

OBE理念下化学反应工程课程教学改革

刘雨佳 陈欢

广东工业大学, 中国·广东 广州 511400

摘要: 化学反应工程是化学工程学科的核心课程, 衔接化学基础研究与化工工业生产, 承担学生工程素养与产业适配能力培养任务。针对课程产教脱节供需失配、学生学习主动性不足的问题, 基于成果导向教育理念, 以学生工程能力培养和产业需求适配为核心, 从目标重构、内容优化、方法创新、评价改革及产业衔接机制五维度设计教学改革方案。课程核心模块融入产业案例与工程放大逻辑, 通过项目式学习、校企协同教学激发学生主动性, 实现从“知识传授”到“能力培养”的转型, 为培养化工产业所需高素质工程技术人才提供教学参考。

关键词: OBE 理念; 化学反应工程; 教学改革

Teaching Reform of Chemical Reaction Engineering Course under the OBE Concept

Liu Yujia, Chen Huan

Guangdong University of Technology, China Guangdong Guangzhou 511400

Abstract: Chemical reaction engineering is a core course in the discipline of Chemical Engineering. It bridges basic chemical research and chemical industry production, and undertakes the task of cultivating students' engineering literacy and industrial adaptability. In response to the problems of the disconnection between industry and education in the course and the mismatch between supply and demand, as well as the lack of students' learning initiative, based on the outcome - based education concept and centering on the cultivation of students' engineering abilities and the adaptation to industrial needs, a teaching reform plan is designed from five dimensions: goal reconstruction, content optimization, method innovation, evaluation reform, and industrial connection mechanism. Industrial cases and engineering scale - up logic are integrated into the core modules of the course. Project - based learning and school - enterprise collaborative teaching are used to stimulate students' initiative, realizing the transformation from "knowledge imparting" to "ability cultivation", and providing teaching references for cultivating high - quality engineering and technical talents required by the chemical industry.

Keywords: OBE concept; Chemical reaction engineering; Teaching reform

0 引言

化学反应工程是化学工程与技术类本科核心专业基础课, 核心内容涵盖化学动力学与反应器设计两大模块。化学动力学聚焦反应速率方程推导与验证, 为反应过程量化分析提供理论基础; 反应器设计以三大守恒定律为核心, 融合相关知识解决设备选型、参数优化及工程放大问题。作为连接基础化学研究与化工产业应用的关键纽带, 课程对培养学生工程思维、创新能力与产业适配能力至关重要。

随着化工产业向绿色化、智能化、高端化转型, 对人才的工程实践、问题解决及创新能力提出更高要求。传统化学反应工程教学以理论讲授为主, 存在学用脱节、课程内容滞后于产业需求的问题, 亟需系统性改革。

成果导向教育 (Outcome-Based Education, 简称 OBE) 起源于美国, 其核心是以学生学习成果为导向反向设计教学体系, 具有以学生为中心、成果导向、持续改进三大特征^[1]。将 OBE 理念应用于该课程改革意义重大, 既能让教学目标与产业需求精准对接, 又能激发学生主动学习、提升核心能力, 还可通过持续改进机制动态优化教学方案。

基于此, 本文以 OBE 理念为指导, 结合化学反应工程课程的核心内容与产业需求, 构建“目标 - 内容 - 方法 - 评价 - 衔接”五位一体的教学改革体系, 重点解决学生理论与实践融合、课程与产业衔接等关键问题, 为化学

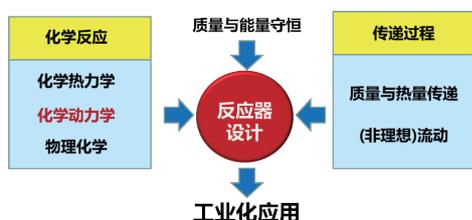


图1 化学反应工程课程介绍

反应工程课程教学改革提供系统性方案。

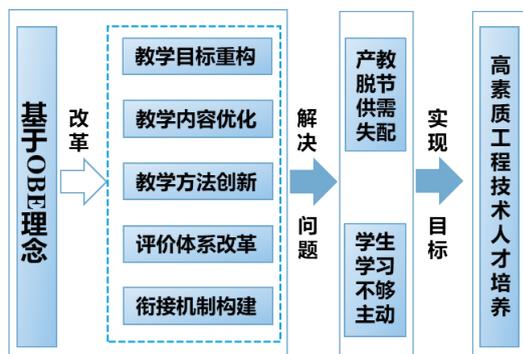


图2 课程教学改革方案图

1 教学目标重构

以 OBE 理念为指导,通过调研企业核心岗位、行业人才规划及毕业生反馈,明确化工产业对相关人才的核心能力需求,反向重构课程教学目标,构建“知识-能力-素质”三位一体体系。

