按照提示按【确认】键，如图 6.17 所示；

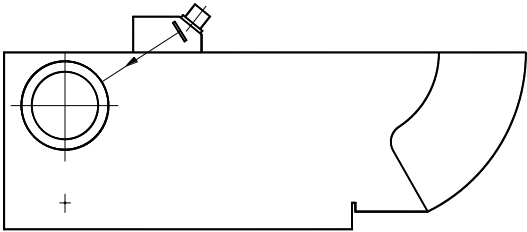


图 6.15

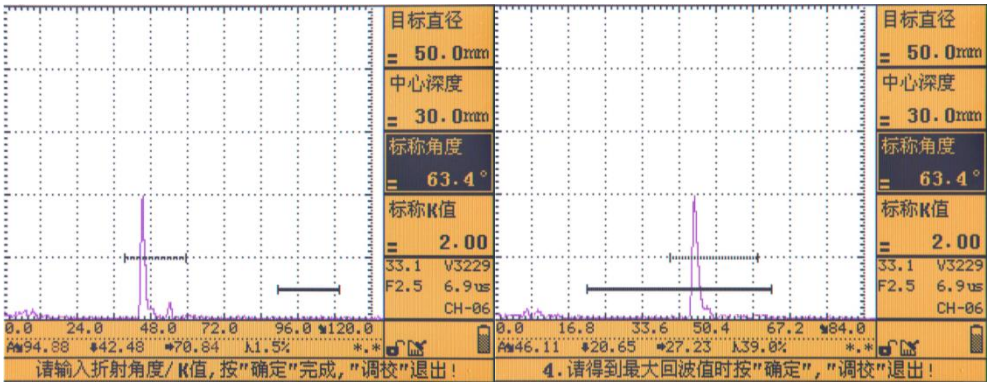


图 6.16

图 6.17

- 3、单击【波峰记忆】键，打开峰值记忆或回波包络功能，探头沿试块前后移动（如图 6.15），会看到回波包络轨迹，如图 6.18，按照提示，目标反射波最高时按【确认】键，完成折射角/K 值自动校准，如图 6.19 所示。

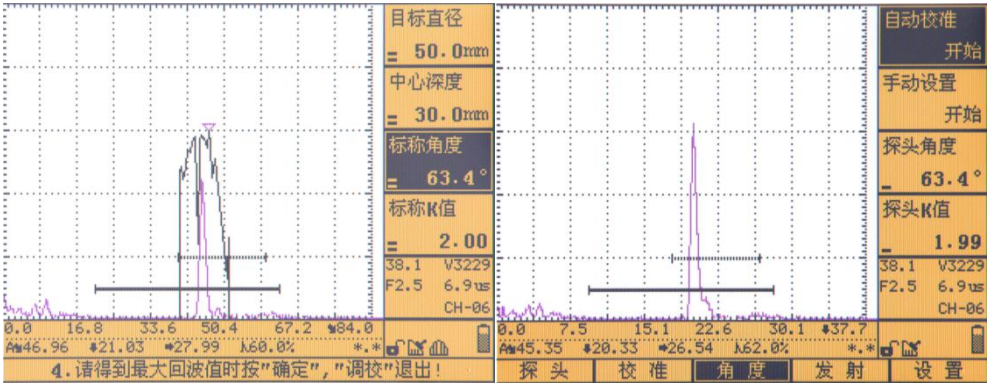


图 6.18

图 6.19

在声速、零偏、前沿和角度校准完成后，按【通道】键，进入通道主菜单，按【向上】或【向下】键选择“通道另存”子菜单，左旋或右旋飞轮，选择空通道，然后按【确认】键完成另存。可在做完 DAC 曲线后一起保存。

注意：双晶斜探头的校准与单晶斜探头操作类似。

6.3 双晶探头校准

双晶直探头与透射探头的校准方式类似。本说明书只介绍双晶直探头的校准方法，需要注意双晶探头存在焦点深度，测零偏声速时注意选取与焦点深度接近的试块作为起始距离，否则测得的零偏声速误差可能较大。以 5MHz Φ20 双晶直探头为例，具体操作步骤如下：

- 1、连接双晶直探头和仪器，按红色电源键开机，按【通道】键，在“通道选择”子菜单中旋转飞轮选择未标“*”的空通道；
- 2、按【调校】键，按【F1】键进入“探头”主菜单，屏幕右侧“探头类型”子菜单中选择为“双晶直”，分别设置探头频率为 5MHz 和探头晶片尺寸为 20mm
- 3、将探头耦合到已知厚度的工件表面，按【闸门】键，调整子菜单“闸门起始”、“闸门宽度”使此波在闸门内为最高波，点击【自动增益】键，使屏幕左侧第一个波（工件的一次底波）到屏幕的 80%，按【F1】键选择“范围”主菜单，选择子菜单“探头零偏”，微调探头零偏数值使屏幕下方“4.20”显示数值为已知工件的厚度值，该双晶直探头校准完成。

6.4 DAC 曲线

6.4.1 DAC 曲线制作

DAC 曲线（距离波幅曲线）是一种描述反射点至波源的距离、回波高度及当量大小之间相互关系的曲线。尺寸大小相同的缺陷由于距离不同，回波高度也不相同。因此，DAC 曲线对缺陷的定量非常有用。本仪器可自动制作 DAC 曲线。

探头类型：2.5MHz 9×9K2 单晶斜探头

待测试块：CSK-IIA（图 6.20）

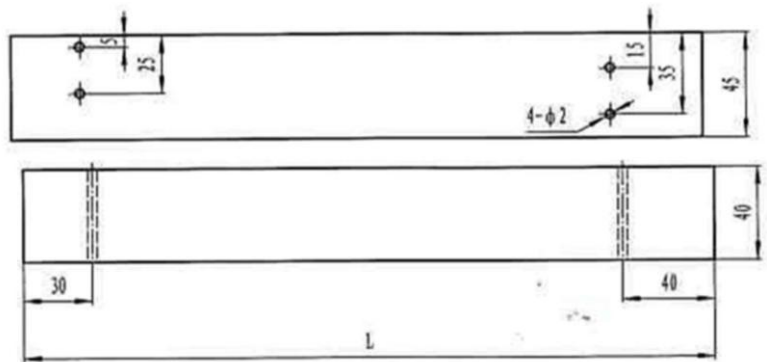
假设测试条件和要求如下：

DAC 点数：3（5mm、15mm、30mm）

判废线偏移量：0dB

定量线偏移量：-10dB

评定线偏移量：-16dB



现简要介绍以上功能的实现步骤。

图 6.20 CSK-IIA 试块

注意：一般情况下，测试完斜探头的零偏、声速、前沿和 K 值之后，立刻制作曲线，如您已测试完斜探头的零偏、声速、前沿和 K 值，请直接阅读第 5 步。

- 1、按【通道】键，进入到通道菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道选择”，选择空通道，按【向下】键，选择“通道保存”，按【确认】键保存文件。
或者直接执行第二步，最后完成校准时，按【通道】键，进入到通道菜单下，按【向上】或【向下】键，选择“通道另存”，选择空通道，按【确认】键，保存数据。
- 2、设置探头参数。设置探头频率为 2.5MHz，滤波频带，晶片直径为 9×9mm。其它探伤参数可在测试过程中或测试结束后设置。
- 3、测量斜探头的探头零偏和材料横波声速。（参见上文 6.2.1 斜探头零偏自动校准）
- 4、测量探头 K 值。（参见上文 6.2.2 斜探头 K 值自动校准）。
- 5、选择标准：
 - 按【曲线】键，进入到曲线功能组界面，按【F4】键选择“设置”主菜单，通过【向上】或【向下】键选择“标准设置”，按【确认】键或单击飞轮，进入到标准设置界面；
 - 使用飞轮选择“标准类型”，按【确认】键选中“标准类型”，》符号变为手形符号时，如图 6.21 所示，左右旋飞轮，选择检测遵循的标准名称，然后按【确认】键完成标准类型的选择。
 - 通过【向上】或【向下】键或左右旋飞轮选择“曲线条数”，本案例选择 3 条曲线；相同的操作方法选择试块类型为“CSK-IIA”，此时，3 条曲线的偏移量自动设置；相同的操作方法，根据被检工件的检测范围设置工件厚度。

