

斜面上木块的受力分析

——静止、匀速下滑、匀速上滑的典型情形

一、情境引入

如图所示，一个质量为 m 的木块放在倾角为 θ 的粗糙斜面上。斜面与木块之间的动摩擦因数为 μ 。分析木块受力之前，首先要判定它的运动状态：是静止在斜面上、沿斜面匀速下滑，还是沿斜面匀速上滑？运动状态决定了摩擦力的大小与方向。

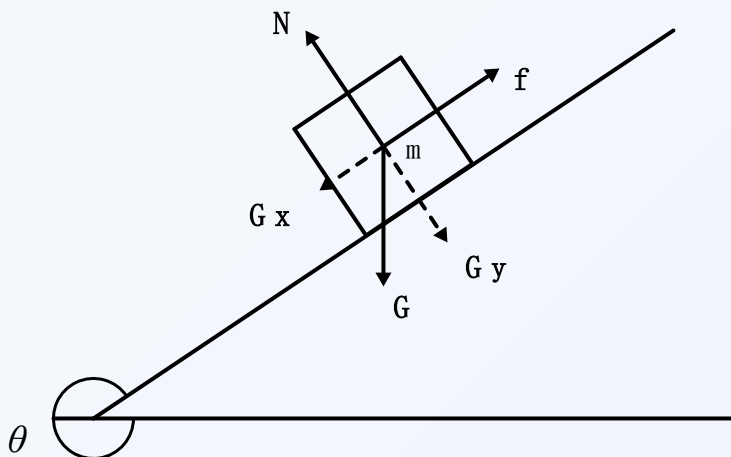
无论哪种情形，木块所受的力都只有三个：重力 G 、斜面对木块的支持力 N 和摩擦力 f 。重力始终竖直向下，支持力始终垂直斜面向上，摩擦力则沿斜面方向、其方向与相对运动（或相对运动趋势）方向相反。

二、受力分析步骤（一重二弹三摩擦）

1. 重力 G ：竖直向下，作用在重心上， $G = mg$ 。
2. 弹力（支持力） N ：垂直斜面向上，由斜面与木块的相互挤压产生。
3. 摩擦力 f ：沿斜面方向。木块静止时有沿斜面向下滑的趋势，故 f 沿斜面向上；匀速下滑时 f 仍沿斜面向上；匀速上滑时 f 沿斜面向下。

三、正交分解

沿斜面方向建立 x 轴、垂直斜面方向建立 y 轴（如图）。将重力 G 沿两轴分解：沿斜面向下的分力 $G_x = G \sin \theta$ ，垂直斜面的分力 $G_y = G \cos \theta$ 。这样，沿斜面与垂直斜面两个方向的力就分开了，便于列平衡方程。



四、平衡方程与不下滑条件

当木块静止或沿斜面匀速下滑时，木块处于平衡状态（匀速上滑时 f 方向相反、大小同样由平衡条件确定）：

沿斜面方向： $G \sin \theta = f$ ；垂直斜面方向： $N = G \cos \theta$ 。

若最大静摩擦力 $f_{\max} = \mu N$ ，木块恰好不下滑（静止）的条件是

$G\sin\theta \leq f_{\max} = \mu N = \mu G\cos\theta$, 即 $\mu \geq \tan\theta$ 。
 $\mu \geq \tan\theta$ 。当 μ 小于 $\tan\theta$ 时, 木块将沿斜面加速下滑; 当 μ 恰好等于 $\tan\theta$ 时, 木块静止或匀速下滑均可能。

五、小结要点

- 受力分析按"一重二弹三摩擦"顺序, 不遗漏、不添力。
- 摩擦力的方向由相对运动(趋势)方向决定, 静止时判断趋势方向是关键。
- 正交分解沿斜面与垂直斜面建轴, 重力分解为 $G\sin\theta$ 与 $G\cos\theta$ 。
- 静止/匀速下滑: $f = G\sin\theta$, $N = G\cos\theta$; 不下滑条件 $\mu \geq \tan\theta$ 。

