

基于 OBE-CDIO 教育理念的有机化学实验教学探索

彭天英 张 劲 刘赛文 齐风佩 周攀登

湖南城市学院材料与化学工程学院, 益阳

摘 要 | 在新工科背景下, 各高校工科专业为创新工科人才知识储备、改革工科教育方式做了大量的改革探索。有机化学实验是材料化工类专业必修的一门非常重要的课程, 通过学习有助于提升学生的创新能力和实验综合能力, 其教学改革一直是研究的热点。本文以OBE教育理念为主, 以CDIO工程教育模式为辅, 提出了基于OBE-CDIO教育理念的有机化学实验教学模式, 旨在通过该模式的探索, 为进一步提升材料化工类专业人才培养质量提供有益的参考。

关键词 | 教学改革; OBE; CDIO; 有机化学实验

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



当前, 为积极应对新一轮科技革命与产业变革, 国家通过“中国制造2025”等战略规划, 着力推进制造业、建筑业等领域的跨越式发展。在此背景下, 材料科学领域的突破尤为重要, 以有机化学实验为基础的催化剂设计、高分子材料合成等研究, 正在为新型复合材料开发提供关键技术支持。高校通过构建模块化有机合成实验体系, 培养学生对材料合成路径设计和绿色反应优化的实践能力, 有助于有效衔接理论创新与产业应用^[1]。

1 有机化学实验教学当前模式分析

1.1 传统教学模式现状与局限性

(1) 教师主导的单一化教学。多数院校仍以“教师讲解—学生模拟”为主, 实验内容以验证性操作为核心(如蒸馏、萃取等基础操作), 学生被动接受知识, 缺乏独立设计实验的机会。实验步骤固定化, 学生机械重复操作流程, 难以理解反应机理与实际应用场景的关联性, 导致理论与实践脱节。

基金项目: 湖南省教育科学“十四五”规划2024年度立项课题(项目编号: XJK24CGD057)。

作者简介: 彭天英(1980-)(第一作者), 女, 大学本科, 助教, 研究方向: 高等教育研究; 张劲(1977-)(通讯作者), 男, 博士, 教授, 研究方向: 高等教育研究。

文章引用: 彭天英, 张劲, 刘赛文, 等. 基于OBE-CDIO教育理念的有机化学实验教学探索[J]. 教育研讨, 2025, 7(5): 532-535.

<https://doi.org/10.35534/es.0705103>

(2) 课程内容复杂度与学习效率的矛盾。有机化学实验项目庞杂,如多步骤合成、复杂产物分离,但课时有限,学生难以在短时间内掌握核心技能,如绿色合成工艺优化、光谱分析等。部分实验危险性高,如强酸/强碱使用、高温高压反应,传统课堂难以保障安全性与操作容错率,抑制学生探索积极性^[2]。

1.2 有机化学实验改革实践与创新模式探索现状

(1) 混合式教学模式主要内容包括:①虚拟仿真平台辅助。通过微反应器连续合成模拟、危险反应三维动画演示等虚拟实验,突破场地与设备限制,强化预习与重复训练效果。②翻转课堂应用。学生课前通过视频学习实验原理,课堂时间聚焦操作优化与问题解决,提升学习效率^[3,4]。

(2) 项目式与问题导向教学(PBL)模式主要内容包括:①真实产业问题驱动。例如以“天然产物柠檬烯提取工艺改进”为项目,要求学生结合微波辅助萃取技术与经济性分析,输出工业化可行性报告。②跨学科任务设计。融合化学、工程与环境科学,通过实验方案迭代培养系统思维与创新能力^[5]。

(3) 在教学内容上强调课程内容与思政融合,例如:①科学伦理教育:结合“反应停事件”等案例,在实验教学中渗透科研诚信与责任意识;②绿色化学理念强化:在实验报告中增设溶剂毒性评估、废弃物处理方案等环节,引导学生践行可持续发展原则。

(4) 在教学模式改革探索的同时,建立了多元化评价体系,涵盖以下内容:①过程性考核指标:涵盖实验设计(20%)、操作规范(30%)、数据分析(25%)、团队协作(15%)等维度,强调CDIO全流程能力评估;②产教协同评价:引入企业工程师对实验成果(如药物合成工艺报告)进行工业化适配性评审,建立教学与产业需求对接机制。

