

·教育与教学·

## 人工智能技术在《高分子材料》课程中的教学应用与探索

丁海<sup>1\*</sup> 和淑文<sup>1</sup> 王利丹<sup>1</sup> 李发闯<sup>1</sup> 闵志宇<sup>2</sup> 曹伟<sup>3</sup>

(1. 河南工学院材料科学与工程学院, 新乡 453003; 2. 河南机电职业学院, 郑州 451100;  
3. 郑州大学国家橡塑模具工程中心, 郑州 450002)

**摘要:** 采用文献研究法, 首先梳理了人工智能与教育场景的融合方式, 然后追溯了近3年《高分子材料》课程的改革路径及措施, 最后探讨了人工智能在《高分子材料》课程中的应用方式及方法。通过例举人工智能在《高分子材料》课程中教学内容设计与优化、实验教学辅助、个性化学习支持等方面的实际应用, 揭示了人工智能在专业课程中的应用路径及挑战, 以为高分子专业人才培养的创新与改革提供一些经验, 同时丰富人工智能+教育的相关理论。

**关键词:** 人工智能; 高分子材料; 实验教学辅助; 个性化学习

## Teaching Application and Exploration of Artificial Intelligence Technology in Polymer Materials Course

DING Hai<sup>1\*</sup>, HE Shu-wen<sup>1</sup>, WANG Li-dan<sup>1</sup>, LI Fa-chuang<sup>1</sup>, MIN Zhi-yu<sup>2</sup>, CAO Wei<sup>3</sup>

(1. School of Materials Science and Engineering, Henan Institute of Technology, Xinxiang 453003, China;  
2. Henan Institute of Mechanical and Electrical Vocational College, Zhengzhou 451100, China;  
3. National Rubber and Plastic Mould Engineering Centre, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** This study adopts the literature research method, first combining the way of integration between artificial intelligence and education scene, then tracing the reform paths and measures of *Polymer Materials* course in the last three years, and finally discussing the way and method of application of artificial intelligence in the course of *Polymer Materials*. By providing examples of the practical application of AI in the design and optimization of teaching content, experimental teaching assistance, and personalized learning support in the course of *Polymer Materials*, we reveal the path and challenges of the application of AI in professional courses, with a view to providing some experiences for the innovation and reform of the training of polymer professionals, and at the same time, enriching the relevant theories of AI+education.

**Keywords:** Artificial intelligence; Polymer materials; Experimental teaching assistance; Personalised learning

**引用:** 丁海, 和淑文, 王利丹, 李发闯, 闵志宇, 曹伟. 人工智能技术在《高分子材料》课程中的教学应用与探索. 高分子通报, 2025, 38(10), 1567–1575.

**Citation:** Ding, H.; He, S. W.; Wang, L. D.; Li, F. C.; Min, Z. Y.; Cao, W. Teaching application and exploration of artificial intelligence technology in *polymer materials* course. *Polym. Bull.* (in Chinese), 2025, 38(10), 1567–1575.

2025-07-18 收稿, 2025-08-02 录用, 2025-09-05 网络出版

基金项目: 河南省科技攻关项目(项目号 242102311241), 国家级大学生创新创业训练计划项目(项目号 202411329011), 河南工学院校级教改重点项目(项目号 2024JG-ZD006), 河南工学院校级教改项目(项目号 CLXY-2024001)

\* 通信联系人: 丁海, E-mail: dinghai8@163.com

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2025.25.110



心得<sup>[9]</sup>；北京化工大学的隋刚等在《高分子材料与工程》专业的培养方案中，设置了包含兴趣引导、知识铺垫以及实践训练等专业前沿系列课程<sup>[10]</sup>。洪潇潇研究了《高分子材料专业教学中创新创业教育体系的构建与实践》<sup>[11]</sup>；甄永刚等以《高分子材料专业》为例，阐述了思政教育、科教融汇理念、创新实践教学多维度融合的意义、存在的问题及对策<sup>[12]</sup>；仝维鋈等揭示了浙江大学在《高分子材料设计与实践》课程中破解知识和技能割裂，实现课程科教深度融合的具体做法<sup>[13]</sup>。谢丹等利用知识图谱以智能化和数字化的方式在《高分子化学》课程展开教学改革，重点讲述了知识图谱在展示结构化知识体系、理论与实践融合、多元评价体系的具体做法和意义<sup>[14]</sup>。夏天等探讨了基于 Outcomes-based Education (OBE) 的过程性考核与总结性考核相结合的多元化课程评价体系构建方法<sup>[15]</sup>。王保营等从树立协同育人理念、丰富完善教学资源、构建学生深度参与的混合式教学模式、一课二课相联动及建立立体化的考核反馈机制等几个方面，在《高分子化学与物理》课程中的应用进行探讨总结<sup>[16]</sup>。孔一博等从学生的视角，总结了在《高分子材料》课程中实施研究式学习实践的过程、收获与不足<sup>[17]</sup>。综上所述，高分子材料是化学、物理学、生物学、材料科学和工程学等多学科交叉融合的学科，适合作为人工智能+教育的应用研究对象；另一方面，高分子材料作为一类重要的新材料，广泛应用于新能源、生物医药、半导体等众多领域，可作为校企合作、教研一体项

