

基于智能化教学的《机械制造技术基础》课程改革与实践探索

尹钰华^(通讯作者) 常利军

西华大学机械工程学院, 四川成都, 610039;

摘要: 人工智能(AI)技术的快速发展,正深刻改变机械专业的教学模式与学习方式。作为机械专业的核心基础课程,《机械制造技术基础》长期承担着学生制造工艺认知、机械加工原理与智能制造思维的启蒙任务。本文从AI在机械工程专业中的应用现状出发,探讨其对《机械制造技术基础》课程教学及实践路径的影响机制。研究发现,AI在课程内容重构、个性化学习支持、智能实验教学与过程性评价等方面展现出显著优势,同时也面临师资能力不足、技术依赖风险与伦理规范缺失等挑战。通过对国内外典型研究与教学案例的分析,本文提出了以“AI+教学设计”,“AI+虚拟制造实验”,“AI+学习诊断”为核心的课程改革路径,为新时代背景下机械制造基础课程的数字化转型提供参考。

关键词: 人工智能; 机械制造技术基础; 智能教学; 课程改革

DOI: 10.69979/3029-2735.26.03.058

引言

近年来,人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术在教育领域的广泛应用,正深刻变革教学模式与学习方式^[1]。在工程教育中,AI已从辅助工具转变为知识建构与创新实践的重要驱动力。机械类课程因实验性强、系统性突出,正加速向“智能驱动”转型^[2]。《机械制造技术基础》课程涵盖金属切削、成形工艺、制造系统及数控加工等核心模块,直接影响学生对智能制造趋势的把握,在新工科人才培养体系中具有承前启后的关键地位。然而,传统教学仍存在理论实践脱节、资源更新滞后及学习兴趣不足等问题^[3]。AI的深度引入为课程知识组织、教学方法与评价体系带来重大突破,如智能推荐实现资源个性化匹配、机器学习精准识别知识盲区、虚拟制造实验显著提升沉浸感与交互性^[4],为复杂制造知识的理解与迁移提供了新的技术路径。

现有研究从不同层面探讨了AI在机械工程教育中的应用形态,包括教学辅助系统用于提升课堂互动与即时反馈、虚拟仿真平台强化操作技能与工程理解,以及基于学习分析的教学过程优化^[5]。基于具体教学场景的研究表明,AI驱动的切削参数优化实验可显著提升学生的工程思维与数据分析能力^[6],虚实结合的智能制造实践平台有助于构建分层递进的教学体系^[7],而大语言模型教学助手则在减轻教师重复劳动、提升教学效率方

面展现出明显优势^[8]。与此同时,随着AI在教学环节中的深度嵌入,其潜在风险亦逐渐显现:教师在算法与教学融合方面的专业培训相对滞后,“黑箱”特性可能削弱教学过程的透明度与公平性,数据使用也面临隐私与伦理风险^[9],对课程治理机制与教学规范提出了更高要求。因此,亟需系统研究AI在课程内容重构、实验设计创新及评价机制优化中的作用。

1 AI赋能的教学模式与学习路径创新

《机械制造技术基础》是连接机械加工理论与工程实践的核心课程,涵盖制造工艺基础、加工设备、工艺系统分析及数控与自动化制造等内容,知识具有经验性、规则性与系统复杂性并存的特点,对理论、实验与实践的深度融合提出了较高要求。然而,受教学模式与实验条件限制,传统课堂在系统工程思维与综合应用能力培养方面仍显不足,知识碎片化与实践资源受限问题尤为突出。

AI技术为该课程提供了系统性赋能路径。通过高精度加工仿真与可视化教学,学生可在虚拟环境中直观感知切削力、刀具磨损及表面质量等关键过程特征,从而深化对加工机理的理解,并在安全、高效条件下替代部分传统实验。结合智能分析与反馈机制,教学系统能够实时识别学生的认知盲区并提供个性化学习支持,推动自适应学习的实现。同时,基于知识图谱的推理与推

荐机制,有助于构建完整、连贯的知识结构,缓解知识碎片化问题。进一步地,AI在工艺参数优化、刀具路径规划及能耗预测等环节的引入,使学生得以参与制造系统多目标决策过程,逐步形成“算法即工艺”的现代工程认知。

基于上述分析,AI赋能为《机械制造技术基础》课程的教学模式重构提供了现实基础与技术条件。针对课程实践性强、知识结构复杂的特点,本文探讨AI在课堂资源生成、个性化学习、虚拟实验与工程案例教学中的应用,并强调教师与学生角色的转变,共同构建面向智能制造能力培养的教学模式框架。相关教学流程与学习路径优化思路如图1所示。



