

# 穿透涂层超声波测厚仪

## AT-140T6

当您购买这部超声波测厚仪时，标志着您在精密测量领域里向前迈进一步。该表系一部以计算机为核心的测试工具，如果操作技术得当，其坚固性可容多年使用。在使用之前，请详阅此说明书并妥善保管在容易取阅的地方。

材料	声速	
	in/ $\mu$ s	m/s
铁	0.233	5930
铸铁	0.173-0.229	4400-5820
铅	0.094	2400
尼龙	0.105	2680
银	0.142	3607
黄金	0.128	3251
锌	0.164	4170
钛	0.236	5990
锡	0.117	2960
环氧树脂	0.100	2540
冰	0.157	3988
镍	0.222	5639
有机玻璃	0.106	2692
聚苯乙烯	0.092	2337
瓷器	0.230	5842
聚氯乙烯	0.094	2388
石英玻璃	0.222	5639
硫化橡胶	0.091	2311
聚四氟乙烯	0.056	1422
水	0.058	1473

## 目 录

1.1 概述.....	1
1.2 功能特点.....	1
1.3 测量原理.....	1
2.1 参数.....	2
2.2 配件.....	3
3.1 前面板描述.....	4
3.2 按键定义.....	5
4 准备.....	6
4.1 探头选择.....	6
4.2 环境和表面的预处理.....	7
5 操作.....	7
5.1 开机/关机.....	7
5.2 设置测量模式.....	8
5.3 执行探头校零.....	8
5.4 声速校准.....	10
5.5 测量.....	13
5.6 扫描模式.....	14
5.7 转换分辨率.....	15
5.8 切换单位.....	15
5.9 储存管理.....	15
5.10 背光.....	17

5.11 电池信息.....	18
5.12 自动关机.....	18
5.13 系统重置.....	18
5.14 连接电脑.....	18
6 应用注意.....	19
6.1 测量管子和管状物.....	19
6.2 测量热表面.....	19
6.3 测量层压材料.....	20
6.4 通过油漆和涂料进行测量.....	20
6.5 材料适用性.....	20
6.6 耦合剂.....	20
附录声速.....	21

所有的超声波应用都需要一些介质来耦合从传感器至试件的声音。通常使用高粘度液体作为介质。超声波测厚所用的声音在空气中传播效率不高。

在超声波测量中可以使用多种耦合剂材料。丙二醇适用于大多数应用。在需要最大限度传递声能的困难应用中，建议使用甘油。然而，在某些金属上，甘油可以通过吸水来促进腐蚀，因此可能是不可取的。其他合适在正常温度下测量的耦合剂可能包括水、各种油和润滑油、凝胶和硅流体。高温下的测量需要特殊配制的高温耦合剂。

固有的超声波厚度测量是指，仪器在标准脉冲回波模式下，可能采用第二个收到的，来自被测材料背面的回波，而不是第一个。这可能导致厚度读数为其应有值的两倍。识别此类现象并正确使用仪器的责任完全在于仪器的使用者。

#### 附录声速

材料	声速	
	in/ $\mu$ s	m/s
铝	0.250	6340-6400
普通钢	0.233	5920
不锈钢	0.226	5740
黄铜	0.173	4399
铜	0.186	4720

传感器将开始升温，并通过热膨胀效应或其他效应，对测量精度产生不利影响。

### 6.3 测量层压材料

层压材料的独特之处在于它们的密度（即声速）在不同的层压块之间可能有很大的不同。一些层压材料甚至会在单个表面上显示出明显的声速变化。不建议使用基于超声波反射原理的厚度计测量层压材料。

