Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 1085-1091
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112477

Hans汉斯

新工科背景下《工程热力学》课程教学探索与实践

胡永红[1]，钱立冰[1]，张雨欣[1]，毛彩霞[2*]，陈志远[2]，刘宏章[1]，杜纪富[1]，刘　哲[2]，汪志伟[1]

[1]湖北科技学院核技术与化学生物学院，湖北　咸宁
[2]湖北科技学院电子与电气工程学院，湖北　咸宁

收稿日期：2026年10月7日；录用日期：2026年11月6日；发布日期：2026年11月17日

摘　要

文章探讨新工科背景下《工程热力学》课程的教学探索与实践。结合该课程的教学目标与主要内容，通过挖掘相应的思政元素、创新教学方式和评价方式，对《工程热力学》课程进行教学实践改革，以提升教学质量，有效实现知识传授、能力培养和价值引领。通过教学实践，学生学习目标明确，课堂参与度明显提高，学习效果提升显著。授课对象为湖北科技学院核工程与核技术专业的大二学生，研究结果表明改革措施有助于提升教学质量和学生综合素质。

关键词

新工科，成果导向，持续改进，《工程热力学》

Exploration and Practice of "Engineering Thermodynamics" Course Teaching under the Background of New Engineering Disciplines

Yonghong Hu[1], Libing Qian[1], Yuxin Zhang[1], Caixia Mao[2*], Zhiyuan Chen[2], Hongzhang Liu[1], Jifu Du[1], Zhe Liu[2], Zhiwei Wang[1]

[1]School of Nuclear Technology and Chemistry & Biology, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei
[2]School of Electronic and Electrical Engineering, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

Received: October 7, 2026; accepted: November 6, 2026; published: November 17, 2026

[*]通讯作者。

文章引用: 胡永红, 钱立冰, 张雨欣, 毛彩霞, 陈志远, 刘宏章, 杜纪富, 刘哲, 汪志伟. 新工科背景下《工程热力学》课程教学探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 1085-1091. DOI: 10.12677/ae.2026.16112477

Abstract

This paper explores the teaching exploration and practice of "Engineering Thermodynamics" in the context of New Engineering Disciplines. Combined with the teaching objectives and main content, corresponding ideological and political elements are identified, teaching methods and evaluation methods are innovated, and teaching practice reform is carried out for the "Engineering Thermodynamics" course, so as to improve teaching quality and effectively achieve knowledge impartation, ability cultivation, and value guidance. Through teaching practice, students have clear learning objectives, significantly improved classroom participation, and notably enhanced learning outcomes. Our target students are sophomore students majoring in Nuclear Engineering and Nuclear Technology at Hubei University of Science and Technology. The research results indicate that our reform measures contribute to improving teaching quality and students' comprehensive qualities.

Keywords

New Engineering Disciplines, Outcome-Based, Continuous Improvement, "Engineering Thermodynamics"

