

双碳视域下新能源科学与工程专业《传热学》教学改革研究

赵 晶*, 甘 浪, 蒋大鹏, 田 红, 赵 斌

长沙理工大学能源与动力工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2026年6月6日; 录用日期: 2026年7月7日; 发布日期: 2026年7月16日

摘 要

“双碳”战略推动我国能源结构加速转型, 新能源科学与工程专业成为培育绿色低碳复合型人才的重要载体。《传热学》作为该专业的核心基础课程, 其教学质量直接影响人才培养成效。本文结合新能源专业跨学科、重前沿、强实践的特点, 剖析当前课程存在内容与前沿适配不足、理论与实践认知脱节、评价体系导向失衡三大核心痛点, 从模块化内容重构、启发式混合教学创新、多元动态评价完善三方面探索改革路径, 并在关键环节融入DeepSeek、ChatGPT等人工智能工具优化教学过程。文章以“燃料电池热管理”为具体教学案例, 详细展示了模块化设计、AI赋能的启发式活动及过程性评价的实施细节。研究成果为工科基础课程教学改革提供了重要参考和借鉴。

关键词

双碳战略, 新能源科学与工程, 传热学, 教学改革, 人工智能

Research on Teaching Reform of “Heat Transfer” in the New Energy Science and Engineering Major from the Perspective of Dual Carbon

Jing Zhao*, Lang Gan, Dapeng Jiang, Hong Tian, Bin Zhao

College of Energy and Power Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan

Received: June 6, 2026; accepted: July 7, 2026; published: July 16, 2026

*通讯作者。

文章引用: 赵晶, 甘浪, 蒋大鹏, 田红, 赵斌. 双碳视域下新能源科学与工程专业《传热学》教学改革研究[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 499-504. DOI: 10.12677/ae.2026.1671395

Abstract

The “dual carbon” strategy promotes the accelerated transformation of China’s energy structure, and the new energy science and engineering major has become an important carrier for cultivating interdisciplinary talents with green and low-carbon competencies. As the core foundational course of this major, the teaching quality of “Heat Transfer” directly affects the effectiveness of talent cultivation. Considering the interdisciplinary, cutting-edge, and practice-oriented characteristics of the new energy science and engineering major, this article analyzes three major problems in the current course: insufficient alignment of course content with frontier developments, disconnection between theory and practical cognition, and imbalanced evaluation system orientation. It explores the reform path from three aspects: modular content reconstruction, innovation in heuristic blended teaching, and improvement of a multidimensional dynamic evaluation system, and integrates artificial intelligence tools such as DeepSeek and ChatGPT into key links to optimize the teaching process. The article takes “Fuel Cell Thermal Management” as a specific teaching case, detailing the implementation details of modular design, AI-empowered heuristic activities, and process-based evaluation. The research results provide important references and inspirations for the teaching reform of fundamental engineering courses.

Keywords

Dual Carbon Strategy, New Energy Science and Engineering, Heat Transfer, Teaching Reform, Artificial Intelligence

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

随着我国“碳达峰、碳中和”战略目标的持续推进，新能源产业迎来了快速发展机遇，太阳能发电、风力发电、氢能与燃料电池、新型储能等领域对高层次工程技术人才的需求不断增加[1] [2]。作为新能源科学与工程专业的重要专业基础课程，《传热学》在培养学生热科学基础理论、工程分析能力和创新实践能力方面发挥着重要作用[3] [4]，其教学质量直接决定学生后续专业学习的深度与工程实践能力的高度，是新能源专业人才培养体系中不可或缺的关键环节。

不同于传统能源动力类专业，新能源科学与工程专业具有跨学科属性突出、知识更新迭代快、实践场景前沿化、产业导向明确化等显著特征[5]。传统《传热学》教学模式多围绕锅炉、内燃机等传统能源设备构建内容体系，侧重常规工况下的传热理论计算，已难以适配新能源专业的人才培养需求。

