

1 概述	3
1.1 技术参数	3
1.2 主要功能	4
1.3 工作原理	5
1.4 仪器配置	5
1.5 工作条件	7
2 结构与外观	8
2.1 主显示界面	9
2.2 键盘定义	9
3 测量前的准备	10
3.1 仪器准备	10
3.2 探头选择	10
3.3 被测工件的表面处理	10
4 仪器使用	10
4.1 仪器开、关机	10
4.2 探头零点校准	11
4.3 声速设置	11
4.4 声速测量	12
4.5 厚度测量	12
4.6 存储功能	12
4.7 背光功能	13
4.8 电池电量指示	13
4.11 自动关机	13
5 测量应用技术	14
5.1 测量方法	14
5.2 管壁测量法	14
6 维护及注意事项	14

6.1 电源检查	14
6.2 一般注意事项	14
6.3 测量中注意事项	15
6.4 标准试块的清洁	15
6.5 机壳的清洁	15
6.6 仪器维修	15
7 贮存与运输条件	15
附录 A 材料声速	16
附录 B 超声测厚中的常见问题与处理方法	17
用户须知	23

1 概述

本仪器是智能型超声波测厚仪，采用最新的高性能、低功耗微处理器技术，基于超声波测量原理，可以测量金属及其它多种材料的厚度，并可以对材料的声速进行测量。可以对生产设备中各种管道和压力容器进行监测，监测它们在使用过程中受腐蚀后的减薄程度，也可以对各种板材和各种加工零件作精确测量。本仪器可广泛应用于石油、化工、冶金、造船、航空、航天等各个领域。

独具特点：在标准型的基础上增加通讯功能，可与 PC 机进行数据交换，支持电脑端实时通讯功能、可作为小型单通道在线仪器使用（要配备符合在线产品的专用探头）

1.1 技术参数:

测量范围	0.75~600mm（探头决定）
分辨率	0.01mm
测量单位	公制（mm）/英制（inch）可选
语言	中英文可切换
测量精度	0.75 ~ 99.99时，分辨率0.01，允许误差 $\pm 3\%H + 0.04$ 测量范围100.0 ~ 600.0时，分辨率0.1，允许误差 $\pm 5\%H + 0.04$ 注：H为测量的厚度
声速调节	1000~9999 m/s
校准功能	有探头零点和两点校准功能

存储数据	3000组测厚数据（仅测量值，声速值）3000组参数数据集（包括测量值、仪器设置等参数）
通讯接口	USB
声光报警	上限下限提示（可根据被测工件厚度设置）
最小厚度值捕获能力	具有最小厚度值捕获能力
工件表面温度	-10~60℃
测量周期	单点测量时6次/秒、扫描模式20次/秒
管材测量下限	Φ 20 mm×3.0 mm(5Mhz 探头)； Φ 15 mm×2.0 mm(7Mhz 探头)
示值误差	不超过±0.1 mm
校准	4.0 mm（钢）
电源	AA 型碱性电池1.5V（2节）
操作时间	连续操作可达250小时（不开背光）
外形尺寸	145mm×74mm×32 mm（高×宽×厚）
重量	245g

1.2 主要功能

- 适合测量金属(如钢、铸铁、铝、铜等)、塑料、陶瓷、玻璃、玻璃纤维及其他任何超声波的良导体的厚度；
- 可配备多种不同频率、不同晶片尺寸的双晶探头使用；
- 已知厚度可以反测声速，以提高测量精度；
- 具有耦合状态提示功能；
- 有 EL 背光显示，方便在光线昏暗环境中使用；

- 有剩余电量指示功能，可实时显示电池剩余电量；
- 具有自动休眠、自动关机等节电功能；
- 小巧、便携、可靠性高，适用于恶劣的操作环境，抗振动、冲击和电磁干扰；

1.3 工作原理

本超声波测厚仪对厚度的测量，是由探头产生超声波脉冲透过耦合剂到达被测体，一部分超声信号被物体底面反射，探头接收由被测体底面反射的回波，精确地计算超声波的往返时间，并按下式计算厚度值，再将计算结果显示出来。

