

面向人工智能的“数智融合”教学模式的探索与实践路径研究

——以《数控加工与编程》课程为例

兰叶深, 吕云鹏

衢州职业技术学院机电工程学院, 浙江 衢州

收稿日期: 2026年5月25日; 录用日期: 2026年6月23日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

人工智能推动教育变革, 高职工科实践教学面临教学内容与产业脱节、标准化教学与个性化发展矛盾、技能训练评价效率低等挑战。以《数控加工与编程》课程为例, 探索构建面向人工智能的“数智融合”教学模式。通过数据驱动、人机协同的教学目标动态校准机制, 实现与产业需求、学生差异的双向适配; 依托知识图谱与智能引擎, 构建模块化、可进化的教学内容供给体系, 推动资源从“标准套餐”向“个性化定制”转变; 设计以人机协同为核心的沉浸式教学活动范式, 融合数字孪生、VR/AR等智能场景; 基于多模态数据建立“采集无感、分析有据、反馈及时”的智能评价体系。教学效果分析表明, 实验组学生在知识掌握、技能达标、问题解决能力及个性化学习体验等方面均显著优于对照组。该模式为高职工科核心实践教学改革提供了理论创新与实践推广价值的解决方案。

关键词

数智融合, 人工智能, 教学模式, 《数控加工与编程》

Research on Exploration and Implementation Pathways for an AI-Oriented “Digital-Intelligence Integration” Teaching Model

—Taking the Course “CNC Machining and Programming” as an Example

Yeshen Lan, Yunpeng Lyu

School of Mechanical and Electrical Engineering, Quzhou College of Technology, Quzhou Zhejiang

Received: May 25, 2026; accepted: June 23, 2026; published: June 30, 2026

Abstract

Artificial intelligence is driving educational transformation, yet vocational science and engineering practical teaching faces challenges such as a disconnect between curriculum and industry demands, conflicts between standardized instruction and personalized development, and inefficient skill assessment. Taking the course “CNC Machining and Programming” as an example, this study explores constructing an AI-oriented “digital-intelligent integration” teaching model. Through a data-driven, human-machine collaborative mechanism for dynamic calibration of teaching objectives, it achieves bidirectional adaptation to both industry needs and student diversity. Leveraging knowledge graphs and intelligent engines, a modular, evolvable instructional content delivery system is established, shifting resources from “standard packages” to “personalized customization.” An immersive teaching activity paradigm centered on human-machine collaboration is designed, integrating intelligent scenarios like digital twins and VR/AR. A smart evaluation system based on multimodal data is built, ensuring “seamless data collection, evidence-based analysis, and timely feedback.” Teaching effectiveness analysis indicates that experimental group students significantly outperformed the control group in knowledge mastery, skill attainment, problem-solving abilities, and personalized learning experiences. This model provides a solution with both theoretical innovation and practical application value for reforming core practical teaching in vocational science and engineering education.

Keywords

Digital-Intelligence Integration, Artificial Intelligence, Teaching Model, “CNC Machining and Programming”

Copyright © 2026 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

人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力[1], 人工智能的出现, 同样塑造了新的教育形态。当前, 高职工科实践教学普遍面临教学内容与产业技术迭代脱节、标准化教学难以满足学生个性化发展、技能训练效率与评价精度亟待提升等核心挑战, 传统模式在应对智能制造等领域快速变化时尤显乏力。以美国、英国、新加坡等为代表的发达国家, 已将人工智能视为教育变革的核心驱动力[2], 其研究与实践呈现出前瞻性与系统性。研究焦点已从在线平台与数字化资源建设, 逐步深入到适应性学习路径、学习分析学以及沉浸式技能实训等核心领域[3]。国外研究正致力于构建以数据为纽带、以个性化体验为中心、深度融合专业教学与智能技术的教育新生态[4], 为“数智融合”提供了多样化的技术方案与范式参考, 其系统化推进的策略值得借鉴。我国在“人工智能 + 教育”国家战略引领下, 相关研究呈现井喷之势[5]。在智能制造教育领域, 研究主要关注如何利用智能技术提升工程实践能力。徐晶晶[6]从智能时代思维型教学入手, 构建了技术赋能学习的运行机制模型; 黄丽婕等[7]提出了“AI 协同 + 学术探索”模式, 试图整合 AI 技术以强化学生科研创新能力。然而, 这些研究多聚焦于通用教学场景, 对高职工科实践中“产业技术快速迭代”与“教学内容固化”之间的核心矛盾关注不足。在自适应学

