实验报告

评分：40

5 系 2016 级 姓名 [redacted] 日期 _____ No _____

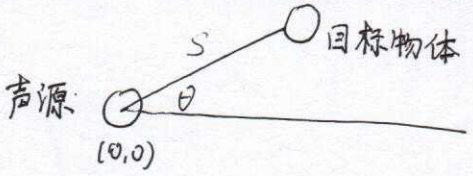
实验题目：超声定位和形貌成像实验

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. 测量水中声速
5. 对目标物体进行定位
6. 研究物体的运动状态
7. 对给定目标物体进行扫描成像实验

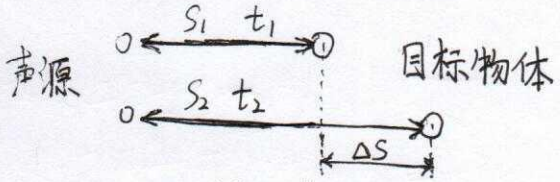
实验原理：

1. 超声定位的基本原理：
当物体正对着超声波发生器时，接收到的回波信号强度将最大。θ可由接收信号强度得到，V为传播速度，Δt为发射接收间隔

$$2S = V \times \Delta t$$



2. 水中声速的测量：
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。



$$V = 2\frac{|S_2 - S_1|}{|t_2 - t_1|} = 2\frac{\Delta S}{\Delta t} \quad m/s$$

实验仪器：DH6001超声定位与形貌综合实验仪、超声换能器、水槽与测试架、VC++、数据线、电脑。

17.11.21

实 验 报 告

评分：

5 系 2016 级 姓名 [redacted] 日期 _____ No _____

实验题目：数据

实验目的：

声速

	S_1/cm	S_2/cm	t_1/us	t_2/us	V m/s
1	250	220	186.460	226.760	~~744.42~~ 1488.84
2	220	200	226.760	253.860	1476.02
3	200	170	253.860	295.010	1458.08

定位

	θ	实测 S/cm	仪器 Y/cm
1	-28.2°	19.90	19.79
2	20.0°	12.60	12.54
3	38.1°	20.70	20.55

测速

	t_1/us	S_1/cm	t_2/us	S_2/cm	V cm/s
1	16.7	5.538	73.7	25.988	0.371819
2	13.75	16.296	61.6	32.273	0.333889

17.11.21 优

实 验 报 告

评分：

5 系 2016 级 姓名 [redacted] 日期 _____ No _____

实验题目：

实验目的：

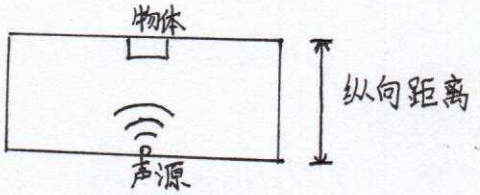
一. 观察水中物体的回波波形

测试物体：小圆柱筒，大圆柱筒，中圆柱筒，实心圆柱体.

回波波形 见附页.

分析：

当超声发射源在水中的纵向位置保持不变时，回波时间即可反应映出物体离换声源的远近.



小圆筒：有三个峰，分别位于回波时间 150μs，205μs，300μs 位置.

中圆筒：有三个峰，分别位于 150μs，230μs，330μs 处

大圆筒：有两个峰，分别位于 66μs，330μs 处

实心圆柱：有两个峰，分别位于 180μs，330μs 处

对于回波时间大于 300μs 的波峰，依水中声速 V= 1500 m/s (室温下) 估算，可认为是水箱后壁反射超声波所产生的波形.

因此，实际被测物体产生波峰个数.

小圆筒： 2个

中圆筒： 2个

大圆筒： 1个 2个.

实心圆柱： 1个.

实 验 报 告

评分：

_____系_____级 姓名[redacted]_____ 日期_____ No_____

实验题目：

实验目的：

产生两个波峰且一次波的强度大于二次波的原因分析：

注意到产生两个波峰的物体均为空心圆筒，可分析出产生双峰原因为声源发射出的波首先碰到圆筒前沿反射生成一次峰，碰到前沿的同时振动又传递给了圆筒，圆筒前沿产生振动的同时又使得空心筒内的水产生与筒外水相同频率的振动并发出声波。此波遇到筒的后沿，反射后形成二次峰。由于产生二次峰的声波先后两次穿过圆筒前沿，造成能量的损失。因此二次峰强度弱于一次峰。

