

数字超声波探伤仪

ATU301

北京时代光南检测技术有限公司
服务热线：400 660 1118

目 录

第 1 章	简介.....	1
第 2 章	仪器介绍	4
第 3 章	菜单条详介	8
3.1	设定探头参数	9
3.2	设定检波方式、回波显示方式、探头收发状况、发射脉冲宽度、带通选择.....	10
3.3	设定或测量材料声速.....	11
3.4	设定或测量零点.....	12
3.5	设定或测量 K 值.....	13
3.6	设定补偿 判废 定量 测长 搜索增量的 dB 数	14
3.7	制作 AVG 或 DAC 曲线.....	15
3.8	设定距离—增益提升参数.....	16
3.9	开/关失波门 启/停界面波功能 微调界面波零点 改变声程标尺 设定抑制 ..	17
3.10	探伤及存回波图	18
3.11	动态波形描绘、存动态波形描绘图 底波锁定切换	19
3.12	B 扫、存 B 扫记录图.....	20
3.13	测厚度、存测厚数据.....	21
3.14	回放以前记录的波形和当时的参数、时间	22
3.15	设定时钟	23
3.16	快速设定探伤参数.....	24
3.17	系统设定	25
第 4 章	基本操作方法详介.....	26
4.1	电源	26
4.2	开/关机	26
4.3	波门	26
4.4	选择探伤文件	27
4.5	参数、状态设置.....	27
4.6	探伤	32
4.7	B 扫功能	34
4.8	测量厚度	34
第 5 章	向 PC 机传送数据.....	36
第 6 章	注意事项	37
第 7 章	初学者基本知识	39
7.1	超声波探伤原理.....	39
7.2	仪器基本操作	40
7.3	如何尽快使用探伤仪.....	41
7.4	常用材料声速	43
7.5	部份国家标准	43

第 1 章 简介

本机是一款高性价比的数字式超声波探伤仪，它能快速低成本地探测工件内部裂缝，夹杂，气孔，疏松等多种缺陷，广范用于机械制造，钢结构，化工设备，造船，压力容器等领域进行质量控制的有力工具。它较好地解决了有些数字式仪器操作不方便的问题，本机只设一级主菜单，故不用为了改变一个参数，而要记住主、子菜单之间的关系，而且有一个专用编码旋钮可非常方便地改变菜单号。仪器调好后，在探伤时不需改变菜单号就能改变声程、增益、延时、移动闸门等功能，因此提高了探伤效率。3 只编码旋钮用来调节参数和设定增益、声程、位移以及改变闸门位置，改变参数非常快捷，犹如操作传统探伤仪，使用起来非常方便。仪器采用普通 5 号 Ni-MH 可充电电池 4 节，电池更新费用非常低廉。又主板为单板结构，采用表面安装元器件和 FPGA 门阵列器件，接插件少，故性能可靠。本机尺寸约为 230x146mm，厚度仅 37mm，重量含电池约 950 克，非常轻巧，价格接近模拟机，使用方法又接近模拟机，非常适合模拟机用户升级换代或首次添置数字式超声波探伤仪用户。

请细看后面例出的 36 项内容，有些是本公司首创的，有些是改进的。

本机性能特点如下：

- 1) 采用 TFT 工业彩色液晶显示屏（320x240，5.7 英寸），LED 背光灯，省电，寿命长，可靠。
- 2) 实时采样频率 50MHz，等效采样频率 200MHz，这样既降低了成本，减少了耗电，又能完美显示波形细节。
- 3) * 本机耗电仅 2W 左右。采用 4 节 5 号 2500mAh Ni-MH 可充电电池可连续工作约 5 ~ 6.5 小时，应急时也可使用普通 5 号碱性电池。与使用定制锂电池板相比，电池更新费相当低，也省去购买原厂电池的麻烦。
- 4) * 一般的探伤仪，显示屏上水平轴的声程分度固定为 10 等分，在细调声程范围时，每等分所代表的声程也缓慢变化，使声程估算很不方便。本公司首创整数可变等分分度，每等分代表的声程始终是 1、2、5、10 的整倍数，估算回波声程非常直观。
- 5) 发射脉冲为负方波，宽度可调，使探头发射效率提高，回波增大，提高了发现小缺陷的能力。
- 6) * 本公司首创的回波显示区左右分屏显示模式，左屏显示一次底波前的缺陷波，右屏显示高次底波例如 10 次底波高度，使平板探伤时，近处看得清，远处看得见。
- 7) * 有与众不同的波形扩展功能，扩展程度和进波门宽度无关（市场上绝大多数产品和进波门宽度有关，为改变宽展程度，要反复操作），可以任意连续改变扩展程度，波形扩展后，仍可调延时，这样可细看任一部位，退出扩展时返回到原来的声程、延时。
- 8) * 设有扩展点指示功能。打开扩展后，在水平轴下方显示一个小三角形，指示该点就是扩展点，声程改变时，该点上的回波位置不会改变。
- 9) * 回波图冻结前，无论声程大小，冻结后可全范围调节声程、延时及波形扩展，可方便仔细分析不同处的回波。
- 10) * 报警音量分强中弱三档可调，还可外接耳机以适应大噪声工作环境。
- 11) 多功能电源监视功能，显示屏左下角循环显示电压、电流、电量，使操作者对电池情况心中有数。
- 12) * 有动态波形描绘功能，能画出动态波形曲线（移动探头同回波高度的关系），便于分析缺陷性质。

- 13) * 具有界面波锁定功能，可使用液浸法探伤或测厚。界面波被锁定在声程起点（声程零点），这样界面波的抖动被消除掉，缺陷回波或工件底波也就不会抖动了，整个显示区都可以用来显示回波，并可任意改变声程，而不影响对界面波的锁定。又在显示屏右上角

开设一个 64x40 点的小窗口，类似电视机的画中画功能，在小窗口内实时显示界面波锁定情况。

- 14) 可预设 30 个探伤配置通道，不必再带试块到现场校调。
- 15) 可存 127 幅回波及参数，4000 个测厚数据。
- 16) 有一个测量闸门（又称进波门），由实线显示，和一个失波报警闸门（又称 B 门），由虚线显示，失波门不用时可关闭。
- 17) 实时显示进波门内最高回波的声程、高度、缺陷等效孔径等参数，各种参数每秒刷新约 4 次（刷新太快反而看不清）。
- 18) 能测量材料声速、探头延时及 K 值。
- 19) DAC, AVG 曲线自动生成，能随增益、声程、延时（平移）改变而浮动。在制作 DAC 曲线多点采样时，采样次序任意（不要求采样点由近到远，可以跳着采样，这样可减少试块翻动次数），多点采样时，中途也可调增益、声程、延时。制作 AVG 曲线时，也可对底波采样。
- 20) 斜探头探伤时，2 到 4 次波深度根据板厚自动计算并以 Y2 到 Y4 表示。
- 21) 有峰值记忆、回波包络功能。峰值回波或包络线以虚线显示，而实时回波仍以实线显示，虚实线的颜色可以不同，使操作者能实时观察到二者之间的关系。
- 22) 有 B 扫功能，能显示工件横截面。
- 23) * 高速自动高度功能。按一次自动高度键，进波门内的回波能在 1 ~ 2S 内调到约 80% 高度，按一次键调一次，这样能快速改变增益，从而把回波调到合理高度。
- 24) 有日历时钟显示并在贮存回波图时，自动记录存图时间。
- 25) 距离（时间）—增益提升功能，提高远处回波幅度。
- 26) * 具有搜索灵敏度增加 ON/OFF 开关，可在搜索/定量间快速切换。搜索灵敏度增加设定范围为 0 ~ 20dB。
- 27) 抑制功能不影响线性。
- 28) 有 RS-232 通讯口，向 PC 机传送记录数据后，在 PC 机上输出报告（免费提供编辑软件），并打印。
- 29) * 有相对增益置零键，可直读增益变化量。如习惯以衰减量表示的话，可先把增益调最大，再按此键后，看相对增益的数值就是衰减量。
- 30) * 在用斜探头时，声程刻度也可以同时显示二排刻度值，分别代表水平分量和垂直分量，不必再来回切换。知道二个方向的分量值，就能确定缺陷位置。
- 31) * 声程延时量快速回零功能。按下延时编码旋钮 0.6S，延时量快速回零。
- 32) * 有曲线位置提示功能，如已制作的 DAC 或 AVG 曲线不在显示屏显示区内，在改变增益、声程、延时后，会提示曲线位置是太高还是太左或太右，帮助判断正确的操作方向（仅在 7 号菜单设此功能）。
- 33) 本机采用大信号检波以改善线性，扩展动态范围。
- 34) 有二种测厚模式（始波到底波模式或底波到底波模式），满足不同测厚要求。
- 35) * 快速起动，按电源开关 3S 后即可探伤。关机 1S 后，即可再开机回到原来状态，这样就能在探伤间歇期通过关机来延长电池使用时间。
- 36) 为能让初学者快速掌握超声波探伤基本知识，特设 0 号通道简化不常用的功能，简化了仪器操作，只要在 16 号菜单上输入 5 个参数，就能试探了。

仪器技术参数

材料声速	1000 ~ 9999M/S
最大声程	6100mm, 满刻度声程最小 4mm (钢, 纵波, 反射式)
频率范围	0.4 ~ 10MHz (宽带) / 1 ~ 3 3 ~ 10MHz (带通)
增益范围	0 ~ 110dB (步长 0.1dB, 1dB)
延时范围	0 ~ 6000mm
K 值范围	0.20 ~ 5.00
抑制范围	0 ~ 50%
增量	0 ~ 20dB
补偿	-20 ~ 20dB
测长线	-20 ~ 20dB
定量线	-20 ~ 20dB
判废线	-20 ~ 20dB
垂直线性	<3% 技检局实测 1.7%
水平线性	<0.3% 技检局实测 0%
发射电源电压	DC 200V
发射脉冲宽度	负脉冲方波 0.05 ~ 0.6 μ S 可调 (步长 0.01 μ S)
发射脉冲内阻	不大于 10 Ω
发射重复频率	25 ~ 400Hz 声程<150 μ S 时 400/200Hz FAST/SLOW 150 μ S <声程<300 μ S 时 200/100Hz FAST/SLOW 300 μ S <声程<600 μ S 时 100/50HZ FAST/SLOW 声程>600 μ S 时 50/25Hz FAST/SLOW
探头阻尼电阻	约 120 Ω 固定
放大器输入	增益 0dB, 100% 屏幕高度时约 50V 峰值 输入端噪声约 50 μ V 峰值 (宽带) 带宽噪声约 16nV \sqrt Hz 峰值
数字采样	8bit 实时 50MHz, 等效 200MHz (硬件实现)
显示方式	检波+、检波-、全波
显示器件	TFT 工业彩色液晶显示屏 (320x240, 5.7 英寸), LED 背光灯
液晶屏刷新频率	50Hz
闸门	进波门、失波门, 可调
动态范围	>32dB 技检局实测 38dB
灵敏度余量	>58dB (与探头有关) 技检局实测 66dB
分辨率	>26dB (与探头有关)
测厚分辨率	0.02mm (厚度小于 650mm 时)
电源	4 节 5 号 Ni-MH 可充电电池 2500mAh 外接电源 DC9 ~ 15V 0.5 ~ 0.3A
电池消耗功率	约 2W (350mm 声程、背光强、发射重复频率 FAST) 约 1.5W (350mm 声程、背光弱、发射重复频率 SLOW)
电池连续工作时间	约 5 小时 (350mm 声程、背光强、发射重复频率 FAST) 约 6.5 小时 (350mm 声程、背光弱、发射重复频率 SLOW)
储存环境温度	-20 $^{\circ}$ C ~ +70 $^{\circ}$ C
工作环境温度	-10 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C
外形尺寸	245 x 152 x 41 mm (不包含旋钮突出部分)
质量	约 950 克 (含电池)

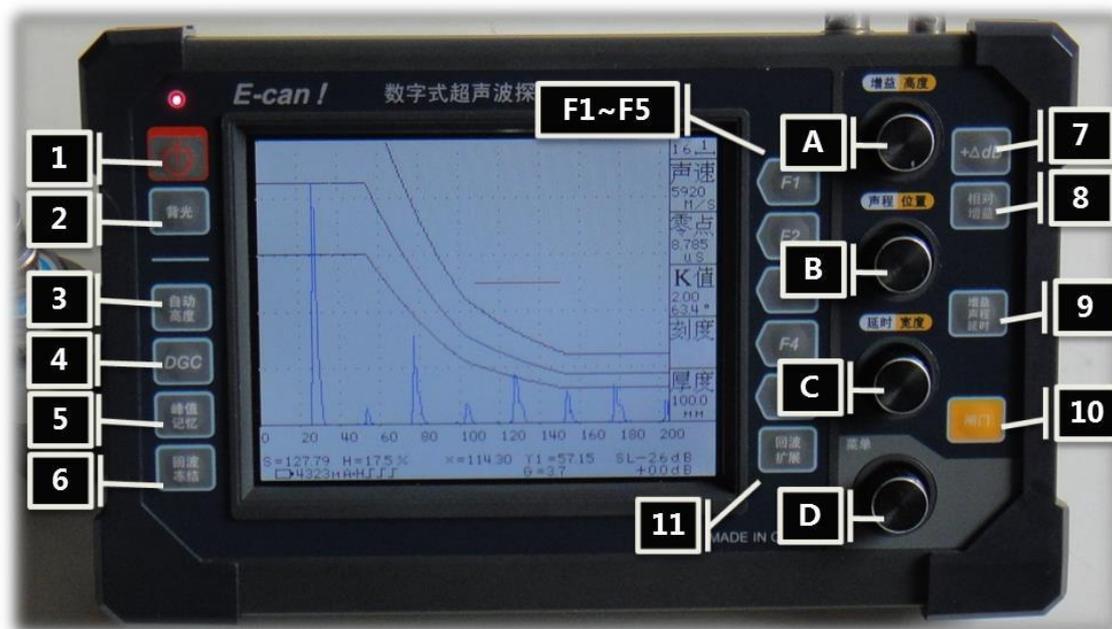
第 2 章 仪器介绍

图 1：仪器外观图示



电源指示灯	绿灯亮表示外接电源供电，红灯亮表示仪器工作
Q9 探头座	机壳后盖上标 T/R 的是收发共用座（在内侧），供单探头或双探头的发射探头用。标 R 的（在外侧）是专供接收探头用
耳机插座	在噪声很大的环境中，如听不清报警声，可使用耳机，此时机内峰鸣器仍会响。
RS-232 通信口	此口供本机附件 6 芯园插头通信电缆插入，电缆另一头是标准的 9 针 RS-232 插头，供插入 PC 机，如 PC 机只有 USB 口，中间可插入一个 RS-232 转 USB 的转接器。
电源插座	外接交流电源适配器（DC9 ~ 15V，0.5 ~ 0.3A，外壳负极，芯正极）插入后，就能用外接电源工作，有极性接反保护，在开机或关机状态都能对机内电池充电。

图 2：仪器正面图示



以下是各操作键说明，可对照图片编号逐一阅读。

- 1) 电源键：此键为电源开关，按一下开，红灯亮，再按一下关，红灯灭。
- 2) 背光键：此键为液晶屏背光强弱切换键，每次开机，背光自动切到弱，如在室外阳光下使用，可把背光切到强，在显示屏左下角有一个小灯泡图形表示背光强，切到背光灯弱后，此图形消失。在用电池供电时，切到背光弱能延长电池供电时间。
- 3) 自动高度键：按一下键，执行一次把进波门内的最高回波调节到约 80%高度（需时约 1 ~ 2S），利用此功能，能快速改变增益，从而把回波调到合适高度。
- 4) DGC 键：此键为距离—增益提升键，起作用时，在状态显示区中部会显示 \swarrow 符号；关闭时，此符号消失。提升起点、提升速率的设定见 8 号（设定 DGC）菜单。距离—增益提升起作用时，能提高远处回波的幅度，如已有 AVG 或 DAC 曲线，曲线也会响应抬高，故不会改变当量计算（仅波高百分比会改变）。
- 5) 峰值记忆键：回波峰值记忆键，起作用时，在状态显示区中部会显示 ∇ 符号，此时如进波门内的回波超过 3%高度并创出新高时，就以虚线冻结当时的回波，实线仍显示实时回波。由于是双显示，看到了二者的差距，有利于找最高回波。注意仅 4 号（测量零点）、5 号（测量 K 值）、7 号（作 AVG 或 DAC 曲线）、10 号（探伤）菜单能用此功能，不能同时使用冻结或包络功能。调节任何一个旋钮或按 9 号波形扩展键或关机再开机后，就自动退出峰值记忆。
- 6) 冻结键：回波冻结键，按一下键，波形冻结，并在状态显示区中部会显示 \odot 符号，此时仍可全范围内改变声程、延时，也可进入波形扩展，但不能改变增益。峰值记忆、包络时不能进入冻结。退出冻结唯一办法是再按一下此键， \odot 符号消失。改变文件号或关机再开机后，自动退出冻结。
- 7) 增益+dB 键：搜索灵敏度增加键，按键打开后，在状态显示区右边增益 dB 数字后会显示 +XX，具体数字 XX 由 6 号（补偿）菜单第五项的增量项设定，再按一下键关闭后 +XX 会消失。此功能可以在搜索时，不用调增益而暂时提高搜索灵敏度，并且不改变曲线高度。这样就能在搜索/定量之间快速切换。
- 8) 相对增益键：相对增益置零键，按一下键即把相对增益置零，在状态显示区右下角显示 +0，再改变增益后，就可直接读出增益变化后增加或减少 dB 数。

