

以“新工科”建设引领高等教育创新变革

吴爱华 杨秋波 郝杰

【摘要】强国崛起必需一流人才,一流人才培养必需一流高等教育;历次工业革命都对高等教育产生了变革性影响,新工业革命为后发国家建设一流高等教育提供了历史性机遇。推进“新工科”建设是主动应对新一轮科技革命和产业变革、发展新经济、应对未来战略竞争、推动高等教育改革创新迫切需要。要把“新工科”建设作为高校综合改革的“催化剂”,系统推进高等教育的理念创新、专业创新、模式创新、组织创新,以“新工科”建设引领高等教育变革。

【关键词】新工科 高等教育 创新 变革 新工业革命

2016年6月,我国正式加入国际工程联盟(IEA)《华盛顿协议》组织,标志着中国高等教育实现了历史性跨越,中国工程教育认证体系实现了国际实质等效,工程教育质量与美、英等发达国家实现互认,在我国工程教育改革发展历程中具有里程碑意义。^[1]经过改革开放40年来的努力,我国建成了世界上最大规模的工程教育体系,提升工程教育质量、推进工程教育改革也一直在路上。特别是,2006年启动工程教育认证试点,开启了为期十年加入国际工程联盟《华盛顿协议》组织的艰辛探索;2008年组建CDIO试点工作组,借鉴国际最新理念开展工程教育改革试点;2010年实施“卓越工程师教育培养计划”,全面推进工程教育人才培养模式改革等。通过这些改革工作和实践探索,促进了工程教育质量的持续提升,源源不断的工科毕业生进入产业领域和相关行业,支持了我国经济的快速发展,为我国制造业、IT产业、高端服务业等创新发展提供了青春新动能,为我国成为世界基础设施强国和工程强国奠定了人才基础。

近年来,我国工程科技不断取得重大成就,载人航天、深海深海探测、北斗导航、高性能计算机、高铁、特高压输电、先进核电等创新成果不断涌现。一批代表“中国名片”的工程科技在造福中国的同时,正在走出国门、走向世界,中国车、中国桥、中国路、中国网……给越来越多的国家和人民

带来福祉。这些工程科技的创新离不开工程教育的支撑。从逻辑上来说,能造出世界最强的工程,一定要有最优秀的工程人才,一定会有一流的工程教育。这一点我们还是要自信,中国高等工程教育必将进入世界第一方阵前列,在世界上有更多的话语权、更大的影响力,甚至能够引领未来世界工程教育发展。

从我国成为《华盛顿协议》组织的正式成员起,我们就开始谋划下一步的目标,提出要建设和发展“新工科”。当前,面对第四次工业革命扑面而来的汹涌之势,面对国际产业竞争的严峻挑战和我国经济高质量发展的迫切需求,我国高等教育要主动作为、应对挑战,面向未来、积极谋划,这是回应时代大势的应有之举。“新工科”就是在新时代背景下的“奋进之笔”,是立足当前的主动作为,是面向未来的主动谋划。

一、强国崛起与高等教育创新两个逻辑前提

自18世纪第一次工业革命以来,英国、法国、德国、美国先后成为世界科技和产业创新中心,进而崛起为世界强国。每次世界中心的转移,都伴随着高等教育的创新变革,并推动了人类文明的巨大进步。这里有两个基本逻辑:

(一)强国崛起必需一流人才,一流人才培养必需一流高等教育。

以高等教育创新为基础,大力改革和发展高

收稿日期:2018-12-30

作者简介:吴爱华,教育部高等教育司二级巡视员、理工科教育处处长;杨秋波,教育部高等教育司理工科教育处三级调研员;郝杰,教育部高等教育司理工科教育处主任科员。

等教育,培养更多世界一流人才,以一流人才支撑一流国家建设,是强国崛起的基本逻辑。如,1810年,德国洪堡以“教学与研究相统一”的办学理念创建柏林洪堡大学,由于在人才培养和科学研究方面的巨大成就,洪堡大学被认为是当时世界上最先进的大学。但是1810年的德国尚未统一和真正崛起,直到1870年在普法战争中战胜法国,德国才确立了在欧洲的主导地位。再看美国,1876年,美国借鉴德国大学模式,创建约翰·霍普金斯大学,设立美国第一个研究生院,在高等教育发展史中做出许多开创性贡献。哈佛、耶鲁、普林斯顿等美国老牌学院纷纷借鉴霍普金斯大学的理念和模式推进改革,克拉克大学、芝加哥大学等新型大学相继建立,标志着美国高等教育转入“研究型大学时代”,促进了美国高校科研水平和育人质量的显著提升。但是19世纪70年代全球主导权还在欧洲,直到二战以后美国才真正确立了世界的主导地位。所以,大学创新超前于国家崛起,是强国崛起的前提条件或重要基础。

