

1-3 力矩和力偶

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

一、力矩

1. 力矩的大小

力矩: 力的大小 (F) 与力臂 (d) 的乘积再冠以适当的正负号 (\pm) 来表示力 F 使物体绕 O 点转动的效应, 称为力 F 对 O 点的矩, 简称力矩。以 $M_O(F)$ 表示, 即

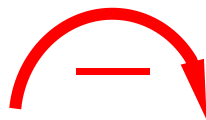
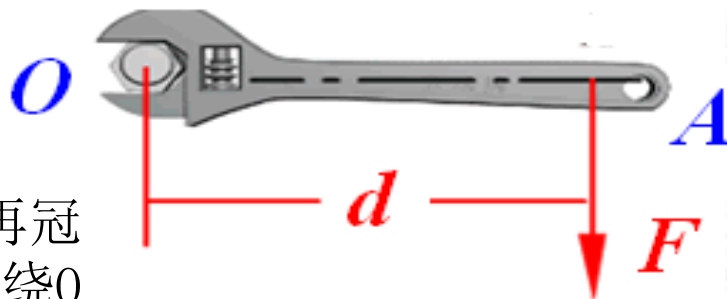
$$M_O(F) = \pm F \cdot d$$

矩心 O : 力矩的中心, 简称矩心;

力臂 d : O 点到力 F 作用线之间的垂直距离 d 为力臂。

力矩单位: $N \cdot m$

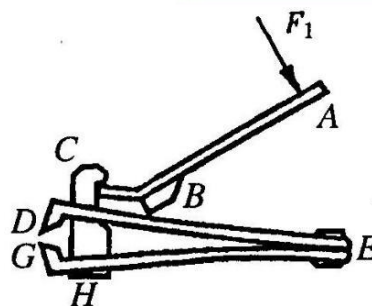
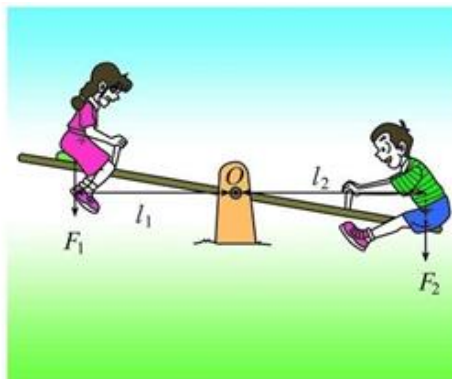
正负号表示两种不同的转向, 使物体逆转, 正值; 顺转, 负值



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

影响力矩大小的因素：

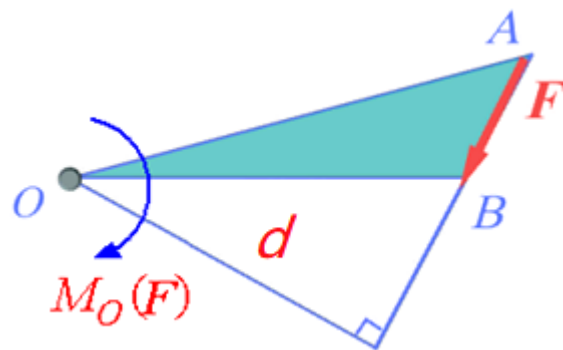
- 1) 力的大小与力臂的乘积；
- 2) 转动的方向；



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

2. 力矩的性质

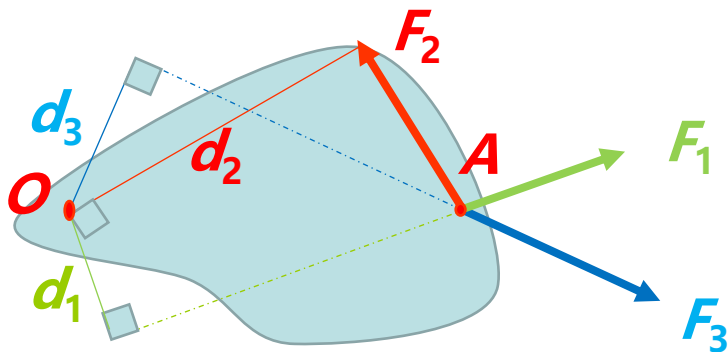
- 1) 当力 F 为0时：即力矩为0；
- 2) 力的作用线通过矩心，即力臂 d 等于零时，
- 3) 力沿力作用线在刚体内移动，力矩不变。



