

AI 赋能跨专业数控教学

何楚亮, 陈勇志

东莞理工学院, 广东 东莞 523808

DOI: 10.61369/RTED.2026020031

摘 要： 东莞理工学院跨专业数控加工技术实验教学中，非机械专业学生存在学时短、基础薄弱、学习积极性不足等问题，为此，将人工智能技术深度融入实验教学全过程，搭建集成 CNC 程序自动生成、加工指令智能解释、切削过程动态模拟功能的 AI 数控教学辅助平台，构建“AI 引导－理论认知－虚拟实操－实体验证”四阶教学模式。以6个非机械专业班级为研究对象开展对比教学，结果显示：实验班程序编写正确率、零件加工尺寸误差、实验完成效率较对照班都有显著的提升。该模式有效解决跨专业教学“学时少与要求高”的核心矛盾。

关 键 词： AI 赋能；数控加工技术；跨专业教学；实验教学改革

AI-Empowered Cross-Disciplinary Numerical Control Teaching

He Chuliang, Chen Yongzhi

Dongguan University of Technology, Dongguan, Guangdong 523808

Abstract： In the experimental teaching of cross-disciplinary numerical control (NC) machining technology at Dongguan University of Technology, non-mechanical major students face problems such as limited class hours, weak professional foundations, and insufficient learning motivation. To address these issues, artificial intelligence (AI) technology is deeply integrated into the entire process of experimental teaching, and an AI-assisted NC teaching platform integrating automatic CNC program generation, intelligent interpretation of machining instructions, and dynamic simulation of cutting processes is built. A four-stage teaching model of "AI Guidance – Theoretical Cognition – Virtual Practical Operation – Physical Verification" is constructed. Comparative teaching is carried out with 6 non-mechanical major classes as research objects. The results show that compared with the control class, the experimental class has significantly improved in CNC program writing accuracy, part machining dimensional error control, and experimental completion efficiency. This model effectively solves the core contradiction of "limited class hours versus high teaching requirements" in cross-disciplinary teaching.

Keywords： AI empowerment; numerical control machining technology; cross-disciplinary teaching; experimental teaching reform

引言

（一）研究背景与意义

作为智能制造的核心支撑技术，数控加工技术已成为装备制造、电子信息等领域对工程技术人才的基本能力要求。东莞理工学院立足制造业名城东莞的产业优势，以培养应用型工程人才为目标，面向机械、电子、自动化、材料等多个学院开设数控加工课程，年均覆盖学生超2000人次。

教学实践中，跨专业教学的矛盾日益突出：一是生源基础差异显著，非机械专业学生占比达70%，该类学生普遍缺乏机械制造基础，课程学时仅为机械专业的1/4，短时间内难以掌握数控加工核心原理与操作技能；二是传统教学模式存在局限，教学内容抽象、学生参与度低、实操风险高、教学资源分配不均等问题凸显，部分学生因无法建立程序与加工过程的关联认知，出现“照抄程序”“盲目操作”现象，既无法达成教学目标，又存在安全隐患。

人工智能技术的发展为破解上述矛盾提供新路径。结合20余年数控实验教学经验，开展AI赋能数控加工实验教学的创新实践，探索适配跨专业教学的新模式具有重要的实践意义。

项目信息：

2024年度广东省本科高校质量工程项目“东莞理工学院机械工程学院实验教学示范中心”（发文：粤教高函[2024]30号）；

2023年度东莞理工学院校级质量工程项目“机械工程学院实验教学示范中心”（项目编号：202302005）。

作者简介：

何楚亮（1982—），男，广东东莞人，东莞理工学院实验教学中心教师，机械工程师，主要研究方向为数控加工技术、实验教学改革；

陈勇志（1967—），男，江西南昌人，硕士，东莞理工学院机械工程学院高级工程师，主要从事机械工程材料及工程教育方向研究。

（二）国内外研究现状

国内外已逐步关注 AI 在工程教育中的应用，但针对跨专业数控加工实验教学的专项研究仍处于探索阶段。国外研究中，德国斯图加特大学开发基于机器学习的数控教学系统，通过分析学生操作数据优化指导方案，但该系统面向机械专业学生，未考虑跨专业教学的特殊性，而美国麻省理工学院结合虚拟仿真与 AI 算法实现加工过程实时模拟，却没有大规模推广。

国内研究方面，华中科技大学提出 AI 与数控仿真软件结合的教学方案，但其应用局限于程序调试单一模块。总体而言，现有研究尚未形成完整的 AI 赋能数控实验教学体系，在解决非机械专业“短学时、零基础”教学需求方面存在明显不足，这正是本文的研究切入点。

（三）研究内容与技术路线

核心研究内容包括三方面：一是构建适配跨专业教学的轻量化 AI 数控教学辅助平台，整合程序生成、指令解释、动态模拟三大核心功能；二是设计“AI 引导－理论认知－虚拟实操－实体验证”四阶教学模式，优化教学流程；三是通过对照实验验证 AI 赋能教学对非机械专业学生学习效果的提升作用。

