

AI 背景下“半导体物理学”教学改革实践与思考

易 丹 王昱琳 袁红梅 叶琳娜

(电子科技大学成都学院工学院, 四川 成都 611731)

摘 要 随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的发展, AI 赋能教育已成为推动教育数字化转型的核心驱动力。半导体物理学作为半导体行业人才培养的骨干课程, 内容具有抽象、枯燥、知识门槛高等特点。AI 的出现给课程的教学带来了机遇与挑战。本文首先分析了 AI 给教学带来的挑战, 包括课堂效率降低、专注度下降、知识不成体系等问题, 并基于此探索了 AI 融合的教学改革路径。结果显示, 此次教学改革有助于提高学生学习效果。同时, 本文也剖析了当前仍存在的教学痛点, 比如 AI 可能存在信息误导等问题, 并对未来 AI 与教育深度融合发展提出了展望, 为半导体物理的教学改革提供参考。

关键词 半导体物理; 教学改革; AI 技术

DOI: 10.27024/j.wlygc.2025.08.14.02

PRACTICE AND THINKING OF TEACHING REFORM OF SEMICONDUCTOR PHYSICS IN AI BACKGROUND

YI Dan WANG Yulin YUAN Hongmei YE Linna

(School of Engineering, Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan 611731)

Abstract With the development of Artificial Intelligence (AI) technology, AI-empowered education has become the core driving force for the digital and intelligent transformation of education. As a backbone course for the cultivation of talents in the semiconductor industry, semiconductor physics is characterized by its abstractness, dryness, and high knowledge threshold. The emergence of AI has brought both opportunities and challenges to the teaching of this course. This paper first analyzes the challenges brought by AI to teaching, including reduced classroom efficiency, decreased concentration, and fragmented knowledge. Based on this, it explores the pathways for integrating AI into teaching reforms. The results show that this teaching reform helps improve students' learning outcomes. At the same time, the paper also examines the existing pain points in teaching, such as the potential for AI to mislead information, and looks forward to the in-depth integration of AI and education in the future, providing references for the teaching reform of semiconductor physics.

Key words semiconductor physics; teaching reform; AI technology

收稿日期: 2025-08-14; 修回日期: 2025-12-18; 出版日期: 2026-03-30

基金项目: 2023 四川省高等学校“双一流”建设贡嘎计划; 2024 年校级教改项目(JWJG2024-01-3, 3-1); 2025 年四川省电化教育馆教育数字化科研课题(2025LXKTPS371)。

通信作者: 易丹, 297374549@qq.com。

引文格式: 易丹, 王昱琳, 袁红梅, 等. AI 背景下“半导体物理学”教学改革实践与思考[J]. 物理与工程, 2026, 36(2): 50-57.

Cite this article: YI D, WANG Y L, YUAN H M, et al. Practice and thinking of teaching reform of semiconductor Physics in AI background[J]. Physics and Engineering, 2026, 36(2): 50-57. (in Chinese)

半导体技术是现代信息社会的基石,也是未来我国信息技术产业的重点发展方向。它不仅支撑当前经济社会发展,也和汽车工业、生物医疗、能源管理等各大领域有着千丝万缕的联系。“半导体物理学”作为半导体学科体系的基础课程,承担着构建学生理论认知框架的关键作用。课程内容覆盖能带理论、载流子分布、载流子输运等核心知识模块,既是理解半导体器件工作原理的理论基础,也是衔接芯片设计与制造工艺的重要纽带。通过本门课程的学习,要求学生能够全面了解和掌握半导体物理的基本知识和理论,为后续专业课程的学习、从事半导体领域的科学研究、开展集成电路工艺、集成电路设计等技术工作奠定坚实基础^[1]。

现今,“半导体物理学”的教学随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)时代的到来进入重要变革时期。从1956年达特茅斯会议正式确立“人工智能”概念, AI成为独立学科以来, AI技术经历了从规则驱动到数据驱动的范式转变,其智能化程度不断提升。2022年, OpenAI发布ChatGPT标志着AI智力水平实现质的飞跃,正式开启大模型时代, 2024年, Sora的推出则实现了从单一语言模态到图文视频多模态的跨越式发展。至此, AI不仅展现出卓越的人机协同能力,还具备文本解析、语音交互、图像生成、视频制作乃至虚拟现实构建的能力^[2-5]。在教育领域,可以基于AI产出一系列创新性的教学模式和教学资源,极大地拓展了教学的维度和深度。