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

《工程热力学》是湖北科技学院核工程与核技术专业学生的必修课程。以往工程热力学教学多基于教材内容，以课堂讲授为主，教学方法较为单一，学生课堂参与度低、学习兴趣不高，学习效果一般。根据 2016 年全国高校思想政治工作会议精神和指示，结合教育部发布的《教育部高等教育司关于开展“新工科”研究与实践的通知》的文件精神，围绕工程教育改革的新理念、新结构、新模式、新质量、新体系开展新工科研究与实践[1]。《高等学校课程思政建设指导纲要》中提出，“课程思政建设要紧紧围绕全面提升人才培养能力这个核心点，在全国所有高校、所有学科专业全面推进”[2]。因此，在新工科建设背景下，《工程热力学》课程教学面临以下几方面的新要求：1) 教学目标从知识传授转向能力与素养并重。新工科要求“以学生为中心，以成果为导向”的教学理念，坚持知识、能力、素养相融合的课程目标。教学目标不再局限于热力学基本概念和公式的掌握，而是需要培养学生从实际问题抽象为理论、运用理论分析和解决工程问题的综合能力。同时，要注重培养学生的创新思维和工程意识，使其能够应对能源动力领域不断涌现的新挑战。2) 教学内容需紧密对接工程实践与学科前沿。传统教学已无法适配新工科人才培养需求。新要求包括：将科研案例融入教学，如引入有机朗肯循环等前沿内容，让学生理解知识的迁移运用；结合国家“双碳”目标、能源安全等重大需求，将科学原理与国家战略、工程伦理、社会责任相联结；教学内容还需考虑与前修课程(如大学物理)和后续课程(核反应堆物理分析)的关联，避免重复，将更多时间留给学生尚未深入接触的热力学循环等内容[3]。3) 教学方法需从被动接受转向主动探究。新工科强调以学生为中心，推动从被动学习向主动学习、从模仿式学习向探究合作式学习的转变。具体教学方式包括：采用问题驱动法，以启发式问题引导学生思辨；结合生活现象和工程案例(如航空动力循环、高超音速飞行器热防护等)讲解难点概念；引入案例式教学、线上线下混合模式，提升学生工程思维和解决复杂工程问题的能力。数智赋能背景下，还需探索融合生成式人工智能工具、虚拟现实等新

教学方法。4) 价值引领需有机融入专业教学。新工科背景下，《工程热力学》课程需承担“知识传授、能力培养和价值引领”三位一体的育人功能。要求挖掘课程中蕴含的科学精神、家国情怀、工匠精神及生态文明等思政元素，例如通过热力学第二定律类比人生哲理、通过能源转化效率引入“双碳”计划培养节能环保意识、通过制冷循环引入担当奉献精神等。思政融入需做到“有机融合”，而非生硬附加[4]。5) 考核评价需多元化、过程化。新工科要求改变单一依赖期末考试的考核方式，构建过程与结果并重的多元化评价体系。需增加对课程思政的过程考核，建立能综合评价学生创新思维、理论联系实践、团队协作等方面能力的考核机制。6) 需适应学分压缩与学时减少的现实约束。当前高校普遍面临学分压缩、授课学时减少而教学内容持续增加的矛盾。这要求教师优化知识体系重构，提高课堂教学效率，线上资源作为辅助而非替代课堂核心教学[5]。

2. 《工程热力学》的专业定位及课程性质

核工程与核技术专业的《工程热力学》课程性质为专业必修的技术基础课(专业核心课)，在核工程专业课程体系中处于承上启下的关键定位，属于机械、能源动力类专业的主干课程。课程通常在本科二年级开设，先修课程为高等数学和大学物理，为后续专业课程的学习奠定热力学理论基础。在核工程专业的课程体系中，它与工程流体力学、传热学共同构成“热工水力”课程群，是核反应堆热工分析等核心专业课的直接基础。从核工程专业的培养目标来看，该课程主要承担以下功能：1) 为核动力系统分析提供理论基石。《工程热力学》研究热能与其他能量转换的基本规律，核工程专业的学生需要通过该课程掌握热–功转换原理、工质热力性质、热力循环分析方法，这些知识是理解压水堆二回路蒸汽动力循环(朗肯循环、再热循环、回热循环)的基础。2) 支撑毕业要求的多个指标点。根据核工程专业培养方案，该课程主要支撑“工程知识”和“问题分析”，部分院校的后续课程(如热力系统设计与实践)还将其作为先修课，支撑“设计/开发解决方案”指标点。3) 培养工程思维与抽象分析能力。课程目标包括：掌握热力学基本概念与定律、掌握工质热力性质及其计算方法、掌握热力过程与循环的图示分析与定量计算、初步具备将实际工程问题抽象为理论模型的能力。这些能力是核工程技术人员从事核电厂热力系统设计、运行与优化工作的基本素养[6]。

3. 教学改革思路

新工科背景下，《工程热力学》课程教学改革可围绕以下思路展开：1) 重构教学目标：从知识本位转向能力与素养并重。2) 优化教学内容：对接工程前沿与国家战略。3) 创新教学方法：以学生为中心，推动主动探究。4) 有机融入课程思政：实现价值引领。5) 改革考核评价：过程与结果并重，多元化评价。6) 持续改进机制：形成“评价–反馈–改进”闭环。