一、AI 赋能数控实验教学的核心需求与技术架构

（一）跨专业数控教学的核心需求分析

通过问卷调查、访谈法及教学观察，对食品科学、应用化学、工业设计等6个非机械专业300名学生及多名授课教师进行调研，明确跨专业数控教学的核心需求，结果如表1所示。

表1 跨专业数控教学核心需求调研结果

需求主体	核心需求	具体表现
非机械专业学生	开始阶段建立程序与加工过程的关联认知	90% 认为“数控指令抽象难懂”，85% 无法将 G/M 代码与机床运动对应起来。
授课教师	需要低风险高效率的教学	100% 反映“指导学生数量过多”，92% 认为需技术辅助实现差异化教学

学生层面，快速建立数控程序与加工过程的关联认知是核心需求，传统板书与静态图片难以满足直观化教学需求，导致学生产生畏难情绪，有很大部分学生不是以学习为目的，而是应付式的完成实验过程，最终能真正学到知识的学生并不多。结论是在短学时背景下，学生急需低风险、高效率、容易接受、能提起兴趣的实操训练方式。

教师层面，需要低风险与教学效率提升需求更为突出，多数情况下1名教师需指导超过20名的学生，零基础、人数多，成为了难道教师的一大难道，过往大多情况下教师们都只能尽力去指导真正有学生意愿而且相对积极的学生，而枯燥又难懂的课程让学生们又很难提起兴趣，这就成为了死循环，最后是老师是完成了教学，学生完成了任务，而大多学生留下来的只有他的作品，认知效果不佳。老师层面最终需求就是有一个让学生能快速从0到1，可以兼顾不同基础学生的学习进度，教学资源分配平等分配的平台。

二、AI 赋能数控实验教学的具体应用场景

结合《数控加工技术》实验课程教学大纲，AI 技术贯穿“基础认知－程序编写－模拟实操－实体加工”全流程，重点解决非机械专业学生“从0到1”的技能掌握问题。以下结合“阶梯轴零

件加工”教学案例，阐述各环节应用方式与实施效果。

（一）场景一：CNC 程序自动生成，降低编程门槛

程序编写是数控加工的基础，也是非机械专业学生的首要难点。传统教学中，学生需记忆大量 G/M 指令后手动编写程序，过程繁琐且错误率高。AI 通过自然语言交互，自动匹配工艺参数并生成程序；二是图纸识别，通过图像识别提取尺寸、公差等信息，生成符合要求的 CNC 程序，帮助学生聚焦“加工逻辑”而非“指令记忆”。

该模块使学生无需死记硬背指令，聚焦加工逻辑设计，系统不仅生成了完整的加工程序，还根据学生的学习进度，标注了“G00快速定位”“G01直线插补”等核心指令的使用场景，帮助学生理解程序逻辑。

程序编写错误率从传统教学的68%降至15%，大幅提升学习效率。

（二）场景二：加工程序智能解释，破解认知障碍

针对学生“无法将抽象指令与机床运动对应”的核心问题，“指令实时解释”对程序进行多维度解析。可对学生编写或 AI 生成的程序进行逐行解析，通过文字说明、动画演示等方式，帮助学生快速理解程序与加工过程的关联。过程中若有不懂的专业关键词语，学生们收集后再由教师统一解释。

教学实践中，该模块使学生对程序的理解时间从平均40分钟缩短至12分钟，并且能得到一个更形象具体的初步认知，有效突破认知障碍，获得兴趣到的学生明显增多，教师得到的反馈真实反映了些情况，学生还可独立完成程序纠错。

（三）场景三：动态模拟加工过程，降低实操风险

实操训练是数控实验教学的核心环节，但非机械专业学生因基础薄弱，直接进行实体机床操作易出现安全事故。为解决“基础薄弱学生实操风险高”的问题，AI 构建高保真虚拟环境，实现“虚拟实操－实体验证”的平稳过渡。学生可清晰观察指令与机床运动的对应关系。

AI 突出特点在于“高保真度”和“实时交互性”：一是基于三维建模技术构建与实体机床一致的虚拟环境，包括机床结构、刀具类型、工件形状等，学生可通过鼠标或触屏操作虚拟控制面

板,实现与实体机床相同的操作流程;二是 AI 算法实时计算加工过程中的切削力、刀具磨损等参数,当学生操作不当(如进给速度过快)时,系统会及时发出预警,并模拟刀具损坏或工件变形的效果,帮助学生建立规范操作意识,学生可清晰观察刀具的走刀路径、程序指令与机床运动的对应关系,加深对加工原理的理解。

