

## 仪器校准

由于仪器必须与探头结合起来使用才能成为完整的探伤系统，而不同的探伤对象和环境又需要使用不同的探头，因此对探伤系统的校准是保证探伤结果真实有效的必要工作。


探伤系统的校准主要包括以下几个重要参数：


- 1、 **零偏**（探头延迟）：由于压电晶片非常脆弱，不能直接与工件接触摩擦，因此在晶片前面都有保护晶片的保护膜或者楔块，而零偏就是指超声束在保护膜或楔块中的传播时间。
- 2、 **声速**：数字式探伤仪都通过仪器测量出超声波从发射开始到反射回来的时间，然后再乘以工件内部的声速，来对回波定位，因此，精确的测量工件内部超声波传播速度，是对缺陷定位的重要参数。
- 3、 **入射点**（前沿）：对于斜探头而言，由于声束是倾斜入射，因此还需测量出主声轴入射到工作表面的交点到探头前端的距离，也称为前沿，测出前沿距离后，在斜探头探伤过程中测量缺陷水平距离时，就可以直接从探头前端开始定位。
- 4、 **折射角**（K值）：对于斜探头而言，由于声束是倾斜入射，又由于楔块与工件的声束差异较大，因此入射角与倾斜角差距较大，而斜探头对缺陷定位主要是通过声程、水平、深度三个座标的三角关系还计算得出，因此测定声束折射角对斜探头探伤定位是最重要的因素之一。在国内由于早期都是以模拟仪器为主，因此习惯用折射角的正切值来表示，俗称K值也就是水平与深度的比值。
- 5、 **AVG曲线**（DGS、DAC）：AVG曲线是描述反射的距离、波幅及当量之间关系的曲线，主要用于根据缺陷反射回波的时间和波幅来确定缺陷的当量大小，是探伤时对缺陷定量的有效手段。

## 1 选择 HS600 型探伤仪的接收系统状态

探伤仪的接收系统所处的状态的不同组合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，将起优化回波波形，改善信噪比，获得较好的近场分辨力或最佳的灵敏度余量的作用。在仪器校准前，可选择最佳组合的接收系统，以提高仪器的校准精度。


### 工作方式选择：


本机设有自发自收和一发一收两种工作方式，分别适用于单晶和双晶探头的使用，用户可根据所使用的探头来进行设置相应的工作方式。图标  对


应单发单收， 对应一发一收。

### 操作：

- ① 按  键，进入参数列表。按  键，将光标移动到 **工作方式** 栏，如图

→ 工作方式 ..... 

- ② 按  键，切换选择所需的工作方式。

- ③ 按  键返回探伤界面。

## 2 调校功能

### 2.1 直探头调校

**2.1.1 直探头纵波入射零点自动校准快捷调校模式**（主要针对于 CSK- I A 试块）

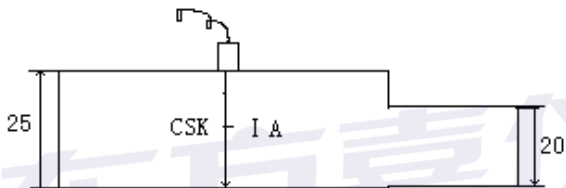
对于纵波直探头接触法测量在常规探伤仪中一般来讲没有强调零偏控

制，只要将始脉冲对准显示格栅的左边线，任何零偏均忽略不计，这在大多数情况下是可以接受的。但对于具有保护膜或保护靴的接触式探头，由于保护元件中的时间延迟，可能有很大的零偏值，而影响距离的精确测定。

为了方便用户，同时也充分发挥数字式探伤仪的程序控制和数据处理能力，由仪器自动实现自动校准操作。












由于 CSK- I A 试块的使用相对较为普遍，我公司在 HS600 型的数字式超声波探伤仪中专门添加了针对于使用 CSK- I A 试块进行调校的快捷调校模式，该调校模式使仪器调校过程更加简单、快捷，下面先对此调校模式作详细的介绍：

下面以 CSK- I A 试块为例，介绍直探头纵波入射零点的自动校准。



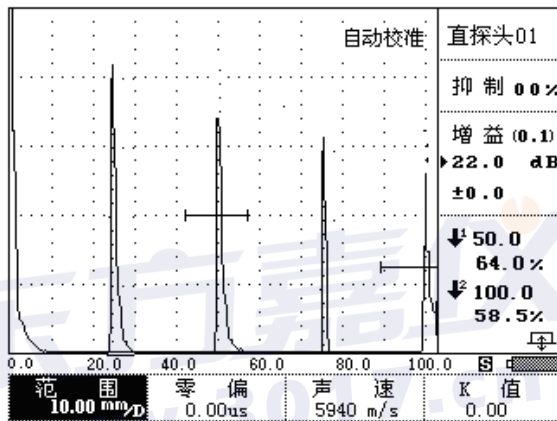
**准备：**首先将需使用的直探头与仪器连接，平放 CSK- I A 试块并将探头放置在试块 CSK- I A 上，探头放置方式如图。

**操作：**

- ① 按通道键，再按   键，选择任意直探头通道，按  键进入参数列表，光标处于“试块选择.....其它试块”一栏，由于使用的测试试块为 CSK- I A 试块，所以按  键将试块选择栏改为“试块选择..... CSK- I A”。
- ② 按照所选探头的相关参数依次输入参数。例：按   键将光标移到  栏按  键进入数字输入状态，使用   键将数字输入，再按  键。依照上述步骤，将其

它数据依次输入。参数输入完毕后按 **参数** 退出参数列表

③ 按 **自动调校** 热键，进入自动校准功能，此时，回波显示区的右上角显示“自动校准”的字样。两闸门自动锁定在 C S K— I A 试块二次波（50mm）和四次波（100mm）位置，如图所示。

