

# 智造时代新工科人才培养模式 变革的诉求、困境与选择

许艳丽 张 钦

(天津大学 天津 300354)

**摘要:** 高质量的新工科人才是推进智能制造发展的关键。智能制造的颠覆性变革驱动新工科人才培养模式同步升级,迫切需要更新新工科人才培养目标、培养内容、培养途径等。存在人才培养目标单一化、人才培养内容迟滞化、人才培养途径的局限性等问题,不能有效应对智造时代新工科人才培养模式的变革诉求。建议通过优化多元合理的人才培养结构、形成动态调整的专业布局、完善工程导向的课程设计、构建融合互通的产教共同体等举措,提升新工科人才培养质量。

**关键词:** 智造时代; 新工科; 高等工程教育; 人才培养

中图分类号: G647

文献标志码: A

文章编号: 1003-2614(2022)09-0047-06

DOI:10.19903/j.cnki.cn23-1074/g.2022.09.016

随着“云大物移智”等数字技术与制造业日益融合,制造业正在迈入智能制造时代(以下简称“智造时代”)。人才是产业变革的重要支撑,为应对智能制造发展需求,工业强国争相出台应对策略,聚焦工程科技人才培养。美国推出工程拔尖人才培养战略“大挑战学者计划”(GCSP),旨在通过改革工程人才培养模式,培养能够应对 21 世纪工程大挑战的卓越工程师<sup>[1]</sup>;俄罗斯《现代工程教育》对“工业 4.0”的相关技术内涵和未来发展趋势进行了前瞻性预测和人才发展规划,提出建构国家“工程教育—研究—工业/创新”的统一综合体框架;我国也全力探索中国特色工程教育新模式,教育部积极推进“新工科”建设,打好提升质量、推进公平、创新人才培养机制攻坚战<sup>[2]</sup>,主动布局先进制造业领域人才培养。为加快推进智能制造相关领域新工科建设,教育部、工业和信息化部、中国工程院于 2018 年 10 月联合发布《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》,持续深化工程教育改革,加快培养适应和引领新一轮科技革命和产业变革的卓越工程科技人才<sup>[3]</sup>。作为新工科人才的重要输出力量,高校顺应高等工程教育改革总体趋势,虽然取得一定成果,但在新工科人才培养模式的探索和创新上仍存在不足,亟须进一步有针对性地响应智造时代的人才培养新诉求,加大变革力度。为厘清新工科人才培养如何适应和满足智造时代的工程人才需求,本研究从智造时代对新工科人才培养提出新挑战出发,探讨育人模式的变革诉

求与现实困境,并提出应对举措,以期为建设满足智造时代发展需要的新工科人才队伍指明方向。

## 一、“云大物移智”赋能制造业引发颠覆性变革

信息技术、传感技术、网络技术、人工智能技术等深度融入制造领域,正在创新制造业的发展形态,加速制造业转型升级及其与新一代信息技术的融合发展。在新一代智能制造背景下,制造业智能化转型新空间得以拓宽,具体表现为“升级生产技术,实现其智能化发展;革新生产模式,集成化趋势增强;提升岗位需要,智慧化特征明显”。制造业的智能转型成为新工科人才培养模式变革与创新的强大驱动力。

### (一) 生产技术: 数字化与智能化

历次工业革命都是在产品制造过程中通过技术创新推动的。强势赋能工业 4.0 的 5G、工业互联网、大数据、云计算等新一代高新技术不仅贯穿产品的机械化生产过程以及与其相关联的组织流程,还包括机械及非机械组件的供应链以及整个生产环节<sup>[4]</sup>。在工业生产领域,智能制造系统能够运用大数据分析理解外界与自身的信息,通过其可控、可测、可观、可通信的功能将产品在现场的运行情况即时在线反馈;智能维护技术的应用实现了对设备、软件、产品等进行更加精准的预测性维护,既降低了故障率,又减少了维护费用;互联网、5G 无人配送车与传统物流相结合,实现了智慧仓储、分拣、运输和配送。高度自动化、信息化、网络化的智

