

# 新工科背景下“AI赋能+数智驱动”《机械制造装备设计》课程育人模式改革与实践探索

姜凯, 马帅, 宋阳, 余晓霞

重庆理工大学机械工程学院, 重庆 400054

DOI:10.61369/EDTR.2025070010

**摘要 :** 随着智能制造时代的到来, 传统《机械制造装备设计》课程已难以适应高端装备数智化发展需求。本文针对课程教学中存在“五重五轻”问题, 提出了以AI赋能与数智驱动为核心的改革方案。通过构建“理论-虚拟-实践”三阶递进教学体系、开发智能设计助手与虚拟仿真平台、实施数据驱动的全过程评价机制, 系统提升了学生的创新设计能力和工程素养。实践表明, 改革后的课程在教学质量、学生参与度和创新能力培养等方面取得了显著成效, 为新工科背景下机械类专业课程改革提供了可借鉴的范式。

**关键词 :** AI赋能; 数智驱动; 机械制造装备设计; 教学改革

## Reform and Practical Exploration of the Educational Model for the Course "Mechanical Manufacturing Equipment Design" under the Background of Emerging Engineering Education: AI Empowerment + Data-Intelligence Driven Approaches

Jiang Kai, Ma Shuai, Song Yang, Yu Xiaoxia

School of Mechanical Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054

**Abstract :** With the advent of the intelligent manufacturing era, the traditional Mechanical Manufacturing Equipment Design course struggles to meet the demands of digital and intelligent development in high-end equipment. Addressing the "five emphases and five neglects" issues in current course instruction, this paper proposes a teaching reform framework centered on AI empowerment and data-intelligence-driven approaches. By constructing a three-stage progressive teaching system integrating "theory-virtual-practice," developing intelligent design assistants and virtual simulation platforms, and implementing a data-driven holistic evaluation mechanism, the reform systematically enhances students' innovative design capabilities and engineering literacy. Practical results demonstrate significant improvements in teaching quality, student engagement, and innovation capacity, providing a replicable paradigm for mechanical engineering curriculum reform within the context of emerging engineering education.

**Keywords :** AI empowerment; data-intelligence driven; mechanical manufacturing equipment design; teaching reform

## 引言

制造业是国民经济的主体, 随着“中国制造2025”战略的深入实施和智能制造技术的快速发展, 制造业正经历着数字化、网络化、智能化的深刻变革。高端数控机床作为“工业母机”, 是智能制造的核心装备, 其技术水平和可靠性能直接关乎国家制造业竞争力<sup>[1][2]</sup>。《机械制造装备设计》作为机械工程专业的核心课程, 肩负着培养装备设计领域创新人才的重要使命。然而, 传统课程教学模式在与新经济、新产业对人才知识、能力和素质提出的新要求相对接时, 日益显现出其局限性和不适应性。当前, 人工智能、数字孪生、大数据等新技术正加速与制造业深度融合, 通过数字孪生技术, 企业真实产线被“克隆”到虚拟空间, 学生通过VR设备可瞬间置身“智能工厂”, 在沉浸式环境中完成设备调试、产线优化等高难度操作。这为《机械制造装备设计》课程改革提供了新的技术路径和支持。

新工科背景下, 本文以AI赋能和数智驱动为核心, 针对《机械制造装备设计》课程的特点及教学痛点, 开展育人模式改革与实践研

项目信息: 重庆理工大学高等教育教学改革研究项目(编号: 2025YB36)。

作者简介: 姜凯(1991.08—), 男, 安徽马鞍山人, 博士, 讲师, 主要从事高端数控机床研究。

究，旨在探索出一条既能夯实学生理论基础，又能强化其工程实践能力、系统思维和创新精神的新型育人模式，为培养适应智能制造发展需求的复合型创新人才提供有力支撑<sup>[3][4][5]</sup>。

## 一、课程特点与教学痛点分析

### （一）课程主要特点

《机械制造装备设计》课程具有综合性、实践性、前沿性和系统性四个突出特点：（1）综合性强：本课程内容广泛涉及力学、材料学、机械原理、机械设计、控制工程、制造技术等多个学科领域的知识。学生需综合运用多门前修课程的理论基础，解决装备设计的综合性问题，是知识融会贯通的典型环节。这种综合性符合智能制造背景下“人工智能+机械工程”的复合型人才需求。（2）实践性突出：课程终极目标是培养学生具备初步的装备设计能力。这不仅要求理解设计理论和计算方法，更强调对结构、工艺、精度、可靠性等工程实际问题的综合把握和解决能力，离不开大量的实践训练和工程体验。正如合肥信息技术职业学院的经验表明，通过数字孪生技术构建虚拟实训环境，可以显著提升学生的实践能力。（3）前沿性显著：制造装备技术发展日新月异，数控化、复合化、智能化、绿色化已成为主要发展方向。课程内容必须及时反映高速电主轴、直线电机、复合材料构件、数字孪生、智能运维等新技术、新工艺、新理念，保持与产业发展同步。AI技术与机械设计的深度融合正在重塑制造业面貌。（4）系统思维要求高：机械制造装备是一个复杂的机电系统。课程教学需引导学生建立系统思维，理解从功能需求分析、方案构思、技术设计到评估决策的完整设计流程，并关注零部件与整机、机械与控制、装备与工艺之间的内在联系和相互影响。