习领域, 经典理论如知识追踪(Knowledge Tracing)和项目反应理论(Item Response Theory)已被广泛用于构建个性化学习路径, 管佳等[8]勾勒了人工智能支持下的拔尖人才全过程培养图景, 但相关实践多集中于学科知识传授, 鲜有深入到数控加工、编程等复杂技能操作的动态适配与实时反馈。在学习分析领域, 孙众等[9]构建了基于人工智能的课堂教学分析框架, 吴立宝等[10]探索了评价改革与技术实现的融合路径, 李小平[11]提出了知识图谱驱动的VR教学资源智能建构方法。这些研究在数据驱动的教学评价方面取得了进展, 但现有学习分析多聚焦于行为日志或测试结果, 忽视了学习方式、支撑工具及其作用的量化评价, 导致评价数据的完整性不足, 难以精准指导实践教学改进。

综上, 已有研究成果为人工智能赋能课程建设提供了理论基础与现实参照, 但仍存在明显缺口: 其一, 重技术应用、轻教学创新的问题突出, 教师如何创新教学活动安排以提升教学品质, 已成为课程信息化教学的瓶颈; 其二, “智慧教”与“个性学”水平偏低, 教与学路径单一, 缺乏面向不同层次学生的差异化设计; 其三, 教学评价数据完整性不足, 对学习过程、工具效能等维度的量化评价严重缺乏。在智能制造领域, 以《数控加工与编程》课程为例, 传统教学依赖课堂讲授与单元任务实操, 学习资源相对固定[12], 课程设计面向全体学生的平均需求, 难以回应个体差异和行业最新趋势, 导致学习体验受限、技能训练与产业需求脱节。

为此, 本文聚焦于破解技术应用与教学模式系统性重构脱节的关键矛盾。重点探索如何将人工智能深度嵌入从教学目标优化、教学内容重组、人机协同教学活动设计到数据驱动的多元评价全过程, 旨在构建目标明确、路径清晰、生态协同的新型教学模式与实践路线图, 以期破解高职专业核心实践教学改革的深层困境提供具有理论创新性与实践推广价值的解决方案。

2. “数智融合”教学模式的探索与实践路径

2.1. 面向产业动态与学生画像的教学目标协同重构机制

面向人工智能的“数智融合”教学模式, 在教学目标设定上突破了传统静态化与统一性的局限, 构建了数据驱动、人机协同的动态目标生成机制。该机制通过对行业大数据与技术情报的智能分析, 实时感知产业变革对人才能力的需求变化, 推动教学目标与产业需求的动态校准; 同时, 基于学生学习过程数据构建能力画像, 借助智能算法将统一标准转化为个性化、进阶式学习目标, 从而建立一套既能响应产业“快变量”、又能适应学生“差异量”的协同重构模型。

在此基础上, 课程改革以促进学生全面发展为根本, 在优化目标时坚持以德育纲要为载体, 充分发挥人工智能的赋能作用, 实现课程目标的人机协同与动态调整。依据高阶化与进化化原则, 课程聚焦数控编程与操作、工业机器人应用和数字孪生应用三大核心能力, 结合学生个体数据画像明确差异化目标, 推动规模化背景下的因材施教, 着力培养学生的批判性思维、知识迁移能力和综合问题解决能力。