- 通过【向下】键或右旋飞轮，选择“退出”，按【确认】键选中“退出”，右旋飞轮退出标准设置界面。
- 按【向下】键选择“当量基准”子菜单，左右旋转选择母线、判废线、定量线或评定线做为当量基准。



图 6.21

6、制作 DAC 曲线

- a) 按【F1】键，选择“DAC”主菜单，再通过【向上】或【向下】键，选择“曲线制作”子菜单，单击旋轮或【确认】键，开始制作 DAC 曲线，同时，“曲线制作”项由“开始”变为“结束？”，仪器自动选择“闸门起始”子菜单，且“测点波高”由“1-*.*”变为“1-0.0%”，如图 6.22 所示。

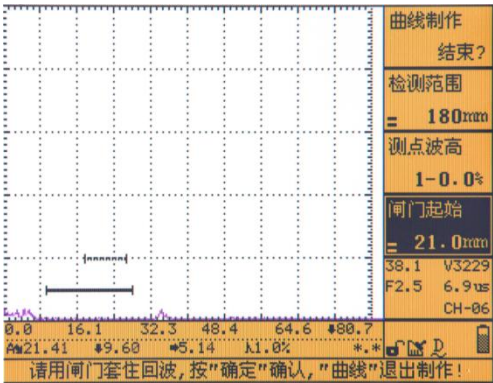


图 6.22

注意：当检测方式为边沿时，仪器不支持 DAC 功能。首先确保检测方式被设置为峰值，另外确保检测范围够大，然后再开始曲线制作。

- b) 将探头放置在 CSK-IIA 试块上，如图 6.20 所示，对准第一个测试孔(5mm 深度的孔)，旋转旋轮移动闸门锁定此回波，移动探头直到找到最高回波，按【自动增益】键，使得锁定回波达到 80%，如图 6.23 所示，此时，单击【确认】键，仪器自动记录下该波峰的高度和位置，完成该点的测试，仪器画出一段曲线，如图 6.24 所示。

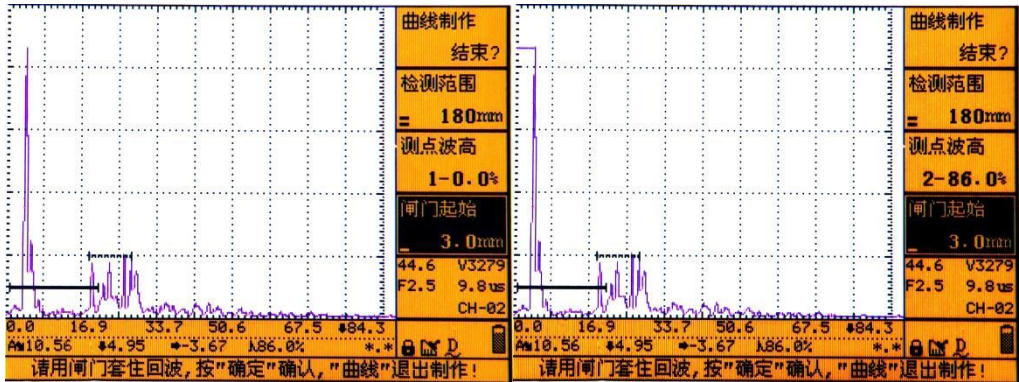


图 6.23 图 6.24

- c) 将探头对准第二个测试孔(15mm 深度的孔), 寻找 30mm 深孔的回波, 右旋飞轮, 套住该回波, 如图 6.25 所示, 按【确认】键, 第二段曲线被画出, 如图 6.26 所示。

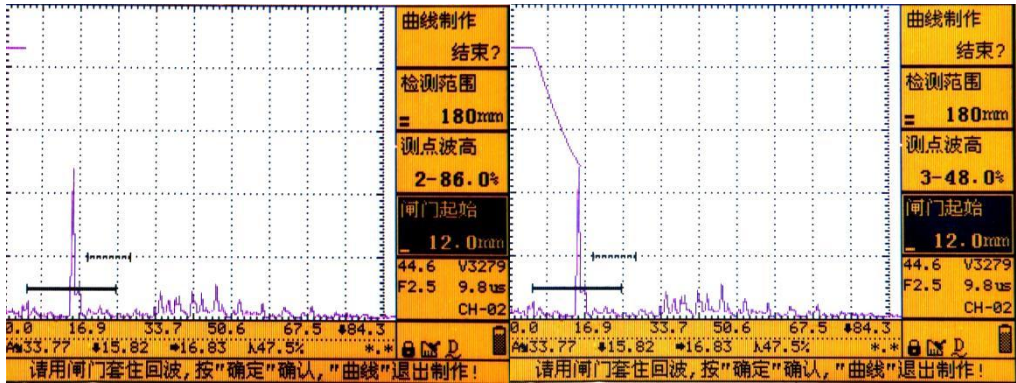


图 6.25 图 6.26

将探头对准第三个测试孔(30mm 深度的孔), 寻找 30mm 深孔的回波, 右旋飞轮, 套住该回波, 如图 6.27 所示, 按【确认】键, 第三段曲线被画出, 如图 6.28 所示。

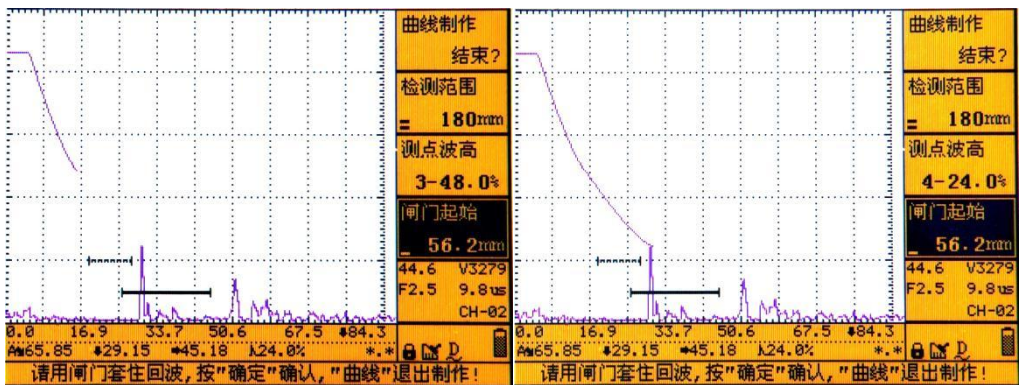


图 6.27 图 6.28

- d) 选择完成所有测试点后, 选择“曲线制作”子菜单, 单击【确认】键, 完成 DAC 曲线制作。在屏幕上同时显示出判废线、定量线和评定线, 共三条 DAC 曲线, 如图 6.29 所示:

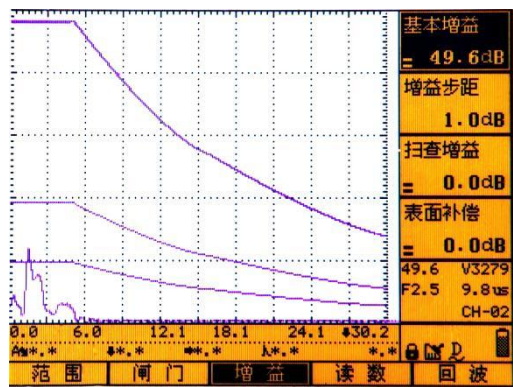


图 6.29

判废偏移是指面板曲线中判废线(RL 线)与母线可选的偏移量；定量偏移是指面板曲线中定量线(SL 线)与母线可选的偏移量；评定偏移（测长偏移）是指面板曲线中评定线（测长线，EL 线）与母线可选的偏移量。

