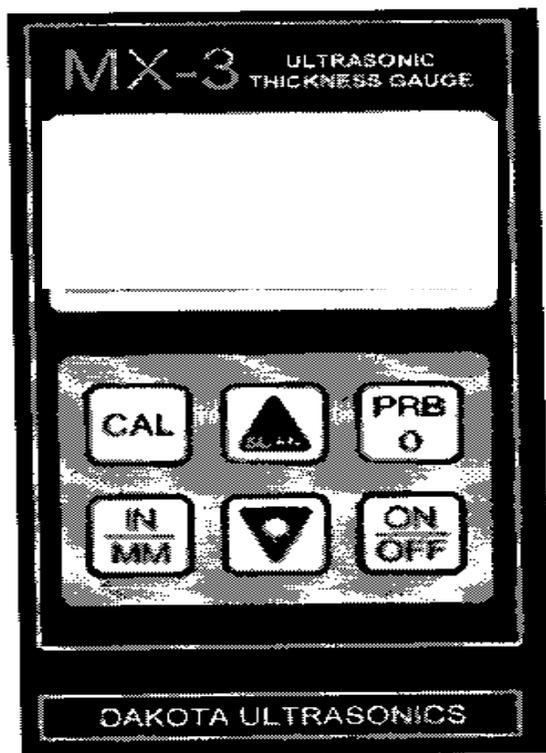


**MX-3**  
**超声波测厚仪**  
**操作手册**



# 目 录

引言	1
操作	3
键盘	3
显示屏	6
探头	8
如何测量	9
待测工件的表面准备	11
探头零点	12
校准	13
扫查模式	17
探头选择	18
附录 A: 产品技术参数	21
附录 B: 使用时注意事项	23
附录 C: 常用材料的声速值	25

# 引 言

达高特超声设备公司生产的 MX-3 型测厚仪属于精密型。它根据 SONAR（声纳）的工作原理所设计，可以测量不同材料工件的厚度，其精度可达 $\pm 0.001$  英寸，或 $\pm 0.01$  毫米。与其传统测量方法相比，超声波测厚仪的优点在于它只要能接触被测工件的一面即可完成测量。

本手册包括三部分：第一部分讲述了 MX-3 的使用方法，它的各个键的功能和显示屏；第二部分讲述了如何选用合适的探头来满足不同情况下的测量要求；最后部分给出了使用中的一些注意事项和不同材料的超声波传播速度。

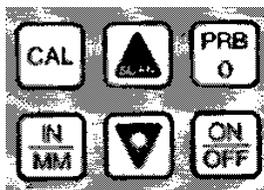
达高特超声设备公司设有专门的客户服务部门，并负责处理广大用户在使用过程中遇到的本手册中未曾讲到的问题和困难。

空 白 页

# 使用 说 明

MX-3 与操作者之间的对话是通过键盘和显示屏来完成的。下面将详细介绍键盘上各个键的功能，显示屏及其屏幕上的各种字符含义。

键 盘



ON

OFF

(开关键)

这个键用来开关 MX-3。当仪器打开时，首先进行的是显示屏的自检，显示出屏幕上的所有字符部分。一秒钟后，测厚仪会显示出内部操作软件的版本编号和当前文件所处的位置和状态。之后，显示屏将显示“0.000”（或者：如果采用米制单位，显示为 0.00），这就表明测厚仪已经可以使用了。

若要关掉 MX-3，仅需再按一下 ON/OFF 键即可。当关机后，测厚仪能记忆它在本次使用中的全部设定参数。本测厚仪还有自动关机功能来节省电池的使用，如果 5 分钟内不碰测厚仪，它也会自动关机。

PRB

0

(调零键)

就如同其它的机械量具需要调零一样，MX-3 也要进行调零点，PRB-O 键就是完成这项功能的。如果仪器的零位不准确，那么该仪器所测得的全部数据都会与正确值相差一个固定值。第 12 页详细讲述了这一重要的操作程序。

CAL

(校准键)

