

课程编号 1804600001

得分	教师签名	批改日期

深 圳 大 学 实 验 报 告

课程名称: 大学物理实验（一）

实验名称: 多普勒测声速

学 院: 土木与交通工程学院

指导教师: 韩成

报告人: 孙浩滨 组号: 08

学号 2019092039 实验地点 致原楼

实验时间: 2021 年 5 月 10 日

提交时间: 2021.5.17

一、实验目的

- 1、理解声波的多普勒效应。
- 2、理解相位法原理。
- 3、用多普勒效应测量空气中的声速，并进行误差分析。
- 4、相位法测量声速，并进行误差分析。

二、实验原理

在 x 一维方向传播的声波的数学表达式为：

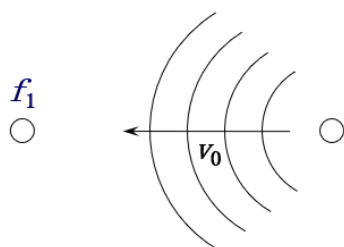
$$A = A_0 \cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi\right) \quad v = \lambda f$$

1、声波的多普勒效应

声源、介质不动，接收器运动速度为 v_r ，可得接收器接收到的频率：

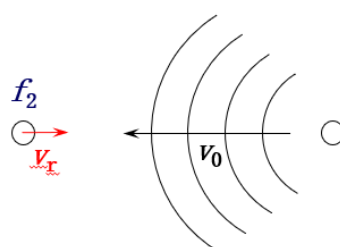
$$f_r = \left(1 + \frac{v_r}{v_0}\right)f = (1 + M_r)f$$

其中 v_r 为接收器运动的速度， v_0 为声波的运动速度。向着声源运动时 v_r （或 M_r ）为正，反之为负。



接收器、声源静止

$$f_1 = \frac{n_1}{\Delta t}$$



接收器运动、声源静止

$$f_2 = \frac{n_2}{\Delta t}$$

$$n_2 = n_1 + \frac{v_r \Delta t}{\lambda} \quad v_0 = \lambda f_1$$

一般情况

$$f_2 = f_1 + \frac{v_r f_1}{v_0} = \left(1 + \frac{v_r}{v_0}\right)f_1 \Rightarrow \left(1 + \frac{v_r + v_s}{v_0 - v_s}\right)f_1 = \left(\frac{v_0 + v_r}{v_0 - v_s}\right)f_1$$

2、相位法原理

发射波为 S_1 ，接收波为 S_2 ，两束波频率相同，分别输入示波器的 X 和 Y 通道，即可看见频率比为 1:1 的李萨如图形。

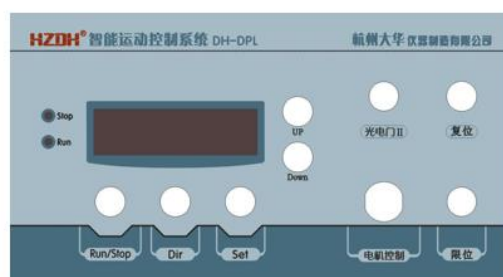
$$\begin{cases} X = A_1 \cos(\omega t) \\ Y = A_2 \cos(\omega t + \Delta\varphi) \end{cases} \quad \Delta\varphi = 2\pi \frac{l}{\lambda}$$