图1 AI赋能的教学模式与学习路径创新框架图

1.1 智能教学辅助系统设计

AI可对课堂测验、作业及实验操作进行实时评分与分析,形成个性化学习档案。教师可基于数据精准识别学生在工艺原理、加工参数优化或实验操作中的薄弱环节,从而实施针对性辅导,提升教学效果。

智能教学辅助系统通过自然语言处理、知识图谱与生成模型技术,可自动生成多维度学习资源,包括教材摘要、关键概念可视化、工艺流程动画及微课视频,实现资源的动态更新与多样化呈现。系统还可通过课堂行为监测与实时学习分析优化互动反馈,对学生参与度、答题正确率进行智能统计,并生成可视化报告,帮助教师调整授课节奏与重点,实现高效闭环教学。

1.2 自适应学习平台

个性化学习路径通过分析学生在线学习行为、实验操作数据及测试成绩,构建学习能力画像,并结合知识图谱进行自适应资源推荐。系统动态推送适合学生当前阶段的教材章节、仿真实验、工程案例及拓展阅读,形

成“精准推送+自主探索”的学习闭环,有效避免知识碎片化。

该模式促成学习路径的优化与自我调控。学生可根据系统反馈自主选择强化训练、案例分析或实践任务,平台实时调整学习计划,实现“个性化——自适应——迭代优化”的闭环,既掌握基础知识,又培养工程应用能力与创新思维。

1.3 AI驱动的虚拟仿真实验

AI与数字孪生技术结合,可构建高保真虚拟实验环境,实现切削力、刀具磨损及加工误差的实时可视化。学生在安全、低成本环境下进行多工况实验,深入理解复杂工艺机理,并提升问题分析与解决能力。系统还能监控实验操作轨迹,提供指导性提示,教师可据此优化实验安排与内容设计。

同时,AI支持工程案例的智能化呈现,经典案例转化为可交互的虚拟仿真任务,学生通过参数调节和工艺模拟理解多目标决策、工艺优化及质量控制,实现理论知识与实践的有机结合。

1.4 认知模式的转变

AI不仅是工具,也促使教师从“知识传授者”转为“学习引导者”,将精力集中于个性化指导、实验设计及创新思维培养。学生则从“被动接受者”转为“自主探索者”,通过智能推荐、虚拟实验与案例模拟自主选择学习路径,增强主动学习与问题解决能力。AI提供的实时数据与反馈支持反思性认知,提高学习效率与迁移能力。

这一师生协同的智能化生态,使课堂从单向传授转向多维互动,实现“教学智能化、学习个性化、实践可视化”的教育目标。AI技术为课程提供了从教学资源、课堂反馈、实验实践到学习路径优化的全方位创新空间,推动教学模式向智能交互、个性化发展与实践驱动转变,为智能制造人才培养奠定基础。

2 教学成效分析与实施挑战

AI技术在《机械制造技术基础》课程中的应用显著提升了教学效果,但也带来教育伦理、系统可信度等挑战。本节结合实证数据与实践经验,从教学成效、风险挑战、质量保障与持续改进多个维度分析,框架如图2所示。



图2 AI赋能下《机械制造技术基础》课程教学成效分析与实施挑战框架图

2.1 教学成效的实证分析

在AI驱动的个性化环境下，多元数据调研显示学生学习投入和行为显著改善：在线学习时间比传统模式增加约15%至25%，虚拟实验重复尝试次数明显上升，表明即时反馈与沉浸式体验激发了学生主动性。知识掌握和成绩也显著提升：平均课程成绩提高10%至18%，尤其在加工参数优化与复杂工艺规划等应用题上效果突出，显示AI在培养工程思维和应用能力方面的有效性。

此外，AI增强了学生创新意识与实践能力。虚拟实验与智能工程案例提升了沉浸感和互动性，学生任务完成率比传统实验高约20%，自主探索额外案例的比例增加，体现了AI对探索精神与创新能力的激发作用。

2.2 AI赋能教育的风险审视

AI在提升效率的同时也带来潜在风险，包括学生隐私、数据安全、算法透明性及教育公平性。智能平台需规范数据采集、存储和使用，防止隐私泄露与滥用。AI评价系统的“黑箱特性”可能导致算法偏见，影响公平性，需引入可解释AI以增强可信度。此外，过度依赖AI可能削弱学生分析能力和教师教育判断力，因此应坚持人机协同模式，将AI作为辅助而非替代。

