

新工科的研究现状、实践进展与未来趋势

刘鑫桥 王 庚 吴津蕊

摘 要: 新工科是为培养应对新一轮科技革命的工程人才所做出的大规模高等教育教学变革。通过对近五年的新工科研究情况进行梳理, 研究发现新工科研究热点集中在基本概念、内涵、范式、人才培养和实践创新等, 研究主题中多涉及学科交叉、实践、项目化等关键词, 研究机构和作者群体比较分散, 呈现百花齐放的态势。通过深入分析首批和第二批全国新工科研究与实践项目, 研究发现不同类型的高校已经分别形成了部分可推广的新工科建设典型模式和人才培养平台, 第二批项目在首批项目的基础上呈现了延续和创新的态势。基于此, 未来新工科建设应该进一步推进产教融合、校企合作和产学研合作等, 进一步建设新型新工科教育教学平台, 进一步构建新工科教师和学生能力模型。

关键词: 新工科; 高等工程教育; 实践教学; 人工智能; 未来技术学院

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1009-2447(2021)04-0063-08

高等教育教学改革本质目的是提高人才培养质量, 新工科是“四新”(新工科、新医科、新农科、新文科)建设的引领性力量, 也是高等教育“质量革命”的重要抓手。^[1]2021年4月, 习近平总书记在清华大学考察时指出:“对现有学科专业体系进行调整升级, 瞄准科技前沿和关键领域, 推进新工科、新医科、新农科、新文科建设, 加快培养紧缺人才。”^[2]将“四新”建设推向更高层面。新工科作为“四新”的领头羊, 是近年我国高等教育人才培养面向未来、主动求变、影响最大、范围最广的改革之一, 是构建中国特色、世界水平的工程教育体系, 加快推进中国从工程教育大国走向工程教育强国的重要举措。从“复旦共识”“天大行动”到“北京指南”, 新工科一经提出便进入“轰轰烈烈”的探索阶段。在此过程中, 新工科理论研究和改革实践出现并日渐增多, 呈现百花齐放的态势。教育部于2018年和2020年分别批准立项612项和845项新工科研究与实践项目, 进一步推动新工科建

设往深里走、往实里去。从新工科提出至今已经近五年, 为了更好地推动新工科建设由“轰轰烈烈”向“扎扎实实”迈进, 有必要总结新工科的研究现状和实践进展, 并提出未来的新工科建设趋势。

一、新工科的研究现状

通过中国知网(CNKI)查阅新工科主题的相关研究, 输入检索条件:“主题=‘新工科’, 词频, 精确”, 来源类别=“核心期刊, CSSCI”, 时间范围选择2017年1月1日至2021年5月31日, 通过检索并剔除会议通知和新闻等, 共获得881篇研究文献。采用CiteSpace软件对上述881篇研究文献进行知识图谱分析, 可视化呈现新工科从兴起到当前的研究关键词和演进聚类情况, 同时基于知识图谱分析的结果对研究文献进行了综述。

(一) 新工科研究的关键词分析

通过分析新工科研究文献的关键词, 可以较充

基金项目: 教育部第二批新工科研究与实践项目“工学院院长教学领导力提升探索与实践”(E-SZNL20200702)

作者简介: 刘鑫桥, 男, 山东泰安人, 天津大学教育学院/新工科教育研究所副研究员, 研究方向为教育经济学、新工科教育等; 王庚, 女, 天津人, 天津大学教育学院助理研究员, 研究方向为职业教育; 吴津蕊, 女, 天津人, 天津大学新工科教育研究所科研助理, 研究方向为新工科教育。

分反映出新工科研究的热点方向。采用CitesSpace软件对所选文献的关键词进行分析,图1是关键词共现知识图谱,字体越大表示该关键词的频次越高。通过图1可以看出,当前在该领域的研究热点关键词除了“新工科”和“新工科建设”两个主要关键词之外,还有“人才培养”“工程教育”“教学改革”“实践教学”“产教融合”“课程体系”“实验教学”“创新创业”等关键词的频次较高。按照中心性(Centrality)排序,前11位分别是“新工科”(0.78)“工程教育”(0.22)“产教融合”(0.22)“实践教学”(0.20)“新工科建设”(0.18)“人才培养”(0.17)“创新创业”(0.14)“课程体系”(0.13)“大数据”(0.12)“高等工程教育”(0.11)“创新能力”(0.11)。进一步分析上述高频和高中心性关键词出现的时间,可以发现除了“课程体系”“创新能力”“教学改革”“实验教学”是在2018年出现,“大数据”在2019年出现,其他关键词均在2017年便出现,并且时至今日依旧是热门议题。