改变发射器和接收器之间的距离，相位差发生变化，即可观察到李萨如图形的变化。相位差变化 2π ，则距离改变 λ 。

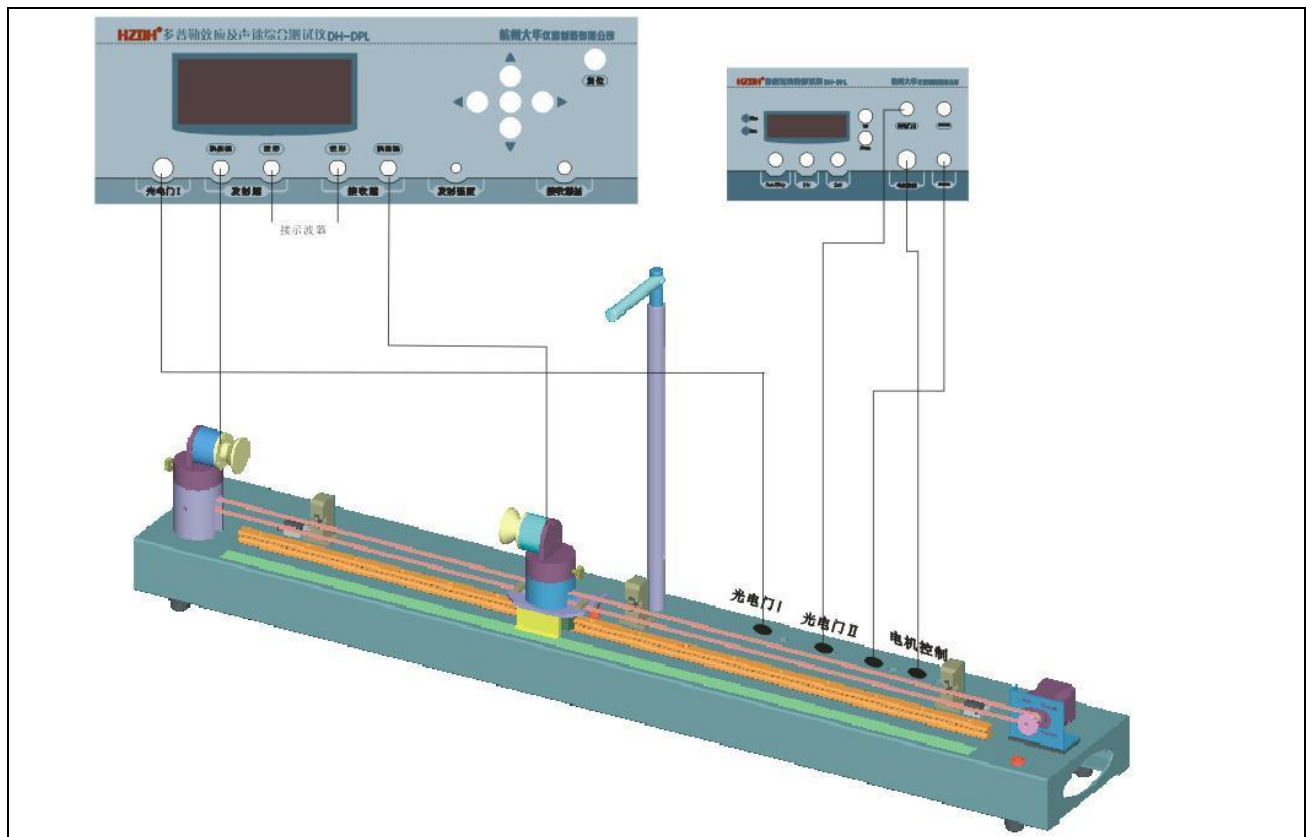
三、实验仪器：



(1) 主测试仪面板图



(2) 智能运动控制面板图



四、实验内容：

多普勒法

换能器谐振频 $f = 37730\text{Hz}$ ，声源、介质不动，接收器运动速度为 v_r 。

$$f_r = (1 + \frac{v_r}{v_0}) f \quad v_0 = \frac{f}{f_r - f} v_r = \left| \frac{f}{\Delta f} \right| v_r$$

切换到“动态测量”，设定小车速度，使小车在限位区间内正或反运行，记下测量频率和源频率之差 Δf 正和 Δf 反，以及智能运动控制系统给出的小车速度 v_r 。

相位法

五、数据记录：

组号： 12 ； 姓名 孙浩滨

换能器谐振频率 $f = 37730\text{Hz}$

多普勒法数据记录

$v_x (\text{m/s})$	Δf 正 (Hz)	Δf 反 (Hz)	$\Delta f = (\Delta f \text{ 正} + \Delta f \text{ 反}) / 2$	$v = f / \Delta f \times v_x (\text{m/s})$

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5}{5} \quad \Delta = \frac{\bar{v} - v_0}{v_0} \times 100\%$$

相位法数据记录（逐差法）

单位：

L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6

$$\bar{3\lambda} = \frac{(L_4 - L_1) + (L_5 - L_2) + (L_6 - L_3)}{3} \quad \bar{v} = \bar{\lambda} f \quad \Delta = \frac{\bar{v} - v_0}{v_0} \times 100\%$$

六、数据处理

七、结果陈述：

实验通过多普勒法及相位法测声速，最后测得声速为 346.972m/s，与实际声速的相对误差为 101.95%。

八、实验总结与思考题

该实验的测量过程中需要调节仪器使其达到共振，误差来源在此；另外，相对频率的读数略不稳定，也有可能产生误差。低速测量时，多普勒效应的相对误差较大。

思考题：

1、多普勒效应中，若声源的速度超过了声速（靠近或远离），思考会出现什么现象，为什么？

频率变化只和相对速度有关，但如果相对于介质的速度都超过了波速，则波没有机会传播。前进方向上波源速度接近波速时，频率变得无穷大，超过波速后变成负值，没有物理意义。

2、请简述实验中测试系统谐振频率（压电陶瓷的共振频率）的方法，并阐述其原理。

使用阻抗分析仪进行测量，对压电陶瓷振动进行扫频操作，从而测得其共振频率。

指导教师批阅意见：

成绩评定：

预习 (20分)	操作及记录 (40分)	数据处理 20 分	结果陈述实验 总结 10 分	思考题 10 分	报告整体 印象	总分