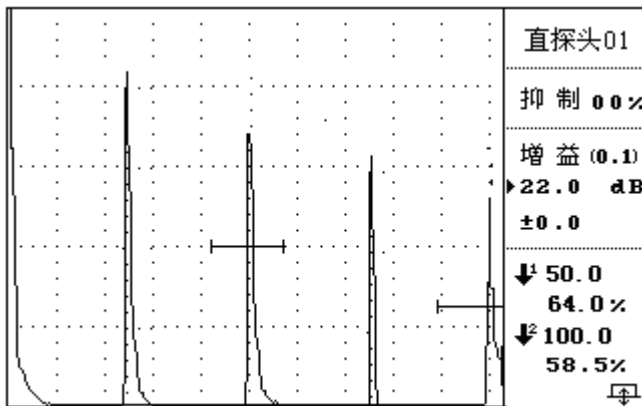


④ 将探头放置在 C S K— I A 试块上深度为 25mm 位置，观测屏幕上回波显示位置，如有波形超出满刻度，则按 **自动增益** 键，此时波形会下降到满刻度 80%（该幅度可自行设定），当屏幕上两底面反射回波均出现在屏幕以内后，按 **确认** 键，仪器开始自动校准，此时按住探头不动，直至自动校准完毕

⑤ 校准完之后，滚动出一个提示信息。

“自动校准完毕！”， 如图所示。然后屏幕下方显示“是

否重校？”（按 **确认** 键重校，其它键退出！）






### 自动校准完毕




当由于其他原因而导致校准不出来的话，就会有相关的信息提示，如：“闸门未锁定波，无法校准!!”

### 2.1.2 直探头入射点自动调校基本操作步骤（使用非 CSK-I A 试块调校时操作步骤）

操作：

1. 按通道键，再按   键，选择任意直探头通道，按  键，进入自动校准功能，此时，回波显示区的右上角显示“自动校准”的字样。并且依次滚动出下面的相关校准参数：

• 请输入材料声速： 5940 m/s 

• 请输入起始距离： 50 mm 按   键改为 100mm, 

• 请输入终止距离： 200 mm 

提示信息消失，进入波形采样阶段

2. 将探头放置在 CSK-I A 试块上厚度 100mm 的位置，如图所示：

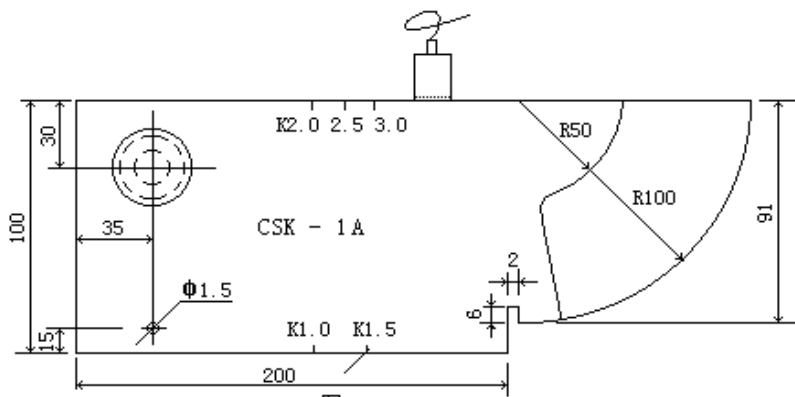


图3-2-1

3. 此时屏幕上出现试块的一次和二次回波，轻轻移动探头找出最高回波，按 **确认** 键，此时仪器将自动调节零偏直到一次波对齐 100mm 位置，且二次波对齐 200mm 位置后，仪器调准结束，并自动弹出自动校准完毕的提示。如下图

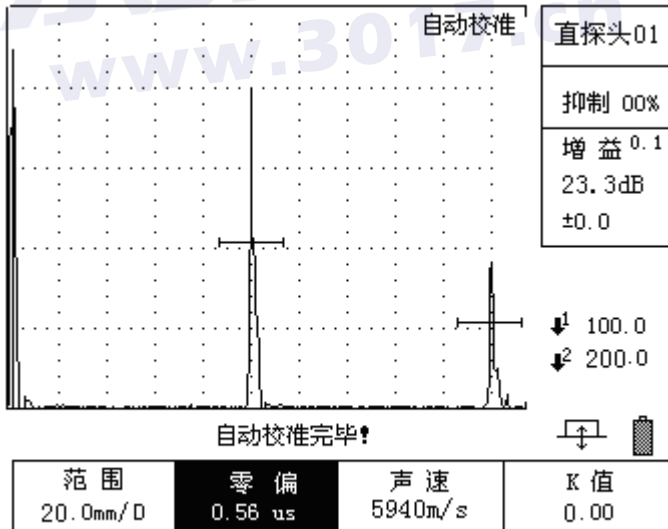






图3-2-2


\*注：校准过后，探头的入射零点和声速将自动存入仪器中，若重新调校可再

按一次 ，重复上述操作即可。已校准过仪器重新调校的时候仪器会给出“已校准过，是否重新调校？”

按  重新开始调校过程，按其它键退出不重新调校！



### 2.1.3 双晶直探头的调校

开机后按  键进入探伤参数列表，转动旋钮到工作方式栏，按确认键将工作方式改为双晶工作模式 。按参数键退出。

返回到波形显示界面下，按调校键，再按声速对应的  键，此时仪器上弹出提示：

请输入校准距离 50mm

转动旋钮，将该数值改为用来调校的试块厚度，例如，用阶梯试块的 18mm 大平底还调校的话，就将该数值改为 18，然后按确认。

将探头放在试块上，然后按调校键，再按  对应的  键，再按左方向键调整零偏，直到试块上大平底的一次回波对齐屏幕上的第五格线，完成后，按闸门键进入探伤状态。（注由于双晶探楔块较普通直探头要厚，传播时间长，因此有可能一次回波不在屏幕内，但是通过调零偏都可移到屏幕内显示）

### 2.1.4 直探头 AVG 曲线制作

本仪器中给用户提供了 AVG 曲线铸锻件探伤功能，用户可根据探伤范围制作出相应长度的 AVG 曲线，作了曲线后，仪器能根据缺陷波和曲线之间的关系自动算出缺陷的当量直径即缺陷  $\Phi$  值。

