

新工科背景下人工智能融入“材料制备方法”课程教学改革路径初探

边丽^{1,2} 刘超^{1,2} 饶俊^{1,2}

1.河北地质大学 宝石与材料学院, 河北 石家庄 050031

2.河北地质大学 硅酸盐固废资源化利用河北省工程研究中心, 河北 石家庄 050031

[摘要]材料制备方法作为材料专业核心课程,兼具理论性与实践性。传统教学模式存在抽象概念难理解、实践教学受条件限制、教学个性化不足等问题。人工智能技术的快速发展为课程教学改革提供了新路径。本文结合新工科人才培养目标,分析 AI 赋能材料制备方法教学的必要性,从教学内容重构、教学模式创新、实践教学升级、考核体系优化等方面探索改革路径,并提出保障措施,以期实现课程教学质量提升,培养适应产业发展的高素质材料类新工科人才。

[关键词]新工科;人工智能;材料制备方法;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v7i8.20469

中图分类号: G633

文献标识码: A

Exploration on the Teaching Reform Path of Integrating Artificial Intelligence into the Course of "Material Preparation Methods" under the Background of Emerging Engineering Education

BIAN Li^{1,2}, LIU Chao^{1,2}, RAO Jun^{1,2}

1. College of Gems and Materials, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

2. Hebei Engineering Research Center for Silicate Solid Waste Resource Utilization, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

Abstract: As a core course in materials science, material preparation methods have both theoretical and practical significance. The traditional teaching model has problems such as difficulty in understanding abstract concepts, limited practical teaching conditions, and insufficient personalized teaching. The rapid development of artificial intelligence technology has provided a new path for curriculum and teaching reform. This article combines the training objectives of emerging engineering education talents, analyzes the necessity of teaching AI enabled material preparation methods, explores reform paths from the aspects of teaching content reconstruction, teaching mode innovation, practical teaching upgrading, and assessment system optimization, and proposes guarantee measures to achieve the improvement of course teaching quality and cultivate high-quality material related emerging engineering education talents that adapt to industrial development.

Keywords: emerging engineering education; artificial intelligence; material preparation method; teaching reform

引言

新工科建设以立德树人为根本任务,以产业需求为导向,以新工科理念为引领,聚焦工科专业的跨界融合与创新发展。这一背景要求材料类专业培养既掌握扎实材料科学基础,又具备跨学科思维、智能技术应用能力和工程实践创新能力的复合型人才。材料制备方法是材料科学与工程专业的核心课程,衔接材料基础理论与工程应用,涵盖固相、液相、气相制备等多种方法,涉及热力学、动力学、工艺参数优化、微观结构调控等多方面知识,是培养学生工程思维和实践能力的重要载体。

传统材料制备方法教学多以“课堂讲授+实验演示+

线下实操”为主,其存在以下不足:其一,材料制备原理、微观演变过程等抽象内容难以直观呈现,学生理解难度较大;其二,部分制备实验设备昂贵、操作复杂、耗时较长,且存在一定安全风险,高校难以实现全员全程实操;其三,教学过程以教师为中心,缺乏对学生学习进度和能力的个性化适配,学生主动探究性不足;其四,教学内容与产业实际存在脱节,对智能制备、数字化仿真等行业前沿技术的融入不够充分。

人工智能(AI)作为新一轮科技革命的核心驱动力,在数据挖掘、仿真模拟、智能分析、个性化教学等方面展现出明显优势。将 AI 技术与材料制备方法教学深度融合,

既是新工科背景下课程改革的必然趋势,也是破解传统教学痛点、提升人才培养质量的有效途径。本文围绕 AI 技术融入材料制备方法教学的核心要点,探索符合新工科人才培养要求的教学改革路径,为同类课程改革提供参考。

1 人工智能融入“材料制备方法”教学改革的必要性

1.1 契合新工科跨学科融合的培养要求

新工科强调学科交叉融合,材料产业的智能化发展要求材料专业人才兼具材料科学知识和智能技术应用能力。将 AI 技术融入材料制备方法教学,可将人工智能、大数据、数字化仿真等跨学科内容纳入课程体系,打破传统材料专业与信息技术专业之间的壁垒,培养学生的跨学科思维,使其能够适应材料智能制备、数字化设计等产业发展新需求,符合新工科“宽口径、复合型”的人才培养定位。

