

基于AI和任务驱动的机械制造技术基础教学改革研究

蔡金虎*, 易继军, 陈耿彪, 尹来容, 黄 龙

长沙理工大学机械与运载工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年10月3日; 录用日期: 2025年11月4日; 发布日期: 2025年11月13日

摘 要

针对机械制造技术基础教学模式亟需革新的迫切需求, 文章提出了一种基于人工智能(AI)的任务导向型混合教学模式。首先, 通过工业数据驱动方式构建智能任务生成机制, 将实际制造过程中的案例转化为教学内容。其次, 开发能够动态优化加工参数和智能诊断设备故障的虚实交互系统。最后, 基于知识图谱演化追踪技术与认知行为模式识别算法, 建立学生工程思维能力发展的动态量化评估模型。AI深度赋能的混合式教学范式, 构建了智能制造领域人才培养的标准化实施路径, 提供了解决工程教育与产业需求脱节问题的创新方案。

关键词

机械制造技术基础, AI, 任务驱动, 教学改革

Research on the Teaching Reform of Mechanical Manufacturing Technology Fundamentals Based on AI and Task-Driven Techniques

Jinhu Cai*, Jijun Yi, Gengbiao Chen, Lairong Yin, Long Huang

College of Mechanical and Vehicle Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan

Received: October 3, 2025; accepted: November 4, 2025; published: November 13, 2025

*通讯作者。

文章引用: 蔡金虎, 易继军, 陈耿彪, 尹来容, 黄龙. 基于 AI 和任务驱动的机械制造技术基础教学改革研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(11): 276-281. DOI: 10.12677/ces.2025.1311867

Abstract

In response to the urgent need for innovation in the teaching mode of mechanical manufacturing technology foundation, this paper proposes a task-oriented hybrid teaching mode based on artificial intelligence (AI). Firstly, an intelligent task generation mechanism is constructed through industrial data-driven methods, transforming cases from actual manufacturing processes into teaching content. Secondly, a virtual-real interactive system capable of dynamically optimizing processing parameters and intelligently diagnosing equipment faults is developed. Finally, based on knowledge graph evolution tracking technology and cognitive behavior pattern recognition algorithm, a dynamic quantitative evaluation model for the development of students' engineering thinking ability is established. The hybrid teaching paradigm empowered by AI depth has constructed a standardized implementation path for talent cultivation in the field of intelligent manufacturing, providing an innovative solution to the problem of disconnection between engineering education and industrial demand.

Keywords

Fundamentals of Mechanical Manufacturing Technology, AI, Task-Driven Approach, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

机械制造技术基础以机械制造工艺流程系统性认知为核心,运用多维度整合策略,把加工设备选型、刀具参数优化、夹具设计原理等核心要素融入教学框架中,旨在提升学生的工程实践与创新能力。随着工业 4.0 和 AI 技术深度融合,美国的 MIT、德国亚琛工业大学等顶尖高校已经开始探索把机器学习算法、数字孪生技术融入课程实践环节,构建智能化制造教学的新范式[1]。传统机械制造技术基础的教学模式重视理论而轻视实践、教材老旧、注重理论知识的单向传授,学生参与不多,创新能力不强。更严峻的是,传统教学模式缺乏 AI 技术支撑。这使得无法借助智能诊断系统实时发现学生的知识盲区,也很难利用大数据分析来动态优化教学策略[2]。

欧美高校较早推行了项目驱动和任务导向模式,如德国的“双元制”模式,它靠校企合作来加强实践教学。然而,其课程体系仍然面临着技术与产业动态同步难题。斯图加特大学在金属切削原理教学中引入了虚拟仿真,可仿真系统缺少 AI 驱动的参数自适应调整功能,很难模拟真实加工时的动态误差补偿过程[3]。日本东京工业大学将工业机器人技术运用于工艺设计课程,但受限于智能算法开发能力,其教学案例库更新速度无法匹配智能制造技术的迭代速度[4]。华中科技大学通过构建“工艺异常诊断任务库”,将企业真实案例转化为教学项目[5]。任务驱动教学不仅契合“新工科”对应用型人才的需求,更是推动课程与产业接轨、实现教育数字化转型的核心策略。