CAL 键是用来进入或退出 MX-3 校准模式。这一模式是用来调整 MX-3 在测厚中所用到的声速值。测厚仪可以根据已知厚度的试块调整声速，也可以直接输入声速值。在第 13 页中有此两项功能的详细介绍。

IN  
MM

(单位转换键)

IN/MM 键用来在英制和米制之间转换。该键在任何时候都可以使用，即便是屏幕上没有显示厚度值 (IN 或 MM) 或声速值 (IN/ $\mu$ S 或 M/S) 也可以。



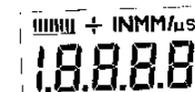
(上调键)

上调箭头键有两个功能：当 MX-3 处在校准模式下时，该键用来增加显示屏上的数值，因为本键有自动响应功能，所以按住该键时，屏幕上的数值会按预定的速率增大。当 MX-3 不处于校准模式时，用上调箭头键可开/关 SCAN（扫查）测量模式。第 17 页有关于 SCAN（扫查）测量模式的详细说明。

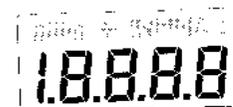


(下调键)

下调箭头键有两个功能。当 MX-3 处在校准（CAL）模式时，该键用来减少屏幕上的数值。因为该键有自动响应功能，所以按住该键时，屏幕上的数值会按既定的速率减小。当 MX-3 不处于校准模式下时，下调箭头键用来选择背光灯的三种工作模式。OFF（关闭）显示时，背光灯被关闭；AUTO（自动）显示时，背光灯的开关处于自动控制下。ON（打开）显示时，背光灯被打开。在 AUTO（自动）工作状态下，背光灯仅仅在 MX-3 测得数值时点亮。几秒钟后自动关闭，这样可以节省耗电。



显示屏



屏幕上的数字部分主要包括开头第一位的“1”和后面 4 位数字。该部分主要用来显示数值，和表明不同工作状态的简单单词。当 MX-3 显示测厚值时，屏幕上会一直保留着最新的一次测厚值，直到又有更新的测量值将其替代。另外，电池电压降低时，整个显示屏开始闪烁。出现这种情况时，您就该更换电池了。



这八个直条图是稳定性指示器。当 MX-3 未测量时，仅仅最左边的直条和下划线变黑。当测厚仪进行测厚时，将会有六个或七个竖条显黑。如果少于五个竖条显黑，那么 MX-3 将很难测得一稳定的数值，屏幕上显示的厚度值很可能是错误的。



当 IN 标志显示时，MX-3 会以英寸为单位显示测厚值。能显示出的最大的厚度值是 19.999 英寸。



当 MM 标志显示时，MX-3 会以毫米为单位显示测厚值。当测得的厚度值超过 199.99 毫米时，小数点会自动向右移位，可显示的最大值为 1999.9mm。



当 IN 和  $\mu s$  图标同时显出时，MX-3 屏幕上显示的声速值的单位为英寸/微秒。



当 M 和 S 图标同时显出时，MX-3 屏幕上显示的声速值单位是米/秒。



探头是 MX-3 的重要组件。探头发射和接收超声波。MX-3 就是根据超声波的发收之间时间间隔来计算出被测工件的厚度。探头用电缆和两个插头与 MX-3 连接。当使用达高特公司生产的探头时，这两个插头之间关系并不关键：因为对 MX-3 来说，两插头只要插在 MX-3 的插孔上，MX-3 就可以测厚了。

为了 MX-3 测得精确可靠的数值，对探头的正确使用就显得尤为重要。下面部分是探头的简单介绍和使用指导。



这是典型探头的底面图。从表面看有两个独立的半圆，中间有隔片分开。其中的一个半圆负责向待测材料中发射超声波，另一半圆负责将接收到的回波传送到探头上。当将探头放在待测材料表面上时，探头下面的圆形区域即为被测区域。