根据关键词的频次和中心性,新工科研究热点主要体现在三个方面:一是新工科的基本概念和内涵,以及新工科与传统工程教育区别的讨论,涉及的关键词包括“新工科”“新工科建设”“工程教育”等高频词和高中心性词;二是新工科建设的核心目标,即提升高等教育人才培养质量,涉及的关键词包括“人才培养”“教学改革”“课程体系”等;三是新工科改革的核心举措,即提升学生的实践能力和创新能力,涉及的关键词包括“实践教学”“产教融合”“实验教学”“创新创业”等。

(二) 新工科研究主题的演进及聚类

在关键词分析的基础上,进一步采用CiteSpace软件对所选文献的关键词进行聚类。经过计算,聚类模块值(Modularity) $Q=0.6752$,网络聚类结构显著;加权平均轮廓值(Weighted Mean Silhouette) $S=0.8638$,网络同质性高。综合而言,关键词聚类的结果具有较高的信度。图2是Citespace软件呈现的新工科研究关键词聚类和时线图,时线图将聚类包含的关键词按时间顺序从左到右依次展现,最右侧标注数字的词是聚类结果。时线图显示新工科研究文献的关键词一共可分为12个聚类,除了“新工

科”“新工科建设”和“新工科教育”三个聚类,国内新工科研究聚焦的主题还包括“OBE”“实践教学”“专业建设”“培养模式”“高等工程教育”“人工智能”“实验教学”“教学改革”和“交叉学科”等9个聚类。

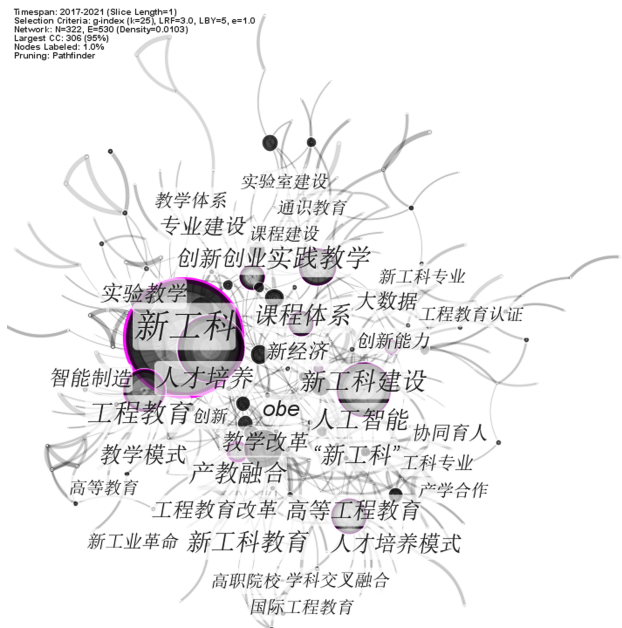


图1 新工科研究关键词共现图谱(2017年1月至2021年5月)

在“新工科”“新工科建设”和“新工科教育”三个主题下,从2017年到2021年先后出现的关键词包括“工程教育”“新工科”“高等教育”“混合式学习”“复杂工程问题”“创新人才培养”“新文科”“实践教学体系”“校企合作”“一体化培养”“项目式教学”“未来技术学院”等。上述三个相近主题是新工科研究的重点,主要关注新工科的概念、内涵、范式以及政策动向,因此涵盖的关键词丰富,充分体现出新工科立足于高等教育,采用创新人才培养、实践教学、混合式学习等方式,并且通过校企合作、一体化培养等途径,培养解决复杂工程问题工程人才的目标。