### 6.4 通过油漆和涂料进行测量

通过油漆和涂层进行测量也是独特的，因为油漆/涂层的声速与实际测量材料声速有很大的不同。例如，一个表面有厚约0.6毫米涂层的低碳钢管。管道声速为5920m/s，油漆声速为2300m/s。如果用户对低碳钢管道进行校准，并同时通过两种材料进行测量，则由于速度差异，仪表上出现的涂层厚度会相当于实际厚度的2.5倍。为测量此类应用，通过一种特殊的回声回波模式，可以消除这种误差。在回声回波模式下，油漆/涂层厚度将完全消除，钢将是唯一被测量的材料。


### 6.5 材料适用性


超声波厚度测量依靠声波穿过被测材料。并非所有的材料都善于传播声音。超声波厚度测量适用于多种材料，包括金属、塑料和玻璃。难适用的材料包括一些铸造材料、混凝土、木材、玻璃纤维和一些橡胶。

### 6.6 耦合剂

因为这种背光耗电量很大，所以只有在必要时才打开。

### 5.11 电池信息

本仪器需要四节AAA规格的碱性电池作为电源。使用预设电池数小时后，屏幕上的电池符号将显示为 。越多深色格表示越接近满电。


当电池电量耗尽时，电池符号将显示为 ，并开始闪烁。出现这种情况时，应更换电池。

长时间不工作时请取出电池。

### 5.12 自动关机

本仪器具有自动关机功能，旨在节省电池寿命。如果仪器处于空闲状态5分钟，它将自行关闭。当电池电压过低时，此功能也会起作用。

### 5.13 系统重置

开机时按下  选择键，仪器将恢复出厂默认设置。系统复位时，所有存储器数据将被清空。此功能唯一可能有的时候是，有时仪表中的参数以某种方式损坏了。

### 5.14 连接电脑

仪表配有USB端口。使用附件电缆，仪表可以连接到计算机。存储在仪表存储器中的测量数据可以通过USB接口传输到计算机。通信软件及其使用的详细信息请参阅软件手册。

## 1.1 概述

本仪器是一种多模式超声波测厚仪，基于与声纳相同的工作原理，能够测量各种材料的厚度，其分辨率高达0.1/0.01毫米。

本仪器具有多种模式的特点，允许用户在脉冲回波模式（探伤和坑探检测）和回声回波模式（消除油漆或涂层厚度测量）之间切换。

## 1.2 功能特点

- \* 多种模式：脉冲回波模式和回声回波模式。
- \* 能够对多种材料进行测量，包括金属、塑料、陶瓷、复合材料、环氧树脂、玻璃和其他超声波传导良好的材料。
- \* 可选配传感器用于特殊应用，包括粗晶粒材料和高温应用。
- \* 传感器校零功能，两点校准功能。
- \* 单点模式和扫描模式。
- \* 耦合状态指示器显示耦合状态。
- \* 单位：公制/英制单位可选。
- \* 背光显示，在光线昏暗的环境下使用方便。
- \* 电池信息显示电池的剩余容量。
- \* 自动关机功能，以节省电池寿命。
- \* 可选的软件用于在PC上处理记忆的数据。

## 1.3 测量原理

数字超声波测厚仪由传感器产生短超声波脉冲，从外表面穿过材料内部、在背面或内表面反射并返回到传感器；并精确测量此过程所

电源：4节7号电池

通讯：USB

外形尺寸：142×72×34mm

重量：175g（不含电池）

## 2.2 配件

表1-1配件

	项目	数量	备注
标准配件	主机	1	
	标准探头	1	
	耦合剂	1	
	便携箱	1	
	操作说明书	1	
可选配件	其他专用探头		见表1-2

表1-2探头选择

探头型号	量程	直径	频率	操作温度
P5.0	1.5~600mm (钢)	Φ8mm	5MHz	0~50°C
P2.5	1.0~50mm (塑料)	Φ10mm	2MHz	0~50°C
	3.0~40mm (铸铁)			
P7.0	1.0~50mm (钢)	Φ6mm	7MHz	0~50°C
H5.0	3.0~200mm (钢)	Φ12mm	5MHz	0~300°C