目的载体；基于 OBE 的课程构建方式、书院制背景下的混合式教学、多元的评价体系等教学改革理念，可以激发学生的学习兴趣，提升学习效果。因此，借助人工智能生成知识图谱、仿真实验、数字教材等资源可破解知识点、技能点众多的问题；采用校企融通、学研创一体可破解理论实践脱节问题；采用基于 OBE 等教育理念的混合式教学模式激发学生的学习兴趣。按照高等教育教学内在逻辑，将人工智能技术与《高分子材料》课程从课程构建理念、数字化资源构建、教学设计与优化、课程实施方式、课程实践方式以及课程评价体系等六个方面耦合内聚(见图 2)，进行基于人工智能的《高分子材料》课程教学模式创新与应用路径探索。

依据上述文献研究成果，我校以提升学生的高阶思维和创新能力的目标，立足学研创一体，从生成知识图谱、仿真实验、实验教学、个性化学习等方面对人工智能技术应用于高分子材料类课程建设的一些经验进行了总结。

## 2 《高分子材料》课程改革

### 2.1 《高分子材料》课程概述

《高分子材料》课程作为我校材料科学与工程、新能源材料与器件等专业的一门专业基础课，32 学时，开设在大三上学期，教材为张留成老师编著的“十一五”国家级规划教材《高分子材料基础》。课程将高分子化学、高分子物理、高分子加工等课程融为一体，以培养学生掌握高分子聚合

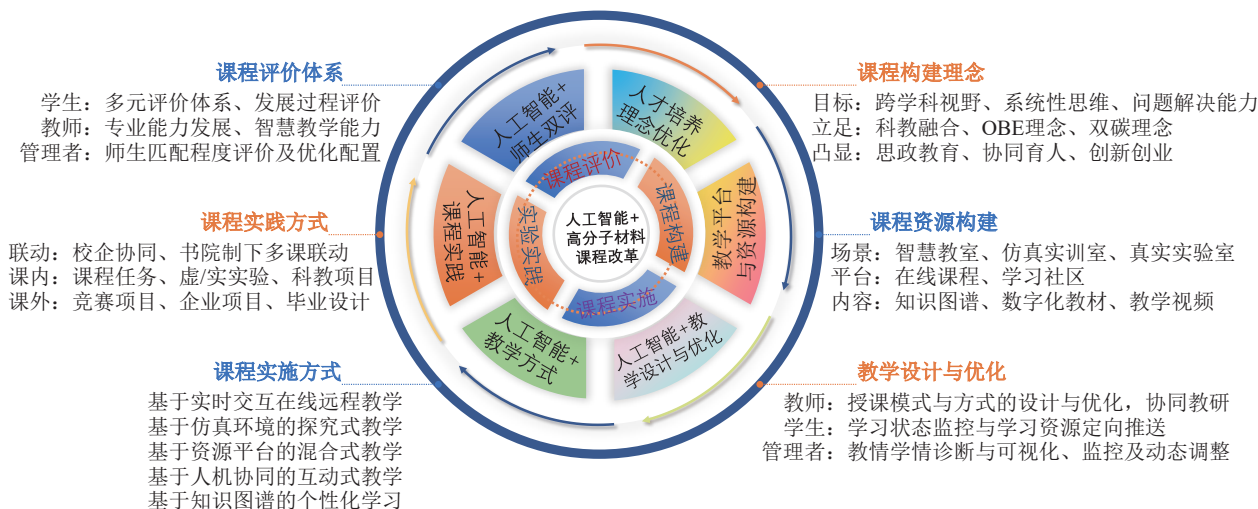


图 2 人工智能+《高分子材料》课程改革

Figure 2 Artificial intelligence + Polymer Materials curriculum reform

物合成—结构—性能—应用的基本理论知识为知识目标,以设计高分子材料和应用为能力目标,为学生进一步深入学习研究高分子材料奠定基础;课程授课团队结合自身的科学研究方向,开设了《智能高分子制备及成型》《电池薄膜的制备及表征》等开放性实验,学生可依据《高分子材料》课程理论知识结合自身专业兴趣进行选修,开放性实验成绩计入第二课堂学分;同时,组建了兴趣学习小组,带领学生完成竞赛项目和创新创业项目,并将其与毕业设计环节打通,以期构建理实交互、学研创一体的《高分子材料》课程,为学生创新能力和高阶思维的培养夯实基础。

## 2.2 《高分子材料》课程建设

授课团队将人工智能技术应用于课程开发、教学活动、课外活动、学业评价等多个方面:基于OBE教育理念,结合区域企业实际研发项目,根据学生的认知规律和教学内容的内在逻辑序化课程阶段任务,借助人工智能由简入繁搭建不同的真实实践教学项目,形成了学科专业知识与应用研究双螺旋耦合的课程知识体系;采用“三环七步法”按照定义目标、收集数据、数据预处理、实体识别与归类、属性抽取与关系建立、知识图谱构建、知识图谱实施,制作高分子材料的知识图谱,搭建课程整体知识、理论、应用的框架树,帮

助学生构建自身的高分子研究工程体系;设计构建虚拟和真实实验验证平台,按步骤、分阶段,使学生在虚/实平台交替完成实验项目;重塑多元学业评价体系,与区域企业一同探索课程评价内容,为课程的深度改革提供理论依据。

知识图谱是随着信息技术快速发展而产生的一种大规模语义网络,可作为一种新兴的知识管理与教学辅助工具,将复杂的信息以图形化、结构化、关联化的方式体现出来<sup>[14,18]</sup>。例高分子材料结构的知识图谱(见图3),从中能够清晰呈现课程知识点之间的复杂逻辑关系,从高分子材料结构的微观层面到宏观,从分子链不同尺度的运动形式到其宏观性能的变化,再到广泛的应用领域,各个知识点相互关联,形成一个有机的网络结构,促进个性化学习、动态反馈,方便学生构建整体高分子材料研究框架。

## 2.3 《高分子材料》课程实施

将人工智能技术应用于课前备课、课堂教学、实验实践等各个教学环节,以企业真实产品为载体借助不同教学平台完成相应的教学任务(见图4)。通过知识图谱深化学生对高分子学科基本概念和原理的理解,借助虚实实践平台训练他们的知识应用能力,结合具体案例(柔性半导体材料、高分子分离膜材料、4D打印成型等)增强学生的解决

