

面向产业学院的工程机械方向课程改革探索

——以长沙理工大学工程机械专精特新产业学院为例

黄毅¹, 蒋帅^{1,2}, 吴悠¹, 胡林¹

(1. 长沙理工大学 汽车与机械工程学院, 湖南 长沙 410114;
2. 中联重科股份有限公司, 湖南 长沙 410013)

摘要:目前,一些大学十分重视基于产业学院的应用型人才培养。为了进一步提高产业学院应用型人才
的培养质量,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院十分重视校企合作,着力从课程体系系统性感受
度、课程内容充实感受度、课程实践的满意度、课程在工程创新能力培养方面的满意度、工程机械企业
对学生工程能力的满意度等方面推进机械方向的课程改革。实践证明,改革大幅提升了课堂整体的感受
度/满意度及育人成效。由此,为地方高校新工科高质量应用型人才
培养提供了可资借鉴的新模式。

关键词:产业学院;工程机械;应用型人才培养;课程改革;新工科

[中图分类号]G649.2 [文献标识码]A [文章编号]1672-934X(2023)04-0122-08

DOI:10.16573/j.cnki.1672-934x.2023.04.012

Curriculum Reform Exploration in the Field of Engineering Machinery Towards Industrial College:

A Case Study of SRDI Industrial College at Changsha University of Science and Technology

Huang Yi¹, Jiang Shuai^{1,2}, Wu You¹, Hu Lin¹

(1. School of Automotive and Mechanical Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha, Hunan 410114, China; 2. Zoomlion Heavy Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan 410013, China)

Abstract: At present, some universities attach great importance to the cultivation of applied talents based on industrial colleges. In order to further improve the cultivation quality, the Industrial College of Specialized, Refined, Differential and Innovative (SRDI) Engineering Machinery at Changsha University of Science & Technology pays significant attention to school-enterprise cooperation, promoting the curriculum reform in machinery direction from the aspects of systemic feeling degree of curriculum system, full feeling degree of curriculum content, and satisfaction in curriculum practice, in cultivation of engineering innovation ability, and of engineering machinery enterprises in students' engineering ability, etc. It has been proved that the reform has greatly improved the overall degree of feeling/satisfaction in classroom teaching and the effectiveness of education. As a result, it provides a new model for the

收稿日期:2022-09-15

基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2021-0059);湖南省学位与研究生教学改革研究一般项目(2021JGSZ068);湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-2022-0089)

作者简介:黄毅(1978—),男,教授,主要从事工程机械智能化技术、工程机械动力学及其控制等研究;

蒋帅(1990—),男,硕士研究生,研究方向为机械设计、机械制造;

吴悠(1988—),女,讲师,主要从事数据驱动控制、网络化多智能体协调控制等研究;

胡林(1973—),男,教授,主要从事车辆动力学控制与智能化、交通事故深入调查及预防等研究。

cultivation of high-quality applied talents in new engineering disciplines for local universities.

Key words: industrial college; engineering machinery; cultivation of applied talents; curriculum reform; new engineering courses

“十四五”期间,我国高等教育改革与发展的关键之一是提高高等教育质量,提升在世界高等教育体系中的竞争力与吸引力。我国高等教育改革要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻、落实党的二十大精神,把握高等教育发展的新定位、新部署、新要求、新任务。教育部、工信部印发的《现代产业学院建设指南(试行)》提出,以国家和区域产业发展急需为牵引,面向行业特色鲜明、与产业联系紧密的高校,重点是地方应用型高校,建设一批现代产业学院^[1]。现代产业学院将人才培养、科学研究、技术创新、企业服务、学生创业等功能融为一体,培养产业发展需要的高素质应用型、创新型、复合型人才,为产业发展提供人才支持,已成为相关高校推进新工科建设、培养高素质工程技术人才的重要抓手。

