

实验名称

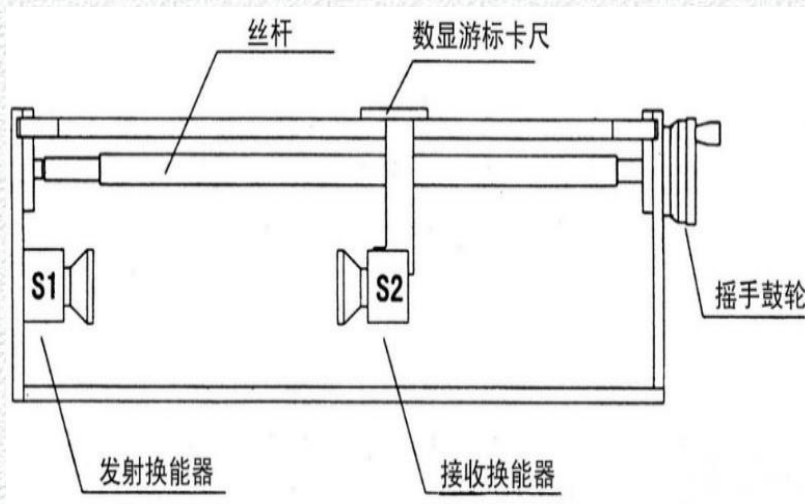
超声声速的测量

实验目的

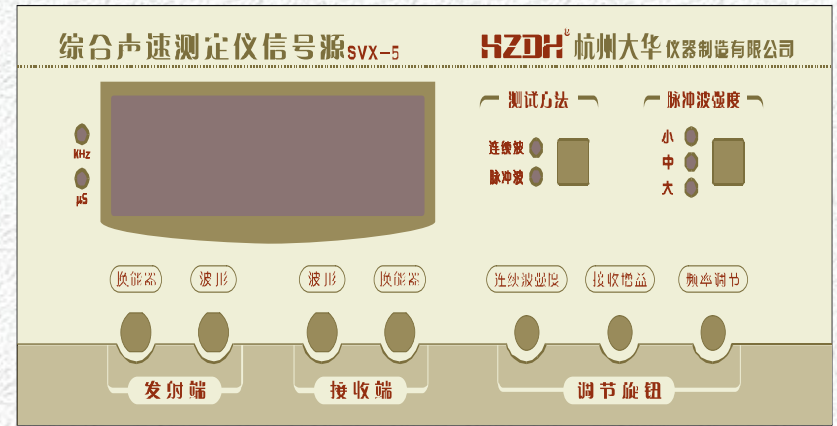
1. 利用驻波法（共振干涉法）测量声速。
2. 利用相位法（李萨如图法）测量声速。