近年来，工程教育改革逐渐从“知识传授中心”转向“能力产出中心”。成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念强调以学生最终学习成果为目标反向设计教学活动，已成为新工科改革的主流范式[6]。建构主义学习理论则主张知识是学习者在与情境互动中主动建构的，强调“情境”“协作”“会话”和“意义建构”四大要素，为案例教学和探究式学习提供了理论依据[7]。混合式教学(Blended Learning)将线上自主学习和线下课堂互动有机结合，被证明能有效提升学习效果[8] [9]。与此同时，DeepSeek、ChatGPT 等人工智能技术的快速发展，为高等教育教学创新提供了新的技术支撑[10]，其在资源整合、个性化辅导、智能辅助评价等方面的优势，为破解新能源专业《传热学》教学痛点提供了可行路径。基于

此, 本文依托长沙理工大学能源与动力工程学院新能源科学与工程专业教学实践, 结合校级教学改革项目研究成果, 紧扣专业特有属性, 探索适配“双碳”需求的《传热学》教学改革路径, 助力培养符合行业发展需求的高素质新能源人才。

2. 新能源科学与工程专业《传热学》教学核心痛点

(一) 课程内容与专业前沿适配性不足, 知识衔接断层

传统《传热学》教学体系与教材内容多聚焦传统能源设备的传热问题, 侧重稳态导热、常规对流换热等基础理论与通用计算方法, 而新能源专业核心应用场景呈现低温差传热、微尺度传热、极端环境传热、动态变工况传热等特征, 如质子交换膜燃料电池热管理、光伏组件的辐照-温度耦合传热、风电叶片低温防冰传热等内容, 在现有教学体系中涉及较少且缺乏系统性。同时, 新能源专业作为交叉学科, 生源涵盖机械、电气、材料、环境等多个方向, 学生数理基础与工程认知水平差异显著, 传统统一化教学内容既难以满足基础薄弱学生的知识吸收需求, 也无法为基础较好学生提供前沿拓展空间, 导致知识衔接断层, 学生难以将所学传热知识迁移至后续《氢能与燃料电池》《太阳能热利用原理与应用》等核心课程学习中, 难以形成完整的专业知识链条。

(二) 抽象理论与实践认知脱节, 学习效率偏低

当前《传热学》教学仍以“教师讲授+PPT演示”的传统模式为主, 教学过程中侧重公式推导与理论讲解, 缺乏互动探究、案例研讨与场景化演示环节, 学生长期处于被动接受知识的状态, 难以主动参与知识构建与逻辑思考。《传热学》核心概念抽象、公式体系复杂, 如辐射换热中的定向辐射强度、对流换热中的准则数关联式、非稳态导热的集总参数法等内容, 对学生抽象思维与数理能力要求较高, 传统单一化教学模式难以将抽象理论直观化、具象化呈现, 导致学生易出现概念混淆、公式死记硬背、知识应用脱节等问题, 学习效率与参与度偏低。此外, 新能源传热技术多处于行业前沿, 相关实验设备价格高昂、体积庞大, 部分场景存在高空、高压等安全风险, 校内实体实验室难以实现全覆盖, 传统实践教学以基础传热实验为主, 与新能源工程实际场景脱节, 学生无法直观感知新能源设备内部传热过程, 难以理解传热参数对设备性能的影响, 工程实践能力培养受到明显限制。

(三) 评价体系导向失衡, 过程考核与能力评价弱化

当前《传热学》课程评价仍以“期末考试为主、平时成绩为辅”的单一模式为主, 期末测试成绩占比普遍达到60%至70%, 平时成绩多侧重考勤、作业完成情况等基础指标, 评价维度单一、权重分配不合理, 缺乏对学生学习过程、实践能力、创新思维与综合素养的系统性考核。这种终结性导向的评价模式, 易导致学生出现“平时敷衍应付、考前突击记忆”的功利化学习心态, 难以引导学生注重知识理解、能力提升与思维拓展, 也无法全面、客观、公正地反映学生的综合学习成效。同时, 评价标准多聚焦理论知识点记忆, 忽视了新能源专业对工程应用能力、创新实践能力的核心要求, 与“双碳”背景下复合型人才培养目标不相匹配, 难以发挥评价对教学的导向与激励作用。

