



高电科技
HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

www.hzhv.com



HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

CTUD2000

高精度超声波探伤仪

使用说明书

杭州高电科技有限公司

HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO.,LTD

电话：0571-89935600 传真：0571-89935608

前 言

感谢您使用本公司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。本仪器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配送的其它相关资料，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。

目 录

第一章 简介	1
1.1 安全提示	1
1.2 概述.....	1
1.3 功能特点.....	2
1.4 技术参数.....	3
1.5 仪器主机.....	4
1.6 显示界面简介.....	5
1.7 按键介绍	6
1.8 菜单结构.....	9
1.9 指示灯.....	10
1.10 充电说明.....	10
1.10.1 供电方式.....	10
1.10.2 充电方式.....	11
第二章 基本操作	13
2.1 开关机	13
2.2 探头连接	13
2.3 飞梭旋轮操作	13
2.4 探头参数设置	14
2.5 增益调节.....	14
2.6 检测范围调节.....	15
2.7 声速和零偏校准.....	15
2.8 闸门调节.....	15
2.9 读数设置.....	16
2.10 发射参数调节	16
2.11 回波介绍.....	17
2.12 标准设置.....	17
2.13 恢复出厂设置.....	18

2.14 冻结.....	18
2.15 其它参数.....	18
2.15.1 AWS 标准使用方法:	18
2.15.2 屏幕亮度操作:	18
第三章 调校操作及其举例	19
3.1 直探头校准	19
3.1.1 已知材料声速、零点的校准.....	19
3.1.2 未知材料声速、零点的校准.....	20
3.2 斜探头校准	21
3.2.1 斜探头材料声速、探头零偏、探头前沿校准.....	22
3.3.2 斜探头角度/K 值的校准	23
3.3 双晶探头校准	25
第四章 DAC/AVG 曲线.....	25
4.1 DAC 曲线	25
4.1.1 DAC 曲线制作.....	25
4.1.2 DAC 曲线调整.....	29
4.1.3 DAC 曲线拟合.....	29
4.1.4 DAC 曲线删除.....	30
4.2 AVG 曲线.....	30
4.2.1 单点 AVG 曲线制作.....	30
4.2.2 多点 AVG 制作	33
4.2.3 AVG 曲线拟合	33
第五章 探伤辅助功能应用	33
5.1 裂纹测深	33
5.2 动态记录.....	34
5.3 波峰记忆.....	36
5.4 回波包络.....	36
5.5 孔径.....	37
5.6 通讯.....	37

5.7 报警.....	37
5.8 通道.....	38
5.9 波形.....	39
5.10 曲面修正.....	41
5.11 焊缝示意功能.....	42
5.12 B扫.....	43
5.13 展宽.....	45
第六章 检测精度的影响因素及缺陷评估.....	46
6.1 使用超声探伤仪的必要条件.....	46
6.2 影响检测精度的因素.....	46
6.3 缺陷评估方法.....	46
6.3.1 缺陷边界法.....	46
6.3.2 回波显示比较法.....	47
第七章 维修与保养.....	48
7.1 使用注意事项.....	48
7.2 保养与维护.....	48
一般故障及排除.....	48
附录.....	49
附录 1: 名词术语.....	49
附录 2: 与超声波探伤有关的国家标准与行业标准.....	50

第一章 简介

超声波探伤仪是一款便携式、全数字式超声波探伤仪，能够快速、无损伤、精确地进行工件内部多种缺陷（焊接、裂纹、夹杂、气孔等）的检测、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。

1.1 安全提示

- ◇ 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。

1.2 概述

支持的功能/性能如表 1 所示。本说明书是按最高型号编写，在介绍各个功能时，会针对具体型号提示该型号是否有此功能。

表 1 型号功能列表

显示屏	TFT
DAC 曲线	●
AVG 曲线	×
内置标准	×
闸门报警	●
曲线报警	●
波形冻结	●
通道	10
波形	100
录像	×

自动校准	●
脉冲幅度	可调
噪声抑制	●
波峰记忆	●
回波包络	×
厚度 B 扫	×
自动增益	×
回波编码	×
计算孔径	×
焊缝图示	×
裂纹测深	×
曲面修正	×
PC 软件	●
电池模块	1

1.3 功能特点

◇ 仪器特点

超探仪产品是全数字式超声波探伤仪，高速度、高精度、高效率、可靠性高、综合性能好、实时操作。采用先进技术，现场性能卓越。大容量电子硬盘，可永久性保存。

多通道探伤，可通道另存，便于探伤。

大容量波形存储，可波形调用。

高速、长时间探伤过程录像。

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。

◇ 发射脉冲

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：直探头，斜探头，双晶，透射探伤。

◇ 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。

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

◇ 数据存储

设有存储快捷键，便于操作。可存储 100 个探伤通道； 1000 个波形存储； 20 段 5 分钟录像、可快速另存、调用、回放与删除。

◇ 探伤功能

波峰记忆：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：实时扫查、横截面显示，可显示工件缺陷形状，使探测结果更直观。

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。

DAC、AVG：直/斜探头锻件探伤找准缺陷最高波自动计算 Φ 值，可分段制作。

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。

◇ 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。

◇ 屏幕保护

待机时，仪器屏幕会降低亮度或自动关闭，可使仪器省电，延长使用寿命

1.4 技术参数

技术参数详见表 2。

表2 型号技术参数列表

检测范围	0~9999mm
声速范围	1000~9999m/s
增益范围	0dB~110dB
显示延迟	-20 μ s~+3400 μ s
探头零偏	0 μ s~99.99 μ s
工作频率	0.2~10MHz
电噪声水平	\leq 10%
探头阻尼	100 Ω 、150 Ω 、200 Ω 、500 Ω
重复频率	10~1000Hz
灵敏度余量	>62dB (深200mm, Φ 2平底孔)
分辨力	>40dB (5P14)
线性抑制	0~80% (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	\geq 32dB
脉冲类型	方波
脉冲强度	固定
脉冲宽度	50~300ns
环境温度	-10 $^{\circ}$ C~+50 $^{\circ}$ C
环境湿度	20%~95% RH
工作时间	\geq 15 hours
电源电压	DC:7.2V; AC:220V
尺寸	220 \times 175 \times 59 (mm)
重量	1.3 kg 含电池

1.5 仪器主机

标准配置:

- | | |
|----------------|---|
| 1. 数字超声波探伤仪主机 | 1 |
| 2. 锂电池组 | 1 |
| 3. 3A/9V 电源适配器 | 1 |

- 4. 探头连接电缆 2
- 5. 直探头 2.5MHz ϕ 20 1
- 6. 斜探头 5MHz 13 \times 13K2 1
- 7. 真皮背包 1, 耦合剂 1, 中文说明书及文字资料 1, 电脑连接线缆 1, 通讯软件 (探伤报告分析) 1。

外观如图 1.1 所示, 图中标出各部分名称。

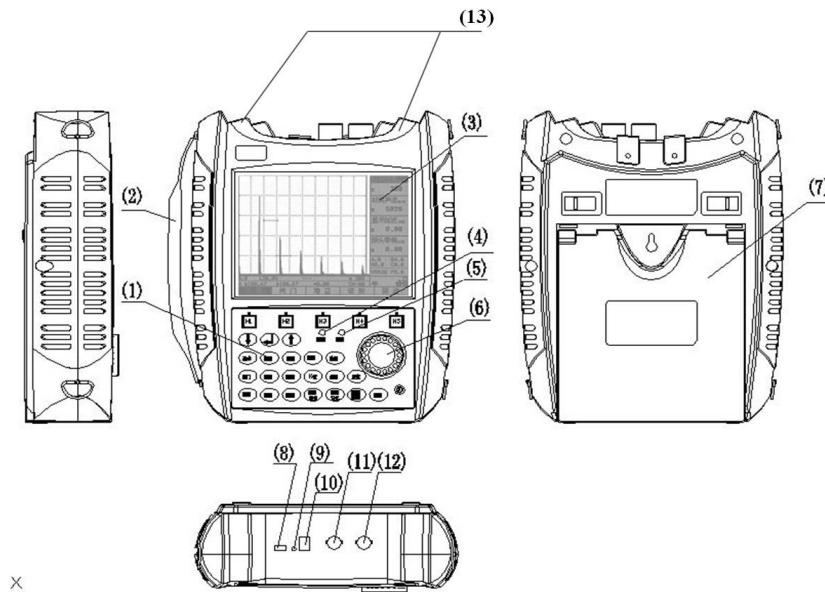


图 1.1

- 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-数码飞梭旋钮
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

1.6 显示界面简介

TUD2000 探伤仪主要有两种显示界面, 分别为: 回波界面和设置界面。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 1.2, 1.3, 1.4 和 1.5 所示。

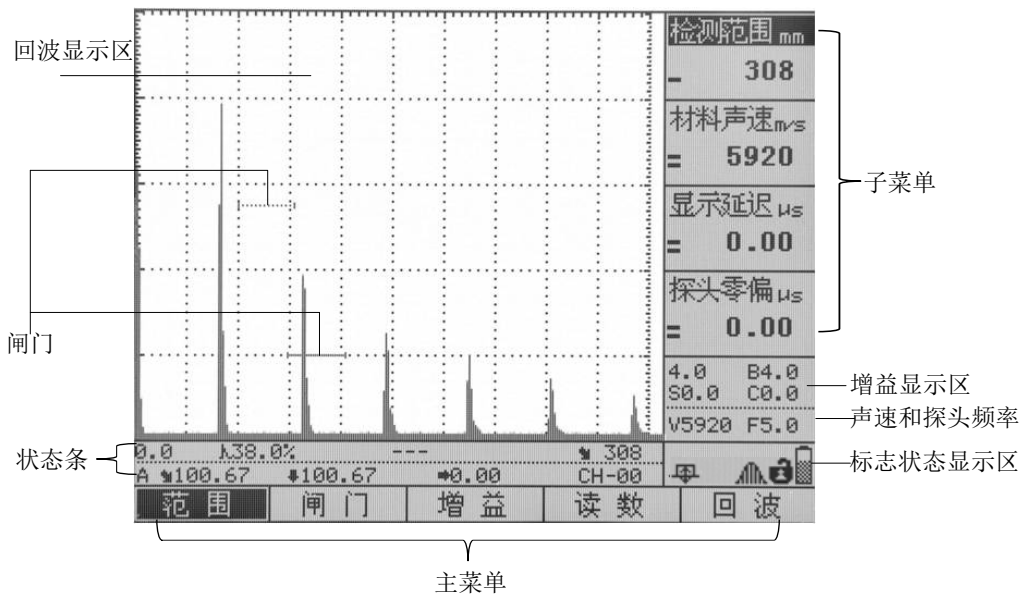


图 1.2 主界面

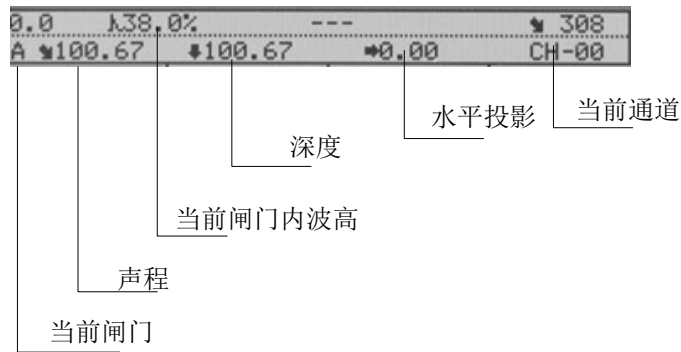


图 1.3 状态条

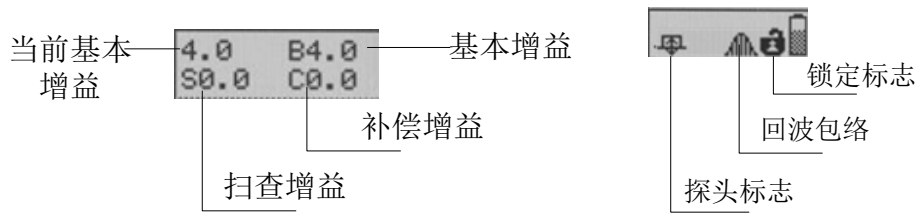


图 1.4 增益显示

图 1.5 标志状态显示

1.7 按键介绍

本仪器键盘设计有按键和数码飞梭旋轮两种操作方式，键位如图 1.6 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轮操作完成。键盘操作或旋轮操作过程中，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。