从经济基础与人才发展的关系看^[2],世界强国汇聚顶尖人才一般遵循以下逻辑关系:经济发展推动金融创新(汇聚世界顶级金融人才)→以金融带动技术和产业创新(汇聚顶级技术人才和创新创业人才)→技术创新需要基础科学进一步支撑(汇聚世界顶尖科学家,形成世界科学中心)。例如,美国在19世纪末GDP成为世界第一,至1944年布雷顿森林体系建立,正式确立世界金融中心地位。在此期间,1900—1920年的20年间,美国只有2个诺贝尔科学奖;1920—1945年的25年间,也只有20个诺贝尔科学奖;二战结束后到目前,美国获诺贝尔科学奖的人数增至240多人。这表明,从GDP位列世界第一,到真正成为科学强国、形成世界科学中心,需要有一段过程。这一过程遵循经济大国→金融强国→技术强国→科学强国的逻辑。目前,我国需加快布局金融创新人才、主动布局技术和产业创新人才、长远布局基础科学创新人才,才能从经济大国逐步成为世界强国。

当前^[3],世界范围内人才争夺异常激烈。发达国家和地区纷纷出台人才战略,在全球抢夺人才资源。例如,美国为吸引全球人才,在留学、就业、绿卡制度等方面都有完善的激励政策。德国积极打造“欢迎文化”,利用洪堡基金会、德意志学术交流中心等资助全球优秀的科研后备人才,在

联邦层面设立各类面向海外人才的高端奖项和基金,吸引顶尖研究人才到德国工作等。强国之间“人才战争”硝烟四起,对我国一流人才培养构成严峻挑战。

中国要强盛、要复兴、要成为世界主要科学中心和创新高地,首先必须成为世界主要高等教育中心和创新人才培养高地。因此,中国要想在21世纪中叶真正成为世界强国,就必须加快高等教育创新,以更大的勇气、更大的魄力、更大的智慧探索高等教育的新理念、新标准、新技术、新模式、新文化,实现未来高等教育的超越,为整个民族的崛起做好人才准备。

(二) 历次工业革命都对高等教育产生了变革性影响,新工业革命为后发国家建设一流高等教育提供了历史性机遇。

历次工业革命都对高等教育变革产生了强大推动力,一个国家抓住工业革命发展的机遇,主动谋划,汇聚人才,民族崛起就有了智力支撑。在第一次工业革命发生的1760至1830年前后,法国诞生了一批工程师学院,如世界上第一个专门培养工程师的学校——巴黎路桥学校,还有巴黎理工、巴黎高师这样有世界影响力的高校,为新生的法兰西共和国培养了大量精英工程人才和管理人才,助推了法国的强大。英国工业革命之初,牛津、剑桥等老大学的改革是保守的,但随着工业革命带来巨大的社会变革,特别是为了满足工业革命对科学技术教育的强烈需求,英国于19世纪初掀起了一场新大学运动,如1826年成立的伦敦大学学院,增设自然科学、数学和商科等领域的课程;伯明翰学院、利物浦学院等新大学也纷纷成立,加强实用知识的研究和传授。当时的牛津大学和剑桥大学没有理学院,甚至不承认新大学的学位。但是传统大学的保守阻挡不了工业革命向前发展的滚滚洪流,到1850年前后,牛津、剑桥开始设立理学院,大规模培养产业需要的人才,促进了英国的发展和强盛。第三次工业革命以IT产业、信息化为标志。在20世纪70年代,IT产业的雏形已经出现,最初的网络已经成型。但是高等教育无法提供大量的计算机专业人才。1971年,美国授予“计算机和信息科学”学士学位的只有2388人^[4],经过20年左右时间,高等学校大规模设置计算机相关专业,IT产业才能在20世纪90年代真正蓬勃发展起来,确立了美国在信息时代的主导地位。