3. 合力矩定理

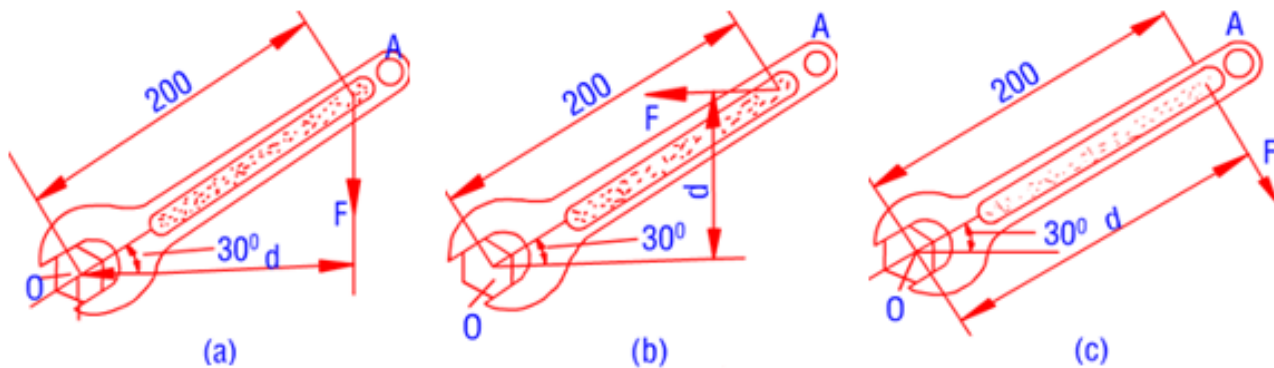
平面汇交力系的合力对于平面内任一点之矩等于所有各力对该点之矩的代数和。

$$M_O(F) = M_O(F_1) + M_O(F_2) + \dots + M_O(F_n) = \sum M_O(F)$$



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

例1 如图所示，数值相同的三个力按不同方式分别施加在同一扳手的A端。若 $F=200\text{N}$ ，试求三种不同情况下力对点O之矩。



解：图(a) $M_O(F) = -Fd = -200 \times 200 \times 10^{-3} \times \cos 30^\circ = -34.64 \text{ (N}\cdot\text{m)}$

图(b) $M_O(F) = Fd = 200 \times 200 \times 10^{-3} \times \sin 30^\circ = 20 \text{ (N}\cdot\text{m)}$

图(c) $M_O(F) = -Fd = 200 \times 200 \times 10^{-3} = -40 \text{ (N}\cdot\text{m)}$