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

式中： H—测量厚度； v—材料声速；

t—超声波在试件中往返一次的传播时间。

1.4 仪器配置

表 1.1 仪器配置

	序号	名称	数量	备注
标准配置	1	主机	1 台	
	2	标准探头（5MHz）	1 只	
	3	耦合剂	1 瓶	
	4	ABS 仪器箱	1 只	
	5	随机资料	1 份	
	6	AA(5 号)尺寸碱性电池	2 只	
可选配置	9	粗晶探头（2MHz）		
	10	大量程粗晶探头（2.5MHz）		

	11	微径探头 (7MHz)		
	12	微径探头 (10MHz)		
	13	高温探头 (2MHz)		

表 1.2 探头选择

名称	型号	频率 (MHz)	探 头 直 径	测量范围	最小管径	特性描述
粗晶探头	N02	2.5	12mm	3.0mm~ 600.0mm (钢) 40mm 以下(灰铸 铁 HT200)	20mm	用于铸铁等 粗晶材质的 测量
大量程粗 晶探头	N02	2	20mm	3.0mm~ 600.0mm (钢) 100mm 以下(灰 铸铁 HT200)	20mm	用于铸铁等 粗晶材质的 测量
标准探头	N05/9 0°	5	10mm	1.0mm~ 600.0mm (钢)	Φ20mm× 3.0mm	专用
微径探头	N07	7	6mm	0.8mm~80.0mm (钢)	Φ15mm× 2.0mm	用于薄壁及 小弧面的测 量
微径探头	N010	10	4mm	0.28mm~3.3mm (钢)	Φ8mm× 2.0mm	用于薄壁及 小弧面的测 量
高温探头	HT5	2	14mm	3~200mm (钢)	30mm	用于温度小 于 300℃的 材料的测量

1.5 工作条件

环境温度：操作温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ；存储温度： $-30^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$

相对湿度 $\leq 90\%$ ；

周围环境无强烈振动、无强烈磁场、无腐蚀性介质及严重粉尘。

2 结构与外观



- 1 外壳 2 键盘 3 液晶屏 4 发射插座 5 接收插座
6 校准厚度块 7 超声探头（简称探头）

2.1 主显示界面

仪器开机后会自动进入主显示界面，如下图所示：












耦合状态： 探头与被测工件的耦合状态

单位制式： MM、M/S（公制时）

电池电量： 电池剩余电量显示

信息显示： 显示厚度测量值，以及简单的操作提示信息。

2.2 键盘定义

	仪器开关键		菜单键
	数字增加键/向上键/ 常用声速切换键		取消键/测声速测厚 模式切换键
	位数选择键		确认键
	位数选择键		数字减小键/向下键 /数据保存键
	校准键		

3 测量前的准备

3.1 仪器准备

新购仪器请参照装箱单仔细查对仪器及附件，不全时请及时与厂家联系。

3.2 探头选择

根据被测对象的厚度及形状来选择探头。

选择的依据请参考本手册 1.4 的表 1.2：探头选择。


3.3 被测工件的表面处理

若被测体表面很粗糙或锈蚀严重，请用以下方法处理：

- 在被测体表面使用耦合剂；
- 利用除锈剂、钢丝刷或砂纸处理被测体表面
- 在同一点附近多次测量

4 仪器使用

4.1 仪器开、关机

- 1) 将探头插头插入仪器探头插座中；
- 2) 按  键，仪器屏幕显示开机画面后自动进入测量界面，并显示当前仪器中设置的声速值，此时仪器的各参数为上次关机前使用的参数；



在开机状态下，按  键可以实现关机操作。

4.2 探头零点校准

在每次更换探头、改变声速、更换电池、环境温度变化较大或者测量出现偏差时应进行探头校准。此步骤对保证测量准确度十分关键。如有必要，可重复多次。步骤如下：

- 1) 测量仪器上提供的标准试块（ (4.00 ± 0.01) mm，当声速为 5920m/s 时）；
- 2) 仪器显示校准测量值（ (4.00 ± 0.01) mm，当声速为 5920m/s 时），校准过程完毕。