4. 教学改革措施

4.1. 重构教学目标：从知识本位转向能力与素养并重

以“成果导向教育”理念为指引，确立知识、能力、素养三位一体的课程目标。在知识层面，要求学生掌握热力学基本概念、定律及工质热力性质；在能力层面，重点培养学生将实际工程问题抽象为热力学模型、运用热力学方法分析和解决复杂工程问题的能力；在素养层面，融入科学精神、工程伦理、家国情怀和生态文明意识，实现价值引领。教学目标需可衡量、可评价，并与毕业要求指标点形成明确映射关系。目标 1：通过了解能源利用科学和热能工程技术方面的基础知识和前沿发展动态，尤其是在能源开发利用和环境保护等方面的国内外新技术和发展趋势，结合我国在能源利用方面的发展历史和现状，了解提高能源利用率和热能利用的经济性是我国能源资源可持续发展战略的关键因素。在国家建设和民

族复兴的新时代背景下，节能减排和保护环境更是我国能源绿色开发利用的重大科技战略。通过学习国内外工程热力学科学和工程技术领域学者和专家的爱国奉献先进事迹，培养学生的爱国精神，增强他们的家国情怀与文化自信，强化他们的责任担当意识，激发他们的建功立业使命感，让他们树立投身科学研究和技术创新的远大理想。目标 2：掌握工程热力学基本概念和知识，能理解和熟练运用工程热力学基本定律和定理，分析各种热力过程的热力学参量的变化，计算热力过程的效率和可用能损失。目标 3：掌握工质(理想气体或水蒸气等)的基本物理性质、实际气体工质的性质及热力学状态参量之间的一般热力学关系式，能熟练运用于实际工程热力学过程的分析和计算。目标 4：理解和运用气体和蒸汽的基本热力过程及规律，掌握气体和蒸汽的流动过程中流速、喷管截面积与压强和比体积等状态参量之间的关系。学会喷管中流速和压强的计算分析和喷管形状的设计。了解压气机、活塞式内燃机、蒸汽动力装置和制冷循环装置的结构、工作原理和热效率。掌握这些热设备中热力循环或热力过程的分析方法。毕业要求 1：树立正确的人生观和价值观，乐于思考，积极向上。具备爱国奉献精神，团队合作精神，坚定民族自信，具备开拓创新意识和精神。具备节能减排、环境保护意识，理解和支持国家能源可持续发展战略。毕业要求 2：掌握工程热力学基本知识和规律、方法，并能运用这些基本知识和方法对基本热力过程进行分析和计算。毕业要求 3：掌握实际热力过程和循环的简化、建模和分析计算的方法，具备分析和解决各类实际热力问题的能力。具备工科技术人才必须的理论联系实际能力和较强的逻辑思维能力。

4.2. 优化教学内容：对接工程前沿与国家战略

一是精简经典推导，强化工程应用。压缩纯公式推导课时，将节余时间用于热力循环分析、工程案例讨论等环节。二是融入学科前沿与科研成果。将有机朗肯循环、超临界二氧化碳循环、核能热利用等前沿内容引入课堂，使学生了解热力学在能源领域的最新应用。三是对接国家战略需求。结合“双碳”目标、能源安全等重大需求，引导学生理解热力学原理在核能、太阳能、储能等领域的工程价值。四是做好课程衔接。明确与大学物理、后续专业课程的边界，避免内容重复，将有限学时留给学生尚未深入接触的内容。合理利用教学模型进行直观教学。例如，采购了 K006 (斯特林发动机)立式锅炉蒸汽机模型。课堂上，讲解该蒸汽机模型结构和工作原理，给学生直观的学习体验。课后，安排学生动手操作，进行实验演示，进一步培养学生对课程内容的学习兴趣，巩固和增强学习效果。例如，31009 柴油机模型，演示四冲程单缸柴油机的基本结构和工作原理；微型汽轮机模型，根据模型直观结构，详细介绍工质进入汽轮机之后，流速、压力、温度比体积等状态参量的变化和热能与机械能的转化，以及机械能的传递过程。

