

# 关于综合性高校开展新型工程教育的思考

徐雷 胡波 冯辉 韩伟力

**【摘要】** 当前世界范围内新一轮科技革命和产业变革方兴未艾,综合国力竞争愈加激烈。高等工程教育与产业发展联系紧密,对服务和支撑我国经济转型升级意义重大。为推动国家工程教育改革创新,2017年2月18日,教育部在复旦大学召开高等工程教育发展战略研讨会,与会高校对新时期工程人才培养进行了热烈讨论,并达成“复旦共识”。本文基于新型工程教育的挑战与需求,阐述了新型工程教育的外延与内涵,探讨了综合性高校开展新型工程教育的路径与发展模式。

**【关键词】** 新型工程教育 新工科 综合性高校 复旦共识

**【收稿日期】** 2017年2月

**【作者简介】** 徐雷,复旦大学教务处处长,信息科学与工程学院教授、博士生导师;胡波,复旦大学信息科学与工程学院副院长、教授、博士生导师;冯辉,复旦大学信息科学与工程学院副教授,博士;韩伟力,复旦大学软件学院副院长、教授、博士生导师。

## 一、新型工程教育的建设背景

### (一) 新经济催生新的工程教育需求。

当前世界范围内新一轮科技革命和产业变革加速进行,综合国力竞争愈加激烈。以互联网、新能源、新材料、新媒体等为代表,日新月异的新技术正迅速地渗入到人类经济和社会生活的各个方面,不断推进新工业革命迅猛发展。面对这种形势,我国实施了国家创新驱动发展、“中国制造2025”、“互联网+”、“一带一路”等重大战略,促进以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展,希望突破核心关键技术,构筑先发优势,在未来全球创新生态系统中占据战略制高点。<sup>[1]</sup>

我国当前的高等教育人才培养体系,对于传统工程人才的培养方式方法较为成熟,涌现了一批冲击世界一流工程学科的高等院校和学科,而对新型工程教育的探索则明显不足。改革开放以来,中国的经济高速发展,产业规模不断壮大,并已同发达国家形成了全产业链的竞争。但是面对全新的世界经济形势和日新月异的技术发展需求,我国的科技水平还存在很大差距:复制成熟技术多,原始创新的战略技术少。正如习近平总书记指出:“我国科技队伍规模是世界上最大的,这是我们必须引以为豪的。但是,我们在科技队伍上也面对着严峻挑战,就是创新型科技人才结构

性不足矛盾突出,世界级科技大师缺乏,领军人才、尖子人才不足,工程技术人才培养同生产和创新实践脱节。”这说明我国当前的工程教育与产业发展有些脱节,亟需改革和发展,具体表现包括下面几点:

(1) 形成引领未来的颠覆性技术。正如华为公司任正非先生所说,随着产业的发展,我国许多行业正逐步攻入无人区,处在无人领航、无既定规则、无人跟随的困境。跟着人跑的“机会主义”高速度会逐步慢下来,创立引导未来技术的责任已经到来。我国的工程教育发展也需要适应这样的形势:我们培养的技术人才要能突破蓝海困境,能在技术无人区做原创性的重大创新,引领国内技术创新和革命。这是当前工程教育所面临的第一个挑战。

(2) 适应科学与技术协同创新。科学新发现需要利用技术手段应用到社会中,造福人类。现有的科学发现往往依赖于大型科学装置的建设 and 高速高精度测量手段,需要多学科专才的团队合作;同时,将科学发现推广到产业应用,需要研究人员具备良好的工程素养和很强的实践能力。如何建立学科交叉的知识和技能体系,培养具备基础科学、信息科学和计算机科学的综合性人才,是当前工程教育的第二个挑战。

(3) 兼顾技术创新和价值发现。当前的技术

发展现状能够加速产品不断的更新换代,然而,新产品的市场价值的识别、发掘和提升不是当前工程技术人才所擅长的,需要培养拥有产品技术革新和产品价值发现技能的综合性产品经理人才。

围绕国家发展的重大战略,建设世界领先的产业体系,实现我国社会经济的持续稳定发展和产业结构的转型升级,迫切需要加快建设和发展新工科,培养新兴工程科技人才,新型工程技术人才的培养需求来源于以下几点:

(1) 适应产业发展要求、具备综合素质。工程教育是跟产业发展紧密联系、相互支撑的。新产业的发展,要靠工程教育来提供人才支撑,要应对未来新技术和新产业的国际竞争和挑战。信息技术与传统行业之间的深度结合,特别是传统产业智能化改造,催生了“互联网+”、“工业 4.0”时代的到来,促进了数字工厂、生物信息、精准医疗和远程医疗、电子商务、互联网金融、智能电网、智慧城市等新兴产业发展。传统的、相对割裂的纯粹技术创新正演变为包含商业模式创新在内的设计、制造、流通、消费等集成式技术创新。最有价值的现代工程技术人才必须是以实践能力为核心,兼具核心技术研发、全球化思维、现代管理组织等素养的综合性创新人才。为了使人才、技术、资金、市场加快融合,工程教育应更加强调产品管理、人文素养、创新意识等综合素质的培养,发挥技术革新对人类社会发展的引领作用。在培养过程中,注重知识传授与技术创造的紧密结合,注重工程技术人才的技术资源整合与创新能力。使高端工程技术人才能够在对国情和社会有充分全面理解的基础上,推动新兴产业的萌芽和发展。

(2) 工程学科与基础学科紧密结合、相互促进。目前,各类工程技术在物理、化学、生物等基础研究中起到了关键性的作用,大数据分析、高性能计算等技术在各类大科学装置的建设过程中必不可少,某种程度上甚至决定了科学发现的成败。同时,基础学科的发现层出不穷、振奋人心,例如量子物理对信息技术产业、类脑研究对人工智能提供了颠覆性创新的源动力。类脑认知、生物芯片、量子通信与计算,是理工交融的新产物。因此,工程教育与基础学科应进一步打破学科隔阂,在为基础研究做好技术支撑的同时,也能尽快将新的科学发现转化为新兴产业。

(3) 工程思维与人文精神交融碰撞。工程教育绝不应局限于工科专业,工程思维是实践导向

的系统化方法。以新闻传播为例,自媒体、新媒体影响日益扩大,传媒生态与舆论环境发生了颠覆性的改变;按照传统新闻传播教育模式培养出来的、单一知识结构的专业性人才已经跟不上时代的步伐,只有系统掌握新闻传播学科和至少一个其他非新闻传播类学科或专业的理论、知识与技能,并善于将两者融为一体后运用于新闻传播实践之中的复合型新闻传播人才方能胜任当今的新闻传播工作。同时,现代工程技术人才应更加注重技术本身的人文价值,全方位地融入社会生活和产业发展全过程。工程技术人才能够识别和引导社会价值取向,在创新技术和提供高端工程服务的同时坚守社会伦理,时刻遵循工程技术创造与人类社会命运之间的相互作用规律。

在此背景下,2017年2月18日,教育部在复旦大学召开高等工程教育发展策略研讨会,与会高校对新时期工程人才培养进行了热烈讨论,并达成了“复旦共识”。<sup>[2]</sup>“复旦共识”中特别指出综合性高校要在新工科的建设过程中对催生新技术和孕育新兴产业发挥引领作用,促进科学教育、人文教育、工程教育的有机融合。为了实现这一目标,我们借鉴综合性高校开展新型工程教育的经验,阐述新型工程教育的外延与内涵,探讨综合性高校开展新型工程教育的发展方向。

(二) 国内外综合性大学工程教育的发展过程与经验。

工程学(工科)是指运用数学、自然科学、经济、社会学和实践经验等知识,发明、创新、设计、建造、维护、研究和改进结构、机器、工具、系统、组件、材料、过程、解决方案和组织结构的学科。而工程教育就是教授工程实践相关原理知识的过程,主要从事工程教育的专业称为工科专业。

### 1. 美国综合性高校中的工程教育。

对于综合性高校如何开展工程教育,以哈佛、耶鲁、普林斯顿等为代表的综合性高校百年来进行了不断的探索。这三所学校以博雅(通识)教育闻名于世,但是期间如何对待工程学科发展和确立工程教育地位却经历了三个阶段的曲折发展。<sup>[3]</sup>