注意！



（1）校准操作前，请先确认是否退出了声速修改模式，在声速修改模式时仪器不可进行校准操作。

（2）只限于将探头耦合在仪器面板上的标准试块上进行校准，而不得在其它任何试块上使用此键，否则将引起测量错误。

4.3 声速设置

当已知材料的声速时，可以利用仪器提供的声速调节功能，并依据附表中的参考声速值，调整仪器的内置声速值。操作方法为：

方式 1

（1）在测厚模式下，按  键，或按  键，进入声速调整。

（2）按  声速 键，或按  存储 键在修改声速值；







（3）修改完成声速值后请退出声速修改模式

方式 2

（1）在测厚模式下直接按  存储 键，选择常用声速

4.4 声速测量

在被测材料的声速未知时，可利用仪器提供的声速测量功能计算材料的声速值。请注意，利用这一功能时，请用户使用与被测材料同质并已知厚度的试块。具体操作过程如下：


- 1) 首先进行一次探头零点校准（探头没有校准前无法进入测声速模式）
- 2) 在测厚模式下，按  键，切换到声速测量模式；
- 3) 在测声速模式下，按  键，或按  键，进入工件厚度调整；
- 4) 按  键，或按  键在修改工件厚度值。
- 5) 按  键，确认工件声速，并自动返回到测厚模式。


4.5 厚度测量





将耦合剂均匀涂于被测区域，将探头与被测材料表面紧密耦合，屏幕将显示被测区域的测量厚度。当探头与被测材料良好耦合时，屏幕将显示耦合标志，如果耦合标志闪烁或无耦合标志则表示耦合状况不好。移开探头后，耦合标志消失，厚度值保持。

4.6 存储功能

4.6.1 存储测量值

仪器中最多40个厚度测量值。厚度测量后可直接按  键将测量值存入当前文件中；如果需要查看厚度值可以在菜单中查看，方式如下



- 1) 在厚度测量状态下，按  键，进入菜单；

- 2) 按  键，选择到查看数据选项。
- 3) 按  键查看之前保存的测厚数据。
- 4) 按  键，或按  键可以查看 40 个测厚值。


存储厚度值时，如果当前文件中的记录总数已经达到 40 个，则仪器会自动循环保存测厚数据。

4.7 背光功能

仪器液晶屏带有 EL 背光功能，以便在光线昏暗处可以阅读测量值。由于背光打开后，仪器功耗明显增加，所以请在必要的时候才打开背光，以节约用电，延长电池使用时间。

在厚度测量状态下，按  键，进入菜单  可以设置背光开关。

4.8 电池电量指示

仪器主机内装有串联连接的 2 节 AA 尺寸（5 号）碱性电池。电池电量充足时，电量指示符号满格显示；电池用过一段时间后，电池符号会显示为非满格；电池接近用完时，电池符号会闪动显示 ，此时应该立即更换电池。

4.11 自动关机

- 仪器具有自动关机功能，以节省电池电能。
- 在菜单选项中有设置自动关机
 - 0 分为关闭自动关机功能；
 - 3 分为在无操作且未检测到物体时 3 分钟后仪器将自动关机；
 - 6 分为在无操作且未检测到物体时 6 分钟后仪器将自动关机；
 - 9 分为在无操作且未检测到物体时 9 分钟后仪器将自动关机；
- 当电池电压过低时，仪器会自动关机。

5 测量应用技术

5.1 测量方法

- 单点测量法：在被测体上任一点，利用探头测量，显示值即为厚度值。
- 两点测量法：在被测体的同一点用探头进行二次测量，在二次测量中，探头的分割面成 90° ，较小值为厚度值。
- 多点测量法：在直径约为 30 mm 的圆内进行多次测量，取其最小值为厚度值。
- 连续测量法：用单点测量法，沿指定线路连续测量，其间隔不小于 5 mm，取其中最小值为被测体厚度值。

5.2 管壁测量法

测量时，探头分割面可分别沿管材的轴线或垂直管材的轴线测量。若管径大时，测量应在垂直轴线的方向测量；管径小时，应在二方向测量，取其中最小值为厚度值。

6 维护及注意事项

6.1 电源检查

电池容量接近用完或用完时，应该及时更换电池，以免影响测量精度。仪器长时间不使用时应将电池取出，以免电池漏液，腐蚀仪器盒与电极片。

注意电池安装时的正负极性！极性颠倒可能导致仪器损坏！

6.2 一般注意事项

- 应避免仪器及探头受到强烈震动；
- 避免仪器置于过于潮湿的环境中；
- 插拔探头时，应捏住活动外套沿轴线用力，不可旋转探头，以免损坏探头电缆芯线。
- 油、灰尘的附着会使探头线逐渐老化、断裂，使用后应清除线缆上的污垢。