这是一典型探头的顶部图。用大拇指和食指将探头压在待测工件表面上。中等柔和的压力即可。因为这只需将探头平稳的置放在待测材料表面上。

---

## 如何进行测量

---

为了使探头正常工作，必须将探头表面与待测工件表面之间的空气去掉。这就需要使用耦合剂来完成。这种液体之所以称为耦合剂是因为从探头中发射的超声波经过该液体进入待测工件，其回波又要经该液体返回探头。在测量前，应将少量的耦合剂涂在待测工件表面。通常情况，一滴就足够了。

涂完耦合剂后，就要将探头紧密地压在待测区域上。稳定性指示标志有六个或七个直条变黑时，屏幕上就会得出一个数值。如果该MX-3 已被正确调零（第 12 页详介）和设定正确的声速值（第 13 页详介），那么屏幕上的厚度值即为工件在探头下方区域部分的垂直厚度。

如果稳定性图标变黑的直条数少于五个，或者屏幕上的数值明显不对，那么首先需要检查的是探头下面的耦合剂是否形成一层薄膜，其次还要查看探头是否平稳地固定在工件上。如果条件允许，还要针对待测工件材料重新更换探头（不同的尺寸或频率）。在第 18 页有针对如何选择探头的详细说明。

探头压在待测工件表面上时，MX-3 每秒钟获得四个读数，依序不停地更新屏幕。当探头提离工件表面后，屏幕上会保留最后测得的数值。

## 重点

有时，当探头移动时，会发现在探头和工件表面会有一层薄薄的耦合剂。出现这种情况时，MX-3 测得的数值里含有耦合剂的影响，即测得的数值、声速等可能会大于或小于它的实际值。探头在一点测得的厚度与探头稍微移动后测得的厚度值不同，即可证明该情况的存在。

## 工件表面的状况和预处理

在任何超声波测量情况下，工件表面的形状和粗糙度都是头等重要的事。粗糙不平的工件表面会限制超声波进入工件，造成测得数据不稳定和不可靠的后果。被测的工件表面应当是清洁的，没有细小的粒状物、铁锈和鳞状物。这些障碍的存在会阻止探头接收到正确的回波。通常可以用钢刷或刮刀来清理工件表面。特殊情况下，也可使用角磨砂轮或磨床。当然要特别注意不要将工件表面磨出沟痕，因为沟痕会破坏探头与工件的正常耦合。

特别粗糙的表面，比如：铸铁件表面的砂粒状表面，是最难进行超声波测量的。这类表面对声波的反射特性就如同光照在霜冻的玻璃上一样：声束向各方向散射。

另外，在测量中的困难还有：粗糙的表面非常易磨损探头，特别是探头在粗糙工件表面上扫查测量时，探头底面被看作是探头的基准面，是探头是否平的标志。如果探头底面一边的磨损已起过了另一边，则进入工件的声束将不再垂直于工件表面。在这种情况下，探头很难精确地找出被测工件底面微小的不平整，因为声束的焦点已不再位于探头的垂直下方了。

## 探头零点

MX-3 设置零点的重要性与机械量具调零重要性一样。如果量具的零点不对，则量具所测得的所有数据均与实际值有一固定差值。当 MX-3 调零正确，这一固定差值被测出后，MX-3 会在以后的测量中自动校准补偿。MX-3 的调零步骤如下：

### 校准探头零点

- 1) 打开 MX-3
- 2) 将探头插上，保证两插头连接良好
- 3) MX-3 的顶部有一金属圆盘，在圆盘表面滴一滴耦合剂
- 4) 将探头压在金属圆盘上，保证探头平放，屏幕上将会显示出厚度值，稳定性指示标也几乎全部显示
- 5) 探头与金属圆盘耦合良好时，按下 PRB-0 键，MX-3 进行校准零点，屏幕上会提示“Prb0”
- 6) 将探头从金属圆盘处拿开

此时，MX-3 成功完成了对仪器本身和探头的调零，在以后的测量中，MX-3 对所测数值进行修正。在进行探头校零时，MX-3 使用的声速值为金属圆盘中的声速值，即使在其它实际测量中的声速值与此不同也不会影响实际测量值的准确性。虽然 MX-3 会记住最后一次的探头零点值。但我们还是建议每次开机后都要重新校对。更换探头后也要重新校对。这样能保证仪器的零点准确。

