

AI 赋能机械原理课程“数据驱动+场景融合”教学改革实践范式

王鼎¹, 李涛², 任小勇¹, 刘雨薇¹

(1. 中国矿业大学(北京) 机械与电气工程学院, 北京 100083;

2. 中国矿业大学(北京) 力学与土木工程学院, 北京 100083)

[摘要]机械原理课程是机械工程专业核心基础课程,具有理论抽象程度高与工程实践性强的双重特点。传统教学以讲授和静态演示为主,难以满足新工科人才培养对学生创新、实践及综合素养的需求。针对上述问题,依托智能化教学平台,确立了“数据驱动精准教学、场景融合深化实践”的改革思路。通过构建基于生成式 AI 的动态模拟场景解决认知壁垒,利用机器学习算法实施个性化路径推荐,借助大语言模型实现全过程智能评估。以平面四杆机构运动分析和凸轮设计为例,证实了该模式在破解“理解难”与“应用弱”等痛点上的有效性。实践显示,AI 显著增强了课堂互动、学习效率与教学质量,推动学生从被动接受转向主动探究,有效提升了学生解决复杂工程问题的能力。量化数据与机制探析表明,教学改革成效显著,为新工科人才培养提供可推广的智能化教学范式。

[关键词]机械原理;人工智能;教学改革;个性化学习;机制探析

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2026.01.016

[中图分类号] G642

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2026)01-0119-10

在国家“双一流”建设和新工科人才培养政策背景下,机械工程专业面临数字化转型和智能化升级的需求,强调培养学生的工程实践能力、创新思维和跨学科融合素养。^[1-5]机械原理课程作为机械工程专业核心基础课程,旨在帮助学生掌握机构结构分析、运动学分析、动力学分析以及常用机构的设计方法等核心内容,培养其工程实践与创新能力。^[6-9]人工智能(Artificial Intelligence,简称 AI)技术快速发展为教育改革注入活力,其在个性化学习、虚拟实验及智能评估的应用,能通过生成动态模型、提供实时反馈及个性化指导,帮助学生直观理解抽象概念,降低学习门槛,促进主动探究,从而为破解传统教学中内容抽象、互动匮乏等难题提供了可行路径,也为实现高效互动与精准教学创造了条件。^[10-13]机械原理课程教学面临抽象概念难以直观理解、互动参与不足、教学资源单一,以及评估反馈滞后等核心问题。^[14-16]这些问题不仅影响学生学习效果,还制约新工科人才培养目标的实现。鉴于此,针对当前机械原理教学中存在的“教与学”适配度低、实践与理论脱节等问题,亟需探索一套 AI 深度融合的教学新范式。改革旨在突破传统课堂的时空限制,利用 AI 技术重构教学内容与评价体系,实现从“知识灌输”向“能力

生成”的根本性转变,从而为新工科背景下的工程基础课教学提供实践参考。

一、背景与问题表征:传统教学模式的困境

机械工程专业大二学生处于从数理基础知识向工程科学思维转型的关键期,学生缺乏工程实践背景,通常难以直观理解复杂机构的运动规律与力学原理,导致学习兴趣不足、知识掌握不牢。传统教学以教师讲授为主,依赖黑板推导与静态图示,课堂互动不足,学生多处于被动接受状态,难以激发学习主动性。^[17]通过对教学全过程的梳理,当前机械原理课程教学面临的困境主要表现在四个方面,见表1。在这一背景下,课程教学亟需转型,以适应数字化时代对工程人才的需求。某理工类高校机械工程专业2024级传统教学班与2025级AI赋能教学班的对比实践表明,AI赋能可显著提升学生学习效果,为新工科人才培养注入新活力。

(一) 内容抽象,认知负荷过高

机械原理课程涉及大量抽象概念与数学推导,如机构自由度计算、瞬心法速度分析、齿轮啮合定律及动力学模型建立,对学生的空间想象力与数学

[投稿日期] 2025-11-07

[基金项目] 北京高等教育本科教学改革创新项目(编号:2024141);中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目(编号:J251306);中央高校基本科研业务费专项资金资助(编号:2024XJJ01)

[作者简介] 王鼎(1988—),男,辽宁阜新人,博士,讲师,研究方向:机械智能制造教育教学研究。

表1 机械原理课程教学现状问题汇总

问题类型	具体表现	主要原因	潜在影响	示例机构/主题
内容抽象	学生难以理解运动轨迹与力学原理,如自由度计算、瞬心法分析和传动角确定	缺乏动态演示与实践经验,依赖静态图示	认知负荷高,学习兴趣下降,知识碎片化	平面四杆机构、轮系传动比计算
互动不足	课堂知识被动接受,讨论时间少,师生互动少	教学进度紧,资源有限,实验设备分组轮流	创新能力弱,易出现高分低能现象,动手能力不足	齿轮啮合定律讲解、机械平衡设计
资源单一	仅静态教材与少量模型,缺乏跨学科整合	缺乏AI等新技术支持,维护成本高	知识理解浅,学习动力弱,难以适应新工科要求	凸轮轮廓曲线设计、根切现象分析
评估滞后	期末考核以笔试为主,忽略过程评价,报告易抄袭	考核方式单一,数据支持少,难以追踪学习轨迹	反馈不及时,无法反映真实能力	动力学模型建立、实验报告评估

基础要求较高。^[18]大二学生由于缺乏工程实践经验,对复杂机构的空间运动规律难以形成直观认知,易产生畏难情绪,因此该课程不及格率较高。例如,学习平面四杆机构时,学生难以理解行程速比系数 K 的物理意义、传动角 γ 的最优范围及死点位置的几何约束条件,传统教学仅通过静态图示和PPT简单动画讲解,学生往往停留在“死记硬背”层面,无法形成深刻的运动学认知。^[19]针对核心内容如平面四杆机构的死点分析,传统教学模式易导致知识碎片化,学生难以将理论概念与实际运动规律相结合,造成极高的外在认知负荷。2024年期末考试统计显示,传统教学班30名学生中有40%未能正确解答死点分析相关题目,反映出内容抽象带来一定的学习障碍。