制作 AVG 曲线有多种方法，本机内根据波形采样对象的不同分为大平底采样和平底孔采样，根据探测距离不同分为单点法和多点法

**大平底采样：**此方法可用于缺少标准试块或只有现场实物采样时使用，只需找出试块或实物的大平底反射回波作为采样点即可制作 AVG 曲线。


**平底孔采样：**此方法适用于试块齐全，有标准平底孔的用户制作，以相同大小不同深度的平底孔来采样制作。

**单点法：**此方法可采样一个标准平底孔回波，根据平底孔计算公式仪器绘制出整条曲线，但仅适用于探测范围大于三倍近场的探伤工作。

**多点法：**此方法是利用多个平底孔或大平底试块反射回波采样制作曲线，由于是实物采样因此可适用于探测范围在三倍近场区以内的探伤工作。

下面以大平底多点法和平底孔单点法为例，讲述直探头 AVG 曲线的制作流程。

### 1. 大平底多点法

准备若干厚度不同的大平底试块或实物试块。按  键，进入曲线功能，

按  对应的 ，仪器下方出现提示：

请选择制作对象：大平底

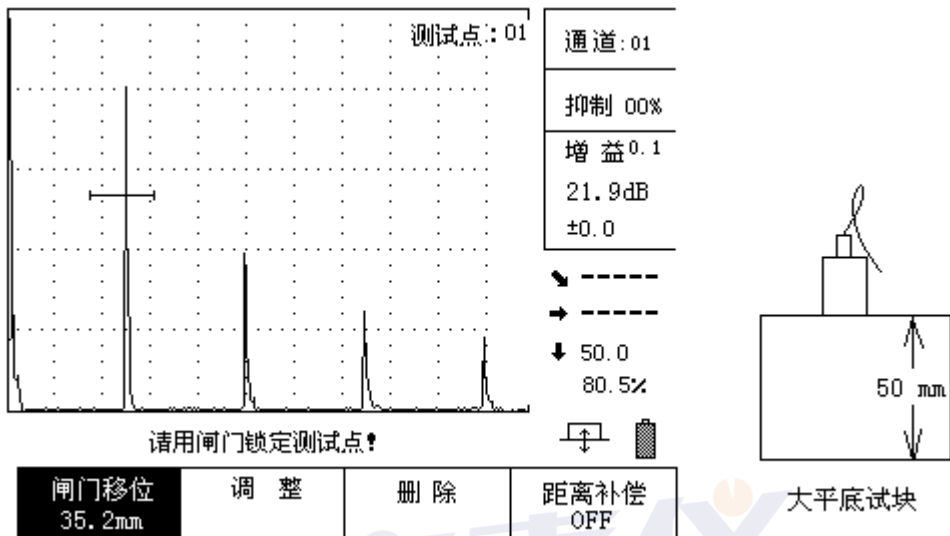
确认






请选择曲线制作方法：多点法

确认

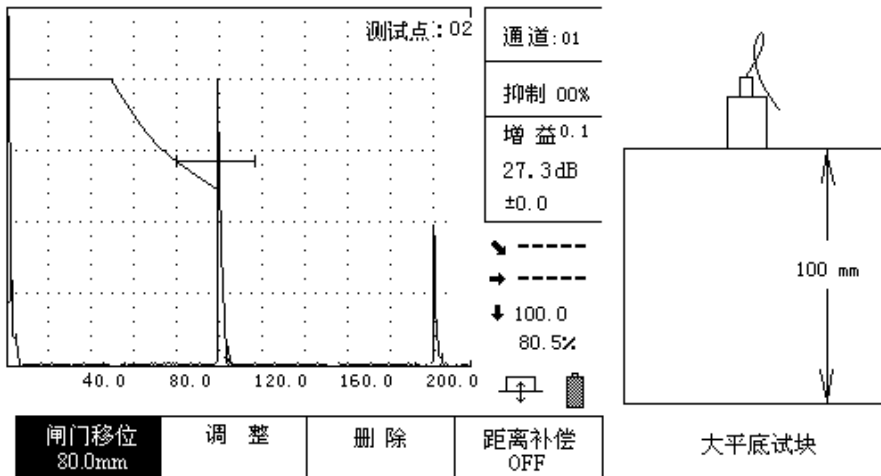
仪器提示：请使用闸门锁定测试点！提示信息消失后进入波形采样阶段。如图









屏幕右上角显示“测试点：01”并闪动，将探头放在其中一个大平底试块上，观察其回波，按   键移动闸门套住一次回波，按  将波形调整到满屏的 80% 高度，按  锁定回波峰值，按  结束该点的采样。


此时屏幕右上角的提示变为“测试点：02”并闪动，如图



按照上述方法，将探头依次放在每个试块上找出大平底的最强反射并用闸门套住一次回波，按 **自动增益** 将波形调整到满屏的 80% 高度，按 **波峰记忆** 锁定回波峰值，按 **确认** 结束该点的采样。最后一点采样完成后，再按一次 **确认** 仪器出现提示：确定完成曲线吗？按 **确认** 结束曲线制作，按其它任意键返回继续制作曲线。确定结束后，将绘制出整条曲线。在制作曲线过程中若对上一个采样点重新制作可按屏幕下方 **调整** 栏对应的 ，删除上一个记录的采样点重新采样。

曲线完成后将得到一个大平底曲线，在探伤过程中根据标准可以在仪器中设置一条  $\Phi$  值曲线，操作如下：

按 **参数** 进入探伤列表，按   键将方块光标移动到 **曲线  $\Phi$  值** 栏，按 **确认** 进入曲线设置，此处根据需要可设置三条  $\Phi$  值曲线。例如，探伤时以  $\Phi 4$  mm 为探伤标准，则按 **确认** 进入曲线  $\Phi$  值输入，按   键将