9) 增益/声程/延时键：码盘旋钮 A、B、C 切换到控制增益、声程、延时三个参数，在菜单

号顶部右边会显示  符号，A、B、C 分别调节增益、声程、延时三个参数。

- 10) 闸门键：码盘旋钮 A、B、C 切换到控制闸门的高度、位置、宽度三个参数，在菜单号顶部右边会显示三个旋钮的功能类型。当显示  符号时，则分别调节进波门高度、位置、宽度三个参数。如失波门已打开(在 9 号闸 B 菜单操作)，再按一下该键后显示  时，则调节失波门(闸门 B)高度、位置、宽度三个参数。如果按一下菜单条边上的 F 键，菜单号顶部显示就变为空白，此时 A、B、C 旋钮就变成设定菜单条内的参数(此时，菜单条内的对应参数会反转显示，即数字颜色与底色互相交换)。
- 11) 波形扩展键：扩展 ON 时在状态显示区中部会显示  符号。在按键切换到 ON 时，如果进波门内没有比 3%高的回波，则以门中点为扩展点，如有比 3%高的回波，则以最高回波为扩展点，把波形先扩展一倍，如还想继续扩展，可逆时针转动声程旋钮 B，改变声程时，延时会联动，保证扩展点上的回波在显示屏上的位置不变，以方便观察回波细节。扩展点的位置由声程座标下的小三角指示。在调延时，小三角位置会左右移动，以指示扩展点的声程。当移到左右极限位置后，再改变延时，小三角停留在极限位置，指示扩展点的声程已经改变，并发出二声提示音，通过以上操作，可使扩展点移到所期望的声程位置。如再按一下该键，则退出 ON 状态，并恢复原声程、原延时。

F1 ~ F5 键：

- 多功能键，从上到下排列依次为 F1 ~ F5，具体功能由显示屏右边的菜单条定义，下一章会详介。如是调节参数值，按对应 F 键后，该参数值会反转显示(即数字颜色与底色互相交换)，表示已激活调节该参数值，此时 A(增益/高度)、B(声程/位置)、C(延时/宽度)旋钮转换成调节参数值，A 粗调，B 细调，C 微调，对最大为 20 的参数，仅 C 起作用。
- 调完参数要退出时，以下方法任选一种：
 - 再按一下该 F 键
 - 按一下 A、B、C 任意一个旋钮
 - 按一下(9)号或(10)号键
- 如某项功能是切换功能，则按一下 F 键就切换到下一个功能，切换结果显示在该项下。

A、B、C 旋钮：

- 从上到下依次是 A(增益/高度)、B(声程/位置)、C(延时/宽度)旋钮，每转一圈 24 步，故能快速调节参数，既可以每次转一步，也可快速转动旋钮，一下子走多步，例如在增益粗调时(步长 1dB)，如在 0.5S 内快速转半圈，大约能改变 12dB 增益，再如在声程粗调时，顺时针快速转半圈能使声程从 4mm 增加口到 1400mm，调起来比模拟机的旋钮还要轻巧、快捷。在调增益，声程，延时，闸门时，按一下旋钮能作粗调细调切换。在状态显示区中部有三个旋钮各自的粗调细调指示，自左到右分别代表 A、B、C 旋钮，符号  表示粗调，符号  表示细调。C 旋钮在作延时调节时，如按下旋钮并保持 0.6S，则延时立即回零(波形扩展时，无此功能)，此功能很有用，因为在小声程时，延时调起来很慢，用此法能快速把延时效调到零。

D 旋钮：

- 最下面的菜单旋钮，专门用于改变菜单号，顺时针转一步菜单号加一，反之减一。如按一下此旋钮则显示总菜单，再按一下则回到原来菜单，这样便于作快速切换。

例如在探伤时想看一下时间或探伤参数或改变参数锁定，可按一下该旋钮即切换到总菜单，想回到原来菜单只要再按一下该旋钮，当然，通过旋转该旋钮也能调回到

原来的菜单，不过没有上述方法快捷。

在 14 号（回放波形）菜单时，按 D 旋钮不起作用。

图 3：仪器正面



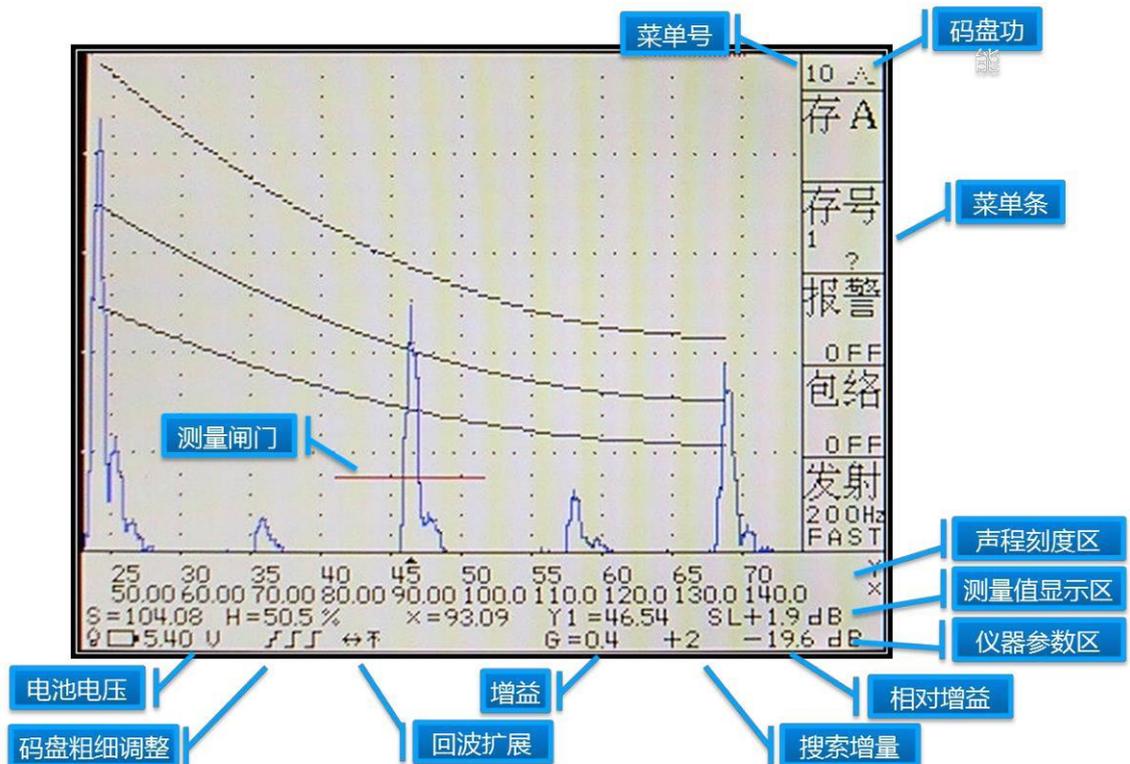
图 4：仪器包装



第 3 章 菜单条详细介绍

菜单条垂直排列，最上部左边的数字是菜单号，右边是 A、B、C 旋钮功能提示符，如空白则表示已激活调节参数。接下来下面分成 5 项，每项用 2 到 4 个汉字表示功能，由于菜单条的宽度只能显示 2 个汉字，对于超过 2 个汉字的菜单项，采取交替显示。汉字下面是参数，参数下面是参数的单位，如无参数则不显示。对非参数项，按 F 键后起什么作用，下面会详介。共有 15 个菜单条（菜单号 0 ~ 14），下面从 1 ~ 14、0 号依次详介。

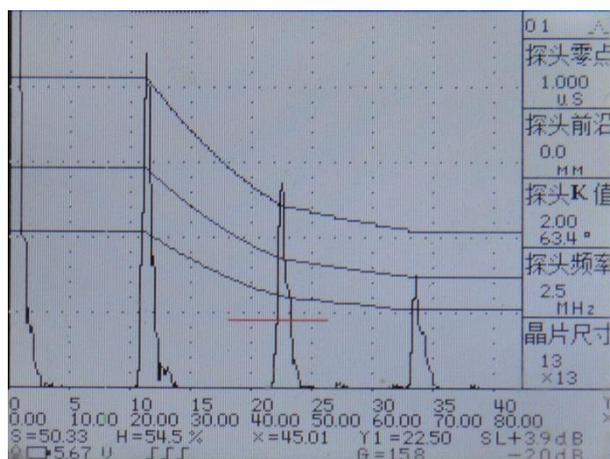
图 5：工作主界面



3.1 设定探头参数

1	设定探头参数
探头零点 1.500 μS	按 F1 键激活后可用 A (增益/高度)、B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮设定零点, A 转一步改变 1μS, B 转一步改变 0.1μS, C 转一步改变 0.005 μS, 最大 49.995μS。4 号菜单还能测零点。界面波功能切到 ON 时, 不能再改变零点。
探头前沿 8.5 mm	指斜探头入射点到探头前端的距离, 按 F2 键激活后可用 A、B、C 旋钮设定前沿, A 转一步改变 10mm, B 转一步改变 1mm, C 转一步改变 0.1mm。设定范围 0 ~ 25.0mm。当 K=0 时, 该项显示为空白。
探头 K 值 2.30 66.5	指斜探头的 K 值, 按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入 K 值。A 转一步改变 1, B 转一步改变 0.1, C 转一步改变 0.01。设定范围 0.20 ~ 5.00, K=0 表示直探头。K 值 2.30 下面的 66.5 数值是对应的角度。5 号菜单还能测 K 值。
探头频率 2.5 MHz	按 F4 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入探头频率, A 转一步改变 10MHz, B 转一步改变 1MHz, C 转一步改变 0.1MHz, 范围 0.4 ~ 10MHz, 务必正确输入。
晶片尺寸 10 X10	指探头晶片尺寸, 单位 mm, 按 F5 键激活后用 B 旋钮调晶片长度, 用 C 旋钮调宽度, 对圆晶片用 B 旋钮调直径, 用 C 旋钮把第二项调到零, 并显示符号 φ。

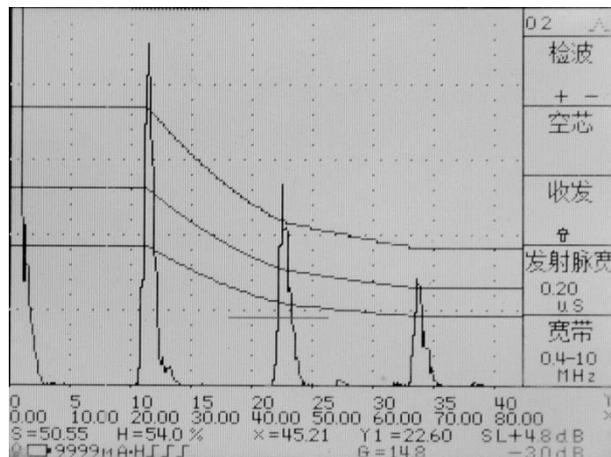
图 6: 1 号菜单界面



3.2 设定检波方式、回波显示方式、探头收发状况、发射脉冲宽度、带通选择

2	设定检波方式、回波显示方式、探头收发状况、发射脉冲宽度、带通选择
检波 +-	按 F1 键可选检波方式，分正检波+，负检波-，全波+-。
空芯	按 F2 键回波图形可在空心和实心间转换。在阳光下，实心波形比较清楚。
收发 宁	按 F3 键可改变探头工作方式。依次为单探头反射式，提示符为宁、双晶探头反射式，提示符为宁宁、双探头穿透式，提示符为宁宁。
发射脉宽 0.20 μS	指发射脉冲宽度，按 F4 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮改变发射脉冲宽度。A 转一步改变 1μS，B 转一步改变 0.1μS，C 转一步改变 0.01μS 调节范围为 0.05 ~ 0.6μS，对不同频率的探头，宽度有相应限制，合适的宽度能提高回波幅度。如不需要太高灵敏度，可减少脉冲宽度，降低电池消耗。
宽带 0.4 ~ 10 MHz	指探伤仪放大器频率特性，按 F5 键可切换 3 档，带通频率为 1.0 ~ 3.0MHz 和 3~10MHz，宽带 0.4-10 MHz。根据探头频率，选合适的中心频率，能减少杂波，又不太影响灵敏度，如选不到合适频率，会严重影响灵敏度，有时可能还会产生限幅现象，此时，就必须选用宽带。在近距离探伤时，增益不用太高，增益小于 80dB 时，仪器自身产生的杂波极小，没有必要选带通。如使用高阻尼探头作近距离探伤时，为减小始波宽度，建议使用带通 3~10MHz。

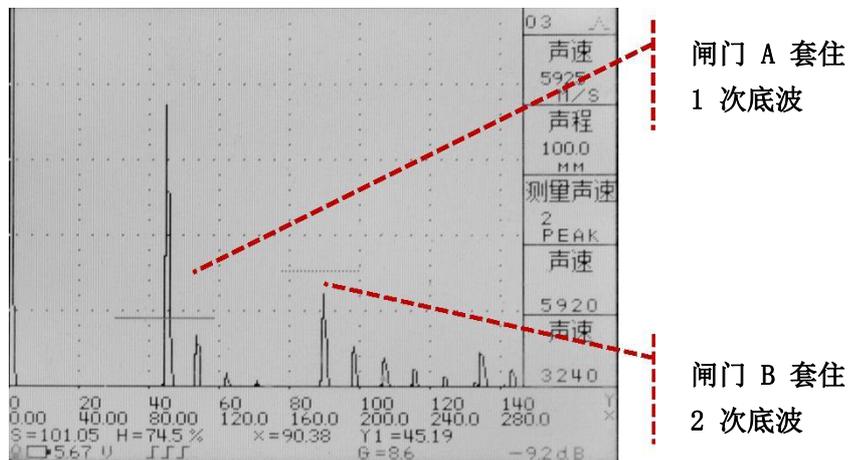
图 7：2 号菜单界面



3.3 设定或测量材料声速

3	设定或测量材料声速
声速 5920 M/S	指被测工件材料声速，按 F1 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮改变声速。A 转一步改变 100M，B 转一步改变 10M，C 转一步改变 1M。
声程 50.0 mm	测声速前要输入底波之间的声程，按 F2 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入声程，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。在用斜探头测横波声速时，应把 CSK-1A 试块 R100 ~ R50 的差值 50mm 作为声程值。
测量声速 2 PEAK	测声速的准备完成后，按 F3 键即测一次声速并发出一长一短的完成提示声，新声速显示在声速项下。如测得的声速范围不在 1000M/S 到 9999M/S 之内，在显示屏下部会显示出错提示“数值范围不对”，测声速时要求二个闸门分别套住一次底波和二次底波，故显示 2 个 PEAK（峰），如显示 0 或 1，应检查哪个闸门没有套住底波。在用斜探头测横波声速时，要求二个闸门分别套住 R50 和 R100 的回波。波高尽可能高些，但不要超过 100%，二个闸门具体各套住那个回波，没有要求，建议在直探头时，用进波门套住一次底波，这样在下一个菜单（4 号）测零点时，不用再调进波门，只要按一下 F2 测零键即可测量零点，在用斜探头时，用进波门套住 R50 回波，失波门套住 R100 回波，这样在下一个菜单（4 号菜单）测零点时，只要按一下 F2 测零键即可测量零点。
声速 5920	按 F4 键即把钢材纵波声速 5920M/S 输入到声速项，是一种快捷方式。
声速 3240	按 F5 键即把钢材横波声速 3240M/S 输入到声速项，是一种快捷方式。

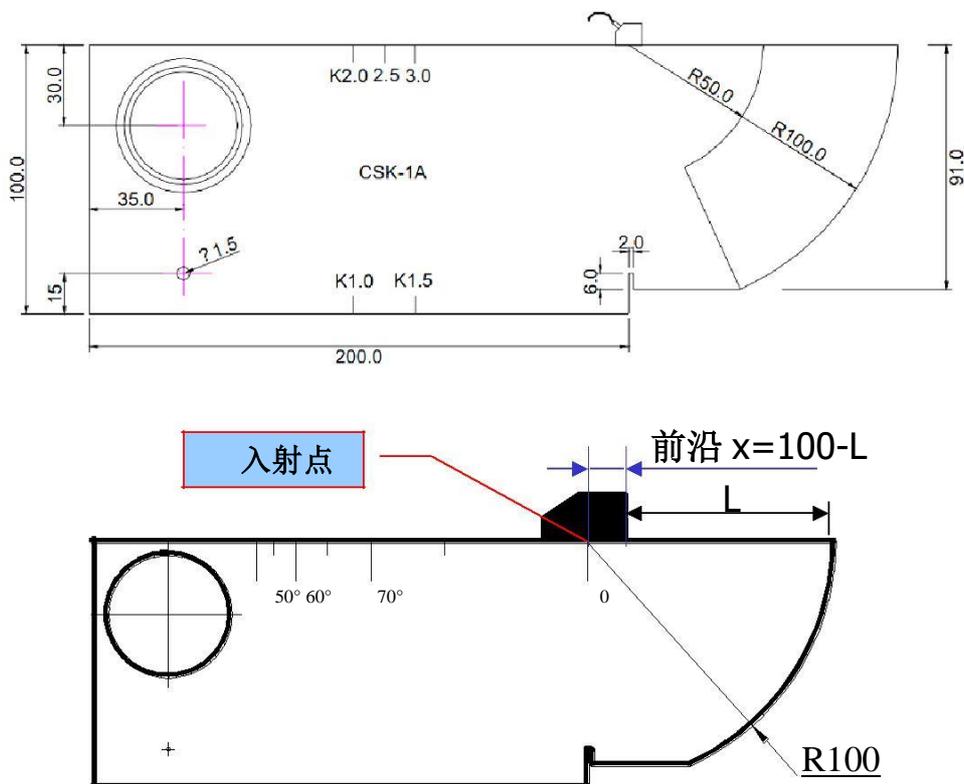
图 8：测量材料声速



3.4 设定或测量零点

4	设定或测量零点
探头零点 1.285 μS	从晶片到探头同工件接触面超声波传播的时间。按 F1 键激活后可用 A (增益/高度)、B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮设定零点, A 转一步改变 $1\mu\text{S}$, B 转一步改变 $0.1\mu\text{S}$, C 转一步改变 $0.005\mu\text{S}$, 最大 $49.995\mu\text{S}$ 。界面波功能切到 ON 时, 不能再改变零点。
测量零点	指测量探头零点, 为了确认一次底波, 必须先把零点手动调到零, 否则, 如测量前零点调很大, 一次底波已显示不出来, 同理, 延时也要调到零。对直探头把进波门套住一次底波, 对斜探头把进波门套住 R100 或 R50 回波, 波高调到约 80%, 门内不能含始波, 第三项声程要正确输入, 准备工作做好后, 按此键即测一次零点并发一长一短的完成提示声, 新零点替代老零点显示在零点项下。如测得的零点范围不在 0 到 $49.995\mu\text{S}$ 之内, 在显示屏下部会显示出错误提示“数值范围不对”。
声程 50.0 mm	测零点前要输入测零点时的声程, 按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入声程, A 转一步改变 10mm, B 转一步改变 1mm, C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。对直探头输入一次底波声程, 对斜探头进波门套住 R100 或 R50 回波对应声程也应输入 100mm 或 50mm
	(此行为空)
	(此行为空)

