



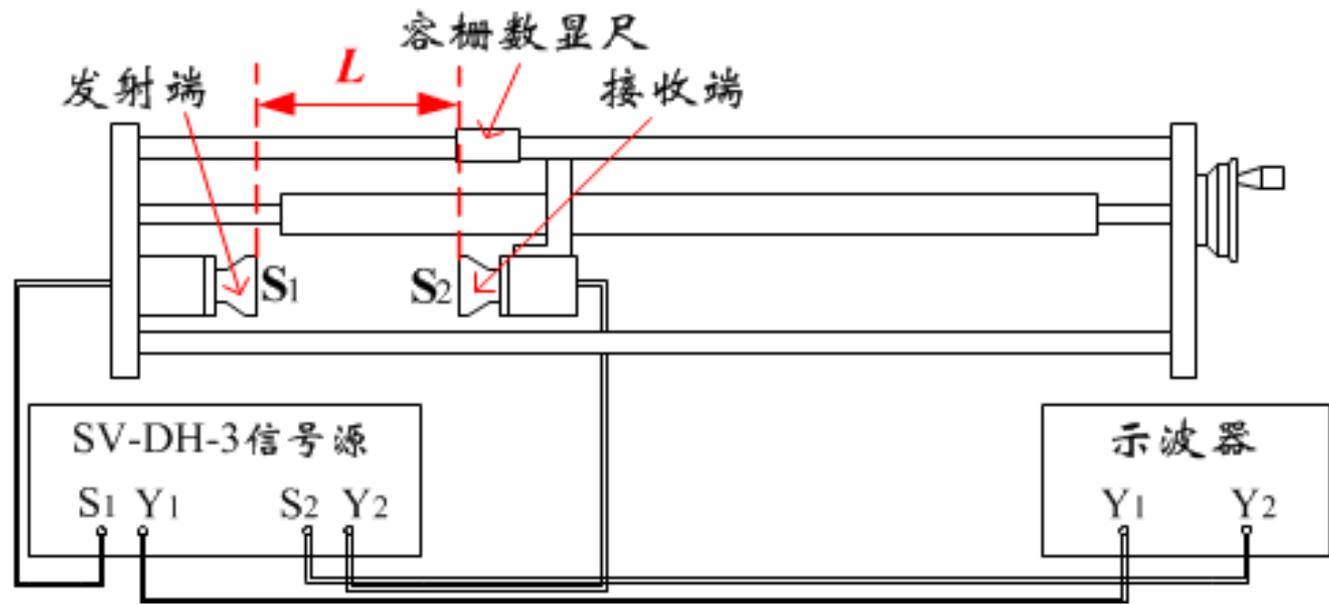
超声波声速测量的拓展实验

赵西梅，李向亭，周红，沈学浩，杨卫群

（上海交通大学物理与天文系，上海，200240）

1、引言

在物理实验中,进行声速测量一般采用的是频率大于20kHz以上的超声波.在超声波段进行声速测量的优点在于超声波的波长短,可以在短距离较精确地测出声速.本次拓展实验使用的实验设备装置如下图1:

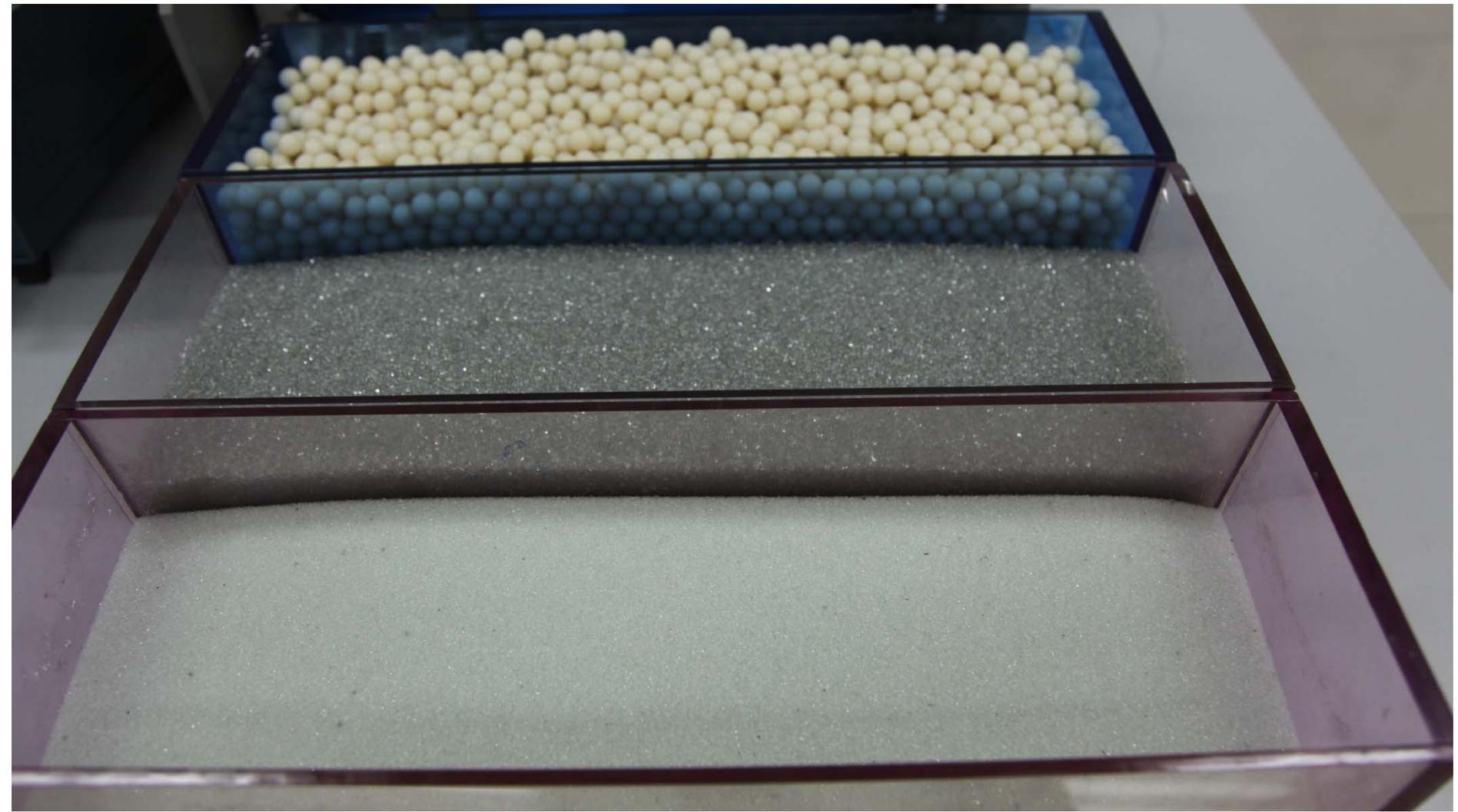


2、拓展实验原理和内容

原理： 本次拓展实验利用公式 $v=L/t$ ，测出传播距离 L 和所需要的时间 t ，即可得到声速，这种方法称为时差法。

拓展实验内容包括：

- 1)、测空气中超声声速的速度；
- 2)、测空气与小塑料珠(直径平均约0.5mm)组成的复合介质的速度；
- 3)、测空气与中塑料珠(直径平均约2mm)组成的复合介质的速度；
- 4)、测空气与大塑料珠(直径平均约11mm)组成的复合介质的速度。



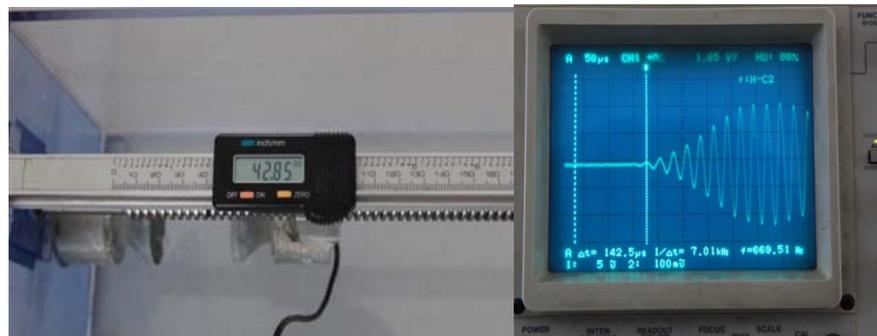
✱ 为什么拓展测量复合介质中的声速呢，且同时测量了空气中的声速，并且塑料球的大小逐步变大呢？目的就是让学生熟练掌握示波器使用后和熟知超声波的特点和基本测量方法后，在已经有感知的基础上带着疑问和问题通过实验测出复合介质的声速与用相同方法测出空气中声速进行比较，得出一些规律并且分析讨论所观察到的一些实验现象，从而拓宽他们的知识面和提高他们分析问题解决问题的能力。