6.3 测量中注意事项

- 测量时，只有出现耦合图标并稳定时，才是良好的测量；
- 若被测体表面有大量耦合剂时，当探头离开被测体表面时，耦合剂会引起误测。因此测量结束时，应迅速将探头移开被测体表面。
- 探头表面为丙烯树脂，对粗糙表面的重划很敏感，因此在使用中应轻按；测粗糙表面时，尽量减少探头在工作表面的划动。
- 常温测量时，被测物表面不应超过 60℃，否则探头不能再用。
- 若探头磨损，测量会出现示值不稳，此时应更换探头。

6.4 标准试块的清洁

由于使用标准试块对仪器进行校准时，需涂耦合剂，所以请注意试块的防锈。使用后将标准试块擦干净。气温较高时不要沾上汗液。长期不使用应在随机试块表面涂上少许油脂防锈，当再次使用时，将油脂擦净后，即可进行正常工作。

6.5 机壳的清洁

酒精、稀释液等对机壳尤其是视窗有腐蚀作用，故清洗时，用少量清水轻轻擦拭即可。

6.6 仪器维修

当仪器出现非正常现象（如仪器损坏，不能测量；液晶显示不正常；正常使用时，误差过大；键盘操作失灵或混乱等）时，请用户不要拆卸或调节任何固定装配之零部件，请填妥保修卡后，交由我公司维修部门，执行保修条例。

7 贮存与运输条件

- 贮存时应远离振动、强烈磁场、腐蚀性介质、潮湿、尘埃，应在常温下贮存。
- 运输时在保证原包装的状态下，可在三级公路条件下进行。

附录 A 材料声速

	材料	声速	
		in/ μ s	m/s
铝	Aluminum	0.250	6340-6400
钢	Steel, common	0.233	5920
不锈钢	Steel, stainless	0.226	5740
黄铜	Brass	0.173	4399
铜	Copper	0.186	4720
铁	Iron	0.233	5930
铸铁	Cast Iron	0.173-0.229	4400—5820
铅	Lead	0.094	2400
尼龙	Nylon	0.105	2680
银	Silver	0.142	3607
金	Gold	0.128	3251
锌	Zinc	0.164	4170
钛	Titanium	0.236	5990
锡	Tin	0.117	2960
丙烯酸(类)树脂		0.109	2760
环氧树脂	Epoxy resin	0.100	2540
冰	Ice	0.157	3988
镍	Nickel	0.222	5639
树脂玻璃	Plexiglass	0.106	2692
陶瓷	Porcelain	0.230	5842
聚氯乙烯	PVC	0.094	2388
石英	Quartz glass	0.222	5639
硫化橡胶	Rubber, vulcanized	0.091	2311
水	Water	0.058	1473

注：所列的声速均为近似值，仅供参考。

附录 B 超声测厚中的常见问题与处理方法

B.1 表面状况对测量结果的影响

B.1.1 表面覆盖物

测量前应清除被测物体表面所有的灰尘、污垢及锈蚀物，铲除油漆等覆盖物。

B.1.2 粗糙表面

过于粗糙的表面会引起测量误差，甚至仪器无读数。测量前应尽量使被测材料表面光滑，可使用磨、抛、锉等方法使其光滑。还可使用高粘度耦合剂。

B.1.3 粗加工表面

粗加工表面（如车床或刨床）所造成的有规则的细槽也会引起测量误差，处理方法同上。另外调整超声探头串音隔层板（穿过探头底面中心的金属薄层）与被测材料细槽之间的夹角，使隔层板与细槽相互垂直或平行，取读数中的最小值作为测量厚度，可取得较好效果。

B.1.4 圆柱型表面

测量圆柱型材料，如管子、油桶等，正确选择探头串音隔层板与被测材料轴线之间的夹角至关重要。简单地说，将探头与被测材料耦合，探头串音隔层板与被测材料轴线平行或垂直，沿与被测材料轴线方向垂直地缓慢摇动探头，屏幕上的读数将有规则地变化，选择读数中的最小值，作为材料的测量厚度。