在19世纪后期至两次世界大战前,国家建设和工业革命的需求推动了许多综合性高校相继创办了工科专业,培养模式也是以实用为导向,与其他理工科学校并无太大区别。

二战结束后,以1945年《哈佛通识教育红皮

书》为发端,美国的综合性高校全面转向文理基础的研究型大学,工程教育在综合性高校被认为是通识教育的组成部分,不再具有独立地位。同时,随着新理论、新技术、新材料的大量涌现,传统的工程师由于缺乏基础理论的严格训练,暴露出无法将最新的科学发现转化为工程应用的不足。为了加强基础理论教育,美国大学中的工程教育发生了重大转折,从实践导向演变成科学导向,综合性高校、研究型大学开始大大削减了包括设计在内的综合性、实践性的工科课程。<sup>[4]</sup>

20世纪90年代起,出现了以互联网、信息、材料、生物医药等为代表的新工业形态。同时,传统工业如能源、化工、机械等行业也亟需引入新的技术手段,形成新能源、智能加工等新的增长点。麻省理工学院在1989年报告《美国制造:重建生产的优势》中倡导美国高校的工程教育从片面强调基础研究回归工程实践。在这股风潮的影响下,哈佛、耶鲁等综合性高校或重建了工学院或者工科专业,或大大提高了工程教育在学校发展建设中的比重。同时,教育界开始对工程教育的范式进行全面反思,认识到面向全球化时代的工业发展,应将科学与技术、技术与人文融为一体,还工程以本来面目,强调工程教育的实践性、综合性和创新性。<sup>[4]</sup>

同时,为了标准化人才培养的过程质量,美国及其他发达国家由专门职业或行业协会(联合会)、专业学会会同该领域的教育专家和相关行业企业专家,发起实质等价的国际工程教育认证,如“华盛顿协议”、“悉尼协议”、“都柏林协议”、“国际职业工程师协议”、“亚太工程师协议”和“国际工程技术员协议”等。通过建立以学生为中心,以受教育人员的素质和潜能表现为考核依据,并能持续改进的课程体系,在专业知识和能力基础上,培养学生管理沟通和自我学习能力,并具有良好人文素养。

2008年金融危机爆发之后,美国实施了再工业化战略。2009年,美国制造业联盟发布了一个报告,要求政府从贸易政策、技能培训、投资研发等方面采取措施保护制造业发展。美国工程教育响应了这一战略,从授予学士学位的专业类型及数量来看,机械工程、土木工程、电子工程、计算机科学、化学工程、生物医药工程等专业规模较大,而且呈现出较高的年均增长率。这些专业毕业生人数的增加与近年来美国再工业化战略密切相关。

从美国工程教育与产业的互动来看,加快产业急需的工科人才培养,是经济发展的重要基础。所以说发展新工科,开展工程教育,培养更多的工科人才,跟经济的关系是紧密相连的。

## 2. 中国综合性高校中的工程教育。

回顾中国综合性高校中的工程教育,虽然与美国国情有很大的不同,但也走过了三个历史阶段:

在新中国建国后,面临着工业与军事建设的重任,我国在1950年代实施了大规模的院系调整,模仿苏联模式创办了很多专门性的工科大学,在此过程中原综合性高校的工科基本被剥离,形成了文理综合性高校和工科大学的两种办学模式。<sup>[5]</sup>

改革开放以后,我国与国外学术交流日渐频繁,我国的部分重点工科大学认识到基础理论在工科教育中的重要性,在“211工程”和“985工程”等“建设世界一流大学和高水平大学”战略的支持下,许多传统工科大学陆续提出要突破理工分家的模式,实现学科结构的综合化,创办新型的研究型综合性高校。另一方面,原有的综合性高校也跟随时代发展逐渐开设了电子信息、计算机、材料等新兴工科专业,工程教育大规模重现于综合性高校。

据统计,我国目前有1139所普通本科高校设立了工科专业,每年工科毕业生数达113万。然而,“大而不强”一直是国内外同行给中国工程教育贴上的标签,从2005年起,中国开始建设工程教育认证体系,逐步在工程专业开展认证工作,并把实现国际互认作为重要目标。<sup>[6]</sup>2016年6月2日,在马来西亚吉隆坡举行的国际工程联盟大会上,全体正式成员集体表决,全票通过中国成为“华盛顿协议”第18个正式成员,通过中国科协所属中国工程教育专业认证协会(CEEAA)认证的中国大陆工程专业本科学位将得到美、英、澳等所有该协议正式成员的承认。<sup>[7]</sup>这标志着中国工程教育的质量得到了国际社会的认可,工程教育及其质量保障迈出了重大步伐。