而实心圆柱内不含水，无法形成声波，因此只有一个波峰。

至于大圆筒内含水但只生成一波峰的原因，可能是筒内声波能量损失过大，使得接收器难以探测。但理论上也应产生两个峰。

也可能对的不准十二次回波强度小

思考：

位置

由此实验可受启发：由波峰个数可反映出被测物体的内部结构状态（是否有空心部分）。此现象或许能应用于检测物体内部是否有结构缺陷，即超声探伤，等等。

声波在水中可以传播，

固体中的探伤，在固体/气体交界处几乎全反射回来，

更多依赖回波位置来探伤。

实 验 报 告

评分：

5 系 2016 级 姓名 [redacted] 日期 _____ No _____

实验题目：

实验目的：

二．水中声速的测量.

利用公式 $V = 2\frac{\Delta S}{\Delta t}$ 计算水中声速

实验结果如下.

单位(m/s)	V_1	V_2	V_3	$\overline{V}$
	1488.84	1476.02	1458.08	1474.31

结合温度计示数 19.8°C 查表知该温度下水中声速为 1477.6 m/s.

相对误差 $(1477.6-1474.31)/1477.6 \times 100\% = 0.2\%$

实验结果较为可靠，误差来源可能为仪器读数误差

三．对水中目标物体进行定位.

实验中转动[redacted]吊杆，测量三组数据.

	转角θ	仪器测 Y/cm	手动测 Y'/cm	ΔY/cm	相对误差
1	-28.2°	19.79	19.90	0.11	0.55%
2	20.2°	12.54	12.60	0.06	0.48%
3	38.1°	20.55	20.70	0.15	0.73%

相对误差均小于1%. 数据可靠.

角度误差来源可能为人为读数误差；长度误差来源中，仪器测量误差和人为读数误差(尺在水中时人眼视线难与刻度相平，且尺难以对齐)均存在.

实 验 报 告

评分：

5 系 2016 级 姓名 [redacted] 日期 No

实验题目：

实验目的：

四. 测量水中物体运动状态

当物体在水中移动速度较小时，仪器动态测速误差较大，故改用分析 S-t 曲线测平均速度.

两次速度测量值：0.371819 cm/s 、0.333889 cm/s

符合降速规律.

关于 S-t 曲线的分析：

实验中使用 S-t 曲线计算平均速度，曲线的质量直接影响最终结果，但有时曲线绘制出来十分模糊，甚至无法辨别，对此总结出几点规律方法.

(1). 加深曲线颜色的方法：

首先，要保证换能器对准被测物体，两者应在同一高度上。

其次，在物体移动过程中曲线会越来越淡，这时需要增大信号强度，保证曲线清晰度。 隔太远了.

(2). 去除杂波的方法：

可通过提高门限值的方法来滤去杂波。

(3). 避免波形重叠(曲线重影)的方法：

超声传感器波束角不为零，距离太远会使回波信号重叠，显示屏上产生重影，为避免这种情况发生，应保证物体运动的 S_1、S_2 取合适、不能过大，但也不能太小而使物体反射面多次回波；亲测 15~35 cm 范围内波形质量较好

实 验 报 告

评分：

_____系_____级 姓名[redacted] 日期_____ No_____

实验题目：

实验目的：

(4). 使实验结果可靠的方法：

在 S-t 曲线上取的两坐标点应尽可能远，减小相对误差。

五、扫描成像物体表面形貌

扫描效果见附页.