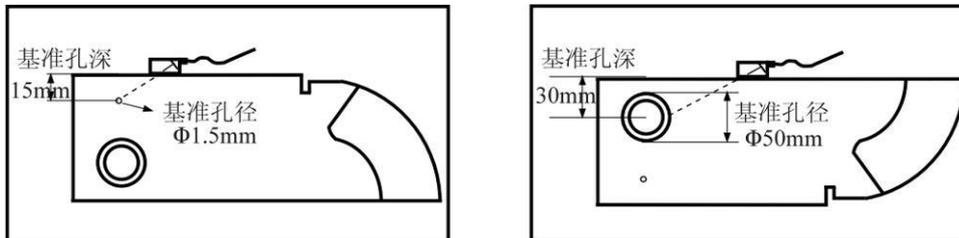
图 9: 斜探头测量声速及零点



3.5 设定或测量 K 值

5	设定或测量 K 值
探头 K 值 2.52 68.4	指斜探头的 K 值, 按 F1 键激活后可用 A (增益/高度)、B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮输入 K 值。A 转一步改变 1, B 转一步改变 0.1, C 转一步改变 0.01。设定范围 0.20 ~ 5.00, K=0 表示直探头。K 值 2.52 下面的 68.4 数值是对应的角度。
测量 K 值	测 K 值前, 要在第三项先输反射体孔径, 第四项输入孔深, 移动探头使反射体回波最高, 进波门套住该回波, 波高调到约 80% 高度, 准备工作做好后, 按 F2 键即测一次 K 值, 可听到一长一短的完成提示声, 新 K 值替代老 K 值显示在 K 值项下。如测得的 K 值范围不在 0.20 ~ 5.0 之内, 在显示屏下部会显示出错提示“数值范围不对”。
测 K 孔径 1.5 mm	测 K 值前要输入反射体的孔径, 按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入孔径, A 转一步改变 10mm, B 转一步改变 1mm, C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。
测 K 孔深 15 mm	测 K 值前要输入反射体的孔深, 孔深是指到孔的园心的深度。按 F4 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入孔深, A 转一步改变 10mm, B 转一步改变 1mm, C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。
厚度 100 mm	在板材焊缝探伤时, 输入板材厚度作为 2 到 4 次波探伤时计算缺陷深度用, 如不是板材焊缝探伤, 而是用斜探头探工件内部缺陷时, 如缺陷区是用 2 次波探测的, 输入探测面到反射底面的工件厚度, 如不用 2 次波探测, 为避免仪器误用 2 次波公式计算缺陷深度, 应输入大于工件最大厚度的数值。

图 10: 测量斜探头 K 值



3.6 设定补偿 判废 定量 测长 搜索增量的 dB 数

6	设定补偿、判废、定量、测长、搜索增量的 dB 数
增益补偿 5 dB	按 F1 键激活后可用 C (延时/宽度) 旋钮设定增益补偿量, 范围正负 20dB, 步长 1dB, 它仅改变内部实际增益, 曲线高度不会改变。
判废线 -3 dB	DAC 曲线中, 判废线相对母线的高度。按 F2 键激活后用 C (延时/宽度) 旋钮设定, 范围正负 20dB, 步长 1dB。DAC 曲线制作前后, 都可改变数值, 激活后调数值时, 已制作的曲线不改变, 退出激活时, 曲线才会改变。
定量线 0 dB	DAC 曲线中, 定量线相对母线的高度。按 F3 键激活后用 C (延时/宽度) 旋钮设定, 范围正负 20dB, 步长 1dB。DAC 曲线制作前后, 都可改变数值, 激活后调数值时, 已制作的曲线不改变, 退出激活时, 曲线才会改变。
测长线 +3 dB	DAC 曲线中, 测长线相对母线的高度。按 F4 键激活后用 C (延时/宽度) 旋钮设定, 范围正负 20dB, 步长 1dB。DAC 曲线制作前后, 都可改变数值, 激活后调数值时, 已制作的曲线不改变, 退出激活时, 曲线才会改变。
搜索增量 6 dB	设定搜索灵敏度需要增加的 dB 数。按 F5 键激活后用 C (延时/宽度) 旋钮设定, 范围 0 ~ 20dB, 步长 1dB。起作用后仅改变内部实际增益, 曲线高度不会改变, 是否起作用由增益 +dB 键 (7) 控制。

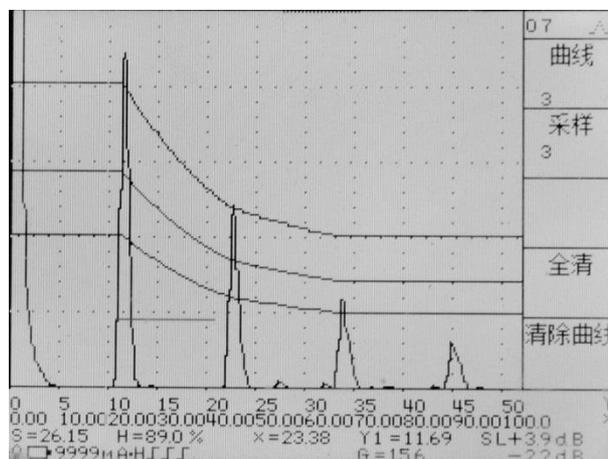
说明:

- 1) 名义增益+补偿+搜索增量=内部实际增益, 并且只能在 0 ~ 110dB 之间, 如果超出此范围, 就会限制正在调整的参数值, 搜索灵敏度需要增加的 dB 数只有当增益 +dB 键切到起作用后才改变实际增益, 但在 OFF 时, 也预留了灵敏度需要增加的 dB 数, 例如增量 6dB, 补偿 0dB 时增益最大只能调到 104dB, 如果补偿是 5dB, 那末增益最大只能调到 99dB。
- 2) 判废, 定量, 测长三条线的偏移量不能相同, 如相同, 曲线会重叠在一起。
- 3) 补偿和增量起的作用都是改变内部实际增益, 但不改变曲线高度, 不过补偿量大小, 在探伤前根据工件表面光洁度情况一旦确定后, 一般不会再改变, 但搜索增量是用于提高搜索灵敏度, 在搜索到可疑回波需要定量时, 应恢复到原来的增益, 故在探伤过程中, 要反复频繁改变, 为了用户方便, 本机特意增加了搜索灵敏度快速切换功能, 灵敏度增加多少 dB 由本菜单条第五项设定, 是否起作用由增益+dB 键 (7) 控制。

3.7 制作 AVG 或 DAC 曲线

7	制作 AVG 或 DAC 曲线
曲线 3	采样完成后，如采样点 ≥ 2 ，则按 F1 键制作三条 DAC 曲线，如采样点=1，则根据第 3 项的 ϕ 数制作一条对应此 ϕ 数的 AVG 曲线。改变 ϕ 项的 ϕ 数，再按 F1 键又制作一条对应新 ϕ 数的 AVG 曲线，共可制作三条曲线，大小次序没有限制。曲线条数显示在曲线项下。制作曲线后，采样点上的小十字记号会消失。在制作 AVG 曲线时，如是对底波采样，为避免曲线高度过底，增益会自动增加适当值。
采样 1	按 F2 键对进波门内的最高回波采样（回波高度需超过 3%），并在峰点作一个小十字记号。采样点数最多 8 点，采样点数显示在采样项下，制作 AVG 曲线只能采样一点，可对底波或某一直径的平底孔采样，由第三项 ϕ 项在采样前设定。多点采样时，采样次序任意，采样时可调增益、声程、延时，此时已采样点上的小十字记号会跟着移动，注意不要对同一点重复采样，否则，在按 F1 键制作曲线时会出错（会有出错提示）。
参考 ϕ 值 2 mm	制作 AVG 曲线时，采样前要设定采样点的等效 ϕ 数（不一定非要 $\phi 2$ ），按 F3 键激活此项就能用 C（延时/宽度）旋钮设定 ϕ 值，范围 1 ~ 15mm，减到 1 再减时就转成底波，表示对底波采样。采样后在制作 AVG 曲线前，应先在此项设定要制作多大 ϕ 值的 AVG 曲线，就在此项设定，再按一下 F1 键就制作一条曲线，一共可制作三条不同 ϕ 值的 AVG 曲线。在制作 DAC 曲线时， ϕ 数值无意义，当采样点 ≥ 2 时，该项自动变为空白。
全清	按 F4 键即清除所制作曲线及采样点，才可以重新开始采样。全清后，曲线条数和采样点数自动清零。
清除曲线	按 F5 键仅清除所制作曲线，但不清除采样点，当初采样时的小十字记号如还在显示范围内，会重新出现，如制作的是 DAC 曲线，还可以增加采样点，这样不必重新采样已经采样过的点就可以制作新的 DAC 曲线，如制作的是 AVG 曲线，清除曲线后不必重新采样，按照第一项曲线项的操作方法，重新制作所需 ϕ 值的 AVG 曲线。

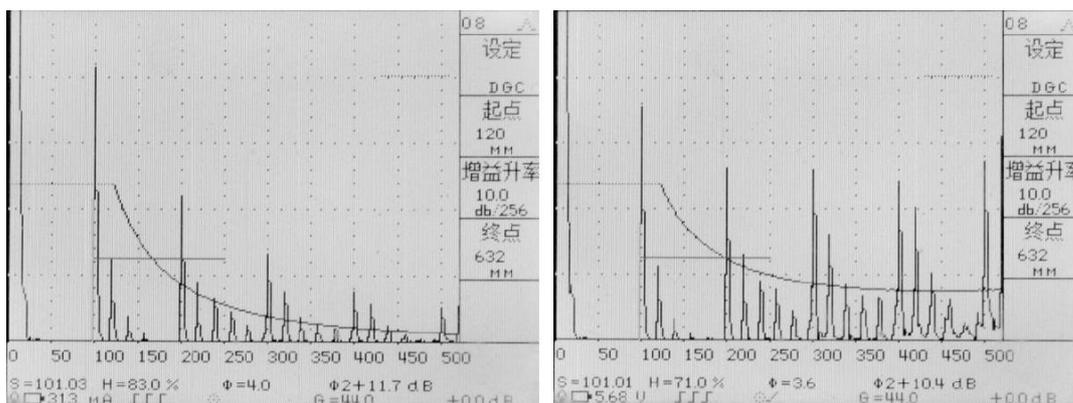
图 11: DAC 曲线



3.8 设定距离—增益提升参数

8	设定距离—增益提升参数
设定 DGC	该项为提示项，无任何功能。D 的意思是距离，G 的意思是增益，C 的意思是补偿，DGC 的意思就是距离增益补偿，使距离远的回波幅度不致下降太多。
起点 200 mm	按 F2 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定增益提升起点的声程，注意在斜探头探伤时，仍是声程而不是声程的 X 或 Y 分量，A 转一步改变 100mm，B 转一步改变 10mm，C 转一步改变 1mm，范围 20 ~ 9999mm。
增益升率 10.0 dB/256	指增益提升快慢，按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮设定增益提升快慢，以每 256mm 声程提升 dB 数表示，注意在斜探头探伤时，仍是声程而不是声程的 X 或 Y 分量，A 转一步改变 10dB，B 转一步改变 1dB，C 转一步改变 0.1dB，范围 1.0 ~ 10.0dB。
终点 712 mm	该项为提示项，按键无功能。因最大提升量为 20dB，根据起点、增益升率可计算出增益提升受到限制时的声程供参考，注意在斜探头探伤时，仍是声程而不是声程的 X 或 Y 分量。当内部实际增益>90dB 后，由于受最大增益 110dB 限制，终点会减小。
	（此行为空）

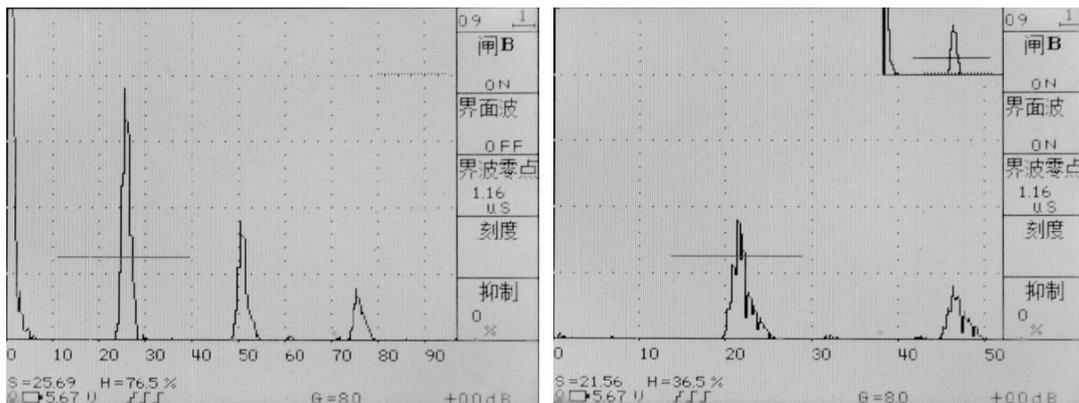
图 12: DGC OFF (左) 与 DGC ON (右)



3.9 开/关失波门 启/停界面波功能 微调界面波零点 改变声程标尺 设定抑制

9	开/关失波门, 启/停界面波功能, 微调界面波零点, 改变声程标尺, 设定抑制
闸 B OFF	按 F1 键控制失波门 ON/OFF。失波门用虚线显示, OFF 时会自动归位到最上面, 并停止相应的失波报警功能。调节失波门时对左边位置有限制, 只能调到离左边还有 12% 的位置。
界面波 OFF	即界面波锁定功能。按 F2 键进入时, 以进波门的宽度确定左右锁定范围, 并把界面波锁定在声程起点 (声程零点), 如延时为零, 则在显示屏的起点, 可以看到界面波的后沿。为了监视界面波情况, 在显示屏右上角有个小窗口, 在小窗口内按比例实时显示始波及界面波大小、位置, 也就是把当初显示屏左边起点到进波闸门右端的回波, 包括进波门的位置, 按比例缩小, 显示在小窗口内。界面波 ON 时, 仍可调声程、延时、扩展。进波门仍可正常使用, 不会改变界面波锁定范围。界面波锁定最大声程为 200 μ S, 也就是进入时, 进波门右端的声程不能大于 200 μ S。
界面波零点 0.52 μ S	即界面波零点设定。按 F3 键激活后可用 A (增益/高度)、B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮设定界面波零点, 修正跟踪误差, A 转一步改变 1 μ S, B 转一步改变 0.1 μ S, C 转一步改变 0.01 μ S, 范围 0 ~ 2.50 μ S。
刻度	声程标尺切换。K 不为零时, 按 F4 键后, 声程坐标第一排依次在 S (声程), X (声程水平分量), Y (声程垂直分量) 之间切换, 标尺右端会显示 X 或 Y 但不显示 S, K 为零时只有 S 声程。
抑制	按 F5 键激活后可用 B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮设定抑制百分比, 范围为 0 ~ 50%, B 转一步改变 10%, C 转一步改变 1%, 参数显示区中部显示 RJ=XX%, 当抑制为零时, 不再显示 RJ=0%。启用抑制后, 幅度低的缺陷波会被抑制, 造成漏显, 故尽量不要使用。

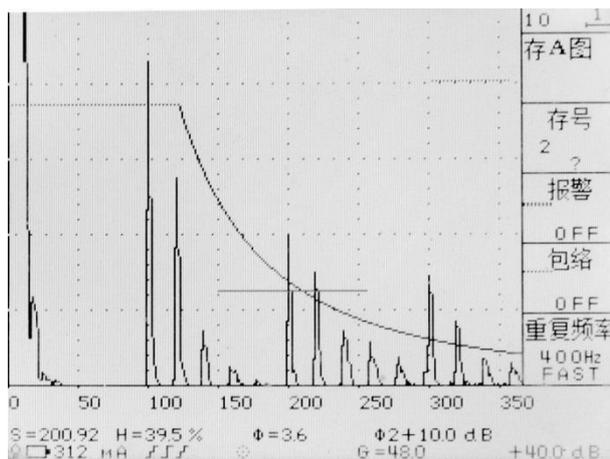
图 13: 界面波切入前 (左) 与界面波切入后并把声程减小 (右)



