

热机的发明与发展

冯旺军, 武刚, 张丽萍

兰州理工大学 应用物理系, 甘肃 兰州 730050

DOI: 10.61369/RTED.2025030001

摘 要 : 本论文深入探寻热机的发明与发展历程。热机作为将热能成功转化为机械能的关键机械, 在人类工业发展的壮丽征程中扮演着无可替代的关键角色。从早期充满智慧火花的雏形, 到蒸汽机历经磨砺的改进, 再到内燃机带来的巨大变革, 以及其他热机类型的蓬勃发展, 深刻揭示了热机发展背后由科学原理指引、技术创新驱动以及社会需求有力推动的多重力量。

关 键 词 : 蒸汽机; 内燃机; 发明; 改进与应用

Invention and Development of Heat Engines

Feng Wangjun, Wu Gang, Zhang Liping

Lanzhou University of Technology, Department of Applied Physics, Lanzhou, Gansu 730050

Abstract : This paper delves into the invention and evolution of heat engines. As pivotal machines that successfully convert thermal energy into mechanical work, heat engines have played an irreplaceable role in the grand journey of human industrial development. From their early prototypes sparked by ingenuity, through the refined improvements of steam engines, to the transformative advent of internal combustion engines, and the flourishing emergence of other heat engine variants, this exploration profoundly reveals the multiple forces driving their progress: scientific principles guiding the way, technological innovation propelling advancement, and societal needs providing powerful impetus.

Keywords : Steam engine; internal combustion engine; invention; improvement and application

一、热机的早期雏形

我国南宋初出现的走马灯, 堪称世界上较早的热机雏形。这一发明, 虽在当时仅作为玩具供人们欣赏娱乐, 但却蕴含着重大意义。它清晰地表明, 人类在早期就已经萌生出对热能转换为机械能这一神奇现象的初步探索欲望。尽管那时的探索处于极为原始和简单的阶段, 却如同点燃了一颗希望的火种, 为后续热机的发展埋下了宝贵的种子。

走马灯是利用蜡烛燃烧产生的热空气上升, 推动上方带有图案的纸轮转动, 从而呈现出奇妙的光影效果。这种简单而又充满创意的设计, 展现了古人敏锐的观察力和大胆想象力。他们在日常的生活实践中, 偶然发现了热能与机械能之间这种微妙的联系, 并通过巧妙的设计将其转化为一个有趣的玩具。虽然走马灯的功能有限, 但其背后所蕴含的科学原理, 却为后来热机的发展提供了重要的启示。

二、蒸汽机的发展

(一) 早期蒸汽机的出现

17 世纪, 是一个充满变革与机遇的时代。随着采矿工业的蓬勃兴起, 对抽水设备的需求日益迫切。在这样的时代背景下, 英国人萨弗里凭借着他的智慧和勇气, 于 1698 年成功制成了用于矿井抽水的蒸汽水泵^[1], 这一发明被亲切地称为“矿工之友”。

这一发明在热机发展的历程中, 无疑是一座具有里程碑意义的丰碑。它的出现并非偶然, 而是紧密顺应了当时采矿工业的实际需求^[2]。在那个时期, 矿井中的积水问题严重阻碍了采矿工作的顺利进行, 传统的抽水方式效率低下且耗费大量人力物力。萨弗里的蒸汽水泵的诞生, 为采矿工业带来了新的希望。它标志着人类首次成功地将热能转化为机械能, 并应用于实际生产之中, 开启了人类利用热能驱动机械的新纪元^[3]。

蒸汽水泵的工作原理, 是利用蒸汽的压力将水从矿井中抽出, 虽然在技术上还存在诸多不足, 例如效率较低、运行不够稳

基金项目: 教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会热学课程教学研究会研究项目“新时代高等学校物理专业《热学》课程教学改革与研究”(JZW-23-RX-05); 兰州理工大学高等教育研究项目“高校“金课”建设的理论与实践研究——大学物理与中学物理衔接研究”, (GJ2023B-50)。

