

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.06.001

欢迎按以下格式引用:姚伟.我国新工科思想和建设路径刍议——基于文献综述的整合性框架[J].高等建筑教育,2018,27(6):1-7.

# 我国新工科思想和建设路径刍议

## ——基于文献综述的整合性框架

姚伟

(华南理工大学 高等教育研究所,广东 广州 610641)

**摘要:**新工科发展与建设是我国高等工程教育改革领域研究的热点问题。基于文献综述的角度,从厘清研究的逻辑起点着手,探讨新工科的建设和发展的阶段划分,从新工科建设的范式转变、新工科的内涵特征、新工科建设与发展路径选择三个方面构建我国新工科思想和建设路径的整合性框架,以期为了解中国新工科思想和建设研究现状,加快和推动新工科建设研究提供借鉴。

**关键词:**新工科;建设;文献综述;整合性框架

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2018)06-0001-07

当前,新一轮的高科技和产业革命蓄势已发,第四次工业革命在世界范围内蓬勃兴起,以创新驱动为核心的综合国际竞争愈演愈烈。习近平总书记指出,“我们对高等教育的需求比以往任何时候都更加迫切,对科学知识和卓越人才的渴望比以往任何时候都更加强烈”<sup>[1]</sup>。高等工程教育与产业发展、新经济息息相关。无论是新经济的发展还是科技产业革命的推动,都对工程教育的变革提供了新的挑战与机遇。为深化高等工程教育改革创新,培养面向新工业体系的人才,以“新工科”建设为契机,助力我国经济转型与发展。

### 一、我国新工科建设的阶段研究:阶段划分

我国是工程教育大国,拥有着世界上最大规模的工程教育。从新中国成立以来,我国高等工程教育培养了数以千万计的工科人才,为国家建设作出了卓越贡献,有力地支撑了工业体系的形成与发展<sup>[2]</sup>。我国工业体系的形成与发展、工程教育范式的转变,历经前期探索、不断推进和全面推进三个历史阶段,催生了中国式工程教育新的变革——“新工科”的诞生。

#### (一)从“技术范式”到“科学范式”的转变

我国近代的工程教育始于“借法自强”的洋务运动时期,主要学习西方的工业化技术,历经民国

修回日期:2017-12-12

作者简介:姚伟(1993—),男,华南理工大学高等教育研究所读硕士研究生,主要从事区域高等教育研究,(E-mail)334160100@

qq.com。

时期学习美国工程教育范式,到新中国探索与发展时期全面学习苏联的工科模式,主要都是基于技术层面,注重基本理论与实践相结合的工程教育模式。改革开放以后,特别是1985年《中共中央关于教育体制改革的决定》颁布后,提出为提高民族素质,多出人才、出好人才的根本目的,在扩大高校办学自主权的同时,工程教育模式进入新的探索期,开始加强科学教育理论研究。到20世纪90年代,工程教育遵循美国的技术范式,开始逐步转向“科学范式”<sup>[3]</sup>。

## (二)从“科学范式”到“回归工程”的转变

1999年我国高等教育开展大规模扩招。工程教育的规模因人数的徒增和科学范式的实施,带来高等工程教育理科化倾向,导致理论知识与实践教学脱节,不可避免地引起教育质量下滑。与此同时,国际“回归工程”改革风起云涌,“大工程观”“再造工程教育”等口号的提出,致使中国开始反思“理论教学与实践教学”的关系<sup>[4]</sup>。随着2010年《国家中长期教育改革和发展纲要(2010—2020年)》的颁布,提高高等教育质量,尤其是人才培养的质量成为关注重点,为此,对工程人才培养提出了新的要求。其中,实施“卓越工程师教育培养计划”标志着中国向“回归工程”教育转变。