## 校 准

为了使 MX-3 得至精确的测厚值，首先必须校准被测材料中的声速值。不同的材料有不同的声速值。举例而言，钢中的声速大约为 0.233 英寸/微秒（钢中 5920m/s）铝中的声速却为 0.248 英寸/微秒（铝中 6300 m/s）。如果测厚仪所设定的声速不正确，那么所有测得的数据都将是错误的。单点校准法最简单，也是最常用的校准方法，它可以得出大厚度范围内正确的声速、厚度之间线性关系。两点校准法通过两点值同时校准探头零点和声速的方法可以在小厚度范围内得到较高的准确度。MX-3 有三种设定声速的简单方法，下面将详述。

## 根据已知厚度值进行校准

注意：本方法需要一块与待测工件材料完全一样的试块。本试块的准确厚度为已知。

- 1) 打开 MX-3
- 2) 校准探头零点（参阅第 12 页）
- 3) 将耦合剂涂在试块上
- 4) 将探头平稳地放置在试块上。屏幕上会显示出厚度值（此时可能不正确）。稳定性图标几乎全部变黑显示。
- 5) 出一稳定读数后，移开探头。此时，若探头耦合良好而厚度值已改变，那么就该重复操作第四步。
- 6) 按 CAL 键，此时 IN 或 MM 图标会闪烁
- 7) 用上调箭头键和下调箭头键调整厚度值的大小，直到与试块的已知实际厚度一样。
- 8) 再按一次 CAL 键。IN/ $\mu$ s (M/S) 图标开始闪烁。此时 MX-3 显示出了根据第 7 步校准的声速值。
- 9) 再按一次 CAL 键，退出校准模式，现在 MX-3 就做厚度测量的准备了。

## 根据已知声速校准

注意：本程序讲的是操作者已经知道被测工件材料中的声速值。附录 C 中给出了大部分常用材料中声速值。

- 1) 打开 MX-3
- 2) 按 CAL 键进入校准模式。如果 IN (或 MM) 图标闪烁，再按一次 CAL 键，此时 IN/ $\mu$ s (或 M/S) 图标开始闪烁。
- 3) 用上调箭头键和下调箭头键调整声速大小，直到调整为被测材料的声速值。
- 4) 再按一次 CAL 键，退出校准模式。此时 MX-3 做好测厚的准备了。

注意：在校准过程 (IN、MM、IN/ $\mu$ s 或 M/S 闪烁时) 中的任何时间里，按下 PRB-0 键，MX-3 都会自动恢复到出厂时设置的钢中的声速值 (5918m/s)。

为了最大可能地得到精确的测厚值，我们建议的校准的方法是试块校准法。这主要因为材料的组织成份 (也会影响到它的声速值) 会因制造厂的不同而有很大的不同。因此根据已知厚度的试块校准的声速值是测厚仪所能得到的与实际工件最接近的声速值。

## 两点校准法

注意：本方法需要操作者知道试块的两处不同厚度的厚度值。这两厚度值应能代表待测的范围。

- 1) 打开 MX-3
- 2) 校准探头零点 (参阅第 12 页)
- 3) 在试块上涂上耦合剂
- 4) 将探头压在试块上的第一/第二校准点上，保证探头放置平稳。屏幕上将显示出厚度值 (此时可能是不准确的)，稳定性图标的直条几乎全部变黑。
- 5) 得到一稳定的读数后，轻轻移动探头，如果探头耦合良好情况下显示的厚度值发生变化则要重复第 4 步操作。
- 6) 按下 CAL 键，IN (或 MM) 图标开始闪烁。
- 7) 用上调箭头键和下调箭头键调整显示厚度值的大小，直到与试块上该点的厚度值相一致。
- 8) 按下 Prob0 键，屏幕上闪烁显示 1OF2，重复第 3~7 步骤，进行第二点校准。MX-3 将会根据第 7 步输入的厚度值校准得出声速值。
- 9) 此时 MX-3 可以在这一范围内进行测量了。