收稿日期: 2021-09-06

基金项目: 天津市哲学社会科学规划重点项目“智能制造高技能人才培养模式变革研究”(编号: TJJX20-022)。

作者简介: 许艳丽,天津大学教育学院教授,博士,博士研究生导师,研究方向: 职业技术教育学;张 钦,天津大学教育学院硕士研究生,研究方向: 高等教育学。

能技术与制造业融合渗透中也改变着其生产模式和商业运作模式。制造业的智能化发展达到前所未有的高度,对工程人才掌握与精通智能生产技术提出了更高要求,尤其是要求具有更高的数字化创新与钻研能力,以充分挖掘先天智慧来掌控人工智能,突破智能制造的前沿、空白领域。

### (二) 生产模式: 柔性化与集成化

制造企业在加速生产技术从机械化到自动化再到信息化乃至智能化的技术升级和更替的同时,也催生了生产模式由大规模标准化生产向个性化定制智能化生产变革<sup>[5]</sup>,人工智能技术与制造技术融合形成新一代智造技术,贯穿于整个产品的生命周期,高度集成化的生产—运营模式得以实现。例如,借助数字化和集成化手段,产品制造的流程模块以及生命周期得以重构,生产模式高度灵活,在满足不同客户个性化需求的同时,合理缩短产品全生命周期,实现生产资源的高效合理配置<sup>[6]</sup>。新的生产模式朝着复杂化和综合化方向发展,工作边界变得模糊,实现了生产数据贯通化、制造柔性化、产品个性化、管理智能化,需要对涉及的人、财、物等进行集成优化。新模式下所需的工程人才并不局限于制造业,而是囊括掌握智能技术与运营技术等多方面的人才。换言之,适应并引领智能制造时代发展需要的不仅是精通制造的工程师,还是能够将各学科的知识与技术融会贯通、具备跨学科素养和创新素质的复合型智慧人。

### (三) 岗位需求: 高技能与智慧化

智能科技的强势赋能使得制造行业的岗位需求也发生很大变化。欧洲未来研究协会预测,制造业工人将不再执行日常工作,取而代之的是动态变化的生产过程所需的各种非结构化任务。制造过程的智能化、柔性化和集成化驱使岗位工作内容复杂化,由原先的单一性劳动向综合性劳动演变,对从事制造业的低端劳动力的需求大幅减少,对创新型、复合型、技能型的高端人才的需求快速增长<sup>[7]</sup>。智能制造岗位的总体特征表现为技能操作高端化和生产服务一体化。此外,人工智能在制造领域的大范围应用对人机合作提出了新挑战。识别传感采集设备成为人的感官和传统测量设备的替代,如工业数据采集、边缘设备接入、智能系统开发与维护等人才取代了负责生产过程操控和产品检测的专门人员。智慧仓储、智慧物流等新技术的开发运用淘汰了传统的物流管理人员,催生出智慧仓储管理等新岗位。在“云大物移智”盛行的当下,智能技术延展或取代人的脑能的趋势日益明显,需要充分发挥人的独特价值,实现人机共赢。

## 二、智造时代新工科人才培养模式的变革诉求

工程人才的转型升级是提升我国新一轮科技革命竞争力与大力推动智能制造产业发展的关键,对实现我国信息技

术与制造行业的良性结合具有重大意义。高等工程教育与制造业关联密切,必须加强对制造业智能转型这一巨大挑战的预见性,培养适应智造时代发展需要的新工科人才。新工科人才培养模式变革是智造时代高等工程教育改革发展的核心内容,体现在人才培养目标、人才培养内容、人才培养途径等方面。