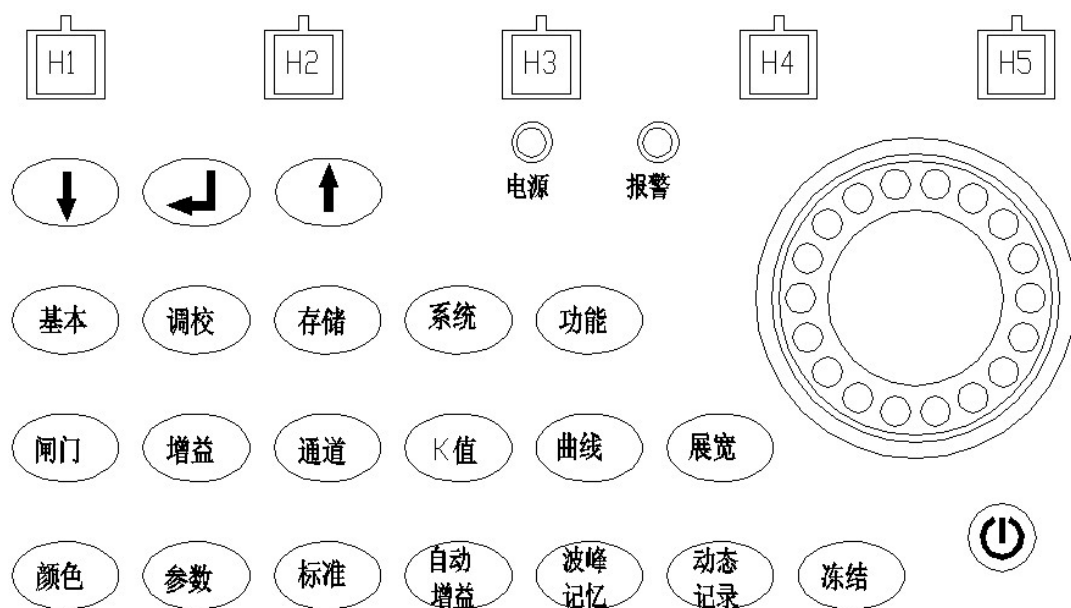
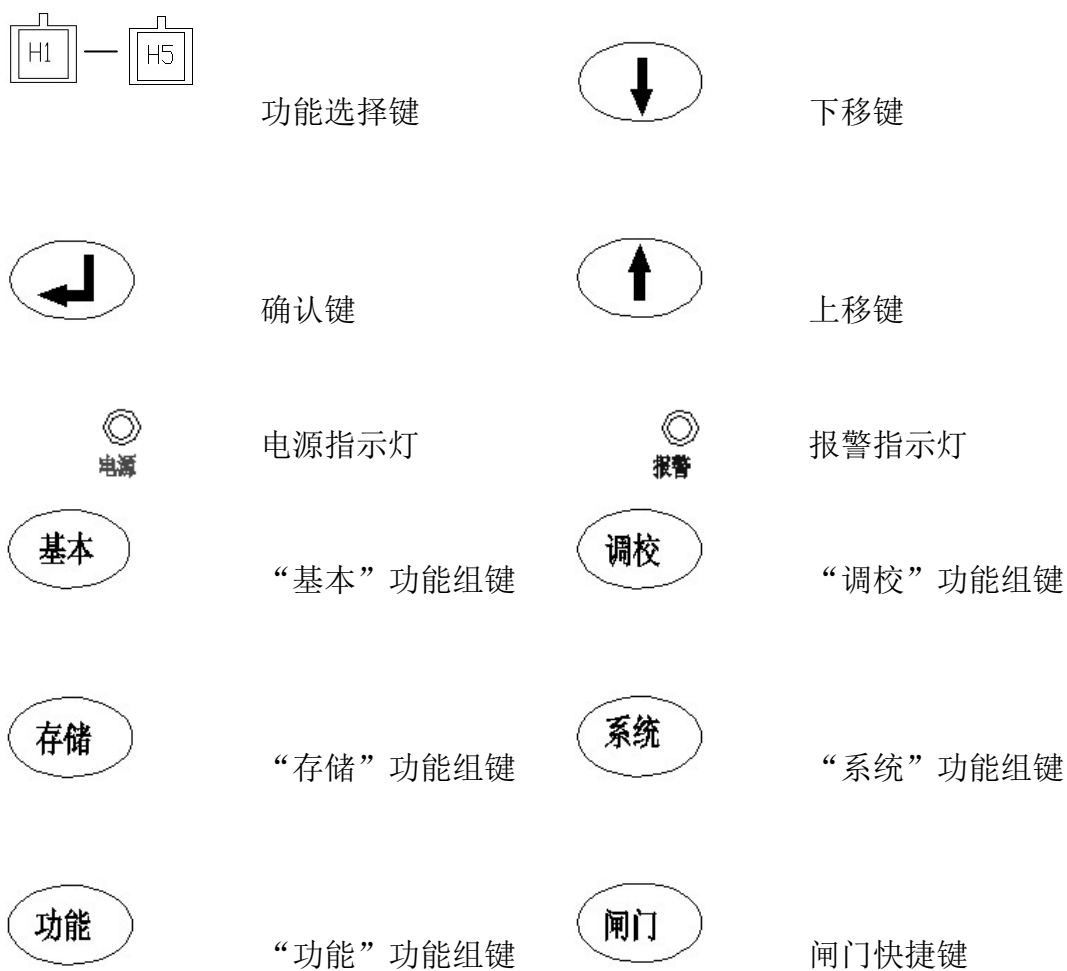


图 1.6 仪器按键键位图



	增益快捷键		通道快捷键
	K 值快捷键		“曲线”功能组键
	展宽快捷键		显示屏色彩快捷键
	参数列表显示键		标准列表显示键
	自动增益键		波峰记忆快捷键
	动态回波记录键		冻结键
	电源开/关键		



操作方式

旋轮键主要用于数值增减、步距选择等功能。左旋、右旋：数值增减
单击：轻轻按下旋轮，马上松开，让旋轮弹起，用于选择步距

如上面的“仪器按键键位图”，按键区分为三部分，第一部份为第一行功能选择键行，由 H1、H2、H3、H4、H5 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。

第二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。

第三部份为功能组及快捷功能区域。在 2.8 功能组键操作和 2.9 功能快捷键操作中会详细介绍。

1.8 菜单结构

基本		调校		存储		系统		曲线			功能		
范围	检测范围 mm	探头	探头类型	通道	通道选择	显示	屏幕亮度	DAC	曲线制作	AVG	曲线制作	扫描	B 扫模式
	材料声速 m/s		探头频率		通道存储		配色方案		基本增益		基本增益		B 扫方向
	显示延迟 us		探头前沿		通道清空				测点波高		测点波高		扫描周期
	探头零偏 us		晶片尺寸		通道另存				闸门起始 mm		闸门起始 mm		A 扫显示
闸门	闸门选择	校准	自动校准	波形	波形选择	标度	网格显示	调整	曲线调整	调整	曲线调整	焊缝	焊缝参数
	闸门起始 mm		手动设置		波形存储		标度单位		测点顺序		测点顺序		
	闸门宽度 mm		前端距离		波形调用		水平标度		测点波高		测点波高		
	闸门高度		探头零偏		波形清空				起始闸门		起始闸门		
增益	基本增益 dB	角度	自动校准	录像	录像编号	报警	按键声音	偏移	判废线 RL	偏移	上 AVG 线	孔径	当量孔径
	增益步距 dB		手动设置		录像制作		蜂鸣报警		定量线 SL		中 AVG 线		闸门起始
	扫查增益 dB		探头角度		录像回放		闪光报警		评定线 EL		下 AVG 线		晶片直径
	表面补偿 dB		探头 K 值		录像清空		报警类型		报警基准		报警曲线		探头频率
读	读数方式	发	发射强	清	所有通	AWS	AWS 功	设	缺陷类型	设	曲线基准	测	裂纹测

数		射	度	除道		能	置		置		裂深	纹	端点 A				
	自动捕捉		脉冲宽度											所有波形	缺陷直径	基准孔径	
	检测方式		重复频率											所有录像	缺陷长度	晶片直径	端点 B
			探头阻尼											恢复出厂	关闭系统	当量基准	探头频率
回波	检波方式	设置	工件厚度	预留	信息	当前日期	显示	曲线显示	显示	曲线显示	曲面	工件外径					
	噪声抑制		自动波高										当前时间	曲线类型	曲线类型	工件内径	
	波形填充		波峰记忆										软件版本	曲线拟合	曲线拟合	曲面修正	
	回波编码		回波包络										其他信息	曲线删除	曲线删除		

1.9 指示灯

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。

1.10 充电说明

1.10.1 供电方式

TUD2000 电源供电方式有两种：外部电源充电器和仪器标配锂离子电池组。

外部电源充电器：电源充电器工作电压：市电交流 220V，50Hz。供电方式：

- （1） 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 XXX 系列插孔，超探仪即可正常工作。

(2) 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：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。

1.10.2 充电方式

在线充电

在线充电方法如下（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。

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，电量会有一些的衰减；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。


第二章 基本操作

2.1 开关机

开机：请按“”键，启动仪器。

关机：

◇ 在开机状态下，长按“”键，关闭仪器。

◇ 在死机状态下，请连续5次按击“”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”//“显示”//“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。

2.2 探头连接

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，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，接收的探头线连接到接收探头插座。


探头线质量对仪器指标测试的结果也有相应的影响。

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 飞梭旋轮操作

旋轮操作模式分为三种即：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。

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 。如图 2.1 的“检测范围”子菜单：

如需检测范围的调节步距减小，可点击旋轮，随后，步距显示条由三条，变为一条，调节步距变为最低档，如图 2.2 所示，如需再增大调节步距，再次点击旋轮，步距显示条会从一条变为二条，调节步距变为中档。



图 2.1



图 2.2

2.4 探头参数设置

探头参数包含 4 项，分别为探头类型、探头频率、探头前沿、晶片尺寸。



操作：



- 1、按“调校”键，进入到调校功能主菜单，按相对应的功能键选择“探头”，“探头”栏被选中，如图 2.3.



