AI赋能材料力学性能课程教学改革实践策略与展望

王光东 陈淑英 赵荣达 吴昊 王慧惠
辽宁工业大学，材料科学与工程学院，中国·辽宁 锦州 121001

摘要：在人工智能深度赋能制造业转型升级的背景下，材料成型及控制工程专业对应用型人才的工程实践能力与智能化技术应用能力提出更高要求。为实现该专业人才培养目标与产业需求的精准对接，针对“材料力学性能”课程传统教学中理论与工程实践脱节、智能化教学手段缺失、学生创新能力培养不足等问题，开展人工智能驱动的课程教学改革策略研究。通过构建 AI 技术与理论教学、实验实践、工程应用相融合的课程体系框架，规划 AI 辅助教学工具、虚拟仿真实验平台、智能数据分析系统等技术手段的整合路径，设计课程思政融入方案与多维度课程评价体系，并提出产教融合协同育人的实施思路。研究形成的实践策略可为应用型大学工程类课程的智能化教学改革提供参考。

关键词：AI；材料力学性能；实践策略；产教融合；课程思政

Practical Strategies and Prospects for the Reform of Teaching Mechanical Properties of Materials Courses Empowered by AI

Wang Guangdong, Chen Shuying, Zhao Rongda, Wu Hao, Wang Huihui
Liaoning University of Technology, School of Materials Science and Engineering, China Liaoning Jinzhou 121001

Abstract: Against the backdrop of artificial intelligence (AI) deeply empowering the transformation and upgrading of the manufacturing industry, the major of Material Forming and Control Engineering has put forward higher requirements for the engineering practice ability and intelligent technology application ability of applied talents. To achieve the accurate alignment between the talent cultivation objectives of this major and industrial demands, and in response to problems existing in the traditional teaching of the "Mechanical Properties of Materials" course—such as the disconnection between theory and engineering practice, the lack of intelligent teaching methods, and insufficient cultivation of students' innovative abilities—this study conducts research on AI-driven curriculum teaching reform strategies. By constructing a curriculum system framework that integrates AI technology with theoretical teaching, experimental practice, and engineering application, it plans the integration path of technical means including AI-assisted teaching tools, virtual simulation experiment platforms, and intelligent data analysis systems, designs an integration plan for curriculum ideological and political education and a multi-dimensional curriculum evaluation system, and proposes implementation ideas for collaborative talent cultivation through industry-education integration. The practical strategies formed by this research can provide references for the intelligent teaching reform of engineering courses in application-oriented universities.

Keywords: AI; Mechanical properties of materials; Practical strategies; Integration of education and industry; Ideological and political education

0 引言

材料力学性能作为成型及控制工程专业的核心课程之一，旨在揭示材料在不同受力状态下的力学行为及其内在机制，为材料的选择、设计和应用提供坚实的理论基础[1-2]。随着材料科学的飞速发展以及工程领域对高性能材料需求的不断增长，该课程的重要性愈发凸显。然而，传统的材料力学性能课程教学面临诸多挑战[3-4]。一方面，课程内容涉及大量抽象的力学概念、复杂的数学推导和微观结构与力学性能关系的理解，学生往往难以直观把握，导致学习积极性受挫。另一方面，教学过程中理论与实际工程应用的衔接不够紧密，学生在面对实际材料力学问题时，缺乏将所学知识灵活运用的能力。

近年来，人工智能（AI）技术迅猛发展，在诸多领域取得了突破性进展[5]。将 AI 技术引入材料力学性能课程教

学，为解决传统教学难题提供了新的契机[6]。AI 能够实现知识的可视化呈现，将抽象的力学概念和微观结构以直观的图像、动画等形式展现给学生；可以根据学生的学习情况提供个性化的学习路径，满足不同学生的学习节奏；还能通过虚拟实验和模拟仿真，让学生在虚拟环境中进行材料力学实验，加深对实验原理和过程的理解，同时降低实验成本和风险[7-8]。因此，探索 AI 赋能材料力学性能课程教学改革具有重要的现实意义和应用价值。

1 AI 赋能材料力学性能课程教学的优势

1.1 知识可视化与理解深化

AI 技术能够将材料力学性能课程中抽象的知识以直观、形象的方式呈现给学生。例如，利用三维建模和动画技术，将材料内部微观结构在受力时的变化过程清晰地展示出来[9]。对于拉伸过程中微观组织的变化机制，通过 AI 动画可以逐帧演示位错滑移过程，以及如何相互作用导致材料宏观变形，使学生能够轻松理解这一复杂的微观力学现象。旨在采用 AI 可视化教学后，学生对这类抽象知识的理解准确率大幅提升。