2.2. 支撑“精准供给”与“个性跃迁”的教学内容体系重构

针对教学内容固化、供需脱节的问题, 构建了以知识图谱为中枢、智能引擎为驱动的模块化、可进化教学内容体系。依托知识图谱技术, 对工科专业领域的核心技能与知识点进行结构化建模, 并实现内容的动态更新与维护; 同时, 设计智能引擎, 依据动态课程目标与学生实时学情画像, 对教学内容进行自动化提炼、重组与个性化推送, 推动教学资源从“标准套餐”向“个性定制”转变, 形成“靶向精准、路径灵活、资源适配”的智慧教学内容供给范式。

在具体实施层面, 融合行业发展趋势与学生个体差异, 对课程单元内容进行重构与提炼, 分课时任务实现归并与重组。借助教育大数据、量化自我与学习分析等智能技术, 精准识别学生的学习需求与能力特征, 依托智能平台开展学习内容的量体裁衣、学习路径的智能规划以及学习资源的精准推送, 实现

数据驱动的深度学习, 切实提升教学内容的适应性与育人实效。

2.3. “数智融合”教学活动的范式设计与关键场景应用

聚焦教学活动创新, 系统设计了以人机协同为核心的新型教学范式。依据智能制造工作流程与标准, 将教学内容分解为工艺创新设计、智能生产与质量监控三大任务模块, 依托数字孪生、VR/AR/MR 等沉浸式智能实训场景, 实现高风险、高成本实操环节的虚拟化与精细化训练; 同时, 开发融入智能学伴与自然语言交互的探究式、协作式学习任务, 提升复杂问题解决能力。借助知识图谱资源中心与教育 APP, 开展动态学情分析、情境化即时交互与个性化资源推送, 实现智能可视化、动态自适应及虚拟双师等多种教学形态的融合应用。

学生可通过 AR/VR/MR/XR 交互式资源、模式识别学习工具及自然语言处理智能学伴, 开展泛在探究与自适应学习, 打破学习空间壁垒, 实现“千人千面”的个性化学习。通过构建以智能工具为支撑的“做中学”闭环, 形成一套可复制、可推广的“数智融合”教学活动工具箱与实施指南, 显著增强教学临场感、交互深度与训练成效。

2.4. 基于数智技术的教学评价体系重构

为破解教学评价单一、滞后的问题, 重构了基于多模态数据融合、贯穿教学全过程的智能评价体系。该体系利用计算机视觉、语音分析及平台日志等多源技术, 无感化采集教学过程中涵盖行为、过程与情感的多维数据; 通过数据分析模型, 对技能操作规范性、问题解决逻辑及协作沟通效能等进行多维度、过程性量化评估。依托教育大脑对多源数据进行分布式处理与画像构建, 实现伴随式的动态评估与模型修正, 建立基于评价结果的实时反馈与自适应学习干预机制, 最终建成一个“采集无感、分析有据、反馈及时、促进发展”的教学评一体化智能系统, 助力课堂教学持续改进。

3. 教学效果分析

以某高职院校智能制造专业二年级《数控加工与编程》课程修读学生为实验对象。共纳入 4 个自然班, 总样本量 $N = 186$ 人。采用分层随机分组方式: 首先根据学生上一学期专业核心课程(《机械制图》《机械设计基础》)的期末成绩进行分层(高、中、低三个层次), 然后在每个层次内将学生随机分配至实验组或对照组, 以确保两组在专业基础上无显著差异。最终, 实验组 93 人(男生 81 人, 女生 12 人, 平均年龄 20.3 ± 0.7 岁), 对照组 93 人(男生 79 人, 女生 14 人, 平均年龄 20.4 ± 0.6 岁)。两组在入学成绩、前序专业课程平均绩点方面的差异均无统计学意义($p > 0.05$), 表明两组基线水平均衡可比。实验持续一学期(16 周), 共 64 学时。其中理论教学 24 学时, 实践教学(数控编程与机床操作) 48 学时。两组教学进度与总学时保持一致。