一、面向产业学院的工程机械方向课程改革现状

目前,我国一些高校十分重视基于产业学院的应用型人才培养的研究与实践,普遍重视通过校企合作模式去培养,也取得了一定成效,但存在许多不足。沈洁等从新一轮科技革命和产业变革的需求牵引与响应、创新型工程人才核心能力的意义再造与构建、产学研创协同育人平台的边界突破与协同共建三个方面开展产业学院建设研究^[2]。罗乐等构建了“载体共建、人才共育、成果共享”模式,通过组建“行业—产业—专业”专家委员会、建设区域电子信息人才培养培训基地、创新校企合作机制、设立工程技术中心、构建人才培养体系等途径,成立现代电子信息产业学院,为相关高校建设提供了可复制、可推广的新模式^[3]。黄时进介绍了科技在促进现代产业学院高质量发展中的实践经验与

成效,主要包括推动学科建设与产业深度融合;建设科教融合平台,创新应用型人才培养模式;开展校企产学研合作,促进产业学院内涵式发展;强化科研成果反哺教学,提高育人质量;加强成果转化,促进产业发展,增强产业学院载体功能等^[4]。

湖南省拥有以跻身“全球工程机械50强”的中联重科股份有限公司(以下简称中联重科)、三一重工股份有限公司(以下简称三一重工)、山河智能装备股份有限公司(以下简称山河智能)等为代表的工程机械产业集群,并且正在围绕湖南“三高四新”蓝图,加快打造国家重要先进制造业高地,由此对工程机械产业技术人才需求旺盛。长沙理工大学依托机械设计制造及其自动化国家一流专业建设点,面向湖南省工程机械产业,对接智能制造发展需要,在长沙市工程机械产业链推进工作办公室和湖南省智能制造协会支持下,联合中联重科和三一重工等工程机械企业,于2019年9月共建工程机械专精特新产业学院,并开展了“校政院企”多方协同育人模式的探索与实践。在我国产业学院创新人才培养过程中,普遍存在校企协同深度不够、合作流于形式等问题,驱动导向还没真正从传统学科发展转向产业需求,知识体系还没真正从学科分割转向跨界交叉融合,工程教育的社会作用还没有真正从适应服务产业经济转向支撑引领产业经济^[5-6]等系列问题。因此,需要深化校企合作,推进产教协同育人,切实解决高等工程教育人才培养供给侧与产业需求侧之间不匹配的矛盾。

针对产业学院在创新应用型人才培养过程中,面向深化课程改革和“课堂革命”等层面的研究较少,聚焦有关课程系统深入的研究成果更少^[7]的现状。刘国买等提出,要“以项目为核

心”构建“嵌入式课程和混合式教学”的跨界产业学院,以解决传统产业学院目标定位单一、结构功能弱化以及组织运行固化等问题^[8]。张玲等探讨了高校人才培养分类与区域经济、社会发展以及学校办学定位、生源特点等因素的关系,深入开展应用型人才培养的探索与实践^[9]。湖南工程机械产业作为中国高端装备制造业的典型代表和湖南省的经济支柱之一,正在努力打造世界级产业集群,但地方高校创新应用型人才的教学体系与课程内容还难以适应与支撑这一产业战略需求^[7]。

二、面向产业学院的工程机械方向课程改革实践

长沙理工大学工程机械专精特新产业学院的建设,主要围绕工程机械方向课程,从确立应用型人才课程目标、优化课程结构与体系、创新课程实施方法、强化课程实践环节、提高课程评价实效性路径开展探索与实践,力求能够为相关高校新工科人才培养提供可资借鉴的新模式。

(一)确立应用型人才课程目标

从市场需求角度来看,新一轮科技革命和产业变革的浪潮席卷而来,国际经济形势日趋复杂,生产方式不断迭新,新的人才需求也不断催生。因此,我国以应用型人才为目标的,高校要以满足社会的人才需求为导向,确立应用型人才课程目标。目前,应用型人才需求主要体现两个特点:一是应用型人才的价值更为凸显;二是应用型人才需求数量呈大幅增长趋势。因此,随着智慧场景的不断扩展、新业态的不断涌现,我国高校人才培养课程目标需要及时调整,要不断提高应用型人才培养的质量和数量,从供给侧方面更好地对接未来社会经济发展的人才需求。