根据材料的曲率正确选择探头串音隔层板与被测材料轴线夹角方向。直径较大的管材，选择探头串音隔层板与管子轴线垂直；直径较小的管材，则选择与管子轴线平行和垂直两种测量方法，取读数中的最小值作为测量厚度。

B.1.5 复合外形

当测量复合外形的材料（如管子弯头处）时可采用上文介绍

的方法，所不同的是要进行二次测量，分别读取探头串音隔层板与轴线垂直和平行的两个数值，其较小的一个数作为该材料在测量点处的厚度测量值。

B1.6 不平行表面

为了得到稳定、可靠的厚度测量值，被测材料的另一表面必须与被测面平行或同轴，否则将引起较大测量误差或根本无读数显示。

B.2 温度对测量结果的影响

材料的厚度与超声波在材料中的传播速度均受温度的影响。对测量精度要求较高时，可采用试块对比法，即用相同材料、近似厚度的试块在相同温度条件下进行测量，并求得温度补偿系数，用此系数修正被测工件的测量值

B.3 材料衰减对测量结果的影响

对于一些如纤维、多孔、粗晶等材料，它们会造成超声波的大量散射和能量衰减，以致可能使仪器出现反常的读数甚至无读数（通常反常的读数小于实际厚度）。在这种情况下，该材料不适用于用此测厚仪进行厚度测量。

B.4 参考试块的使用

对不同材料在不同条件下进行精确测量，校准试块的材料越接近于被测材料，测量就越精确。理想的参考试块将是一组被测材料的不同厚度的试块，试块能提供仪器补偿校正因素（如材料的微观结构、热处理条件、粒子方向、表面粗糙等）。为了满足最大精度测量的要求，一套参考试块将是很重要的。

在大部分情况下，只要使用一个参考试块就能得到令人满意的测量精度，这个试块应具有与被测材料相同的材质和相近的厚度。取均匀被测材料用千分尺测量后就能作为一个试块。

对于薄材料，在它的厚度接近于探头测量下限时，可用试块

来确定准确的低限。不要测量低于下限厚度的材料。如果一个厚度范围是可以估计的，那么试块的厚度应选上限值。

当被测材料较厚时，特别是内部结构较为复杂的合金等，应在一组试块中选择一个接近被测材料的，以便于掌握校准。

大部分锻件和铸件的内部结构具有方向性，在不同的方向上，声速将会有少量变化，为了解决这个问题，试块应具有与被测材料相同方向的内部结构，声波在试块中的传播方向也要与在被测材料中的方向相同。

在一定情况下，查已知材料的声速表，可代替参考试块，但这只是近似地代替一些参考试块，在一些情况下，声速表中的数值与实际测量有别，这是因为材料的物理及化学情况有异。这种方法常被用来测低碳钢，但只能作为粗略测量。

本测厚仪具有测量声速的功能，故可先测量出声速，再以此声速对工件进行测量。

B.5 铸件测量

铸件测量有其特殊性。铸件材料的晶粒比较粗大，组织不够致密，再加上往往处于毛面状态就进行测量，因此使测量遇到较大的困难。

首先是晶粒的粗大和组织不致密性造成声能的极大衰减，衰减是由材料对声能的散射和吸收造成的。衰减的程度与晶粒尺寸和超声频率是有密切关系的，相同频率下衰减随晶粒直径的增大而增大，但有一最高点，超过这一点，晶粒直径再增大，衰减基本趋于一个固定值。对于不同频率的探头，衰减随频率的增大而增大。

其次，当晶粒粗大和铸造中存在粗大异相组织时，将对超声信号产生异常反射，产生草状回波或树状回波，使测厚结果出现错误读数，造成误判。

另外，随着晶粒的粗大，金属结晶方向上的各向异性表现得更为显著，从而使不同方向上的声速造成差异，最大差异甚至可达5.5%。而且工件内不同位置上组织的致密性也不一致，这也将造成声速的差异。这些因素都将引起测量结果的不准确。因此对铸件测量要特别小心。

