

AI 赋能“材料表面与界面”课程设计与实践

万玉勤 刘泳

枣庄学院 化学化工与材料科学学院, 山东 枣庄 277160

[摘要]针对新工科课程中抽象理论难、评价方式和内容单一及课程数字模型设计难的问题,以“材料表面与界面”课程为研究对象,借助 AI 工具,构建“学-测-评”一体化的课程范式。通过 AI 赋能,开发适合学生的个性化学习路径、整合可视化的课程教学资源、构建动态测评与智能反馈机制,形成课前-课中-课后持续优化的教学闭环。教学改革实践后,本课程目标达成度提升 5%,优秀比例从 10%提高至 21%。学生对界面能变化等抽象概念的具象认知度明显提高,自主学习能力与创新思维得到增强。AI 技术与课程设计的深度融合优化了教学流程,解决了课程设计难及适配性不足的短板问题,为提升新工科课程教学效率与质量提供了可复制的实践框架与具体实施路径。

[关键词]材料表面与界面; AI 赋能; 课程设计; 学-测-评一体

DOI: 10.33142/fme.v7i2.19279

中图分类号: G64

文献标识码: A

AI Empowers the Course Design and Practice of “Material Surfaces and Interfaces”

WAN Yuqin¹, LIU Yong¹

College of Chemistry, Chemical Engineering and Materials Science, Zaozhuang University, Zaozhuang, Shandong, 277160, China

Abstract: To address the challenges of abstract theoretical concepts, single-dimensional evaluation, and digital model design difficulties in new engineering courses, this study takes the “Material Surface and Interface” course as an example to construct an AI-driven integrated “Learning-Assessment-Evaluation” paradigm. By integrating personalized learning path development, visual teaching resources, dynamic assessment, and intelligent feedback mechanisms through AI technologies, a continuous optimization teaching loop spanning pre-class, in-class, and post-class phases is established. Practical data demonstrate that after implementation, the course goal achievement rate increased by 5%, with the proportion of excellent performance rising from 10% to 21%. Students showed significant improvements in concrete understanding of abstract concepts such as interfacial energy changes, as well as enhanced autonomous learning abilities and innovative thinking. The deep integration of AI technologies with curriculum design effectively resolves issues of inadequate model adaptability and digital literacy gaps among instructors, providing a replicable practical framework and implementation pathway for improving teaching efficiency and quality in new engineering courses.

Keywords: material surface and interface; AI empowerment; course design; learning-assessment-evaluation

引言

人工智能技术正推动着高等教育新工科课程向数字化转型,在此背景下,合理利用 AI 技术优化新工科课程设计是满足学生对抽象理论的直观理解和提升课程教学质量的关键途径^[1,2]。特别是理论性较强的新工科课程,AI 技术的创新融合促使其从知识输入转向能力输出的全流程优化^[3,4]。这种深度融合不仅能提升教师教学创新的能力,更是培养学生的高阶思维能力的重要途径。然而,现有课程设计模型的适配性^[5]、教师数字素养不足^[6]及实施路径的复杂性^[7,8]等问题,使 AI 技术在教学实践中的应

用依然面临挑战。

通过对枣庄学院化学化工与材料科学学院 50 名专任教师和材料科学与工程专业 106 名学生的调研,如表 1 结果所示,超过 92%的教师认为 AI 技术对提升教学质量有积极作用,超过 84%的教师愿意投入时间学习使用 AI 工具,但是 76%的教师表示缺乏将 AI 技术整合到课程中的经验与方法,技术门槛和实践方法已成为教师应用 AI 技术的主要障碍。学生方面,超过 83%的学生对 AI 技术应用于课程设计持积极态度,学生最期望 AI 技术能提供个性化学习路径和可视化教学资源,学生普遍认为 AI 技

术将帮助他们理解抽象概念和解决复杂问题。调研结果表明,推进 AI 赋能的课程改革是解决当前教学中存在的难点问题的必要途径,当前阶段,迫切需要探索一种符合新工科要求的智慧课程设计模型和实施方案。

表 1 师生对 AI 技术关键要素重视程度的调研结果

关键要素	学生重视程度	教师重视程度	实施优先级
可视化教学资源	高 (85%)	高 (80%)	高
个性化学习路径	高 (82%)	中 (65%)	高
智能答疑系统	中 (75%)	高 (78%)	中
自动评估与反馈	中 (70%)	高 (85%)	中
虚拟实验环境	高 (80%)	中 (60%)	中

