

南昌大学物理实验报告

课程名称： 大学物理实验

实验名称： 声波衰减系数的测量

学院： 信息工程学院 专业班级： 自动化 153 班

学生姓名： 廖俊智 学号： 6101215073

实验地点： 基础实验大楼 B104 座位号： 21

实验时间： 第 11 周星期四上午九点四十五开始

一、实验目的：

测出声波在空气中声强衰减系数。

二、实验原理：

1. 声强与声压之间的关系

声波在介质传播过程中,其能量随着传播距离的增加而逐渐减弱的现象称为声波的衰减。声功率是指声源在单位时间内辐射的总声能量,常用 W 表示,单位为瓦。声功率是表示声源特性的一个物理量,声功率越大,表示声源单位时间内发射的声能量越大,引起的噪声越强。声强是指在声场中垂直于声波传播方向上,单位时间内通过单位面积的声能,常以 I 表示,单位为瓦/平方米。声波在媒介中传播时,声强衰减如下式所示:

$$I_d = I_0 e^{\alpha d}$$

式中 I_0 表示入射初始声强, I_d 为深入媒质 d 距离处的声强, α 为衰减系数。

目前,在声学测量中,声强和声功率通常不易直接测量,往往要根据测出的声压通过换算来求得,故常用声压来衡量声音的强弱。声波在大气中传播时,引起空气质点的振动,从而使空气密度发生变化。在声波所达到的各点上,气压时而又比无声时的压强高,时而又比无声时的压强低,某一瞬间介质中的压强相对于无声波时压强的改变量称为声压,记为 P ,单位是帕斯卡。在自由声场中,声波传播方向上某点声强 I 与声压 P 、媒介特性阻抗 Z 存在如下关系:

$$I = \frac{P^2}{2Z}$$

2. 声压与电压关系

超声换能器的核心部件是压电陶瓷片。压电陶瓷片是用多晶体结构的压电材料(如钛酸钡),在一定的温度下经极化处理制成的。它具有压电效应。在简单情况下,压电材料受到与极化方向一致的应力 F 时,在极化方向上产生一定的电场强度 E 。它们之间有一简单的线性关系 $E = gF$ 。反之,当在压电材料的极化方向上加电场 E 时,材料的伸缩形变 S 与电场 E 也有线性关系 $S = kE$,比例系数 g 、 k 称为压电常数,它与材料性质有关。

由于 E 和 F 、 S 和 E 之间具有简单的线性关系,因此,能将正弦交流信号变成压电材料纵向长度的伸缩,使压电陶瓷成为声波的波源。反过来,也可以使声压变化转变为电压的变化,即用压电陶瓷片作为声频信号的接收器。压电陶瓷超声换能器产生的超声波频率比较单纯,方向性强,基本上是一个平面波,这对于提高测量的精密度是有利的。

$$P = kU$$

3. 衰减系数的确定

由声强与声压的关系:

$$I = \frac{P^2}{2Z}$$

在声波传播时,声强衰减如下式所示:

$$I_d = I_0 e^{\alpha d}$$

声压与电压关系

$$P = kU$$

得

$$U_d^2 = U_0^2 e^{\alpha d}$$

对其两边取对数则有：

$$2 \ln U_d = \alpha d + \ln U_0^2 \quad (1)$$

式中为 α 为衰减系数，可看出电压对数的两倍 $2 \ln U_d$ 与衰减系数 α 成线性关系。若测得 n 组电压数值，作如上处理。（1）式求得斜率即求得衰减系数 α 。

