

“新工科”背景下专业教学改革新探 ——以上海电机学院“机械电子工程”专业为例

潘斌凤^a, 孙渊^b

(上海电机学院 a. 期刊编辑部; b. 机械学院, 上海 201306)

摘要: 基于“新工科”理念, 从培养新型的科技工程人才出发, 以“机械电子工程”专业课程教学为例, 从“学科导向”转变为“能力导向”对“机械电子工程”专业课程体系进行了构建。基于职业能力模块, 对“机械电子工程”专业课程体系进行了具体分析, 并探讨了该专业课程教学方法, 为“新工科”专业教学提供参考。

关键词: 新工科; 课程体系; 模块化; 能力驱动

中图分类号: G642.0

文献标志码: B

A New Probe into the Reform of Major Teaching in the Background of “Emerging Engineering Education” —— Take “Mechanical and Electronic Engineering” of Shanghai Dianji University as an Example

PAN Binfeng^a, SUN Yuan^b

(a. Editorial Department of Journal; b. School of Mechanical Engineering, Shanghai Dianji University,
Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the concept of “emerging engineering education”, starting from the cultivation of new types of scientific and technological engineering talents and taking the “mechanical and electronic engineering” professional courses teaching as an example, the “mechanical and electronic engineering” professional curriculum system has been built under the transformation from “discipline-oriented” into “capability-oriented”. Based on the professional ability module, the professional course system of “mechanical and electronic engineering” was analyzed and the teaching methods of the professional course was discussed. It provides reference for the construction of “emerging engineering education” professional curriculum.

Keywords: emerging engineering education; curriculum system; modular teaching; competency-driven model

0 引言

“新工科”是当前我国高等教育领域的重要改革举措, 对当前工程教育发展有着举足轻重的影响。“机械电子工程”专业作为机械类专业中相对较新的专业, 是科技高速发展以及学科相互链接的产

物, 它打破了传统的学科分类, 集诸多技术特点于一体, 是“新工科”的典型专业, 发展目标也与“新工科”倡导的新理念十分契合。为此, 本文尝试分析“新工科”对于该专业的具体诉求, 以“机械电子工程”专业为例, 发掘其不符合“新工科”发展理念的现状问题, 并针对这些问题提出针对性的解决举措。

收稿日期: 2019-05-06

通信作者: 潘斌凤(1970-), 女, 上海人, 编辑, 学士, 主要研究方向为高等教育研究及编辑出版。E-mail: panbf@sdju.edu.cn

基金项目: 上海市应用型本科试点专业(A1-0224-17-012-09)资助

1 “新工科”背景下的专业教学新需求

“新工科”作为一种新政策、新理念,对高校专业人才培养的影响不是局部的,而是全方位的。首先是对“新工科”类专业的设置问题,其次是对专业人才的培养问题。

1.1 “新工科”发展的背景

“新工科”是新生事物,2016年才提出这一概念。其后,教育主管部门召集部分工科高校开展相关的理论与政策研究,并先后出台了一系列具有较强政策推广作用的倡议性文件,比如“复旦共识”和“天大行动”等。显然,新工科不是局部考量,而是在新科技革命、新产业革命、新经济背景下工程教育改革的重大战略选择,是今后我国工程教育发展的新思维、新方式^[1]。

“新工科”一词自提出以来,引起高校广泛关注。无论是适应战略新兴产业要求而兴起的新学科或交叉学科,还是传统工科的转型升级,其基本目的是为了适应新经济发展需要,培养新型的科技工程人才。短短半年时间,从“复旦共识”到“天大行动”再到“北京指南”^[2]，“新工科”发展迅速。

1.2 “新工科”对专业设置的影响

“新工科”不仅是学校名称或教育类型的简单叠加与更换,更是涉及到整个人才培养体系的系统工程。这个系统工程的实施必须落到实处,而这个“落到实处”必然体现在专业教学上,贯彻到人才培养的具体实践中,这一改革理念才能真正落地。因此,推行新工科建设,必须重视、强化相关专业教学工作。

