

新工科背景下机械类专业机械制造课程群建设研究

杨春红,王 阔

(长春光华学院,吉林长春 130033)

[摘要]本文聚焦智能制造能力培养,探索新工科背景下机械类专业机械制造课程群的建设路径。通过对机械制造类课程进行关联性分析,构建出了具有先进性、复合型、综合性特点的“工艺筑基—数字升级—智能融合”三阶段递进式课程体系,形成了相互关联、层次递进、交叉融合的知识结构。按 OBE 理念改革教学方法与考核方式,总结出了以能力培养为目标、行之有效的混合式教学模式与多元化考核方式。面向新工科建设智能制造技术实验室,为学生搭建虚实结合的智能制造产线场景,为课程群的建设提供了优质实践资源。利用我院优越的实践条件积极开展学科竞赛,实现了以赛促学、以赛促能力的提升,建设了满足新工科机械制造课程群建设所需要的教学团队。通过以上研究实践取得了良好效果,学生智能制造复合能力得到提升,体现了人才培养的有效性。研究成果不仅为机械制造类课程改革提供新思路,助力教学理念与培养模式创新,还可为其他工科专业课程群以及机械类专业的建设和发展起到示范作用。

[关键词]新工科;机械制造;课程群;能力培养

[中图分类号] G642.3; TH-4

[文献标识码] A

[文章编号] 2096-711X(2025)21-0034-03

doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2025.21.012

[本刊网址] <http://www.hbxb.net>

引言

根据教育部发布的《关于开展新工科研究与实践的通知》要求,新工科研究和实践要基于工程技术的最新发展动态更新教学内容和学科知识体系。随着技术进步和产业升级,我国正逐渐走向高端制造业,而制造技术是制造业的基础和支撑。在机械类专业的课程体系中,与制造技术相关的机械制造课程群最直接面向制造领域。新工科强调学科的交叉性、综合性,强调知识技术的实用性、先进性,而目前在高校机械制造课程群建设中尚存在课程之间相对独立,教学内容缺少衔接,任课教师之间也缺少沟通和协作,对于智能制造、工业机器人等方面的前沿技术融入较少,与生产实际存在脱节。针对上述问题,本文以建设我校国家一流专业机械工程专业为契机,面向新工科,培养学生智能制造能力为切入点,从课程体系、教学模式和考核方式、实验室建设、教学团队、学科竞赛等方面开展了研究与实践。

一、机械制造课程群课程体系的构建

通过对制造行业企业及往届毕业生进行调查研究,明确了新工科背景下机械类人才在制造业领域需要掌握机械制造工艺、数控编程及 CAD/CAM 技术、工业机器人控制、智能产线规划与生产建模仿真等知识,具备智能制造复合能力,支撑以上知识、能力要素的相关课程有:机械制造技术基础、工程材料与成型技术、数控机床与编程、计算机辅助制造、CAPP、智能制造系统、工业机器人、数控加工实训(集中实践)、计算机辅助设计/制造综合实践(集中实践)、智能加工实训(集中实践)等,因此构建机械制造课程群应对以上课程的性质以及内在联系进行分析,对课程内容进行优化。

(一) 机械制造相关课程的关联性分析

“机械制造技术基础”与“工程材料与成型技术”两门课程属专业基础课程,涉及制造方法、工艺设计、工程材料等内容,使学生掌握机械加工基本知识、金属性能、组织与热处理工艺之间的关系,能够针对一般的机械零件和部件进行工艺设计,为培养学生智能制造能力奠定工艺基础;“数控机床与编程”“计算机辅助制造”“CAPP”“数控加工实训”“计算机辅助设计/制造综合实践”五门课程属于专业课程,是数字制造技术的融合,涉及数控机床结构、编程与操作、软件生成工艺和生产管理信息、软件多轴编程等内容,使学生掌握数控机床结构及运动、控制基本原理,掌握数控加工工艺分析、生成工艺文件、数控编程及加工的完整过程,通过理论与实践相结合培养学生工艺设计数字化,虚拟制造与自动编程能力,是融合传统制造与智能制造技术的关键环节,是工艺基础的升级,也是下一阶段智能制造能力培养的过渡;“工业机器人”“智能制造系统”“智能加工实训”三门课程属专业课程,作为智能制造领域的核心知识,涉及机器人结构原理及控制、编程操作及视觉传感技术、数字孪生、MES/ERP 系统集成、在线检测与工艺参数优化等内容,深度融合机械、信息、控制等多学科知识,通过理论与实践的结合,使学生掌握自动化产线中机器人系统的设计与应用能力、对智能制造全流程的规划与协同管理能力、智能制造场景下的设备操控与生产优化核心技能,有助于适应智能工厂的数字化设计、柔性化生产和智能化管控的需求,是智能制造能力培养的关键环节。