### (一) 人才培养目标新诉求: 多层次、多类型

目标是行动的基石,育人目标的率先变革带动新工科人才培养模式的创新发展。面对制造业的智能转型,新工科人才培养不仅要积极应对智能制造的最新发展需要,还要面向未来,助力制造业可持续发展。第一,国际智能制造经历了“数字化制造”“数字化网络化制造”,再到当前新一代智能制造“数字化网络化智能化制造”等三个发展阶段<sup>[8]</sup>,而这三个阶段在我国并行推进、融合发展。作为一个门类丰富齐全的制造业大国,我国制造业发展水平参差不齐的问题仍然存在,这意味着我国工程教育在人才培养定位上必须体现人才多层次、多类型的要求,既需要精通且创新智造技术的高端工程科技人才,也需要促进产业转型升级的工程技术人才。第二,在智造时代背景下,工作技能高端化与生产服务一体化使得工程人才的数字化技能、复合型能力等得以突显,对工程人才专业知识的广度与深度、工程实践能力提出了更高要求,促使新工科人才培养目标朝着综合化方向发展。

### (二) 人才培养内容新诉求: 融合化、前瞻性

智能制造的颠覆性变革要求工程科技人才在行业专精的基础上,拥有跨行业、跨学科的知识、能力与素质储备,成为面向智能制造的创新者和领导者。其一,智造领域工作环境的复杂化和人才角色的转变,促进“云大物移智”与传统工科专业有机融合,对新工科人才复合融通的知识体系提出诉求;其二,智造生产实践涉及认知、工程设计、生产实施等多方位能力的综合,促发新工科人才实践、创新、团队合作等综合能力需求;其三,我国与发达国家的智能制造发展还存在较大差距,呼唤新工科人才肩负责任感与使命感,提升数字素养与工程领导力等工程素质以引领未来制造业高质量发展。交叉与融合既是创新人才培养的着力点,也是重大工程科技创新的突破点<sup>[9]</sup>,学科之间的交叉与融合是培养新型专业和复合型人才的必然要求,驱使工程教育从培养内容上进行动态调整,实现工科之间、工科与理科、人文社会学科之间的交叉融合教学。

### (三) 人才培养途径新诉求: 开放性、多元化

关涉新工科人才“如何培养”这一问题,需要探讨与创新人才培养途径。“中国制造2025”实施过半,制造业数字化、智能化建设进入冲刺阶段,需要数量更多、质量更高的新型

工程科技人才来稳固智能制造产业的良好发展势头,蓄力助推智能制造进一步茁壮成长。为培养现代工程实践所需要的复合型人才,工程教育亟须走出封闭课堂、打破院校壁垒,走向工程实践,丰富人才培养途径,加强本土化对接与国际化交流。第一,高校需与技术研发中心、产业等实现有效对接,把握产业发展现状、预测未来发展方向,协调推进人才培养质量的提升,提升人才的可持续发展素质;第二,智能制造的发展驱动高校走出密封空间,进一步创造更合时宜的新工科育人环境,实现校企合作与中外资源共享,创新要素集聚融通,拓宽新工科优质教育资源和教育成果惠及群体。

### 三、智造时代新工科人才培养模式的实然困境

智造时代对新工科人才培养模式提出了新的变革诉求,而我国新工科人才培养模式仍存在人才培养目标单一化、人才培养内容迟滞化、人才培养途径的局限性等现实问题,回应新工科人才培养变革的新诉求乏力,制约着新工科建设的高质量发展。

(一) 人才培养目标单一化难以满足新工科人才多样化的发展诉求

制造业的智能化升级驱动着人才培养模式的变革。培养目标作为新工科人才培养的出发点,涉及培养什么类型的人以及具体的培养规格,呈现出定位单一、匹配不良的状态,与新工科人才多样化的诉求存在较大差距。