1.2 个性化学习路径定制

借助 AI 的数据分析能力，系统可以实时跟踪学生的学习进度、知识掌握情况和答题表现等。根据这些数据，为每个学生量身定制个性化的学习路径[10]。如果学生在材料拉伸试验和疲劳性能章节的知识点上理解存在困难，AI 系统会自动推送更多相关的学习资料，如针对性的讲解视频、练习题和拓展阅读材料等，并调整后续学习内容的难度和顺序，实现真正意义上的因材施教。

1.3 虚拟实验与模拟仿真

材料力学性能实验是课程的重要组成部分，但实际实验往往受到设备、场地和安全等因素的限制。AI 驱动的虚拟实验和模拟仿真技术为解决这一问题提供了有效途径。学生可以在虚拟环境中进行各种材料力学实验，这种虚拟实验不仅能够让学生反复操作，加深对实验原理和步骤的理解，还能避免因操作不当对实验设备造成的损坏，同时降低实验成本。

1.4 实时反馈与评价

AI 可构建覆盖学习全过程的反馈与评价体系。学生完成作业、测验或课堂互动后，系统能立即给出成绩和详细解答分析，精准指出错误之处与知识薄弱点，并提供改进建议。相较于传统人工批改，AI 评价更及时、全面且客观，有助于学生快速调整学习策略，提升学习效率，同时为教师掌握学生学习情况提供数据支撑。

2 AI 驱动的课程改革理念与整体框架构想

2.1 改革理念

本次改革以“对接智能制造需求、培养应用型人才”为目标，确立“1 个核心 +2 个支撑 +3 个目标”的理念，以“三维融合”为核心，以“课程思政”为引领，见图 1 所示：

1 个核心：以 AI 技术驱动“理论教学 – 实验实践 – 工程应用”三维深度融合，打破传统教学局限，构建“认知 – 实践 – 应用”的全链条育人闭环；

2 个支撑：以“产教融合”为实践支撑，规划引入企业真实案例与技术标准；以“课程思政”为价值支撑，设计融入家国情怀、工匠精神的教学方案；

3 个目标：通过改革提升学生的智能化技术应用能力、工程问题解决能力、社会责任感与专业认同感。



图1 改革理念框架示意图

2.2 课程体系整体框架的构建

基于上述理念，构建以课程思政为价值引领，AI 技术驱动“理论教学 – 实验实践 – 工程应用”三维深度融合的课程体系框架（如图 2 所示），各模块相互渗透、协同发力：

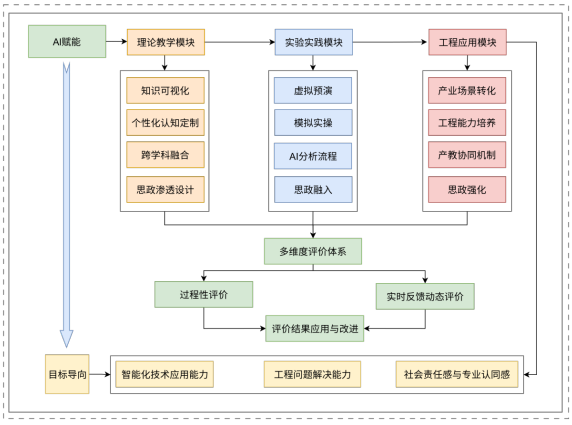


图2 课程思政引领的AI驱动“三维融合”课程体系框架图

3 AI 赋能材料力学性能课程教学的具体实践策略

3.1 构建 AI 辅助教学资源

3.1.1 智能课件开发策略

规划利用 AI 图像生成技术，为课件植入丰富的材料微观结构、力学实验过程等可视化元素。例如，讲解金属的断裂时，通过 AI 生成不同材料断裂后宏观断口形貌及微观组织特征的实物效果和高清图像；同时嵌入 AI 语音讲解功能，针对复杂知识点设置语音交互按钮，满足不同学习风格学生的需求，提升课件的交互性与实用性。