在“OBE”主题下先后出现的关键词包括“创新能力”“大数据”“多学科交叉”“机器人”“工程能力”等。OBE是成果导向教育(Outcome-based Education)的缩写,工程教育专业认证遵循三个基本理念,即“成果导向、以学生为中心、持续改进”,因此OBE是工程教育认证的实施路径^[3]。OBE主题下的关键词也体现出新工科建

设应当以成果为导向, 以提高学生的创新能力和工程能力为中心, 促进多学科交叉。

在“实践教学”和“实验教学”主题下先后出现的关键词包括“学科交叉融合”“教学模式”“翻转课堂”“计算思维改革”“实验室建设”“数字孪生”“课程思政”等。实践和实验教学是在新工科建设过程中被广泛倡导的教学模式, 同时实践和实验教学也需要应时代要求, 采用翻转课堂等方式, 并加入课程思政等元素, 促进学科交叉融合和实验室建设。

在“专业建设”“培养模式”和“教学改革”主题下先后出现的关键词包括“人才培养”“课程体系”“教学体系”“工程实践能力”“学科建设”“培养体系”“项目化教学”“仪器分析”“专业集群”

等。专业建设和教学是落实新工科理念的抓手, 新工科专业教学的主要目标是提高学生的工程实践能力, 因此项目化教学是当前比较推崇的教学方式。

另外, 在“高等工程教育”主题下出现了“地方高校”的关键词, 说明地方高校是新工科建设的主体之一。在“人工智能”主题下出现了“产业学院”的关键词, 说明推进人工智能新工科建设的关键在于了解产业需求, 与产业合作培养人才。在“交叉学科”主题下出现了“研究生培养”的关键词, 并且在“专业建设”主题下出现了“高职教育”的关键词, 说明虽然最初新工科立足于本科教育教学改革, 但随着新工科理念的深入探讨, 已经逐步拓展到研究生和高职教育阶段的人才培养之中。

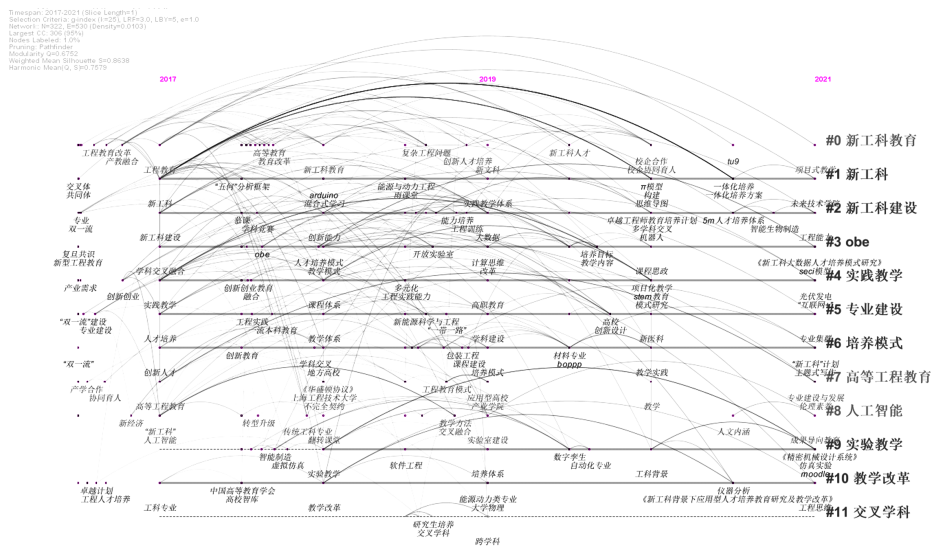


图2 新工科研究关键词聚类与时线图 (2017年1月至2021年5月)

(三) 新工科研究的机构及作者群体分析

进一步采用CiteSpace软件分析了新工科研究的机构及作者群体, 表1呈现了根据引用次数排序的新工科研究机构, 将天津大学教育学院纳入天津大学的统计之后, 可以看到天津大学的被引用次数最多, 其次是清华大学教育研究院, 接下来是华中科技大学等三所高校的工科学院, 以及中国工程院、教育部高等教育司、上海工程技术大学、北京大学教育学院等机构。机构的被引排名说明了机构在新工科研究方面的影响力。表2呈现了分别根据引用次数和中心性排序的新工科研究作者。从引用次数