图 2.3

- 2、通过按“向上”或“向下”键选择“探头类型”，再左旋或右旋飞轮，选择直探头、斜探头、双晶探头、或透射探。该项参数变更后，仪器须重新调校。

当设置为直探头时，在屏幕上显示为“”图标；设置为斜探头时，显示为“”图标；

双晶探头显示为“”图标；穿透探头显示为“”。

- 3、探头频率、探头前沿和晶片尺寸设置方式如同探头类型。

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。

2.5 增益调节

本系列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。

自动增益调节操作：

- 1、先改变自动增益的增益值，
- 2、操作：按“调校”键，选择“设置”主菜单，把“自动波高”子菜单的数值调节到需要的增益值；以后再按“自动增益”键，仪器就会自动按照此增益放大回波。

3、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，使用功能组键选择“增益”；
- 2、再通过“向上”或“向下”键选择“基本增益”，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。

2.6 检测范围调节

- 1、按“基本”键进入到基本功能组主菜单，如图 2.3 所示，通过功能组键选择“范围”；

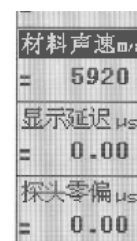


图 2.3 主菜单

- 2、再通过“向上”或“向下”键选择“范围”，再左旋或右旋飞轮，调节范围的大小。

2.7 声速和零偏校准

- 1、按“基本”键进入到基本功能组主菜单，如图 2.3 所示，通过功能组键选择“范围”；
- 2、再通过“向上”或“向下”键选择“材料声速”，材料声速栏被反选，如图 2.4 所示，再左旋或右旋飞轮，调节声速的大小。
- 3、通过“向上”或“向下”键选择“探头零偏”，再左旋或右旋飞轮，调节零偏的大小。



注意：对于一次操作中，一旦调校好零偏，就不能再改变，否则，影响探伤精度。

图 2.4

2.8 闸门调节

数字式探伤仪的最突出的特点是能够把所有的有关反射波的模拟量用数字信号显示在屏幕上。当要求仪器对某一信号波进行比较、计算时，需要“人”告诉它是对哪一个回波进行跟踪。我们约定使用“闸门”来锁定待测回波，仪器处理、计算闸门内的回波，并实时显示最高回波的所有参数（包括声程距离、水平距离和垂直距离，以及回波高度、当量 dB、缺陷当量尺寸等数据）。

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。

操作如下：

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，使用功能组键选择“闸门”，进入闸门菜单中。

1、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，通过旋转数码飞梭旋轮或单击“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。

2、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。

3、闸门宽度和高度操作

选择闸门宽度项，然后转动旋轮进行调节。

闸门高度指的是闸门相对于回波显示区满幅的百分比。闸门高度的调节范围是 0~80%。

2.9 读数设置

读数设置菜单中包含读数方式，自动捕捉和检测方式三种。基本操作如下：

1、按“基本”键进入到基本功能组主菜单，如图 2.5 所示，通过与读数相应的功能组键选择“读数”；



图 2.5

2、再通过“向上”或“向下”键选择“读数方式”，再左旋或右旋飞轮，选择单闸门或双闸门读数。

3、如需要自动捕捉功能，需再按“向下”键，选择“自动捕捉”，再左旋或右旋飞轮，开启自动捕捉功能。

4、检测方式的设置方式如同读数方式或自动捕捉。

2.10 发射参数调节

发射功能包含 4 个参数项，分别为发射强度、脉冲宽度、重复频率、探头阻尼。

操作：

- 1、按“调校”快捷键，直接进入调校功能组主菜单，再按与“发射”相应的功能键，进入到发射子菜单，如图 2.5 所示。



图 2.5

- 2、通过“向上”或“向下”键，选择“发射强度”，再左右旋飞轮或者“确认”键，调节发射强度大小。
- 3、脉冲宽度调节的操作方法同发射强度，另外，可以在调节完发射前度后，按“向下”键，选择“脉冲宽度”，然后左右旋飞轮或者“确认”键，调节脉冲宽度大小。
- 4、重复频率和探头阻尼的调节方法同发射强度和脉冲宽度。

2.11 回波介绍

回波功能包含 4 个参数项，分别为检波方式、噪声抑制、波形填充、回波编码。

- 1、按“基本”键，直接进入基本功能组主菜单，再按与“回波”相应的功能键，进入到回波子菜单。
- 2、通过“向上”或“向下”键，选择“检波方式”，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”，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。

2.12 标准设置

在制作 DAC 曲线之前，应该选择遵循的标准，标准设置的操作方法如下：

- 1、按“标准”键，可直接进入标准选择界面，通过飞轮选择需要的探伤标准。
- 2、包括的标准有 GB 11345-1989、JB/T 4730-2005、JG/T 203-2007、SY 4065-1993、JIS Z 3060:2002、ASME-3、GB/T 3559-1994、DT/T 820-2002、Custom（自行设置任意标准）。
- 3、通过“向下”键选择“退出”，按“确认”键退出标准设置界面，或者按“标准”键退出。

2.13 恢复出厂设置

按“存储”键，进入到存储功能组菜单中，按“H4”键，选择“清除”菜单，通过按“向上”或“向下”键，选择恢复出厂项，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。

“清除”菜单中包含所有通道、所有波形、所有录像的清除功能。通过按“向上”或“向下”键，选择需要清除的项目，然后按“确认”键清除。

2.14 冻结

在工作过程中，按“冻结”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。

2.15 其它参数

在“系统”功能组菜单中：显示（屏幕亮度、配色方案）、标度（网格显示、标度单位、水平标度）、AWS、信息（当前日期、当前时间、软件版本、其他信息）。

2.15.1 AWS 标准使用方法：

- 1、首先在参考试块上，调整参考增益：按“系统”键进入到系统功能组菜单中，再按“H4”键选择“AWS”；
- 2、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。使用增益，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。
- 3、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，此时，缺陷分级显示出来。

2.15.2 屏幕亮度操作：

- 1、按“系统”键直接进入到系统功能组主菜单，通过相应的功能键选择“显示”；
- 2、再通过“向上”或“向下”键，选择“屏幕亮度”，左旋或右旋飞轮或者按“确认”键，调整屏幕亮度。

其它参数调节同屏幕亮度。

第三章 调校操作及其举例

本章主要介绍数字超声波探伤仪的调校及使用数字式超声波探伤仪对锻件、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 JB4730-94）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数字式超声波探伤仪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，并将探头联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。

探伤前，仪器、探头参数必须经过校准。

3.1 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几种情况：

- 已知材料声速、零点的校准；
- 未知材料声速、零点的校准；

3.1.1 已知材料声速、零点的校准

1) 选择参数通道，并清空该通道。

2) 单击“调校”键，进入调校操作界面，选择“探头”主菜单，在它子菜单中设置探头类型为直探头，输入探头频率，晶片尺寸。

3) 选择“校准”主菜单，再选择“手动设置”子菜单，如图 3.1 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。

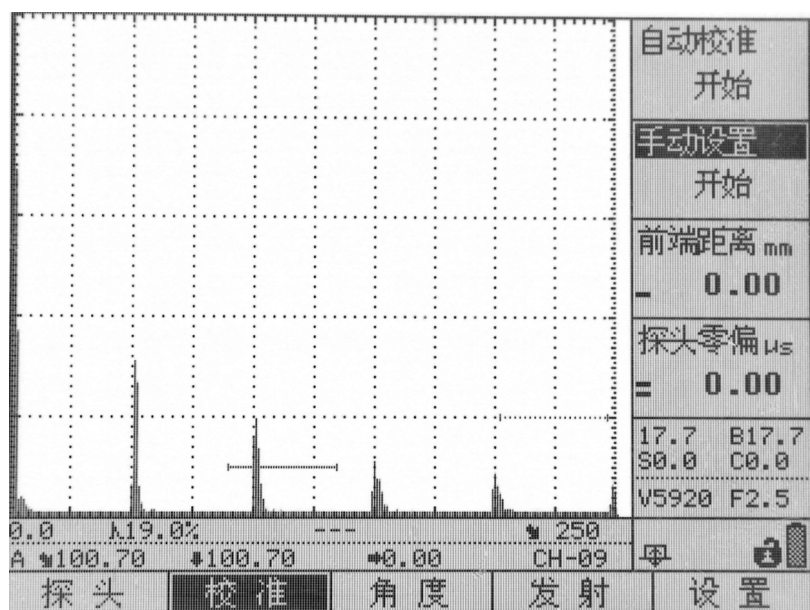


图 3.1

3.1.2 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。

例 1 材料声速未知，直探头自动校准。

测试仪器：1 数字式超声波探伤仪

测试探头：直探头 2.5MHz $\Phi 20$

试块类型：CS-1-5

- 1) 选择参数通道，并清空该通道。
- 2) 单击“调校”键，进入调校操作界面，选择“探头”主菜单，在它的“探头类型”子菜单中设置探头类型为直探头，输入探头频率 2.5MHz，晶片尺寸 $\Phi 20$ 。
- 4) 选择“校准”主菜单，在选择“自动校准”子菜单，单击“确认”键或旋轮按照提示开始自动校准。
- 5) 将探头耦合到 CS-1-5 的标定试块上，设置接近的材料声速为 5920m/s，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 3.2 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 3.3 所示。单击“确认”键，自动校准完成。

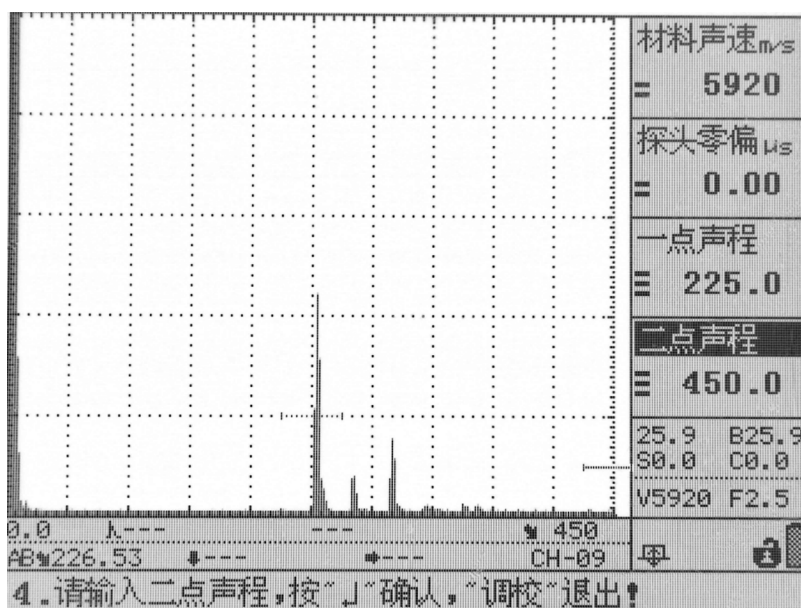


图 3.2

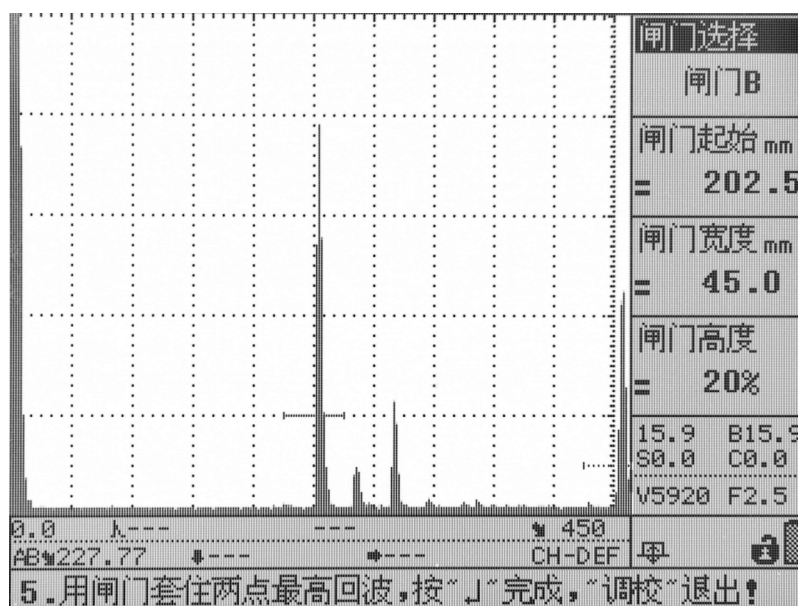


图 3.3

3.2 斜探头校准

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：材料声速（横波）、探头前沿（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。一般先校声速、零偏、入