新技术的出现,往往是教学改革加速剂。20世纪70年代末,透明胶片投影仪让教师不再依赖黑板书写;80年代电视机普及催生了广播电视大学,实现远程教学;90年代电脑和投影仪的结合开启了多媒体教学时代。如今,人工智能技术正在引领教育的新一轮变革,其影响力将远超以往^[6-8]。这提醒我们要主动适应技术发展,不断创新教学模式。2025年1月19日国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》,文件中明确要求以教育数字化开辟发展新赛道、塑造发展新优势,并提出促进人工智能助力教育变革。基于此背景,本文将对“半导体物理学”的教学进行探索。

1 AI背景下“半导体物理学”课程面临的挑战

随着数字化技术和AI技术的发展,现今已实

现从纯线下教学到线上线下深度融合的混合式教学,从传统课堂讲授到基于VR/AR的沉浸式学习体验。在教学资源方面,电子教材、智能课件、微课视频等数字化资源日益丰富,生成式AI更能实时创建个性化的学习内容及评价^[9-10]。但学生的学习效果并没有随着教学资源的丰富,教学模式的多样性而呈现出应有的提升,反而出现了一些新的问题。主要表现为以下几点:

1) 课堂效率降低

随着数字资源的快速发展,在线教育平台、各大视频网站、AI问答工具,如ChatGPT、DeepSeek等被广泛使用,学生获取知识不再受时间和空间的限制,这种变化使得传统课堂教学的优势相对减弱。同时,半导体物理学又由于其内容包含较多物理模型与公式推导,传统课堂难免枯燥。数字资源的出现让许多学生发现,视频网站的动态演示比老师在课堂枯燥的推导公式更为直观、有趣,部分学生开始不再单一地依赖课堂获取知识,而是把课堂学习视为众多学习方式中的一种。随之而来的是学生提问和讨论的意愿也随之下降,认为“不懂可以之后再查”,甚至出现“放弃课堂,课后补学”的现象。

2) 专注度下降

如今,短视频等碎片化内容正在严重影响学生的专注度。这些容易上瘾的“诱惑”通过智能推荐和即时奖励,让学生陷入“刷个不停”的循环。学生在课堂或自习时,时常有忍不住刷短视频的现象,每自习10分钟可能就会查看一次手机,以致他们的专注力大幅下降。原本能集中40~50分钟的注意力,现在可能连10~15分钟都难以维持。在面对复杂公式时,也不再耐心推导,而是本能地寻求“简化版解说”。在半导体物理这种需要持续专注的学科中尤为明显——学生更倾向于观看2分钟的原理动画,而非投入必要的时间去理解方程的推导过程。同时,通过短视频获得的是瞬时记忆,不是理解性学习,考试后又会迅速遗忘。原本寄希望于课后补学的同学,学习效果不增反降。

3) 知识不成体系

在数字时代,学生面对的不再是知识匮乏,而是信息泛滥。从MOOC、论文、知乎、短视频科普到AI生成内容,数量非常庞大。面对“知识泛滥”,学生需要在海量信息中反复切换,筛选出真

正有价值的内容,不同来源的信息还可能存在表述差异甚至矛盾,这将会进一步加剧学生的困惑,如果知识储备不够,还极易容易被误导。同时,为了迎合学生获取信息的喜好,大部分知识都以“碎片化”形式呈现,即通过刷几条短视频以零散的方式获取,这样学生的大脑就像收到一堆拼图碎片,并未将知识的来龙去脉形成脉络。这种“头绪不清”的状态,使得学生不仅容易遗忘,在面对综合性问题时,也难以灵活运用。

4) 认知深度不够

如今,AI辅助工具已成为许多学生的“第一反应”:遇到习题时本能地打开解题APP,写论文时习惯性求助生成式AI,甚至课堂讨论也依赖AI提供观点。这种“AI优先”的学习模式,使得学生逐渐丧失自主思考的耐心——半导体物理中复杂的能带图分析被简化为AI生成的结论,器件工作原理的推导过程被替换成直接复制的公式。表面上看问题得到了快速解决,实则错失了通过反复试错来深化理解的关键机会,使得对核心知识的理解浮于表面,一旦遇到需要举一反三的实际问题,就会暴露理解不足的缺陷。长此以往,不仅难以构建系统的知识框架,更会削弱独立分析和解决问题的能力。