- e) 如果要保存做好的 DAC 曲线，单击【通道】键或单击 2 次【系统】按键，按【向下】键选择“通道另存”，如图 6.30 所示，右旋飞轮，选择空通道，按【确认】键，制作好的 DAC 曲线保存完成。

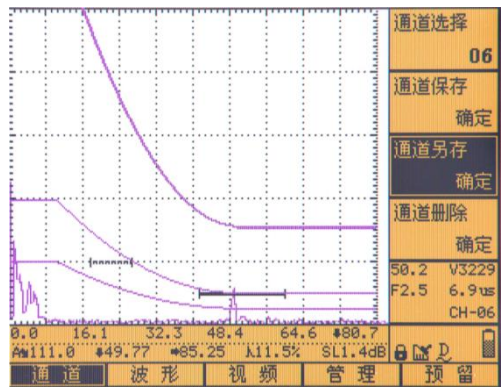


图 6.30

DAC 曲线制作注意事项：

- 1、必须测准探头零点、材料声速和探头 K 值，否则所制作的 DAC 曲线不准确；
- 2、在制作 DAC 曲线过程中，除按【曲线】键、【dB+】、【dB-】和开关机键外，其他所有按键操作无效；
- 3、制作 DAC 曲线时，注意检测范围参数，如曲线制作不出时，调整检测范围参数直至大于三倍近场距离；
- 4、制作 DAC 曲线的测试点最少要两个或两个以上，最多可记录 32 个测试点，一般可根据探伤实际情况，记录 3~5 点即可；
- 5、DAC 制作过程中，随时可以按【曲线】键退出 DAC 制作过程。

6.4.2 DAC 曲线偏移

根据探伤要求和相关标准不同，可以调整三条曲线的偏移量，调整范围在-50dB~50dB。

本例中，根据探伤要求，判废偏移调整到 0dB，定量偏移调整到-10dB，评定偏移调整到-16dB。如图 6.31 所示。

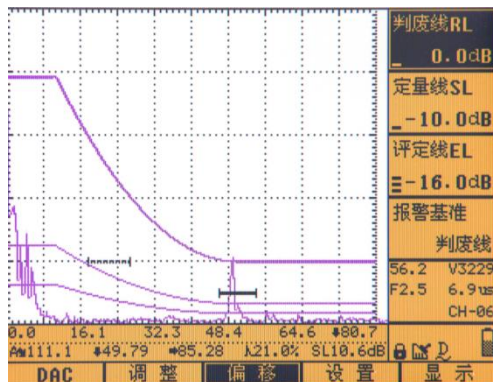


图 6.31

具体操作步骤如下：

在 DAC 功能菜单组中，按【F4】键选择“设置”，子菜单选择“标准设置”，点击【确认】进入标准设置参数界面，1#曲线、2#曲线、3#曲线分别对应判废线、定量线和评定线。确通过【向上】或【向下】键，选择 1#曲线“判废线”，点击【确认】光标变为手型，左旋或右旋飞轮将判废偏移调整到 0dB，再次点击【确认】光标变回》。相同的操作将定量偏移调整到-10dB，评定偏移调整到-16dB。

DAC 曲线主要是对缺陷当量进行探测，缺陷当量是指当前闸门内的缺陷回波的当量值是以何线作为计算基准。可以选择母线、判废线、定量线和评定线四个选项，常用母线或定量线。具体操作步骤如下：

在 DAC 功能菜单组中，按【F4】键选择“设置”，子菜单选择“当量基准”，左旋或右旋飞轮选择母线、判废线、定量线或评定线。

注意：缺陷当量 dB 显示仅在制作成功 DAC 曲线后才有效，对 AVG 无效。

6.4.3 DAC 曲线调整

如果已经制作出的 DAC 曲线与实际回波不吻合，偏差太大时，可利用调整功能做局部的调整。操作如下：

- 1、按【曲线】键，通过【F2】键选择“调整”主菜单，通过【向上】或【向下】键选择“曲线调整”子菜单；
- 2、单击飞轮或按【确认】键，开始对已经完成的 DAC 曲线进行调整。此时，光标自动选择“闸门起始”子菜单，测点波高自动显示第一个测点的波高，且第一个测点波高上显示一个圆圈，如图 6.32 所示。

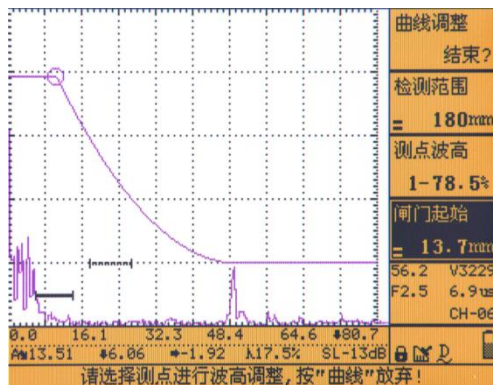


图 6.32

- 3、通过左右旋飞轮移动闸门使其套住需要调整的测点回波，通过【向上】键，选择“测点波高”子菜单，按击飞轮，选择测点，左右旋飞轮提高或降低波高，调整到合适的波高；
- 4、按【确认】键，完成该点波高调整；相同操作，调整下一测点波高。直至所有测点调整完成。
- 5、通过【向上】键选择“曲线调整”子菜单，单击【确认】键完成 DAC 曲线调整，DAC 曲线就会根据调整后的测点高度自动进行修正并重新生成。

对于“测点波高”的调整，也可通过将光标移动到“闸门起始”，套住回波后按下【确认】键实现。

6.4.4 DAC 曲线设置

曲线设置包含标准设置和当量基准。操作如下：

标准设置：如同 DAC 曲线制作的第五步。

当量基准：如同 DAC 曲线制作的第五步。

6.4.5 DAC 曲线显示设置

曲线显示：按【曲线】键，进入到 DAC 菜单，通过【F5】键选择“显示”菜单，再利用【向上】或【向下】键选择“曲线显示”子菜单，左旋或右旋飞轮使得曲线显示或隐藏。

曲线类型：DAC 曲线类型包含直线和曲线，操作方法如同 DAC 曲线显示。

曲线拟合：当 DAC 曲线的类型为曲线时，为了使曲线形状更光滑，用户可以使用本仪器设计的曲线拟合功能。

操作步骤：在 DAC 曲线功能组主菜单中，选择“显示”，通过【向上】或【向下】键选择“曲线拟合”，并按【确认】键或单击飞轮，打开曲线拟合功能，此时，曲线变光滑。

注意：制作 DAC 曲线的测试点最少 3 个或 3 个以上，曲线拟合功能才有效。

曲线删除：当用户需要删除已制作的 DAC 曲线，或者想重新制作 DAC 曲线时，就要利用曲线的删除功能（如果没有 DAC 曲线的话，仪器会提示：当前通道下未找到 DAC 曲线）。在 DAC 操作界面下，选择“显示”主菜单，再选择“曲线删除”子菜单，单击“确定”键，仪器提示“删除 DAC 曲线？”，再单击“确定”键，即可删除该 DAC 曲线。

该操作只是将仪器内存中的 DAC 曲线删除，并未删除波形文件中存储的 DAC 曲线。如果要删除波形文件中存储的 DAC 曲线，则须进行波形清空操作。

6.5 AVG 曲线

AVG 曲线分单点制作和多点制作。单点 AVG 曲线是理论曲线。多点制作 AVG 曲线，考虑了实际情况，因此做出的曲线更准确。下面详细介绍 AVG 曲线制作过程。

