

超声波特性及超声探伤

201711140236 物理系基地班 李励玮

实验目的

1. 了解固体中的弹性波及其传播规律。
2. 了解超声波产生与探测的原理。
3. 掌握利用示波器测量固体中3种弹性波波速的方法。
4. 了解超声波探伤的原理和方法。
5. 设计、搭建利用超声波探测物理量的实验。

实验仪器

JDUT-2型超声波实验仪，示波器、测试铝块、耦合剂水

实验原理

1. 各向同性固体中的弹性波

弹性波的性质与材料的弹性性质密切相关，对于各向同性的材料，常用3个常数表征其弹性：杨氏模量 E 、剪切模量 G 和泊比松 σ 。他们之间满足关系：

$$E=2G(1+\sigma) \quad (1)$$

根据弹性理论，各向同性固体中的弹性波方程为

其中 ρ 为材料的密度。对于线性波动方程，总可以设解由行波的形式

其中振幅 A 为一常矢量，代入方程可得两类解：

(1)纵波：

由此可得纵波声速：

(2)横波：

由此可得横波声速：

若已知材料的密度与弹性波速，可计算材料的弹性参数，如：

2. 超声波的产生及探测

超声波的产生和探测方法有很多种，目前最常见的是利用晶体的压电效应和逆压电效应来探测和发射超声波。

有一类晶体在室温下即使不受外力作用，正负电中心也不重合，具有自发极化现象，如压电陶瓷。本实验中超声波换能器采用的压电材料为压电陶瓷。

用作超声波换能器的压电陶瓷被加工成平面状，正方两面镀金属层作为电极，这样的片称为压电晶片。当给压电晶片两极施加一个电压脉冲时，由于逆电压效应，晶片将发生弹性形变而发生弹性振荡，振荡频率与晶体声速和厚度有关。适当选择晶片厚度可以得到超声频率范围的弹性波，即超声波。晶片振动过程中由于能量减少，其振幅也逐渐减小，因此它发射出的时一个超声波波包，通常称为脉冲波。

超声波在材料内部传播时，与被检对象相互作用发生散射，与被检对象相互作用发生散射，散射波被同一压电换能器接收，由于正电压效应，振荡的晶片在两极产生振荡的电压，电压信号被放大后可以用示波器显示、检测。