3.10 探伤及存回波图

10	探伤及存储回波图
存 A 图	指储存 A 扫回波图，按 F1 键即把当前图形、参数和时间存入第二项存号所指的图号内，储存后，存号会自动加 1。如存号后显示？表示该存号不是空白号，应改变存号找到空白号再存。
存号 5?	按 F2 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定存号，范围 1 ~ 127 号，相当于数码相机的存储卡可拍 127 张照片，如找不到空白号，进 14 号回放菜单清除以前所存内容。
报警 OFF	控制是否需要报警，按 F3 键切换。在未制作曲线时，如有超过进波门高度，并在门内的回波才会报警。如已作曲线，只有在门内并且在曲线左右范围内有超过最低一条曲线的回波才会报警，和进波门高度无关。如曲线超过 100%高度，门内有超过 100%高度的回波，也会报警。失波门 ON 时，失波门内没有超过门高的回波时，会报警。只有在本菜单，报警 ON 才起作用。报警的用处是探伤扫查时，不必看仪器显示屏来判断有否超过规定大小的伤波，听到报警声后再看显示屏，这样，眼睛可解放出来，作为指导探头在工件上的位置是否正确。
包络 OFF	控制是否启用包络功能。可按 F4 键启用，再按此键关闭，关闭后已生成的包络图消失。调节参数、改变菜单号、或关机后再开机，包络功能自动关闭。已冻结或峰值记忆时，不能启用包络功能。
重复频率 400 Hz FAST	按 F5 键在快慢之间切换，切到快时显示 FAST，切到慢时显示 SLOW，具体频率还同声程有关，所显示的数值就是发射重复频率。选发射重复频率快可适应快速移动探头扫查用，但易受幻波影响，而且耗电量也大。如出现幻波，可切到 SLOW，幻波会减小或消失。为了省电，只有在本菜单有 400Hz 或 200Hz，在其它菜单，因为是调试仪器或 B 扫或测厚，没有必要太高的发射重复频率，故自动限制最高发射重复频率为 100Hz（FAST），50Hz（SLOW）。

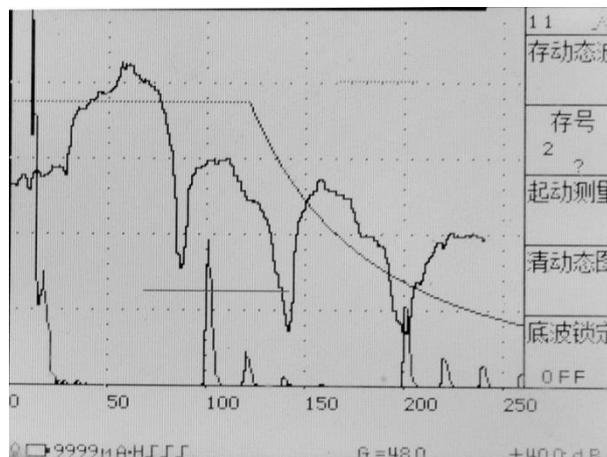
图 14: 10 号菜单界面



3.11 动态波形描绘、存动态波形描绘图 底波锁定切换

11	动态波形描绘、存动态波形描绘图、底波锁定切换
存动态波	指储存动态波形描绘图，按 F1 键即储存当前的动态波形描绘曲线图，实时回波是不储存的。储存后，存号会自动加 1。如存号后显示？表示该存号不是空白号，应改变存号找到空白号再存。
存号 25	按 F2 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定存号，范围 1 ~ 127 号，如找不到空白号，进 14 号回放菜单清除以前所存内容。
起动测量	做好动态记录准备工作后，按 F3 键即开始动态波形描绘。描绘从左到右，探头也同步在缺陷区匀速移动，能记录 20S 的回波峰点轨迹，描绘时仍能显示实时回波，详细操作方法见 4.6 探伤。
清动态图	按 F4 键即清除已描绘的动态波形。切换到别的菜单号或关机后再开机，也自动清除动态波形。
底波锁定 OFF	底波锁定切换，也可称分屏显示。按 F5 键切到 ON 时，把当时声程的始点到终点压缩约一倍多些移到右半屏显示，左半屏显示的内容不变，此后再改变声程时，只会改变左半屏声程，右半屏的延时和声程被锁定，不会改变，所以称作底波锁定。在平板探伤时，为了发现大缺陷，要求声程调到能显示 5 到 10 次底波（取决于高次底波幅度下降快慢）通过监视高次底波下降幅度，就能发现大缺陷，但小缺陷回波要在一次底波内观察，在声程调到能显示 10 次底波时，该区域仅占显示屏左边 10%区域，观察起来很困难。解决办法是分左右屏显示，左屏占 55%区域显示一次底波内的缺陷回波，右屏占 45%区域显示高次底波（例如从始波到 10 次底波或 N 次到 M 次底波，取决于按 F5 键切到 ON 前时的各次底波显示情况）。左屏比右屏大是为了使左屏内容更看得清楚。如有 DAC 曲线或 AVG 曲线，只显示曲线在左半屏部分到分界点为止，进波闸门如套住右半屏的回波，能显示距离和波高百分数，但不显示当量大小。按 9 号波形扩展键进入波形扩展后，暂停分屏显示功能，退出波形扩展后，恢复分屏显示功能。在分屏显示状态下，不能测声速、测零点、测 K 值、做曲线采样、进行 B 扫或测厚，也不能进行界面波切换，但可以使用界面波功能。左右屏回波曲线的颜色是不相同的，具体颜色搭配，可在 0 号总菜单第三项颜色选择中确定。

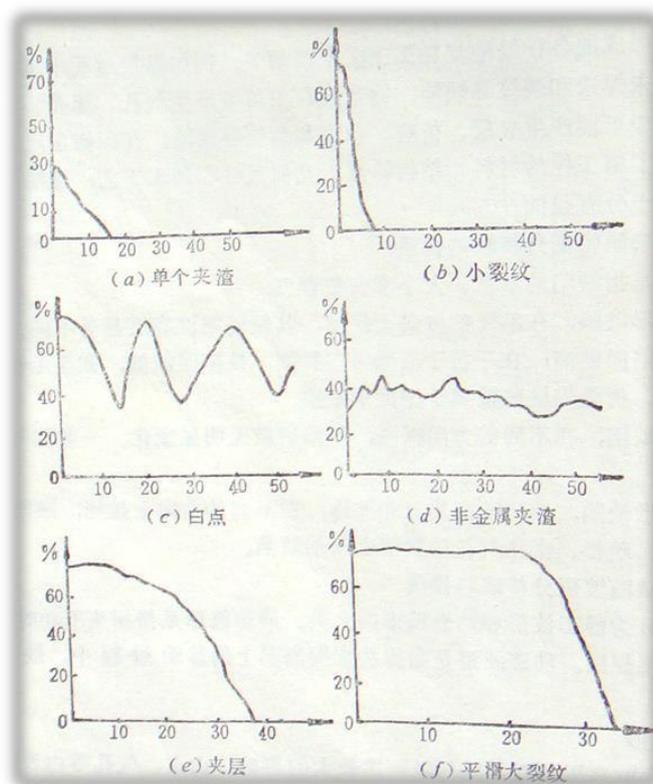
说明：动态波形曲线水平方向代表探头移动距离，纵坐标为回波波峰轨迹的高度。图 15：动态波形描绘图



3.12 B 扫、存 B 扫记录图

12	B 扫及存 B 扫图
存 B 图	指储存 B 扫图，按 F1 键即存 B 扫图。储存后，存号会自动加 1。如存号后显示？表示该存号不是空白号，应改变存号找到空白号再存。
存号 26	按 F2 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定存号，范围 1 ~ 127 号，如找不到空白号，进 14 号回放菜单清除以前所存内容。
起动测量	做好 B 扫准备后，按 F3 键开始 B 扫。扫描从左到右，探头也同步在工件上匀速移动，能记录 20S 的回波声程变化轨迹，以实体显示，视如工件剖面图。扫描进行时，能同时显示实时回波波形，扫描结束后，实时回波波形消失，详细操作方法见 4.7 B 扫功能。
清 B 图	按 F4 键即清除 B 扫图，恢复显示实时回波。B 扫进行到中途不想进行下去时，也可按此键中断 B 扫。切换到别的菜单号或关机后再开机，也自动清除 B 扫图。
厚度 50.0 mm	B 扫起动前要输入最大参考厚度，必须 \geq 工件的最大厚度，因为 B 扫用百分比显示，最大 100% 厚度。按 F5 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入厚度，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。 设定范围 1 ~ 999.9mm。

图 16: 工件中常见缺陷的动态波形¹



¹ 摘自《超声波探伤》134 页

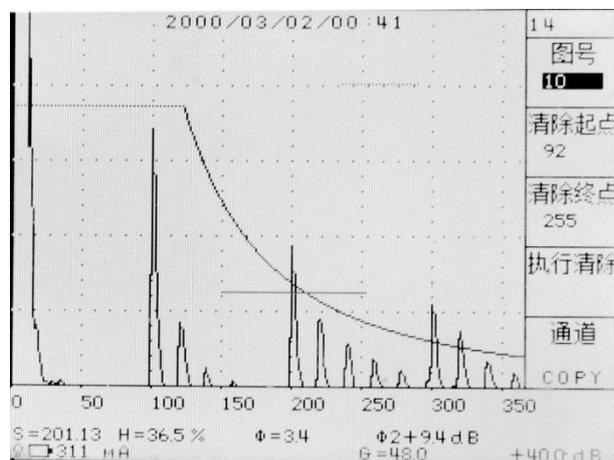
3.13 测厚度、存测厚数据

13	测厚度及存测厚数据
测量厚度 100.25 mm	按 F1 键即测一次厚度，测厚结果显示在该项，并在第二项显示 PEAK（峰）的个数。二种测厚模式是自动识别的，按 F1 键前应把闸门套住要测的底波，二个闸门的功能相同，如用单闸门模式（始波到一次底波模式），最好关闭失波门（闸 B），以免失波门内有回波，变成底波到底波模式。如是用双闸门底波到底波模式测厚，应把二个闸门分别套住二个底波，并且该底波在闸门内是最高的，而且高度最好在 20%到 100%之间。
存厚度值 1 PEAK	按 F2 键即把测得的厚度数据储存到第三项厚号项所指的厚号中去，厚度号会自动加一，第一项的测厚度值会消失，本项的 PEAK（峰）点个数也会清 0。如厚度号后面有？符号，表示已存数据，需另找空白号才能存。在用单闸门测厚时，当按测厚度键后，在该项应显示 1 PEAK（峰），如显示 0，表示闸门没有套住底波，测厚度失败。在用双闸门测厚时，当按测厚键后，应显示 2 PEAK（峰），否则要检查哪个闸门没有套住底波。
存厚度号 100?	厚度号范围 1 ~ 4000，按 F3 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1。如选定的厚度号已存过测厚度值，就会在第一项测厚度项下显示该测厚值，这样就能查看已测过的厚度值。如选定的厚度号储存的是分组标记，则在显示屏中间的上部，显示当时储存分组时的时间。没有具体规定多少个测厚度值分为一组，完全有用户自己决定。
清除起点 1	按 F4 键即在清除起点、清除终点、数据分组之间切换。清除起点为清除厚度数据的起始号，激活后可用 A、B、C 旋钮设定起始号，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1，清除终点为清除厚度数据的结束号，激活后可用 A、B、C 旋钮设定结束号。数据分组为指示第 5 项执行分组功能，其作用是在二组厚度数据之间，插入一个标记，帮助区分二种不同零件或不同部位的厚度数据，（就如在书中插入一张书签，可帮助以后找到某一页）。在事后，厚度数据上传到电脑后，会根据所插入的数据分组标记，把厚度数据分页显示或分页打印。无论是清除数据还是数据分组，机内实际操作要等到按 F5 执行键后才执行。
执行	按 F5 键即执行上面第 4 项所激活的内容：如内容为清除起点或清除终点时，就清除从起点到终点厚号之间的厚度数据；如内容为数据分组，就在厚号中记下按分组执行时的时间，以时间标记来区分厚号区，便于识别不同零件。为了防止不小心误按此键而把厚度数据清除掉，要在第 4 项清起或清终激活时（数值反转显示），才能执行清除命令。

3.14 回放以前记录的波形和当时的参数、时间

14	回放以前记录的波形和当时的参数，时间
图号 10	指储存的回波图序号，按 F1 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮选择需回放的图号，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1，并立即显示该号图形。如是空白号，则显示白屏。如显示不规则图形，说明该存号的内容已破坏，应清除后再使用。图号范围 1 ~ 127 号。
清除起点 1	指准备清除的回波图起始号，按 F2 键激活后可用 A、B、C 旋钮选择需要清除的起始号，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1，屏上显示此号内容，可以判别是否是需清除的图号。清除功能并不执行，要按第 4 项执行键时，才执行清除功能。
清除终点 127	同上一项，只不过将起始号换成终止号。
执行清除	设定好清除起点清除终点后，按 F4 键即清除从起点到终点的图号，以便利用这些图号可以存储新的内容。清除终点号、清除终点号大小次序无关系，相等时就清一个图号。
通道 COPY	按 F5 键即把目前所回放的图形，当初存入时的仪器参数，拷贝到 29 号文件。然后顺时针旋转 D 旋钮二步，进入 0 号总菜单，再把 29 号文件调出来，就能看到刚才回放图形当初存入时的仪器参数，或重现当时的探伤条件，对该部位伤波进行复核。如在按 F5 键前，文件号已经是 29 号，就可省去把 29 号文件调出来这一步。重复按 F5 键，29 号文件保留的内容是最后一次按 F5 键的内容，也就是新的冲掉老的。

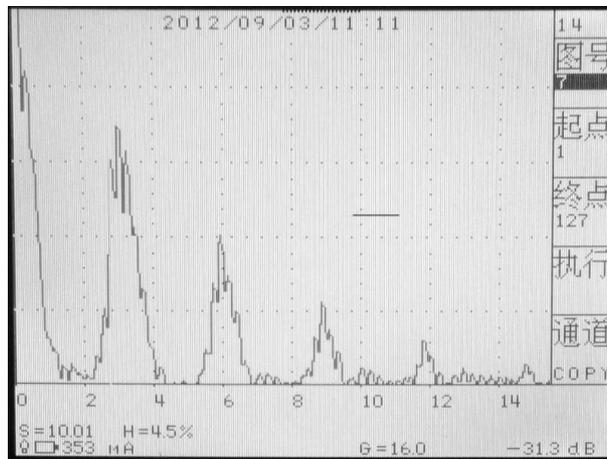
图 17: 14 号菜单界面



3.15 设定时钟

15	设定时钟
年 2012	按 F1 键激活后可用 A (增益/高度)、B (声程/位置)、C (延时/宽度) 旋钮设定年份。范围 2001 年到 2127 年
月 9	按 F2 键激活后可用 C 旋钮设定月份。
日 18	按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮设定日期。
时 15	按 F4 键激活后可用 A、B、C 旋钮设定时间 (24 小时制)。
分 38	按 F5 键激活后可用 A、B、C 旋钮设定分钟。

图 18: 国产 10MHz 直探头探测 3mm 厚工件

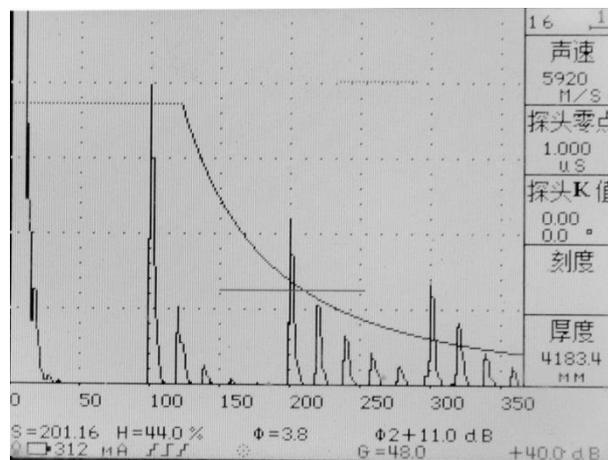


3.16 快速设定探伤参数

增设此菜单是为了能方便快速设定探伤仪最基本的参数，把分布在不同菜单号上的 5 个基本参数，集中到 16 号菜单，以方便设定。

16	设定声速、零点、K 值、刻度、厚度
声速 5920 M/S	指被测工件材料声速，按 F1 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮改变声速。A 转一步改变 100M，B 转一步改变 10M，C 转一步改变 1M。
探头零点 1.500 μ S	按 F2 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定零点，A 转一步改变 1 μ S，B 转一步改变 0.1 μ S，C 转一步改变 0.005 μ S，最大 49.995 μ S。
探头 K 值 2.52 68.4	指斜探头的 K 值，按 F3 键激活后可用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮输入 K 值。A 转一步改变 1，B 转一步改变 0.1，C 转一步改变 0.01。设定范围 0.20 ~ 5.00，K=0 表示直探头。K 值 2.52 下面的 68.4 数值是对应的角度
刻度	声程标尺切换。K 不为零时，按 F4 键后，声程坐标第一排依次在 S（声程），X（声程水平分量），Y（声程垂直分量）之间切换，标尺右端会显示 X 或 Y 但不显示 S，K 为零时只有 S 声程。
厚度 100 mm	在板材焊缝探伤时，输入板材厚度作为 2 到 4 次波探伤时计算缺陷深度用，如不是板材焊缝探伤，而是用斜探头探工件内部缺陷时，如缺陷区是用 2 次波探测的，输入探测面到反射底面的工件厚度，如不用 2 次波探测，为避免仪器误用 2 次波公式计算缺陷深度，应输入大于工件最大厚度的数值。