#### 1. 人才类型同质化与多样化人才需求不匹配

产业发展的不平衡需要多样化的工程人才支撑,岗位需求的迭代更新呼唤具备创新和可持续发展能力的新型人才。而高校人才培养同质化的问题尚存,不同类型高校未能从自身的办学定位和优势出发,挖掘每个专业的特征,忽视了学生发展的个性化和多样性,人才培养的机器化倾向明显,匮乏对形成人才培养特色这项渐进性与长期性工程的耕耘。企业招人难、学生就业难的情况对立,传统工科人才数量过剩、新型工科人才数量稀缺的现象冲突,印证了人才供给结构性矛盾的现实存在。据调查,工科专业方向与用人单位实际需要之错配度高达30%,在所有学科大类中错配度最高<sup>[10]</sup>,其中,高科技领域的尖端工科人才以及具备专业知识的高层次管理人才比较缺乏<sup>[11]</sup>。

#### 2. 人才规格单一化与复合型人才需求不匹配

智造时代对人才的全面发展提出了更高要求,体现为人才的知识、能力、素质多维度的集成与整合。单一技能的工程人才不能满足智能制造对具有国际视野、创新性、实践能力等的复合型新工科人才的需要,复合型人才匮乏成为当前人工智能与制造业融合发展的四大难点之一。例如,某“双一流”高校机械电子工程专业的人才培养目标以掌握通用性

的机械设计、制造及使用的专业知识与技能为主<sup>[12]</sup>,未将专业能力外的复合能力和综合素质贯穿于人才培养全过程。

(二) 人才培养内容迟滞化难以匹配新工科人才复合能力的培养诉求

工业一体化促使传统工程学科的整合和重组<sup>[13]</sup>,现代工程理论与智能制造实践操作中呈现越来越多的复杂多元化问题,我国工程教育受传统学科建制的约束,无法满足面向智能制造的新工科人才培养需求。

#### 1. 学科壁垒尚未打破,专业群发展质量低下

传统学科建制下培养出的工科人才,其知识结构拘泥于单一学科,实践能力固化于单一工艺的技能训练,真实的实践情境被切割,引发人才对系统化工程思维以及跨界整合能力培养欠缺,从跨学科视角来审视智造实践问题能力低下,不足以应对高要求、复杂化的工程实际问题。专业群的建设往往是在已有专业的基础上进行机械组合,匮乏在“大工程观”理念下对专业之间内在关联的探究,工程实际以及工程教育本身应具备的系统性和完整性不够突出,学生匮乏对产品生命周期的完整体验。用国际实质等效标准评价工科专业,课程体系方面完全达标的占比不超过60%<sup>[14]</sup>。用人单位对工科毕业生开发或设计解决方案、综合考虑非技术性因素、分析复杂工程问题、创新创造等能力评价相对较低<sup>[15]</sup>,也突出了学科专业建设不足引发的能力错配。

#### 2. 课程内容滞后僵化,行业需求对接受限

经济社会发展速度不断加快,产业变革周期越来越短,但专业课程的更新速度缓慢,与产业发展脱节。金工实习作为高校实践教学的核心课程,其教学内涵和形式多年保持不变,主要通过学习和实践车、铣、刨、磨等工种的工艺和操作培养学生的工程实践能力<sup>[16]</sup>。有些早该淘汰的设备仍出现在实验室,而行业先进智能化设备与高新技术成果、智能制造的新技术和新工艺、前沿的工程实践案例与经验等,尚未及时更新、融入专业课程教学内容中。未能帮助学生了解学科前沿理论文化、行业先进的智造成果以及智造产业人才需求变动等,工程人才培养与智能制造行业的职业标准匹配欠佳,学生很难有针对性地提升工作适应能力和综合能力的发展。相关调查显示,分别有45%和41%的电气信息类和工科毕业生认为课程内容陈旧<sup>[17]</sup>,在人才培养内容上供需尚未统一,专业设置和知识体系明显滞后。