实验组采用本文构建的“数智融合”教学模式, 具体包括: 个性化学习路径, 基于知识图谱与前期能力画像, 系统为每位学生推送差异化的学习资源(视频、例题、微课), 覆盖所有核心知识点; 沉浸式智能实训, 引入虚拟仿真平台, 学生可在虚拟环境中进行编程与加工仿真, 系统提供实时操作反馈与错误纠正; 人机协同教学活动, 课堂采用“教师引导 + 智能助教”双师模式, 智能系统负责基础知识检测与个性化练习推荐, 教师聚焦于疑难解析与综合项目指导。对照组沿用传统教学方法, 包括: 课堂统一讲授(PPT + 板书), 所有学生使用相同教材与习题集; 实训环节采用“教师示范 + 学生仿做”模式, 每名同学轮流操作实体数控机床, 无虚拟仿真辅助; 教学评价以期末理论考试(60%) + 期末实操考核(40%) 为主, 无过程性数据采集与个性化反馈。

一学期上课结束后, 实验组与对照组在各项考核指标上的比较结果如表 1 所示。

Table 1. Comparison of knowledge mastery and skill proficiency between experimental group and control group
表 1. 实验组与对照组知识掌握与技能熟练度比较

指标	实验组(n = 93)	对照组(n = 93)	统计值	p 值	效应量
理论考试成绩(分)	86.7 ± 8.2	78.2 ± 9.5	$t = 6.71$	<0.001	Cohen's $d = 0.98$
实操考核成绩(分)	88.4 ± 7.1	72.6 ± 10.3	$t = 12.14$	<0.001	Cohen's $d = 1.78$
一次编程合格率(%)	92% (86/93)	65% (60/93)	$\chi^2 = 19.27$	<0.001	Cramér's $V = 0.46$
核心能力模块平均达标率(%)	89.3 ± 6.5	71.5 ± 9.2	$t = 15.32$	<0.001	Cohen's $d = 2.25$
理论考试成绩(分)	86.7 ± 8.2	78.2 ± 9.5	$t = 6.71$	<0.001	Cohen's $d = 0.98$

由表 1 可见, 实验组的理论考试平均分显著高于对照组(86.7 ± 8.2 vs. 78.2 ± 9.5, $p < 0.001$, $d = 0.98$, 大效应); 实操考核得分差异更大(88.4 ± 7.1 vs. 72.6 ± 10.3, $p < 0.001$, $d = 1.78$)。一次编程合格率上, 实验组为 92%, 对照组为 65%, 差异具有统计学意义($\chi^2 = 19.27$, $p < 0.001$)。三大核心能力模块(工艺分析、代码编写、加工仿真)的达标率实验组均优于对照组, 平均达标率差异达 17.8 个百分点($p < 0.001$, $d = 2.25$)。结果表明, 基于知识图谱的个性化内容推送与沉浸式智能实训场景有效促进了学生对核心技能的掌握。

对实验组学习过程数据的追踪显示, 93 名学生均在知识图谱平台上生成了差异化学习路径, 个性化资源推送覆盖率达 100%。复杂问题解决能力测评中, 实验组得分为 91.4 ± 6.7 分, 对照组为 76.8 ± 9.2 分, 组间差异显著($t = 12.52$, $p < 0.001$, $d = 1.83$)。知识迁移能力测试中, 实验组能够将编程知识灵活应用于变式任务的比例为 85% (79/93), 对照组为 62% (58/93), 卡方检验显示差异显著($\chi^2 = 12.87$, $p < 0.001$, Cramér's $V = 0.37$)。问卷调查显示, 86.7% 的实验组学生(78 人)认为数字化资源对学习“非常有帮助”或“比较有帮助”, 而对照组仅有 34.2% (32 人)做出相同评价($\chi^2 = 49.23$, $p < 0.001$)。在学科竞赛方面, 实验组获国家级奖项 2 项、省级奖项 12 项(共计 14 项), 对照组获省级奖项 3 项, 无国家级奖项。由于获奖人次较少, 未进行统计检验, 但实验组的优势明显。