射点，再校折射角 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。

3.2.1 斜探头材料声速、探头零偏、探头前沿校准

例 2：用 CSK-IA 试块对 2.5P13×13, K2 斜探头进行自动校准，步骤如下：

测试仪器：1 数字式超声波探伤仪

测试探头：斜探头 2.5P13×13K2

试块类型：CSK-IA

(1) 选择参数通道，并清空该通道。

(2) 单击“调校”键，选择“探头”主菜单，“探头类型”设置为“斜探头”，“探头频率”设置为“2.5MHz”，“探头前沿”采用默认值，“晶片尺寸”设为“13”

(3) 将探头耦合到 CSK-IA 的标定试块上，如图 3.4 所示。选择“校准”主菜单，选择“自动校准”子菜单，按“确认”键，屏幕变成如图 3.5 所示：

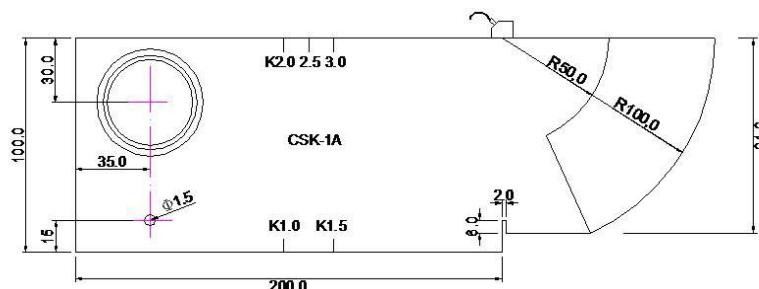


图 3.4

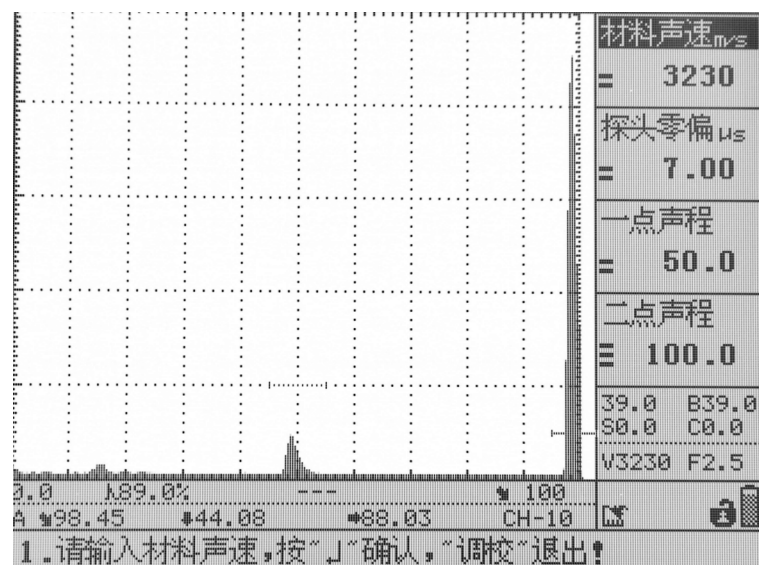


图 3.5

(4) 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。

(5) 打开波峰记忆或回波包络功能，沿 R100 半径方向前后移动探头，使回波最高，保持探头不动；如图 3.6 所示，单击“确认”键，完成声速和零偏的校准。此时屏幕变为如图 3.7 所示，开始检测探头前沿。

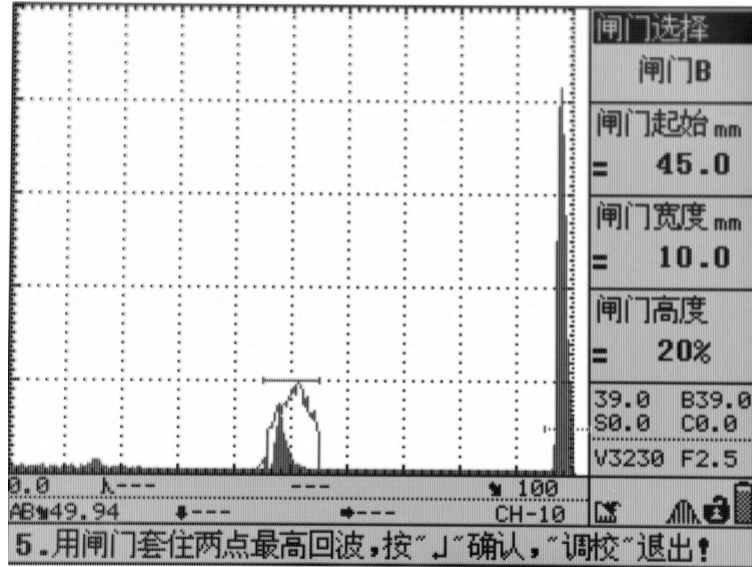


图 3.6

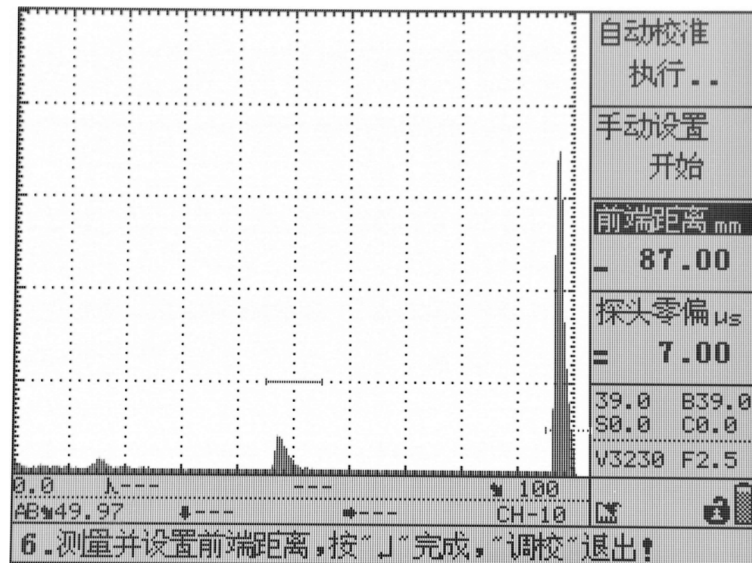


图 3.7

(6) 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，完成探头前沿即入射点的检测。

3.3.2 斜探头角度/K 值的校准

例 3：用 CSK-IA $\Phi 50$ 圆孔对 2.5MHz K2 斜探头自动校准。

测试仪器：1 数字式超声波探伤仪

测试探头：斜探头 2.5P13 \times 13K2

试块类型：CSK-IA

步骤如下：

(1)按照例 2 的操作完成仪器声速、零偏校准后，选择“角度”主菜单，选择“自动校准”子菜单，按“确认”键，开始角度自动校准。如图 3.8 所示；

(2)按提示输入目标直径为 50mm，中心深度为 30mm，标称角度为 $63.4^\circ / K2$ ；

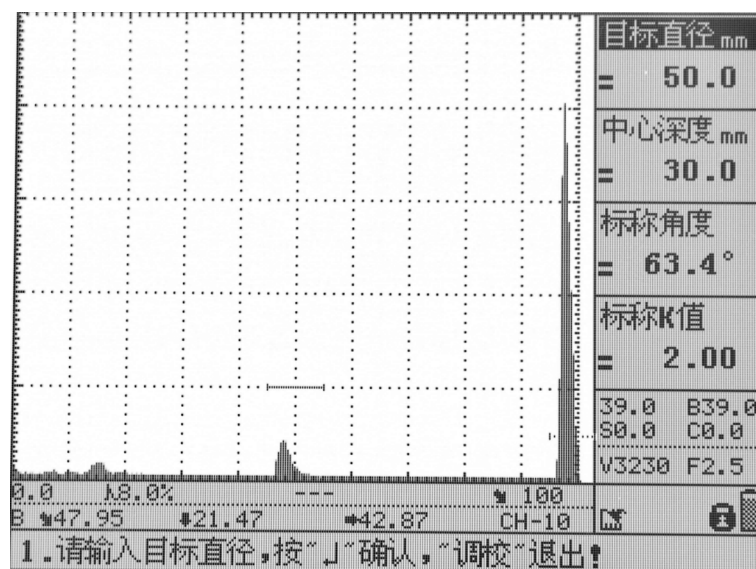


图 3.8

(1) 单击“波峰记忆”键，打开波峰记忆或回波包络功能，探头沿试块前后移动（如图 3.9），会看到回波包络轨迹，如图 3.10，按照提示，目标反射波最高时按“确定”，完成折射角/K 值自动校准。可以看到折射角/K 值已修正为实际值，如图 3.11 所示。