### （二）教学痛点分析（“五重五轻”问题）

基于上述特点，反观传统教学模式，主要存在以下五个方面的脱节与失衡：（1）重理论轻实践：教学内容偏重于设计理论和计算方法的课堂讲授，缺乏足够的、高质量的实践环节支撑。学生虽能熟记公式定理，但面对真实的工程图纸、装配工艺、精度检测、故障分析时往往束手无策，理论应用于实践的能力薄弱。课程设计题目往往陈旧、简化，与工程实际相距甚远。（2）重个体轻系统：教学多侧重于主轴、导轨、丝杠等关键零部件的设计与计算，缺乏对装备整机系统架构、动态性能、精度链、可靠性等系统级问题的深入分析与训练。学生“见木不见林”，难以建立对装备的整体认知和系统设计能力。而现代工业要求工程师必须掌握系统思维和整体解决方案能力。（3）重传统轻前沿：教材和教学内容更新缓慢，对现代设计方法（如可靠性设计、优化设计、动力学设计）、智能化技术（如传感器、状态监测、故障诊断）以及新材料新工艺的应用涉及较少或流于概念介绍，导致学生所学与行业技术发展前沿存在代差。正如调研显示，人形机器人领域急需兼具机械设计基础与智能控制能力的复合型人才。（4）重教授轻互动：教学方法多以教师课堂讲授为主（“满堂灌”），学生处于被动接受状态。师生之间、生生之间缺乏有效的互动、

研讨和协作，难以激发学生的主动学习和探究兴趣，批判性思维和创新思维训练不足。AI技术为改变这一模式提供了可能，通过“教师引导、AI辅助、学生主动”的三方协作教学模式，可以实现更深度的互动学习。（5）重分数轻能力：考核方式通常以期末闭卷考试为主，主要考查对理论知识的记忆和理解，辅以简单的作业和课程设计报告。这种评价方式无法全面、客观地衡量学生在实践能力、创新思维、团队协作等核心素养方面的真实水平，导致“高分低能”现象。而数智驱动下的评价可以更加全面、过程化和个性化。

## 二、改革与实践措施

针对上述教学痛点，以新工科理念为指引，以AI赋能和数智驱动为核心手段，以提升学生解决复杂工程问题能力和创新素养为目标，对本课程进行了系统性的改革与实践。

### （一）重构课程内容体系：构建“基础-智能-系统”三模块新体系

打破原有按章节平铺直叙的结构，将课程内容整合为三大模块：（1）基础理论模块：精讲传统核心内容，如机床设计方法论、主轴系统设计、进给系统设计、支承件与导轨设计等。强调设计原理、力学基础和创新构型分析，为后续学习打下坚实基础。在此基础上，引入AI辅助设计概念，让学生了解传统设计与智能设计的关系与区别。（2）智能设计模块：引入基于AI和数智驱动的现代设计方法，包括：可靠性智能设计、精度智能预测与补偿技术、动态性能数字孪生仿真、工业设计与人机工程优化等。通过案例教学，培养学生从整机角度进行系统分析和优化的能力。这一模块重点结合了数字孪生技术的最新应用。（3）系统创新模块：开设专题讲座，将教师科研成果（如数控机床可靠性增长技术、数字孪生驱动的设计、智能运维与健康管理等）及时转化为教学资源。介绍行业最新技术动态，拓宽学生视野，激发创新兴趣。

### （二）创新教学实施方法：构建“AI赋能+数智驱动”四维教学新模式

教学实施是改革理念落地的关键环节。我们构建了以AI赋能和数智驱动为特色的四维教学新模式：（1）智能理论教学：利用在线课程平台（如SPOC），建设课程资源库（课件、微视频、工程案例、虚拟仿真等）。引入AI助教系统，实现个性化学习路径推荐和智能答疑。将知识传授环节部分前置到线上，学生课前自主学习基础知识，课堂时间则主要用于深度研讨、难点解析和实践拓展。（2）虚拟仿真教学：引入和应用MATLAB、ADAMS、ANSYS等软件，构建关键部件的动力学模型、热态模型和可靠性仿真模型。学生通过虚拟实验，直观观察现象、验证理论、参数

