

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

Digital transformation of education is promoting all sorts of changes in higher engineering education, particularly in the direction of intelligence and personalisation. As the foundation of many mechanical engineering disciplines, the traditional teaching mode of "Mechanical Principles" can no longer meet the requirements of manufacturing intelligence upgrades in cultivating new engineers. Artificial intelligence technology is used in this paper to carry out intelligent restructuring research on Mechanical Principles courses. A general curriculum system will be formed, and a knowledge graph, an intelligent learning support system, a virtual reality combined practice module and a smart assessment feedback mechanism will also be added. With the assistance of AI large models, this paper studies problems in the teaching materials and learning routes of older school education, as well as deficiencies in knowledge transfer.

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

教育领域的数字化转型正在推动高等工程教育发生全方位变革,尤其在智能化与个性化方向上表现显著。作为众多机械工程学科的基础课程,“机械原理”传统教学模式已无法满足智能制造智能化升级对培养新型工程师的要求。本文运用人工智能技术对《机械原理》课程开展智能化重构研究,将构建通用课程体系,并新增知识图谱、智能学习支持系统、虚拟现实结合实践模块以及智能评估反馈机制。借助AI大模型,深入剖析了传统学校教育中教材设计与学习路径存在的问题,以及知识传递方面的不足之处。

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

【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。

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

该模块依靠 AI 大模型和知识图谱来创建课程专属智能体,把智能学伴、推荐、答疑等功能融合起来,借助对学生学习数据的分析来进行精准引导^[3]。智能学伴提供 7*24 小时的答疑和探究指导,智能推荐按照学生的学情推送个性化的资源和路径,智能答疑依靠 AI 大模型准确解答疑惑并引领深入思考。教师配备备课助手、智能出题功能, AI 大模型自动生成教案、习题,减轻教师的备课工作负担,使教师把主要精力放在个性化辅导上。

2.4 虚实融合实践模块

该模块是知识向能力转化的主要途径,用 AI 和虚拟仿真技术来创建虚拟仿真、实物制作、工程实践三阶段的系统。虚拟仿真环节学生使用 AI 驱动的平台进行机构的设计和调试, AI 大模型给出设计改进的建议,实物制作环节学生把仿真方案转化成实物,提高动手能力,工程实践环节结合产业需求设计高阶项目,引导学生把跨学科知识运用到实际工程中去,培养系统的思维和创新的能力。

2.5 智能评估反馈模块

该模块以过程性、终结性考核为主,用 AI 技术创建一个闭环的评估体系,收集学生各方面学习数据形成个性化的画像。过程性考核用 AI 系统智能批改习题、仿真操作等方式,加上教师评价来全面反映学生的能力,终结性考核采取“理论+项目”的方式, AI 大模型负责理论考试出题和阅卷,项目设计考查综合能力。AI 系统分析考核数据,给学生提供改进意见,给老师提供教学改进方案,评价结果可视化展示,促进教学不断改进。

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

机械原理课程中“非圆齿轮的创新设计”为例,做 AI 教学革新实践。依托课程智能重构框架,创建起理论解析、虚拟仿真、案例讲解、实物制作、成果优化为一体的综合教学路径,达成知识点的深入教学和能力的全面培育。

在理论解析部分,利用知识图谱构建模块,整理出非圆齿轮设计的主要知识点,即齿廓啮合基本定律、变传动比设计、节曲线绘制等,用可视化的方式把各个知识点之间的联系表现出来,从而帮助学生建立系统的知识体系。AI 智能学伴给学生提供一对一的课前答疑服务,对于学生提出的关于节曲线绘制、传动比计算等各方面的问题,用图文、视频的形式来详细的解答,并引导学生自主探究。

在虚拟仿真实验中,利用虚实融合实践模块的 AI 驱动虚拟仿真平台,学生自行设定非圆齿轮的节曲线和齿廓参数,平台即时模拟出非圆齿轮的啮合运动情况,清楚地表现出设计参数同齿轮运动性能之间的联系。AI 大模型根据学生的设计方案,对方案的合理性进行分析,对参数设计不合理造成啮合干涉、传动不稳定等问题给出具体的优化建议,学生可以根据建议不断调整设计参数,直到达到设计要求为止。

教师利用 AI 大模型整理出的工程案例库,选取航空航天、农业机械、精密仪器等领域非圆齿轮的应用案例,分析非圆齿轮在工程中设计要点和应用价值,使学生把理论知识同工程实践联系起来。学生分组进行讨论,就非圆齿轮在各种工程场合的创新使用方式进行探究,从而培养学生的工程思维和创新精神。

实物制作环节中,学生把虚拟仿真优化好的设计方案变成实物,依靠工程训练中心的数控加工设备来完成非圆齿轮的建模、加工和装配。学生在加工过程中遇到的加工工艺、精度控制等各方面的问题,可以和 AI 智能体以及企业导师及时沟通,得到专业的指导建议。通过实物制作,学生不但会设计出非圆齿轮,而且动手操作的能力和工程实践能力也会得到提高。

