

## 化学工程领域专业学位研究生案例式教学实践

陈 志\*, 许俊强, 郭 芳, 唐聪明, 张 强, 王耀琼

重庆理工大学化学化工学院 重庆

**【摘要】**针对化学工程领域专业学位研究生培养中存在的理论与实践脱节问题,重庆理工大学以“新工科”教育理念为指导,探索案例式教学改革。通过产教融合、科教融合,围绕化工新材料的设计与制备、表征技术及工程应用主线构建案例库,将案例式教学贯穿于教学全过程,旨在培养研究生系统解决复杂工程问题的能力,提升其工程实践创新能力。实践表明,案例式教学有效激发了学生的学习主动性,增强了其工程素养和创新意识,为复合型、应用型化工人才培养提供了可行路径。

**【关键词】**化学工程;专业学位研究生;案例式教学;产教融合;工程实践能力

**【基金项目】**重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg203111);重庆市高等教育教学改革研究重点项目(222120);重庆理工大学研究生教育教学改革研究重点项目(yjg2016101)

**【收稿日期】**2025 年 8 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250230

### Case-based teaching practice for graduate degrees in the field of chemical engineering

Zhi Chen\*, Junqiang Xu, Fang Guo, Congming Tang, Qiang Zhang, Yaoqiong Wang

School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing

**【Abstract】**In view of the disconnect between theory and practice in the training of graduate students with professional degrees in the field of chemical engineering, Chongqing University of Technology explores the reform of case-based teaching under the guidance of the "new engineering" education concept. Through the integration of industry and education, science and education, a case library is built around the design and preparation of new chemical materials, characterization technology and engineering application, and case-based teaching runs through the whole teaching process, aiming to cultivate the ability of graduate students to systematically solve complex engineering problems and improve their engineering practice innovation ability. Practice shows that case-based teaching effectively stimulates students' learning initiative, enhances their engineering literacy and innovation awareness, and provides a feasible path for the cultivation of compound and applied chemical talents.

**【Keywords】**Chemical engineering; Professional degree graduates; Case-based teaching; Integration of industry and education; Engineering practice ability

随着我国化工行业向高端化、智能化、绿色化转型,企业对化学工程领域专业学位研究生的工程实践能力和创新能力提出了更高要求。专业学位研究生教育作为连接高等教育与产业需求的重要纽带,其核心目标是培养“能解决实际工程问题、具备行业竞争力”的应用型人才。然而,传统教学模式中“理论讲授为主、实践环节为辅”的现状,导致学生难以将抽象理论转化为解决复杂工程问题的能力,与企业需求存在明显差距<sup>[1,2]</sup>。

案例式教学以真实工程案例为载体,通过模拟实际工作场景,引导学生在分析、讨论、解决问题的过程中主动建构知识体系,培养其批判性思维和决策能力<sup>[3,4]</sup>。相较于传统“填鸭式”教学,案例式教学具有以下优势<sup>[5-7]</sup>:(1)贴近工程实际:案例来源于真实项目,涵盖技术难点、决策过程和实践经验,帮助学生提前适应企业工作场景;(2)强化能力迁移:通过多维度案例分析,学生可掌握“发现问题—分析问题—解决问题”的逻辑框架,提升跨场景应

\*通讯作者:陈志(1979-)男,博士,教授,从事产教融合及仿真实验技术的教育教学研究。

用能力; (3) 激发学习主动性: 以问题为导向的讨论式教学, 能有效调动学生的参与热情, 变“被动接受”为“主动探究”。

重庆理工大学化学化工学院立足“新工科教育”理念, 聚焦化工新材料应用领域, 提出“以案例为桥, 连接理论与实践”的教学改革思路。学院通过整合企业资源、科研成果和行业需求, 构建系统化案例库, 将案例式教学融入专业学位研究生课程体系, 旨在破解“学用脱节”难题, 为化工行业培养具备“理论扎实、实践突出、创新见长”的高层次应用型人才。

### 1 案例式教学的设计思路与框架

1.1 设计理念: 以“新工科”为引领, 聚焦能力进阶

案例式教学设计紧扣“新工科”对人才培养的“跨界整合、实践创新”要求, 以“产教融合、科教融汇”为路径, 构建“基础能力—综合能力—创新能力”的三阶培养框架: (1) 基础能力层: 通过单一技术环节案例, 培养学生对材料设计、制备及表征等基础技能的掌握; (2) 综合能力层: 以多环节串联案例, 训练学生系统分析复杂工程问题的能力;