3、拓展实验数据的处理与分析

3.1 拓展实验数据的记录

在图1实验设备装置信号源上选择脉冲波驱动，并用该信号作为示波器的触发信号，获得接收的波包信号.利用示波器的测量光标，和容栅数显尺读数，测量波包某起始点时间随接收器位置 L 的变化 t ，读数记录如下

图，



$L=42.85\text{mm}$

$t=142.5\mu\text{s}$

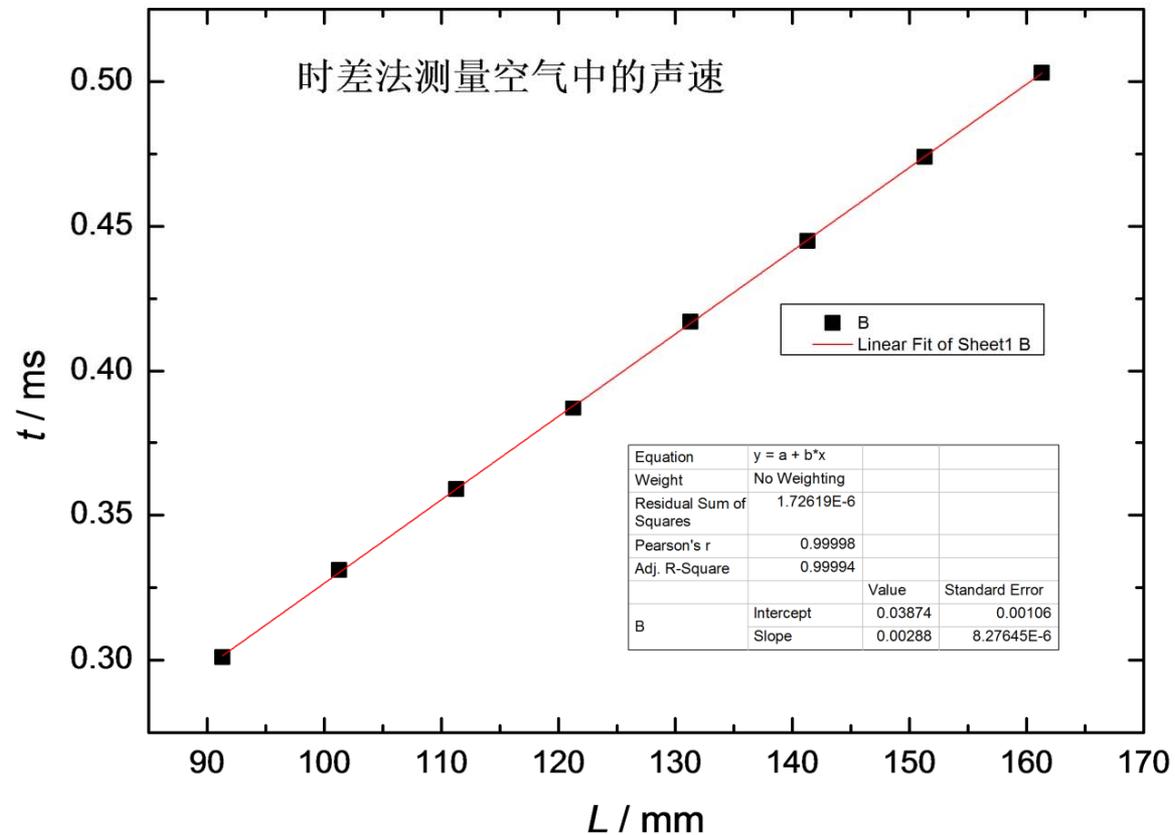
得到下列数据表1.(实验环境:温度25°C,湿度58%)