“新工科”专业的产生,本质上是由于社会不断发展而催生了新产业、新业态(包括传统产业升级而形成的新型产业)进而形成新职业,同时科技不断进步引发产生新技术、新经济。新技术和新经济以学科交叉为特征,新产业和新业态以跨界融合为特征。新职业与学科交叉(或交叉学科)的再次交汇即形成新工科专业,如图1所示^[3]。

“新工科”专业形成机制是高校专业设置举措依据新的经济科技发展态势而作的调整生成的。新产业形态创造出新型职业岗位,而这些新的职业岗位需要“新工科”专业来匹配,这是高等教育人才培养的核心溯源。不仅如此,在新技术与新经济背景下,

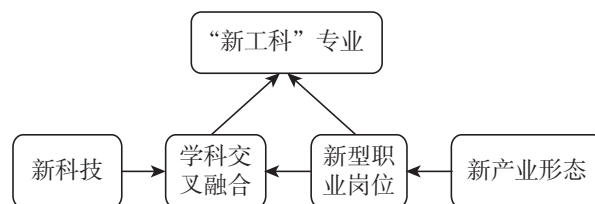


图1 “新工科”专业的形成机制

Fig. 1 The formation mechanism of the “emerging engineering education”

“新工科”的发展目标又是倡导多学科交叉的,因此,不同学科之间的融合也会产生诸多的新专业。

1.3 “新工科”对专业人才培养的新要求

在人才培养目标的定位上,“新工科”发生了重要的方向性转变。传统工程教育旨在为我国工业化发展提供人才支撑。而在工业化初级阶段我国以劳动密集型产业为主,技术附加值偏低,知识属性较弱。作为这些人才的“供应商”,高校人才培养也针对传统的产业。以机械领域为例,高校大部分机械类相关专业都是面向低技术含量、非精细化机械加工等传统机械行业。这种人才培养模式满足了当时机械类行业企业的发展需求,但随着科技进步和需求提升,这种人才培养方式表现出相当大的滞后性,不仅不利于行业企业的发展,在一定范围和程度内,甚至成为人才发展的短板以至阻碍。

到了“新工科”发展的新背景下,高校专业人才培养发生了重大转变。从人才培养目标定位上,专业人才培养瞄准的是由“制造大国”向“制造强国”转变所需的、技术含量更高的职业需求^[4]。而且,随着中国制造向中国智造的深入发展,人才需求的智能化水平、知识含量要求只会更高。为此,“新工科”专业人才培养一方面要聚焦培养此类人才,以更好服务社会经济发展,另一方面“新工科”专门人才所固有的实践性与应用性也须得到延续、以至强化,这是应用型高等教育的立根之本。

2 “新工科”背景下“机械电子工程”专业教学的适应性问题

“机械电子工程”作为培养机电产品和系统等领域专门专业的专业,应用性较强,是近些年才得以发展的专业。实际上,该专业是原“机械类”专业在技术迅猛发展背景下与其他学科交叉融合的产物,已在一定程度上打破了传统机械类专业的学科界限。但是,在该专业的教育教学实践中,仍存在着将其视

为传统机械类专业的现象,由此也导致了诸多后续问题。

2.1 人才培养方案如何适应新形势的需要

目前诸多机械类专业对于专业课程设置缺乏系统性布局的考量,设置较为随意,缺乏逻辑性系统性考量,各课程之间的前置或后置关系混乱不清。这样就会导致两个问题,一是课程内容的重复度比较高,即课程之间的不可替代性较差;另一个可能出现的问题是某些重要内容的缺失遗漏。当前机械电子工程专业的人才培养方案仍有不少是针对传统机械行业的课程设置,缺乏机械行业新业态^[5],其很难适应大数据和云计算、物联网和人工智能等新技术新领域,以及以智能制造、集成电路、新材料等交叉融合新产业对人才的新需求。在人才培养方案课程体系设置中如何适应新形势的需求成为首要的问题。