优化，弥补物理实验成本高、周期长的不足。(3)项目驱动教学：贯穿课程始终，设立一个综合性、开放性的项目课题（如“某型立式加工中心主轴系统可靠性提升设计”）。学生以小组形式，经历需求分析、方案论证、结构设计、性能仿真/分析、评价优化的完整设计流程，全方位锻炼工程实践和团队协作能力。(4)数据驱动评价：利用学习分析技术，采集学生学习全过程数据（视频观看、作业完成、实验操作、项目进展等），构建学生能力画像，实现个性化学习评价和反馈。突破传统“一考定乾坤”的做法，注重过程评价和能力评价，形成多维度、全过程、数据驱动的综合评价体系。

### （三）搭建实践平台：建设“虚拟-物理”双空间融合的实践环境

实践教学是课程改革的重要支撑。我们构建了“虚拟-物理”双空间融合的实践教学环境：(1)虚拟仿真平台：依托学校人工智能实训基地，引入数字孪生技术，构建虚拟智能工厂环境。学生可以在虚拟环境中进行设备调试、产线优化等高难度操作，并获得实时反馈和个性化建议。(2)物理实验平台：改造升级传统验证性实验，增加综合性、设计性实验项目。如“数控机床工作精度检测与误差补偿实验”、“主轴系统振动测试与动平衡实验”，培养学生实验设计、数据分析和解决问题的能力。(3)远程实境实验平台：针对大型昂贵设备无法直接操作的问题，开发远程实境实验系统。学生可以通过网络远程操作真实设备，实时获取实验数据，完成实验内容。这种模式既解决了设备数量不足的问题，又保证了实验的真实性和实效性。

### （四）改革评价体系：建立“过程性、能力型、多元化”综合考评机制

彻底改变“一考定乾坤”的做法，建立全方位、全过程的考核评价体系：(1)过程性评价：加大平时成绩占比（可至50%-60%），涵盖在线学习进度、课堂提问与讨论、阶段性作业、实验

报告、项目中期汇报等。(2)能力型评价：期末考核减少纯记忆性内容，增加综合分析、系统设计、案例评述等非标准答案的试题比重。课程项目成果（报告、图纸、模型、程序等）及其答辩表现是评价创新能力、实践能力和团队协作能力的主要依据。(3)多元化评价主体：引入教师评价、小组互评、企业专家评价相结合的方式，确保评价的客观性和全面性。

### （五）实施成效

经过两轮的教学实践，改革取得了初步成效：(1)学生学习主动性和满意度提升：多元化教学方法和形成性评价激发了学习兴趣，课堂参与度和师生互动明显增强。(2)学生工程能力和创新意识增强：项目驱动学习使学生经历了完整的工程训练周期，解决复杂工程问题的能力、软件应用能力、文献调研能力和报告撰写能力得到显著锻炼。(3)教学资源与团队建设得到加强：推动在线课程、案例库、虚拟仿真实验项目的建设，教学团队通过集体备课、教学研讨，教学水平和工程经验得到提升。

## 三、结束语

面对新工科建设的迫切需求和智能制造技术的快速发展，《机械制造装备设计》课程改革必须以学生为中心，以能力产出为导向，充分利用AI和数智技术赋能教育教学。通过重构教学内容、创新教学方法、强化实践环节、改革评价体系等一系列措施，打破了传统教学的窠臼，初步构建了一个融知识、能力、素养培养于一体的新型育人模式。未来，教学团队将继续深化产教融合，充分利用数字孪生技术，持续改进教学，为培养引领未来产业发展的卓越机械工程人才做出更大贡献。同时，也将进一步总结和推广改革经验，为新工科背景下机械类专业课程改革提供可借鉴的模式和路径，助力我国从制造大国向制造强国的转变。

## 参考文献

- [1] 刘志峰,陈传海,郭劲言,黎志杰.数控机床可靠制造新范式:由“功能上的可能”升级为“性能上的可靠”[J].机械工程学报,2025,61(12):293-304.
- [2] 刘志峰,滕学政,刘炳业,等.高端数控机床的现状和发展[J].机床与液压,2024,52(22):1-7.
- [3] 尚会超,王洁,付晓莉.地方高校传统机械类专业新工科转型发展的人才培养模式探索与实践[J].教育教学论坛,2020(44):220-222.
- [4] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [5] 王孙禹,谢喆平,刘继青.从工程教育认证到卓越工程师培养[J].高等工程教育研究,2013(4):1-8.