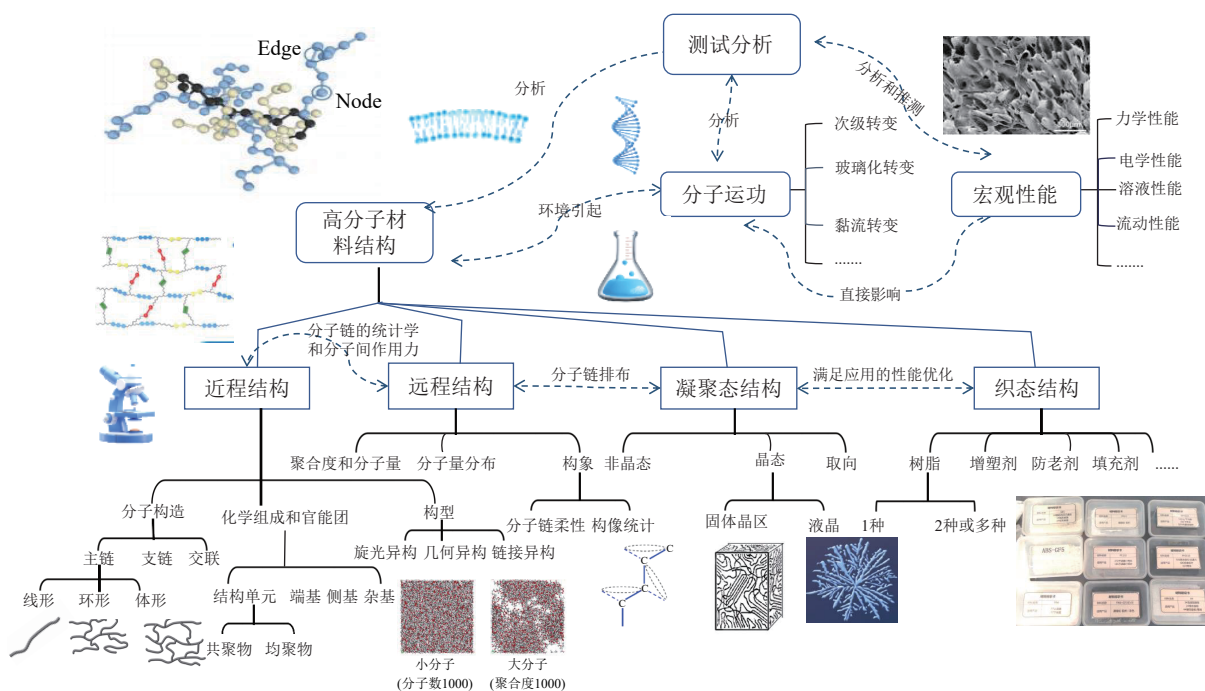


图3 高分子材料结构的知识图谱

Figure 3 Knowledge map of polymer material structure

问题的能力,同时培养他们责任感和使命感,激励他们追求真理、勇攀科学高峰。课程群融课堂、大赛、项目实践、专利申请等多种形式为一体,让学生借助人工智能技术检索和阅读相关文献,自主设计实验,在虚实结合的实验平台完成材料制备—表征—成型—功能测试等环节,实现“研中学、练中研”的教学理念,在共同攻关中提高学生学习的深度、视野的广度,以及综合运用知识和技能解决实际问题的能力。

### 3 人工智能在课程中的应用举例

#### 3.1 教学设计与优化

从人工智能与课程融合的视角看,随着传统课堂教学空间向新一代人工智能支持的智慧学习空间演变,教学设计与优化逐渐演变为人机协同背景下的教学设计与优化<sup>[19]</sup>。生成式人工智能依据教师教学设计需求与提示词完成快速运算,从海量数据、知识库与数字教学资源中,以图像、报告、绘画、视频、声音、软件代码的方式持续生成满足个体实际诉求的教学目标设计、教学方法优化、学习资源推荐等人类思维表征符号与“智慧”<sup>[20]</sup>。

课题组选取区域知名企业典型研发案例,依据人工智能所推荐的“人类思维表征符号与‘智慧’”构建专业知识图谱。对教师而言,知识图谱为教学设计提供了全面、系统的指导,有助于教师

把握教学重点与难点,合理安排教学内容与教学顺序;对学生而言,知识图谱帮助他们建立系统的知识框架,使其能够更好地理解课程知识体系,提高学习效率。构建图4中所示心脏封堵器4D打印成型知识图谱,一方面揭示了高分子材料的结构和宏观性能之间的关系,另一方面联系专业前沿讲解可降解生物高分子材料4D打印成型制作人体植入物心脏封堵器的可行性,激发学生通过科学研究设计制备新材料,提升人民群众幸福生活指数的激情,起到立德树人、润物无声的效果。图谱帮助学生理解高分子材料的性能设计、改性方法以及成型工艺等相关知识点和技能点以及科学研究方式,从而加深对专业知识的理解和掌握,同时提升学生解决问题、进行科学研究的能力。学生自主学习方面,引导学生通过人工智能技术进行拓展阅读,实时跟踪学科前沿研究动态,生成最新的研究成果综述,如关于高分子制备植入物的最新研究进展,拓宽学生的知识面,激发学生的学习兴趣。这些生成的辅助教学内容具有高度的针对性与时效性,能够根据教学需求与学科发展及时更新,为教学提供源源不断的新鲜资源。