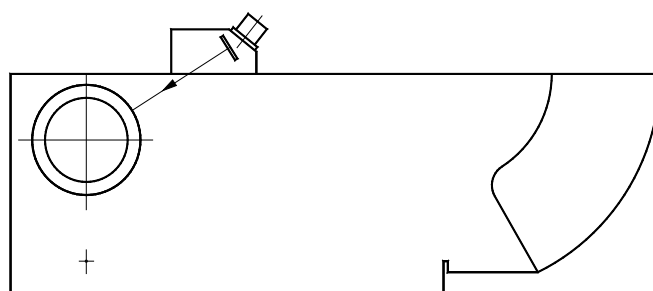


图 3.9

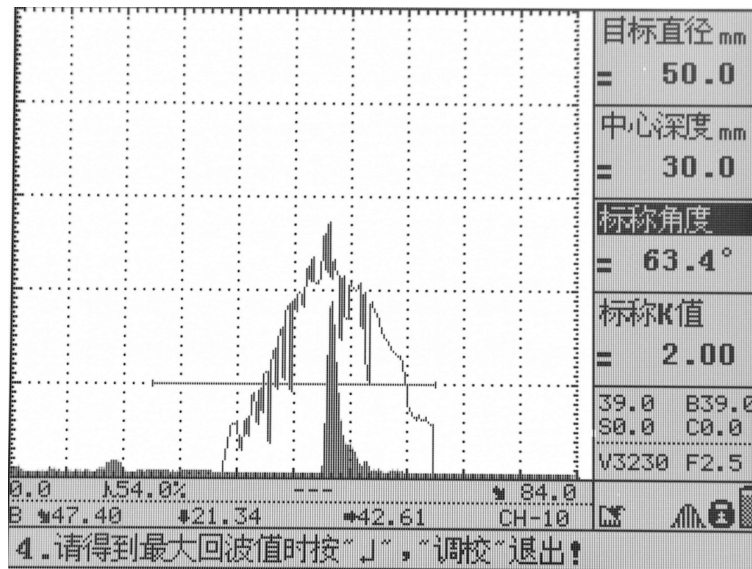


图 3.10

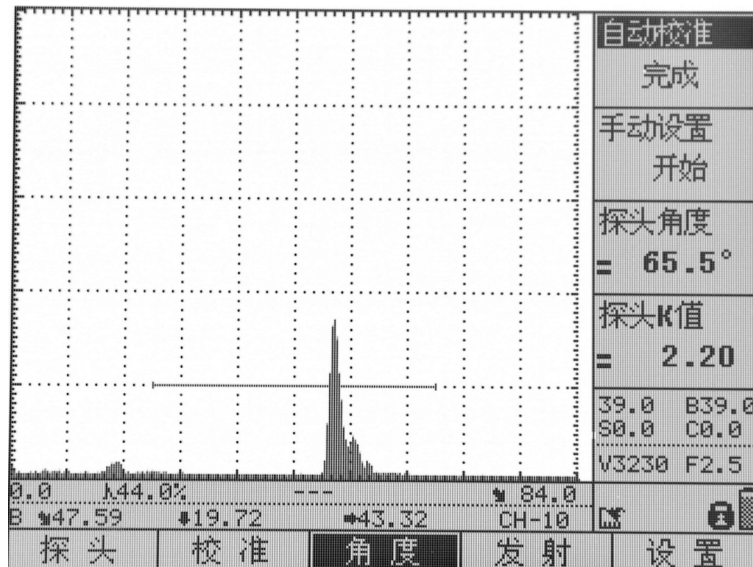


图 3.11

3.3 双晶探头校准

双晶探头的校准与直探头类似，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。

第四章 DAC/AVG 曲线

4.1 DAC 曲线

4.1.1 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。

假设测试条件和要求如下：

探头：2.5P13×13，K2 斜探头

试块：CSK- I A，CSK-III A （图

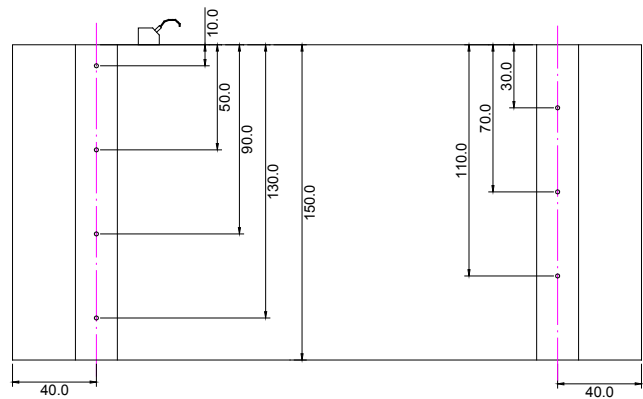
DAC 法；

DAC 点数：3（10、20、40）

判废线偏移量：0dB

定量线偏移量：-10dB

评定线偏移量：-16dB



4.1)

图 4.1

现简要介绍以上功能的实现步骤。

1. 选择参数通道，并清空该通道
2. 设置探头参数。设置探头频率为 2.5MHz，晶片直径为 13mm。其它探伤参数可在测试过程中或测试结束后设置。
3. 测斜探头的探头零偏和材料横波声速。（参见上文斜探头零偏自动校准例 2）
4. 测探头 K 值。（参见上文斜探头 K 值自动校准例 3）。
5. 制作 DAC 曲线。

单击“曲线”键，屏幕下方出现 DAC 曲线制作主菜单行，选择“DAC”主菜单，再选择“曲线制作”子菜单，单击旋轮或“确认”键，开始制作 DAC 曲线，回波显示区右上角出现“DAC”字符显示，同时仪器自动选择“闸门起始”子菜单，且屏幕右上角“DAC”字符下方显示数值“1”。

将探头放置在 CSK-III A 试块上，如图 4.1，对准第一个测试孔(10mm 深度的孔)，移动探头直到找到最高回波，旋转旋轮移动闸门锁定此回波，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，此时“DAC”字符下方显示数值“2”，表示进入下一个测试点的采样，如图 4.2 所示。

按照上面的步骤依次顺序锁定并记录下一个测点（20mm，40mm）。

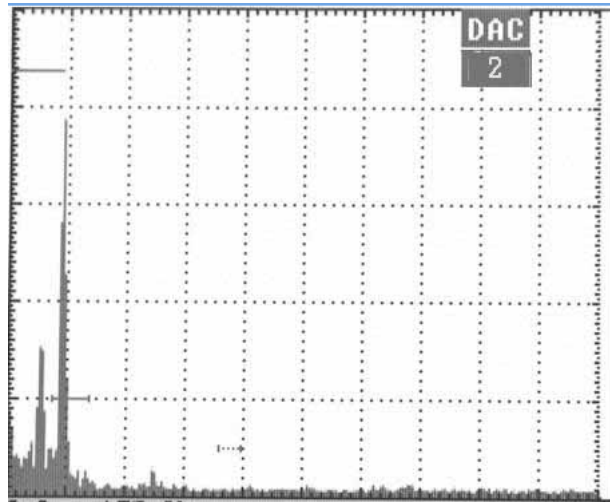


图 4.2

记录完成两个测试点后，仪器依据刚才完成的测点自动生成一条平滑的 DAC 曲线，如图 4.3 所示。此后，每添加一个测试点，这条 DAC 曲线就会自动进行修正并重新生成。

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。

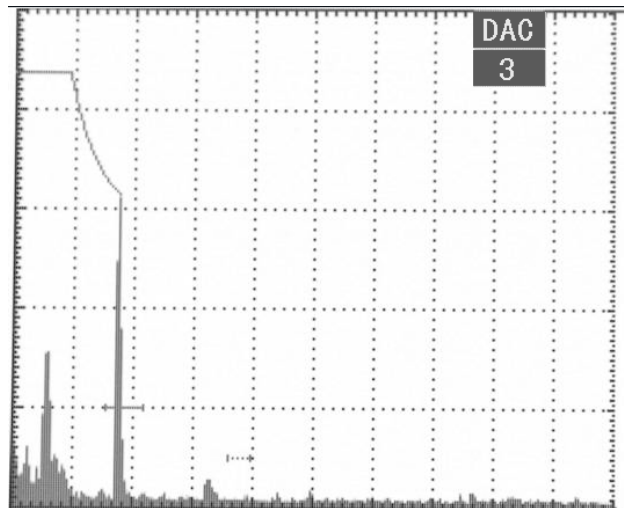


图 4.3

DAC 制作过程中，随时可以按“曲线”键退出 DAC 制作过程。

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。

此时得到的 DAC 曲线是以 $\Phi 1 \times 6\text{mm}$ 的基准线（母线）为基准生成的。DAC 曲线制作完成后，仪器根据该基准线以及判废线、定量线和评定线的偏移设置，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 4.4 所示。

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

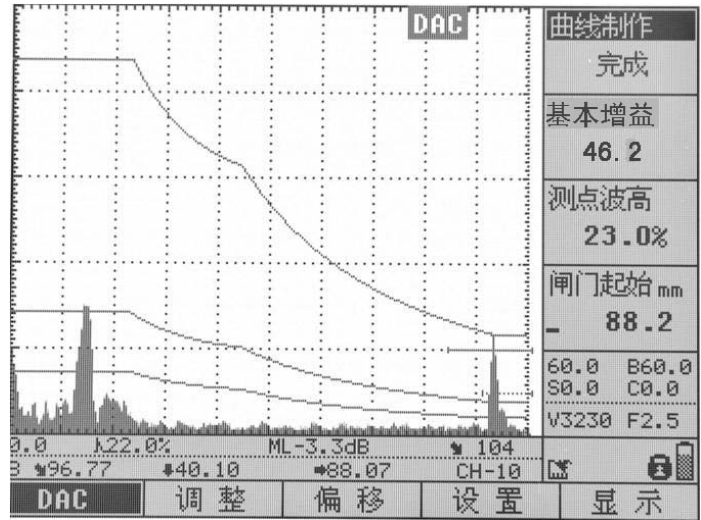


图 4.4

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 4.5 所示。

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

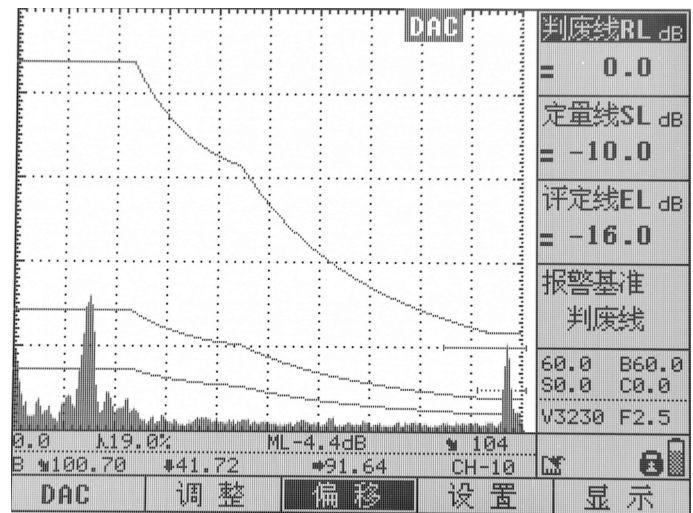


图 4.5

如果要保存做好的 DAC 曲线，单击“存储”键，选择“波形”主菜单，在“波形选择”子菜单中选择波形号，再选中“波形存储”子菜单，单击“确认”键，完成存储。

注意：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；

4.1.2 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：

选择 DAC “调整”功能，按“上移”键或“下移”键选中屏幕右侧“曲线调整”子菜单，按“确认”键开始对已经完成的 DAC 曲线进行调整。（如果没有制作 DAC 曲线的话，仪器将会提示：当前通道下未找到 DAC 曲线）此时，光标自动选择“测点顺序”子菜单，“测点顺序”的默认值为“1”，屏幕上在 1 号测点处出现一个闪动的“×”标志，如图 4.6 所示：

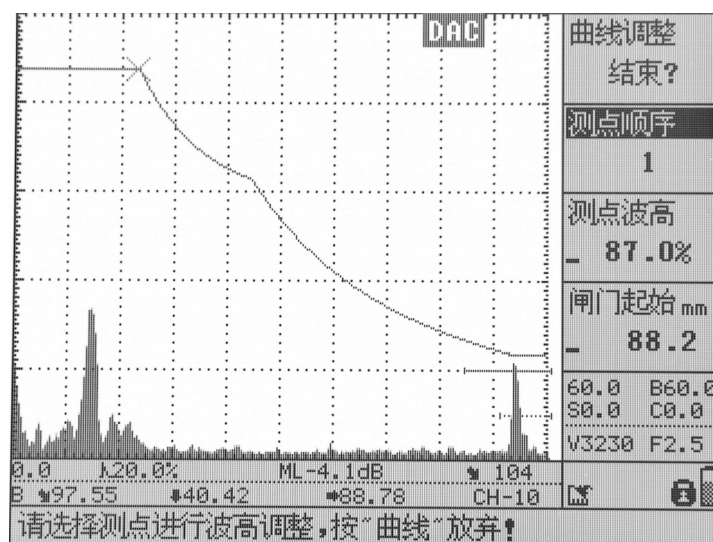


图 4.6

旋转数码飞梭旋轮，选择想要改变波高的测点，闪动的“×”标志会移动到该测点处，选好后，再选中“测点波高”子菜单，旋转数码飞梭旋轮，改变波高，单击“确定”键，仪器会提示“DAC 曲线的当前测点重测完成”；再用相同的方法调整下一个测点；测点调整完毕后，选择“曲线调整”子菜单，单击“确认”键，完成曲线调整，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。

4.1.3 DAC 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。操作如下：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“拟合”，并按“确认”键打开曲线拟合功能，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。

4.1.4 DAC 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。

4.2 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些。下面详细介绍曲线制作过程。

4.2.1 单点 AVG 曲线制作

假设测试条件和要求如下：

1. 探头：2.5Φ20，直探头
2. 试块：CS-1-5
3. AVG 法

现简要介绍以上功能的实现步骤。

1. 选择参数通道，并清空该通道。
2. 设置探头参数。设置探头频率为 2.5MHz，晶片直径为 20mm。其它探伤参数可在测试过程中或测试结束后设置。
3. 测直探头的探头零偏和材料纵波声速。
4. 制作 AVG 曲线。操作步骤如下：