3.1.2 虚拟实验平台搭建策略

基于 AI 物理引擎，规划搭建功能完备的材料力学虚拟实验平台。平台核心功能设计包括：

实验项目覆盖：涵盖拉伸、压缩、扭转、弯曲、硬度测试等常见实验，预留高温蠕变、应力腐蚀、疲劳试验等复杂实验的拓展接口；

参数交互设计：支持学生自由选择材料类型、试件尺寸、加载方式等参数，模拟真实实验场景中的变量控制；

智能监测与反馈：开发 AI 实时监测模块，对学生操作进行动态跟踪，当出现错误操作（如参数设置不符合标准、操作步骤遗漏）时，即时推送提示与纠正建议；

自动报告生成：设计实验数据自动处理算法，实验结束后自动生成包含数据结果、分析结论、评价建议的实验报告，减轻学生报告撰写负担，聚焦实验原理理解。

3.1.3 在线学习资源整合策略

借助 AI 搜索引擎技术，规划构建多源学习资源整合体系。通过爬取、筛选网络上的优质资源（如知名高校公开课视频、材料领域学术论文、行业应用案例），结合课程知识点进行分类标注，建立资源数据库；开发 AI 推荐算法，根据学生学习进度和薄弱点，自动推送适配的拓展资源，帮助学生拓宽学习视野，深化对课程知识的理解。

3.2 三维融合的核心架构与实施策略

3.2.1 理论教学维度：AI 驱动的认知重构与知识内化

以“破解抽象认知痛点、构建个性化认知路径”为目标，打造 AI 能的理论教学新形态。其一，知识可视化：依托 Unity 引擎与 AI 建模技术，将晶体位错滑移、材料中第二相界面应力传递等抽象力学机制，转化为“沉浸式、交互式”的三维动态场景——学生通过 VR 设备进入晶体点阵，实时观察 AI 模拟的位错增殖与宏观塑性变形的关联过程，界面同步生成“微观结构变化 – 应力应变曲线”动态映射图谱，实现微观到宏观认知闭环，使抽象知识的理解准确率大幅提高。其二，个性化认知路径定制：基于 AI 学情分析系统，构建“知识图谱 + 能力分类”双驱动的认知引导机制——系统通过跟踪学生课前预习（如知识测试正确率、资源访问轨迹）、课中互动（如小组讨论贡献度、难点提问频次）数据，生成个人专属“认知薄弱点图谱”，并自动推送适配的学习资源（如“应力应变曲线特征阶段讲解、断裂损伤理论”的 AI 讲解视频、针对性练习题），实现“千人千策”的认知进阶，使学生课程理论掌握针对性提高。其三，跨学科知识融合：引入“AI+ 材料力学性能 + 大数据”交叉内容，新增“材料力学性能数字化分析”模块，讲解 AI 模型（随机森林、SVM）在材料性能预测中的原理与应用，结合 1000 组金属材料力学性能数据集的案例分析，培养学生“数据思维 + 力学认知”的跨学科能力，为后续工程应用奠定理论基础。

3.2.2 实验实践维度：AI 赋能的实验范式革新与能力进阶

以“突破传统实验局限、培养创新性实践能力”为核心，构建 AI+ 虚拟仿真的实验教学新范式。

实验场景的全域拓展：依托虚拟仿真训练中心，开发“基础验证配合创新探究”实验模块。基础验证层（如拉伸、弯曲实验）通过 AI 预演功能，让学生自主设置参数（试样尺寸、加载速率），实时观察 AI 生成的应力分布云图与实验数据，实现“反复操作、零成本试错”；创新探究层（如汽车用钢疲劳性能优化）引入企业实际检测数据（锦州捷通铁路机械有限公司材料数据），学生通过 AI 模块设计“热处理工艺 – 力学性能”的优化方案，实现从验证性实验到创新性设计的能力跃迁。

实验流程的智能闭环：建立“虚拟预演 – 实操验证 –AI 分析”的实验全流程闭环：虚拟预演阶段，AI 实时纠正学生操作错误（如标距设置不符合 GB/T 228.1–2021 标准时的即时提示）；实操验证阶段，实验数据自动同步至 AI 系统；分析阶段，AI 对比虚拟与实操数据（如屈服强度误差原因诊断），生成“数据对比报告 + 误差优化方案”，使学生实验数据准确性及实验操作熟练度有效提升。

3.2.3 工程应用维度：AI 搭建的产教融合与能力迁移通道

以对接区域产业需求、培养工程实践能力为导向，构建 AI 赋能的工程应用教学体系。

其一，产业场景的教学化转化：辽阳象屿铝业有限公司、锦州捷通铁路机械股份有限公司等辽宁省本地企业，将产业实际需求转化为教学场景—开发“球墨铸铁拉伸力学性能检测”“铝合金疲劳试验模拟”等定制化模块，模块

内嵌企业检测标准、实际生产参数（如热处理加工参数），学生通过 AI 模块模拟企业检测流程：输入材料参数→ AI 生成预期性能指标→虚拟实验验证→ AI 诊断性能达标度→优化工艺参数（如强度、延伸率未达标时的时效温度及时长调整建议），实现“课堂场景与产业场景”的无缝衔接。