首先在知识层面要求学生扎实掌握化学动力学基本原理、反应器设计理论,全面了解硝化、氢化等常见反应工艺特点、适配反应器及工程放大技术,同时吸纳绿色催化、智能反应器等前沿知识,确保知识体系与产业技术发展同频^[2]。

其次在能力层面重点培养实践与创新能力,具体包括化学动力学实验设计、数据处理及速率方程推导的实验操作能力,反应器选型、参数优化与建模的工程设计能力,解决工程放大中传热传质耦合问题的问题解决能力, Aspen Plus 等软件的应用能力,以及团队协作、沟通与技术创新能力,全面适配企业工作需求。

最后在素质层面聚焦塑造职业素养与发展潜力,核心包括培育严谨工程职业道德、社会责任感及绿色安全化工理念,提升自主与终身学习能力以适配产业绿色智能发展趋势,培育创新与创业意识,为化工产业革新升级提供人才支撑。

2 教学内容优化

以教学目标为导向,结合化学动力学与反应器设计两大核心模块,融入产业实际案例与工程放大逻辑,对教学内容进行系统性优化,构建“理论+实践+产业”的教学内容体系。

2.1 化学动力学模块内容优化

基础理论教学中,讲解反应速率方程推导、动力学模型构建等核心内容时,结合石油化工、精细化工、新能源三大领域实际案例。拆解实际反应复杂因素,引导学生对比理论与工业实际差异,掌握特定体系动力学模型优化方

法,实现基础理论与产业应用深度衔接。

理论教学深化后推进实验教学改革,缩减传统验证性实验占比,增设工业导向的设计性、探究性实验。以制氢抗结焦 Cu-Ni 双金属催化剂课题为例^[1],学生需结合企业工艺背景自主设计实验,确定变量范围、制备催化剂等,通过 Origin、Matlab 完成数据处理与动力学建模;再依据企业产能需求选型固定床反应器,用 Aspen Plus 模拟优化工艺参数,针对放大过程中的催化剂积碳、热失衡等问题提出解决方案。

同时,为适配化工产业绿色智能发展趋势,课程知识体系融入前沿动力学内容,包括绿色催化、光催化、电催化;结合 MOFs、单原子等新型催化剂研发成果,解析其结构特性对反应动力学路径的改变,帮助学生拓宽视野,建立“前沿技术-产业应用-动力学原理”关联认知,为参与产业技术创新奠定基础。

2.2 反应器设计模块内容优化

在理论教学中,可借助跨学科创意载体破解专业概念的“抽象壁垒”。例如一份融合法式餐饮与化工知识的“专业趣味菜单”(虚拟餐厅“Le Cataliste Flambé”),其“Mole Balance”板块将间歇反应器、CSTR、PFR/PBR 等类型与“餐点结构”类比,以学生熟悉的“点餐逻辑”理解“反应器选型逻辑”。

在讲解固定床催化重整反应器的理想平推流假设时,可先以该菜单的“PFR/PBR”条目作为趣味切入点,让学生直观感知“平推流反应器”的概念雏形,再过渡到工业实际中“理想假设与返混现实的冲突”,进而剖析分布器优化等工程补偿策略,让“理论模型扎根工业现实”的逻辑更易被学生接纳。

在“反应器选型与参数优化”模块,分析固定床等适用场景时,可结合菜单里“不同反应器类型对应不同‘餐品烹制容器’”的类比,引导学生将“某医药中间体合成反应器选型”的工程任务,转化为“为特定‘化工餐品’选择最优‘烹制载体’的具象思维,再通过 Aspen Plus 软件验证等环节,完成从趣味认知到工程设计能力的进阶。

这种将专业知识嵌入生活化、趣味化载体的设计,既契合“理论-应用-放大”的模块逻辑,又能持续激活学生的探究兴趣,助力其在反应器设计知识的学习中,实现从“抽象概念记忆”到“工程场景关联”的思维跃迁。