2 AI背景下“半导体物理学”课程的教学实践

AI是一把双刃剑。当AI的强大功能与教学实践深度融合时,能催生精妙的教学创新,但也为“半导体物理学”的教学带来新的挑战。问题的根源在于技术应用与学习规律之间的失衡:学生将AI置于主位,以“效率优先”取代了教育应有的“思维训练优先”原则,遇到问题就直接搜答案,让人变懒,造成学生认知能力发展的结构性缺陷^[11-12]。为此,我校重新定位AI的角色,将其作为“思维陪练”而非“答案供应商”,并结合现实AI背景,在半导体物理课程中开展了新的教学实践。

2.1 重视绪论课

作为课程教学的开篇环节,绪论课具有独特而重要的教学价值。从教学时序来看,绪论课安排在学期伊始,此时学生普遍保持着最佳的学习状态和求知欲望,这种心理特征使得绪论课的教学效果能够产生持久影响,往往决定着学生对本课程的整体认知和学习态度。基于这一教学规

律,我校在“半导体物理学”教学中非常重视绪论课的质量,通常会从以下三方面展开教学。

首先,通过系统梳理半导体产业的发展历程与最新动态,特别是半导体物理在集成电路、新型光电器件开发和量子计算等前沿领域的核心应用,展示半导体物理的学科价值,激发学生的内在学习动机;其次,在明确学科重要性的基础上,再阐述半导体物理特有的研究方法体系,强调本课程的学习重点不只在于公式的记忆与计算,而在于物理图像的建立和科学思维的培养;最后,针对人工智能技术在教育领域的渗透,专门设置AI应用引导模块。在系统介绍DeepSeek、Kimi、豆包等主流AI工具功能特点的基础上,着重强调其辅助性定位。通过具体案例对比AI生成的内容与实际推导结果的差异,说明AI的利与弊,使学生建立正确的技术认知——AI可作为概念验证和思路拓展的工具,但绝不能替代对物理本质的深入思考,也应对AI生成的内容保留批判性意见,不能尽信。这种前置性的引导策略,从课程起始就帮助学生建立科学的技术使用观,为后续教学过程中防范技术依赖奠定基础。

2.2 构建线上资源

课堂学习时间有限,部分内容无法在课堂充分展开,课后学习则成为深化理解的重要补充。构建完善的线上教学资源体系,能够为学生提供灵活自主的延伸学习平台。我校半导体物理的线上资源主要包含基础学习资源模块、微课视频模块、动态拓展资源库三大核心模块。

基础学习资源模块提供系统完整的教学PPT、课后习题解答和习题库。完整教学PPT方便学生回顾课堂的核心内容和知识脉络,弥补课堂听讲时的遗漏或理解不透彻之处;包含详细解析步骤的习题解答方便学生理解解题思路,巩固知识要点;习题库结合知识图谱按知识点分布,方便学生检查弱项,有针对性的强化。

微课视频模块将核心知识点录制成讲解视频,每个视频的时间都不超过3分钟,如果讲解起来相对复杂的知识点,则会拆成两个视频,例如:一个专门讲解知识点的物理图像,一个专门进行公式推导。首先,短时长设计高度契合当代学生碎片化学习习惯和注意力保持特点,进而提升学习专注度;其次,模块化分解使复杂知识变得易于消化;再次,支持随时暂停、回放的功能让学生能

够反复观看难点部分,确保每个关键概念都能被充分理解;最后,移动端适配性使学生可以利用各种零散时间进行高效学习,可拓展学习的时空维度,进而降低学生的学习负担,提升学习效果。

动态拓展资源库则持续更新半导体行业发展历程、最新应用场景以及行业人才需求分析等内容。在行业发展历程模块中,按时间顺序发布重要事件,链接高质量的行业公众号,帮助学生构建行业认知,也能培养行业认同及爱国情怀;最新应用场景主要发布最新应用成果,拓展学生视野,激发学习兴趣,辅助理解课程内容;行业人才需求模块则链接半导体企业的最新招聘信息,使学生的学习目标更加明确。

2.3 构建课程知识图谱

为解决学生在学习过程中普遍存在的知识碎片化问题,我们利用知识图谱帮助学生建立完整的半导体物理知识体系。AI生成的知识图谱眼花缭乱,呈现的是AI的思维,学生未必愿意花时间去理解。因此我们要求学生自行构建知识图谱

体系。在每章学习结束后要求学生独立绘制该章节的知识图谱,如图1所示为第4章“半导体导电性”的知识图谱,重在梳理每章的知识点及知识点之间的关联。

在学期末则指导学生对各章知识进行系统整合,构建完整的课程总知识图谱,如图2所示。由电流密度方程串联第3章到第5章的内容,再由电流密度方程延续到第6、7、8章的器件内容,使得教学核心内容清晰,有前期课程,也有相关后续内容,形成完整知识链。这种由学生自主完成的知识梳理过程,不仅促使他们深入理解各知识点的内在联系,更培养了系统性思维的能力,也加深了对半导体物理的记忆和理解。

在知识图谱构建过程中,我们采取“人机协同、教师引导”的策略,既不完全依赖AI,也不完全脱离AI,以下是具体实施过程。

初期引导与示范:教师在每章结束后,先展示一个由AI生成的初步知识图谱,给学生提供样式参考,帮助学生理解知识图谱的构建逻辑与标准,

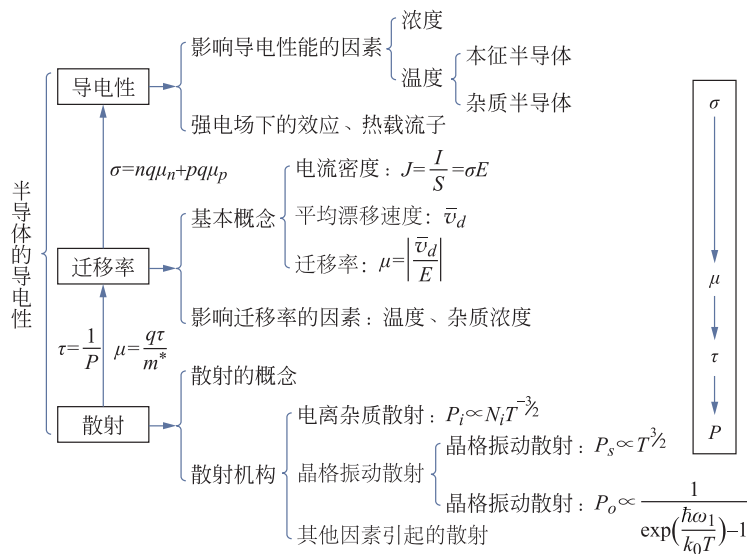


图1 “半导体导电性能”知识图谱

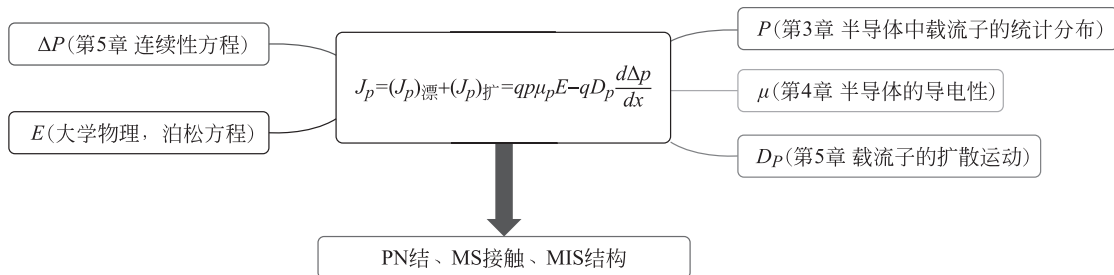


图2 “半导体物理学”知识图谱

如果存在内容缺失或知识点关联不足,应明确指出。

学生自主构建:要求学生先不借助 AI,基于课堂笔记和教材,手绘或使用基础绘图工具绘制本章知识图谱,强调逻辑关系与知识层级的梳理。

AI 辅助优化:在学生完成初稿后,允许使用 AI 工具进行查漏补缺,例如提问:“请帮我补充‘散射’与‘电导率’之间的关联知识点”,并用颜色标注 AI 辅助部分,以便教师检查。

