

动能定理与机械能变化关系

1. 逻辑起点：动能定理（The Bedrock）

所有的能量公式，逻辑源头都是动能定理。对于一个系统，所有外力和内力做的总功，等于动能的变化：

$$\Sigma W_{\text{合}} = \Delta K$$

将所有力所做的功按照性质分成三类：

- **外力做的功：**系统边界之外的力对系统做的功。
- **保守内力做的功：**比如系统内的重力、弹力、静电力。
- **非保守内力做的功：**比如系统内部的摩擦力、炸药爆炸的化学力、内燃机的推力。

于是动能定理可以改写为：

$$W_{\text{外}} + W_{\text{保守内}} + W_{\text{非保守内}} = \Delta K$$

2. 势能的本质：

在物理学里，势能的变化量定义为保守力做功的负值：

$$W_{\text{保守内}} = -\Delta E_p$$

注意：重力势能、弹性势能等都是系统共有的，不是某个物体单独拥有的。将势能定义代入上式：

$$W_{\text{外}} + (-\Delta E_p) + W_{\text{非保守内}} = \Delta K$$

移项后得到：

$$W_{\text{外}} + W_{\text{非保守内}} = \Delta K + \Delta E_p$$

因为机械能定义为：

$$E_{\text{机}} = K + E_p$$

所以最终得到机械能变化的通式：

$$W_{\text{外}} + W_{\text{非保守内}} = \Delta E_{\text{机}}$$

3.这个公式到底在说什么？

保守力只是重力功和弹力功并没有单独留在公式左边，而是被写进了势能变化中。这说明系统内部的保守力做功，只会实现动能和势能之间的内部转化，不会改变机械能总量。就像把钱从余额宝转到微信零钱，总资产并没有变。

- **真正的外力功：**来自系统边界之外的力量。例如用手提拉箱子时，手对系统做正功，系统的机械能增加。
- **非保守内力做功：**可以表现为内耗，也可以表现为内增。滑动摩擦通常把机械能转化为内能，使机械能减少；系统内部的电机、燃料或化学能释放，则可能使机械能增加。
- 实际中如果把地球划入系统，那么重力就是内力，具体说是保守内力，它体现在势能变化中；如果不把地球划入系统，重力就是外力，要写在外力功中。只要系统边界和能量项保持一致，两种写法的物理结果相同。

·关于摩擦生热

在非保守内力做功中，最常见的表达是：

$$-f \cdot s_{\text{相对}}$$

这里的位移必须是相对位移。机械能的损失量等于滑动摩擦力乘以相对位移，而不是乘以物体相对地面的位移。