

基于“双碳”背景下的化工热力学理论和实验教学改革的探索与实践

曹文秀, 肖爱民, 贺国文, 孟 维, 王 锋, 王立勤, 曾永林, 刘凤姣

湖南城市学院材料与化学工程学院, 湖南 益阳

收稿日期: 2024年8月5日; 录用日期: 2024年9月2日; 发布日期: 2024年9月10日

摘 要

随着专业认证和“双碳”战略的推进, 化工领域对于可持续发展的要求越来越高。在此背景下, 本校的《化工热力学》教学改革从理论教学和实验教学两方面出发, 采取案例教学、创新实验、多元评价等举措, 将理论知识与工程实践紧密结合, 以此培养学生的绿色发展意识和创新能力, 提升专业素养、实际操作和解决复杂问题的能力, 从而为“双碳”战略的实施提供人才支持, 为培养适应未来化工行业发展需求的优秀人才作出贡献。

关键词

专业认证, “双碳”战略, 化工热力学, 教学改革

Exploration and Practice of Teaching Reform in Chemical Thermodynamics Theory and Experiments Based on the “Dual Carbon” Background

Wenxiu Cao, Aimin Xiao, Guowen He, Wei Meng, Feng Wang, Liqin Wang, Yonglin Zeng, Fengjiao Liu

College of Materials and Chemical Engineering, Hunan City University, Yiyang Hunan

Received: Aug. 5th, 2024; accepted: Sep. 2nd, 2024; published: Sep. 10th, 2024

Abstract

With the advancement of professional certifications and the implementation of the “dual carbon”

文章引用: 曹文秀, 肖爱民, 贺国文, 孟维, 王锋, 王立勤, 曾永林, 刘凤姣. 基于“双碳”背景下的化工热力学理论和实验教学改革探索与实践[J]. 创新教育研究, 2024, 12(9): 358-362. DOI: 10.12677/ces.2024.129629

strategy, the chemical industry is placing increasing demands on sustainable development. Under the background, our school's reform in teaching "Chemical Thermodynamics" focuses on both theoretical and experimental teaching. It incorporates case studies, innovative experiments, and diverse assessments, closely linking theoretical knowledge with engineering practice. This approach aims to cultivate students' awareness of green development and innovation capabilities, and enhance their professional competence, practical skills, and problem-solving abilities. Ultimately, it aims to support the implementation of the "dual carbon" strategy by nurturing talent and contributing to the development of excellent professionals who can meet the future needs of the chemical industry.

Keywords

Professional Certification, "Dual Carbon" Strategy, Chemical Thermodynamics, Teaching Reform

Copyright © 2024 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

2007年6月,天津大学和清华大学的化学工程与工艺专业通过了工程教育专业认证,自此,全国已有108所高校的化学工程与工艺专业通过了工程认证。湖南城市学院化学工程与工艺专业是湖南省双一流专业、“十四五”应用特色学科,自2019年工程教育专业认证工作正式启动以来,学校高度重视、统筹谋划,坚持“学生中心、产出导向、持续改进”的认证理念,落实“以评促建、以评促改、以评促强”的任务,对标工程教育专业认证标准,持续优化和改进专业建设和人才培养改革的各个环节。

2022年4月,教育部印发了《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》,这为我国高校工科人才培养与高等教育改革指明了方向[1]。在此背景下,作为连接理论知识与工程实际的《化工热力学》,在培养学生综合运用所学理论知识解决复杂工程问题的能力有待提高[2]-[7]。因此,本文从化工热力学的理论教学和实验教学两方面出发,采取案例教学、创新实验、多元评价等举措将教学内容与工程实践紧密结合,培养学生的工程意识能力,帮助学生更好地应用所学知识解决实际工程问题,使他们能够适应未来社会发展的需求,成为富有创新精神和实践能力的工程技术人才。

2. 教改举措

2.1. 案例驱动 + 角色扮演激发学生学习兴趣

案例教学法已经被多方证实是一种行之有效的教学方法[8]-[10],采用该方法不但可以提高学生的学习兴趣,而且可以将书本上的理论知识和生产生活的实际情况联系在一起,让学生理解“化学无处不在,而化工无所不能”的真正含义。表1是在化工热力学授课过程中引入的部分案例示范,将这些筛选与总结后的案例建成“化工热力学”课程案例库,真正实现将实际案例和课本内容的有机融合。在授课过程中,教师抛出案例、提出问题、引发学生思考、引出课本上的理论知识,这既能锻炼学生的逻辑思维能力 and 演绎推理能力,又能激发学生的学习兴趣。同时,我们还会根据学生的学习反馈和教师的教学反思,总结提炼一些可复制、可推广的经验做法。