(3) 创新能力层: 结合行业前沿案例, 激发学生的技术创新和方案设计能力。

1.2 内容框架: 以“材料应用”为主线, 串联三大核心模块

围绕化工新材料应用全链条, 案例库构建聚焦三大核心模块, 形成“设计—表征—应用”的闭环体系: (1) 模块一—材料设计与制备: 涵盖高分子材料、无机功能材料、复合材料等的合成工艺、配方优化、设备选型等案例, 如“聚氨酯高分子材料的分子设计与聚合工艺调控”; (2) 模块二—材料表征技术: 包含光谱分析、显微成像、力学性能测试等表征方法在实际问题中的应用案例, 如“利用 X 射线光电子能谱(XPS)分析涂层失效机理”; (3) 模块三—材料工程应用: 涉及材料在能源、环境、生物医药等领域的工程化应用案例, 如“膜材料在工业废水处理中的规模化应用及成本控制”。

1.3 实施路径: 以“产教融合”为支撑, 构建协同机制

学院联合重庆化医控股集团、重庆建峰工业集团等 10 余家企业, 建立“校企双导师”案例开发与教学团队, 形成“案例来源—教学实施—效果反馈”

的协同机制。案例开发: 企业工程师提供真实项目难题, 教师将其转化为教学案例, 共同编写包含“问题背景—技术路线—决策过程—反思总结”的案例手册; 教学实施: 企业导师参与课堂点评, 结合行业实践解读案例背后的工程逻辑; 效果反馈: 定期组织企业座谈会, 根据岗位需求调整案例内容和教学重点。

## 2 案例式教学的实践过程

### 2.1 案例库的建设与优化

#### (1) 案例来源

案例库建设坚持“多元化、高质量”原则, 来源主要包括:

企业真实项目: 与重庆某化工企业深度合作, 获取其“高纯度电子级氢氟酸的制备工艺改进”项目的第一手资料, 该案例详细涵盖原料预处理阶段的氟化物杂质去除难题、反应控制中的温度与压力协同调节方案、纯度检测环节的离子色谱分析参数设置等全流程问题, 每个环节都附有企业原始生产记录数据和技术人员的操作笔记。

教师科研成果转化: 将本院教师“CO<sub>2</sub>催化转化为甲醇的催化剂设计”研究中的实验数据、工艺参数转化为教学案例。案例中包含催化剂活性组分筛选时的对比实验结果、不同反应条件下的转化率数据、催化剂稳定性测试的循环实验记录等, 同时融入研究过程中遇到的催化剂失活问题及解决方案, 体现科教融合的特色。

#### (2) 案例筛选标准

为保证案例质量, 制定严格的筛选标准:

真实性: 案例需基于实际工程场景, 数据、问题、解决方案均有据可依。例如“工业废水处理用吸附材料的选型与优化”案例, 所有废水水质数据均来自重庆某工业园区的实际监测报告, 备选吸附材料的性能参数均为第三方检测机构出具的正式报告。

复杂性: 包含 2-3 个相互关联的技术难点, 如材料合成效率与成本的平衡、工艺稳定性与环境风险的管控, 符合“复杂工程问题”的培养要求。如“锂离子电池正极材料的工业化生产”案例, 既涉及材料合成过程中的晶体结构控制难题, 又面临生产过程中的废水处理与回收利用问题, 且两者相互影响。

启发性: 案例预留开放性问题的, 如“若原料价格波动, 如何调整合成路线?”, 引导学生深度思考。

在“新型抗菌包装材料的配方设计”案例中, 设置“当抗菌剂用量增加导致材料成本过高时, 可采取哪些替代方案?”等问题。

时效性: 优先纳入近 5 年的新技术、新工艺案例, 如“可回收热固性树脂的制备与应用”, “废旧锂电中有价金属的回收”等反映行业前沿。案例库中 2020 年以后的案例占比不低于 70%, 每年更新 10%左右的内容。

## 2.2 案例式教学的课堂实施

以“材料工程应用”模块中的“工业废水处理用吸附材料的选型与优化”案例为例, 教学实施分为三个阶段:

### (1) 课前准备 (1 周)

教师提前发布详细的案例材料, 包括企业废水水质的详细检测报告 (含 COD、BOD、重金属离子浓度等具体数据)、现有处理工艺的流程图及运行参数、工艺瓶颈的现场照片及技术人员的分析记录、备选吸附材料 (活性炭、沸石、树脂等) 的性能参数表 (如比表面积、吸附容量、再生次数等)。

