

# 第4章 平面一般力系

## 4.5 物体系统的平衡

# 目录

## CONTENTS

- 4.1 力的平移定理
- 4.2 平面一般力系向作用面内一点简化
- 4.3 简化结果分析
- 4.4 平面一般力系的平衡条件及平衡方程
- 4.5 物体系统的平衡
- 4.6\* 平面桁架的内力计算
- 4.7\* 考虑摩擦时的平衡问题

## 4.5 物体系的平衡

**物体系**：由若干个物体通过约束所组成的系统。

当整个系统平衡时，系统内每个物体都平衡；反之亦然。

➤  $n$ 个物体最多 $3n$ 个方程(汇交、平行力系独立方程数会减少)

**静定问题**：系统未知量的数目不超过独立静力学平衡方程数目，可由平衡方程求出全部未知量。

**静不定问题或超静定问题**：未知量的数目多于独立平衡方程数目，由静力学平衡方程不能求出全部未知量。

➤ 可能部分能求出，也可能全部求不出。

➤ 需补充其它条件，如变形协调条件。

对物体系，可对每个物体列平衡方程，联立求解所有未知量。

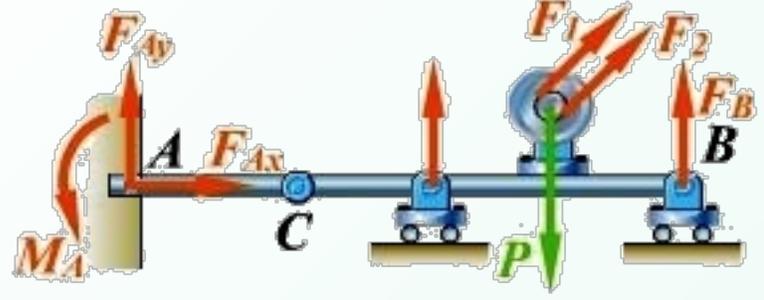
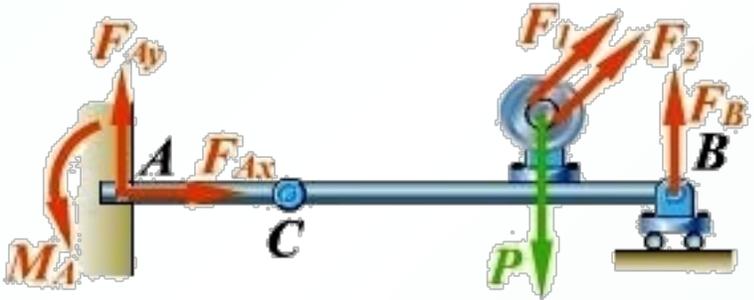
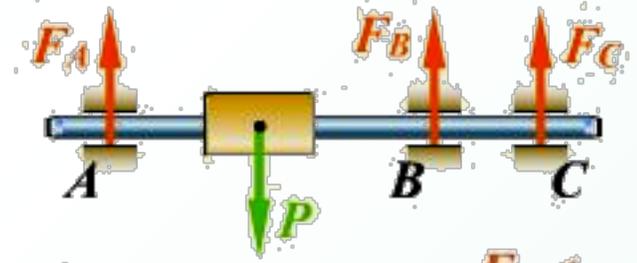
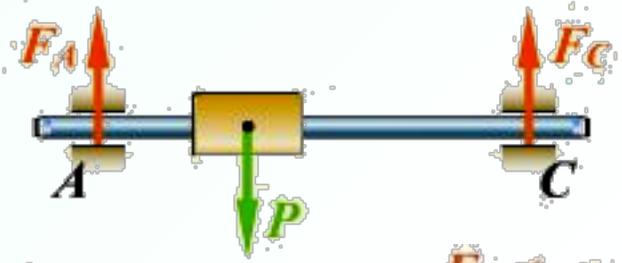
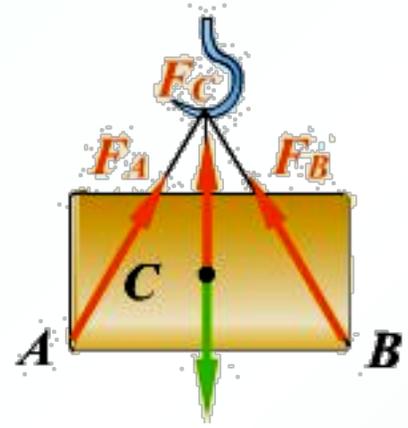
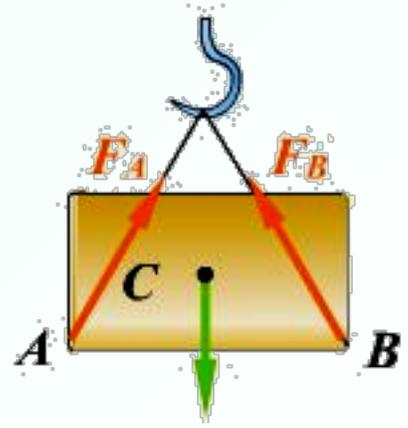
但常关心部分量，这时可对少量对象列方程。