从人才培养的本质来看,人才培养目标是教育活动的出发点,对人才培养的类型、规格与

质量具有导向作用。应用型人才直接服务于生产和社会实践,课程目标应突出应用性与实践性特点。目前,我国应用型人才培养尚存在特色与优势不鲜明、与社会发展需求不匹配、应用型人才课程目标体系还不完善等问题。

根据社会发展对工程机械应用型人才的要求,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院工程机械方向应用型人才课程目标包括:一是掌握工程机械专业理论与技术基础知识,且能够在工程实践中综合应用相关基础知识和技术;二是具备现代工程机械设计工程师所需的专业、实践能力和创新能力等;三是具备良好的职业道德和基本素养,包括责任意识、担当意识、合作精神等。

(二)优化课程结构与体系

工程问题涉及经济、社会、环境、科学、技术等多个领域,工程教育专业的课程目标之一就是要培养学生解决复杂工程问题的能力。高校教师作为优化课程结构与体系的主体之一,在课程实施过程中引导学生进行系统学习,让学生学习掌握相关专业课程的科学原理与技术方法,有利于提高学生综合解决复杂工程问题的能力。

目前,我国工程教育本科课程开发存在两种倾向:一是过于追求强化理论基础,在一定程度上忽视了工程实践的重要作用。可以说,只强调理论知识积累,缺乏综合集成应用环节的实践,不利于培养学生的实践能力与创新能力,也无法满足当前社会工程技术发展对人才的需求。二是以实践课程为主,强化技能训练,认为知识基础差不多就行。这种工程教育在某种程度上类似于“师徒教育”,只重视传授学生操作技能与经验,忽视让学生深入学习理论知识并且学生难以举一反三、触类旁通。上述两种工程教育课程理念实质上是走向了两个极端。因此,工程教育的课程设计,一方面要淡化学科界限,促进相关学科领域交叉融合;另一方面要强

调理论与实践相结合,将产业工程实践项目嵌入课程体系,实现工程教育课程结构与体系优化。

基于此,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院联合长沙市工程机械产业链推进工作办公室、湖南省智能制造协会、长沙市工程机械行业协会、中联重科、三一重工等,广泛深入调研行业对工程机械人才的需求。同时,积极借鉴美国高校与工程机械巨头卡特彼勒的产学研经验,以培养满足工程机械产业转型升级需求的新工科人才为目标,调整和优化工程机械专业方向课程,确保课程结构和课程内容与工程机械行业发展在时间上的同步性、在知识上的支撑性,具体内容如图 1 所示。

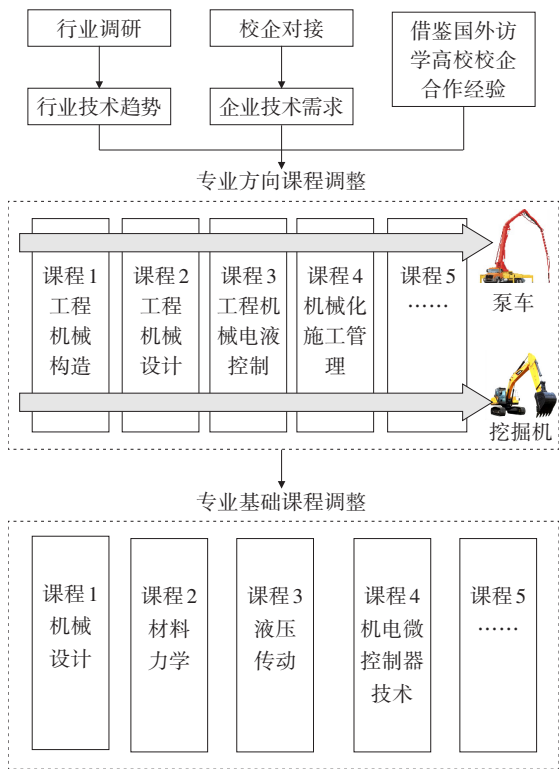


图 1 优化课程结构与体系路径

目前,工程机械模块各门专业方向课程缺乏贯穿于所有课程的产品主线,针对这一突出问题,结合长沙市工程机械企业优势产品的技术特点,本文遴选出几种典型企业研发产品作为主线贯穿所有专业方向课程。通过相关知识