6.5.1 单点 AVG 曲线制作

假设测试条件和要求如下：

- 探头：2.5Φ20，单晶直探头
- 试块：DB-P 试块
- AVG 法

现简要介绍以上功能的实现步骤。

第一步：测直探头的探头零偏和材料纵波声速，如 6.1.2 节所述。

第二步：制作 AVG 曲线。操作步骤如下：

- 1、按【曲线】键进入 DAC 基准设置和制作界面，再按【曲线】键，切换到 AVG 基准设置和制作界面，按【F4】键，选择“设置”主菜单，按【向上】或【向下】键，选择“曲线基准”，通过左旋或右旋飞轮，把“曲线基准”子菜单设置为“平底孔”类型，如图 6.33 所示。
- 2、按【向下】键，选择“基准孔径”，通过左旋或右旋飞轮，把其值调整为 2.0mm；

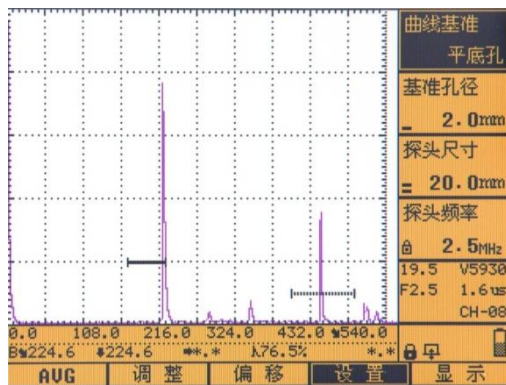


图 6.33

- 3、按【F1】选择“AVG”主菜单，按【向上】或【向下】键，选择“曲线制作”子菜单，单击【确认】键或单击飞轮，开始 AVG 制作，“曲线制作”子菜单中的“开始”变为“结束？”，仪器自动选择“闸门起始”子菜单，且“测点波高”由“1-*. ”变为“1-0.0%”。如图 6.34 所示。

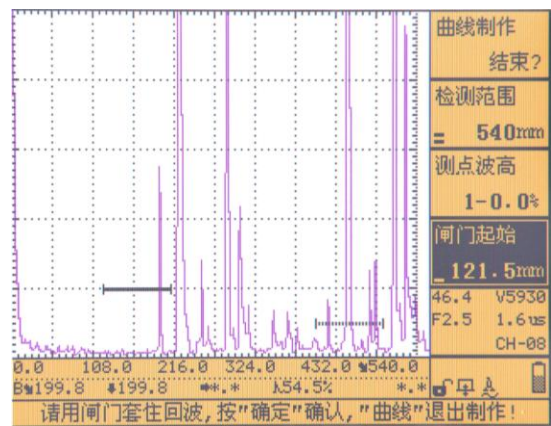


图 6.34

- 4、将探头在 DB-P 试块上移动，调节闸门位置以锁定 Φ2 平底孔最高回波后，按【自动增益】键，将波高调整到 80%，单击【确认】键，则仪器自动记录下闸门内的波峰位置和高度，如图 6.35 所示。使用【向上】键选择“曲线制作”子菜单，单击【确认】键，结束 AVG 曲线的制作。

AVG 制作完成后，屏幕上显示出三条 AVG 曲线，这是基于 Φ2 平底孔自动生成的三条 AVG 曲线，分别对应仪器中偏移的上 AVG 线、中 AVG 线和下 AVG 线三种不同孔径的 AVG 曲线，如图 6.36 所示。

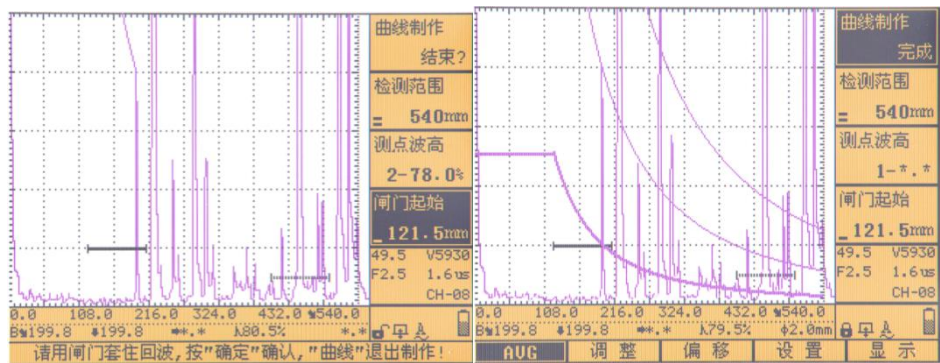


图 6.35 图 6.36

- 5、单击【通道】键，按【向下】键选择“通道另存”，如图 6.37 所示，右旋飞轮选择空通道，按【确认】键，制作好的 AVG 曲线保存完成。

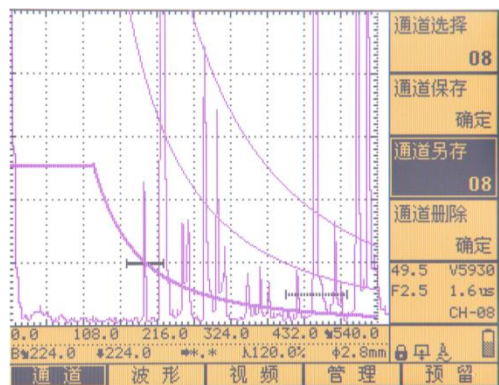


图 6.37

可以对 AVG 线上、AVG 线中和 AVG 线下三条 AVG 曲线进行重新设置，如图 6.38 所示，以得到孔径的 AVG 曲线，以方便对缺陷的分析比较。

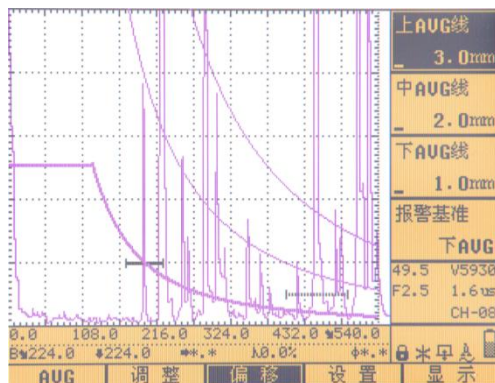


图 6.38

AVG 曲线制作完成后，状态条上会实时显示闸门内最高回波的孔径 Φ 值。

缺陷孔径 Φ 值仅在制作成功 AVG 曲线后方才有效，对 DAC 无效。AVG 曲线制作完成并显示后，用当前闸门锁定缺陷回波，则仪器自动计算缺陷的孔径 Φ 值和位置，并实时显示于状态条上。

注意：

- 在制作 AVG 曲线时，要注意所用的直探头的频率和晶片尺寸是否适宜，各参数值的设置是否正确；
- 在制作 AVG 曲线时，理论上只计算了三倍近场区之后的数值，三倍近场区之前仅显示为直线；
- 如果所用试块厚度较小，则需要用多次波，使所需回波处于三倍近场区之后；
- 在制作完成任何基准平底孔、大平底的 AVG 曲线后，仪器会自动转换为上 AVG 线、中 AVG 线 and 下 AVG 线三种不同孔径的 AVG 曲线。

6.5.2 多点 AVG 曲线制作

操作步骤：

第一步：测试直探头的探头零偏和材料纵波声速。

第二步：制作多点 AVG 曲线。

- 1、按【曲线】键进入 DAC 基准设置和制作界面，再按【曲线】键，切换到 AVG 基准设置和制作界面，选择“设置”主菜单，把“曲线基准”子菜单设置为“大平底”类型；此时基准孔径无需调整。如图 6.39 所示。