初始值改为 4 mm，再按  如图。



### 探伤参数

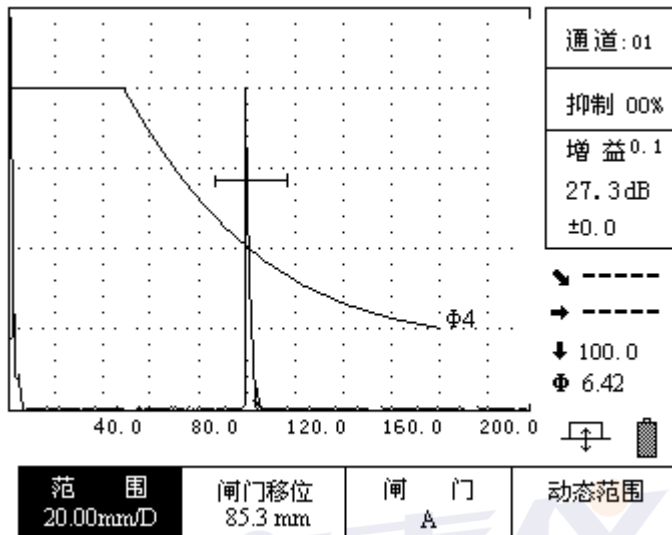
→ 曲线 $\Phi$ 值.....	0	mm
曲线 $\Phi$ 值.....	0	mm
曲线 $\Phi$ 值.....	0	mm
表面补偿.....	0	dB

### 探伤参数

曲线 $\Phi$ 值.....	4	mm
曲线 $\Phi$ 值.....	0	mm
曲线 $\Phi$ 值.....	0	mm
表面补偿.....	0	dB

按  返回探伤界面，可看到屏幕上出现一条相应的  $\Phi 4$  曲线，按 

键，再按   键将曲线调整到合适的高度，即可进行探伤，探伤过程中发了缺陷波，仪器不仅能显示出缺陷的深度还能根据波形与曲线的相对关系算出该缺陷的当量  $\Phi$  值。





## 2. 平底孔单点法

下面以 CS-1-5 试块为例，讲述平底孔单点法曲线制作，将探头放置在 CS-1-5 标准试块上找出  $\Phi 2$  平底孔回波，按 **曲线** 键，进入功能选择状态，



进入曲线功能，按**制作**对应的 ，仪器下方出现提示：

请选择制作对象：大平底 按   改为平底孔 **确认**

请输入所测平底孔直径：2 mm **确认**

请选择曲线制作方法：多点法 按   改为单点法

**确认**

请输入探头晶片直径：20 mm 按   改为探头实际尺

寸 **确认**

**确认**

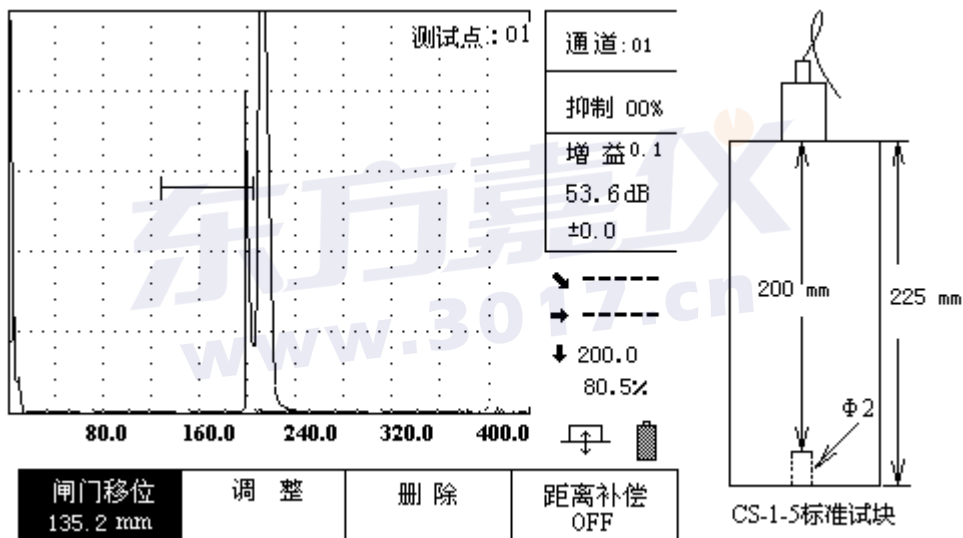
请输入曲线长度：400 mm

(\*注由于是单点制作，所以曲线长度由用户根据探伤需要自行输入，但必须大于探头的四倍近场区距离。若用户输入的长度小于四倍近场区距离，仪器会提示：

**曲线长度必须大于四倍近场区 XXX.X mm**

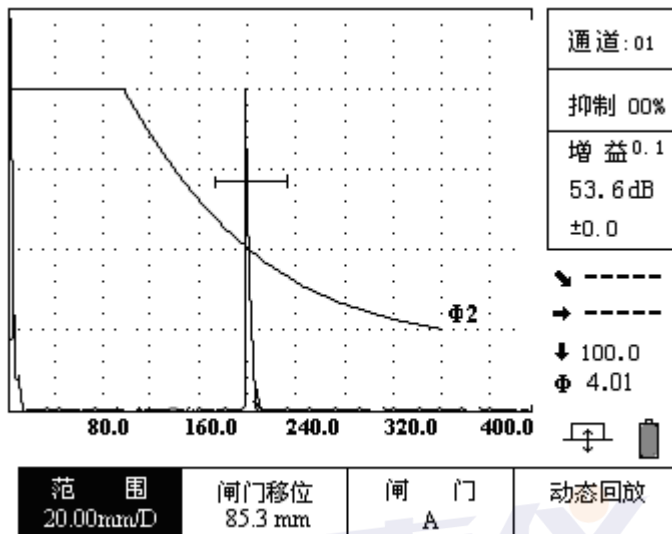
后面的数字表示该探头的四倍近场区的实际距离。)