角色扮演法是为了考查学生能否使用课本上的理论知识去解释生产生活中的实际案例,具体的操作流程是:确定主题-查找案例-小组讨论-分析总结-汇报答辩。该方法要求学生理解并掌握书本上的重要知识点,并能利用网络资源查找与之密切相关的实际案例,通过对案例进行深度剖析,分析其内在

的理论知识，将该过程以幻灯片的形式向全班同学汇报。该过程不仅让学生牢牢掌握化工热力学的基本知识并将其融会贯通，而且还能有效提升学生的团队合作能力、沟通表达能力和思辨能力等综合素质。

Table 1. “Chemical Thermodynamics” course case library
表 1. 《化工热力学》课程案例库

绪论	① 碳达峰碳中和 ② 化工产业的转型升级
状态方程	① 液化气成分选择 ② 磁悬浮列车的原理(低温极限 - 氦气液化 - 超导现象) ③ 华人科学家在状态方程发展中作出的贡献
理想溶液模型	① 高原反应、高压氧舱、潜水员呼吸介质的选择 ② 吉布斯的热力学“三部曲”
相平衡	① 装修后甲醛、苯系物等的挥发 ② 青海盐湖中的提锂技术
能量分析	① 化工厂的节能减排 ② 重庆长风化工厂
制冷循环 蒸汽动力循环	① 青藏铁路的热棒技术 ② 蒸汽机 - 热力学第一定律-Cranot 热机循环-Rankine 循环 - 制冷循环 - 热泵

2.2. 实验驱动 + 创新探索提升实验操作能力

为了培养学生的综合能力，也为了让学生在实践中理解“双碳”，从 2023 年开始本专业的《化工专业实验》增设了一个大综合设计型热力学实验——绿色低碳催化剂的创制及其在 CO₂ 吸附和催化转化中的应用，实验安排见图 1。该实验需要学生提前进行文献查找和阅读，了解绿色低碳催化剂、CO₂ 吸附和催化转化等相关知识。在小组讨论环节中，小组成员分享各自的实验思路和意见，详细讨论后确定一个切实可行的实验方案。在实验过程中，团队成员需要分工合作，并详细记录实验过程中所观察到的现象和所有的实验数据，最终共同完成实验任务。在数据处理与分析环节，学生需要用到 Origin、Aspen、Python 等软件处理数据并作图，根据数据和图表分析并解释实验结果。在实验报告撰写环节中，学生需要提前在实验报告本上撰写预习报告，将实验步骤等内容详细记录在报告本上，实验开始后需要记录实验现象和实验结果，实验结束后将数据处理的结果、图纸和分析讨论的结果如实反映在报告本上。在整个实验过程中，老师全程跟踪指导，及时解决学生遇到的问题，确保实验的顺利实施。

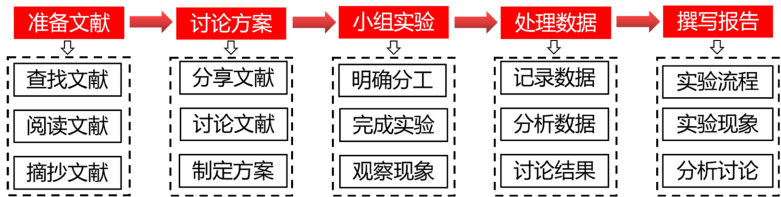


Figure 1. Implementation process of the comprehensive experiment
图 1. 大综合实验的实施过程

该实验的顺利实施不仅加强了学生对前沿知识的掌握及应用，培养了学生的创新思维和创新能力，而且锻炼了学生发现、分析与解决复杂工程问题的能力，特别是通过使用上述软件处理数据并作图，让学生在实践中掌握了一些实用的工程软件技能。这样的实验设计不仅可以加深学生对课程知识的理解和

应用,同时也为他们在未来的科研和工程实践中奠定良好基础,积累丰富的实践经验,为未来发展打下坚实基础。

2.3. 评价驱动 + 反馈机制推动育人提质增效

有效的教学评价机制不仅能有效体现学生真实的知识掌握情况,也能为教师及时改进教学方式方法提供有价值的参考信息。在课程教学改革中,我们对教学评价机制进行了优化,以便更好地掌握学生的真实学习情况,我们在传统的“考勤-作业-考试”考核方式中增加了“课堂测试”和“案例讨论”环节(见图2)。“课堂测试”是指在每次上课前10分钟在雨课堂小程序上设置随堂测验,以此来复习上一堂课的知识点,了解学生对上一堂课知识的掌握程度,而评分和讲评能使及时纠错、加深印象。“案例讨论”是让学生分成若干个小组(3~5人),通过查找与书本上的“状态方程”或“节能减排”等相关的实际案例,分析并讨论案例发生的原因和结果,制作成课件并在课堂上汇报讲解。该环节不仅让学生深刻理解并掌握书本上的理论知识并将其和实际生产生活挂钩,而且还能通过小组讨论、答辩等提高其团队协作、沟通表达、逻辑思维等能力,培养他们的综合素养。