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

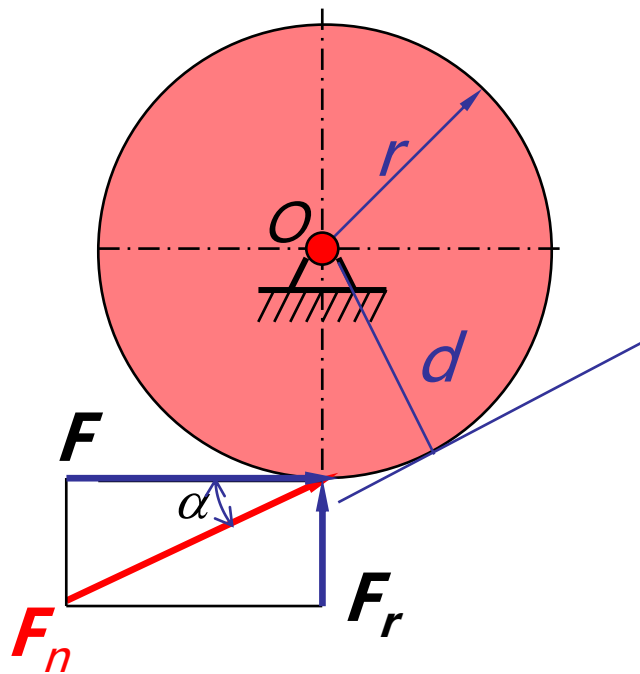
例2 已知： F_n ， α ， r 求：力 F_n 对轮心O的力矩。

解：（1）直接计算

$$M_O(F_n) = F_n \cdot r \cdot \cos \alpha$$

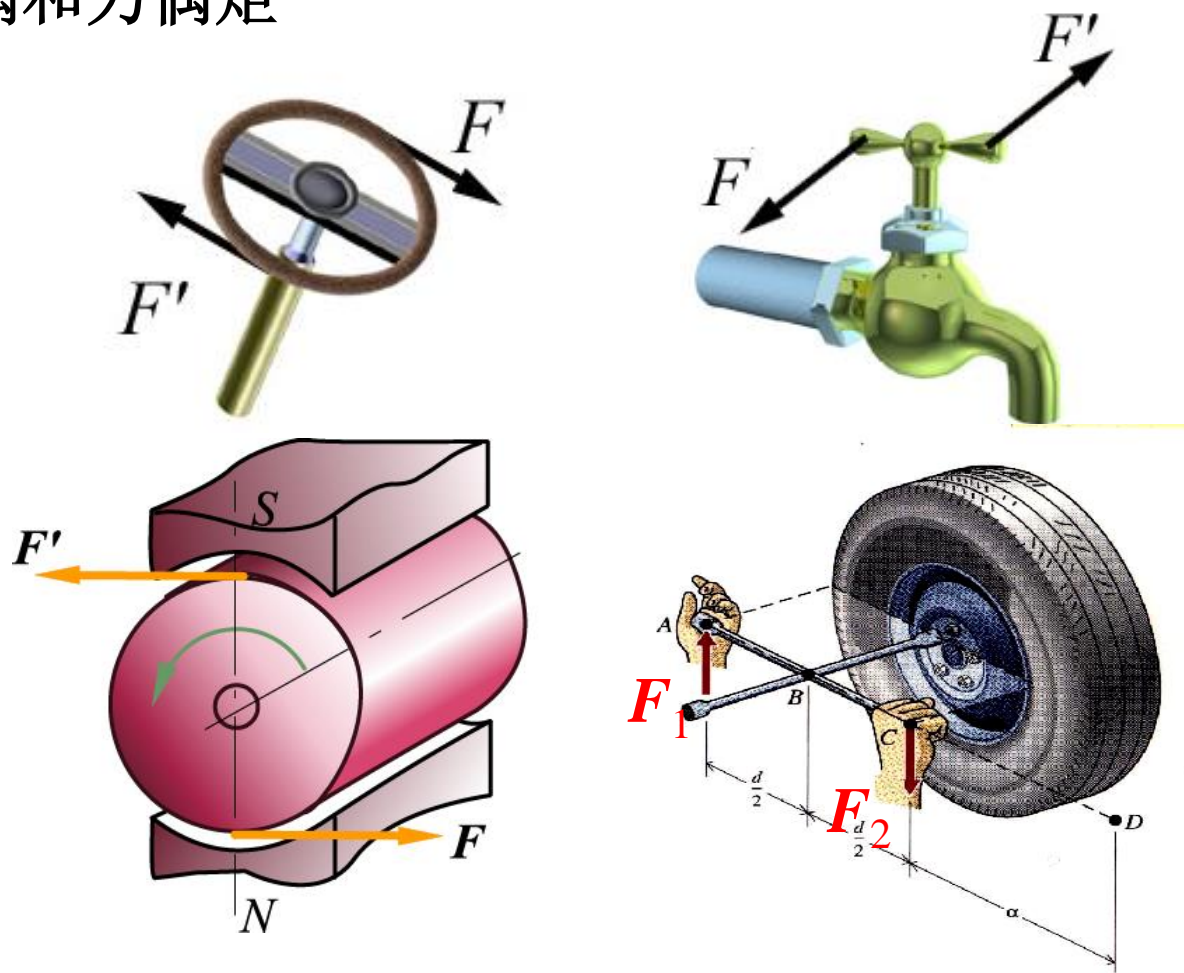
（2）利用合力定理计算

$$\begin{aligned} M_O(F_n) &= M_O(F_r) + M_O(F) \\ &= M_O(F) \\ &= F_n \cdot r \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