鉴于我国在基础前沿赶上国际先进水平的迫切愿望,20世纪90年代开始兴起的理科论文评价模式将我国的工程教育带入了西方发达国家经历过的工科理论化的道路上。在“综合大学”的办学目标与方针下,工程教育几乎被“边缘化”。<sup>[8]</sup>在这样的大环境下,高校新进教师普遍缺乏工程实

实践经验,导致工科专业学生的实践动手能力差、组织沟通能力弱,工程教育出现了结构性供需矛盾,无法满足人才市场需求。<sup>[9]</sup>

21世纪以来,在各类排名考核指标的逼迫下,我国工程教育科学化的道路似乎并未得到根本性逆转,直接导致近年来高端技术人才的匮乏。针对这一问题,我国作出了走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人力资源强国等战略部署,提出全面落实加快转变经济发展方式,推动产业结构优化升级和优化教育结构,提高高等教育质量等战略举措。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的安排,国家决定从2010年实施卓越工程师教育培养计划。面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为建设创新型国家、实现工业化和现代化奠定坚实的人力资源基础,增强我国的核心竞争力和综合国力。<sup>[10]</sup>另外,我国以加入“华盛顿协议”为契机,对工程教育质量实施全程监控。可以说,我国的工程教育终于开始艰难地向工程实践回归,虽然相比美国的转型慢了15~20年。

### 二、新工科与新型工程教育

工程学和工程教育是产业变革和经济发展的产物。例如,土木建筑是前工业时代就存在并延续至今的学科,第一次工业革命催生了机械学科;第二次工业革命带来了电力学科,第三次工业革命以电子、计算机为标志,第四次工业革命(也称为工业4.0)则是互联网和智能经济的时代。

经过工业界和学术界的共同努力,传统工程教育形成了分门别类,以应用为导向的培养模式。近年来,为了适应新形势对工程人才的需求,各类高校都从不同方面对工程教育进行了一系列的探索 and 改革。传统工科大学试图强化基础能力,改造升级现有专业;而综合性高校则希望在文理优势基础上,开展新型工程教育的建设。

当前,第四次工业革命正以指数级速度展开,发达国家纷纷主动调整高等教育结构、发展新兴前沿学科专业,工程学的外延在新经济模式下得到极大拓展:

一是传统行业积极拥抱信息化和智能化变革。互联网和人工智能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。以BAT(百度、阿里巴巴、腾讯)为代表的一批企业

创新思维活跃,技术和模式不断变革创新,对传统的一、二、三产业行业产生了颠覆性的影响。例如,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必由之路,不仅节约了人工成本,更重要的是提升了生产效率和产品质量。

二是基础学科孕育大量新技术,并催生新产业。在世界范围内,以新能源、新材料、生物科学为代表的新技术的涌现和不断升级,造就一批新产业,如光伏、锂离子电池、基因工程等。

三是人文社科与工程学科交融碰撞。大数据分析在社会学、新闻媒体中的广泛应用,信息化对于古籍、文物的数字化保存与研究,甚至艺术创作中的新材料和电子化表现形式,都显示了工程技术的蓬勃生命力。

总之,应用理科与传统工科在信息化和智能化的时代交融碰撞,孕育出了一批新兴工程学科。为了培养适应需求的人才,新型工程教育从内涵上对知识、能力和价值观方面提出了更高的要求:

1. 重新构建核心知识、外围知识与交叉知识的知识体系。

任何一个学科之所以能成为一个独立门类,必然有其核心知识体系和基本方法。相比基础学科,工程领域的发展变化多端,教给学生一项特定的技术或一套特定的技能往往几年后就会过时。大学与职业教育机构的不同就在于授人以渔,而不仅仅授人以鱼。普林斯顿工学院第三任院长埃尔夫金认为,本科生应该对各种技术和技能背后的科学基础有一个扎实的理解,这样就能够很容易适应今后各种具体的环境。<sup>[11]</sup>

与基础学科不同,工程教育除了讲授核心知识,不可避免地要介绍一些与实践紧密相关的应用技能,即外围知识。但讲授外围知识时一要把握合适的度,二要把握正确的方式。外围知识应该作为核心知识的应用示范存在,以构建理论与实践的桥梁,而不应该占据教学的核心地位。外围知识应该与核心知识紧密结合,如果将大量课堂时间用于传授所谓的时髦技能,短时间内似乎有利于学生就业,从个人的长远发展来看则不利。可以鼓励并创造条件引导学生利用社团活动、科创计划、学科竞赛、创新创业实践、校外社会实践等多种方式来获得实用技能。