图 19: 16 号菜单界面



3.17 系统设定

0	系统设定
通道号 18	按 F1 键激活后可用 C (延时/宽度) 旋钮选探伤通道号, 范围 0 ~ 29 号, 也就是可以预先存 30 个不同的探伤工艺 (探伤参数), 供现场探工件不同部位或更换探头后, 不需重新设定参数, 只要调到预先设定的通道号即可。左面总菜单上显示出所选中的通道号的主要参数。特别注意 29 号通道, 回放图形的参数, 可以拷贝到 29 号通道, 以方便查看回放图形的参数或再现当时仪器调节状态, 进行探伤复核。建议特定的探伤参数不要存放在 29 号, 以免被覆盖掉。0 号通道专供初学者试机或学习初步探伤用, 0 号通道简化了不常用的菜单号, 仅提供 10 号(探伤)、14 号(回放)、15 号(时钟)、16 号(快速设定基本参数)、0 号(总菜单) 5 个菜单以方便使用。
参数锁定 OFF	按 F2 键可切换锁定 ON/OFF, 锁定时, 当前通道号的声速、零点、频率, 所作曲线的采样点等参数不能改变, 但声程、延时、增益、闸门位置仍可改变。不同通道号可有不同锁定设定。
颜色 12	按 F3 键激活后会显示回波图, 可用 C 旋钮改变显示屏上回波、进波门、失波门、底色、字符的色彩搭配, 以数值代表这种搭配。如要选择左右分屏显示时的左右屏回波颜色, 应在分屏显示状态下进入此菜单, 而且左右屏都要有回波显示, 这样, 才能在改变颜色号时, 实时看到效果。
电量 1568 mAH	充满电后, 开始用机内电池单独供电时, 按 F4 键可清除累计放电量到零。此后从零开始重新计算累计放电量, 以估算电池可供电小时数。放电量达到 9999mAh 后, 数值就不再增加。
音量 >>	按 F5 键可改变报警声音量。音量分三级, 依次为小、中、大再跳小、中、大循环。

图 20: 总菜单

01	02	03	06	07	00
探头零点 1.000 uS	检波 + -	声速 5920 M/S	增益补偿 +0 dB	曲线 1	通道号 2
	空芯	声程 1.0 MM	判废线 +3 dB	采样 1	参数锁定 OFF
探头K值 0.00 0.0°	收发 φ	测量声速 0 PEAK	定里线 +0 dB	参考Φ值 3 MM	颜色 21
探头频率 2.4 MHz	发射脉宽 0.23 uS	声速 5920	测长线 -3 dB	全清	电量 9999 MAH
晶片尺寸 20 ×Φ	宽带 0.4-10 MHz	声速 3240	搜索增益 0 dB	清除曲线	音量 [] [] []
0	50	100	150	200	250
					300
					350
0 □ 5.68 u		G=48.0		+40.0 dB	

第 4 章 基本操作方法详介

4.1 电源

- 本机内置电池为 4 节 5 号可充电电池，以后更新时，建议使用 2000mAh 以上的低自放电 Ni-MH 电池。更换电池时，电池极性不可装反，取出电池后，可看到机壳上有电池极性标记。
- 电池电压低于 4.2 伏时，应及时充电。显示屏左下角会显示电池的电压。Ni-MH 电池的电压在工作区很平稳，但一旦降低到 4.4 伏后，很快就会没电，要及时结束工作或充电、或换电池。
- 接通外接电源后绿灯亮，开机后红绿灯一齐亮，电池供电时仅红灯亮。用外接电源供电时，无论开机或关机，都能对电池充电。电池就在机内充电，无需配置充电器。
- 接通外接电源后，就自动对机内电池恒流充电，关机状态下充电电流约 400mA。开机状态下充电电流约 250mA。充到 5.8 伏后，充电电流会自动降低到涓流，不会对电池过充。关机状态下一个完整的充电过程约 10 小时。
- 电池充足后，如要改为单独用机内电池供电，请调到 0 号菜单（旋转 D 菜单旋钮或用快捷方法按一下 D 旋钮），再按 F4 电量项的键，把电量清零。以后可根据电池实际容量，目前耗电电流值和累计放电量来估计电池剩余供电时间。
- 按一下电源开关开机时，如红灯仅闪亮一下又灭了，表示电池电压太低，根本不能工作。如红灯连闪 5 次又灭了，表示电池电量严重不足，都应立即给电池充电。
- 如果插上外接电源后不能正常开机，可先让电池充电 10 分钟再试，如还不能开机，就要怀疑个别电池内部可能短路，可先取出电池并插上外接电源后再试，如能正常工作，说明电池有短路毛病，要换掉有毛病的电池。

4.2 开/关机

- 按（1）号电源键开机，红灯亮，背光灯也同时打开，约 1S 后，显示开机画面，3S 后进入上次关机时的状态，就可以继续探伤。但冻结、包络、峰值记忆是不保持的。
- 如在室外阳光下工作，可按 2 号背光键把背光灯切到强。
- 要关机再按（1）号电源键。
- 关机后 1S 即可再开机，不需等待很长时间。
- 先按住 F1 键不放手，再按（1）号电源键开机，3S 后 F1 键才可松手，此时可听到 1 长 1 短提示声，表示已经把当前文件号内的参数设定为出厂参数，原来所存的回波图和厚度数据，仍保留不变。如同时按 F1 和 F3 键，则把 0 到 29 号共 30 个文件参数全部设定为出厂参数，故不要轻易使用。

4.3 波门/闸门

- 进波门（又称测量闸门）和失波门（又称 B 闸门）只对门内最高回波作测量，回波在门内就是指回波的左右位置在闸门的左端到右端之间，进波门内的回波只要高度高于 3%就作测量，同进波门门高无关。仅在 10 号菜单探伤时，如打开报警，缺陷波高度要超过进波门高度时才报警（如已作曲线，缺陷波高度要超过曲线高度才报警，同进波门高度无关）。测量点为波峰点。
- 回波高度如超过 107%，就会增加测量误差，尽量把高度调到 80%左右。
- 调节合适的门宽，把始波和无关的大回波排除在外。

- 下文讲套住回波，就是上面三点要求，不再重复。
- 在调到 3 号菜单测声速时，失波门会自动打开，供测声速时用失波门去套住另一个

底波。调离 3 号菜单后，失波门会恢复原来状态。

- 如不想测量缺陷波的参数，就不必关心闸门的位置。

4.4 选择探伤文件

开机后，如不在 0 号菜单（总菜单），可按一下 D（菜单）旋钮直接进入 0 号菜单，核对一下是否是自己预设的通道号，不是的话，按 F1 键激活通道号，用 C（延时/

宽度）旋钮调出自己预设的通道号，在左边总菜单上再核对一下参数、状态设置是否正确，所用探头，必须是该通道号当初调仪器时所用的探头，因为相同规格的不同探头，差别也是很大的。如无变化，就可调到相应菜单开展工作，否则，要重新改正不准确的参数或选一个别人不用的通道号，并正确设置参数，设置方法见下节。如在探伤中途关机后又开机（可减少电池消耗，增加电池工作时间），仪器会恢复关机时的状态，可直接继续探伤，但包络、峰值保持、冻结、回波扩展不会恢复。

4.5 参数、状态设置

- 设置前用 D（菜单）旋钮调到 0 号菜单（或按一下 D 旋钮），按 F1 键激活通道号，用 C（延时/宽度）旋钮调出自己的通道号。
- 把锁定项切到 OFF，否则有的参数不能改变。
- 延时要调到零，如延时太大，一次底波可能会看不见。
- 探头零点（在 1 号菜单第一项），要调到零，否则，一次底波可能会看不见。
- 底波锁定（在 11 号菜单第 5 项）要切到 OFF，否则不能测声速、零点、K 值。
- 先输入名义 K 值（在 1 号菜单第 3 项）及名义声速（在 3 号菜单第 1 项），这样便于判别回波次数，不易发生判别错误。对直探头，K 值应调到零。
- 抑制设置为零（在 8 号菜单第五项调），否则小回波会被抑制掉。
- 界面波应切到 OFF（在 9 号菜单第 1 项），否则测零点会出错，一次底波可能会看不见。
- 对斜探头，声程刻度应切到 S（在 9 号菜单第 4 项）。
- 要设定某一菜单号的参数时，先旋转 D（菜单）旋钮来改变菜单号，再选择按 F1 ~ F5 键，如该项是切换功能，切换结果立即在该项显示出来，如该项是设定参数功能，参数数值和底色会反转显示，这时旋转 A、B、C 旋钮就能改变参数数值。完成后再按一下 A、B、C 旋钮或 9 号，10 号键就退出该项参数设定。
- 请从 1 号菜单开始，顺序调下去，如颠倒次序，可能会产生误差。例如检波极性、发射脉冲宽度、带通会影响零点，所以测零点前一定要先设定检波极性、发射脉冲宽度、带通。
- 如对不同部位要用不同的探头探伤，由于探头参数差别很大，针对每一个探头，要安排一个通道号，重新设置参数，这样到现场探伤时，更换探头后，只要切换到对应通道号就能工作。
- 为方便快捷，在重新设置参数前，可把该通道号的参数先设定到出厂参数，方法见本章 4.2 开/关机最后一项。

4.5.1 调 1 号菜单：输入探头参数

- 输入探头频率，按 F4 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入探头频率，务必正确输入探头频率。探头频率在探头标牌上标出，例如 2.5P 表示 2.5MHz。
- 按 F5 键，输入探头晶片尺寸，晶片尺寸数值有上下二行，上行用 B 旋钮调大小，对矩形晶片代表一条边长，对园形晶片代表直径。下行用 C 旋钮调大小，对矩形晶片代

表另一条边长，对园形晶片必须调到零，显示符号 ϕ 。晶片尺寸在探头标牌上标出，例如 5P10X10 表示 5MHz，矩形晶片边长 10X10 毫米，2.5P20 表示 2.5MHz 园形

晶片直径 20mm。

- 如果零点、前沿、K 值已知，可直接输入。如是直探头，把 K 值调到零，此时前沿已无意义，前沿不再显示，如是斜探头，先输入标称 K 值，否则，如 K 值等于零时，前沿项是不显示的。前沿如不知道，有二种方法测前沿，由于前沿是入射点到探头前端的距离，和声速、零点无关，所以在测声速、零点前也可测前沿，方法是移动探头，使 R100 的回波最高，用直尺量出斜探头前端到 R100 边缘的距离 S，前沿 $L=100-S$ ，按 F2 键激活前沿项后，用 A、B、C 旋钮把求得的前沿值输入，以后显示水平距离 X 时， $X=水平声程-L$ ，所以从探头前端边沿量起，再加 X 值就是缺陷的水平位置，引入前沿概念是为了对缺陷水平方向定位方便，定位时可从探头前端边沿量起而不必从入射点量起。另一种方法是等到调 4 号菜单测斜探头零点后，用直尺量出斜探头前端到 R100 边缘的距离 L，计算出前沿后再回到 1 号菜单填入前沿值。

4.5.2 调 2 号菜单：设定检波方式，回波显示方式，探头收发状况，发射脉冲宽度，带通选择

- 按 F1 键选检波极性。探伤一般选全波，测厚建议选半波，本机是用波峰点来对回波定位的，用全波在判断回波峰点时，因正负半波的幅度有时很接近，可能会误判一个半波，造成误差增大。探伤时对定位要求不高，可用全波。
- 按 F2 键切换显示模式，可根据习惯选择空心或实心，实心显示有助于观测到一闪而过的波形，在强光环境下，也容易看得清楚。选择空心或实心不会影响测量数值，所以在调试好仪器后，仍可随意切换。
- 按 F3 键选探头收发状态。依次为单探头反射式（收发为同一个探头），提示符为 — 、双晶探头反射式（在一个探头内装二个晶片，一个晶片发射，另一个晶片接收），提示符为 — — 、双探头穿透式（使用二个完全独立的探头，一个放在工件左边，一个放在右边），提示符为 — — ，选错了可能收不到回波，或造成很大误差。
- 按 F4 键激活后可用 A、B、C 旋钮改变发射脉冲宽度。A 转一步改变 $1\mu\text{S}$ ，B 转一步改变 $0.1\mu\text{S}$ ，C 转一步改变 $0.01\mu\text{S}$ 调节范围为 $0.05 \sim 0.6\mu\text{S}$ ，对不同频率的探头，最大宽度有相应限制，合适的宽度能提高灵敏度。理论值 $= 0.5 T = 0.5/f \mu\text{S}$ ，f 为探头频率，单位是 MHz。例如 2.5MHz 探头调到 $0.20 \mu\text{S}$ ，如脉冲宽度无法调到理论值，应检查探头频率是否正确（见 1 号菜单第四项）。也可通过改变发射脉冲宽度，把回波调到最高。如灵敏度已足够，适当减小发射脉冲宽度，可以降低电池消耗。
- 根据探头频率，按 F5 键选择相近的带通频率，如频率不合适，回波幅度会降低很多，而且有时还会产生限幅现象，如选的带通频率合适，同宽带比，回波幅度变化很小，而噪声却能降低很多。假如无合适频率，可选宽带，但在高增益时，噪声较大。

4.5.3 调 3 号菜单：输入或测量材料声速

- 如果已知声速，可按 F1 键激活后用 A、B、C 旋钮改变声速。A 转一步改变 100M，B 转一步改变 10M，C 转一步改变 1M，如果要测声速，最好也输入大约的声速。
- 为了测声速，一定要先输入二个底波之间的声程，按 F2 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入声程，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 $1 \sim 999.9\text{mm}$ 。在用斜探头测横波声速时，应把 CSK-1A 试块 R100 \sim R50 的差值 50mm 作为声程值。

- 把延时调到零，改变声程和增益，对直探头测纵波声速时，应同时出现一次底波和二次底波，一次波高调到约 80%，移动进波门套住一次底波（门内不能含始波），移

动失波门套住二次底波（门内不能含始波或一次底波或比二次底波高的其它波形）。对斜探头测横波声速时，要反复移动探头，使 R100 的回波达到最高，波高约 80%，再平移探头使 R50 的回波高度要大于 20%，再移动进波门套住 R50 的回波（这样在下个菜单测零点时不用再调节，按一下 F2 键就测零点），移动失波门套住 R100 的回波，以上条件达到后，即可按一次 F3 测量键，测量一次声速，测量项下会显示 2 PEAK，

表示二个闸门一共套住二个峰，如显示 0 或 1 PEAK，要检查哪个闸门没有套住底波。需注意的是，冻结时不能测量声速。新声速会代老声速显示在声速项下，并发出一长一短声以示测量完成。如测出的声速不在 1000 ~ 9999M/S 之内，会有出错提示，请检查声程设置正确否？，二个闸门是否正确套在对应的底波上？

- 如需迅速把声速调到 5920M/S 可按 F4 钢纵键，调 3240M/S 可按 F5 钢横键。

4.5.4 调 4 号菜单：设定或测量探头零点

- 如已知零点，可直接输入零点，先按 F1 键激活该项，再用 A、B、C 旋钮设定零点，A 转一步改变 1 μ S，B 转一步改变 0.1 μ S，C 转一步改变 0.005 μ S，最大 49.995 μ S。对手动调零点，把进波门套住底波，通过改变零点，使显示区测得的声程 S 基本上等于进波门所套底波的声程。对斜探头调零点，移动探头使 R100 的回波最高，再把进波门套住 R100 回波，改变零点，使显示区测得的声程 S 等于 100 左右。常用的 2.5MHz 直探头零点约 1.1 μ S，斜探头零点约 8~10 μ S。
- 如需测量零点，应先输入进波门所套底波的声程，按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮输入声程，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。进波门应套住一次底波，波高调到约 80%高（可按 3 号自动高度键），然后按 F2 测零键，有一长一短声，表示测量完成，新零点已取代老零点显示在零点项下。如测斜探头零点，先在声程项输入 100 或 50，移动探头使 R100 或 R50 的回波最高，进波门套住 R100 或 R50 回波，波高调到约 80%高（可按 3 号自动高度键），再按测零键。如刚按上个菜单的方法测过声速，不用调节仪器，直接按一下 F2 键即测零点。
- 如测的是斜探头零点，把前沿量填入 1 号（探头参数）菜单第五项（前沿）。因为所显示的声程水平分量 X 值是扣除前沿值的，如不想扣除，可把前沿值设定为零。

4.5.5 调 5 号菜单：设定或测量 K 值、输入板材厚度

- 对直探头，K 值应调到零。对斜探头如已知 K 值，可直接输入，先按 F1 键激活该项，再用 A、B、C 旋钮输入 K 值。A 转一步改变 1，B 转一步改变 0.1，C 转一步改变 0.01。设定范围 0.20 ~ 5.00。
- 如要测 K 值，应先输入反射体孔径和孔深。输入孔径时按 F3 键激活后，用 A、B、C 旋钮输入孔径，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。输入孔深时按 F4 键激活后，用 A、B、C 旋钮输入孔深，孔深是指到孔的园心的深度，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。
- 手动测 K 值，移动探头使反射体回波最高，把进波门套住该回波，波高调到约 80% 高（可按 3 号自动高度键）。再按 F1 键激活 K 值项后，用 A、B、C 旋钮手动改变 K 值。A 转一步改变 1，B 转一步改变 0.1，C 转一步改变 0.01，K 值改变时，垂直深度测量值 Y 也随之改变，当 Y=反射体深度时，K 值就调好了。要