1.2 回应传统教学的现实困境

借助 AI 的仿真模拟和可视化呈现功能,可将材料制备的微观过程、工艺参数对产物性能的影响等抽象内容转化为三维动态模型,便于学生直观理解;利用 AI 虚拟仿真实验平台,可在一定程度上突破设备、场地、安全等条件限制,扩大实践教学覆盖面,提升学生沉浸式实操体验;通过 AI 学习分析系统,可精准捕捉学生学习数据,据此制定个性化教学方案,推动教学从“以教师为中心”向“以学生为中心”转变,缓解传统教学的同质化问题。

1.3 衔接产业智能发展的实际需求

当前,材料产业正朝着智能化、数字化、绿色化方向转型,智能配料、在线监测、工艺参数智能优化等技术已逐步应用于实际生产。将 AI 技术引入材料制备方法教学,把产业前沿的智能制备技术融入教学内容和实践环节,可使学生在校期间接触行业实际应用场景,了解 AI 在材料制备中的基本应用方法,促进教学与产业需求的有效衔接,提升学生的就业竞争力和工程实践能力。

1.4 提升课程教学的效率与质量

AI 技术可助力实现教学过程的数字化、智能化管理:通过 AI 题库和智能批改系统,减轻教师课后批改和辅导负担;利用线上线下混合式教学平台,整合教学资源,支持学生随时随地自主学习;借助 AI 数据挖掘技术,可对课程教学数据进行分析,精准定位教学薄弱环节,实现教学效果的动态优化,提升课程整体教学效率和质量。

2 新工科背景下人工智能融入材料制备方法教学改革的路径

2.1 重构教学内容,实现“基础+前沿+应用”融合以新工科人才培养目标为导向,结合材料产业智能化

发展趋势,重构 AI 技术融入的材料制备方法课程教学内容体系,打破传统按制备方法分模块的单一结构,构建“基础理论+AI 技术融合+产业应用实践”的三维教学内容体系,实现知识、能力、素养的协同培养。

2.1.1 夯实基础理论,融入数据驱动思维

保留固相烧结、溶胶-凝胶、气相沉积等经典制备方法的核心理论,在讲解工艺参数优化、性能调控等内容时,引入 AI 数据建模、多因素分析的思路,帮助学生理解“数据驱动制备”的基本逻辑。例如,在讲解烧结工艺时,可引入 AI 对烧结温度、保温时间、气氛等参数的优化模型,对比传统正交实验方法与 AI 优化在效率上的差异。

2.1.2 增设交叉模块,补充跨学科知识

新增“AI 与材料制备交叉应用”专项模块,内容包括机器学习在材料制备工艺优化中的应用、分子模拟技术、智能监测与分析技术等,介绍常用仿真软件(如 VASP、COMSOL)和智能制备设备,使学生掌握 AI 在材料制备中的基础应用知识。

2.1.3 对接产业实际,引入案例教学

收集钢铁、陶瓷、半导体、新能源材料等领域的智能制备实际案例,如锂电池正极材料的智能固相合成、半导体薄膜的气相沉积智能调控、材料的 3D 打印结合 AI 工艺优化等,将产业案例融入课堂讲授和实践环节,帮助学生了解 AI 技术在实际生产中的应用场景,提升工程应用能力。

2.2 创新教学模式,构建“AI+混合式”个性化教学模式

突破传统“教师讲授为主”的教学模式,依托 AI 技术构建“线上线下融合、课前课中课后贯通、个性化精准施教”的混合式教学模式,推动教学中心从“教师教”向“学生学”转变,激发学生的主动探究性。

2.2.1 课前:AI 导学,精准预习

借助课程线上学习平台,发布预习任务和 AI 导学资源,包括知识点微课、预习题库、虚拟仿真预习模块。利用 AI 学习分析系统,记录学生预习过程中的错题和难点问题,精准定位学生的知识薄弱点,为教师课堂讲授提供针对性依据;同时,根据学生预习情况,为每位学生推送个性化预习补充资源,实现精准导学。

2.2.2 课中:多维互动,深度探究

课堂教学采用“理论讲授+AI 可视化演示+小组探究+实时答疑”的模式。对于抽象知识点,利用 AI 三维可视化工具动态演示材料制备的微观过程,如晶粒生长、相转变、界面反应等,帮助学生直观理解;针对工艺参数优化

等问题,组织学生利用课堂端 AI 仿真工具进行实时模拟实验,以小组协作方式探究参数对产物性能的影响,教师进行针对性指导;借助 AI 智能答疑系统,实时解答学生课堂提问,促进师生、生生多维互动,提升课堂参与度。