1.3 现存挑战与发展方向

(1) 分层教学需求凸显。学生基础差异导致传统“一刀切”教学模式难以满足个性化发展需求,需进一步细化实验难度分级(基础→综合→创新)。

(2) 前沿技术融合不足。微反应器连续合成、光催化反应等新兴技术尚未全面纳入实验体系,需加快教学内容更新速度。

(3) 师资能力转型压力。教师需从“操作示范者”转向“项目引导者”,掌握虚拟仿真工具使用、工程案例解析等复合技能。

当前模式正从知识传授型向能力培养型转型,通过技术赋能(虚拟实验)、场景重构(产教协同)与评价革新(多维考核),逐步破解传统教学困境。

2 OBE-CDIO 教育理念简述

OBE(成果导向教育)由美国学者Spady提出,强调

以学习成果为核心反向设计教学体系。该模式自1980年代起在美、澳等国基础教育中广泛应用,其核心理念强调学校应为学生创设合作性学习环境,充分激发个体潜能。实施过程中要求教育者预先规划学生毕业时应达成的能力目标,并据此构建课程体系与教学方法。经过数十年发展,OBE已形成完整理论框架,成为工程教育改革的重要方向^[6-9]。

CDIO工程教育模式由麻省理工学院等高校研发,通过“构思—设计—实施—运行”的系统化培养,构建理论与实践深度融合的以学生为中心的教学体系。该模式突破传统教学“重演示、轻探索”的局限,采用结果与过程并重的评价机制,强调工程实践的系统性和学习主动性,有效解决实验课程与理论脱节、学生实践困难及创新性不足等问题,促进学生以主动、深度、系统化的方式完成实验学习^[10-12]。

3 基于 OBE-CDIO 教育理念的有机化学实验教学设计

3.1 课程设计理念

(1) 成果导向与工程思维结合

以学生能力达成为核心目标(OBE理念),围绕有机化学实验的“构思—设计—实施—运行”(CDIO四阶段)设计实验项目。例如,通过模拟工业合成流程,引导学生完成从分子设计到产物纯化的完整工程实践。实验内容设置需分层递进,如基础实验(验证性操作)→综合实验(多步骤合成)→创新实验(开放性课题),逐步提升学生解决复杂问题的能力。

(2) 实验项目与真实需求对接

引入企业案例或科研成果,如药物中间体合成、绿色催化反应等,增强实验与产业需求的关联性。通过设计性实验,如“目标产物合成路线优化”,培养学生创新思维和团队协作能力。

3.2 教学模式创新

(1) 混合式教学方法

课前:采用引导式预习(如微课视频+虚拟仿真实验),帮助学生掌握实验原理和安全规范。

课中:实施“互助式讨论+示范式操作”,教师通过问题链引导学生分析实验关键点,例如反应条件对产率的影响。

课后:增加拓展任务(如文献调研、实验方案改进报告),强化自主学习和成果输出。

(2) 课程思政融入

在实验案例中渗透科学伦理与工程责任。例如,通过“手性药物合成实验”强调对映体分离的重要性,结合“反应停事件”警示严谨科研态度。在实验报告中要求学生分析实验的环保性(如溶剂选择、废物处理),培养学生绿色化学意识。

3.3 评价体系优化

(1) 多维过程性考核

考核涵盖实验设计 (20%)、操作规范性 (30%)、数据分析 (25%)、创新性 (15%)、团队贡献 (10%)，避免单一依赖实验报告。引入“学生互评+教师点评”机制，例如在小组展示环节，其他组员可针对实验方案的可行性提出改进建议。

(2) 成果导向的反馈机制

通过后测 (Post-assessment) 检验目标达成度，如对比实验数据与理论预测的偏差，分析学生知识盲区。建立动态评价档案，记录学生从实验技能到创新能力的成长轨迹。

3.4 持续改进方向

(1) 动态调整实验内容

根据行业技术发展 (如光催化、电化学合成) 更新实验项目，确保教学内容的前沿性。定期收集学生反馈，优化实验难度梯度与课时分配。

(2) 校企协同育人

邀请企业工程师参与实验方案设计，或组织学生参观有机合成生产线，强化工程实践认知。

3.5 教学实例

本文以对氨基苯磺酰胺合成与工艺优化实验 (贯穿 CDIO 四阶段) 进行设计。

(1) 构思阶段 (Conceive)

