

Aspen 软件在基于 OBE 理念的化学反应工程教学中的应用研究

方笔耘

安庆师范大学 化学化工学院, 安徽 安庆 246000

DOI:10.61369/ECE.2025120033

摘 要 : 化学反应工程作为化工专业的核心课程, 存在理论性强、实践脱节、学生工程素养培养不足等问题。在工程教育专业认证背景下, 本研究以成果导向教育 (OBE) 理念为指导, 结合 Aspen Plus 流程模拟软件, 构建 “目标内容—方法—评价” 一体化的教学改革路径。通过反向设计聚焦学生高阶能力目标, 创新提出 “理论讲解—案例演示—模拟实践” 三段式教学模式, 将 Aspen 软件深度融入反应动力学、反应器设计等核心教学内容, 实现抽象原理的可视化与工程化转化。

关 键 词 : 教学方法; 模拟实验; 化工专业

Research on the Application of Aspen Software in Chemical Reaction Engineering Teaching Based on OBE Concept

Fang Biyun

School of Chemistry and Chemical Engineering, Anqing Normal University, Anqing, Anhui 246000

Abstract : Chemical reaction engineering, as a core course in chemical engineering, suffers from strong theoretical nature, disconnection between theory and practice, and insufficient engineering training for students. Against the backdrop of engineering education professional accreditation, this study is guided by the concept of Outcome-Based Education (OBE) and combined with Aspen process simulation software to construct an integrated teaching reform path of "Objective Content-Method-Evaluation". By focusing on the goal of students' high-order competency through reverse, this study innovatively proposes a three-stage teaching model of "Theoretical Explanation-Case Demonstration-Simulation Practice", deeply integrates Aspen software into core teaching content as reaction kinetics and reactor design, and realizes the visualization and engineering transformation of abstract principles.

Keywords : teaching method; simulation experiment; chemical engineering

化学反应工程作为化学工程学科的一个重要分支, 也是大学本科化工类专业的必修科目, 其具有非常强的理论性和实践性^[1]。传统的教学方法存在理论与实践脱节、学生对于实际的反应工程理解有限以及学生工程素养培养不足等问题^[2]。在当前工程教育专业认证的大背景下, 成果导向教育 (Outcome-Based Education, OBE) 理念已成为高等工程教育教学改革的重要指导原则。OBE 理念强调以学生的学习成果为导向, 以学生为中心, 通过反向设计和正向实施来组织教学活动^[3]。如何将 OBE 理念贯彻到化学反应工程课程教学中, 培养学生的工程实践能力和创新思维, 是当前该课程教学改革亟待解决的关键问题。

Aspen Plus 作为目前化工领域最主流的流程模拟软件之一, 具有完备的物性系统和完整的单元操作模型库, 其反应器模型包含了化学反应工程课程重点讲授的间歇釜式反应器 (BR)、平推流反应器 (PFR) 和全混流反应器 (CSTR) 等^[4]。全球超过 70% 的化工企业使用 Aspen 系列软件进行工艺设计和优化, 因此将 Aspen 软件应用于化学反应工程课程教学, 对于培养学生的工程实践能力、缩短学校培养与企业需求之间的差距具有重要意义。

近年来, 虽然已有部分高校在化工专业课程中引入了 Aspen 软件教学, 但未能从教育理念和课程体系层面实现软件工具与课程教学的有机融合。基于此, 本研究尝试将 OBE 理念与 Aspen 软件教学相结合, 构建以学习成果为导向、以 Aspen 软件为支撑工具的新型教学模式, 通过 “目标—内容—方法—评价” 的系统设计, 探索化学反应工程课程教学改革的新路径。

一、OBE 教学理念在化学反应工程教学中的体现

OBE 是一种以学生学习成果为核心组织、实施和评价教育的教育理念^[5], 其核心内涵包括三个方面 (图 1)^[6]: 首先, OBE 强

调以学生为中心, 关注每个学生的个体差异和学习需求, 教学活动设计围绕如何促进学生有效学习展开; 其次, OBE 注重成果导向, 以学生毕业时应达到的能力和素质要求为出发点, 反向设计课程体系和教学内容, 确保教育目标的有效达成; 最后, OBE 强

