

## 大学物理实验报告

实验名称：

超声定位与表面形貌

学院：理学院      专业：应用物理学    班级：应物 1601

学号：20161413      姓名：谢尘竹      电话：18640451671

实验日期： 2019 年 7 月 18 日

第 二十 周 星期 四 第 五 节

实验室房间号：125

实验组号：16

成绩

指导教师

批阅日期

刘静

2019 年 7 月 18 日

1. 实验目的:

- ①.了解脉冲回波型声成像的原理;
- ②.掌握脉冲回波型声成像实验仪的使用方法;
- ③.观察脉冲回波波形;
- ④.利用脉冲回波测量水中声速;
- ⑤.应用脉冲回波法对目标物体进行定位;
- ⑥.应用脉冲回波法来研究物体的运动状态;
- ⑦.利用脉冲回波型声成像实验仪对给定目标物体进行扫描成像实验。

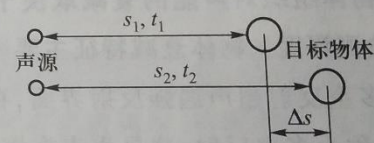
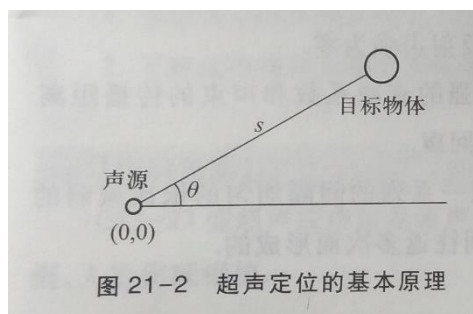
2. 实验器材:

名称	编号	型号	精度
DH6001 超声定位 与形貌综合实验仪	12049		
超声换能器			
水槽与测试架		848-MXL	
VC++ 计算机数据 处理软件			
数据线			
计算机			

3. 实验原理（请用自己的语音简明扼要地叙述，注意原理图需要画出，测试公式需要写明）

### 1. 超声定位的基本原理

超声定位的基本原理是由超声波发生器向目标物体发射脉冲波，然后接收回波信号；当超声波发生器正对着目标物体时，接收到的回波信号强度将最大，这时得到发射波与接收波之间的时间差 $\Delta t$ ，再根据脉冲波在介质中的传播速度 $v$ 得到目标物体离脉冲波发射点的距离。这样就可以得出目标物体离脉冲波发射点的方位和距离，即图 21-2 中的 $\theta$ 和 $s$ 。



### 2. 水中声速的测量

用脉冲回波法测量水中声速的原理：改变目标物体离脉冲声源的距离得到不同的接收回波时间差，用时差法来测量水中声速。如图 21-3 所示，假设目标物体到声源的垂直距离为 $s_1$ 时，脉冲发射波到接收波的时间为 $t_1$ ，改变目标物体到声源的垂直距离为 $s_2$ ，此时脉冲发射波到接收波的时间为 $t_2$ ，

这样，水中的声源传播速度为  $v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$ 。

### 3. 超声成像的基本原理

超声成像(ultrasonic imaging)是使用超声波的声成像，它包括脉冲回波型声成像(pulse echo acoustical imaging)和透射型声成像(transmission acoustical imaging)。

前者是发射脉冲声波，接收其回波而获得物体图像的一种声成像方法;后者是利用透射声波获得物体图像的声成像方法。目前，在临床应用的超声诊断仪都是采用脉冲回波型声成像。而透射型声成像的一些成像方法仍处于研究之中。

本实验以脉冲回波型超声成像(也称反射式超声成像)为研究对象，来介绍和研究超声成像，也就是利用超声波照射物体，通过接收和处理载有物体组织或结构性质特征信息的回波，获得物体组织性质与结构的可见图像的方法和技术，它与其他成像技术相比，有自己独特的优点，例如装置较为简明、直观，容易理解成像的原理;没有放射性，实验者可以自己进行不同物体的形貌成像实验。

### 4. 超声成像的一般规律

所有脉冲回波型声成像凭借回声来反映物体组织的信息，而回声则来自组织界面的反射和散射体的后散射回声的

强度取决于界面的反射系数、粒子的后散射强度和组织的衰减。

物体组成界面的组织之间声阻抗差异越大，则反射的回声越强反射声强度还和声束的入射角度有关，入射角越小，反射声强越大，声束垂直于入射界面时，即入射角为零时，反射声强最大，而入射角为  $90^\circ$  时，反射声强为零。