3 教学方法创新

通过创新教学方法,构建“项目驱动+案例教学”的二元教学模式,激发学生的主动学习意识,培养学生的自

主学习能力与问题解决能力。

项目式学习以产业实际项目为载体,将课程内容分解为若干个项目任务,让学生以团队形式完成项目探究^[4]。例如,设置“河马消化系统反应工程分析”综合项目,涵盖胃(CSTR)与肠道(PFR)反应动力学分析、不同条件下转化率计算、多反应器串联模型构建、消化系统模型假设优化等多个环节。学生分组后,通过查阅资料、建立动力学模型、代入参数计算、模拟验证结果、完成汇报答辩等步骤完成项目任务。在项目实施过程中,教师扮演引导者、组织者的角色,帮助学生解决遇到的问题,培养学生的团队协作能力、数据分析能力、工程建模能力与创新能力。

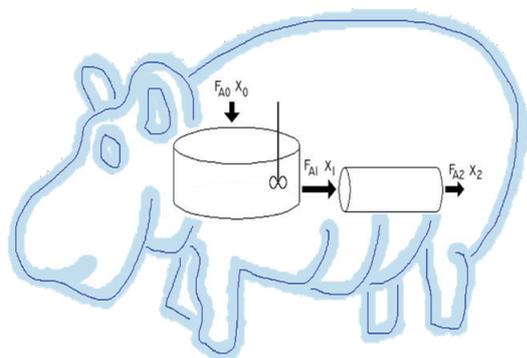


图3 “河马消化系统反应工程”分析图

案例教学法精选光催化反应领域的代表性实验案例,如光催化降解亚甲基蓝实验,构建课程案例库。在课堂教学中,通过案例导入、原理剖析、小组实操、问题探究、结果分析等环节,引导学生运用光催化反应动力学、反应器操作等知识解决实际问题^[5]。

4 评价体系改革

以OBE理念为指导,构建“过程性评价+终结性评价+多元主体评价”的立体化评价体系。过程性评价占60%,其中课堂表现占10%,考评出勤、课堂参与及答题情况;实验教学占20%,全流程评价设计性与探究性实验,侧重考查实验设计与数据处理能力;项目完成情况占20%,评价方案设计、团队协作及汇报答辩等能力;作业与阶段性测试占10%,反馈知识吸收情况与教学效果。终结性评价占20%,闭卷考试侧重核心理论掌握,开卷要求完成工业反应体系反应器设计与参数优化方案,考评工程设计与创新能力。多元主体评价各占5%,教师负责评价组织实施,企业工程师评价学生实习及项目设计表现,学生通过自评与互评反思学习过程及团队协作情况。

5 产业衔接机制构建

为推动化学反应工程课程与化工产业深度融合,构建“教学内容对接产业需求、实践教学对接产业岗位、师资队伍对接产业技术、评价体系对接产业标准”的四位一体协同衔接机制。

教学内容上,建立常态化产业调研机制,组织教师深入企业把握技术动态与岗位需求,校企共研教学大纲,更新课程案例与项目任务,增设新能源、绿色化工相关前沿核心内容,确保教学与产业发展同频。

实践教学方面,与优质企业共建校内外实践基地,提供真实生产场景,按岗位需求设计反应器操作、过程优化等实践模块,推行订单式培养,签订专项协议定制方案,实现人才培养与岗位无缝衔接。

师资队伍建设中,鼓励专任教师到企业挂职积累实战经验,聘请企业技术骨干担任兼职教师参与教学与项目指导,构建校企师资常态化交流机制,协同提升教学与工程实践能力。

6 结语

本文基于OBE理念,针对化学反应工程课程教学中存在的理论与实践脱节、学生学习主动性不足、产业需求对接不紧密等问题,从教学目标重构、教学内容优化、教学方法创新、评价体系改革及产业衔接机制构建五个维度,构建了系统性的教学改革方案。

教学改革实践表明,该方案能够有效提高学生的学习主动性与工程能力,增强学生的就业竞争力,提升课程教学质量,实现了从“知识传授”向“能力培养”的教学转型,为化学反应工程课程教学改革提供了可行的参考模式。

参考文献:

- [1] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1):25-34.
- [2] 陈甘棠. 化学反应工程(第四版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.
- [3] Huang J, Zhong B, Liang Z, et al. Anti-coking Cu-Ni bimetallic catalyst for hydrogen production: Thermodynamic and experimental study of methanol autothermal reforming[J]. Chemical Engineering Science, 2023, 282: 119231.
- [4] 刘军, 李鑫, 王延吉等. 面向新工科的化学反应工程课程体系构建[J]. 化工高等教育, 2019,36(4):53-57.
- [5] 张颖, 李翠清, 张香兰等. 案例教学法在化学反应工程教学中的应用[J]. 化工高等教育, 2017,34(2):78-81.