目标导向：以“设计对氨基苯磺酰胺合成工艺”为最终目标，要求学生查阅文献，分析反应机理与环保性要求，做好工艺设计。

任务设计：小组讨论确定合成路线，绘制反应流程图，并预判可能出现的副反应及其控制方法。

(2) 设计阶段 (Design)

实验方案：基于成本、产率、绿色化指标，设计反应条件 (温度、投料比、反应时间) 及梯度实验。

风险评估：要求学生标注实验中的危险操作，制定应急预案。

(3) 实施阶段 (Implement)

操作实践：分步完成对乙酰氨基苯磺酰胺合成、对氨基苯磺酰胺合成、重结晶及产率计算，记录关键数据。

过程迭代：若产率低于预期，引导学生分析实验中出现的問題，提出改进措施 (如延长反应时间)。

(4) 运行阶段 (Operate)

成果输出：提交对氨基苯磺酰胺及工艺报告，需包含成本核算 (原料单价/产率)、废弃物处理方案。

拓展应用：结合磺胺类药物应用，讨论药物安全

性的影响，提升社会责任感。

4 结语

OBE-CDIO 模式通过整合 OBE 的目标导向性与 CDIO 的工程实践性，依托 CDIO 四阶段流程 (构思—设计—实施—运行)，以项目实践强化团队协作、工程创新与实践能力的培养，实现理论教学与工程实践的系统化整合。该模式能够有效提升学生在有机化学实验中的创新能力、工程素养及社会责任感，为应用型人才培养提供支撑。

参考文献

- [1] 天津大学. 教育部：“新工科”建设行动路线 (“天大行动”) [EB/OL]. (2017-04-12) [2025-04-08]. <https://news.tju.edu.cn/info/1003/22332.htm>.
- [2] 杨进. 高校有机化学实验教学改革探析 [J]. 广西科技师范学院学报, 2018, 33 (6): 95-98.
- [3] 潘其明, 贾智若. SPOC 理念下基于雨课堂的有机化学实验混合式教学改革研究 [J]. 山东化工, 2021, 50 (21): 169-170.
- [4] 刘佳奇. 高校有机化学实验在混合式教学中的实践——以常压蒸馏实验为例 [J]. 探索科学, 2020 (6): 75-75.
- [5] 李靖. 基于项目学习的有机化学实验教学 [J]. 青年时代, 2019 (10): 194-195.
- [6] 申天恩, 斯蒂文·洛克. 论成果导向的教育理念 [J]. 高校教育管理, 2016 (5): 47-51.
- [7] 施晓秋. 遵循专业认证 OBE 理念的课程教学设计与实施 [J]. 高等工程教育研究, 2018 (5): 154-160.
- [8] 张辉. 地方本科高校 LU-OBE 工程教育模式的探索与实践 [J]. 现代教育科学 (高教研究), 2018 (1): 117-122, 128.
- [9] 刘珊珊, 韩艳阳, 冯凯, 等. OBE 教育理念下应用化学专业综合实验课程的创新实践 [J]. 大学化学, 2021 (11): 120-124.
- [10] 黄美灵. CDIO 理念下高校创新创业教育与专业教育融合路径构建 [J]. 武汉职业技术学院学报, 2019 (3): 104-107.
- [11] 王留芳, 曲凌, 混合式工程实践的教学重构 [J]. 中国大学教学, 2019 (5): 24-28.
- [12] 戴涛涛, 朱启铭, 陈军. 基于“CDIO-OBE”理念的食品化学实验课程改革探索 [J]. 食品界, 2024 (5): 86-88.

Exploration of Organic Chemistry Experimental Teaching Based on OBE-CDIO Educational Concept

Peng Tianying Zhang Jin Liu Saiwen Qi Fengpei Zhou Pandeng

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

Abstract: Under the background of the new engineering disciplines, various universities have made a lot of reform explorations in engineering majors to innovate the knowledge reserves of engineering talents and reform the education methods of engineering. Organic chemistry experiment is a very important course that is compulsory for materials chemical engineering majors. Through learning, it helps to enhance students' innovation ability and comprehensive experimental ability. Its teaching reform has always been a hot research topic. This article focuses on the OBE educational philosophy, supplemented by the CDIO engineering education model, and proposes an organic chemistry experimental teaching model based on the OBE-CDIO educational philosophy. The aim is to explore this model and provide useful references for further improving the quality of talent cultivation in materials and chemical engineering majors.

Key words: Reform in education; OBE; CDIO; Organic Chemistry Experiment