

新工科智慧课程改革：机械设计基础“三元四阶”教学模型探索

桂伟 汪宇康

武汉商学院, 中国·湖北 武汉 430056

摘要：在新工科背景下，工科基础课程面临从知识传授向能力培养与思维引导转型的关键期。本文聚焦《机械设计基础》课程改革，构建“知识图谱—AI 助教—学习共同体”三元智慧教学架构，系统整合元资源、元工具与元组织，提出“导学—思辨—应用—创新”四阶递进式教学路径，形成契合新时代工程教育需求的“三元四阶”教学模型。通过打造结构化知识图谱，提升学习导航与资源聚合效能；引入 AI 助教，精准分析学习行为，推动智能化个性教学；依托学习共同体，实现跨组互动与协同进步。在教学实践中，该模型有效提升了学生的知识迁移能力、机械设计思维与工程综合素养。研究表明，该改革路径可为新工科课程数字化转型提供切实范式，也为一流课程与高质量人才培养提供有力支撑。

关键词：新工科；机械设计基础；三元协同教学；智慧课程

Reform of the new engineering intelligent curriculum: Exploration of the "three-way and fourth-order" teaching model of mechanical design

Gui Wei, Wang Yukang

WUHAN BUSINESS UNIVERSITY, China Hubei Wuhan 430056

Abstract: In the context of new engineering, basic engineering courses face a critical period of transformation from knowledge imparting to ability cultivation and thinking guidance. This article focuses on the curriculum reform of "Basics of Mechanical Design", builds a three-dimensional intelligent teaching structure of "Knowledge Graph-AI Teaching Assistant-Learning Community", systematically integrates meta-resources, meta-tools and meta-organizations, and proposes a fourth-level progressive teaching path of "guidance-thinking-application-innovation", forming a "three-level and fourth-order" teaching model that meets the needs of engineering education in the new era. By creating a structured knowledge map, we can improve the effectiveness of learning navigation and resource aggregation; introduce AI teaching assistants to accurately analyze learning behaviors and promote intelligent personalized teaching; rely on the learning community to achieve cross-group interaction and collaborative progress. In teaching practice, this model effectively improves students' knowledge transfer ability, mechanical design thinking and comprehensive engineering literacy. Research shows that this reform path can provide a practical paradigm for the digital transformation of new engineering courses, and also provide strong support for the cultivation of first-class courses and high-quality talents.

Keywords: New engineering; Basic mechanical design; Ternary collaborative teaching; Smart courses

0 引言

随着人工智能、大数据等前沿技术与高等教育深度融合，我国“新工科”建设进入加速阶段。教育部明确指出，要以产业变革和技术创新为牵引，推动工程教育内涵式发展，培养具备跨学科融合能力、创新意识与实践能力的高素质工程技术人才。在这一背景下，传统工科课程亟需从内容体系、教学模式与技术支撑等多个维度进行系统性重

构，以更好地回应新时代对工程教育质量提升的现实需求。

《机械设计基础》作为机械类专业的核心基础课程，长期承担着工程专业学生基础知识建构、机械思维训练与设计能力养成的关键任务。然而，在传统教学模式中，该课程普遍存在“重知识传授、轻思维训练”“重理论讲授、轻实践创新”“教师主导、学生被动”等问题。尤其在新一轮课程改革中，如何有效打通“知识—能力—素养”三大

维度, 构建以学生为中心、以技术为支撑、以能力为导向的教学新范式, 成为当前课程改革亟需破解的难题。

近年来, 智慧教育技术的飞速发展, 为工科课程改革提供了新的可能。知识图谱实现了课程内容的结构化、可视化和导航化, AI 助教系统推动了因材施教和智能反馈机制的形成, 学习共同体则强化了学生间的合作交流与社群互动。在此背景下, 本文基于《机械设计基础》课程教学改革实践, 构建“知识图谱(元资源)—AI 助教(元工具)—学习共同体(元组织)”三元支撑架构, 围绕“导学—思辨—应用—创新”四阶递进路径, 提出“新工科智慧课程改革背景下的三元四阶教学模型”, 以期推动课程实现从知识灌输向能力建构和创新驱动的跃升。

本研究的核心目标是:

构建融合“智慧资源—智能工具—学习组织”的新型教学架构, 解决传统教学资源分散、反馈机制薄弱、协作氛围不足等难题; 探索以“导学—思辨—应用—创新”为主线的分阶教学路径, 系统提升学生的认知理解能力、问题分析能力、方案设计能力及创新实践能力; 通过教学实施与数据评估, 验证该模型在提升教学质量、促进学生全面发展方面的实效, 并为其他工科类课程的智慧教学改革提供可复制、可推广的经验路径。

