

基于Aspen的“学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”一体化《化工过程分析与合成》教学改革研究

王立勤^{1,2*}, 贺国文^{1,2}, 曹文秀^{1,2}, 王 锋^{1,2}, 傅尚军^{1,2}

¹湖南城市学院材料与化学工程学院, 湖南 益阳

²湖南城市学院, 低碳与环境功能材料湖南省普通高校重点实验室, 湖南 益阳

收稿日期: 2026年7月1日; 录用日期: 2026年7月29日; 发布日期: 2026年8月6日

摘 要

为培养学生的工程实践创新能力, 本课程根据新质生产力发展需求, 依托工程软件Aspen, 建立以学生为中心的“学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”教学新模式。通过改革课程内容、教学方法及考评方式, 旨在解决学生接受工程教育不足、理论与实践脱节的问题。实践结果表明, 改革提高了学生解决复杂工程问题的能力, 也为化工专业课程改革提供了参考。

关键词

Aspen, 工程实践, PBL教学法

Research on Teaching Reform of *Analysis and Synthesis for Chemical Engineering Processes* Based on Aspen-Assisted Learning-Thinking-Integration-Verification-Practice-Evaluation Integrated Method

Liqin Wang^{1,2*}, Guowen He^{1,2}, Wenxiu Cao^{1,2}, Feng Wang^{1,2}, Shangjun Fu^{1,2}

¹College of Materials and Chemical Engineering, Hunan City University, Yiyang Hunan

²Key Laboratory of Low Carbon and Environmental Functional Materials of College of Hunan Province, Hunan City University, Yiyang Hunan

Received: July 1, 2026; accepted: July 29, 2026; published: August 6, 2026

*通讯作者。

文章引用: 王立勤, 贺国文, 曹文秀, 王锋, 傅尚军. 基于Aspen的“学-思-融-证-践-评”一体化《化工过程分析与合成》教学改革研究[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 126-131. DOI: 10.12677/ae.2026.1681612

Abstract

Driven by the development needs of new quality productivity, this course established a student-centered teaching model (Learning-Thinking-Integration-Verification-Practice-Evaluation) by leveraging the Aspen engineering software to cultivate students' innovative engineering practice abilities. The issues of students' inadequate engineering training and the disconnect between theory and practice were addressed through the reform of curriculum content, teaching, and evaluation methods. The practical results have shown that the reform has improved students' ability to solve complex engineering problems and provided a reference for the reform of chemical engineering courses.

Keywords

Aspen, Engineering Practice, PBL Teaching Method

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

创新是新质生产力的核心，而人才是发展新质生产力的关键要素，其中高校要当好人才的“摇篮”。

近年来，国内高校的工科类专业积极推进“新工科建设”“工程教育专业认证”及“卓越工程师教育培养计划”，旨在培养出扎根中国大地、服务国家需求的工程实践创新型人才，也为新质生产力发展提供坚实的人才支撑。化工产业是国民经济的重要基础产业，化工类专业人才作为推动化工产业新质生产力发展的核心要素之一，肩负着技术创新、产业升级的重任。

2. 教学问题分析

对化工专业而言，加强工程实践教育、提升学生工程逻辑思维及工程实践能力，强化课程育人功能，是满足国家战略发展需求的关键。《化工过程分析与合成》于2018年列入化工类专业教学质量国家标准核心课程体系。《化工过程分析与合成》是将化工原理、化工热力学、化工设计、化工机械、物理化学、高等数学等多学科知识综合运用的一门化工专业核心课程，课程内容丰富，公式多、理论性强[1][2]。该课程的教学常存在以下问题：① 数学公式多，内容抽象；② 教学传统无创新；③ 学生主动性差；④ 评价方法陈旧[3]-[5]。当代大学生，处于高度发达的信息化时代，更偏向于图像化、视频化交互式学习方式，而对文字及数学类知识的学习兴趣低。Aspen 软件中的部分模块内容与《化工过程分析与合成》中理论知识具有较高的契合度。该软件提供了应用本课程理论知识解决实际工程问题的操作平台，可提高学生学习自驱力和工程实践能力[6]。

因此，基于“课程思政”视域，结合化工企业需求及 Aspen 对课程内容、教学模式、教学方法与考评方式进行系统化改革，同步实现知识传授、实践创新能力培养及价值观引领目标，将十分必要。