作者简介: 方笔耘, 安庆师范大学化学化工学院讲师, 博士。

调持续改进,通过建立多元评价体系和反馈机制,不断优化教学过程,形成“评价-反馈-改进”的闭环系统。

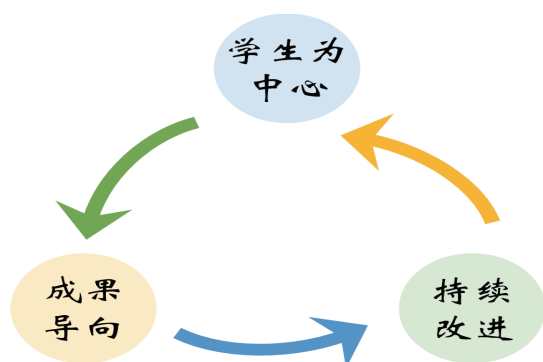


图1 OBE理念的核心内涵

化学工程相关专业教育旨在培育具备扎实理论基础和实践能力的工程技术人才,化学反应工程作为其主干课程,课程的目标特性与OBE理念具有天然的契合性,主要体现在以下三个方面:

目标导向上的一致性。化学反应工程课程目标在于培养具有解决实际化学工程与工艺问题的学生,这与OBE理念以最终学习成果为导向的特点高度一致。在OBE模式下,化学反应工程课程可以明确界定学生在反应动力学、反应器设计、工艺优化等方面应达到的能力标准,并以此为导向组织教学内容和活动。

教学方法上的互补性。传统的教学方式存在的理论与实践脱节问题,可以通过OBE理念指导下的教学方法创新得到有效解决。OBE强调灵活多样的教学方法,如项目式学习、案例教学等,这些方法为Aspen软件等工程工具的引入提供了自然衔接。

评价方式上的创新性。反应工程的课程目标在于需要全面评价学生的知识、能力和素质目标达成情况,而OBE理念主张的多元化评价体系正好满足这一需求。通过将过程性考核、软件模拟成果、项目报告等纳入评价体系,可以更全面地反映学生的工程实践能力和问题解决能力。

二、Aspen软件与基于OBE教学理念的化学反应工程教学的契合点

(一) Aspen软件赋能“以学生为中心改变课堂”

OBE强调以学生为中心,教学活动设计围绕如何促进学生有效学习展开。传统的反应工程课堂以教师讲授,学生理解为主,学习难度大。以Aspen软件为媒介,其一可以让学生直观感受到书本内容可视化,帮助学生将抽象的动力学方程转化为直观的模拟结果。其二,以Aspen软件为媒介可以增加学生的课堂参与度,传统化学反应工程课堂多基于教师推导公式,而利用Aspen软件可让学生自主输入相应数据,理解公式内每个数据含义的同时能增强学生解决工程问题的能力。其三,Aspen软件能够辅助学生进行自主学习和探究。传统的化学反应工程要求学生推导公式、解决例题,而利用Aspen软件可以将例题转化为实际模拟工程问题,提高学生课堂的兴趣度以及自主探究能力^[7]。

(二) Aspen软件赋能“以成果为导向反推教学设计”

OBE注重成果导向,强调以学生毕业时应达到的能力和素质

要求为出发点来进行反向的教学设计^[8]。以Aspen软件为支撑工具可以更加精准设定和评价学生的最终成果。利用Aspen Plus,教师可以更具体、更可视化地定义这些目标,例如:“学生应能独立运用Aspen Plus构建包含复杂反应动力学工艺流程模型,并完成物料/能量衡算、关键设备(反应器、换热器)的初步设计选型与操作参数的灵敏度分析,评估不同工艺方案的技术经济性”。基于上述明确的、可量化的高阶成果目标,教学内容的组织不再是单纯的知识堆砌,而是围绕利用Aspen解决特定工程问题来展开。

(三) Aspen软件赋能“以多元评价机制保障教学质量”

基于OBE教育理念化学反应工程课程强调多元评价机制,力求构建一个多元、动态、全面的评价体系。传统反应工程评价往往过度依赖期末笔试,难以全面评估学生的工程实践能力和复杂问题解决能力。Aspen软件的应用,使得反应工程教学的评价摆脱了单一试卷的限制。它通过提供丰富的过程数据、可视化成果和真实的工程任务场景,支撑起一个多维度、多形式、全过程的评价体系。这种评价机制更能真实反映学生的工程实践能力和综合素质,有效保障了教学质量,并为教学的持续改进提供了精准的数据支持。

三、教学内容与教学方法的创新设计

(一) 理论教学与软件模拟的融合策略

基于OBE理念的教学内容设计强调理论知识与实践应用的有机融合,Aspen软件为实现这种融合提供了有效载体。我们采用“理论讲解-案例演示-模拟实践”的三段式教学模式,将Aspen软件自然嵌入化学反应工程的理论教学中。