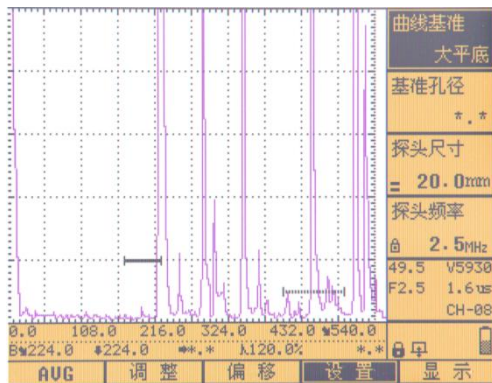


图 6.39

- 2、选择“AVG”主菜单，选择“曲线制作”子菜单，单击【确认】键或飞轮，开始 AVG 制作，“曲线制作”子菜单中的“开始”变为“结束？”。仪器自动选择“闸门起始”子菜单，且“测点波高”由“1-*.**”变为“1-0.0%”。如图 6.40 所示。本例中制作的是 3 点 AVG 曲线，因此需要调整检测范围，使得屏幕显示出大平底的第三次底面回波，范围调整的结果如图 6.41 所示。

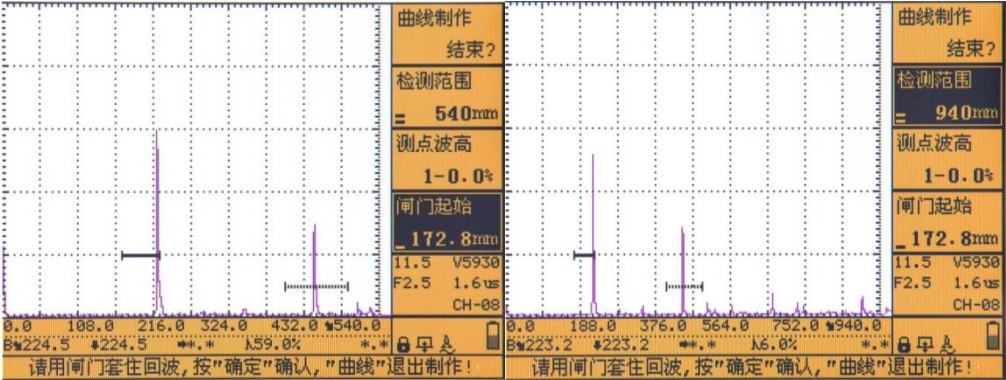


图 6.40 图 6.41

- 3、将探头耦合在 DB-P 试块上，调节闸门位置以锁定大平底一次回波后，按【自动增益】键，将一次回波调整到 80%，单击【确认】键，则仪器自动记录下闸门内的波峰位置和高度，调节闸门位置以锁定大平底的下一次以及后续的多次回波，如图 6.42，图 6.43，图 6.44，图 6.45，图 6.46 所示，并单击【确认】键，选择“曲线制作”子菜单，单击【确认】键，结束多点 AVG 曲线的制作，曲线自动生成，如图 6.47 所示。

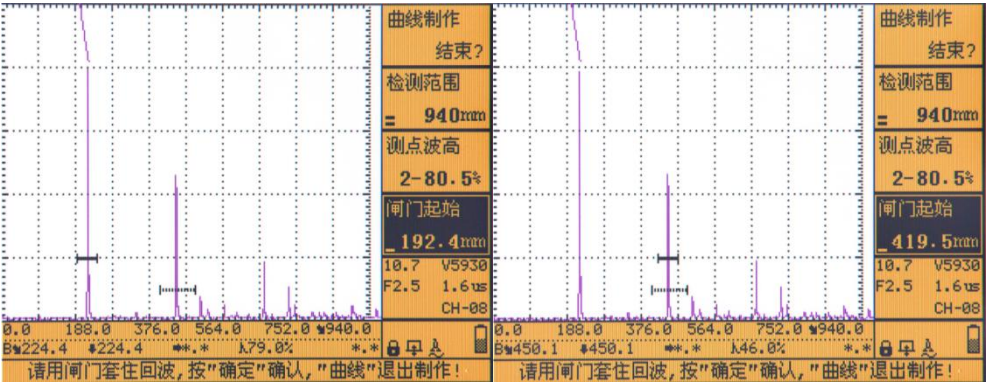


图 6.42 图 6.43

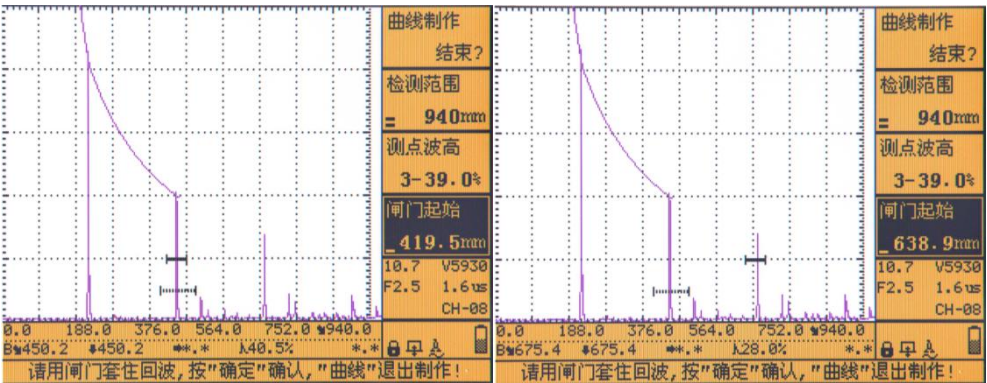


图 6.44 图 6.45

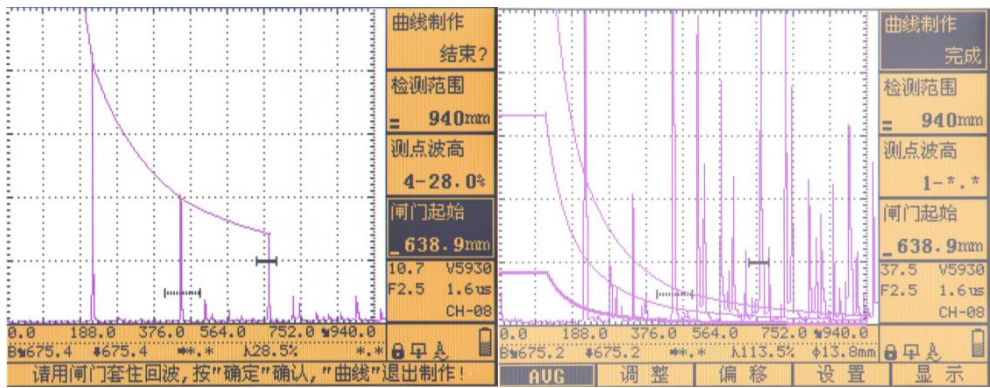


图 6.46 图 6.47

6.5.3 AVG 曲线调整

具体调整步骤：

- 1、在 AVG 曲线菜单中，按【F2】键，选择“调整”主菜单，通过【向上】或【向下】键选择“曲线调整”子菜单；
- 2、按【确认】键开始曲线的调整；此时，“开始”变为“结束？”，光标自动跳到“闸门起始”处，图 6.48 所示；

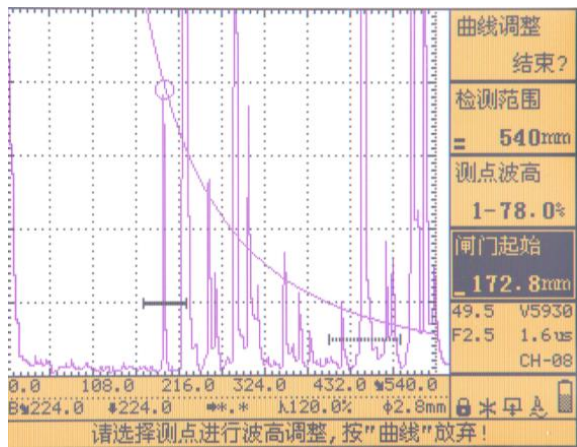


图 6.48

- 3、使用飞轮移动闸门，使得闸门套住需要调整波高的测点；
- 4、使用【向上】键，选择“测点波高”；
- 5、使用【增益+】或【增益-】键提高或降低测点波高到理想状态。
- 6、按【向上】键选择“曲线调整”子菜单，按【确认】键完成曲线调整。