1 理论基础与模型构建

为应对新工科背景下工程教育的深层变革, 《机械设计基础》课程需从传统的“知识中心”转向“能力本位”与“素养驱动”的复合型育人模式。在此转型中, “智慧课堂”理念、建构主义学习理论及混合式教学模式提供了坚实的理论支撑, 而“三元四阶”教学模型则是对这些理念的系统融合与落地实施。

1.1 “三元”教学架构构建

“三元”架构是指在教学资源、教学工具与教学组织三个维度的系统性重构, 具体体现为: 知识图谱(元资源)—AI 助教(元工具)—学习共同体(元组织), 共同构成支撑智慧教学全过程的基础体系。

1.1.1 知识图谱(元资源)

知识图谱将课程内容进行图谱化重组, 实现了知识点的结构化、关联化、图形化展现。学生可通过图谱进行非线性、自主导航式学习, 教师则可基于图谱构建多维度问题链, 实现教学任务的精准分发与进阶控制。《机械设计基础》中, 构建了覆盖“机械机构分析—机械运动特性—机构设计与优化”的完整知识图谱, 为各阶段学习任务提供支撑。

1.1.2 AI 助教(元工具)

AI 助教通过算法与平台分析学生学习行为数据, 实时反馈学习状态, 并根据学生学习路径、作业表现、互动频次等维度推送个性化资源、问题建议和阶段评估, 实现了“因材施教”的智慧转化。在课程中, AI 助教承担了答疑服务、阶段测试、诊断反馈等角色, 显著提升了教学效率和学习针对性。

1.1.3 学习共同体(元组织)

学习共同体通过小组协作、任务共建、结果共享等机制, 构建“师生—生生”多元互动的教学组织结构。学生通过项目学习、小组互评、跨组展示等方式深化对知识的理解与迁移, 强化工程问题解决能力。学习共同体也是课程思政、工程伦理教育等隐性育人的重要载体。

1.2 “四阶”教学路径设计

围绕“导学—思辨—应用—创新”四阶路径, 教学活动设计呈现螺旋式递进, 目标在于从初步引导到深度建构, 最终实现知识向能力、能力向素养的系统跃迁。

1.2.1 导学阶段

以问题引导和任务驱动为切入, 通过知识图谱导航、教学视频导入、小测诊断等方式激发学生兴趣, 建立基本知识框架。

1.2.2 思辨阶段

鼓励学生围绕实际工程问题进行小组讨论、异构互评和关键机制拆解, 提升其批判性思维与系统性分析能力。AI 助教在此阶段介入行为数据采集与引导提示。

1.2.3 应用阶段

结合真实设计任务或仿真实验, 开展结构建模、运动仿真、机构设计等综合性项目, 使学生将知识迁移到复杂任务解决中。

1.2.4 创新阶段

设置挑战性项目, 如机构改进优化、创新方案比选与表达, 通过竞赛、答辩、跨组 PK 等方式引导学生生成原创性成果, 实现高阶能力突破。

1.3 三元四阶模型整体结构

该模型通过“三元支撑”与“四阶推进”的方式形成高度集成的教学流程闭环。在教学前期, 知识图谱与 AI 助教协同开展导学导航; 教学中期, 学习共同体成为思辨与应用的互动载体; 教学后期, 系统的评价机制推动学生向高阶认知层次跃升, 最终实现“学—思—行—创”统一。

2 教学实施与实践策略

为了有效推进“三元四阶”教学模型在《机械设计基

础》课程中的落地实施,本研究在教学资源建设、技术系统整合、教学过程设计与评价机制优化等方面进行了系统化安排。改革以线上线下融合教学为基础,以智慧平台为支撑,通过构建多层次、全链条、全过程的教学闭环,实现教学模式的深度变革。

2.1 教学资源重构: 构建图谱化知识体系

传统教材章节式、线性化的知识结构已难以满足非线性、个性化的学习需求。为此,课程团队采用“概念节点+逻辑边”的方式,构建了覆盖整门课程内容的知识图谱。该图谱以“机构分类—典型结构—传动特性—分析方法”为主线,将 100 余个核心知识点进行关联式重组,形成清晰的知识结构网。

教师可根据教学目标从知识图谱中提取特定路径构建教学内容,学生则可通过图谱自定学习路径,实现个性化、探究式学习。知识图谱在雨课堂、智慧树等平台上可视化呈现,既作为导学导航工具,也作为课程任务推送与复习巩固的核心媒介。