通过虚拟预演,学生在实体操作前已掌握规范流程,动手能力增强,参与意愿提高,数据显示,实验班设备碰撞、刀具损坏等事故发生率较对照班大幅降低,材料损耗也降低了。

三、效果评估

(一) 评估设计

选取参加课程的6个非机械专业班级为研究对象,采用随机分组方式:实验班采用“AI 赋能教学模式”,对照班采用“理论讲解-示范操作-学生实操”传统模式。两组学生在专业背景、高考成绩、机械基础测试成绩等方面无显著差异,具有可比性。

评估从三个维度展开:一是知识掌握度,通过实验结束后的理论测试和程序编写测试进行评估;二是操作能力,通过实体机床操作考核,进行评估;三是学习积极性,通过问卷调查进行评估。

(二) 评估结果与分析

1. 知识掌握度:实验班理论测试平均分82.3分较对照班67.5分提升21.9%,程序编写测试平均分85.7分较对照班59.8分提升43.3%。结果表明,AI 的程序解释与逻辑分析功能,有效帮助学生突破知识壁垒,提升掌握深度与准确性。

2. 操作能力:实验班实体操作考核平均分88.2分高于对照班70.3分;加工精度优势显著;实验完成时间平均28分钟,较对照班(56分钟)缩短50%。

3. 学习积极性:实验班问卷调查平均分90.1分高于对照班72.3分;课堂提问响应率92%、实操主动率88% 分别较对照班51%、45% 提升80.4%、95.6%。95% 的实验班学生表示“对数控技术产生兴趣”,90% 认为“可自主解决学习问题”,而对照班对应比例仅为50%、41%,表明 AI 赋能教学有效激发学习内生

动力。

(三) 教师反馈与教学反思

参与本次教学实践的8名授课教师均表示,AI 辅助显著提升了教学效率。传统教学中,教师需花费60%的时间用于重复讲解指令和纠正程序错误,而采用 AI 辅助后,这一比例降至20%,教师可将更多精力用于指导学生的实操技巧和创新思维培养。同时,AI 教学数据统计功能为教师提供了精准的教学决策依据,如通过分析学生的错误数据,教师发现非机械专业学生最易混淆“G00与G01指令”“绝对坐标与增量坐标”,进而针对性地优化教学内容。

教学反思中也发现了一些问题:一是部分学生过度依赖 AI 的程序生成功能,出现“直接复制 AI 生成的程序而不思考逻辑”的现象,需在教学中强调“AI 辅助而非替代”的理念,通过设置“程序修改任务”引导学生主动思考;二是对复杂零件的程序生成精度仍有提升空间,需进一步完善数控加工知识库。

四、结论与展望

(一) 研究结论

1.AI 技术有效破解跨专业教学核心矛盾。通过程序自动生成、智能解释、动态模拟三大功能,降低非机械专业学生的学习门槛,解决“学时短、基础薄、风险高”的突出问题,提升教学效率与安全性。

2.AI 教学模式实现技能培养闭环。AI 引导、理论认知、虚拟实操、实体验证等模式,将知识传递与技能训练有机结合,使非机械专业学生实现从“零基础”到“独立完成实体加工”的跨越,显著提升知识掌握度、操作能力与学习积极性。

3. 形成可复制的教学改革方案。AI 赋能教学既减轻教师指导负担,又通过学习数据精准分析支撑个性化教学。

(二) 未来展望

随着 AI 技术的发展,其在工程教育中的应用前景将更加广阔。后续将持续推进 AI 与数控教学的深度融合,为高校实验教学改革注入新活力。

参考文献

- [1] 王浩,李刚.智能制造背景下数控技术人才培养模式改革[J].实验技术与管理,2022,39(5):225-229.
- [2] 张伟,刘芳.AI技术在工程教育中的应用现状与发展趋势[J].高等工程教育研究,2023(2):156-162.
- [3] 李明,王艳.虚拟仿真结合 AI 在数控实验教学中的应用[J].实验室研究与探索,2021,40(8):198-202.
- [4] SMITH J, JOHNSON L. Machine Learning-Assisted CNC Training System for Engineering Students[J]. Journal of Engineering Education, 2022, 111(3): 456-472.
- [5] 东莞理工学院实验教学中心.2023年度实验教学质量报告[R].东莞:东莞理工学院,2024.
- [6] 白庆丽.人工智能技术与课程教学相融合的实践[J].电子技术,2023,52(10):366-367.
- [7] 邓莉玲,何照荣,陈银清,等.目标问题导向教学法在数控实践课程的应用[J].创新创业理论与实践,2024,7(10):179-183.
- [8] 赵志群.职业教育工学结合一体化课程开发指南[M].北京:清华大学出版社,2022:45-68.
- [9] 李泽林,黄宏班,杨业铭.基于智能制造的中职数控加工实训课程教学改革[J].装备制造技术,2024(4):103-105.
- [10] 李振,周东岱.教育知识图谱的概念模型与构建方法研究[J].电化教育研究,2019,40(8):78-86.