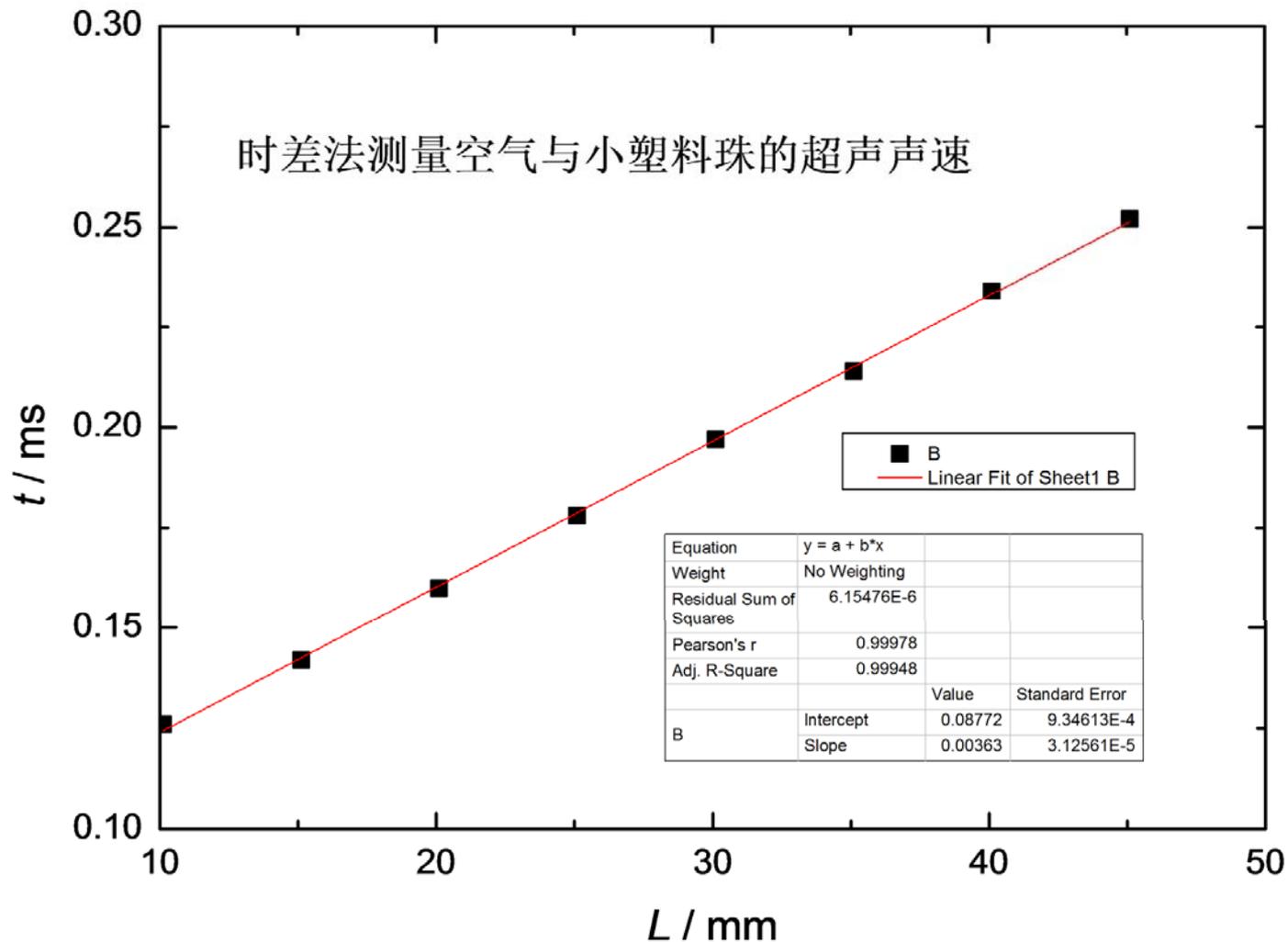
空气		空气与小塑料珠		空气与中塑料珠		空气与大塑料珠	
L/mm	t/ms	L/mm	t/ms	L/mm	t/ms	L/mm	t/ms
91.29	0.301	10.12	0.126	8.2	0.082	1.24	0.11
101.29	0.331	15.12	0.142	13.2	0.101	6.24	0.12
111.29	0.359	20.12	0.16	18.2	0.119	11.24	0.134
121.29	0.387	25.12	0.178	23.2	0.135	16.24	0.15
131.29	0.417	30.12	0.197	28.22	0.154	21.5	0.164
141.29	0.445	35.12	0.214	33.23	0.171	26.5	0.18
151.29	0.474	40.12	0.234	38.23	0.188	31.53	0.196
161.29	0.503	45.12	0.252	43.23	0.206	36.56	0.212

