

·教育与教学·

## 数智化时代生成式 AI 助力材料专业实验课程探索研究

余砚<sup>1</sup> 庄启昕<sup>1</sup> 张浩然<sup>2</sup> 左沛元<sup>1</sup> 顾金楼<sup>1</sup> 滕鑫<sup>1\*</sup>

(华东理工大学 1. 材料科学与工程学院, 2. 教务处, 上海 200237)

**摘要:** 在数智化时代, 生成式人工智能 (generative AI, 简称“生成式 AI”) 技术凭借其在数据分析和智能反馈等领域的优势, 为高校实验课程的建设带来了全新的视角和解决方案。本文以华东理工大学开发的高分子化学实验 AI 助手为例, 探索了基于大语言模型和检索增强生成技术的智能教学解决方案, 该 AI 助手为实验教学创设因材施教的教学新模式、打造沉浸式学习新形态, 并推动了智能化教学管理新变革, 有效解决了传统实验教学中资源受限、指导不足等难题。通过实验教学效果评价, “使用 AI 助手组” 的学生绝大多数认为 AI 助手能显著提升学生的理论知识掌握和实验操作能力, 教学模式效果良好, 验证了生成式 AI 助力材料专业实验课程的可行性与优势, 为推动高等教育数智化转型提供了创新范例, 也为生成式 AI 推广应用到更多课程教学提供了有益参考。

**关键词:** 数智化; 生成式 AI; 助力; 实验课程

## Exploration and Research on the Application of Generative AI in Supporting Materials Science Experimental Courses in the Era of Digital Intelligence

SHE Yan<sup>1</sup>, ZHUANG Qi-xin<sup>1</sup>, ZHANG Hao-ran<sup>2</sup>, ZUO Pei-yuan<sup>1</sup>, GU Jin-lou<sup>1</sup>, TENG Xin<sup>1\*</sup>

(1. School of Materials Science and Engineering, 2. Academic Affairs Office, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

**Abstract:** In the era of digital intelligence, the advantages of generative AI technology in data analysis, intelligent feedback, and other areas provide a new perspectives and solutions for the development of experimental courses in higher education. This paper takes the polymer chemistry experiment AI assistant developed by the East China University of Science and Technology as an example to explore an intelligent teaching solution based on LLM+RAG technology. The AI assistant creates a personalized teaching model, builds an immersive learning experience, and promotes a new paradigm in intelligent teaching management, addressing the challenges of resource limitations and inadequate guidance in traditional experimental teaching. Through the evaluation of experimental teaching outcomes, the majority of students in the “AI-assisted group” believed that the AI assistant significantly enhanced their theoretical knowledge and experimental skills, and the teaching model showed positive results. This study validates the feasibility and advantages of Generative AI in supporting experimental courses in materials science, providing an innovative example for the digital transformation of higher education, and offering valuable insights for the broader application of Generative AI in course teaching.

**Keywords:** Digital-intelligent transformation; Generative AI; Support; Experimental courses

引用: 余砚, 庄启昕, 张浩然, 左沛元, 顾金楼, 滕鑫. 数智化时代生成式AI助力材料专业实验课程探索研究. 高分子通报, 2025, 38(6), 958–966.

Citation: She, Y.; Zhuang, Q. X.; Zhang, H. R.; Zuo, P. Y.; Gu, J. L.; Teng, X. Exploration and research on the application of generative AI in supporting materials science experimental courses in the era of digital intelligence. Polym. Bull. (in Chinese), 2025, 38(6), 958–966.

随着人工智能(AI)技术的迅速发展,生成式AI技术逐渐成为教育领域创新的关键推动力。生成式AI,尤其是大型语言模型(LLM)和检索增强生成(RAG)技术的结合,不仅在自然语言处理、知识生成等方面展现出显著优势,还为教育教学模式的转型提供了全新的可能性。未来教育领域将迎来更加深刻的变革,教师和学生的角色将发生重要转变,教育模式将朝着更加灵活、高效和智能化的方向发展。面对数智化新时代,高等教育必须遵循社会发展规律,与时俱进,数智赋能,探索高等教育内涵式发展。

实验课程是高等教育人才培养体系的重要组成部分,具有不可替代的重要地位。尤其在当前科技迅速发展的背景下,材料学科的技术应用日益复杂,涉及新型材料的合成、性能测试与评估等多个环节。这些技术不仅需要深厚的理论基础,还依赖于实验技能的精确执行。通过系统的实验训练,学生能够更好地理解材料在不同条件下的性能表现,掌握先进的实验设备与分析技术,为后续的研究与工程实践奠定坚实的基础。