的分块切割与有机组合,确保工程机械模块各门专业方向课程能够系统培养学生的工程能力。例如,遴选出代表性强、技术含量高的混凝土泵车、液压挖掘机等产品作为典型教学案例,贯穿于工程机械构造、工程机械设计、工程机械电液控制等工程机械模块的专业课程教学中,把各专业方向课程有机融合,培养学生系统掌握机械、液压、电气控制等知识的能力。同时,要处理好工程机械模块的专业方向课程与专业基础课程的关系,实现专业基础课程与专业方向课程各知识点的关联性和递进性,确保专业基础课程的相关知识结构对专业方向课程的支撑作用。尤其要处理好专业基础课程工程机械电液控制与专业方向课程工程流体力学、液压传动、机电微控制器技术之间知识点的关系。

(三)创新课程实施方法

目前,国家对进一步拓宽校企合作内容和形式,积极主动吸纳企业力量参与课程建设等提出了明确要求。面对新形势新需求,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院以深化产教融合为导向,以课程改革为抓手,探索工程机械方向课程实施的优化策略。具体来说,课程改革主要集中在以下几个方面。

一是根据工程机械模块专业方向的需要,与中联重科、三一重工等工程机械龙头企业进行对接,确定适用于工程机械模块专业方向课程实施的教学案例视频的制作方案。例如,以混凝土泵车、液压挖掘机为典型对象,完成两种产品主流机型的主要结构件制作过程、产品装配过程、产品调试过程、产品施工过程等视频的制作,建设服务于工程机械模块专业方向课程实施的视频素材库,并在工程机械构造、工程机械设计、工程机械电液控制等专业课程实施中,采用上述工程机械视频开展相关教学活动。由于视频是针对专业方向课程知识点进行制作的,因此,课堂实施过程中采用这些视频能让学生看得清产品,弄得懂原理,能够更好地达到教

学效果。

二是调研中联重科、三一重工等工程机械龙头企业,收集结构系统分析、液压系统分析、电气系统分析等方面工具软件的应用信息。为提升学生对工程机械模块专业方向课程理论知识的理解,在课程实施过程中,结合企业产品研发常用工具软件,例如 ANSYS、AMESim、CODESYS 等,以工具软件计算结果验证工程机械模块专业方向的课程理论,并在课程实施中融入企业应用这些工具软件解决工程实际问题的典型案例,让深奥的理论知识通俗易懂,有

利于提升学生的专业兴趣,增强在未来工作中的竞争优势。

三是有效开展校企互动。结合专业方向课程实施的进度和内容,邀请中联重科、三一重工等工程机械龙头企业专家走进课堂,参与承担“最后一公里”的专业课程,为学生们讲授工程机械产品设计技术、工程机械行业技术发展趋势等专题讲座,以拓展学生的视野,激发学生的学习动力。同时,利用企业开放日等机会组织学生走进企业,深化所学专业方向课程相关知识。创新课程实施方法具体路径,如图2所示。