3. 教学改革具体措施

3.1. 基于 Aspen 的课程知识重构与实施

课程知识重构设置以理论新知和工程实践为主(图 1)。结合新质生产力发展需求及课程协助育人目标，

在课程实施时融入思政元素, 突出“Aspen 工程实践”环节。该环节, 教师结合企业生产需求[7]及化工设计大赛要求, 确定工程实训案例和工程项目任务。针对具体工程案例或项目, 学生需综合运用化工、数学、计算机编程等知识对化工过程进行数学建模、并利用 Aspen 模拟分析, 实现多学科知识的有机结合与综合运用, 从而提高学生解决复杂工程问题的能力以及实现现代化化工过程的责任感。

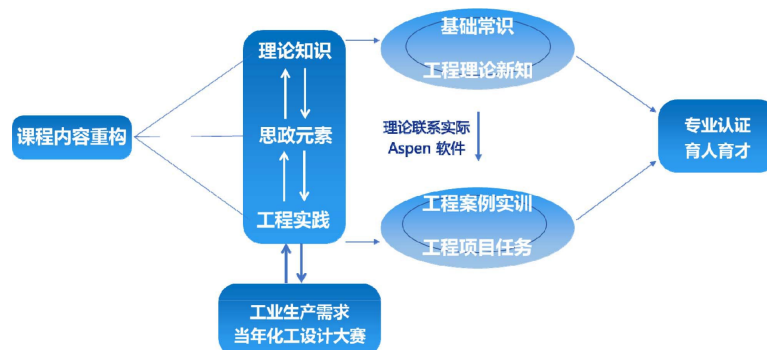


Figure 1. Reconstruction and implementation of course knowledge

图 1. 课程知识的重构与实施

3.2. 基于 Aspen 的“学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”教学模式的建立

“学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”教学模式的实施过程见图 2。

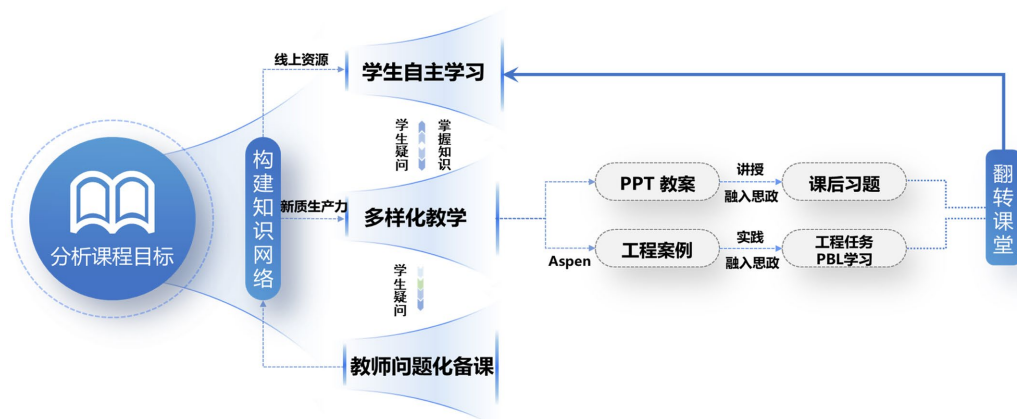


Figure 2. Implementation process of the “Learning-Thinking-Integration-Verification-Practice-Evaluation” teaching model

图 2. “学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”教学模式实施过程

该教学模式由线上学习(学习通)、线下多样化授课(融入思政, 立德树人), 线下工程实践(专业认证需求), 线下(课后作业 + 工程任务)组成。“学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评”教学模式具体内容如下: 教师首先将简单知识及基于 Aspen 的工程实践知识录制的视频及有关的习题, 上传学习通平台, 供学生自主学习, 此过程属于“学”环节; 线下课堂授课教师先介绍本课程理论知识在实际工程中的运用, 同时提出企业生产中的问题; 采用问题启发式、小组讨论式等多元化的互动式教学法, 促使学生在互动交流中实现对新知识的理解和吸收, 进而进行深入的“思”环节; 在知识讲授和工程实践环节, 要有机融入思政元素, 帮助学生树立正确的人生观和价值观, 完成课程育人目标, 此过程属于“融”环节; 对于老师提出的问

