

# 产教深度融合培养学生高阶工程能力的探索

王庆霞 吴重军 李康妹 庞静珠 吕志军  
东华大学机械工程学院

DOI:10.32629/mef.v8i20.17979

**[摘要]** 为满足国家对高级工程创新人才的迫切需求,针对当前工程类专业学位研究生知识结构相对局限、工程意识薄弱、综合创新实践能力不足等问题,本研究以《制造装备设计与控制》课程为载体,开展产教深度融合模式下的教学改革探索。改革以“真实工程问题”为牵引,聚焦专用制造装备研发中的复杂工程问题求解能力培养,系统构建了能力导向的课程育人生态体系。本文重点阐述该课程在教学内容重构、产教融合机制设计及评价方式等方面的具体路径,并初步总结了实施成效,以期为面向高阶工程师培养的工程实践教学体系构建提供参考。

**[关键词]** 制造装备; 高阶工程人才; 产教融合; 工程实践能力

中图分类号: G455 文献标识码: A

## Exploration of Deep Integration of Industry and Education to Cultivate Students' Higher Engineering Ability

Qingxia Wang Chongjun Wu Kangmei Li Jingzhu Pang Zhijun Lv  
School of Mechanical Engineering, Donghua University

**[Abstract]** To address the nation's pressing demand for high-level engineering innovators, this study investigates teaching reforms through the "Manufacturing Equipment Design and Control" course, tackling challenges like limited knowledge frameworks, weak engineering awareness, and insufficient comprehensive innovation capabilities among engineering postgraduates. By adopting an industry-education integration model, the reform focuses on cultivating problem-solving skills for complex engineering challenges in specialized manufacturing equipment development, establishing a competency-driven curriculum ecosystem. The paper details concrete approaches to curriculum restructuring, industry-education collaboration mechanisms, and evaluation methods, while summarizing preliminary outcomes to provide insights for developing practical engineering education systems tailored for advanced engineer training.

**[Key words]** manufacturing equipment; high-level engineering talents; industry-university integration; engineering practice ability

### 引言

随着我国制造业的转型升级以及科技的飞速发展,对复杂机械制造装备领域的高层次研发技术人才的需求日益迫切。然而,传统的研究生教育在课程内容设置、教学方法、实践能力培养等方面仍存在诸多不足,难以有效对接国家发展需求和行业实际需求<sup>[1-3]</sup>。在此背景下,相关文件明确提出:专业学位研究生教育要符合当前社会经济发展需求,要更好地服务现阶段国家重大发展需求,通过推动课程体系改革与教学方式创新,充分利用现代信息技术促进优质教育资源共享,切实提高教学质量,强化实践育人功能,提升研究生职业素养<sup>[4-5]</sup>。

机械制造装备的研发具有高度的复杂性和多学科交叉性。因此,与之密切相关的“制造装备设计与控制”专业课程在实际教

学过程中仍面临诸多挑战,如教学内容能否紧密贴合行业前沿技术,教学方式是否能够激发学生的学习兴趣和创新思维,对学生工程实践能力、解决复杂问题能力和职业素养的培养是否能够做到系统化与持续化。

产教融合作为一种重要的教育模式,被广泛认为是提升教学质量、培养高素质高阶工程技术人才的关键途径<sup>[6,7]</sup>。但在具体实施中仍面临显著挑战。具体实施效果很难令人满意,主要表现在:(1)理论知识与实践应用的衔接深度不足。比如学生在学习了如结构拓扑分析、有限元分析等数字化设计理论后,往往难以在实际装备设计项目中有效转化应用,限制了学生的学习成果和综合能力的提升;(2)学生能力培养的全面性有待加强。项目实施过程中,学生常偏重于完成技术性的任务,在创新解决问

题、团队协作与职业素养等方面发展不均衡,制约了其工程实践能力的全面发展。为应对这些挑战,本文以“制造装备设计与控制”课程为例,系统探讨如何通过优化产教融合机制与过程管理,建立更科学有效的人才培养模式,以更好地满足高端装备研发领域对高阶工程技术人才的需求。

### 1 课程建设思路

基于能力导向教育(outcome-based education, OBE)理念<sup>[8]</sup>,构建面向机械制造装备研发的育人生态架构。主要的建设思路包括:

#### 1.1 课程培养目标优化

以“解决复杂专用制造装备研发中的工程问题能力”为核心,进一步明确课程育人目标,涵盖知识、能力和素养三个维度。知识维度上,要求学生具备扎实的装备设计理论基础,同时掌握数字化设计技术以及先进材料等交叉知识。能力维度上,培养学生专用制造装备设计与开发能力、复杂系统建模与仿真能力以及多学科协同创新能力。素养维度上,注重培养学生的系统工程思维与精益求精的工匠精神,以及持续创新意识。课程设计紧密围绕这些能力培养目标,通过案例分析和项目式教学实践等多元化教学方法,强化理论与实践结合,推动跨学科知识融合与产教融合,拓宽学生知识视野,激发创新思维。