2.3 教学质量保障机制

教学质量依赖AI系统的稳定性和数据准确性。虚拟实验平台需建立应急响应机制，如数据备份、系统监控及手动介入策略，确保教学连续性。评价体系应结合教师人工评价与过程观察，多维度验证AI结果，提升决策科学性。教师专业能力和角色重塑同样非常重要，需掌握AI使用、数据分析及智能环境下的教育判断，

以充分发挥AI辅助作用。

2.4 智能化教育的未来方向

为实现《机械制造技术基础》课程的持续优化，应构建可解释的个性化学习闭环，结合知识图谱与能力画像动态调整学习路径，并通过可解释AI向师生展示推荐与评价依据，提高教学透明度。与此同时，应强化数据治理与隐私保护，提升教育决策的科学性与可靠性。教师与AI应形成协同模式：教师主导复杂问题解析、创新引导与工程思维培养，AI提供自动化和个性化辅助支持，实现高效互动。高保真虚拟实验资源与开放式工程案例库的持续拓展，将鼓励学生在多变量、多工况条件下开展探索性实验，全面提升工程实践能力。

未来，AI在工程教育中的应用应进一步深化：发展多模态数据驱动的智能评测系统，实现对学生复杂思维与创新潜力的精准评估；拓展AI驱动的虚拟协作制造平台，支持跨专业团队实践；探索生成式AI在产品设计与工艺规划中的应用，培养学生智能决策能力。

综上，AI赋能不仅提升了教学质量和学习成效，也优化了教学生态，推动个性化学习、创新思维培养、教师专业发展与新工科人才培养的有机融合，构建以AI为核心的智能制造教育新生态。

3 结论

本研究探讨了AI对《机械制造技术基础》课程教学改革的促进作用。研究证实，AI技术对《机械制造技术基础》课程教学改革具有显著促进作用。通过个性化学习路径、智能辅助系统和高保真虚拟实验，AI有效解决了传统教学中理论与实践脱节、评价滞后等问题，提升了学生的学习投入、知识掌握和创新实践能力。然而，教育伦理、数据隐私、算法公平性及技术依赖仍需重视，必须通过人机协同和教师专业支撑保障教学质量。面向未来，需进一步构建可解释、可信赖的智能教学生态，推动教师主导与AI协同并行发展，以实现智能化教学的可持续深化与新工科人才培养目标的稳步达成。

参考文献

- [1] Pedro F, Subosa M, Rivas A, et al. Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development[R]. Paris: UNESCO, 2019.
- [2] Chen L, Chen P, Lin Z. Artificial intelligence

- nce in education: A review[J]. IEEE Access, 2020, 8: 75264-75278.
- [3]Hernandez-de-Menendez M, Escobar D í az C A, Morales-Menendez R. Engineering education for smart 4.0 technology: a review[J]. International Journal on Interactive Design and Manufacturing, 2020, 14(3): 789-803.
- [4]李聪波, 林利红, 汤宝平, 等. 新工科建设背景下机械制造技术基础课程建设探索[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(2): 23-28.
- [5]Cantú -Ortiz F J, Galeano S á nchez N, Garrido L, et al. An artificial intelligence educational strategy for the digital transformation [J]. International Journal on Interactive Design and Manufacturing, 2020, 14(4): 1195-1209.
- [6]Alghazo M, Ahmed V, Bahroun Z. Exploring the applications of artificial intelligence in mechanical engineering education[J]. Frontiers in Education, 2025, 9: 1492308.
- [7]彭翀, 车众元, 胡辉, 等. 虚拟仿真与机器学习融合的数控切削实验教学[J]. 实验科学与技术, 2025, 17(1): 1-5.
- [8]程胜明, 王雅君, 张昕晨, 等. 智能制造背景下虚实结合的实践教学模式研究[J]. Advances in Education, 2021, 11: 2198-2202.
- [9]Zawacki-Richter O, Mar í n V I, Bond M, et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education -where are the educators?[J]. International journal of educational technology in higher education, 2019, 16(1): 1-27.
- 作者简介: 尹钰华 (1990.03-) 男, 汉族, 山西原平人, 博士研究生, 工程师, 研究方向: 复杂装备故障预测与健康管理。
- 常利军 (1993.08-) 男, 汉族, 山西长治人, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 结构冲击响应。
- 本文为电子科技大学“四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(项目编号: JG2024-0231)” ; 西华大学“西华大学研究生教育教学改革与实践项目(项目编号: YJG202516)”研究成果。