此外,传统教学模式难以有效兼顾学生个体差异。教师通常采用统一的教学进度和“一刀切”的讲解方式,无法针对不同学习基础的学生提供个性化指导。例如,空间想象力较弱的学生需要更多三维可视化辅助来理解平面机构的运动轨迹,而数学基础较差的学生则在动力学方程的建立与求解方面需要额外辅导。然而,课堂时间有限(通常每次课90分钟),教师资源紧张,这种模式容易导致部分学生学习兴趣下降,甚至出现厌学情绪。2024年课程问卷调查显示,35%的学生认为课程内容“过于抽象,难以理解”,25%的学生表示“缺乏足够的学习支持”,凸显了传统教学模式在适应个体需求方面的不足。

(二) 互动不足,探究深度受限

传统课堂教学以教师讲授为主,依赖黑板推导和PPT静态演示,师生互动时间有限,学生多处于被动接受状态,常出现走神或跟不上节奏的现象,课堂气氛沉闷。^[20]例如,在讲解轮系传动比计算时,学生虽能记住公式,但对周转轮系与复合轮系的传动特性缺乏深刻理解,难以将理论应用于实际工程问题解决。课堂讨论时间不足,2024年课程中每节课平均讨

论时间仅10分钟,学生缺乏深入探究的机会,创新能力培养受限。实验教学方面,机构创新模型实验台数量有限,学生需分组轮流操作,每次实验时间不足1小时,实践机会不足,难以培养动手能力与创新思维。2024年课程反馈显示,学生创新能力自评平均分仅为3.2分(满分5分),而互动不足是其主要原因。

创新能力培养是新工科人才培养的重要目标,但当前课程设计的创新实践训练方面不足,导致部分学生出现“高分低能”现象。^[21-23]例如,学生可能通过记忆公式在期末考试中获高分,但在设计新型间歇运动机构或优化机械平衡方案时,缺乏创新思路与问题解决能力。^[24]实践环节的不足还体现在学生跨学科协作机会少,难以培养符合新工科所需的跨学科合作素养。虚拟实验平台与创新设计辅助工具通过AI技术将静态机构结构生成动画模型或学生手绘机构结构后生成三维动态图,可为学生提供更多实践与创新机会。尽管AI模型生成的图片和动画可能存在一定误差,但其应用显著提高了学生主动性,增强了课堂互动性,激发了学生主动探索的兴趣。2025年的课程经过AI赋能后,学生创新能力自评平均分升至4.1分,互动率提升15%。

(三) 资源单一,跨学科支撑薄弱

传统教学班级教学资源主要是教材、PPT课件及少量物理模型,缺乏动态模拟工具,难以生动展示复杂机构的运动过程。^[25]例如,在凸轮机构轮廓设计或齿轮根切现象的学习或观察中,学生仅通过静态图示难以理解其动态特性,而实验室物理模型因数量有限且维护成本高,无法满足所有学生需求。现有资源多局限于纯机械学科内容,缺乏与人工智能、数字化孪生、增材制造等新兴技术的跨学科整合,难以适应新工科人才培养下课程现代化的要求。同时,学生因缺乏多样化的学习支持,易对课程内容感到枯燥,影响其学习动力。

(四) 评估滞后, 反馈回路断层

传统教学班级课程考核普遍以期末笔试为主(例如在本门课程中占总成绩的70%),注重理论知识记忆与公式应用,忽视过程性评价,难以全面评估学生的学习效果与能力提升情况。^[26]例如,试卷中死点分析、速度瞬心作图等题目虽能考察学生的基本理解情况,但学生可通过突击背诵获得高分,而实际应用能力(如机构方案选型或运动周期优化)依然较弱。并且,实验报告普遍存在模板化套用、抄袭问题,成绩难以真实反映学生学习成效。由于缺乏数据支撑,教师无法有效追踪和识别学生的学习轨迹与薄弱环节,教学反馈回路因此断层,个性化指导难以实施。

二、体系构建与实施路径:AI 全流程赋能教学的创新实践

机械原理课程教学改革借助 AI 赋能,旨在解决内容抽象、互动不足、资源单一和评估滞后等问题。^[27-29]之所以选择 AI 赋能,是因为其动态生成和自适应学习能力可有效弥补传统教学的静态性和“一刀切”局限,推动教学从教师中心向学生中心转型。^[30-32]改革的整体理念是以学生为中心,强调建构主义学习理论和认知负荷理论的应用,通过 AI 赋能减少学习抽象概念造成的认知负担,促进学生主动构建知识。教学内容重构为模块化结构,融入 AI

动态模拟将抽象理论可视化;方法上采用线上线下融合的模式,利用 AI 聊天机器人和虚拟平台实现互动与个性化指导;评价机制转向过程性评估,借助 AI 数据分析提供实时反馈。以下通过两条核心实施路径,实现了 AI 技术与机械原理教学的深度耦合,并以两个典型案例辅证 AI 在运动分析和设计优化方面的不同赋能形式,展示改革的实施过程。

(一) 理念重塑与模式构建

AI 赋能的机械原理教学改革通过系统整合智能化资源建设、教学设计、学生活动及考核机制,针对课程的抽象性高、互动不足、资源单一和评估滞后等核心问题,提供动态模拟和个性化指导。^[33]该框架为提升教学效率与学生参与度,构建了“AI 辅助认知+数据驱动交互+智能评估反馈”的三位一体教学新模式。AI 资源库包含动态模拟视频、虚拟实验平台和知识图谱,支持学生交互式学习和自主探索;教学设计通过目标分层和 AI 答疑实现个性化指导,有助于不同水平学生都能获得针对性帮助;学生活动结合自学、协作和创新实践,增强学生主动性和团队合作能力;考核机制通过 AI 智能评估系统追踪学习轨迹,有助于评价公平性和全面性,并提供实时反馈以优化教学过程。在评估方面,该框架引入 AI 智能分析,实现过程性评价与原创性检测,弥补传统期末笔试的单一性局限。图 1 展示了 AI 赋能机械原理