➤ 整体+局部

➤ 局部+整体

➤ 局部+局部

常先整体分析求出一些约束。未知量尽量逐步求出，避免全体联立求解。



例4.5a 已知： $OA=R$ ， $AB=l$ ， $F$ ，不计物体自重与摩擦， $OA$ 在水平位置平衡。

求：力偶矩 $M$ 的大小，轴承 $O$ 处的约束力，连杆 $AB$ 受力，冲头给导轨的侧压力。

解：(1)取冲头 $B$ ，画受力图。

$$\sum F_{iy} = 0 \quad F - F_B \cos \theta = 0 \quad \therefore F_B = \frac{F}{\cos \theta} = \frac{Fl}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

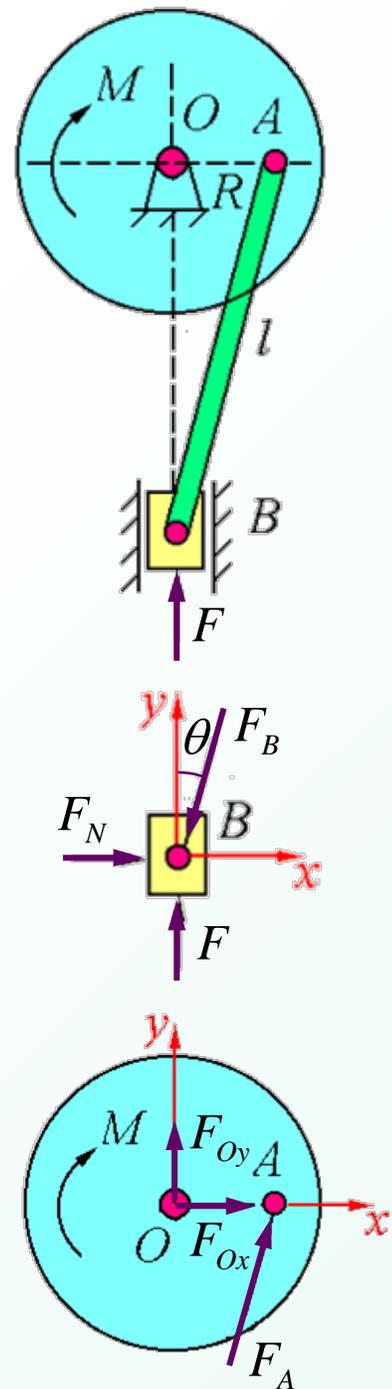
$$\sum F_{ix} = 0 \quad F_N - F_B \sin \theta = 0 \quad \therefore F_N = F \tan \theta = \frac{FR}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