(三) 人才培养途径的局限性难以适应新工科人才对接产业的工作诉求

工程教育的发展滞后于智造岗位需求的迭代更新,人才培养与智造行业发展的动态匹配不足,工与学不能实现有机结合,具体表现为校企交流机制不健全、国际化合作有待深入。

### 1. 校企双向交流不畅 本土化合作乏力

培养高质量的新工科人才需要具备扎实理论功底和较强实践能力的师资队伍,高校工科教师工程实践能力不足,企业工程师多实践经验少理论研究,而目前专任教师与前沿工程师的双向交流机制尚未健全,双方优势互补受阻。在如何推动学校与大型企业融合创新发展特别是互促发展方面缺乏具体实质性可行方法<sup>[18]</sup>,针对实践缺失的问题,高校加强与企业协作,但往往重挂牌轻落实,合作形式单一且不够深入。中国工程教育质量报告显示,526家企业中参与培养目标制定、课程体系修订等工科人才培养核心环节的比例不超过30%<sup>[19]</sup>,阻碍了沟通交流、团队合作、终身学习、适应变化和工程伦理等“非技术能力”获取与转移,影响工程人才应对复杂化、创造性的新制造项目。基于华东理工大学的相关调查显示<sup>[20]</sup>,48.1%的卓越班学生大学期间的实习时间超过5个月,而普通班仅有17.8%;关于毕业设计或毕业论文有企业导师参与其中的比例,卓越班和普通班的比例分别为66.2%和33.8%。

### 2. 合作对象聚焦国内企业 国际化交流不足

国际化新工科人才的培养有赖于丰富的国际化教育资源,然而教育资源国际化程度不高、国际化实质性合作进展乏力,成为智能制造新工科人才国际化培养面临的现实难题。人才难以在潜移默化中拓宽视野、站在更高的境界不断取得突破创新、提升自身发展的竞争力,更不足以支撑我国智能制造实现突破式创新。高等工程教育理论教学和实践环节国际化水平不高,致使我国工科毕业生中可以达到跨国公司用人标准的仅占10%<sup>[21]</sup>,难以适应世界范围智造领域知识、技术的变革需求。

## 四、智造时代新工科人才培养模式变革的应然选择

为应对新一代智能制造的挑战,回应新工科人才培养模式的变革诉求,突破新工科人才培养模式的现实困境,需要重新审视智造时代的新工科人才培养模式,培养应对变化、面向未来的高质量新工科人才。

### (一) 更新目标理念,优化多元合理的人才培养结构

为逐步弱化工程人才供给结构性矛盾,高校在树立“紧跟时代需要、突显校本特色、面向未来发展”培养理念的同时,着力实现人才目标定位的优化升级,拓展人口质量红利,实现分“层”和定“型”。

#### 1. 优化工科人才分类培养的体系结构

一方面加大对培养目标的基础与应用性研究,走特色发展之路。不同类型的高校应根据自身办学条件和服务面向,在理论、技术、应用等层面探索科学合理的发展定位,打破培

养目标的同质化,实现高校分类发展、人才分类培养;另一方面,立足智造发展现状,走错位发展之路。不同层次和类型高校围绕制造业创新链建构多层次、多类型的人才培养结构。综合类院校发挥多学科背景优势,积极探索工程教育的贯通与交叉,引领未来多领域技术交叉融合;工科类院校利用自身工科优势,大力发展智能化工程技术,对接产业发展新业态;地方高校着力服务于地方发展的需要,培育技术应用型人才促进制造业转型升级。

### 2. 提升复合型新工科人才培养的社会契合度

人才培养目标的设定应充分面向科技、产业和社会发展,需要高校洞察智能机器与智能制造领域前沿,按照智造类新岗位能力标准调整育人目标,以培养满足社会需求的学科交叉复合型新工科人才。例如,天津大学通过征集社会、企业、师生等多方建议形成了包括身心素质、品德素质、能力、知识等“4维度、28要素”的“卓越工程创新人才培养标准”<sup>[22]</sup>,不仅突出创新能力等复合性特质的培养,还关注到了学生终身教育的发展。