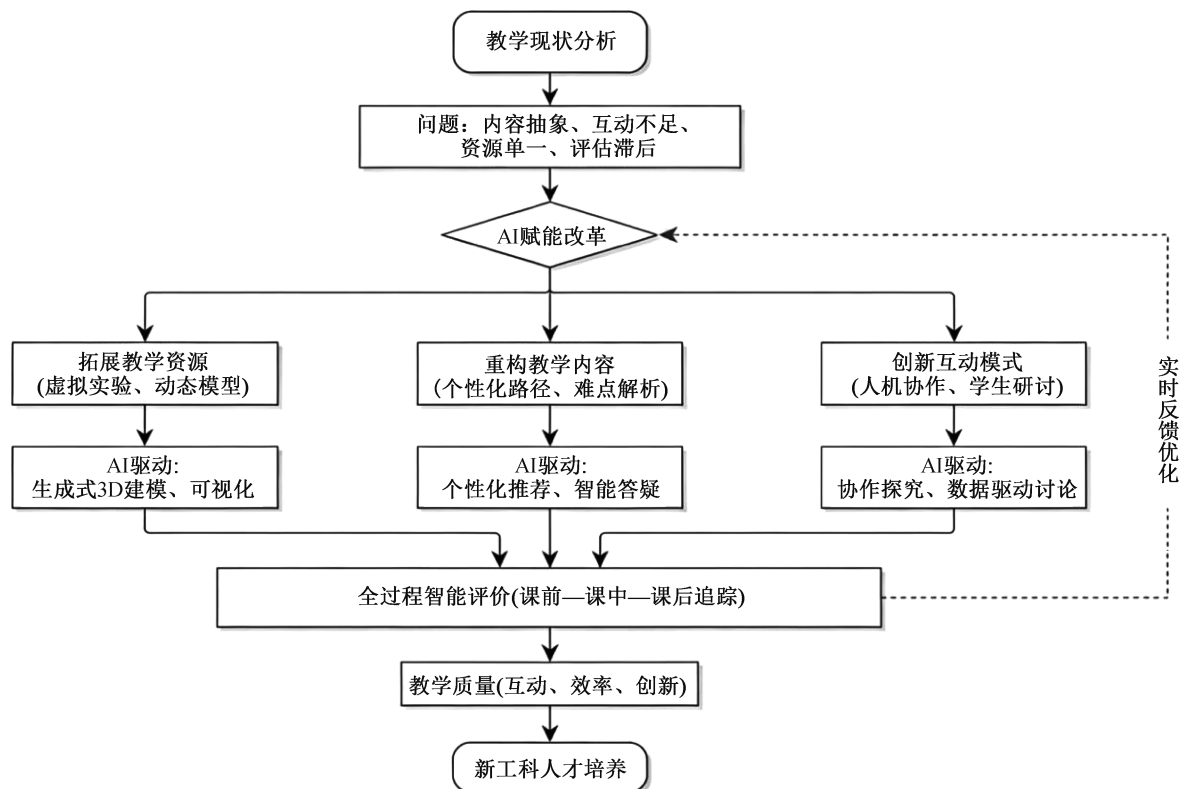


图1 面向教学质量提升的AI赋能机械原理教学改革流程图

教学改革的整体流程,其中评估环节贯穿课前、课中、课后全周期。案例一侧重于机构运动分析的动态模拟应用(解决“理解难”的问题),案例二则聚焦于机构设计的迭代优化(解决“应用弱”的问题),两者互补,共同验证 AI 在不同教学环节的赋能效果。

所采用的 AI 技术包括基于生成式 AI 的动态模型生成、基于机器学习的个性化推荐算法,以及基于大语言模型的聊天机器人答疑。这些技术相较于传统的计算机辅助教学,更加强调 AI 的自适应学习、实时生成和智能交互能力,不仅能根据学生的输入动态构建三维机构模型,还能通过分析其学习轨迹提供定制化反馈,从而实现从静态演示向交互式、个性化探究的转变。这种转变显著提升了教学的灵活性和针对性。

(二) 案例一实施路径:基于生成式 AI 的动态解析——突破“理解难”瓶颈

针对机构运动分析中“看不见、摸不着、算不准”的认知难题,本路径侧重于利用 AI 技术实现抽象概念的可视化与动态化。以平面四杆机构运动分析为例,AI 从教学内容、学术互动和教学资源三个方面赋能改革。该案例主要体现如何解决“理解难”的问题,针对内容抽象和互动不足的核心问题,提供动态可视化和个性化支持,以提升学生的空间认知与实践能力。图 2 展示了 AI 赋能平面四杆机构运动分析的流程图。

在教学内容方面,AI 通过动态模拟工具深化学生对抽象概念的理解。例如学生输入连杆长度(如 $AB = 100\text{ mm}$, $BC = 150\text{ mm}$)、机架位置(如固定点 A)和初始角度(如 0°)后,系统生成三维动态模型,实时展示行程速比系数 K 的计算过程、传动角 γ 的变化范围及死点位置的几何约束,弥补了传统静态图示的不足。相比 2024 年传统教学班中 40% 的学生未能正确解答死点分析问题,2025 年经过 AI 赋能课程实践后,学生在该知识点上的错误率降至 15%,知识掌握率显著提升。

在学术互动方面,AI 促进师生和生生互动,聊天机器人根据学生测试成绩生成个性化练习题,如“调整连杆长度以优化传动角至 45° 及以上”,并在课堂上组织小组讨论分析死点解决策略。背后的算法采用机器学习分析学生的答题模式,优先推送高频错误点相关的题目。2025 年教学中,学生资源访问率从 35% 提升至 75%,互动率提高 15%,学生从被动接受逐渐转向主动探究,创新思维得到激发,课堂氛围更加活跃。

