

# 本章提要

## 1. 平面简谐波的表达式

(1) 表达式

$$y = A \cos \left[ \omega \left( t \mp \frac{x}{u} \right) + \varphi_0 \right]$$

(2) 各量关系

$$\text{周期 } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}; \text{波数 } k = \frac{2\pi}{\lambda};$$

$$\text{相速 } u = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu.$$

## 2. 波动微分方程与波速

(1) 波动微分方程  $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$

(2) 波速(弹性介质)

$$\text{固体中 } u_{\perp} = \sqrt{G/\rho}, u_{//} = \sqrt{E/\rho}$$

$$\text{流体中 } u_{//} = \sqrt{B/\rho}$$

## 3. 波动的能量

(1) 平均能量密度

$$\bar{\omega} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$$

(2) 平均能流密度(波强)

$$I = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 \cdot u$$

## 4. 波的叠加和干涉

(1) 惠更斯原理:波动传播到的各点都可以看作是发射子波的新的波源;其后任一时刻,这些子波的包迹就是新的波阵面.

(2) 叠加原理:几列波在同一介质中传播并相遇时,各列波均保持原来的特性(频率、波长、振动方向、传播方向)传播,在相遇点各质点的振动是各列波单独到达该处引起的振动的合成.

(3) 波的干涉——一种稳定的叠加图像

① 相干条件:两列波频率相同、振动方向相同、在相遇点有恒定的相位差.

② 干涉相长与相消的条件

若  $\varphi_1 = \varphi_2$ , 则当波程差

$$\delta = r_2 - r_1$$

$$= \begin{cases} k\lambda & \text{相长干涉} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{相消干涉} \end{cases} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

若  $\varphi_1 \neq \varphi_2$ , 则在相遇点的相位差

$$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = 2k\pi$$

$$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = (2k+1)\pi$$

相长干涉

$$k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

相消干涉

(4) 驻波——两列振幅相同、相向传播的相干波在介质中叠加后形成的稳定的分段振动形式.

① 波节与波腹:相邻两个波节(腹)间距为  $\lambda/2$ , 相邻波节、波腹间距为  $\lambda/4$ ; 相邻两波腹间各质点的振幅随  $x$  按余弦规律变化.

② 相位分布特点:相邻两个波节之间所有质点振动相位相同,同步振动.任一波节两侧的质点振动相位相反,相差为  $\pi$ .

③ 半波损失(亦称相位突变):波动在反射时发生  $\pi$  的相位突变的现象;条件是,正入射,且由波疏介质入射到波密介质上反射;当有半波损失时,界面一定形成波节.

## 5. 多普勒效应

接收器的接收频率有赖于接收器和波源运动的现象.

$$\nu'_B = \frac{u + v_B}{u - v_S} \nu_S$$

接收器与波源相互靠近时,  $v_B$ 、 $v_S$  取正值;相互远离时,  $v_B$ 、 $v_S$  取负值.