实验仪器

- SV-DH声速测试仪（包括测试架和信号源）



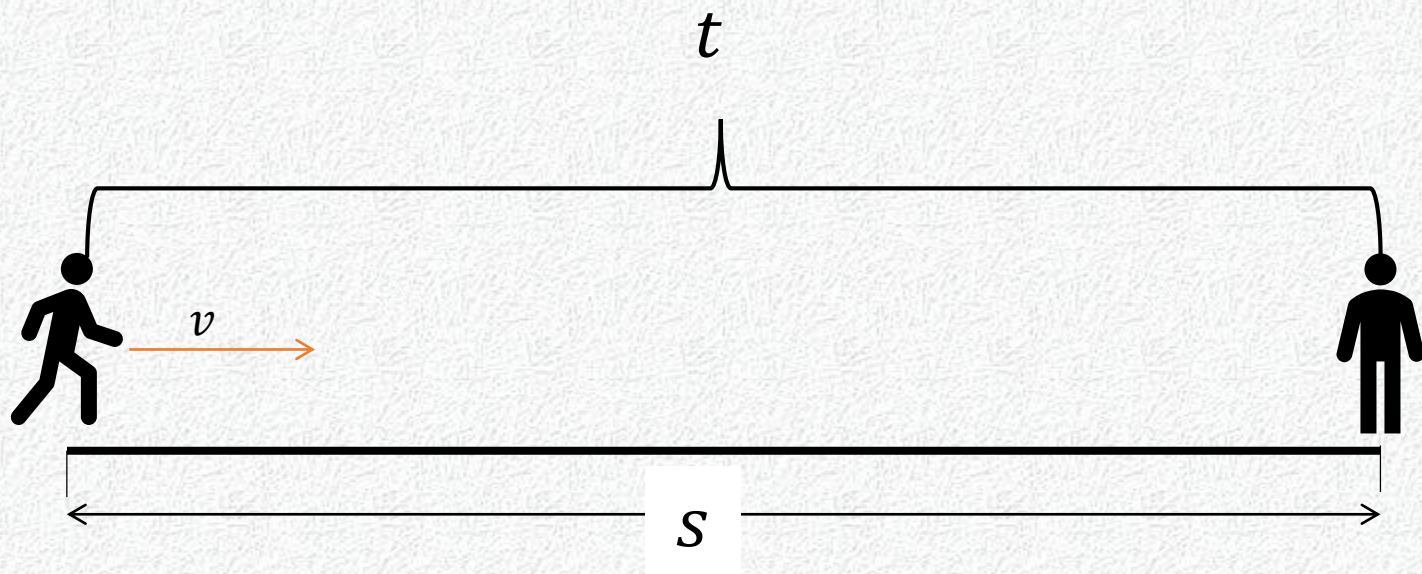
声速测试架外形示意图



图SVX-5声速测试仪信号源面板

- 固纬GS-620双轨示波器