其二，工程能力的系统化培养：构建“AI 辅助工程问题解决”的能力培养路径：通过“产业案例分析（如汽车用钢疲劳失效诊断）→ AI 工具应用（如材料性能预测模型）→方案设计与验证（如新材料选型建议）”的教学流程，引导学生运用 AI 技术解决“材料性能分析 – 工艺优化 – 工程选型”的全链条问题。旨在增强学生的工程应用能力。

其三，产教资源的协同共建：建立高校 + 企业的 AI 教学资源协同开发机制：企业提供产业数据（如 1200 组球墨铸铁或 6xxx 合金挤压材的力学检测数据）与技术标准，辽宁工业大学提供 AI 建模技术支持，负责教学场景转化，形成“产业数据 –AI 模型 – 教学模块”的资源转化闭环，既降低资源开发成本，又确保教学内容与产业技术同步更新。

3.3 利用 AI 优化教学评价

过程性评价指标体系构建：基于 AI 数据分析，建立全面的过程性评价指标体系。除了传统的作业成绩、课堂表现外，还纳入学生在虚拟实验中的操作熟练度、学习平台上的资源浏览记录、与 AI 学习助手的互动频率等指标。例如，通过分析学生在虚拟实验平台上的操作轨迹和时间，评估其对实验步骤的掌握程度；根据学生在学习平台上对不同知识点资源的访问次数和停留时间，了解其对知识的关注程度和学习难点，实现成绩评价动态化升级。

实时反馈与动态评价：AI 评价系统实时收集学生的学习数据，并进行分析处理，及时向学生和教师反馈评价结果。对于学生，系统提供详细的学习报告，指出其在各个学习环节中的优点和不足，并给出改进建议。教师根据 AI 反馈的评价结果，动态调整教学策略，针对学生普遍存在的问题进行集中讲解，对个别学生的特殊情况进行个性化辅导。

评价结果的应用与改进：将 AI 评价结果应用于教学质量的持续改进。学校和教师定期对评价数据进行深度挖掘和分析，总结教学过程中的经验教训，发现教学中存在的问题和潜在风险。例如，如果发现某一章节的学生学习效果普遍不佳，教师可以重新审视该章节的教学内容和方法，优化教学资源，调整教学安排，以提高教学质量。

4 辽宁工业大学实施上述实践策略的可行性分析

辽宁工业大学作为地方工科院校，材料成型及控制工程专业为学校重点建设专业，具备实施 AI 赋能材料力学性能课程教学改革的良好基础，具体可行性从以下四个方面分析：

4.1 平台支撑

学校已建成先进材料虚拟仿真训练中心，配备 30 个高性能图形工作站、15 套 VR 交互设备，依托 Unity 引擎搭建了初步的虚拟实验平台，可满足 AI 辅助教学中虚拟仿真、数据处理等硬件需求。同时，中心预留了技术升级接口，可根据改革需求拓展 AI 模型部署、多设备协同等功能，为策略落地提供硬件保障。

4.2 校企合作基础

辽宁工业大学与辽阳象屿铝业有限公司、锦州捷通铁路机械股份有限公司等辽宁省本地制造企业建立了长期合作关系，企业可稳定提供材料力学性能检测数据、行业技术标准及工程案例，为产教融合策略实施提供实践资源。此外，企业工程师可参与教学模块设计、评价标准制定，确保改革方向与产业需求一致。

4.3 师资力量保障

课程组现有教师 11 人，其中教授 5 人，35 岁及以下博士青年教师 4 人，博士学位教师占比 90.9%，多数教师具备材料力学性能检测、成型工艺优化等相关研究背景，对课程核心知识点与教学难点有深刻理解。近年来，学校持续开展 AI 教育应用专项培训，已有 4 名教师能熟练使用 AI 分析软件（如 Python 机器学习库、虚拟仿真开发工具），2 名教师具备虚拟仿真模块开发能力，为策略实施提供人才支撑。

4.4 学生基础条件

材料成型及控制工程专业学生入学后，已修读“计算机基础”“Python 编程入门”等课程，具备基本的计算机操作与简单编程能力，为学习 AI 辅助教学工具（如虚拟实验平台、数据处理软件）奠定技术基础。前期调研显示，90% 以上的学生对智能化教学手段持积极接受态度，愿意参与 AI 赋能的教学改革，为策略落地提供良好的学生基础。