当前,第四次工业革命的浪潮正在奔腾而至,需要高等教育做出变革和调整,真正为未来谋划好人才培养。近年来,高等教育创新已成为全球趋势^[5],有很多新建大学在短时间内就发展成为世界高水平大学。例如,香港科技大学于1991年建立,近几年在亚洲大学中一直名列前茅。这其中,创新是重要基础,如果是完全模仿复制其他大学的模式,很难超越别人。香港科技大学创业中心(跨学科教育中心)以培养未来的企业家和鼓励大学社区成员直接参与新技术的商业化为目标,招收的学生进入中心后与导师商定学习方案和课程,不受传统学院和专业的限制,可以从新的专业毕业,这就是一种模式机制的创新,是新大学真正能够实现超越的主要动能。又如,美国欧林工学院于2002年才开始招收首批学生,经过短短十几年的时间,已经成为全球工程教育领域的领跑者。欧林工学院致力于培养未来工程界的领军人物,其核心理念是创新教育方式方法,超越学科知识,依托开放型项目开展“跨学科”教学,强化“情境性”学习和实践训练,提升学生的合作思维、跨学科思维、创业思维、伦理思维和全球思维。再如,德国学者在介绍未来大学时提到,在学生入学时,高校就要预判毕业时相关产业的发展趋势,并开展前瞻性的教学、研究和实践,这样学生毕业的时候才有可能适应和引领未来产业的发展。新建大学有天然基因,能够推进高等教育创新;而传统大学也在不断探索新的育人理念和模式。例如,斯坦福大学在《2025计划》中提出“开环大学”的理念,创新性地解除了入学年龄的限制,学习时间延长到一生中任意加起来的六年,学生可以根据个人意愿按照自己的节奏来完成各阶段的学习。最新公布的《全球一流工程教育发展现状》报告中指出^[6],工程教育进入了快速和根本性变革时期,最好的工程教育不限于世界一流研究型大学和小而精学校,新的竞争者将为未来优秀工程教育建立新的标准。

总之,新一轮科技革命和产业变革是民族崛起的重要历史机遇,我们必须顺应历史规律,把握大势、主动应答、前瞻谋划,积极推动高等教育创新发展,建设高等教育强国,支撑国家创新发展和民族崛起。

二、我国“新工科”建设的四个迫切需要

2017年,教育部启动“新工科”建设,加快培养新兴领域工程科技人才,改造升级传统工科专

业,主动布局未来战略必争领域人才培养,提升国家硬实力和国际竞争力。“新工科”建设具有深远的战略意义,势在必行。

(一)应对新一轮科技革命和产业变革迫切需要“新工科”建设。

习近平总书记指出,“新科技革命和产业变革的时代浪潮奔腾而至,如果我们不应变、不求变,将错失发展机遇,甚至错过整个时代”,“未来几十年,新一轮科技革命和产业变革将同人类社会发展形成历史性交汇,工程科技进步和创新将成为推动人类社会发展的的重要引擎。”李克强总理强调,“新一轮世界科技革命和产业变革孕育兴起,将引发未来世界经济政治格局深刻调整,可能重塑国家竞争力在全球的位置,颠覆现有很多产业的形态、分工和组织方式,实现多领域融通,重构人们的生活、学习和思维方式,乃至改变人与世界的关系。”克劳斯·施瓦布在《第四次工业革命》一书中提到,人工智能、机器人、物联网、无人驾驶、3D打印、纳米技术等新技术飞速发展,新的商业模式不断出现,现有商务模式被颠覆,生产、消费、运输和交付体系将被重塑。

如前所述,历次工业革命都为高等教育变革发展带来重大机遇,“新工科”建设是主动应对新一轮科技革命与产业变革的战略行动。我们必须下好这一招“先手棋”,并以此推动高等教育整体创新变革,在未来战略必争领域做好人才储备,占领制高点,掌握主动权。