#### 3.2 实验教学辅助

正如高分子科学奠基人Staudinger所言:“没有实验验证的高分子理论,如同没有地基的建筑。”为了更好地激发学生学习兴趣,多维度的开

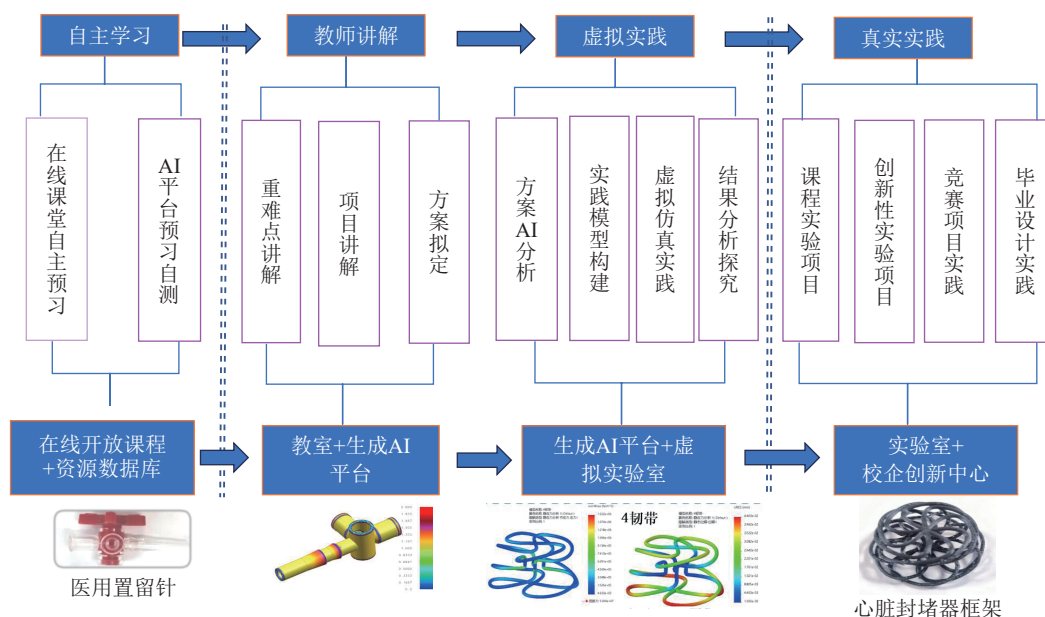


图4 课程实施流程图

Figure 4 Flowchart of curriculum implementation

放性实验从不同的角度对《高分子材料》课程进行有效的补充。下边探讨人工智能技术在实验方案的设计与实施过程中的应用。

### 3.2.1 实验方案设计

人工智能可根据学生输入的实验目标与条件,生成多种实验方案,并对方案进行评估与优化。在设计成型如图4所示的置留针时,旋钮和壳体均选用PE材料,然而力学性能要求不同,旋钮要求塑性好,壳体要求硬度高。联系课程所讲述的聚乙烯的相关理论,从凝聚态结构角度区分低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)、线型低密度聚乙烯(LLDPE)的性能差异<sup>[21]</sup>。LDPE的聚合压力大、聚合温度高,聚合过程副反应多,其化学结构是有多支链的线形聚合物,而HDPE使用Z-N催化剂,聚合压力和温度都较低,得到线形聚合物几乎没有支链。共混实验实验方案设计时,学生输入期望得到的高分子性能以及实验条件限制等信息,人工智能可迅速生成多种可行的实验方案,包括原料种类、实验条件、实验步骤安排以及实验数据处理程序等。学生可与人工智能进行互动,根据自身需求对实验方案进行调整与完善,这一过程有效培养了学生的创新思维与实验设计能力。

机器学习作为人工智能的一个重要分支,正

在成为材料科学创新的核心驱动力,不仅加速了从发现到应用的周期,还开启了材料数据处理的新范式<sup>[22]</sup>。采用机器学习借助Python等编程语言对实验数据进行处理,减少了实验的样本数量,缩减了研发时间及成本,而且极大提升了学生采用人工智能解决企业实际生产问题的创新能力。首先开展实验获得实验数据,然后按照机器学习、遗传算法的逻辑采用Python语言调用不同算法进行数据拟合求取最优参数组,最后采用真实实验进行验证(图5)。

### 3.2.2 实验实施

借助人工智能搭建高分子材料虚实一体化实验平台。该平台功能丰富,涵盖各类高分子材料合成实验、性能测试实验等。以上述高分子材料共混实验为例,学生在虚拟实验平台上,可模拟操作各类实验设备操作,按照实验方案进行原料添加、反应条件设置、性能测试步骤等操作。当学生操作出现错误时,平台会及时给出指导与纠正,使学生更好地理解实验原理与操作要点,提高实验技能。另外,高分子结构与性能关联数据库(如Polymer Property Database, Cambridge Structural Database (CSD), Polymer Database (Polymer Databank等),在诸多科学研究性文章中被报道,广泛用于设计和新材料的开发。

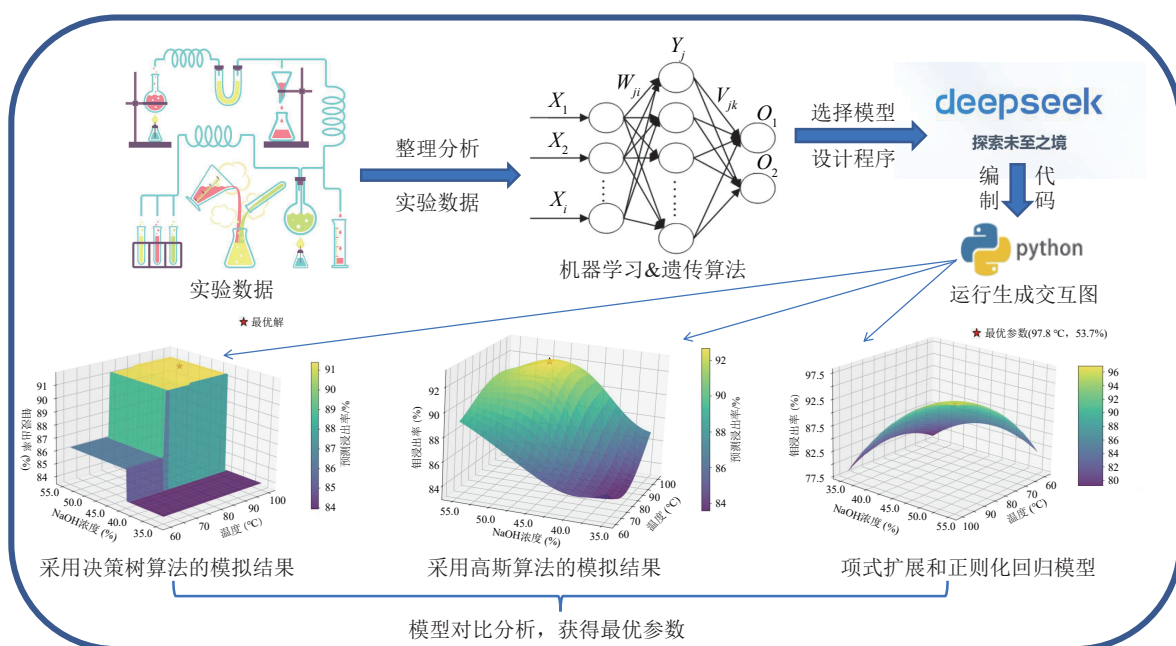


图5 基于机器学习(遗传算法)的实验数据处理

Figure 5 Experimental data processing based on machine learning (genetic algorithm)

### 3.3 个性化学习支持

#### 3.3.1 学习路径规划

基于学生的学习数据与能力水平,利用人工智能为学生规划个性化学习路径,展现出更加符合学生个性化需求的新形态<sup>[23]</sup>。学习数据包括学生的课堂表现、作业完成情况、考试成绩、在线学习时长等多方面信息,能力水平则通过对学生的知识掌握程度、学习能力、思维能力等进行综合评估得出。例如,对于基础知识掌握较好、学习能力较强的学生,学习路径可侧重于拓展性学习,推荐高难度的科研文献阅读、参与科研项目实践等;对于基础知识较为薄弱的学生,学习路径则优先安排基础知识巩固学习,如提供针对性的知识点讲解视频、练习题等。通过个性化学习路径规划,不同类型的学生能够按照最适合自己的方式进行学习,有效提升学习效率与学习效果。

#### 3.3.2 智能辅导与答疑

人工智能作为智能学伴,为学生提供实时辅导与答疑的功能<sup>[24]</sup>。当学生在学习过程中遇到问题时,可通过文本输入或语音提问的方式向智能辅导系统寻求帮助。智能辅导系统运用知识图谱与自然语言处理技术,深入理解学生的问题,然后从庞大的知识数据库中提取准确、详细的解答内容。例如,学生提问关于某高分子材料合成过程中的反应机理问题,智能辅导系统不仅能够给出反应机理的详细解释,还能结合相关的实验案例、图片或动画进行辅助说明,使学生更容易理解。同时,智能辅导系统会对学生学习过程中的常见问题进行总结与分析,将分析结果反馈给教师,教师可据此调整教学策略,优化教学内容,更好地满足学生的个性化学习需求。

## 4 课程建设成效

### 4.1 课程建设现状

按照OBE工程认证理念,借助人工智能技术,课题组在学习通平台上构建了高分子材料制备、高分子材料结构、功能高分子设计及制备、智能高分子制备及成型等十大知识模块、118个核心知识点、近2000 min的教学视频等大量数字化教学资源,申请了基于人工智能的课程建设项目,获批了校级重点教研项目、省级科技攻关项目、国家级大学生创新创业训练计划项目,初步收到了较好效果。鉴于课程呈现“资源数字化、实验虚