5 AI 赋能材料力学性能课程教学的未来展望

5.1 技术发展趋势与教学应用前景

随着 AI 技术的不断发展，未来在材料力学性能课程教学中，将出现更先进的技术应用。例如，基于深度学习

的智能辅导系统将更加智能，能够实现与学生的自然语言对话，深入理解学生的问题，并提供更精准、详细的解答。增强现实（AR）和虚拟现实（VR）技术与 AI 的深度融合，将为学生创造更加沉浸式的学习环境，使学生仿佛置身于材料微观世界或真实的力学实验场景中，进一步提升学习体验和效果。此外，AI 在材料性能预测和新材料设计方面的研究成果也将逐渐融入教学内容，拓宽学生的视野，培养学生的创新思维和科研能力。

5.2 面临的挑战与应对策略

AI 赋能教学在未来也面临一些挑战。首先，AI 技术的快速更新换代需要教师不断学习和适应，如何为教师提供持续有效的技术培训是亟待解决的问题[11]。其次，随着 AI 教学应用的深入，数据安全和隐私保护问题日益突出，需要建立健全相关的法律法规和技术保障措施。针对这些挑战，应采取以下应对策略。一是建立常态化的教师 AI 技术培训机制，定期组织线上线下培训活动，邀请专家进行技术讲解和案例分享，鼓励教师之间的交流与合作。二是加强数据安全管理，采用加密技术、访问控制等手段保护学生和教师的教学数据安全，同时制定严格的数据使用规范。

5.3 对材料类专业人才培养的影响

从长远来看，AI 赋能材料力学性能课程教学将对材料类专业人才培养产生深远影响。一方面，培养出的学生将具备更强的跨学科知识融合能力，既掌握扎实的材料力学性能知识，又熟悉 AI 技术在材料领域的应用，能够更好地适应未来材料科学与工程领域的发展需求。另一方面，有助于培养学生的创新能力和自主学习能力，使学生在面对复杂材料问题时，能够运用 AI 工具进行分析和解决，为材料领域的科技创新提供人才支撑。此外，还将推动材料类专业教育教学模式的变革，促进教育教学质量的全面提升，培养出更多高素质、创新型的材料专业人才，为我国材料产业的转型升级和创新发展提供有力的人才保障[12]。

6 结语

针对材料力学性能课程传统教学痛点，本研究构建 AI 技术驱动“理论教学 – 实验实践 – 工程应用”三维深度融合的课程体系框架，系统提出了 AI 辅助教学资源构建、三维融合教学实施、AI 优化教学评价等实践策略，并以辽宁工业大学为例分析了策略实施的可行性，预判了改革预期效果。研究形成的策略体系为后续教学实践的开展提供了清晰路径与理论支撑。未来需结合实践反馈进一步优化策略细节，推动 AI 技术与课程教学的深度融合，最终实现材料成型及控制工程专业人才培养质量的提升，为制造业转型升级输送符合需求的应用型人才。

参考文献：

[1] 尹瑞森，陈立明，涂坚等. 面向新工科的材料力学创新类实验设计[J]. 实验科学与技术，2025: 1-6.

[2] 范钦珊，殷雅俊. 材料力学[M]. 清华大学出版社有限公司，2004.

[3] 刘伟，李能，周标等. 复杂结构与高性能材料增材制造技术进展[J]. 机械工程学报，2019, 55(20): 128-151.

[4] 周军，陈洪美，冯迪等. 材料力学性能课程教学改革策略[J]. 造纸装备及材料，2024, 53(09): 212-214.

[5] 李晓理，张博，王康等. 人工智能的发展及应用[J]. 北京工业大学学报，2020, 46(6): 583-590.

[6] 赵沛，杨卫. AI 时代的力学教学[J]. 力学与实践，2025, 47(01): 9-14.

[7] 殷雅俊. 直面 AI 挑战 -“101 计划”下的材料力学教学研究[J]. 力学与实践，2025, 47(4): 697-704.

[8] 杨庆生，杜家政，刘夏等. 人工智能类新工科专业基础力学公共课程的教学设计[J]. 力学与实践，2025: 1-6.

[9] 陈维维. 多元智能视域中的人工智能技术发展及教育应用[J]. 电化教育研究，2018, 39(07): 12-19.

[10] 曹世豪，郑德乾，咸庆军等. AI 技术与多平台深度融合下的线上线下教学研究[J]. 科教文汇，2025, (21): 99-102.

[11] 陈玉琨. AI 时代的挑战与教师的使命[J]. 现代教学，2025(20): 1.

[12] 张帆. 人工智能技术赋能高校思政课教学改革创新研究[J]. 学校党建与思想教育，2025(04): 53-56.

基金项目：辽宁工业大学研究生教育改革创新项目（YJG2025006）。

作者简介：王光东，辽宁工业大学讲师，材料学博士。