需的时间，来确定零件或结构的厚度。  
测得的双向穿越时间除以2，以计算下穿和反射传播路径，然后乘以材料中的声速。结果用众所周知的关系表示：

$$H=v \times t / 2$$

式中： $H$ —试件厚度。

$v$ —材料中的声速。

$t$ —测量的往返传输时间。

### 2.1 参数

显示器：带背光的LCD

范围：脉冲回波模式：0.65~600mm（钢）

回声回波模式：3~60mm

声速范围：1000~9999m/s

分辨率：0.1mm/0.01mm/0.001inch

精度： $\pm(0.5\%n+0.05)$ ，取决于材料和条件

测量周期：单点模式每秒4次，扫描模式每秒10次

最多可存储20个文件（每个文件最多99个值）

工作模式：两种测厚工作模式，单点模式和扫描模式

单位制：公制或英制（可选）

工作温度：0~40℃；

相对湿度：<85%RH

周围环境应避免振动、强磁场、腐蚀性介质和重粉尘。

2

## 6 应用注意

### 6.1 测量管子和管状物

当测量一根管道以确定管壁厚度时，传感器的方位非常重要。如果管道直径大于4英寸左右，测量时传感器的定位应该是使接触面上的间隙垂直于管道长轴（成直角）。对于直径较小的管道，应进行两次测量。一次使接触面间隙垂直，另一次使间隙与管道长轴平行。两个显示值中较小的一个应作为该点的厚度。



垂直 平行

### 6.2 测量热表面

声音通过物质的速度取决于它的温度。当材料受热时，通过它们的声速降低。在高温测量之前，建议用户对温度等于或接近待测材料温度的、且已知其厚度的试样执行校准程序。使仪表正确计算通过热材料的声速。

在热表面进行测量时，可能还需要使用特殊构造的高温传感器。这种传感器是用耐高温的材料制造的。即便如此，在确保获得稳定的测量值的前提下，还是建议探头与热表面接触的时间尽可能短。当与热表面接触时，

19

### 3.1 前面板描述



3-1 传感器插头  
3-2 液晶显示器

3-3 背光键

3-4 选择键

3-5 inch/mm键

3-6 加/扫描键

3-7 校准/设置键

4

4 随时按 inch/mm键退出数据采集功能并返回测量模式。

#### 5.9.3 查看/删除已存储的记录

此功能使用户能够查看/删除先前保存在内存中的文件记录。步骤如下：

1 按 回车键激活数据采集功能。仪器将显示当前文件名和文件的总记录计数。

2 使用 加键或 减键选择所需的文件。

3 按 回车键进入所选文件。将显示当前记录编号（例如L012）和记录内容。

4 使用 加键或 减键选择所需的记录。

5 在所需的记录上按 删除键。将自动删除此记录，并显示“-DEL”。


6 按 inch/mm键退出数据采集功能并返回测量模式。





#### 5.10 背光

有了背光，在黑暗的环境下工作很方便。开机后，按 背光键可随时打开或关闭背光。

17





度值)。只需在一个新的厚度读数出现后按

 保存键，即可保存测量值到当前文件中。它被添加为文件的最后一条记录。要更改测量值的存储目标文件，请执行以下步骤：

- 1 按  回车键激活数据采集功能。它将显示当前文件名和文件的总记录计数。
- 2 使用  加键或  减键选择所需要的文件并设置为当前文件。
- 3 按  inch/mm键可随时退出数据采集功能。

### 5.9.2 清空所选文件

用户有时需要完全清空整个文件中的所有测量值。这样用户可以从存储位置L00开始启动新的一系列测量。该过程如下所述。

- 1 按  回车键激活数据采集功能。它将显示当前文件名和文件的总记录计数。
- 2 使用  加键或  减键滚动到要执行测量值清空的文件。
- 3 在所需文件上按  删除键。仪器将自动清空文件，并显示“-DEL”。