实验课程是培养学生工程实践能力、创新思维和科研素养的关键环节。尤其是在材料应用型学科中,实验课程是学生获取专业技能、工程实践技能、积累科研经验的重要途径。随着以ChatGPT为代表的生成式AI和大模型的涌现<sup>[1]</sup>,人工智能正以前所未有的速度深刻改变着各行各业。尤其是在高等教育领域,生成式AI技术的应用为高校教学模式的变革注入数智因素,带来了全新的教学模式及对传统教学模式的突破。

生成式AI技术在数据分析、智能反馈、虚拟仿真实验教学等方面的优势,为实验教学及实验课程建设提供了全新的思路与解决方案,能有效助力实验教学从传统模式向数字化、智能化方向转型。在传统教学模式中,实验教学的管理模式、教学方法、课程建设、项目设计,以及学生的学习模式等在一定程度上已经无法适应数智化时代要求,限制了实验教学的进步和效率。因此,承载着人才培养重要作用的实验教学变革迫在眉睫。我们应当运用以

生成式AI为代表的人工智能技术,利用数智技术为课程教学注入新活力,探索适应新时代的全新的实验课程建设和教学模式,以提升实验教学的效率与效果,这将有助于促进学生的全面发展,并为培养具备工程实践能力的创新人才做出贡献。

华东理工大学材料科学与工程学院研发了一款专为高分子化学实验课程设计的AI助手,已在高分子化学实验教学中取得了良好效果。该AI助手不仅能够理解学生在实验过程中遇到的问题,将课堂所授知识与最新科研成果相结合,为学生提供定制化的解答和实验指导,还能在这一过程中不断学习并优化自己的性能。

## 1 生成式AI助力高分子化学实验的具体实施

### 1.1 高分子化学实验AI助手工作机制

生成式AI是指通过大规模数据训练后,能够根据输入生成新的内容或解决方案的人工智能技术。其核心在于通过模型自主学习和推理生成符合特定场景或需求的内容。生成式AI不仅能够生成文本、图像、声音等多种类型的数据,还能够根据上下文对用户请求做出相应的智能反馈。

高分子化学实验AI助手是基于大语言模型(LLM)+检索增强生成(RAG)技术实现的。大语言模型(LLM)是以通过大量数据进行预训练的超大型深度学习模型,例如国外的GPT-4,国内的Moonshot等,用于理解自然语言并生成高质量回答<sup>[2]</sup>。为丰富高分子化学实验大语言模型,华东理工大学材料科学与工程学院收集了大量国内外知名高校高分子化学实验课程课件、习题、考试题库等教学资源,并认真分析历年高分子化学实验课的实验数据,梳理学生实验中的常见问题、操作指导和错误处理方案,以扩展大模型知识库课程内容。检索增强生成(RAG)是指对大型语言模型输出进行优化,使其能够在生成响应之前引用训练数据来源之外的权威知识库。具体而言,高分子化学实验AI助手需要以下关键组件:

(1)本地知识库:收集大量的国内外高分子化学实验课程的电子教材、课件、实验指导书、实验数据等资料,构建一个专业化的高分子化学实验知识库。知识库的数据要经过精心处理,确保信息的准确性和相关性。

(2)自然语言处理(NLP)模块:该模块采用最新的NLP技术,包括命名实体识别、语义分析等,用于理解学习用户输入的提示词和问题。它能够准确识别问题的主题和关键概念,判断其是否与高分子化学实验相关。

(3)信息检索系统:这是一个两阶段的检索系统。首先在本地知识库中进行语义搜索,如果未找到满足条件的信息,则扩展到预先筛选的可靠网络资源中进行检索。这一系统确保了AI助手回答的专业性和时效性。

(4)大语言模型(LLM):它是高分子化学实验AI助手的系统核心,采用了经过语义编程的大语言模型,该模型在分子化学领域的语料上进行了额外训练,以提高其在该领域的表现。

(5)回答生成模块:此模块整合了学习用户的原始问题、检索系统获取的相关信息,并将它们作为输入提供给LLM。LLM随后生成全面、准确且易于理解的回答。

## 1.2 高分子化学实验AI助手运行原理

当用户提出问题时,高分子化学实验AI助手中的NLP模块首先分析问题内容。若确定与高分子化学实验相关,AI助手激活信息检索模块。检索模块首先在本地知识库中搜索相关信息,如果没有合适信息,则转向预选的网络资源。获取的信息随后与原始问题一起输入到LLM中。最后,LLM生成一个综合考虑了专业知识和用户具体需求的回答(图1)。这种方法不仅提供了高质量的专业答复,还能够根据每个学生的具体问题给出定制化的解释和建议,极大地提升了学习效率和体验。此外,系统还具备自我完善的能力,可以通过用户反馈不断优化知识库和回答质量。

## 1.3 生成式AI助力高分子化学实验教学场景

### 1.3.1 AI助力个性化实验设计与引导

随着生成式AI技术的快速发展,数据分析作为AI的重要应用之一,为高分子化学实验教学模式创新提供了强大驱动力。

传统高分子化学实验教学中,学生实验行为、实验结果以及学习过程中的数据往往未被系统化

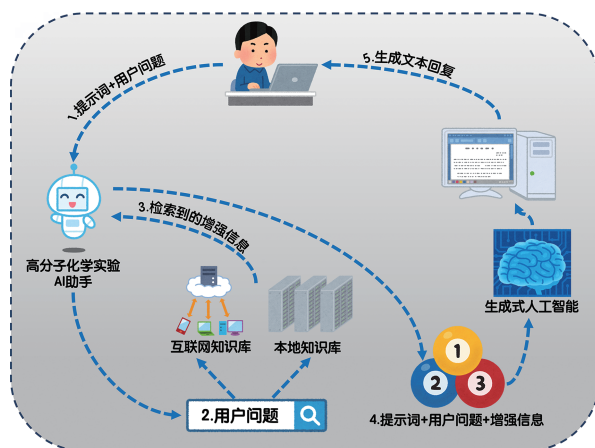


图1 高分子化学实验AI助手运行原理

Figure 1 Operating principle of the polymer chemistry experiment AI assistant

地采集和分析,难以为教学改进和学生学习支持提供有力依据。实验教学准备阶段,教师通常依赖经验和主观判断进行实验设计,受限教师注意力的有限性和认知的局限性,实验教学通常采取“一刀切”的模式,无法根据每位学生的学习进度和知识掌握情况进行调整。而通过AIGC技术的感知与计算智能,高分子化学实验AI助手能够通过实时采集学生的实验操作数据与学习行为<sup>[3]</sup>,包括试剂用量、操作步骤、实验参数设置等,评估学生的实验操作熟练度、科学思维能力和薄弱环节,进而为每位学生定制个性化的实验任务和指导建议。例如,系统可以通过分析学生在实验中的错误频率与类型,判断其知识盲区,并推荐相应的学习资源或实验练习。

实验操作阶段,高分子化学实验AI助手可以协助教师进行智能化的学生分组,即基于学生的认知特点和实验目标,将学生进行合理的匹配。这样的分组方式可以更好地激发学生的主动性和创造力。同时,AI助手能够在课堂上协助教师管理实验进程,例如,当学生在实验操作中遇到问题或偏离实验步骤时,AI助手能够立即做出反馈并提供学习引导,纠正学生的操作错误,避免实验失败的发生。个性化的教学模式不仅提高了学生的实验成功率,也增强了学生的实验参与感和成就感。

基于AI数据分析的因材施教教学新模式,使高分子化学实验教学实现了“以数据为依据”的精准化和个性化。学生的学习过程不再是“黑箱”,而是通过数据透明化得到全面解析,从而促进了学习效率的提升<sup>[4]</sup>。同时,教师可以通过教学数

据的动态监控和分析,优化课程内容与教学策略,提升教学质量。

#### 案例1: 高分子合成实验设计与优化

在分子化学实验课程中,学生需要学习不同的高分子合成方法,如自由基聚合、逐步聚合和离子聚合等,实验设计与优化是教学中的重要环节。AI助手的助力主要表现如下。

(1)实验设计: 学生可以询问AI助手如何设计一个特定的高分子合成实验, AI助手会提供详细的实验步骤、所需试剂和设备清单。

(2)优化建议: 学生在进行实验时,如果遇到产率低或副产物多等问题, AI助手可以对实验数据进行深入分析,找出可能的影响因素,如反应

条件(温度、时间、催化剂等)的偏差、原料纯度等,并结合理论知识提出具体的优化建议。例如, AI助手分析发现某反应温度控制不精确导致副产物增多,学生便可以学习如何更准确地控制温度,并理解温度对反应速率和产物选择性的影响。

(3)文献支持: AI助手可以提供相关文献和学术论文,帮助学生了解不同高分子合成方法的理论基础和最新研究进展。

#### 案例2: 高分子化学反应机理实验教学

分子化学实验课程中,反应机理的理解是一个重点。学生需要掌握不同聚合反应的机理,如自由基聚合的链引发、链增长和链终止步骤。AI助手的助力主要表现如下(图2)。



高分子化学实验智能助手\_1.0

同学你好! 我是材料学院高分子化学实验智能助手, 可以解答高分子化学实验相关问题, 和你一起探索高分子化学的奥秘。



悬浮聚合过程中并没有发生想要的实验现象, 该怎么办?



高分子化学实验智能助手\_1.0 15:04

在悬浮聚合过程中, 如果没有发生想要的实验现象, 可以考虑以下几个方面:

- 检查实验条件: 确保实验条件符合要求, 如温度、压力、催化剂等。
- 检查反应物: 确保反应物的纯度和质量符合要求。
- 检查实验步骤: 确保实验步骤正确无误, 没有遗漏或错误。
- 检查实验设备: 确保实验设备正常运行, 没有故障或损坏。
- 分析实验数据: 对实验数据进行分析, 找出可能的问题所在。

如果以上方法都无法解决问题, 建议咨询专业的高分子化学实验人员或教师。

图2 高分子化学实验 AI 助手给予学生实验指导

Figure 2 The polymer chemistry experiment AI assistant providing experimental guidance to students

(1)机理解析: 学生可以询问特定反应的机理, 智能助手会详细解释反应步骤, 并提供相应的化学反应方程式和图示。例如, 学生询问丙烯酸酯类单体的自由基聚合机理, 助手会解释引发剂分解、自由基形成、链增长和终止步骤, 并提供相应的分子结构图示。

(2)动态模拟: AI助手可以提供反应机理的动态模拟, 帮助学生直观理解不同反应步骤和反应物、产物的变化。

(3)习题解答: 学生在学习反应机理时, 可能遇到习题, AI助手可以提供详细的解题步骤和思路, 帮助学生深入理解反应机理。

#### 1.3.2 AI与虚拟仿真技术相融合

传统分子化学实验在场地、资源、时间及安全等方面存在诸多限制, 而分子化学实验AI助手与多个国家级虚拟仿真实验的结合, 不仅突破了这些物理限制, 还为实验教学提供了前所未有的沉浸式学习体验(图3)。

AI助手可以结合虚拟仿真实验, 在实验预习阶段详细地向学生讲解危险实验的原理。例如: 在进行高温高压下的聚合反应实验时, AI助手可以利用虚拟仿真实验的场景, 通过文字、语音以及可视化的模型, 解释在高温高压环境下, 单体分子的活性如何增加, 反应速率为何会加快, 同时也提醒

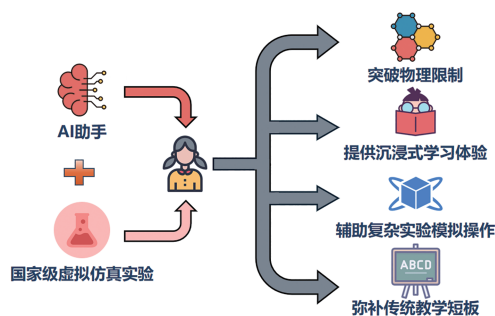


图3 生成式AI+虚拟仿真实验创设沉浸式学习新形态

**Figure 3** Generative AI + virtual simulation experiments creating a new immersive learning model

在这种条件下反应可能失控的危险性。它可以展示分子运动的动画,说明温度和压力对分子碰撞频率和能量的影响,使学生从微观角度理解反应过程。此外,AI助手还可以和虚拟仿真实验一起模拟危险情况。如在有机硅聚合物的合成实验中,当反应温度过高可能导致冲料危险时,AI助手可以在虚拟实验中模拟这种情况的发生,展示反应体系的剧烈变化,如液体飞溅、压力急剧升高等现象。然后,AI助手会详细地讲解应对这种危险情况的策略,如何迅速切断加热源、如何安全地撤离等,让学生在虚拟环境中对危险有直观的感受和应对经验。

这种虚拟仿真实验环境不仅提高了教学的灵活性,还为学生提供了更多探索和创新的机会,激发了学生的学习兴趣 and 主动性。通过AI助力的实验平台,学生还可以与其他学校的学生或不同学科的同学进行实验合作,共同完成复杂的实验任务。例如,在材料科学实验中,学生可以通过生成式AI平台与远程的科研人员合作,模拟材料在不同条件下的性能表现。

沉浸式实验场景不仅增强了实验的直观性与趣味性,还使学生可以在无风险的环境中反复操作、纠错,促进了实验技能的提升和科学思维的培养。

综上所述,AI助手与虚拟仿真实验的结合为实验教学提供了全新的互动体验,极大地提升了教学效果和学生的学习参与度和实践能力,为高分子化学实验教学注入全新活力。

### 1.3.3 AI助力闭环教学监测

传统的实验教学评测方式多以单一化的理论知识考试或实验操作成绩为主,难以全面反映学生的学习过程与能力提升。AI学习评测通过技术手段实现动态、全方位的学习数据采集与分析,为高分子化学实验教学评测方式创新提供了有力支持(图4)。

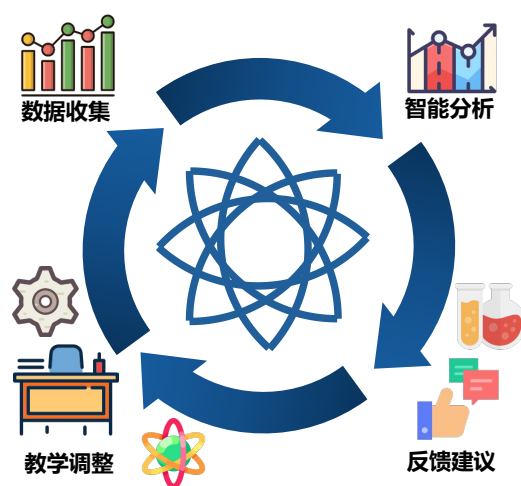


图4 基于生成式AI技术的教学监测闭环系统

**Figure 4** Teaching monitoring feedback loop system based on generative AI technology

AI学习评测能够实时监测学生在实验过程中的学习行为,例如操作步骤的准确性、时间分配的合理性以及实验数据的处理能力等。同时,高分子化学AI助手通过自然语言处理和计算机视觉等技术,对学生的实验报告、交流记录以及问答数据进行智能分析,从多维度评估学生的实验理解能力、问题解决能力和团队协作能力<sup>[5]</sup>。相比传统评测方式,这种基于数据驱动的评测模式更加全面、精准。

AI助手通过分析学生的实验表现和学习数据,可以及时发现教学关键点与盲区。例如,某些实验步骤的高错误率或特定知识点的普遍难点,从而建议教师改进教学设计或调整相关教学内容,实现教学反馈的闭环优化。

基于AI学习评测的智能化教学管理,实现了从“以结果为导向”转向“以过程为导向”,强调对学生学习行为与能力发展的动态跟踪和持续改进。这种模式下,学生能够更加主动地参与实验学习,教师也能更加高效地教学,为培养具有创新精神和实践能力的高分子化学专业人才提供了全新路径。

## 2 高分子化学实验AI助手教学效果评价

### 2.1 研究对象与评价方法

为全面评价高分子化学实验AI助手对学生学习效果的影响,本研究选取2023年9~11月和2024年9~11月两年度高分子化学实验课程的授

课学生为研究对象,前者采取传统实验教学模式(以下简称“传统实验组”),共205人(男生144人,女生61人);后者是运用生成式AI助力实验教学(以下简称“使用AI助手组”),共205人(男生147人,女生58人)。通过对比2组学生的学习效果,了解生成式AI对高分子化学实验教学效果的影响。

评价包括两方面:(1)客观评价。两年度高分子化学实验6次实验课结束后,学生需提交实验报告,并进行理论知识考核和实验操作技能测试。实验报告、理论知识考核和实验操作技能测试均采用百分制,由高分子化学实验课的全体带教老师流水批改,以此作为学生的出口成绩。(2)主观评价。对2组学生发放调查问卷,匿名收集学生对2种实验教学模式的反馈意见,内容涵盖“实验效果与实验技能提升”“实验教学模式与教学效率”“实验参与度与学习体验”“实验教学反馈与学生满意度”“AI助力教学模式的可持续发展与推广潜力”5个维度<sup>[6]</sup>(图5)。

## 2.2 教学效果反馈

### 2.2.1 客观评价

通过使用无差别试卷和同样的实验报告撰写要求,2组学生成绩统计结果如表1。

通过统计学分析比较,实验课结束后,“使用AI助手组”的学生理论知识考核和实验操作技能测试平均成绩分别为96.57分和91.48分,显著高于“传统实验组”的90.72分和82.31分;“使用AI助手组”实验报告平均成绩95.82分也显著高于“传统实验组”的90.79分。从分数上可以看出,使用高分子化学实验AI助手后,学生的理论知识掌握、实验操作技能运用和实验报告撰写均有不同程度的提高。

### 2.2.2 主观评价

遵照学生自愿参与的原则,“传统实验组”共收到196份有效问卷,占学生总数95.61%;“使用AI助手组”收到199份有效问卷,占学生总数97.07%,问卷调查有效。

通过2组数据对比分析(表2),我们发现,“使用AI助手组”中,83.66%的学生对实验课程的教学内容、授课形式等教学模式表示非常满意,学生满意度明显高于“传统实验组”的41.46%。90.24%的学员表示“在AI助手的帮助下,实验过程中遇到的问题,每次都能得到及时有效的帮

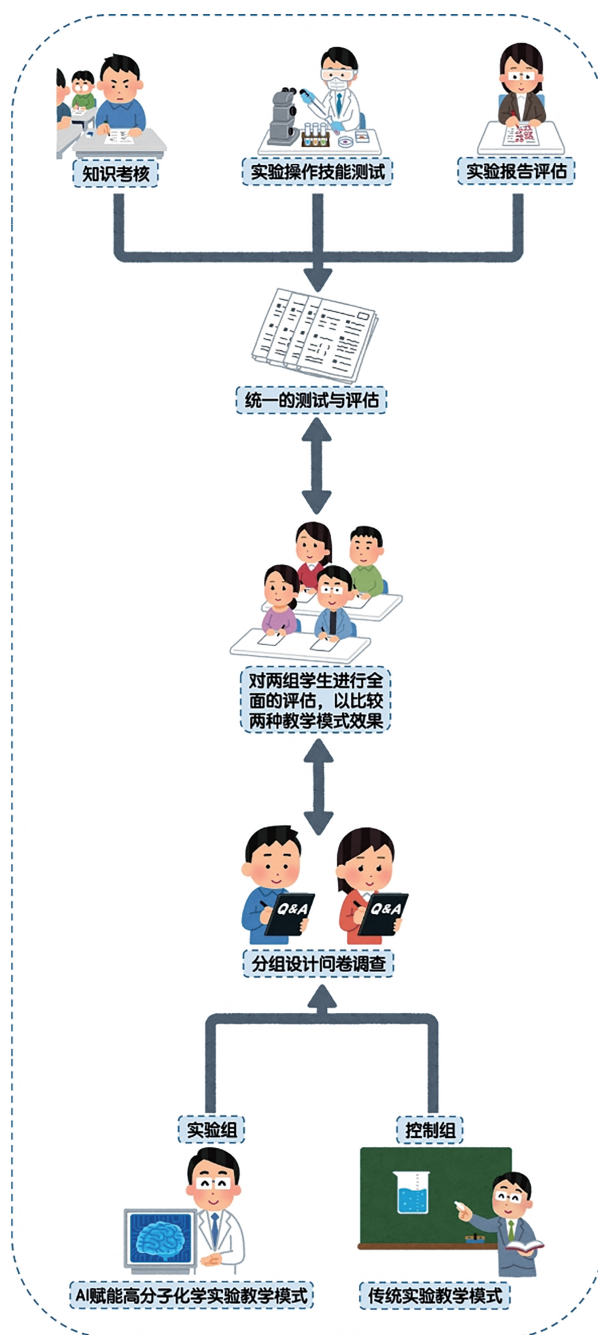


图5 2种实验教学模式效果评估指标树状图

Figure 5 Hierarchical diagram of effectiveness evaluation indicators for two experimental teaching models

表1 “使用AI助手组”与“传统实验组”成绩比较(取样本平均分)

Table 1 Comparison of scores between the “AI assistant group” and the “Traditional experiment group” (sample mean scores)

| 参与身份    | 理论知识考核 | 实验操作技能测试 | 实验报告  |
|---------|--------|----------|-------|
| 传统实验组   | 90.72  | 82.31    | 90.79 |
| 使用AI助手组 | 96.57  | 91.48    | 95.82 |

表2 “使用AI助手组”与“传统实验组”问卷调查结果统计表  
Table 2 Questionnaire survey results statistics of the “AI assistant group” and the “Traditional experiment group”

|                                               |        |        |                                                                             |        |        |
|-----------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| 问题1: 您对实验教学模式满意吗? 使用AI助手组 传统实验组               |        |        | 问题5: 您对以下学习体验的满意度如何? (1~5分, 1代表非常不满意, 使用AI助手组 传统实验组 5代表非常满意, 此处为所有调查对象的平均分) |        |        |
| 非常满意                                          | 83.66% | 41.46% | 实验内容的丰富性和多样性                                                                | 4.20   | 3.30   |
| 比较满意                                          | 13.90% | 33.17% | 内容的个性化                                                                      | 4.68   | 2.47   |
| 满意                                            | 2.44%  | 15.37% | 实验过程的自主性与灵活性                                                                | 4.70   | 3.25   |
| 不满意                                           | 0      | 10%    | 实验中遇到问题及时的支持与反馈                                                             | 4.93   | 4.23   |
| 非常不满意                                         | 0      | 0      | 实验教学的整体设计与逻辑性                                                               | 4.31   | 4.11   |
| 问题2: 您在实验过程中遇到问题时, 能及时得到有效的帮助吗? 使用AI助手组 传统实验组 |        |        | 问题6: 您愿意向其他同学推荐该实验课程吗? 使用AI助手组 传统实验组                                        |        |        |
| 每次都可以                                         | 90.24% | 75.36% | 非常愿意                                                                        | 78.54% | 42.93% |
| 大部分时候可以                                       | 9.76%  | 16.20% | 愿意                                                                          | 17.56% | 25.36% |
| 有时可以                                          | 0      | 8.44%  | 无所谓                                                                         | 3.90%  | 31.71% |
| 很少可以                                          | 0      | 0      | 不愿意                                                                         | 0      | 0      |
| 从不可以                                          | 0      | 0      | 非常不愿意                                                                       | 0      | 0      |
| 问题3: 您的实验是否达到了预期目标? 使用AI助手组 传统实验组             |        |        | 问题7: 您在实验课程中使用AI助手的频率? 使用AI助手组 传统实验组                                        |        |        |
| 完全达成                                          | 92.68% | 76.29% | 每次实验都会用                                                                     | 76.59% | N/A    |
| 大部分达成                                         | 7.32%  | 8.90%  | 大部分实验会用                                                                     | 17.07% | N/A    |
| 部分达成                                          | 0      | 14.81% | 偶尔使用                                                                        | 6.34%  | N/A    |
| 少部分达成                                         | 0      | 0      | 从不使用                                                                        | 0      | N/A    |
| 没有达到                                          | 0      | 0      |                                                                             |        |        |
| 问题4: 通过实验课程, 您的知识水平和实验能力是否有所提高? 使用AI助手组 传统实验组 |        |        | 问题8: 您认为AI助手在以下哪些方面帮助您提升了学习效率? (多选) 使用AI助手组 传统实验组                           |        |        |
| 显著提升                                          | 87.56% | 52.20% | 实验前的预习                                                                      | 49.27% | N/A    |
| 有所提升                                          | 12.44% | 47.80% | 实验操作的流程优化                                                                   | 66.83% | N/A    |
| 没有变化                                          | 0      | 0      | 数据分析的简化                                                                     | 4.00%  | N/A    |
|                                               |        |        | 结果报告的生成                                                                     | 89.27% | N/A    |
|                                               |        |        | 问题解答的及时性                                                                    | 97.56% | N/A    |

助”。“使用AI助手组”中92.68%的学生“实验完全达成了预期目标”,也明显高于“传统实验组”的76.29%。几乎100%的学生在实验课程中愿意使用AI助手,认为AI助手能帮助提升自己的学习效率。具体统计结果见表2。课程建议方面,学生希望未来AI助手能增加语音互动,能更智能、快速地理解用户的问询,进一步增强用户体验。

3 结论

研究结果显示,“使用AI助手组”的学生绝大多数认为:生成式AI助力的高分子化学实验课程能显著提升学生理论知识掌握和实验操作能力,该教学模式效果良好,值得未来在其他课程教学中推广应用。

3.1 提高了实验课程教学效率

与传统实验教学模式相比,生成式AI在 高分子化学实验课程中的应用显著提高了实验课程的教学效率,使教师能更轻松地教,学生能更愉悦地学。这是因为:首先,生成式AI基于LLM+RAG架构,能快速生成高质量的实验方案、流程图及结果预测,极大降低了教师备课和实验设计的时间成本。通过自然语言处理(NLP)技术, AI助手还可以快速分析学生提交的作业内容,识别答案的正确性,对选择题、填空题等标准化题型进行自动评分,协助教师进行作业批阅,减轻教师负担。其次,学生在实验过程中,借助AI助手可以实时获取精准指导,包括实验原理解析、操作步骤说明和数据分析支持,解决了传统教学中因教师指导资源有限而导致的学生效率低下

问题。

当然,在利用AI助手提高实验教学效率的同时,也要警惕学生对AI的过度依赖,丧失主动思考能力。教师在高分子化学实验课程教学中,要时刻反复强调AI助手的功能定位:AI助手只是学习辅助工具,它也可能会犯错。生成式AI助力实验教学的根本目的是培养学生提出问题的能力、创造创新的能力、人工智能协助学习的能力<sup>[7]</sup>。在AI辅助课堂教学的过程中,学生的角色是知识探索者、知识加工者、讨论者与自主学习者<sup>[8]</sup>,鼓励学生根据AI助手提供的框架或思路,自己推导出结论,永远要保持主动思考。

### 3.2 推动了实验教学模式创新

传统实验教学模式以“教师讲解、学生操作”为主,缺乏互动和创新。而AI助手的引入使得实验教学实现了从“教师中心”向“学习者中心”转变,推动实验教学模式的革新。受访学生表示,个性化的学习资源,如习题、实验总结及错误诊断报告,为学生实验前预习、实验中操作和实验后数据分析及撰写报告各个环节,提供了更高效的自主学习途径,显著增强了学习体验和参与度。96.10%的学生愿意向其他同学推荐该实验课,认为生成式人工智能在实验课程中具备较强的应用价值和推广潜力,可扩展至其他工科实验课程中,为更多学科的实验教学提供创新支持。AI助手的应用不仅改善了现有的实验教学模式,还为未来的实验教学模式创新提供了新的可能性,成为促进教育变革的重要力量。

## 4 未来展望

总体而言,生成式AI助力材料专业实验课程在提升学生学习成果、优化教学模式、增强学习体验等方面展现出了显著优势。同时,其在实验成果准确性与教学反馈等方面的表现,也为未来推广和优化该模式提供了良好的基础。然而,在实际应用中,仍需持续关注技术的可持续性与教育场景的适配性,从而确保生成式AI能够在更多实验课程中发挥其最大潜力<sup>[9]</sup>。