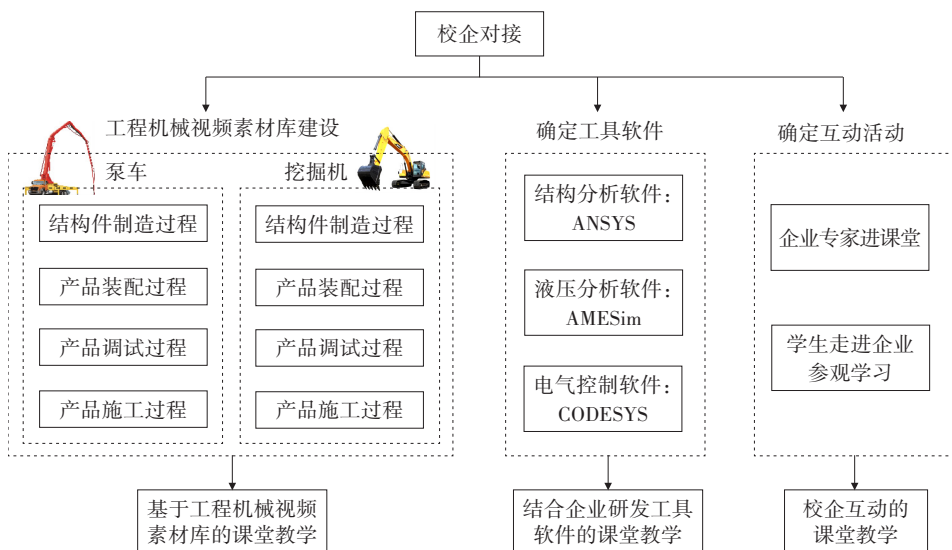


图2 创新课程实施方法具体路径

(四)强化课程实践环节

工程机械方向课程是一种综合性课程,对培养学生工程机械方面的专业能力具有非常重要的作用。但是,当前高校人才培养模式大多重视理论教学而忽视对学生实践能力的培养,导致学生“高分低能”“眼高手低”,难以有效培养学生的实践能力和创新精神。同时,也存在实践教学与理论教学脱节的问题,导致学生不能灵活运用所学理论知识。此外,理论教学与实践教学时长比例不合理、实践教学与工程环节偏离、实训内容和方法与企业任务难以挂钩等问题也较为突出。在新工科建设背景下,工

程机械方向课程要强化课程实践环节,从整体上强化课程的核心内容,提高学生的动手操作能力、创新能力以及团队意识,以更好地掌握工程机械方向课程教学的新方向。

根据工程机械模块各课程实践的需要,本研究团队与中联重科、三一重工等工程机械龙头企业进行对接,对其不涉及技术秘密的已有产品研发项目和未来规划产品研发项目进行梳理、拆解,编制成相关的项目任务书,完成了工程机械产品设计项目库的建设。根据由易到难、由零部件到系统的路径,将项目分成三级、二级和一级项目,并且保证每个项目都包括背

景介绍、技术要求等内容,同时根据后续工作需要不断进行项目库的更新。这些来自工程实际的项目更具实用性,可为后续课程实践的开展提供必要的项目支撑。

基于已建立的工程机械产品设计项目库,一是根据课程实践环节的需要,引入相关工程机械项目。例如,在工程机械模块的专业基础课程与专业方向课程中可以引入三级项目,开展工程机械零部件分析与设计、液压回路分析与设计、电控回路分析与设计等项目;在综合课程设计中可以引入二级项目,开展底盘设计、工作装置设计、液压系统设计、电气系统设计等项目;在毕业设计中可以引入一级项目,开展工程机械、总体设计等项目。二是以提升大学生工程能力为目标,以CDIO班为试点,开展大学生课外科技活动。通过解决源于企业的实际工程问题,培养大学生解决工程问题的能力;通过在实际环节所学到的知识解决实际工程问题,可以极大地激发学生的学习热情,加深对课程知识的理解,从而形成“学→用→学”的良性循环,以培养学生的应用创新能力。具体实施路径,如图3所示。

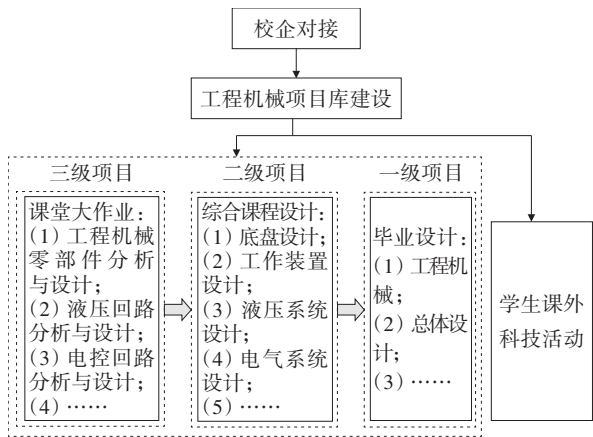


图3 强化课程实践环节具体路径

(五)提高课程评价实效性

传统的终结性考核方式往往“一考定成

绩”,很难对学生的学习态度、学习兴趣、活动参与度、合作意识、竞争意识等方面进行有效评价,不利于学生个性化学习和创新能力的培养。要想提高工程机械方向课程评价的实效性,应当注重对课程评价模式的多元化构建,也就是说,要改变以往单一的闭卷考试方式,采取形式多样的评价方法,这样才有利于合理评价学生,促进其全方位能力的提升。

