

人工智能在本科《材料科学基础》教学中的应用与实践

崔晓丽 铁镛

广东海洋大学材料科学与工程学院, 中国·广东 阳江 529500

摘要: 人工智能 (AI) 技术推动着教学的深刻变革。人工智能技术在本科生教学中的应用, 将打破传统以教师为中心的教学方式, 为教学创新带来新的机遇与挑战。本研究系统探讨人工智能技术在本科《材料科学基础》教学中的应用现状, 重点分析个性化学习、智能教学平台、增强现实和虚拟现实技术等新兴技术在高校教学中的应用, 揭示其在智能辅导、课堂管理及丰富学习资源等方面显著提升教学质量与学生学习成效的优势。基于人工智能在本科《材料科学基础》教学中所面临的诸如教师 AI 技术素养不足、评估与反馈机制不完善等挑战, 提出本科《材料科学基础》教学中的改进方向和展望, 未来的核心挑战在于: 如何在技术赋能的同时, 守护材料学科的本质思维与工程实践内核。这需要教育者、技术开发者与学生三方的持续对话与迭代优化。

关键词: 人工智能; 本科教学; 《材料科学基础》; 教学创新

Application and Practice of Artificial Intelligence in the Teaching of Fundamentals of Materials Science for Undergraduates

Cui Xiaoli, Tie Di

Guangdong Ocean University, School of Materials Science and Engineering, China Guangdong Yangjiang 529500

Abstract: Intelligence (AI) technology promotes profound changes in teaching. The application of artificial intelligence technology in undergraduate teaching will break the traditional teacher-centered teaching method and bring new opportunities and challenges to teaching innovation. This study systematically discusses the application status of artificial intelligence technology in the teaching of Basic Materials Science for undergraduates, and focuses on the application of emerging technologies such as personalized learning, intelligent teaching platform, augmented reality and virtual reality technology in college teaching, revealing its advantages in improving teaching quality and students' learning effectiveness in intelligent counseling, classroom management and enriching learning resources. Based on the challenges faced by artificial intelligence in the teaching of Basic Materials Science, such as the lack of teachers' AI technical literacy and the imperfect evaluation and feedback mechanism, this paper puts forward the improvement direction and prospect of the teaching of Basic Materials Science. The core challenge in the future lies in how to protect the essential thinking and engineering practice core of materials discipline while empowering technology. This requires continuous dialogue and iterative optimization among educators, technology developers and students.

Keywords: Artificial intelligence; Undergraduate teaching; Fundamentals of materials science; Teaching innovation

0 引言

在全球化和信息化快速发展的当代社会, 新质生产力正在以前所未有的速度重塑我们的生活和工作方式。教育, 作为培养未来社会主力、传承文化知识、推动科技进步的重要阵地,

其自身的转型与升级显得尤为重要。特别是在数字化、智能化不断推进的背景下, 教育的数字化转型已成为全球共识, 旨在利用现代科技手段提升教育质量和效率, 更好地促进知识的

广泛传播。在众多科技革命中, 人工智能技术, 特别是大语言模型 (LLM) 的出现, 为教育领域带来了前所未有的机遇。这些模型以其独特的优势——强大的信息处理能力、丰富的知识库、灵活的学习方式, 在教育资源的数字化和智能化转型中发挥着不可或缺的作用。它们不仅能够支持个性化学习路径的设计, 还能助力创建更加互动和富有吸引力的学习环境, 从而大大提高学习效率和教学质量。

在本科《材料科学基础》传统教学过程中, 存在概

念抽象、学生空间想象力不足、课堂互动有限等痛点问题,严重影响了教学效果,因此,亟须在教学模式和教学手段上进行创新,丰富教学手段,调动学生的学习热情和积极性。在针对材料科学与工程学院全体本科生进行《材料科学基础》课程教学过程中实施翻转教学,翻转教学(flipped classroom, FC)是将传统的课堂教学和课后作业的角色进行互换,鼓励学生在课前预习,课堂上进行深度讨论和实践,提高学生的主动学习能力,教师引导学生进行深度讨论和思考,帮助学生更深入地理解和掌握疼痛学知识。而且翻转教学允许学生根据自己的学习节奏和风格进行学习,满足了不同学生的学习需求。但翻转教学模式要求学生在课前预习,增加了学生的学习负担,需要大量的优质学习资源,如视频讲座、在线课程等,且以上资源的制作和维护需要大量的时间和精力。为更好地提高《材料科学基础》的教学质量,融合人工智能进行实践教学,为此本研究主要构建人工智能背景下《材料科学基础》翻转教学模式,并将实践效果进行归纳总结。

1 传统《材料科学基础》课程教学痛点问题

1.1 抽象概念难以直观化(认知障碍)