首先,未来生成式AI将进一步深化个性化学习体验,为每个学生量身定制实验教学内容。随着AI算法的不断优化和大数据技术的发展,生成式AI能够更加精准地分析学生的学习行为、认知模式和兴趣偏好,从而动态生成高度个性化的

实验任务、指导方案和学习路径。通过持续的学习数据积累,AI系统将实现对学生学习风格和实验能力的深度理解,并提供符合其个体特点的实时调整和优化建议。这一趋势将推动实验教学逐步向“千人千面”的个性化学习方向发展,使每个学生在其最适合发展的方式下完成实验学习。

其次,智能虚拟实验室的普及将大幅扩展实验教学的场景和内容边界。未来,生成式AI将与虚拟现实(VR)、增强现实(AR)以及数字孪生技术进一步融合,构建出高度逼真、灵活且可交互的虚拟实验环境。在这些虚拟实验室中,学生将能够打破物理空间和资源限制,进行跨时间、跨空间甚至跨学科的实验探索。例如,学生可以模拟历史上不同时期的实验条件,或在虚拟环境中开展复杂且高风险的多变量实验。这种高度沉浸式的虚拟实验室将不仅满足当前教育需求,还将为未来的前沿科学探索提供平台支持。

再次,生成式AI将推动实验教学中师生协作模式的优化和变革。随着AI在实验教学中的角色逐渐从辅助工具转变为智能伙伴,教师的作用将更多地集中在设计教学策略、提供深度学术支持和引导学生创新性思考上。AI能够自动处理常规的实验指导和评估任务,减轻教师的负担,使其有更多时间关注学生的个性化需求和实验创新<sup>[10]</sup>。同时,学生与AI的互动也将更加密切,AI将成为学生进行自我评估、实验规划和知识探究的重要支持者,形成师生与AI多方协作的全新教学生态。

最后,生成式AI的应用将推动实验教学在跨学科与跨领域方向上的融合创新。未来的实验教学将不仅限于单一学科内部的知识传授,而是更多地以问题为导向,进行跨学科综合性实验设计。生成式AI可以在跨领域的数据融合与知识生成中发挥关键作用,自动生成适用于不同学科交叉点的实验模型和研究方案。例如,在材料科学与生物技术、环境科学与工程等领域,AI能够帮助设计跨学科实验路径,激发学生进行创新探索和问题解决,从而推动新兴学科和交叉领域的快速发展<sup>[11]</sup>。

综上所述,随着技术的不断进步,生成式AI助力的实验教学将向更加个性化、智能化、协作化与跨学科方向发展,推动教育模式的深刻变革

并培养具备工程实践能力、创新思维、综合能力的未来人才。

### 参考文献

- 1 喻国明. 生成式AI: 传播领域的新质生产力: 传播的技术革命与传播实践逻辑的嬗变. 阅江学刊, **2024**, 16(6), 27–35.
- 2 Lucci, S.; Musa, S. M.; Kopec, D. 人工智能. 北京: 人民邮电出版社, **2023**. 18–45.
- 3 喻国明, 李钊, 滕文强. AI+教育: 人工智能时代的教学模式升维与转型. 宁夏社会科学, **2024**, (2), 191–198.
- 4 苏小红, 苗启广, 陈文宇. 基于AI赋能和产教融合提升程序设计能力的个性教学模式. 中国大学教学, **2023**, (6), 4–9.
- 5 沈丽燕, 李萌, 张紫微, 杨玉辉, 张宇燕. 基于AI技术的高校智慧教学生态体系的构建与应用: 以浙江大学为例. 现代教育技术, **2022**, 32(12), 85–92.
- 6 夏天, 李又兵, 吕文晏, 杨屹, 朱海娥. 工程教育背景下《高分子物理》多元化课程评价体系探讨. 高分子通报, **2024**, 37(7), 974–978.
- 7 蒋里. AI驱动教育改革: ChatGPT/GPT的影响及展望. 华东师范大学学报(教育科学版), **2023**, 41(7), 143–150.
- 8 覃玉荣. AI时代OBE理念下大学英语课程体系建构与教学模式探索. 大学, **2022**, (32), 46–49.
- 9 Epstein, Z.; Hertzmann, A.; Creativity, I. O. H.; Akten, M.; Farid, H.; Fjeld, J.; Frank, M. R.; Groh, M.; Herman, L.; Leach, N.; Mahari, R.; Pentland, A. S.; Russakovsky, O.; Schroeder, H.; Smith, A. Art and the science of generative AI. *Science*, **2023**, 380(6650), 1110–1111.
- 10 王绪强, 胡凡刚. AI教师赋能课堂教学的限度与超越. 电化教育研究, **2022**, 43(8), 29–35.
- 11 Baldoo-Anu, D.; Owusu Ansah, L. Education in the era of generative artificial intelligence (AI): understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *J. AI*, **2023**, 7(1), 52–62.