2.2 教学内容如何适应工程创新人才培养的需求

上海电机学院“机械电子工程”专业人才培养方案中的课程设置采用的是较为传统学科导向的课程体系:公共基础课、学科基础课、专业方向课、实践性课程和素质拓展课程等。该专业的主要课程为:机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、机械设计、机械制造基础、电工学、电子学、机电系统可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)原理与应用。

首先,从课程名称上看,上海电机学院与研究型大学的课程设置并无二致。其次,从课程设置的技术路径看,主体仍是由该专业的学术权威根据以往经验、并借鉴其他高水平大学的课程体系来设置。

作为对传统机械设计与制造专业的改造升级,“机械电子工程”专业正是瞄准工程创新人才培养而设置的,相应的教学内容也应与新的业态发展需求相吻合。虽然高等教育调整发展相对于社会经济新发展的反应需要一定的时间来适应,但是,这不该成为专业课程教学不改革的借口。为此,我们应及时改变实践教学内容与社会和产业需求脱节现象,把先进的科技成果运用到实践教学中^[6],实现人才培养与企业需求在教学内容与工作内容上的对接。此外,在对学生工程创新能力的培养上,现有课程设置对于科创项目与案例缺乏统一规划,各项目之间缺乏密切关联。通常,学生创新训练项目有多种类型,如循环式、分段式、对应式等。根据不同项目的特

点和训练目标,采用不同的训练项目类型,以培养学生机械设计能力、跨学科交叉融合的综合素养,如此才能更好地适应工程创新人才的培养。

2.3 教学方法如何适应新变革

“机械电子工程”专业虽然是近些年才发展起来的专业,但是它还保留着传统机械类专业的一些特点与属性,比如学科基础扎实、系统性较强,这也使得该专业的基础课程较为成熟、固定。但反过来看,它又会带来其他问题,如课程基础灵活性弱。不少授课教师无法完成转换,更多仍采取传统的讲授式教学方式,没有很好地实现理论联系实际的要求。在这种情况下,“机械电子工程”专业实践性强的特点未得到发挥与彰显,从而影响了人才培养目标的实现。因此,“机械电子工程”专业教学方法如何适应新变革也是一个值得探讨的重要问题。

3 “新工科”背景下“机械电子工程”教学改革的核心路径——构建能力模块化专业课程体系

在新工科建设的大背景下,各地高校相继开展新工科建设工作。上海也开展了高校应用型本科专业试点建设,“机械电子工程”作为试点专业之一,进行了大力探索。围绕建设现代职业教育体系的目标,结合行业企业标准,从企业需求、岗位任职要求、岗位职业能力等出发,制定与职业标准对接的专业人才培养方案^[7-8],探索课程学习方法、产学深度融合、双证融通、国际认证等专业人才培养模式,加强工程应用能力的培养,提高学生的工程实践能力、工程素养和综合应用能力,培养适应行业、企业发展需要的应用型人才。为解决上述“新工科”背景下“机械电子工程”专业教学相关适应性问题,上海电机学院在应用型本科试点专业建设过程中,从构建能力模块化专业课程体系着手,开展了“机械电子工程”应用型人才专业能力研究。

3.1 专业能力目标的确立

(1) 遵循的理念。上海电机学院在应用型本科试点专业建设中,从企业需求、岗位要求、职业能力出发,基于“新工科”理念,学习借鉴了美国技术学院和台湾地区应用型院校培养工程应用型人才的教学理念,在人才培养模式和人才培养方案上按照企业需求原则、相对稳定原则进行了创新和改革,从原

有的“学科导向”转变为“能力导向”,从强调“知识输入”为强调“能力输出”,构建能力模块化课程教学体系,着力提高学生的实践能力、工程应用能力、自主学习能力和专业综合素质。

(2) 确立的方法。首先,通过企业专家论坛、研讨等形式邀请了相关企业的技术人员、工程师等,描述出“机械电子工程”专业的毕业生能从事的工作岗位、工作任务及其能力要求;其次,通过走访、问卷、调研等形式在机械行业领域中广泛深入地调研机电专业毕业生适应的岗位群以及岗位对知识、能力、素质的要求等;最后,通过专业建设人员梳理归纳得出专业能力目标。