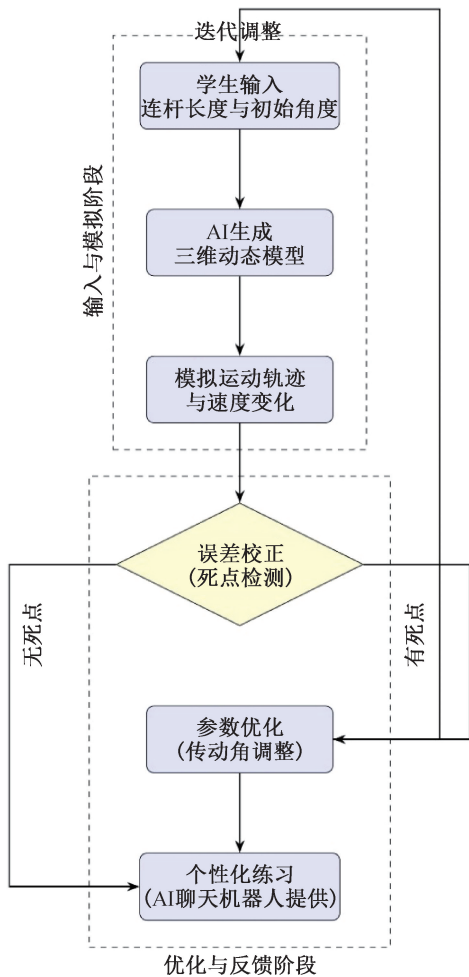


图 2 AI 赋能平面四杆机构运动分析流程图

在教学资源方面,AI 构建虚拟实验平台,提供可交互的三维动画和误差校正功能。例如,当输入参数不合理时,系统提示优化建议,有助于实现教学资源的多样化和可及性。相比传统 PPT 动画,这类资源支持学生手绘结构后生成模型,降低了实践门槛,并整合了跨学科元素,以适应新工科要求,提升资源利用效率。学生使用场景包括在移动端上传参数和 AI 即时返回优化后的模型截图(如死点避免后的轨迹图)。

(三) 案例二实施路径:基于算法辅助的迭代设计——解决“应用弱”短板

针对机构设计中“方案少、优化难、周期长”的实践难题,本路径侧重于利用 AI 算法辅助学生进行多方案比选与参数优化,以培养其高阶工程思维。与路径一相比,本路径更强调学生的主动创造与迭代优化能力培养。以凸轮机构设计为例,AI 实现了设计过程的迭代优化和个性化指导。图 3 展示了 AI 赋能凸轮机构设计功能结构图。

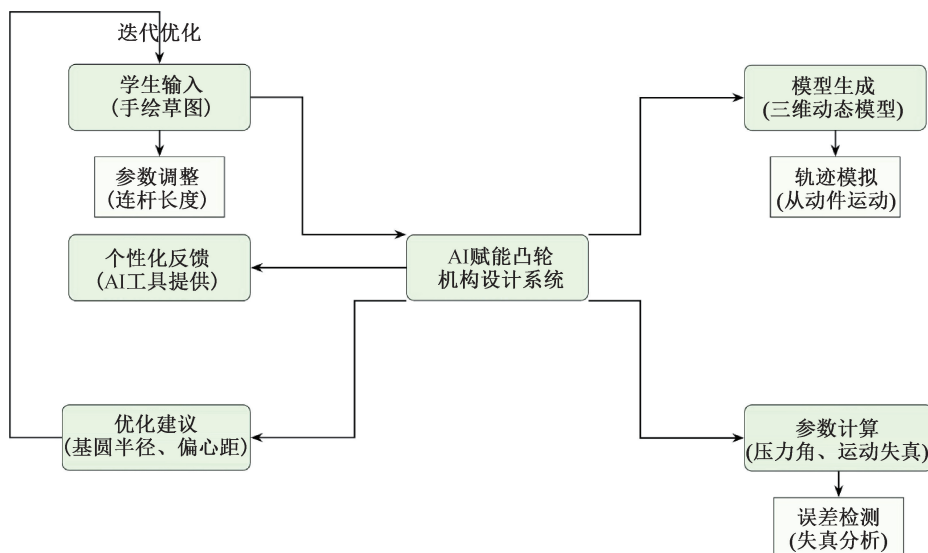


图3 AI 赋能凸轮机构设计功能结构图

在教学内容方面, AI 通过生成动态模型增强学生对轮廓曲线和压力角的理解, 例如学生上传手绘草图后, 系统模拟动件运动轨迹并计算参数, 将压力角从 60° 优化至 40° 以下, 解决了传统静态演示的局限。学生输入内容包括基圆半径(如 50 mm)和升程曲线(如正弦型), AI 生成的可视化模型显示压力角变化曲线。2025 年教学中, 学生任务完成率从 60% 提升至 90%, 平均迭代次数从 1.5 次增加至 4 次, 学生对动力学原理的掌握更深入。

在学术互动方面, AI 推动协作学习, 通过提供个性化反馈, 如“减小偏心距至 10 mm 以优化压力角至 40° 以下”, 并在课堂上利用设计数据, 比较各小组之间的优化方案, 促进团队协作和创新讨论。算法逻辑基于遗传算法优化参数, 生成多个方案以供讨论。2025 年课程改革实践显示, 学生创新反馈率提升 25%, 课堂讨论时间延长, 跨学科合作素养也得到更好的培养。

在教学资源方面, AI 能够扩展资源库, 包括三维

模型生成和优化建议模块, 支持学生多次迭代设计, 弥补物理模型数量有限的短板, 并融入智能化技术如数据可视化, 有助于教学资源与新工科需求的契合。例如, 学生在平台上查看 AI 生成的优化前后对比截图(如压力角分布图), 便于迭代。