特别注意的是一定要先输入反射体孔径，因为在按 F1 键激活 K 值项后，计算出来的 Y 值是到反射体园心的深度，所以一定要知道孔径。

- 自动测 K 值，反复移动探头使反射体回波最高，把进波门套住该回波，波高调到约

80%高（可按 3 号自动高度键），然后再按 F2 测 K 键，如测得的 K 值在 0.20 ~ 5.0 之间，就会发一长一短声，并以新 K 值代替老 K 值显示在 K 值项下。

- 在测量 K 值时，要仔细反复移动探头，使回波幅度最高。为了方便记住最高波，可先按 5 号峰值记忆键，再移动探头找到最高点后，不用再按住探头，然后就可测 K，测后自动退出峰值记忆。
- 孔深项、声程项在机内是同一个变量，仅叫法不同，如在 4 号测量零点菜单上设定的声程数值，在本菜单上就变成孔深数值。
- 如果是板材焊缝探伤，为计算多次波探伤缺陷深度，请正确输入板材厚度(F5 厚度项)，如不是板材焊缝探伤，而是用斜探头探工件内部缺陷时，如缺陷区是用 2 次波探测的，输入探测面到反射底面的工件厚度，如不用 2 次波探测，为避免仪器误用 2 次波公式计算缺陷深度，应输入大于工件最大厚度的数值。

4.5.6 调 6 号菜单：设定补偿、测长、定量、判废、搜索增量的 dB 数

- 如要做曲线，应先把补偿、搜索增量调到零，否则采样点的高度会受补偿和搜索增量的影响。
- 如作 DAC 曲线，要设定测长、定量、判废三个偏移量，也可在 DAC 曲线作好后，改变偏移量，退出改变后，会以新的偏移量重作 DAC 曲线。如偏移量之间相差很大，很可能无法同时显示三条曲线。如偏移量之间虽然差别不大，但绝对值很大，很可能所作的曲线会在显示屏外，要改变增益后才能在显示屏上显示。
- 补偿、增量大小探伤时可改变。
- 如作测厚用，直接调到 13 号菜单，开始测厚。

4.5.7 调 7 号菜单：作 AVG 或 DAC 曲线

- 如不制作曲线，直接调到 8 号菜单。
- 制作曲线前一定要把补偿调到零，把搜索增量调到零或通过按 7 号（增益+dB）键把搜索增量起作用否切到 OFF，否则采样点的高度会受补偿和搜索增量的影响。
- 第 1 项曲线项下的数字是已作曲线条数，如为空白，表示还未作过曲线。如已作曲线可先按一下 F4 全清键，清除曲线和采样点，此时可看到曲线项下变为空白，采样项下数字变为 0。
- 第 2 项采样项下的数字表示已采样点数，0 表示未采过样，采样点数最大为 8 点。采样前必须把进波门先套住采样点的回波，并且在门内该采样点的回波最高，但要小于 100%，不过也要大于 20%，过小会降低采样精度。小心移动探头使得回波最高，也可先按 5 号峰值记忆键，再移动探头找到最高点，这时才可以按 F2 采样键，采样成功后，自动退出峰值记忆，采样数会加 1，采样点波峰上会显示一个小十字。
- 如是制作 AVG 曲线，必须先对第三项设定采样点的等效 ϕ 值才能采样，并且只能采 1 点。如对底波采样，要把第三项的 ϕ 值调到最小时，显示改变为底波后，才能对底波采样。采样后，在按 F1 曲线键作 AVG 曲线前，要先设定所作曲线的等效 ϕ 值，故再调第三项 ϕ 值，然后按 F1 键作出一条对应此 ϕ 值的 AVG 曲线，再调另一个 ϕ 值，再按 F1 键作出第二条 AVG 曲线，最多可作三条 AVG 曲线。
- 如要制作 DAC 曲线，采样点数必须大于等于 2 点，多点采样过程中，可以改变声程、增益、延时，这时已采样过的小十字位置，会随之改变。如对采样点不满意，可按 F4 全清键，清除所有采样点后，再重新采样。采样后，按 F1 键即作出三条 DAC 曲线。
- 按 F5 清线键后，仅清除已制作的曲线，但保留采样点，用途见下面二条详介。

- 对于 AVG 曲线，如仅需改变曲线等效 φ 值，可按 F5 清除曲线键，再选新的 φ 值，再按 F1 曲线键就可作一条对应新的 φ 值的 AVG 曲线，再选另一个 φ 值，再按 F1 键，

最多可作三条新的 AVG 曲线。

- 对 DAC 曲线，按清除曲线键后，可增加新的采样点。按 F1 曲线键后，重新再画 DAC 曲线。
- 按清除曲线键后，在原来采样点上，会显示小十字，调离 7 号（曲线）菜单后，小十字会消失，以免干涉视觉。
- 如已作过曲线但显示屏上看不见曲线，是因为增益、声程、延时与采样时差别太大，曲线已超出显示屏范围，试改变一下增益、声程、延时后，有提示信息显示曲线偏离位置（曲线太高时应降低增益，曲线太右时，应增加声程）。

4.5.8 调 8 号菜单：设定距离—增益提升参数

- 如不设定距离—增益提升，可跳过 8 号菜单。
- 按 F2 键，激活后可用 A、B、C 旋钮设定增益提升起点的声程，A 转一步改变 100mm，B 转一步改变 10mm，C 转一步改变 1mm，范围 20 ~ 9999mm。
- 按 F3 键，激活后可用 A、B、C 旋钮设定增益提升升率（快慢），以每 256mm 声程提升 dB 数表示，A 转一步改变 10dB，B 转一步改变 1dB，C 转一步改变 0.1dB，范围 1.0 ~ 10.0dB。
- 改变增益提升起点的声程或改变增益提升快慢都会引起第四项终点声程的改变，终点声程=起点声程+256X（20/增益升率），超过终点声程后，增益就不再增加，停留在终点声程时的增益。
- 增益提升后，在提升范围内，曲线会抬高，回波也同时抬高，相对关系不会改变，不会改变当量值。
- 提升范围要么包含整个 DAC 曲线，要么不含 DAC 曲线，部份包含会造成误差。

4.5.9 调 9 号菜单：开/关失波门、启/停界面波功能、微调界面波零点、 改变声程标尺、设定抑制量

- 如不用失波门，应关闭闸门 B，以免引起失波报警。按 F1 键可开关闸门 B。
- 如不用液浸法探伤或测厚，应关闭界面波功能，界面波零点可不理会。
- 如用液浸法探伤或测厚，界面波左右抖动时，它的最大声程应小于 200 μ S，切到 ON 前，进波门应不含始波，否则，会锁定始波而不是界面波，门宽应含界面波左右抖动极限位置，但也不要超过太多，界面波应尽量在门的中点，才能使锁定范围最大。
- 按 F2 键界面波切到 ON 后，进波门的指示功能已完成，进波门就可正常使用，不再对界面波起作用。此时，界面波被移到声程的起点（声程零点），如果界面波声程发生抖动，由于被锁定在声程的起点，从而减小工件回波的抖动。在显示屏右上角还会出现一个小窗口，小窗口内显示按比例缩小的始波和界面波以及当初进入时进波门的位置，所以能监视界面波的大小和抖动范围。此时如改变声程或延时，仅对界面波后面的工件回波起作用。
- 因界面波波高往往>107%，在跟踪时，无法确定峰点，会引起误差，为修正误差，可调界零，按 F3 键，激活后可用 A、B、C 旋钮设定界面波零点，修正跟踪误差，A 转一步改变 1 μ S，B 转一步改变 0.1 μ S，C 转一步改变 0.01 μ S，范围 0 ~ 2.50 μ S。改变界面波零点，使进波门测到的已知声程（或厚度）为正确值。
- 该菜单第 4 项是声程标尺切换，如是直探头，K 值已调到零，只有声程 S 标尺，故不需再切换，如是斜探头，根据需要，通过按 F4 键切换到所需的声程标尺。探伤过程中也可随时变换标尺。

- 按 F5 键，激活后可用 B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮设定抑制百分比，范围

为 0 ~ 50%，B 转一步改变 10%，C 转一步改变 1%，状况显示区中部显示 RJ=XX%，当抑制为零时，不再显示 RJ=0%。杂波不大时，最好尽量不用抑制，把抑制调到零。

4.5.10 调 11 号菜单：底波锁定切换。

如不需底波锁定，按 F5 键切到 OFF 即可，只有在平板探伤时，按规范声程要调到能显示 10 次底波时，1 次底波被压缩到左边仅 1/10 处，造成观察缺陷波困难时才需底波锁定功能，在 OFF 状态下，先把探伤灵敏度调好，延时调到零或 N 次底波，取决于锁定后右半屏起点声程期望值，然后改变声程看到 M 次底波高度大约 100%波高，位置约在显示屏右端 90%处，再按一下 F5 键切到 ON，此时原先全屏的内容被压缩到右半屏显示，而且右半屏的声程及延时已经锁定，不会再改变，以后调延时和声程，仅改变左半屏的显示，这样显示屏 55%区域用于显示缺陷回波，另 45%区域用于显示 M 次底波，用失波门套住 M 次底波，当探到大缺陷时，M 次底波高度会下降到失波门高度以下，产生失波报警。

仪器已校调好，按一下 D（菜单）旋钮直接进入 0 号菜单，把第 2 项锁定项切到 ON，以防意外修改。如现场要换多个探头探伤，可另选一个不用的通道号，再校调一遍，到现场可快速切换。

4.6 探伤

- 调到 10 号探伤菜单，可进行探伤及记录。按 F1 键，就可把当时的回波图形和探伤参数、时间贮存到第二项存号所指的图号中，存后图号会自动加 1，如图号后有个？表示此图号已经存过，不能再存新图，要按 F2 键激活存号修改功能，用 A、B、C 旋钮改变存号，如没有空号，就要调到 14 号回放菜单来清除，所以最好在探伤前预先清除好贮存器。贮存后的图形，以后可传送给 PC 机，在 PC 机上编写报告（提供编辑软件）并打印，所以最好用纸记下各图号所存工件名称，部位等内容，供回去在 PC 机上编写报告时用。也可在 14 号回放菜单现场查看已经存贮的回波图。
- 根据工作表面光洁度设定补偿量，方法是调到 6 号补偿菜单。按 F1 键激活后可用 C 旋钮设定补偿量，范围正负 20dB，步长 1dB，它仅改变内部实际增益，曲线高度不会改变。
- 该菜单第 5 项是切换发射脉冲重复频率快慢。按 F5 键切换快慢，SLOW 慢，FAST 快，具体频率见上排显示的数值，数值同声程大小还有联动。重复频率快可适应快速移动探头，但易产生幻波。为判别幻波，可切换发射重复频率，如不是幻波，波形不会有变化。
- 扫查时，如要增加搜索灵敏度，按（7）号增益+dB 键使增量起作用。此时在增益 G =XX 后，可看到+XX。具体增加多少增益由 6 号菜单第 5 项增量项设定，方法是先调到 6 号菜单，再按 F5 键，激活后用 C 旋钮设定，范围 0 ~ 20dB，步长 1dB。增量仅改变内部实际增益，曲线高度不会改变。对缺陷定量时，要关闭该功能，方法是再按（7）号键，即可看到+XX 字符消失。
- 要提升远处回波幅度时，可按（4）号 DGC 键，打开提升功能，在状态显示区中部会显示 / 符号。再按（4）号键关闭此功能。提升起点声程和增益升率由 8 号设定 DGC 菜单设定。
- 需细看分析回波时，可按（6）号冻结键冻结回波，冻结后探头拿离工件仍保留回波，仍可调声程、延时，也可扩展分析，但不能改变增益。再按此键解冻。
- 如对某处回波需特别观察回波相位，应把声程调到最小，把回波扩展到分清每个半波，再切换检波极性，就可区别出相位。为调节方便，可把进波门套住需扩展的回波，再按

(9) 号波形扩展键打开扩展功能，回波先扩展一倍，状态显示区中部出现 \leftrightarrow 符号，水平坐标尺下方出现一个三角形，指示该点为扩展点。此时如再减小声

程（逆时针转动 B 声程/位置旋钮），仪器会自动增加延时，使回波位置不变。声程一直可减小到最小，可分清每个半波。如果扩展点的左右位置不理想，可转动 C（延时/宽度）旋钮改变扩展点位置。如再按（9）号波形扩展键，就会回到原来声程和延时。

- 在用斜探头时，应先在 9 号菜单设定声程标尺，按 F4 刻度键可选水平座标为声程，或声程的 X 分量为上排、Y 分量为下排，或声程的 Y 分量为上排、X 分量为下排。上排的分度值为整数，下排的分度值是依 K 值计算出的，有小数。双座标显示可以方便用户快速定位缺陷的水平 and 垂直位置。
- 在探到缺陷而需进一步查明性质时，可切到 11 号菜单进行动态波形描绘。方法是把进波门宽度调到含缺陷波可能出现的范围，但不能含始波和底波。准备好后，按 F3 起动键开始扫描，此时探头应在缺陷区上同步移动。实时回波仍能看到，同时以实时回波的峰点作为高度，曲线等速向右边移动，画出一条回波高度和探头移动相关的曲线，这就是动态波形记录线。根据缺陷的动态波形，就能帮助识别单个夹渣、小裂纹、白点、非金属夹渣、夹层、平滑大裂纹等缺陷。
- 动态回波扫描进行时，如进波门内没有高于 3%高的回波，动态回波曲线高度就为零，曲线就同水平刻度线重合，就看不到扫描进度，故为了指示扫描进度，显示屏最上部有二行显示点阵组成的进度条。
- 动态回波曲线不含缺陷的深度信息，它表示的是探头移动与缺陷回波高度的关系，而包络曲线是探头移动时，缺陷深度与缺陷回波高度的关系。
- 按 F1 存动键，仅储存动态波形线，不记录实时回波。
- 按 F4 清图键可清除动态波形线，按 F3 起动键也清除老图并立即开始扫描。改变菜单后，不保留老图。
- 启用包络或峰值记忆功能后，发射重复频率最高为 200Hz，改变声程和闸门位置等操作后，自动退出包络或峰值记忆。
- 启用包络或峰值记忆功能时，如按 F1 存 A 键，贮存的是包络或峰值，而不是实时回波。
- 启用峰值记忆功能后，要求进波门内的回波要超过 3%高才起作用。
- 如要失波报警功能，把闸 B 切到 ON（调到 9 号菜单切换），把失波门套住底波，门高调至 80%左右，再把报警切到 ON，这时如出现底波高度低于失波门门高，就会报警。如要改变音量，按一下 D（菜单）旋钮切到零号菜单按 F5 键改变音量，再按一下 D 旋钮回到原菜单。
- 进波门实时显示测量结果，每秒刷新约 4 次，如门内没有比 3%高的回波，测量显示区变空白，以免杂波使数据乱跳，干涉视觉。如想测量小于 3%高的回波，可把进波门高度设定到底部 1%的高度，即可测量大于等于 1%高度的回波。
- 直探头仅显示回波声程 S 及波高 H 百分比，如有 AVG 曲线，后面会增加显示等效 ϕ 数和 $\phi 2+XX$ dB。如有 DAC 曲线（直探头近场区探伤时），并且回波在 DAC 曲线左右区间范围之内，则改显 SL $\pm XX$ dB。
- 斜探头平板焊缝探伤前要先输入工件厚度，作为计算几次波的依据，所以要输入工件厚度，在 5 号单第五项输入工件厚度，。
- 斜探头除显示声程 S 和波高百分比外，还增显 X 水平分量，Y 垂直分量，Y 下标可能为 Y1 ~ Y4 或 YA，Y1 ~ Y4 表示 1 次波 ~ 4 次波，代表缺陷深度，大于 4 次波时，改为显示声程垂直分量，为区别以 YA 表示，所以一定要正确设定工件厚度。如有 DAC 曲线，而且回波在曲线区间段内时，再增显 SL $\pm XX$ dB。需特别强调的是所显示的

X 水平分量值=X 水平声程减去探头前沿，故必需正确输入探头前沿，如差值为负，则显示零。传送到 PC 机的 X 是水平声程，PC 机上显示的也是水平声程，不再考虑探头前沿。

如采用水浸法探伤，应先调好水中声程，再调到 9 号菜单，参见 4.5.9 节调 9 号菜

单说明前二项，调好进波门后，按 F2 键把界面波锁定功能切到 ON，界面波位置就作为新的零点，被移到声程零点，接下来就如非水浸法探伤一样操作。

4.7 B 扫功能

- 调到 12 号 B 扫菜单，可进行 B 扫及记录。
- B 扫图水平轴代表探头在工件上移动的距离，垂直轴代表底波声程对设定厚度的百分比，以实心图显示。百分比小时，图形在上部，看起来如工件剖面图。如把厚度设定为工件标称厚度，B 扫后就可显示出工件减厚情况。
- 起动 B 扫前，应先设定工件最大厚度，按 F5 键激活厚度项后可用 A、B、C 旋钮输入厚度，A 转一步改变 10mm，B 转一步改变 1mm，C 转一步改变 0.1mm。设定范围 1 ~ 999.9mm。
- 厚度设定后，再移动探头作一次预演，看看回波幅度合适否，底波声程变化范围应在进波门内，并且应小于厚度设定值。门内不能含始波。回波和刻度最好设置不同的颜色，这样 B 扫时可看到实时回波状况。
- 准备工作完成后，把探头移到 B 扫起点，按 F3 起动键开始 B 扫。探头移动速度要均匀，同工件接触要良好，扫描过程约 20S。扫描进行时，能同时显示实时回波波形，扫描结束时，实时回波波形消失。
- B 扫时，如进波门内没有比 3%高的回波，为了指示 B 扫进度，显示屏最上部有二行显示点阵组成的进度条。
- 按 F1 存 B 键保存 B 扫图到第二项存号所指的图号中，存号会自动加 1，如图号后有个？表示此图号已经存过，不能再存新图，要按 F2 键激活存号修改功能，用 A（增益/高度）、B（声程/位置）、C（延时/宽度）旋钮改变存号，如没有空号，就要调到 14 号回放菜单来清除，所以最好事前预先清除好贮存器。贮存后的图形，以后可传送给 PC 机，在 PC 机上编写报告（提供编辑软件）并打印，所以最好用纸记下各图号所存工件名称，部位等内容，供回去在 PC 机上编写报告时用。也可在 14 号回放菜单现场查看已经存贮的 B 扫图。
- B 扫结束后，如要测量某点厚度百分比，可移动进波门同某点相重合，数据显示区会显示厚度百分比。
- 按 F4 清图键清除 B 扫图，回到实时回波显示。
- 调离 B 扫菜单后，会自动清除 B 扫图，回到实时回波显示。

