



南昌大学

2023~2024 学年秋季学期 《大学物理实验》

实验报告

得 分	评阅人

题 目： 实验八 声波衰减系数的测量

学 院： 先进制造学院

专业班级： 智能制造工程 221 班

学生姓名： 朱紫华

学 号： 5908122030

指导老师： 全祖赐老师

二〇二三年十一月制

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:

$$I_d = I_0 e^{\alpha d} \quad (1)$$

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,气压时而比无声时的压强高,时而比无声时的压强低,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:

$$I = \frac{P^2}{2Z} \quad (2)$$

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。

$$P = kU \quad (3)$$

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

$$P = kU$$

$$U_d^2 = U_0^2 e^{\alpha d} \quad (4)$$

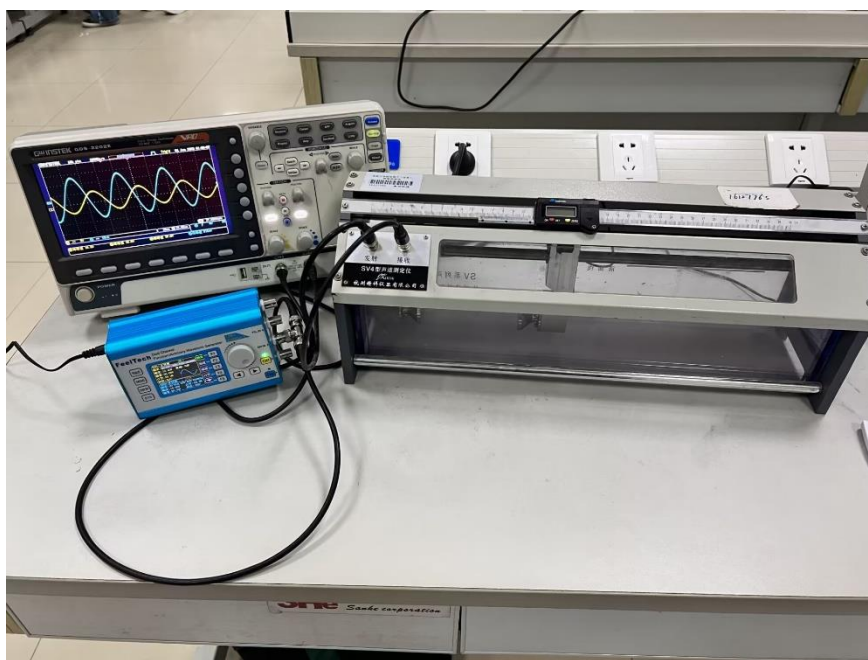
对其两边取对数则有：

$$2\ln U_d = \alpha d + \ln U_0^2 \quad (5)$$

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

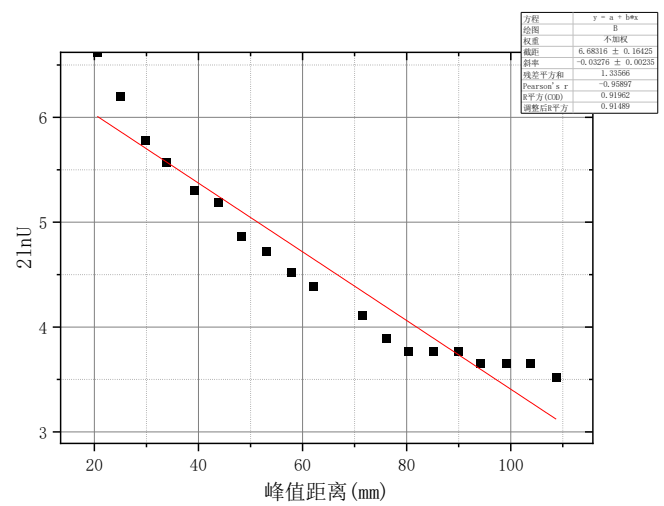
1、调节信号源，示波器至最佳状态

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 20mm 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	次数	峰值 距离 (mm)	峰 值 电 压 (V)	2lnU
1	20.56	27.4	6.62	11	67.02	8.6	4.3.
2	25.08	22.2	6.20	12	71.53	7.8	4.11
3	29.83	18.0	5.78	13	76.08	7.0	3.89
4	33.85	16.2	5.57	14	80.39	6.6	3.77
5	39.14	14.2	5.30	15	85.12	6.6	3.77
6	43.78	13.4	5.19	16	90.00	6.6	3.77
7	48.29	11.4	4.86	17	94.24	6.2	3.65
8	53.01	10.6	4.72	18	99.09	6.2	3.65
9	57.82	9.6	4.52	19	103.85	6.2	3.65
10	62.17	9.0	4.39	20	108.73	5.8	3.52



由图可知，声波衰减系数 $\alpha = 0.0327$


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：

本次实验最主要的就是要调到正确的共振频率，单纯的选择 37KHz，调出来的图形峰值只会有几百毫伏，而我们组，把频率精确到小数点后三位，调出波形的峰值远超其他组。剩下的操作就并无难度了，只是单纯的读峰值，有意思的是，到后面时峰值逐渐趋于平缓，然后突然下降。

八、附上原始数据

 **南 大 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	峰值 距离 (nm)	峰值 电压 (V)	$2 \ln U$	次数	峰值 距离	峰值 电压	$2 \ln U$
1	20.56	27.4	6.62	11	67.02	8.6	4.30
2	25.08	22.2	6.20	12	71.53	7.8	4.11
3	29.83	18.0	5.78	13	76.08	7.0	3.89
4	33.85	16.2	5.57	14	80.39	6.6	3.77
5	38.14	14.2	5.30	15	85.12	6.6	3.77
6	43.78	13.4	5.19	16	92.00	6.6	3.77
7	48.29	11.4	4.86	17	94.24	6.2	3.65
8	53.01	10.6	4.72	18	99.09	6.2	3.65
9	57.82	9.6	4.52	19	103.85	6.2	3.65
10	62.17	9.0	4.39	20	108.73	5.8	3.52

王祖明

2023-11-22

吴锦瑞 5908122011

朱紫华 5908122030

查峰 5508122013

刘小天 5908122029