

新工科背景下虚拟现实技术赋能智能制造工程专业核心课程建设探索

——以机床数控技术为例

董新峰^{1*}, 陈思雨², 孟星宇¹, 周文博¹, 房良¹, 付曦¹, 张悦¹, 孔毅超¹, 李凯飞¹,
董博¹

¹潍坊学院机械与自动化学院(天瑞磁悬浮产业学院与其合署、潍柴产业学院), 山东 潍坊

²潍坊学院北海国际学院, 山东 潍坊

收稿日期: 2025年10月30日; 录用日期: 2025年11月28日; 发布日期: 2025年12月8日

摘要

针对智能制造背景下高档数控机床和机器人领域预计到2025年达450万人才缺口的严峻形势, 探索新工科背景下虚拟现实技术赋能智能制造工程专业核心课程建设的创新路径, 以机床数控技术课程为例, 解决传统教学中设备不足、理论与实践脱节、缺乏整体解决方案应用等问题。基于“三个导向”理念(问题导向、目标导向、结果导向), 构建包含人才培养模式改革、课程体系内容改革、专业教学团队建设的综合改革框架。通过虚拟现实技术重塑教学内容, 采用Swansoft、UG等虚拟仿真软件, 建立“虚实结合”的教学模式, 强化产教融合与科教融汇。形成以立德树人为根本任务、以培养高水平应用型人才为目标的新时代创新型机床数控技术课程体系。

关键词

虚拟现实, 机床数控技术, 智能制造, 《中国制造2025》, 课程改革

Exploring Core Curriculum Development in Intelligent Manufacturing Engineering with Virtual Reality under the Emerging Engineering Education Initiative

—A Case Study on CNC Machine Tool Technology

Xinfeng Dong^{1*}, Siyu Chen², Xingyu Meng¹, Wenbo Zhou¹, Liang Fang¹, Xi Fu¹, Yue Zhang¹,
Yichao Kong¹, Kaifei Li¹, Bo Dong¹

*通讯作者。

文章引用: 董新峰, 陈思雨, 孟星宇, 周文博, 房良, 付曦, 张悦, 孔毅超, 李凯飞, 董博. 新工科背景下虚拟现实技术赋能智能制造工程专业核心课程建设探索[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 344-350. DOI: 10.12677/ae.2025.15122286

¹School of Machinery and Automation (Tianrui Maglev Industry College, Weichai Industrial College), Weifang University, Weifang Shandong

²Beihai International College, Weifang University, Weifang Shandong

Received: October 30, 2025; accepted: November 28, 2025; published: December 8, 2025

Abstract

In response to the severe talent shortage in the field of high-end CNC machine tools, projected to reach 4.5 million by 2025 under the context of intelligent manufacturing, this study explores an innovative pathway for empowering core engineering courses in intelligent manufacturing through virtual reality technology under the new engineering paradigm. Taking the CNC machine tool technology course as an example, it addresses issues such as insufficient equipment, a disconnect between theory and practice, and a lack of integrated solution application in traditional teaching. Based on the “three-oriented” concept (problem-oriented, goal-oriented, and result-oriented), a comprehensive reform framework is constructed, encompassing reforms in talent cultivation models, curriculum system content, and professional teaching team development. By reimagining teaching content through virtual reality technology and utilizing virtual simulation software such as Swansoft and UG, a “virtual-real integration” teaching model is established to strengthen industry-education collaboration and the convergence of science and education. This forms a new era CNC machine tool technology curriculum system, fundamentally tasked with fostering virtue through education and aiming to cultivate high-level applied talents.

