

超声波声速的测量

【实验目的】

1. 了解超声压电换能器的结构和原理，进一步掌握信号源和示波器的使用；
2. 加深对驻波及波的振动合成理论的理解；
3. 学习用驻波法和相位比较法测试超声波在空气中的传播速度。

【实验仪器】

THSS-1 型声速测试仪，低频信号发生器（带频率显示），示波器。

【实验内容及步骤】

1. 寻找系统的谐振频率 f_0

将接收换能器 S_2 的信号连接到示波器的 Y 轴输入端，调节发射换能器 S_1 及接收换能器 S_2 的距离，正弦信号发生器的频率和幅度，使示波器屏幕上出现的信号幅度最强，此时信号发生器输出的频率值即为本系统的谐振频率 f_0 。

2. 驻波法测波长和声速

转动丝杆将接收换能器从一端缓慢移向另一端，观察示波器上信号幅度变化，选择一个示波器上的信号幅度最大处（驻波的波腹）为起点，记下 S_2 的位置，缓慢移动 S_2 ，依此记下每次信号幅度最大时 S_2 的位置（波腹的位置） X_1 、 X_2 、…… X_{12} ，共 12 个值。

3. 相位比较法测波长和声速

将信号发生器输出的信号连接到发射换能器的同时连接到示波器的 X 输入，将示波器 X 扫描旋钮旋至“外接”。调节示波器，使屏上出现李萨如图形，缓慢的增加（或减小） S_1 和 S_2 之间的距离（改变两输入波的相位差），依此测出屏上出现直线（每移动半个波长就会出现直线）时所对应的 S_2 的位置 X_1 、 X_2 、…… X_{12} ，共 12 个值。

4. 数据处理

(1) 用逐差法计算 L_i ，并求其平均值 \bar{L} 及不确定度 $U(L)$ 。

(2) 计算波长平均值 $\bar{\lambda}$ 及不确定度 $U(\lambda)$ 。

(3) 计算波速平均值 \bar{v} 及不确定度 $U(v)$ 。

(4) 计算声速的理论值 $v_{\text{理}} = 331.45 \sqrt{\left(1 + \frac{t}{T_0}\right) \left(1 + 0.3192 \frac{p_w}{p}\right)}$ ($T_0 = 273.15\text{K}$)

(5) 将实验值与理论值进行比较，计算出百分误差。

【实验注意事项】

1. 信号源电源开关打开后， S_1 与 S_2 的间距必须大于 3cm。
2. 实验中 S_2 的测量必须是连续进行的，决不可进行跳跃式测量。
3. 用驻波法测量时，如正弦波振幅超出荧光屏以外，则需调节 Y_1 通道偏转因数（或调 Y_1 位移进行单向观察）。

【思考与拓展】

1. 用逐差法处理数据的优点是什么？还有没有别的合适的数据处理方法？
2. 在声速测试实验中为什么要在换能器谐振状态下测试空气中的声速？为什么换能器的发射面和接收面要保持互相平行？
3. 怎样确定换能系统的谐振频率？