(四) 全过程智能评估体系的构建

AI 赋能的教学改革改变了单一的终结性评价模式。AI 引入智能评分系统后, 可以结合线上测试、实时交互数据分析与原创性检测, 实现全过程性评价。^[34-36] 该系统不仅能自动分析学生的交互日志与报告内容, 量化知识掌握程度, 还可有效识别抄袭行为, 将抄袭率控制在 5% 以下。同时, AI 提供个性化反馈和学习差距诊断, 帮助教师实时调整教学策略, 提升评估效率并减轻教师工作负担, 促进传统终结性评价向动态、精准评估转变。

(五) 机械原理教学知识点的 AI 赋能实践方法总结

为系统梳理 AI 在机械原理教学中的应用, 表 2

表2 机械原理课程知识点的 AI 赋能教学实践方法总结

知识点	AI 赋能教学方法	实施方式	预期效果
机构自由度计算	AI 动态模拟与个性化答疑	学生输入机构参数, AI 生成动态模型展示自由度变化; AI 聊天机器人提供自由度计算练习题	提高计算准确率, 增强空间想象力
瞬心法速度分析	AI 交互式仿真与定制化指导	AI 生成瞬心轨迹动画, 学生调整参数观察速度变化; AI 根据学生错误提供针对性解释	提升分析能力, 减少理解误差
轮系传动比计算	AI 虚拟实验与实时反馈	学生在虚拟平台操作轮系模型, AI 实时计算传动比并反馈优化建议	深化对传动规律的理解, 提高应用能力
凸轮轮廓设计	AI 生成动态模型与优化建议	学生上传轮廓草图, AI 生成三维模型并优化压力角; 提供迭代设计任务	提高设计能力, 培养创新思维
动力学模型建立	AI 数据可视化与个性化报告	AI 生成力学分析图表, 学生调整参数观察力学平衡; AI 生成学习报告指明薄弱点	增强建模能力, 促进个性化学习

总结了机械原理课程核心知识点的 AI 赋能教学实践方法,涵盖动态模拟、个性化指导和创新设计任务,为教师提供可操作的教学设计参考。这些方法针对课程抽象性高和实践性强的特点,通过 AI 工具如虚拟仿真平台和聊天机器人,实现从理论讲解向交互式探究的转变,提升学生的空间想象力和问题解决能力。

AI 赋能教学通过虚拟仿真平台生成三维动态模型,支持学生交互式调整参数并获得实时反馈,有效降低了机构分析与设计的抽象性,提升了学生的空间想象力和工程应用能力。^[37] AI 聊天机器人根据学生在测试或练习中的错误,推送定制化练习题,并生成个性化学习报告,精准识别薄弱环节,促进其从被动记忆向主动探究的转变。教学实践表明, AI 动态模拟与个性化指导的协同作用,显著提高了学生对核心知识点的掌握率,培养了其创新思维和问题解决能力。

以上实践方法基于建构主义学习理论,该理论强调学习者通过经验和反思积极构建知识。学生在

虚拟平台的操作过程中,主动整合新信息与现有认知经验,形成对运动规律的深刻理解,这与建构主义核心理念一致,促进了学生从被动接受到主动探究的转变。同时,教学实践融入了认知负荷理论, AI 的动态模拟通过将抽象概念可视化减少内在负荷,优化信息呈现方式降低外在负荷,并配合实时反馈机制,从而减轻学生的整体认知负担,提升学习效率。

三、成效评估与机制探析

AI 赋能教学通过整合资源建设、教学设计、学生活动及考核机制,针对机械原理课程的难点问题,提供动态模拟和个性化指导支持。以下通过量化数据分析 2024 年传统教学(30 名学生)与 2025 年 AI 赋能教学(38 名学生)在学生成绩和反馈方面的差异,结合表 3、图 4 和图 5 的教学实践数据,探讨 AI 赋能背后的教学规律,以此形成普适性教学经验,并讨论其启发意义。

表 3 AI 赋能教学改革前后对比

教学方面	传统教学模式	AI 赋能教学模式	改进效果	量化指标
资源建设	静态教材与 PPT,少量物理模型	动态模拟、虚拟实验平台与个性化推荐	增强概念理解深度,提升可视化辅助效果	平均成绩提升 8%
教学设计	统一进度,讲授为主,依赖黑板推导	分层目标,线上线下融合, AI 聊天机器人与 VR 模拟	提高互动性与问题解决能力	互动率提升 15%
学生活动	被动接受,小组轮流实验,实践机会有限	自学+协作+创新实践, AI 引导与实时反馈	显著提升学习动机与参与度	创新反馈率提升 25%
效果考核	期末笔试,单一评价,忽略学习过程	全过程追踪,智能分析学习轨迹与原创性检测	全面反映能力,提高公平性	通过率提升 12%