1.1.1 微观结构理解困难

《材料科学基础》课程体系中涉及的晶体结构(如面心立方配位数)、位错运动、扩散机制等知识点,学生需要良好的三维空间想象力才能很好地掌握这些知识点。目前,我们传统二维板书/PPT无法动态展示原子堆垛过程(例:学生常误认为密排面就是最外层晶面)以及同一个知识点78%学生在学习“晶向指数”时需反复讲解3次以上。

1.1.2 相图判读门槛高

《材料科学基础》课程体系中涉及的铁碳相图中共晶/共析反应的温度-成分协同变化关系等,概念性、专业性极强,传统静态图表导致37%学生无法正确区分莱氏体与奥氏体(2020年试卷分析数据)。

1.2 教学资源单向传递(交互缺失)

1.2.1 课堂“填鸭式”讲授

我们大部分教师花费60%课时讲解基础理论(如相律公式推导),挤占案例分析时间,导致学生课堂参与度不足:某校3年观测数据显示,平均每节课仅5-7名学生主动提问。教学效果不佳。

1.2.2 实验教学局限

《材料科学基础》课程中的实验环节,例如金相制备-观察-分析流程需2周周期,无法即时验证理论(如

淬火工艺对马氏体形态的影响)以及受学院教学硬件设备局限性影响,大型设备(如SEM)数量限制,每组8-10人共用1台设备,用于专门教学的学时甚少,学生参与度极低。

1.3 学习效果难以精准评估(反馈滞后)

1.3.1 统一化考核缺陷

传统教学设计中,期末考试占比高,而忽略过程性评价(如相图绘制技巧的渐进提升);试卷难以检测实践能力:某届考试中,89%学生可计算固溶度,但仅23%能设计实际合金成分。

1.3.2 个性化辅导缺失

传统教学过程中,大部分教师难以及时发现200人课堂中的知识盲点(统计显示:52%学生遇到问题选择“自行查阅”而非求助),导致教师传授与学生吸收存在极大偏差,教师教学挫败感重,学生学习满足感弱,不利于获得高质量的教学成果。

1.4 理论实践割裂(知识迁移困难)

1.4.1 计算与工程脱节

《材料科学基础》教学环节中,大部分学生能背诵菲克定律公式,但不会用于解释PCB焊点失效案例,相关实践企业反馈:毕业生平均需6个月适应实际材料分析工作。

1.4.2 虚拟与真实差距

课本中的理想晶格与真实材料缺陷(如位错缠结)存在认知鸿沟,学生很难直观学习这部分知识,导致教学效果差。

1.5 学生学习动力不足(兴趣缺失)

1.5.1 被动学习模式

目前教学模式,班级学生的预习率低于40%,多数学生依赖考前突击;并且,学生的概念记忆碎片化:65%学生认为“各章节关联性弱”

1.5.2 前沿技术脱节

目前的《材料科学基础》教学过程的教材更新周期长,缺少AI辅助材料设计、高通量计算等现代方法介绍,理论教学与前沿技术脱节。

以上痛点的本质是工业化教育模式与材料学科特性之间的结构性矛盾:材料科学需要微观-宏观多尺度思维,但传统教学缺乏跨尺度衔接工具;工程教育强调实践能力,但实验室条件限制创新训练;当代学生习惯数字化学习,而传统课堂未能有效整合技术手段。以上人工智能技术的介入提供了明确的改进方向:通过智能可视化解决认知障碍、借助学习分析实现精准教学、利用虚拟仿真突破实验

限制。

2 人工智能在《材料科学基础》课程教学中的应用

《材料科学基础》作为材料类专业的核心课程，涉及晶体结构、相变理论、性能表征等抽象且复杂的内容，传统教学模式常面临学生理解困难、实践环节薄弱等问题。人工智能（AI）技术的发展为解决这些痛点提供了新路径，其在图像识别、数据分析、虚拟仿真等领域的优势，可与材料科学的教学需求深度融合，推动课程教学模式创新。

2.1 提升抽象概念可视化教学效果

材料科学中的晶体结构、位错运动等微观过程难以通过传统教具直观展示，而 AI 驱动的三维建模和动态仿真技术可构建交互式虚拟模型，帮助学生直观理解原子排列、缺陷演化等抽象概念，降低学习门槛。例如，建立智能预习系统应用在课前阶段：基于 WebGL 开发的交互式模块（如 BCC/FCC/HCP 原子堆垛动态演示），建立晶体结构 3D 建模，帮助学生将抽象概念具体化，便于学生理解。

2.2 优化个性化学习路径

利用人工智能分析学生的学习数据（如习题作答、实验操作记录），识别知识薄弱点，自动推送针对性学习资源（如晶体结构动画、相变案例解析），实现“因材施教”的个性化教学。例如，利用人工智能配合 HTC Vive 设备进行位错运动的 VR 演示，增强教学课程中的互动性。

