

课程编号 1800440080

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：多普勒效应测声速

学 院：计算机与软件学院

指导教师：王光辉

报告人：何泽锋 组号：12

学号 2022150221 实验地点 204A

实验时间：2023 年 6 月 8 日

提交时间：2023 年 6 月 8 日

一、实验目的

1. 了解声速的多普勒效应，并测声速。
2. 了解相位法原理，并测声速。

二、实验原理

1. 多普勒效应测声速

波源频率 f_s 是单位时间内波源振动的次数或发出的‘完整波’的个数；

观察者接受到的频率 f_R 是观察者在单位时间内接受到的振动数或完整波的个数；

波的频率 f 单位时间通过介质中某点的完整波的个数。

波源和观测者之间无相对运动时：

$$f_s = f = f_R \quad (1)$$

情况 1：相对媒质观测者不动，波源运动：

v_s 表示波源相对于媒质的运动速度。

v_R 表示观察者相对于媒质的运动速度

u 表示波速，单位时间内相位传播的速度。

波源运动向观测者：

$$f = \frac{u}{u - v_s} f_s \quad (2)$$

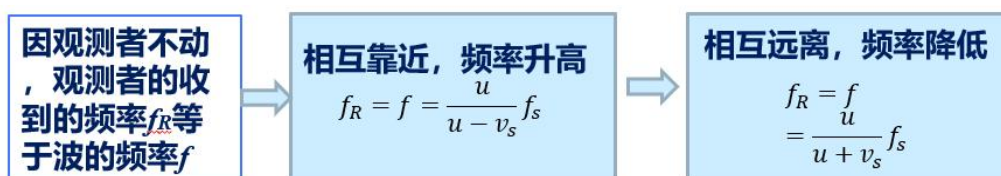


图 2-1 实验原理图

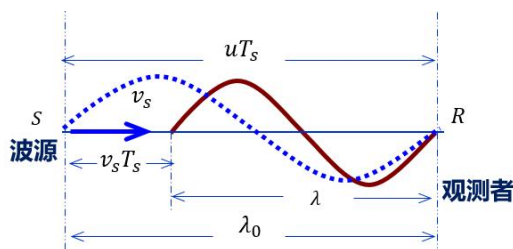


图 2-2 实验波形图

情况 2：相对于媒质，波源不动，观察者以速度 v_R 运动：

①观测者向波源运动

$$f_R = \frac{u + v_R}{\lambda} = \frac{u + v_R}{u} f \quad (3)$$

因波源不动，波的频率 f 等于波源的频率 f_s

②观测者远离波源运动

$$f_R = \frac{u - v_R}{u} f_s \quad (4)$$

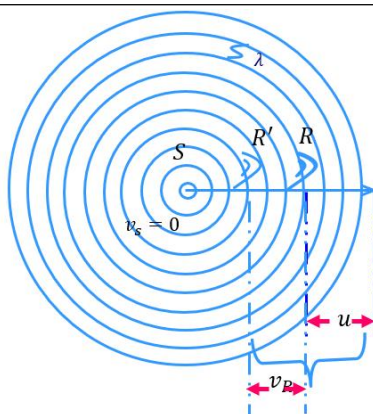


图 2-3 实验波源图

2. 相位法测声速

实验中，示波器的两个通道分别接入波源 S2、接收端 S1 的频率信号，用 X-Y 模式让两个信号叠加形成李萨如图形，如图 2-4，移动接收端 S1，当图形从 2、4 象限的直线经历如图 2-5 所示的图形再次变成 2、4 象限的直线时，相位变化了 2π ，说明 S1 移动了一个波长。实验中给定频率波长测出，用下式可以测量声速：