线上线下混合式教学模式通过整合虚拟仿真与实体实践,正在重塑机械制造技术的教学形态。传统课堂偏重理论灌输,缺乏真实生产场景的实践任务设计,学生参与度低且创新能力薄弱[6]。目前的传统教学模式普遍存在理论与实践脱节、教学内容滞后于产业需求的问题[7]。确定性数学模型无法表征智能制造系统的混沌动力学特征,制约了教学策略的精准优化。

虽然目前机械制造技术基础教学改革方面已有诸多研究，但是当前机械制造技术基础教学体系仍然存在三个主要问题：其一，知识转化存在结构性断层；其二，虚实教学场景融合度不足；其三，能力评价体系存在维度缺失。为提升机械制造技术基础课程的教学质量、培养适应时代发展趋势的机械工程专业优秀人才，亟需开展机械制造技术基础的教学模式改革。

2. 教学模式改革实施方案

针对机械制造技术基础教学存在的问题，基于 AI 技术，构建任务驱动与线上线下混合教学相结合的教学模式。通过明确学生任务目标，利用互联网和多媒体资源等技术手段，激发学生学习热情，培养创新意识，以及解决问题的能力。在发挥教师主导作用的同时，把课堂还给学生，让学生在线上和线下学习中提升自身能力。本文拟采用的教学改革实施方案如图 1 所示。

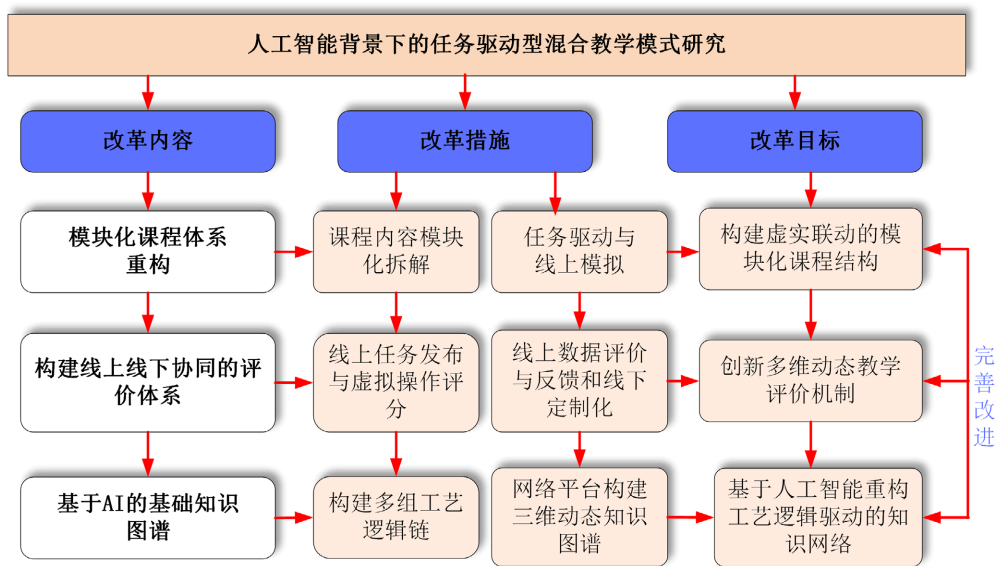


Figure 1. Proposed implementation plan
图 1. 拟采用的实施方案

2.1. 构建“任务驱动 + 虚实结合”的机械制造技术基础模块化课程体系

为解决传统课程内容分散、实践环节薄弱问题，本文以机械制造工艺流程为主线，对机械制造技术基础课程内容进行模块化划分。将课程拆分成“工艺设计 - 刀具选型 - 质量分析”等核心模块，各模块紧扣实际生产流程，凸显课程的系统性和连贯性。针对每个模块，精心设计一系列学习任务。例如“阶梯轴加工”项目，涵盖刀具选型与工艺设计等任务。任务设计按照由简到难、从基础到复杂的顺序进行，帮助学生逐步掌握核心技能，提高应用知识的能力。在组织课程内容时，遵循“以应用为目的”原则，将能力培养当作目标。