(二) 构建课程体系

基于各课程之间的内在联系,对课程体系进行构建,构

收稿日期:2025-4-18

基金项目:本文系吉林省教育科学“十四五”规划 2023 年度立项课题“新工科背景下机械类专业机械制造课程群建设研究”阶段性成果(项目编号:GH23410)。

作者简介:杨春红(1982—),女,辽宁铁岭人,长春光华学院副教授,主要从事机械设计制造及其自动化教学研究。

建过程按“工艺筑基—数字升级—智能融合”三阶段递进设计,理实交替,将传统制造知识与新一代信息技术进行融合,契合智能制造能力的培养需求。如表1所示,首先在第四、五学期开设“工程材料与成型技术”“机械制造技术基础”理论课程,培养学生对工艺规程设计、加工误差分析的机械制造基本能力;第五学期开设“数控机床与编程”“数控加工实训”课程,培养学生数控加工能力,初步实现从传统制造向数字化制造的过渡;第六学期开设“CAPP”“计算机辅助制造”“计算机辅助设计/制造综合实践”等课程,提升数字化制造的综合能力,在传统工艺基础上实现数字升级;第七学期按顺序开设“工业机器人”“智能制造系统”“智能加工实训”三门课程,聚焦智能制造集成能力培养,依托我院智能制造生产线设备,使学生在智能制造场景中综合运用工业机器人技术、智能制造知识,进行设备操控与生产优化实践,实现从单元技术到系统思维的跨越,培养学生智能制造场景下的核心技能。

表1 三阶段递进式教学环节

能力递进	课程类型	课程名称	时间安排
第一阶段 机械制造基础能力	理论	工程材料与成型技术	第4学期
	实践	机械制造技术基础	第5学期
第二阶段 数字化制造能力	理论	数控机床与编程	第5学期
		CAPP	第6学期
	实践	计算机辅助制造	第6学期
		数控加工实训	第5学期
第三阶段 智能制造复合能力	理论	计算机辅助设计/制造综合实践	第6学期
		工业机器人	第7学期
	实践	智能制造系统	第7学期
		智能加工实训	第7学期

(三) 优化知识结构

围绕智能制造复合能力的培养,构建出合理衔接、交叉融合的知识结构。在“机械制造技术基础”与“工程材料与成型技术”教学中,融入了智能制造以及新工艺中对材料性能的新要求,让学生理解传统工艺与现代制造技术的关联;“数控机床与编程”和“数控加工实训”课程,在学习基本数控操作的基础上,引入实际工程案例中复杂零件的数控加工流程,引入数控车铣1+X职业认证标准,使学生明白数控技术在智能制造中的基础支撑作用;“CAPP”“机械CAM应用技术”“CAD/CAM综合实训”等课程,打破软件操作教学的孤立性,强化课程间内容的衔接与贯通,将CAPP生成的工艺信息对接至CAM软件进行刀具路径规划,再通过CAD/CAM综合实训,让学生完成从设计到加工的整个流程,理解数字化制造技术在整个智能制造体系中的关键地位;“工业机器人”“智能制造系统”“智能加工实训”等课程,围绕智能制造全流程,将工业机器人的应用与智能制造系统中的工业物联网、数字孪生、MES/ERP系统集成相结合,设置基于实际智能制造场景的项目,让学生综合运用多学科知识,实现从单元技术操作到智能制造系统的综合训练。