速，显示屏上的数字将指示传感器正下方材料的实际厚度。

如果耦合状态指示符不出现、不稳定，或者显示的数字不稳定，首先检查传感器下方以确保有足够的耦合剂膜，并且传感器平贴在材料上。如果情况持续，可能需要为被测材料选择不同的传感器（尺寸或频率）。当传感器与被测材料接触时，仪器将每秒进行四次测量，并以此频率更新其显示。当传感器从表面上取下时，显示屏将保持显示最后一次测量值。

注：当传感器被移除时，偶尔会在传感器和表面之间拉出一小片耦合剂薄膜。当这种情况发生时，仪器可能会对耦合剂薄膜进行测量，从而导致测量值大于或小于应有值。这种情况尤其明显的表现是，当传感器就位时观察到一个厚度值，而传感器移开后观察到另一个厚度值时。此外，当通过非常厚的油漆或涂层进行测量时，可能导致测量的是油漆或涂层，而不是实际预期的材料。正确使用仪器和识别此类现象的责任完全在于仪器的使用者。

### 5.6 扫描模式

虽然本仪器擅长单点测量，但有时需要检查更大的区域，寻找最薄的点。为实现这种操作，本仪表具有一个功能，称为扫描模式。在常规操作中，仪表每秒执行并显示四次测量，这对于单点测量来说已经足够了。然

3-8  减/模式键

3-9  电源/退出键

3-10  保存/删除键

3-11  回车键

3-12 数据线插头

3-13 背后电池盖

3-14 标准块

3-15 探头

### 3.2 按键定义

	背光开关
	探头校零操作
	公制、英制单位之间的转换
	加，扫描模式开关
	声速校准
	减，脉冲回波和回声回波之间的转换

属到玻璃和塑料。然而，不同类型的材料需要使用不同的传感器。正确地为一项工作选择传感器，对能够容易地进行准确且可靠的测量至关重要。

请按表1-2选择探头。


### 4.2 环境和表面的预处理




在任何超声波测量方案中，测试表面的形状和粗糙度是至关重要的。粗糙、不平整的表面可能会限制超声波对材料的穿透性，导致测量不稳定、不可靠。被测表面应干净，无任何小颗粒物、铁锈或氧化皮。此类障碍物的存在将阻止传感器正确贴紧在被测表面上。通常，钢丝刷或刮刀有助于清洁表面。在更极端的情况下，可使用旋转砂光机或砂轮，但必须小心防止表面刨削，这将阻止传感器的正确耦合。此外，在被测物体表面使用耦合剂，或在同一点附近进行多次测量，可能有助于传感器的正确耦合。