## 扫查模式

MX-3 不仅仅可以进行单点测量，还可以扫查一个很大的区域，从中找出最薄点。MX-3 的这一功能，称作扫查模式。

在普通测量中，MX-3 每秒钟获得和显示四个厚度值，这对单点测量足够用了。在扫查模式中，测厚仪每秒钟获取 16 个厚度值，但都不显示出来。当探头压在待测件上时，MX-3 主要是找出其中的最小厚度值。探头沿表面扫查时，一些短暂的信号消失是可以忽略不计的。但当探头离开工件表面时间超过 1 秒钟，MX-3 就会找出在这次扫查过程中所测得的最小厚度值。

当 MX-3 不处于校准模式时，按上调箭头键将 Scan（扫查）模式打开或关闭。屏幕上会出现一简短的信息来核实该项操作。当探头从被测材料表面移开时，MX-3 经过一短暂停顿，就会显示出本次测量中最小厚度值。

## 如何选择探头

MX-3 的测量范围非常广，可测材料也很多，如各种金属、玻璃、塑料等等。因此，测量不同类型的材料，需要使用不同种类的探头。测量前，选择合适的探头对获得精确可靠的数据至关重要。下面部分重点讲述探头的各种重要特性，这些特性都是在选择探头之前需要认真考虑的。

一般说来，最适合的探头应当是能产生足够强的超声波进入待测工件，又能使 MX-3 接到较强稳定的回波。超声波在传播过程中有几个因素将会影响它的声波能量变化：下面将简要介绍：

- 发射波的强度：

发射的信号越强，则反射的回波也会越强。探头晶体尺寸的大小是影响声波发射强度的重要因素。比较大的发射面积，将会产生比小发射面积大得多的声波能量。因此：“1/2 英寸”探头发射声波的强度将会强于“1/4 英寸”的探头。

- 吸收和散射

当超声波在任何材料中传播时，都会被部分地吸收掉。如果被测材料本身晶粒较粗，那么超声波的能量因吸收和散射引起的衰耗就大，因而也就削弱了 MX-3 检测到回波的能力。

高频率的超声波被吸收和散射的能量要比低频率的超声波多。因此，用较低频率的超声波探头要比高频率的探头更好一些。不过，低频超声波的指向性比高频超声波差些。因此，在探测小凹坑或小缺陷的精确位置时，选用高频超声波探头比较好。

- 探头的几何尺寸问题

有时测量环境和条件的限制也能决定一个探头是否满足使用要求。有些探头仅仅因为尺寸过大而不能应用于小范围检查。所以，与探头接触的可利用的工作表面较小时，就需在选用一个小尺寸的探头。当测量曲面时，比如汽缸壁，所需的探头表面就应与该曲面配合良好。

- 材料的温度

当待测工件表面的温度过高时，就应采用高温探头。高温探头是采用特殊材料和技术生产的，可以避免由高温造成的损害。另外，对高温探头进行探头校零和根据已知厚度校准时都应注意。用高温探头测量时，请仔细参阅附录 B。

因为挑选一个合适的探头时，需要在许多不同特性之间比较，这就需要一些探头进行大量实验，才可能最终选对探头。达高特超声设备公司可以在挑选探头方面提供技术支持。同时还有许多种探头可供某些特殊应用时选用。

## 附录 A

### 产品特性

---

#### 物理性能:

重量: 285g (包括电池)

尺寸: 宽 63.5×高 114.3×厚 31.5mm

工作温度: -30°C~50°C

外壳: 挤压铝壳体, 带镀镍铝盖帽, 具有密封垫片。

#### 键盘:

密封的覆膜键, 防水, 防油。

#### 电源:

两节 1.5V 碱性电池, 或 1.2V 镍镉电池

碱电池可用 200 小时, 镍镉电池可用 130 小时

电量不足时, 显示闪烁; 过低时自动关机

#### 显示屏:

液晶显示屏, 4.5 位数, 0.5 英寸高

LED 的背光灯

#### 测量:

范围: 0.63~500mm (在钢中)

