

Integration of Scientific Spirit into Thermal Engineering Fundamentals Course

Yanru Xu¹ Yupeng Qi¹ Wenjie Ding¹ Yinxiao Zhan¹ Yanqing Wang²

1. School of Mechanical Engineering Ningxia University, Yinchuan, Ningxia, 750021, China

2. School of Materials and New Energy Ningxia University, Yinchuan, Ningxia, 750021, China

Abstract

Thermal engineering foundation is a core foundational course for mechanical engineering majors, which has a natural advantage in cultivating students' scientific spirit. This article systematically elaborates on the characteristics of thermal engineering basic courses and the connotation of scientific spirit. From multiple perspectives such as achievement oriented education philosophy, curriculum review, and the integration of industry, academia, and research from the perspective of new engineering, it explores the ways in which scientific spirit can be integrated into thermal engineering basic teaching. Through specific case analysis, such as the thinking characteristics of thermodynamic analysis, the history of thermodynamic development, and the optimization design of thermal performance of solar water heaters, the feasibility and effectiveness of these cultivation methods have been verified. This article provides theoretical basis and practical reference for the reform of ideological and political education in the thermal engineering foundation course.

Keywords

Thermal Engineering Fundamentals; Scientific spirit; Cultivation pathway; case

热工基础课程的科学精神融入

徐艳茹¹ 齐雨澎¹ 丁文捷¹ 詹银晓¹ 汪燕青²

1. 宁夏大学机械工程学院, 中国·宁夏 银川 750021

2. 宁夏大学材料与新能源学院, 中国·宁夏 银川 750021

摘要

热工基础是机械类专业的核心基础课程, 培养学生科学精神方面具有天然优势。本文系统阐述了热工基础课程的特点与科学精神的内涵, 从成果导向教育理念、课程综述以及新工科视角下的产学研结合等多个角度, 探讨了科学精神融入热工基础教学的途径。通过具体案例分析, 如热力学分析的思维特征、热力学发展史、太阳能热水器热力性能优化设计等, 验证了这些培养途径的可行性与有效性。本文为热工基础课程的课程思政教学改革提供了理论依据与实践参考。

关键词

热工基础; 科学精神; 培养途径; 案例

1 引言

热工基础, 主要研究如何合理有效地利用、控制热能的基础课程, 主要包括工程热力学和工程传热学, 是机械类专业基础必修课程。该课程应用广泛, 小到日常生活中的内燃机, 大到大型火力发电厂的汽轮机, 都离不开工程热力学原理的支撑; 后者研究热的传递规律, 从电子设备的散热设

计到建筑的保温节能, 都与工程传热学密切相关。随着全球能源危机的日益加剧和节能减排理念的不断深入, 热能的高效利用和合理控制成为当前工程领域的重要研究方向, 这也使得热工基础课程的重要性愈发凸显。

在机械类专业培养方案中, 作为工程知识的核心支撑课程, 热工基础连接着基础学科与专业应用。包含的工程热力学与传热学, 其发展都经历了从“科学”到“工程”的过程, 即从初期作为物理学一部分的热学演变、发展成为密切结合工程实际的“工程热力学”与“工程传热学”^[1]。因此, 该门课程蕴含着丰富的科学精神要素。

在当今科技快速发展的背景下, 科学精神的培养显得尤为重要, 它不仅关系到学生个人的学术成长, 更关系到国家科技创新的未来。当前, 我国正处于从制造大国向制造强国转型的关键时期, 对高素质工程技术人才的需求日益迫

【基金项目】宁夏大学第七批校级课程思政示范项目《过程流体机械》(项目编号: 8)。

【作者简介】徐艳茹(1985-), 女, 中国宁夏银川人, 博士, 副教授, 从事聚氨酯膜光热修复、控制阀密封机理等研究。

切,而具备扎实的专业知识和良好的科学精神是高素质工程技术人才的重要标志。因此,如何在热工基础课程中有效融入科学精神的培养,成为教育工作者亟待解决的问题,同时也课程思政建设的重要内容。本文将从理论与实践两个层面,探讨热工基础课程中科学精神的培养途径,并结合具体案例进行分析,以期对相关教学改革提供参考。