6.5.4 AVG 曲线偏移

- 1、在 AVG 曲线菜单中，按【F3】键，选择“偏移”菜单，通过【向上】或【向下】键选择“上 AVG 线”子菜单，如图 6.49 所示；

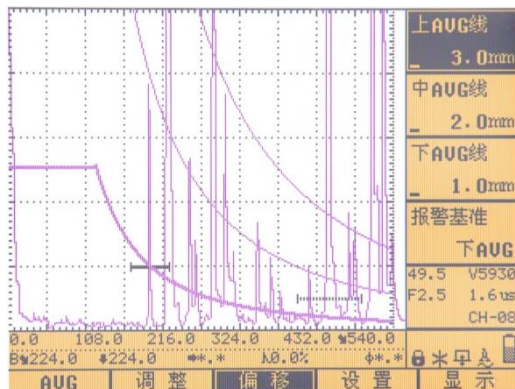


图 6.49

- 2、通过左旋或右旋飞轮，调整“上 AVG 线”的偏移量，单击飞轮可改变偏移量调整的步距；
- 3、同上一步，设置“中 AVG 线”和“下 AVG 线”的偏移量

注意：在“偏移”菜单下，含有“报警曲线”功能，通过【向上】或【向下】键选择“报警”曲线。

6.5.5 AVG 曲线设置

在 AVG 曲线制作过程中，曾介绍过曲线基准和基准孔径的设置，下面再介绍一遍：

- 1、在 AVG 曲线菜单中，按【F4】键，选择“设置”菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键选择“曲线基准”子菜单；
- 3、通过左旋或右旋飞轮，设置“曲线基准”为平底孔或大平底；
- 4、按【向下】键选择“基准孔径”子菜单，通过左旋或右旋飞轮，设置“基准孔径”的尺寸；单击飞轮可改变步距；

另外，在 AVG 曲线菜单组中，“设置”子菜单中还包含“晶片尺寸”和“探头频率”的设置，操作如同“曲线基准”和“基准孔径”。

6.5.6 AVG 曲线显示

在 AVG 曲线制作完成后，可设置其开启或隐藏，可设置其显示类型，如直线或曲线，还可对曲线进行拟合，使得曲线更为光滑，亦可对曲线进行删除操作。在 AVG 曲线“显示”菜单中，包含四个子菜单，分别是曲线显示、曲线类型、曲线拟合和曲线删除。

AVG 曲线显示：在 AVG 曲线菜单中，按【F5】键，选择“显示”菜单；通过【向上】或【向下】键和飞轮设置曲线开或关。

AVG 曲线类型：在 AVG 曲线菜单中，按【F5】键，选择“显示”菜单；通过【向上】或【向下】键和飞轮设置曲线为直线或为曲线。

AVG 曲线拟合：AVG 曲线拟合的目的如同 DAC。操作如下：在 AVG 曲线功能组主菜单中，按【F5】键，选择“显示”菜单，通过【向上】或【向下】键和飞轮或【确认】键打开曲线拟合功能，此时，曲线变得很光滑。

注意：制作 AVG 曲线的测试点最少 3 个或 3 个以上，曲线拟合功能才有效。

AVG 曲线删除：在 AVG 曲线菜单中，按【F5】键，选择“显示”菜单；通过【向上】或【向下】键和飞轮或【确认】键删除曲线。

注意：DAC 或 AVG 曲线制作完成后，可以利用作好的曲线进行曲线进波和曲线失波报警操作，来提醒操作人员。

7 其它功能介绍

7.1 B-扫功能

本型号超声波探伤仪的扫描功能包含 A 扫和 B 扫，其中 B 扫功能分为厚度 B 扫、颜色 B 扫和灰度 B 扫。厚度 B 扫可以显示出工件截面形状。可以应用在锅炉，管道等腐蚀情况检测中，通过厚度 B 扫描，可以显示出锅炉壁厚、管道壁厚等腐蚀状况，直观观察厚度的变化情况。

颜色 B 扫描是对检测范围内的回波进行颜色调制，用不同颜色表示不同的回波强度。可直观显示出锅炉、管道等壁内部缺陷的回波大小。

“扫描”菜单下包含 4 个参数项，分别是 A 扫模式、B 扫模式、B 扫方向和 B 扫速度。在本节主要介绍 B 扫描功能。

B 扫前准备

- 1、按【功能】键，再按【F1】键，选择“扫描”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“B 扫模式”，将其设置为厚度 B 扫、颜色 B 扫或灰度 B 扫，当 A 扫描功能打开时，此时波形显示界面分为上、下两个波形显示区。上边是 A 扫波形显示区域，下边是 B 扫波形显示区域。厚度 B 扫时，仪器自动将“检测方式”设为“前沿”；调节闸门宽度、闸门起始和闸门高度，使闸门可以套住被检区域。
- 3、按【向下】键，选择“B 扫方向”，左旋或右旋飞轮将其设置为“左→右”或“右→左”；
- 4、按【向下】键，选择“B 扫速度”，左旋或右旋飞轮将其设置为 0.5s、1.0s、1.5s、2.0s、...、或 10.0s，步距为 0.5s。

开始探测

将涂有耦合剂的探头在被测物体上以合适的速度拖动，保持探头与工件的良好耦合。探头移动速度以能显示合适 B 扫图像为宜。图 7.1 是得到的 B 扫图像。

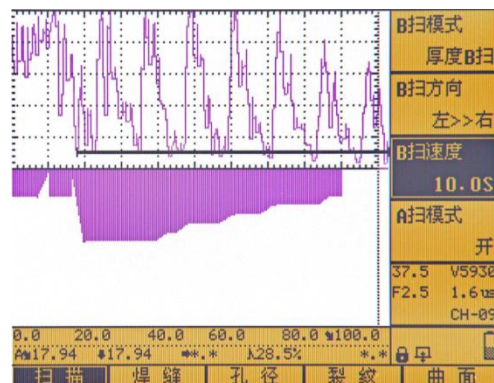


图 7.1 阶梯试块 B 扫图

注意：“扫描周期”与“重复频率”有关，如果探伤规程允许，可以调节重复频率来调节扫描速度。

7.2 焊缝示意功能

焊缝功能包含 3 个参数项，分别为焊缝图示、焊缝参数、距离焊缝。

注意：焊缝功能只在检测探头是斜探头时可用。

操作步骤：

- 1、按【功能】键，进入到功能组菜单中，按【F2】键，选择“焊缝”主菜单；
- 2、按【向上】或【向下】键，按【向下】键选择“焊缝参数”子菜单；
- 3、按【确认】打开焊缝参数设置界面，如图 7.2 所示，左侧为焊缝参数区，可通过【确认】键、【向上】、【向下】键和飞轮对这些参数进行设置和选择；右侧为焊缝示意图；选择左侧焊缝参数区的第一行“焊缝图示”，单击【确认】键，选中焊缝图示，右旋飞轮，打开焊缝图示，可通过设置左侧参数对它进行设置。
- 4、设置完焊缝参数后，按【确认】键，再左旋飞轮，选择“退出”，按【确认】键选中“退出”，右旋飞轮返回到回波显示界面，屏幕下方出现焊缝图示图；
- 5、观察“焊缝图示”子菜单是否为开，如未打开，则按【向上】键，选择“焊缝图示”，左旋或右旋飞轮，将焊缝图示设置为开；
- 6、用户移动探头，锁定焊缝中缺陷回波时，保持探头位置不变，用直尺量出探头前端至焊缝中心的距离；仪器上按【向下】键，选择“距离焊缝”，通过飞轮输入此距离值，再单击【确认】键，屏幕下方出现缺陷位置示意图，如图 7.3。