(二)我国新经济发展迫切需要“新工科”建设。

党的十九大报告中提出,我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,要着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系,不断增强我国经济创新力和竞争力。在新旧动能转换的关键时期,新经济将成为发展新动能的源泉,新经济发展越快越活跃的地区,越能有力支撑经济保持中高速增长、迈向中高端水平。

新经济有六大特征^[7]:一是互联网深刻改变各行各业,互联网对实体经济的革新不仅是技术层面,更重要的是思维和模式的变革。二是创新型企业正在异军突起,华为、大疆等企业专注于产品和技术创新,已在创新上迈入世界“第一梯队”。例如,华为公司的研发部门就有8.2万人,任何一个大学的实验室都很难与其竞争。三是新技术催

生壮大新产业,以新能源、新材料、生物技术为代表的新技术的涌现和不断升级,造就了一批新产业,如光伏、锂离子电池、新制药等。四是制造业智能化的趋势方兴未艾,装备的智能化升级、智能工厂的兴起已经成为制造业升级的重要趋势。五是“双创”厚植新经济的发展沃土。“大众创业,万众创新”,培育了新的创新生态,使人才、技术、资金、市场加快融合。年轻大学生中蕴藏着巨大的创新潜力,在中国“互联网+”大学生创新创业大赛中,涌现出一批科技含量高、社会效益好的优质项目,而且一些项目是我国高校产生的世界首创、甚至是世界唯一的技术和产品,展现了当代青年的创新潜力和全球竞争力。六是新经济发展不局限于某几个产业,产业之间可以跨界融合。根据国家统计局的测算,2017 年“新经济”占中国 GDP 的比重约为 14.8%(根据《新产业新业态新商业模式统计分类(试行)》,“新经济”在原高技术产业的基础上,扩展至新产业、新业态、新商业模式“三新”经济活动)。

新经济发展对工程教育提出了新挑战和新要求^[8]:一是需要我们面向未来,围绕互联网、云计算、大数据、物联网、智能制造、电子商务、移动医疗服务、云医院、互联网安全产业、智能安防系统等新兴产业和业态,布局新兴的工科专业。二是工程科技人才需要具备更高的创新创业能力和跨界整合能力,适应以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术革命的“学科交叉融合”特征。三是需要建立更加多样化和个性化的工程教育培养模式,适应当代青年互联网“原住民”的特征,探索“互联网+”“智能+”工程教育模式,为个性化培养提供技术支撑。

(三) 主动应对未来战略竞争迫切需要“新工科”建设。

当前,中美之间的战略竞争一定程度上就是高等教育的竞争。数据显示,2017 年,我国 13 亿多人口中有 1.7 亿接受过高等教育;美国 3.1 亿人口中接受过高中后教育的是 1.4 亿人。到 2030 年左右,我国还会增加 1 亿多接受过高等教育的人群,到时我国接受过高等教育的人数就和美国的总人口一样多。

我们必须思考:中国将来这 3 亿多的高等教育人群,到底应布局在哪些领域? 面向未来产业发展,面对前沿科技进展,我国高等教育要围绕未来变革性技术,主动作为、汇聚力量,在人工智能、

量子通信、工业互联网、物联网等领域做好人才布局,集中“精锐兵力”打好“歼灭战”。如,目前我国在互联网移动应用和移动支付领域,基于大规模应用需求,集中数倍的人才力量在一些关键点上取得突破,获得显著优势。将来还要在更多科技“无人区”实现新的突破。通过这一时期的人才布局,逐步在未来必争领域形成人才集群和人才高地,真正形成国际竞争优势,为将来实现整体超越、为民族崛起输送源源不断的新生力量,实现从“跟跑”“并跑”向“领跑”的跨越。

(四) 我国高等教育改革创新迫切需要“新工科”建设。

2017 年,我国高等教育毛入学率达 45.7%,即将进入普及化阶段。在规模相对稳定的情况下,优化调整专业结构十分迫切。随着高考改革的深化,高校现有的专业有没有足够的竞争力,能不能吸引到足够生源,学生能不能适应产业发展需求,这些都是高校“生死攸关”的问题。质量是高等教育的生命线,生命线就意味着生死存亡,要使每个老师感知到社会需求的变化,增强专业生存的危机感。