## (三)从“回归工程”到“新工科”的转变

近年来,在实施创新驱动发展、新经济发展战略背景下,中国工程教育开始在新工科的建设和改革中前进,积极主动加强新兴工科专业的布局建设,试点探索一批与产业紧密结合的示范性学院。2010年,国务院出台《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》,加快诸如集成电路、物联网、人工智能等重点领域紧缺性人才的培养。2016年,印发《“十三五”国家新兴产业发展规划》,培育发展新动能,获取未来竞争优势的关键领域,不断推进新工科的建设和发展<sup>[2]</sup>。2017年是新工科建设全面推进的关键一年,从教育部先后在复旦大学、天津大学召开的研讨会而形成的“复旦共识”“天大行动”,再到北京召开的工作会议,形成的“北京指南”。这些都标志着以新工科建设为主题的高等工程教育改革进入到了一个新的阶段。

## 二、基于新工科建设背景的研究:范式转变

当前,中国工程教育的改革发展正面临着国际和国内的环境变化。从国际上看,世界主要发达国家都在推动发展新经济,抢占产业和科技革命的制高点,“工业4.0”“工业互联网”等规划发展迅猛。其中,美国自实施再工业化战略以来,加快适应信息技术革命对人力资源转型的需求,实现人才培养对新技术创新和产业发展的良好互动<sup>[3]</sup>。无独有偶,德国依托自身强大的制造能力,开启融产品市场、技术体系引导和人才培养为一体的“工业4.0”智能制造发展蓝图<sup>[3]</sup>。纵观世界主要发达国家发展新经济发展的国际经验,构建国际竞争新优势需要建设新工科。

从国内看,中国经济正处于新旧动能转化的时期。国家实施的国家创新驱动发展、“中国制造2025”“互联网+”等重大战略,促进以新经济发展为动能的新模式,迫切需要深化高等工程教育范式改革。同时,智能制造引领制造方式的变革,产业的转型升级与新产业形态的产生,发展模式的改变,建设新工科成为当前社会产业升级与发展的必然要求,是服务国家战略发展新需求的现实诉求<sup>[5]</sup>。此外,针对中国高等工程教育大而不强的问题,包括理念、人才结构、知识体系和培养模式的不适应,加之产业分工的进一步细化,由此形成新的生产方式和产业形态。这对人才的多样性、专业性和创造力也提出了更高要求。落实立德树人新要求,培养符合工程科技具备的创新创业能力和跨界整合能力,建立多样化和个性化的人才培养模式也亟需建设新工科<sup>[6]</sup>。

“范式”一词由美国学者托马斯·库恩(Thomas Kuhn)提出,用于指导科学研究和回答科学问题的科学方法论和世界观;李茂国、朱正伟(2017)归纳出,工程教育的范式即为在“工程教育共同体”内,工程教育的研究者对其领域内公认的问题或理论的本质的一种价值观和方法论<sup>[7]</sup>。新范式的转化带来高等工程教育的变革。新工科具备当今时代工业体系的新特征,引起了工程教育的新范式。从国际、国内大环境,以及我国当前工科人才培养的现状来看,新工科建设是立足我国战略发展需求,顺应国际竞争趋势和新工业体系要求提出的深刻命题。基于此,新工科建设应当积极适应和迎接新范式转变带来的挑战和机遇。

### 三、新工科建设的内涵研究:新型特征

自“复旦共识”以来,教育部推出“新工科”计划,新工科引起当前工程教育界的广泛关注。基于其内涵与特征的解读,官方正式通知中指出,“新工科”要体现工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系,即“五个新”。对此,不同研究结合工程教育的内涵、学科的角度、范式的转化、工业形态、教育管理的维度给出了不同解读。

