



中原工学院

Zhongyuan University of Technology

# 本章小结

## 3 动量守恒定律和能量守恒定律

任课教师 [曾灏宪](#)

中原工学院 理学院

# 1. 动量、冲量、动量定理

质点的动量  $\vec{p} = m \vec{v}$  ——机械运动的量度

力的冲量  $\vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$  ——力对时间的累积

**质点的动量定理：**质点所受合外力的冲量等于质点在此时间内动量的增量。

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1$$

**质点系的动量定理：**系统所受合外力的冲量等于系统动量的增量。

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}^{\text{ex}} dt = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i - \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_{i0}$$

## 2. 质点系动量守恒定律

质点系所受合外力为零，系统总动量守恒。即

$$\text{若 } \sum_i \vec{F}_i^{\text{ex}} = 0 \text{ 则 } \vec{p} = \sum_i \vec{p}_i = \text{常矢量}$$

说明：

1. 守恒条件：合外力为零，或外力  $\ll$  内力；
2. 某一方向合外力为零，则该方向  $\sum_i p_{ix} = \text{const.}$
3. 只适用于惯性系；
4. 比牛顿定律更普遍的最基本的定律。

### 3. 功、功率

功  $W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$  —— 力的空间累积效应

功率  $P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$  —— 做功快慢

## 4. 动能、动能定理

动能  $E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m}$

**动能定理**：合外力对质点所作的功等于质点动能的增量。适用于**惯性系**。

$$W = E_{k2} - E_{k1}$$

## 5. 保守力、非保守力、势能

保守力：力所作的功与路径无关，仅决定于相互作用质点的**始末**相对位置。 $\oint_l \vec{F}_{\text{保}} \cdot d\vec{r} = 0$

非保守力：力所作的功与路径有关。

**势能**  $E_p$ ：与物体间相互作用及相对位置有关的能量。

$$W_{\text{保}} = -(E_p - E_{p0}) = -\Delta E_p$$

说明：

1. 势能是**状态**函数；
2. 势能具有**相对**性，势能大小与**势能零点**的选取有关；
3. 势能是属于**系统**的。

## 力学中常见的势能

重力势能  $E_p = mgz$

弹性势能  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$

引力势能  $E_p = -G \frac{m' m}{r}$

## 6. 功能原理、机械能守恒定律

**质点系的功能原理：**质点系机械能的增量等于外力和非保守内力做功之和。

$$W_{\text{外}} + W_{\text{非保内}} = E - E_0$$

**机械能守恒定律：**只有保守内力做功的情况下，质点系的机械能保持不变。

当  $W_{\text{外}} + W_{\text{非保内}} = 0$  时，有  $E = E_0$





## 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](#)。