学生分组 (每组 5-6 人), 通过查阅相关文献了解不同吸附材料的适用范围和性能特点, 利用学院提供的数据库查询类似废水处理的成功案例, 同时可通过线上平台咨询企业导师, 初步拟定材料选型方案, 并制作方案思维导图。

要求每组提交 1 份“问题分析清单”, 明确待解决的核心问题 (如吸附容量与再生性能的平衡、成本控制目标), 并列分析出分析问题所依据的理论和文献资料。教师对清单进行批阅, 对问题分析不深入的小组进行针对性指导。

### (2) 课堂实施 (3 课时)

案例引入 (30 分钟): 企业工程师通过视频连线的方式, 详细介绍项目背景, 包括企业的生产工艺、废水产生环节、当前处理工艺的运行成本及环保压力等, 重点强调“处理成本不超过 8 元/吨”的实际约束条件, 并展示废水处理车间的现场环境和设备运行状况。

小组讨论 (60 分钟): 各组围绕“材料选型依据”“工艺参数优化”“经济性分析”展开激烈辩论。教师在各组间巡回指导, 适时抛出追问 (如“若出现重金属离子超标, 如何调整吸附剂配方?”“当水温升高时, 吸附材料的性能会发生哪些变化, 应采取哪些应对措施?”), 引导学生全面考虑各种因素。

方案展示与点评 (60 分钟): 每组派代表利用 PPT 汇报方案, 汇报内容包括材料选型的理由、工艺流程图设计、预期处理效果、成本核算表等。企业导师从工程可行性角度点评, 如“活性炭再生设备的占地面积是否符合工厂实际布局?”“树脂的再生周期设置是否与企业的生产班次相匹配?”; 教师从理论角度分析方案的科学性, 如“吸附等温线模型的选择是否合理?”“工艺参数的优化是否采用了正确的实验设计方法?”。

总结提升 (30 分钟): 教师梳理案例涉及的“吸附等温线模型”“工程经济性评价指标”等知识点, 提炼“技术可行性—经济合理性—环境安全性”的决策逻辑, 形成书面的案例分析总结报告, 发放给学生课后学习。

### (3) 课后延伸

学生基于课堂讨论修改方案, 形成完整的《废水处理方案设计报告》, 报告需包含方案的详细实施步骤、设备清单及报价、人员配置计划、应急预案等内容。感兴趣的小组可结合大学生创业大赛申请进入企业中试基地, 在企业工程师和教师的指导下, 参与小型试验验证, 将理论方案转化为实践操作。试验过程中需记录详细的实验数据, 对比实际处理效果与方案预期的差异, 并分析原因形成试验报告。

## 2.3 教学方法的融合创新

为提升教学效果, 案例式教学与多种教学方法结合:

与项目式学习结合: 以案例为基础, 设计“小型研发项目” (如“新型抗菌包装材料的配方设计”)。学生需组成项目团队, 完成从文献调研、配方设计、小试实验、性能测试到成本核算的全流程工作。项目实施过程中, 每两周召开项目进度会, 教师和企业导师对项目进展进行点评和指导, 最终提交项目报告并进行成果展示。

与翻转课堂结合: 将案例中的基础理论部分 (如“材料表征方法原理”) 制作成微课, 微课内容包括理论讲解、实验操作演示、典型案例分析等, 时长控制在 15-20 分钟。学生课前自主学习微课, 并完成在线测试题, 教师根据测试结果了解学生的学习难点, 课堂时间集中用于案例讨论和问题解答, 提高课堂效率。

与虚拟仿真结合: 利用“化工过程虚拟仿真平台”, 模拟案例中的危险操作环节 (如高温高压反

应)。学生在虚拟环境中进行操作训练,如设置反应温度、压力参数,观察反应过程中的物料变化和设备运行状态,处理突发故障(如泄漏、超压等)。虚拟仿真系统会记录学生的操作步骤和结果,进行评分和错误分析,帮助学生提升安全意识和应急处理能力。

### 3 教学成效与反思

#### 3.1 教学成效

##### (1) 学生工程能力明显提升

通过对 2021 级、2022 级化学工程领域专业学位研究生的跟踪调查,案例式教学实施后,学生在以下方面表现突出:(1)复杂问题解决能力:在“全国大学生创新创业大赛”中,我院参赛团队以企业实际案例为原型设计的“年产 10 万吨生物基聚酯项目”获国家级二等奖,较实施前提升 30%;(2)实践创新能力:2022 届毕业生中,32%的学位论文选题来源于案例库中的企业项目,其中 4 篇被评为“重庆市优秀专业学位论文”;(3)就业竞争力:毕业生平均起薪较实施前增长 15%,用人单位反馈“学生能快速适应岗位需求,独立处理生产中的技术问题”。