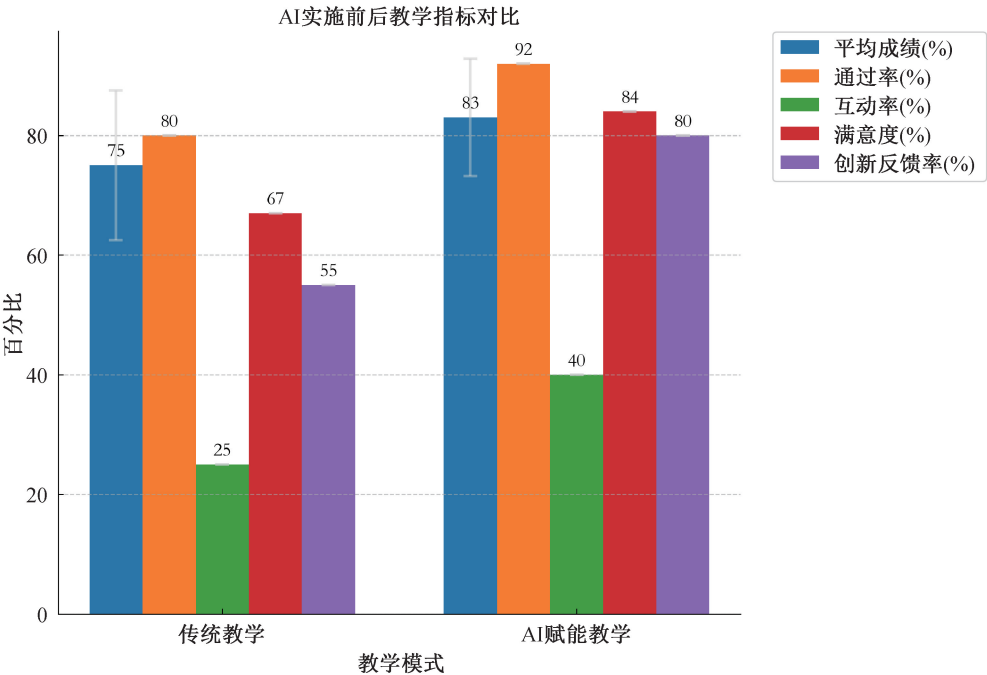


图 4 AI 实施前后教学指标对比图

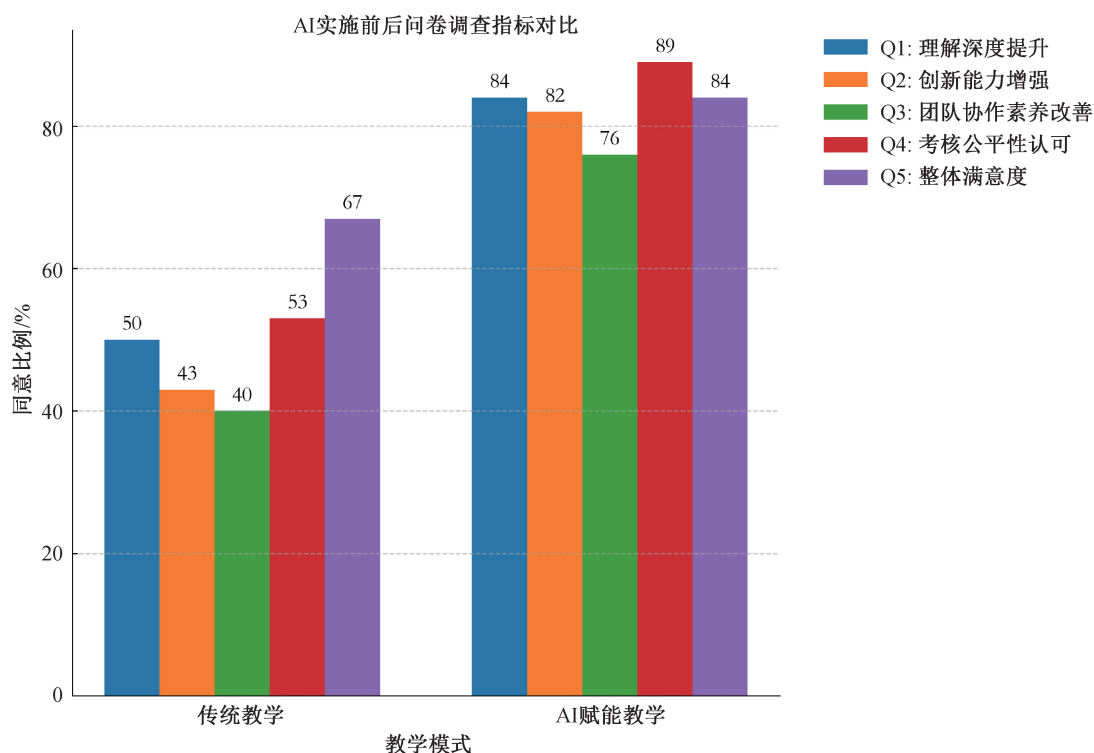


图5 AI实施前后问卷调查指标对比图

(一) 成绩提升与知识内化

针对平面四杆机构和凸轮机构教学案例,学生期末考试中正确解答相关问题的比例分别从60%提升至85%和从50%提升至80%。具体而言,死点分析题目的正确率从2024年的60%提升至2025年的85%,对比效果明显。AI评估系统通过线上测试与线下综合评价,实时追踪学生的学习轨迹,有助于考核公平性。例如,通过使用AI分析实验报告原创性,抄袭率可以控制在5%以下,并可以根据学生表现推送定制化练习题。学生平均成绩(百分比)从2024年的75%提升至2025年的83%,通过率从80%提升至92%。标准差从12.5降至9.8,高分段比例从40%增至65%。表3清晰对比了改革前后的教学效果,图4通过柱状图直观呈现了这些指标的提升效果。图4中,X轴表示教学模式(传统vsAI赋能),Y轴为指标值(如平均成绩、通过率、标准差),图例标注各指标。数据表明AI赋能不仅提升了学生整体成绩,更显著缩小了学生间的差距,实现了更均衡的知识内化。

为检验改革前后教学效果差异的显著性,采用独立样本t检验分析成绩数据,结果显示成绩提升具有显著的统计学意义($t=2.88, p<0.01$)。此外,针对不同学生层次(高分组:成绩前30%;中等组:中间40%;后进组:后30%)进行分析,结果发现后进组进步

最大,成绩平均提升15分,而高分组提升5分,表明AI个性化指导对弱势学生的效果更强。

(二) 学生反馈与体验优化

问卷调查结果显示,84%的学生认为AI辅助显著加深了其对机构分析与设计的理解,89%的学生认可考核的公平性,整体满意度达84%(非常满意35%、满意49%、一般13%、不满意3%)。82%的学生表示通过AI动态模拟和个性化指导提高了其创新能力。图5进一步对比了理解深度、创新能力、团队协作和考核公平性等指标,分析了AI赋能的综合效益。图5中,X轴表示教学模式(传统vsAI赋能),Y轴为同意比例(%),基于5分制李克特量表(同意比例为4—5分的占比),图例标注各指标(Q1:“教学模式是否显著加深了您对机构分析与设计的理解深度?”;Q2:“教学模式是否增强了您的创新能力?”;Q3:“课堂讨论和小组协作是否改善了您的团队协作素养?”;Q4:“您是否认可教学评估的公平性?”;Q5:“整体而言,您对教学模式的满意度如何?”),数据来源于2024年30名学生(传统教学)和2025年38名学生(AI赋能教学)的问卷调查。

