课程编号 1800440085

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（1）**

**实验名称： 多普勒效应测声速**

**指导教师： 敬守勇**

**报 告 人： 魏小天 学号： 2023191134**

**学 院： 数学科学学院**

**实验地点： 致原楼 204A室 组号： 17**

**实验时间： 2024 年 5 月 16 日**

**提交时间： 2024 年 月 日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1、理解声速的多普勒效应。  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、用相位法测量声速，并进行误差分析。 |
| **二、实验原理**   1. 、在x方向传播的声波的数学表达式为：      1. 声速的多普勒效应 ：声源、介质不动，接收器运动速度为Vr，同理可得接收器接收到的频率：     其中 Mr为接收器运动的马赫数，接收点向着声源运动时Vr（或Mr）为正，反之为负。   1. 相位法测量原理：   设入射波为ξ1，反射波维ξ2，两波叠加，形成波束  ξ3=2A1cos(2πx/λ)cosωt+（A2-A1）cos（ωt-2πx/λ)  相对于发射波束：ξ1 =Acos（ωt+2πx/λ)来说，在经过△x距离后，接收到的余弦波与原来位置处的相位差（相移）为θ=2π△x/λ。由此可见，在经过△x距离后，接收到的余弦波与原来位置处的相位差（相移）为θ=2π△x/λ。因此能通过示波器，用李萨如图法观察测出声波的波长。 |
| **三、实验仪器**  （1）主测试仪面板图     1. 智能运动控制面板图      1. 线路连接示意图     注意：  1、使用时，应避免信号源的功率输出端短路。  2、注意仪器部件的正确安装、线路正确连接。  3、仪器的运动部分是由步进电机驱动的精密系统，严禁运行过程中人为阻碍小车的运动。  4、注意避免传动系统的同步带受外力拉伸或人为损坏。  5、小车不允许在导轨两侧的限位位置外侧运行，意外触发行程开关后要先切断测试架上的电机开关，接着把小车移动到导轨中央位置后再接通电机开关并且按一下复位键即可。 |
| **四、实验内容与步骤**  1.多普勒法测量  已知c0=347m/s换能器谐振频f=37730Hz，声源、介质不动，接收器运动速度为vr。  1、按图（3）接线。  2、把载接受换能器的小车移动到导轨最右端并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、谐振频率调好后，“动态测量”，我们可以看到画面中换能器的接受频率（测量频率）和发射源频率是相等的，而且改变接受换能器的位置，该测量频率和发射频率始终是相等的，证明调谐成功。  5、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Vr。  注：小车越快误差越小，但也受限于仪器操作性能和实验人反应能力。以各人能把握的小车最大速度为速度上限。实验时可先取一个较小的速度试验，慢慢增加确定最大值。然后从最大值往下依次取需要的实验点速度。   1. 测量与记录 2. 相位法测量   空气声速c0=347m/s，换能器谐振频率f0=37730Hz。  1、按照例1的实验步骤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、选择合适的发射强度，将示波器打到“X-Y”方式，选择合适的示波器通道增益，示波器显示李萨如图形。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，使李萨如图显示的椭圆变为一定角度的一条斜线，记录下此时的距离Li-1，距离由刻度尺和游标上读出。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特定角度的斜线，这时接收波的相位变化2π，记录下此时的距离Li。即可求得声波波长：λi=│Li-Li-1│。  4、数据记录与处理 |
| **五、数据记录（原始数据整理）**  **表1 多普勒法测声速实验数据记录表**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Vr**  **(m/s)** | **f正**  **(Hz)** | **f反**  **(Hz)** | **Δf正=f正-f0**  **(Hz)** | **Δf反=f反-f0**  **(Hz)** | | 0.06 | 37738 | 37224 | 8 | -6 | | 0.09 | 37739 | 37720 | 9 | -10 | | 0.12 | 37741 | 37715 | 11 | -15 | | 0.15 | 37746 | 37714 | 16 | -16 | | 0.18 | 37748 | 37719 | 18 | -19 |   空气声速c0=347m/s，换能器谐振频率f0=37730Hz。  **表2 相移法测声速实验数据记录表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | L1（mm） | L2（mm） | L3（mm） | | 80.50 | 89.90 | 99.10 | | L4（mm） | L5（mm） | L6（mm） | | 108.95 | 118.00 | 127.20 | |
| 1. **数据处理**   **表三 多普勒法测声速实验数据处理表**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Vr** | **f**正 | **f**反 | **Δf**正 | **Δf**反= | **Δf=** | **V=** | | **(m/s)** | **(Hz)** | **(Hz)** | **f正-f0** | **f**反-f0 | **(|Δf**正|+|Δf反|)/2 | **f**0×Vr/Δf | |  |  |  | **(Hz)** | **(Hz)** | **(Hz)** | **(m/s)** | | 0.06 | 37738 | 37224 | 8 | -6 | 7 | 323.40 | | 0.09 | 37739 | 37720 | 9 | -10 | 9.5 | 357.44 | | 0.12 | 37741 | 37715 | 11 | -15 | 13 | 348.28 | | 0.15 | 37746 | 37714 | 16 | -16 | 16 | 353.72 | | 0.18 | 37748 | 37719 | 18 | -19 | 18.5 | 367.10 |   数据处理：  V===349.99  δ===0.86%   1. 相移法测声速实验数据处理：   λ==9.41mm  V=λ  δ== |
| **七、结果陈述（含实验总结）**  本次实验通过两种不同的方式进行了对声速的测量：   1. 多普勒测声速法：通过声速的多普勒效应，测出了声速的值为349.99，相对误差为0.86%。其中主要误差来源于由于设备测量精度为1Hz。所以在低速时，测量的相对误差较大。   （2）相移法测声速：通过调整2π的相位差。运用李萨如图法观测声波的波长，处理数据得出声速的测量结果为。相对误差为2.31%。  本次实验让我理解了多普勒法以及相移法在声速测量中的应用。学会了李萨如图法的应用，成功地测出了相对误差较小的声速。提高了我对实验仪器的使用能力，数据结果的处理能力，以及实验误差的分析能力。 |
| **八、思考题**  1. 实验中如何测量压电陶瓷的共振频率？  这可以通过改变频率并观察输出频率振幅的变化来完成。当振幅最大时，示波器上显示的频率即为谐振频率。  2. 在相位法比较中，如何调出直线或椭圆图形？  通过调整ch1通道中的衰减器旋钮或ch2通道中的衰减器旋钮将图象调整至直线或椭圆。当信号不稳时，通过调节y方向的频率使图形稳定。 |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述  （30分） | 思考题  （10分） | 报告整体  印 象 | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |