

工程教育认证背景下《高分子化学实验》教学改革探索与实践

陶发荣, 李 光*, 谢 倩, 甄金明, 张同辉

聊城大学材料科学与工程学院, 山东 聊城

收稿日期: 2025年9月30日; 录用日期: 2025年11月4日; 发布日期: 2025年11月13日

摘 要

《高分子化学实验》作为高分子材料与工程专业的核心实践课程, 其传统教学模式已难以适应教育强国战略与新工科建设的要求。文章以聊城大学该课程为例, 探讨了在工程教育认证标准指引下的教学改革探索与实践路径。在理念上, 秉持“学生中心、产出导向、持续改进”的原则, 并将思政教育贯穿全程; 在模式上, 构建“课前探究 - 课中内化 - 课后拓展”的闭环教学与多元考核新范式; 在机制上, 建立课程目标达成评价与持续改进体系。这些举措在引导学生树立专业价值观、提升其自主学习能力、促进实践能力与创新精神方面初见成效, 所形成的经验可对新时代高校实验教学改革提供参考。

关键词

工程教育认证, 《高分子化学实验》, 教学改革, 学生中心, 能力培养

Exploration and Practice of Teaching Reform of “Polymer Chemistry Experiment” under the Background of Engineering Education Accreditation

Farong Tao, Guang Li*, Qian Xie, Jinming Zhen, Tonghui Zhang

School of Materials Science and Engineering, Liaocheng University, Liaocheng Shandong

Received: September 30, 2025; accepted: November 4, 2025; published: November 13, 2025

*通讯作者。

文章引用: 陶发荣, 李光, 谢倩, 甄金明, 张同辉. 工程教育认证背景下《高分子化学实验》教学改革探索与实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(11): 270-275. DOI: 10.12677/ces.2025.1311866

Abstract

As a core practical course for the major of polymer materials and engineering, the traditional teaching model of “Polymer Chemistry Experiment” has become inadequate for meeting the requirements of the strategy of building an education-strong country and the construction of new engineering disciplines. Taking this course at Liaocheng University as an example, this paper explores the exploration and practical path of teaching reform under the guidance of engineering education accreditation standards. Conceptually, it adheres to the principles of “student-centered, outcome-oriented, and continuous improvement,” and integrates ideological and political education throughout the entire process. Methodologically, it establishes a closed-loop teaching model featuring “pre-class inquiry, in-class internalization, and post-class extension” alongside a new paradigm of diversified assessment. Institutionally, it implements an evaluation and continuous improvement system grounded in course objective attainment. These initiatives have yielded initial results in guiding students to establish professional values, enhance their self-directed learning abilities, practical skills, and innovative spirit. The resulting experience can provide a valuable reference for experimental teaching reform in universities during the new era.

Keywords

Engineering Education Certification, “Polymer Chemistry Experiment”, Teaching Reform, Student-Centered, Capacity Building

Copyright © 2025 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

当前，我国高等教育正处在全面深化改革的关键阶段。以实现中华民族伟大复兴为目标的“教育强国”战略，强调高等教育要聚焦国家重大战略需求，着力培养担当民族复兴大任的时代新人。新工科建设以主动应对新一轮科技革命与产业变革为核心，要求工程教育必须面向未来、与时俱进，培养具备卓越创新能力和交叉融合素养的新型工科人才[1][2]。这两大战略共同指向了人才培养这一核心要务，并对工程教育的质量与模式提出了前所未有的高标准与新要求。《华盛顿协议》所倡导的“成果导向教育”(OBE)模式，核心在于培养学生具备解决复杂工程问题的综合能力，而不仅仅是掌握孤立的学科知识[3]。这一理念深刻重塑了全球工程教育的教学实践。在此背景下，作为我国工程教育质量保障关键机制的工程教育专业认证，其“学生中心、产出导向、持续改进”的理念愈发凸显出核心指导价值[4][5]。要使工程教育认证落到实处，我们必须对传统的教育理念进行改革，即从以教师为中心转变为以学生为中心、从以知识传授为目标转变为以能力培养为目标。

高分子材料作为国家战略性新兴产业的重要基石，其人才培养质量直接关系到“教育强国”战略中科技自立自强目标的实现，以及“新工科”所倡导的学科交叉、产业创新的发展进程[6]。《高分子化学实验》不仅是高分子材料与工程专业不可或缺的核心实践课程，更是贯通理论认知与工程实践的关键桥梁[7]。该课程通过系统的实验训练，一方面培养学生严谨的科学思维与实验技能，另一方面着力激发其创新意识与解决复杂工程问题的能力[8]。然而，传统“验证式”与“单向灌输式”的实验教学模式，严重制约了学生高阶能力的培养。学生往往被动遵循既定流程，导致其在自主实验设计、前沿知识融合、