工科何以而为新?在工程教育的内涵上,新工科之“新”主要表现在素养、结构和方法维度上,具体包括新素养的多些“形而上”思维、“超世界存在”的关注、空间感、关联力、想象力、宏思维和批判性思维;而新结构则要重新审视专业边界,调整面向未来、相对综合的专业结构,重构课程及知识体系等;新方法要通过关联、非正式学习、去中心化等手段改革教育教学方法<sup>[8]</sup>。在学科的内涵上,“工科”即工程学科,而“新”则有新兴、新型和新生三层涵义。首先,新工科是由基础学科孕育的新技术在产业化后形成的学科;其次,新工科是传统学科基于内涵、目标和标准的转型、改造和升级而形成的学科;最后,新工科是由不同学科交叉复合而产生的新学科,如工科与理科、管理、经济等其他学科交融,服务于现代产业发展的需要<sup>[9]</sup>。在范式转化内涵上,教育范式的变革是新工科的本质内涵与特征。新工科的实质是产业形态、工程技术及商业模式的综合变革,是“融合创新”的教育范式,同时,不同于传统基于学科逻辑的人才培养模式,新工科是基于工业价值链的工程人才培养模式<sup>[3]</sup>。在工业形态的内涵上,新工科是一个由工科一系列专业构成的自然整体系统,是指新的工科形态,即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,具体可表述为“工科+”:工科+新理念、工科+新专业、工科+新结构、工科+新模式等一系列工科新形态<sup>[10]</sup>。在教育管理的内涵上,新工科之新是工程教育对工程活动做出的全面回应,主要体现在新理念、新课程体系和新管理体制三个方面。以“工程范式”贯穿其中,包括需要明确其对工程教育实践的指导作用,还要对当前课程体系进行重构,全面改革创新工程教育体制,采用“开放办学”的人才培养模式<sup>[11]</sup>。

在新工科特征研究上,大都是基于内涵基础之上进行的宏观层面的衍生。新工科大体上有引领性、交融性、创新性、跨界性和发展性等几大特征。引领性是新工科在高等教育系统内外的特征,交融性是新工科的学科交融特征,创新性是在技术、产业和模式以及人才培养模式上的创新,跨界性是新工科在产业当前与未来发展的特征,而发展性是新工科动态特征的体现<sup>[9]</sup>。当然,新工科也具有战略型导向,是一个系统化的、开放式的工程教育,不仅需要从系统的角度积极回应社会的变化和 demand,还应加强国际交流与合作,以开放促改革和创新<sup>[7]</sup>。

## 四、新工科建设与发展研究:路径选择

新工科建设重在行动。整合当前文献资料,构建出新工科建设与发展的宏、中、微三个层面的路径选择研究框架。宏观层面基于新工科的本质与内在发展规律,站在国家、产业和未来的高度对其提出的建设目标;中观层面则是把新工科建设落脚点放在学科专业、教学模式、人才培养等方面,探索建设的基本路径;微观层面根据分类建设的原则,新工科强调以工科优势高校、综合性高校、地方性高校这三种不同类型高校的“齐头并进”。

### (一) 宏观建设“三部曲”

新工科建设目标:一是,新工科主动服务国家的一系列重大战略目标;二是,新工科建设是在我国经济发展方式转变、新旧动能转换、产业结构转型升级下的灵活应对;三是,新工科积极把握行业产业发展,提前规划培育我国未来发展新优势<sup>[9]</sup>。从“复旦共识”“天大行动”到“北京指南”,唱响了新工科建设“三部曲”。

2017年2月18日,新工科建设的号角打响。教育部在复旦大学召开高等工程教育发展研讨会,从新工科建设的背景和意义,再到世界高等工程教育面临的新机遇和挑战,结合中国新工科建设需要注意的中国特色问题,从宏观上提出,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;不同类型高校要发挥不同的作用,工科优势高校发挥在工程科技创新和产业发展主导作用,综合性高校引领催生新技术和孕育新产业,地方高校要支撑起区域经济发展和产业转型升级的重任。与此同时,新工科的建设还需要政府、社会力量的共同参与,以及国际合作<sup>[1]</sup>。

