

“KG+AI”双引擎驱动的《机床数控技术》课程教学改革与实践

王硕 于震梁 鲁昌国 何杰

营口理工学院 机械与动力工程学院, 辽宁 营口 115114

[摘要]为落实“新工科”建设理念,对接工程教育专业认证标准,文章基于“图谱驱动、AI赋能、精准教学、持续优化”理念,以《机床数控技术》课程为例,探索“KG+AI”双引擎驱动的智慧教学改革路径。通过构建融合知识图谱与人工智能技术的教学体系,系统实施“图谱构建-AI赋能-闭环实施-数据验证”四个阶段,实现知识体系的结构化重组与教学流程的智能化升级。在教学实践中,课程围绕5大知识领域、12个核心模块构建知识图谱,并依托学习通平台部署智能问答与学习分析系统,形成“线上自主探究+线下项目实践”的混合教学模式。经过一学年面向240余名机械专业学生的实践验证,课程目标达成度显著提升,三个核心课程目标增幅分别达16.03%、17.46%和15.40%,课程满意度达94%,课堂互动频率提升35%,仿真实验完成率达92%。研究表明,该模式有效促进了学生工程实践能力与系统思维能力的培养,实现了从“知识灌输”到“能力构建”、从“经验驱动”到“数据驱动”的教学转型,为工科专业课程的智慧化建设提供了可复制的实践范式。

[关键词]知识图谱;人工智能;机床数控技术;教学改革;实践研究

DOI: 10.33142/fme.v6i10.18123 中图分类号: G642 文献标识码: A

Teaching Reform and Practice of "Machine Tool Numerical Control Technology" Course Driven by "KG+AI" Dual Engine

WANG Shuo, YU Zhenliang, LU Changguo, HE Jie

School of Mechanical and Power Engineering, Yingkou Institute of Technology, Yingkou, Liaoning, 115114, China

Abstract: In order to implement the concept of "New Engineering" construction and align with the certification standards of engineering education majors, this article explores the path of intelligent teaching reform driven by "KG + AI" dual engines based on the concept of "graph driven, AI empowered, precise teaching, and continuous optimization", taking the course of "Machine Tool Numerical Control Technology" as an example. By constructing a teaching system that integrates knowledge graph and artificial intelligence technology, the system implements four stages of "graph construction AI empowerment closed-loop implementation data verification" to achieve structured restructuring of the knowledge system and intelligent upgrading of the teaching process. In teaching practice, the course constructs a knowledge graph around 5 major knowledge areas and 12 core modules, and deploys an intelligent Q&A and learning analysis system based on the Learning Platform, forming a mixed teaching mode of "online independent exploration + offline project practice". After one academic year of practical verification for more than 240 mechanical engineering students, the achievement of course objectives has significantly improved. The three core course objectives have increased by 16.03%, 17.46%, and 15.40% respectively. Course satisfaction has reached 94%, classroom interaction frequency has increased by 35%, and the completion rate of simulation experiments has reached 92%. Research has shown that this model effectively promotes the cultivation of students' engineering practice ability and systematic thinking ability, achieving a teaching transformation from "knowledge imparting" to "ability building", and from "experience driven" to "data-driven", providing a replicable practical paradigm for the intelligent construction of engineering professional courses.

Keywords: knowledge graph; artificial intelligence; machine tool numerical control technology; education reform; practical research

引言

随着“新工科”建设的深入推进和工程教育专业认证标准的全面实施,高等工程教育正面临从知识传授向能力培养、从标准化教学向个性化发展的深刻转型。《机床数控技术》作为机械类专业的核心课程,在培养学生掌握现代数控系统原理、编程方法与设备操作能力方面具有不可替代的作用。然而,传统教学模式在教学内容更新、实践条件保障、学生能力差异适应等方面存在明显短板,难以满足智能制造背景下对复合型工程技术人才的需求。

近年来,以人工智能、大数据、知识图谱为代表的智能技术为教育教学改革提供了新的可能。知识图谱通过结构化、可视化的方式呈现知识体系,支持知识关联与路径推荐;人工智能则通过学习分析、行为建模与智能交互,实现教学过程的精准化与个性化。已有研究表明,将KG与AI结合应用于教学场景,可有效提升教学效率与学生参与度。然而,现有研究多集中于通识课程或理论教学领域,在实践性强、知识体系复杂的工科专业课程中,如何系统构建“KG+AI”双引擎驱动的教学体系,仍缺乏成