题,学生结合自身知识,查阅资料,总结分析后给出解决方法,教师根据学生的解决方案,进行具体的分析讲解,此时学生带着问题听讲,参与课堂的积极性强,课堂上容易形成良性互动氛围,此过程属于“证”环节。为进一步提升学生工程实践能力,利用 Aspen 对学生进行工程案例实训,并以小组为单位布置工程项目任务,此过程属于“践”环节。小组成员提交完整的实践书面报告,采用翻转课堂的模式,通过 PPT 和 Aspen 模拟文件演示项目成果,展示过程需明确提出该工程问题的重点、难点及解决方法。此外其他学生可以踊跃提问,并给出具体的评价及得分,此过程属于“评”环节。教师需根据学生反馈,持续优化教学模式各环节。

3.3. “学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评” 教学模式中“融” 环节课程思政实施方案研究

在搭建出思政实施方案之前,教师必须确立思政指导思想及建设目标。通过分析课程内容并挖掘思政元素,确定课程思政主要内容,课程思政实施时可采取教师讲授、学生翻转课堂、化工工程实践活动及工程案例讨论等方式。以 2025 年化工设计竞赛为例,通过总物流温焓图(图 3)分析发现,热物流存在较大平台区,且该平台区对应 T0202 塔塔顶物流。该塔塔顶、塔底温差高达 93℃,引入双效精馏技术后,塔设备总能耗由 1078 kW 减至 712 kW。相较于乏味的理论讲解,这种基于实际数据的节能优化,能让学生更直观地体会到绿色可持续发展的工程意义,进而培养学生的“双碳”意识。此外还需建立保障措施,如在同学间建立优秀案例奖励策略(平时分加成)。确保思政实施过程的高效性和趣味性,实现育人和育才、工具理性和价值理性的高度统一。

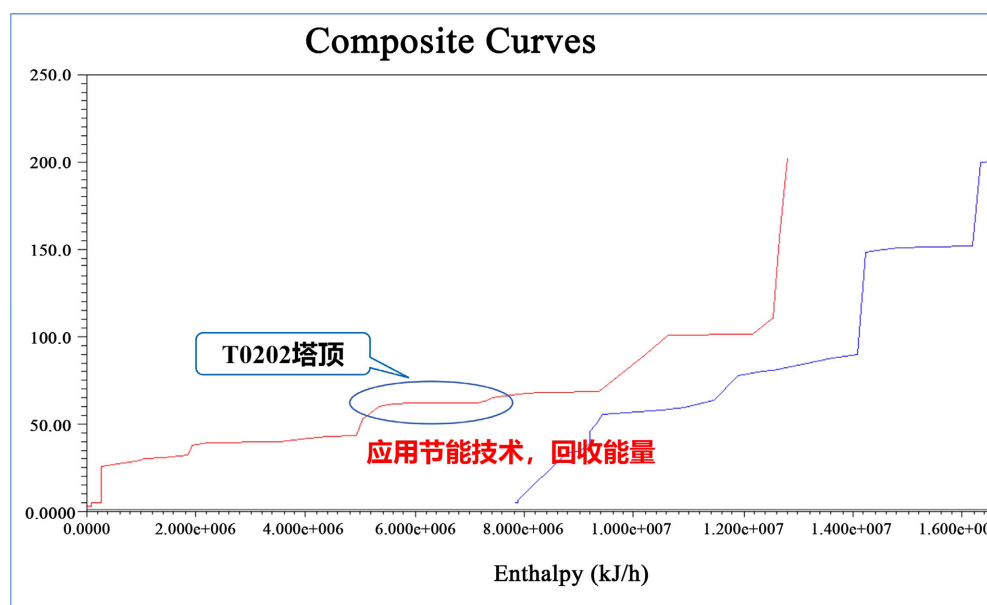


Figure 3. Total temperature-enthalpy diagram of the dimethyl sulfoxide production process

图 3. 二甲基亚砜生产流程总温焓图

3.4. “学 - 思 - 融 - 证 - 践 - 评” 教学模式中“践” 及“评” 环节的 PBL 教学实施过程

PBL 教学实施过程见图 4。教师查阅文献,收集与课程理论知识深度融合的工程案例,在课堂进行案例的 Aspen 模拟过程讲解,并引出问题;学生需掌握新知,提出疑问,老师根据学生的疑问问题化备课。在学生已进行工程案例 Aspen 模拟实训后,教师需结合企业需求及当年化工赛事,确定工程项目题目;学生自选项目自主分组,并明确各自分工。在学生查阅资料,初步建模过程中,老师需点拨引导,并