实验原理



$$v = \frac{s}{t}$$

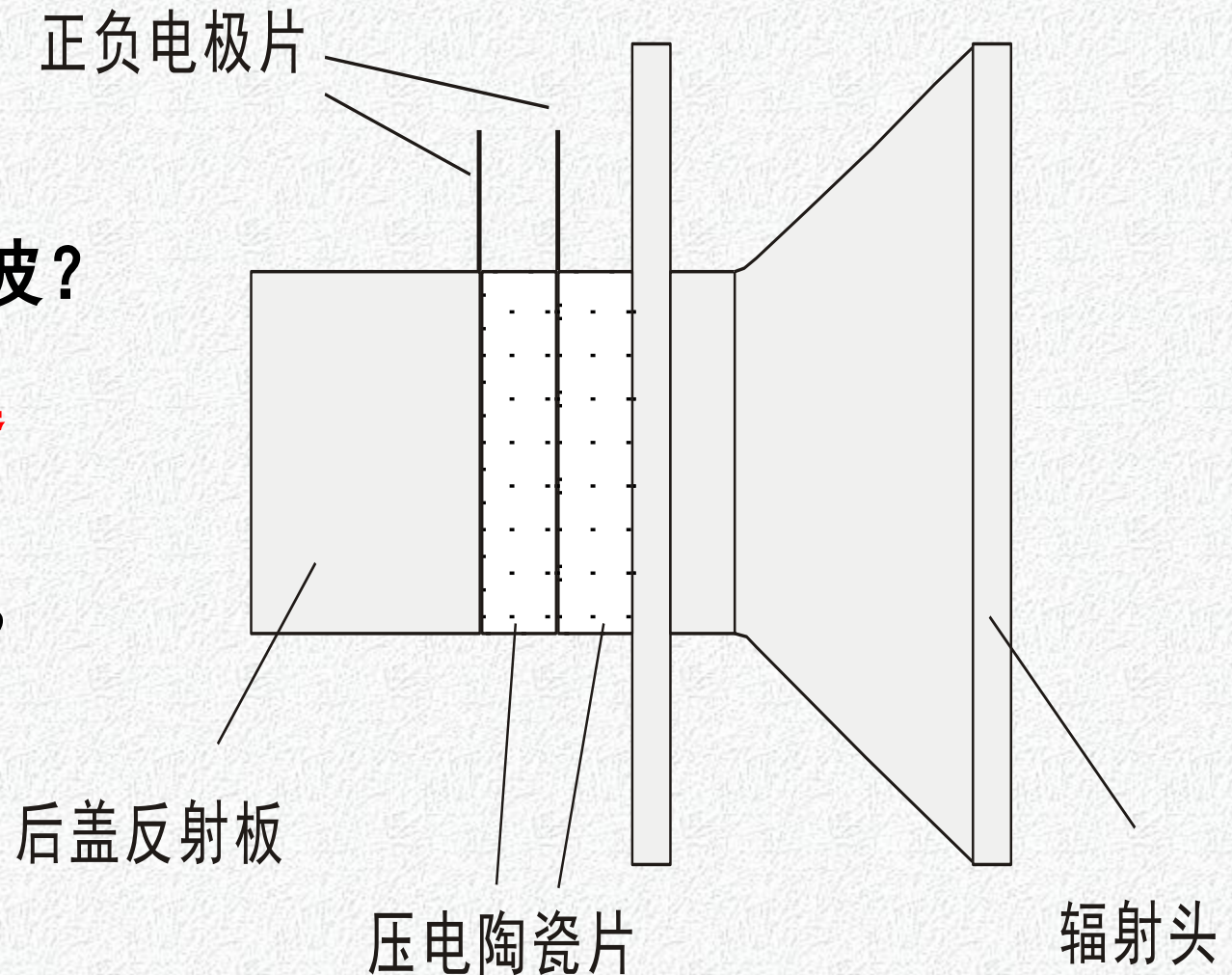
$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$$

