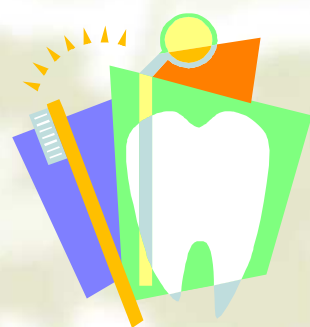


实验十三

# 超声波在空气中传播速度的测定

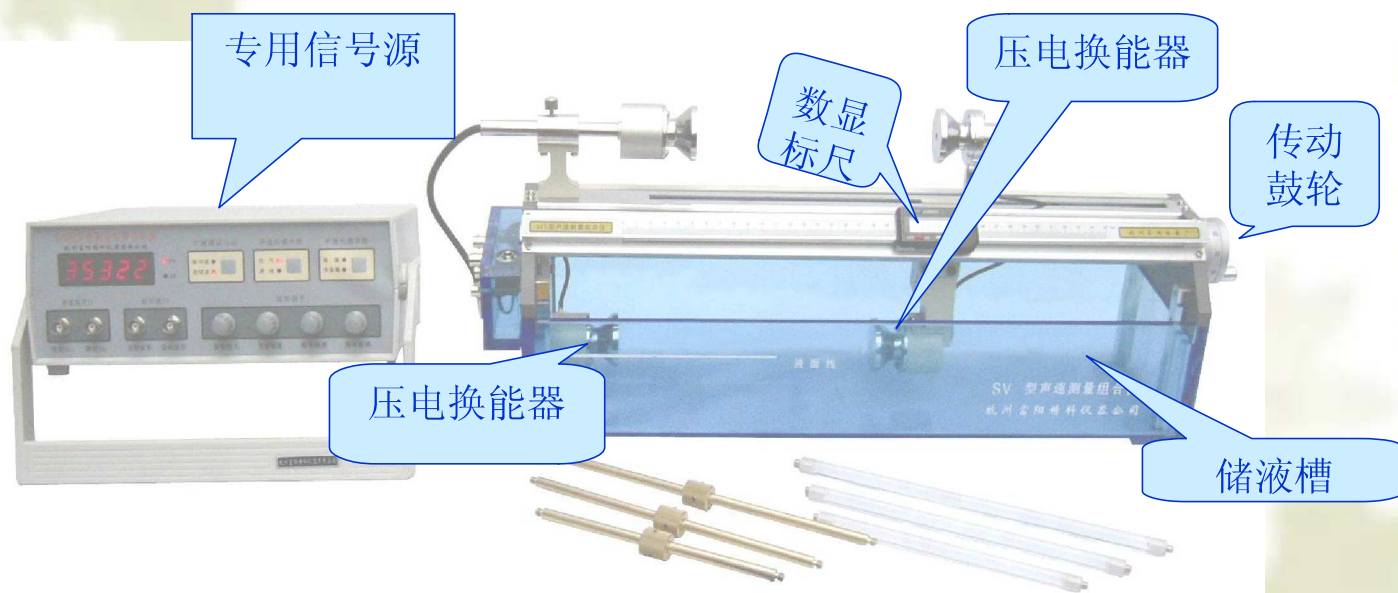


## ❖ 实验目的:

- ❖ 熟练掌握用共振干涉法和相位比较法测量超声波在空气中传播速度。
- ❖ 学会运用逐差法处理测量数据。

# SV5型声速测定专用信号源

## SV6型声速测量组合仪



❖ 实验仪器:

- ❖ SV6型声速测量组合仪。
- ❖ SV5型声速测定专用信号源。
- ❖ CS—4125-2通道示波器。

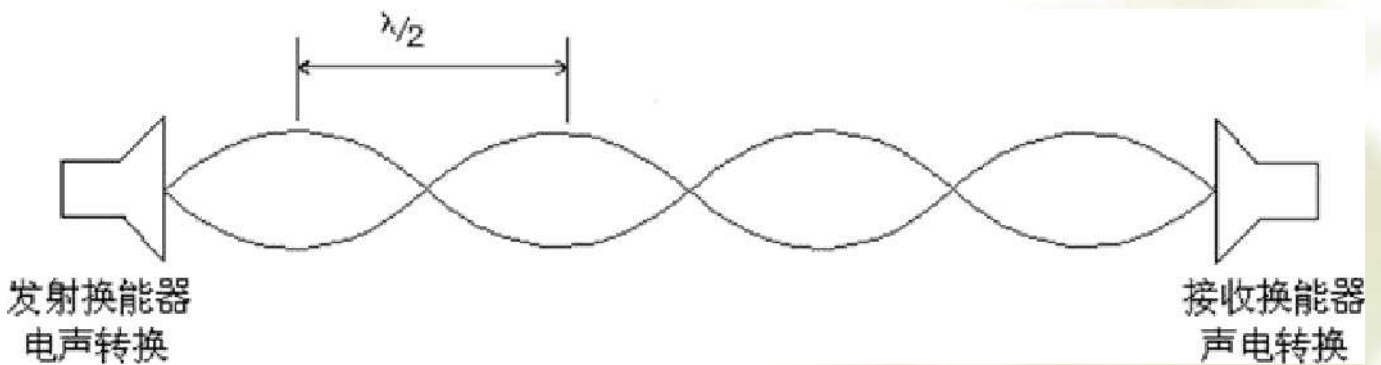
❖ 实验原理:

声波在空气中的传播速度  $v$  与其频率  $f$  和波长  $\lambda$  的关系为

$$v = f \cdot \lambda$$

# 共振干涉法

- ❖ 当二束频率、幅度相同，传播方向相反的声波相遇时，会产生干涉现象，形成驻波。对于波束1:  $y_1=A\cos(\omega t-2\pi x/\lambda)$ 、波束2:  $y_2=A\cos(\omega t+2\pi x/\lambda)$ ，当它们相遇时，叠加后的波形成波束3:  $y_3=2A\cos(2\pi x/\lambda)\cos\omega t$ ，这里  $\omega$  为声波的角频率， $t$  为经过的时间， $x$  为经过的距离。



❖ 依次把接收换能器移动到**16**个连续的振动最强点，记录位置，则用逐差法可算出  $\lambda$ ：

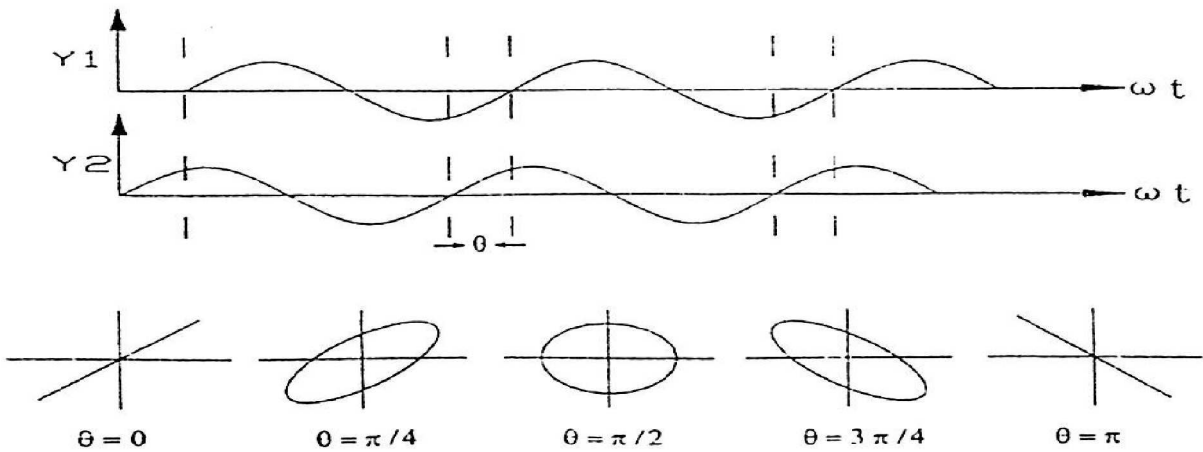
$$\Delta L_i = L_{i+8} - L_i = 8 \times \frac{\lambda}{2}$$

$$\overline{\Delta L} = \frac{1}{8} (\Delta L_1 + \Delta L_2 + \cdots + \Delta L_8) = 8 \times \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{32} (\Delta L_1 + \Delta L_2 + \cdots + \Delta L_8)$$

# 相位比较法

- ❖ 设声源方程为  $y_1 = A \cos \omega t$
- ❖ 距声源  $x$  处 S2 接收到的振动为  $y_2 = A \cos \omega (t - x/v)$
- ❖ 两处振动的相位差  $\Delta \phi = \omega x/v$ ,

