

·教育与教学·

AI 技术支撑下“复合材料”课程中的教学模式探索

柴 娟 夏 衍 郭正虹 闫红强 方征平*

(浙大宁波理工学院材料科学与工程学院 宁波 315100)

摘要: 随着人工智能(AI)技术的飞速发展,高等教育正面临着前所未有的变革机遇。“复合材料”作为材料科学与工程领域的核心课程,具有学科交叉性强、理论抽象、工程实践导向显著等特点,传统教学模式在解决学生“理解难、设计难、实践难”问题上存在局限性。本研究探讨了AI技术在“复合材料”课程教学中的赋能路径,构建了“虚实结合、人机协同、数据驱动”的新型教学模式。通过引入AI助教、生成式AI辅助设计、虚拟仿真实验平台及智能评价系统,有效提升了学生的自主学习能力、工程创新能力及复杂工程问题解决能力,为新材料领域的高素质人才培养提供了新思路。

关键词: 人工智能;“复合材料”课程;教学模式;虚实结合

Exploration Teaching Models in the “Composite Materials” Course Supported by AI Technology

CHAI Juan, XIA Yan, GUO Zheng-hong, YAN Hong-qiang, FANG Zheng-ping*

(School of Materials Science and Engineering, NingboTech University, Ningbo 315100)

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, higher education is facing unprecedented opportunities for transformation. As a core course in the field of materials science and engineering, “Composites” features strong interdisciplinarity, theoretical abstraction, and a significant engineering practice orientation. Traditional teaching methods have limitations in addressing students’ difficulties in understanding, designing, and practicing. This study explores the enabling paths of AI technology in the teaching of the “Composite Materials” course and constructs a new teaching model characterized by “virtual-real integration, human-machine collaboration, and data-driven approaches”. By introducing AI teaching assistants, generative AI-assisted design, virtual simulation experiment platforms, and intelligent evaluation systems, it effectively enhances students’ autonomous learning ability, engineering innovation ability, and problem-solving skills for complex engineering issues, providing new ideas for the cultivation of high-quality talents in the field of new materials.

Keywords: Artificial intelligence; “Composite Materials” course; Teaching mode; Integration of virtual and real

引用: 柴娟, 夏衍, 郭正虹, 闫红强, 方征平. AI技术支撑下“复合材料”课程中的教学模式探索. 高分子通报, doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.166

Citation: Chai, J.; Xia, Y.; Guo, Z. H.; Yan, H. Q.; Fang, Z. P. Exploration of teaching models in the “Composite Materials” course empowered by AI. *Polym. Bull.* (in Chinese), doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.166

2026-04-03 收稿, 2026-06-17 录用

基金项目: 浙大宁波理工学院研究生教育教学改革项目(项目号 YJG202508), 浙大宁波理工学院校级教学改革研究项目(项目号 NBTJG-2025054), 浙江省教育厅一般科研项目(项目号 Y202557651)

* 通信联系人: 方征平, E-mail: zpfang@zju.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.166

人工智能与教育结合的思想渊源可追溯至20世纪20年代。1924年,美国心理学家普莱西(Sidney Pressey)设计了自动教学机器,开启了利用机器辅助教学的先河^[1]。20世纪60年代后期,计算机的出现推动了计算机辅助教学(computer aided instruction, CAI)的发展^[1]。进入21世纪,人工智能与教育的结合转向技术路径。机器学习、深度学习等技术的突破,使得理论阶段的概念性教育技术构想迅速成为现实^[2]。人工智能教育系统规模与复杂性进一步提升,探索学习模型、支持学生适应和个性化学习、深入实现思维品质的培养等构成AI赋能教育的关键技术目标。