Keywords

Virtual Reality, CNC Machine Tool, Intelligent Manufacturing, “Made in China 2025”, Curriculum 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

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基，打造具有国际竞争力的制造业，是提升我国综合国力、保障国家安全、建设世界强国的必由之路。2010年，中国制造业产值达到19,550亿美元，超过美国成为世界第一[1]，但是我国制造业大而不强的问题始终未能解决，仍长期处于全球价值链中低端。与此同时，随着新一代信息技术与制造技术深度融合，全球制造产业竞争格局正在发生重大调整，各国纷纷提出了振兴制造业的战略性规划，促进新一轮科技革命和产业变革，例如美国推进“先进制造业国家战略[2]”、德国实施“工业4.0”战略[3]、日本部署“互联工业”战略[4]，核心是推进智能制造的发展。在此背景下，按照“四个全面”战略布局要求，2015年我国提出实施《中国制造2025》制造强国战略，并将智能制造作为主攻方向[5]，旨在打造我国制造业竞争新优势，推动制造业转型升级与跨越式发展。同时，在国家“十四五”智能制造发展规划中也指出智能制造发展水平关乎我国未来制造业的全球地位，要坚定不移地以智能制造为主攻方向，推动产业技术变革和优化升级，推动制造业产业模式和企业形态根本性转变，促进我国制造业迈向全球价值链中高端。

为主动应对新一轮科技革命与产业变革，服务《中国制造2025》国家战略，2017年2月以来，教育

部积极推进新工科建设,先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”,全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验,助力高等教育强国建设[6]-[9]。2018年3月15日,教育部发布《教育部关于公布2017年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2018〕4号)[6],其中“新增审批本科专业名单”中将“智能制造工程”设置为“新工科专业”,开始为制造强国战略的具体实施培养和储备专门人才。机床数控技术是智能制造的核心技术之一,该技术可以保障国家重要战略装备零部件的制造精度及装备的运行性能[10],例如航空发动机中叶片的精密制造等,如图1所示:

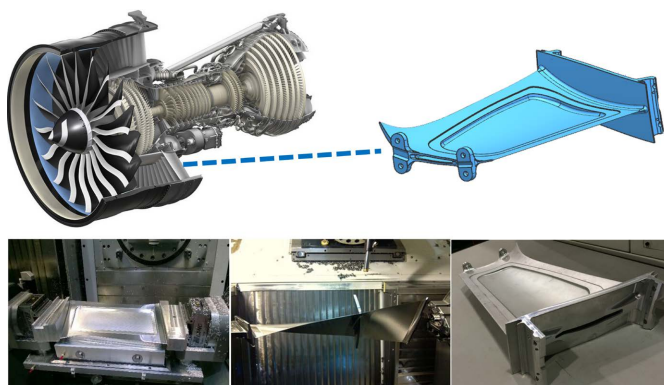


Figure 1. CNC machining case of blades in an aero-engine
图 1. 航空发动机中叶片的数控加工案例

在教育部、人力资源和社会保障部、工业和信息化部联合发布的《制造业人才发展规划指南》中指出“到2025年,高档数控机床和机器人人才需求总量约900万人,人才缺口将达450万”,未来人才需求量在智能制造不断深化中必定产生阶段性需求。在此背景下,开展适应智能制造行业需求的机床数控技术课程尤为重要,机床数控技术是智能制造工程专业的核心课程,据统计,约500所以上本科院校开展该门课程[11];当前该门课主要围绕数控机床结构、手动编程理论、伺服控制系统理论、检测系统理论等方面开展授课,尽管教学过程会增加部分实验,但是设备数量少,无法适应大批量学生实验;此外,授课内容与行业实际需求匹配度不高,缺少机床数控加工的整体解决方案应用[12][13]。

潍坊学院是教育部批准建立的一所山东省属全日制综合性大学,坐落在世界著名的风筝之都、国际和平城市、全国文明城市——山东潍坊。潍坊作为山东省重要的制造业基地,拥有全部31个制造业行业门类,71种主导产品的市场占有率位居全球领先地位,潍坊制造业总量约占山东省的十分之一,全国的百分之一,是山东乃至全国经济版图中的重要力量。潍坊学院为了服务地方制造业绿色低碳高质量转型提供高水平复合型人才,2022年申报了“智能制造工程”专业,2023年开始招生,至今已经培养3届学生。在以上背景下,开展基于新工科背景下虚拟现实技术赋能智能制造工程专业课程建设探索——以机床数控技术课程为例,旨在通过虚拟现实技术赋能数控加工整体解决方案的数字化设计与虚拟编程,面向智能制造行业需求、新工科建设理念与要求,构建以产业需求为导向、数字化虚拟现实技术赋能制造业的多目标交叉融合课程体系,探索智能制造背景下高水平复合应用型人才培养模式,为制造业培养高水平紧缺性人才。