##### (2) 教师教学能力持续优化

案例式教学推动教师从“知识传授者”向“能力引导者”转型。教师参与企业项目的积极性提高,近三年横向科研经费增长 25%,为案例开发提供了丰富素材;2 名教师获“重庆理工大学教学能力大赛”二等奖,形成了“科研反哺教学”的良性循环。

##### (3) 校企合作深度拓展

案例式教学成为校企合作的纽带,目前已与企业共建“案例教学实践基地”3 个,企业每年投入专项经费用于案例开发和学生实践,实现了“教学—科研—生产”的协同发展。

#### 3.2 存在问题与反思

##### (1) 案例更新速度有待加快

化工技术迭代迅速,部分案例已滞后于行业发展,需建立“企业实时反馈”机制,缩短案例更新周期。可与企业建立信息共享平台,企业及时上传最新的技术难题和项目案例,教师快速进行整理和转化。

##### (2) 评价体系需进一步完善

当前以“报告+课堂表现”为主的评价方式难以全面反映学生的工程实践能力,需引入“企业实践

考核”“技术方案落地效果”等维度,构建多元化评价体系。例如,在学生参与企业中试实验后,由企业工程师根据学生的实验操作技能、问题解决能力等进行打分,纳入最终评价结果。

##### (3) 师资队伍工程背景需强化

部分青年教师缺乏企业工作经验,案例讲解时难以深入分析工程细节,需通过“企业挂职锻炼”“双导师联合备课”等方式提升其工程素养。学院可制定青年教师挂职计划,每年选派 2-3 名教师到合作企业进行为期半年的实践锻炼,参与企业的实际项目开发。

### 4 结论与展望

重庆理工大学在化学工程领域专业学位研究生中开展的案例式教学实践,以“新工科”理念为指导,通过产教融合构建系统化案例库,将真实工程问题融入教学全过程,有效提升了学生的工程实践能力和创新能力,为应用型人才培养提供了实践经验。通过持续创新,案例式教学将在化学工程领域专业学位研究生培养中发挥更大作用,为我国化工行业高质量发展输送更多高素质应用型人才。未来,学院将从两方面深化改革<sup>[8-10]</sup>:(1)案例库智能化建设:引入 AI 技术,实现案例的精准推送和个性化学习路径规划;(2)跨学科案例开发:结合“化工+材料+人工智能”等交叉领域,开发复合型案例,培养学生的跨界整合能力。

### 参考文献

- [1] 刘姣姣, 淡勇. 化学工程领域工程专业学位研究生教育综合改革举措[J]. 化工高等教育, 2020, 3, 66-68.
- [2] 赵永华, 周立岱, 张震斌, 等. 化学工程专业学位硕士研究生案例教学探索[J]. 高教学刊, 2023, 3, 82-85.
- [3] 田佳壮, 李艳妮, 高树林, 等. 案例教学在材料与化工专业硕士学位教学中的应用研究[J]. 云南化工, 2025, 52(1): 117-122.
- [4] 王素月. 专业学位研究生案例教学的深层建构研究[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2024, 46(6): 94-101.
- [5] 姜高亮, 李涛, 任保增. 化学工程专业学位研究生实践基地建设案例教学探讨[J]. 化工高等教育, 2020, 2, 54-56.
- [6] 张岩, 桂洪斌, 鲁国春. 专业学位研究生课程案例教学法

- 的改革研究[J]. 教育教学论坛, 2025, 24, 169-172.
- [7] 赵雯, 胡金璐, 王婧. 案例教学在学位硕士研究生培养中的实践[J]. 教育教学论坛, 2024, 35, 5-8.
- [8] 吉远辉, 苏隽奕, 李弋, 等. 人工智能背景下化工专业课程教学改革研究与实践[J]. 化工高等教育. 2024, 41(3): 9-13.
- [9] Qilong Ren. AI in Chemical Engineering: A New Chapter of Innovation[J]. Engineering, 2024, 39, 1-2.

- [10] Yue Yuan, Donovan Chaffart, Tao Wu, Jesse Zhu. Transparency: The Missing Link to Boosting AI Transformations in Chemical Engineering[J]. Engineering, 2024, 39, 45-60.

**版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



**OPEN ACCESS**