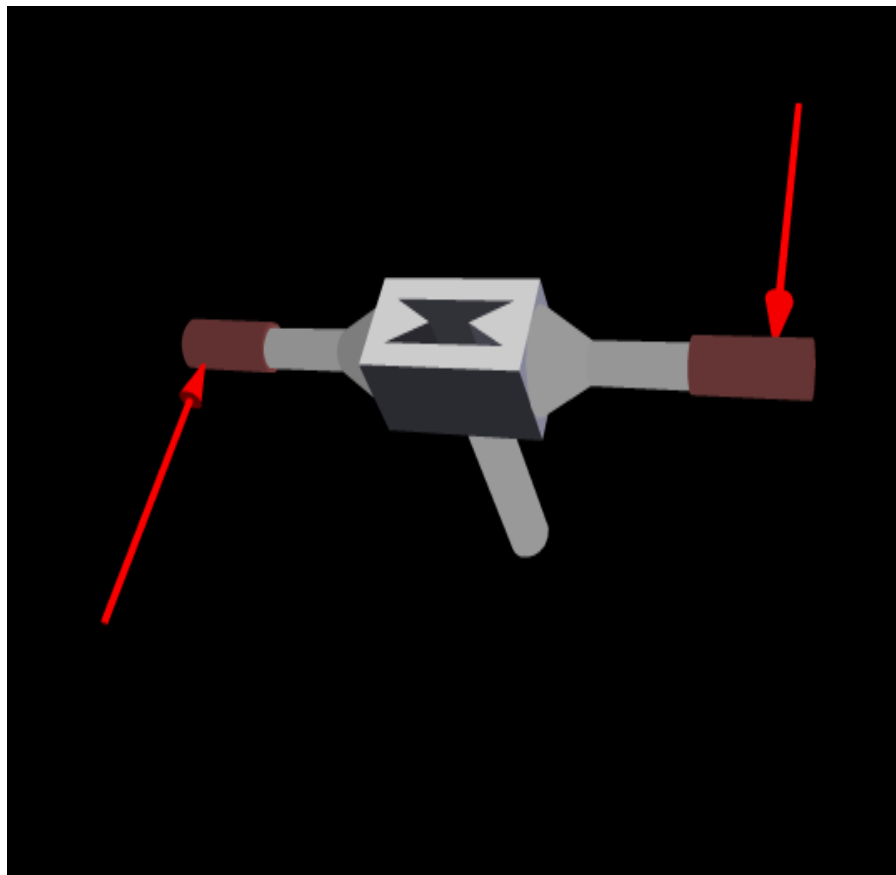
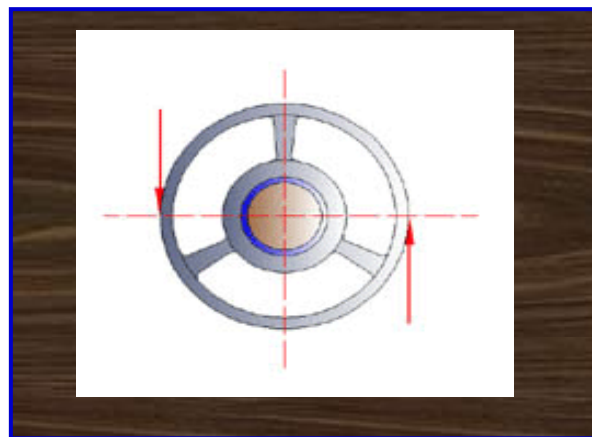


模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

二、力偶和力偶矩



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶



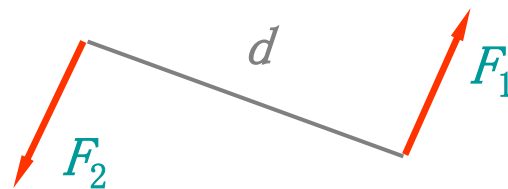
模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

1. 力偶的概念

力偶:大小相等、方向相反、作用线不重合的两个平行力所组成的力系视为一个基本力学量,称为力偶,记作 (F_1, F_2)