三、实验仪器：

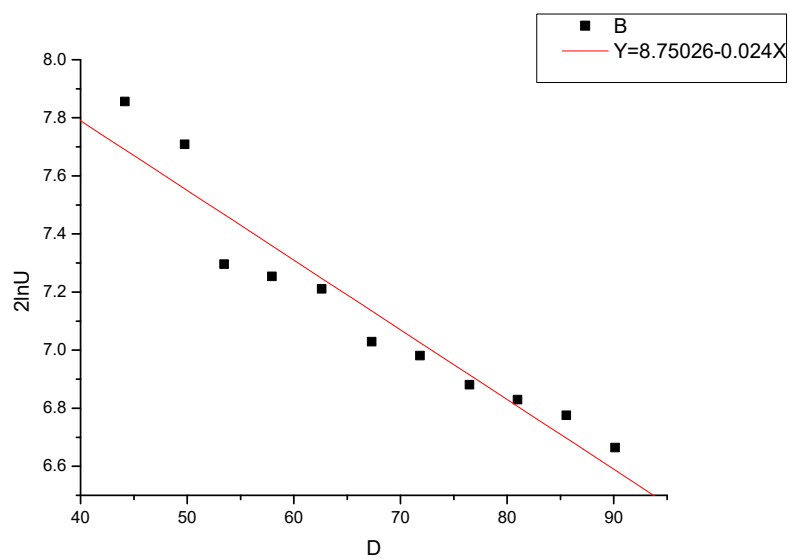
声速测定仪、数字示波器、函数信号发生器、信号连接线

四、实验内容和步骤：

1. 调节信号源，示波器至最佳状态
信号源频率处于换能器共振频率附近，示波器显示信号波形大小合适，位置居中。
2. 将接收换能器从相距发射器 40mm 左右开始往后移动，连续捕捉极大电压峰值，并记下各自相应的峰峰电压值和接收换能器位置。

五、实验数据与处理：

次数	峰值距离 (mm)	峰值电压 (v)	2LnU
1	44.161	50.8	7.85579
2	49.762	47.2	7.70878
3	53.471	38.4	7.29611
4	57.943	37.6	7.25401
5	62.610	36.8	7.21099
6	67.296	33.6	7.02901
7	71.836	32.8	6.98086
8	76.468	31.2	6.88084
9	80.971	30.4	6.82889
10	85.561	29.6	6.77555
11	90.117	28.0	6.664410



由图可知，声波衰减系数 $\alpha = 0.024$

六、误差分析：

- 1、读数存在误差
- 2、空气介质受到外界环境的干扰
- 3、信号发生器发射的信号具有一定的不稳定性
- 4、示波器的测量数据存在误差
- 5、有些数据没能在峰值处读数

七、实验总结：

1、根据实验做出的散点图，发现图像的中间部分拟合效果最好，因此在试验选择起始位置时不能太靠前也不能太靠后。

2、在测量过程中，可能出现随着距离的增大，电压反而增加的情况。可能原因是在移动过程中，信号源的发射频率发生了变化，应当将频率控制在压电转换器的固有频率。

3、示波器的读数并不稳定，在移动到适当的位置时，应等示波器示数稳定后再读取数据。

4、示波器上面有时显示的并不是正弦曲线，需要老师帮助调节仪器。

本次实验是设计类实验，分两周进行。第一周是进行自主预习，并解答预习问题，同时设计实验步骤以及实验数据表格。第二周是开始进行实验，在实验之前老师讲解了实验应注意的问题。测量数据时要取到有效数据，同时数据很多，这就需要我们的耐心与认真。通过这次实验，我们知道了声波在介质中传递时，会由于声束扩散、散射和吸收等原因而产生衰减，这次实验测量的就是声波衰减的系数。

八、附上原始数据：

声速测量系数测量



南昌大学实验报告

学生姓名: _____ 学号: _____ 专业班级: _____

实验类型: ☐验证 ☐综合 ☐设计 ☐创新 实验日期: _____ 实验成绩: _____

次数: 距离(mm) 峰电压(V)

0	40.000	11.2
1	40.061	11.2
2	44.161	50.8
3	48.762	47.2
4	53.471	38.4
5	57.943	32.6
6	62.610	36.8
7	67.296	33.6
8	71.836	32.8
9	76.468	31.2
10	80.971	30.4
11	85.561	29.6
12	90.117	28.0

3p11.25

廖俊超

自动化1302

601215073

21