熟的实践路径与成效验证。

基于此,本研究以《机床数控技术》课程为载体,以“图谱驱动、AI 赋能、精准教学、持续优化”为核理念,构建了一套融合知识图谱与人工智能技术的智慧教学体系,并通过为期一学年的教学实践,系统验证其在提升教学质量、增强学生综合能力方面的实效,以期为同类工科课程的智能化转型提供可借鉴的实践范式。

2 课程教学现状与核心问题剖析

传统的《机床数控技术》课程教学在“新工科”和工程教育认证的背景下,暴露出以下几个方面亟待解决的核心问题:

2.1 知识体系庞杂离散,学生难以构建系统认知

《机床数控技术》课程内容涵盖数控系统原理、伺服驱动、检测装置、PLC、加工程序编制、机床结构与操作等多个模块,知识点既多且关联性强。传统教学以章节为序进行线性传授,学生容易陷入“只见树木,不见森林”的困境,难以理解各知识点之间的内在逻辑与协同关系,无法形成解决复杂工程问题所需的系统性知识网络。

2.2 理论教学与实践应用脱节,工程能力培养不足

课程具有较强的理论性和实践性。然而,受限于实验设备数量、成本及安全性,学生动手操作真实数控机床的机会有限。多数实践环节停留在仿真软件或验证性实验,缺乏对数控系统调试、故障诊断、工艺优化等核心工程能力的深度训练。导致学生即使掌握了理论知识,在面对真实的、多变的工程场景时仍感到无从下手。

2.3 教学方式单向灌输,难以适应学生个体差异

传统“教师讲、学生听”的课堂模式,互动性差,难以调动学生的学习主动性和探究兴趣。同时,学生的基础知识、认知水平和学习风格存在显著差异,统一的教学进度和资源无法满足个性化学习需求,容易出现“优生吃不饱、差生跟不上”的两极分化现象,影响了整体教学效果的提升。

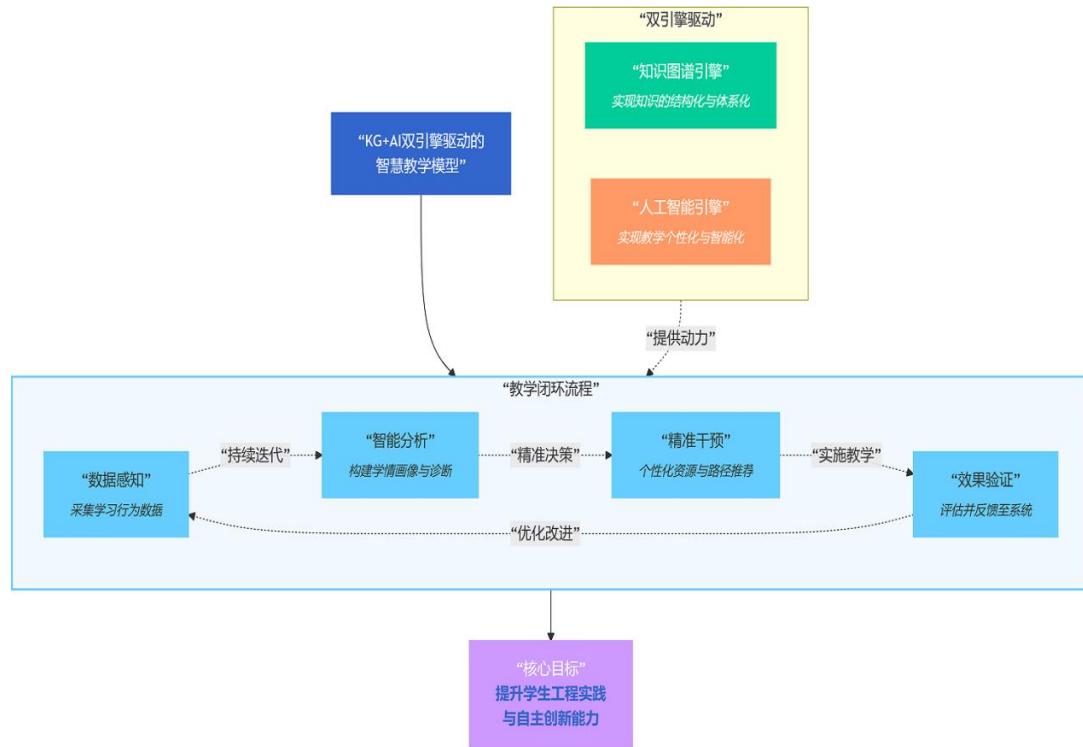
2.4 学习评价体系单一,缺乏过程性与诊断性反馈

课程考核多以期末笔试为主,辅以简单的实验报告,侧重于对零散知识点的记忆和复现,无法全面、客观地衡量学生的综合能力与实践水平。缺乏对学生学习过程(如知识掌握路径、思维模式、问题解决策略)的数据追踪与分析,教师难以及时发现学生的知识薄弱点并提供精准的干预和指导,教学优化缺乏数据支撑。