### (二) 运用智能技术,形成动态调整的专业布局

为进一步打破学科壁垒,高校需抓住智能时代的突出优势,把握“学生中心”“产出导向”“持续改进”,运用大数据、可视化平台等智能技术精准分析、及时调整专业结构,实现专业建设的动态性与前瞻性。

#### 1. 对接智造前沿,建立学校特色智造类交叉学科

首先,利用大数据技术实时抓取或定期获取行业数据与专业设置数据,了解行业前沿需求,运用多元化研究工具助推优势工科向不同学科、技术领域蔓延,如运用UCINET、GE-PHI等工具对学科交叉网络特点进行分析,有效度量学科交叉聚合度<sup>[23][24]</sup>。打破传统学科建设机制的壁垒,实现各学科优质资源的有机整合,以学科建设绩效为杠杆进行资源配置,为培养高质量新工科人才奠定学科基础。其次,高校根据自身定位与特色规划专业的增设、转型、淘汰等问题。综合型高校可以结合多门类学科均衡发展的优势,设置学科交叉融合的新型工科专业;工科院校可以利用其工科基础扎实的特点,打造面向智能制造的专业学科群;偏向学科应用的地方高校可以面向新兴产业需求建设新工科专业。

#### 2. 预测供需趋势,提前建设和发展相关未来技术学科专业

高校可利用对行业相关数据的处理和分析可预测行业新需求的来源和趋势,通过对专业设置数据的处理和分析来预测新能力、素质供应的趋势,从而驱动高校以前瞻性眼光完善学科专业布局的动态调整。在升级改造现有学科专业的同时,开设引领制造业发展新方向的新型学科专业,提升专业布局的科学性及其与产业结构的适配性。例如,天津大

学为对接产业需求,设置高新技术密集型专业——智能感知工程,为智能制造、人工智能、机器人等智能感知相关领域输送研发和管理工程人才。

### (三) 注重生产实践,完善工程导向的课程设计

为更好地对接产业需求,工程教育应坚持工程导向,由注重理论知识灌输转向回归工程实践,突显课程设计的工程性和创新性。

#### 1. 从外部需求入手,实现课程体系与工程实践的耦合

第一,在课程设计上,各专业围绕人才培养目标,以工程链核心要素和智能制造岗位能力为标准,针对不同能力构建基础课程模块、专业主干课程模块、专业前沿课程模块、工程实践课程模块<sup>[25]</sup>等模块课程群,教学过程基于多学科交叉特征的制造类课程体系与知识结构方法。学生在课程组合的选择上拥有较大的自主权,从而实现学习内容的交叉融合,加强课程内容与岗位能力需求的有效衔接。第二,在实践环节中,立足智能制造,注重工程素养、创新意识以及可持续理念等在智能制造中的应用,逐步形成一套与生产环节衔接、难度递增、贯通各专业方向的综合实训课程体系,实质性地开展系统化的实践项目,增强工科人才解决复杂工程问题、完成综合项目的创新能力和适应能力。

#### 2. 从内部质量入手,实现课程建设的智能化发展

首先,以智能化为目标,以“智慧点”替代“知识点”<sup>[26]</sup>,利用现代教育技术丰富课程资源、提高教学效能,注重AR、VR、MR技术与工程实践问题的深度融合,建设虚拟工厂、虚拟仿真实验室等智能体验中心,让学生获得真实智造情境的学习体验;其次,以新一代数字技术为媒介,依托国家级教学和学科平台,着力建设工程案例教学视频库、虚拟仿真实验教学项目库等数字化课程;最后,关注智能空间环境下教育的个性化、协同化与多元化<sup>[27]</sup>,利用大数据制订符合学生发展需求的个性化课程方案,在智能环境下提升学生的信息素养。