仪器提示：请使用闸门锁定测试点！提示信息消失后进入波形采样阶段。如图



移动探头来回寻找  $\Phi 2$  孔的最高回波，按 **自动增益** 将波形调整到满屏的 80% 高度，

按 **波峰记忆** 锁定回波峰值，确定最高回波后按 **确认**，仪器就自动绘制成一条长度为 400 mm 的  $\Phi 2$  当量曲线，仪器自动计算近场区，三倍近场区以前区域拉为直线。如下图所示：



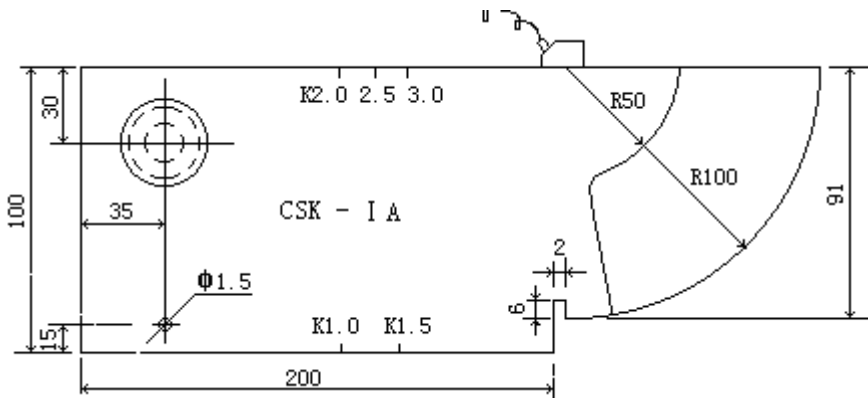
探伤时也可根据需要在参数列表的曲线设置中将这条线设为其它  $\Phi$  值的曲线，操作方法与上面相同。

## 2.2 斜探头横波自动校准

对于横波斜探头接触法检测而言，在执行任何检测任务前做距离校准是必不可少的程序。商用斜探头的类型众多，结构尺寸各异，对不同的检测对象要求的  $K$  值不同，因而在楔块中的声程的大小也不一样，即对每个横波斜探头都要测量它的入射点，确定零偏值。斜探头在使用过程中随着楔块的磨损，经过一段使用后也要重新校准。

### 2.2.1 斜探头横波快捷调校模式（主要针对于 CSK- I A 试块）

下面以 CSK- I A 标准试块为例如图所示，介绍斜探头的快捷调校步骤。



(1) 将探头与仪器连接好，如上图所示将探头放置在 CSK-I A 试块上。


(2) 按通道键，再按   键，选择任意斜探头通道。

(3) 进行自动校准

① 按  热键进入自动校准功能，屏幕右上角显示“自动校准”字样且两闸门自动套在 CSK-I A 试块 50mm 和 100mm 圆弧的反射波。

② 将斜探头放置在 CSK-I A 试块的 R50 和 R100 的圆心处，来回移动探头，直到 R50 和 R100 的反射回波同时出现在波形显示区内。此时首先寻找 R100 弧面最高反射回波，（如果波形不在

屏幕内时可按  零偏对应的  键，按   键将波形

移动到屏幕内，当回波高度超出满刻度时可按  自动增益键，反复上述直至确定最高反射波，此时看 R50 弧面的回波是否在屏幕上高于 10%。若低于此高度，可将探头平行地向 R50 的弧面横向移动，直至 R50 的弧面回波高度在满刻度的 10% 以上。

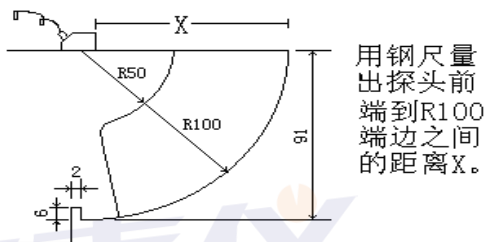
③ 再按  确认键开始自动校准。校准完之后，滚动出一个提示信息。

### “自动校准完毕!”

当由于其他原因而导致校准不出来的话，就会有相关的信息提示，如：

#### “ 闸门未锁定波，无法校准!! ”

- ④ 完毕后屏幕上显示“**请用钢尺测前沿：0.0**”，此时手应固定探头不动，用钢尺测量探头前端到 CSK-1A 试块 R100 端边的距离 X，然后用 100-X 所得到的数值就是探头的前沿值。如图所示



“**请用钢尺测前沿：0.0**”，用   将探头前沿值改为

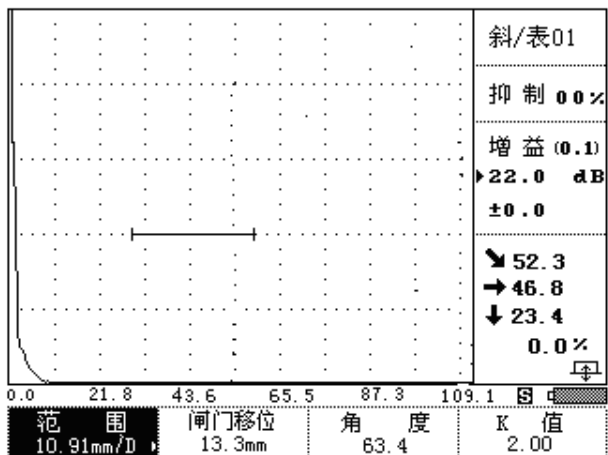
实测数值后，按  键前沿修改完毕，仪器下方提示“**是否重校？**”

按  键重校，按其它键自动跳到下一步骤，K 值测试状态。

### 2.2.2 K 值测试快捷操作模式（主要针对于 CSK- I A 试块）

- (1) 在试块选择栏选择为 CSK- I A 试块时，在自动调校完毕后，仪器会自动进入 K 值测试状态，屏幕下方显示“进入 K 值测试”，且默认 CSK- I A 试块上深度 30mm 的  $\varnothing 50$  孔为 K 值测试孔，闸门自动锁定  $\varnothing 50$  孔波位置如图所示：



