

新工科背景下热力基础与流体力学的融合式教学

李彬 张璇

浙江农林大学 光机电工程学院

摘 要：新工科建设对工程类本科教育提出了重实践、重创新和提高跨学科综合应用能力等方面的要求，热力基础与流体力学作为能源动力、交通运输、机械工程等众多工科专业的核心基础课程，其教学质量直接影响着本科人才培养的质量。本文深入分析热力基础与流体力学两门课程的内在结合点，提出两者相互融合的教育方法和教育手段，为构建适应新工科发展的热流课程教学体系、培养解决能够复杂性工程问题的高素质工程技术人才提供参考。

关键词：新工科；热力基础；流体力学；教学融合；教学改革

引言

在新一轮科技革命和产业变革形式的推动下，为应对新型制造业和信息科技等新兴产业对工程教育的要求，我国提出了以培养具有跨学科、创新思维和工程实践能力的高素质人才为目标的“新工程”建设战略。热力基础与流体力学是工科专业知识体系的重要组成部分，两门课程分别聚焦热能传递与流体运动的基本规律，在工程实践中存在高度关联性^[1]。

然而当前我国众多高校的热力基础与流体力学课程采用各种独立的方式开设，由此造成相关知识体系的割裂^[2-4]。因此，探索新工科要求下热力基础与流体力学教学的结合路径，打破课程之间的壁垒，构建一体化教学体系，具有重要的理论价值与实践意义。本文从本科教育培养目标出发，通过分析两门课程的知识体系与结合点，设计融合式教学方案，为热流体类课程教学改革提供新思路。

一、新工科培养要求

新工科建设以“通专融合、产教融合、科教融合”为核心理念，对本科工程教育的培养目标、培养模式和教学内容提出了全新要求，为热力基础与流体力学教学改革指明了方向^[5]。

（一）培养目标：聚焦复合型创新人才

新工科的本科工程教育不再局限于单一学科知识的传授，它要求学生不仅掌握专业内的基本理论、基本方法和基本技能，还需要跨学科的知识，解决复杂工程问题的思维和能力。同时强调创新能力的培养，鼓励学生具有创新意识和应对新兴产业挑战的实践能力，在复杂工程场景中探索新技术、新方法。

（二）培养模式：强化实践与跨界融合

新工科的另一个特点体现在突破传统学科之间的界限，实现多专业知识体系的融合。如热力基础和流体力学与智能转备、人工智能、自动控制等学科的交叉，以突出解决实际工程问题的能力。

（三）教学内容：凸显前沿性与实用性

新工科教育要求在新技术和工程案例的及时融入下，紧跟产业发展和科技进步的教学内容。注重教学内容的实用性，围绕工程实践中的核心问题，以满足行业对高素质工程人才的需求为目的，培养学生解决实际问题的能力^[6-7]。

二、热力基础与流体力学的课程关联与可融合性

（一）理论基础的统一性

《热力学基础》主要分析热能在各种能量之间的转换，以及提高热效率的途径。流体力学主要研究流体的静力学、动力学和运动学，以及在此过程中的能量转换和损失。两者同属于流体微观物理在宏观上的反应，因此它们相互依存，存在着深刻的内在关联性^[6-9]。尤其是表现在热力学第一定律的能量守恒与转换，与流体力学的能量方程式的内在统一性上。

（二）教学方式的统一性

热力基础与流体力学均需要借助高等数学工具进行深刻的推演。如微分、积分等公式在热力学中膨胀功的计算、应用热力学第二定律对过程能否发生的判断、传热微分方程的求解；同时在流体力学中上述高度数学工具也广泛应用在压力作用中心的求解，输运方程求解，以及动态流体相关物理量在空间和时间上变化等，如此贯穿了教学方式和教学手段的融合。

课题项目：“产学研赛”闭环融合式《热力基础与流体力学》教学改革与实践（项目编号：JG2025038）。

作者简介：李彬（1984—），男，博士，副教授，研究方向为农产品加工与检测技术。

(三) 工程系统的关联性

在工程实践中,热力过程与流体运动往往相互耦合、不可分割,形成统一的热流体系统。热力设备的运行离不开流体的流动和传热过程,如燃料燃烧产生的热能在锅炉内通过热对流和热传导向工质传递的同时,工质的流动特性又直接影响着传热效率的发挥;制冷剂在制冷系统中的流动状态决定了热工在蒸发和冷凝过程中的性能,热工参数的变化使制冷剂的流动特性发生变化。这种工程系统的关联性使得热力基础与流体力学的知识必须协同运用才能解决实际问题。例如,在分析热交换器性能时,要实现工程系统优化设计的关键,不仅要通过热学的基本知识来计算热传递的效率和能量损耗,还要借助流体力学的知识,对流场分布和流动阻力进行分析。

(四) 研究方法的互补性

热力基础的研究内容为不涉及核能、化学能等微观粒子的热运动过程中的能量变化;流体力学的研究方法表现在采用宏观的方法去探索物质微观能量的变化。在面对复杂工程问题时,尤其是在大型工程项目和高精尖设备的设计时,需要两者的有机结合^[6]。如在高性能发动机的设计、火箭发射冷却系统等领域,二者研究方法的互补,体现了人类的科技进步,是新工科的必然要求。

