

实验二十九 测定空气中的声速

一、实验任务

1. 进一步熟练信号发生器和示波器的使用方法；
2. 了解超声波的产生及声压的观测原理；
3. 用极值法、位相比较法和波形移动法测空气中超声波的波长；
4. 拓展内容(1): 观察声波的反射、吸收、衍(绕)射等现象。
5. 拓展内容(2): 测量接收端声压幅值随间距的变化(教材图 3-29-2)。

二、操作要点

1. 开启信号发生器和示波器电源, 预热 10 分钟。
2. 电路连接以及波形显示与调节

(1) 检查连线: 信号发生器的输出端同时连到左侧换能器和示波器的 CH₁ 通道, 右侧换能器连到示波器的 CH₂ 通道。

(2) 设置信号发生器: 输出频率设为 40 kHz, 输出波形为正弦波。

(3) 设置示波器: 按 SOURCE 键, 以 CH₁ 为触发信号的触发源, 并调出 CH₁ 和 CH₂ 的波形。调节信号发生器的频率, 使 CH₂ 的波形幅值最大(即, 找到换能器转换效率最高的频率, 换能器的固有频率在 38—42kHz 之间)。

3. 用极值法测声速

(1) 先由近及远(或由远及近)移动接受换能器, 观察接收(CH₂)信号幅值的变化情况, 注意识别信号振幅的极大值和极小值。

(2) 由近及远移动接收换能器(两换能器的间距不小于 10mm), 连续找到 14 个波幅极大值并记录接收器所对应的位置(由换能器导轨上的标尺读出); 然后由远及近再找 14 个波幅极大值并记录数据。两组数据取平均作为最终测量结果。找波幅极大值时, 注意消除回程差!

4. 用相位比较法测声速

在示波器上调出李萨茹图形; 改变换能器的间距(两换能器的间距不得小于 10mm), 依次记录出现正斜率和负斜率直线时接收器所在位置。由近及远、由远及近各记录 14 组数据, 并取平均。注意消除回程差!

5. 波形移动法: 在示波器上同时调出 CH₁ 和 CH₂ 的波形, 以 CH₁ 为参考, 改变换能器的间距, 记录两个波形第 1 次重叠时接收器所在位置, 继续移动接收器记录两波形第 11 次重叠时接收器所在位置。重复测量 3 次, 求出平均波长。注意消除回程差!

6. 记录室温。

7. 拓展内容(1): 调整两换能器的间距(约 100mm), 使接收信号在极大值附近。分别将套管、纱布和钢笔置于两换能器之间, 观察接收波形的幅值, 分析超声波的反射、吸收、衍(绕)射等现象。

8. 拓展内容(2): 测量接收端声压幅值随间距的变化(教材图 3-29-2)。

9. 拓展内容(3): 观察超声悬浮现象, 改变其中一个通道的相位(CH₁、CH₂ 均可), 观察小球的上下移动; 悬浮 5 个小球, 测超声波波长(用超声悬浮实验装置, 使用说明见另

一张实验指导书)。

三、报告要求

1. 用作图法或最小二乘法处理数据，求出波长，计算三种方法测得的声速 v_1 、 v_2 、 v_3 。
2. 用公式 (3-29-2) 计算室温下声速的理论值 v_0 ，计算三个测量值与理论值的百分差。
3. 拓展内容 (1)：对观察到的现象给出简要解释或说明。
4. 拓展内容 (2)：绘出接收端声压幅值随间距变化关系图。
5. 拓展内容 (3)：计算超声波波长，解释改变某一通道的相位后小球发生移动的现象。

四、讨论题

接收端信号幅值最大时，对应驻波的波腹还是波节位置？为什么？