#### 1.2 课程内容的前沿化及交叉化重构

综合制造装备研发中的数学、力学、材料、设计、制造、控制等核心基础,融入计算思维与数字化工具,如数值分析的应用。通过模块化教学,构建工程创新所需的工具链、知识链和资源链,帮助学生掌握必要的工程基本技能,以支撑高阶工程师有效应对当前技术变革和产业升级的挑战,为解决关键领域重大问题提供持续的智力支持。

#### 1.3 产教融合深化项目驱动学习模式

实施了项目贯穿式教学模式,以实际工程项目为载体,将项目实践贯穿整个教学过程。这种模式旨在减少单向讲授的学时,确保学生在学习理论知识的同时,能够积极参与实际项目的实际操作。具体而言,该模式将来自企业合作项目的真实问题分解为具体的教学任务。采用了双导师制,企业指导教师深度参与课程大纲的制定、项目指导以及实践考核,为学生提供来自一线的专业指导和实践经验,在丰富教学资源库同时,还为学生提供了与企业实际需求接轨的学习机会。

### 2 产教深度融合培养学生高阶工程能力的有效途径

以产教融合模式培养工程类创新型高阶工程技术人才是高校普遍认可的模式。但如何保证产教资源的深度融合、校企如何沟通服务于人才培养以及如何形成长效合作机制等,一直是学校与企业共同探索的问题<sup>[9,10]</sup>。以下结合本课程教改经验对具体举措加以说明。

2.1 以制造装备“真问题”为牵引,构建学研产协同攻关的动力机制

为破解研究生教育中理论与实践脱节的难题,本课程改变传统案例教学模式,构建了“需求-项目-教学”三级转化机制。

实际操作中就是将企业亟待解决的前沿技术难题作为驱动课程与科研系统迭代升级的核心引擎,由校企联合专家组定期筛选企业在高端装备研发中面临的真实痛点,包括多轴联动数控设备的动态误差补偿、超精密运动平台的非线性控制、大型轻质材料智能加工的机电一体化设计等,并将其系统解构为符合研究生阶段使用的项目模块。

同时,这些项目模块直接源于本课程教师团队承担的企业委托技术项目,确保了问题的前沿性、复杂性与真实性。以“贮箱后处理机电一体化装备”课题为例,可解构为装备动力学建模、智能传感与数据融合、自适应控制算法等教学模块。通过这种深度嵌套,研究生的理论学习和科研训练不再是纸上谈兵,而是直面工程实际约束。企业的技术攻关也获得了高校的系统性理论支撑,形成了可持续的人才与智力输送渠道。

2.2 以双导师全程浸润为路径,打造知行合一的过程培养模式

本课程优化双导师机制,将企业导师角色升级为“需求定义者”、“技术守门人”、“职业引路人”三位一体。他们不仅引入一线技术痛点与前瞻需求,更以“总师思维”参与培养,比如将多轴联动数控设备精度控制等真实工程参数转化为课程挑战。学术导师则侧重指导学生构建“建模-仿真-优化-验证”的系统研究方法,夯实其从现象洞察、理论抽象到装备创新的全链条科研能力。

通过制度化设立“双导师联席会议”与“项目里程碑评审会”,确保培养过程有效运行。联席会议促进双导师协同与资源整合;里程碑评审会模拟企业设计评审,学生在联合质询中经受技术可行性、创新性 & 产业契合度的综合评估。这一过程不仅保证教学与实践紧密结合,更在工程规范与协同文化的熏陶中,推动学生实现从“学生”到“准工程师”的职业化转变。

2.3 以项目式梯队为单元,构建能力递进的学生学习共同体

本课程遵循“认知-实践-创新”的成长规律,采用“核心项目引领、模块任务分解”的教学模式。学生围绕产学研合作项目的统一目标组建团队,将整体方案解构为关联性子任务模块,确保每人在实践中深化理论认知并承担明确责任。

教学中引入“学长制”,由经验丰富的博士生或高年级研究生担任“技术领航员”,通过专题工作坊(如MATLAB/Simulink动力学建模、ROS运动控制算法等)和日常指导,促进工程工具经验的传递,加速低年级学生的技能内化与项目融入。

在此基础上构建“导师引领、梯队协作、目标聚焦”的学习共同体。校内外导师共同把握技术方向,博士、硕士研究生形成纵向梯队,围绕同一研发目标协同攻关。该共同体不仅是知识传递平台,更是技术研讨、方案迭代与创新碰撞的空间。学生在完成“设计-仿真-优化”全流程实践中,系统提升解决复杂工程问题的能力,并在团队协作中培养沟通、协调与集体创新能力。