进行过程检查、监督。教师在学生完成基本工艺流程模拟分析后,引入优化知识的讲解,学生才能有效对工艺结构及参数进行优化;学生完成工程项目任务后,分组演示项目成果,并进行组内互评,组间互评的方式评定成绩。PBL 教学实施过程,教师需确定项目任务并监管项目实施过程、项目完成之后需评估学习成效并反思过程缺陷。教学过程以项目任务为驱动、迫使学生提升所学知识的迁移及引申运用能力,培养学生的团队协作精神。学生、教师及教学流程依据学生反馈及项目完成情况继续改进、更新。

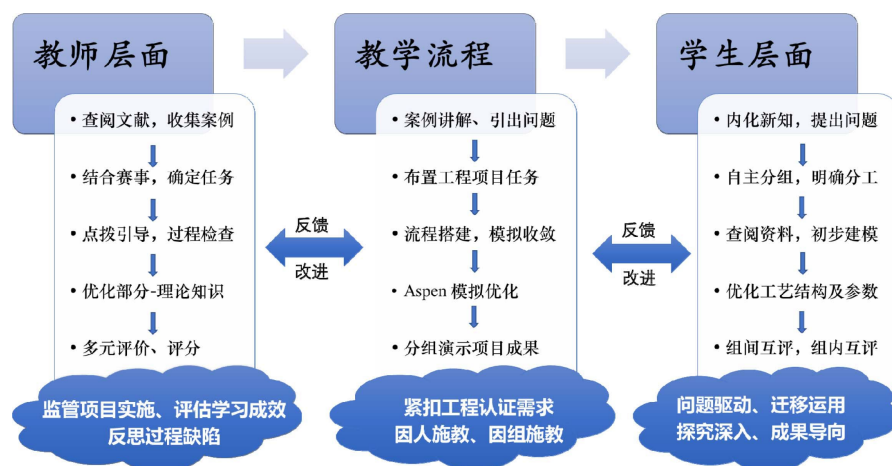


Figure 4. Implementation process of PBL teaching

图 4. PBL 教学实施过程

以换热网络优化为例实施 PBL 过程。学生首先线上自学换热网络调优中最小换热单元数的计算部分,了解能量回收最大化的最少设备数与夹点上、下设备数的关系。教师课堂授课过程中,引导学生分析夹点上、下网络合并时易形成回路的原因,并以具体案例说明,如图 5(a)中匹配 1 与 4 构成回路。学生探讨分析回路合并对设备数、传热温差的影响(图 5(b))。教师剖析换热网络优化本质“以牺牲部分能量换取设备数量减少”,借此渗透绿色化工理念,让学生理解资源合理利用的重要性。

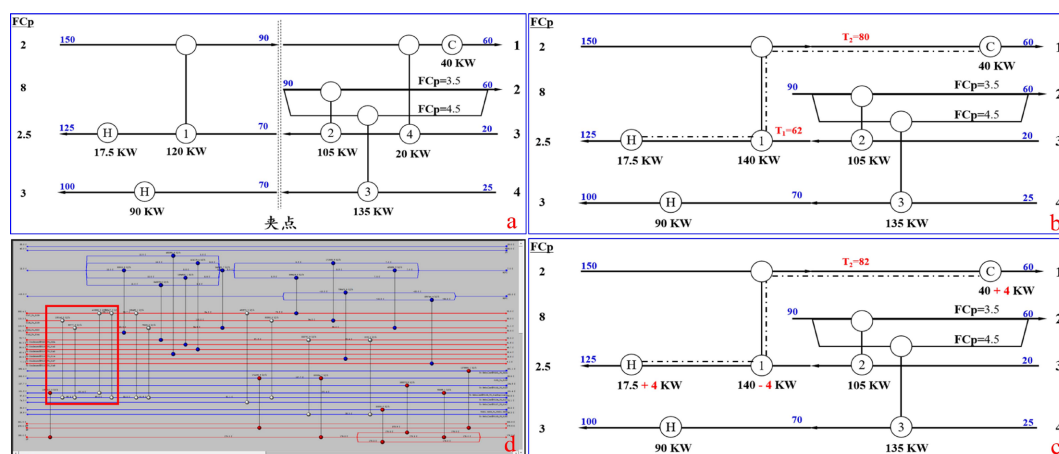


Figure 5. Implementation process of PBL optimization for heat exchange network (a): Original heat exchange network; (b): Heat exchange network loop merging; (c): Energy relaxation-merging loop (d): Instance heat exchange network optimization