线上教学方面，积极引入 Inventor、宇龙数控加工仿真系统等虚拟仿真平台，学生在这类平台开展三维建模、工艺优化等操作，完成线上实训任务，从而深入了解理论知识。线下实操环节，在校内实训基地开展机床操作、装配调试等任务。教师依照学生线上实训状况，予以有针对性的指导。学生在虚拟仿真中完成阶梯轴加工工艺设计之后，要在线下开展实际机床操作加工。教师会现场纠正操作中的错误，引导学生对工艺进行优化，切实培育学生的工程思维与实际操作能力。本文所构建的教学组织关系如图 2 所示。

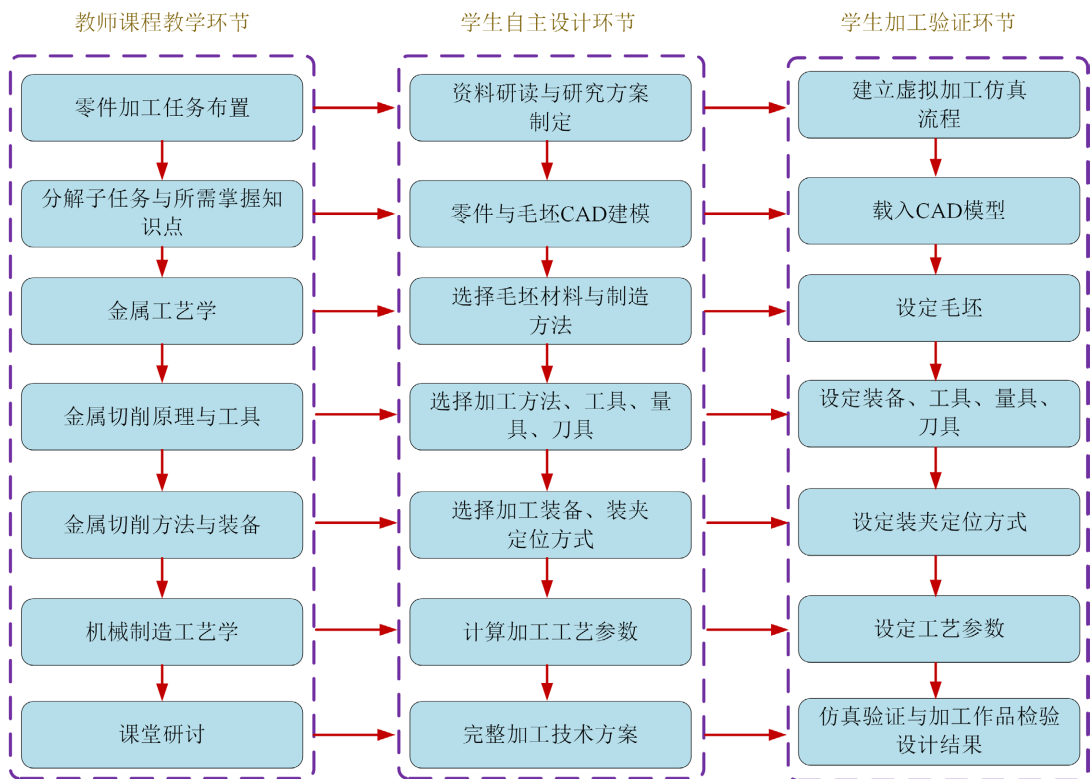


Figure 2. Teaching organization relationship diagram of fundamentals of mechanical manufacturing technology
图 2. 机械制造技术基础的教学组织关系图

2.2. 建立“线上线下协同”的机械制造技术基础课程评价机制

针对传统评价单一、过程性反馈缺失的问题，本文致力于建立全面且动态的评价机制。线上，要充分发挥学习通和职教云平台的后台数据统计功能，把学生任务完成进度、微课学习时长、虚拟仿真操作得分等数据精准记录下来。深入数据分析后实时生成学情报告，直观呈现学生学习状况，给教师调整教学策略提供有力依据，让教学更有针对性。