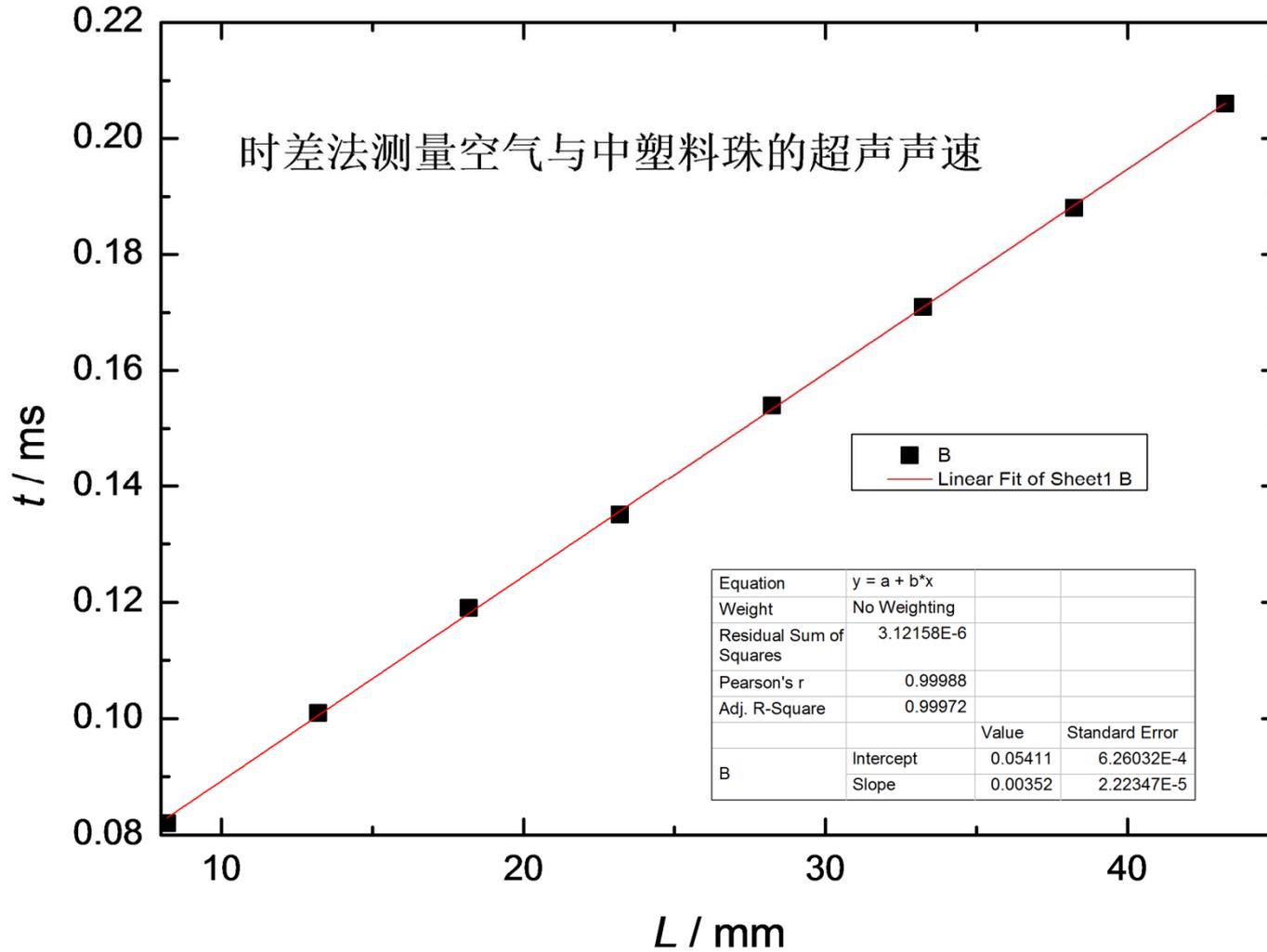
3.2 拓展实验的数据处理