实验原理 - 超声波与压电陶瓷换能器

- 所测何种声波?
超声波

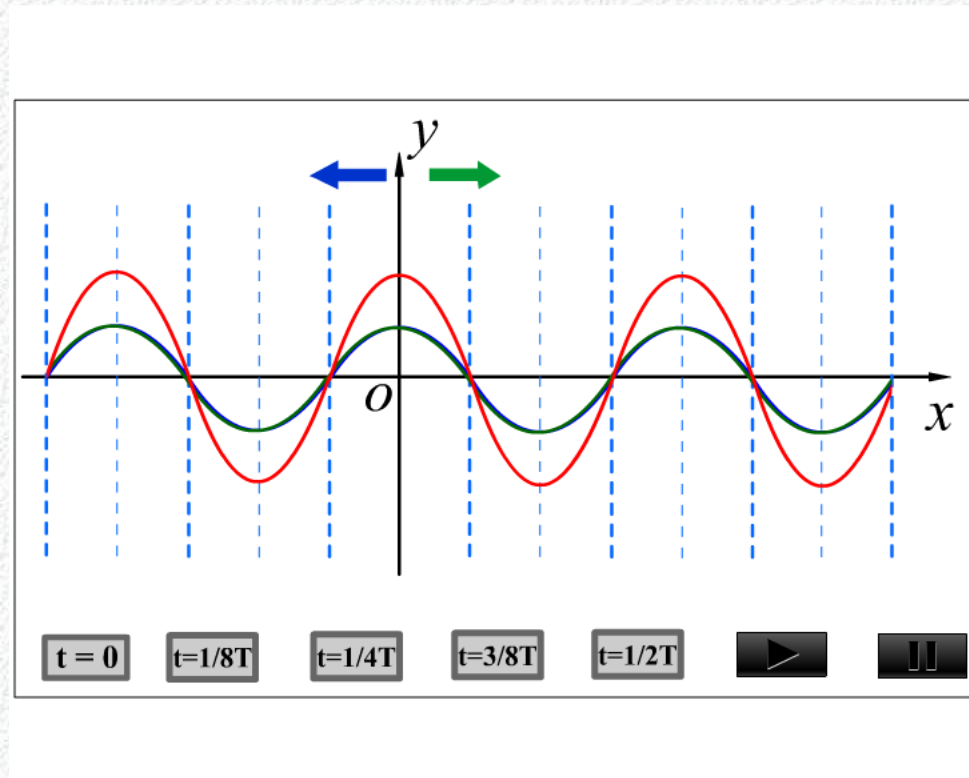
- 如何得到超声波?
压电陶瓷换能器

- 超声波的频率?
谐振频率 f



实验原理 - 驻波法 (共振干涉法) 测量声速

驻波是由振动方向、频率、振幅都相同，而传播方向相反的两列简谐波相干叠加形成。是一种特殊的干涉现象。



发射波

$$y_1 = A \cos(\omega t - 2\pi x / \lambda)$$

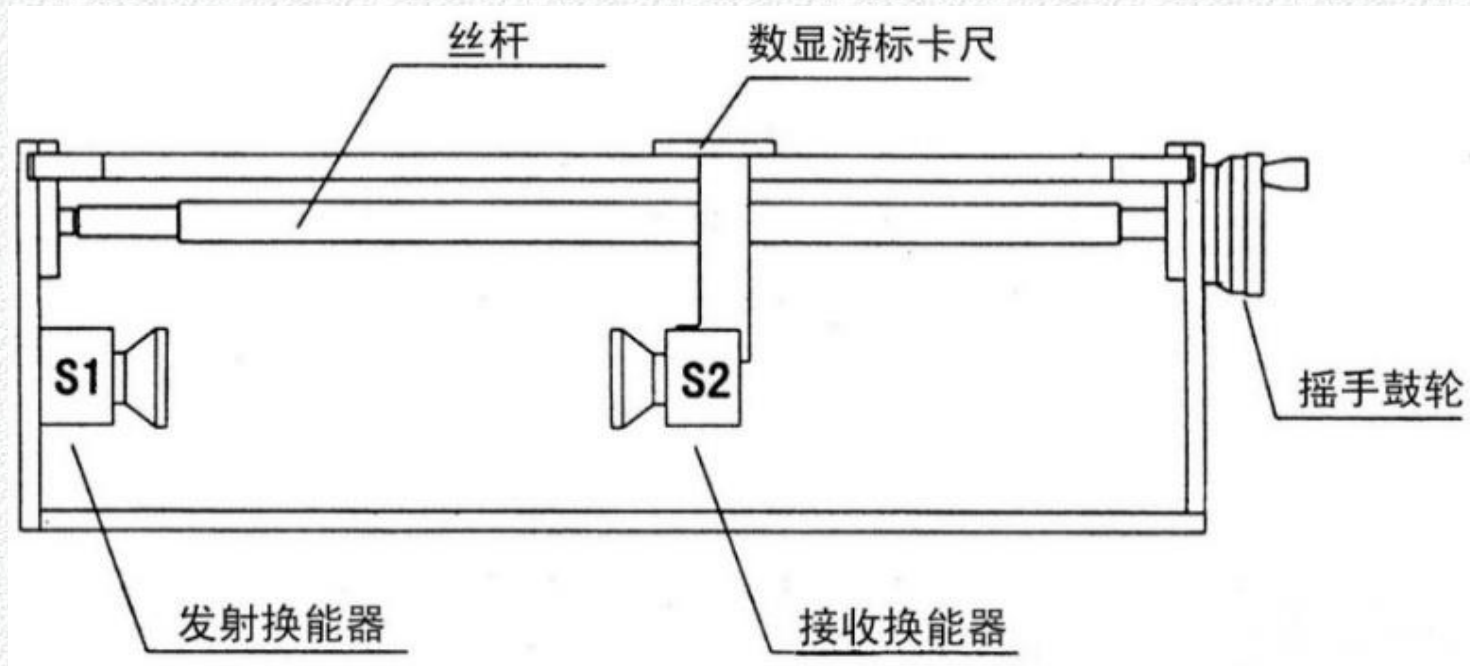
反射波

$$y_2 = A \cos(\omega t + 2\pi x / \lambda)$$

合成波

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos(2\pi x / \lambda) \cos \omega t$$