作者简介: 冯旺军(1965—), 男, 甘肃白银人, 兰州理工大学理学院教授, 主要从事大学物理教学和锂离子电池方面的研究工作。

定等，但它的出现却为后续蒸汽机的改进和发展指明了方向。它让人们看到了热能转化为机械能的巨大潜力，激发了无数发明家的探索热情，推动了热机技术不断向前发展。

（二）瓦特对蒸汽机的改进

18世纪中叶，是蒸汽机发展的一个关键转折点，而詹姆斯·瓦特则是这个转折点上的核心人物。在布莱克关于潜热与比热理论的启发下，瓦特于1765年对纽可门蒸汽机进行了具有革命性的改进，在其中添加了一个与汽缸分离的冷凝器，用星型齿轮将汽缸的平动转换成转动^[4-7]。这一小小的改进，却带来了巨大的变化。在传统的纽可门蒸汽机中，汽缸在工作过程中需要不断地加热和冷却，这导致大量的蒸汽热量被浪费，机器效率极低。而瓦特添加的分离冷凝器，巧妙地避免了这一问题。当蒸汽在汽缸中做功后，不再直接在汽缸内冷却，而是进入到分离的冷凝器中进行冷却，这样就大大减少了汽缸冷却时对蒸汽热量的消耗。这一改进不仅提高了机器的效率，还节省了大量的燃料和宝贵的时间。

经过瓦特的不懈努力，1776年，两台经过改进的蒸汽机成功开始运行，此时热机效率达到了2-4%。虽然这一效率在今天看来并不高，但在当时却是一个巨大的进步。瓦特改进后的蒸汽机，凭借其显著提高的性能，迅速得到了广泛的应用。到19世纪初，蒸汽机已经普遍在矿山和纺织工业中扎根。

瓦特的伟大贡献，不仅在于对蒸汽机技术的改进，更在于他将蒸汽机变成了第一次工业革命的核心动力源。这场由蒸汽机引发的工业革命，彻底改变了人类的生产方式和生活面貌，使人类社会正式迈入了蒸汽时代。在蒸汽时代，工厂如雨后春笋般涌现，大规模的工业化生产成为可能，人们的生活水平得到了显著提高，社会结构也发生了深刻的变革^[8-10]。瓦特的名字，也因此永远铭刻在了人类科技发展的历史长河中，成为了创新与进步的象征。

三、内燃机的发展

（一）内燃机理论的提出

1862年，法国工程师德罗夏站在巨人的肩膀上，在本国科学家卡诺对热力学深入研究的基础上，提出了具有开创性的四冲程内燃机工作原理。德罗夏的这一理论，为内燃机的发展奠定了坚实的基础。它从理论层面清晰地阐述了内燃机的工作机制，为后续发明家们的实践探索提供了明确的方向^[11]。这一理论的提出，如同在黑暗点亮了一盏明灯，让人们看到了内燃机发展的无限可能。它不仅揭示了内燃机将燃料的化学能转化为机械能的科学原理，还为内燃机的设计和制造提供了理论依据。在德罗夏的理论指引下，内燃机的发展迎来了新的曙光。

（二）四冲程内燃机的实现与发展

1876年，奥托凭借着他卓越的创造力和精湛的技艺，将德罗

夏的伟大理论变为现实的，设计制成了第一台四冲程内燃机，这台内燃机以煤气为燃料。这一发明在当时引起了轰动，它具有体积小、转速快等诸多优点，与传统的蒸汽机相比，具有更高的效率和更好的机动性。

随着技术的不断进步和应用场景的拓展，后来这种机械常常采用汽油作为燃料，因此被人们亲切地称为汽油机。汽油机以其轻巧灵活、动力强劲的特点，迅速在汽车、飞机、摩托车和小型农业机械等领域找到了广阔的应用空间^[12]。

随后，德国人狄塞尔在前人的基础上，提出了压燃式内燃机原理。经过多年的努力和无数次的试验，1897年，狄塞尔成功制造出以柴油为燃料的柴油机。柴油机具有热效率高、动力强劲等优点，特别适用于大型运输车辆、船舶以及工业设备等领域。内燃机的发展，进一步推动了工业的蓬勃发展，使人类社会的交通和生产方式发生了翻天覆地的巨大变革^[13]。

四、其他热机的发展

（一）汽轮机的发展

19世纪末，电力工业如一颗璀璨的新星在时代的天空中升起，发电站迅速兴起。在这样的时代背景下，汽轮机应运而生并蓬勃发展。汽轮机的产生，是为了满足电力工业对高效、强大动力设备的需求。

20世纪初，美国人柯蒂斯凭借着他的创新精神和卓越才能，制成了多个速度级的汽轮机，对汽轮机的性能进行了显著改进。经过改进后的汽轮机，运行更加稳定，效率更高，并且一直沿用到现在。