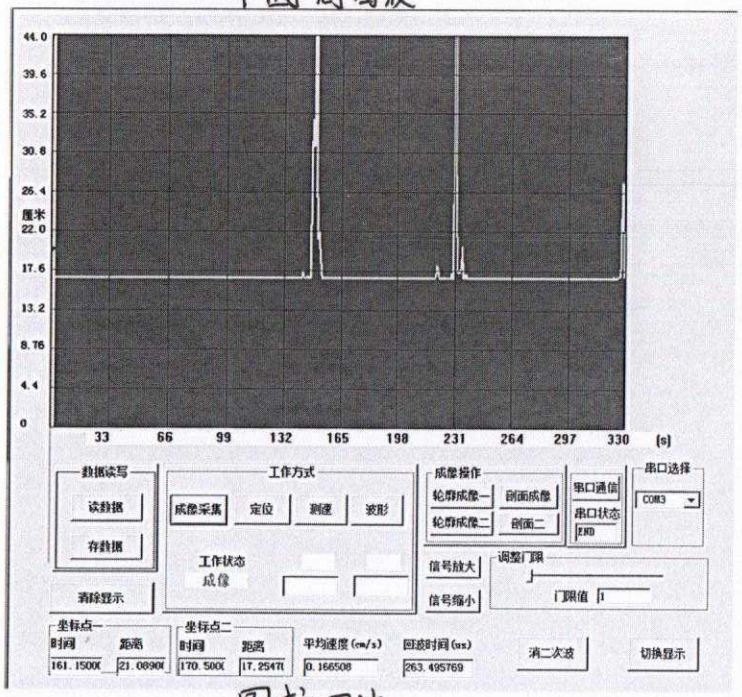
回波效果颜色较深的为被测物体表面所反射的波，颜色较浅的为水槽后壁反射波。

要使成像效果清晰，除了与第四个实验相同的注意事项(信号大小、门限大小、距离远近)之外，还应控制好声波发射器的移动速度尽可能慢，保证图像效果清晰.

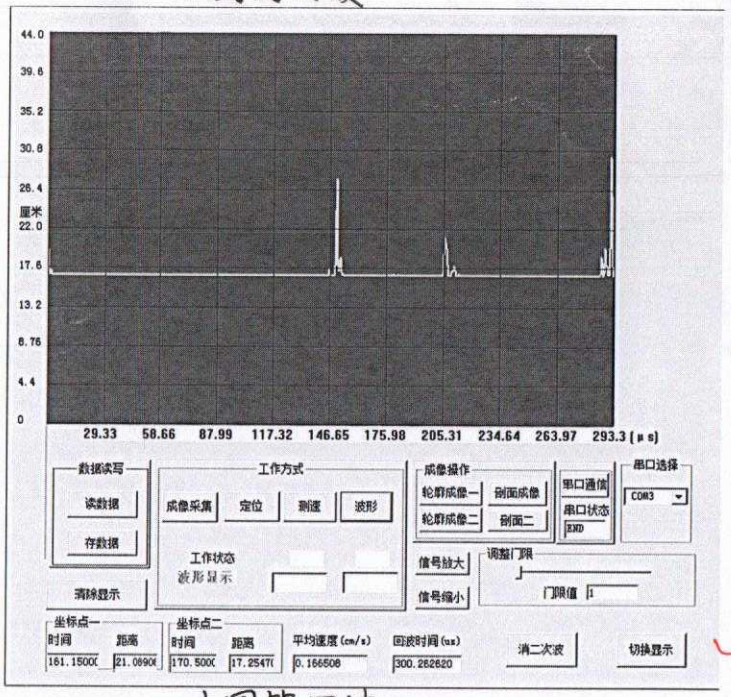
总结：

通过本次实验，了解了脉冲回波型声成像的原理，掌握了脉冲回波型声成像实验仪的使用方法，按要求完成了五项测试内容，了解到超声技术为定位与表面测绘技术提供了支持，使雷达、声纳等技术的实现提供了可能。总之，收获得很多.