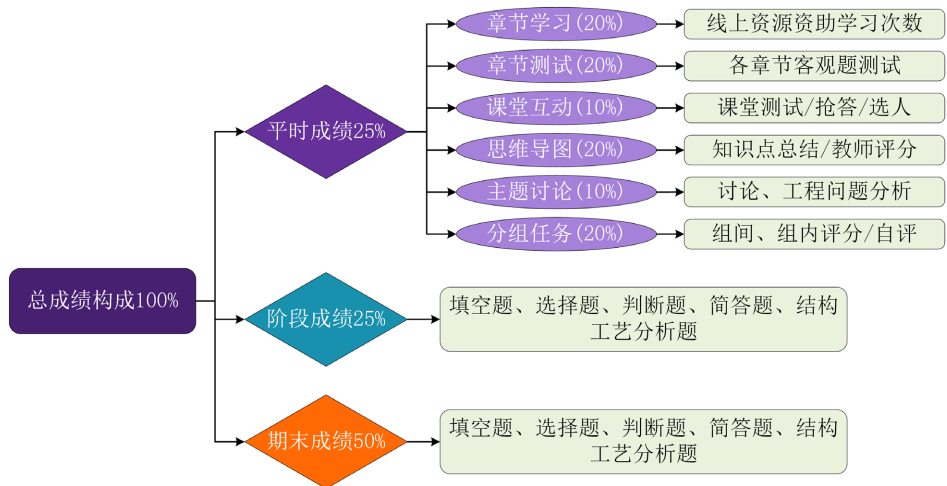


Figure 3. "Online and Offline Collaboration" multi-stage course evaluation mechanism
图 3. “线上线下协同”多阶段课程评价机制

线下评价主要通过分析小组答辩的表现以及工艺文件的编制成果来进行综合评判。学生在完成零件加工方案后,进行小组答辩,说明设计思路和工艺选择的理由,以全面展示学生的知识掌握情况及应用能力。同时,积极邀请企业导师参与评分,依据企业的实际需求对学生的作品进行评价,这样可以使评价更加贴近行业实际情况,提高评价的实用性。另外,特别设计了任务改进环节。依据平台的数据分析结果,针对学生薄弱之处、普遍难点问题,定制化推送学习资源,帮助学生查漏补缺。定期反馈学生线上学习数据以及线下成果评价的结果,促使学生依照反馈结果改进学习方法。如图 3 所示为本文提出的课程评价机制。

2.3. 基于 AI 技术创建工艺关联驱动的机械制造技术基础知识图谱

为解决课程知识结构松散的问题,根据制造工艺系统的特点,对切削原理、工艺设计等核心知识加以解构。将其拆分成多个基础单元,梳理出“加工误差分析→夹具定位原理→工序尺寸链计算”等诸多工艺逻辑链,明确各知识点间的内在联系,构建起紧密相连的知识网络。

知识图谱的架构设计采用基于本体驱动的分层建模方法,如图 4 所示。在概念层构建中,领域本体被抽象成多级树状拓扑。它的根节点代表工艺知识体系的元概念,采用自顶向下的粒度分解策略,精准划分子概念与父节点的语义隶属关系。这种从本体到图结构的系统性转换,保证了概念层级体系在知识图谱中的完备映射,形成具有严格继承关系的语义网络。在实体关系表征层面,该架构突破了传统树形约束,引入混合图模型组织多模态知识。概念节点间的纵向层次关系构成了树的主干结构,跨域实体通过语义三元组构建横向关联网络。特别地,实体节点间的连接采用属性图模型加强。边属性不仅包含基础语义标签,还嵌入了工艺参数约束等其他特征,实现结构关系与领域知识的深度融合。

在教学应用中,教师要充分借助知识图谱指引学生把握知识点间的关联,剖析复杂工程问题。例如,讲解加工质量问题时,利用知识图谱呈现相关知识点,让学生从多个方面分析问题,培养学生知识整合能力与复杂问题解决能力。在学习时,要让学生既能掌握孤立的知识点,又能把握知识的内在逻辑,提高学生的综合素养与创新思维。

