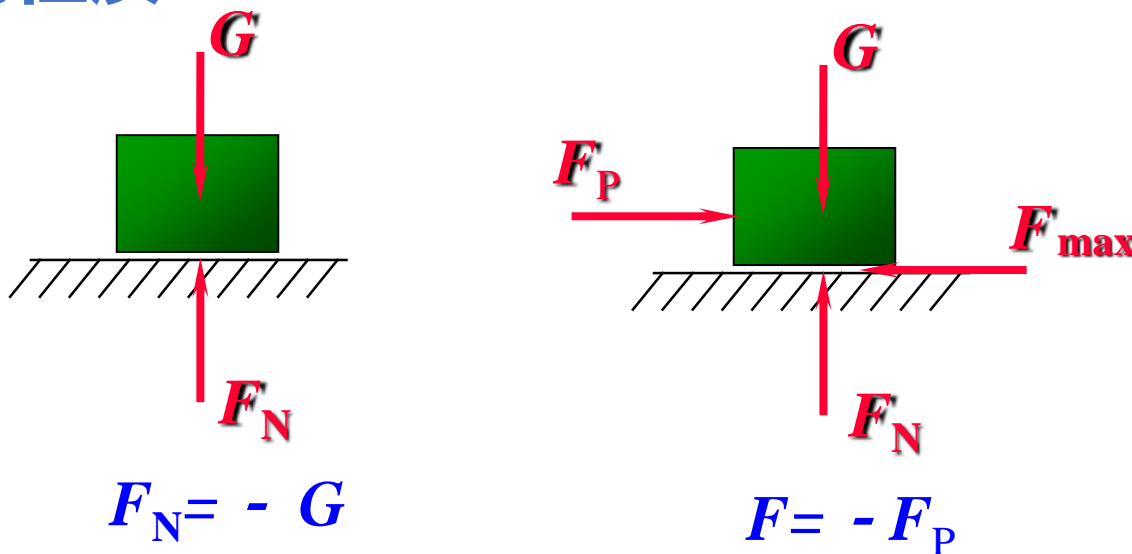




# 5.2 滑动摩擦的性质



## 1. 静摩擦力的性质



摩擦力的大小有如下变化范围： $0 \leq F \leq F_{\max}$

极限值 $F_{\max}$ 称为**极限摩擦力**（最大摩擦力）。

当推力 $F_P$ 增加到等于 $F_{\max}$ 时的平衡称为**临界平衡状态**。

**摩擦力的方向**总是和物体的相对滑动趋势的方向相反。



## 2. 静摩擦力极限摩擦定律

静摩擦力的最大值 $F_{\max}$ 与物体对支承面的正压力或法向反作用力 $F_N$ 成正比。

即：
$$F_{\max} = f_s F_N$$

$f_s$ ：静摩擦因数



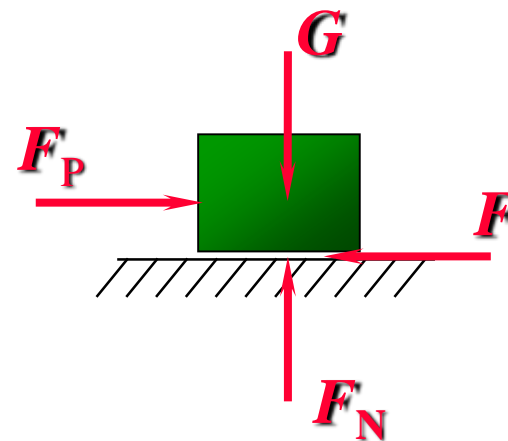