4.8 测量厚度

- 调到 13 号测厚菜单，可进行测厚及记录。
- 测厚前，最好把 4000 个厚号全部清空，以免中途清除时不小心把已测数据误清除。方法如下：按 F4 键即在清起、清终、数据分组之间切换。清起为清除厚度数据的起始号，激活后可用 A、B、C 旋钮设定起始号为 1，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1，清终为清除厚度数据的结束号，激活后可用 A、B、C 旋钮设定结束号为 4000，再按 F5 执行键就清除从起点到终点厚号之间的厚度数据。特别要注意的是要在第 4 项清起或清终激活时（数值反转显示），才能执行清除命令，这是为了防止误按 F5 键而设置的。
- 由于能看到回波，在测量形状复杂的工件厚度时，把进波门套住所测回波，就能避免误测。进口的高档测厚仪带回波显示也就是考虑到这一点。
- 在为测厚校调仪器时，最好选半波，因为选全波时，正负半波的高度有时非常接近，这样在判最高点时，可能会相差一个半波，增加误差（对 5MHz 探头，差一个半波会引起 0.3mm 误差）。探头频率、发射脉冲宽度也要正确输入，声速、零点也必须校调好，脉冲宽度调稍窄点较好，带通选宽带较方便。
- 菜单条第二项存厚项下面的数字表示按 F1 键测厚时，二个闸门套住底波个数，如显

示 0 表示没有一个闸门套住底波，当然测厚不成功。如显示 1 表示有一个闸门套住

底波，如采用的是始波到底波模式，测厚成功，如此时采用的是底波到底波模式，应该显示 2，应检查那个闸门没套住底波，反之，如采用的是始波到底波模式而却显示 2，那也是错的，关闭失波门（调到 9 号菜单按 F1 键）后就不会出此错。

- 声速、零点校调好后就可以测厚。一般选一次底波比较方便，底波高度最好调 80% 左右，进波门要套住底波，按 F1 测厚键后，测得的结果就是测量显示区所显示的 S 值。需特别注意的是失波门不能套住回波，否则会误认为是回波到回波测厚模式，会显示 2 PEAK，所以最好关闭失波门。
- 另一种测厚模式是回波到回波测厚模式，测厚时，把进波门套住一个底波，失波门套住另一个底波，按 F1 测厚键后，本机会计算出二个底波之间的厚度。测厚模式会自动识别。应特别注意的是按测厚键后，如显示 1 PEAK，虽然第一项也有厚度显示，但那是始波到某一闸门的厚度，不是二个底波之间的厚度，要检查哪个闸门没有套住底波，调试后再重新测厚。
- 如要保存测厚数据，按一下 F2 存厚键，第三项的厚号会自动加 1，厚度数据贮存后，会自动消失。
- 如想回看已存厚度值，按 F3 厚号键激活该项后，可用 A、B、C 旋钮改变厚号，A 转一步改变 100，B 转一步改变 10，C 转一步改变 1，如该厚号内已经存有数据，就会在第一项测厚项下的数据区显示已存的厚度值，如果该厚号存的是数据分组标记，则在显示屏上部中间位置会显示当初分组时的时间。
- 第三项厚号后如出现？表示该厚号已经存有厚度数据，不能再存数据，要另找空号，方法是按 F3 键激活后可用 A、B、C 旋钮改变厚号，直至找到空号。
- 低于 3%高的回波不测量，门内不能含始波。
- 所测底波高度要 $<107\%$ ，也不要低于 20%，否则会增加测量误差。
- 一个工件的所有厚度点测完后或所有工件的同一个厚度点测完后最好插入一个数据分组标记，以区分测厚项目，并用纸记下工件名称及数据所存的厚号范围，以后出报告时电脑会根据分组标记，执行分页显示，再同测厚时用纸记下的内容核对，可以避免数据搞错。插入数据分组标记的方法是反复按 F4 键，直到出现数据分组为止，再按一下 F5 执行键即可，同时可以看到厚号自动加 2，这是因为一个数据分组标记占据二个厚度号。厚度数据传送到 PC 机后，会根据数据分组标记自动分页显示厚度值及当初测厚时的时间。

如工件表面不光洁，可改用水浸法测厚。先把仪器校调好，再参考 4.5.9 节把界面波切到 ON，界面波就被看成新的声程零点，再用已知厚度的试块放入水中，校一下界面波零点后就可测工件了。换工件后界面波声程会少许变化，但只要在设定范围内，仍能把界面波锁定在零点，不会影响测量。由于界面波锁定误差较大，用此法测厚误差也较大。

第 5 章 向 PC 机传送数据

- ❖ 先安装 PC 端软件。如使用赠品中的 RS-232 转 USB 转接器，需安装驱动程序（转接器为赠品，不属于本产品范围）。具体参考光盘中 Readme.txt 文件。
- ❖ 在关机状态下联接通信电缆。把 6 芯园插头插入本机侧面的 6 芯插座（注意对准键的方向，不能硬插）；九芯方插头插入 PC 机 RS-232 插座。如 PC 机只有 USB 口，可串入一个 RS-232 转 USB 的转接器。
- ❖ 接通本机电源，开机。在退出开机画面后，任何时候都能接收 PC 机的传送命令。PC 机上调出通信软件（UniData Analysis），默认在桌面有快捷方式。选择文件菜单，再选择读取设备...，再点击开始。本机向 PC 机传送所有已存入的图形和测厚数据。空号是不传送的，所以无用的图形和测厚数据应及时清除，这样可节省传送时间。每秒可传送约 10 幅图形或 1000 个测厚数据。传送时本机提示行会显示“数据收发”；PC 机上有进度条显示传送进度百分比。传送结束仪器会发二声提示声，PC 端会提示保存为文件。
- ❖ 在 PC 端浏览探伤数据时：
 - 通过 F6 切换探伤或是测厚；
 - 使用上下箭头，或是鼠标滚轮，控制前后翻单页；
 - 使用左右箭头，控制前后翻 10 页。
- ❖ 需要查阅之前保存的探伤文件：
 - 选择文件菜单中的打开...，选择所需文件；或，
 - 在系统的文件管理器下，双击所需文件打开。
- ❖ 需要输出探伤报告时，选择文件菜单下的输出...。软件会调用设置好的报表模板，产生探伤报告。然后使用系统默认字处理软件中打印功能，打印报表。
- ❖ 文件菜单下的配置...是用来设置报告模板以及通信端口。默认设置已经能很好工作，无需改动。如需定制报告模板，请先仔细阅读软件使用文档。
- ❖ 具体 PC 机软件的使用方法，请参阅软件文档（已随机安装，默认安装在程序组下的超声波探伤仪目录下）。

第 6 章 注意事项

- ❖ 本公司仅对仪器制造质量承担三包责任，对探伤和测厚失误所引起的损失不承担任何法律赔偿责任。
本说明书仅适合于具有超声波探伤专业知识的人士使用，故对探伤知识、方法、术语、注意事项不再赘述，如是初学者，请先阅读第 7 章。
- ❖ 模拟探伤仪用衰减器改变灵敏度，本仪器用增益代表灵敏度，增益 dB 数越大，灵敏度越高，同衰减器正好相反。
- ❖ 最好准备一个本子，记录各个文件号的用途、所配探头编号、所作曲线条件，以后可以根据工作要求，直接选对应文件号使用。
- ❖ 探头温度变化会引起灵敏度变化，故在环境温度和作曲线时的气温差别很大时，最好作些修正，通过改变补偿量即可实现。
- ❖ 探伤结束后，及时把数据传送到 PC 机，并在 PC 机上查看无误后，才可清除仪器中的数据。
- ❖ 每次工作前，最好先清空图形、厚度数据区，以方便贮存数据。准备一张纸和笔，供现场记下各图号所存工件名称，以免回来在 PC 机上编写报告时，回波图同工件名发生差错。
- ❖ 接上探头后，如看不到始波，应检查探头方式设置是否正确，延时、探头零点是否太大，增益是否太高，以致回波跑出显示屏。如能看到发射始波，仪器基本上没有问题，应再检查探头连接线。如测量值 H 大于 107%，可按一下 (3) 号自动高度键，把波幅降到 80% 后，就可看到回波。
如最大增益调不到 110dB，那是因为搜索增量设定不为零或补偿量大于零，如最小增益调不到 0dB，那是因为补偿量小于零。请参见 3.6 节的说明。
- ❖ 如想测探头频率，可把回波冻结后再扩展到分得清各个半波，减小进波门宽度，把门分二次分别套住相邻周期的波峰，分别读出 S1, S2, 探头频率 $F=2.96 \div |S2-S1|$ ，F 单位 MHz, S 单位 mm, 声速 5920M/S, 方式：反射式。也可用峰到峰测厚模式，直接测出 $|S2-S1|$ ，再代入上式。
- ❖ 探伤仪附近有手机通话时，可能会有干涉，手机待机时，由于手机自动地同基站定时联络，也可能有间隙干涉。
- ❖ 在声程很小延时很大时，要把延时调回到零是很费时的，本仪器特有的一个功能，即按下 C 旋钮超过 0.6S 后，即把延时调到零并且发出二声提示声。注意在波形扩展功能有效时无此功能，只要退出扩展，就能回到原来的延时。在 C 旋钮作为调闸门宽度时，也无此功能。
- ❖ 尽量利用自动高度键来大幅度改变增益，例如想看看最大增益时的杂波，可拔去探头电缆线并把进波门远离始波，再按 3 号自动高度键，即可达到最大增益，反之，把探头压到工件上，把进波门移到相应的底波位置，再按 3 号自动高度键，即可使增益快速降到使底波达到 80%高度的增益上。
- ❖ 如不知某个功能在那个菜单号，可按一下 D 旋钮（菜单旋钮）进入总菜单画面查看属于那个菜单号，但由于画面尺寸限制，3 号（测零点），4 号（测 K 值），11 号（动态曲线），12 号（B 扫），13 号（测厚），14 号（回放）没有列入。
- ❖ 请尽量选用优质探头，本仪器随机配套的国产优质探头不但灵敏度高，而且阻尼也相当好，使探伤仪和探头的组合性能充分发挥出来，否则好仪器搭配差探头，性能会大打折扣。如发现在高增益时，插上探头后杂波大增，就要查一下探头的金属外壳同 Q9 插座外壳接触是否良好，可用万用表量电阻或用一根短导线连一下试试。现在有一种塑料外

壳探头，如果内壁没有金属屏蔽片，会带来很大干扰，这种探头最好别用。

- ❖ 如在有强电干扰大的环境中发现杂波干扰大时，可拔去探头线看看干扰还有多大，一般来说，仪器受干扰的程度比探头小得多，所以重点在探头和探头线上，如检查下来接地没有问题，那也只能拉开同干扰源的距离。选用灵敏度高的探头能提高回波幅度，如灵敏度高 6dB，增益就能调低 6dB，干扰也就降低 6dB。选用同探头频率相近的带通频率，也能降低一些干扰。
- ❖ 如探头频率同带通频率相差很大，没有一个相匹配的，就选宽带，否则会得不偿失，而且可能在某段增益时，出现限幅现象。
- ❖ 液晶屏的玻璃比较脆弱，对仪器要轻拿轻放以免意外震碎玻璃。
- ❖ 如电池充到 5.7V 左右（基本上充足了），此时在开机状态下拔出外接电源插头，如电压一下子降到 5V 以下，这是不正常的，可能是时间久了，电池的正负极片会发生接触不良，应取出来清洁一下，也可能电池的内阻变大了，要更换电池。
- ❖ 随着电池充放电次数增多，电池的容量（mAh 数）会逐步减小，连续工作时间应以电池实际容量估算，本机有电池放电电量显示，放电到 4V 时的电量，就可认为是电池的实际容量。实际容量降到过小时，应及时更新电池，最好使用低自放率电池，这种电池虽然标称容量不是很大，但实际容量同标称值比较接近，而且一致性好，随着充放电次数增加，容量下降也比较慢。
- ❖ 由于电池有自放电现象，如是很久前充的电，在要带到野外使用前，最好再补充些电。
- ❖ 仪器长期不用时，应每月对电池充电一次。
- ❖ 由于模拟机的声程只有等分刻度线，没有具体声程值，故要先用试块按 1 比 1 或 1 比几对声程定标，探伤时也不能随意改变声程，否则要再次标定。数字机的声程刻度线上标有声程值，只要调节声程大小到期望值即可，不必再定标，故在探伤时，为细看某处回波，可任意改变声程，看后再改回即可，这也是数字机使用方便之处。
- ❖ 对平板探伤时，利用失波门套住底波对大缺陷报警时，由于一次底波太高，就是下降 20dB 也超过 100%波高，为了提高报警灵敏度，可把失波门套住 2 次或 3 次底波或采用底波锁定功能，实现左右分屏显示，详见 4-5-10 节。
- ❖ 彩色显示屏每个显示点由三种单色水平排列组成，选用不同单色，位置会在水平方向上产生少许移动。选用单色时线条最细，复色时，会变宽些，这是正常现象。
- ❖ 探头频率设定值对发射脉冲宽度有制约作用，如发射脉冲宽度调不到合适值，应检查探头频率设定正确否？
- ❖ 打开波形扩展功能后，最大声程会受到限制（不超过打开前的声程），如果声程无法调大，应先检查一下显示屏底部的状态显示区中部如有符号 \leftrightarrow 显示，可再按一下波形扩展键（9 号键），把波形扩展功能关掉，声程就能调大了。
- ❖ 如抑制没有设定为 0，波形下部会变成直上直下，尽量不要用抑制功能。

第 7 章 初学者基本知识

7.1 超声波探伤原理

超声波是频率很高的声波，定向性很强，犹如手电筒发出的一束光，射到物体时，会被反射回来。超声波探头内，有个压电晶片，施加一个发射脉冲电压，就会产生超声波脉冲，当把探头压紧在光洁的被测工件上时，超声波束就会传入工件，以每秒数千米的声速前进，当碰到裂缝等缺陷时，从缺陷表面反射回来，传回到探头晶片上，产生回波电压。经仪器处理后，从声波来回所花费时间，再扣除掉晶片到探头表面保护膜所化的时间（称作探头零点），乘上声速就是超声波脉冲走过的路程称作声程，也就是从探头表面，声波入射到工件的点（称作入射点）到缺陷之间的距离，同时从回波电压大小也可推算出缺陷大小。由于发射时晶片强裂振动，震动衰减下来需要一定时间，此期间收到的回波混在余震中无法区别，故最小探测距离（称作盲区）一般为 5mm 以上，而且增益越高，盲区会越大。如要探测近距离缺陷，需用频率高阻尼好的探头或双晶探头。

当声波前进到工件底部时，也会产生反射。反射方向同镜子反光规则，即垂直射入时，垂直反射回；斜射时，反射角等于入射角，且在法线两侧。如果工件底面平行于放置探头的探测面，垂直反射的回波仍能被探头接收到，而且工件底面面积一般来说远比缺陷大，故底面回波幅度也远比缺陷波幅度大。

底面回波简称底波。底波回传到探测面时，又会产生反射，又会向底面传播，如此来回反射，形成 2 次底波，3 次底波，4 次底波等等。由于存在扩散现象，反射损耗，吸收损耗等，各次底波会越来越小，经过一段时间后，能量就会耗尽，再起动下一次发射。每秒发射次数称发射重复频率，探头移动速度快时，要求较高发射重复频率，否则会造成漏检。

如果工件底面同探测面不平行，根据反射角等于入射角原理，反射波偏向一边，底面反射波就回不到探头，也就收不到底波，故工件的上下面不平行时，是看不到底波的。所以试块上的平底孔之所以强调是平底孔，是因为钻头头部为尖的，而且打出的孔底表面光滑，如同镜面反射超声波，因 120 度尖角，故向四处反射，探头就收不到回波，同理，如工件内部缺陷面平行于波束传播方向，也是不容易收到缺陷回波的。如缺陷面垂直于波束传播方向，收到的缺陷回波会最大，所以要根据缺陷最可能的方向，尽量选择探伤灵敏度高的探测面探伤，或选不同方向探测面反复探测，如找不到合适的探测面，也可改用斜探头。

斜探头内的晶片是倾斜安装的，射出的超声波束也是斜线进入工件的。为表明倾斜程度，用工件内波束方向同探测面垂线之间的夹角表示。角度越大，波束越倾斜；声程在水平方向上的分量（也可叫投影）所占比例越大，垂直分量比例越小。常用的 60 度斜探头，水平同垂直之比为 1.73 比 1（60 度正切函数值），也可用这个比值称为 K 值来表示，故 $K = 1.73$ 就是 60 度的斜探头，而 $K = 0$ 是斜探头的特例，即称为直探头，没有水平分量，垂直分量就是声程。特别要注意的是斜探头所标注的角度或 K 值是针对工件为钢铁（横波声速 3240M/S），如对铝铜等横波声速不是 3240M/S 的材料，折射角就不相同了，K 值对不同材料是会改变的。