### (四) 扩大开放力度,构建融合互通的产教共同体

产教融合、校企合作是提升工程教育集成性、实践性、创新性的重要形式。培养智造领域的新工科人才,高校应密切关注世界智能制造发展的前沿动态,扎根于新工科人才培养的教育生态,构建多主体参与的产教共同体。

#### 1. 拓展载体,厚植校企协同育人的基础

多途径实现从“越界”到“跨界”、从“配合”到“融合”、从“一元”到“多元”、从“协助”到“协同”的产教合作发展。一是搭建多学科联合、多主体参与的开放式培养平台。高校与国内外骨干企业建立联合培养平台,汇集多学科、多主体的优势资源,将产业发展最新动态、企业实际需求以及学术研发前沿等进行有机衔接。通过利益相关者之间实时共享资源,强化人才供需标准对接。二是健全校企双向交流机制。

引校企,学习新技术、新方法、新模式应用的先进案例,在工作情景中进行真题真做;引企入校,企业参与新工科人才培养教学体系、课程体系等设计与改进,为进一步孕育新技术、新产业创造人力资源条件。三是以项目衔接产业链与教育链。校企合作创设具有产教特性的智能制造项目,模拟真实案例,让学生参与合作企业在工程规划与设计、工程实施与养护等智能制造项目中的实际工作,培养学生的知识应用、创新创业、团队合作和领导等跨学科交叉融合能力。四是创新跨界融合的毕业设计形式。以“项目制”为先导,以“双导师”为保障,以“递进式审核”为手段,毕业设计要求学生深度参与,真学真做,体现跨学科、跨专业、理论与实践相结合等特征。

#### 2. 拓宽视野,提升人才培养的国际化水平

一是开展与境外机构协同创新项目。高校需瞄准智能制造国际前沿和国内发展短板,在充分利用本土教育资源的同时,主动发掘优质国际教育资源,加强与国外高校或研究机构的联系,开拓更多智能制造联合培养项目,汲取最新前沿智能技术和案例,打造一流新工科教育,提升工科人才全球竞争力。二是积极创设国际学术组织和大学合作联盟。首先,创设具有国际影响力的学术性组织,在广泛的交流与合作中提升工科人才培养的国际话语权;其次,统筹利用海内外智能制造领域的人才资源、平台资源,为学生参与具有国际影响力的智能制造学术会议提供更多机会,拓宽国际视野;最后,建立一套基于知识、能力的国际实质等效评价标准,以此为参考,加大对通晓国际规则、能够参与智能制造全球治理的国际化创新型人才培养。

#### 参考文献:

- [1] 吴伟,吕旭峰,范惠明. 美国工程拔尖人才培养新战略——“大挑战学者计划”实施评述[J]. 教育发展研究, 2010(23): 63-68.
- [2] 教育部办公厅. 关于公布首批新工科研究与实践项目结题验收结果的通知[Z]. 教高厅函(2020)12号.
- [3] 教育部,工业和信息化部,中国工程院. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见[Z]. 教高(2018)3号.
- [4] [德] 乌尔里希·森德勒. 工业4.0: 即将来袭的第四次工业革命[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014: 53.
- [5] 许朝山, 顾卫杰, 孙华林. 新基建背景下智能制造专业群人才培养路径探索[J]. 中国职业技术教育, 2020(28): 9-14.
- [6] 王喜文. 工业4.0: 最后一次工业革命[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015: 7-11.
- [7] 马廷奇. 制造业发展与高等工程教育范式转型[J]. 高校教育管理, 2018(2): 25-29.