以新技术、新业态、新产业为特点的新经济具有创新驱动、动态发展、多学科交叉融合的特点,要求工程技术人员应具有典型的交叉复合特征,

具备跨学科、跨产业的跨界整合能力,这就提出了第三部分交叉知识的教育要求。美国奥巴马政府在2016年1月决定投资40亿美元推动美国计算机教育的发展<sup>[12]</sup>,因为美国政府认为类似“计算思维和方法”这样原属于计算机学科的知识将成为其他学科必备的交叉知识。

## 2. 创新实践能力的培养。

知识不等同于能力,将知识转化为有经济价值或社会价值的产品是工科的最终目的。在“大众创业、万众创新”的国家战略号召下,各级投资部门政府也出台了包括税收减免在内的各类鼓励措施,倡导利用高校的知识创新成果进行产业化。但是传统的工程教育中,创新创业的教育内容较少,从教师到学生都缺乏创新创业的经验和资源,大大阻碍了双创战略的实施。我们要意识到:创新是从理论到技术,从原型到产品全产业链的结果,创新创业教育要着重打通这个链路。

创新能力是想象力、持续学习和勇于实践等一系列能力的综合体现。而创业的成功则依赖于敏锐的商业头脑,对于行业和社会需求的洞见和锲而不舍的坚持。以往,成功的创新创业者似乎大都是依靠与生俱来的天赋或者是恰逢其时的机遇,与学校阶段的教育关系不大。当前,国家在高校大力倡导双创,新型工程教育应该在这方面有所作为,努力将创新实践能力培育贯穿教育全过程。首先,在教学方案和考核方式设计中,应该更加注重学生运用所学知识能力的培养,注重学生口头和书面表达能力的训练。其次,可以尝试将心理与情绪管理、组织管理、人际关系沟通、项目管理、法律法规常识等内容引入科创实践等过程,聘请一些具有企业实践经验的顾问来给学生提供建议或者辅导讲座。

## 3. 国家战略意识与工程伦理等核心价值观的培养。

产业发展与国家战略紧密相关,中央推动实施创新驱动发展、“中国制造2025”、“互联网+”、“一带一路”等重大战略,需要大量的高素质人才。因此,新型工程教育应该积极设置战略性新兴产业、经济社会发展和民生改善领域亟需的相关学科专业,推动教育资源向服务国家、区域主导产业和特色产业的专业集群汇聚,构建与国家和社会区域经济社会发展相适应的学科专业体系。

水能载舟,亦能覆舟。技术可以造福人类,但如果没有正确价值观和伦理规范,也有可能造成

很大的危害。比如,环境污染似乎是伴随工业文明的梦魇,但高耗能、高污染、高排放的经济发展模式既不可持续,也会贻害子孙。习近平总书记一再指出,建设生态文明是关系人民福祉、关乎民族未来的大计,“绿水青山就是金山银山”,保护生态环境就是保护生产力、改善生态环境就是发展生产力。

传统工程教育比较注重工程技术的传授,比较缺乏可持续发展、人文关怀和社会发展的教育内容。除了追求经济效益,技术的发展也应该为保护弱势群体和消除贫困、社会不公平现象做出贡献。比如,通过大力发展网络公开课,减少由于优秀教育资源过度集中带来的受教育不公平。为老年人或其他弱势群体开发适合他们使用的信息传播工具,改善现有的就医就诊环境,开发适合家庭使用的医疗器械等。

新型工程教育还应该大力加强职业道德和技术伦理的培养。豆腐渣工程和安全事故一方面是利益诱惑、监管薄弱或者技术缺陷,另一方面也折射出部分相关从业人员职业道德的严重缺失。而在进行基因工程、大数据等前沿技术开发时,要特别关注可能遇到的伦理和隐私等棘手问题。总之,应该教育工程师在进行技术开发和实施的过程中始终要把人类的安全、健康、福祉放在首要地位,应该承担应有的社会责任。