2017年4月8日,新工科建设讨论如火如荼。在天津大学召开新工科建设研讨会,着眼于国家“两个一百年”的战略目标,提出行动路线的三个阶段:到2020年,探索形成新工科建设模式,再到2030年,形成中国特色、世界一流工程教育体系,最后到2050年建成具有中国模式的工程教育强国。与会者根据提出的目标,从范式、专业结构、知识体系、教学方法、教育体制改革、国际合作方面探索新工科建设的实践过程<sup>[12]</sup>。2017年6月9日,教育部在北京召开全面启动、系统部署新工科建设会议。这次大会形成的新工科建设指南,从目标、理念、结构、模式、质量保障、分类发展方面提出了更为明确、具体的行动指南,为深入开展新工科研究和实践,从理论和政策上绘制了宏观发展蓝图<sup>[13]</sup>。

### (二) 中观建设“三层面”

建设与发展新工科成为社会经济发展的现实需求,新工科的建设与发展路径选择,归根结底是人才的培养。然而,当前中国新工科建设和发展面临三大现实瓶颈:学科门类之间壁垒森严,专业藩篱限制人才“大工程观”的形成;本科生研究生隔离降低人才培养效率,师生关系淡漠、压抑人才培养氛围;校企隔阂,阻碍人才与市场匹配<sup>[14]</sup>。因此,打破现实瓶颈,推动多维层面的建设,其最核心的任务体现在学科建设、人才培养及教育模式三个方面。

新工科建设不仅仅是构建一批新专业,而是在面向产业、先进技术和社会发展需求上,拓展学科专业建设,与之配套的是,有更为聚焦的学科专业建设目标、建设平台和动态调整机制<sup>[15]</sup>。在新工科建设背景下,传统土木工程专业建设发展不仅需要以创新能力为核心,还需打造多学科交融的

创新能力培养体系<sup>[16]</sup>。人才培养层面,打造“以人为本”的政产学研融合协同育人机制,构建以真实问题为导向的学术研究型、理论与实践相结合的专业技术型、复合型人才培养体系<sup>[17]</sup>。首先要把创新思维渗透到教育理念中,鼓励宽口径的基础教育,改良教材和教学内容,大力推广通识教育,培养学生的创新能力和习惯<sup>[18]</sup>。其次,制定多学科交融、柔性化的专业培养方案,打通本科生研究生人才培养模式,加强跨学科专业、跨国际合作;同时,教师队伍的建设也是人才培养的关键,新工科建设需要一支在知识、能力、经历、素质等方面全面胜任工程科技人才培养工作的教师队伍<sup>[15]</sup>。最后,探究新工科人才培养模式,培养学生具备包括个人效能、知识、学术、技术和社会能力在内的核心能力<sup>[19]</sup>。具体而言,同济大学土木工程专业以本科生导师制项目探索适应新工科发展的个性化人才培养体系,以学校、企业和国际导师项目为支撑,着重培养学生的创新能力和跨界整合能力,使学生能更好地适应当前社会和未来的发展<sup>[20]</sup>。

教育教学层面,新工科建设的教育教学模式必须进行范式变革。首先,转变工程教育理念,要从传统的“学工程”转向“做工程”,“一刀切”转向定制式的深度学习模式,从单一面对面转向混合虚拟教学,相应地封闭式教学管理制度转向多方位合作<sup>[18]</sup>。此外,以教师和学生为核心,增强师生互动,转变教学理念,以培养学生适应与工程创新的能力,引导学生主动学习;通过融通线下和线上两个空间,创新教学方法,构建以学习者为中心的工程教育新生态。教学模式方面,相关研究结合新工科建设理念下的工业设计专业,认为教学模式在体现新工科的“新”特征的基础上凸显学科特点,关注工业设计人才的批判思维、领导能力以及设计研究能力。而这都亟需从传统“物、实体、功能”的教学理念向“人、服务、心理”转换,以信息化技术为手段,革新教学方式<sup>[21]</sup>;教学方法上,相关研究以新工科背景下的建筑环境与能源应用工程专业中传热学课程教学改革为例,从方法改进工作、内容选取、考核手段及互联网载体四个维度提出改进意见<sup>[22]</sup>。