1 材料表面与界面课程教学中存在的问题

“材料表面与界面”课程是衔接材料科学与工程专业基础课程与实践课程的核心专业课程,具有承前启后的关键作用。该课程内容涉及材料表面结构、性质及应用,具体包括液体表面、固体表面、固-液界面、金属材料的表面、无机非金属材料的外表、高分子材料的表面、复合材料的界面等,课程内容体系庞杂,具有理论性强、概念抽象、多学科交叉等特点^[9]。学生普遍反映课程学习过程中有难度,如对界面能变化、表面吸附等微观界面现象缺乏直观感知,难以形成具象认识;对界面化学四大基本定律中的复杂的数学模型与公式推导过程存在理解障碍;而实验教学因成本高、风险大而难以在常规理论课堂中有效实施。此外,课程还存在理论联系实际不够紧密、学生知识应用能力薄弱以及评价方法单一等问题。这些现实困境导致现有教学模式难以充分契合学生的学习过程、人才培养要求和新工科课程建设目标^[10,11]。

2 AI 赋能“学-测-评”一体化课程设计

2.1 核心设计理念与实施框架

AI 赋能“学-测-评”一体化课程设计模型是通过 AI 技术将学习、测试、评价三个环节无缝衔接,形成持续优化的闭环。如图 1 所示,在“学”的环节提供个性化学习资源支持,在“测”的环节实现无感化全过程评估,在“评”的环节基于数据分析提供精准反馈与教学干预,三个环节相互衔接形成教学循环,最终实现个性化学习路径规划、智能化过程评估和数据驱动的教学干预,从而提升学习效果与教学质量。

2.2 课程设计方法与实践路径

以“材料表面与界面”课程第二章节“液体表面”的教学为例,探究“学-测-评”一体化课程设计模型的构建和使用效果,该章节内容涉及液体表面张力基本概念、Laplace

方程的推导、表面张力的测定以及 Kelvin 公式的推导和应用等内容,知识内容抽象且理论性强,学生学习难度大。

在“学”的维度,通过 AI 技术构建多层次、立体化的多途径智能辅助学习系统,全面革新传统教学模式。首先,在课前阶段,教师通过雨课堂发布预习任务,如“搜集自然界中液体表界面的现象以及表面张力的影响因素”,学生基于雨课堂大语言模型构建的课程专属 AI 工作台,根据教师发布的预习任务和学习需求,通过 24 小时智能学伴和资源检索功能进行多轮对话, AI 工作台针对表面张力的概念、计算公式和应用实例,提供从基础定义到前沿应用的阶梯式讲解,并实时解答学生的疑问,学生需提交与 AI 对话中最有启发性的记录截图作为预习凭证。其次,在课中阶段,教师利用分子模拟软件(如 Materials Studio 或者 3D Studio Max)将抽象的微观界面现象转化为直观的可视化模型。如讲解液体表面吸附过程中表面张力变化的微观机理时,学生可以通过教师构建的分子动力学模型实时观察不同分子在材料表面的吸附过程(图 2a),从而显著提升学生对复杂概念的理解深度。最后,在课后阶段,教师利用雨课堂统计的学生学习行为数据,精准识别学生的知识薄弱点,并推送针对性的拓展阅读材料和练习题,实现个性化学习路径规划。同时,教师通过 AI 数字人工具(如即梦 AI 数字人模式)和视频创作工具(如剪映)的组合,提前录制重难点知识的教学视频(图 2b),让学生能够在课后根据自己的学习情况进行强化复习,教师可通过 AI 辅助教学平台记录学生的视频学习情况。

在“测”的维度,通过 AI 技术构建全过程、多维度的智能测评体系,实现从知识掌握到能力发展的全面评估。首先,利用智慧教学工具(如雨课堂、学习通等)嵌入智能互动题目,在课堂教学过程中实时捕捉学生的学习状态和知识掌握情况,形成动态的随堂性练习数据。这些数据不仅包括答题正确率,还涵盖答题时间、尝试次数等过程性指标,为教师提供即时学情反馈。其次,通过构建高度仿真的虚拟实验平台,让学生在虚拟实验环境中体验实验设计、测试以及数据处理等多个过程,全面评估学生的实践能力和科学素养。以表面张力测试的虚拟实验为例,学生可通过 AI 技术设计并输出交互网页,并根据需要设置实验参数、模拟操作步骤、收集并处理数据,最后生成详细的实验能力评估报告。最后,教师通过对学生提交的虚拟实验报告进行多维度分析,包括实验设计原理分析的深度、方案创新性、逻辑严谨性等,形成“AI 虚拟仿真设计和教师深度点评”的高效评价机制。