## 三、综合性高校新型工程教育的探索

我国高校要加快建设和发展新工科。一方面主动设置和发展一批新兴工科专业,另一方面推动现有工科专业的改革创新。新工科建设和发展以新经济、新产业为背景,需要树立创新型、综合化、全周期工程教育“新理念”,构建新兴工科和传统工科相结合的学科专业“新结构”,探索实施工程教育人才培养的“新模式”,打造具有国际竞争力的工程教育“新质量”,建立完善中国特色工程教育的“新体系”,实现我国从工程教育大国走向工程教育强国。

综合性大学的文理基础学科具有传统优势与特色,但是其研究成果转化为现实生产力、服务国家与区域经济社会发展的贡献力还有待进一步提升,新兴学科、应用学科亟待加强,多学科交叉融合和系统集成的优势尚未得到充分发挥。21世纪以来,许多综合性高校积极建设新兴学科,推进交叉学科研究,重点建设若干个面向国家重大需求和国际前沿、特色鲜明、实力雄厚的交叉学科群

和新兴学科,促进基础学科向高新技术学科和工程学科延伸和拓展,更好地服务国家与地方建设。

综合性高校开展工程教育基于以下两个考虑:① 国家发展和社会需求是综合性高校开展新型工程教育的首要考虑;② 学校办学定位和办学特色是综合性高校施行新型工程教育的坚实基础。

哈佛大学在2010年重建工学院时,就指出综合性大学建设工科不应追求大而全,而应该建设与学校办学定位和办学特色相匹配的工程教育体系,发展能发挥自身优势的学科,尤其注重新领域新学科。

结合我国现状,综合性高校应对接“中国制造2025”、“一带一路”等国家战略,对催生新技术和孕育新产业发挥引领作用。发挥学科综合优势,主动作为,以引领未来新技术和新产业发展为目标,推动应用理科向工科延伸,推动学科交叉融合和跨界整合,培育新的工科领域,大力发展纳米材料、生物医学、新能源、环境治理、电子信息等新兴学科,促进科学教育、人文教育、工程教育的有机融合,培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的人才,掌握我国未来技术和产业发展主动权。

综合性高校开展新型工程教育的主要理念是,依靠综合性大学在基础科学和人文社科领域的跨学科力量,以应用为导向,以学生为中心,推动工程和人文、法律、新闻、医学、经济管理等其他领域的交叉,在新兴领域有所突破。持续改进的课程体系以受教育人员的素质和潜能表现为考核依据,在专业知识和能力基础上,培养学生的管理沟通和自我学习能力,使之具有良好的人文素养,能够应对科学技术和社会发展中日益复杂的挑战,并服务我国参与全球治理、实施创新驱动战略的需求。

1. 推动学科专业交叉融合,灵活培养跨领域工程人才。

由于社会需求的多样化和新产业的涌现,工程教育人才培养目标也开始分化。针对新经济对工程科技人才提出的新要求和新特征,综合性高校应立足自身学科优势与特色,依靠综合性大学在基础科学和人文社科领域的跨学科力量,以应用为导向,以学生为中心,推动工程和人文、法律、新闻、医学、经济管理等其他领域的交叉,在新兴领域有所突破。

2. 建立持续改进的课程体系、制定多元化个

性化的培养方案。

以受教育人员的素质和潜能表现为考核依据,在专业知识和能力基础上,培养学生的管理沟通和自我学习能力,使之具有良好的人文素养,能够应对科学技术和社会发展中日益复杂的挑战,并服务我国参与全球治理、实施创新驱动战略的需求。

3. 加强实践、大力开展创新创业教育。

以培养创新创业精神和能力为目标,促进通识教育理念与创新创业理念有机结合,建立综合性高校创新创业教育新模式,实现创新创业教育覆盖全体学生、全体教师 and 本科教育全过程。

#### 四、需要研究和探索的问题

1. 组织开展综合性高校新型工程教育的相关研究。

不同层次的高校实施新型工程教育,其面对的学生主体、师资队伍和培养目标是不同的;综合性高校更关注理工结合的新技术新学科,并注重培养学生的综合素养;传统工科大学考虑工科自身跨学科的新增长点;而地方性大学则希望形成以满足第一线企业需求为主导的新增长点。在综合性高校开展的新型工程教育,需要采取异于传统工科学校的培养方式和教学手段,其评价体系亦随之不同。应尽早开展这方面的教学研究,探索教学评估、学科认证相结合的方法,制定相应的规范和标准,保证相关试点顺利开展。