分辨率: 0.01mm

精确度: 0.01mm (根据材料和工作条件而定)

声速范围: 1,250~10,000m/s

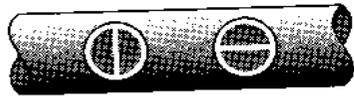
空白页

## 附录 B

# 使用方法

- 如何测量圆管

测量圆管管壁厚度时，探头方向很重要。如果管道的直径大于 100mm，探头应按照左图放置。探头的中间隔片垂直于管道长度方向。对于直径更小的管道，可有两种测量方法。一种为中间隔片垂直于管道长度方向另一种方法为中间隔片平行管道长度方向。两种方法测得的数据都比实际值偏小。



垂直      平行

- 表面热时，如何测量

当材料温度上升时，超声波在其中的传播速度受该物体的温度影响很大。当材料温度上升时，超声波在其中的传播速度会减小。大部分情况下，工件的表面温度应低于 100℃，也就不需要采取什么特殊措施。当温度超过 100℃ 时，材料中超声波声变化应当引起注意，因为这能影响超声波测量值的准确性。

在这样的高温下，建议使用者就应根据已知厚度试块重新进行校准程序（参阅第 11 页），此时，该试块的温度应与所测工件的温度大体一致。这会帮助 MX-3 重新校对高温材料的声速。

在热工件表面上测量时，需要选用一个特殊结构的高温探头。制造探头选用的材料都能经得起高温。即使这样，仍建议使用者将探头放在工件表面上的时间越短越好，只要能得一稳定数值即可。因为当探头放在热的表面上时，探头将被加热，产生热膨胀和其他一些变化，势必会影响到测得数据的准确性。

- 如何测量层压材料

层压材料是一体的，但他们层与层的密度变化却很大，因此，超声波声速变化也很大。许多层压材料上一小块区域内超声波速就会产生很明显的变化。测量这种材料的唯一可靠方法是根据一已知厚度的同材料试块进行校准。最理想的是，这试块应是被测工件上的一部分，或者至少应从同一层压材料中取下的。通过每一试块的分别校对，声速变化对测量造成的影响会降到最低。

测量层压材料的过程中另一个需要考虑的因素就是：层压材料内部含有的气孔或气腔极易反射超声波声束，这时，屏幕上的厚度值会突然地减小，与其他正常区域不同。这会不利于得出正确的材料的总厚度，但使用者可依此现象来证明层压材料中存有气孔。

## 附录 C

### 常用材料的声速值 (声速值)

材料	in/us	m/s
铝	0.250	6305
铋	0.086	2184
黄铜	0.173	4394
钙	0.109	2769
铸铁	0.180(apprx)	4572
康铜	0.206	5232
紫铜	0.184	4674
环氧树脂	0.100(apprx)	2540
白铜	0.187	4750
玻璃	0.223	5664
火石玻璃	0.168	4267
金	0.128	3251
冰	0.157	3988
铁	0.232	5893
铅	0.085	2159
镁	0.228	5791
汞	0.057	1448
镍	0.222	5639
尼龙	0.102(apprx)	2591
石蜡	0.087	2210
铂	0.156	3962
有机玻璃	0.106	2692
聚苯乙烯	0.092	2337
陶瓷	0.230(apprx)	5842
PVC	0.094	2388
石英玻璃	0.222	5639
硫化橡胶	0.091	2311
银	0.142	3607
普通钢	0.233	5918
不锈钢	0.223	5664
斯太立硬质合金	0.275(apprx)	6985
聚四氟乙烯	0.056	1422
锡	0.131	3327
钛	0.240	6096
钨	0.210	5334
锌	0.166	4216
水	0.158	1473

中国区总代理：北京时代科诺科技有限公司

联系电话：010-62919340

联系人：吴道海 13671353434

EMAIL：tianchen17@163.com