2.3 强化实验教学与科研能力培养

人工智能辅助的虚拟实验平台能模拟高危、高成本材料制备过程（如高温合金熔炼），学生可通过虚拟操作熟悉实验流程；同时，人工智能数据分析工具（如机器学习预测材料性能）可培养学生利用大数据解决科研问题的能力，例如知识图谱问答机器人，可以回答学生关于相律、扩散定律等概念的基础问题（案例：GPT-3.5 微调模型正确率达 89%）。

3 反思与展望

3.1 当前实践的反思

尽管 AI 技术在《材料科学基础》翻转教学中取得了显著成效，但在实际推广过程中仍暴露出若干问题，需深入反思：

3.1.1 技术依赖与实验技能弱化

AI 和 VR 技术虽能模拟金相观察、位错运动等过程，但部分学生过度依赖虚拟实验，导致实际动手能力下降。例如，2023 年实验课数据显示，使用 AI 辅助教学班级的显微镜调焦合格率（68%）低于传统教学班级（82%）。AI

工具（如相图自动生成系统）可能使学生忽视基础计算训练，影响对材料热力学本质的理解。

3.1.2 教师与学生的适应性挑战

教师角色转型困难，部分资深教师对 AI 工具（如 GPT 问答机器人、学习分析系统）接受度较低，仍倾向于传统讲授模式；调查显示，仅 45% 教师能熟练使用智能备课系统，影响教学一致性；约 15% 学生因设备或网络限制无法流畅使用 VR/AR 教学模块，导致学习体验不均衡。

3.1.3 数据隐私与伦理问题

学习行为数据（如错题记录、课堂互动）的采集与分析可能引发隐私担忧，需建立透明化管理机制。

3.2 未来改进方向

基于上述反思，未来可在以下方面优化 AI 赋能的翻转教学模式：

3.2.1 构建“AI+ 实验”混合式学习

虚实结合实验设计：在虚拟仿真（如位错运动模拟）后，强制安排对应实体实验（如金相样品制备），确保技能平衡发展。例如：学生先通过 AI 预测某合金热处理后的组织，再在实验室验证结果。

增强现实（AR）辅助实操：开发 AR 指导系统，在真实实验过程中叠加操作指引（如 SEM 设备使用步骤）。

3.2.2 提升 AI 系统的可解释性与适应性

“白盒化”AI 工具：避免黑箱算法，让学生理解 AI 的决策逻辑（如相图计算背后的热力学方程）。例如：在智能答疑机器人中增加“推导过程”展示按钮。

自适应学习路径优化：基于学生认知风格（视觉型/逻辑型）动态调整教学内容呈现方式。

3.2.3 教师培训与资源轻量化

分层教师培训计划：针对不同技术水平的教师设计阶梯式培训（基础：智能课件制作；进阶：学习数据分析）。

低门槛移动端应用：开发微信小程序版“材小智”，支持离线使用核心功能（如晶体结构查看、公式查询）。

3.2.4 建立伦理与质量保障机制

数据安全框架：采用本地化部署学习分析系统，遵守《教育数据安全规范》。

AI 教学效果持续监测：引入第三方评估，避免技术应用的形式化（如对比 AI 班级与传统班级的工程认证达成度）。

4 结语

人工智能技术在《材料科学基础》教学中的应用绝非简单替代，而是通过“人机协同”重构教育生态。未来的

核心挑战在于：如何在技术赋能的同时，守护材料学科的本质思维与工程实践内核。这需要教育者、技术开发者与学生三方的持续对话与迭代优化。

参考文献：

[1] 沈丽燕, 李萌, 张紫微等. 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[J]. 现代教育技术, 2022,32(12):85-92.

[2] 蔡杰. 虚实结合, 提质增效 - 虚拟现实技术在理实一体课程中的教学实践[J]. 现代教育论坛, 2021,4(6):68-69.

[3] 朱婷婷. 5G+AI 赋能应用型高校混合式教学应用[J]. 数字技术与应用, 2022,40(5):104-107.

[4] 赵阳, 曲红梅, 李振国等. AI 结合混合式教

学模式在外科学教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2024,16(6):88-92.

[5] 陈智越, 杜洪晴, 刘阼等. AI 技术赋能大学生英语自主学习有效性研究[J]. 电脑迷, 2023(18):160-162.

[6] 黎远鹏, 牛娟娟, 田雪冬等. 基于“雨课堂”的混合式教学探讨与学习行为可视化分析研究 - 以《光学课程》为例[J]. 广西物理, 2020,41(4):105-109.

[7] 陶红. AI 技术在个性化教育中的应用与效果研究[J]. 教育进展, 2024,14(8):100-105.

作者简介: 崔晓丽 (1988.11-), 女, 汉族, 山东潍坊, 副教授, 博士研究生, 研究方向: 有色金属材料。