2 科学精神内涵

科学是人类运用科学理性探索真理的事业。科学的本质就是创新,科学应致力于扩展确证无误的知识,应为生产实践服务。从牛顿经典力学的建立到爱因斯坦相对论的提出,从蒸汽机的发明到电力的广泛应用,每一次重大的科学突破和技术革新,都离不开科学精神的指引。科学精神是由科学家和科技工作者组成的科学共同体内需要一种自觉遵守的价值规范,是从事科学事业的人所特有的精神状态^[2]。科学精神的本质是求真务实、开拓创新和崇高的精神境界。科学成就离不开精神支撑,科技创新离不开对科学精神的大力弘扬。

科学精神的主要内涵包括理性精神、探索精神、批判质疑精神、实证精神、求真务实精神、无私利的公共精神、勇于创新精神、开放包容精神,具有客观精神与主观精神“双重维度”,其特质体现在认知、态度、情感和行为等方面,可集中表达为理性、求真、崇实、贵确、无私、向善、探索、奉献等精神品质^[3]。在热工领域,许多重大的科学发现和技术突破都是科学精神的生动体现。例如,卡诺循环的提出,是卡诺在对热机效率进行深入研究和理性分析的基础上,运用科学的推理方法得出的重要成果,体现了科学精神中的理性精神和求真精神;而热泵技术的不断发展和完善,是科研工作者在长期实践中不断探索、勇于创新的结果,彰显了科学精神中的探索精神和创新精神。

3 科学精神的培养途径

3.1 践行成果导向教育理

成果导向教育是一种以学生为中心的教学模式,强调通过明确的学习成果来指导教学设计与评价。在热工基础课程中,教师可以设定以解决实际热能利用问题为导向的教学目标,采用案例教学、小组讨论等多样化教学方式,鼓励学生主动思考和分析问题。例如选取与实际工程密切相关的案例,如工业余热回收案例、太阳能利用案例、建筑节能案例等,将热工基础理论知识融入到案例分析中,引导学生通过分析案例、解决问题来掌握知识和技能。根据教学内容和教学目标,提出具有启发性和挑战性^[4]的问题,组织学生开展小组讨论,调动学生主观能动性,培养学生的批判性思维。

3.2 基于课程综述,融入科学精神

课程综述是帮助学生理解科学知识背景的重要工具。在热工基础教学中,教师可以通过介绍科学史和科学家的事

迹,让学生感受科学精神的魅力。例如,在讲解黑体辐射定律时,可以介绍普朗克如何通过实验现象不断探索,最终建立量子力学理论的过程。这种教学方式不仅能激发学生的好奇心,还能培养其探索精神和求真精神。

3.3 以新工科视角指导产学研结合

新工科教育强调多学科交叉和产教融合,是培养创新型人才的重要途径。在热工基础课程中,教师可以与企业合作,开展产学研项目,让学生参与实际工程问题的解决。例如,组织学生参与工业余热回收项目,结合传热学、热力学等知识,设计余热利用方案,以提升学生跨学科思维能力,体会到科学研究为生产实践服务的意义,培养其家国情怀和社会责任感。

4 实施案例

热工基础是一门自然科学课程,所蕴含的科学精神要素为课程思政提供了丰富的素材来源。在教学中,从解决问题的方法、科学原理探索过程的复现、科学家尤其是中国科学家所做出的贡献等方面充分发掘本课程中的思政元素,自然地融入课堂教学中,形成潜移默化的长效育人机制,实现课程育人目标。

(1) 引入热力学分析的思维特征,培养学生分析热力学问题的工程意识。

为了研究清楚蒸汽机、蒸汽轮机、燃气轮机等动力机械的机械能与热能之间的能量转换规律,为了方便和简化分析工程问题,人们提出了热力系统的概念,将实际气体、水蒸气等工质抽象化为研究对象,采用了绝热系统、孤立系统、可逆过程、准平衡过程、理想气体等理想化模型,突出实际现象的本质和主要矛盾,忽略次要因素,建立合理简化的物理模型,集中反映热力过程的本质,为分析、提高实际动力装置的能量转换效率等问题提供了理论依据,对热力学分析及指导工程实践具有十分重要的理论意义。