复杂工程问题应对以及数字化工具应用等方面的能力难以得到有效锻炼。这种模式与当前新经济形态对高分子领域应用型、创新型人才的迫切需求之间存在显著差距。为培养学生的综合能力、高阶思维与科学素养，实验教学研究正经历着从“验证已知”到“探究未知”的深刻转型[9] [10]。这一趋势表现为：在教学目标上，从侧重操作技能的训练转向强调解决复杂工程问题能力、科学探究能力与批判性思维的培养；在教学模式上，广泛探索“基于探究的实验”、“基于项目的学习”和“开放式实验”等[11][12]。聊城大学高分子材料与工程专业于 2022 年通过了国家工程教育专业认证，秉承“学生中心、产出导向、持续改进”的三大基本理念持续推进教学改革，助力人才培养质量提升。本专业《高分子化学实验》以工程教育认证三大基本理念为指导，以课程思政为引领，探索以“课前 - 课中 - 课后”三阶段深度融合为特色的教学模式改革，实施多元化考核模式，通过课程目标达成评价驱动实验教学持续改进，取得了良好的育人成效。

2. 支撑毕业要求的课程目标顶层设计

根据“反向设计、正向实施”的原则，课程团队围绕人才培养方案中《高分子化学实验》对毕业要求观测点的支撑任务进行充分论证，设定了三个课程目标：1) 掌握高分子化学实验的基本操作技能，规范操作，学会正确观察实验现象，合理处理数据，准确描绘仪器装置简图，撰写实验报告，培养学生分析解决高分子材料制备、加工与应用中复杂工程问题的影响因素并得到有效结论的能力；2) 养成严谨的科学态度，良好的实验习惯，使其以后能独立完成一些研究工作，能根据高分子材料的特征设计可行的研究路线和实验方案，培养学生针对高分子材料与工程领域的复杂工程问题设计解决方案的能力；3) 能够对高分子化学实验过程的数据、现象进行合理分析，并能具备通过信息综合、归纳总结得出合理有效结论的能力。课程目标对毕业要求观测点的支撑关系如表 1 所示。

Table 1. Supporting relationship between curriculum objectives and graduation requirement observation points
表 1. 课程目标对毕业要求观测点的支撑关系

毕业要求	毕业要求观测点	课程目标
问题分析	能够运用相关基本原理，结合文献研究，分析解决高分子材料制备、加工与应用中的复杂工程问题的影响因素，并得到有效结论。	1
设计/开发解决方案	能够设计针对高分子材料与工程领域的复杂工程问题的解决方案，能够进行高分子材料制备、加工与应用工程中的系统或工艺流程的设计/开发，并能够在相关环节中体现创新意识。	2
研究	能对实验数据和结果进行合理的分析解释，通过信息综合，归纳总结得出合理有效的结论。	3

课程教学团队遵循“成果导向”理念，以课程目标为指引，反向设计实验项目、实验内容与教学环节，确保其与专业培养能力要求精准对接。通过多元化的考核方式对学习成果进行客观评价，促使课程目标达成，形成“目标 - 教学 - 评价 - 达成”的闭环，最终有效支撑毕业要求的达成。

3. 实验教学模式改革探索

3.1. 探索实验教学与课程思政的协同路径，夯实学生素养根基

聊城大学严格落实立德树人根本任务，将德育放在首位，全面推进课程思政建设。课程教学团队科学挖掘《高分子化学实验》课程中的“思政”元素，将“思政”元素潜移默化地融入课堂教学中，做到“项目个个有思政，教师人人讲育人”，将课程思政建设贯穿实验课程教学改革始终。在“对苯二甲酰

氯与己二胺的界面缩聚”实验项目中,介绍我国科学家如何在聚酰胺研发与产业化领域通过数十年如一日的攻坚克难实现突破,强调这背后体现的自力更生、艰苦奋斗精神以及科技报国的使命担当。在“甲基丙烯酸甲酯的本体聚合”实验项目中讲解精确控制预聚温度和时间是防止“爆聚”的关键时,使学生体会“差之毫厘,谬以千里”的严谨性,培养学生精益求精、耐心专注的工匠精神。在实验过程中需要多人合作时,引导学生有效沟通、相互合作、协商解决矛盾,使学生深刻理解团队合作在现代科研和工程实践中的极端重要性,培养他们的集体荣誉感和协作能力。

