

# 南昌大学物理实验报告

课程名称: 普通物理实验 (2)

实验名称: 声波衰减系数的测量

学院: 理学院 专业班级: 应用物理学 152 班

学生姓名: 马文青 学号: 5502215035

实验地点: 基础实验大楼 B104 座位号: 21

实验时间: 第 6 周 星期五 下午一点五十分开始

## 一、实验目的：

测出声波在空气中声强衰减系数。

## 二、实验原理：

声波在介质中传播时，由于声束扩散、散射和吸收等原因而产生衰减。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  $p$ ，单位为 Pa。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 W。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  $\text{W/m}^2$ 。

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。在自由声场中，声波在传播方向上某点的声强  $I$  与声压  $p$ 、媒介特性阻抗  $Z$  存在如下关系：

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

另外，声波在媒介中传播时，声强和声压幅都将衰减，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， $I_d$  为深入介质  $d$  距离处的声强， $\alpha$  为衰减系数。

超声换能器的核心部件压电陶瓷片，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  $E$  也呈线性关系  $S=kE$ ，比例系数  $g$ 、 $k$  称为压电常量，它与材料性质有关。

由于  $E$  和  $F$ 、 $S$  和  $E$  之间呈简单的线性关系，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换为电压的变化。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。

综上所述，由声强与声压的关系、声波传播时声强的衰减规律以及声压和电压的关系式可以得到

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

即

$$2 \ln U_d = \alpha d + \ln U_0$$

因此，求得上式的斜率  $\alpha$  即可求得衰减系数。

## 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、连接好电路并打开示波器，调整好示波器的状态，将信号源调成固有频率，调节示波器上波形图案的位置（大小合适，位置居中）。

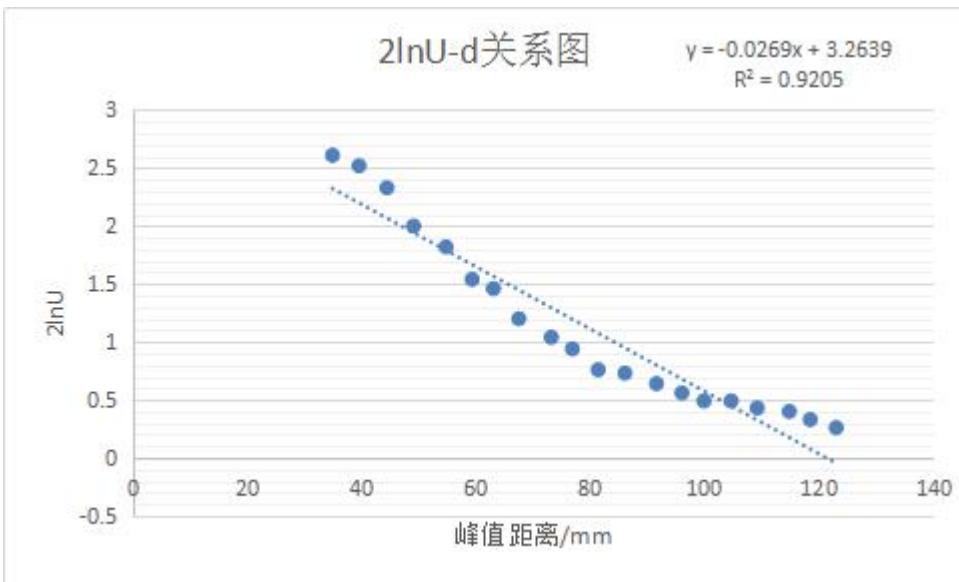
2、将接收换能器从相距发射器 30mm 左右开始往后移动，连续捕捉极大电压峰值，并记下各自相应的峰电压值和接收换能器所在的位置。

## 五、实验数据与处理：

频率:  $f=37.836\text{kHz}$

实验次数	峰值距离 /mm	峰值电压/V	$2\ln U$
1	34.935	3.68	2.61
2	39.565	3.52	2.52
3	44.450	3.20	2.33
4	49.096	2.72	2.00
5	54.782	2.48	1.82
6	59.330	2.16	1.54
7	63.060	2.08	1.46
8	67.518	1.82	1.20
9	73.185	1.68	1.04
10	76.880	1.60	0.94
11	81.379	1.46	0.76
12	86.075	1.44	0.73
13	91.580	1.38	0.64
14	96.032	1.32	0.56
15	99.890	1.28	0.49
16	104.649	1.28	0.49
17	109.210	1.24	0.43
18	114.820	1.22	0.40
19	118.468	1.18	0.33
20	123.015	1.14	0.26

由此，得  $2\ln U-d$  的关系图如下



由图中数据可知声波在空气中的衰减系数  $\alpha = -0.0269$

## 六、误差分析：

- 由散点图可知，取点大约在40~100mm时，测量结果最为准确，过前或过后取点的数据可能影响声波衰减系数的运算，造成误差。
- 在测量过程中，信号源的输出是不稳定的，其频率经常发生改变，需要进行一定的调节，这也是误差的一个重要来源。
- 示波器显示的示数电压也总在变化中。
- 在测量峰值距离的时候，对于刻度的读数，人眼往往会产生误差。
- 周围环境产生的空气振动也会对接收器接受信号产生影响，进而造成误差。

## 七、实验心得：

此次实验为设计实验，老师对我们的指导风格不同于其他实验，实验原理和实验方法更多的都是自己摸索的成果，这让我们仔细地查阅关于声波衰减系数的资料、仔细地阅读书上的每一处细节，因此我们对这一次实验的原理、方法比做其他实验时了解得更透彻，体会得更深刻。同时，这次实验也极大地提高了我们的独立思考和实践动手能力，收获颇多。但因为实验条件和实践能力的不足，实验仍有较大的误差，需要我们反思和改善。

## 八、附上原始数据：

南昌大学物理实验报告		
学生姓名:	学号:	专业班级:
实验时间:	座位号:	教师编号:
f:37.836MHz	1	34.935
	2	39.565
	3	44.450
	4	49.096
	5	54.782
	6	59.330
	7	63.060
	8	67.518
	9	73.185
	10	76.880
	11	81.379
	12	86.075
	13	91.580
	14	96.032
	15	99.890
	16	104.649
	17	109.210
	18	114.1820
	19	118.468
	20	123.015