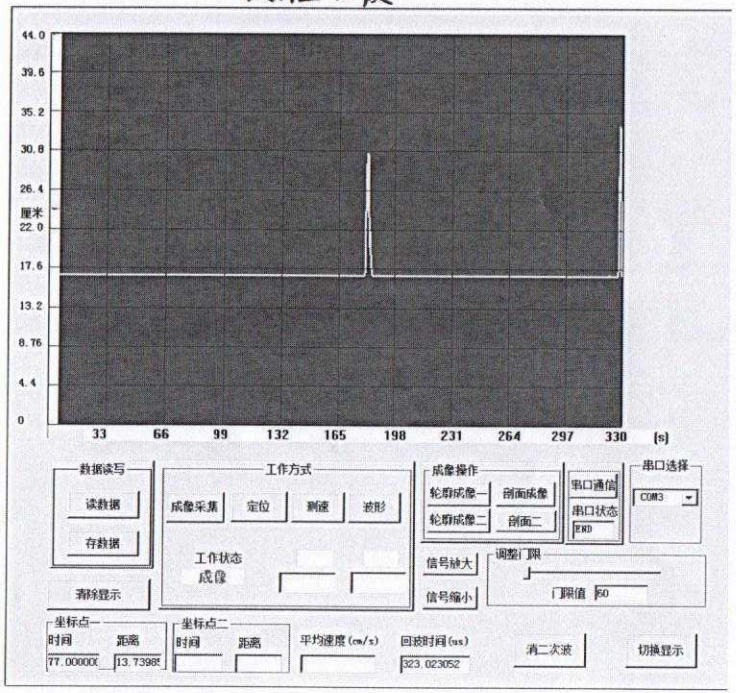
中圆筒回波



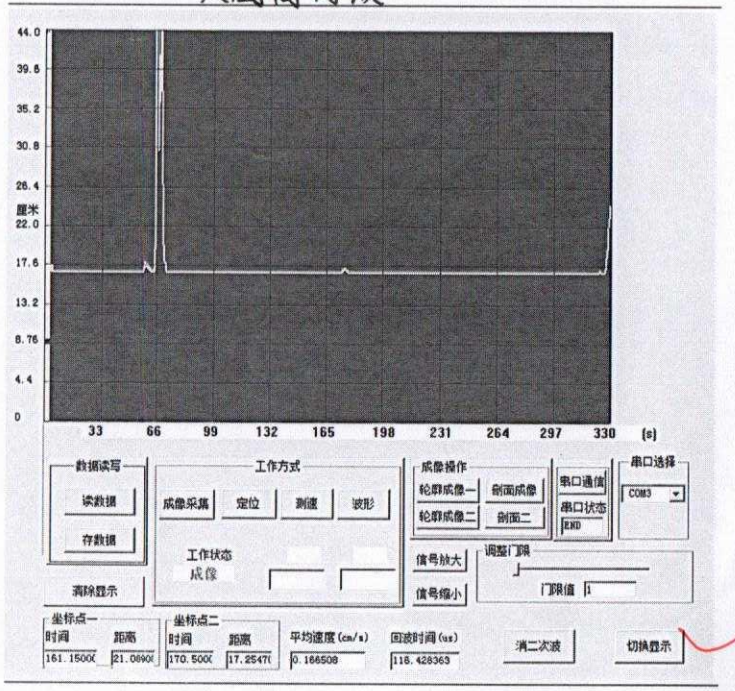
小圆筒回波



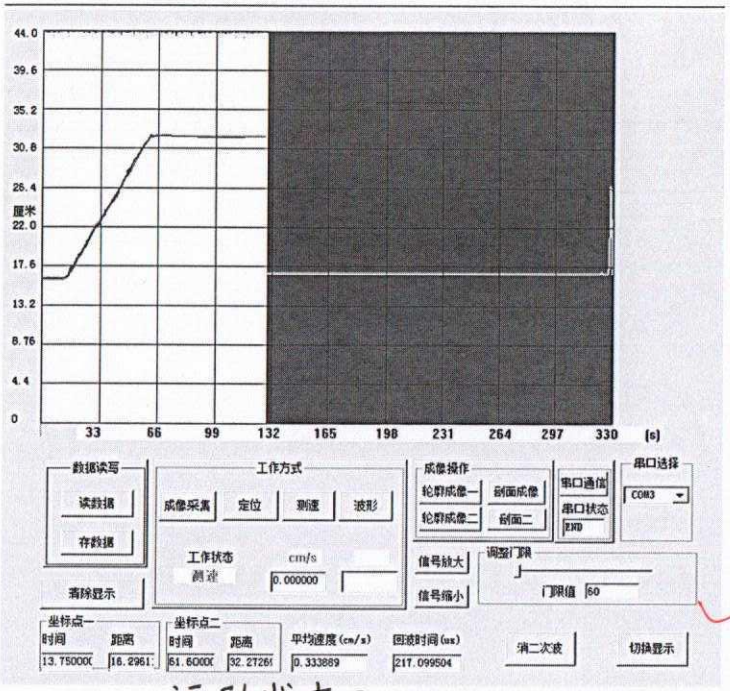
圆柱回波