3.2. 构建“课前探究-课中内化-课后拓展”闭环课堂,激发学生自主学习与创新能力

为将实验教学从简单的技能训练转变为激发学生自主学习与创新能力的深度探究过程,课程教学团队探索构建了“课前探究-课中内化-课后拓展”的闭环课堂。在实验项目开始前一周,教师在学习通平台发布预习任务,以任务驱动学生开展课前自主探究。如“苯乙烯的可逆加成-断裂链转移(RAFT)聚合”实验项目发布了“普通自由基聚合与‘活性’自由基聚合的区别是什么?”、“RAFT聚合的机理是什么”的预习任务,引导学生自主查阅文献,了解RAFT聚合。这一环节将学习起点前移,变被动接受为主动思考,培养了学生的信息素养和发现问题的能力。在上课时,采用“提问-讨论-实操-指导”的模式开展教学,精简教师讲授时间,增加学生探究与操作时间,促进知识内化,聚焦能力训练。教师通过提问检验学生的实验预习成效,然后讲解实验过程与注意事项,并进行演示操作。学生根据教师讲解讨论确定实验路线与分工,协作开展实验操作。教师巡视指导,纠正错误操作,培养学生严谨作风。如开展“甲基丙烯酸甲酯的悬浮聚合”实验项目时,给学生指导调节搅拌速度的重要性,速度过低,液滴合并,轻则粒度不均,重则结块失败;速度过高,液滴过小,形成乳状液,易生成砂粒状聚合物。通过课中教学过程,既强化了学生的动手能力,也培养了团队协作和解决复杂工程问题的能力。课后,学生完成实验报告,实验报告不再是简单的数据记录,而是要求学生对实验现象、实验数据、实验结果进行分析,并回答开放性问题。教师通过学习通平台批阅反馈实验报告情况,并进行答疑。以此促进学生知识整合、能力迁移与反思提升,激发其创新意识和探索精神。

“课前探究-课中内化-课后拓展”的闭环课堂利用线上与线下教学的深度融合,通过启发式讲授、互动式交流、探究式讨论,引导学生思考与探究、表达与阐述,促使学生全身心投入到学习中,激发了学生的自主学习与创新能力。

3.3. 实施多元化考核模式,推动实验教学从“评分”向“促学”转变

为改变实验教学考核中仅以实验报告成绩作为实验课程成绩、重结果轻过程的传统弊端,课程教学团队探索实施了多元化考核模式,推动实验教学从静态“评分”向动态“促学”的根本性转变。多元化考核体系将评价贯穿于实验全过程,涵盖课前预习、课中操作与数据现象记录、课后实验数据、现象、结果分析与问题回答,其中课前预习考核占20%、课中环节考核占40%、课后环节考核占40%。期末考试采取模块化方式围绕课程目标命题进行考核。课程总成绩由所有实验成绩和期末考试成绩组成,其中所有实验成绩占60%,期末考试成绩占40%。将考核从单纯的“衡量尺”转变为强大的“导航仪”,引导学生更关注能力提升与知识内化的过程,从而实现从被动接受分数到主动追求成长的转变,真正让教学评价服务于学生能力培养与全面发展。

4. 课程目标达成评价驱动实验教学持续改进

课程考核结束后,课程教学团队采用定量评价的方式根据学生考核成绩开展课程目标达成情况评价。通过对2022级学生的课程目标达成情况评价分析,课程团体发现了诸如“学生掌握实验技术和基本技能

的能力仍有待加强”、“学生对于合成产物结果的分析能力有待提高”等问题,进而提出了“严格规范实验操作,加强基本技能讲授与指导”、“促进知识转化,指导学生如何将所学理论知识与实验结果进行结合分析”等持续改进举措,在2023级学生的教学过程中实施了改进。如图1所示,通过对2022级和2023级学生《高分子化学实验》课程目标达成度比较可以看出,2023级学生的三个课程目标达成度均高于2022级的课程目标达成度,表明实验教学改革经过持续改进取得了明显成效。这种基于问题的“诊断”为教学改进提供了精准的靶向,教师可以有针对性地优化教学内容、改进教学方法,从而形成一个“评价-分析-反馈-改进-再评价”的良性循环,为人才培养质量提升提供坚实保障。