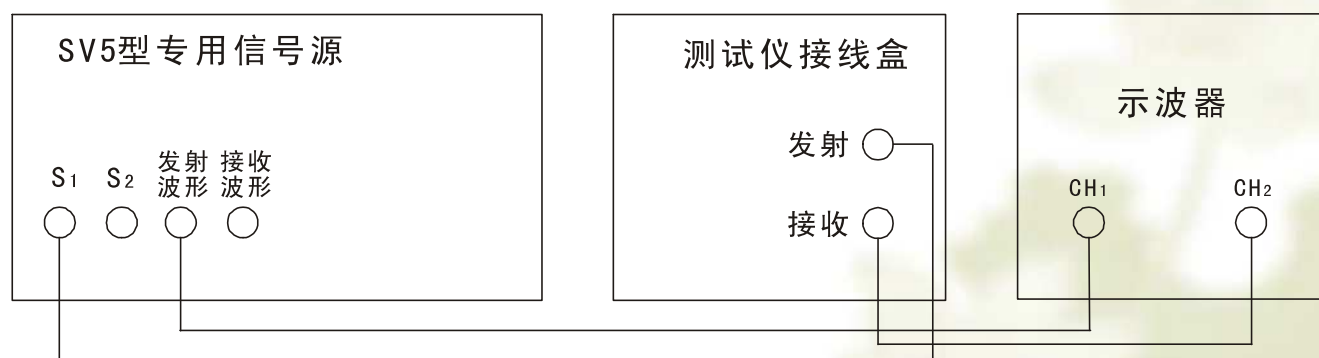




# 实验内容和步骤

## ❖ 声速测量系统的连接

声速测量时，专用信号源、声速测试仪、示波器之间，连接方法见图



## ❖ 谐振频率的调节

- 1、将专用信号源的“发射波形”端接至示波器，调节示波器，能清楚地观察到同步的正弦波信号；
- 2、专用信号源的上“发射强度”旋钮，使其输出电压为最大，然后将换能器的接收信号接至示波器，调整信号频率（25KHz ~ 45KHz），观察接收波的电压幅度变化，在某一频率点处（34.5KHz ~ 39.5KHz之间，因不同的换能器或介质而异）电压幅度最大，此频率即是压电换能器S1、S2的固有频率，记录此频率 $f_i$ 。
- 3、改变S1、S2的距离，使示波器的正弦波振幅最大，再次调节正弦信号频率，直至示波器显示的正弦波振幅达到最大值。共测5次取平均频率 $f$ 。

## ❖ 共振干涉法、相位比较法测量声速的步骤

### ❖ 1、共振干涉法（驻波法）测量波长

记录幅度为最大时的距离，由数显尺上直接读出或在机械刻度上读出；记下S2位置 $X_0$ 。然后，向着同方向转动距离调节鼓轮，这时波形的幅度会发生变化，逐个记下振幅最大的 $X_1, X_2, \dots, X_{16}$ 共16个点，单次测量的波长 $\lambda_i = 2|X_i - X_{i-1}|$ 。用逐差法处理这16个数据，即可得到波长 $\lambda$ 。

### ❖ 2、相位比较法（李萨如图法）测量波长

按下“x-y”显示方式按钮，适当调节示波器，出现李萨如图形。依次记下示波器屏上斜率负、正变化的直线出现的对应位置 $X_1, X_2, \dots, X_{16}$ 。单次波长 $\lambda_i = 2|X_i - X_{i-1}|$ 。多次测定用逐差法处理数据，即可得到波长 $\lambda$ 。

# 干涉法测超声波波长

形成驻波时游标卡尺的读数 单位: mm	测量次数				$\Delta L_i = L_{i+8} - L_i$	
	1-4	9-12	5-8	13-16	1-4	5-8

室温:  $t =$              $^{\circ}\text{C}$ ,  $f =$              $\text{kHz}$ ,  $\lambda =$              $\text{mm}$

# 相位比较法测超声波波长

$\Delta \phi$	$L/\text{mm}$	$\Delta \phi$	$L/\text{mm}$			$\Delta \phi$	$L/\text{mm}$	$\Delta \phi$	$L/\text{mm}$		
$1\pi$		$9\pi$		$\Delta L_1$		$5\pi$		$13\pi$		$\Delta L_5$	
$2\pi$		$10\pi$		$\Delta L_2$		$6\pi$		$14\pi$		$\Delta L_6$	
$3\pi$		$11\pi$		$\Delta L_3$		$7\pi$		$15\pi$		$\Delta L_7$	
$4\pi$		$12\pi$		$\Delta L_4$		$8\pi$		$16\pi$		$\Delta L_8$	
室温: $t =$ $^{\circ}\text{C}$ , $f =$ $\text{kHz}$ , $\lambda =$ $\text{mm}$											
表中 $\Delta L_i = L_{(i+8)\pi} - L_{i\pi}$											

## 注意事项

- ❖ 共振频率在37kHz左右，实验前，中，后各测一次求平均值。
- ❖ 共振频率要细调至波形幅度不能再增大再记录。
- ❖ 转动鼓轮要沿着一个方向，不能中间反向