实验原理 - 驻波法（共振干涉法）测量声速



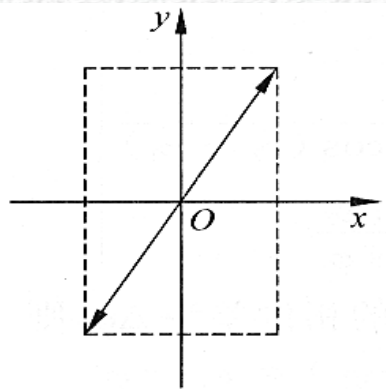
两相邻波腹（振幅最大）间的距离为：

$$\Delta x = x_{k+1} - x_k = \lambda/2$$

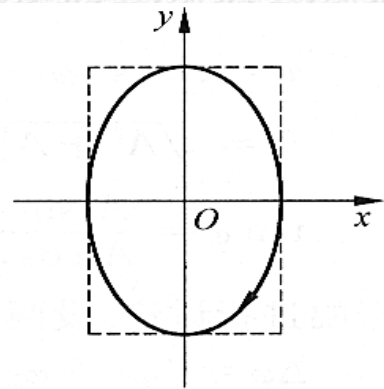
$$v = f\lambda$$

实验原理-相位法 (李萨如图法) 测量声速

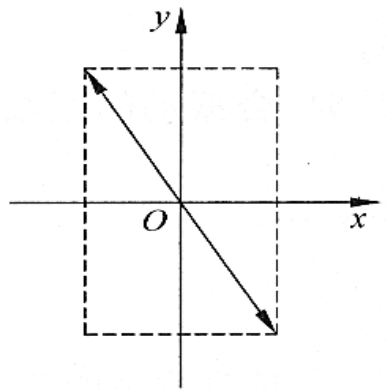
利用示波器来测定相位差



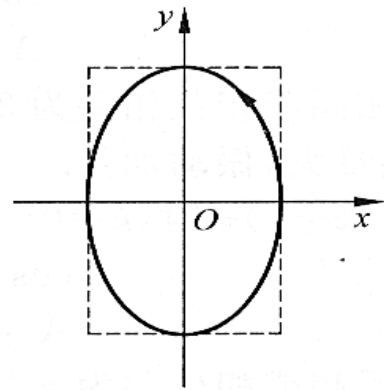
(a) $\Delta\varphi=0$



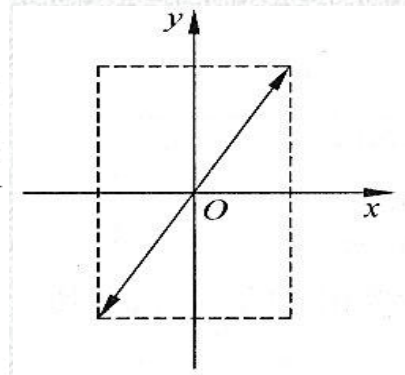
(b) $\Delta\varphi=\frac{\pi}{2}$



(c) $\Delta\varphi=\pi$



(d) $\Delta\varphi=\frac{3}{2}\pi$



(e) $\Delta\varphi=2\pi$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi L}{\lambda}$$