(3) 能力目标的确立。首先,通过上述方法,形成12条专业能力目标。具体如下:① 具有科学的世界观、人生观和爱国主义思想,自觉遵守国家法律法规。达到“国家学生体质健康标准”。② 掌握解决机电工程技术问题所需的数学、物理等自然科学基础知识,并能将机械基础、电工电子、计算机、自动控制等专业知识用于解决机电工程技术问题。③ 在机电设备和控制系统设计、安装调试与维护改造、系统集成与运行等工程活动中,运用所学专业相关知识、技术、技能,选择和使用恰当的现代专业工具。④ 能够使用常用的设备和工具进行标准测试和测量,能够在机电领域进行实验设计、分析和改进。⑤ 能够针对机电产品技术需求,完成机电产品的设计,具有机电产品零部件设计制造能力。⑥ 能够对机电系统工程实际问题进行识别和分析,完成机电系统设计,具有机电系统集成与运行能力。⑦ 能够结合经济、管理与法律等知识,具有机电产品项目管理能力。⑧ 具有团队合作精神,作为团队的一员或领导者能够有效发挥自身作用。⑨ 正确地检索文献资料,获取所需资料内容,具备书面和口头表达能力。⑩ 具有自主学习和技术创新能力,能够对自身学业和未来职业发展进行规划,在机电工程领域实现可持续发展。⑪ 具有职业道德和社会责任感,能够理解所从事专业对人类和社会的责任。⑫ 具有时效意识,能持续改进。

其次,归并专业能力目标,形成专业能力模块,得到四大核心专业能力:A(机电产品设计制造)、B(机电系统控制集成)、C(机电设备装调维护)、D(项目管理与技术服务)。A模块由A1(机械产品设

计)、A2(加工工艺编制)、A3(设备操作加工)、A4(产品质量控制)4项工作任务组成;B(机电系统设备控制集成)模块由B1(控制系统设计)工作任务组成;C(机电设备装调维护)模块由C1(机电产品零部件采购)、C2(机电产品安装与调试)、C3(机械设备维修)3项工作任务组成;D(项目管理与技术服务)模块由D1(机电产品项目管理)、D2(技术支持)、D3(机电设备营销)3项工作任务组成。每一项能力模块由若干项工作任务组成,每项任务对应了多项能力要素,如表1所示。例如,A模块中,工作任务为A1、A2、A3、A4等。A1又可以细分为A1-1(产品总体设计)、A1-2(产品零部件设计)等。

3.2 能力模块导向的专业课程体系的建立

根据“机械电子工程”专业培养目标中的四大核心专业能力所对应的细化的职业能力要素,进行课程知识内容的构架和课程的响应,把传统的以学科为主的课程体系转变成以四大能力为目标的能力模块化课程体系,见图2。以能力为导向的课程体系,可以使课程系统化和关联化,消除原有学科体系下各课程内容重复或短缺的现象,根据“新工科”背景,在A能力模块课程设置增设智能制造等,与目前前沿技术融合;在B能力模块课程设置增设机器视觉、生产系统数据采集、自动化技术、网络通信等,充分体现目前机电一体化设备的控制集成技术;在C模块课程设置增设机电一体化技术、机电设备、机电设备安装调试维护综合实验等,充分培养其现场动手能力;在D能力模块课程设置增设大数据、云计算、物联网等,把新工科背景中的管理与技术能力同智能制造内涵融合。充分明确课程的能力要求以及学生学习课程后应具备的能力,更加明确教师的授课目的,更加明了对学生的考核。教师可以将课堂教学、研讨、项目、实验、练习等不同的教学手段和教学方法引入到教学环节中,使学生达到能力要求。

