智能合成技术赋予高校有机化学教学改革与实践

李卓，李晓

辽宁科技大学化学工程学院，辽宁 鞍山 114051

DOI: 10.61369/RTED.2026190002

摘　　要： 新工科建设需要高校有机化学教学加快改革进程，完成转型要求，即向绿色化和智能化方向转型。当下，传统的将经验试错作为主导的实验教学模式越来越不适应拔尖创新人才培养的时代需求。智能合成技术能够将深度学习、优化算法等结合到一起，让有机化学具有了新的技术路径，这里指的是从以往的人工操作发展为智能设计。本文将阿司匹林合成教学作为切入点，对智能合成技术融入有机化学教学的内涵特征进行了重点探究，并从教学内容更新、实验平台升级和教学模式重构三个维度分析了智能合成技术赋能有机化学教学改革的实践路径，以期为高校化学教师教学提供有益参考和借鉴。

关 键 词： 智能合成；有机化学教学；新工科；阿司匹林合成；绿色化学

Teaching Reform and Practice of College Organic Chemistry Empowered by Intelligent Synthesis Technology

Li Zhuo, Li Xiao

School of Chemical Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning 114051

Abstract: The construction of emerging engineering education requires the accelerated reform and transformative development of college organic chemistry teaching toward green and intelligent orientation. The traditional experimental teaching mode dominated by empirical trial and error can no longer adapt to the contemporary demand for cultivating top-notch innovative talents. Integrating deep learning, optimization algorithms and other advanced technologies, intelligent synthesis technology provides a novel technical approach for organic chemistry teaching, realizing the transformation from manual operation to intelligent design. Taking the synthesis experiment of aspirin as the research entry point, this paper explores the connotation and characteristics of integrating intelligent synthesis technology into organic chemistry teaching. It analyzes the practical paths of teaching reform from three dimensions: updating teaching content, upgrading experimental platforms and reconstructing teaching modes, aiming to provide valuable references for college chemistry teaching practice.

Keywords: intelligent synthesis; organic chemistry teaching; emerging engineering education; aspirin synthesis; green chemistry

随着新工科建设的深入推进，高校有机化学教学亟需加快转型步伐，即从以往的知识传授转为能力培养，从经验传承转为数据驱动[1]。传统的有机化学实验教学为了寻找最优的反应条件，通常需要大量试错，不仅耗时费力，还无法有效培养学生的综合素养，使其满足智能化产业需求。同时，绿色化学理念需要改变传统的实验过程，在追求低毒、低耗的同时，还需要将高效作为追求目标，智能合成技术能有效应对上述挑战。深度学习驱动反应预测模型、贝叶斯优化算法等已经在阿司匹林合成等高校实验中展现出显著效能[2]。本文立足智能合成技术在有机化学教学中的应用，借助该技术系统革新教学理念、内容和模式，以期为培养兼具跨学科视野和创新能力的新工科人才提供有益参考。

一、智能合成技术融入有机化学教学的内涵特征

（一）智能合成技术的核心内涵与教育适配性

智能合成技术指的是将人工智能、化学合成等进行深度融合后的产物，核心是不再依靠经验驱动，而是转为数据驱动，从而让合成过程在进行精准预测的同时，还能自动执行和迭代优化[3]。在高校机化学教学中，引入该技术不是简单地改革传统实验，促使其自动化，而是从学生和实验过程的互动方式入手。改革后，学生不再是操作执行者，而是参与实验方案的设计和优化，他们的学习重心不再停留在操作熟练度方面，而是向逻辑推理和数据分析能力转变。在阿司匹林合成实验中引入的智能反应优化模型框架，是这一理念的典型实践。这项研究收集的反应数据多达1054个，预训练了一个化学多模态的产率预测模型，并结合贝叶斯优化算法明确最优反应条件组合，让高校实验教学具有了转型

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

范本，即从以往的经验试错转为智能预测。这种学习方式以数据为驱动，能有效对接学生已经具备的数字化素养，有利于降低学生接触前沿技术和知识的心理门槛[4]。

（二）智能合成与新工科绿色化要求的协同逻辑

新工科建设对化学人才培养还提出了绿色化要求，即要充分考量全过程环境是否友好，智能合成技术和绿色化学理念二者之间并不是毫不相关的，而是存在协同逻辑。传统教学中，在实验方案制定后，教师很少引导学生对方案的环境影响进行系统评估，智能合成系统能从方案生成阶段入手，纳入绿色化学指标，并将其作为优化参数。针对阿司匹林合成，智能优化模型既能预测高产率，还能充分考虑催化剂的类型、溶剂选择等对环境影响的差异化因素，通过对学生的引导，使他们在实验设计阶段就能树立绿色化学这一思维习惯。智能合成技术通过创设虚拟环境，让学生能对多种实验方案进行预演，充分分析其环境影响，之后再付诸实践，在节约资源消耗的同时，又有利于培养学生的绿色化学意识[5]。

（三）智能合成技术赋能教学的核心维度

智能合成技术赋能教学的核心维度包含以下三个：数据驱动学习、实时反馈优化、绿色化思维养成。其中，数据驱动学习维度主要指的是对学生对反应数据库检索、分析和预测能力的培养，想要让学生更好地理解反应条件和产率之间的关系，需要他们操作产率预测模型，而不是被动接受教师给出的最优方案[6]。实时反馈优化维度则体现在智能系统方面，它能对实验过程进行动态监测、并能及时给出调整建议，让学生在实验中获得的指导信息比传统实验更精准。绿色化思维养成维度体现在智能系统的评估功能方面，这里主要指的是在方案生成阶段对催化剂、溶剂等条件的环境影响进行评估，让学生在实验开始的时候便能建立绿色化学意识。这三个维度相互影响，互为支撑，有利于推动有机化学范式转换，使其从以往的操作导向转为设计导向[7]。

二、智能合成技术赋能有机化学教学的实践路径

（一）重构教学内容：将智能合成案例系统融入课程体系

智能合成技术赋能有机化学教学离不开教学内容重构，并明确其核心任务，在有机化学课程知识框架系统嵌入智能合成典型案例，让学生不仅能学习经典反应机理相关内容，还能接触智能化的研究范式[8]。阿司匹林合成是高校有机化学实验中的重要组成部分，属于经典项目，其数据积累较为充分，在智能合成教学中可作为首个切入点。教师可首先向学生讲述阿司匹林合成原理，之后引入智能反应优化模型运行逻辑进行教学延伸，展示如何借助深度学习模型 + 贝叶斯优化算法，在大量的反应数据中寻找最优条件组合。该方案不仅逻辑清晰，还具有较高的预测产率。这一案例有助于学生更好地理解数据驱动这一研究方法，了解其和传统经验方法的区别，从而对智能化研究范式有一个初步认识[9]。

教学内容的重构还应建立新的案例教学体系，且注重其中的梯度递进。在实际教学中，教师可将阿司匹林合成这类基础反应的智能优化作为起点，逐步过渡为智能设计训练。在基础阶段，教师教学重心在引导学生使用已有的智能优化模型方面，借助反应条件预测的模拟操作，帮助学生理解模型输入输出逻辑，促使其掌握优化算法基本原理。在进阶阶段，教师教学重心又有所不同，可组织学生基于同类型反应对数据进行收集、训练简单的预测模型并进行验证，让学生经历完整流程，这里指的是从数据到知识生成这一流程。在拓展阶段，教师可组织学生进行文献调研，让他们了解智能合成技术的实际应用案例。这种教学设计让智能合成技术不再是教师的工具，而是成为学生通过学习掌握的研究方法，让教学内容不再停留在知识传授层面，而是延伸为能力培养[10]。

（二）升级实验平台：构建智能合成教学实验新环境

智能合成技术落地需要对实验平台进行升级，并将其作为硬件保障，其核心任务是构建新的教学实验环境，这里指的是将自动化设备、智能软件系统等集于一体的实验环境。其中，引入自动化设备属于平台升级的起点，包括自动投料系统、智能温控装置等模块，这些设备能转化传统实验中的重复操作，使其成为依靠程序驱动的自动化流程。在智能合成驱动的阿司匹林实验平台中，教师引导学生在电脑端输入实验目标，大模型便能进行一系列操作，如对合成路径进行解析、生成能够执行的代码、指挥机械臂完成全流程操作，这里的全流程指的是从称量开始，到控温结束。这种闭环系统不再是代码驱动，而是自动执行，让学生在实验时注意力不再集中在操作层面，而是更关注方案设计和数据分析。

在实验平台中，智能软件系统属于其核心大脑，关键功能模块包含反应条件预测模块、实验数据管理模块和绿色化学评估模块。其中，反应条件预测模块主要是根据多模态化学数据训练而成，可基于输入的反应物、催化剂等条件组合对预测结果进行快速输出，能够为学生的方案比选提供量化依据。实验数据管理模块主要是记录、存储、可视化实验过程数据、结果数据，建立教学数据库，且能追溯和复用。绿色化学评估模块主要是对实验方案的环境影响进行评估，并对学生加以引导，使其能转化为绿色化学原则，让他们的实验设计在受到设计约束的同时，也具有较高的操作性。

（三）重构教学模式：建立智能合成导向的教学生态

智能合成技术赋能有机化学教学深层变革需对教学模式进行重构，核心不再是教师演示 – 学生模仿的线性模式，而是转向探究模式，即从问题驱动入手，经历数据支撑，最后为迭代优化。问题驱动层面，教师不应授人以鱼，直接公布最优实验条件，而是提出一个合成目标，该目标具有较高的挑战性，并引导学生检索文献、分析反应变量和设计初步方案。数据支撑层面，教师引导学生通过智能预测模型对方案进行模拟评估，并基于预测结果对变量取值进行调整，在此过程中，开展反复迭代，该过程对科研实践的完整逻辑链条进行了模拟，即从假设入手，到验证结束。在智能合成驱动的阿司匹林实验教学中，该转变体现的是学生学习内容和态度的变化，即不再被动执行实验步骤，而是主动参与实验方案，通过不断地迭代设计，提高学习效率。

教学模式的系统重构还应从教学组织方式、评价体系入手。

 | Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

教学组织方面，教师可灵活采用项目化学习方式，对智能合成任务进行分解，使其共包含五个阶段，分别为：问题定义、数据准备、模型训练、实验验证、方案汇报，并安排学生以小组为单位分阶段完成。这种组织方式有利于培养学生的协作意识和项目管理能力。评价体系方面，不应再采用传统的评价方式，而是要建立综合评价框架，该框架除了包含方案设计合理性外，还将数据处理规范性、模型运用的有效性等作为评价指标，通过对教学模式的全面评价，建立智能合成导向的教学生态。

四、结束语

总之，智能合成技术的迅猛发展让高校有机化学教学改革迎来了新的技术机遇。本文在分析智能合成技术的内涵特征的基础上，对其与新工科绿色化要求深层协同逻辑进行了重点探究，并从三个维度提出了智能合成技术赋能有机化学教学的实践路径。对阿司匹林智能合成案例的深入分析表明，将深度学习作为驱动的反应优化模型融入高校教学，有利于激发和延续学生对跨学科前沿技术的兴趣。将智能合成技术引入有机化学教学，不属于简单的技术叠加，而是推动传统教学向系统性范式转换的重要途径，这里的范式转换指的是由以往的经验驱动转为数据驱动，操作导向转为设计导向。这一转型需要教师在多方面持续发力，此外，也需要院校在设备配置、平台建设等方面给予配套支持，从而让有机化学教学和新工科人才培养目标能够有效对接。

参考文献

[1] 教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见 [EB/OL].(2025-04-11)[2025-12-11].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm.

[2] 张丹维 . 有机化学智慧课程构建与实践——以 Trger 碱知识点平台开发为例 [J]. 大学化学 ,2025,40(12):168-173.

[3] 曹晶晶 . 有基于 AI 的有机化学课程思政教学改革 [J]. 辽宁师专学报 (自然科学版),2025,27(4):8-12.

[4] 李瑞歌 . 信息化技术在有机化学实验教学中的应用浅析 [J]. 大学化学 ,2025,40(2):159-166.

[5] 李洪昕 . 基于 AI 赋能的高校有机化学教学策略探究 [C]//2025年高等教育发展论坛科教分论坛论文集 (上册),2025:102-103.

[6] 舒赛 , 杨育兵 , 王海丽 . 基于绿色化教学的高校有机化学教学改革研究 [J]. 化纤与纺织技术 ,2025,54(4):234-236.

[7] 南米娜 , 强垚 . 基于5R 原则的高校有机化学实验 " 绿色 " 化改革 [J]. 遵义师范学院学报 ,2022,24(3):88-90,138.

[8] 许平 . 绿色化教学理念下高校 " 有机化学实验 " 教学改革探索 [J]. 现代盐化工 ,2022,49(5):119-121.

[9] 韩微莉 , 房媛 . 高校有机化学实验教学改革研究 [J]. 化纤与纺织技术 ,2025,54(3):200-202.

[10] 童婧 ." 药用有机化学实验 " 教学改革的探索与实践 [J]. 科技风 ,2025(18):99-101.

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License