2.4 以多元多维评价为标尺,完善能力导向的发展性评估体系

本课程基于CDIO理念构建了过程与结果并重、多元参与的综合评价体系。该体系以“解决复杂工程问题能力”为核心,不仅关注知识内化效果,更重视学生在工程实践中展现的思维、能力与创新意识。

针对课程实践性强的特点,采用多维评价机制,内容涵盖知识应用、方案设计、仿真分析、系统实现、团队协作与创新性等维度,形式包括设计报告、仿真结果、实物样机、过程记录与答辩展示等多样化方式。

评价主体上建立学生自评、组内互评、校外外导师评价的多元机制。企业导师深度参与标准制定与关键评审,确保评价与行业需求对接;学生通过反思与反馈提升元认知与协作能力。这一多维度观测体系既能全面评估学习成效,又能通过持续反馈激发学生的创新潜能与批判性思维。

### 3 课程实施与成效

本课程采用三阶段教学模式,共计32学时:第一阶段(12学时)采用连续授课模式,专注于课程理论知识模块的教学,旨在为学生奠定坚实的实践基础。第二阶段(16学时),实施隔周教学与项目实践同步,通过过程性汇报与考核实现持续改进。第三阶段(4学时)通过成果展示、答辩与报告开展终结性评价,全面检验学生的项目完成质量与综合能力。

本课程通过实施“以解决企业真问题为导向的产教融合教学”过程,研究生们在项目实践中深入企业一线,参与技术攻关,通过分析与凝练形成了设备技术手册、优化方案报告等一系列具有实际应用价值的过程技术文件,这些文件不仅记录了研发过程中的关键技术点,还为企业的技术升级提供了有力支持。同时,与我们合作过的企业,由于双方相互了解,通常会优先考虑录用我们的毕业生。这种模式不仅为学生提供了良好的就业机会,也为企业输送了熟悉业务、能够快速上手的高素质人才。

在学生培养方面,研究生带领本科生组队,连续参加了第3至第5届全国大学生智能精密装配比赛,并取得了优异成绩。在比赛中,团队共获得全国总决赛二等奖三次、三等奖两次,累计参赛人数达40人次。学生们在备赛与参赛过程中,将课程所学的多学科交叉知识与工程实践技能充分运用,进一步锤炼了复杂问题解决能力与团队协作素养。这些成绩不仅展示了学生扎实的专业知识和出色的实践能力,也充分体现了学校在产教融合培养模式下的教学成果,为后续课程优化与人才培养积累了宝贵经验。

### 4 结语

展望未来,课程团队将持续精进教学模式,精心建设项目式案例,为师生搭建更丰富、多元的教学资源平台,激发学生自主学习能力和提升教学效果。同时,积极寻求与兄弟院校及行业企业深度合作与交流,共同探索先进的教学方法与策略,实现教学资源开放共享,为培养工程实践和创新能力强的高阶工程人才贡献力量。

本文受“东华大学研究生产教融合课程建设项目(KCJS-011)资助。

### [参考文献]

[1]莫帅,科任,王震,等.研究生教育教学改革路径探索与实践[J].机械设计,1-9[2025-11-28].

[2]陈璐,胡永祥,张执南,等.产教融合,用“真问题”培养学生创造力和执行力[J].高等工程教育研究,2023(05):65-69.

[3]韦月,许艳丽.新质生产力与产教融合共同体的组织适配机制[J].高教发展与评估,2025,41(06):33-42+130-131.

[4]国务院学位委员会,教育部.国务院学位委员会 教育部关于印发《专业学位研究生教育发展方案(2020-2025)》的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2020(11):29-34.

[5]耿娇娇,金衍,卢运虎,等.专业学位研究生行业实践课程建设探索与实践[J].学位与研究生教育,2025(10):43-47.

[6]刘冬,朱辰,杨斯元,等.产教融合下的集成电路制造实践教学模式探索——以“试验设计”为例[J].实验室研究与探索,2025,44(09):192-197.

[7]郝思鹏,汤苗苗.产教融合多主体协同培养专业学位研究生的困境与破解——基于“三角关系理论”责权协同机制视角[J].高教学刊,2024,10(31):168-171.

[8]严建华,包刚,王家平,等.浙江大学高水平产教融合培养卓越工程师的实践与探索[J].学位与研究生教育,2022(7):13-18.

[9]蔡小春,刘英翠,熊振华.全日制专业学位研究生项目式实践课程的创新探索[J].学位与研究生教育,2018(4):20-25.

[10]黄飞,刘心报,吴红斌,等.专业学位研究生实践创新能力培养模式的探索与实践[J].学位与研究生教育,2024(4):23-29.

### 作者简介:

王庆霞(1972--),女,汉族,东华大学,上海市松江区人民北路2999号,201620,河北省吴桥,研究生,副教授,研究方向主要为制造装备设计与分析,生产过程智能检测与监控。