以能力模块的人才培养方案中课程设置其总学分为165,由通识教育课程平台和专业能力课程平台构成。通识教育课程平台必修课和选修课共有73学分,课程设置有创新创业教育、形势与政策、思政类、大学英语、高等数学、物理等自然学科以及素质拓展课程,基本安排在第一至第四学期;专业能力

表1 能力模块-工作任务-专业能力要素

Tab. 1 Capability module-work tasks-professional competence elements

能力模块	工作任务	职业能力		
A	A1	A1-1	1 能进行产品总体绘制及各功能部件的关联设计 2 能根据机械设计原理进行简单部件的系统传动图设计及液压原理设计	
		A1-2	1 能根据总体要求进行简单零部件的设计 2 能根据机械设计原理绘制简单部件图	
	A2	A2-1 (机加工工艺编制)	1 能熟悉各类机加工设备的规格、加工范围、技术参数等,为工艺编制选择设备时作参考 2 能根据图纸进行分析,并确定工艺路线	
		A2-2 (焊接工艺编制)	1 根据图纸要求进行分析,并确定焊接工艺 2 熟悉各类焊接设备的规格、技术参数,为焊接工艺编制作参考	
	A3	A3-1 (零件加工工艺分析)	1 能解读零件图纸的尺寸与形位公差,解析加工难点 2 能完全读懂作业指导书中的内容要求,了解零件加工的工步顺序	
		A3-2 (加工刀具、附件选用)	1 能了解常用零件材料的特性 2 能根据图纸、工艺要求选择正确高效的加工刀具,并能使用相关测量工具仪器对刀具尺寸进行校验	
	A4	A4-1 (质量管理体系建设与完善)	1 能运用质量管理体系理论知识熟悉企业工作流程 2 能初步诊断并预防质量体系的系统性风险	
		A4-2 (产品质量检验)	1 能读懂产品图纸和技术规范 2 能对产品进行形位尺寸检验、理化检验、无损探伤等质量检验	
	B	B1 (系统总体设计)	B1-1	1 能理解技术协议要求设计系统总结构图 2 能根据设计要求查阅相应技术资料
			B1-2 (工作原理图设计)	1 能运用专业或基本绘图软件 2 能选择相应的元器件,并体现在原理图
C	C1 (订单管理)	C1-1	1 能运用电脑和办公软件,建立订单数据库 2 能结合库存,对采购订单提出合理修订意见	
		C1-2 (询价与采购预算)	1 能熟练运用各种渠道,掌握采购物品的市场价格 2 能合理控制应付款额度和周期	
	C2	C2-1 (部件就位与总装)	1 能读懂相关部件及总装设计图 2 能判断现场是否已经具备设备安装条件	
		C2-2 (相关精度检验)	1 能读懂相关精度检验要求,熟悉各精度指标之间的相互关系 2 能够使用相关测量仪器、仪表进行相关精度检验	
	C3 (设备预防性维护与保养)	C3-1	1 能根据相关设备的操作手册对机械设备进行常规的操作 2 能提出机械设备的具体预防性维护保养要求	
		C3-2 (设备定期维修)	1 能读懂机械设备的装配图 2 能对设备的部件进行维修与调整	
D	D1 (项目管理工程建立)	D1-1	1 能熟练使用项目工程管理工具(如: Project),建立完整的管理工程 2 能协助与子项目负责人及工程师有效沟通,形成书面报告	
		D1-2 (项目体系文档管理)	1 能管理需求文档、设计文档、测试文档及用户手册 2 能够和项目组成员进行良好沟通,解决体系文档的标准化问题	
	D2	D2-1 (技术文件编制)	1 能根据客户要求草拟符合相关法律法规的产品的技术实施文件,并提交相关部门进行论证 2 能结合实际操作流程,使用常用办公软件,总结、归纳符合技术文件编制格式的技术文件	
		D2-2 (用户信息管理)	1 能熟练操作常用办公软件及用户管理系统,及时有效地更新用户信息 2 能及时配合营销人员,做好用户分类管理	
	D3 (市场调研分析)	D3-1	1 能对机电设备的市场进行初步调研,分析市场需求 2 了解机电设备的市场定位,进行市场细分,确定目标市场	
		D3-2 (商务接待)	1 能熟练运用商务礼仪进行接待 2 能编制商务接待预案	