### (三) 微观建设“三分类”

由于高校在办学定位、服务面向、办学层次和类型上的差异,新工科建设应根据学校类型,有重点、有区别地发挥自身优势。“复旦共识”提出不同类型高校分类建设的原则。随后教育部官方制定了新工科建设“三分类”基本路线:工科优势高校“推动现有工科的交叉复合、工科与其他学科的交叉融合”,综合性高校“推动学科交叉融合和跨界整合,推动应用理科向工科延伸”,地方高校“深化产教融合、校企合作、协同育人,推动传统工科专业改造升级”<sup>[23]</sup>。因此,基于现有的文献综述,根据新工科建设和人才培养的需求,将高校分为综合性高校、地方高校和职业院校。

关于综合性高校新工科建设,相关研究借鉴了美国综合性高校工程教育的探索历程,以中国综合性大学文理基础学科的传统优势与特色,结合成果转换为现实生产力、服务社会贡献度待提升等问题提出,综合性高校新工科建设首要考虑服务国家发展和社会需求,坚实办学定位和办学特色。为此,综合性高校应接“中国制造 2015”“一带一路”等国家战略,依靠自身基础科学和人文社科的跨学科力量,以应用为导向,以学生为中心,推动学科专业交叉融合,灵活培养跨领域的工程人才,建立持续改进的课程体系、制定多元化个性培养方案,同时加强实践、大力开展创新创业教育,推动产学进一步协同发展<sup>[24]</sup>。以中山大学为例,在“十三五”期间,中山大学将新工科建设作为提升办学水平的突破口,立足广东、珠三角和国家创新驱动的战略要求,主动布局面向未来产业、技术的新工科专业,如海洋人文学、金融工程学等一批复合型工科新型专业。辅之多学科的教学与科研

优势,探索学科交叉培养体制改革,从目标体系、课程建设机制、跨学科交叉培养模式、创新创业教育平台等入手,打造新工科领域的创新人才。同时,中山大学以新工科建设服务珠三角产业结构优化为基本路线,发挥中心城市辐射带动作用,利用医学、经济管理等优势基础学科支持发展新工科<sup>[25]</sup>。

地方高校以服务地方,培养工程技术应用型人才,面向产业开展研究,遵循“应产业而生,因产业而长,随产业而兴”的原则<sup>[26]</sup>,在新工科建设中立足区域经济发展,完善学校服务职能,围绕产业发展需求,进行工程学科专业布局,深化产教融合,创新协同办学模式。作为地方高校的上海工程技术大学,在新工科建设实践探索中以培养高素质工程应用型人才,建设现代化工程应用型特色大学为目标,以现代产业发展需求为导向,以产学研紧密结合为为依托,以实践、创新能力培养为核心,逐步形成“接地气”“近产业”“重应用”的办学特色<sup>[26]</sup>。

新工科分类建设原则下,处于工程技术上游的普通本科院校已经开始行动,处于中下游的职业院校也做出了相应行动。职业院校应从工程技术的新理念入手,重构人才培养的后发优势,即注重专业基础知识和跨专业知识的培养,落实“产教融合、校企合作”;同时,根据市场需求科学设置新专业,形成“各具特色,优势互补,协调一致,分类发展”的局面,注重提高教育教学的质量<sup>[27]</sup>。

## 五、结语

新工科是工程教育领域的一个新概念。从国家层面看,建设和发展新工科是社会产业升级与发展的必然要求,是提高国家未来竞争力,深化工程教育范式改革,满足国家产业经济发展的现实需求。落实到高校层面,“新工科”建设又是高等教育领域工程教育人才培养的一次重大改革。

新工科建设是一项长期而又艰巨的任务。机遇与挑战并存,当前的研究还仅仅处于起步阶段,有关新工科的研究大多集中在基础理论研究阶段,相关的实证研究较少,新工科建设有待进一步完善和构建科学的理论模型。“新工科”建设与“新经济”之间的关系?新工科的内涵目前还没有明确的定义,工程教育的范式也未形成一致口径,其教育教学的新模式在分类指导建设中如何落实到位,对于具有工程优势背景的高校和行业院校的新工科发展研究还处于空白,等等,这些都需要进一步探讨。培养高素质的工科人才,加快推进我国从工业大国到工业强国进程,新工科建设任重而道远。