来看, 引用次数排名第一的是林健, 被引次数为13次; 其次是张炜, 被引次数为10次; 后面依次是夏建国、刘坤、许素睿、胡波、王晓墨、佟瑞鹏、马廷奇、于玺。从中心性来看, 中心性最高的前三名分别是张炜、许素睿和佟瑞鹏。

总体而言, 新工科研究的机构和作者群体比较分散, 并不集中, 呈现百花齐放的态势。虽然天津大学、清华大学等机构在新工科研究中处于优势地位, 但是中心性较低, 并且参与新工科研究的机构数量较大, 优势机构发表的论文数在全部研究数量中所占的比重相对较小, 同样, 优势作者发表的论

文数也占全部研究论文的比重相对较小。同时,新的机构不仅有各高校的教育学院,也包含了在新工科研究是教育学与工程学的交叉研究,参与研究科改革一线的工科学院。

表1 新工科研究机构

引用次数	机构	聚类	中心性
9	清华大学教育研究院	0.5	0
7	天津大学教育学院	0.5	0
4	华中科技大学能源与动力工程学院等	-0.5	0
4	中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院等	0.5	0
4	天津大学	3.5	0
3	湖南工业大学包装与材料工程学院等	-0.5	0
3	中国工程院	1.5	0
3	教育部高等教育司	0.5	0
3	上海工程技术大学	-0.5	0
3	北京大学教育学院	0.5	0

表2 新工科研究的作者群体

引用次数	作者	聚类	中心性	作者	聚类
13	林 健	0.5	5	张 炜	1.5
10	张 炜	1.5	5	许素睿	0.5
6	夏建国	0.5	5	佟瑞鹏	0.5
5	刘 坤	-0.5	4	张 娜	-0.5
4	许素睿	0.5	4	安 宇	-0.5
4	胡 波	-0.5	4	李虹玮	-0.5
4	王晓墨	-0.5	3	胡 波	-0.5
4	佟瑞鹏	0.5	3	韩伟力	-0.5
4	马廷奇	2.5	3	徐 雷	-0.5
4	于 玺	0.5	3	冯 辉	-0.5

(四) 新工科研究现状总结

根据上述关键词分析、主题的演进和聚类结果,以及新工科研究的机构和作者群体分析,结合现有文献内容进行总结,当前新工科的研究现状可以概括为三个方面。

第一,现有研究已经较为深刻解读了新工科的内涵、路径、范式和治理模式等关键概念,较为深刻阐述了新工科建设在高等教育改革中的重要作用,为未来新工科研究奠定了坚实的理论基础。新工科内涵方面,新工科是融合未来产业技术需求,服务国家创新体系建设,实现新经济业态的启发、跨界、整合型的跨学科专业^[4],是对工科注入新的内涵以适应新经济发展需要而产生的工科新形态^[5],代表着工程教育改革、大学人才培养的新方向。^[6]新工科培养未来创新型工程人才,具有战略型、创新性、系统化、开放式的特征。^[7]新工科教育是“与未来合作”的工程教育^[8],要以动态和

发展的视角来认识新工科建设中“新”的含义。^[9]新工科路径和范式方面,新工科是工程教育从回归工程向“融合创新”范式转变^[10]，“融合创新”使新工科打破学校内部、学院内部、专业内部的藩篱^[11],推动所有利益相关方共同参与建立互动、可持续、全面协同的合作育人平台。^[12]新工科治理模式方面,新工科教育治理框架应遵循“政府主导—科教自主—产业驱动”模式。^[13]

第二,现有研究已经较为全面论述了新工科人才培养的目标,即新工科是主动变革高等工程教育体系,为未来工业和社会需求培养人才。基于学生能力培养视角,新工科人才应更加具有家国情怀、国际视野和社会责任感^[4],以及工程思维能力、跨界整合能力等新能力。^[15]基于教学改革视角,新工科的内涵及特征使得新工科专业课程体系改革难度更大^[16],由于社会需求变化对工程人才的能力提出新要求,学校、学院或专业需要重构教学体系,深化产学研合作^[17],