二、教学模式与考核方式的改革

传统的教学模式以传授知识为主,单一且不利于新工科背景下学生能力的培养。因此在实践中基于OBE教学理念,对教学模式与考核方式进行了创新,促进了教学效果的提升。对于课程群的授课采用项目式、讨论式、任务驱动式教学方法结合线上线下混合式教学、翻转课堂等现代教育技术与手段,搭建学习通平台线上课程资源,采用“导入—课前测—参与式学习—总结—多元考核”的教学流程,充分调动了学生的学习积极性,提高了教学效率;另外探索多元化考核方式,考核内容则侧重对知识的应用能力以及分析问题、解决问题能力等方面。同时,细化过程评价,将团队协作、课堂讨论、项目完成情况等环节计入平时成绩,依托学习通平台大数据进行过程跟踪、反馈教学效果,以支持课程的持续改进。如“智能加工实训环节”中在真实的智能制造场景中开展,学生团队负责完成一个完整的智能加工项目,包含设备选型、系统搭建、生产流程规划、实际生产运行与优化、学生团队讨论及组长汇报记录,教师进行全程跟踪,通过全过程、多元化评价方式达成“促学+助学+督学”目的。

三、面向新工科的实验室建设

面向新工科加强实验室建设不仅能够为学生搭建实践平台,促进学生实践能力的提升,还能促进教学内容更新,助力构建课程体系,提升教学质量。因此,在实践中对原有机械制造、数控加工实验室完成了升级改造,同时在我校大力支持下建设了三维数字化加工与制造实验室、智能制造技术实验室,目前已面向2021—2023级学生开放。近三年实验室建设累计投入专项资金逾350万元,重点引进五轴加工中心等高端制造设备,并集成送料机器人、AGV无人车、智能仓储系统等智能物流系统,为学生展示企业智能制造生产线的基本工作流程,并应用软件实现虚拟调试。通过实践操作,使学生掌握自动化产线虚拟调试、体验生产过程,从而更好地适应新工科背景下机械制造领域的发展需求。

四、开展学科竞赛

学科竞赛具有实践性、前沿性、综合性特点,学生参与竞赛各环节,在知识运用、实践技能、问题解决及团队协作等方面均能得到锻炼,可突破课内知识范畴,拓宽视野,活跃思维,在机械制造课程群建设中发挥重要推动作用。因此,加大力度动员大三至大四学生参与大学生工程实践与创新能力竞赛、机械创新设计大赛、五轴加工及数字孪生技术创新应用专项赛等高水平学科竞赛。整合我院的优质资源,为参赛团队提供先进平台,理论与实践教师全程参与指导,促进学生将专业理论知识转化为实践操作能力,完成从产品设计、材料选型、现场加工到设备调试、项目答辩等完整流程。通过参与学科竞赛,有效提升了学生实践能力,同时助力学生在智能制造领域核心能力的培养。

五、教学团队建设

教师作为课程群建设的主体,对机械制造课程群建设成效起着决定性作用。尤其在新工科背景下,教师知识储备及教学能力将面临全新挑战,所以强化师资培养及促进教师间交流协作,也是课程群建设的重要部分。

本次实践从学习先进教学理念、更新专业知识、提升工程实践能力以及协同交流等方面推进课程群团队建设。组

组织教师学习“新工科”相关政策文件,深入理解“新工科”的内涵特征、建设原则,为课程群建设奠定理论基础;研读智能制造领域最新文献更新专业知识、组织教学交流、协同编写教学大纲,为课程群课程体系构建提供了保障;在提升工程实践能力方面,通过指导学生学科竞赛、推荐青年教师参加学校组织的赴浙江大学、武汉大学等高校的培训活动、选派教师前往长春大正博凯汽车设备有限公司参加为期三个月的汽车装备智能制造领域核心技术培训等举措有效提升了教师的工程实践能力,师资水平有了明显提升,近两年教学团队成员获2024年全国教师教学创新大赛三等奖,获发明专利4项、实用新型专利1项,主持省级教研项目2项、主持横向课题1项(经费30万元)、主持校科研项目1项,指导学科竞赛十余项(含特等奖3项),获校级科研奖励1项,发表教科研论文共3篇。