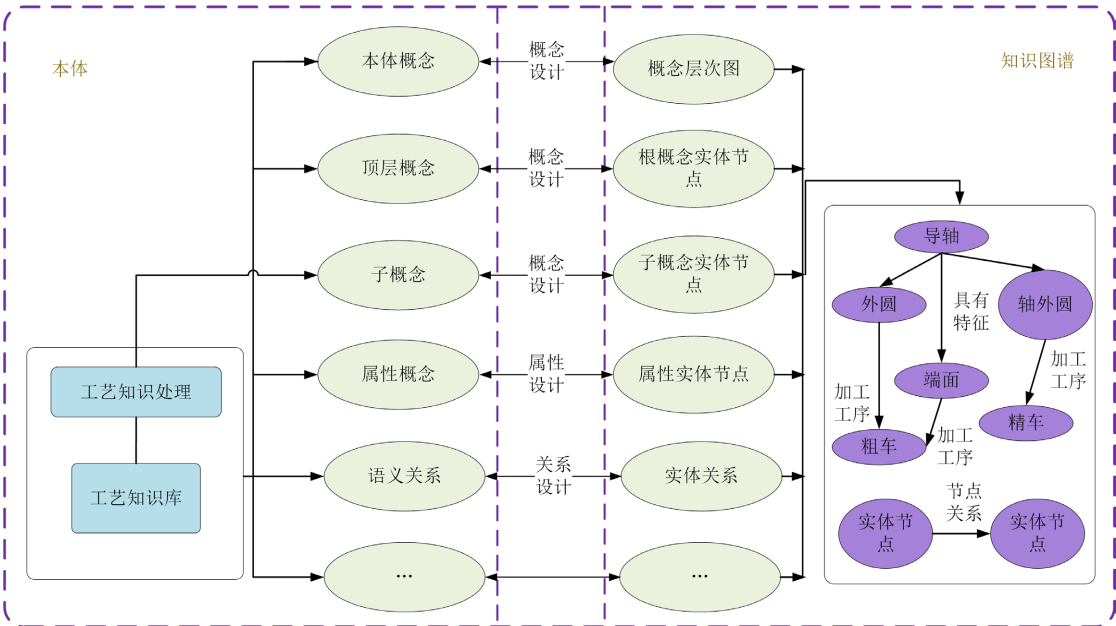


Figure 4. Mapping principle between knowledge ontology and knowledge graph
图 4. 知识本体与知识图谱映射原理

3. 结论

AI 赋能的任务驱动型混合教学模式, 对于解决机械制造技术基础传统教学所面临的难题, 促进工程教育数字化转型, 具有重要意义。本文通过任务驱动设计真实生产场景项目, 采用“线上预习、课中实践、课后拓展”的闭环设计策略, 突破设备短缺限制, 有效提升了学生的参与度及创新能力, 又可凭借实时反馈机制, 增强教学针对性。这种模式既能契合智能制造时代对复合型人才的要求, 更为教育数字化转型提供可复制的实践路径。鉴于 AI 技术、知识图谱等新技术对教师和学生的计算机技术水平要求较高, 本文所提的教学改革方法在推广应用方面仍有更多课题值得深入研究。

基金项目

国家自然科学基金项目(52505243)、湖南省自然科学基金项目(2024JJ6045)、长沙理工大学教学改革研究项目“人工智能赋能的任务驱动型混合教学模式研究——以机械制造技术基础课程为例”、长沙理工大学研究生精品示范课程项目“现代设计理论研究生精品示范课程”。

参考文献

- [1] 张宏基. 智能制造背景下机械设计基础教学改革研究[J]. 造纸装备及材料, 2025, 54(3): 169-171.
- [2] 李文帅. 智能制造背景下高校应用型人才培养模式及对策研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2025, 34(1): 16-20.
- [3] 陈晓昀. 面向卓越工程师的“机械制造技术基础”课程教学改革与实践[J]. 装备制造技术, 2022(10): 198-200+210.
- [4] 张良, 易建钢, 方自强. 新工科背景下《机械制造技术基础》融合式课程改革[J]. 机械管理开发, 2021, 36(12): 320-322.
- [5] 周世权, 黄胜智, 赵轶, 李智勇, 陈文锬, 周琴. 工程训练与机械制造基础综合课程的探索与实践——以铸造工艺为案例[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(4): 203-209.
- [6] 沈利民, 李海生, 王艳飞, 等. 线上线下混合式实践教学与评价体系构建——以过程装备与控制工程专业“生产实习”为例[J]. 工业和信息化教育, 2021(7): 73-77+89.
- [7] 杜官将, 薛小强, 贾晓林. 基于产出导向的“机械制造技术”课程考核评价体系改革与实践[J]. 时代汽车, 2024(15): 67-69.