

梦断永动机

——热力学与热机的发展

吴登平

人类一直渴望得到更多的动力，渴望得到更多的能量。从原始社会到现代社会，从木柴到石油天然气，从蒸汽机到内燃机，人类用自己的知识与智慧不断地从大自然中获取能量。但这还远远不够，人类总是梦想得到那诱人、令人神往的机器——永动机！



再到朗福德与戴维分别用事实批判“热质说”，热是运动的观点不断得以支持。但要想最终说明热是能量转移的一种形式，还决定于热与机械能之间相互转化的思想能否被人们接受，其关键在于测量热功当量的具体数值。德国医生罗伯特·迈耶在

研究关于热带气候里病人血色的问题中认为燃烧热的发生源不是筋肉而是血液，由此产生了热功当量的思想。此后他多次发表论文阐述自然界中普遍存在的各种能量间的相互转化，从而第一个提出了能量转化与守恒的思想。焦耳在 1840~1848 年间（甚至耗费了毕生的经历）做了大量实验，测定了热与多种能量的相互转化时严格的数量关系。当时热的单位是 cal（卡），功以 erg（尔格）为单位，焦耳测得热与功在数量上的关系为 $1\text{cal}=4.184\times 10^7\text{erg}$ ，这就是著名的热功当量。焦耳实验表明，自然界的一切物质都具有能量，它可以有多种不同的形式，但通过适当的装置，能从一种形式转化为另一种形式，在相互转化中，能量的总数量不变。后来，德国生物学家、物理学家亥姆霍兹发展了迈耶和焦耳的工作，严谨的证明了“在各种运动中总的能量是守恒的”，并第一次以数学方式提出了能量转化与守恒定律。

能量守恒与转化定律的建立，对制造永动机的

一、第一类永动机与能量守恒

自从蒸汽机出现后，生产力得到极大的发展。依靠这种机器，人们可以省去很多工夫而可以做更多的功，但是它需要燃料来驱动它。于是有人便梦想设计一种不需要能量，而可以不断做功的机器——永动机！在工业革命的推动下，工业和运输领域都相当广泛地使用蒸汽机。更多的人将注意力转移到了研究怎样消耗最少的燃料而获得尽可能多的机械能的问题上，甚至幻想制造一种不需要外界提供能量，却能不断地对外做功的机器，即所谓的第一类永动机。这个问题促使人们去研究热和机械能之间的关系问题。热力学正是起源于从数学上判定蒸汽机究竟能做出多大的功。

从瓦特改进蒸汽机，到卡诺以“热质说”为理论基础对热机效率进行科学探讨，得到卡诺定理，

直接在画布上相间并排涂上黄色与蓝色。当观众从不同视角欣赏时，就会自动叠加调和成各式活泼的绿色视觉效果。凡高的《奥佛的教堂》就是一例（图 4）。所以，观赏印象派绘画，最好是原作。

5. 信号密度

观察一组对照图，前者（图 5 左）是经典学院派画法：写实，细腻；后者（图 5 右）为印象派画法：简约，模糊。所谓细腻，就是在同样面积的画面包含较多的边界变换（光的脉冲信号），要求观

者的视觉系统更精确地聚焦，更兴奋地调动才能完成相应的扫描和储存；而面对模糊的则相反。现代视觉科学（Visual Sciences）认为：同一个人在单位时间里，其视觉神经所能接收、储存和分析的光信息量是个常数。也就是说，一个人在同样的瞬间观赏印象派作品的有效画面积要大于经典作品的。所以说，印象派作品一般尺幅较大，宜远观，且更具有整体美感。

（上海同济大学 200030）

幻想作了最后的判决，因而热力学第一定律的另一种表述为：“不可能制造出第一类永动机”。由此可见，热力学第一定律就是涉及热现象领域内的能量转化与守恒定律。

二、第二类永动机与热力学第二定律

在热力学第一定律问世后，人们认识到能量是不能被凭空制造出来的，于是有人提出，设计一类装置，从海洋、大气乃至宇宙中吸取热能，并将这些热能作为驱动机器转动和功输出的源头，这就是第二类永动机的设想。历史上首个成型的第二类永动机装置是 1881 年美国约翰·嘎姆吉为美国海军设计的零发动机，这一装置利用海水的热量将液氮汽化，推动机械运转。但是这一装置无法持续运转，因为汽化后的液氮在没有低温热源存在的条件下无法重新液化，因而不能完成循环。之后，人们设想了各式的永动机，但结果均告失败。

