

摩擦角及滚动摩阻

曾凡林

哈尔滨工业大学理论力学教研组



本讲主要内容

- 1、全约束力、摩擦角与自锁现象
- 2、考虑摩擦的平衡问题(几何法)
- 3、滚动摩阻的概念

1、全约束力、摩擦角 与自锁现象

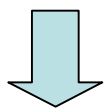
(1) 全约束力和摩擦角

$$\mathbf{F}_{RA} = \mathbf{F}_N + \mathbf{F}_S$$

\mathbf{F}_{RA} —— 全约束(反)力

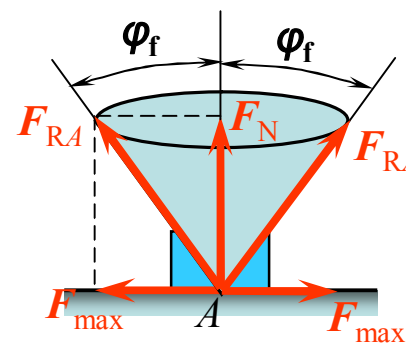
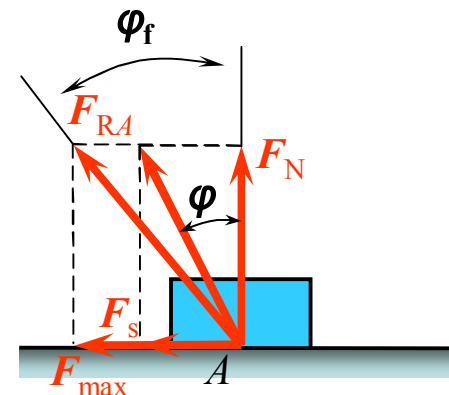
物体处于**临界平衡状态**时，全约束反力和法线间的夹角——**摩擦角** (φ_f)

