

AI Teaching Innovation for Intelligent Restructuring of Mechanical Principles Course

Yuling Zhang¹ Shaoze Yan²

1. Beijing Forestry University, Beijing, 100000, China

2. Tsinghua University, Beijing, 100000, China

Abstract

The digital transformation of education is driving profound changes in higher engineering education toward intelligentization and personalization. As a foundational course for mechanical engineering disciplines, traditional teaching models of Mechanical Principles struggle to meet the evolving demands of manufacturing intelligence upgrades for engineering talent development. This study employs artificial intelligence technology as a driving force to conduct intelligent restructuring research for Mechanical Principles courses. A comprehensive curriculum framework is established, incorporating knowledge graphs, intelligent learning support systems, virtual-real integrated practice modules, and smart assessment feedback mechanisms. Through deep integration of AI large models with instructional practices, the study addresses critical challenges in traditional teaching resources, learning pathways, and knowledge transfer processes.

Keywords

artificial intelligence; mechanical principles; curriculum restructuring; smart teaching

智能重构机械原理课程的 AI 教学革新

张玉玲¹ 阎绍泽²

1. 北京林业大学, 中国·北京 100000

2. 清华大学, 中国·北京 100000

摘要

教育数字化转型推动高等工科教育向智能化、个性化方向深度变革, 机械原理作为机械类专业基础课程, 其传统教学模式难以适配制造业智能化升级对工程人才的培养要求。文章以人工智能技术为驱动力, 开展机械原理课程的智能重构研究, 构建包含知识图谱、智能学习支持、虚实融合实践、智能评估反馈的课程重构框架, 通过AI大模型与课程教学的深度融合, 突破传统教学资源、路径与知识转化的痛点。

关键词

人工智能; 机械原理; 课程重构; 智慧教学

1 引言

制造业的智能化转型升级对高等工科教育提出了全新要求, 迫切需要培养兼具扎实专业基础、数字化素养与高阶工程思维的复合型工程人才。机械原理课程作为机械类、近机械类专业衔接基础理论与工程实践的核心课程, 在培养学生机构设计、系统分析与创新实践能力方面具有不可替代的作用, 其教学质量直接影响学生后续专业学习与职业发展。当前, 机械原理课程教学仍存在诸多现实困境, 教学资源呈现单一学科导向, 缺乏跨学科融合案例; 教学路径以标准化为主, 难以满足学生个性化学习需求; 知识转化机制薄弱, 学生理论应用与工程实践能力脱节^[1]。随着 AI 大模型、知

识图谱等人工智能技术在教育领域的落地应用, 为课程教学的智能重构提供了技术支撑。文章立足高等工科教育的育人目标, 以人工智能技术为依托, 通过教学实践, 探索机械原理课程的教学革新路径。

2. 机械原理课程智能重构框架设计

2.1 框架总体设计

机械原理课程智能重构框架以人工智能技术为驱动力, 遵循“产出导向、学生中心、持续改进”原则, 构建“一核四维”体系, 以 AI 技术融合为核心, 涵盖知识图谱构建、智能学习支持、虚实融合实践、智能评估反馈四个维度, 实现课程全方位智能重构。框架遵循“目标引领-技术赋能-实践支撑-评价闭环”逻辑, 依托 AI 大模型、知识图谱等技术赋能教学, 通过虚实融合实践实现知识向能力转化, 借助智能评估反馈形成持续改进的闭环智能教学体系, 各模块

【作者简介】张玉玲(1989—), 女, 中国河南人, 博士, 讲师, 从事仿生机构设计研究。

协同发力、相互支撑。

2.2 知识图谱构建模块

该模块通过 AI 技术破解知识碎片化难题,依托 AI 大模型的知识提取能力,拆解机械原理核心知识,梳理出涵盖机构结构、运动、动力分析及创新设计的核心知识点,明确其关联关系。结合聚类算法与专家经验,构建“核心知识点-知识脉络-跨学科融合-工程应用”四层知识图谱,融入跨学科知识,配套多元化学习资源,实现知识与资源精准关联。同时,利用 AI 大模型动态更新知识图谱,补充前沿内容,通过可视化界面为学生提供清晰学习路径^[2]。

2.3 智能学习支持模块

该模块以 AI 大模型与知识图谱为支撑,构建课程专属智能体,整合智能学伴、推荐、答疑功能,通过分析学生学习数据实现精准指导^[3]。智能学伴提供 7×24 小时答疑与探究引导,智能推荐根据学生学情推送个性化资源与路径,智能答疑依托 AI 大模型精准解惑并引导深度思考。同时,为教师提供备课助手、智能出题功能, AI 大模型自动生成教案与习题,降低备课工作量,助力教师聚焦个性化指导。

2.4 虚实融合实践模块

作为知识向能力转化的核心,该模块依托 AI 与虚拟仿真技术,构建“虚拟仿真-实物制作-工程实践”三阶体系。虚拟仿真环节,学生通过 AI 驱动平台开展机构设计与调试, AI 大模型提供设计优化建议;实物制作环节,学生将仿真方案转化为实物,提升动手能力;工程实践环节,结合产业需求设计高阶项目,引导学生融合跨学科知识解决真实工程问题,培养系统思维与创新能力。