学生对制作出的非圆齿轮进行性能测试,分析测试结果和虚拟仿真的结果之间存在的差异,找到问题原因,结合 AI 大模型的优化建议以及团队讨论的结果,对设计方案和加工工艺做进一步的优化。同时以学习共同体为单位开展成果展示和交流,各个小组分享设计思路、实践过程、成果体会,教师进行综合点评,肯定学生创新点,指出存在的问题,提出改进方向。

3.3 教学实施保障

为了保证机械原理课程 AI 教学革新工作顺利进行,创建起以技术、资源、师资三个方面的实施保障体系。从技术保障上搭建起一个包含知识图谱、智能学习支持、虚实融合实践、智能评估反馈的智慧教学平台,并配备有专门的技术维护人员,保证平台正常运转并持续改进,从资源保障上创建起“点线面体”分阶式教学资源库,包含基础微课、虚拟仿真资源、工程案例、科研前沿等各类资源,给教学实施赋予充裕的资源支撑,从师资保障角度出发,展开系统性的师资培训,加强教师的数字素养和 AI 教学应用能力,组建起专业教师、企业导师、技术人员组成的教学团队,给予教学实施全方位的引领和支持。

4 效果评价与讨论

4.1 教学效果评价

本次教学案例实践过程中, AI 技术对教学全过程进行了全方位赋能,很好地解决了“非圆齿轮创新设计”的教学难题。学生不仅能很好地掌握非圆齿轮设计的核心知识,而且可以熟练地完成从设计、制作到优化的全部过程,工程实践能力和创新能力都有了明显提高。同时学生自主学习的积极性、团队协作能力得到很好的培养,取得较好的教学效果

从知识掌握、能力发展、教学效率这三个方面对机械原理课程 AI 教学革新进行评价,结果显示该革新模式既能提高教学质量又能提高教学效率。从知识掌握角度来说,改革之后学生对于课程核心知识点的理解程度以及运用能力都有明显改善,期末考试平均分比传统的教学模式高出了 15% 以上, 80 分以上的考生所占比例也提高了 20%, 学生的知识掌握情况表现出阶梯式的上升特点,说明个性化的学习支持很好地调动了学生学习的积极性。

学生工程实践能力、创新能力、跨学科思维能力得到了较好的培养。改革开始以后,学生参加学科竞赛、科研实践的积极性明显提高,获得各种专业学科竞赛奖项 10 多项,学生可以熟练地将机械原理知识同跨学科知识结合起来,解决复杂的工程设计问题,高阶工程思维能力得到充分发展。

AI 技术在教学效率上起到很大的作用,教师备课、批改作业、出题等工作时间减少了 60% 以上,使教师有更多的时间去进行个性化指导和教学研究,师生互动的频率和质量也得到提高。智慧教学平台对教学过程进行了数字化的管理,教学数据的采集、分析更加方便,给教学过程的持续改进提供数据支持。

4.2 问题与讨论

机械原理课程 AI 教学革新虽然取得明显的效果,但是还存在着一些需要解决的问题。第一,师生数字素养参差不齐,部分学生和教师对于 AI 技术的应用能力欠缺,不能充分地发挥出智慧教学平台的作用,从而影响到教学革新成果的实现;第二,动态资源库的创建与保持要耗费大量的人力、物力,资源更新的速度和前瞻性还需加强;第三,高阶工程

思维的评价体系还不健全,目前的评价体系虽然实现了过程性与终结性考核的结合,但是对学生系统思维、创新思维等高阶工程思维的评价还缺少科学、量化的指标。

就以上问题而言,要从三个方面着手加以改进,第一是加强师生数字素养培训,对 AI 技术和智慧教学平台的应用开展系统性的培训工作,提高师生的数字化应用水平,第二是创建起“师生共建、校企合作、科研反哺”这一体系,充分发挥出学生、企业、科研团队等各方面的力量,使教学资源得以不断更新并得到改善,第三就是健全高阶工程思维的评价体系,依照工程教育认证的标准,创建起多方面、量化的评价指标,从而达成对学生的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革新研究,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 教学革新会朝着“深度融合、开放共享、持续优化”方向深入发展。技术融合上,将会进一步促进 AI 大模型、数字孪生、虚拟现实等新兴技术同课程教学的深度融合,创建出更为智能化、沉浸式的教学场景,从而改善学生的教学体验和学习成果,资源建设上,会促使课程资源走向开放共享,同高校、企业联手创建起跨校、跨区域的教学资源库,达成资源间的互相补充与共同发展,模式改良上,依照教学数据的持续剖析,不断改进课程智能重构架构及教学执行模式,健全高阶工程思维的评判体系,达成教学进程的闭环式持续改良。

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.