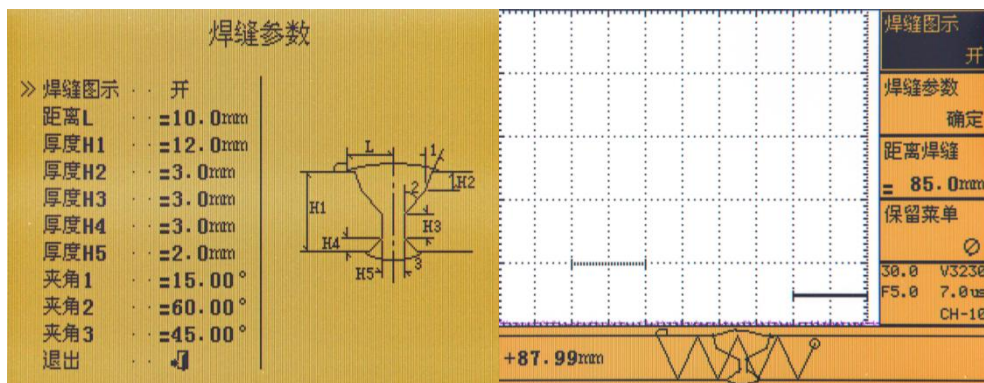


图 7.2 图 7.3

7.3 孔径

在未制作 AVG 曲线时，可使用此功能计算缺陷的当量大小。操作方法：

- 1、按【功能】键进入到功能组菜单中，再按【F3】键选择“孔径”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键，选择“当量孔径”子菜单，按【确认】键，子菜单由“关”状态变为“开”状态，仪器光标自动跳到“闸门起始”；
- 3、调整闸门，按照仪器提示“请用闸门套住底面回波，完成后按‘确认’确定锁定目标回波”，按【确认】键，仪器光标自动跳到“当量孔径”，并显示为“确定”。

7.4 裂纹测深

测裂纹功能用于纵向裂纹深度测量。在测量前，探头零点和 K 值均需要经过校准。“裂纹”菜单包含 4 个参数项，分别为裂纹测深、端点 A、端点 B、闸门起始。

操作步骤：

- 1、单击【功能】键，进入功能功能组操作界面，按【F4】键选择“裂纹”主菜单；
- 2、通过【向上】或【向下】键和飞轮或【确认】键，将“裂纹测深”子菜单设置为开状态；光标跳到闸门起始子菜单。
- 3、在试件上移动探头，如图 7.4，找到裂纹上端端点回波，单击【确认】键，根据屏幕下方提示用闸门套住端点 A 最大回波，单击【确认】键，此时“端点 A”子菜单显示上端点深度；
- 4、继续移动探头，找到裂纹下端端点回波，根据屏幕下方提示用闸门套住端点 B 最大回波，单击【确认】键，此时“端点 B”子菜单显示下端点深度，此时，“裂纹测深”子菜单显示裂纹深度。
- 5、按照提示，按【确认】键退出裂纹测深功能。

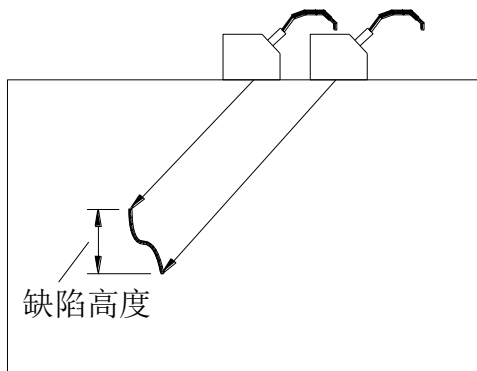


图 7.4

注意：当探头不是斜探头时，仪器不支持此功能。

7.5 曲面修正

曲面修正功能，其作用是在使用斜探头进行周向探测圆柱面（外侧面）时，由于曲面的缺陷定位须以工件的弧长和深度来表示，如图 7.5 所示，与平面有所不同，此时仪器可根据曲面工件的参数自动进行计算和修正。

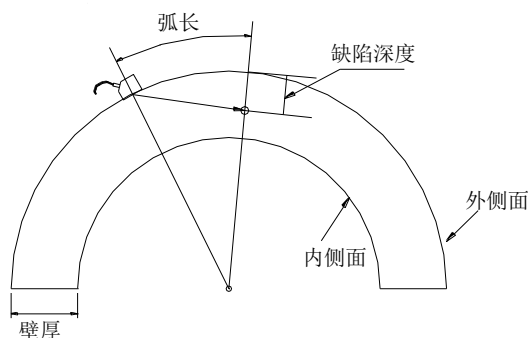


图 7.5

操作方法：

- 1、按“功能”键进入到功能组菜单，按【F5】键，选择“曲面”；
- 2、通过按【向上】或【向下】键，选择“工件外径”，左旋或右旋飞轮输入工件外径；
- 3、按照输入工件外径的方法输入工件内径；
- 4、按【向上】键，选择“曲面修正”，再按【确认】键或飞轮打开或关闭曲面修正功能。

7.6 AWS 功能

当用户需要使用 AWS 功能时，进入到 AWS 界面，单击飞梭旋轮或者【确认】键，将该功能打开；调整闸门锁定目标回波，使用【向上】或【向下】按键选择“闸门起始”子菜单，按【确认】键，此时，缺陷分级显示出来。

操作方法：

- 1、在参考试块上，调整参考增益，即 B 基准；
- 2、按【功能】键 2 次，进入到 AWS 菜单中，按【F1】键选择“AWS”主菜单；
- 3、通过【向上】或【向下】键，选择“闸门起始”，调整闸门位置，锁定所需回波。
- 4、使用【自动增益】键，将所需回波波高调整到 10%~90%，回到 AWS 界面，按【确认】键，此时得到参考增益值。

8 检测精度影响及缺陷评估

8.1 影响检测精度的因素

- a) 检测对象的材料
- b) 温度
- c) 表面粗糙度
- d) 磁场
- e) 附着物质
- f) 缺陷的形状特征
- g) 缺陷的声阻抗
- h) 缺陷的表面特征（如是否光滑）
- i) 探伤方法的选择

所有的超声检测缺陷定位都是基于对超声回波信号的测量。检测对象中声速是否恒定是影响检测结果精度的一个重要因素，所以要实现较高的检测精度，需要检测对象中有相对恒定的超声传播速度。

8.2 缺陷评估方法

目前的探伤实践中，基本上有两种不同的缺陷评价方法：

- (1) 如果声束的直径小于缺陷范围，那么声束可以用于探测缺陷边界，并确定它的范围。
- (2) 如果声束直径大于缺陷范围，缺陷最大回波响应必须与用于比较的人工缺陷最大回波响应相比较。

8.2.1 缺陷边界法

探头的声束直径越小，通过缺陷边界法确定的边界以至缺陷范围，就越准确。但是如果声束相对较宽，确定的缺陷范围可能与实际的缺陷范围明显不同。所以，应慎重选择能在缺陷位置得到足够狭窄集中声束的探头。

8.2.2 回波显示比较法

一个较小的自然缺陷反射的回波，通常小于一个人工对比缺陷（例如同样大小的圆盘缺陷）反射的回波。这是由于（例如）自然缺陷的表面较粗糙或者由于声束打到缺陷时的角度不佳造成的。如果评价自然缺陷时没有考虑到这一事实情况，就会有低估它们当量值的危险。

对于参差不齐或裂开的缺陷，例如铸件中的收缩孔，可能会出现缺陷边界表面的声散射较强，根本没有产生回波。在这种情况下，应该选择另外不同的分析方法，例如在分析中使用底面回波衰减法。

缺陷回波的距离灵敏度在对大工件的探伤中扮演了一个重要角色。在选择人工对比缺陷时要注意，这些缺陷同被评价的自然缺陷一样，可能是由同样的“距离变化规律”支配的。

超声波在任何材料中传播都会衰减，这种声衰减的速度通常非常小，例如，由细密纹理的钢制成的部件，同样也包括许多其它材料制成的小部件。但是，如果声波在材料中要传播较长的距离，高度累积的声衰减就可能产生（即使材料的衰减系数很小）。这就会造成自然缺陷回波显得太小的危险。为此，必须在评价结果中对衰减的影响作出估计，在需要的时候给予考虑。