在评价过程中,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院引入中联重科、三一重工等工程机械龙头企业的评价机制,以激励性、导向性和多元性为原则,考量师生评价、自我评价、课堂表现、项目参与度、企业反馈等因素,综合评价学生成绩。这样不仅可以考查学生对工程机械基本概念和基础原理的掌握情况,而且可以考查学生分析与解决专业问题的能力,最终全面、有效地实现对学生知识、能力、素质等方面的综合性测试评价。

三、面向产业学院工程机械方向课程改革的实效评价

根据长沙理工大学教务处的教学管理信息系统的设置,学生查看自己所学课程的成绩时都会要求对课程给予相关评价,评价结果采取百分制形式;教师也可进入系统查看统计的评价结果。同时,通过对工程机械企业的问卷调查,本研究团队获取了企业对招聘学生的工程能力综合评价的百分值。综合上述两个渠道的数据,从课程体系系统感受度、课程内容充实感受度、课程实践的满意度、课程在工程创新能力培养方面的满意度、工程机械企业对学生工程能力的满意度五个方面,将课程改革进行前后对比,结果如图4所示(数据感受度/满意度以百分制为基础)。可以看出,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院的课程改革得到了大多数学生和工程机械企业的认可,课堂整体的

感受度/满意度较之前得到了大幅提升。

(一)课程体系系统性感受度增强

由图 4 可知,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院师生在对工程机械课程体系系统性方面的好感度由改革前的 60—80 分区间提高到 80—100 分区间。在课程体系系统性建设方面,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院淡化学科边界,强调理论与实践相结合,采用案例教学方法和校企协作的模式,将相关学科领域的课程模块进行系统重构,并将产业工程实践项目嵌入课程体系,实现工程机械课程系统性的优化和教学质量的提升,提升后的课程体系首先达到由“个”到“类”再到规律性的认识,最后通过学生自己的体验,提高其对工程机械系统及结构的整体认识。

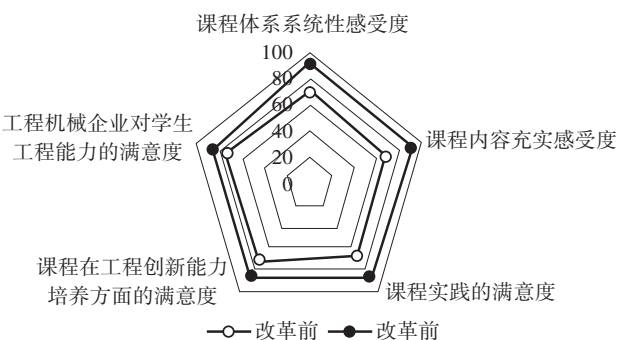


图 4 课程改革前后学生的感受度/满意度
关键指标对比

(二)课程内容充实感受度提升

更新和充实课程内容是课程改革的关键。由图 4 可知,在课程内容充实感受度方面,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院师生好感度由 60—80 分区间的低分段提高到 80—100 分区间的高分段,提升幅度较大,这说明在创新课程实施方法、提升课程内容充实感受度方面,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院是成功的。该学院结合工程机械课程的教学需要,与中联重科、三一重工等企业进行对接,不仅录制了教学所涉及产品的视频素材来丰富课堂内

容,而且让学生熟悉并使用协作企业产品研发常用工具软件,并充分利用企业开放日等机会,组织学生走进企业。与此同时,在课程实施过程中,融合小组讨论法、小组竞赛法等,提升学生学习的参与度。