19 世纪 20 年代法国工程师卡诺设计了一种工作于两个热源之间的理想热机——卡诺热机，卡诺热机从理论上证明了热机的工作效率与两个热源的温差相关。德国人克劳修斯和英国人开尔文在研究了卡诺循环和热力学第一定律后，提出了热力学第二定律。这一定律指出：不可能从单一热源吸取热量，使之完全变为有用功而不产生其他影响（开尔文表述）、热不能自动的从较冷的物体传到热的物体（克劳修斯表述）。热力学第二定律的提出宣判了第二类永动机的死刑，而这一定律的表述方式之一就是：第二类永动机不可能实现。

虽然人类想获得永动机的美好梦想破碎了，但是人类在对永动机的追求过程中，对热的本质渐渐有了更深层次的认识，并且利用这些认识制造出了更高效率的机器，人类的历程得到进一步的发展！

在这期间，热机经历了从蒸汽机、蒸汽轮机到内燃机、喷气发动机、火箭发动机的发展。1860 年法国的勒努瓦设计制造出第一台实用的煤气机，这台煤气机的热效率为 4%。1876 年，德国发明家奥托运用罗沙的原理，创制成功第一台往复式、单缸、卧式、3.2 千瓦（4.4 马力）的四冲程内燃机，仍以煤气为燃料，采用火焰点火，转速为 156.7 转/分，压缩比为 2.66，热效率达到 14%。1880 年单机功率达到 11~15 千瓦（15~20 马力），到 1893 年又提高到 150 千瓦。由于压缩比的提高，热效率也随

之增高，1886 年热效率达到 15.5%，到 1897 年已高达 20%~26%。1883 年，德国的戴姆勒创制成功第一台立式汽油机，它的特点是轻型和高速。当时其他内燃机的转速不超过 200 转/分，它却一跃而达到 800 转/分，特别适应交通动输机械的要求。1892 年，德国工程师狄塞尔受面粉厂粉尘爆炸的启发，他首创的压缩点火式内燃机（柴油机）于 1897 年研制成功，为内燃机的发展开拓了新途径。狄塞尔开始力图使内燃机实现卡诺循环，以求获得最高的热效率，但实际上做到的是近似的等压燃烧，其热效率达 26%。压缩点火式内燃机的问世，引起了世界机械业的极大兴趣，压缩点火式内燃机也以发明者而命名为狄塞尔引擎。这种内燃机以后大多用柴油为燃料，故又称为柴油机。

虽然不消耗任何能量，却可以源源不断的对外做功的第一类永动机没有做出来；从单一热源吸收的热量可以全部用来做功，而不引起其他变化的第二类永动机的设想也没有实现！但是，人们在不断探索的过程中，对热的本质的认识更加深入，并促使热力学这门学科的发展。人类就是在这样的过程中乘着梦的翅膀不断达到新的高度！

梦断永动机！但从另一个角度来说，人们离“永动机”的距离更近了一步！展望未来，我们将得到不是永动机的“永动机”（更高效率的热机）！

（广东茂名石油化工学院 525000）



封面照片说明

在美国加利福尼亚州利弗莫尔国家实验室，美国国家点火装置（NIF）完成了首次综合点火实验。192 束激光系统发射的能量，打造出 600 万华氏度的高温，相当于恒星核心的温度。这台被称为“人造太阳”的全球最大激光核聚变装置，耗资 35.5 亿美元。该实验项目一旦成功，将彻底解决目前地球上的能源短缺，造福于万民。

封底照片说明

北京时间 2010 年 2 月 7 日加拿大多伦多大学和美国罗格斯大学的科学家成功模拟了微型超新星爆发。该项目负责人罗杰斯表示：“观察一颗距地球遥远的爆炸恒星的内部难度极高，类似这样的实验为了解伴随超新星爆发出现的复杂液体运动打开了一个重要窗口。”