2. 改革框架的构建

坚持立德树人的根本任务,将社会主义核心价值观教育贯穿在课堂教学中,把价值引领、知识传授、能力培养有机统一起来,推进全员全过程全方位育人,当好学生健康成长的指导者和引路人。以实际、实践和使用为原则,兼顾理论基础和实际应用,使学生掌握数控机床编程基本理论、具备“娴熟数控加

工专业技能 + 可持续发展的综合素质”的高水平应用型人才。改革内容具体如下。

2.1. 人才培养模式改革

以新工科建设重大任务、智能制造行业人才需求为导向，加强与数控加工制造企业深度合作，完善校内外实训基地建设，实施企业化管理，将实训基地建设成为集教学、生产、培训、职业技能鉴定、技术开发与服务于一体的开放式实训中心，构建适应企业高技能岗位需求的人才培养模式。

2.2. 课程体系内容改革

突破已有理论为主的课程内容体系，将虚拟现实技术融入课程章节中，与智能制造数控加工企业合作，建设基于工作过程的任务引领型课程体系，构建基于虚拟仿真技术的职业岗位能力培养、专业技能训练和素质培养为一体的授课内容，完善教学方案与授课 PPT，同时形成相应的课程质量考核机制，运用“三个导向”理念，将“教、学、做”有机融合，力争形成突破省级优秀课程。

2.3. 专业教学团队建设

形成一支职称、学历、年龄结构合理，以及人员稳定、教学水平高、教学效果好的教师队伍是本课程建设的目标之一。以“敬业、爱岗、奉献”为理念，以每一个学生发展为核心，提高教师思想政治素质、培养师德标兵。增强教师的教学基本功，娴熟地驾驭课堂教学，提高教师的高效教学能力。增强教师科研意识，提升教师运用先进前沿理论，进行教学反补的能力。推出教学能手，教坛新秀，培养具有先进教育思想，掌握一定科研方法，具有较高水平的教学科研骨干。

2.4. 产教融合和科教融汇背景下机床数控技术核心课程体系重塑

当前地方性高等院校的人才培养模式问题重重，突出表现在：产业系统与教育系统脱节，科研与教学缺乏有效整合，人才培养理念与模式不能快速适应经济社会发生的重大变化。产教融合与科教融汇是实现产业链、教育链、人才链紧密衔接，促进科学研究、技术创新与教育培训相互融合，形成人才培养、科技创新、产业发展良性循环的国家教育重要战略举措；在新工科专业建设中，研究“产教融合、科教融汇”双融背景下，智能制造工程专业核心课的课程体系重塑，需整合校内外的优势创新资源，形成高素质创新型人才的培养合力，为新时代高水平复合型人才培养提供课程体系支撑。

具体的改革框架如图 2 所示：

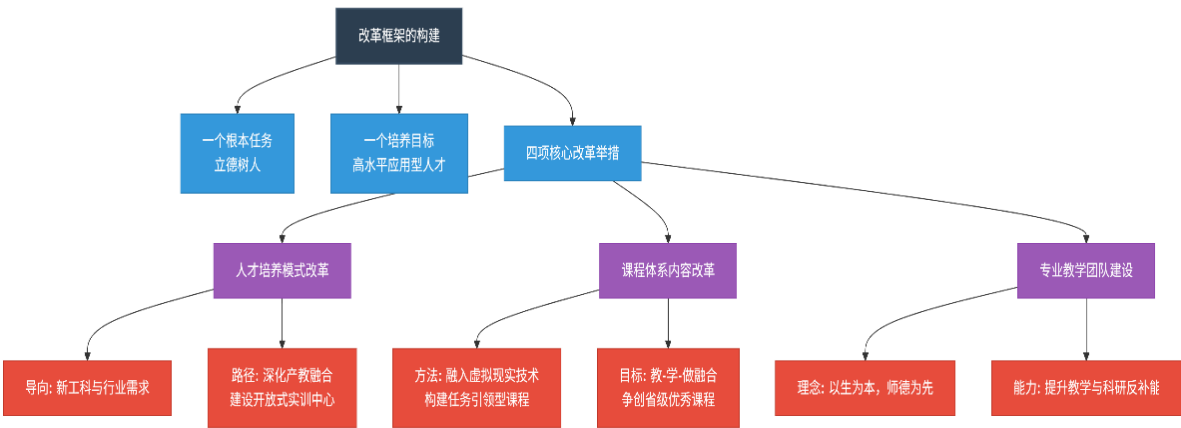


Figure 2. Schematic diagram of the course reform framework
图 2. 课程的改革框架示意图

3. 改革路径探索

3.1. 教学内容的深化与重塑

要培养高水平应用型人才，必须突出实践教学的重要性，既强调学生要有稳固扎实的理论知识，又强调学生要有较强的动手能力、创新精神以及合作意识。在掌握机床数控技术基本原理的基础上，以工程应用案例为导向，通过虚拟现实技术培养学生的实践动手与创新能力。

3.2. 教学方法和手段的优化与改进

采用现代化技术手段，例如微视频、动画等对机床的结构组成、工作原理等进行直观剖析；采用 Swansoft 虚拟现实软件，完成手工编程能力的训练，主要进行数控机床的操作，加工刀具选择与设置、毛坯结构设置、加工程序的编制调试与运行、工艺路径优化等；采用 UG 等 CAM 虚拟加工模块，完成零件的自动编程与加工轨迹的优化。

3.3. 考核方式的改革

采用平时成绩、实验成绩与期末成绩相结合的方式对课程内容掌握程度进行考核，考核方式突出高水平应用型人才培养特点，其中虚拟编程实验的考核比例会增加。

3.4. 试卷题库的建设

针对课程内容，形成 5 套以上具有标准答案的试卷库。紧跟该领域的发展，不断丰富试题库的内容与新颖性。建设不少于 2 个数控加工程序的仿真视频，便于学生能够对虚拟仿真技术进行深刻领会与灵活应用，熟练掌握先进的虚拟编程技术。

具体实施路径如图 3 所示：

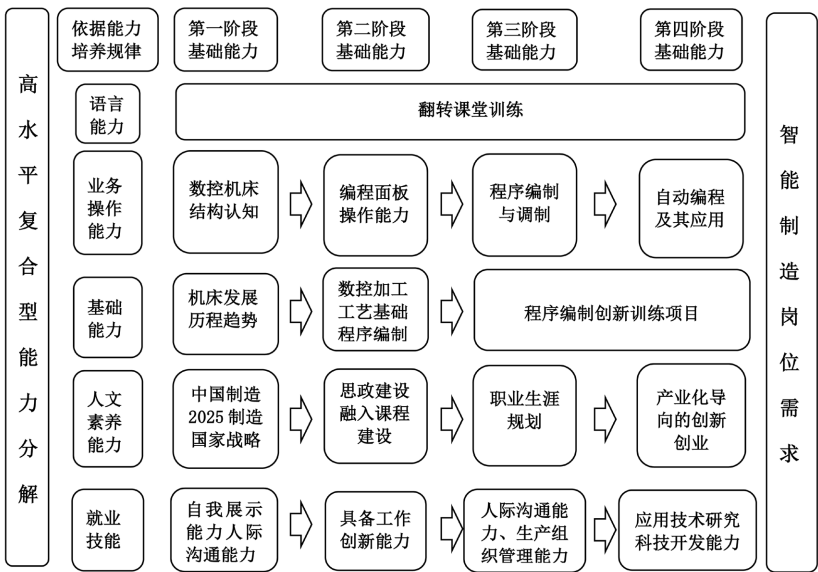


Figure 3. Exploring the specific path of curriculum reform
图 3. 课程改革的具體路径探索

4. 课程改革的创新点探索

本项目在深入贯彻落实关于教育重要论述和全国教育大会重要举措的基础上，以立德树人为根本任

务开展课程体系建设。在“新工科”教育改革，探究虚拟现实技术对高水平创新型数控加工人才培养的新思路、新体系、新模式，深入开展包括专业教学团队、虚拟教学平台、课程体系优化等的一体化建设，构建新时代创新型机床数控技术课程体系。其主要创新点如下。

4.1. 构建基于问题导向、目标导向、结果导向理念的新型课程理论体系

问题导向，即针对当前机床数控技术课程体系现状，明确存在的问题；目标导向，即围绕新工科建设工程教育的重大行动计划，明确新型课程体系应该做什么；结果导向，即围绕《中国制造 2025》智能制造国家战略人才需求，分析新型课程体系能否满足国家装备制造业转型升级需求。基于“三个导向”理念，科学构建机床数控技术课程体系，如图 4 所示：

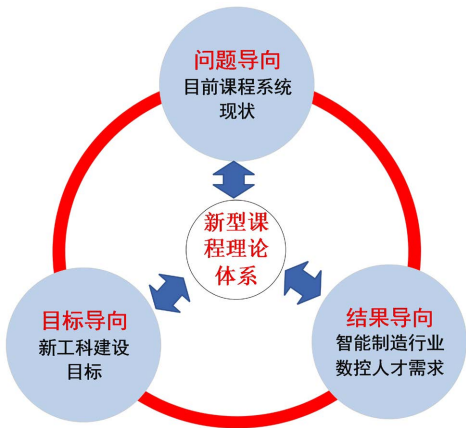


Figure 4. Theoretical system of new curriculum
图 4. 新型课程理论体系

4.2. 虚拟现实技术促进了新型教学手段，重塑教学内容

虚拟现实技术开创了全新的学习场景，构建了一个虚拟的数控机床加工环境，使学生如同在制造现场，彻底打破空间、时间的限制。同时，虚拟现实技术提供了崭新的教学手段，构建了实物虚化、虚物实化的方法，丰富了教学内容，将实验、实训等技能搬到课堂中进行，根据企业实际加工与课程内容创设所需的机床加工虚拟场景，让学生进行模拟实验。如图 5 所示：