培养学生具备可持续竞争力。^[18]不同类型高校应当立足特色,寻求差异化发展。例如,行业特色型大学要突出优势、突出特色^[19],地方高校应明确办学定位,围绕区域产业发展需求布局学科专业等。^[20]

第三,现有研究从理论视角论述了新工科的培养体系应更注重实践和产教融合等特点,并且提供了较丰富的实践案例。宏观层面,新工科与产教融合等话题紧密性较强^[21];微观层面,与传统工科相比,新工科更多地在讨论工程实践能力。^[22]在实践案例方面,“天大方案”“成电方案”“F计划”等引起了国内外教育界、产业界的高度关注,产生了极大影响。例如“天大方案”突破单一学科课程支撑专业教育的传统教育模式^[23],天津大学精密仪器与光电子工程学院以工程科学实验班为载体积极推进课程体系打通机械、光学、信息、计算机等学科专业,形成了较为系统的传统工科专业改造升级实施路径^[24];“成电方案”搭建了从新生项目课程开始的、逐级挑战的新工科项目课程体系^[25];华南理工大学实施“新工科F计划”,努力培养出“三创”(创新、创造、创业)工程领军人才。^[26]

二、新工科建设的实践进展

(一) 首批新工科研究与实践项目结项分析

2018年3月,教育部认定首批612个新工科研究与实践项目,探索建立新工科建设的新理念、新标准、新模式、新方法、新技术、新文化,其中包括202个综合改革类项目和410个专业改革类项目。综合改革类项目按高校类别,分为工科优势高校、综合性高校和地方高校三大类型;专业改革类项目则涵盖了人工智能类、大数据类等19个项目群。2020年2月,教育部组织开展了首批新工科研究与实践项目结题验收工作。经项目申请、专家评审等环节,认定“新工科个性化人才培养模式探索与实践”“能源互联网本科专业探索与实践”等589个项目通过验收,其中“面向新工科的软件工程实训体系与平台建设”“传统工科专业改造提升及多元创新人才培养体系的探索与实践”等96个项目验收结果为优秀。

首批新工科研究与实践项目结题验收结果显示项目整体进展顺利,取得的成效主要包括四个方面。

第一,形成了可推广的新工科建设典型模式。例如“天大方案”从1.0版本迭代到2.0版本,形成了完善的新工科建设模式,同时“天大方案”已经在天津大学以差异化、梯度式模式推进,依托求是学部建立的未来智能机器与系统平台,集成机械、自动化等六个工科学科和数学、物理两个理科学科师资,精密测试技术及仪器国家重点实验室以及腾讯、华为、恩智浦等企业,建成了多学科交叉、开放式的人才培养平台。^[27]

第二,建立了典型的多学科交叉融合的新工科人才培养平台。例如北京航空航天大学“基于多学科交叉复合的高端集成电路与系统设计人才培养、专业及学科建设与实践”项目提出集成电路新工科多方协同育人模式,以完善知识结构、强化实践创新能力和提高综合素质为培养核心的集成电路与系统新工科专业的实践创新教育教学体系。

第三,拓展了新工科通专融合课程体系。例如吉林大学“基于成果导向教育理念(OBE)的新工科通识教育课程体系构建研究”项目遵循OBE设计理念,建立开放立体、多方协同的新工科通识教育课程体系实施方案,及通识教育教学的有效运行机制。吉林大学借助综合性大学的多学科优势,将新工科通识教育贯穿于课程建设、实践环节设计和新工科生态环境建设当中。

第四,形成了综合性高校、工科优势高校、地方高校齐头并进的新工科建设格局。不同类型高校结合自身特点有序推进项目实施,例如北京联合大学“开放、融合、共享的地方院校新工科校企协同育人模式创新”项目建立了政校企等多主体协同育人模式,推进产学研融合、科教结合、校企合作的协同育人体制改革;南京大学“综合性大学基于多学科交叉融合的新工科人才培养模式探索与实践”项目依托综合性大学文理学科兼备的优势,围绕战略新兴产业相关工科专业的新技术和新内容、多学科思维、创新能力培养,打造新工科通识核心课程、导学课,建设新工科专业课程,推动工程实践经验、自然科学与技术、艺术人文与社会科学的融合,促进新工科人才的全面发展。^①