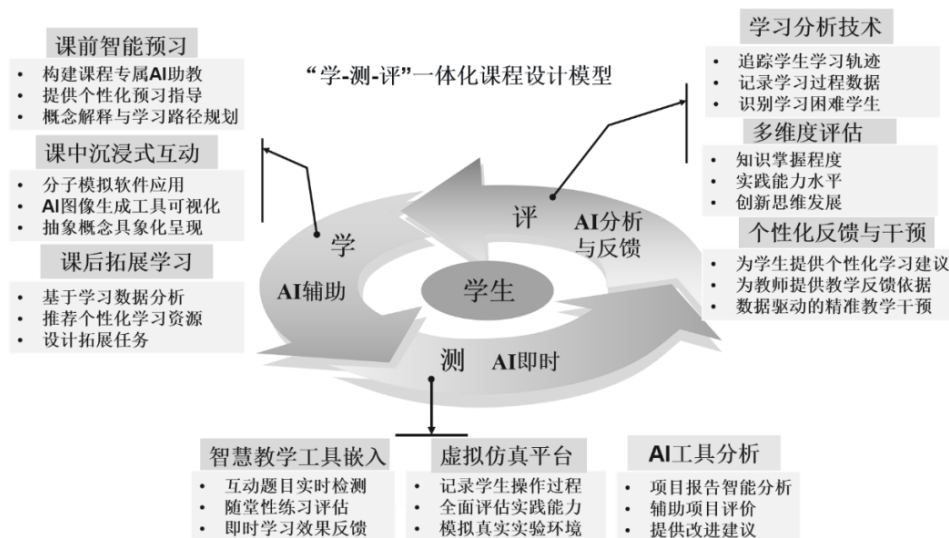


图1 “学-测-评”一体化课程设计模型图

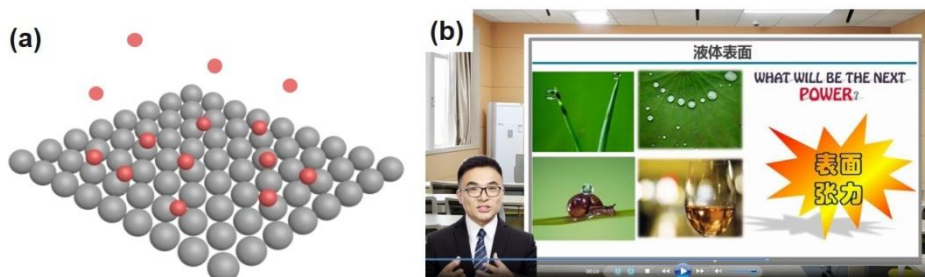


图2 (a) 3D Studio Max 演示表面吸附过程; (b) AI 技术录制的重难点数字人视频

在“评”的维度，通过 AI 技术构建多元数据驱动和精准干预的智能评价系统，实现教学效果的最优化。首先，利用雨课堂或学习通的学习分析技术导出学生的学习轨迹数据，全面追踪学生的学习轨迹，包括视频观看时长、作业完成情况、访问次数以及学习总时长等过程性数据，然后通过“规则阈值法”建立预警模型，及时识别存在学习困难的学生。例如，在“Laplace 方程”的推导和计算的学习中，将“视频观看进度低于 80%”且“对应随堂测验正确率低于 60%”的学生，标记为“高风险”预警，教师可针对这部分学生进行针对性辅导。其次，建立涵盖知识掌握、实践能力、创新思维等多维度的综合评价体系，如采用项目式考核方式考查学生对“Kelvin”公式的掌握情况，将项目报告设计成三个部分，其中，理论分析部分（30%），如阐述 Kelvin 公式的物理基础和数学推导；实践应用部分（40%），如设计过饱和溶液的实验方案，验证 Kelvin 公式的预测准确性；创新拓展部分（30%），如提出 Kelvin 公式在新型材料设计中的应用创新点。教师根据评估需求，通过 AI 文本分析技术（如 DeepSeek、文