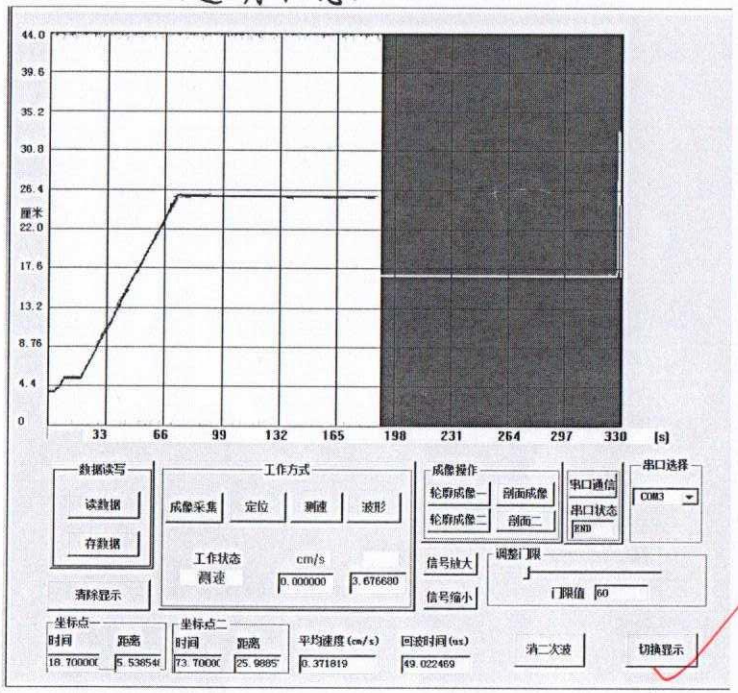
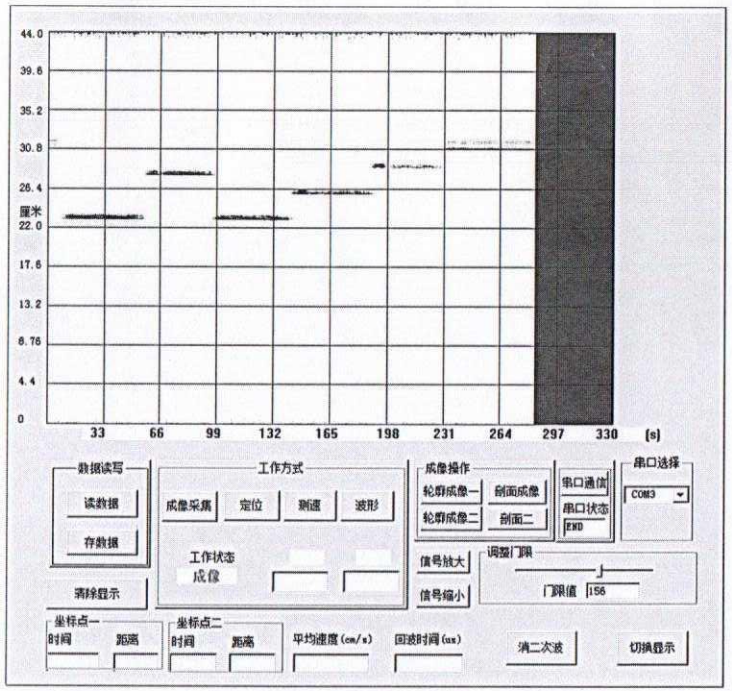
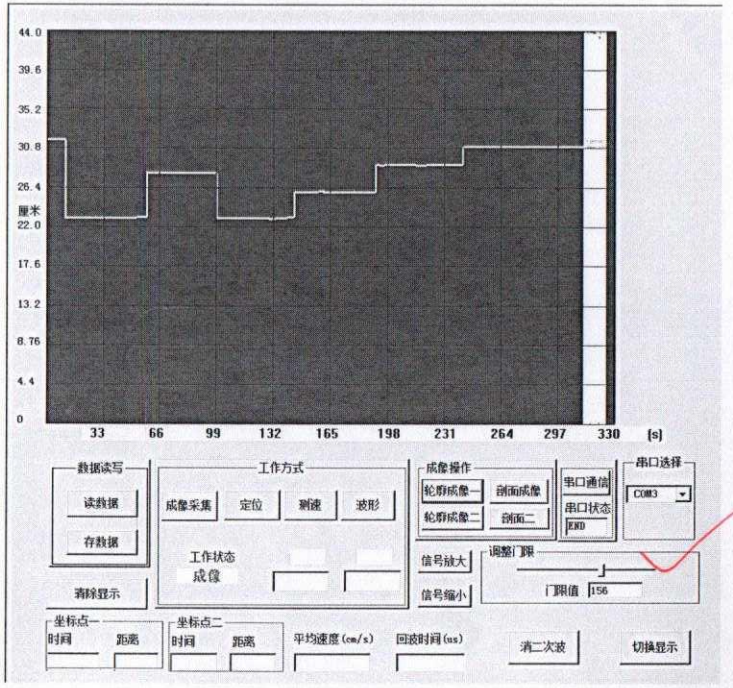
大圆筒回波



运动状态1



运动状态2



表面形貌