

转动惯量的定义 和简单计算





一、简单形状物体的转动惯量计算

1. 定义

转动惯量定义为物体对围绕一个旋转轴产生的角加速度变化的阻抗。换句话说，转动惯量阻碍运动的变化。在旋转动力学中，牛顿第二定律为：

$$\sum T = J\alpha$$

式中： T 为转矩； α 为角加速度。将它与牛顿第二定律的传统形式（ $\sum F = ma$ ）比较，我们可以明白旋转运动中的转动惯量与直线运动中的质量等价。



一、简单形状物体的转动惯量计算

1. 定义

工程中，常常根据工作需要来选定转动惯量的大小。例如往复式活塞发动机、冲床和剪床等机器在工作时常常受到冲击，为了使运转稳定，常在机器的转轴上安装一个大飞轮，并使飞轮的质量大部分分布在边缘上。这样的飞轮转动惯量大，机器受到冲击时，角加速度很小，因此机器可以保持比较稳定的运转状态。又如，仪表的某些零件必须具有较高的灵敏度，以提高仪器的精确度，因此这些零件的转动惯量必须尽可能的小，为此，这些零件用轻金属制成，并且尽量减小体积。





一、简单形状物体的转动惯量计算

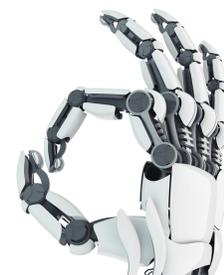
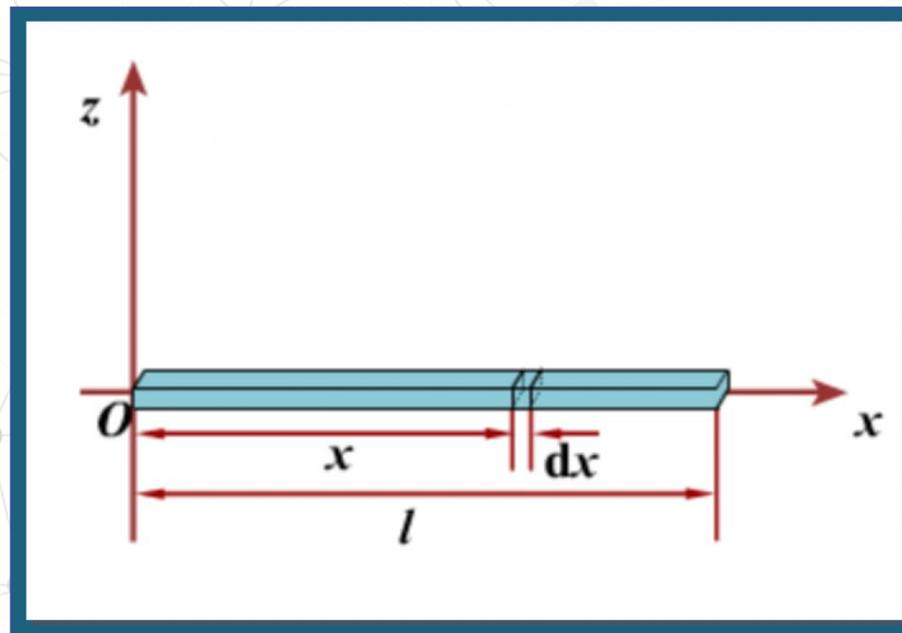
2. 计算

(1) 均质细直杆对一端的转动惯量

$$J_z = \int_0^l \rho_l x^2 dx = \frac{\rho_l l^3}{3}$$

由 $m = \rho_l l$, 得

$$J_z = \frac{1}{3} ml^2$$





一、简单形状物体的转动惯量计算

2. 计算

(2) 均质薄圆环对中心轴的转动惯量

$$J_z = \sum m_i R^2 = R^2 \sum m_i = mR^2$$

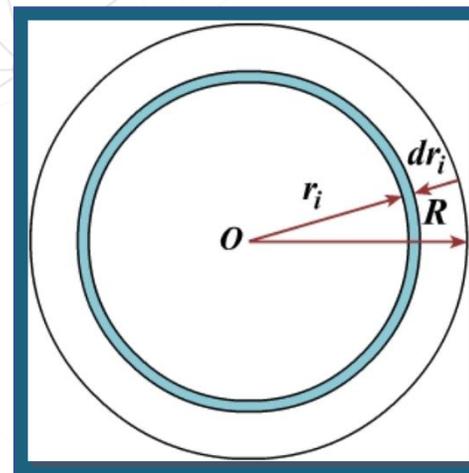
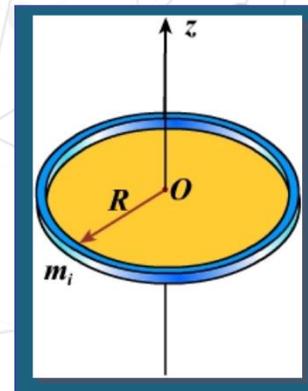
(3) 均质圆板对中心轴的转动惯量

$$m_i = 2\pi r_i dr_i \cdot \rho_A$$

式中: $\rho_A = \frac{m}{\pi R^2}$

$$J_O = \int_0^R (2\pi r \rho_A dr \cdot r^2) = 2\pi \rho_A \frac{R^4}{4}$$

或 $J_O = \frac{1}{2} mR^2$





二、回转半径（或惯性半径）

3. 回转半径（或惯性半径）

对于不同材料的物体，若已知惯性半径 ρ_z ，则物体的转动惯量可按照下式计算：

$$\rho_z = \sqrt{\frac{J_z}{m}} \quad \text{或} \quad J_z = m\rho_z^2$$

即物体的转动惯量等于该物体的质量与惯性半径平方的乘积。

在机械工程手册中，列出了简单几何形状或几何形状已标准化的零件的回转半径，以供工程技术人员查阅。



谢谢观看

