

# 探伤仪特性

1、超声波在介质中传播时，在不同质界面上具有反射的特性，如遇到缺陷，缺陷的尺寸等于或大于超声波波长时，则超声波在缺陷上反射回来，探伤仪可将反射波显示出来；如缺陷的尺寸甚至小于波长时，声波将绕过射线而不能反射。

2、波声的方向性好，频率越高，方向性越好，以很窄的波束向介质中辐射，易于确定缺陷的位置。

3、超声波的传播能量大，如频率为 1MHZ（1 兆赫兹）的超生波所传播的能量，相当于振幅相同而频率为 1000HZ（赫兹）的声波的 100 万倍。编辑本段探伤仪检测 探伤仪检测现在通常是对被测物体（比如工业材料、人体）发射超声，然后利用其反射、多普勒效应、透射等来获取被测物体内部的信息并经过处理形成图像。

探伤仪其中多普勒效应法是利用超声在遇到运动的物体时发生的多普勒频移效应来得出该物体的运动方向和速度等特性；透射法则是通过分析超声穿透过被测物体之后的变化而得出物体的内部特性的，其应用目前还处于研制阶段；

探伤仪内部缺陷性质的估判及原因和防止措施：

## 1、气孔：

单个气孔回波高度低，波形为单缝，较稳定。从各个方向探测，反射波大体相同，但稍一动探头就消失，密集气孔会出现一簇反射波，波高随气孔大小而不同，当探头作定点转动时，会出现此起彼伏的现象。产生这类缺陷的原因主要是焊材未按规定温度烘干，焊条药皮变质脱落、焊芯锈蚀，焊丝清理不干净，手工焊时电流过大，电弧过长；埋弧焊时电压过高或网络电压波动太大；气体保护焊时保护气体纯度低等。如果焊缝中存在着气孔，既破坏了焊缝金属的致密性，又使得焊缝有效截面积减少，降低了机械性能，特别是存链状气孔时，对弯曲和冲击韧性会有比较明显降低。防止这类缺陷产生的措施有：不使用药皮开裂、剥落、变质及焊芯锈蚀的焊条，生锈的焊丝必须除锈后才能使用。所用焊接材料应按规定温度烘干，坡口及其两侧清理干净，并要选用合适的焊接电流、电弧电压和焊接速度等。

## 2、夹渣：

点状夹渣回波信号与点状气孔相似，条状夹渣回波信号多呈锯齿状波幅不高，波形多呈树枝状，主峰边上有小峰，探头平移波幅有变动，从各个方向探测时反射波幅不相同。这类缺陷产生的原因有：焊接电流过小，速度过快，熔渣来不及浮起，被焊边缘和各层焊缝清理不干净，其本金属和焊接材料化学成分不当，含硫、磷较多等。防止措施有：正确选用焊接电流，焊接件的坡口角度不要太小，焊前必须把坡口清理干净，多层焊时必须层层清除焊渣；并合理选择运条角度焊接速度等。

## 3、未焊透：

反射率高，波幅也较高，探头平移时，波形较稳定，在焊缝两侧探伤时均能得到大致相同的反射波幅。这类缺陷不仅降低了焊接接头的机械性能，而且在未焊透处的缺口和端部形成应力集中点，承载后往往会引起裂纹，是一种危险性缺陷。其产生原因一般是：坡口纯边间隙太小，焊接电流太小或运条速度过快，坡口角度小，运条角度不对以及电弧偏吹等。防止措施有：合理选用坡口型式、装配间隙和采用正确的焊接工艺等。

## 4、未熔合：

探头平移时，波形较稳定，两侧探测时，反射波幅不同，有时只能从一侧探到。其产生的原因：坡口不干净，焊速太快，电流过小或过大，焊条角度不对，电弧偏吹等。防止措施：正确选用坡口和电流，坡口清理干净，正确操作防止焊偏等。

## 5、裂纹：

回波高度较大，波幅宽，会出现多峰，探头平移时反射波连续出现波幅有变动，探头转时，波峰有上下错动现象。裂纹是一种危险性最大的缺陷，它除降低焊接接头的强度外，还因裂纹的末端呈尖销的缺口，焊件承载后，引起应力集中，成为结构断裂的起源。裂纹分为热裂纹、冷裂纹和再热裂纹三种。热裂纹产生的原因是：焊接时熔池的冷却速度很快，造成偏析；焊缝受热不均匀产生拉应力。防止措施：限制母材和焊接材料中易偏析元素和有害杂质的含量，主要限制硫含量，提高锰含量；提高焊条或焊剂的碱度，以降低杂质含量，改善偏析程度；改进焊接结构形式，采用合理的焊接顺序，提高焊缝收缩时的自由度。