(二) 第二批新工科研究与实践项目的重点关注方向

2020年底教育部认定279个单位推荐的845个项

目为第二批新工科研究与实践项目。第二批新工科研究与实践项目分为综合改革类和专业改革类两大类,其中综合改革类项目包括理念研究类、专业结构改革、人才培养、学科交叉等9个项目群;专业改革类项目包括人工智能类、大数据类、计算机和软件工程类等20个项目群。从地域分布情况来看,中部地区立项项目数181个,占立项项目总数21.42%,西部地区立项项目数201个,占立项项目总数23.79%。

第二批新工科研究与实践项目在首批项目的基础上呈现了延续和创新的态势,重点关注方向集中在六个方面:第一,新工科人才培养的基本理论问题、发展特征等,共立项17项,注重理论研究的前沿性与创新性,虽然立项数量不是特别多,但是领衔理论研究的项目负责人均是研究和实践经验丰富的学者;第二,未来战略必争领域紧缺人才和科技领军人才培养机制探索与实践,共立项75项,注重为当前国际竞争中“卡脖子”问题培养人才,是新工科主动贴近国家战略需求的表现;第三,传统工科专业改造升级探索与实践,共立项169项,这部分是非常多高校关注的重点,涉及高校在新工科建设中如何进行二级单位组织革新等关键性问题;第四,跨学科组织模式和专业结构调整,共立项99项,进一步体现了新工科人才培养的跨学科性;第五,新工科与产业及创新创业结合,共立项129项,注重新工科的教学培养与产业需求相结合;第六,新工科人才培养实践创新平台建设探索与实践,共立项119项,注重新工科学生能力模型的构建。除此以外,其他项目还涉及新工科师资标准、教学领导力、区域共同体、认证标准等多个主题。

三、新工科建设的未来趋势

基于当前新工科的研究现状和实践进展,在未来新工科建设中需要更加关注产业和未来需求、组织革新、教师和学生能力模型等。

(一)立足产业,面向未来:进一步推进产教融合、校企合作和产学研合作

新工科建设过程中,国际局势也在变化。当前工程教育面临两项重要的外部挑战:一是世界科技革命与产业变革,全球各国都希望找到新一轮科

技革命的钥匙,促进本国发展;二是中美贸易摩擦与逆全球化,贸易争端频发也是新工科建设的外在压力,我国高新技术方面积累的不足,技术掣肘导致贸易战处于弱势地位,同时,疫情防控进入常态化,全球化趋势发生逆转。上述两个外部挑战,督促国家更重视科学技术创新和卓越人才,也促使大学在科技创新研发和创新人才培养上投入更多资源。

新工科从诞生开始的目标即是在新科技革命的背景下,以现在和未来产业需求为导向,培养卓越工程人才。面对更加复杂的国际形势,未来新工科建设首先应当立足区域和产业需求,特别是地方高校应该将新工科建设与当地产业发展相结合,进一步推进产教融合、校企合作等。高水平大学在新工科建设中应当关注“卡脖子”技术,注重产学研合作,通过建设未来技术学院等方式,培养未来先进产业需要的工程技术人才。

(二)打破藩篱,组织革新:进一步建设新型新工科教育教学平台

新工科从诞生起便自带了学科交叉、跨界融合的属性,传统工科按照相近学科的学院组织形式对新工科的深入推进产生了一些阻碍。未来新型新工科教育教学平台建设必须打破学院、学科和专业的藩篱,进行学校内部的组织革新。组织革新的模式主要有两个方向。

第一个方向是依托于上级部门政策指导和国家发展需求,由上到下成立专门化的学院,不受限于传统学院体系,轻装上阵快速建设新型教育教学平台。该方向以现代产业学院、未来技术学院和集成电路学院等为代表。其中,2020年7月教育部办公厅和工业和信息化部办公厅共同印发《现代产业学院建设指南(试行)》,正式启动现代产业学院建设。现代产业学院的目标是完善高校与产业之间的人才培养协同机制,应对现代产业发展的需求。2020年5月,教育部办公厅印发《未来技术学院建设指南(试行)》,提出在高校中建设一批未来技术学院。未来技术学院的目标是培养未来科技创新领军人才,同时推进新工科建设深化升级。目前,教育部已经公布了首批12所未来技术学院,北京大学、清华大学、天津大学等高校榜上有名。但是,相关部门尚未公布国家级首批现代产业学院建设名