(五) 前沿技术的融合性

随着科技进步,在前沿技术应用领域热力基础与流体力学的技术性结合更加紧密。如超临界二氧化碳布雷顿循环中,若要提高其热效力,不仅需要热力知识以优化其设备的运行参数,又需要应用流体力学的专业知识去分析超临界流体的运动参数^[7]。而计算流体力学技术能够实现热、流场的同时模拟、运行仿真和参数输出。即计算设备通过场的计算,不仅可以热能量的实时模拟,同时还能够显示流体的流动状态和参数数值;这项技术可以广泛应用在桥梁、大厦等建筑的危险性测试等领域^[10-12]。

三、热力基础与流体力学的理论教学融合方法

基于两门课程的内在结合点,结合新工科教育的培养要求,本文提出“知识整合、教学方法创新、实践强化和改革考核方式”的理论教学融合路径,构建一体化教学体系。

(一) 课程内容的贯穿,实现知识的系统化整合

重构热力学与流体力学的课程内容教学体系,按照“基础知识—锻炼强化—工程实践—前沿科技”的教学方式进行展开,构成理论教学和能力应用的阶梯式发展。其中基础知识为两门课的共性理论和数学应

用方法,锻炼强化铸造学生对热力学公式和定理的应用能力,工程实践主要是解决典型的复杂工程问题,前沿科技关注于最新的行业高级动态和技术关键,尤其是在热流学的结合领域内的应用。

(二) 创新教学方法,促进深度学习

案例式教学采用都江堰水利工程、孔明灯等案例为引导,在知识教学的同时,展示了中华优秀传统文化,培养了学生的爱国主义精神。教师利用“学习通”软件,结合线下教育和线上资源的互补,从而提高教学效率与效果。而课后的实践作业,通过让学生自主发明一款热工或者流体设备,以实现特定的用途,教学方法的多样性、创新性和自由性能够激发学生的兴趣,达到学以致用目的。

(三) 强化实践教学,提升解决工程实际问题的能力

按照新工科教育理念的培养要求,本科教学需实现从理论到仿真,再到实验和工程等依次环节。仿真分析采用 Flotherm、SolidWorks Flow Simulation 和 Fluent 等,通过模拟桥梁垮塌等典型案例中的热力学还和流体力学现象对结果进行分析。实验教学采用喷管中气体流动、伯努利和毕托管等实验装备进行,经过实验装置的改造,考虑温度对流体参数的影响,将热力学与流体力学的知识进行融合,实现教学和实践一体化。

(四) 改革考核评价方式,引导全面发展

改革后的方案更加突出过程性考察的意义。过程性评价的内容包括课堂参与度、课程设计新颖性、案例分析、实验操作与动手能力、分组探讨、知识拓展等项目,如此可以较为全面地考察和评价学生的综合能力,从而开发和引导学生探索知识的欲望,并通过实践性的活动实现能力的提高。

四、结论与展望

新工科建设为本科工程教育改革带来了机遇与挑战,热力基础与流体力学作为核心基础课程,其教学融合是培养复合型创新人才的必然要求。本文通过对两门课程知识体系和内在结合点的分析,提出了教学与实践强化并行的路径,并结合相关工程案例和前沿技术进行知识的应用进行强化,为教学改革提供了切实可行的借鉴。在此过程中学生的专业基础知识、工程思维能力,以及工程应用能力都能够得到有效的锻炼。通过不断的教学改革,培养具有热流体工程的系统性思维、跨学科整合能力和创新实践能力的高素质人才,为新型工科建设提供坚实的人才支撑,为高质量发展我国新兴产业助力。

参考文献:

- [1] 教育部 工业和信息化部中国工程院关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见 [J]. 中华人民共和国教育部公报, 2018(10):13-15.
- [2] 林名桢.《工程热力学》绪论课程思政教学新探索——以新能源科学与工程专业为例 [J]. 内蒙古石油化工, 2025, 51(8):40-43.
- [3] 霍政宇, 万明月. 人工智能背景下工程热力学实验教学改革与探索 [J]. 中国科技论文在线精品论文, 2025, 18(2):37-39.
- [4] 玄伟伟, 罗春欢, 顾君萍, 等. 基于思维导图的工程流体力学混合式 PBL+ 翻转课堂教学 [J]. 中国冶金教育, 2025(5):39-42.
- [5] 朱爱华, 杨建伟, 刘永峰, 等. 新工科背景下建筑类专业热流体工程教学改革与实践 [J]. 中国建设教育, 2022(4):68-71.
- [6] 董泽新, 吴硕岩, 叶芳, 等. 基于 WRF 模式的 CFD 与 LSTM 技术对低空风切变数值模拟研究 [J]. 高原气象, 2025, 44(2):546-562.
- [7] 徐茂, 胡娅敏. 基于数字孪生的桥梁致灾气象研究与防控建议 [J/OL]. 广东气象, 1-5[2025-11-15]. <https://link.cnki.net/urlid/44.1353.P.20251016.1808.002>.
- [8] 郁岚.《工程热力学》和《工程流体力学》课程的联系 [J]. 山东电力高等专科学校学报, 2004(1):14-15.
- [9] 张艳梅, 刘洪波. 新工科背景下建筑类专业热流体工程教学改革与实践 [J]. 高等建筑教育, 2024, 33(5):102-108.
- [10] 兰齐兵, 马悦, 廖乃冰, 等. 一种新型超临界 CO₂ 布雷顿循环优化设计 [J/OL]. 推进技术, 1-24[2025-11-04]. <https://link.cnki.net/urlid/11.1813.V.20250822.1259.001>.
- [11] 钟晓斌. 桥梁垮塌事故频发的原因分析及对策思考 [J]. 交通世界, 2019(29):18-20.
- [12] 史忻宇, 李强. 2020 年洪水导致桥梁垮塌的调查 [J]. 中国科技信息, 2021(1):76-77.