(2)取轮，画受力图。

$$\sum F_{ix} = 0 \quad F_{ox} + F_A \sin \theta = 0 \quad \therefore F_{ox} = -\frac{FR}{\sqrt{l^2 - R^2}}$$

$$\sum F_{iy} = 0 \quad F_{oy} + F_A \cos \theta = 0 \quad \therefore F_{oy} = -F$$

$$\sum M_o = 0 \quad F_A \cos \theta \cdot R - M = 0 \quad \therefore M = FR$$



例4.5b 已知:  $F=20\text{kN}$  ,  $q=10\text{kN/m}$  ,  $M=20\text{kN}\cdot\text{m}$  ,  $l=1\text{m}$ 。求: A、B处的约束力。

解: (1)取CD梁, 画受力图。

$$\sum M_c = 0 \quad F_B \sin 60^\circ \cdot l - ql \cdot \frac{l}{2} - F \cos 30^\circ \cdot 2l = 0$$

$$\therefore F_B = 45.77\text{kN}$$

(2)取整体, 画受力图。

$$\sum F_{ix} = 0 \quad F_{Ax} - F_B \cos 60^\circ - F \sin 30^\circ = 0$$

$$\therefore F_{Ax} = 32.89\text{kN}$$

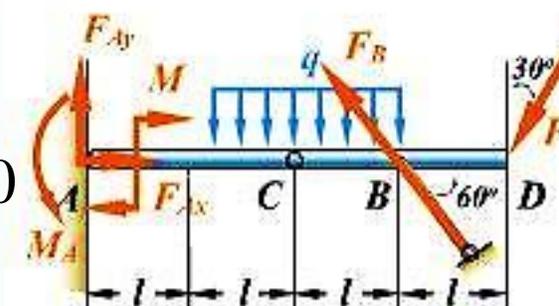
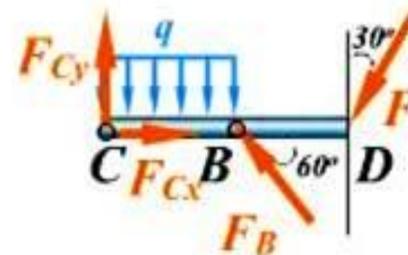
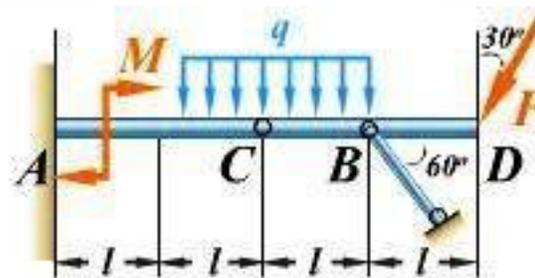
$$\sum F_{iy} = 0 \quad F_{Ay} + F_B \sin 60^\circ - 2ql - F \cos 30^\circ = 0$$

$$\therefore F_{Ay} = -2.32\text{kN}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$M_A - M - 2ql \cdot 2l + F_B \sin 60^\circ \cdot 3l - F \cos 30^\circ \cdot 4l = 0$$

$$\therefore M_A = 10.37\text{kN}$$





## 小结

**对物体系，求部分未知量可有三种策略**

- **整体+局部**
- **局部+整体**
- **局部+局部**

(1)先分析谁，是希望能先求出一些量，便于后续求解。理想的做法是未知量能逐步求出，而不是最后全部方程联立求解。

(2)“局部”可以是系统的某个组成构件；还可以是某几个构件组成的局部结构。

(3)有时某个部分要分析2次：它涉及的未知量较多，首次时只能求出部分量；当其它部分分析后(获得新的信息)，再分析该部分求出其它量。

# 目录

## CONTENTS

4.1 力的平移定理

4.2 平面一般力系向作用面内一点简化

4.3 简化结果分析

4.4 平面一般力系的平衡条件及平衡方程

4.5 物体系统的平衡 

---

 ✓ 本节结束

4.6\* 平面桁架的内力计算

4.7\* 考虑摩擦时的平衡问题