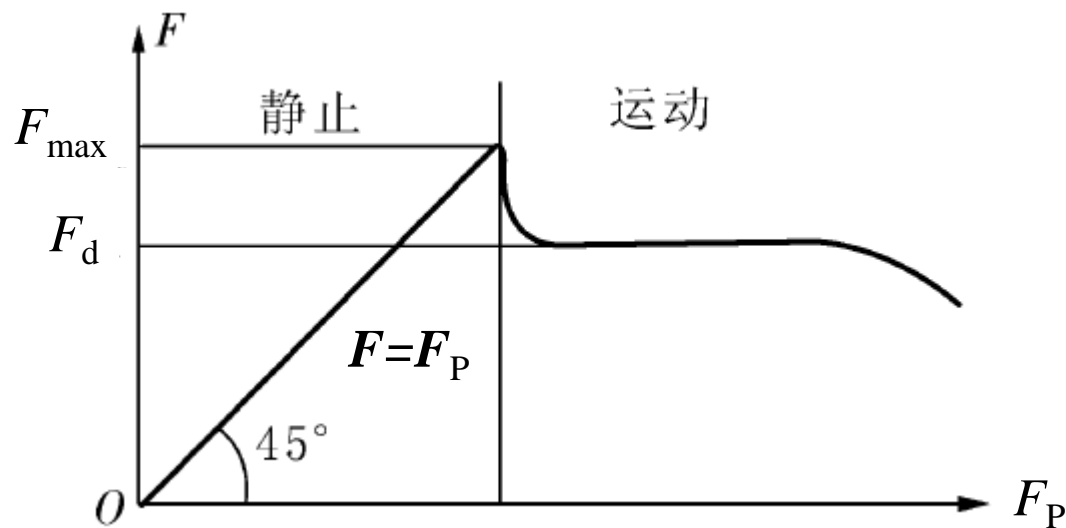
### 3. 动摩擦定律

动摩擦力 $F_d$ 与物体对支承面的正压力或法向反作用力 $F_N$ 成正比。

$$\text{即： } F_d = f_d F_N$$

$f_d$ ：动摩擦因数

**动摩擦力的方向**总是和物体的相对滑动的速度方向相反。

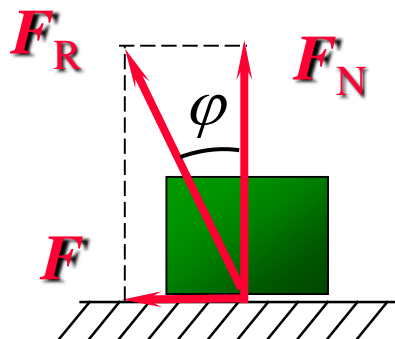


$$\begin{aligned} F_P < F_{\max} \text{ 时, } & F = F_P \\ F_P = F_{\max} \text{ 时, } & F = F_{\max} \\ F_P > F_{\max} \text{ 时, } & F = F_d \end{aligned}$$