### 5 操作

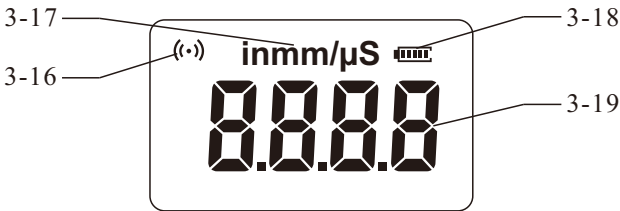
#### 5.1 开机/关机

将传感器插头插入仪器的传感器插口。

按一下  电源键，仪器就打开了。一秒钟后，仪表将显示现在使用的声速，表明仪表已准备就绪。

	仪器开关
	数据保存和删除
	回车

### 3.3 液晶显示



3-16 耦合状态：耦合状态指示符。当仪表进行测量时，耦合状态指示符应点亮。如果不亮或不稳定，则仪器很难实现稳定测量，显示的厚度值很可能是错误的。

3-17 单位：当前单位制。mm或in表示厚度值。m/s或in/μs表示声速。

3-18 电池信息：显示电池的剩余容量。

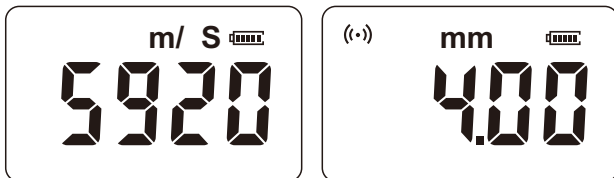
3-19 信息显示：显示测得的厚度值、声速和当前操作提示。


## 4 准备

### 4.1 探头选择

该仪器能够对各种材料进行测量，从各种金

6



按  电源键可以关闭仪表。本仪器有一个特殊的内存，即使在断电的情况下也能保留所有设置。本仪表还具有自动断电模式，旨在节省电池寿命。如果仪表闲置5分钟，它将自行关闭。

### 5.2 设置测量模式

通常情况下，现场的用户和检查人员都要面对涂层材料，如管道和储罐。通常情况下，检查员需要在测量前清除油漆或涂层，或考虑油漆或涂层的厚度和速度引入一些固定误差。

本仪器通过一种特殊的回声回波测量模式，可以消除这种误差。其采用一种简单的方式来进入这种模式，即一键切换。此模式免除了需要去掉油漆或涂层的必要性。

要在脉冲回波模式和回声回波模式之间切

换，只需按  模式键。


### 5.3 执行探头校零

注意：探头校零操作仅适用于脉冲回波模式。请勿在回声回波模式下执行探头校零。

8


而，在扫描模式下，仪表每秒执行十次测量，并在扫描时显示读数。当传感器与被测材料接触时，仪表会不断刷新它测到的最低测量值。传感器可以在表面上“擦过”，信号中的任何短暂中断都将被忽略。当传感器离开被测表面超过2秒时，或停止测量从材料上被取下时，仪表将显示其测量过程中的最小值。

当扫描模式关闭时，单点模式将自动打开。通过以下步骤打开/关闭扫描模式：


按  扫描键打开和关闭扫描模式。扫描模式的当前状态将在主屏幕上显示。

### 5.7 转换分辨率

仪表有可选显示分辨率，分别为0.1mm和0.01mm。

在开机时按住  inch/mm键，可在高分辨率和低分辨率之间切换。

### 5.8 切换单位



在测量模式下，按  inch/mm键在英制和公制单位之间来回切换。


### 5.9 储存管理


#### 5.9.1 存储读数


有20个文件（F00-F19）可用于存储仪表内的测量值。每个文件最多可存储100条记录（厚

15

6 使用  加键或  减键向上或向下调整显示的厚度值，直到它与样品的厚度相匹配。

7 按  选择键。显示屏将闪烁1OF2。对第二个校准点重复步骤3至6。

8 按  校准键，使m/S（或in/μS）符号闪烁。现在，仪表将显示它根据步骤6中输入的厚度值计算的声速值。

9 再次按  校准键退出校准模式。仪表现在可以在该范围内进行测量。

### 5.5 测量

当工具显示厚度测量值时，显示器将保持最后测量的值，直到进行新的测量。

为了使传感器正常工作，探头接触面和被测材料表面之间必须没有空气间隙。这是通过使用“耦合”流体（通常称为“耦合剂”）来实现的。这种液体协助超声波从传感器“耦合”或传输到材料中，然后再返回。在尝试进行测量之前，应在被测材料的表面涂抹少量耦合剂。通常，一滴耦合剂就足够了。

涂抹耦合剂后，将传感器（接触面朝下）紧紧压在要测量的区域上。耦合状态指示符出现在显示屏上，而且应显示一个数字。如果仪器已正确“校零”并设置了正确的声

13

与被测材料的声速相匹配。您也可以按 **ENTER** 回车键在常用的预设速度之间切换。

4 按 **CAL/SET** 校准键退出校准模式。仪表现在准备好进行测量。

5 为了尽可能实现精确的测量，通常建议仪器对已知厚度的样品进行校准。材料成分（即其声速）有时因批次和制造商而异。对已知厚度的样品进行校准，将确保仪器设置的声速尽可能接近待测材料的声速。