心一言、讯飞星火及 Voyant Tools 等）创建一个多维度评估的提示词，并将 AI 分析结果以表格形式输出评分，同时附带具体改进建议。最后，教师基于 AI 技术深度评估数据，为学生创建个性化的学习诊断报告和改进建议，并以此作为教学调整的干预依据，包括需要重点讲解的知识点、需要调整的教学方法以及需要特别关注的学生个体等，形成“评估-诊断-干预-改进”的完整闭环，持续提升教学质量。

通过 AI 技术深度赋能的“学-测-评”一体化的课程设计路径，不仅实现了教学过程的精准化和个性化，更重要的是建立了持续优化的教学闭环。在这个闭环中，每一个教学环节产生的数据都会成为优化下一个教学周期的依据，使得课程设计能够基于实证数据不断迭代完善，最终实现教学质量和学习效果的双重提升。特别是在“材料表面与界面”这类理论与实践紧密结合的课程中，这种智能化教学模式能够有效解决传统教学中抽象概念难理解、实验操作难开展、学习效果难评估等痛点问题，为新工科背景下的课程改革提供了可借鉴的实施路径。

3 实施效果数据分析支撑

课程内容设计:

为全面评估学生在 AI 赋能课程设计模型中的学习效果,以枣庄学院化学化工与材料科学学院材料科学与工程专业 2022 级和 2023 级学生为对比研究对象,并对 2023 级学生的“材料表面与界面”课程评价体系进行改革,新的成绩构成如表 2 所示,以此,对 AI 赋能课程设计教学实践改革的效果进行全面评估。

表 2 材料科学与工程专业 2023 级学生成绩构成

评价维度	具体内容	权重	评价方式
学习过程	课前 AI 预习、课中 AI 检测	30%	AI 数据分析+教师评
项目实践	AI 辅助项目设计、虚拟实	30%	AI 初步评价+教师终
知识掌握	阶段性测试、期末考试	40%	传统考试与 AI 辅助

从课程目标达成度分析,如图 3a 所示,2022 级 30 名学生课程目标达成度均值为 0.79, AI 赋能“学-测-评”一体化课程设计实施后,2023 级 38 名学生的课程目标达成度达到了 0.83,提升 5%,优秀率(90 分以上)从 10% 提高到 21%。将过程考核分项的得分情况转换为对概念理解能力、实践应用能力、创新思维能力以及自主学习能力的定量化评价(2022 级过程考核仅包括教师发布的预习题、阶段性检测,2023 级过程考核包括 AI 预习、AI 互动检测、AI 虚拟实验、项目报告),如图 3b 所示,通过对比分析各分项得分情况,相较于 2022 级学生,2023 级学生的四种能力分别提升了 6.2%、10.8%、6.7%和 6.4%,学生课程学习结果表明本次教学实践改革取得了显著的成效。

通过对参与课程改革的 2023 级学生问卷调查,结果显示,92%的学生认为 AI 工具使抽象概念更易理解,87%的学生对虚拟实验设计环节感兴趣,84%的学生认为 AI 辅助项目设计增强了创新思维的培养,92%的学生希望在

其他课程中推广类似教学模式。在 AI 教学实践改革中,最受学生欢迎的 AI 应用是虚拟实验和分子可视化工具,能有效降低学习难度;基于 AI 技术的应用,师生互动频次增加,学生的课堂参与度和学习兴趣提升明显。同时,在课前预习和作业批改环节的,教师通过 AI 助教能够获得及时反馈,教学效率和质量显著提升。在实践改革中, AI 技术的应用也面临一些挑战,如教师初期课程设计的工作量较大、学生对 AI 的依赖程度以及 AI 互动信息的准确性等,这需要教师团队依据 AI 技术建立教学资源库,引入引导性教学设计专题,并使用 AI 反侦察工具对学生的报告与作业进行 AI 使用情况分析,辅助教师进行过程性评估与学术规范指导,逐步形成“技术赋能、引导为主、人机协同”的新型教学模式。