物体组织对声能的衰减取决于该组织对声强的衰减系数和声束的传播距离(即检测深度)物体衰减特征主要表现在后方的回声。

多重反射超声遇强反射界面，在界面后出现一系列的间隔均匀的依次减弱的影像，称为多次反射，这是声束在探头与界面之间往返多次而形成的。

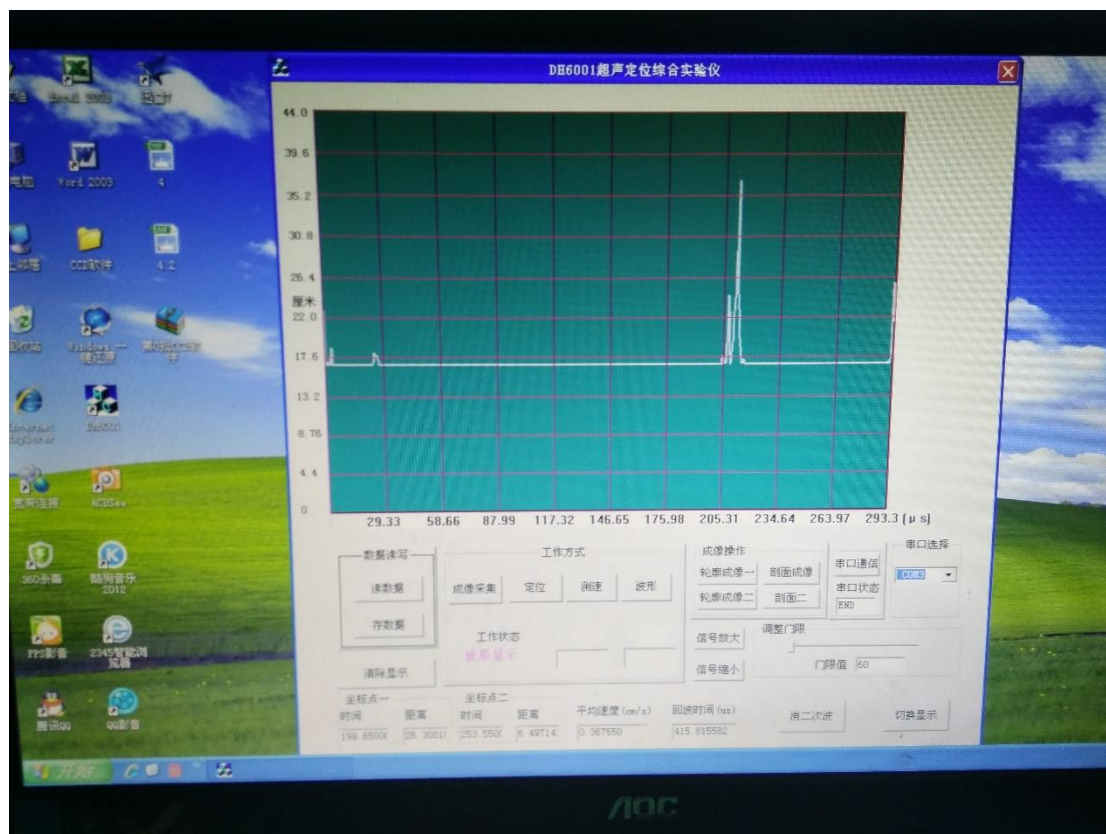
#### 4. 实验内容与步骤

- ①.观察水中物体的回波波形；
- ②.测量水中的声速；
- ③.对水中的目标物体进行定位；
- ④.测量水中物体的运动状态；
- ⑤.扫描成像物体组织结构剖面图或表面形貌。

## 5. 实验记录（注意：单位、有效数字、列表）

### 一.整理后的数据

#### 1.观察回波波形并拍照



#### 2.水中声速的测量

时差法测量水中声速数据记录表

记录次数 $i$ /次	1	2	3
物体距波源 $x_i$ /mm	57.5	84.5	114.5
回波时间 $t/\mu s$	438.074	401.810	361.541