我国人工智能(AI)技术与教育融合的政策布局经历了从理念倡导到系统部署的深化过程。2025年4月,教育部等九部门联合印发《关于加快推进教育数字化的意见》,明确提出要“全面推进智能化,促进人工智能助力教育变革”。该文件强调要坚持立德树人、以人为本,培养学生的高阶思维、思考判断能力、实践能力,将人工智能技术融入教育教学全要素全过程^[3]。AI与教学改革进行相互融合,是顺应教育现代化发展的必然选择。虽然研究AI与高等教育融合场景比较多,研究具体专业课程中人工智能与教育教学耦合方式相对较少,并且相关理论研究成果更少。

1 “复合材料”课程改革理念

复合材料是由2种或2种以上不同性质的材料通过物理或化学方法组合而成的新型材料,其性能的可设计性使其成为航空航天、新能源、轨道交通等战略性新兴产业的关键支撑。“复合材料”课程通常涵盖增强体与基体材料、界面理论、复合原理、成型工艺及性能测试等内容,涉及物理化学、材料加工等多学科知识,知识体系庞杂且实践性强。

复合材料的微观结构-宏观性能关联、界面行为机理等知识高度抽象,传统讲授式教学难以帮助学生建立有效的认知结构。在传统教学过程中,存在三大痛点:其一,微观结构与宏观性能之间的内在关联难以通过静态板书或二维图片直观呈现;其二,复合材料的结构设计与工艺优化往往需要大量试错,学生缺乏低成本、高自由度的实践环境;其三,学生个体差异大,统一化教学难以满足个性化学习需求。

南昌航空大学的改革实践中通过引入最新学术研究案例和文献资料优化教学内容,以课外设计任务增强理论应用,让学生在解决专业技术问题的过程中完成知识的意义建构^[4]。西安航空学院同样采用“课程为载体、项目为牵引”的教学理念,将航空企业真实案例引入课堂,打造理论实践深度融合的“金课”^[5]。中国民航大学在“复合材料性能”课程改革中,以培养解决复杂工程问题的能力为教学目标,针对不同类型知识确立了主题讨论、研究、项目、线上线下混合的灵活教学方法,并设计了与之匹配的考核方法^[6]。史春薇等提出的“双螺旋教学模式”,同样是面向复杂工程问题解决能力培养的有益探索^[7]。哈尔滨理工大学尝试构建以课程设计为先导、以生产实习为纽带、以创新实验为提升的创新平台。该模式使学生在完整的工程周期中体验从需求分析到产品实现的全过程,有效提升创新能力^[8]。综上所述,复合材料是化学、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;基于成果导向教育(outcome-based education, OBE)的课程^[9]构建方式混合式教学等多元的评价体系和教学改革理念,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,以深度学习、大语言模型、知识图谱为代表的AI技术,为解决上述问题提供了强有力的技术支撑。如何利用AI技术重构教学内容、教学方式与评价机制,成为“复合材料”课程教学改革的重要课题。

2 AI赋能“复合材料”课程改革与案例分析

2.1 AI赋能教学设计与优化

“复合材料”作为材料科学与工程领域的核心课程,具有学科交叉性强、概念抽象、工程实践导向显著等特点。传统教学模式在解决学生“理解难、设计难、实践难”问题上存在明显局限。人工智能技术的介入,为破解这些痛点提供了系统性的解决方案,见表1。“复合材料”课程涵盖增强体与基体材料、界面理论、复合原理、力学模型、成型工艺及性能测试等内容,具有以下突出特点:概念高度抽象,工程实践性强,个体差异显著。微观结构(界面结合、纤维分布、孔隙形态)与宏观性

表1 AI赋能课程维度		
Table 1 Dimensions of AI-enabled courses		
特征维度	AI赋能价值	关键技术支撑
概念抽象	微观结构可视化、动态过程模拟	生成式AI、三维可视化、数字孪生
知识关联	知识图谱构建、关联关系可视化	知识图谱技术、语义分析
实践受限	虚拟仿真实验、参数化设计平台	数字孪生、机器学习、虚拟现实
个体差异	自适应学习路径、个性化资源推送	学习分析、推荐系统
设计复杂	AI辅助设计、多目标优化	机器学习优化算法、生成式设计
反馈滞后	即时作业批改、实时学情诊断	自然语言处理、学习分析