实一体化、教学智能化”的特征鲜明,建设成果荣获河南工学院第二届创新教育改革成果二等奖。

### 4.2 教学效果反馈

评价对象:选取2023年度和2024年度的《高分子材料》课程授课学生为研究对象,前者采用“课堂讲授为主+实验为辅”的传统授课模式,后者则实施“基于AI的理论课程+开放性实验”并借助学习通、实验室和仿真实验平台进行理实一体化授课。

客观评价:课程结束后,学生均需参加理论考试并提交实验报告。理论知识考核、实验报告及阶段性测验成绩均按百分制评定,由全体授课教师流水批阅,构成学生最终成绩。成绩对比:“AI+教学”组学生的理论考核平均分(87.37分)与实验操作技能平均分(90.35分)均显著高于“传统教学”组(78.16分、81.25分),且成绩更符合正态分布规律。成效分析:AI辅助能快速响应学生知识需求,有效提升理论知识掌握水平;虚拟实验凭借其高安全性与低成本的可重复性,对培养学生实验思维、规范实验操作具有重要作用,与余砚等研究成果相一致<sup>[25]</sup>。

主观评价:对“AI+教学”组发问卷100份,有效回收100份。问卷汇总结果显示,学生对AI+教学满意程度较高,乐于借助AI完成学习任务,反映出该模式被认为能提供更灵活、高效且富有趣味性的学习体验,有效激发学习兴趣与深度探索欲望,充分彰显了其教学革新潜力。近半数学生对“是否喜欢借助AI进行专业知识的自主学习”持否定态度,主因在于本科生学业负担较重,精力主要投入课程学习与任务完成,缺乏充足文献阅读时间。在“AI+实验是否有助于实验技能点的掌握、AI+实验是否有助于实验机理的理解”问题中,部分学生选择“否”,说明尽管AI+实验能够帮助学生快速理解实验原理、步骤以及操作要点等内容,但AI+实验由于其复杂程度较低、讲解性描述过多降低了部分学生的操作积极性,需要进一步优化完善实验内容。

综合评价:通过收集学生的考试成绩、实验成绩、学习行为、课堂参与度、多样化成果等数据,按照不同比例系数折算后从多角度形成学生全方位的学习成效分析报告。学习行为数据(预习时间、预习任务完成率)方面,由于人工智能所具备的大数据库能较准确地与学生实时互动,故“AI+教学”

远优于“传统教学”组。在学生的课堂问题的次数、回答正确率等方面,“AI+教学”均优于“传统教学”,展示出“AI+教学”课堂表现出更高的主动性和专注力;同时,通过学生的作业及成绩则反映出,“AI+教学”在知识的迁移和综合运用方面效果较好。“AI+教学”组学生将课题任务整理成相关项目申报书、研究报告后参加挑战杯、节能减排、创新创业训练项目的积极性和成果取得率均得到显著提升。近两年来,指导学生获批国家级省级大学生创新创业训练计划项目4项,“挑战杯及互联网+”省级奖十余项,申请获批专利12项,多篇学士学位获省级优秀学士学位论文,学生分析、解决问题的能力 and 实践创新能力得到显著提升。

## 5 结论

深入探究了人工智能在《高分子材料》课程教学中的应用及效果。研究表明:借助人工智能构建知识图谱和优化教学内容,可为教师教学和学生提供有力支持,帮助学生构建系统的知识框架,加深对专业知识的理解、掌握及运用。在实验教学辅助上,人工智能在实验方案设计优化和虚拟实验平台搭建方面发挥了重要作用,有效提升了学生的实验技能与创新思维能力,虚拟仿真实验可以作为真实实验的有效补充。在个性化学习支持领域,借助人工智能进行学习路径规划和智能辅导与答疑,可有效满足学生的个性化学习需求。然而,研究过程中也发现了一些问题,如技术应用方面:提示词的构建逻辑、数据质量、模型稳定性以及教师能力、学生适应性等挑战,以及人工智能所面临的伦理问题都需要进一步深入研究实践。