在现代电力生产中，汽轮机占据着至关重要的地位。大型火力发电厂、核电站等，都离不开汽轮机的高效运转。它的出现和发展，极大地推动了电力工业的进步，使得大规模发电成为现实，为人类社会的电气化进程做出了不可磨灭的贡献。随着电力需求的不断增长和科技的持续进步，汽轮机技术也在不断创新和发展，朝着更高效率、更低能耗、更环保的方向迈进^[14]。

（二）燃气轮机的发展

燃气轮机作为发展相对较晚的热机，虽然起步较迟，但却展现出了强大的发展潜力。1920年，德国人霍茨瓦兹经过不懈努力，成功制成了第一台能实用的燃气轮机。尽管这台早期的燃气轮机热效率仅为13%，并且在初期存在许多缺点，如可靠性较低、维护成本较高等，但它的出现却标志着燃气轮机技术迈出了重要的第一步。

随着时间的推移和技术的不断进步，燃气轮机在设计、材料、制造工艺等方面都取得了巨大的突破。现代燃气轮机具有热效率高、启动速度快、污染排放低等诸多优点，在现代航空、发电等领域发挥着越来越重要的作用^[15]。

燃气轮机技术仍在不断创新和发展。科研人员们致力于进一

步提高燃气轮机的热效率、降低污染物排放、提升可靠性和耐久性。同时，随着新能源技术的发展，燃气轮机也在与其他能源系统进行深度融合，如与太阳能、风能等可再生能源联合发电，为构建更加清洁、高效、可持续的能源体系贡献力量。

五、结论

热机的发明与发展，无疑是人类科学技术发展史上一座巍峨的丰碑，见证了人类不断追求进步、勇于探索未知的伟大历程。生动地反映了人类对能源利用和动力需求的不断探索和创新精

神。在这漫长的发展过程中，每一次热机技术的重大突破，都绝非偶然。它是科学理论发展的必然结果，是工业需求迫切推动的产物，更是无数发明家们智慧和努力的结晶。热机在工业、交通、发电等诸多领域的广泛应用，犹如一把神奇的钥匙，打开了人类社会快速发展的大门，彻底改变了人类的生活方式。

随着科技的日新月异，热机技术必将继续蓬勃发展，朝着更加高效、环保的方向奋勇前行。热机技术的发展，不仅关系到能源的高效利用和经济的可持续发展，更关乎人类社会的未来和地球的生态环境。

参考文献

- [1] 徐东惠, 周长松. 趣说瓦特与蒸汽机 [J]. 物理教学探讨, 2007, (25)268:1
- [2] 保尔·芒图. 十八世纪产业革命—英国近代大工业初期的概况 [M]. 杨人楩, 等译. 北京: 商务印书馆, 1983.
- [3] 奥斯本. 钢铁、蒸汽与资本: 工业革命的起源 [M]. 曹磊, 译. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [4] 何继江. 科学和技术分别为瓦特蒸汽机的发明贡献了什么 [J]. 科学学与科学技术管理, 2012(33)4:13-18.
- [5] 齐磊磊, 吴思柳. 蒸汽机技术的发展动力及模式—马克思恩格斯的技术观 [J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2021(36)3:75-81.
- [6] 迟红刚, 徐飞. 瓦特蒸汽机技术创新的社会视角分析 [J]. 科学与社会, 2015, 5(4):102-114.
- [7] 孙文芳. 布老虎传记文库·巨人百科丛书·瓦特卷 [M]. 沈阳: 辽海出版社, 1998.
- [8] 里查德·奥尔森. 科学家传记百科全书 [M]. 刘文成 翻译. 北京: 华夏出版社, 2000.
- [9] 清华大学自然证法教研组. 科学技术史讲义 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1984.
- [10] 阎康年. 美国贝尔实验室成功之道 [M]. 广州: 广东教育出版社, 2006.
- [11] 蒋景华. 科学实验与产业化生产相结合促成了蒸汽机的发明—瓦特发明蒸汽机过程的启迪 [J]. 实验技术与管理, 2010(27)1:5-8.
- [12] 张箭. 论蒸汽机在工业革命中的地位—兼与水力机比较 [J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2008(16)3:56-63.
- [13] 时家贤, 王皓玥. 我国新质生产力的发展进路—基于瓦特改良蒸汽机商业化应用的启示 [J]. 西华大学学报(哲学社会科学版), 2024, (43)4:1-12.
- [14] 潘天群. 技术革命的新解读 [J]. 科学技术与辩证法, 2001(18)4:2-6.
- [15] 迟红刚, 徐飞. 瓦特蒸汽机技术创新的社会视角分析 [J]. 科学与社会. 2015(5)4:102-114.