基于 AI 赋能以赛促教的高分子化学实验教学改革初探

邓龙，廖军秋，班建峰，潘露露，史博 *

广东石油化工学院材料科学与工程学院，广东 茂名 525000

DOI:10.61369/ETI.2026060003

摘　　要： 高分子化学实验是高分子材料与工程专业的核心实践课程，是锤炼学生实操技能、培育创新思维的关键载体。传统教学中存在实验教学模式陈旧、教学内容滞后以及教学资源不足等问题，常规 “以赛促教” 能调动学生实践热情，但赛课融合程度浅、育人覆盖面有限，难以彻底破解现有难题。本文构建 AI赋能 “以赛促教” 双轮驱动高分子化学实验教学改革新模式，研究深度融合人工智能技术与学科竞赛资源，以工程应用为导向重构课程内容与多元评价体系；结合目标问题导向与线上线下混合式教学，全过程培育学生复杂工程问题解决能力与高阶创新思维。教学实践表明，该改革方案可显著提升学生综合素养与科研创新能力，可为同类工科专业实验课程教学创新提供借鉴。

关 键 词： 高分子化学实验；应用创新型人才；目标问题导向；教学创新

A Preliminary Exploration of High-Performance Polymer Chemistry Experiment Teaching Reform Enabled by AI-Assisted Competition-driven Education

Deng Long, Liao Junqiu, Ban Jianfeng, Pan Lulu, Shi Bo*

School of Materials Science and Engineering, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming, Guangdong 525000

Abstract: Polymer chemistry experiments are the core practical course for the major of polymer materials and engineering, serving as a key platform for honing students' practical skills and fostering their innovative thinking. In traditional teaching, there are problems such as outdated experimental teaching models, lagging teaching content, and insufficient teaching resources. The conventional "competition-driven teaching" can stimulate students' enthusiasm for practice, but the integration of competitions is shallow and the educational coverage is limited, making it difficult to completely solve the existing problems. This paper constructs a new model of high polymer chemistry experiment teaching reform driven by both "competition-driven teaching" and AI empowerment, integrating artificial intelligence technology with competition resources to restructure the course content and multi-dimensional evaluation system based on engineering applications; combining goal-oriented problem orientation with online and offline blended teaching, it cultivates students' ability to solve complex engineering problems and high-order innovative thinking throughout the process. Teaching practice shows that this reform plan can significantly enhance students' comprehensive literacy and research innovation ability, and can provide reference for the teaching innovation of similar engineering major experimental courses.

Keywords: polymer chemistry experiment; applied innovative talents; goal-oriented problem approach; teaching innovation

从工业革命到信息革命，每一轮科技变革均深度重塑教育范式，数智化转型正成为高等教育发展的全新趋势[1]。当前我国新材料、新能源等战略性新兴产业高速发展，对高分子领域人才的需求结构发生系统性转变，亟需大量兼具扎实理论基础、突出工程实操能力与前沿创新视野的复合型工程人才。高分子化学实验作为高分子专业实践育人的核心课程，是锤炼学生实操技能、培育创新思维的关键载体[2]。推动高分子化学实验教学改革，探索如何将经典基础实验、前沿科学技术及产业实际需求相结合，充分调动学生的主动探究意识

基金项目：校级教学质量与教学改革工程项目，项目编号：ZLGC202575；高分子化学（含课程实验）国家一流本科课程，项目编号：71013809004；广东省质量工程项目高分子化学课程群教研室，项目编号：71013809034；校级科研基金项目，项目编号：2019 cr037。

作者简介：

邓龙（1990.12-），女，汉族，湖南娄底人，硕士研究生，研究方向：生物质高分子功能材料应用。

廖军秋（1989.01-），男，汉族，四川广安人，博士研究生，研究方向：智能响应高分子材料。

班建峰（1984.01—），男，壮族，广西百色人，博士研究生，研究方向：柔性可编程形状记忆聚合物及自修复材料的研究。

潘露露（1988.08—），女，汉族，广西北海人，博士研究生，研究方向：天然高分子基功能材料。

通讯作者：史博（1979.05—），女，汉族，吉林辽源人，博士研究生，研究方向：生物质衍生新材料及大分子自组装。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

与创新思维，已成为满足工程教育专业认证及国家一流本科课程建设要求的迫切任务。

本课程团队在传统的以赛促教育人模式上，引入人工智能技术重构以应用性为导向的教学内容，搭建多维过程评价提醒，增强教学体系的前沿性和时代性；依托目标问题导向与线上线下混合式教学模式，构建个性化探究学习场景，系统性培养学生复杂问题解决能力与高阶创新思维，探索适配石化专业特色、具备高水平工程实践与创新素养的高分子材料人才培养新路径。

一、课程内容与学情分析

当前，高分子化学实验教学围绕自由基聚合、缩合聚合等核心方法已形成了基础教学体系，但传统教学重知识传授、轻能力培养，难以适应新时代卓越工程人才的培养需求[3]。具体而言，其主要体现在三个方面：一是教学模式陈旧，实验课堂以教师单向讲授、学生被动操作为主，缺少自主探究环节，考核仅依托实验报告，未纳入方案设计、问题处理、数据分析等过程性指标，不利于创新思维养成。二是教学内容更新迟缓，经典验证性实验占比偏高，缺乏智能高分子材料、医用高分子材料等前沿模块实验，与产业工程应用脱节，学生知识转化和复杂工程问题处理能力不足；三是教学配套资源不足，受师生配比约束，学生在实验过程中遇到的深层疑问与操作细节难以获得实时个性化指导，实践育人效果受限。

基于此，本项目构建“AI赋能”与“以赛促教” 双轮驱动高分子化学实验教学改革新模式。通过将 AI工具与竞赛工程命题融入日常教学，重构应用型课程内容与综合评价体系，提升教学前沿性；依托目标问题导向、线上线下混合式教学，借助 AI 辅助工具开展个性化探究式学习，系统锻炼学生高阶思维与综合实践能力（改革思路见图1）。本项目的实施将有效提升高分子化学实验教学的智能化、个性化程度，夯实学生高分子材料设计合成的工程实践、创新研发能力，培育应对解决不确定工程问题的综合素养，为新材料、新能源等国家战略产业输送高素质复合型工程人才。



图1. AI赋能下“以赛促教”的高分子化学实验教学改革总体思路

二、AI赋能“以赛促教”教学模式的内涵与价值

“以赛促教” 在工科专业培养学生创新实践能力具有积极成效，依托竞赛目标导向可弥补传统课堂综合素养培养短板[4]。高分子实验竞赛搭建综合性、挑战性实操场景，在知识融会、方案设计、规范操作、数据处理等方面具备验证性实验难以比拟的优势。

当前人工智能、虚拟仿真、数字孪生等数智技术深度变革高分子行业研发范式，传统经验试错模式逐步转向数据驱动的精准材料设计，也为实验教学革新提供技术支撑。AI 赋能 “以赛促教” 是适配新工科建设的高分子化学实验新型育人模式，以能力产出为核心，以竞赛标准反向重塑课程体系，依托 AI 打通教、学、赛、训全链条。该模式将竞赛创新要求、考核要点嵌入日常教学，能倒逼教学内容、实训形式与评价体系迭代，破解传统实验重操作轻创新、重结果轻过程的固有弊端。

三、 AI赋能“以赛促教”教学模式的实施方法

（一）教学内容重构：构建“三层次 –多维度”融合式内容矩阵

基于赛教融合理念，通过 AI技术筛选，以应用性为导向对高分子化学实验教学内容进行系统性重构，并将安全意识和绿色化学理念贯穿始终。第一，基础验证层，夯实高分子化学核心原理与标准化操作，强化安全规范与环保原则，确保理论知识传授的牢固性。第二，综合设计层，推动“高分子化学 +工程”融合，培养学生综合运用知识解决复杂工程问题的能力，同时将安全风险评估与经济性分析纳入实验方案设计环节。第三，创新研究层，实现“高分子化学 +前沿”与“高分子化学 +价值”的融合，设立如“智能形状记忆材料、医用控缓释材料、环保高分子”等前沿课题库，鼓励开发环境友好的高分子新工艺，引导学生在解决国家战略需求的探索中激发创新思维，使安全与绿色理念从知识传授升华为价值追求，塑造家国情怀与科学精神。

（二）教学模式创新：目标问题导向、梯度化教学

依托智能化实验教学平台，课程教学采用目标问题导向 +线上线下混合教学方法，教学过程分为课前、课中、课后三个环节，将安全规范与绿色环保意识融入教学全流程。具体如图2：

（1）实验内容的创新

传统的实验教学中，由于学生属于初次接触，将主要的注意力都聚焦在实验结果上，只关注实验的成败，而忽视了过程的探索。结合高分子材料实验实践大赛竞赛内容，重新整合实验教材和竞赛内容，通过目标问题的设计引导学生从现象深入本质。以甲基丙烯酸甲酯悬浮聚合实验为例：

首先，引导学生探究分散剂用量与搅拌速度对产物形态的影响：在基础配方与操作之上，设立对比实验组。安排部分学生系统性地改变分散剂（如聚乙烯醇）的用量或搅拌速率，观察并记

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

录聚合过程中液滴的稳定性情况。课后集中收集各组产物，通过筛分、显微镜观察或 AI 图像工具等方式对比不同条件下所得聚甲基丙烯酸甲酯珠粒的粒径分布、规整度及粘连情况。通过直观对比与数据分析，引导学生深刻理解分散剂与剪切力在悬浮体系中作为“关键控制要素”的作用。