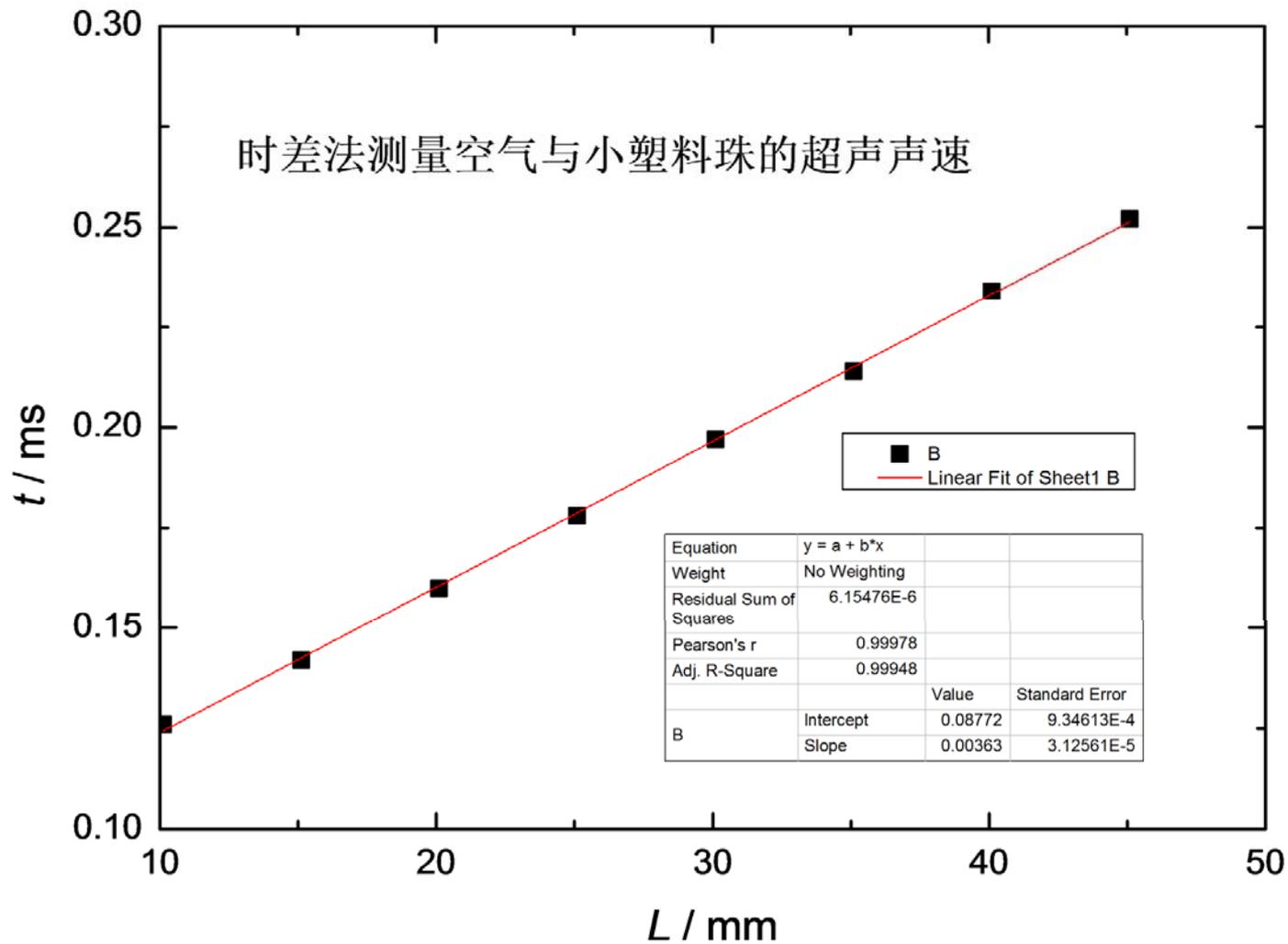
把表1中的数据通过origin软件进行线性拟合 $t=A+BL$ ，其斜率 B 的倒数即声速