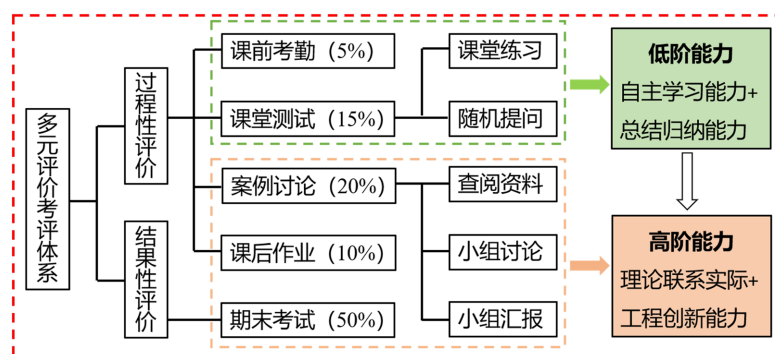


Figure 2. Improved multifaceted evaluation assessment system

图2. 改进后的多元评价考评体系

除了采用如图2所示的多元评价考评体系,本研究还将采用问卷调查、访谈等多种方法收集改革效果,并运用统计分析等方法对其进行量化分析。这种优化后的教学评价机制不仅有助于全面了解学生的学习情况,还能提供针对性的反馈和指导,促进学生综合能力的发展。同时,这一机制为教师提供了宝贵的参考信息,帮助他们反思教学中的优势和不足,并及时调整课程内容和教学方法。通过这样的反馈机制,教师能够保持与工程实际需求的同步,确保课程内容与行业发展趋势相契合,从而有效地推动课程教学质量的持续提升。教师的不断改进和课程的不断优化将为学生提供更加丰富、实用的学习体验,培养他们具备应对未来挑战所需的技能和能力,助力其在职业发展中取得成功。

3. 结语

随着专业认证的开展和“双碳”目标的提出,如何培养具有绿色低碳专业素养和实践创新能力的紧缺人才,成为化工高等教育面临的新挑战。本文从当前《化工热力学》课程在能力培养和绿色低碳教育方面面临的问题出发,积极探索绿色低碳育人新模式,提出在化工热力学的理论教学和实验教学中,将案例驱动与角色扮演、实验驱动与创新探索、评价驱动与反馈机制贯穿于整个授课过程。当前改革举措已取得初步成效,学生的绿色低碳实践能力得到了提升,人才培养质量也有了提高,但是绿色低碳人才培养仍任重道远,在学科专业建设和教学改革方面仍需加强,以此推动建立全面多维度的绿色低碳人才培养体系,为实现碳达峰、碳中和目标培养高质量创新人才作出贡献。

基金项目

湖南城市学院 2023 年校级教改项目(工程认证背景下的《化工热力学》教学改革)。

参考文献

- [1] 刘飞, 杨梦雪, 杨静, 等. “双碳”背景下新型化工人才实践创新能力培养的探究[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(7): 113-116.
- [2] 麻志浩, 李胜, 董雪倩, 肖瑞瑞, 李敏, 丛兴顺. 基于工程教育专业认证的“化工热力学实验”教学改革[J]. 云南化工, 2023, 50(5): 177-180.
- [3] 毛庆, 潘艳秋. “双碳”目标下化工专业实验虚实结合教学模式的探索与实践[J]. 化工高等教育, 2023, 40(1): 88-93.
- [4] 张秋云, 程劲松, 马娟, 邓陶丽, 张玉涛. 新工科视域下化工专业理论和实验教学协同创新模式研究[J]. 安顺学院学报, 2023, 25(2): 116-120.
- [5] 黎小辉, 张泽, 崔静怡, 殷娟娟. “两性一度”背景下化工热力学实验教学进阶式探索与实践[J]. 大学化学, 2024, 39(7): 368-376.
- [6] 许书瑞, 钟国玉, 何运兵. 化工热力学混合式教学探索[J]. 现代盐化工, 2023, 50(6): 10-12.
- [7] 周万嵇, 党力. 化工热力学课程教学育人改革的研究[J]. 化工管理, 2023(31): 40-43.
- [8] 丁雪, 刘熠斌, 乔柯, 宋春敏, 杨朝合. 提高化工热力学教学效果的“三三三”模式[J]. 化学教育, 2016, 37(16): 62-65.
- [9] 张军, 谢松, 张子伟, 曾俊. 案例教学在化工热力学中的应用[J]. 新课程研究(中旬刊), 2012(8): 63-64.
- [10] 夏淑倩, 李永红. 工程案例在工程专业学位硕士研究生化工热力学课程教学中的应用[J]. 化工高等教育, 2020, 37(1): 66-70.