斜探头常用于焊缝探伤，因为焊缝表面高低不平，不能用直探头直接在焊缝上探伤，而且缺陷往往平行于焊缝，直探头的声束和缺陷面的夹角很小，也不易发现缺陷。由于斜探头的声束是倾斜进入工件的，可以避开高低不平的焊缝表面，在焊缝一侧探伤，而且声束和缺陷面的夹角比较大，尤其是先入射到底面再斜着反射的声束正好垂直于缺陷表面，能产生比

较大的反射波，容易检测到缺陷，这也称为 2 次波探伤。随着探头朝远离焊缝方向移动，一直可以探到焊缝最上部，不过再后移下去声束会先打到上表面，再

斜着反射下来，也可打到焊缝，形成 3 次波探伤。但是路程越远回波强度越弱，应尽量不用。用 1 次波探到的缺陷深度，就等于声束走过的垂直分量；用 2 次波探到的缺陷深度不等于垂直分量走过的路程之和。缺陷越浅，垂直分量走过的路程之和反而越大。例如板厚 20mm，声束的垂直分量走过 35mm（缺陷波出现在刻度垂直分量 35mm 处），这表明声束的垂直分量走 20mm，碰到底面后反射向上走 15mm（35 - 20），故缺陷深度为 5mm（20 - 15）。读者可在纸上画示意图理解。为了直接显示缺陷深度，仪器会根据板厚自动计算出缺陷深度，Y = XXX，且在 Y 下标标出 Y1 或 Y2 或 Y3 以表示是 1 次或 2 次或 3 次波探伤。对于 2 次波探伤， $Y2 = d - (y - d) = 2d - y$ ，所以一定要事先输入工件板厚（在 5 号或 12 号菜单按 F5 键后输入），具体是几次波探伤仪会自动识别。

由于超声波在传递过程中，强度会逐步衰减，相同大小的缺陷，在不同深度时，缺陷回波的高度是不一样的，不能用某一波高一刀切来定缺陷大小。为了帮助判断缺陷大小，用曲线来表示某一大小的缺陷回波高度同深度的关系。直探头探伤往往用 AVG 曲线，斜探头用 DAC 曲线。AVG 曲线在 3 倍近场区内，由于波的干涉原因，同理论值比误差较大，为了显示近场区位置，AVG 曲线左边近场区用水平直线表示，在近场区内显示的当量尺寸，只能供参考，用直径小的探头能减小近场区，如要检测更近距离（即深度）的缺陷大小，只能用不同深度的平底孔试块做 DAC 曲线。

超声波探头必须同工件表面紧密接触，中间哪怕一层极薄的空气，也会产生极大衰减，在工件上刷耦合剂（例如机油）就能减少耦合损失。如工件表面光洁度不好，而曲线是对试块做的，那末根据两者光洁度的差别，探伤时，应对增益（仪器放大量）增加一些，以补偿耦合损失。补偿量大小可凭经验确定，也可通过先测一下底波或某一大缺陷波的波高和增益 dB 数，再把探测面磨光洁，重新测一下底波或某一大缺陷波达到原来波高时增益减小的 dB 数，就是所需补偿量。这也积累了经验。知道了光洁度程度和补偿量大小关系，通常，对加工过表面，如没有试块那样平整光洁，就补偿 3 到 6dB 左右，未加工过表面，差别很大，最好按上法做一次试验。如曲线是对工件自身做的，就不需补偿。

超声波探伤仪不是计量仪器，不能像游标卡尺一样，直接读出缺陷尺寸，而是有点像内外径卡一样先卡一下工件大小，再在尺子刻度上量出尺寸。由于回波高度同仪器灵敏度高低，发射脉冲强度，探头效率，工件表面光洁度，缺陷大小，缺陷深度，缺陷面方向，缺陷面对超声波的反射能力等因素有关，所以只能用比较的方法（用已知缺陷大小来比），来探测未知缺陷，并以相对已知标准缺陷来表达所探测缺陷大小。例如缺陷为等效 $\phi 3$ 平底孔大小，实际缺陷不一定是园孔，也不大可能是平底，方向很可能是倾斜的，后二个因素会造成反射波减小，所以实际缺陷比 $\phi 3$ 大些。

超声波探伤一般只能检测出大于 1 到 2mm 的缺陷。由于始波比较宽，故离探头接触面近的缺陷的回波容易被淹没在始波内，因此无法有效检测。用频率较高的探头，能检测较小的缺陷，而且始波也较窄，故能检测较近的缺陷，但高频探头不适合粗晶粒材料和远距离检测。

7.2 仪器基本操作

最好先看一遍第 2 章（6，7，8 页），如有名词介释不懂的，以后有时间慢慢学，但一定要看懂最基本的操作。内容如下：

先要弄清楚闸门概念。闸门是在显示屏上一条水平线。它的高度、起点位置及长度是可以改变的，它的作用是告诉仪器你所关心的区域在何处，因为在显示屏上，除了你所关心的缺陷波外，还有始波、底波、迟到波、另件形状产生的非缺陷波，仪器不知道该测量那个波，闸门的作用就是告诉仪器，别管闸门左右端点之外的波，只要测量左右端点之间的最高

波，测量结果就显示在显示屏下部， $S = XXX$ 表示缺陷同探头之间的距离（用斜探头时，是斜线距离），单位是 mm， $H = XXX\%$ 表示波高百分比高度，满屏高度是 100%，不要把始波（最左边含发射脉冲很高很宽的波），或底波包含在闸门内，因为这

些波比缺陷波高得多，测量结果就不可能是缺陷波（因为只测最高波），应该把闸门设定在缺陷波可能出现的区间。如果不需要用闸门来测量，可以不管闸门位置。

码盘旋钮 A, B, C, D 从上到下排列。当要改变仪器参数，如声速，探头零点等，在相应菜单条上某一参数项按一下对应的 F 键，该参数项会反转显示（数字亮暗反转），此时，A, B, C 旋钮用来调节参数值，A 粗调，B 细调，C 微调。再按一下该 F 键或按一下 A, B, C 任何一个旋钮，或按一下 9 号或 10 号键，就会退出参数设定，此时如菜单条最上部菜单号右边显示  符号时，表示 A 旋钮调节增益（回波高度），B 旋钮调节声程（探测范围），C 旋钮调节延时（显示起点或叫左右平移），具体参见旋钮左边的汉字；如菜单号

右边显示  符号时，表示这 3 个旋钮控制进波闸门位置，A 控制闸门高度，B 调节左右位置，C 调节闸门长度，具体参见旋钮右边的汉字；进波门用一条水平实线显示，其用途是告诉仪器对闸门左右端点区间内的最高回波作测量，所以也可称为测量闸门，故在探

伤时，闸门左端不能碰到始波，右端不能超越底波。如菜单号右边显示  时，表示这 3 个旋钮控制失波闸门位置（也称闸 B），失波门用一条水平虚线显示，在测声速和底波到底波测厚时有用，失波报警时也要用。按一下闸门键（10 号键），就可在 2 个功能间切换，如果关闭闸 B（在 9 号菜单按 F1 键开关闸 B），那末按 10 号键就可以调进波闸门。按 9 号键就是调增益声程延时，记住这点，基本上就会使用仪器了。

D 旋钮专用于改变菜单号。做不同工作时（例如测声速，测另点，测 K 值等），就要转动 D 旋钮到相应菜单号上。0 号菜单是总菜单，可查看当前仪器设置，也可更改通道号，共有 30 个通道号，可预先设定 30 种不同的探伤工艺。

7.3 如何尽快使用探伤仪

先要学会通过 9 号或 10 号键来改变 A, B, C 三个旋钮的功能，按 9 号键旋钮功能切换到旋钮左边汉字表示的功能，按 10 号键旋钮功能切换到旋钮右边汉字表示的功能。增益大小代表灵敏度高，单位是 dB（中文名叫分贝），是一种对数表达方式，增益大一倍是 6dB，回波会增高一倍，大 10 倍是 20dB，大 100 倍是 40dB，大 1000 倍是 60dB。在显示屏最下面一行右边显示 $G = XXX \text{ dB}$ 表示增益大小。增益太小时，缺陷波幅度太低看不见，增益太高时，又超过屏高无法评估大小，故增益大小要适当，应以允许最大人造缺陷波高 50% 来设定增益大小为宜。声程数值表示超声波在工件中走过的直线距离（单位是 mm），对斜探头探伤，由于声波是斜走的，为方便定位，把声程根据斜度（K 值）分解为垂直分量 Y（深度）和水平分量 X。仪器显示屏的波形显示区下方有一个水平标尺，如同一把尺子，标有每个分度声程数值，标尺最右边的数值就是最大测量范围 mm 数，应该调到缺陷可能最大深度的 1.5 倍左右，或工件最大厚度的 1.5 倍左右，如数值右边有字母 Y，表示此行刻度值代表声程的垂直分量，同理 X 代表水平分量，通过 9 号菜单 F4 键可切换刻度是否要用分量表示（K 值为 0 时只有声程一种刻度，没有分量双刻度）。如对缺陷定位精确度要求不高，则不必测工件声速，只要输入公认的名义声速，对钢材，直探头探伤输入 5920M/S，斜探头 3240M/S，在仪器 3 号菜单上按一下 F4 或 F5 键就输入对应声速。一般来说，同实际声速误差不会超过百分之一，对缺陷也就造成百分之一定位误差。直探头零点约 $1\mu\text{S}$ 左右，斜探头约 8 到 $10\mu\text{S}$ ，误差 $1\mu\text{S}$ 对 5920 声速，会产生约 3mm 定位误差，对 3240 声速，会产生约 1.6mm 定位误差，如对定位精度要求不高，也可不测探头另点，直接在 4 号菜单输入探头大约的零点。新的斜探头 K 值也很准确，也可不测 K 值，直接在 5 号菜单上输入探头上的标称 K 值。

如有判为不合格的样品零件或在零件上制造一个人造缺陷，就可用对比缺陷高度办法大致判别好坏，但如果要按国家标准判断缺陷，就要用试块作曲线。由于试块表面非常光滑，补偿应设为 0dB。曲线做好后，再根据工件表面光洁度设定补偿量。

在直探头探伤时，可作 AVG 曲线，有专门的 $\phi 2$ 平底孔试块。把仪器调到 7 号菜单，

按 F4 全清键，清除原有的曲线，再按 F3 键，把参考 ϕ 值调到 2，声程调到 250 到 300mm 左右，增益 45dB 左右，进波闸门移到 200mm 左右，但右端点不能碰到 225mm 处的底波，要求进波闸门仅套住 $\phi 2$ 平底孔回波，在园柱试块园心处移动探头，使 200mm 处的 $\phi 2$ 平底孔回波最大，再按一下自动高度键（3 号键），使波高达 80% 高度，再按 F2 采样键，可看到波峰点上出现一个小十字，采样成功，可以开始作曲线，先要设定作 ϕ 几的曲线，按 F3 键使参数项反转显示时，就可转动 C 旋钮改变 ϕ 值到希望值，再按 F1 曲线键，就生成一条对应该 ϕ 值的曲线，再改变第 3 项 ϕ 值，再按 F1 键，又生成一条曲线，最多作 3 条曲线。如没有上述标准试块，也可用工件底波作参考（工件需有平行底面才有底波产生），而且由于探头近场区的原因，工件厚度也应超过近场区大小，否则会产生较大误差，把采样时的参考 ϕ 改为参考底波（把 ϕ 值由大调到 1 时再继续调小一步就会显示参考底波），闸门要套住该底波再采样，其余步骤完全相同。

在用斜探头焊缝探伤时，应作 DAC 曲线，有专门试块，试块上有很多不同深度的小横孔，可选 3 个深度，最浅可选 10mm，最深应大于 2 倍板厚，以适应 2 次波探伤，中间再选一个，仍用 7 号菜单，第 3 项无用不予理会，采样分 3 次，增益大约 50dB 左右，移动探头使准备采样点的回波最高（注意试块的边缘转角也会产生反射波，为防误测，应根据斜探头的 K 值及采样小横孔的深度大约估算一下探头入射点的水平距离是否正确），闸门套住该回波再采样，采完 3 点后按 F1 键即作出 3 条 DAC 曲线，再调到 6 号菜单，根据探伤标准，分别按 F2, F3, F4 键，设定 3 条曲线的偏移量，曲线高度会修正。需注意如工件探测面是曲面，探头效率会下降很多（可能下降 20dB），故不能用标准试块校正灵敏度，必要时要制作相同曲面的试块。

准备工作做好，就调到 10 号菜单开始探伤，工件表面应涂上耦合剂（如机油），延时调到 0，直探头探伤时，声程设定到比工件最大厚度大些，斜探头焊缝探伤时，一定要先设定好 K 值，再调到 9 号菜单，第四项有刻度二字，按 F4 键可切换声程刻度上排为垂直（深度）刻度，在最右边有提示符 Y 显示，再调到 12 号菜单第 5 项厚度项或 5 号菜单第 5 项厚度项设定钢板厚度（指探头接触面的钢板厚度），这样能自动计算 2 次波探伤时缺陷的深度。再调回到 10 号菜单，再把 Y 声程设定到大约比 2 倍板厚大些，这样才能看到斜探头 2 次波探伤（本章 7.1 有详解）。例如板厚 20mm，Y 声程应设定为 50 ~ 80mm。

对 K 值为 1.67 的探头，用 2 次波探伤时，探头入射点离焊缝中心线距离最远应大于 20mm （板厚） $\times 2$ （次波） $\times 1.67$ （K 值）= 66.8mm。探伤时，来回移动探头，从探头前端碰到焊缝再退后到 85mm 左右（入射点离探头前端大约有 10 多 mm）。反复来回前后移动探头，每移动一次再左或右平移探头约 $1/3$ 晶片宽度，如发现缺陷波，再仔细前后左右移动探头，并且略微转动角度，使缺陷波最高，再判断是否达到报废程度。增益（灵敏度）一般要设定在 50 ~ 60dB，如没有作过曲线，应把增益调到人工缺陷波高约 50%，如作过曲线，改变增益后，曲线高度也会相应改变，曲线高度应在 50% 左右。工件表面应平整光洁并刷上耦合剂，反复移动探头查找缺陷回波，由于工件形状边缘或凸台也会产生反射波，为区分是否是缺陷波，可拿相同另件作对比。如果工件表面达不到平整光洁，探头效率就会下降（称作耦合损耗），回波高度就会下降。如果是用试块来设定探伤灵敏度的，就应该适当增加灵敏度（提高增益）以补偿耦合损耗，一般要补偿 3 ~ 6dB（6 号菜单按 F1

键后设定，补偿量大小不会影响曲线高度）。未加工过表面最多可能要补偿 20dB，具体数值要凭经验或做试验决定。如果直接用工件来设定探伤灵敏度的（例如在工件上做人工缺陷或用工件底波作 AVG 曲线），由于光洁度相同，就不要再补偿了（把补偿设定为 0）。随着经验积累，对缺陷的识别能力会逐步提高，使用仪器也会越来越熟悉，进一步看说明书和学习探伤知识（可上网查找），充分发挥仪器功能，才能把探伤工作做好。

0 号通道是专为初学者使用，把菜单数量减少到 5 个，以免不常用的菜单使操作变复杂，这 5 个菜单是 10 号探伤，14 号回放，15 号时钟设定，16 号探伤参数设定，0 号总菜单用于改变通道号。只要在 16 号菜单设定 5 个参数(声速，探头零点，探头 k 值，水平声程刻度选择，板材焊缝探伤时板材厚度)，再把增益调到 50dB 左右，就可体验探伤

效果。

在用斜探头对焊缝探伤时，要特别注意焊缝上下表面一般不进行打磨，表面高低不平会产生漫反射，某一角度的反射波经过板材上下表面多次反射后，正巧被探头收到（虽角度不对，灵敏度会差些），也可能被误认为缺陷波，故一定要对缺陷波水平位置定位（漫反射多次反射波走过的距离总和比较长，表现为在焊缝的另一边），如水平位置不在焊缝上，除了怀疑板材内部有缺陷外，可不予理会。

7.4 常用材料声速

材料	纵波声速 (M/S)	横波声速 (M/S)
钢	5880~5950	3230
铁	5850~5900	3230
铸铁	3500~5600	2200~3200
铝	6260	3080
铜	4700	2260
有机玻璃	2730	1460
聚苯乙烯	2340~2350	1150
环氧树脂	2400~2900	1100

7.5 部份国家标准

标准	试块	判废线	定量线	测长线 (评定线)
CB/T3559-1994 船舶钢焊缝手工超声波探伤工艺和质量分级	CTRB-X	0dB	-10dB	-16db
JG/T203-2007 钢结构超声波探伤及质量分级法	CSK-ICJ/IDJA	0dB	-10dB	-16dB
	CSK-ICJ/IDJB	-4dB	-10dB	-16dB
	CSK-ICJ/IDJC	-2dB	-8dB	-14dB
DL/T820-2002 管道焊接接头超声波检验技术规程	RB-X A	0dB	-10dB	-16dB
	RB-X B	-4dB	-10dB	-16dB
	RB-X C	-2dB	-8dB	-14dB
GB11345-1989 钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级	RB-X A	0dB	-10dB	-16dB
	RB-X B	-4dB	-10dB	-16dB
	RB-X C	-2dB	-8dB	-14dB
JB/T4730-2005 压力容器无损检测	CSK-IIA	-4dB	-12dB	-18dB
	CSK-IIIA	5dB	-3dB	-9dB
SY 4065-1993 石油天然汽钢质管道对接焊缝超声波探伤及质量分级	SGB-X	-2dB	-8dB	-14dB