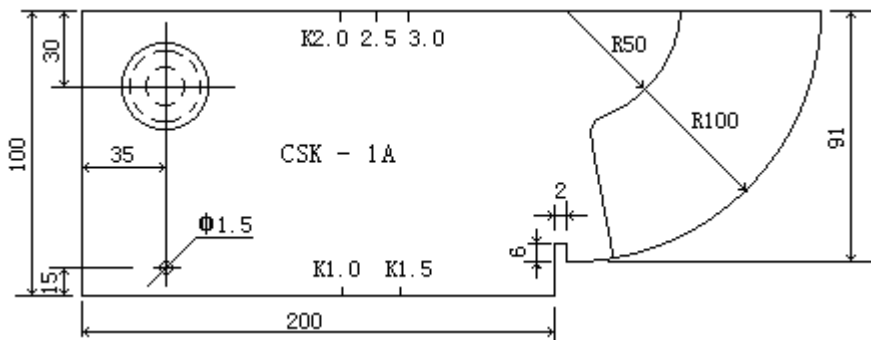


(2) 将探头对准  $\varnothing 50$  孔方向，前后移动探头找出孔波最高回波，按

**确认** 键，屏幕下方显示“所测 K 值为：1.98”。按 **确认** 键 K 值测试完毕，仪器底部显示“是否重校？”，按 **确认** 键可重新校准 K 值，按其它键退出！

### 2.2.3 斜探头横波自动调校基本操作步骤（使用非 CSK- I A 试块调校时操作步骤）

下面以 CSK-1A 标准试块为例如图所示，说明斜探头的校准程序。







斜探头横波入射零点手调校准跟直探头一样，用户必须准确的找到斜探头的入射点(入射点是指其主声束轴线与探测面的交点)。下面就利用 CSK-1A 试块的 R50 和 R100 的两个回波进行校准。

**操作：**

1. 按  键，按  键选择任意斜探头通道。

2. 按自动调校键，此时屏幕下方出现如下提示：

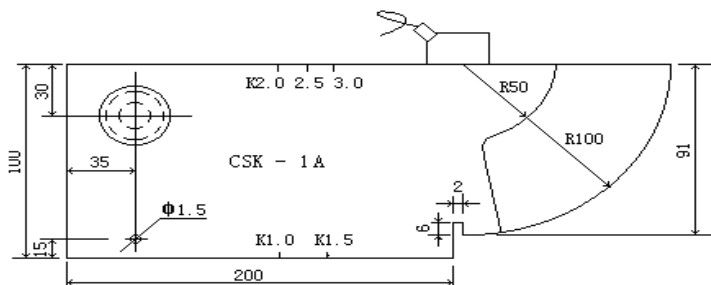
请输入材料声速：3240m/s 

请输入起始距离：50mm  若不是 50mm，按  改为 50mm，再按 

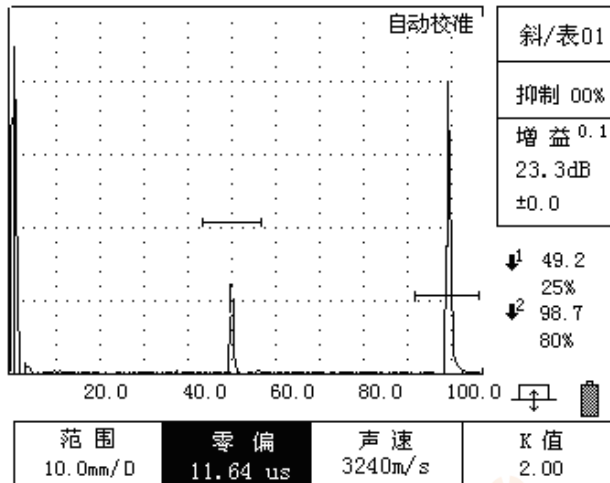
请输入终止距离：100mm 

提示信息消失，进入波形采样阶段。

3. 将探头放置在 CSK- I A 试块上，发射方向对准 R50 和 R100 的弧面上，如图：



前后移动探头找出 R100 弧面最高反射回波。观察屏幕上 R100 弧面反射回波的位置，若偏离到屏幕以外侧，则按左下方向键，调整零偏，将 R100 的回波移进屏幕内闸门中，如图：

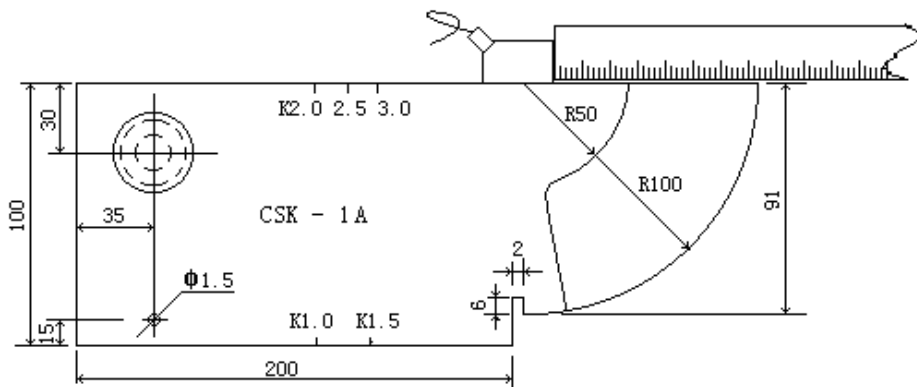




按波峰记忆键记录最高回波，当找到 R100 最大反射波时，平移的将探头向 R50 弧面移动探头，让 R50 弧面在屏幕上达到 20%以上的高度，然后按 **确认**，此时仪器将自动调节零偏，直到 R50 和 R100 的反射波分别对齐 50mm 和 100mm 的位置后，仪器校准结束，并自动弹出提示：