2.5 智能评估反馈模块

该模块以“过程性+终结性”考核为核心,依托 AI 技术构建评估闭环,采集学生全维度学习数据形成个性化画像。过程性考核通过 AI 系统智能批改习题、仿真操作等,结合教师评价全面反映学生能力;终结性考核采用“理论+项目”形式, AI 大模型负责理论考试出题与阅卷,项目设计考查综合能力。AI 系统分析考核数据,为学生提供改进建议、为教师提供教学优化方案,评估结果可视化呈现,助力教学持续改进。

3 教学实施与案例分析

3.1 教学实施流程

机械原理课程 AI 教学革新遵循“课前自主学习-课中互动探究-课后拓展实践”三阶流程,依托智能重构框架实现线上线下融合教学,凸显学生主体与教师引导作用。课前,教师通过智能学习支持模块发布任务与资源,学生依托知识图谱和智能学伴自主学习、完成课前习题, AI 智能体分析学习数据,为教师明确课堂重难点、制定个性化教学方案。课中,教师围绕学生薄弱点开展互动教学,结合案例分析、小组讨论等形式深化知识理解,依托虚拟仿真平台开展课堂实践, AI 智能体实时答疑指导,提升课堂效率。课后,教师结合学情推荐个性化拓展资源与实践项目,学生依托虚

实融合实践模块完成从虚拟仿真到实物制作的设计,以学习共同体形式合作探究,教师通过智能评估反馈模块实时评价指导^[4]。

3.2 典型教学案例分析

以机械原理课程中的“非圆齿轮的创新设计”教学为例,开展 AI 教学革新的案例实践。依托课程智能重构框架,设计“理论解析-虚拟仿真-案例讲解-实物制作-成果优化”的一体化教学路径,实现知识点的深度教学与能力的综合培养。

在理论解析环节,依托知识图谱构建模块,梳理非圆齿轮设计的核心知识点,包括齿廓啮合基本定律、变传动比设计、节曲线绘制等,通过可视化的知识图谱呈现各知识点的关联关系,帮助学生构建系统化的知识框架。AI 智能学伴为学生提供一对一的课前答疑,针对学生提出的节曲线绘制、传动比计算等问题,通过图文、视频等形式进行详细解答,引导学生自主探究。

在虚拟仿真环节,依托虚实融合实践模块的 AI 驱动虚拟仿真平台,学生自主设计非圆齿轮的节曲线与齿廓参数,平台实时模拟非圆齿轮的啮合运动过程,直观呈现设计参数对齿轮运动性能的影响。AI 大模型根据学生的设计方案,自动分析方案的合理性,针对参数设计不合理导致的啮合干涉、传动不稳定等问题,提出具体的优化建议,学生可根据建议反复调整设计参数,直至达到设计要求。

在案例讲解环节,教师依托 AI 大模型整合的工程案例库,选取航空航天、农业机械、精密仪器等领域的非圆齿轮应用案例,分析非圆齿轮在实际工程中的设计要点与应用价值,引导学生将理论知识与工程实践相结合。同时,组织学生开展小组讨论,探讨非圆齿轮在不同工程场景中的创新应用,培养学生的工程思维与创新意识。

在实物制作环节,学生将虚拟仿真优化后的设计方案转化为实物,依托工程训练中心的数控加工设备,完成非圆齿轮的建模、加工与装配。在加工过程中,学生遇到的加工工艺、精度控制等问题,可通过 AI 智能体与企业导师进行实时沟通,获得专业的指导建议。通过实物制作,学生不仅掌握了非圆齿轮的设计方法,还提升了动手操作能力与工程实践能力。

在成果优化环节,学生对制作完成的非圆齿轮进行性能测试,分析测试结果与虚拟仿真结果的差异,查找问题原因,结合 AI 大模型的优化建议与团队讨论结果,对设计方案与加工工艺进行进一步优化。同时,以学习共同体为单位,开展成果展示与交流,各小组分享设计思路、实践过程与成果体会,教师进行综合点评,肯定学生的创新点,指出存在的问题,提出改进方向。

3.3 教学实施保障

为确保机械原理课程 AI 教学革新的顺利实施,构建了“技术-资源-师资”三位一体的实施保障体系^[5]。在技术保障方面,搭建了集知识图谱、智能学习支持、虚实融合实

践、智能评估反馈于一体的智慧教学平台，配备专业的技术维护团队，确保平台的稳定运行与功能优化；在资源保障方面，构建了动态更新的“点线面体”分阶式教学资源库，涵盖基础微课、虚拟仿真资源、工程案例、科研前沿等多类型资源，为教学实施提供丰富的资源支撑；在师资保障方面，开展系统化的师资培训，提升教师的数字素养与AI教学应用能力，同时组建由专业教师、企业导师、技术人员组成的教学团队，为教学实施提供全方位的指导与支持。