力偶作用面:两个所在的平面;

力臂:两作用线之间的垂直距离 d 称为力臂。



2. 力偶矩的概念

力偶中力 (F) 与力臂 d 的乘积再冠以适当的正负号 (\pm) 来表示力偶使物体转动的效应,称为力偶矩。以 $M_0(F, F')$ 或者 M 表示,即

$$M_0(F, F') = \pm F \cdot d$$

力偶单位: $N \cdot m$

正负号表示两种不同的转向,使物体逆转,正值;顺转,负值。



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶



1. 为什么小朋友拧不动瓶盖，而大人可以呢？
2. 为什么小汽车方向盘直径比公交车或者大卡车的方向盘直径小？

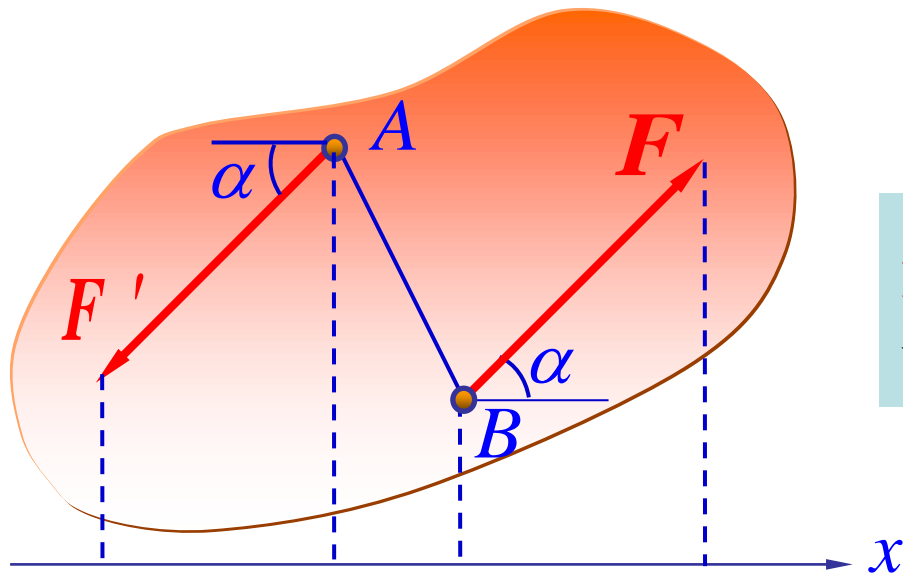
两个要素：

- a. 大小：力与力偶臂乘积；
- b. 方向：转动方向。

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

3. 力偶的性质

1) 力偶在任意坐标轴上的投影等于零。即力偶无合力，所以力偶不能用力来平衡，只能用力偶来平衡。

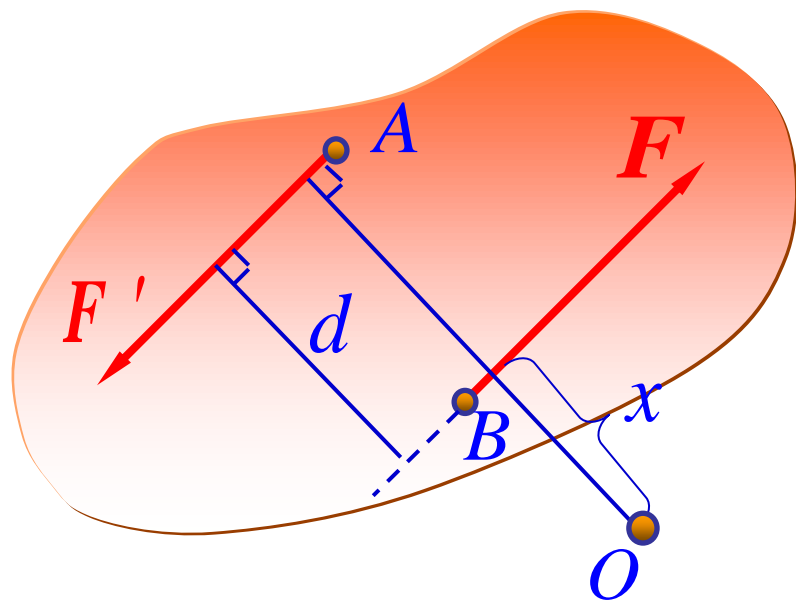


$$\Sigma F_x = F \cdot \cos \alpha - F' \cdot \cos \alpha$$

力和力偶是静力学的两个基本要素。力偶对刚体只有转动效应，而无移动效应。

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

2) 力偶对任意点取矩都等于力偶矩，不因矩心的改变而改变。



$$M = F \cdot d \quad M_O(F, F') = F \cdot d$$

$$\begin{aligned} M_O(F, F') &= M_O(F) + M_O(F') \\ &= -F \cdot x + F' \cdot (d + x) \\ &= F \cdot d \\ &= M \end{aligned}$$