(三)课程实践满意度增加

工程机械课程本身要求凸显实践性特征。在新工科建设背景下,工程机械方向课程更要强化课程实践环节,从整体上提高学生的动手操作能力,加强课程核心内容,培养学生的创新能力和团队意识。为此,长沙理工大学工程机械专精特新产业学院根据增强课程实践环节的需要,引入相关工程机械项目,建立了工程机械产品设计项目库,以 CDIO 班为试点,开展大学生课外科技活动等,形成了“学→用→学”的良性循环。在课程实践满意度方面,不仅受到本校师生的高度认可,而且获得了校企协作企业如中联重科、三一重工等企业的充分肯定。

(四)课程在工程创新能力培养方面的满意度加强

长沙理工大学工程机械专精特新产业学院的课程改革教学目标,不仅强调要重视知识传授,同时强调加强学生的能力培养。为此,学院对课程内容、教学方法进行一系列改革,深入探索有利于提高学生学习积极性、培养学生实践能力、创新能力的教学模式。例如,在课堂实施过程中,以中联重科设计制造的一款泵车为例,讲解其结构件制造过程、产品装配过程、产品调试过程、产品施工过程。实践表明,这次工程机械课程改革不仅有助于学生深入理解课堂所学的基本理论和思维方法,掌握工程机械设计中的关键技术,而且极大地激发了学生的学习积极性和主动性,学生的动手实践能力和机电液综合知识储备得到较大提升,在 2022 年“全国大学生机械创新设计大赛”中,学院团队荣获国家级一等奖 2 项,在 2022 年、2023 年“全国大

学生起重机创意大赛”中,连续两年荣获国家级一等奖 5 项,多件设计作品获推荐“中国好设计奖”。工程机械课程的改革满意度取得了较大进步。

(五)工程机械企业对学生工程能力满意度提高

长沙理工大学工程机械专精特新产业学院工程机械课程为提高学生与未来工作岗位的匹配度,根据工作岗位的知识、能力和素养要求设计了综合应用较强的教学项目,并通过项目驱动、校企合作的方式引导学生在真实情境下自主学习。同时,通过“校企一体化”课程实施提高学生独立思考能力、创新能力、团队合作精神等。近年来,累计超过 60 名同学参与了校企合作的工程机械科研项目,申请专利 20 余项,发表科研论文 10 余篇。中联重科、三一重工等协作企业对学生工程能力满意度大大提高。

综上所述,面向产业学院的工程机械方向课程改革的探索,在应用型人才培养方面取得了良好效果,得到了师生和企业的高度认可,为地方高校新工科应用型人才培养提供了可资借鉴的新模式。

[参考文献]

[1] 教育部办公厅 工业和信息化部办公厅 关于印发《现代产业学院建设指南(试行)》的通知[EB/OL]. 中华人民共和国中央人民政府, https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/28/content_5538105.htm.

[2] 沈洁,徐明华,徐守坤. 现代产业学院创新型工程人才培养探索[J]. 中国高等教育,2022(12):56-58.

[3] 罗乐,罗梓瑞,柏淑红. 基于多元主体多维协同的现代产业学院建设新思路[J]. 教育教学论坛,2021(32):39-42.

[4] 黄时进. 国家创新体系中产业政策的引领对策研究:以集成电路产业为例[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版),2020(2):108-113.

[5] 裴钰鑫,汪惠芬,李强. 新工科背景下跨学科人才培养的探索与实践[J]. 高等工程教育研究,2022(2):62-68

[6] 杨水根,王露. 高质量发展背景下湖南省本科专业调整与产业结构演进协同发展研究[J]. 大学教育科学,2022(2):64-73.

[7] 雷明镜,张华,武卫东,等. “政产学研用”多元协同育人机制探索:以上海理工大学制冷空调产业学院(含山)为例[J]. 高等工程教育研究,2020(6):81-85.

[8] 刘国买,何谐,李宁,等. 基于“三元融合”培养应用型人才:新型产业学院的建设路径[J]. 高等工程教育研究,2019(1):62-66.

[9] 张玲,何伟,林英撑. 新工科建设和政产学研用协同育人模式的探索[J]. 大学教育,2020(3):27-30.