六、结语

本文以面向新工科培养学生智能制造能力为切入点,通过课程体系构建、教学模式与考核方式改革、实验室建设、学科竞赛、教学团队建设等五个方面对机械类专业机械制造课程群开展了建设研究,收获了较好的成效。近两年在以交叉融合工程创新为主题的“2023大学生工程实践与创新能力大赛”中,本专业学生参加新能源车、智能+两个赛道获省一等奖2项、二等奖2项;参加2024大学生机械创新设计大赛,获省级特等奖1项、一等奖2项、二等奖4项;参加2024“华中数控杯”五轴加工及数字孪生技术创新应用专项赛,获省一

等奖1项,二等奖1项,三等奖2项,体现出了人才培养的有效性。然而在取得成绩的同时,也需认识到课程群建设是持续调整、创新的动态过程,未来需继续关注行业最新技术发展,同步完善课程体系,还应重视与企业合作,将最新行业需求融入教学内容,不断提升机械制造课程群建设水平,为培养适应新时代制造业发展需求的高素质人才提供更坚实保障。

参考文献:

- [1]孟杰,李翔,何高法,等.应用型人才培养下机械制造课程群的构建与探索[J].教育现代化,2019,6(A4):25-27.
- [2]吕云云,高于辉,于春晓.“1+X”证书制度实施路径研究[J].湖北开放职业学院学报,2025,38(5):77-79.
- [3]吴志宏.新工科背景下机械专业的课程教学改革措施[J].装备制造技术,2023(10):146-148.
- [4]杨春红,庄宏军,张翠翠,等.新工科背景下应用型本科生数控加工能力培养探索与实践[J].装备制造技术,2024(6):83-85.
- [5]单瑞霞,贾森,张丽华,等.基于“以赛促教、以赛促学”的应用型人才培养模式探索[J].装备制造技术,2023(4):288-290,298.
- [6]赵亮,郎庆阳,杨志强,肖萌,等.面向新工科的应用型本科机械设计课程群建设的探索与实践[J].辽宁科技学院学报,2023(6):54-56.

Research on the Construction of a Mechanical Manufacturing Course Clusters for Mechanical Engineering Disciplines under the New Engineering Education

YANG Chun-hong, WANG Kuo

(Changchun Guanghua University, Changchun Jilin 130033, China)

Abstract: This study focuses on the cultivation of intelligent manufacturing competencies and explores the construction pathway of mechanical manufacturing course clusters for mechanical engineering majors under the background of new engineering education. By conducting a correlation analysis of mechanical manufacturing courses, a three-stage progressive curriculum system “Process Foundation-Digital Upgrade-Intelligent Integration” with advanced, interdisciplinary, and comprehensive characteristics was established, forming an interconnected, hierarchically progressive, and cross-integrated knowledge structure. Guided by the OBE philosophy, teaching methods and assessment models were reformed, resulting in a competency-oriented blended teaching model and diversified assessment mechanisms. A smart manufacturing laboratory was developed to create virtual-physical integrated intelligent manufacturing production line scenarios, providing high-quality practical resources for course cluster implementation. Leveraging the institution’s advanced facilities, discipline competitions were actively organized to enhance learning outcomes and competency development through competition-driven practices. Additionally, we established a teaching team to meet the requirements of building the new engineering mechanical manufacturing curriculum group. The implementation of these initiatives has yielded significant results: students’ composite intelligent manufacturing competencies have been significantly enhanced, demonstrating the effectiveness of talent cultivation. The research outcomes not only provide innovative insights for mechanical manufacturing curriculum reform and pedagogical innovation but also serve as a reference model for the development of engineering course clusters and mechanical engineering disciplines.

Key words: new engineering education; mechanical manufacturing; course clusters; competency cultivation

(责任编辑:陈思婷)