“新工科”建设正在促使高校的学科专业结构、管理体制、评价机制、人才培养模式等产生深刻变革。这不会因个人意志而停滞,也不会因为一些人的因循守旧而止步,只会随着第四次工业革命的深入发展变成不可阻挡的历史潮流。高校不应该做旁观者、被动者,而要做勇立潮头、引领时代发展的弄潮儿。传统的好大学不一定是未来的好大学,现在一流并不意味着未来一流。面向未来、主动谋划高等教育创新,是顺应时代潮流的应然之举,更是高等教育承担的国家责任,也是体现高等教育地位和价值的时代机遇。

三、“新工科”建设的整体布局与进展

“新工科”建设两年来,取得了显著成效。陈宝生部长在新时代全国高校本科教育工作会议上指出:“‘新工科’这个口号已经叫响了,得到了产业界的积极响应和支持,也在国际上产生了影响。下一步要深入推进,把教材建设、教师素质、体系融合、基地建设这些问题解决好,打造好卓越工程师的摇篮”。

(一) “新工科”建设的主要进展。

经过充分的酝酿,教育部组织成立了高规格的“新工科”研究与实践专家组,推动形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”的“新工科”建设

“三部曲”，凝聚了“新工科”建设的广泛共识，产生了积极的社会影响。“复旦共识”主要解决认识问题，明确了“新工科”建设的战略意义和核心理念。“天大行动”主要解决方法论问题，提出“问产业需求建专业、问技术发展改内容、问学生志趣变方法、问学校主体推改革、问内外资源创条件、问国际前沿立标准”这“六问”，回答了“新工科”建设的行动路径和条件保障。“北京指南”主要解决项目和支持政策问题，发布了“新工科”研究与实践项目指南，提出“更加注重理念引领、更加注重结构优化、更加注重模式创新、更加注重质量保障、更加注重分类发展”，引导各地各高校开展“新工科”建设的多元探索；回答了“新工科”建设的具体目标，即加快建设“九个一批”：建设一批新型高水平理工科大学，建设一批多主体共建的现代产业学院，建设一批产业急需的新兴工科专业，建设一批体现产业和技术最新发展的新课程，建设一批集教育、培训、研发于一体的实践平台，培养一批工程实践能力强的高水平专业教师，建设一批跨学科的新技术研发平台，建设一批直接面向当地产业的技术服务中心，形成一批可推广的“新工科”建设改革成果。

两年来，“新工科”建设重点进行了四个方面的布局：

1. 专业布局。

推动各地各高校增设新兴领域工科专业，改造升级传统工科专业。2018年，全国新增机器人工程本科专业点60个、数据科学与大数据技术本科专业点250个，新批准设立智能制造工程、智能医学工程、智能建造、大数据管理与应用等新专业。2019年，38所高校申请设立人工智能新专业，还有108所高校申请设立机器人工程专业、233所高校申请设立数据科学与大数据技术专业、100所高校申请设立智能科学与技术专业、36所高校申请设立网络空间安全专业、26所高校申请设立大数据管理与应用专业。

2. 项目布局。

组织开展“新工科”研究与实践项目，在择优推荐的基础上，经通讯评议和专家组审议，首批认定612个项目，其中综合改革类项目202项、专业改革类项目410项，分30个项目群加速推进。以项目群为平台，定期组织交流、积极吸纳社会资源、加大推进校际协同，已取得阶段性成果。近期组织召开的工科优势高校“新工科”项目交流会

上，清华大学、天津大学、浙江大学、上海交通大学、华中科技大学等高校的项目取得明显进展，产生了很好的示范引领作用。

3. 高校布局。

分别成立了综合性高校、工科优势高校和地方高校“新工科”建设的专家组和工作组，充分发挥其“参谋部、咨询团、指导组、推动队”的作用，组织开展师资培训、交流研讨等，统筹推进本领域“新工科”建设。推动工科优势高校对工程教育的科技创新、产业创新发挥关键作用；推动综合性高校对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用；推动地方高校对区域经济发展和产业转型升级发挥支撑作用。