单,仅有部分省份公布了本省的现代产业学院建设名单。另外,2021年清华大学、北京大学先后成立集成电路学院,推动集成电路学科发展、深化交叉融合,推进新工科建设。

第二个方向是改造原有工科学院,升级为适应新工科建设的组织形式,或者不同学院之间横向联合,构建跨学科的虚拟平台。例如天津大学根据“天大方案2.0”,推行了新工科人才培养平台及项目式教学改革建设,将新工科人才培养平台分为校级平台、院级平台、专业平台和项目式教学改革建设点。校级平台力求打破学院和学科专业的界限,开展跨学院、跨学科专业交叉与融合;院级平台开展跨学科或跨专业类的专业交叉与融合,实施跨院或院内跨学科或跨专业类人才培养;专业平台以新工科理念改造升级传统专业;项目式教学改革建设点将理论学习与工程实践有效结合。

两个新型新工科教育教学平台建设方向各有利弊。成立新的现代产业学院、未来技术学院抑或其他专门学院,能够赋予更多自主权,并且短期内更受学校重视,也没有师资、学生和管理等各方面的历史负担。不过采用成立新学院的方式,各项成本较高,短期内难以大规模推广。同时,在高校资源总量一定的情况下,新学院的成立会挤压原有学院的资源。改造升级现有学院和专业的方向,从学校总体角度而言投入成本较低,但是跨学科平台之中不同学院和专业的沟通交流成本较高,不同学院和专业之间可能存在一定内在的博弈,从而影响跨学科平台的实施效果。

(三) 赋能教师,以生为本:进一步构建新工科教师和学生能力模型

教师作为新工科建设的重要执行者,调动教师在改革中的执行力是新工科建设再深化的必要抓手。但是由于新工科采用了研究与实践并行的模式,因此实践过程中许多一线工科教师并不清楚如何将原有课程升级,以此适应新工科要求。经过四年多实践,目前已经有一些新工科改革范例供一线教师学习参考,未来应当构建新工科教师能力模型,同时高校应当根据新工科教师能力模型主动给予相关教师系统培训,以此赋能教师,促进新工科建设的进一步落地。

新工科的落脚点是高等教育人才培养问题,新工科改革成功与否的关键在于是否有效地提升了大学生适应新一轮科技革命的能力。评估通过新工科改革是否提升了学生进入社会和工作岗位的能力,是从微观视角评价各个院校新工科改革成效的有效方法。当前新工科研究与实践中对于人才培养极其重视,但尚未构建出完善的新工科学生能力模型。现有研究有两点不足:一是不够全面,对新工科建设中学生的可持续发展能力、就业能力等关注不充足;二是已有研究提出的很多能力难以量化测量并应用于实证研究。未来的新工科研究应当充分构建可量化测量的新工科学生能力模型,推动新工科研究从“理论研究为主体”转向“理论研究、实践案例和微观实证研究的三位一体架构”。

注释

- ① 文中提到的首批新工科研究与实践项目内容和成果均来源于即将出版的《首批国家级新工科研究与实践优秀项目案例集》一书。

参考文献

- [1] 吴爱华,杨秋波,郝杰.以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J].高等工程教育研究,2019(1):1-7+61.
- [2] 黄敬文,鞠鹏.习近平在清华大学考察时强调 坚持中国特色世界一流大学建设目标方向 为服务国家富强民族复兴人民幸福贡献力量[N].人民日报,2021-04-20(1).
- [3] 王国强,卢秀泉,金祥雷,王瑞.成果导向教育理念的新工科通识教育体系构建研究[J].高等工程教育研究,2021(4):29-34.
- [4] 刘鑫桥.新常态下新工科建设形式趋同的制度逻辑[J].黑龙江高教研究,2019(4):1-4.
- [5] 李华,胡娜,游振声.新工科:形态、内涵与方向[J].高等工程教育研究,2017(4):16-19+57.
- [6] 古天龙,魏银霞.以新工科理念推动地方高校建设一流本科教育[J].中国大学教学,2018(2):32-35.
- [7] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [8] 李家俊.以新工科教育引领高等教育“质量革命”[J].