2.2 智慧平台嵌入: AI 助教赋能个性化教学

在教学实施过程中,引入 AI 助教系统对学生学习行为进行实时跟踪与反馈分析。该系统集成于学校自主开发的教学中平台中,具备以下功能:

学习数据采集与可视化展示:包括视频观看时长、作业完成情况、互动频次、测验结果等。

个性化资源推送与学习路径推荐:根据学生的学习轨迹、知识掌握度自动推送差异化学习资源。

即时答疑与反馈:基于自然语言处理实现师生问答智能辅助。

诊断性评估与阶段性测试:生成个人学习画像,辅助教师动态调整教学策略。

AI 助教的引入显著缓解了大班教学中个体差异难以兼顾的问题,提升了教学的精准化与服务的及时性。

2.3 学习共同体建构: 组织结构多元协同

为打破传统教学中“教师讲、学生听”的单向传输模式,在课程实施过程中构建了以项目任务为核心的学习共同体。根据学生兴趣与能力,班级划分为若干功能互补型小组,每组由 4—6 人组成,设立组长与协调员。

学习共同体运行机制如下:

任务驱动:围绕课程重点章节设定多个任务型项目,如“平面连杆机构设计优化”“齿轮传动系统仿真分析”等。

小组共创:项目分阶段推进,强调角色分工、资料共

享、成果共建。

跨组互评:小组间进行作品展示、同行评价、对抗答辩等,提升竞争意识与表达能力;教师参与:教师参与项目指导与过程性评价,促使教学由“教为中心”向“学为中心”转变。

学习共同体的构建有效提升了学生的协作能力、工程沟通能力与项目管理意识,培养了其跨专业视野与团队精神。

2.4 教学流程设计: 线上线下融合推进“四阶”教学路径

教学过程基于“四阶”模型进行整体流程重构:

导学阶段(线上为主):以知识图谱导学路径结合微课、导读视频与测评任务,引导学生自学。

思辨阶段(线上线下结合):引导学生参与课堂讨论、结构分析与问题拆解,强化对概念与方法的深度理解。

应用阶段(线下为主):通过项目式学习完成设计任务、动手实操、仿真计算等,实现知识的迁移。

创新阶段(融合推进):鼓励学生对已有设计进行优化创新,提交方案并进行答辩展示,促进成果生成与能力跃升。

每个阶段配备相应的教学资源、任务模板、考核指标与教师引导工具,确保教学过程的系统性与连续性。

2.5 多维评价机制: 全过程反馈与精准评估

为有效反馈教学改革成效,建立“过程性+结果性”相结合的评价机制:

过程性评价:包括在线学习行为、课堂参与度、小组合作表现、阶段任务完成情况等。

结果性评价:涵盖阶段测试成绩、项目成果质量、期末设计任务答辩等。

自我与互评机制:学生对自我学习与小组成员表现进行反思与打分,提升评价的多元性与公平性。

AI 评估支持:AI 助教参与学习行为量化分析,辅助形成数据驱动的评价体系。

此评价模式突破了传统“期末一考定成绩”的弊端,更关注学生在学习过程中的成长与能力发展。

3 实践效果与评价分析

为全面验证“三元四阶”教学模型在《机械设计基础》课程中的应用成效,课程团队对改革前后两个学期的教学情况进行了系统的数据采集与比较分析,涵盖学生学习成果、能力提升、学习体验及教师教学反馈等多个维度,力图从实证角度呈现该教学改革的综合价值与推广潜力。

3.1 学生学习成果的量化提升

通过对比 2022 级与 2023 级两个年级的教学结果, 2023 级作为教学改革试点对象, 在引入“三元四阶”模型后, 学生的课程综合成绩显著提高。具体表现在:

平均成绩由改革前的 77.3 分提升至 83.8 分; 90 分以上优秀率由 18.5% 增加至 32.7%; 不及格率从 7.1% 降至 1.9%; 项目任务完成质量显著提升, 其中“平面机构优化设计任务”的综合得分平均提升了 11.2%。

此外, 学生在课外参与学科竞赛和创新实践中的表现也有明显增强。例如, 参与“全国大学生机械创新设计大赛”的学生中, 有超过一半来自本课程改革班级。

3.2 学生能力发展的结构性提升

在课程结束后, 组织问卷调查与深度访谈, 从“认知理解、问题解决、团队协作、创新意识”等维度评估学生能力变化:

认知理解方面: 93.4% 的学生认为知识图谱帮助其更好地理解知识间的逻辑关系, 有助于构建整体知识框架。

问题解决能力: 通过应用与创新阶段的真实任务训练, 87.1% 的学生表示“能够独立分析机构设计任务并完成模型构建与优化”。

团队协作与沟通能力: 94% 的学生认为小组项目推动了团队合作意识和沟通表达能力。

创新能力: 79.6% 的学生表示在课程中“经历了从模仿设计到提出改进方案的过程”, 具备了初步的工程创新思维。

以上数据表明, 该模型不仅提升了学生对课程内容的掌握程度, 更有效促进了能力结构的综合优化。

3.3 教学互动与课堂参与度的显著增强

课堂教学互动性是评价改革成效的重要指标。在“三元四阶”模式实施后, 教学互动频次与课堂活跃度显著提高:

AI 助教平台数据显示, 课程期间平均每位学生在线互动行为(提问、答疑、笔记、评论)达 47 次/人, 较改革前增长 65%; 雨课堂即时测验与讨论模块的使用频率提升了 42%; 每次课堂平均举手发言次数从改革前的 5.3 次提升至 11.6 次, 学生自发参与讨论、小组答辩的积极性明显增强; 教师也反馈改革后“学生提出问题的深度更高, 课堂更有张力, 教学的生成性增强”。

这些结果验证了 AI 助教与学习共同体机制的有机嵌入, 对学生参与感与课堂互动水平提升具有显著促进作用。

3.4 教师教学行为与认知的积极转变

教学改革不仅影响学生端的学习行为, 也促进教师教学理念和行为的更新。通过改革后教师座谈反馈和教学反思报告, 主要表现为:

教师从“传授者”逐步转向“组织者、引导者、评价者”; 教学设计更关注学生视角与学习路径; 对智慧教学工具的认同度显著提高, 91% 的教师表示愿意将 AI 助教与知识图谱用于其他课程; 教师之间的协同备课、资源共享更加频繁, 促进了教学共同体的形成。

教师层面的积极反馈, 为后续扩大改革范围、推广至其他专业课程提供了良好的师资基础和组织支持。

4 结语

本文围绕《机械设计基础》课程改革, 提出并实践了“知识图谱—AI 助教—学习共同体”三元融合的教学支撑架构, 配套“导学—思辨—应用—创新”四阶进阶的教学流程, 构建了具有系统性、逻辑性与实践性的“三元四阶”智慧教学模型。

教学改革取得了显著成效: 学生的课程成绩、工程实践能力与创新意识均有提升; 课堂参与度和协作氛围明显增强; 教师教学方式更为灵活开放。改革实践表明, 该模型不仅适用于《机械设计基础》, 亦具备较强的可推广性和适配性, 尤其对其他重视设计思维与结构分析的工科课程具有参考价值。

未来, 课程团队将继续完善教学资源与平台建设, 引入更多智能技术与学习行为分析手段, 优化学习过程支持系统。同时, 加强师资培训与机制保障, 推动模型在更多课程与专业中的深化应用, 助力新工科背景下的高质量人才培养目标实现

参考文献:

- [1] 马英杰, 杨亚涛, 肖嵩等. 基于知识图谱的通信原理课程思政智慧教育体系构建[J]. 高教学刊, 2025,11(18): 90-93+97.DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.18.021.
- [2] 龚晓君, 张奉静. 智慧教育背景下课程知识图谱构建与精准教学实践[J]. 计算机时代, 2025,(06):63-67. DOI:10.16644/j.cnki.cn33-1094/tp.2025.06.012.
- [3] 姜延, 马凯. 数智赋能背景下“服装数字科技”课程教学创新实践[J/OL]. 纺织服装教育, 1-8[2025-06-27]. <https://doi.org/10.13915/j.2095-3860.2025.0055>.
- [4] 姬莉霞, 李学相, 张晗. 面向智慧教育的 OBE-BOPPPS 教学模式探讨——以编译原理课程为例[J]. 计算机教育, 2025,(06):189-194.DOI:10.16512/j.cnki.

jsjy.2025.06.027.

[5] 李昕光, 柳江, 尹浩. 新质生产力视域下新能源汽车设计类智慧课程建设的新范式[J/OL]. 黑龙江教育(理论与实践), 1-3[2025-06-27].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1064.G4.20250528.1530.012.html>.

基金项目: 武汉商学院 2024 年校级教学改革研究项目一般招标课题《基于知识图谱的《机械设计基础》教学改革创新研究》, 项目编号: 2024Y017。

作者简介: 桂伟, 男, 教授, 湖北武汉人, 研究方向: 高等教育改革, 机器人。