2. 打破本科和研究生培养界限,制定多元化培养方案。

新兴工科专业,具有跨学科、综合化等特征,而现有的专业设置管理制度无法根据市场需求做适时调整,与国家经济转型和产业升级的实际需求也不匹配。建议由高校自主根据新技术、新领域的要求来设置新专业,以破解现有专业不对口以及交叉融合和跨界专业分类的困境。通过“2+2”、“3+2”、“3+3”、“4+5”等多种培养方式的结合,可以在保证学生打好相关专业基础的同时,有更多的时间进行跨学科的学习和研究。

在综合性高校开展新型工程教育涉及工科内部、工科与理科、工科与人文科学、工科与医科、工科与社会科学多方面的交叉,培养方案、教学计划、课程体系和专业评价等等,有很多问题需要研究和探索,在条件允许的情况下,允许相关高校进行新工科专业自主设置与评估探索,总结经验教训,有助于新工科专业的发展。

## 3. 改革教师评价机制。

高水平的师资队伍是建设好新兴工科最基本和最重要的条件。但是,当前的评价机制以文章、专利数量等作为主要标准,研究导向的评价机制不利于师资队伍的建设。需要进一步探索体现创新性和实践性,适合工科专业人才培养需要、促进工科教师专业发展的评价标准与支持机制。

## 4. 推进产、学进一步协同。

大学与企业对于产学合作的认知还存在差异,合作的机制和平台有待进一步拓展,在课程体系、师资队伍、实践平台建设等方面的合作仍然不够紧密,效果有待提升。建议加大参与者流动的弹性与配套措施的设计,合作培养培训师资,合作开展研究,优化评价激励机制,提高参与者的积极性;推动企业真正参与人才培养的全过程,校企联合制定培养方案,共同建设课程、实验室和实习实训基地。

## 参 考 文 献

- [1] 吴爱华等:《加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济》,《高等工程教育研究》2017年第1期。
- [2] 《“新工科”建设复旦共识—中华人民共和国教育部政府门户网站》, [2017-03-12]. [http://www.moe.gov.cn/s78/A08/](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe-745/201702/t20170223-297122.html)
- [3][11] 顾征、王沛民:《综合性大学的工程教育振兴(上)》,《高等工程教育研究》2010年第4期。
- [4] 叶民、叶伟巍:《美国工程教育演进史初探》,《高等工程教育研究》2013年第2期。
- [5] 王孙禹、刘继青:《从历史走向未来:新中国工程教育60年》,《高等工程教育研究》2010年第4期。
- [6] 《中国高等教育将真正走向世界——中华人民共和国教育部政府门户网站》, [2016-12-31]. <http://www.moe.gov.cn/jyb-xwfb/s5148/201606/t20160603-248175.html>.
- [7] 《中国科协代表我国正式加入“华盛顿协议”》, [2016-12-31]. <http://www.cast.org.cn/n17040442/n17135960/n17136021/17230736.html>.
- [8] 王沛民:《中国工程教育研究(EER): 式微与复兴》,《高等工程教育研究》2013年第6期。
- [9] 朱高峰:《中国工程教育的现状和展望》,《高等工程教育研究》2011年第6期。
- [10] 《卓越工程师教育培养计划——中华人民共和国教育部政府门户网站》, [2016-12-31]. <http://www.moe.edu.cn/s78/A08/gjs-left/moe-742/s5632/s3860/201109/t20110920-124884.html>.
- [12] 《奥巴马宣布投资40亿美元加强美国计算机教育》, [2017-01-17]. <http://tech.sina.com.cn/it/2016-01-31/doc-ifxnzanh0439354.shtml>.

## On New Engineering Education in Comprehensive Universities

*Xu Lei, Hu Bo, Feng Hui, Han Weili*

A new round of scientific and technological revolution and industrial transformation in the whole world is booming, involving fiercer competition of comprehensive national strength. Higher engineering education is closely related to industrial development and plays an important part in China's economic transformation and upgrading. In order to promote the reform and innovation of engineering education in China, the Workshop on Strategy of Developing higher Engineering Education was hosted by the Ministry of Education at Fudan University on February 18, 2017, focusing on the cultivation of engineering talents in the new era. As the result, the Fudan Consensus has been achieved. Based on the challenge and demand of the new engineering education, this paper expounds the notion of the engineering education in the new era, and discusses the path and the mode of developing the engineering education in comprehensive universities.