3. “双碳”背景下新能源专业《传热学》教学改革路径

(一) 重构模块化教学内容, 贴合新能源专业培养需求

针对传统教学内容与新能源专业前沿脱节、适配性不足的问题, 以新能源工程应用为核心导向, 重构“基础理论-新能源应用-跨学科拓展”三级模块化教学体系, 打破传统按知识点顺序编排的固化模式, 实现教学内容与专业培养目标的精准适配。基础理论模块聚焦热传导、对流换热、热辐射三大核心原理, 精简冗余的传统能源相关内容, 强化核心概念、基本定律与基础公式的逻辑关联, 兼顾不同基础学生的学习需求, 确保知识体系的系统性与完整性, 为后续应用学习筑牢根基; 新能源应用模块紧扣“双

碳”战略部署与行业技术前沿，系统整合太阳能集热器优化、燃料电池热管理、风电叶片防冰、储能电池温控、氢能储运传热等典型工程案例，替代传统通用案例，每个案例配套完整的传热模型、关键参数分析与工程解决方案，强化理论知识与专业场景的深度衔接，让学生清晰感知传热学在新能源领域的核心价值；跨学科拓展模块融合材料科学、电气工程、环境工程、能源系统工程等相关内容，系统讲解新能源设备中传热规律与材料选型、能效优化、环保减排、系统集成的内在关联，拓宽学生知识边界，契合新能源专业跨学科培养的核心要求。

在内容更新与分层设计环节，适度融入人工智能工具提升效率与适配性。借助 DeepSeek 和 ChatGPT 等人工智能工具强大的文献检索与归纳能力，快速梳理国内外新能源传热领域的前沿研究成果、行业技术报告与工程应用案例，精准筛选贴合教学实际的内容，定期更新教学案例库，解决传统内容更新滞后、与前沿脱节的问题；利用人工智能工具的自然语言生成能力，针对不同基础学生生成分层化知识点解析与拓展资料，为基础薄弱学生提供通俗化概念解读、公式分步推导过程，为基础较好学生补充前沿研究综述、拓展性思考题，兼顾不同层次学生的学习需求，提升内容适配度。

(二) 创新启发式混合教学，破解理论与实践脱节难题

摒弃单一 PPT 讲授的固化模式，构建“课前自主预习 - 课中互动探究 - 课后巩固拓展”的启发式混合教学模式，强化学生主体地位与师生双向互动，着力破解抽象理论理解难、理论与实践脱节的痛点。课前依托在线教学平台，精准推送预习微课、核心知识点梳理资料、基础自测题与预习思考题，引导学生自主梳理知识框架、标记疑难问题，教师通过平台后台数据精准定位学生预习中的高频易错点与共性困惑，为课堂教学重难点设计、案例选择与互动环节设置提供科学依据，提升课堂教学的针对性与有效性；课中采用“问题引导 + 案例研讨 + 可视化辅助”的多元教学方式，针对抽象概念与复杂公式，结合新能源工程实际设计递进式问题链，引导学生主动思考、分组讨论、交流观点，激发学生思维活力；同时借助可视化技术生成动态传热动画、过程仿真演示，将抽象的传热过程直观化、具象化呈现，把复杂公式推导与工程场景结合讲解，降低学生理解难度，让抽象知识变得可感知、可理解；课后推送分层化巩固习题、前沿拓展资料与行业解读文章，搭建常态化答疑渠道，及时回应学生学习疑问，形成课前预习、课中学习、课后巩固的完整教学闭环，有效解决传统教学中互动不足、答疑滞后、学生被动学习的问题。

在课堂互动与课后辅导环节，合理融入人工智能工具提升教学灵活性。课堂上针对学生提出的抽象概念疑问或复杂公式推导困惑，借助人工智能工具实时生成通俗化类比例、分步推导过程，快速回应学生疑问，避免课堂答疑不及时的问题；课后依托人工智能工具搭建智能答疑辅助渠道，学生可随时上传学习疑问，系统结合课程知识库提供精准解答，同时记录高频问题反馈给教师，帮助教师精准掌握学生学习薄弱点，优化后续教学内容与节奏，提升教学针对性。此外，在实践教学环节，依托虚拟仿真技术开发燃料电池热管理、光伏组件传热等前沿仿真模块，学生可自主调节参数观察传热效果变化，直观理解理论知识在工程实际中的应用，补齐实体实验难以覆盖前沿场景的短板，强化理论与实践的衔接。