能(强度、模量、韧性)的内在关联难以直观呈现;界面行为、应力传递、失效机理等概念缺乏感官经验支撑;知识点之间存在复杂的依赖关系,学生容易“只见树木、不见森林”;复合材料结构设计需要综合考虑材料选型、铺层优化、工艺选择、成本控制等多重因素,传统实验教学受限于设备、材料、时间,难以提供充分的实践机会,学生缺乏“设计—仿真—验证”的完整工程体验;学生前置知识

基础差异大(力学基础、化学基础、材料科学基础),空间想象力、抽象思维能力差异影响学习效果。

2.2 具体教学实验方案设计与实施案例

以“设计一种用于飞机用高强度轻质复合材料结构,满足给定载荷要求,重量不超过XX克。”为案例,依据人工智能构建专业知识图谱(图1)。

学生在向AI提问前,需要清晰界定实验的核心要素。首先是验证某个理论(如铺层角度对强度的影响),还是探索新工艺(如3D打印连续纤维);选定基体和增强体(碳纤维、玻璃纤维等),联系课程所讲述的纤维增强体的相关理论,从纤维结构角度区分碳纤维、玻璃纤维的性能差异;实验中关注的几个性能指标,如拉伸强度、弯曲模量、层间剪切强度、热变形温度等;并且充分考虑实验室资源的有限性,包括设备、经费预算、实验周期等。学生借助AI快速整合海量文献中的共性知识和工艺参数,助力学生建立实验理论支撑。AI可以根据材料体系,给出推荐的固化温度曲线(如:80℃/2h+120℃/2h)、压力范围等工艺参数;师生共同协作进行失效模式预判。当AI给出初步方案后,可进一步进行细节问题模拟与