- 高等工程教育研究, 2020(2):6-11+17.
- [9] 顾佩华. 新工科与新范式:实践探索和思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(4):1-19.
- [10] 李茂国, 朱正伟. 工程教育范式:从回归工程走向融合创新[J]. 中国高教研究, 2017(6):30-36.
- [11] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3):20-26.
- [12] 顾佩华. 新工科与新范式:实践探索和思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(4):1-19.
- [13] 刘坤, 陈通. 新工科教育治理:主体构成与框架建构[J]. 教育科学, 2020(4):63-69.
- [14] 项聪. 培养工具理性与价值理性兼备的工程师——兼论新工科人才培养目标定位[J]. 高等工程教育研究, 2017(6):51-56.
- [15] 龙奋杰, 邵芳. 新工科人才的新能力及其培养实践[J]. 高等工程教育研究, 2018(5):35-40.
- [16] 林健. 新工科专业课程体系改革和课程建设[J]. 高等工程教育研究, 2020(1):1-13+24.
- [17] 董伟, 张亚楠, 陶金虎. 基于社会需求的工程人才可雇佣性能力框架——以智能制造行业为例[J]. 高等工程教育研究, 2020(5):89-94.
- [18] 徐晓飞, 丁效华. 面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J]. 中国大学教学, 2017(6):6-10.
- [19] 刘吉臻, 翟亚军, 荀振芳. 新工科和新工科建设的内涵解析——兼论行业特色型大学的新工科建设[J]. 高等工程教育研究, 2019(3):21-28.
- [20] 刘鑫桥. 新工科建设、产教融合与产业转型升级[J]. 高等职业教育探索, 2018(1):1-4+15.
- [21] 孙雷. 新工科背景下产教融合育人路径探析[J]. 江苏高教, 2021(1):74-77.
- [22] 张雪, 齐永正, 曾文杰, 陈三波. 新工科视角下BIM工程实践能力培养框架及实证[J]. 高等工程教育研究, 2021(4):47-53.
- [23] 顾佩华. 新工科与新范式:实践探索和思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(4):1-19.
- [24] 杨秋波, 陈奕如, 曾周末. 工科优势高校传统工科专业改造升级的行动研究[J]. 高等工程教育研究, 2018(6):23-26+70.
- [25] 曾勇, 黄艳, 向桂君, 黄廷祝. 从新生项目课开始:新工科建设“成电方案”的设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(1):14-19.
- [26] 高松. 实施“新工科F计划”, 培养工科领军人才[J]. 高等工程教育研究, 2019(4):19-25.
- [27] 刘坤, 代玉, 张志金, 王贺欣. 首批新工科研究与实践项目指南达成度评价及未来发展研判[J]. 高等工程教育研究, 2021(1):31-38.

The Research Status, Progress, and Future Trends of New Engineering Education

LIU Xinqiao WANG Geng WU Jinrui

Abstract: New engineering education is a large-scale reform of higher education to cultivate engineering talents who can respond to the new round of technological revolution. After analyzing the research status of new engineering education in the past five years, the research finds that the research hotspots of new engineering education are concentrated on basic concepts, connotations, paradigms, talent cultivation, practical innovation, etc. The research topics mostly involve such keywords as interdisciplinary, practice, projectization, etc. Research institutions and research teams are relatively scattered, and this subject matter prospers. This paper conducts in-depth analysis of the first and second batches of national new engineering education research and practice projects, and finds that different types of universities have created their new engineering education construction paradigms and talent cultivation platforms. Based on the first batch of projects, the second batch show a tendency of continuity and innovation. In the light of above, the future construction of new engineering education should further promote production-education integration, school-enterprise cooperation, and industry-university-research cooperation, construct new engineering education platforms, and build new engineering teacher and student ability models.

Key words: new engineering education; higher engineering education; practical teaching; artificial intelligence; school of future technology