**时间平移对称性 能量守恒**

1. 机械功

力和位移的数量积称为力对物理（在这段位移/时间内）所做的**机械功**(mechanical work)，简称**功**(work)，即

功的单位是, 一般记作. 注意到定义中的都是矢量，而它们的数量积则是标量.

我们讨论一下上式中功的符号问题：当力与位移同向时，, 当力与位移成一个锐角时, , , 这说明力和位移同向或成锐角时，力对物体做正功；当力与位移成一个钝角时, , , 而当力和位移反向时, 这说明力和位移反向或成钝角时，力对物体做负功，这时候我们也称物体**克服**这个力做正功（等效于物体对外做等量正功所导致的能量减小）。

功的拆分计算法则

注意到数量积对加法的分配律

上式即

这表明：合力所做的功等于其各个等效分力所做功的代数和。这是对力进行拆分的情况，同样地我们也可以对位移进行拆分，特别地，我们只讨论二维平面中x方向和y方向上的位移的正交分解

从而有

即某个力在二维平面内所做的总功，等于力在x方向上所做的功和y方向上所做的功的代数和。

（注意向量数乘的分配律可以用余弦定理的差角公式证明，因而这里的功的拆分同样可以还原成原始的余弦证明方法）

2. 功率

物体所做的功与所花时间的比值称为**平均功率**，用于反映做功的快慢

功率单位是, 一般记作, 其中的一般只能用于求平均功率（因为没有极限手段），而可以用于求平均功率（当式中的表示平均速度时），也可以用于求**瞬时功率**（当式中的表示瞬时速度时）.

由于功率只是从功中比去了一个时间参数，因而上一节所讨论的对于功的所有拆分计算方式，对于功率都是适用的。

3. 能量

能量**表征**物体做功的本领，功是能量转化的**量度**。如果一个物体能够对外做功（并不需要现在正在对外做功），那么我们就称这个物体具有能量。有多少能量发生了转移或转化，则我们就称物体做了多少功，即. 具体而言，如果外界对物体做正功，则物体的能量增加，如果外界对物体做负功，则物体的能量减少.

动能是物体因运动而具有的能量，其数值为.

势能是相互作用的物体凭借其相对位置而具有的能量，本质是由于各个物体或物体各个部分间存在相互作用力而具有的能量，因此属于系统所共有. 例如重力势能, 弹性势能.

上面提到，功是能量转化的量度，具体而言：

①重力做功等于重力势能的减小（初态减去末态），即

②弹力做功等于弹性势能的减小，即

③合外力对物体所做的功等于物体动能的改变，即**动能定理**（末态减去初态）

4. 能量守恒

机械能守恒定律：在只有重力和弹力做功的物体系统内，动能与势能可以互相转化，而总的机械能保持不变。

能量守恒定律：能量既不会凭空产生，也不会凭空消失，它只能从一种形式转化为另一种形式，或者从一个物体转移到别的物体，在转化或转移的过程中，能的总量保持不变。

**空间平移对称性 动量守恒**