

“能量”的发展简史

我们在学习物理中关于能量的一切时，是直接享用了最终的成果，没有铺垫地学习功、动能、势能、机械能及功能关系，至于来时的路是怎么走的，我们很少关心，现在让我们重新走一遍，至少明白这一切并不是理所当然的。

热学

我们从一杯水开始，面前放着一杯水，我们可以用手触摸，或者直接喝一口，会直接感知到它是冷是热，这是直觉，但有时候直觉不一定靠谱，这就需要提及那著名的三杯水了，三杯水分别是冷水、温水和热水，左手食指放进冷水，右手食指放入热水，一分钟后，同时拿出放入温水，会发现两个食指的感觉是不一样的。

为了更科学地知道物体的冷热程度，温度计被发明了出来，且随着技术的进步，温度计也更加准确，人们可以清楚地知道物体温度的变化，更重要的是知道了变化了多少。

一杯热水放一会儿，温度会降低，但是其重量基本没有变化，那这一会儿水到底发生了什么呢？18 世纪，流行“热质说”，“热质”被描述成一种无质量、无色无味的流体，渗透于所有物体中，物体的温度由所含热质的量决定，热量传递被视为“热质”从高温物体流向低温物体的过程，且“热质”的总量是守恒的。

所以那杯水可以解释为里面的“热质”跑到空气中去了。

基于温度计和“热质”，布莱克通过实验提出“比热”和“潜热”的概念，比热就是初中物理学过的比热容，潜热就是在融化、凝固、沸腾等温度不变的过程中吸收或放出的热量。傅里叶建立了热传导的数学方程，揭示了导热现象中的热量传递规律。卡诺则提出了著名的卡诺循环，这些规律直到今天依然应用着。

在即将进入 19 世纪的时候，伦福德伯爵发现在制造炮筒时，持续摩擦金属会产生大量热，但并未观察到“热质”来源，戴维在真空中摩擦冰块，融化成水，也未吸收到外界的热质，“热质说”受到质疑并开始被推翻。

机械观

与此同时，另一条路也在有条不紊地走着，那就是机械功和机械能量。

17 世纪以前，工程师发现，通过简单机械施加一个力，通过一定距离的移动，可以提升重物，但既没有量化也没有功的概念。

伽利略和牛顿的研究也很少涉及功和能。

18 世纪，数学家如达朗贝尔和伯努利开始用“活力”（vis viva，即动能的前身）和“势能”（由位置决定的能量）分析力学系统。莱布尼茨提出活力与物体的质量和速度平方成正比（ $\propto mv^2$ 的雏形），而重力势能的概念逐渐在分析摆的运动和碰撞问题中形成。

蒸汽机的效率问题促使功的概念从定性描述转为定量分析。

而完成功能关系数学表达的是科里奥利，他于 1829 年在《力学计算》中首次定义功为力与位移的乘积，将功和动能、重力势能的变化直接关联起来，整合了功和机械能之间的数学关系，也就是我们今天物理学到的功、动能、势能、机械能等的数学表达式。

热学和机械的统一

接下来，刚才的两条线开始了合并和进一步发展，这要归功于迈尔、焦耳和亥姆霍兹。

焦耳通过机械能转化成热能的实验，精准测定了热功当量，直接证明热量并非物质，而是能量的一种形式，机械功与热能可相互转化，热也被纳入到能量转化的框架。

1847 年，亥姆霍兹在《论力的守恒》中将动能、势能、热能等统一为“能量”，确立了能量守恒定律的普适性。

再进一步，科学家将机械、热、电、化学等能量形式纳入统一框架，奠定现代能量转化与守恒理论的基础。

在能量守恒定律的基础上，热力学获得了进一步发展，有了热力学第一定律和热力学第二定律，还有了熵的概念。

麦克斯韦提出分子速率分布律（1859 年），玻尔兹曼（1877 年）用统计力学解释熵的微观本质，将热力学与机械能的微观运动联系起来，揭示热能本质上是分子动能的表现。

至此，热能和机械能才真正统一了起来。

继续发展

后来，爱因斯坦在 1905 年提出质能方程，将能量与质量统一，能量守恒扩展为质能守恒，相对论还修正了经典动能公式，指出高速下动能需用相对论形式表达。

量子力学的发展，又提出了全新的能量观，普朗克（1900 年）为解决黑体辐射问题提出能量量子化假设，能量以离散形式传递，颠覆经典连续能量观。

海森堡不确定性原理（1927 年）表明，微观粒子的动能与势能无法同时精确测量，能量概念在量子层面具有概率性。