$$\tan \varphi_f = \frac{F_{\max}}{F_N} = \frac{f_s F_N}{F_N} = f_s$$



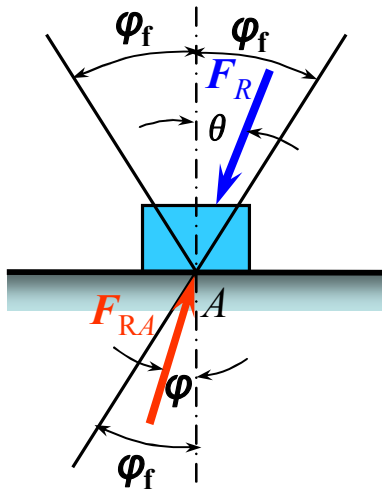
全约束反力和法线间的最大夹角(**摩擦角**)的正切等于静滑动摩擦系数。

$$0 \leq \varphi \leq \varphi_f \quad \text{摩擦锥}$$



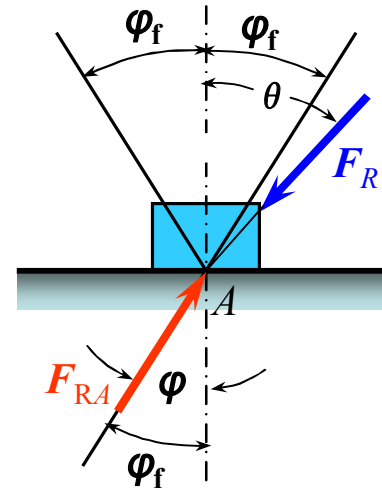
(2) 自锁现象

全部主动力的合力 F_R 的作用线在摩擦角 φ_f 之内，无论这个力怎么大，物块必保持静止。称之为**自锁现象**。



$$\theta = \varphi < \varphi_f$$

工程中常应用自锁条件设计一些机构或者夹具，比如千斤顶、压榨机、圆锥销等，使它们始终保持在平衡状态下工作。



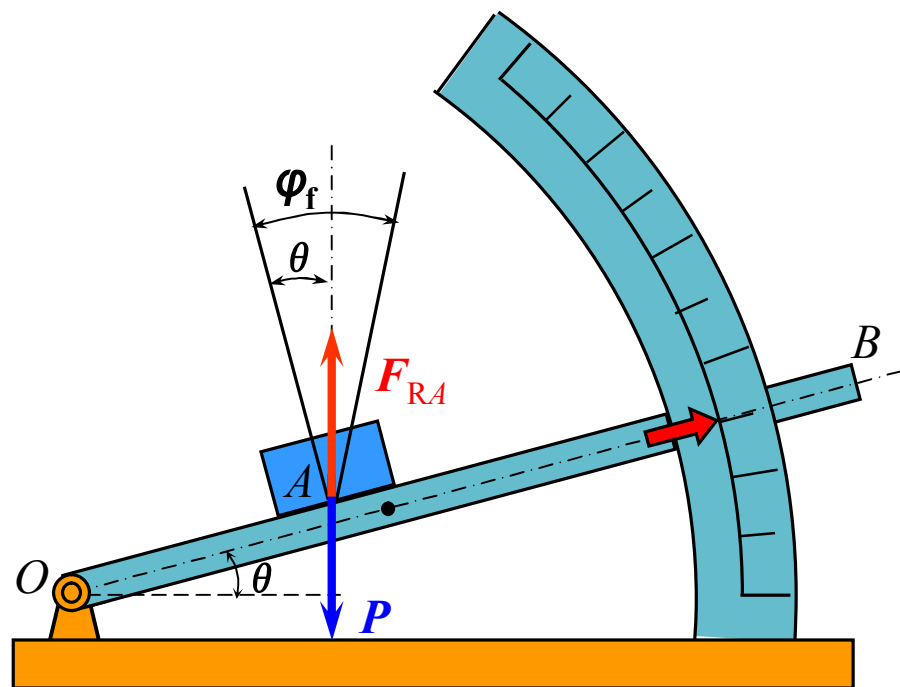
$$\varphi = \varphi_f < \theta$$

应用这个条件，可以设法避免发生自锁现象，比如各种齿轮、凸轮传动机构中，就必须防止自锁现象发生。

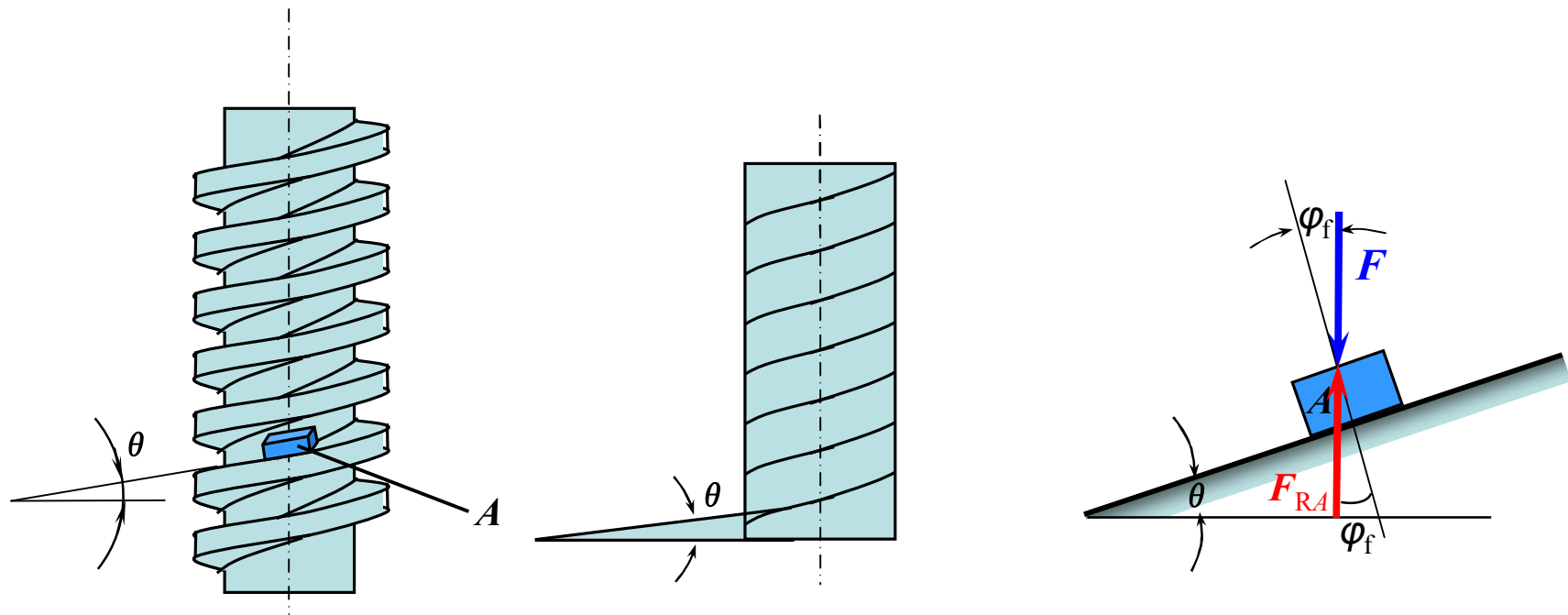
(2) 摩擦角的应用

a. 测定静摩擦系数

OB 绕 O 轴转动使物块刚开始下滑时测出 OB 转过的角 θ ,
 $\tan \theta = f_s$, 即为两种材料间的静摩擦系数。



b. 确定斜面与螺纹的自锁条件



$$\theta \leq \varphi_f$$

c. 用摩擦角求解平衡问题

——求解临界平衡问题的几何法

对于某些临界平衡问题，因为摩擦力对应的是最大静滑动摩擦力，此时全约束反力与法线间的夹角为摩擦角，将摩擦力与支持力用全约束反力代替，能够减少平衡力系中力的数量，从而为解题带来方便。