4.3. 创新教学方法：以学生为中心，推动主动探究

一是问题驱动与案例教学。以启发式问题引导学生思辨，结合航空动力循环、核电站热力系统等工程案例讲解难点概念。二是线上线下混合式教学。利用线上资源完成基础知识预习和课后巩固，课堂时间用于重难点讲解、小组讨论和随堂练习。三是引入数智化工具。探索生成式人工智能辅助教学、虚拟仿真实验等手段，帮助学生直观理解热力过程和循环。四是强化课堂互动与实践。通过随堂测验、小组汇报、课堂练习等方式提高参与度，让学生在“做中学”。布置课堂练习，并要求课后马上交作业，且作为平时考核成绩计入课程总成绩。例如，绘画某循环的压力－比体积图和温－商图。课堂上要求学生不仅眼看耳听，还要动手动笔更加动脑，加深课堂学习的效果。加强课堂提问环节教学和评价管理。课堂上随机抽取几名同学回答问题，或者交流讨论某个议题。根据回答情况与标准答案对比，判定回答是否有效。按照完全有效、部分有效和完全无效三个等级分别记两分、一分和零分，并按照课堂表现成绩最后计入课程总成绩。

根据每章教学重难点知识，设计启发性问题，构成系统的问题和标准答案库。例如，第一章绪论部分，设置如下几个问题：1) 热能利用的形式有哪些？2) 自然界中可被人们利用的能量有哪些？3) 我国能源利用中存在的主要问题？4) 《工程热力学》的主要内容有哪些？5) 不同结构的热机有哪些不同的工作特性？鉴于篇幅有限，标准答案省略。第二章，设置如下几个问题：1) 热力学第一定律的表述及实质是什么？2) 热力学第一定律基本能量方程是什么？3) 稳定流动特征和局部平衡概念是什么？4) 技术功的概念和 pV 图上的表示方法是什么？5) 热力学第一定律的第一解析式和第二解析式及其关系？第三章，设置如下几个问题：1) 实际气体简化为理想气体条件？2) 迈耶公式的推导？3) 分析气体和蒸汽的性质的重要性？4) 理想气体的基本假设有哪几点？5) 水定压加热汽化过程中的几个重要状态点是什么？第四章，设置如下几个问题：1) 理想气体混合物的分压力定律、分体积定律？2) 如何确定混合物的比热容、热力学能、焓和熵等参数？3) 理想气体混合物与湿空气的异同？4) 湿空气相对湿度及含湿量定义？5) 应用解析法或图表确定湿空气的各参数？第五章，设置如下几个问题：1) 气体和蒸汽基本的热力过程有哪几种？2) 如何在 p-v 图和 T-s 图上画出这些基本过程定性曲线？3) 指出 p-v 图和 T-s 图上温度、比体积等状态参数变化趋势，结合热力学第一定律综合分析过程的能量变化特征？4) 计算水蒸气定压过程的换热量和等熵过程的功？第六章，设置如下几个问题：1) 热力学第一定律和热力学第二定律的关系？2) 卡诺循环和卡诺定理的表述？3) 熵和热力学第二定律的数学表达式？4) 熵方程与孤立系统熵增原理？5) 系统的作功能力(㶲)及熵产与作功能力损失？为了节约篇幅，第七章至第十二章设置的问题举例不在此一一列举。