(三) 完善多元动态评价，强化过程导向与能力导向

针对传统评价体系导向失衡、过程考核弱化、能力评价不足的问题，构建“过程性评价 + 综合性考核 + 创新性加分”的多元动态评价体系，优化权重分配，突出过程导向、能力导向与创新导向，充分发挥评价的诊断、激励与导向作用。过程性评价涵盖课前预习、课堂互动、课后作业、虚拟实验、小组研讨、实践报告等全教学环节，全面追踪学生学习全过程，重点考核学生学习态度、知识掌握程度、课堂参与度、实践操作能力与团队协作能力，占总成绩的 40%，实现从“重结果”向“重过程”的转变；综合性考核包括期末理论笔试与新能源传热综合案例分析两部分，占总成绩的 40%，理论笔试侧重核心基础知识的理解与应用，减少单纯记忆类题目，增加综合性、应用性题目；案例分析要求学生结合所学

传热知识,解决新能源工程实际问题,重点考察学生知识迁移能力、综合分析能力与工程应用能力,契合专业培养目标;创新性评价占总成绩的 20%,重点考核学生在科创竞赛、学术研究、创新实践项目及技术改进方案等方面的创新表现,充分激发学生创新热情,培养创新思维与实践能力。

在过程数据采集与案例评价环节,适度融入人工智能工具提升评价效率与客观性。借助人工智能工具的数据统计与分析能力,自动采集学生课前预习完成度、课堂互动参与率、虚拟实验操作数据等过程性信息,量化学生学习表现,减少人工统计误差,提升过程评价的客观性;在期末案例分析考核中,利用 AI 辅助批改功能,结合预设评分标准快速分析学生方案的合理性、知识应用的准确性,辅助教师完成初步评分,教师再进行复核校准,既提升评价效率,又保证评价公正性,全面、客观、公正地反映学生综合学习成效,引导学生从“被动应试”向“主动学习、主动实践、主动创新”转变,助力复合型人才培养目标实现。

4. 教学案例示范:以燃料电池热管理为例

为具体呈现上述改革路径的可操作性,本部分以“燃料电池热管理”这一新能源核心应用场景为教学案例,完整展示模块化设计、AI 赋能教学活动及过程性评价的实施细节。

(一) 模块化内容设计

该案例归属于“新能源应用模块”,总学时 6 学时(理论 4 学时 + 虚拟仿真 2 学时)。内容围绕“质子交换膜燃料电池(Proton exchange membrane fuel cell, PEMFC)电堆的热平衡分析与热管理设计”展开,包含三个子模块:(1) PEMFC 产热机理与温度特性(电化学反应热效应、欧姆热、极化热);(2) 电堆散热路径分析(导热-冷却对流-热辐射的耦合);(3) 冷却流道设计与优化(并联/蛇形流道、冷却液流量分配)。每个子模块均明确 OBE 产出目标:学生能够建立 PEMFC 单电池的热平衡方程;能够根据给定的操作条件计算所需冷却液流量和散热面积;能够利用仿真软件比较至少两种流道结构的温度均匀性指标。

(二) AI 赋能的启发式教学活动

课前:教师通过学习通平台推送预习材料(PEMFC 工作原理短视频、热管理综述摘要)。学生需使用 ChatGPT 或 DeepSeek 完成分层思考题:基础层学生被要求“请用通俗语言解释为什么 PEMFC 在高温下会加速膜降解”;进阶层学生被要求“请生成一个简单的 PEMFC 电堆热平衡计算流程,并标注需要哪些关键参数”。AI 生成答案后,学生需整理成预习报告提交,教师根据报告中暴露的共性问题(如混淆“电化极化热”与“欧姆热”)设计课堂重点。

课中:采用“问题链+小组协作”模式。首先呈现真实工程数据:某 60 kW 车用 PEMFC 电堆在额定功率下的发热量为 20 kW,冷却液入口温度为 65℃,允许温升 5℃,求最小冷却液流量。学生分组计算,每组可使用 AI 快速验证计算结果和单位换算。随后,教师引导深入讨论:“若将流道从直通改为蛇形,压降和温度均匀性会如何变化?”小组借助 AI 生成蛇形流道的传热强化原理简述,并结合仿真截图对比。教师最后组织全班辩论“高流量强化均温 VS 低流量降低泵耗”,由 AI 扮演“企业工程师”提供行业经验数据(如丰田 Mirai 的实际冷却参数)。课后,学生需完成个人反思报告:“你在本案例中遇到的最大认知冲突是什么?AI 给出的哪些回答你认为需要质疑?”