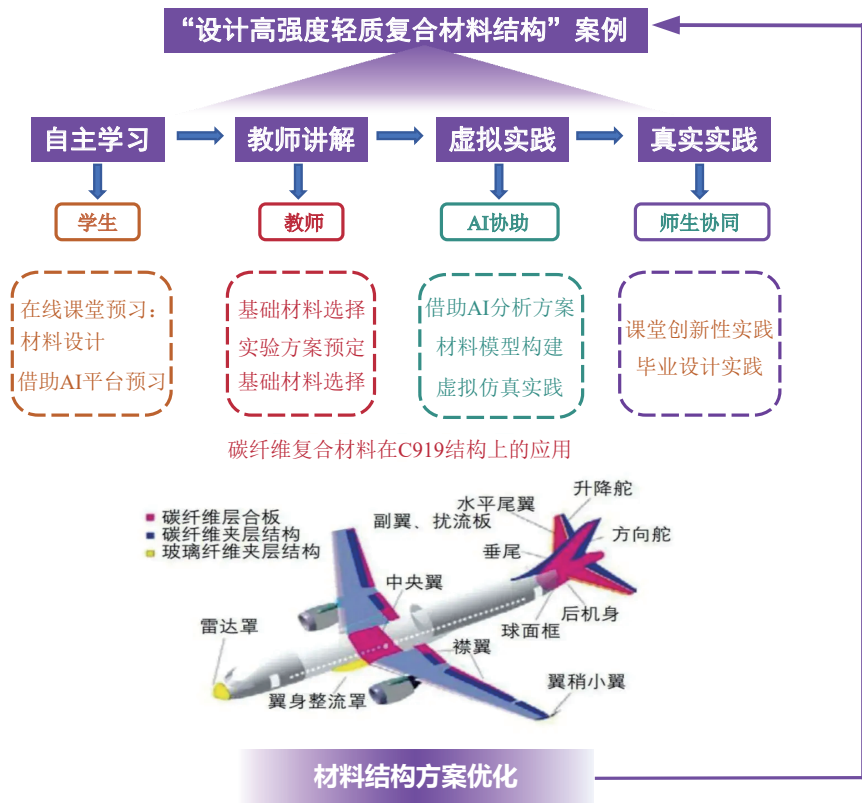


图1 课程案例实施图

Figure 1 Course implementation diagram

处理。

碳纤维增强聚酯复合材料配方教学设计教学案例分析如下所述。在复合材料课程中,学生需要学习了解增强体和基体的不同性能和加工工艺,如碳纤维的性能及选型、基体树脂的加工工艺和纤维增强体的铺层方式等,实验设计与优化是教学中的重要环节。AI助力主要表现如下:

例如,学生询问AI助手及DeepSeek等,在纤维铺层过程中,如何避免气泡产生?方案主要风险点有哪些?如何制定应急措施?

利用AI工具辅助建立有限元模型,驱动工艺仿真与预实验,可以在虚拟环境中对比不同铺层方案的理论性能差异,从而优化实际实验的设计。

例如“如果固化升温速率过快,对层合板内部温度场有何影响”,AI可以给出定性分析,甚至建议使用Comsol等软件进行热-化学耦合模拟。

运用AI技术优化复合材料课程的教学设计。学生在进行实验操作时,如果遇到纤维断裂或基体难以加工等多种问题,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,如材料选型偏差,原料纯度及预处理方法等,并结合理论知识提出具体的优化建议。例如,AI助手分析发现某预处理方法控制不精确导致材料加工困难,学生便可以学习如何更准确地控制预处理条件及温度等,并理解预处理条件对产品强度的影响。

借助人工智能搭建复合材料虚实一体化实验平台。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。实验结束后,AI可以从海量数据中快速提取规律。将实验导出的数据,载荷-位移数据(如CSV文件)提供给AI,AI可以快速计算平均值、标准差,并生成应力-应变曲线图代码;上传扫描电子显微镜(SEM)拍摄的断口照片,AI可以辅助识别“纤维拔出”“树脂开裂”等典型微观形貌,并解释其对应的失效机理。将图表、分析结果整合成规范的实验报告,并提炼出“铺层角度对性能影响”的核心结论。结合实验操作安全要素评价安全系数:AI推荐的树脂、固化剂配比是否符合实验室安全规范?是否需要手套箱或通风橱?在设备操作方面,AI建议

的固化压力是否超过平板硫化机的安全阈值?最重要的是严禁使用AI伪造或修饰实验数据,必须遵守学术诚信原则。

将相同的教学方法及案例运用在不同课程中,进行“案例贯穿式”教学,推动专业课程的交叉融合。例如:通过“碳纤维增强聚酯复合材料配方设计”这个案例,引导学生首先利用“高分子材料”课程中的知识讨论基体树脂选择问题,利用聚合物成型加工原理中的知识,探索材料的成型工艺,让学生综合运用各课程知识点。

目前AI生成内容的准确性并没有“完美保障”,但可以通过多层机制将风险降到可控范围:首先让AI先检索可信知识库(如教材、论文库)再生成答案,而非仅依赖内部参数。另外可以要求AI提供引用来源,以便对信息进行核对验证。最关键点在于师生要主观把控技术要点,做到人机协同。学生过度依赖AI也会削弱独立思考能力。我们通过建立“思考预算”,输出独立思考过程,对AI答案进行反向推理及提出疑问等方法推进人工智能课程的应用。

2.3 教学效果反馈

本课程学生体系包含本科生(主修课)和研究生(选修课)。将参与该门课程学习的学生作为本次教学效果的评价对象。选取本科生和研究生“复合材料”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“AI赋能理论课程+开放性实验”并借助学习通^[10]、实验室和仿真实验平台进行理实一体化授课,效果反馈见表2。