4. 资源布局。

推动相关行业协会牵头组建了信息技术“新工科”产学研联盟、中国机械工程学会智能制造专业联盟、能源电力卓越工程师培养校企联盟等，汇聚产业界资源，支持“新工科”建设。深入实施“产学研合作协同育人项目”，政府搭台、企业支持、高校对接、共建共享，以产业和技术发展的最新需求推动“新工科”建设。还鼓励高校积极争取地方政府支持，将“新工科”建设列入产业和人才发展规划。

（二）“新工科”建设阶段性成效。

1. “新工科”建设已成为国家政策的方向。

2017年底，国务院正式发布《关于深化产教融合的若干意见》，明确提出要适应新一轮科技革命和产业变革及新经济发展，促进学科专业交叉融合，加快推进“新工科”建设。2018年8月，中共中央和国务院发布文件，提出要发展新工科、新医科、新农科、新文科，体现了国家层面对“新工科”建设的重视。教育部《高等学校人工智能创新行动计划》等一批政策文件都把“新工科”建设作为重要改革措施，积极支持和大力推进。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》，明确提出以“新工科”建设为抓手，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，打造世界工程创新中心和人才高地。

2. “新工科”建设已成为高教战线的广泛共识和积极行动。

据不完全统计，以“新工科”为主题的全国性会议近千次，600余所高校组织召开了专题研讨会，广东、浙江、江苏、重庆、吉林、安徽、陕西等地出台了专门文件。例如，安徽省教育厅出台《安徽

省经济和信息化委员会关于加强高校新工科建设的若干意见》，提出要打破学科壁垒、创新工程教育模式、培育新兴专业、改造传统专业，以“新工科”建设全面对接安徽重大支柱产业或战略性新兴产业发展需求。“新工科”建设被北京大学原副校长王义遒教授评价为“当下中国高等教育一道最为亮丽的风景线”，连续两年被媒体评价为“高等教育年度十大热词”。

3. “新工科”得到产业界高度关注和积极响应。

“新工科”建设不是高等教育领域“自话自说”“自娱自乐”的项目，“新工科”建设一起步就引起了产业界的高度关注和积极响应。以华为、腾讯、百度、阿里巴巴和谷歌、苹果、英特尔、微软为代表的一批国内外知名企业积极参与“新工科”建设和产学研合作协同育人项目。2018 年，共有 662 家企业支持高校实施教育教学改革项目 2.35 万个，提供经费及软硬件支持约 82 亿元。

4. “新工科”得到国际社会高度关注。

世界一流大学在工程教育改革中积极吸纳我国“新工科”思想。MIT 的“新工程教育变革”（New Engineering Education Transformation）核心理念有三个方面的：一是要创造新机器和新工程体系，把不同背景的学生组织到一起，促进学科交叉、推动创新创造；二是在工程教育中加强科学发现精神的培养，从工程制造 Makers 向科学发现 Discovers 延伸；三是更加有效的学习，通过人工智能、互联网、慕课等手段，改革学习方式方法，为大学生提供更加便捷的学习条件。2018 年，由我国发起，欧、美、亚、澳四大洲的 60 所知名工科大学和一批领先型企业成立了“新工科教育国际联盟”，计划开展多元、多边合作，共同探索世界工程教育新范式。“新工科”建设已从理念走向行动、从国内走向世界，我国工程教育正在实现“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越。

四、以“新工科”建设深入推动高等教育变革

“新工科”建设作为高校改革的“催化剂”，对高校办学理念、学科专业结构、人才培养机制、组织模式等方面的综合改革提出了迫切要求，也必将推动高等教育深层次变革，并在我国建设高等教育强国的征程中发挥重要作用。

（一）推动理念变革。

要以“新工科”建设为契机，面向未来、谋划未来、引领未来、收获未来，探索创新型、综合化、全

周期、开放式的人才培养理念，推动大学办学模式由学科导向转向产业需求导向，由专业分割转向跨界融合，由适应服务转向支撑引领。^[9]要践行三大质量理念：坚持学生中心，着眼于学生的全面发展，尊重学生主体地位，实现从以“教”为中心向以“学”为中心的转变，使教学改革的成果惠及全体学生；坚持结果导向，强调教育的“产出”质量，根据产出倒推和设计教学过程；坚持持续改进，建立完善“发现问题—及时反馈—敏捷响应—有效改进”的持续质量改进循环机制。