#### 探伤仪反射法

探伤仪检测这里主要介绍的是目前应用最多的通过反射法来获取物体内部特性信息的方法。反射法是基于超声在通过不同声阻抗组织界面时会发生较强反射的原理工作的，正如我们所知道，声波在从一种介质传播到另外一种介质的时候在两者之间的界面处会发生反射，而且介质之间的差别越大反射就会越大，所以我们可以对一个物体发射出穿透力强、能够直线传播的超声波，探伤仪然后对反射回来的超声波进行接收并根据这些反射回来的超声波的先后、幅度等情况就可以判断出这个组织中含有的各种介质的尺寸、分布情况以及各种介质之间的对比差别程度等信息（其中反射回来的超声波的先后可以反映出反射界面离探测表面的距离，幅度则可以反映出介质的尺寸、对比差别程度等特性），探伤仪从而判断出该被测物体是否有异常。在这个过程中就涉及到很多方面的内容，包括超声波的产生、接收、信号转换和处理等。其中产生超声波的方法是通过电路产生激励电信号传给具有压电效应的晶体（比如石英、硫酸锂等），使其振动从而产生超声波；而接收反射回来的超声波的时候，这个压电晶体又会受到反射回来的声波的压力而产生电信号并传送给信号处理电路进行一系列的处理，探伤仪最后形成图像供人们观察判断。这里根据图像处理方法的种类又可以分为A型显示、M型显示、B型显示、C型显示、F型显示等。其中A型显示是将接收到的超声信号处理成波形图像，根据波形的形状可以看出被测物体里面是否有异常和缺陷在那里、有多大等，探伤仪主要用于工业检测；M型显示是将一条经过辉度处理的探测信息按时间顺序展开形成一维的“空间多点运动时序图”，适于观察内部处于运动状态的物体，探伤仪如运动的脏器、动脉血管等；B型显示是将并排很多条经过辉度处理的探测信息组合成的二维的、反映出被测物体内部断层切面的“解剖图像”（医院里使用的B超就是用这种原理做出来的），探伤仪适于观察内部处于静态的物体；而C型显示、F型显示现在用得比较少。探伤仪检测不但可以做到非常准确，而且相对其他检测方法来说更为方便、快捷，也不会对检测对象和操作者产生危害，所以受到了人们越来越普遍的欢迎，有着非常广阔的发展前景。

#### 探伤仪分类

探伤仪从测量原理不同可以分为：超声波探伤仪、磁粉探伤仪、涡流探伤仪、射线探伤仪和荧光探伤仪，其中磁粉探伤仪、涡流探伤仪、射线探伤仪主要检测工件近表层的缺陷，体积较大不便于携带，而且射线对环境有污染；随着科技的发展超声波探伤仪被越来越广泛的应用，体积小重量轻，操作方便，具有较强的实用性，将来高端发展一定会有扫描图象代替声波波形的探测方式，这一点与B超机象类似，但价格不菲。

#### 探伤仪应用

探伤仪的应用有很广泛，比如用超声的反射来测量距离，利用大功率超声的振动来清除附着在锅炉上面的水垢，利用高能超声做成“超声刀”来消灭、击碎人体内的癌变、结石等，探伤仪而利用超声的反射等效应和穿透力强、能够直线传播等的特性来进行检测也是其中一个很大的应用领域。探伤仪的检测应用主要包括在工业上对各种材料的检测和医疗上对人体的检测诊断，通过它们人们可以探测出金属等工业材料中有没有气泡、伤痕、裂缝等缺陷，可以检测出人们身体的软组织、血流等是否正常。