#### 5.4.3 两点校准

注：本程序要求在试件上有两个点的厚度是操作员已知的，且这两个点对于测量范围具有代表性。

- 1 执行探头校零。
- 2 在样品上涂抹耦合剂。
- 3 将传感器压在样品的其中一个校准点上，确保传感器平贴在样品表面上。显示器应显示厚度值（可能不正确），耦合状态指示符应稳定显示。
- 4 获得稳定读数后，取下传感器。如果显示的厚度值与传感器耦合时显示的值不同，则重复步骤3。

5 按 **CAL/SET** 校准键。mm（或in）符号应开始闪烁。

**SELECT** 选择键用于校零仪器，其方法与机械千分尺调零的方法大致相同。如果仪表未正确校零，则仪表所做的所有测量都有可能有一定程度的误差。当仪器校零后，这种误差被测量出来，并对所有后续的测量自动校正。可通过执行以下程序将仪器校零：

5.3.1 将传感器插入仪器，确保接头完全接合，检查传感器的磨损面是否清洁且无任何碎屑。

5.3.2 按 **SELECT** 选择键激活探头校零模式。

5.3.3 使用 **SCAN** 加键或 **PE-EE** 减键滚动到当前使用的探头型号。一定要为仪器设置正确的探头型号。否则，就会有错误。

5.3.4 在金属标准块表面涂抹一滴超声波耦合剂。

5.3.5 将传感器压在标准块上，确保传感器平贴在表面上。

5.3.6 从标准块上取下传感器。

此时，仪器已成功计算出其内部误差系数，并将在后续任何测量中补偿该值。即使实际测量中已输入其他速度值进行测量，执行探头校零时，仪器还是会使用内置标准块的声速值。虽然仪器会记住上次执行的探头校零，但无论是任何时候打开仪表时，还是在

使用不同的传感器时，都建议进行探头校零。这将确保仪器始终正确归零。

在探头校零模式下按下  选择键，将停止当前探头校零操作并返回测量模式。

#### 5.4 声速校准

为了使仪表进行准确测量，必须为被测材料设置正确的声速。不同类型的材料具有不同的固有声速。如果没有正确设置测量仪的声速，那么所有的测量结果都会有一定百分比的误差。单点校准是最简单和最常用的优化大量程内线性度的校准程序。而两点校准，通过探头零点和速度的计算，能在更小的量程内得到更高的精度。


注：单点和两点校准必须在去除油漆或涂层的材料上进行。校准前未清除油漆或涂层将导致多材料声速计算，该声速可能与被测材料的实际声速不同。



##### 5.4.1 已知厚度的校准


注：本程序需要特定的被测材料样品，且通过其他方法测量得知其确切厚度。


- 1 执行探头校零。
- 2 在样品上涂抹耦合剂。
- 3 将传感器压在样品上，确保传感器平贴在样品表面上。显示器应显示厚度值，耦合状态指示符应稳定显示。
- 4 获得稳定读数后，取下传感器。如果显示的厚

度与传感器耦合时显示的值不同，则重复步骤3。

5 按  校准键激活校准模式。mm（或in）符号应开始闪烁。


6 使用  加键或  减键向上或向下调整显示的厚度值，直到它与样品的厚度相匹配。


7 再按一下  校准键。m/S（或in/μS）符号应开始闪烁。仪表现在显示它根据输入的厚度值计算的声速值。

8 再次按  校准键退出校准模式并返回测量模式。仪表现在准备好进行测量。

##### 5.4.2 已知声速的校准

注：此程序要求操作员知道被测材料的声速。常见材料及其声速表见本手册附录A。

1 按  校准键激活校准模式。mm（或in）符号应开始闪烁。

2 再次按  校准键，使m/S（或in/μS）符号闪烁。

3 用  加键或  减键上下调节声速值，直到