4 效果评价与讨论

4.1 教学效果评价

本次教学案例实践中，AI技术实现了从知识传授到实践指导的全流程赋能，有效破解了“非圆齿轮的创新设计”的教学难点。学生不仅深入理解了非圆齿轮设计的核心知识，还掌握了从设计到制作再到优化的全过程工程方法，工程实践能力与创新能力得到显著提升。同时，学生的自主学习积极性与团队协作能力也得到了有效培养，取得了良好的教学效果。

从知识掌握、能力发展、教学效率三个维度对机械原理课程AI教学改革的效果进行综合评价，结果表明，该新模式实现了教学质量与教学效率的双重提升。在知识掌握方面，改革后学生对课程核心知识点的理解深度与应用能力显著提升，期末考试平均分较传统教学模式提升15%以上，80分及以上学生占比提升20%，学生的知识掌握情况呈现出阶梯式提升的特征，表明个性化的学习支持有效激发了学生的学习积极性。

在能力发展方面，学生的工程实践能力、创新能力与跨学科思维能力得到显著培养。改革实施以来，学生参与学科竞赛、科研实践的积极性大幅提升，获得各类专业学科竞赛奖项10余项，学生能够熟练运用机械原理知识结合跨学科知识解决复杂的工程设计问题，高阶工程思维能力得到有效发展。

在教学效率方面，AI技术的应用大幅提升了教学效率，教师的备课、批改作业、出题等工作的时间减少60%以上，使教师能够将更多精力用于个性化指导与教学研究，师生互动的频次与质量显著提升。同时，智慧教学平台实现了教学过程的数字化管理，教学数据的采集与分析更加便捷，为教学过程的持续改进提供了数据支撑。

4.2 问题与讨论

机械原理课程AI教学改革虽取得了显著的教学效果，但在实施过程中仍存在一些亟待解决的问题。其一，师生数字素养参差不齐，部分学生与教师对AI技术的应用能力不足，难以充分发挥智慧教学平台的功能，制约了教学改革的实施效果；其二，动态资源库的建设与维护需要持续的人力、物力投入，资源的更新速度与前沿性仍需进一步提升；其三，高阶工程思维的评价体系仍不够完善，当前的评估体系虽实

现了过程性与终结性考核的结合，但对学生的系统思维、创新思维等高阶工程思维的评价仍缺乏科学、量化的指标。

针对上述问题，需要从三个方面进行改进：一是加强师生数字素养培训，开展系统化的AI技术与智慧教学平台应用培训，提升师生的数字化应用能力；二是构建“师生共建、校企协同、科研反哺”的资源建设机制，充分发挥学生、企业、科研团队的作用，实现教学资源的动态更新与持续优化；三是完善高阶工程思维的评价体系，结合工程教育认证的要求，构建多维度、量化的评价指标，实现对学生高阶工程思维的科学评价。

5 结论与展望

5.1 研究结论

本文以人工智能技术为核心驱动力，开展机械原理课程的智能重构与教学改革研究，构建了“一核四维”的课程智能重构框架，实现了课程知识图谱、智能学习支持、虚实融合实践、智能评估反馈的系统化构建，形成了“课前自主学习-课中互动探究-课后拓展实践”的线上线下融合教学模式。实践结果表明，该AI教学改革新模式有效破解了传统机械原理课程教学资源单一、教学路径固化、知识转化薄弱的痛点，实现了教学过程的个性化、智能化与实践化。学生的知识掌握深度、工程实践能力与创新能力得到显著提升，教师的教学效率大幅提高，教学团队的数字化教学能力得到有效培养。

5.2 未来展望

未来，机械原理课程AI教学改革将围绕“深度融合、开放共享、持续优化”的方向进一步深化。在技术融合方面，将进一步推动AI大模型、数字孪生、虚拟现实等新兴技术与课程教学的深度融合，构建更加智能化、沉浸式的教学场景，提升学生的学习体验与学习效果；在资源建设方面，将推动课程资源的开放共享，与高校、企业合作构建跨校、跨区域的教学资源库，实现资源的优势互补与协同发展；在模式优化方面，将基于教学数据的持续分析，不断优化课程智能重构框架与教学实施模式，完善高阶工程思维的评价体系，实现教学过程的闭环式持续改进。

参考文献

- [1] 王丹,赵德宏,孟丽霞,等.数智赋能的机械原理课程教与学协同优化实践路径[J].航海教育研究,2025,42(03):34-43.
- [2] 谢杰,蒋学东,周春东,等.对标一流课程的机械原理课程教学改革与建设[J].山西青年,2025,(13):133-135.
- [3] 陈久朋,伞红军,张帆.机械原理课程与智能技术深度融合的教改探索[J].实验室研究与探索,2025,44(05):196-201.
- [4] 唐亮,张宜旭.信息化背景下机械原理课程教学方法改革研究[J].中国机械,2025,(03):155-159.
- [5] 孙岩,王锐昌,刘春丽,等.机械原理课程的混合式教学研究与实践[J].科技视界,2021,(29):31-32.