教师点评与整合:教师对学生的图谱进行点评,期末总图谱由学生在各章图谱的基础上整合,强调跨章节逻辑串联。

通过这一过程,学生既锻炼了系统思维,也学会了如何与 AI 工具进行批判性交互,避免了对 AI 的依赖或排斥。

2.4 开展典型实践案例教学

为解决学生对知识点认知深度不够的问题,我们精心设计了一系列典型实践案例。通过真实案例打破学生对 AI 生成内容的盲目接受,迫使其进行批判性思考,整合分散的知识点,并提高学生解决问题的能力。选取如集成电路工艺中的掺杂控制、器件特性逆向设计、LED 发光效率优化等项目为案例,教学环节包含以下四个环节:

首先,介绍案例的实际应用,先让学生清楚自己在做什么,目标是什么,这么做有什么意义;其次,通过动画、PPT 等方式演示工艺流程或物理原理,让学生后续问题的解决方案有据可依,不产生盲目感,不胡乱解释现象,也不会因此而完全依赖 AI 提供解决方案,扎实的理论基础也能避免学生对 AI 生成的内容失去辨别能力;再次,提供原始实验数据,要求学生运用所学理论进行分析,培养学生科学思维;最后,设置开放性问题,利用现有数据和理论基础,引导学生探讨技术改进方案。

在实践教学中,允许学生使用 AI,但会规范技术工具的使用。允许学生利用 AI 查询概念,但不能提交与 AI 完全一致的设计方案,如果发现学生提供的解决方案与 AI 一致,成绩视为无效,同时借此机会与学生交流,AI 生成的内容问题出在哪里,打破学生对 AI 的盲目信任。如果涉及公式推导,则要求限制输出步骤。现以一具体案例说明实施过程。

案例题目:“假如你是一家芯片公司的初级工程师,负责一款简单二极管的制备。生产线可以

提供两种不同掺杂浓度的硅片:一种是 P 型,硼掺杂,浓度 $N_A = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$,另一种是 N 型,磷掺杂,浓度 $N_D = 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$,你需要通过理论计算与分析,向你的项目经理提交一份简要报告,回答以下问题:

(1) 利用这两种硅片形成的 PN 结,其内建电势 V_{bi} 大约是多少?

(2) 估算该 PN 结的耗尽区宽度 W ,并说明主要分布在 N 区还是 P 区?

(3) 基于你的计算,定性判断该二极管更适合用于高频开关电路还是高压整流电路?并阐述你的理由。”

该案例由一个可计算的核心(第 1、2 问)和一个需要物理洞察力的决策判断(第 3 问)构成,AI 能直接回答前半部分,而无法完成后半部分。

具体实施时,先利用动画与 PPT 系统演示 PN 结的形成过程、内建电场的建立、能带图演化以及耗尽区展宽的原理。要求学生运用所学理论,自主完成从载流子浓度到内建电势与耗尽区宽度的计算。此部分学生可以直接套用公式计算,也可以将 AI 作为计算器来验证计算结果,如果有概念疑惑或混淆,可询问 AI。

第 3 问则没有唯一的标准答案,它是一个工程权衡。AI 可能会给出一个模棱两可或基于网络常见文本的片面回答,但它无法进行有说服力的、基于物理图像的论证。学生可以通过 AI 理解相关基本概念,但需自己生成论证过程。如果直接向 AI 提问“这个 PN 结适合高频还是高压?”,并将 AI 的答案作为最终结论,教师将视报告为无效,并明确告知缘由。

经过一年的教学改革,本课程获得了学生和教学督导的一致好评。为严谨评估教学改革成效,本研究选取连续两届学生作为对照群体进行对比分析。2022 级(改革前)与 2023 级(改革后)学生在入学基础方面无显著差异,且采用同一命题组设计的试卷进行考核,确保题型结构、知识点覆盖与难度系数保持一致。

图 3 是我校教务系统中的学生评价截图,结果显示:教学效果 19.6 分,教学方法 29.4 分,课程评估 14.6 分,教学态度 14.9 分,教学内容 19.7 分,综合平均分达到 19.58 分,并在最终的教学效果评估中被评为优秀。

