第四章 刚体转动和流体运动

刚体的定轴转动

角位移 角速度 角速度矢量(方向:右手螺旋定则) 角加速度

当角速度增量相等,角加速度为定值,作匀变速转动

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$heta = heta_0 + \omega_0 t + rac{1}{2} lpha t^2$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2lpha(heta - heta_0)$$

切向加速度: $\alpha_t = r\alpha$

法向加速度: $\alpha_n = r\omega^2$

力矩 转动定律 转动惯量

力矩 : $oldsymbol{M}=oldsymbol{r}*oldsymbol{F}$ (矢量) M=Frsin heta(大小) 方向:右手螺旋定则

合外力矩为所有外力矩的代数和(注意正负)

转动惯量: $J=\sum \Delta m_i r_i^2$ $J=\int r^2 dm$ (与旋转物体的角速度

无关)

转动定律: $M = J\alpha$ (α 为角加速度)

平行轴定理: 质心轴线 z_c , 转动惯量 J_c ,

另一轴线z, 转动惯量 $J=J_c+md^2$

角动量 角动量守恒定律

角动量: $\boldsymbol{L} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{p} = \boldsymbol{r} \times m\boldsymbol{v}$

方向:垂直于r和v构成的平面,右手螺旋定则

大小: $L = rmvsin\theta$ (θ 为r与v之间的夹角)

描述角动量时应说明是关于哪一点的角动量

当圆周运动时, $m{r}$ 与 $m{v}$ 垂直,即 $L=mr\omega^2$

质点的角动量定理: $oldsymbol{M} = rac{doldsymbol{L}}{dt}$

冲量矩: Mdt (力矩乘以时间)

 $\int_{t_1}^{t_2} m{M} dt = m{L_2} - m{L_1}$ (质点所受的冲量矩等于质点角动量的增量)

角动量守恒定律: 若合力矩 (M) 为零,角动量(L)不变

和力矩为零的两种情况:

- 1. 合力F = 0
- 2. 合力过参考点O,合力矩为零

有心力: 质点在运动过程中受力总指向某一定点。 该点叫做力心

刚体绕定轴转的角动量: $oldsymbol{L}=Joldsymbol{\omega}$

刚体绕定轴转的角动量定理: $oldsymbol{M}=rac{doldsymbol{L}}{dt}=rac{d}{dt}(Joldsymbol{\omega})$

冲量矩(角冲量): $\int_{t_1}^{t_2} oldsymbol{M} dt$

角动量定理: $\int_{t_1}^{t_2} oldsymbol{M} dt = J_2 oldsymbol{\omega_2} - J_1 oldsymbol{\omega_1}$

角动量守恒定律

力矩做功 刚体绕定轴转动的动能定理

力矩做功: $dW = F_t ds = F_t r d\theta = M d\theta$

$$W=\int Md heta$$

力矩的功率: $P=rac{dW}{dt}=Mrac{d heta}{dt}=M\omega$

转动动能: $E_k=rac{1}{2}J\omega^2$

动能定理: $W=rac{1}{2}J\omega_2^2-rac{1}{2}J\omega_1^2$

刚体平行运动

刚体的平面平行运动动能=质心的平均动能+刚体绕质心的转动动能之和

$$E_k=rac{1}{2}mv_c^2+rac{1}{2}J_c\omega^2$$

对圆球、圆柱体或圆环等滚动: $E_k=rac{1}{2}mR^2\omega^2+rac{1}{2}J_c\omega^2$