综上所述,传统教学模式已难以适应新时代对高素质工程人才培养的要求。课程改革的核心在于打破知识壁垒、贯通理论与实践、实现个性化教学与精准评价。而知识图谱与人工智能技术为解决上述问题提供了全新的思路和方法。

3 改革核心路径:“KG+AI”双引擎驱动模型

为解决上述核心问题,本研究构建了“KG+AI”双引擎驱动的智慧教学模型(如图 1 所示)。该模型以提升学生工程实践与自主创新能力为目标,通过知识图谱引擎实现知识的结构化与体系化,通过人工智能引擎实现教学过程的个性化与智能化,双引擎协同驱动,形成“数据感知-智能分析-精准干预-效果验证”的教学闭环。



3.1 KG 引擎：构建结构化知识体系，奠定精准教学基石

知识图谱引擎致力于将原本离散的课程知识整合为互相关联、可被计算理解的语义网络，从而为各类教学活动的智能化提供基础支撑。在《机床数控技术》课程中，首先对知识体系进行深度解构，提取如“插补原理”“G 代码”“刀补设置”等核心概念、原理与技能点作为实体，并定义“属于”“前提是”“应用于”等语义关系，从而构建起结构完整、逻辑清晰的本体模型。随后，借助图数据库（如 Neo4j）实现模型的存储与可视化呈现，使学生既能从全局视角把握课程知识架构，也可自由点击节点，深入查看具体知识点对应的讲解视频、典型案例、编程习题及仿真实验等资源。这一动态关联机制有效推动了知识从“静态文本”向“动态网络”的转化，显著提升了学生对课程体系的系统性认知能力。

3.2 AI 引擎：赋能个性化学习过程，实现因材施教

人工智能引擎依托知识图谱构建的结构化语义网络，对学生的学习过程数据进行实时分析与处理，从而实现精准教学干预。通过采集在线学习平台、仿真软件等终端上的学习时长、视频完成率、答题正确率、图谱浏览路径及仿真操作步骤等信息，AI 能够动态刻画学生的知识状态画像，追踪其认知路径并识别学习偏好。在此基础上，系统借助推荐算法从与知识图谱关联的资源库中，为学生智能匹配最合适的学习材料与学习路径；例如，对“数控编程”掌握薄弱者自动推送编程语法讲解和典型案例，并建议其优先学习相关前置知识点。此外，在习题或仿真出现错误时，AI 不仅能反馈正确答案，还能结合知识图谱进行深度错因溯源——如判断在“螺纹加工程序”编写错误中，是源于对“G76 指令格式”理解不足，还是对“主轴转速与进给速度关系”等前置知识掌握不牢，进而提供针对性解析与强化练习，帮助学生实现从“知其错”到“知其所以错”的跨越。

3.3 双引擎协同：形成教学闭环，驱动持续优化

知识图谱（KG）与人工智能（AI）在系统中并非独立运行，而是通过深度耦合实现相互增强，形成协同驱动的教学闭环。知识图谱为 AI 的推荐与诊断等决策行为提供了可解释的框架，使师生能够清晰理解其背后的知识逻辑关联，有效提升了系统的可信度与透明度。同时，AI 通过持续分析学习行为数据，反哺并激活知识图谱的演化——例如，当大量学生在“宏程序编程”等知识点上出现学习困难时，系统会主动向教师发出预警，提示潜在的教学难点，从而推动相关教学内容与资源的优化更新，实现课程的持续迭代。最终，在 KG 与 AI 双引擎的协同作用下，该模型实现了从“千人一面”到“因材施教”、从“经验驱动”到“数据驱动”、从“知识灌输”到“能力构建”的根本性转变。