图 4 为我校教务系统成绩分析的截图,数据

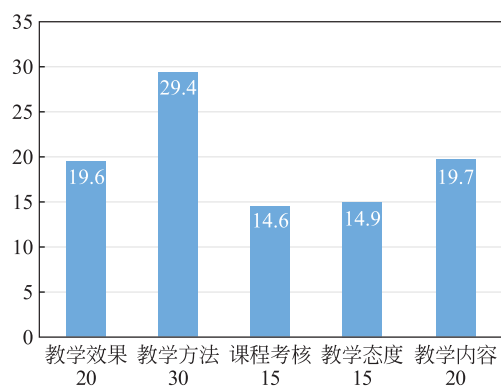
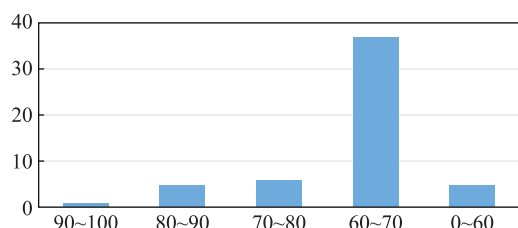
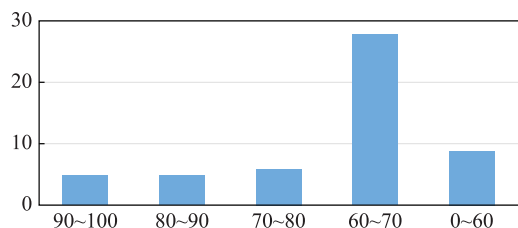


图3 教学效果学生评价截图



(a)



(b)

图4 教务系统期末成绩截图

(a) 2022级半导体物理成绩分析; (b) 2023级半导体物理成绩分析

显示学生期末卷面成绩也有显著提升,挂科率由16.98%下降到9.26%,90分段的比例由1.85%提升到9.43%。

结果表明,本文所述的四项教学改革措施对提升学生学习效果具有积极促进作用。

3 AI背景下“半导体物理学”课程的教学探讨与思考

在我校半导体物理学的教学改革过程中,我们越来越强烈地意识到,新技术会带来新的机会。对于教师来说,AI在教学资源的智能化构建、智能备课、即时课堂交互、作业智能批改、学情分析等方面带来很多便利,这些应用使教师得以从繁重的机械性工作中解放。对于学生来说,AI提供即时问答服务、个性化服务、自主学习工具等对他

们的学习方式也带来了极大改变^[13-14]。但是新技术也会带来新的危机或挑战,半导体物理教学仍然存在还未解决的痛点。

3.1 不良误导

实践表明,AI生成的答案并非一定正确,其输出可能包含错误信息或片面结论,甚至可能会提供看似合理但实际违背物理原理的结果。学生如果没有一定的理论基础,很容易就被误导,甚至形成错误的认知。随着学生基础能力的上升,逐渐意识到AI给出的总是模板化的结果,答案并不可靠,可能又会影响学生使用AI的兴趣,产生抵触情绪,从而走向另一个极端。

3.2 信息茧房

半导体物理的学习应该是系统而全面的,在扎实的理论基础上运用、发展、创新。虽然数字学习平台能提供丰富的资源,但平台的推荐机制是根据使用者的浏览记录和学习习惯进行推送的,这会让学习者不自觉地局限于特定的知识范围而难以接触到多元的学术见解。智能问答系统给出的解答也往往基于已有数据模式,可能缺乏突破性的思考角度。这种情况会在潜移默化中影响学生的思维方式,使其更倾向于接受现成结论而非进行创新性思考。

3.3 时间利用效率并未真正提高

目前,各类智能平台持续产出海量教学资源,包括微课视频、交互式课件、智能题库等,未来还将持续产出,数量将会更加庞大,质量也参差不齐,学生可能需要浏览数条才能找到真正需要的信息,因此利用平台学习的效率并不理想。并且过多的信息,还可能让学生产生选择麻痹,进而缩短每条信息浏览的时间与浏览深度。

3.4 拉远师生距离

AI系统通过智能答疑、作业批改和个性化推荐等功能,逐渐替代了教师传统角色中的基础性工作,导致师生间的必要互动显著减少。当学生能够从AI即时获取“足够好”的答案时,其与教师进行交流的内在动力也随之衰减。师生关系的弱化使教育失去了其最核心的情感联结与思维启迪功能,也会阻碍学生对知识的掌握。