基于多模态数据的智能评价体系实现了教学过程的无感化数据采集。实验组学生的课堂交互频次平均为 12.5 ± 3.1 次/课时, 显著高于对照组的 5.3 ± 2.0 次/课时($t = 18.87$, $p < 0.001$, $d = 2.77$)。技能操作规范性评估中, 实验组平均得分为 94.2 ± 4.8 分, 对照组为 81.6 ± 7.3 分, 差异显著($t = 13.76$, $p < 0.001$, $d = 2.02$)。职业资格证书获取率方面, 实验组为 99.1% (92/93), 对照组为 81.7% (76/93), 卡方检验显示差异显著($\chi^2 = 14.42$, $p < 0.001$, Cramér's $V = 0.39$)。

上述结果表明, “数智融合”教学模式在提升学生知识掌握水平、促进个性化学习与能力迁移、优化教学评价反馈效能等方面均显著优于传统教学模式。

4. 结论

本文以《数控加工与编程》课程为例, 探索构建了面向人工智能的“数智融合”教学模式。该模式实现了教学目标与产业需求、学生差异的动态校准, 推动了教学内容的精准供给与个性化推送, 设计了以人机协同为核心的沉浸式教学活动, 建成了基于多模态数据的智能评价体系。实践表明, 该模式显著提升了学生的知识掌握、问题解决能力及教学评价效能, 为高职工科实践教学改革提供了具有理论创新与实践推广价值的解决方案。

基金项目

浙江省教育科学规划一般课题: 人工智能驱动高职工科专业“数智融合”教学模式的重构与实践路径研究(2026SCG335), 浙江省产学研合作协同育人项目: 面向智能制造的《数控加工与编程》课程产学研

合教学改革与研究。

参考文献

- [1] 毕树沙, 张琳琳. 职业教育智能体: AI 赋能职业教育新图景[J]. 中国职业技术教育, 2025(20): 5-11+20.
- [2] 徐晓飞, 张策. 生成式人工智能赋能工程教育及学生能力的培养、测评与认证体系[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 1-9.
- [3] 林健, 杨冬. 工程教育智能化: 内涵、特征与挑战[J]. 清华大学教育研究, 2023, 44(6): 1-11.
- [4] 葛福鸿, 刘清堂. 人工智能赋能高校教学支持服务: 内涵、困境、模型与路径[J]. 中国电化教育, 2025(10): 46-54.
- [5] 李建龙, 牛振东. “技术-教育”互构下人工智能赋能高校教学评价研究[J]. 中国高教研究, 2025(11): 15-23.
- [6] 徐晶晶, 胡卫平. 智能时代思维型教学引领技术赋能学习: 现实反思、运行机制与实践路径[J]. 电化教育研究, 2021, 42(12): 93-99.
- [7] 黄丽婕, 黄崇杏, 段青山, 等. 新人工智能背景下包装工程研究生课程教学新模式探索[J]. 包装工, 2024, 45(S2): 23-27.
- [8] 管佳, 韩婷芷, 徐国兴. 人工智能技术赋能我国高等教育拔尖人才培养[J]. 中国电化教育, 2022(10): 97-101.
- [9] 孙众, 吕恺悦, 骆力明, 等. 基于人工智能的课堂教学分析[J]. 中国电化教育, 2022(10): 15-23.
- [10] 吴立宝, 曹雅楠, 曹一鸣. 人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建[J]. 中国电化教育, 2021(5): 94-101.
- [11] 李小平, 董银银, 姜丽萍, 等. 基于知识图谱设计的 VR 教学资源建构问题研究[J]. 中国教育信息化, 2022(10): 15-23.
- [12] 张国梁, 黄秋娟, 邢义虎. “数控编程与加工”课程教学改革探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(12): 192-196.