3.超声定位水中物体的位置

超声定位水中物体位置数据记录表

记录次数 $i$ /次	1	2
物体方向 $\theta/^\circ$	81.5	73.0
直线距离 $d/\text{cm}$	16.151	22.126

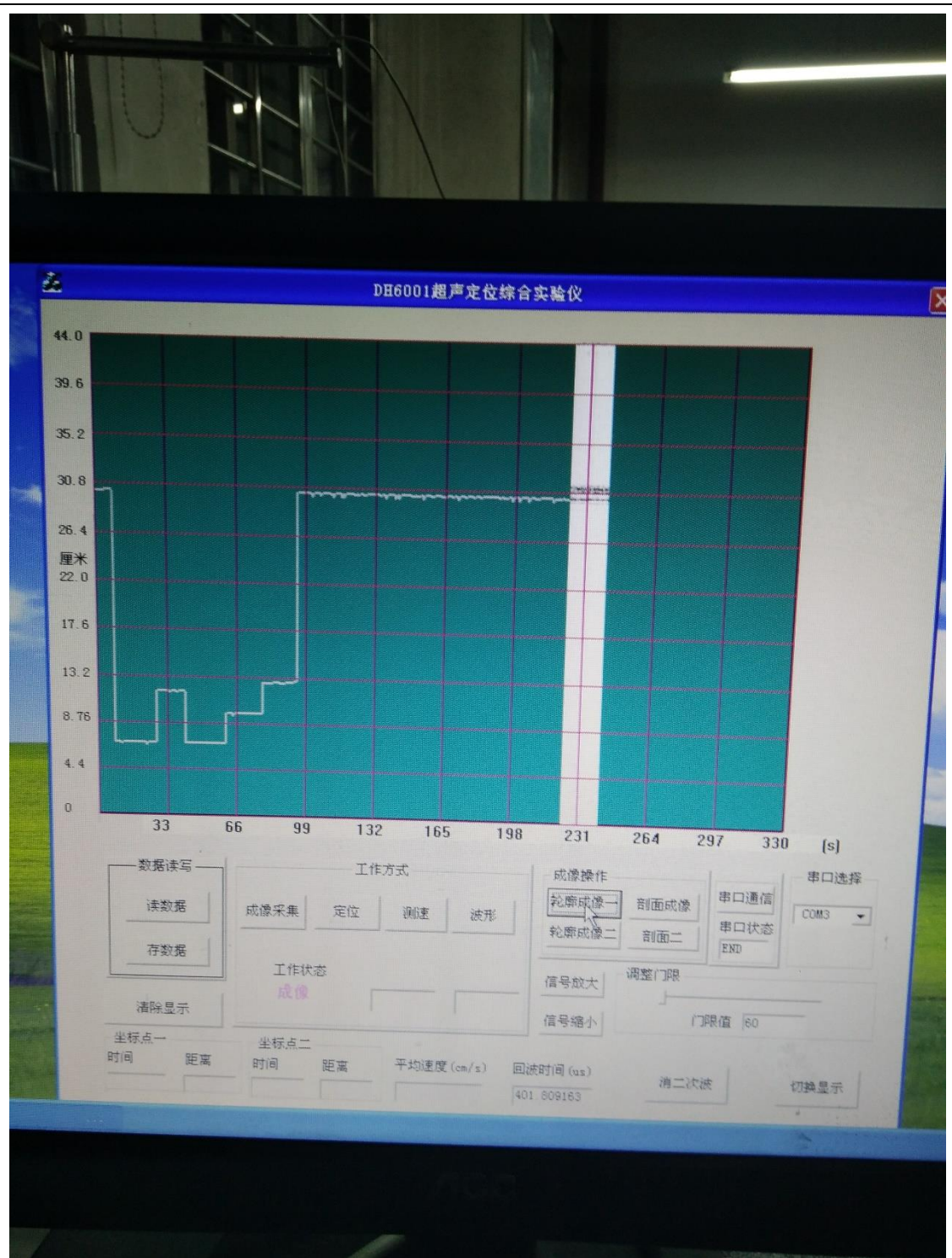
4.水中物体的运动状态

水中物体运动状态数据记录表

记录次数 $i$ /次	1	2
坐标点一 $(t_1, x_1)$ $(s, \text{cm})$	(138.050,17.574)	(38.500,35.255)
坐标点二 $(t_2, x_2)$ $(s, \text{cm})$	(90.750,34.509)	(2.750,19.172)
程序测的平均速度 $v_{\text{object}}/(\text{cm/s})$	0.371	0.432

5.超声扫描物体表面形貌并拍照





## 二.原始数据

1. 拍照 (波形)

2.  $X/cm$  回波时间/ $\mu s$   
84.5 cm. 401.809564

57.5 cm 438.074409

114.5 cm 361.54706

3.  $\theta/^\circ$   $Y(r)/cm$

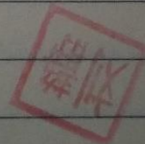
81.5 16.151130

73.0 22.125735

4. 坐标点:

$(t_1, x_1) = (38.05000, 17.57423)$	$(t_1, x_1) = (38.50000, 35.25498)$
$(t_2, x_2) = (90.75000, 34.50943)$	$(t_2, x_2) = (2.75000, 19.17189)$
平均速度 0.371363 cm/s	平均速度 0.432001 cm/s

5. 拍照 (轮廓成像)



2-4-3

6. 数据处理及误差分析

2.水中声速数据处理

时差法测量水中声速数据处理表

记录次数 $i/\text{次}$	1	2
距离差的绝对值 $ x_i - x_{i+1} /\text{mm}$	27.0	30.0
回波时间差 $t_i - t_{i+1}/\mu\text{s}$	36.264	40.269
水中超声波速 $v_s/(\text{m/s})$	1489.080	1489.980

使用公式： $v_s=2\frac{|x_i-x_{i+1}|}{t_i-t_{i+1}}$

4.水中物体的运动速度数据处理

水中物体运动速度数据处理表

记录次数 $i/\text{次}$	1	2
坐标点一 $(t_1, x_1)$  $(s, \text{cm})$	(138.050,17.574)	(38.500,35.255)
坐标点二 $(t_2, x_2)$  $(s, \text{cm})$	(90.750,34.509)	(2.750,19.172)
人工算的平均速度 $v_{object}/(\text{cm/s})$	0.358	0.450

使用公式： $v_{object} = \frac{|x_1 - x_2|}{t_1 - t_2}$

结论：笔算的物体平均速度与程序算的相差无几，百分差分别为 $E_{v1}=3.5\%$ 、 $E_{v2}=4.2\%$ 。

## 7. 思考题及实验小结

以下内容为报告保留内容，请勿填写或删除，否则影响实验成绩

上课时间：

上课地点：

任课教师：

报告得分：

教师留言：

操作得分：

教师留言：

预习得分：

预习情况：