如果被测物体表面粗糙，入射声能的一部分将在物体表面被散射，影响探测。散射越厉害，反射回波

越小，评定结果时出现的误差就越大。因此，被测物体的表面状况，对回波高度的影响是重要的。

9 常见问题及处理

| 现象 | 原因 | 排除方法 |
|-----------------|---------------|-----------|
| 不能开机或开机后马上又自动关机 | 电池电量不足 | 进行充电 |
| 使用过程中出现显示异常 | 某种原因引起内存混乱 | 恢复出厂设置 |
| 没有信号或信号时有时无 | 探头连线接触不良或探头问题 | 重新插拔或更换探头 |

如果不能排除故障，请及时与销售商或本公司联系。

附录 1：名词术语

本附录列出了本说明书中所涉及到的超声无损检测的名词术语，了解这些术语所代表的确切含义，有助于更好的使用本说明书。

1. 脉冲幅度：脉冲信号的电压幅值。当采用 A 型显示时，通常为时基线到脉冲峰顶的高度。
2. 脉冲宽度：以时间或周期数值表示的脉冲持续时间。
3. 分贝：两个振幅或者强度比的对数表示。
4. 声阻抗：声波的声压与质点振动速度之比，通常用介质的密度 ρ 和速度 c 的乘积表示。
5. 声阻抗匹配：声阻抗相当的两介质间的耦合。
6. 衰减：超声波在介质中传播时，随着传播距离的增大，声压逐渐减弱的现象。
7. 总衰减：任何形状的超声束，其特定波形的声压随传播距离的增大，由于散射、吸收和声束扩散等共同引起的减弱。
8. 衰减系数：超声波在介质中传播时，因材质散射在单位距离内声压的损失，通常以每厘米分贝表示。
9. 缺陷：尺寸、形状、取向、位置或性质对工件的有效使用会造成损害，或不满足规定验收标准要求的不连续性。
10. A 型显示：以水平基线（X 轴）表示距离或时间，用垂直于基线的偏转（Y 轴）表示幅度的一种信息表示方法。
11. 发射脉冲：为了产生超声波而加到换能器上的电脉冲。
12. 时基线：A 型显示荧光屏中表示时间或距离的水平扫描线。
13. 扫描：电子束横过探伤仪荧光屏所作同一样式的重复移动。
14. 扫描范围：荧光屏时基线上能显示的最大声程。
15. 扫描速度：荧光屏上的横轴与相应声程的比值。
16. 延时扫描：在 A 型或 B 型显示中，使时基线的起始部分不显示出来的扫描办法。
17. 水平线性：超声探伤仪荧光屏时间或距离轴上显示的信号与输入接收器的信号（通过校正的时间发生器或来自已知厚度平板的多次回波）成正比关系的程度。
18. 垂直线性：超声探伤仪荧光屏时间或距离轴上显示的信号与输入接收器的信号幅度成正比关系的程度。
19. 动态范围：在增益调节不变时，超声探伤仪荧光屏上能分辨的最大与最小反射面积波高之比。通常以分贝表示。
20. 脉冲重复频率：为了产生超声波，每秒内由脉冲发生器激励探头晶片的脉冲次数。
21. 检测频率：超声检测时所使用的超声波频率。通常为 0.4 MHz ~15MHz。
22. 回波频率：回波在时间轴上进行扩展观察所得到的峰值间隔时间的倒数。
23. 灵敏度：在超声探伤仪荧光屏上产生可辨指示的最小超声信号的一种量度。
24. 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。

- 25. 分辨力：超声探伤系统能够区分横向、纵向或深度方向相距最近的一定大小的两个相邻缺陷的能力。
- 26. 抑制：在超声探伤仪中，为了减少或消除低幅度信号（电或材料的噪声），以突出较大信号的一种控制方法。
- 27. 闸门：为监控探伤信号或作进一步处理而选定一段时间范围的电子学方法。
- 28. 衰减器：使信号电压（声压）定量改变的装置。衰减量以分贝表示。
- 29. 信噪比：超声信号幅度与最大背景噪声幅度之比。通常以分贝表示。
- 30. 阻塞：接收器在接收到发射脉冲或强脉冲信号后的瞬间引起的灵敏度降低或失灵的现象。
- 31. 增益：超声探伤仪接收放大器的电压放大量的对数形式。以分贝表示。
- 32. 距离波幅曲线（DAC）：根据规定的条件，由产生回波的已知反射体的距离、探伤仪的增益和反射体的大小，三个参量绘制的一组曲线。实际探伤时，可由测得的缺陷距离和增益值，从此曲线上估算出缺陷的当量尺寸。
- 33. 耦合：在探头和被检件之间起传导声波的作用。
- 34. 试块：用于鉴定超声检测系统特性和探伤灵敏度的样件。
- 35. 标准试块：材质、形状和尺寸均经主管机关或权威机构检定的试块。用于对超声检测装置或系统的性能测试及灵敏度调整。
- 36. 对比试块：调整超声检测系统灵敏度或比较缺陷大小的试块。一般采用与被检材料特性相似的材料制成。
- 37. 探头：发射或接收（或既发射又接收）超声能量的电声转换器件。该器件一般由商标、插头、外壳、背衬、压电元件、保护膜或楔块组成。
- 38. 直探头：进行垂直探伤用的探头，主要用于纵波探伤。
- 39. 斜探头：进行斜射探伤用的探头，主要用于横波探伤。

附录 2: 常见声速

| 材料 | in/us | m/s |
|---------|-------------------|------|
| 铝 | 0.250 | 6305 |
| 铋 | 0.086 | 2184 |
| 黄铜 | 0.173 | 4394 |
| 钙 | 0.109 | 2769 |
| 铸铁 | 0.18(apprx) | 4572 |
| 康铜 | 0.206 | 5232 |
| 紫铜 | 0.184 | 4674 |
| 环氧树脂 | 0.100(apprx) 2540 | |
| 白铜 | 0.187 | 4750 |
| 玻璃 | 0.223 | 5664 |
| 火石玻璃 | 0.168 | 4267 |
| 金 | 0.128 | 3251 |
| 冰 | 0.157 | 3988 |
| 铁 | 0.232 | 5893 |
| 铅 | 0.085 | 2159 |
| 镁 | 0.228 | 5791 |
| 汞 | 0.057 | 1448 |
| 镍 | 0.222 | 5639 |
| 尼龙 | 0.102(apprx) | 2591 |
| 石蜡 | 0.087 | 2210 |
| 铂 | 0.156 | 3962 |
| 有机玻璃 | 0.106 | 2692 |
| 聚苯乙烯 | 0.092 | 2337 |
| 陶瓷 | 0.230(apprx) 5842 | |
| PVC | 0.094 | 2388 |
| 石英玻璃 | 0.222 | 5639 |
| 硫化橡胶 | 0.091 | 2311 |
| 银 | 0.142 | 3607 |
| 普通钢 | 0.233 | 5918 |
| 不锈钢 | 0.223 | 5664 |
| 斯太立硬质合金 | 0.275(apprx) | 6985 |
| 聚四氟乙烯 | 0.065 | 1422 |
| 锡 | 0.131 | 3327 |
| 钛 | 0.24 | 6096 |
| 钨 | 0.210 | 5334 |
| 锌 | 0.166 | 4216 |
| 水 | 0.158 | 1473 |

附录 3：与超声波探伤有关的国家标准与行业标准

本型号系列探伤仪及本操作手册涉及到的超声波探伤国家标准和行业标准有：

- 1、GB/T 12604.1-1990 无损检测术语超声检测
- 2、JB/T 10061-1999 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件
- 3、JJG 746-2004 超声探伤仪中华人民共和国国家计量检定规程
- 4、JB 9214_1999A 型脉冲反射式超声探伤系统工作性
- 5、NB/T47013-2015 承压设备无损检测