(2) 结合热力学发展史,培养学生的实证精神、理性精神、批判质疑精神。

为了分析清楚热的本质是什么,在热力学基础理论部分,存在热质说和热动说两大类看法。热功当量的测定是确立热动说关键的一步,也是确立能量守恒定律即热力学第一定律的实验基础。英国科学家焦耳在1840年至1849年间通过磁电机实验、桨叶搅拌实验(图1)、水通过多孔塞实验等多种方法,测得大量的热功当量的数据,直到1878年他最后一次发表实验结果为止,先后作实验不下400余次,取得了4.154J/cal的数据,与国际公认的精确值4.187J/cal非常接近。他以日益精确的数据,为热和功的等当性提供了可靠的证据,即热功当量是一个普适常数,同作功方式无关,论证了传热是能量传递的一种形式,使热动说确立在坚实的实验基础上,为确认能量守恒和转换定律的正确性打下了坚实的实验基础。

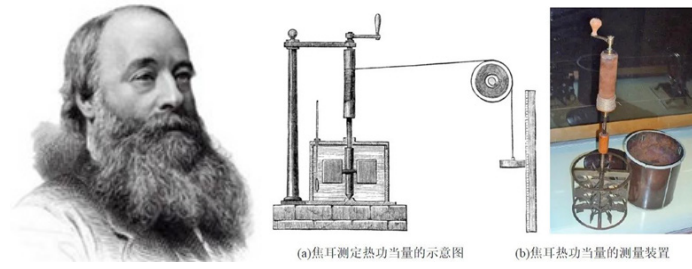


图1 焦耳及热当量实验装置

(3) 结合热力学理论，培养学生的探索精神和求真精神。

在研究热能与机械能的转换规律时，必须研究清楚气体的性质。为了揭示气体的压力、体积、温度之间的关系，英国化学家波义尔、法国物理学家马略特（图2）经过大量实验，深入发现了质量、温度不变的情况下，空气的压力与体积成反比。1802年法国物理学家盖·吕萨克发现了质量、压力不变时，体积与温度成正比。1787年，法国物理学家查理发现质量、体积不变时，压力与温度成正比。1834年，克

拉贝龙综合上述科学家的研究发现，获得克拉贝龙方程式，即理想气体方程式，为指导量化实际气体的性质提供重要的理论基础。1953年，我国侯虞钧教授与美国科学家合作提出了马丁-侯方程，是世界公认的精确的实际气体状态方程之一。侯虞钧教授在美国博士毕业后于1955年回到祖国，1981年他又独立对方程进行改进，使之能用于液相及相平衡的计算，广泛用于化工、热能、制冷工程领域，取得了系统而有成效的成果。该案例使学生真正领会到侯虞钧教授身上严谨治学、潜心研究、不畏艰苦、勇攀高峰的科研精神。



图2 对气体状态方程做出贡献的国内外科学家

(4) 鼓励学生参与实际工程问题的解决，培养学生的探索精神和求真精神。

鼓励学生针对某一地区的太阳能热水器进行热力性能优化设计。运用工程热力学中能量转换和传递的原理，分析太阳能热水器的工作过程，明确影响其热力性能的关键因素，如集热器的集热效率、水箱的保温性能等。培养学生运用科学理论分析问题的理性精神。引导学生调研现有太阳能热水器结构和技术，对传统设计方案进行批判质疑，提出多种创新思路，如采用新型的集热材料、优化水箱的内部结构以减少热损失等。

5 结语

热工基础课程作为一门重要的专业基础课，在融入科学精神培养方面具有独特的优势和丰富的途径。在明确科学精神内涵的基础上，通过践行成果导向教育理念、课程综

述以及新工科视角下的产学研结合，设计科学精神的培养路径。文中的案例阐明了如何将科学精神培养融入热工基础教学中。在未来教学实践中，结合更多实际案例，使学生在掌握热工基础知识和技能的同时，树立起坚定的科学精神，为其今后从事科学研究和工程实践奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 袁东升. 基于科教协同育人的研究性教学体系创新与实践——以工程热力学与传热学课程为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(21): 78-81.
- [2] 段伟文. 学术道德与学术规范[M]. 北京: 中国广播电视出版社, 2012.
- [3] 张秀华. 总体性辩证法下科学精神与工匠精神融合及其实践语境[J]. 阅江学刊, 2023(03): 5-15
- [4] 吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(02): 1-8.