本章提要

1. 力的瞬时效应——牛顿定律

第一定律

- 惯性和力的概念
- 惯性系定义

第二定律 $\boldsymbol{F} = \dfrac{\mathrm{d}(m\boldsymbol{v})}{\mathrm{d}t}$

当 m 为常量时有 $\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$

第三定律 $\boldsymbol{F}_{12} = -\boldsymbol{F}_{21}$

(1) 牛顿定律只适用于低速、宏观的情况，以及惯性系和质点模型.

(2) 在具体运用时，要根据所选坐标系选用坐标分量式.

(3) 要根据力函数的形式选用不同的方程形式：

- 若 $\boldsymbol{F} =$ 常量，则取 $\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$.
- 若 $\boldsymbol{F} = \boldsymbol{F}(\boldsymbol{v})$，则取 $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{v}) = m\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}$.
- 若 $\boldsymbol{F} = \boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$，则取 $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r}) = m\dfrac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}$.

要求掌握运用微积分处理变力作用下直线运动的能力.

*(4) 在非惯性系中引入惯性力：

在平动加速参考系中 $\boldsymbol{f}^* = -m\boldsymbol{a}_s$

在转动参考系中

- 惯性离心力 $\boldsymbol{f}_c^* = m\omega^2\boldsymbol{r}$
- 科里奥利力 $\boldsymbol{f}_k^* = 2m\boldsymbol{u}_{相} \times \boldsymbol{\omega}$

2. 力的时间积累效应——动量定理

微分形式 $\boldsymbol{F} = \dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{p}}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}(m\boldsymbol{v})}{\mathrm{d}t}$

积分形式 $\displaystyle\int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{F}\mathrm{d}t = \Delta(m\boldsymbol{v})$

(1) 质点系的动量守恒：当系统所受合外力为零时

$$\sum_i m_i \boldsymbol{v}_i = \text{常矢量}$$

*(2) 质心的概念：质心的位矢

$$\boldsymbol{r}_c = \frac{1}{m}\sum_i m_i \boldsymbol{r}_i$$

3. 力的空间积累效应——动能定理

(1) 功 $W = \displaystyle\int_1^2 \boldsymbol{F}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{r}$

(2) 动能定理

$$\int_1^2 \boldsymbol{F}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{r} = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = \Delta E_k$$

(3) 保守力 $\displaystyle\oint_c \boldsymbol{F}_{保}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{r} \equiv 0$

(4) 势能函数 $E_p = -\displaystyle\int \boldsymbol{F}_{保}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{r} + c$

(5) 质点系的功能原理

$$W_{外} + W_{内非} = E_2 - E_1$$

式中 $E = E_k + E_p$(机械能)

(6) 机械能守恒

- 孤立的保守系统其机械能一定守恒；
- 若 $W_{外} = 0$，$W_{内非} = 0$，则 $\sum_i (E_{ki} + E_{pi}) =$ 常量.

*4. 理想流体的伯努利方程

(1) 理想流体为不可压缩的无黏性流体.

(2) 连续性方程 $v\cdot\Delta S =$ 常量

(3) 伯努利方程(同一根流线上)

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h + p = \text{常量}$$