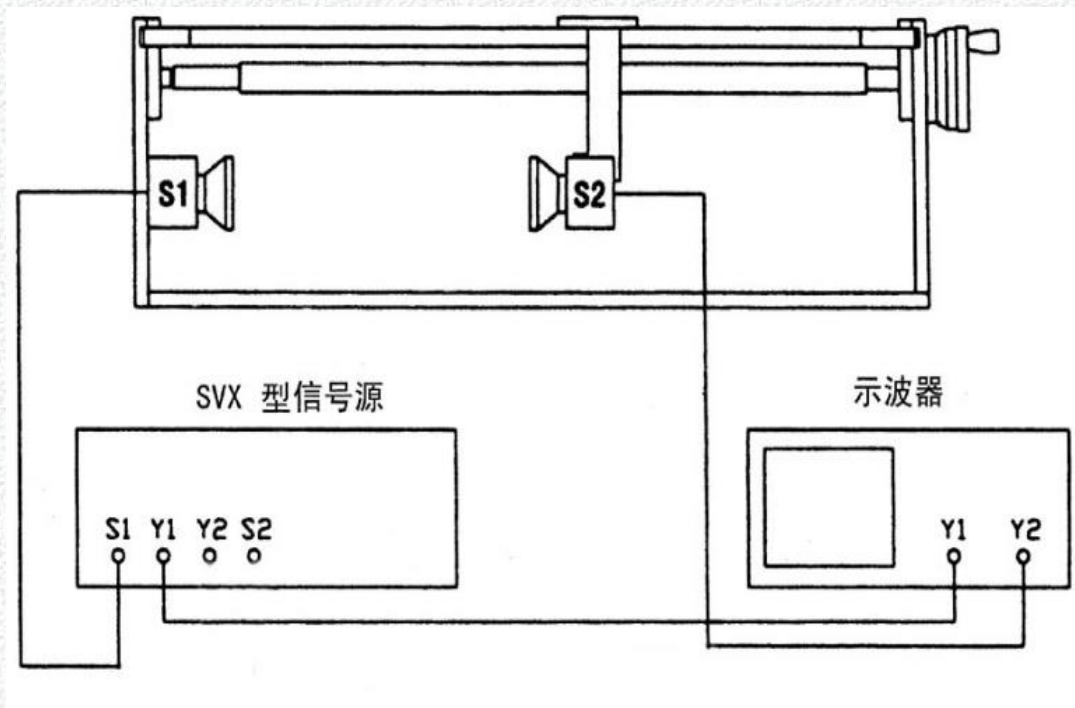
$$\Delta L = \lambda, \quad \Delta\varphi = 2\pi$$

实验内容-驻波法（共振干涉法）测量声速

1. 实验准备

预热5min; 选择连续波方式

2. 装置连接



3. 测定压电陶瓷换能器的测试频率工作点

i	1	2	3	4	5
f_i (kHz)					

实验内容一 驻波法（共振干涉法）测量声速

4. 测量步骤

- 选择合适的发射强度
- 选好谐振频率： $f = \underline{\hspace{2cm}}$ kHz
- 记录下幅度为最大时的距离 L_i (mm)
- 移动(同一方向) S2当接收波经变小后再到最大时，记录下此时的距离 L_{i+1}
- 测量10次，用逐差法处理数据

次数	L_i
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

实验内容 - 相位法(李萨如图法)测量波长

1. 实验准备

2. 装置连接

3. 测量步骤

与驻波法相同

- 选好谐振频率 f
- 将示波器打到“X - Y”方式，选择合适的示波器通道增益，示波器显示李萨如图形。
- 移动S2，观察使李萨如图显示的椭圆变为一定角度的一条斜线，记录下此时的距离 L_i 。
- 移动S2（同一方向），使观察到的波形又回到前面所说的特定角度的斜线，记录下此时的距离 L_{i+1} 。
- 测量10次，用逐差法处理数据

次数	L_i
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

实验数据及处理

驻波法

次数	L_i	$ L_{i+1} - L_i $	$\lambda_i = 2 L_{i+1} - L_i $
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

分别求出两种测量方法的

平均波长： $\lambda = \frac{\sum \lambda_i}{5} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，声速： $v = \lambda f = \underline{\hspace{2cm}}$

实验数据及处理

相位法

次数	L_i	$ L_{i+1} - L_i $	$\lambda_i = L_{i+1} - L_i $
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

分别求出两种测量方法的

平均波长： $\lambda = \frac{\sum \lambda_i}{5} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，声速： $v = \lambda f = \underline{\hspace{2cm}}$

实验数据及处理

- 声速还与温度有关, 记录温度 $t(^{\circ}\text{C})$

- 声速的理论值: $v_s = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$

$v_0 = 331.45\text{m/s}$ 为 $T_0 = 273.15\text{K}$ 时的声速.

$T = (t + 273.15)\text{K}$.

- 将两种方法的实验值与理论值比较, 分别计算百分比误差。

$$E = \frac{v - v_s}{v_s} \times 100\%$$

谢谢大家！