4 教学改革的系统化实施路径

基于“KG+AI”双引擎驱动模型的理论框架，本课程教学改革通过四个关键阶段的系统化实施，构建了完整的智慧教学实践体系。

4.1 基础建设阶段：知识图谱构建与资源整合

在改革初期，课程团队依托学习通平台重点开展了知识图谱构建与教学资源的智能化整合工作。由专业教师、教育技术专家与企业工程师组成的团队，通过对课程知识体系的系统化解构，建立了涵盖 5 大知识领域、12 个核心模块和 42 个关键知识点的图谱框架，并利用学习通集成的图数据库功能实现了知识点的可视化展示与动态关联，构建起“基础理论-技术方法-工程应用”三级联动的知识网络。同时，团队在学习通平台上系统整合了包括教学视频、仿真实验、项目题库及 12 个来自本地制造企业的真实工程案例等多元化资源，覆盖数控编程、工艺优化及故障诊断等典型工作场景。通过语义标注技术，这些资源与知识图谱节点实现了智能关联，最终在学习通平台上形成了“知识-资源-能力”深度融合的教学资源体系。

4.2 技术融合阶段：智能系统部署与功能实现

在知识图谱构建的基础上，课程团队依托学习通平台持续推进人工智能技术与教学流程的深度融合。团队在学习通平台部署了基于大语言模型的智能问答系统，通过领域知识增强和上下文理解优化，构建了具备专业答疑能力的 AI 助教。实践数据显示，该系统能够有效解答 85% 以上的常规性问题，显著减轻了教师的基础答疑负担。同时，团队利用学习通平台的学习分析功能，开发了学习行为分析系统，通过采集学生在知识图谱中的导航路径、资源使用情况和练习完成数据，构建了精准的个性化学习画像。特别是在虚拟仿真环节，创新引入了 AI 实践问答功能，该系统能够实时理解学生在数控编程、工艺设计等实践任务中遇到的具体问题，通过自然语言交互提供操作原理解释、错误诊断分析和个性化改进指导，有效提升了学生的实践能力。

4.3 教学实施阶段：教学模式创新与实践

基于前期建设成果，课程团队依托学习通平台重构了“线上自主探究+线下项目实践”的混合式教学模式。在线上环节，学生通过知识图谱系统开展自主探究学习，学习通平台根据实时学情动态调整学习路径与资源推送。以“复杂零件数控编程”模块为例，系统会基于学生的基础知识掌握程度，智能推荐差异化的学习路径和针对性训练项目。线下教学则聚焦工程实践能力培养，依托学习通发布的“阶梯式”项目任务，引导学生从基础编程逐步过渡到综合应用。在此过程中，教师角色从知识传授者转变为学习引导者和项目顾问，借助学习通的学情数据更有针对性地培养学生的工程思维和创新能力，实现了教学过程的精准化和个性化。

4.4 质量提升阶段：持续改进机制建设

基于学习通平台构建的数据驱动机制，为教学质量的持续提升提供了有力支撑。该机制通过平台集成的多维度数据采集功能，全面记录教学过程中的学习行为数据，并运用学习分析技术深入挖掘教学成效与影响因素之间的内在联系。依托“周复盘-月总结-学期评估”的常态化教研机制，教学团队能够基于学习通提供的学情分析报告及时发现问题并优化教学设计。例如，在第二轮教学实施过程中，数据分析显示学生在“车削循环 G71 指令”掌握方面普遍存在困难，教学团队随即调整该模块的教学方案，在学习通平台补充了针对性的虚拟仿真训练环节，有效提升了学生对该指令的理解和运用能力。这一基于数据驱动的闭环改进体系，不仅保障了教学改革的稳步推进，其系统化的实施路径也为同类课程的智慧化建设提供了可复制的实践范式。

5 改革成效：课程目标达成度显著提升

本课程改革通过“KG+AI”双引擎驱动模型的系统实施，取得了显著的教学成效。基于课程目标达成度的持续监测数据，三个核心课程目标的达成度均呈现稳步提升态势，如图 2 所示，体现了改革对教学质量提升的实质性促进作用。

课程目标 1（掌握数控技术基础理论与系统原理）的达成度从首轮实践的 0.711 提升至 0.825，增幅达 16.03%。这表明基于知识图谱的系统化知识构建有效帮助学生建立了完整的理论框架，特别是在数控系统硬件软件结构、轨迹控制原理等核心概念的理解上取得了明显进步。