4.4. 有机融入课程思政：实现价值引领

挖掘课程中蕴含的思政元素，做到“有机融合”而非生硬附加。例如：通过热力学第二定律的不可逆性类比人生哲理，引导学生理解方向选择的重要性；通过能源转化效率与“双碳”目标，培养节能环保意识和可持续发展理念；通过核能热力系统案例，融入担当奉献精神和国家安全意识；通过中国科学家在热力学领域的贡献，激发民族自豪感和科学报国热情。例如，绪论中课程思政教育，举例说明我国近代学者对工程热力学的贡献。布置作业，要求学生课后查阅严家禄、吴仲华、侯虞钧、陶文铨、林宗虎、黄旭华、黄文虎、倪维斗、郭永怀、钱学森等学者在工程热力学领域的造诣和贡献以及生平事迹，撰写学习心得体会。根据所提交的学习心得体会的思想觉悟情况，给予相应的评分，且以课程思政学习成绩计入最后课程总成绩。基于(但不限于)以下几条评判标准：1) 是否理解这些学者的爱国奉献精神。2) 是否具有民族文化自信，是否理解团队合作的重要性。3) 是否理解学者们坚持不懈、艰苦奋斗、勇于探索创新的精神与家国情怀。

4.5. 改革考核评价：过程与结果并重，多元化评价

一是提高过程性考核比重，将课程思政、课堂互动、课后作业、课堂考勤、期中考试等纳入平时成绩，形成多维度评价体系。二是丰富考核形式，增加图形分析、工程案例分析、小组项目等题型，重点考查学生分析问题和解决问题的能力。三是建立课程目标达成度评价机制，定期分析各考核环节的达成情况，识别薄弱环节并持续改进。四是引入学生自评与互评，在小组项目中培养学生的批判性思维和协作能力。增加月考和期中考试环节，考试成绩按照一定比例计入最后课程总成绩。督促学生学完一章内容之后做学习总结和复习。避免学生开始两三个月不系统复习巩固，到最后考试前一个星期突击同时复习几门专业课。加强课堂学习笔记和听课总结的管理。要求学生养成做课堂笔记的习惯，自觉提高分析和总结知识重难点的能力。要求学生在教材上做批注或标记，便于课后复习巩固。学期末，根据每位同学教材上的学习标记情况进行打分，并以课堂学习表现分计入最后课程总成绩。

4.6. 持续改进机制：形成“评价－反馈－改进”闭环

建立常态化的教学反思与改进机制。每轮教学结束后，基于课程目标达成度数据、学生反馈和同行评议，系统分析教学中存在的问题，制定针对性改进措施。重点关注图形分析、计算题等薄弱环节，加强课堂训练和课后练习的监督落实。同时，跟踪毕业生和用人单位的反馈，动态调整教学内容和方法，确保课程持续适应新工科人才培养需求。鼓励学生提出专业相关问题，促进学生深入思考，引导帮助积极主动思考和学习的学生培养和形成研究探索的兴趣和能力。

5. 教学实践数据对比分析

为了争创一流专业，本专业团队教师积极进行教学改革创新，近几年教学质量稳步提升。将湖北科技学院核工程与核技术专业 2025 年和 2026 年《工程热力学》课程的期末考试成绩与课程总评成绩的数据进行对比分析。平时成绩由课程思政实践、作业、考勤、课堂练习、互动成绩组成。课程总评成绩由平时成绩、期中考试成绩和期末考试成绩等按照一定权重加和构成。总体情况：2025 届(2023 届学生，45 人)与 2026 届(2024 届学生，48 人)《工程热力学》课程总评成绩对比如图 1 所示：