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“平底孔”类型，如图 4.7 所示。

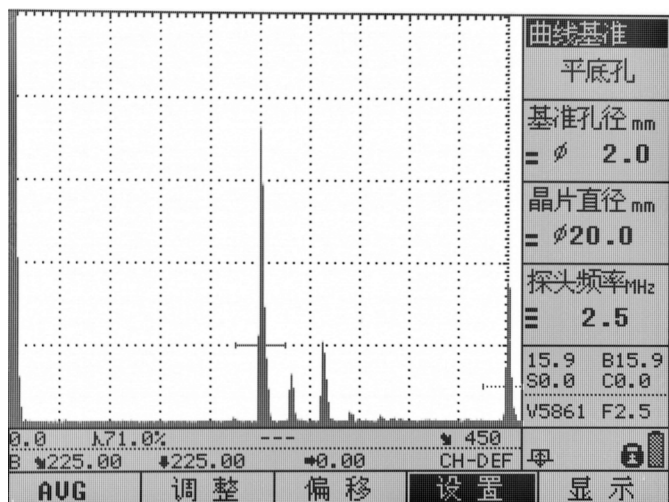


图 4.7

选择“AVG”主菜单，选择“曲线制作”子菜单，单击“确认”键，开始 AVG 制作，“曲线制作”子菜单中的“开始”变为“结束”。波形显示区右上角出现“AVG”字符提示，如图 4.8 所示。

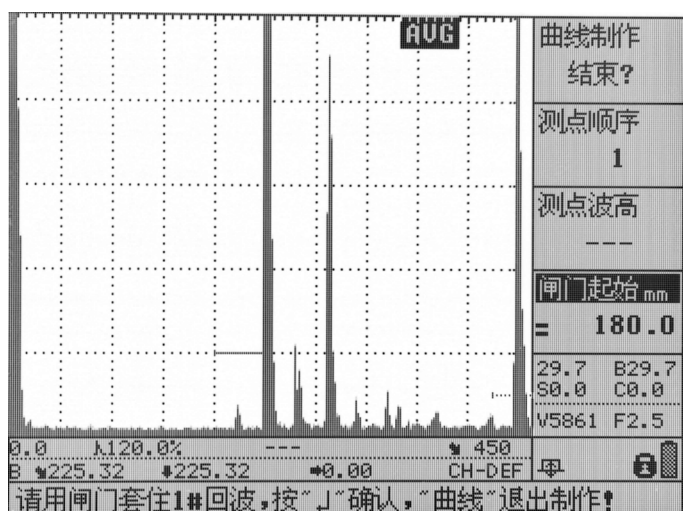


图 4.8

将探头在 CS-1-5 试块上移动，调节闸门位置以锁定 $\Phi 2$ 平底孔回波后，单击“确认”键，则仪器自动记录下闸门内的波峰位置和高度，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 $\Phi 2$ 平底孔自动生成的三条 AVG 曲线，分别对应仪器中设置的上 AVG 线、中 AVG 线 and 下 AVG 线三种不同孔径的 AVG 曲线，如图 4.9 所示。

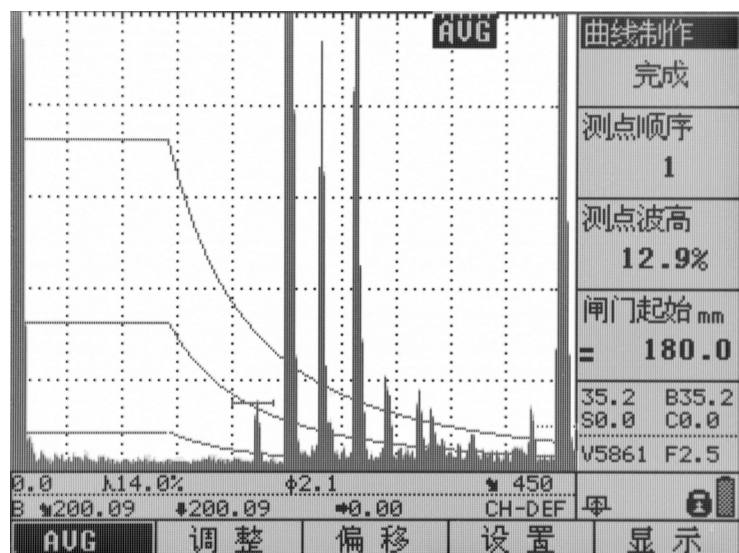


图 4.9

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 4.10 所示，以得到孔径的 AVG 曲线，以方便对缺陷的分析比较。

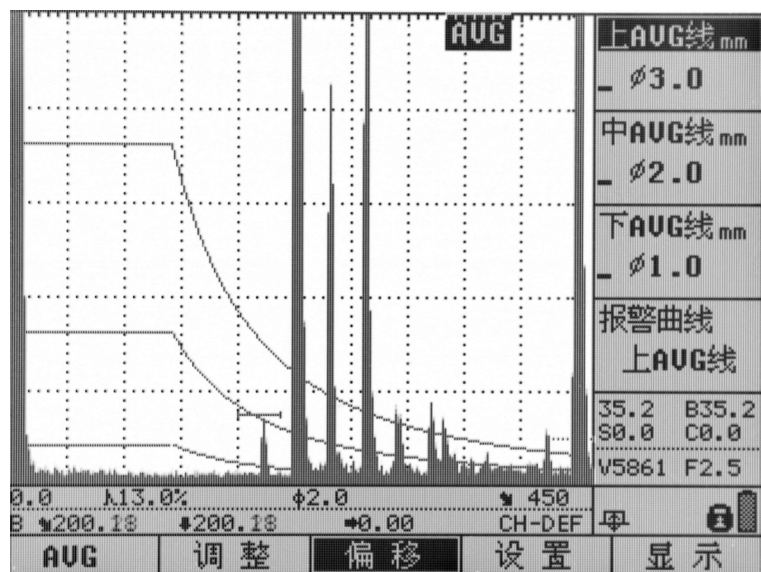


图 4.10

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。

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 线和下 AVG 线三种不同孔径的 AVG 曲线。

4.2.2 多点 AVG 制作

操作步骤：

1. 选择参数通道，并清空该通道。
2. 设置探头参数。设置探头频率为 2.5MHz，晶片直径为 20mm。其它探伤参数可在测试过程中或测试结束后设置。
3. 测直探头的探头零偏和材料纵波声速。
4. 制作多点 AVG 曲线。

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。

选择“AVG”主菜单，选择“曲线制作”子菜单，单击“确认”键，开始 AVG 制作，“曲线制作”子菜单中的“开始”变为“结束”。波形显示区右上角出现“AVG”字符提示。

将探头耦合在 CS-1-5 试块上，调节闸门位置以锁定大平底回波后，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，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。

4.2.3 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，选择“显示”，通过“向上”或“向下键”选择“拟合”，并按“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。

提示：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。

第五章 探伤辅助功能应用

5.1 裂纹测深

测裂纹功能包含 4 个参数项，分别为裂纹测深、端点 A、端点 B、闸门起始。

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。

操作步骤:

- a 单击“功能”键，进入功能功能组操作界面，选择“测裂纹”主菜单，再选择“裂纹测深”子菜单；
- b 在试件上移动探头，如图 5.1，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缺陷波，单击“确认”键，此时“端点 A”子菜单显示上端点深度；
- c 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缺陷波，单击“确认”键，此时“端点 B”子菜单显示下端点深度，“裂纹测深”子菜单显示裂纹深度。

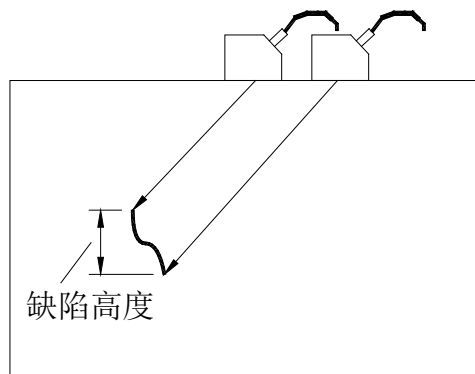


图 5.1

5.2 动态记录

本仪器可以在检测现场实时动态记录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。操作步骤如下：

1. 单击“动态记录”键，进入录像操作界面，如图 5.2 所示。在“录像编号”子菜单中通过选择旋钮选择录像文件（REC-XX），再选择“录像制作”子菜单，并按“确认”键开始录像。如果录像文件中已存有数据，则仪器会提示“文件中已存有数据，清空后方可重新录制”，并返回。

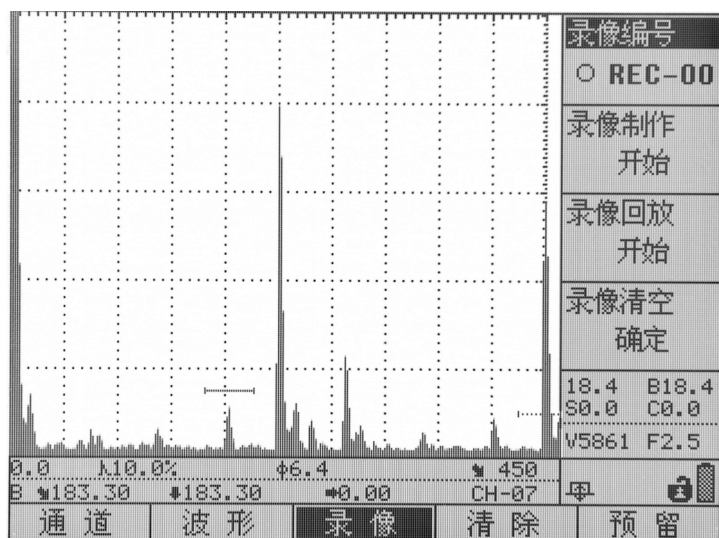


图 5.2

- 录像开始后，屏幕上方显示当前时间日期和“REC”标志，如图 5.3 所示，表示正在录像中。录像过程中，前后移动探头寻找缺陷波，也可以操作菜单、调整参数，仪器会动态记录下寻找缺陷波的过程。

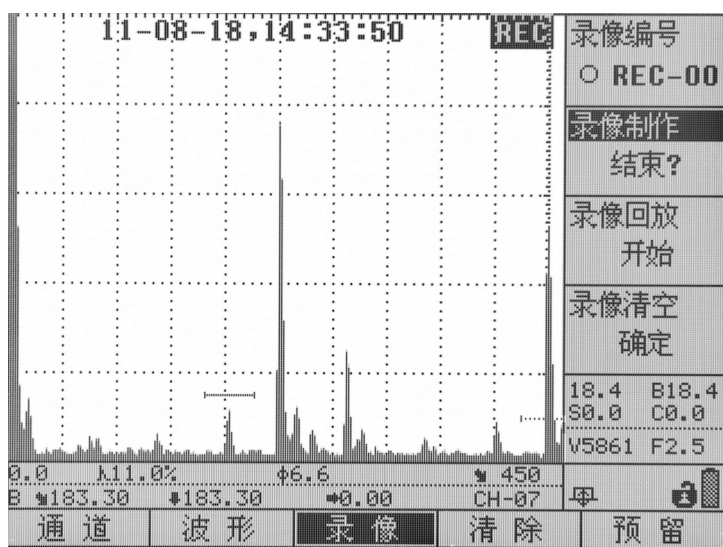


图 5.3

- 录像过程中，可以在选择“录像制作”子菜单后，按“确认”完成录像。也可以直接按“动态记录”键结束录像。录像结束后，仪器提示“录像已经完成”，同时屏幕上方的时间日期和 REC 图标消失。