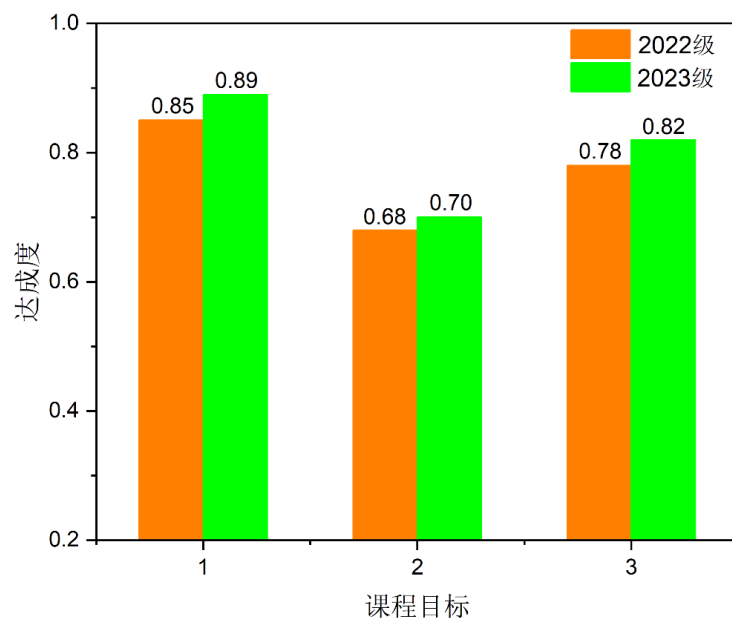


Figure 1. Achievement degree of course objectives for “Polymer Chemistry Experiment” among students in 2022 and 2023 grades

图1. 2022级和2023级学生《高分子化学实验》的课程目标达成度

5. 结语

本文围绕《高分子化学实验》开展了教学改革探究,在“学生中心、产出导向、持续改进”的工程教育认证理念指导下,以课程思政为价值引领,系统构建了“课前探究-课中内化-课后拓展”的闭环教学模式,并实施了多元化考核。通过课程目标达成评价验证了改革成效,并据此进行持续改进,取得了良好的育人效果。但也存在局限性:为期两年的实践仅覆盖2022与2023两个年级,导致“观察短期”和“样本单一”,且评估偏重直接学业成果,未能纳入问卷、访谈等质性证据以深入揭示学生的体验与内在变化,使我们仅侧重于关注教学改革的即时成效与可行性。随着新工科建设的深化和高分子材料的飞速发展,本专业的实验教学改革不能停滞,我们将在现有经验基础上不断分析实验教学中存在的问题,优化实验教学内容和教学模式并持续改进,系统引入学生问卷调查、结构化访谈等多元评价方法,深入获取学生对教学改革的感知、体验与自我成长报告等宝贵数据,以更有效地培养学生的实践能力和创新精神,为新时代高校实验教学改革提供可复制的范式。

基金项目

山东省高等教育本科教学改革研究项目(Z2022140)。

参考文献

- [1] 杨勇, 江京亮, 刘国梁. 面向新工科的实践教学贯通式培养机制与体系研究[J]. 创新教育研究, 2024, 12(9): 628-635. <https://doi.org/10.12677/ces.2024.129668>
- [2] 韦双颖, 高振华, 张彦华, 张大伟, 霍鹏飞. 新工科背景下以工程教育认证为导向的多维度产教融合创新人才培养体系研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2025, 8(14): 134-136.
- [3] 李志义. 《华盛顿协议》毕业要求框架变化及其启示[J]. 高等工程教育研究, 2022(3): 6-14.
- [4] 贾权, 郭计云, 王明明. “新工科 + 工程教育认证”背景下特色专业人才培养体系探究[J]. 高教学刊, 2024, 10(S2): 157-160.
- [5] 李志义, 赵卫兵. 我国工程教育认证的最新进展[J]. 高等工程教育研究, 2021(5): 39-43.
- [6] 赵志新, 袁奇娟, 陈宝书, 李正秋. 新工科背景下高分子材料领域提升人才自主培养质量的探讨[J]. 创新创业理论研究与实践, 2024, 7(14): 107-109.
- [7] 车玉菊, 顾皓楠, 王珂, 孔令明, 戚明颖, 苗艳丽, 柏铭. 后疫情时代《高分子化学实验》“线上与传统”融合教学的改革实践[J]. 广东化工, 2024, 51(22): 173-176.
- [8] 张夏兰, 吕秋丰, 靳艳巧, 林起浪. 虚实结合的高分子化学实验课程教学改革探索[J]. 化工高等教育, 2024, 41(4): 142-149.
- [9] 刘书武, 卢丽敏, 刘倩, 王林玉, 高艳莎, 龚磊, 胡楚楚. 新工科背景下高校实验课的教改探究与实践——以高分子化学实验课程为例[J]. 云南化工, 2024, 51(5): 194-196.
- [10] 左晓玲, 焦慧彬, 高华, 向力. “双碳”背景下《高分子化学实验》教学初探[J]. 广州化工, 2024, 52(8): 190-193.
- [11] 付一政, 谢江波, 李迎春, 王文生, 刘亚星, 向阳. 工程教育认证导向下专业综合实验改革研究[J]. 实验室科学, 2025, 28(2): 124-128, 132.
- [12] 路平, 李兴建. 基于科研思维培养为导向的高分子化学综合实验教学设计——以“胺固化环氧树脂基形状记忆高分子的网络结构调控与性能”为例[J]. 高分子通报, 2025, 38(3): 515-524.