## 4. 摩擦角、摩擦锥、自锁

### ● 总反力

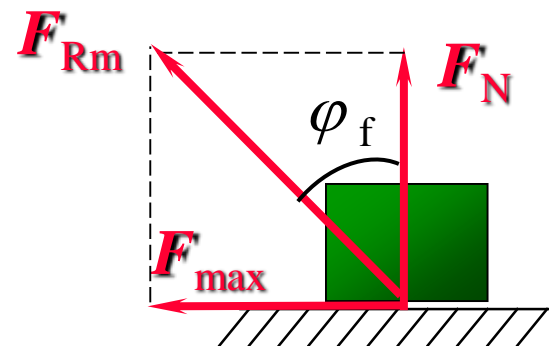


总反力  $F_R = F_N + F$

$$\tan \varphi = \frac{F}{F_N}$$

### ● 摩擦角

最大总反力  $F_{Rm}$  对法向反力  $F_N$  的偏角  $\varphi_f$ 。



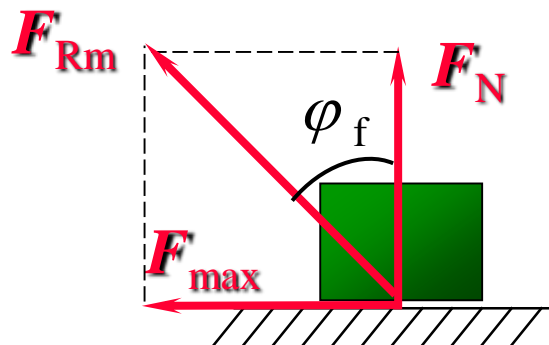
最大总反力  $F_{Rm} = F_N + F_{\max}$

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



- 摩擦角

最大总反力  $F_{Rm}$  对法向反力  $F_N$  的偏角  $\varphi_f$ 。



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

由此可得重要结论：

最大总反力  $F_{Rm} = F_N + F_{\max}$

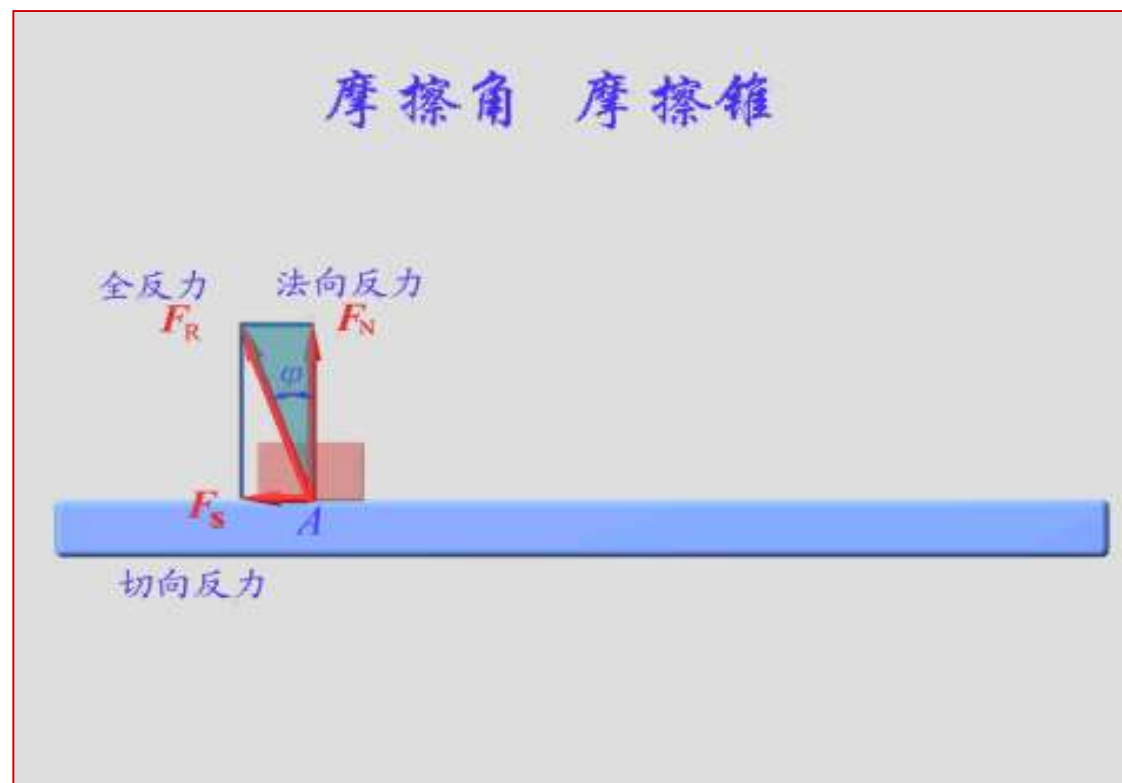
摩擦角的正切=静摩擦系数

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



- 摩擦锥

以支承面的法线为轴作出的以 $2\varphi_f$ 为顶角的圆锥。







### ● 摩擦锥的性质

摩擦角更能形象的说明有摩擦时的平衡状态。

物体平衡时有  $0 \leq F \leq F_{\max}$   $\longrightarrow$   $\frac{F}{F_N} \leq \frac{F_{\max}}{F_N}$