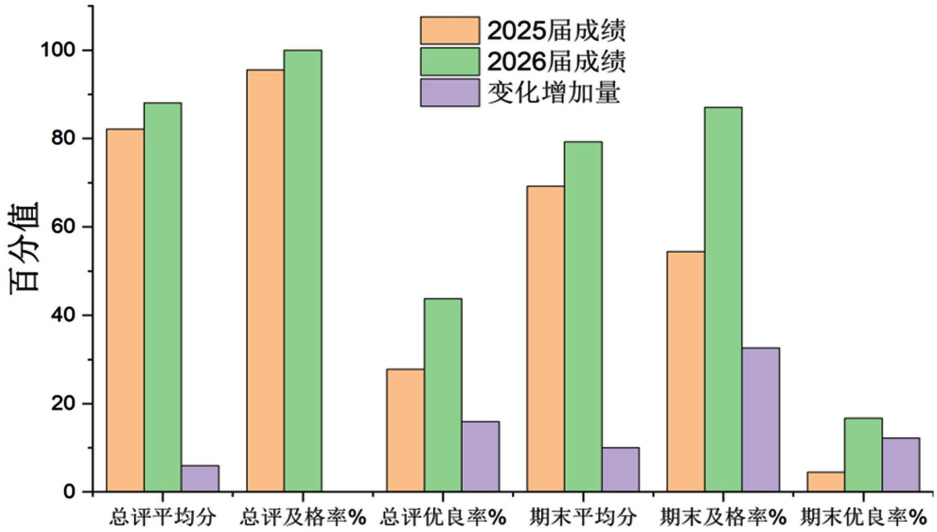


Figure 1. Comparison of overall course assessment scores in “Engineering Thermodynamics”
图 1. 《工程热力学》课程总评成绩对比图

由图 1 可见：1) 整体进步明显：2026 届总评平均分、及格率、优良率均显著高于 2025 届，期末成绩提升尤为突出(+10.03 分)。2) 过程性考核与终结性考核的落差缩小：两届平时与期末分差分别为 18 和 13 分，说明平时成绩和期末考试成绩的偏差逐渐缩小、区分度得到一定提高和改善。3) 图形分析能力提升明显：2026 届图形分析题达成度较 2025 届提高 23.3 个百分点，表明图形分析题方面的教学改进产生了良好的效果。4) 计算题能力提升显著：2026 届计算题达成度较 2025 届提高 23.51 个百分点，表明计算训练方面的教学改进产生了效果。5) 课程目标达成度全面提升：2026 届三个课程目标达成度均高于 2025 届，总目标达成度从 82.13%提升至 88.08%，课程整体教学质量呈上升趋势。

6. 总结与展望

上述数据说明，围绕新工科背景下《工程热力学》课程的教学改革思路——包括教学目标重构、教学内容优化、教学方法创新、课程思政有机融入、考核评价多元化等——在实践中是有效的，学生学习

目标更加明确，课堂参与度提高，综合运用热力学知识分析工程问题的能力有所增强。尽管教学改革取得了一定成效，但仍需正视存在的不足。下一阶段，拟从以下方面持续改进：一是进一步跟踪课程目标达成度数据，建立“评价–反馈–改进”的常态化闭环机制，针对薄弱环节及时调整教学策略；二是结合核工程专业特点，进一步挖掘热力学原理在核动力系统中的应用案例，强化工程实践导向，提升学生解决复杂工程问题的能力；三是关注数智化教学手段的应用，探索生成式人工智能、虚拟仿真等工具与课堂教学的深度融合，不断提高教学效率和质量。

通过持续的教学改革与实践，力争将《工程热力学》课程建设成为支撑核工程与核技术一流专业人才培养的高质量课程，为培养具有扎实理论基础、较强工程能力和高度社会责任感的新工科人才提供有力支撑。

基金项目

本项目获湖北科技学院教学研究项目(2019-XB-018)、湖北省高等学校省级教学研究项目(2024464)、湖北省高等学校实验室研究项目(HBSY2024-13)支持。

参考文献

[1] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL]. 2017-02-20. https://jyt.shaanxi.gov.cn/gk/zc/gfxwj_20255/gfxwj_20254/201703/t20170320_3414409.html, 2026-10-11.

[2] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. 2020-06-01. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2026-10-11.

[3] 刘红姣, 王小雨, 晋梅. 新工科背景下工程热力学课程思政建设探索[J]. 高教学刊, 2023, 9(21): 153-156.

[4] 奚迪. 高校课程思政平台建设的意义及对策研究[J]. 教书育人(高教论坛), 2019(12): 57-59.

[5] 郝根彦. 学科竞赛对工科学生创造力的培养效能与改进策略——以某“双一流”重点建设学科高校为例[J]. 科技管理研究, 2021, 41(23): 150-156.

[6] 聂会宇. 应用型本科院校教师发展探究——评《应用型人才培养的理论与实践》[J]. 中国教育学刊, 2019(9): 137.