（二）推动专业变革。

高校学科专业建设要服从和服务于经济社会发展，要把社会需求作为高校学科专业设置和优化调整的第一准则，想国家之所想、急国家之所急、备国家之所需。要主动适应和引领新技术、新产业、新业态、新模式，优化高校学科专业的布局，实现人才培养结构与国家需求相匹配，学科专业体系与产业链、创新链、人才链相衔接。统筹考虑专业的“增量优化”和“存量调整”，建设面向未来、适应需求、引领发展、理念先进、保障有力的一流专业。据统计，美国传统工科（Engineering）本科毕业生与计算机领域（Computing）毕业生大体相当。我国 2017 年工科本科毕业生约 125 万人，其中 IT 相关专业类（计算机、电子信息、自动化）毕业生约 42 万人，这从一个侧面说明我国新兴专业人才培养规模还有很大增长空间，专业结构还需要加大力度调整优化。要加快实施一流专业建设计划，以“卓越工程师教育培养计划”2.0 为抓手，建设 4000 个左右国家级一流工科专业点和一批省级一流专业点，引导高校回归育人本质、追求质量卓越。加快实施“十百万计划”，即面向人工智能、大数据、云计算、物联网、区块链、智能制造、机器人、集成电路、网络空间安全、虚拟现实等新兴领域推出 10 种新兴领域专业课程体系；建设 100 门“新工科”课程资源库或在线开放课程；加快培训 1 万名工科专业教师，缓解“新工科”教学资源不足问题。

（三）推动模式变革。

完善多主体协同育人机制，突破社会参与人才培养的体制机制障碍，深入推进科教结合、产教融合、校企合作、部委协同、校地协同等模式，建立多层次、多领域的协同育人联盟，实现合作办学、合作育人、合作就业、合作发展。探索多学科交叉融合的人才培养模式，建立跨学科交融的新型组

织机构,开设跨学科课程,组建跨学科教学团队、跨学科项目平台,推进跨学科合作学习。探索个性化人才培养模式,鼓励学生在教师指导下,根据专业兴趣和职业规划选择专业和课程,给学生个性化发展提供更加广阔的空间。打破传统教育的时空界限和学校围墙,促进虚拟现实、人工智能等信息技术与教育教学深度融合,创新教育形态、丰富教学资源、重塑教学流程,实现高等教育教学领域的“变轨超车”。将大学建设成为数字时代的优质“开源”平台,促进教师跨时空、跨专业地开展知识传授和创新研究;实现学生学习资源供给的多元化,为其提供“定制化”“个性化”教育。

(四) 推动组织变革。

创新大学内部教育教学组织,是大学改革理念的制度化、体制化的重要依托和长久保障,需要高校大胆革新、深入探索。

1. 推进建设现代产业学院。

这是目前阶段促进高校人才培养与企业需求紧密对接的一种有效形式,地方高校可以更多地在产业学院方面有所突破。例如,广东省以提升高校服务特定产业能力为目标,整合高校、政府、行业、企业资源,建立了以应用型人才培养为主,兼有学生创业就业、技术创新、科技服务、继续教育等功能的多主体深度融合的产业学院;福建省认定了一批示范性产业学院,以深化产教融合校企合作作为目标,以共建、共管、共享、共赢、可持续为基本准则,搭建起校企、校行、校政、校地、闽台等多形式联合育人平台,形成了一批具有示范价值的育人成果;江苏省建设了一批相关行业学院(如常熟理工学院)等。要真正推动高校和企业共建产业学院,探索理事会、股份制等多种形式,探索学院与产业联动机制,按照行业需求设置课程、创设实践环境,促进育人和产业发展的深度融合。

2. 探索建设未来技术学院。

高等教育要主动思考未来、设计未来、探索未来、塑造未来。国内很多综合性高校已经建立了未来技术学院,勇闯创新“无人区”。例如中国科学院大学成立了未来技术学院,从材料、信息、能源和生命科学领域的核心问题出发,考虑领域之间的交叉融合,设立了脑科学与智能技术、光子与量子芯片技术、光物质科学与能源技术、仿生智能材料科学与技术、生物芯片技术、液态金属物质科