### 参考文献:

- [1]“新工科”建设复旦共识[J].高等工程教育研究.2017(1):10-11.
- [2]吴爱华,侯永峰,杨秋波,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.
- [3]朱正伟,周红坊,李茂国.面向新工业体系的新工科[J].重庆高教研究.2017(3):15-21.
- [4]胡波,冯辉,韩伟力,等.加快新工科建设,推进工程教育改革创新[J].复旦教育论坛.2017(2):20-27.
- [5]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.
- [6]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.
- [7]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):30-35.
- [8]李培根.工科何以而新[J].高等工程教育研究.2017(4):1-4.
- [9]林健.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究.2017(2):26-35.
- [10]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.
- [11]叶氏,钱辉.新业态之新与新工科之新[J].高等工程教育研究.2017(4):5-9.

- [12]“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究.2017(2):24-25.
- [13]新工科建设指南(“北京指南”)[J].高等工程教育研究.2017(4):20-21.
- [14]陆国栋.“新工科”建设的五个突破与初步探索[J].中国大学教学.2017(4):38-41.
- [15]林健.新工科建设:强势打造“卓越计划”升级版[J].高等工程教育研究.2017(3):7-14.
- [16]孙峻.“新工科”土木工程人才创新能力培养[J].高等建筑教育,2018,27(2):05-09.
- [17]王巨宏,刘婷婷,马东娜,等.构建新经济下政产学研融合工程教育新生态[J].高等工程教育研究.2017(3):27-30.
- [18]张轮.新工科,重塑高等教育人才培养体系[N].文汇报.2017-5-5.
- [19]周开发,曾玉珍.新工科的核心能力与教学模式探索[J].重庆高教研究.2017(3):22-35.
- [20]鲁正,上官玉奇.基于本科生导师制的新工科人才培养探究——以同济大学土木工程学院为例[J].高等建筑教育,2018,27(2):01-04.
- [21]吴磊.新工科理念下工业设计专业教学方法与实践[J].高等建筑教育,2018,27(2):10-13.
- [22]王瑜,李维,谈美兰,等.新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业传热学课程教学研究[J].高等建筑教育,2018,27(5):14-19.
- [23]教育部高等教育司.关于开展新工科研究与实践的通知[Z].教高司函(2017)6号.
- [24]徐雷,胡波,冯辉,等.关于综合性高校开展新型工程教育的思考[J].高等工程教育研究.2017(2):6-12.
- [25]陈慧,陈敏.关于综合性大学培养新工科人才的思考与探索[J].高等工程教育研究.2017(2):19-23.
- [26]夏建国,赵军.新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J].高等工程教育研究.2017(3):15-19.
- [27]陈建中.“新工科”背景下职业院校工程技术教育改革创新思考[J].中国管理信息化.2017(14):213-214.

## Review on China's emerging thought and construction Path: an integrated framework based on literature review

YAO Wei

(*Institute of Higher Education, South China University of  
Technology, Guangzhou 510641, P. R. China*)

**Abstract:** The development and construction of emerging engineering is a hot issue in the field of higher engineering education reform in China. Based on the perspective of literature review, starting from the logical starting point of clarification research, this paper discusses the stage divisions of the development and construction of emerging engineering. Meanwhile, to understand the status quo of China's new engineering thought and construction research, this paper constructs the integrated framework of China's new engineering thought and construction path from three aspects: the paradigm shift of emerging engineering construction, the connotation characteristics of emerging engineering, emerging engineering construction and development path selection, which provides reference for promoting the research of emerging engineering construction in China.

**Key words:** emerging engineering; construction; literature review; integrated framework

(责任编辑 梁远华)