表2 学生学习效果反馈

Table 2 Feedback on students' learning outcomes

评价指标	观察要点	数据支撑
知识掌握度	对复合材料基本概念、工艺原理的理解程度	课堂提问正确率、作业完成质量
实验设计能力	能否独立完成实验方案设计、参数优化	实验报告评分、方案合理性
数据分析能力	能否正确处理实验数据、识别异常值	数据处理规范性、结论准确性
自主学习能力	是否主动利用AI进行拓展学习	使用频次记录、提问质量
创新思维	能否提出创新性实验思路或问题解决方案	实验设计创新点、课堂提问深度

结合学习成果数据,对优化后的教学设计实施客观评价。课程结束后,学生需参加理论考试

并提交实验报告。理论知识考核、实验报告均按百分制评定,构成学生最终成绩。成效分析:AI 辅助能快速捕捉学生知识需求,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。成绩平均分布由改革前 80 分左右提升至 90 分左右。主观评价:对“AI 赋能教学”组发调查问卷。问卷汇总结果显示,92% 的学生认为“AI 辅助有助于理解复合材料基础知识”88% 的学生表示“愿意在后续课程中继续使用 AI 工具”85% 的学生认为“AI 辅助实验设计提高了动手实践信心”,学生对 AI 赋能教学满意程度较高,乐于借助 AI 完成学习任务,反映出该教学模式提供更灵活、高效的学习体验,有效激发学生学习兴趣与深度探索欲望,充分彰显了 AI 协助教学改革潜力。

3 结论

深入探究了人工智能在“复合材料”课程教学改革中的应用及效果。研究表明:AI 辅助教学在“复合材料”课程中取得了显著成效,尤其体现在实验设计能力和数据分析能力的提升上,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。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,但同时也需警惕过度依赖、信息准确性和学术伦理等风险。后续教学中继续深化 AI 工具的应用,同时加强过程监督和规范引导,实现 AI 赋能教学的最优模式。

参考文献

- 1 顾小清,郝祥军. 悟空的毫毛:正在重塑学习技术系统的多智能体. 华东师范大学学报, 2025, 43(5), 16-29.
- 2 阎琨,段梦涵,张雨顺. 人工智能赋能教育的理论演进框架与趋势. 清华大学教育研究, 2025, 46(2), 33-42.
- 3 九部门:全面促进人工智能助力教育变革(N/OL). 工人日报. (2025-04-16). http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2025/56808/mtbd/202504/t20250416_1187645.html.
- 4 洪珍,谢小林,薛名山,权红英,殷祚炷.“材料复合原理”课程教学改革探索与实践——基于南昌航空大学创新创业教育与复合人才培养. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2022, 36(1), 106-112.
- 5 周影影,罗西希,张海鸿. 西安航空学院材料工程学院:匠心育才 谱写航空报国新篇章. 光明日报, 2025-09-07(08).
- 6 姚佳伟,牛一凡. 解决复杂工程问题目标下的课程教学模式改革:以中国民航大学“复合材料性能”课程为例. 教育教学论坛, 2024, (6), 70-73.
- 7 史春薇,王婵,伍永福,钱兵羽,杨占旭. 面向复杂工程问题解决能力培养的双螺旋教学模式创新与实践:材料复合原理课程教学实践. 化学教育(中英文), 2025, 46(2), 102-106.
- 8 胥焕岩,汤卉,王凤春,亓淑艳,翁凌. TRIZ 理论导向的《复合材料学》教学方法探索与创新平台构建. 教育教学论坛, 2014, (9), 51-53.
- 9 王昆仑,崔喆,徐慎刚,刘洋,王万杰.“新工科”背景下高分子材料与工程专业核心课程群建设的探索与实践. 高分子通报, 2026, 39(3), 486-492.
- 10 邓萌,夏衍,郭正虹,闫红强,方征平. 工程应用型大学“高分子物理”课程数智化教学初探. 高分子通报, 2026, 39(1), 178-184.