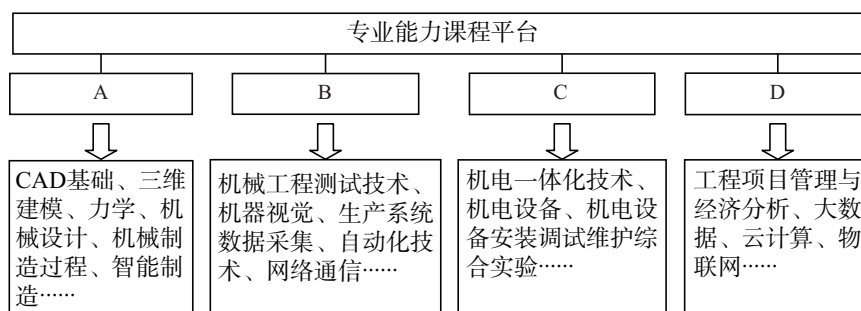


图2 能力模块下课程响应

Fig. 2 Competence module under the curriculum response

课程平台由4个能力模块组成,即产品设计制造、设备装调维护、系统控制集成、项目管理与技术服务,共计92学分。设备装调维护模块共有8门必修课程、15学分,6门选修课程;产品设计制造模块共有11门必修课程、学分39.5,5门选修课程;系统控制

集成模块共有9门必修课程、16.5学分,9门选修课程。项目管理与技术服务模块有3门必修课程、学分4,4门选修课程。4个模块的选修学分共要求为17学分,占比10.3%,如表2所示。

表2 能力模块导向的课程教学学分分布

Tab. 2 Distribution of curriculum teaching credits under the competency module

课程平台	课程模块	学分	占比/%
通识教育课程平台	自然学科以及素质拓展	73	44.2
专业能力课程平台	机电设备装调维护	15	9.1
	机电产品设计制造	39.5	23.9
	机电系统控制集成	16.5	10.0
	项目管理与技术服务	4	2.4
	选修(含限选)课程	17	10.3
	合计		165

原“机械电子工程”专业人才培养方案中课程设置其总学分为200,其中,公共基础课为67学分,占比33.5%,学科基础课为45学分,占比22.5%,实践性环节为44+4,占比24%,素质拓展教育为10学分,占比10%,如表3所示。

表3 学科导向的课程教学学分分布

Tab. 3 Discipline distribution of subject-oriented curriculum

平台	学分	占比/%
公共基础课	67	33.5
学科基础课	45	22.5
专业课	30	15.0
实践性环节	48	24.0
素质拓展教育	10	5.0
合计	200	100.0

以学科为导向的课程体系,各课程强调自身学科知识的系统性和完整性,注重学生学科知识的学习,即“学什么”。“新工科”背景下能力模块导向的课程体系,更注重学生能力素养的培养,通过具体工作任务,培养学生具体专业能力,即“会什么”。能力模块导向的课程体系,用能力反推知识,培养学生在掌握各项专业能力的基础上,掌握各专业课程知识。

3.3 基于能力模块的专业课程教学

根据不同的能力要素,进行课程的教学实践,采取不同教学方法和教学手段,寻找合适的学习方法的能力驱动模式来培养应用能力^[9-11]。

(1) 项目驱动方法的教学实践。在能力模块中机电设备、机电控制系统,工程项目管理与经济分析等课程都可以进行项目驱动培养学生的能力,例

如在自动化技术的 PLC 控制及应用中,我们设计多个项目进行教学,让学生边做项目边学会指令和程序编写,改变传统的课堂讲解。在自动化技术课程教学中,我们设计学习任务,如交通灯控制、电梯运行、水位控制、恒温控制、变频调速、伺服驱动、人机界面等,让学生自行设计电气原理图、购买电气元器件、完成成本预算,完成硬件接线图以及 PLC 控制程序,实现预定的功能。这种以项目驱动的教学实践,就是把学生置身于工作现场,以学生为主体,来完成项目,锻炼和培养其工程应用能力。