图 5. 换热网络优化 PBL 实施过程(a): 原始换热网络; (b): 换热网络回路合并; (c): 能量松弛 - 合并回路; (d): 实例换热网络调优

学生分组讨论直接合并夹点上、下网络导致匹配 1 温差降至 18℃ (低于 20℃约束)的问题,鼓励提出解决方案(图 5(c))。教师结合案例讲解 Aspen Energy Analyzer 软件在换热网络设计中的应用。实践环节以 2025 年化工设计竞赛为依托,并强调将理论知识应用于实际工程问题的重要性。此外教师要求学生针对节能改造后仍存在热负荷回路的网络(图 5(d)),依据能量松弛法实施合并优化,并计算换热总费用的降幅。通过方案答辩、费用对比等方式,对学生进行全面评价。评估学生对理论知识的掌握及工程应用能力,并考察价值观的内化情况。根据评价结果,分析教学过程中的优点与不足,为后续教学持续改进提供依据。

3.5. 课程考评方式改革

建立考查与考试相结合的考评模式。考查形式包括课程表现,课程作业(理论知识),以及工程任务(结合化工设计大赛)等。过程性监管及部分结果性(如课后作业完成情况)考核可利用线上学习通平台的过程与跟踪评价系统。教师还需根据考查结果,动态了解学生学习状态及教师的教学成效,及时对教学内容,教学方法等进行改进。考试结果参照期末考试的成绩评定,期末考试的内容主要涉及基础知识、工程理论知识,理论知识的工程应用。

4. 教学改革成效

化工过程分析与合成课程改革前的卷面均分 50.98、总平均分 58.04,改革后学生的卷面均分提高到 59.70,总平均分达到 66.64。同时,教改实施后,学生在全国化工设计大赛中获奖数从 2022 年的 1 项增至 2025 年的 6 项,成绩提升显著。评价成绩及国赛获奖数的提升,说明目前的教改举措有效帮助学生夯实了专业基础,提升了学生的工程实践能力。

5. 结语

在化工过程分析与合成教学中结合 Aspen,创建“学-思-融-证-践-评”教学新模式,并在该教学模式中融入思政环节及项目式(PBL)教学法。建立起以学生为中心,问题为驱动,化工设计大赛项目及工程实际需求为实践任务,项目成果为目标,并以多样化考评结果为依据的持续改进课程实施过程。改革实践结果表明,相较于改革前,教学改革后考核卷面成绩和总评成绩均提高,且国赛获奖数量由 1 项增至 6 项。学生的工程实践创新能力与团队协作精神得到了提升。本次改革将为化工专业工程实践创新能力的培养提供参考。

基金项目

2025 年湖南省普通本科高校教学改革研究项目(202502001227)。

参考文献

- [1] 翟持,田怡婧.“双碳”和“新工科”背景下课程思政融入的实现路径——以“化工过程分析与合成”为例[J]. 化工设计通讯, 2024, 50(7): 83-86.
- [2] 何紫萌,曹景沛,岳晓明.“化工过程分析与合成”实践教学改革探索[J]. 化工时刊, 2024, 38(4): 58-60.
- [3] 石志盛,张宗瑞,李芳,等. 工程教育专业认证背景下《化工过程分析与合成》教学方法改革[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(3): 115-117.
- [4] 张巧飞,高建飞,朱春山. 教育认证背景下化工过程分析与合成课程的教学设计及实施[J]. 化工时刊, 2022, 36(3): 59-62.
- [5] 吴晓琴,雷杨,郭立,等. 化工过程分析与合成课程教学模式改革与实践[J]. 化工高等教育, 2020, 37(5): 75-80.
- [6] 吴再坤,汪铁林,吕仁亮,等. 化工过程模拟课程教学方法探讨[J]. 化工高等教育, 2020, 37(6): 141-143.
- [7] 杨占旭,蔡天凤,苑兴洲,等. 产教融合视域下地方行业特色高校化工类专业升级路径探索与实践[J]. 化工高等教育, 2023, 40(6): 33-39.