## 超声波探伤仪

### 工业用超声波探伤仪

#### 超声波探伤仪 PD-F1 仪器特点：

高分辨率 TFT LCD，独特的遮阳设计，符合人体工程学。

采用高端 ARM 处理器，系统响应速度快，实时性好。

采用性能先进的前置放大器，大大减小检测盲区。

简洁易用的人机交互，仪器操控性强。

高达 4 GB 海量存储，能够进行长时间的探伤波形动态记录，存储大量波形信息。

具有丰富的通信接口，强大的数据备份和数据转储能力。

防水等级 IP64

键盘背光功能

探头接口采用瑞士原装进口的 LEMO 接头，美观大方，耐用性好。

增加 Ethernet 网口，可接入以太网。

增加了大量的操作提示信息，人机交互界面更加友好。

用户可根据自己喜好来选择不同的屏幕颜色。

内置 AWS、API5UE 等多种标准。

屏幕分辨率

超声波探伤仪主要性能指标：

探测范围：(0~9999)mm

工作频率：(0.25~20)MHz

各频段等效输入噪声：<15%

声速范围：(1000~20000)m/

发射脉冲：负脉冲 s

能量可选择，适用探头范围广

脉冲宽度在(0.1~0.5) $\mu$ s 范围内连续调节，以匹配不同频率的探头

脉冲幅度：低（300 伏）、中（500 伏）、高（700 伏）分级选择，适用探头范围广

脉冲宽度：在（0.1~0.5） $\mu$ s 范围内连续调节，以匹配不同频率的探头。

超声波探伤仪探头阻尼：50 $\Omega$ 、150 $\Omega$ 、300 $\Omega$ 、400 $\Omega$ 可选，满足灵敏度及分辨率的不同

## 工作

动态范围： $\geq 36$ dB 数字抑制：(0~80)%，不影响线性与增益

垂直线性误差： $\leq 2.6\%$

水平线性误差： $\leq 0.1\%$

分辨力： $> 38$ dB

灵敏度余量：60dB.

电噪声电平： $\leq 10\%$

滤波频带：（0.25~20）MHz，根据探头频率全自动匹配，无需手动设置

探伤通道：200 组探伤工作通道

探头接口：LEMO 接口, ERA.1S

探头类型：直探头、斜探头、双晶探头、穿透探头

报警：蜂鸣器报警, 键盘背光灯报警

电源：直流（DC）9V；锂电池连续工作 6~8 小时以上

外型尺寸：220 $\times$ 156 $\times$ 58 (mm) 结构待定

环境温度：(-10~50) $^{\circ}$ C

相对湿度：(20~95)%RH

注：以上指标是在探头频率为 2.5MHz、检波方式为全波的情况下所测得的。

超声波探伤仪 PD-F1 主要功能参数：

数据采集：

硬件实时采样：10 位 AD 转换器，采样速度 125MHz，波形高度保真。

检波方式：正半波、负半波、全波、射频检波。

闸门读数：单闸门和双闸门读数方式可选；闸门内峰值读数、边缘检测可选。

增益：0-110dB，最小增益调节量 0.1dB，独特的全自动增益调节及扫查增益功能。

超声波探伤仪探伤功能 波峰记忆：实时检索缺陷最高波，记录缺陷最大值。

Φ值计算：直探头锻件探伤找准缺陷最高波后自动计算、显示缺陷当量尺寸。

缺陷定位：实时显示缺陷水平、深度（垂直）、声程位置。

缺陷定量：缺陷当量 dB 值实时显示

缺陷定性：通过回波包络波形，方便人工经验判断

探头频率检测：通过抓取回波，准确检测出探头的中心频率，500mm 范围内任意波幅回波，一键轻松完成检测

曲面修正：修正斜探头圆管检测时的深度和水平距离

超声波探伤仪修正模式：内弧/外弧

DAC/AVG：曲线自动生成，取样点不受限制，并可进行补偿与修正。曲线随增益自动浮动、随声程自动扩展、随延时自动移动。能显示任意孔径的 AVG 曲线。

裂纹测高：利用端点衍射波自动测量、计算裂纹高度。

B 型扫描：采用定时扫描方式形成 B 型图像

门内展宽：放大回波细节，便于回波分析

动态记录：检测实时动态记录、存储、回放波形，每段记录可达 8 分钟。

波形冻结：冻结屏幕上显示的波形，便于缺陷分析 焊缝图示：显示焊缝坡口形式和声束走向，直观显示缺陷位置。

内置标准：可自由设置各行业探伤工艺标准

回波编码：输入工件厚度，仪器根据一次波、二次波及多次波的区域能生成不同的背景色彩。

工作方式：直探头、斜探头、双晶探头、穿透探伤

闸门报警：门位、门宽、门高任意可调；B 闸门可选择设置进波报警或失波报警；

数据存储

200 组探伤参数通道，可预先调校好各类探头和仪器的组合参数，自由设置各行业探伤标准；可存储 10000 幅探伤回波信号及参数，实现存储、读出及通过 USB 接口传输。