**自动校准完毕！**

**请拿钢尺测量前沿 0.0 mm**

此时固定探头不动，拿尺量出探头前到 R100 弧面端边的距离，如图：



用 100 减去这段距离的得数为前沿值。按   输入前

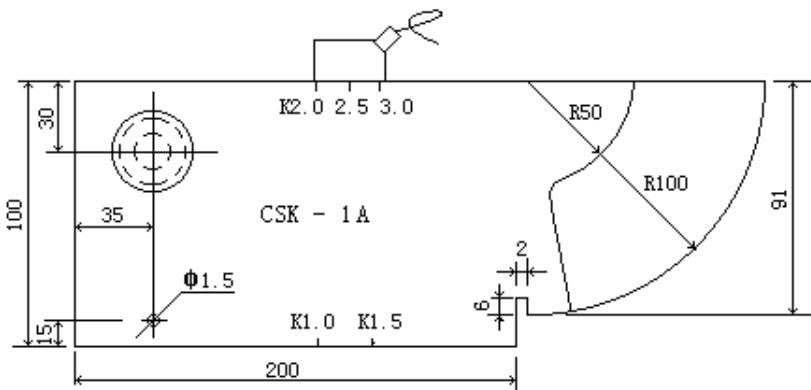
沿，

仪器将自动将前沿值存入参数中。入射点校准完毕！

## 2.2.4 斜探头横波 K 值自动校准基本方法

测 K 值功能适用于斜探头、表面波探头和小角度。例如：标识为 2.5P13 × 13K2-D 的探头，从标识上就可以看出它是一只斜探头，K 值为 2，所用晶片尺寸为 13 × 13mm 的方片，频率为 2.5MHz。对于探头的标称值，特别是 K 值都与实际值有一定的误差。为了在检测时精确定位缺陷的距离，所以在入射点校准后必须测 K 值。

本机型的 K 值测量，充分使用了数字仪器的数据处理能力，采用孔径直接输入方式，仪器根据孔径输入值自动计算补偿量，完全消除了由孔径带来的深度和声程误差，使测量的 K 值准确可靠。本仪器测量 K 值简单方便，利用对已知孔径和孔径中心距离 H（离探头放置的一面）的孔进行测量。调节 K 值，使得数据显示区的垂直距离的值等于孔中心距离时，此时的 K 值就是此斜探头的 K 值。下面就利用 CSK-1A 标准试块的  $\phi 50$  的孔（孔径为  $\phi 50$ ，孔心深度为 30mm）对 K 值进行测量。如图所示，将探头放置在试块上。



操作：

按 **K 值** 对应的  键，仪器弹出提示：

请选择 K 值测试方式：手动 按   键改为自动，

**确认**



请输入测试孔孔径：50mm

**确认**

请输入测试孔深度：30mm

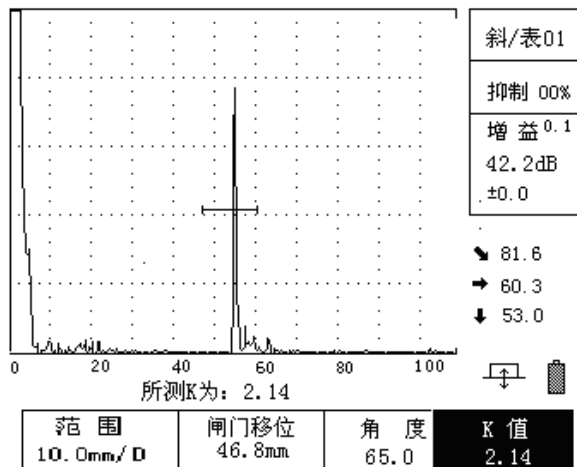
**确认**

提示信息消失，进入波形采样阶段。

将探头放置在 CSK- I A 试块上发射方向对准试块上孔径 50mm，中心深度为 30mm 的圆孔，前后移动探头找出该孔最强反射，按   键移动闸

门锁定回波，若回波低于 20%高度或超出屏幕，按 **自动增益** 将波形调整到 80%高

度，再按 **波峰记忆** 锁定回波峰，确认找到最强反射后按 **确认**，仪器将自动算出 K 值并存入参数。K 值测试完毕！如图所示。



## 2.2.5 距离—波幅曲线的应用

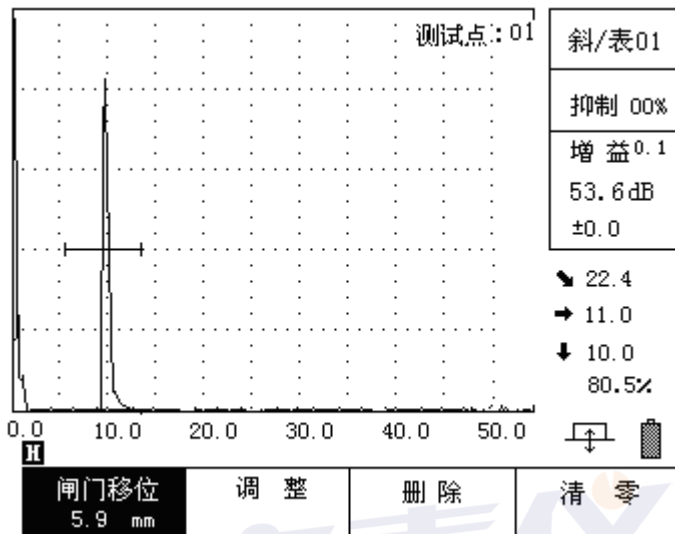
距离—波幅曲线是一种描述反射点至波源的距离、回波高度及当量大小间相互关系的曲线。大小相同的缺陷由于距离不同，回波高度也不相同。因此，距离—波幅曲线对缺陷的定量非常有用。本仪器可自动制作距离—波幅曲线（DAC 曲线）。

### 1) 曲线的制作：

本例以 CSK-III A 试块为例介绍 DAC 曲线的制作流程。按照上步骤对探头进行入射点和 K 值校正后，按 **曲线** 键，再按 **制作** 对应的 ，仪器出现提示：