对铸件测量时应注意：

- 在测量表面粗糙的铸件时，必须采用粘度较大的机油、黄油等作耦合剂。
- 建议用与待测物相同的材料，测量方向与待测物也相同的试块来校准材料的声速。
- 必要时可进行两点校准。

B.6 减小测量误差的方法

B.6.1 超薄材料

使用任何超声波测厚仪，当被测材料的厚度降到探头使用下限以下时，将导致测量误差，必要时，最小极限厚度可用试块比较法测得。

当测量超薄材料时，有时会发生一种称为“双重折射”的错误结果，它的现象为：显示读数是实际厚度的二倍；另一种错误结果被称为“脉冲包络、循环跳跃”，它的现象是测量值大于实际厚度，为防止这类误差，测临界薄材料时应反复测量核对。

B.6.2 锈斑、腐蚀凹坑等

被测材料另一表面的锈斑凹坑（很小的锈点有时是很难发现的）等将引起读数无规则地变化，在极端情况下甚至无读数。当发现凹坑或感到怀疑时，对这个区域的测量就得十分小心，可选择探头串音隔层板不同角度的定位来作多次测试。

B.6.3 材料识别错误

当用一种材料校正了仪器后，又去测量另一种材料时，将发

生错误的结果，应注意选择正确的声速。

B6.4 探头的磨损

探头表面为丙烯树脂，长期使用会使其粗糙度增高，导致探头灵敏度下降，如果探头磨损严重导致测量结果误差较大，可用砂纸或油石少量打磨探头表面使其平滑并保证平行度。如测值仍不稳定，则需更换探头。

B6.5 多层材料、复合材料

要测量结合面不紧密的多层材料是不可能的，因超声波无法穿透未经耦合的结合面。因为超声波不能在复合材料中以匀速传播，所以用超声反射原理测量厚度的仪器均不适于测量多层材料和复合材料。

B6.6 金属表面氧化层的影响

有些金属可能在其表面产生较致密的氧化层，例如铝等，这层氧化层与基体间结合紧密，无明显界面，但超声波在这两种物质中的传播速度是不同的，故会造成测量误差，且氧化层厚度不同误差的大小也不同。请用户在使用时注意这种情况。可以在同一批被测材料中选择一块制成样块，用千分尺或卡尺测量其厚度，并用该试块对仪器进行校准。

B6.7 反常的厚度读数

操作者应具备辨别反常读数的能力，通常锈斑、腐蚀凹坑、被测材料内部缺陷都将引起反常读数。解决办法可参考本手册的有关章节。

B6.8 耦合剂的选择和使用

耦合剂是用来作为探头与被测材料之间的超声信号传播载体。如果耦合剂的种类或使用方法不当将有可能造成较大误差，或者耦合标志闪烁，测值无法稳定。耦合剂应适量使用，涂抹均匀。

选择合适类型的耦合剂非常重要。当使用在光滑材料表面时，可以使用低粘度的耦合剂（如随机配置的耦合剂、轻机油等）；当使用在粗糙材料表面，或垂直表面及顶面时，需要使用粘度较高的耦合剂（如甘油膏、黄油、润滑脂等）。

用户须知

一、用户购买本公司产品后，请认真填写《保修登记卡》，并将加盖用户单位公章的《保修登记卡》和购买仪器发票复印件寄回本公司客户服务中心，也可委托售机单位代寄。手续不全时，只能维修不予保修。

二、本公司产品从用户购置之日起，一年内出现质量故障（非保修件除外），请凭“保修卡”或购机发票复印件与本公司仪器服务部联系，可免费维修。保修期内，不能出示保修卡或购机发票复印件，本公司按出厂日期计算保修期，期限为一年。

三、超过保修期的本公司产品出现故障，可以交由本公司仪器服务部维修产品，按公司规定收取维修费用。

四、公司定型产品外的“特殊配置”（非标配传感器、加长电缆、专用软件等），按有关标准收取费用。

五、凡因用户自行拆装本公司产品、因运输、保管不当或未按产品说明书正确操作造成产品损坏，以及私自涂改保修卡，无购货凭证，本公司均不能予以保修。

六、请按照使用说明正确使用，如发现异常，请停止使用并与我公司联系