



中原工学院

Zhongyuan University of Technology

本章小结

5 机械振动

任课教师 [曾灏宪](#)

中原工学院 理学院

一 机械波的基本概念

1 机械波产生条件： 1) 波源； 2) 弹性介质。

机械振动在**弹性**介质中的传播形成波，波是运动状态的传播，介质的质点并不随波传播。

2 描述波的几个物理量

波长 λ ： 一个完整波形的长度。

周期 T ： 波前进一个波长的距离所需要的时间。

频率 ν ： 单位时间内波动所传播的完整波的数目。

波速 u ： 某一相位在单位时间内所传播的距离。

$$\nu = 1/T \quad u = \lambda/T = \lambda\nu \quad \lambda = u/\nu = Tu$$

周期或频率只决定于波源的振动；

波速只决定于媒质的性质。

波的图示法：波线 波面 波前.

3 横波、纵波

二 平面简谐波的波函数

$$1 \left\{ \begin{array}{l} y(x, t) = A \cos\left[\omega\left(t \mp \frac{x}{u}\right) + \varphi\right] \\ y(x, t) = A \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi\right] \\ y(x, t) = A \cos(\omega t \mp kx + \varphi) \end{array} \right.$$

角波数 $k = 2\pi/\lambda$

2 波函数的物理意义

三 波动的能量

1 在波动传播的媒质中，任一体积元的动能、势能、总机械能均随时间作同步地周期性变化，机械能不守恒。波动是能量传递的一种方式。

$$dW_k = dW_p = \frac{1}{2} \rho dVA^2 \omega^2 \sin^2 \omega \left(t - \frac{x}{u} \right)$$

$$dW = dW_k + dW_p = \rho dVA^2 \omega^2 \sin^2 \omega \left(t - \frac{x}{u} \right)$$

2 平均能量密度

3 平均能流密度（波强度）

4 声强级:

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$L_I = \lg \frac{I}{I_0} \text{ 贝尔 (B)} \quad L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \text{ 分贝 (dB)}$$

四 惠更斯原理 (作图法)

介质中波阵面上的各点都可以看作是发射子波的波源，而在其后的任意时刻，这些子波的包络就是新的波前。

五 波的叠加原理

1 波的干涉 $\begin{cases} A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos \Delta \varphi} \\ \Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 - 2 \pi (r_2 - r_1) / \lambda \end{cases}$

若 $\varphi_1 = \varphi_2$ 则 $\Delta \varphi = -2 \pi \delta / \lambda$ 波程差 $\delta = r_2 - r_1$

$$\begin{cases} \delta = \pm k \lambda & k = 0, 1, 2, \dots & A = A_1 + A_2 \\ \delta = \pm (k + 1/2) \lambda & k = 0, 1, 2, \dots & A = |A_1 - A_2| \\ \delta = \text{其他} & |A_1 - A_2| < A < A_1 + A_2 \end{cases}$$

2 驻波

驻波方程 $y = 2 A \cos 2 \pi \frac{x}{\lambda} \cos 2 \pi \nu t$

$$x = \begin{cases} \pm k \frac{\lambda}{2} & k = 0, 1, \dots & A_{\max} = 2A \\ \pm (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} & k = 0, 1, \dots & A_{\max} = 0 \end{cases}$$

波腹

波节

相邻波腹（节）间距 = $\lambda/2$

相邻波腹和波节间距 = $\lambda/4$

3 相位跃变（半波损失）

当波从波疏介质垂直入射到波密介质，被反射到波疏介质时形成波节。入射波与反射波在此处的相位时时相反，即反射波在分界处产生 π 的相位跃变，相当于出现了半个波长的波程差，称半波损失。

版权声明

本课件根据高等教育出版社《物理学教程（第二版）上册》（马文蔚 周雨青 编）配套课件制作。课件中的图片和动画版权属于原作者所有；部分例题来源于清华大学编著的“大学物理题库”；其余文字资料由 [Haoxian Zeng](#) 编写，采用 [知识共享 署名-相同方式共享 3.0 未本地化版本 许可协议](#) 进行许可。详细信息请查看[课件发布页面](#)。