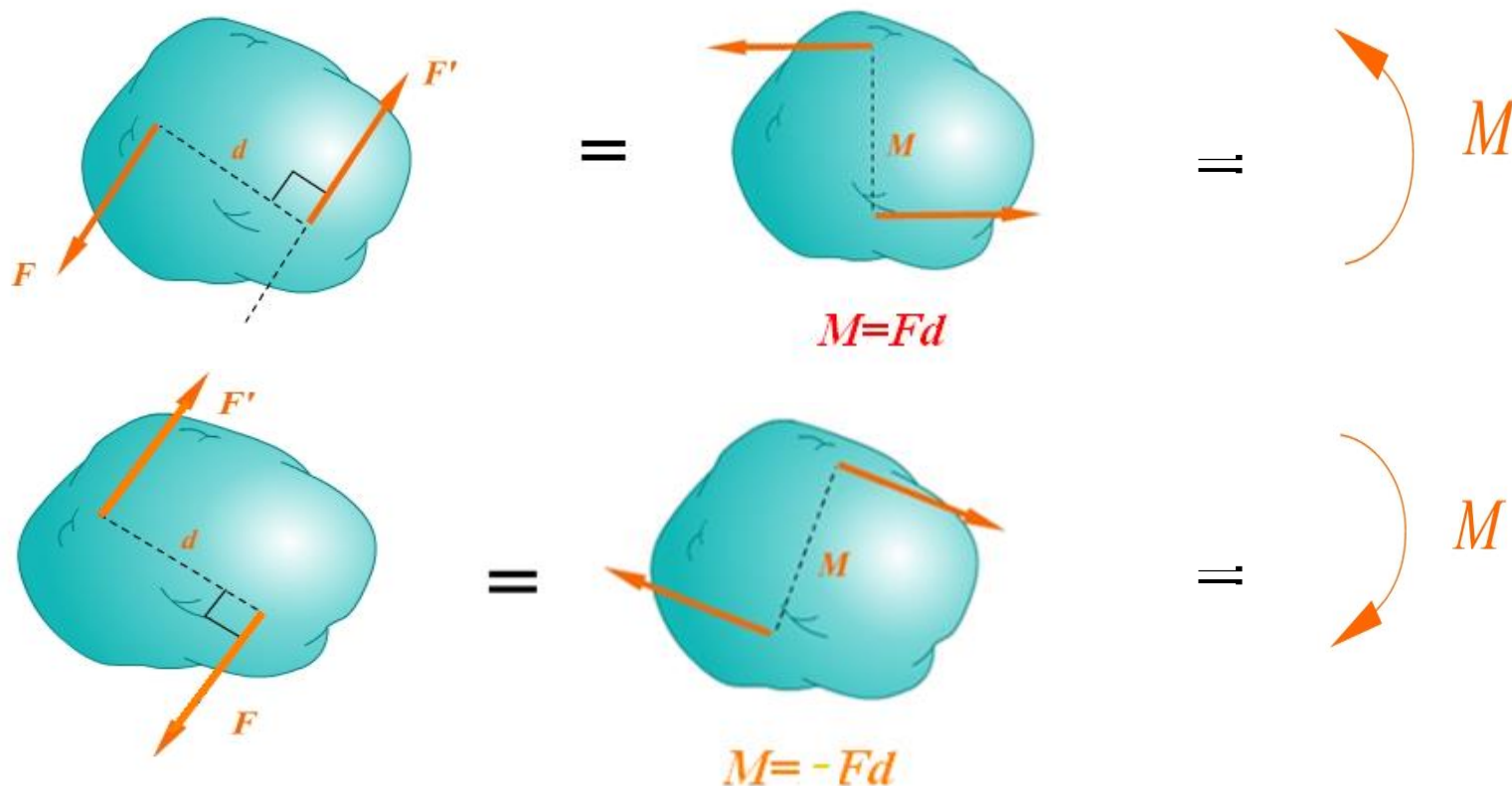
力矩的符号 $M_O(F)$

力偶矩的符号 $M_O(F, F')$ 或者 M

3) 同平面两个力偶的等效条件：在同平面内的两个力偶，如果力偶矩相同(大小相等，转向相同)，则两力偶彼此等效。

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

(a) 只要保持力偶矩的大小和转向不变，力偶可以在作用面内任意移转，不改变对刚体的作用效果。

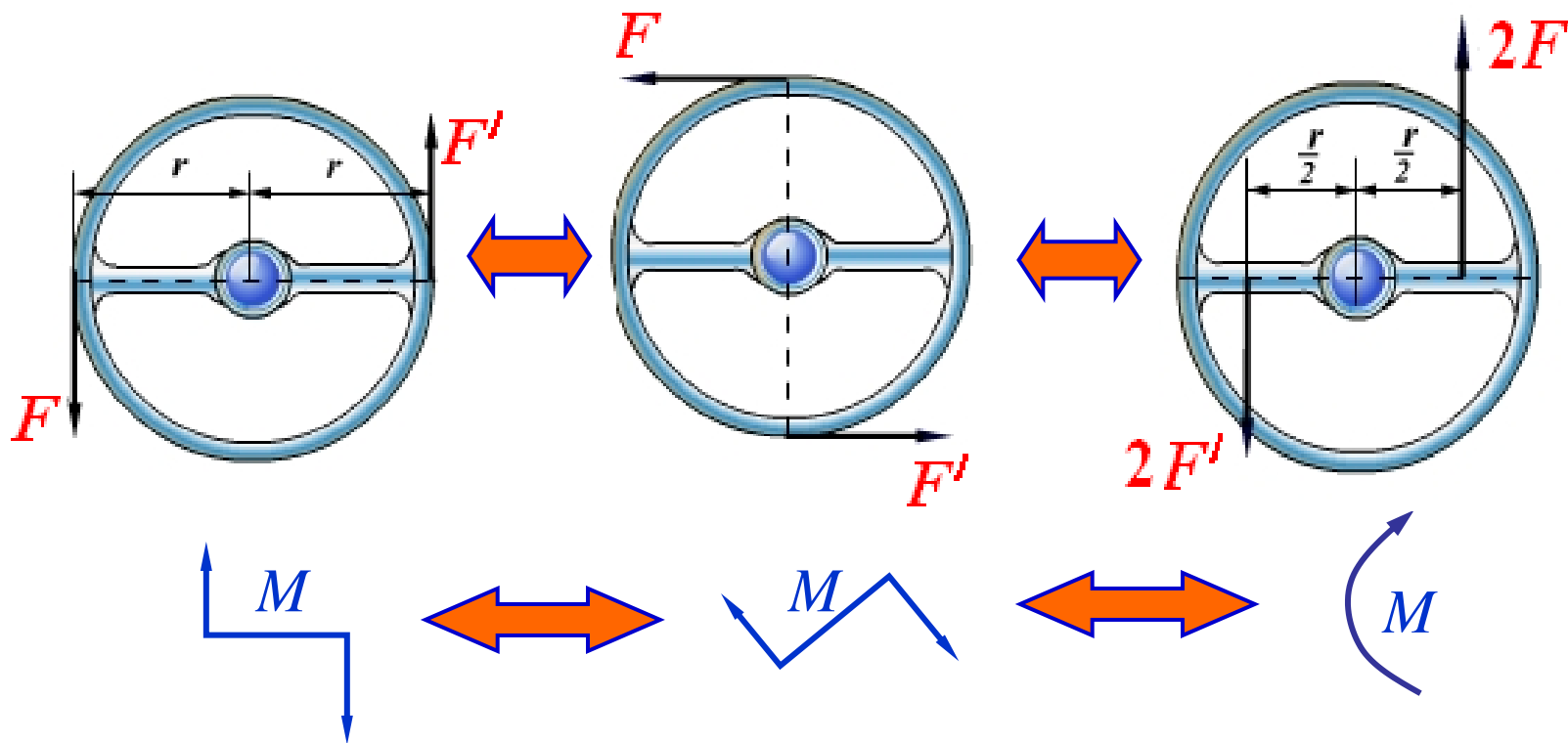