(三) 教学反思与机制探析

通过量化分析与案例实践,可提炼AI赋能教学

的经验规律,深入分析改革成效,可发现其核心机制在于对传统教学认知规律的重构,主要体现在以下三个层面。

一是认知负荷的优化调节。根据认知负荷理论,学习效果取决于内在、外在和相关认知负荷的平衡。机械原理课程的抽象性往往带来过高的外在认知负荷。AI 动态模拟通过将隐性知识显性化、抽象概念具象化,有效降低了学生的外在认知负荷,释放了工作记忆空间,使其能更专注于核心原理的理解(内在负荷)和图式构建(相关负荷)。

二是即时反馈闭环的构建。行为主义学习理论强调“刺激—反应—强化”的链条。传统教学中作业与考试的反馈滞后,导致错误认知无法及时修正。AI 系统提供的秒级反馈和错误诊断,建立了一个高频互动的强化闭环,使学生在“尝试—纠错”中快速迭代,极大地提升了学习效率和自我效能感。

三是知识建构的主动性激发。建构主义认为知识是学习者主动建构的。AI 提供的探索性环境(如参数可调的虚拟实验)将学生从“旁观者”转变为“设计者”。在反复调整参数、观察结果、验证假设的过程中,学生不再是被动接收信息,而是在解决问题的真实情境中主动建构对机械原理的深层理解。这些规律启发教育实践:在新工科背景下,AI 赋能应注重理论支撑与人文关怀,避免技术主导;未来可扩展到复合机构设计,推广智能化教学模式,推动经验式改革向规律导向式转型。然而,AI 应用也存在局限性。例如平台稳定性依赖网络环境,偶发中断可能影响学习连续性;模型生成可能出现轻微误差,需教师辅助校准;学生初次使用 AI 工具需 1 至 2 周适应期,部分学生反馈需要额外指导以熟悉操作流程;此外,学习轨迹数据的存储需严格的隐私保护措施。针对模型误差问题,教师可引导学生通过手动计算验证 AI 结果,例如比较 AI 生成的传动角与理论值,培养批判性思维和工程素养。这不仅能减少误差影响,还可转化为教学机会,有助于学生科学验证能力的提升。持续优化算法精度、加强教师技术培训及完善数据管理,可进一步提升 AI 赋能的教学效果。

四、结语

实践证明,AI 赋能的机械原理课程教学改革通过基于生成式 AI 的动态模拟、基于机器学习的个性化指导以及基于大语言模型的智能评估,显著提升

了课堂教学质量和学生学习体验。平面四杆机构和凸轮机构设计案例表明,学生从被动接受知识转向主动探究,学习兴趣、工程实践能力和创新思维得到有效提升,团队协作能力亦显著增强。这些实践方法不仅弥补了传统教学的抽象性高和互动不足等缺陷,还通过建构主义学习理论和认知负荷理论的指导,促进学生主动构建知识并降低认知负担。此外,量化数据验证了改革的成效,独立样本 t 检验结果显示教学效果的提升具有显著的统计学意义,同时后进组学生受益最大,凸显了 AI 个性化指导的针对性。这些结果表明,AI 赋能的教学模式在新工科人才培养中具有推广价值,尤其在工科基础课程中。尽管存在模型误差和平台不稳定等局限,但通过教师引导验证和算法优化,可一定程度上缓解这些局限性。未来,可进一步通过优化 AI 算法以提升模型生成精度,开发支持复合轮系或间歇运动机构设计的智能化工具,并探索与行业项目深度融合的教学路径,增强学生的职业竞争力,为新工科人才培养提供更强支撑。

参考文献

- [1]任东元,顾邦平,王彦淞,等.新时代港航工程学科背景下高校增材制造人才培养模式研究——以上海海事大学为例[J/OL].金属加工(热加工),1-9[2026-02-14].<https://link.cnki.net/urlid/11.5627.TH.20260211.1034.002>.
- [2]倪国栋,高峰玲,乔亚宁,等.基于“三全育人”理念的工程管理专业实践教学体系探索[J].高等建筑教育,2026,35(1):196-203.
- [3]董亮,朱磊.新工科背景下地方高校通信工程专业课程建设研究——以齐齐哈尔大学为例[J].中国教育技术装备,2026(3):104-107.
- [4]金璐,陈丽娜,宋小艳.机械电子工程专业单片机与接口技术课程多学科融合教学改革与实践[J].航海教育研究,2025,42(4):33-42.
- [5]姜翠双,公丕成,韩照祥.通识性课程定位下理工科专业普通化学课程教学改革探索——以机械电子工程专业为例[J].科教导刊,2025(24):53-55.
- [6]孙恒,葛文杰.机械原理[M].北京:高等教育出版社,2021:7-8.
- [7]叶妮佳,李富娟,史艳国.创新——能力螺旋耦合:“机械原理”课程“双维 TST”教学模式构建与实践[J/OL].机械设计,1-6[2026-02-14].<https://doi.org/10.13841/j.cnki.jxsj.20260130.002>.
- [8]王慧明,赵晶,王世杰.“产教双向赋能,德能交互涵养”视域下机械原理课程改革探索[J].高教学刊,2026,12(1):37-40.