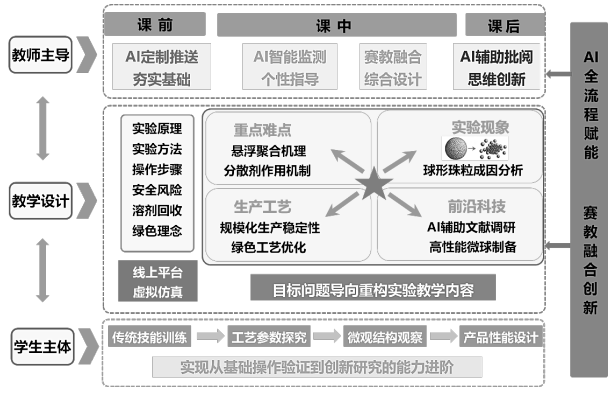


图2. AI 赋能下“以赛促教”的高分子化学实验教学实施模式

其次，引入功能性单体进行共聚合：为增强实验的趣味性与产品导向性，在二段聚合中，鼓励学生在主单体甲基丙烯酸甲酯中引入少量带色单体（如甲基丙烯酸酯类染料）或其它功能性单体（如丙烯酸以调节亲水性）。通过制备具有不同颜色或功能的聚合物微球，使学生亲身经历从“产品设计”（如设定颜色、功能目标）到“材料制备”，再到“性能验证”（观察颜色、测试溶解性等）的完整流程。此举不仅能激发学生的研究兴趣，更培养了其材料设计的初步思维。

通过上述创新，实验教学从单一的技能验证，升级为涵盖“工艺参数探究－微观结构观察－产品性能设计”的综合性、研究型实践，使学生对悬浮聚合的认知从理论走向多维度的实践应用。

（2）目标问题的设计

借助 AI 技术，从理论课重点难点、实验现象与理论预期的差异、实际生产挑战、科前沿动态等方面，分层次发掘出实验教学内容，通过课程组研讨会的形式凝练出实践问题和拓展问题。

例如，实践问题：实验中所得到的聚合物珠粒为何大多呈规则的球形？请从悬浮聚合的成粒机理角度分析其形成过程。拓展问题：悬浮聚合是制备离子交换树脂载体等高分子微球的重要方法。请基于本实验经验，探讨若要制备粒径分布更窄、单分散性好的高性能聚合物微球，在配方设计与工艺控制上应重点考虑哪些因素？

（3）教学实施过程

课前学习：AI 系统根据学生能力画像，通过线上个性化推送预习资料与虚拟仿真任务，智能嵌入实验操作安全须知、潜在风险及绿色化学应用原则，实现“因材施教”的精准预习。

课中实践：采用目标问题导向式教学，教师聚焦重难点精讲，并突出强调关键实验步骤的安全隐患和绿色化替代方案。学生实验时，AI 助教通过行为分析实时反馈操作规范性，提供个性化策略调整建议，同时引导学生对实验过程的废物排放与资源消耗进行思考与优化，赋能能力训练。

课后优化：AI 工具辅助进行实验报告批阅与数据质量评估，使其更专注于学生创新思维的引导。例如，通过 AI 图像工具定量分析悬浮聚合的产物－聚合物珠粒的球形规整度和均一度，增强对结果的评价。

（三）围绕操作规范、工程创新、学术严谨，创建“过程＋结果”多维度评价体系

本项目构建贯通线上线下的多元评价机制，依据应用能力导向和多维度评价原则，依托 AI 工具，构建线上线下统一、过程与结果统一、定性与定量统一的考核体系。采取 AI 辅助记录过程性数据，教师结合过程表现与实验 / 竞赛成果，围绕操作规范、工程创新、学术严谨三个核心维度进行综合评价，同时将安全素养与绿色理念纳入评价维度，实现价值塑造的隐性融入与显性考核。

四、结语

本文通过构建并实施 AI 赋能“以赛促教” 双轮驱动实验教学新模式，有效激活学生深度自主学习的内生动力。将学科竞赛有机融入常规实验课堂，既拓宽了课程教学维度、充实实践教学资源，也营造出研思并举的优良学习氛围，有力助推专业优良学风培育，专业学生考研录取率持续上升。依托 AI 技术与赛教融合重构的阶梯化教学体系，近一年学生累计斩获高分子专业实践类国家级竞赛奖项十余项，初步打通 “基础验证－综合实训－创新研发” 分层递进的能力培养路径，完成学生基础操作到高阶创新素养的能力跃升。本次教学改革强化了学生知识理解与工程应用水平，同时培养学生复杂工程问题求解能力、创新设计思维与绿色安全实验理念，可为同类工科专业实验课程的教学创新提供可行思路与实践参考。

参考文献

[1] 张家军，李兰 . 数智技术赋能课程评价的优势、隐忧与消解 [J]. 课程 . 教材 . 教法，2025,45(3):38-46.

[2] 佘砚，顾金楼，牛德超，等 . 数智时代高分子材料与工程专业人才培养模式探索 [J]. 高分子通报，2026,39(3):477-485.

[3] 于惠梅，张宇浩，李子恒，等 . 基于虚实融合的任务驱动式高分子化学实验教学研究 [J]. 实验室研究与探索，2026,45(1):122-126.

[4] 刘世锋，刘莹莹，王庆娟，等 . 以赛促学、以赛促教、以赛促改的教学模式改革——以“材料分析方法”课程为例 [J]. 教育教学论坛，2024,(26):69-72.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.