模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶



模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

(b) 只要保持力偶矩的大小和转向不变，可以同时改变力偶中力的大小和力偶臂的长短，而不改变力偶对刚体的作用效果。

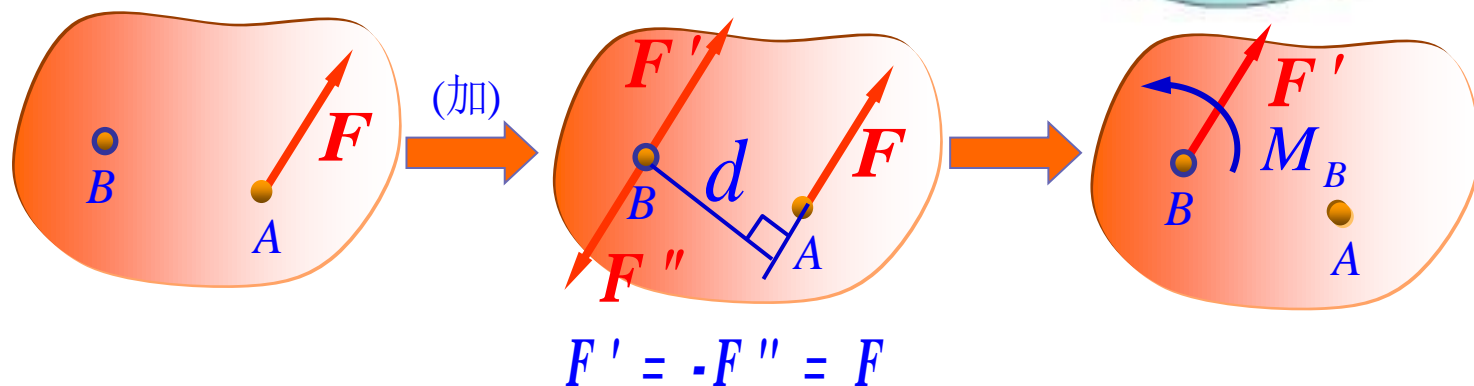


模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

三、力的平移