2.2.3 课后: AI 辅学,巩固提升

利用线上平台发布课后作业、拓展资源和 AI 仿真实践任务,通过 AI 智能批改系统对客观题进行即时批改,对主观题和实验报告进行智能初评并标注问题,减轻教师批改负担;针对学生作业中的错误, AI 学习系统自动推送相关知识点讲解和同类练习题,实现“错题即学即练”;同时,开放 AI 虚拟仿真实验室,支持学生自主开展拓展性实验,深入探究课堂未涉及的制备工艺和参数,提升自主探究能力。

2.3 升级实践教学,构建“虚拟仿真+实景实操+产业项目”三维实践体系

实践教学是材料制备方法课程的核心环节。针对传统实践教学的局限,融合 AI 技术构建“虚拟仿真打底、实景实操提升、产业项目赋能”的三维实践教学体系,实现实践教学的全覆盖、多层次、个性化,培养学生的实践创新能力。

2.3.1 建设 AI 虚拟仿真实验平台,扩大基础实操覆盖面

依托 AI 和虚拟现实(VR/AR)技术,搭建材料制备方法虚拟仿真实验平台,涵盖经典制备方法的全流程操作,模拟真实设备的操作界面、工艺参数调控和实验现象。平台设置“基础操作模式”和“探究创新模式”:基础操作模式针对课程必做实验,规范学生操作流程,帮助学生掌握基本实验技能;探究创新模式开放主要工艺参数,允许学生自由调控,模拟不同参数下的实验结果,并通过 AI 数据分析功能对实验结果进行综合评价,培养学生的探究能力。同时,平台设置安全预警模块,模拟违规操作的后果,增强学生的安全操作意识。

2.3.2 融合 AI 技术,优化线下实景实操实验

对于高校具备实操条件的实验项目,融入 AI 技术进行升级改造。例如,在固相烧结、溶胶-凝胶等实验中,引入 AI 智能监测设备^[1],实时采集实验过程中的温度、pH 值、反应速率等数据,通过 AI 算法对数据进行分析,实时反馈实验问题并提出优化建议;引导学生利用 AI 工具对实验数据进行建模分析,对比实验结果与仿真结果的差异,探究误差原因,提升学生的数据分析能力和工程思维。

2.3.3 对接产业项目,开展综合实践

联合材料智能制造企业,引入企业实际的材料制备项目,设置课程设计和综合实践环节。学生以小组为单位,

利用 AI 仿真工具进行材料制备工艺设计和参数优化,制定初步制备方案;借助企业的智能制备平台或高校的校企合作实验室,将设计方案落地实操,并利用 AI 技术对产物性能进行分析,根据结果优化方案,完成从“设计-制备-优化”的全流程实践,培养学生的工程实践能力和团队协作能力。

2.4 优化考核体系,建立“过程化+多元化”综合考核机制

传统考核多以期末笔试为主,侧重理论知识考查,难以全面评价学生的实践能力、创新能力和综合素养^[2]。结合 AI 技术支持的教学模式,建立“过程化考核为主、终结性考核为辅,理论考核与实践考核结合,线上考核与线下考核融合”的多元化综合考核体系,利用 AI 技术实现考核的全程化、精准化、客观化,全面评价学生的学习效果。

2.4.1 过程化考核

依托 AI 学习平台记录学生课前预习、课堂互动、课后作业、虚拟仿真实验、线上讨论等全过程学习数据,过程化考核权重设为 60%。其中,预习情况、课堂互动、课后作业占 20%,由 AI 系统根据学生学习数据自动评分;虚拟仿真实验占 40%,结合 AI 系统对实验操作规范性、参数设计合理性、实验结果分析深度的评价,以及教师的针对性点评进行综合评分,提升过程化考核的客观性和精准性。

2.4.2 终结性考核

采用“笔试+实践答辩”的形式,权重为 40%。笔试侧重考查学生对材料制备基础理论、AI 与材料制备交叉知识的掌握情况,题型包括选择、简答、案例分析等,案例分析题围绕产业智能制备实际案例展开,考查学生的跨学科思维和理论应用能力;实践答辩要求学生以小组为单位,汇报课程设计或综合实践项目的成果,包括 AI 工艺优化方案、实验过程、结果分析、创新点等,由教师和企业导师组成评审组进行提问和评分,考查学生的实践创新能力、团队协作能力和表达能力。

2.4.3 个性化考核

针对不同学习能力的学生,设置分层考核任务,利用 AI 系统精准定位学生的能力短板,为其设置个性化的考核补充任务。例如,对基础薄弱的学生自动推送“前置知识回填+微步骤拆解”的个性化补充任务。