(2) 现场教学方法的的教学实践。本专业很多课程需要现场教学来增加学生对课程内容的感性认识,例如“机械制造过程”这门课主要涉及传统机加工、加工工艺、工艺装备、数控加工、特种加工等内容,其要求学生在制造环境中能够遵循标准安全规范。通过现场方法的教学实践,学生了解整个基本材料切削过程,并能计算速度、进给量、切削深度等。采用现场教学法,让学生到现场观察各类机床的加工过程、工艺装备的组成和使用,让学生完成一些基本的切削加工活动,帮助学生逐步达到课程能力要求。

(3) 具体工程项目的教学实践。课程学习方法能力化模式只是锻炼学生的部分能力,为了培养学生专业能力和创业创新能力,在培养体系中关注大学生科创、挑战杯、创造杯、工程技术大赛、毕业设计等实践环节,把各个工程项目实物化,把设计图纸、创新想法变成工程实物,达成毕业要求。学生除了具有解决专业技术问题的能力、设计开发能力外,还应具备项目管理能力、团队合作精神、交流沟通能力、社会责任感,质量、时效意识,并能持续改进等能力。

4 结 语

专业课程的建设直接决定了人才培养的质量,在“新工科”教育理念指导下,上海电机学院从“学科导向”转变为“能力导向”对“机械电子工程”专

业课程体系进行了建构。学校通过开发“机械电子工程”专业的能力模块,以能力要素为导向,进行了课程响应,构建了以能力模块为导向的课程体系。在具体专业课程教学实践中,明确了专业能力,基于能力进行专业课程建设和专业课程教学实践。通过对基于能力模块的专业课程体系的构建和专业课程教学的实施,在很大程度上解决了本专业人才培养方案陈旧、教学内容不符合工程创新人才培养需求、教学方式方法传统落后等问题。并依据此,可进一步改革专业课程教学效果评价,增强其针对性,从而提升专业教学成效,实现“新工科”教育理念的落地。

参考文献:

- [1] 周天文,邹本涛,王兰花.面向新工科的独立学院机械专业建设实践[J].教书育人(高教论坛),2019(1): 20-21.
- [2] 重庆工程学院.复旦共识;天大行动;北京指南[EB/OL]. [2019-03-02]. <http://www.cqie.edu.cn/html/13/content/18/03/16851.shtml>.
- [3] 李正良,廖瑞金,董凌燕.新工科专业建设:内涵、路径与培养模式[J].高等工程教育研究,2018(2): 20-24.
- [4] 沈毅,宁永臣.从专业建设供给侧结构性改革看新工建设[J].高等工程教育研究,2018(3): 71-74.
- [5] 刘洁,陈炎冬,吴阳,等.新工科机械电子工程专业人才培养模式研究[J].江苏科技信息,2018,35(26): 75-77.
- [6] 闫冰洁.新工科背景下基于CDIO理念的机械电子工程专业实践教学改革探讨[J].科技风,2019(15): 25.
- [7] 陈锡坚,丁孝智.转型背景下应用型本科人才培养的路径探索[J].应用型高等教育研究,2017,2(2): 19-24.
- [8] 曹建芳,郝耀军,王鸿斌.地方高校理工科应用型本科人才培养模式探析[J].大学教育,2017(2): 123-126.
- [9] 韦文联.能力本位教育视域下的应用型本科人才培养研究[J].江苏高教,2017(2): 44-48.
- [10] 胡良梅,张宝,高隼,等.以能力为导向的基于模块化案例分析的发现式教学模式探索[J].教育教学论坛,2017(10): 122-123.
- [11] 曹殿洁,张国升,陶阿丽,等.推进基于专业核心能力培养的模块化课程改革[J].长春师范大学学报,2016,35(4): 109-111.