作用于刚体上的力，可平移至该刚体内任一点，但须附加一力偶，其力偶矩等于原力对平移点之矩。

$$M_B = M_B(F) = Fd$$



注意：⊙力的平移原理只适用于刚体。

⊙力的平移是指力在同一刚体上平移，不能移到另一刚体上。

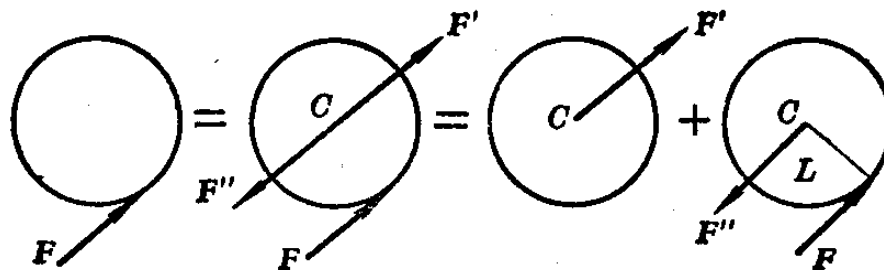
⊙力的平移原理的逆定理亦成立。

模块一 构件的静力分析 1-3 力矩和力偶

思考



打乒乓球时为什么削球比平推更有威慑力？



四、小结

1. 理解力矩、力偶概念；
2. 理解掌握力矩、力偶的基本性质；
3. 对物体进行受力分析，会计算物体受到的力矩或力偶矩。