则有  $\tan \varphi = \frac{F}{F_N} \leq \frac{F_{\max}}{F_N} = \tan \varphi_f$   $\longrightarrow$   $0 \leq \varphi \leq \varphi_f$

所以物体平衡范围  $0 \leq F \leq F_{\max}$  也可以表示为  $0 \leq \varphi \leq \varphi_f$ 。

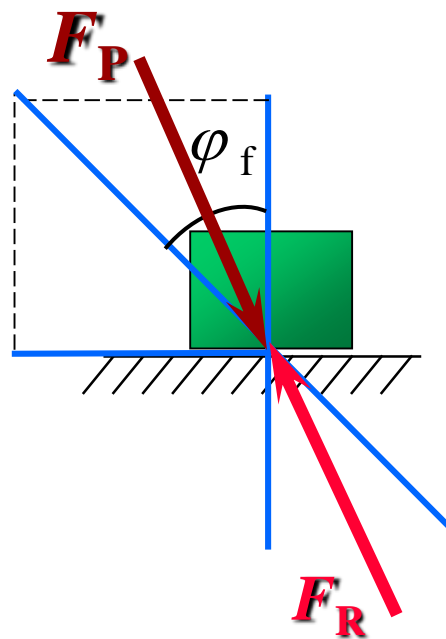
性质：当物体静止在支承面时，支承面的总反力的偏角 不大于摩擦角。



- 两个重要结论

- ① 如果作用于物体的主动力合力的作用线在摩擦锥内，则不论这个力多大，物体总能平衡。

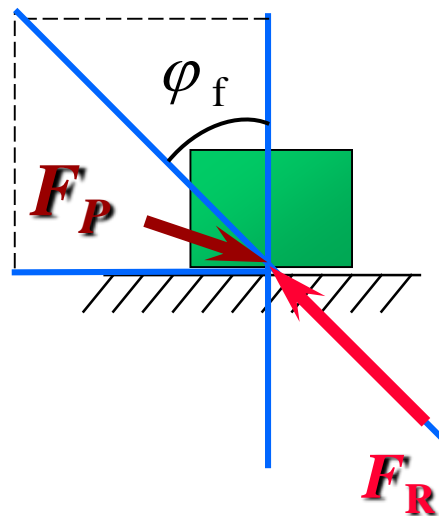
这种现象称为**自锁**。





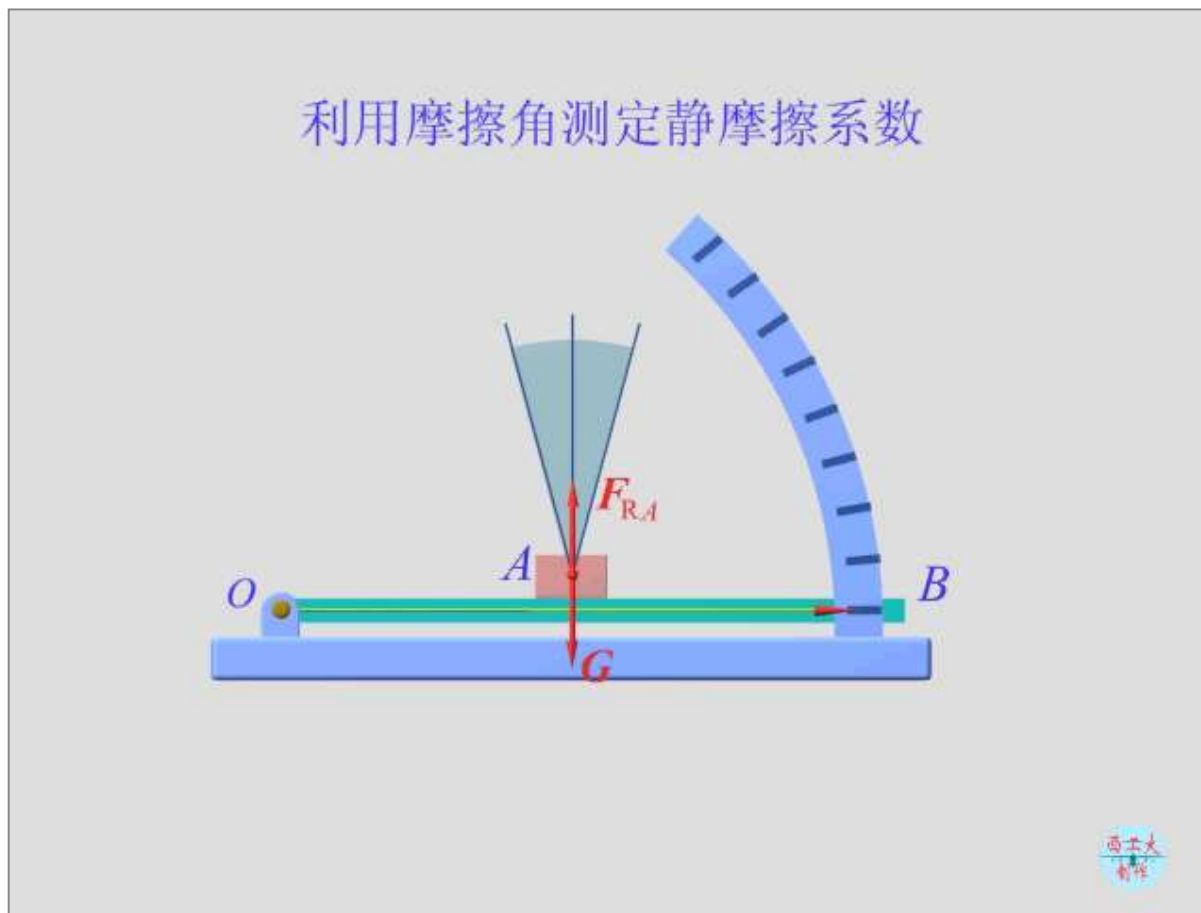