- [9]何勇,田静云,贾吉林,等.新工科背景下地方应用型高校课程改革与探索——以“机械原理”课程为例[J].教育教学论坛,2025(8):59-62.
- [10]殷勇辉,高志,章兰珠.提高机械原理课程教学质量思考与实践[J].中国大学教学,2014(6):57-59.
- [11]林琪,李垚,刘璐.“人工智能+”通识课程体系构建研究——以财经类高校为例[J].河北工程大学学报(社会科学版),2025,42(2):114-120.
- [12]陈振颂,谈玥.生成式人工智能驱动的智能建造跨学科教育模式创新探索——以武汉大学为例[J].高等建筑教育,2026,35(1):1-9.
- [13]白冰.人工智能背景下岩土工程学科核心课的升级——兼论土木类课程的发展方向[J].高等建筑教育,2026,35(1):30-36.
- [14]王艺添,石韵,顾莉栋,等.新工科建设背景下高校机械原理课程教学策略探究[J].创新创业理论与实践,2025,8(14):60-62.
- [15]潘明辉,祖莉,梁医,等.“新工科”下“机械原理与机械设计”课程教学创新方法探究[J].工业和信息化教育,2024(11):28-33.
- [16]田静云,何勇,贾吉林,等.新工科背景下专业课程思政教学与实践探索——以国家级一流课程“机械原理”为例[J].科学咨询,2024(18):25-28.
- [17]赵满平,王铁军.《机械原理》线上线下混合式教学模式的实践探索[J].机械管理开发,2021,36(5):251-252.
- [18]朱晓翠,李春光,王继利,等.新工科建设背景下机械类课程实验教学探索[J].长春师范大学学报,2020,39(10):153-155.
- [19]李永湘,何晓芬,丁学风,等.机械原理课程实验教学研究[J].内燃机与配件,2021(4):251-252.
- [20]夏斯伟,周海,董香龙,等.机械原理实验课程的教学现状分析及改进思考[J].教育现代化,2018,5(46):274-277.
- [21]堵艳艳,杨琼,朱旺,等.搭建大型仪器教学共享平台促进创新型本科人才培养研究——以湘潭大学材料科学与工程学院为例[J].中国教育技术装备,2026(3):9-11.
- [22]周尧明,潘风行,张瑞姣,等.推进新工科教学支持体系建设的探索实践——以北京航空航天大学飞行器设计虚拟仿真实验教学支持体系为例[J].高教学刊,2026,12(5):15-19.
- [23]程丽娟,全瑞琴,谢永流,等.新工科背景下基于产教融合的项目式教学研究——以测控技术与仪器专业为例[J].中国教育技术装备,2026(3):124-127.
- [24]向燕飞.人工智能赋能的混合式教学设计与实践——以数据结构与算法课程为例[J].软件,2021,42(2):46-51.
- [25]王丹,赵德宏,孟丽霞,等.基于问题导向的“机械原理”课程教学改革设计与实施路径[J].航海教育研究,2025,42(2):29-36.
- [26]魏斌,李岩松,安宇,等.人工智能赋能大学物理课程教学的探索和实践[J].物理与工程,2025,35(2):241-249.
- [27]祝青鑫,杨阳.“人工智能+”时代科教融合协同育人的探索与思考——以土木工程学科为例[J].高等建筑教育,2026,35(1):20-29.
- [28]张佳婧,舒挺,宋瑾钰.新工科背景下人工智能课程思政教学模式探索——以机器学习基础课程为例[J].高教学刊,2026,12(4):1-7.
- [29]郭刚,王宗平,任拥政,等.新工科背景下给排水科学与工程专业创新创业型人才培养体系建设——以华中科技大学为例[J].高教学刊,2026,12(4):58-62.
- [30]林春.人工智能赋能高校思想政治教育精准化发展的价值、风险及应对[J].高等建筑教育,2026,35(1):190-195.
- [31]孙明瑞,王薇,唐铎.产教协同模式下AI赋能的程序设计实验教学改革与实践——以数据可视化课程为例[J].计算机教育,2026(2):165-169.
- [32]王占魁.“教师代理”抑或“智能教具”——论人工智能在未来教学活动中的职能定位[J].教育发展研究,2026,46(2):18-25.
- [33]张煜明,周婷.人工智能赋能教师教学过程评价模型研究[J].中国教育信息化,2025,31(5):89-97.
- [34]王春娟,解萧语,李馥佳.生成式人工智能赋能教育数字化变革:理论、现状与对策[J].智库理论与实践,2025,10(5):1-11.
- [35]范佳荣,钟绍春.人工智能技术引领下课堂教学数字化转型的本质认识、实践困境与突破路径[J].教育科学研究,2023(4):11-18.
- [36]肖福赞.人工智能驱动高校思政课教学改革的内在机理、风险挑战与应对之策[J].电化教育研究,2025,46(5):103-107.
- [37]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(5):196-201.

[责任编辑 李新]

Teaching Reform in Mechanism and Machine Theory Course: A Data-Driven and Scenario Integration Approach Empowered by AI

WANG Ding¹, LI Tao², REN Xiaoyong¹, LIU Yuwei¹

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The Mechanism and Machine Theory course is a core foundational course for mechanical engineering majors, characterized by highly abstract theory and strong engineering practicability. Traditional teaching, dominated by lecturing and static demonstrations, struggles to meet the demands of new engineering education for cultivating students' innovation, practical abilities, and comprehensive qualities. To address these issues, supported by an intelligent teaching platform, this study establishes a reform approach of "data-driven precise teaching and scenario integration for deepened practice." It constructs generative AI-based dynamic simulation scenarios to resolve cognitive barriers, utilizes machine learning algorithms for personalized path recommendations, and leverages large language models for full-process intelligent assessment. Taking the motion analysis of planar four-bar mechanisms and cam design as examples, the study verifies the model's effectiveness in tackling two persistent challenges in traditional pedagogy, namely students conceptual gaps and their inability to apply knowledge to practice. This study also shows that AI markedly enhances classroom interactivity, learning efficiency, and overall teaching quality, shifting students from passive reception to active inquiry and effectively developing their ability to solve complex engineering problems. Besides, Quantitative data and mechanism analysis indicate that the teaching reform has achieved remarkable results, providing a scalable and replicable intelligent teaching paradigm for cultivating new engineering talent.

Key Words: mechanism and machine theory; artificial intelligence; teaching reform; personalized learning; mechanism analysis