3 人工智能融入材料制备方法教学改革的保障措施

3.1 加强师资队伍建设,提升教师跨学科教学能力

AI 技术融入教学改革的关键在于教师,需要打造一

支兼具扎实材料科学知识和一定 AI 技术应用能力的跨学科师资队伍。一方面,高校可组织材料专业教师参加 AI、大数据、虚拟仿真等技术的培训课程,邀请信息技术专业教师和企业智能制备领域专家开展专题讲座和实操指导,提升教师的跨学科教学能力;另一方面,推动材料专业教师与信息技术专业教师开展教学合作,组建跨学科教学团队,共同设计课程内容、开发教学资源、指导学生实践,实现学科优势互补。

3.2 加大教学资源投入,建设高质量 AI 教学平台

依托高校新工科建设专项资金,加大对材料制备方法 AI 教学资源的投入,重点建设 AI 虚拟仿真实验平台、线上学习平台和教学资源库。虚拟仿真实验平台需对接产业实际,模拟主流智能制备设备和工艺,保证仿真效果的真实性和实用性;线上学习平台需整合微课、课件、题库、案例、仿真资源等,实现 AI 导学、智能答疑、过程化考核等功能;教学资源库需收集材料智能制备的产业案例、仿真实验视频等,持续更新完善,为教学提供充足的资源支撑。同时,可联合其他高校和企业开展资源共建共享,降低教学资源建设成本。

3.3 深化校企合作,搭建产教融合教学平台

产教融合是新工科建设的核心路径,也是 AI 技术融入材料制备方法教学的重要保障。高校应加强与材料智能制造企业、科研院所的合作,建立校企合作实践教学基地,引入企业的智能制备设备、技术和实际项目,让学生接触行业前沿技术和生产场景;邀请企业专家参与课程设计、教学内容重构和实践考核,确保教学内容与产业需求有效衔接;与企业合作开发 AI 教学资源和虚拟仿真实验项目,将企业的实际生产数据转化为教学数据,提升教学的实用性和针对性。

3.4 完善教学管理制度,保障改革顺利推进

高校应完善配套的教学管理制度,为 AI 技术融入教学改革提供制度保障。一方面,调整教学评价体系,将教师的跨学科教学、AI 教学资源开发、校企合作教学等纳入教师考核和职称评定体系,激发教师参与教学改革的积

极性;另一方面,制定 AI 教学平台的使用管理制度和学生学习考核制度,规范平台使用和学生行为,保障教学过程的有序开展;同时,建立教学改革效果反馈机制,利用 AI 技术收集学生、教师和企业的反馈意见,及时调整优化教学内容和教学模式,持续提升改革效果。

4 结语

新工科建设为材料类专业人才培养指明了跨学科融合、实践创新能力导向的发展方向。材料制备方法作为材料专业的核心课程,其教学改革是提升材料类新工科人才培养质量的关键环节。人工智能技术为课程教学改革提供了新的技术手段和发展路径,通过重构“基础+前沿+应用”的教学内容体系,创新“AI+混合式”的个性化教学模式,构建“虚拟仿真+实景实操+产业项目”的三维实践体系,优化“过程化+多元化”的综合考核机制,有助于缓解传统教学中的突出问题,促进教学内容与产业需求的有效衔接,使教学模式更好地契合新工科培养要求。

AI 技术融入材料制备方法教学改革是一项系统工程,需要高校加强师资队伍建设、加大教学资源投入、深化校企合作、完善制度保障,推动 AI 技术与课程教学的深度融合。在改革过程中,应始终坚持以学生为中心,以立德树人为根本,以产业需求为导向,不断探索和优化改革路径,培养既掌握扎实材料科学基础,又具备跨学科思维、AI 技术应用能力和工程实践创新能力的高素质材料类新工科人才,为我国材料产业的智能化、高质量发展提供人才支撑。

项目基金:河北地质大学校级研究生课程思政建设项目(编号:XYSZ202703)。

[参考文献]

- [1]杨涵崧,朱永长,张云龙,等.AI 赋能材料类新工科对经济发展的影响[J].经济师,2025(10):57-58.
- [2]褚洪岩,黄凯健.新工科背景下“土木工程材料”课程考核改革探索[J].教育教学论坛,2024(3):53-56.

作者简介:边丽(1978—),女,河北邯郸人,毕业于天津大学,副教授,博士,主要研究方向为无机纳米材料。