录像回放操作如下：



- 单击“动态记录”键，选择“录像回放”子菜单项，并连接两次“确认”键，开始录像回放。如果录像文件中无数据，则仪器会提示“该录像文件为空”，并退出回放。
- 回放过程中，可以按“确认”键暂停回放，再按“确认”键继续回放；按“向上”键

可加快回放速度，按“向下”键可放慢回放速度；按“动态记录”键会使仪器退出录像回放状态。

3. 录像回放完毕时，系统提示“已终止播放”，然后返回到正常工作状态。

注意：根据仪器的型号不同，录像时间：编号为 REC-00 至 REC-19 的录像文件每个只能录 5 分钟，只有编号为 REC-20 的一个录像文件可以录 1 小时（部分型号只有 5 分钟录像文件，没有 1 小时录像文件）。



5.3 波峰记忆

“波峰记忆”键为多功能快捷键，包括波峰记忆和回波包络功能，按此键，可打开和切换这两个功能。按此键后，如果屏幕右下角出现此“”标志，表示已打开波峰记忆功能，再按此键，右下角变为“”标志，表示已切换到回波包络功能。

波峰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。

5.4 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。操作如下：

1. 在扫查状态下，按“波峰记忆”键，如果屏幕右下角出现此“”标志，表示已打开波峰记忆功能，再按此键，右下角变为“”标志，此时回波包络功能开启，如图 5.4 所示。

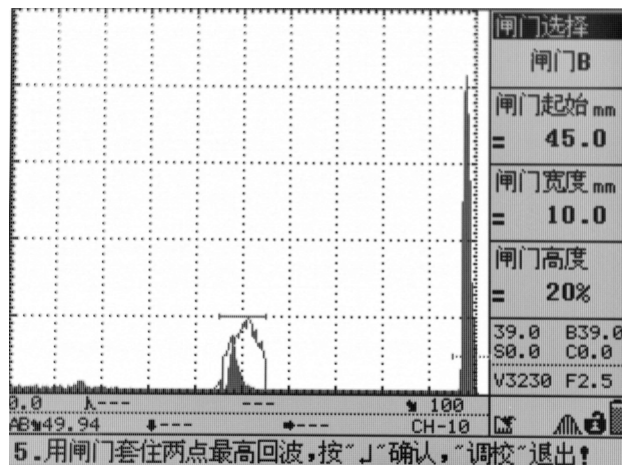


图 5.4

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”键，退出回波包络功能。

5.5 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“H3”键选择“孔径”，
- 2、通过“向上”或“向下”键，选择“当量孔径”，按“确认”键，仪器光标自动跳到“闸门起始”；
- 3、调整闸门，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“开”。

5.6 通讯

仪器内设有高速 USB，可以实现数据导出、以便于外部存储、打印。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。

5.7 报警

在扫查过程中，如果需要声音报警，则按如下操作：

- 1、按“系统”键，进入到系统功能组住菜单，按相应的功能键选择“报警”，则“报警”栏被选中；
- 2、通过“向上”或“向下”键选择”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。

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

5.8 通道

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。

该仪器根据不同型号，有 100 个参数通道，名称为 CH-XX。如果通道名称前有实心圆标识，则表示该通道已经存入了参数；若有空心圆标识，则该通道为空。

通道选择：单击“通道”键，选择“通道选择”子菜单，转动旋轮选择通道。系统会默认此通道为仪器的当前通道，如图 5.5 所示。

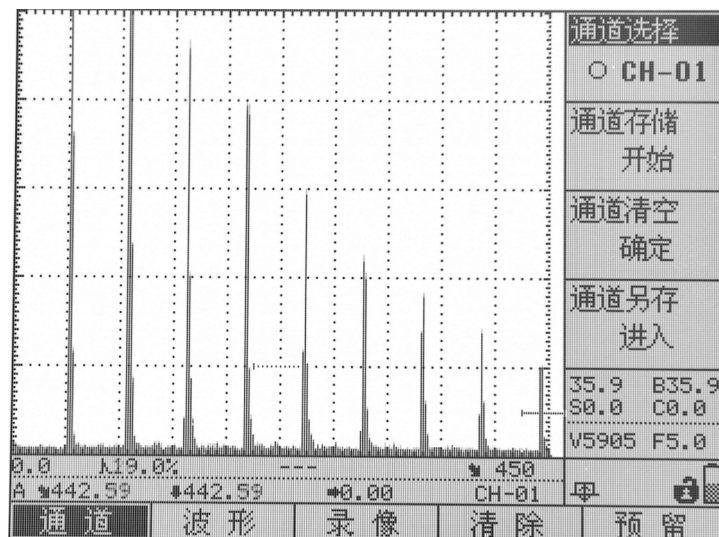


图 5.5

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：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。

通道清空：删除所选通道中的所有参数。

通道另存：把当前通道中的设置全部另存到另一个通道，选择此子菜单，通过转动旋轮选择另存通道，如图 5.6 所示。

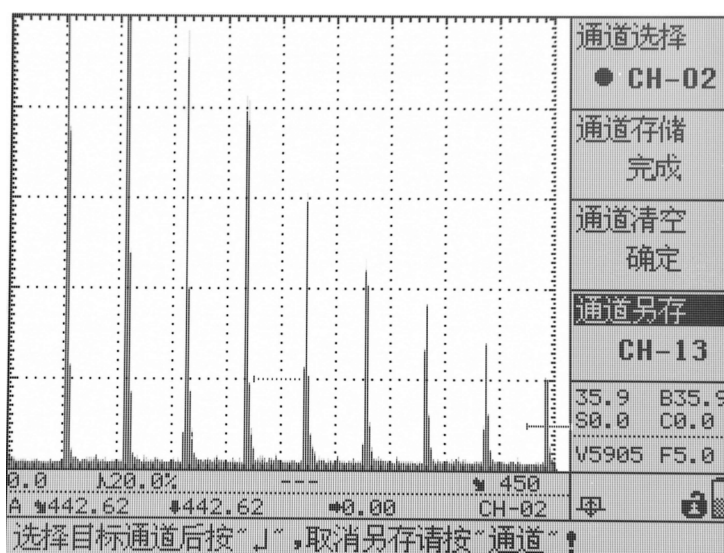


图 5.6

5.9 波形

选择波形文件：该仪器根据型号不同，有 1000 个波形文件，名称为 WV-XXX。单击“存储”键，选择“波形”主菜单，在“波形选择”子菜单中通过旋转旋轮来选择波形文件。当选择的波形文件内已存有数据时，则该波形文件名称前有实心圆标识；若为空心圆标识，则该波形文件为空，如图 5.7 所示。

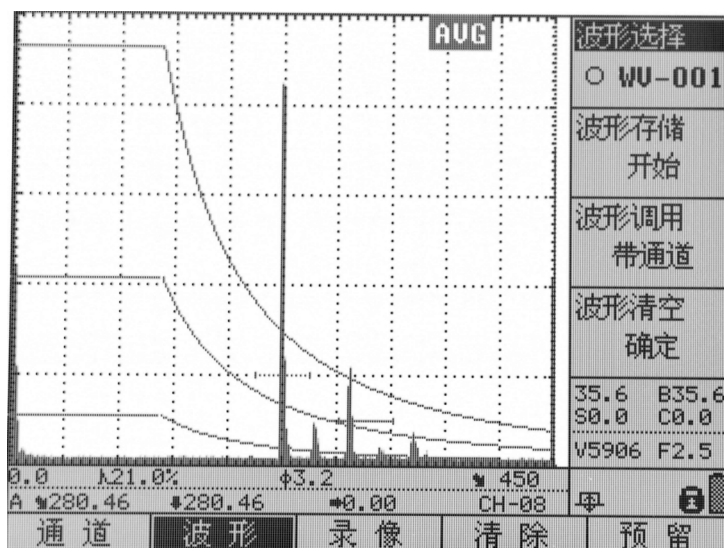


图 5.7

存储波形：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。操作方法为：选择好波形文件后，选择“波形存储”子菜单，如图 5.8 所示，按“确认”键完成存储。如果该波形文件已存有数据，则无法完成存储操作。可以选择其它波形文件，或者清空该文件，然后才可以存储。

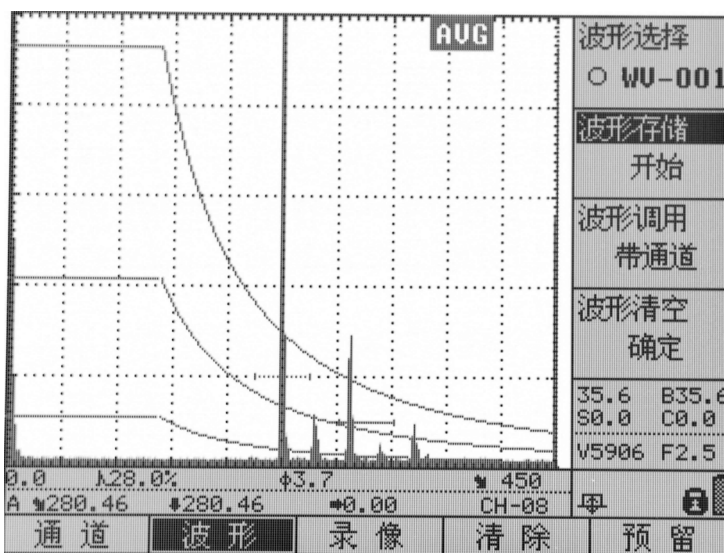


图 5.8

波形调用：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，操作方法为：选择好要调用的波形文件后，再选择“波形调用”子菜单，如图 5.9 所示，按“确认”键。调用操作完成后，屏幕将显示该波形文件中的波形画面，并使屏幕处于冻结状态。按“冻结”键可退出该冻结状态。波形调用分为带通道调用和不带通道调用，可通过在“波形调用”

子菜单中旋转旋轮来切换。如果选择带通道调用，系统自动将所选波形文件中的参数读入仪器，并以这些参数作为系统工作参数，当前通道切换为 CH-COM, 可通过通道另存方式保存当前通道参数。

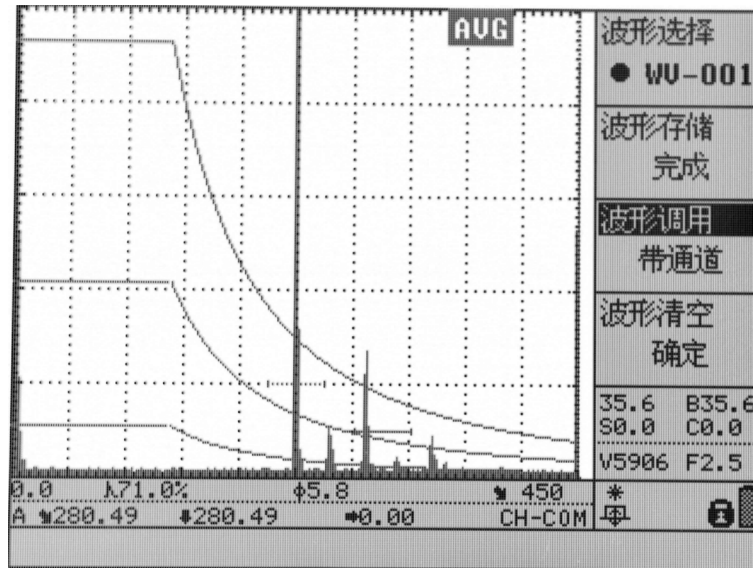


图 5.9

清空波形文件：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：选择好要清空的波形文件后，再选择“波形清空”子菜单，按“确认”键。

5.10 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 5.10 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。