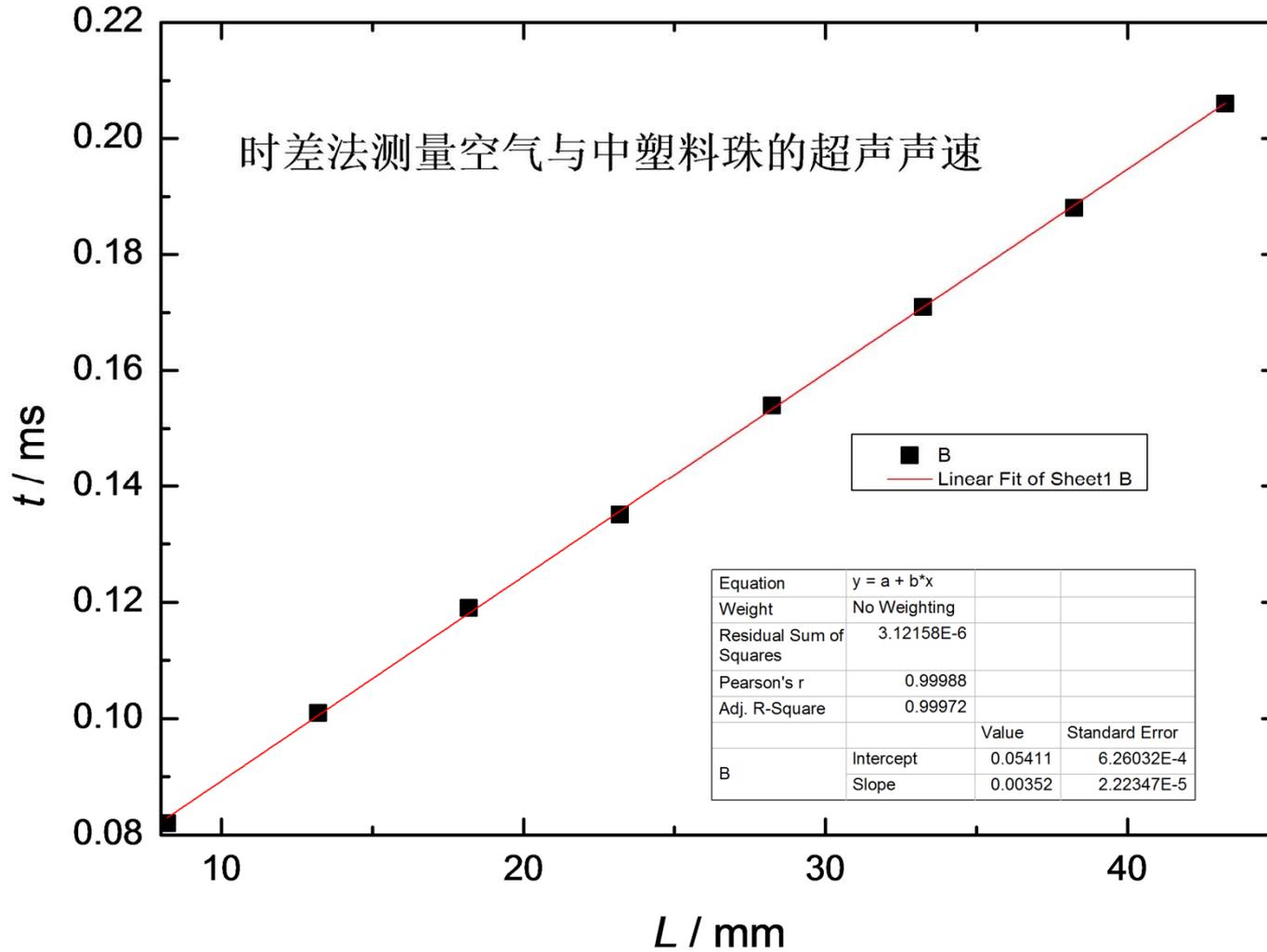
得到如图

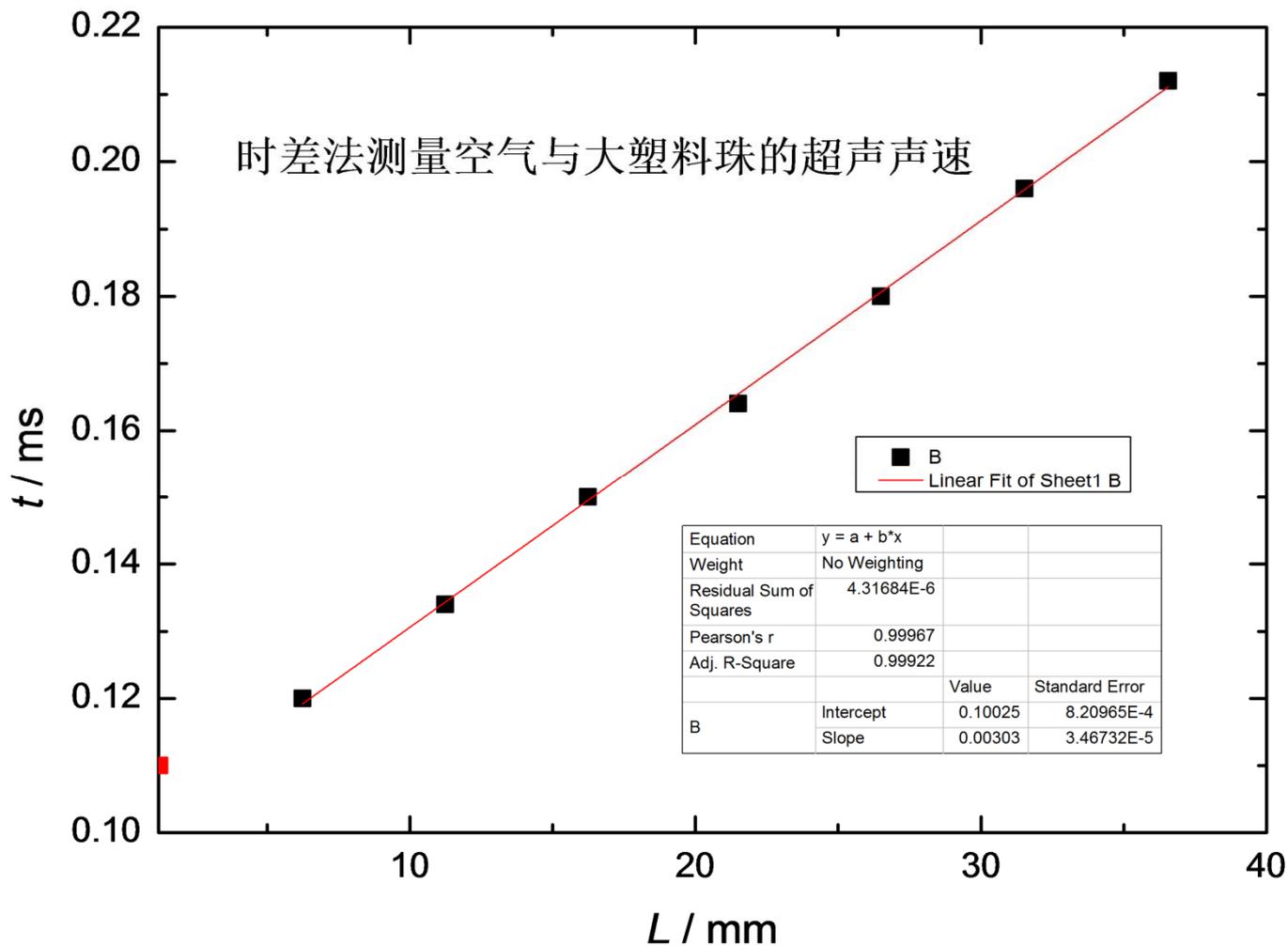












拟合时发现第一个点偏离直线较大，于是剔除

3.3 数据分析与讨论

(1) 通过图2-5，我们得到空气中的声速为

$1/0.00288=347\text{m/s}$ ，空气与小塑料中的声速

为 $1/0.00363=276\text{m/s}$ ，空气与中塑料珠中的声

速为 $1/0.00352=284\text{m/s}$ ，空气

与大塑料中的声速为 $1/0.00303=330\text{m/s}$

(2)传播速度随着塑料球的直径的增大而逐步变大，但是都没有超过均匀媒质空气中的速度.在当时的实验环境下空气中测得声速实验值与理论值相对误差为0.4%，而在这些复合介质中没有声速理论值做参考，只能根据数据变化得出一个定性的规律.

(3) 得出这个实验结论与我们预期和假想的结果差不多，因为复合介质中的是由塑料球和空气组成的，声波是依靠球与球之间形成的力链进行传播。球越小，接触点就多，他们相互作用就大，声音传播的就慢一些；球越大他们的接触点就少一些，声波传播就快一些，但是球与球之间还是有空隙的，也就是还有空气，所以速度还是超不过均匀媒质空气的速度。

4 结论

超声声波的拓展实验让学生学会了用已知和熟悉的知识进行探索未知的现象和理论，丰富了他们的理论知识，而且进一步加强了解超声波的传播方式和波的特点.因为学生测量复合介质中声速的时候发现，复合介质中波包的衰减比均匀媒质空气中衰减的快，而且同样的条件下在复合介质中寻找稳定的波包图形也比较难，因此在复合介质中进行测量时，两个探头间的距离 L 要比均匀媒质空气中要小，这样波包随着距离变大的时候基本不变形，而且容易测量，但是不能象空气中那样测量许多组数据，这也是数据处理时采用origin软件线性拟合的原因.



谢 谢！