4 结语

AI 赋能的“学-测-评”一体化课程设计能够有效提升学生的学习兴趣、自主学习能力和创新思维,同时促进师生互动,提高教学质量。教师在 AI 赋能课程的设计中,还需要对课程主题、情感关怀、价值引导以及对 AI 输出的最终评判等方面制定更高效和个性化的教学策略。后续课程改革将进一步通过系统规划和分步实施完善该课程设计模式,扩大其应用范围,推动 AI 技术在新工科教育中的深度融合与创新应用,为其他新工科课程改革提供可借鉴的范式。

基金项目:山东省本科教学改革研究项目重点项目:基于现代产业学院建设的“班墨+”锂电卓越工程师人才培养模式探索(Z2024336);枣庄学院校级教学研究与改革联合项目:新工科背景下“材料表面与界面”数字化课程建设与实践(YJG24048);枣庄学院校级教学研究与改革一般项目:“智能+”赋能化学化工类专业创新创业人才培养模式研究与实践(YJG24023)。

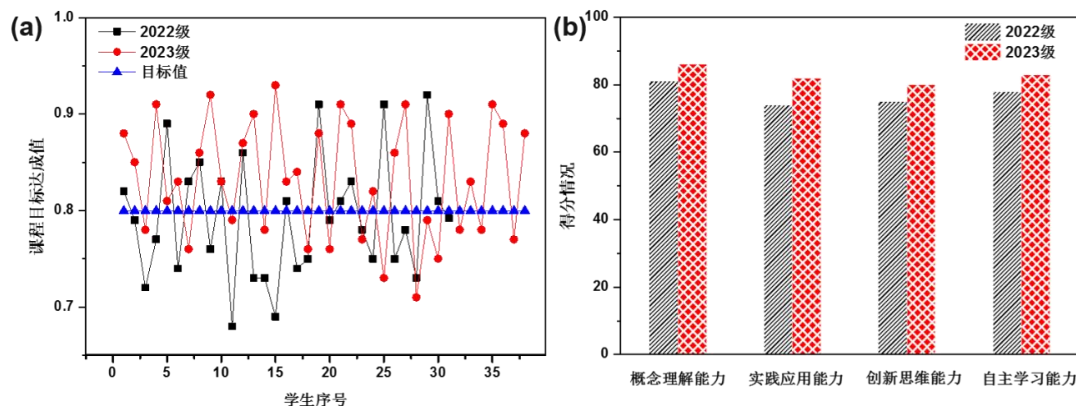


图 3 2022 和 2023 级学生学习结果对比:(a) 课程目标达成值;(b) 四种能力定量化评分

[参考文献]

- [1]朱永新.推动人工智能赋能教育高质量发展[J].教育研究,2025,46(3):4-8.
- [2]孙道华,林丽芹,詹国武,等.生成式 AI 热潮给高等教育带来的挑战和思考[J].化工高等教育,2024,41(4):2-15.
- [3]周心灵.生成式人工智能+教育:学习者创新能力培养的课程模式研究[J].中国教育技术装备,2024(20):15-18.
- [4]邓立为,宋歌,许家忠.新工科背景下人工智能领域学生创新创业能力培养模式研究[J].高教学刊,2024,10(23):89-92.
- [5]何彩玉.知识图谱助力药物分析混合式实验教学改革[J].江西化工,2025,41(4):121-124.
- [6]李芳.教师数字素养培育的内容体系与路径选择[J].中国远程教育,2025,45(9):74-88.
- [7]陈玉明,梅雪.AI 赋能机器学习课程教学改革与探索[J].

- 高教学刊,2025,11(34):13-16.
- [8]胡姣,彭红超,祝智庭.教育数字化转型的现实困境与突破路径[J].现代远程教育研究,2022,34(5):72-81.
- [9]万玉勤,刘泳,丛兴顺.新工科背景下“材料表面与界面”课程创新实践探索[J].黑龙江教育(理论与实践),2024(10):64-67.
- [10]李好,李硕琦.材料专业选修课教学的问题分析与改革探索——以《材料表面与界面化学》为例[J].山东化工,2020,49(12):204-205.
- [11]王振波,隋旭磊,姚蕾.面向未来的材料科学与工程专业方向凝练——基于对大湾区人才需求的思考[J].教育教学论坛,2025(1):13-16.
- 作者简介:万玉勤(1989—),男,汉族,山东枣庄人,讲师,博士研究生,材料教研室主任。研究方向为表面界面自组装、高分子功能材料。