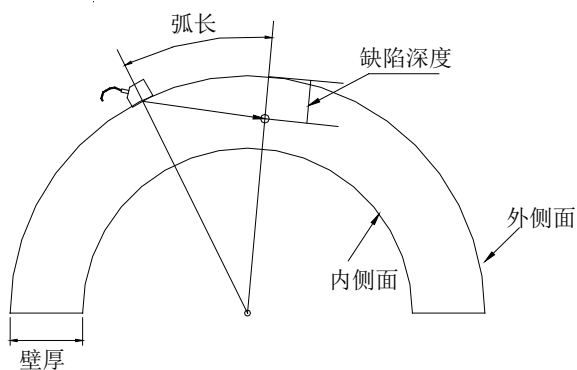


图 5.10

操作：

- 1、按“功能”键进入到功能组菜单，按“H5”键，选择“曲面”；
- 2、通过按“向上”和“向下”键选择工件外径，然后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、通过按“向上”和“向下”键选择曲面修正，再按“确认”或飞轮打开或关闭曲面修正功能。
- 5、

5.11 焊缝示意功能

焊缝功能包含 1 个参数项，为焊缝参数。

焊缝参数：

此功能只在检测探头是斜探头时可用，在“焊缝参数”子菜单被选中的情况下，单击“确认”键，进入焊缝设置界面，如图 5.11，左侧为焊缝参数区，可通过“确认”键、“上移”键、“下移”键和数码飞梭旋轮对这些参数进行设置和选择；右上方为焊缝示意图；选择左侧焊缝参数区的第一行“焊缝图示”，单击“确认”键，打开焊缝图示，右下角出现焊缝图，如图 5.12，可通过设置左侧参数对它进行设置。

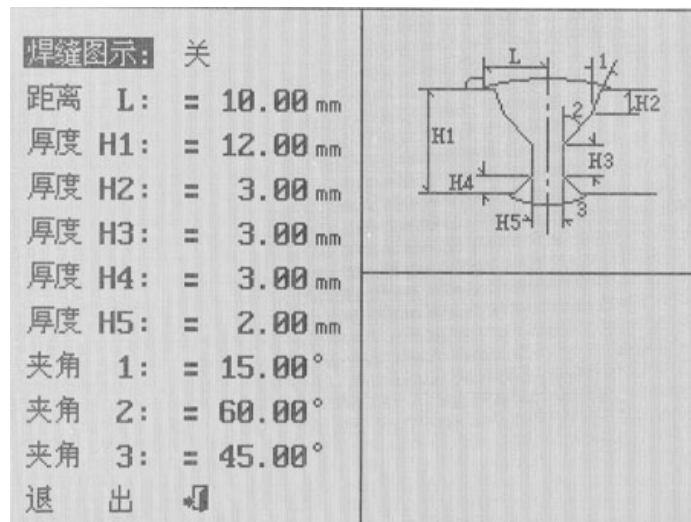


图 5.11

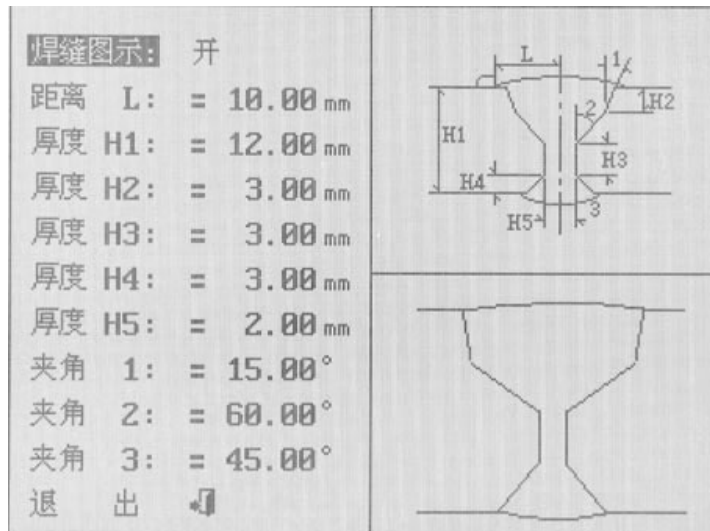


图 5.12

设置完成后，确保“焊缝图示”项为“开”状态，选择退出，单击“确认”键回到回波显示界面。当用户移动探头，锁定焊缝中缺陷回波时，保持探头位置不变，单击“确认”键，屏幕下方出现“输入探头前端至焊缝中心的距离后按确认键：=”的提示，用直尺量出距离，通过数码飞梭旋轮输入此距离值，再单击“确认”键，屏幕下方出现缺陷位置示意图，如图 5.13，单击“确认”键，回到回波显示界面。

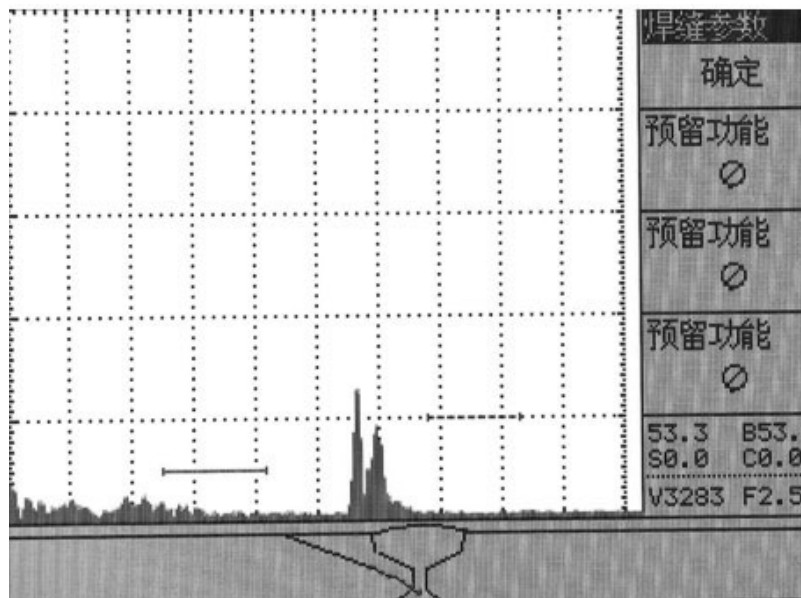


图 5.13 缺陷位置示意图

5.12 B 扫

本仪器 B 扫功能分为厚度 B 扫和颜色 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。

B 扫前准备

单击“功能”键，选择“扫描”主菜单，将“B 扫模式”子菜单设置为开的状态，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。

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 5.14 和图 5.15 是 CSK-IA 开口槽 B 扫示意图与得到的 B 扫图像。

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。

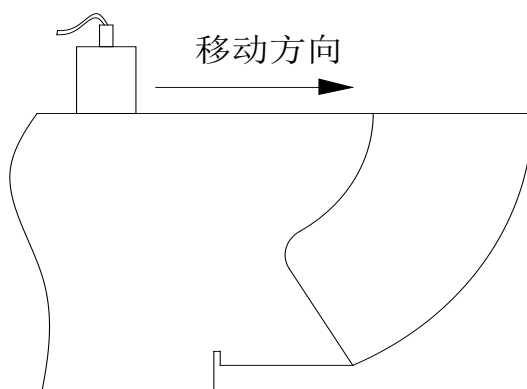


图 5.14 B 扫 CSK-IA 开口槽 B 扫示意图

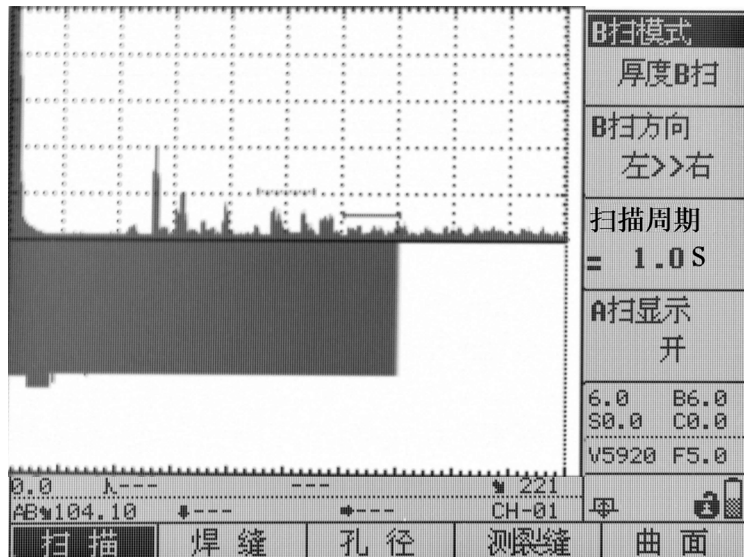
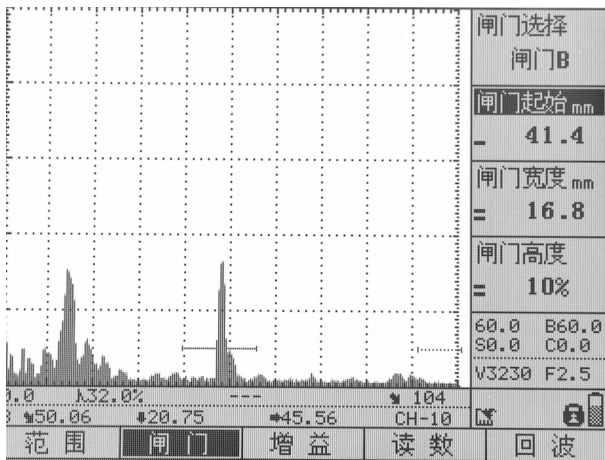


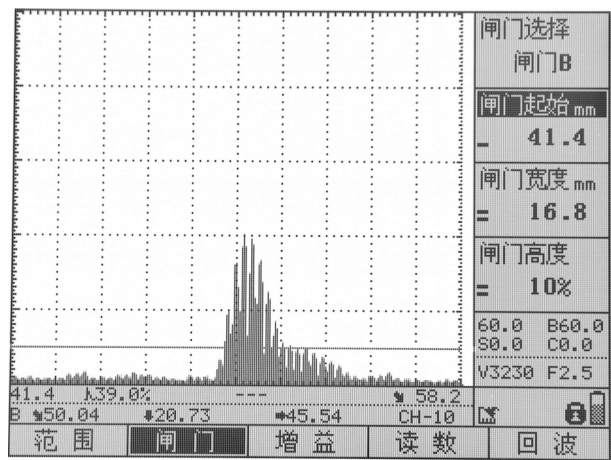
图 5.15 CSK-IA 开口槽 B 扫图

5.13 展宽

按“展宽”键可以将当前闸门范围内的回波展宽到整个波形显示区，再次按该键则恢复到展宽前的状态。如图 5.16 和 5.17 所示：



5.16 闸门展宽前



5.17 闸门展宽后

第六章 检测精度的影响因素及缺陷评估

请在使用仪器之前阅读下列资料，了解和遵守有关要求。这对于避免过失操作非常重要。

6.1 使用超声探伤仪的必要条件

- (1) 操作人员的培训
- (2) 特殊技术测试要求与限制的知识
- (3) 选择适当的测试设备

6.2 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。

6.3 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。

6.3.1 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。

6.3.2 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。

第七章 维修与保养

7.1 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、冲击和强民磁场的干扰；

不要长期置于高温、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。

7.2 保养与维护

探伤仪使用完毕，应对仪器的外表进行清洁，然后放置于室内干燥通用处；

探头连线切忌扭曲重压。在拔、插连线时应抓住插头根部；

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。

严禁用具有溶解性的物质擦拭外壳。

一般故障及排除

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	重新插拔

如果不能排除故障，请及时与销售商或本公司联系。

附录

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：与超声波探伤有关的国家标准与行业标准

TUD3200 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

产品技术解释权归厂家所有, 所有功能再升级优化后解释权由厂家负责.