- 两个重要结论

- ② 如果作用于物体的主动力合力的作用线在摩擦锥外，则不论这个力多小，物体都不能保持平衡。





## 利用摩擦角测定静摩擦系数





## 螺旋千斤顶

螺旋千斤顶





## 斜面自锁条件

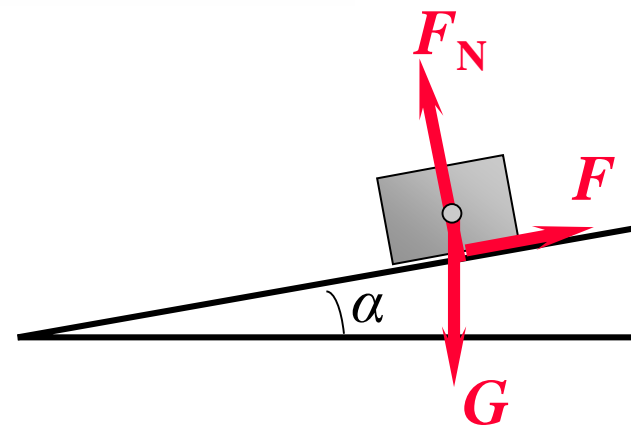
平衡时  $F = G \sin \alpha$ ,  $F_N = G \cos \alpha$

由  $F \leq F_{\max} = f_s F_N$

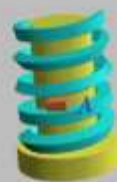
$$G \sin \alpha \leq f_s G \cos \alpha$$

$$\tan \alpha \leq f_s = \tan \varphi_f$$

$$\alpha \leq \varphi_f$$



斜面自锁的条件





# 谢谢！