**请使用闸门锁定测试点！**


提示消失后进入波形采样阶段。屏幕右上角出现测试点 01，并闪烁，如图：

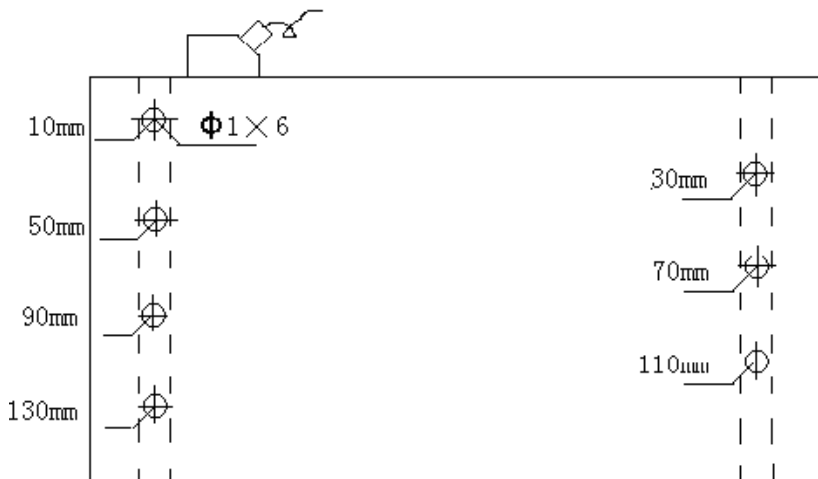


将探头放置在 CSK-III A 试块上，寻找试块上不同深度  $\phi 1 \times 6$  的横孔回波的反射，例如先找 10mm 深的孔，探头对齐 10mm 深的孔，前后移动找出该孔

回波，按   键移动闸门锁定回波，若波形超出满屏或低于 20%

高度可按一下 ，将波形调整到 80% 高度，按下 ，记录高波回波，

再移动探头，直到找出最高回波，按 ，结束第一点的采样。



仪器右上方的测试点自动跳为 02，按照上述方式依波找出所测孔的最高回波并记录下来，最终孔的深度，一般大于被测工件厚度的 2 倍，当最后一个点采样完成后，再按一次 **确认**，仪器提示：**确定完成曲线吗？**

若确定完成曲线则按 **确认**，否则按其它任意键返回继续制作曲线

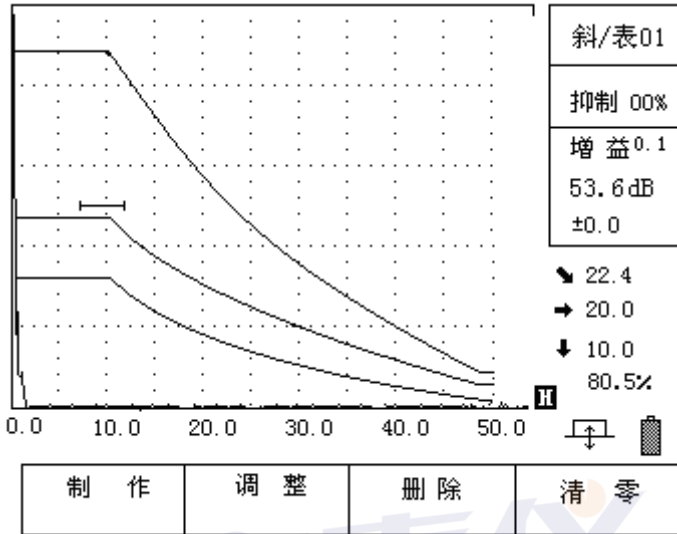
屏幕下方又提示：**请输入工件厚度：0.0mm** 按方向键将待测工件厚度输入后按确认





**请输入表面补偿：0dB** 按方向键将表面补偿数值输入后按确认

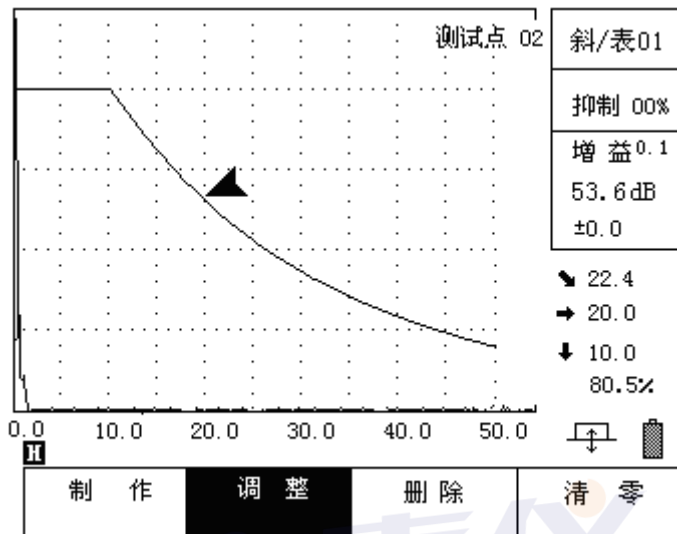
输入完毕后，仪器会自动按照 JB/T4730—2005 标准生成判废线、定量线和评定线。

在制作过程中，按 **调整** 对应的  可删除上一个制作的点重新采样。





2) 曲线的调整：若觉得某个点制作得不太理想，可按调整对应的 , 进入调整状态，对某个点进行微调。继续按调整对应的 , 屏幕上的光标将在每个制作点之间循环跳动，光标指向哪点时，可以按   来调整曲线高度，调整完毕后按确认键退出，调整状态。



线。曲线制作完毕，按闸门键可进入探伤工作。

### 3) 曲线的删除:

在曲线菜单中按~~删除~~对应的 $\triangle$  仪器将出现提示:

确定要删除曲线?

按两次~~确认~~删除曲线，若放弃删除曲线，则按其它任意键。

### 4) 曲线的延长:

在曲线制作完成后，如果因为试块不全或其它原因要延长曲线，可使用曲线延长功能。制作曲线完成后再按制作对应的 $\triangle$ 键，仪器提示请输入晶片尺寸，和延长的范围，则仪器将自动按照横通孔的声压法则将曲线延长至用户指定范的深度。