- [8] Zhou Yuan , Zang Jiyuan , Miao Zhongzhen , Tim Minshall. Upgrading Pathways of Intelligent Manufacturing in China: Transitioning across Technological Paradigms [J]. Engineering 2019( 4) : 211 - 234.
- [9] 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.
- [10] 李 静 楠 玉. 中国就业供需错配——基于高校专业设置与市场岗位需求的测算 [J]. 统计与信息论坛 2018( 11) : 45 - 50.
- [11] 周 玲 等. 新工科背景下课程建设现状研究——基于核心素养的实证调查 [J]. 中国人民大学教育学报 2021( 3) : 52 - 77.
- [12] 杨 青 刘 英 曹福亮. 新农科背景下工程创新人才培养的路径与启示——基于 N 大学工程创新人才培养的实践 [J]. 高校教育管理 2021( 6) : 114 - 124.
- [13] 林 健. 第四次工业革命浪潮下的传统工科专业转型升级 [J]. 高等工程教育研究 2018( 4) : 1 - 10.
- [14] [19] 中国工程教育质量报告( 摘要) [N]. 中国教育报, 2016 - 04 - 08( 6) .
- [15] 教育部高等教育教学评估中心. 中国工程教育质量报告: 面向工业界面向世界面向未来 [M]. 北京: 教育科学出版社 2016: 6 - 11.
- [16] 全月荣 陈江平 姜艳霞. “新工科”背景下以智能技术为牵引重构工程实践课程体系 [J]. 实验技术与管理, 2020( 12) : 33 - 38.
- [17] 麦可思研究院. 2017 年中国本科生就业报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社 2017.
- [18] 刘剑平 夏 换. 共生理论视角下“新工科”融合创新发展研究 [J]. 黑龙江高教研究 2021( 4) : 19 - 24.
- [20] 孙艳丽 涂善东 周 玲. 卓越工程师计划实施的成效、不足与思考——基于华东理工大学 7 个专业的实证调查 [J]. 高等工程教育研究 2021( 1) : 90 - 96.
- [21] 宋余庆 等. 新工科背景下工程创新人才国际培养的探索与实践——基于“双跨”团队体验混合式学习模式的建构 [J]. 高校教育管理 2018( 3) : 102 - 108.
- [22] 张凤宝. 新工科建设的路径与方法刍论——天津大学的探索与实践 [J]. 中国大学教学 2017( 7) : 8 - 12.
- [23] 许艳丽 周天树. 基于课程设置的新工科学科交叉研究 [J]. 黑龙江高教研究 2019( 4) : 156 - 160.
- [24] 李长玲 刘非凡 郭凤娇. 运用重叠社群可视化软件 CFinder 分析学科交叉研究主题——以情报学和计算机科学为例 [J]. 图书情报工作 2013( 7) : 75 - 80.
- [25] 杨 敏 陈 峻 许映红. 交通强国驱动的交通运输类新工科人才培养体系转型升级 [J]. 东南大学学报: 哲学社会科学版 2021( S1) : 158 - 160.
- [26] 陈 伟 易芬云 吴世勇. 新工科人才培养的目标逻辑和过程逻辑 [J]. 高教探索 2020( 10) : 42 - 48.
- [27] 孙立会 刘思远 李 芒. 面向 2035 的中国教育信息化发展图景——基于《中国教育现代化 2035》的描绘 [J]. 中国电化教育 2019( 8) : 1 - 8.

## Appeals , Difficulties and Choices of New Engineering Talents Training Mode Reform in Era of Intelligent Manufacturing

XU Yan - li , ZHANG Qin  
( Tianjin University , Tianjin 300354 , China)

**Abstract:** High - quality new engineering talent is the key to the development of intelligent manufacturing. The disruptive change of intelligent manufacturing drives engineering personnel training mode synchronization update. The idea of new engineering talents training target , training content , and training methods need renewing. However , the simplification of talent training goals , the delayed training content , and the limitations of training methods have failed to effectively respond to the demands of the reform of the new engineering talent training model in the era of intelligent manufacturing. It is suggested to improve the quality of new engineering talents training by creating a multi - level and compound talent training structure , forming a dynamically adjusted specialty layout , perfecting the engineering - oriented course design , and building an integrated and interworking industry and education community.

**Key words:** intelligent manufacturing; new engineering talents; higher engineering education; talent training