实时时钟

实时探伤日期、时间的跟踪记录，并记录存储。

通讯接口

USB 主机接口和从机接口，既能与 PC 机通信，又能方便地访问 U 盘。

蓝牙无线通信模块。

电池模块

大容量锂电池模块，在线充电和脱机充电两种充电方式，方便探伤医用超声波探伤仪  
超声波探伤仪工作原理与声纳有一定的相似性，即将超声波发射到人体内，当它在体内遇到界面时会发生反射及折射，并且在人体组织中可能被吸收而衰减。因为人体各种组织的形态与结构是不相同的，因此其反射与折射以及吸收超声波的程度也就不同，医生们正是通过仪器所反映出的波型、曲线，或影象的特征来辨别它们。此外再结合解剖学知识、正常与病理的改变，便可诊断所检查的器官是否有病。目前，医生们应用的超声诊断方法有不同

的形式，可分为 A 型、B 型、M 型及 D 型四大类：

**A 型：**是以波形来显示组织特征的方法，主要用于测量器官的径线，以判定其大小。可用来鉴别病变组织的一些物理特性，如实质性、液体或是气体是否存在等。

**B 型：**用平面图形的形式来显示被探查组织的具体情况。检查时，首先将人体界面的反射信号转变为强弱不同的光点，这些光点可通过荧光屏显现出来，这种方法直观性好，重复性强，可供前后对比，所以广泛用于妇产科、泌尿、消化及心血管等系统疾病的诊断。

**M 型：**是用于观察活动界面时间变化的一种方法。最适用于检查心脏的活动情况，其曲线的动态改变称为超声心动图，可以用来观察心脏各层结构的位置、活动状态、结构的状况等，多用于辅助心脏及大血管疫病的诊断。

**D 型：**是专门用来检测血液流动和器官活动的一种超声诊断方法，又称为多普勒超声诊断法。可确定血管是否通畅、管腔有否狭窄、闭塞以及病变部位。新一代的 D 型超声波还能定量地测定管腔内血液的流量。近几年来科学家又发展了彩色编码多普勒系统，可在超声心动图解剖标志的指示下，以不同颜色显示血流的方向，色泽的深浅代表血流的流速。现在还有立体超声显象、超声 CT、超声内窥镜等超声技术不断涌现出来，并且还可以与其他检查仪器结合使用，使疾病的诊断准确率大大提高。超声波技术正在医学界发挥着巨大的作用，随着科学的进步，它将更加完善，将更好地造福于人类

探伤仪作用

主要用于探测机加工件内部有无缺陷（裂纹、砂眼、气孔、白点、夹杂等），焊缝是否合格，查找有无暗伤，从而判定工件合格与否。

■全数字

■真彩显示器：五种颜色可选、亮度可调

■高性能锂电池，连续工作 7 小时

■与计算机通讯，可自动生成探伤报告

■实时显示 SL、EL、GL、RL 定量值

自动化功能

●自动校准：自动测试“探头零点”、“K 值”、“前沿”及“材料声速”；

●自动显示缺陷回波位置（深度 d、水平 p、距离 s、波幅、当量 dB、孔径 $\phi$ 值）；

●自由切换三种标尺（深度 d、水平 p、距离 s），满足不同的探伤标准要求 and 探伤工程师的标尺使用习惯；

●自动增益：自动将波形调至屏高的 80%，大大提高了探伤效率；

●自动录制探伤过程并可以进行动态回放；

●自动 $\phi$ 值计算：直探头锻件探伤，找准缺陷最高波自动换算孔径 $\phi$ 值；

●自动 DAC、AVG 曲线自动生成并可以分段制作，取样点不受限制，并可进行修正与补偿，满足任意探伤标准；

●阻尼自动。

放大接收

●硬件实时采样：150MHz，波形高度保真

●闸门信号：单闸门、双闸门，峰值或边缘读数

●增益调节：手动调节 110dB（0.2dB、0.5dB、1dB、2dB、6dB、12dB 步进）或自动调节至屏高的 80%

探伤功能

曲线包络和波峰记忆：实时检索并记录缺陷最高波

$\phi$ 值计算：直探头锻件探伤找准缺陷最高波自动换算

动态录制：实时动态录制波形，并可存储、回放

缺陷定位：实时显示水平值 L、深度值 H、声程值 S

缺陷定量：实时显示 SL、EL、GL、RL 定量值

实时显示孔状缺陷 $\Phi$ 值

缺陷定性：通过波形，人工经验判断

曲面修正：曲面工件探伤，修正曲率换算

B 型扫描：实时扫查，描述缺陷横切面

声光报警

- 闸门报警：进波报警、失波报警

- DAC 报警：自由设置 SL、EL、GL、RL 报警