作为教育工作者,我们应该辩证看待人工智能对教育的影响。利用AI解决问题,也积极挑战AI带来的痛点。在半导体物理课程的未来教学中,希望能构建专业化的领域知识库体系,由教师

主导知识库的内容建设和质量把控。这样既能发挥 AI 在信息检索和个性化推荐方面的技术优势,又能有效规避可能产生的信息误导。再利用课堂对学生进行引导式教学,聚焦于高阶思维培养;设计探究性问题、组织深度讨论、指导批判性思考,让 AI 承担“智能伴读”功能,从而在 AI 赋能的环境中重塑教育的核心价值^[15-16]。当然这种方案的实施也极具挑战性,主要体现在系统运营需要有专门的运维中心,希望未来能有专门的技术公司合作,构建更专业的 AI 平台。

4 结语

本文系统探讨了 AI 赋能“半导体物理学”教学的机遇与挑战,并提出面向未来的教学改革路径。AI 虽然能带来新的教学维度,但也带来了课堂效率降低、专注度下降、知识不成体系等新问题,其根本原因在于技术应用与教育规律尚未完全适配。

针对当前痛点,本文提出四方面优化策略:一是重视绪论课,通过绪论课激发学生内在学习动机,建立对课程和 AI 的正确认知;二是构建线上资源,充分利用数字平台构建符合当前学生学习习惯的资源库;三是利用知识图谱整理知识体系;四是开展典型实践案例教学,通过实践案例融合 AI 技术,帮助学生掌握半导体知识,提升学生专业能力。

但半导体物理的教学仍然存在还未解决的痛点,新的教学模式值得进一步地探索,也期望与专业技术公司的合作共建专业 AI 平台。

参 考 文 献

- [1] 刘恩科,朱秉升,罗晋生. 半导体物理学[M]. 8 版. 北京:电子工业出版社, 2023:1-235.
LIU E K, ZHU B S, LUO J S. Semiconductor Physics [M]. 8th ed. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2023:1-235. (in Chinese)
- [2] 金晶. 数智技术背景下家居设计数字化教学研究[J]. 包装工程, 2024, 45(12): 457-464.
JIN J. Digital Teaching of Home Furnishing Design under the Background of Digital Intelligence Technology[J]. Packaging Engineering, 2024, 45(12): 457-464. (in Chinese)
- [3] KRETTEK C. ChatGPT: Milestone text AI with game changing potential[J]. Unfallchirurgie (Heidelberg, Germany), 2023, 126(3): 252-254.
- [4] CHRIS S W, RICHARD V N. What ChatGPT and generative AI mean for science[J]. Nature, 2023, 614(7947): 214-216.
- [5] 程洪,黄瑞,邱静,等. 人机智能技术及系统研究进展综述[J]. 智能系统学报, 2020, 15(2): 386-398.
CHENG H, HUANG R, QIU J, et al. A survey of recent advances in human-robot intelligent systems[J]. Transactions on Intelligent Systems, 2020, 15(2): 386-398. (in Chinese)
- [6] 李秀,陆军,牛颂杰,等. 人工智能时代计算机基础课程建设与教育教学思考[J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(2): 42-70.
LI X, LU J, NIU S J, et al. Construction of Computer Public Basic Courses and Reflections on Education and Teaching in the AI Era[J]. Tsinghua Journal of Education, 2024, 45(2): 42-70. (in Chinese)
- [7] 兰国帅,杜水莲,李晴文,等. 数字化转型助推未来高等教育:宏观趋势、技术实践和未来场景:《2023 年 EDUCAUSE 地平线报告(教学版)》要点与思考[J]. 西北工业大学学报, 2023(4): 46-56.
LAN G S, DU S L, LI Q W, et al. Future Higher Education and Pedagogy Promoted by Digital Transformation: Macro Trends, Technological Practices, and Future Scenarios—Key Points and Thoughts of the 2023 EDUCAUSE Horizon Report (Teaching and Learning Edition)[J]. Journal of Northwestern Polytechnical University, 2023(4): 46-56. (in Chinese)
- [8] 胡钦太,危妙,凌小兰,等. 数字化进程中教师课堂教学行为研究:历史溯源、现实困境与路径选择[J]. 中国远程教育, 2025, 45(7): 83-97.
HU Q T, WEI M, LING X L, et al. Research on Teachers' Classroom Teaching Behavior in the Digitalization Process: Historical Origin, Practical Dilemma, and Path Selection [J]. Distance Education In China, 2025, 45(7): 83-97. (in Chinese)
- [9] 李文婷,乔振峰,王晓菊. 在线教学发展的现状与思考:基于 Web of Science 数据库和线上学情调[J]. 甘肃教育研究, 2021, 9(5): 8-11.
LI W T, QIAO Z F, WANG X J. The Current Situation and Reflection on the Development of Online Teaching: Based on Web of Science Database and Online Learn about Emotional Atmosphere [J]. Gansu Education Research, 2021, 9(5): 8-11. (in Chinese)
- [10] 冯晓英,徐辛,张汇珂. 人工智能赋能教学设计新范式[J]. 开放教育研究, 2025, 31(3): 63-73.
FENG X Y, XU X, ZHANG H K. A New Paradigm of AI-Empowered Instructional Design[J]. Open Education Research, 2025, 31(3): 63-73. (in Chinese)
- [11] 瞿振元. 人工智能推进教育教学重构的思考[J]. 重庆高教研究, 2025, 13(2): 3-6.
QU Z Y. Thoughts on Artificial Intelligence Promoting the