(三) 过程性评价细则

针对该教学模块,设置专门的过程性评价指标,占课程总成绩的 12%(对应 40%过程评价中的 30%)。具体包括:(1) 课前预习报告(30%):考核 AI 使用规范性、问题提炼质量;(2) 课堂小组计算与讨论表现(30%):考核参与度、方案合理性、协作态度;(3) 虚拟仿真实验报告(40%):要求学生完成“不同冷却流道结构对 PEMFC 电堆温度分布的影响”仿真,提交包含边界条件设置、结果分析和改进建议的报告。AI 辅助批改系统自动检查数据的逻辑一致性(如温度是否超出合理范围),教师重点复核创新性建议部分。此

外,对于主动提出拓展性设想并给出合理初步论证的学生,可在该模块过程性评价中获得创新表现加分,加分计入前述课程创新性评价部分,不重复计分。

5. 结语

“双碳”背景下,新能源科学与工程专业《传热学》教学改革需紧扣专业跨学科、重前沿、强实践的特有属性,聚焦产业对复合型人才的核心需求,突破传统教学模式的桎梏。本文探索的模块化内容重构、启发式混合教学、多元动态评价的改革路径,在关键环节自然融入 DeepSeek、ChatGPT 等人工智能工具优化教学过程,并以“燃料电池热管理”为具体案例完整呈现了改革措施的实施细节,有助于缓解传统教学中内容适配不足、理论实践脱节、评价导向失衡等问题,促进知识传授与能力培养的有机统一。后续教学实践中,将持续优化教学资源与教学方法,深化校企协同育人机制,引入更多新能源工程真实项目与前沿案例,推动《传热学》教学改革持续迭代升级,不断提升教学质量与人才培养水平,为新能源领域输送更多兼具扎实理论功底、工程创新能力与社会责任感的高素质复合型人才,助力我国“双碳”目标实现与能源产业高质量发展。

基金项目

长沙理工大学教育教学改革研究项目(XJG25-069)。

参考文献

- [1] 郭瑞,高微. 碳中和愿景下新能源科学与工程专业建设的思考[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2022, 18(4): 108-112+122.
- [2] 杜晓超,袁显宝,张彬航,等. 能源动力类专业建设与人才培养模式的改革与实践[J]. 高教学刊, 2021, 7(15): 117-120.
- [3] 谢果,徐永,陈云良,等. “双碳”背景下面向新能源传热学的启发式教学模式探究[J]. 高教学刊, 2022, 8(20): 140-143.
- [4] 姚江,何晓崐,沈妍,等. 基于 CDIO 模式的传热学课程教学改革讨论与探索[J]. 中国现代教育装备, 2023(11): 145-147.
- [5] 邓秋玲,刘婷,谢秋月,等. 新工科背景下新能源科学与工程专业人才培养研究与实践[J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2023, 33(1): 113-118.
- [6] 汪维,李科斌,霍庆,等. 基于 OBE 理念的工程热力学与传热学教学改革[J]. 高教学刊, 2023, 9(28): 136-140.
- [7] 夏伟怀. 建构主义视角下的本科工程教育教学设计研究[J]. 大学教育, 2018(10): 4-7.
- [8] 孙健,樊斌,张任平. 工程认证背景下《传热学》混合式教学模式改革与实践[J]. 科技与创新, 2021(10): 140-141.
- [9] 王舫,密腾阁,陈文波,等. 基于 SPOC 的线上线下梯级交互混合式教学的研究与实践——以《传热学》课程为例[J]. 中国多媒体与网络教学学报, 2021(10): 246-248.
- [10] 王艳芝,马文礼,王帅,等. AI 赋能模式下油气储运工程专业传热学课程教学改革与实践[J]. 山西青年, 2026(6): 128-130.