## 参考文献

- 1 国务院. 政府工作报告[EB/OL]. (2024-03-05) [2024-10-27]. [https://www.gov.cn/gongbao/2024/issue\\_11246/202403/content\\_6941846.html](https://www.gov.cn/gongbao/2024/issue_11246/202403/content_6941846.html).
- 2 赵玉新, 许德新, 刘志林, 王辉. “OODA+AI”驱动的自动化领域工程科技未来人才培养: 以哈尔滨工程大学智能科学与工程学院为例. 高等工程教育研究, **2025**(1), 61–67.
- 3 杨现民, 曾佳尧, 李新. 人工智能与教育深度融合的场景细化及落地实践: 基于探索性多案例分析法. 开放教育研究, **2025**, 31(1), 82–92.
- 4 王竹立, 关向东, 罗霖. 数智融合课程: “人工智能+课程” 教改新方向. 开放教育研究, **2025**, 31(1), 34–41.
- 5 柯清超, 黄灿, 李伏清. 教育强国建设背景下人工智能赋能的教师专业发展. 广州开放大学学报, **2024**, 24(5), 9–15.
- 6 刘三女牙, 郝晓晗. 生成式人工智能助力教育创新的挑战与进路. 清华大学教育研究, **2024**, 45(3), 1–12.
- 7 魏非, 杨可欣, 祝智庭. 协同探究智创: 生成式人工智能时代的学习新模式. 开放教育研究, **2025**, 31(2), 14–23.
- 8 邢园园, 钱玲. 美国一流大学应对人工智能教学应用的改革行动与反思. 开放教育研究, **2025**, 31(2), 24–35.
- 9 梁永日, 张振琳, 刘迎丹, 李青松, 许凯, 张海全, 张成波, 彭桂荣. 新工科背景下燕山大学高分子材料与工程专业创新实践能力培养模式的教学改革探索. 高分子通报, **2025**(5), 844–849.
- 10 隋刚, 王亚琴, 王双红, 段顺, 张晨. 基于科教融合的高分子材料与工程一流专业创新人才培养探索. 高分子通报, **2025**(3), 509–514.
- 11 洪潇潇. 高分子材料专业教学中创新创业教育体系的构建与实践. 塑料工业, **2024**, 52(12), 202.
- 12 甄永刚, 王宇, 周政, 卢咏来. 多维度融合的高分子材料专业教育探索与实践. 化工高等教育, **2024**, 41(6), 68–72.
- 13 仝维璠, 李寒莹, 张兴宏, 刘建钊, 吴子良. 科教融合的《高分子材料设计与实践》课程的建设探索. 高分子通报, **2025**(3), 504–508.
- 14 谢丹, 陈风青, 姜柏羽, 肖友华, 刘丽娜, 戴进峰. 基于知识图谱与AI赋能高分子化学的数智化教学思考. 高分子通报, **2025**(5), 837–843.
- 15 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.
- 16 王保营, 王麟, 康星雅, 徐莉, 丁艳红, 张岩. 书院制背景下“高分子化学与物理”课程混合式教学改革. 印刷与数字媒体技术研究, **2023**, (4), 117–122.
- 17 孔一博, 马静, 曹俊俊, 王辰昊, 杨诣楷, 高长有. 《高分子材料》研究式学习的实践与思考: 学生视角的总结. 高分子通报, **2023**(1), 118–124.
- 18 李晓理, 刘春芳, 耿劭坤. 知识图谱与大语言模型协同共生模式及其教育应用综述. 计算机工程与应用, **2025**, 61(15), 1–13.
- 19 穆肃, 陈孝然, 周德青. 生成式人工智能赋能教学设计分析: 需求、方法和发展. 开放教育研究, **2025**, 31(1), 61–72.
- 20 苗逢春. 基于教师权益的自主人工智能应用: 对联合国教科文组织《教师人工智能能力框架》的解读. 开放教育研究, **2024**, 30(5), 4–16.
- 21 徐睿杰, 董智贤, 蒋强国, 邓宇, 雷彩虹. 高分子物理

- 教学内容在《塑料材料与配方设计》课程教学中的应用：以“高分子链结构”为例. 高分子通报, **2024**(12), 1840–1846.
- 22 杨筱筱, 罗蓉丽, 王应武, 周颖, 熊凯, 种晓宇, 安正源, 黄琳. 稀贵金属材料基因工程研究进展. 热加工工艺, **2025**, 54(13), 1–9.
- 23 朱永海, 张佳鑫, 韩锡斌. 基于生成式人工智能的个性化学习新形态. 电化教育研究, **2025**, 46(4), 58–64.
- 24 徐升, 佟佳睿, 胡祥恩. 下一代个性化学习：生成式人工智能增强智能辅导系统. 开放教育研究, **2024**, 30(2), 13–22.
- 25 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**, (6), 958–966.