- Reconstruction of Education and Teaching[J]. Chongqing Higher Education Research, 2025, 13(2): 3-6. (in Chinese)
- [12] 黄巨臣, 王一栋. 从“AI 排斥”到“AI 创能”:人工智能在大学生教学中的应用深化[J]. 中国高教研究, 2025, 41(4): 34-41.
- HUANG J C, WANG Y D. From “AI Exclusion” to “AI Empowerment”: Deepening the Application of Artificial Intelligence in University Teaching and Learning[J]. China Higher Education Research, 2025, 41(4): 34-41. (in Chinese)
- [13] 鲁子箫. 回归生命立场:教育数字化转型中的知识观重塑[J]. 教育研究, 2025, 1: 57-69.
- LU Z X. Returning to the Life Stance: Reshaping the Knowledge View in the Digital Transformation[J]. Educational Research, 2025, 1: 57-69. (in Chinese)
- [14] 郭炯, 潘霞, 张虹. 促进学生学科能力发展的循证教学设计模型构建[J]. 电化教育研究, 2025, 6: 57-65.
- GUO J, PAN X, ZHANG H. Constructing An Evidence-based Instructional Design Model to Promote the Development of Students' Disciplinary Competence[J]. E-education Research, 2025, 6: 57-65. (in Chinese)
- [15] 焦建利. ChatGPT 助推学校教育数字化转型:人工智能时代学什么与怎么教[J]. 中国远程教育, 2023, 43(4): 16-23.
- JIAO J L. ChatGPT Boosting Digital Transformation of Education in Schooling: What to Learn and How to Teach in the Era of Artificial Intelligence[J]. Distance Education In China, 2023, 43(4): 16-23. (in Chinese)
- [16] 高盼望, 路书红. 生成式人工智能时代的“课程”概念重建[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2025, 43(6): 50-60.
- GAO P W, LU S H. Reconstruction of the Concept of “Curriculum” in the Era of Generative Artificial Intelligence[J]. Journal of East China Normal University (Educational Sciences), 2025, 43(6): 50-60.
- (上接第 49 页)
- [10] 蒲育栋, 张绮翎, 黄欢欢, 等. 健康中国战略下医学生参与科普实践的探讨[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(10): 185-189.
- PU Y D, ZHANG Q L, HUANG H H, et al. Discussion on medical students' participation in popular science practice under the healthy China strategy[J]. China Continuing Medical Education, 2025, 17(10): 185-189. (in Chinese)
- [11] 赵洁, 张勃, 林艺, 等. 大思政格局下医学生科普能力培养的实践与路径探索:以“生命科学概论”课程为例[J]. 福建医科大学学报(社会科学版), 2024, 25(5): 66-71.
- ZHAO J, ZHANG Q, LIN Y, et al. Exploration of practice and paths for the cultivation of medical students' science popularization ability in the context of the grand pattern of ideological and political education—Taking the course “an introduction to life sciences” as an example [J]. Journal of Fujian Medical University (Social Science Edition), 2024, 25(5): 66-71. (in Chinese)