在理论讲解环节,教师精讲反应工程的基本原理和数学模型,为软件应用奠定基础。例如,在讲解平推流反应器(PFR)时,先推导其设计方程和性能特征,再过渡到Aspen中PFR模块的使用方法。这种从理论到应用的逻辑过渡,帮助学生理解软件背后的科学原理,避免“只会操作、不懂原理”的现象。

在案例演示环节,教师使用Aspen软件演示典型反应工程问题的解决方案。例如,通过乙酸乙酯合成反应的模拟案例,比较PFR和CSTR两种反应器的性能差异。演示过程中,教师展示工程思维过程,如假设的建立、参数的选取、结果的验证等,使学生掌握工程分析方法^[9]。

在模拟实践环节,学生动手完成与理论内容相关的模拟练习。例如,在学习反应器设计理论后,学生使用Aspen软件完成一个具体的反应器设计任务,如“设计一个满足特定转化率要求的PFR反应器”。

与传统的课堂教学方法相比,“理论讲解-案例演示-模拟实践”的三段式教学模式融入化工专业软件Aspen能够更加直观,让学生理解化工实际过程,实现基础知识与实际的融合。

(二) 虚实结合的教学方法创新

为实现OBE理念所倡导的“学生中心”教学,我们创新性地采用了多种教学方法,形成虚实结合、线上线下混合的教学新模式

式^[10]。虚拟仿真教学利用 Aspen 软件构建虚拟反应工程环境,学生可以进行“无风险”的工程实践。例如,在学习反应器热稳定性时,学生可以在 Aspen 中故意设置不安全操作条件,观察温度失控的过程,这种在真实实验中存在危险的操作,在虚拟环境中可以安全进行。虚拟仿真不仅拓展了教学边界,也培养了学生的安全意识和工程判断力。

案例教学法通过精选工业案例,将实际工程问题引入课堂。例如,结合某化工厂的乙酸乙酯生产装置,分析其反应器设计和操作优化问题。学生使用 Aspen 软件重现生产工艺,并提出改进建议。这种真实案例教学极大地增强了学生的学习兴趣,使他们对工程师的角色有了更直观的认识。

翻转课堂模式将基础性内容学习前移至课前,例如, Aspen

软件的基本操作通过微课视频在课前学习,课堂上则集中解决学生在模拟练习中遇到的问题。这种模式提高了课堂效率,使教师能够更专注于学生的个性化指导。

四、结论与展望

化学反应工程的教学改革需始终锚定“新工科”人才能力需求。以 OBE 理念为纲,以 Aspen 软件为器,通过系统性重构教学内容、方法与评价机制,可有效破解传统教学的实践困境。未来,随着智能技术与产教融合的深度渗透,化学反应工程教育将更高效地赋能学生从“知识学习者”向“问题解决者”的转型,为中国化工行业的高质量发展储备核心创新力量。

参考文献

- [1] 周瑜芳,李青云,唐小勇,et al. 基于学生能力培养的化学反应工程课堂教学设计与探索[J]. 广东化工,2024,51(15):188-189+202.
- [2] 孟宇,刘小艳,白瑞,et al. 多媒体资源在化学反应工程课程中的应用与评价[J]. 化工设计通讯,2025,51(05):68-71.
- [3] 宁维莲. OBE 理念下工程认证标准与教学实践的对接策略探究[J]. 科技视界,2024,14(33):28-31.
- [4] 王晓娟. Aspen Plus 在《化学反应工程》课程教学中的应用[J]. 考试周刊,2017(44):169.
- [5] 李光平,卢燕,孙超超. 基于 OBE 理念的校企合作产学研基地人才培养模式构建[J]. 重庆建筑,2025,24(06):101-103.
- [6] 任永宏. OBE 理念下数学混合式教学模式的实践与探索[J]. 学周刊,2025(21):74-76.
- [7] 马巍巍,徐鸣,刘香芝,et al. Aspen Plus 模拟软件与 Aloha 软件在化工安全设计中的教学应用——基于 CDIO 模式[J]. 化学教育(中英文),2025,46(02):117-122.
- [8] 杜乐,周昊. OBE 理论视角下公安院校实践教学教学质量评价体系的构建[J]. 教育观察,2022,11(19):38-41.
- [9] 张旭斌,徐艳,王燕,et al. Aspen Plus 软件在固定床反应器优化设计教学中的应用[J]. 化工时刊,2024,38(06):67-69.
- [10] 田海锋,姚雯还,唐小华,et al. 构筑“师生共同体”的“化学反应工程”混合式教学模式探讨[J]. 当代化工研究,2025(07):152-154.