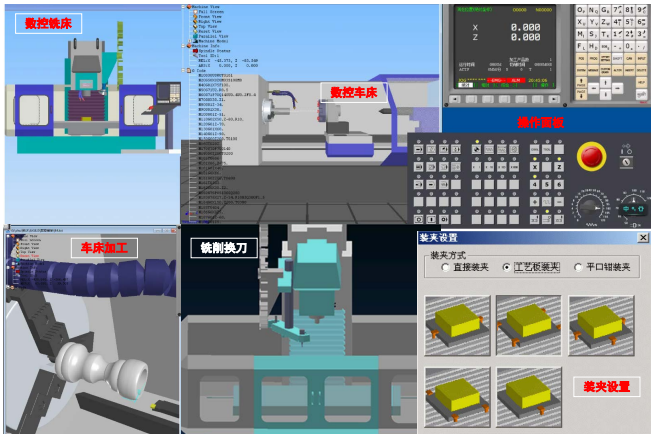


Figure 5. Example of new teaching methods
图 5. 新型教学手段示例

5. 结论

本研究通过新工科背景下虚拟现实技术赋能机床数控技术课程建设的系统探索,得出以下主要结论:构建了完整的课程改革框架:形成了以立德树人为根本任务,涵盖人才培养模式改革、课程体系内容改革、专业教学团队建设三位一体的综合改革体系,为智能制造工程专业核心课程建设提供了系统化的解决方案。创新了“虚实结合”的教学模式:通过虚拟现实技术打破了传统教学的空间和时间限制,构建了虚拟数控机床加工环境,实现了实物虚化、虚物实化的教学方法创新,有效解决了实验设备不足、实践环节薄弱的问题。建立了科学的教学理论体系:基于问题导向、目标导向、结果导向的“三个导向”理念,科学构建了符合新工科要求和《中国制造 2025》战略需求的课程理论体系,确保了课程建设的系统性和科学性。形成了可推广的实践成果:开发了包括教学 PPT、教学大纲、教案、标准题库、虚拟加工案例视频等在内的完整教学资源,为全国高校相关课程建设提供了可复制、可推广的实践经验。实现了科研与教学的深度融合:依托项目组在数控加工领域的坚实科研基础,将前沿科研成果有效反哺教学,促进了高水平复合创新型人才的培养,体现了科教融汇的核心理念。本研究为智能制造背景下工程教育的改革提供了有益探索,形成的课程建设模式和经验对推动我国制造业高质量发展和高水平人才培养具有重要的理论价值和实践意义。

基金项目

潍坊学院教学改革研究项目:新工科背景下虚拟现实技术赋能智能制造工程专业核心课程建设——以机床数控技术为例(编号:2023YB035)。山东省自然科学基金:燃气轮机榫槽成型铣削耦合动力学特性研究(编号:ZR2023ME191)。山东省博士后创新项目:复杂型槽成型铣削动力学建模研究(SDCX-ZG-202400207)。教育部产学研合作协同育人项目:“新工科 智能制造”背景下虚拟现实技术赋能机床数控技术课程体系重塑研究(编号:220901473114813)。潍坊市软科学项目:磁悬浮装备赋能高耗能制造业绿色低碳高质量转型研究(编号:2023RKX077)。国家重点实验室开放课题:“数控机床加工过程震动溯源分析研究”(编号:GZ2022KF017)。

参考文献

- [1] 国家统计局. 中国制造业产值统计报告(2010) [R]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [2] 美国总统办公室. 先进制造业国家战略[M]. 华盛顿: 美国政府出版局, 2012.
- [3] 德国联邦教育和研究部. 工业 4.0 战略实施建议[R]. 柏林: 德国联邦政府, 2013.
- [4] 日本经济产业省. 日本互联工业战略白皮书[R]. 东京: 日本经济产业省, 2017.
- [5] 国务院. 中国制造 2025[M]. 北京: 人民出版社, 2015.
- [6] 《中国制造》与工程技术人才培养研究课题组. 《中国制造 2025》与工程技术人才培养[J]. 高等工程教育研究, 2015(6): 6-10, 82.
- [7] 董新峰, 张建平, 王昊, 王化更, 王道累, 袁斌霞. 智能制造背景下我校机械工程课程体系建设探索[J]. 教育进展, 2018, 8(3): 273-282.
- [8] 教育部 人力资源和社会保障部 工业和信息化部关于印发《制造业人才发展规划指南》的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_953/201702/t20170214_296162.html, 2025-10-18.
- [9] 工业和信息化部 财政部关于印发智能制造发展规划(2016~2020 年)的通知[EB/OL]. https://wap.miit.gov.cn/jgsj/zbys/wjfb/art/2020/art_a42fb18065344039a1354802bb13efb3.html, 2025-10-18.
- [10] 王建国, 李华. 机床数控技术在智能制造中的应用研究[J]. 机械工程学报, 2019, 55(10): 1-10.
- [11] 教育部高等学校机械类专业教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(机械类) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [12] 王晓雷, 刘强, 傅水根. “数控技术”课程教学现状与改革路径探析[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 200-203, 207.
- [13] 李建国, 张华, 王璐. 基于 OBE 理念的数控技术课程实践教学体系改革[J]. 中国现代教育装备, 2021(15): 112-114.