课程目标 2（具备数控加工编程与实践能力）的达成度从 0.693 提升至 0.814，提升幅度为 17.46%。这一进步得益于 AI 引擎提供的个性化学习路径和精准资源推荐。通过虚拟仿真平台的操作训练和智能指导，学生在手工编程与自动编程、程序调试与优化等实践技能方面得到了有效提升。

课程目标 3（形成工程思维与系统整合能力）的达成度从 0.721 提升至 0.832。提升幅度为 15.40%。通过知识图谱的可视化展示和虚实结合的教学方式，学生建立了数控系统硬件配置、软件功能与机械结构的整体认知框架，在分析子系统协同工作机制方面表现出明显进步，初步形成了解决复杂工程问题的系统思维能力。

除了课程目标达成度的量化提升外，改革在多个维度都取得了积极效果：课程满意度达到 94%，课堂互动频率提升 35%，仿真实验完成率高达 92%。这些数据充分证明了“KG+AI”双引擎驱动模型在激发学习兴趣、增强教学互动、提升实践效果方面的显著优势。

综上所述，基于知识图谱与人工智能技术深度融合的课程改革，不仅有效提升了各个课程目标的达成度，更重要的是培养了学生的工程思维能力、系统整合能力和创新意识，为培养适应智能制造时代需求的复合型工程技术人员探索出了一条行之有效的路径。

6 结论

本研究基于“图谱驱动、AI 赋能、精准教学、持续优化”的核心理念，构建了“KG+AI”双引擎驱动的《机床数控技术》智慧教学体系，并通过系统化的教学实践验证了其有效性。研究结果表明：

(1) 理论创新方面，提出了适用于工科专业课程的“KG+AI”双引擎驱动模型，实现了知识体系的结构化重构与教学过程的智能化升级，为同类课程改革提供了可借鉴的理论框架。

(2) 实践成效方面，通过四阶段的系统化实施，课程目标达成度获得显著提升，三个核心课程目标的达成度增幅分别达到 16.03%、17.46% 和 15.40%，同时课程满意度提升至 94%，课堂互动频率提高 35%，仿真实验完成率达 92%，充分证明了该模式在提升教学质量、增强学生实践能力方面的积极作用。



图 2 机床数控技术课程目标的达成度变化情况

(3)教学价值方面,该改革实现了三个根本性转变:从“知识灌输”到“能力构建”的教学目标转变,从“经验驱动”到“数据驱动”的教学方法转变,从“千人一面”到“因材施教”的教学模式转变,有效培养了学生的工程思维能力、系统整合能力和创新意识。

本研究的创新之处在于将知识图谱与人工智能技术深度融入工科专业课程教学全过程,构建了完整的智慧教学生态体系。然而,研究仍存在进一步优化的空间,如知识图谱的动态更新机制有待完善, AI 算法的精准性仍需提升。未来将继续深化技术融合,拓展应用场景,为推动新工科背景下的课程教学改革提供更多实践范例。

基金项目: 本论文为 2025 年营口理工学院校级教改项目《机床数控技术课程 AI 赋能教学方法创新与实践研究》的研究成果(项目编号: JG202505)。

[参考文献]

- [1]李瀚翔,杨晶晶,郭永福.基于知识图谱的“泵与泵站”课程教改研究[J].科技风,2025(30):71-73.
- [2]张艺越,吕君,齐永杰,等.“智能驱动·集成创新”下职业本

科院校课程教改实践——以机械设计基础课程为例[J].现代商贸工业,2025(22):259-261.

[3]张小杰,赵春辉,周建萍,等.“新工科”背景下《塑料模具设计》课程教改探索与实践[J].模具制造,2025,25(10):98-103.

[4]师路欢,杨冲,马军磊.“KG+AI”双引擎驱动的智慧课程改革探索——以机械工程控制基础课程为例[J].汽车实用技术,2025,50(17):93-114.

[5]贺春英,王宇,郭晶.AI 赋能的智慧化教学模式构建与实践——基于数智教学平台的大学英语课程教改实践研究[J].外语电化教学,2025(2):62-105.

[6]张世海,吴银宝,王建武.AI 驱动的多模态数字化教学与传统教学模式的比较研究 [J]. 中国农业教育,2025,26(2):30-36.

[7]杜治娟.知识图谱赋能的离散数学教学实践[J].计算机教育,2024(6):114-119.

作者简介: 王硕 (1989.2—), 男, 满族, 辽宁省北宁市人, 营口理工学院专任教师, 研究生学历, 硕士学位, 研究方向: 高端数控机床智能运维。