学与技术、基因组健康技术等学科专业;清华大学成立了脑与智能实验室、未来实验室,体现了“跨界交叉、深度融合”的理念,着力在世界学术前沿、颠覆性技术创新方面取得新突破。

面向未来,我们需要深刻思考产业和社会变革的趋势,大胆创新“新工科”理论,重塑教育体系,努力寻求高等教育新的突破口。如何创建有效的跨学科学习环境、如何构建大学与产业融合发展共同体、如何基于认知心理学等理论培养创新型人才、如何设计教学流程和课程体系、如何激发学生的内在潜力和智慧、如何让高等教育充满生机活力……这些都需要我们持续研究,推动高等教育理念和实践的深刻变革。

新一轮科技革命和产业变革正在与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇,国家创新发展和产业升级对人才的迫切需求前所未有,高等教育创新变革正当其时。随着一批高校在组织机构、管理机制、评价机制、人才培养模式等方面深化改革,创建产业学院、行业学院、未来技术学院、交叉研究院、新兴领域专业学院、技术推广中心、创业学院等新的大学内部组织,同时加速传统学院的改造升级,高等教育创新变革必将由渐变到质变,产生一批有新内涵、有国际竞争力的大学,真正立于第四次工业革命的时代潮头,推动并影响新一轮产业变革,推动并支撑民族走向强盛的历程,以新一代人才提升民族未来的国际竞争力,以高等教育创新为民族复兴奠基铺路。

参 考 文 献

- [1] 吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1-3.
- [2][3] 吴爱华, 等. 完善高层次创新型人才培养机制[J]. 中国高教研究, 2017(12): 44-48.
- [4][7][8] 吴爱华, 等. 加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1-9.
- [5] UNESCO. Rethinking Education: Towards a Global Common Good? [R]. 2015.
- [6] RUTH GRAHAM. The Global State of the Art in Engineering Education[R]. 2018.
- [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): 7-12.

(下转第 61 页)

[9][10] 李德毅. 智能时代的教育[J]. 高等工程教育研究, 2018(5):5-10.

[13] 王宝玺. 我们需要什么样的工程精神[J]. 高校教育管理, 2018(1):41-47.

[14] 张勇. 文化·融合·多元:新工科建设的三重向度[J]. 重庆高教研究, 2018(4):91-100.

[15] 马楠,等. 智能时代与大学创新人才培养[J]. 高等工程教育研究, 2017(6):169-172.

[16] 陈涛,邵云飞. 《华盛顿协议》:内涵阐释与中国实践——兼谈与“新工科”建设的实质等效性[J]. 重庆高教研究, 2018(1):56-64.

Artificial Intelligence Innovation and How to Deal with China's Higher Education

Liu Jin, Lu Wenjing

Abstract: Based on the in-depth interview, this paper explores the discipline principle, technical principle, cooperation principle and industrial principle of artificial intelligence innovation, and constructs the process model of artificial intelligence innovation driven by artificial intelligence technology-market pull-environment. On this basis, the current status and problems of ai innovation in China are analyzed, and Suggestions on how to deal with ai innovation in China's higher education are put forward.

Key words: artificial intelligence; principles of innovation; higher education; discipline; cultivation of talents

(责任编辑 黄小青)

(上接第 7 页)

The Innovation and Reform of Higher Education under the Leadership of Emerging Engineering Education

Wu Aihua, Yang Qiubo, Hao Jie

Abstract: Top talents are indispensable to the rise of a great power, and the first-class higher education serves as the foundation of top talent cultivation. Due to the fact that all the previous industrial revolutions have had profound influence on the higher education, the new industrial revolution will also bring great opportunities for the higher education in developing countries. Under the background of the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, it is urgent to promote the construction of emerging engineering education in order to develop new economy and obtain the leading position in the future strategic competition. Regarding the construction of emerging engineering education as the catalyst of the comprehensive reform of universities, we should systematically innovate higher education's education philosophy, modes, majors and organizations, and deepen the reform of higher education under the leadership of emerging engineering education.

Key words: emerging engineering education; higher education; innovation; reform; new industrial revolution

(责任编辑 黄小青)