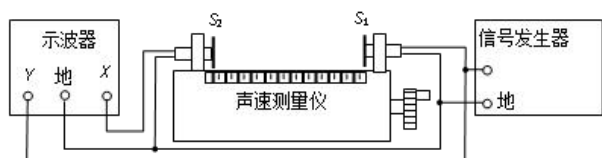


图 2-4 相位法装置原理图

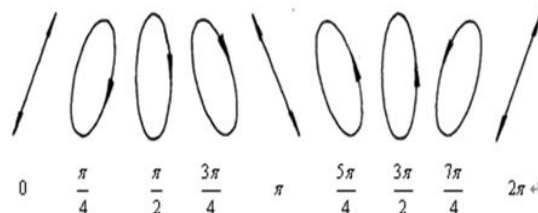


图 2-5 李萨如图形

相位法测声速公式：

$$u = \lambda f \quad (5)$$

3. 相位法测量声波波长：

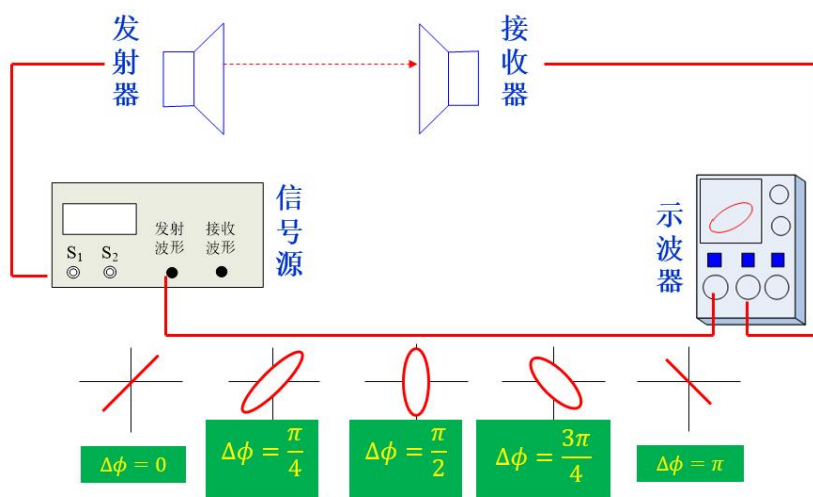


图 2-6 相位法测量声波模型图

三、实验仪器

1、功率信号源

a 信号频率：20kHz~50kHz，步进值 10Hz，频率稳定度：<0.1Hz；

b 最大输出电压：连续波 $>4V_{p-p}$ ，脉冲波 $>7V_{p-p}$ ；

c 脉冲波宽度： $75\mu s$ ，周期：30ms；

2、智能运动控制系统参数：

a 步进电机：供电电压 2.77V，额定电流 1.68A，最大转矩 $4.4kg \cdot cm$ ；

b 运动速度：直线匀速运动 $0.059 \sim 0.475m/s$ 可调，误差 $\pm 0.002m/s$ ；

c 最小步进距离 L 设定范围： $0.05 \sim 0.3mm$ ；

d 运行距离 D 显示范围：匀速运动模式 $0 \sim 999.99mm$ ，误差 $\pm 2L$ ；

3、系统测频精度： $\pm 1Hz$ ；

4、系统测速精度： $\pm 0.002m/s$ ；

5、相位法以及多普勒效应法测量声速精度： $<3\%$ ；

6、换能器谐振频率： $37 \pm 2kHz$ ；

四、实验内容与步骤

1. 多普勒效应测声速

$c_0=347m/s$ ，换能器谐振频率 $f=37730Hz$ 附近

①将器材连接好。

②接受换能器移动到导轨最右端；把试验仪超声波发射强度和接受增益调到最大。

③进入“多普勒效应实验”子菜单，切换到“设置源频率”后，按“ $>$ ”“ $<$ ”键增减信号频率，一次变化 10Hz；用示波器观察接收换能器波形的幅度是否达到最大值，该值对应的超声波频率即为换能器的谐振频率。

④切换到“瞬时测量”，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 。

⑤数据记录与处理

2. 相位法测声速步骤

$c_0=347m/s$ ，换能器谐振频率 $f=37730Hz$ 附近

①按照例 1 的实验步骤有①~④进行操作，使调谐成功。

②切换到“多普勒效应实验”画面进行实验，关闭导轨电源。

③数据记录与处理

将示波器打到“X-Y”方式，手动转动步进电机上的滚花帽使载接收换能器的小车缓慢移动，使李萨茹图显示一条斜线（一三或二四象限），记录下此位置 L_i ，再向前或者向后（必须是一个方向）移动距离，使观察到的波形又回到前面所说的斜线，这时接收波的相位变化 π ，记录此时的位置 L_{i+1} 。即可求得声波半波长：

$$\lambda/2 = |L_{i+1} - L_i|。$$

④计算

五、数据处理

标准状态下，干燥空气中的声速为 $331.45m/s$ 。在室温 $t^\circ C$ 下，干燥空气中的声速

$$v = v_0 \sqrt{1 + \frac{t}{T_0}} \quad (1)$$

计算过程如下：

表 1 多普勒效应测声速数据记录表

f=_____Hz

V_r (m/s)	f 正 (Hz)	Δf 正 (Hz)	f 反 (Hz)	Δf 反 (Hz)	$\Delta f = (f_{\text{正}} - f_{\text{反}}) / 2$	$V = f \times V_r / \Delta f$ (m/s)

数据处理:

主要公式:

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5} \quad (2)$$

$$\bar{\delta} = \frac{\bar{V} - c_0}{c_0} \quad (3)$$

计算过程如下:

表 2 相位差测声速数据记录表

f=_____Hz

L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}

数据处理:

主要公式:

$$\frac{\bar{\lambda}}{2} = \frac{\sum_{i=1}^6 (L_{i+6} - L_i)}{36} \quad (4)$$

$$\bar{V} = \bar{\lambda} f \quad (5)$$

$$\bar{\delta} = \frac{\bar{V} - c_0}{c_0} \quad (6)$$

计算过程如下:

<p>六、结果陈述</p>												
<p>七、思考题</p>												
<p>指导教师批阅意见</p>												
<p>成绩评定</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">预习 (20 分)</th> <th style="text-align: center;">操作及记录 (40 分)</th> <th style="text-align: center;">数据处理与结果陈述 (30 分)</th> <th style="text-align: center;">思考题 (10 分)</th> <th style="text-align: center;">报告整体 印 象</th> <th style="text-align: center;">总分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	预习 (20 分)	操作及记录 (40 分)	数据处理与结果陈述 (30 分)	思考题 (10 分)	报告整体 印 象	总分						
预习 (20 分)	操作及记录 (40 分)	数据处理与结果陈述 (30 分)	思考题 (10 分)	报告整体 印 象	总分							

注：正文统一用 5 号字，标题可大一号，图表名可小一号；

原始数据记录表需单独起页（表格自拟，作为预习报告评分的一部分），提交报告时附在最后；

原始数据记录表

组号 12 姓名 何泽锋

表1 多普勒效应测声速数据记录表						f=_____Hz
Vr(m/s)	f 正(Hz)	Δ f 正(Hz)	f 反(Hz)	Δ f 反(Hz)	Δ f=(f 正-f 反)/2	V=f×Vr/ Δ f(m/s)

表2 相位差测声速数据记录表						f=_____Hz
L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	
L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	L ₁₁	L ₁₂	