

# 新工科建设与发展的路径思考

陆国栋 李拓宇

**【摘要】** 建设与发展新工科成为社会经济发展的现实需求,“新工科”不仅仅是创设新专业、不仅仅是撰写论文,必须突破五大瓶颈,即打破学科壁垒、越过专业藩篱、打通本研隔断、消除校企隔阂、唤醒师生淡漠。其基本路径是5个“两”,即必须关注教师和学生两个主体、着力培养工程创新和适应变化两个能力、做好专业认证与认定两个保证、融通线上和线下两个空间、协调校内和校外两个平台。提出作者的初步思考,即打造工程教育的“贯通体”、“交叉体”和“共同体”。

**【关键词】** 新工科 瓶颈 路径 贯通体 交叉体 共同体

**【收稿日期】** 2017年3月

**【作者简介】** 陆国栋,浙江大学本科生院常务副院长、博士生导师;李拓宇,浙江大学科教发展战略研究中心博士研究生。

在国家实施创新驱动发展、“中国制造2025”、“互联网+”等重大发展战略的大背景下,培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的工程科技人才,对于支撑服务以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展具有十分重要的现实意义和战略意义,也是建设制造强国和创新型国家的重要前提。

一、建设与发展“新工科”成为社会经济发展的现实需求

1. 建设与发展新工科是当前社会产业升级与发展的必然要求。

未来的5~15年是新工业革命推动的传统工业化与新型工业化相互交织、相互交替的转换期,是工业化与信息化相互交织、深度融合的过渡期,也将是世界经济版图发生深刻变化、区域经济实力此消彼长的变化期<sup>[1]</sup>,“三期叠加”为制造业加快发展转型升级提供了重要的战略机遇,世界各国纷纷将发展制造业作为抢占未来竞争制高点的重要战略,进而导致了全球制造业向发达国家“回流”和向新兴国家“分流”的“双向挤压”。我国经济发展正处于结构调整、转型升级的攻坚期,以互联网为核心的新一轮科技和产业革命蓄势待发,新技术、新产品、新业态和新模式蓬勃兴起。工程教育与产业发展联系紧密、互相支撑,新产业的发展依靠工程教育提供人才支撑。可以说,做好工程教育的主动布局和深化改革,必将对经济

转型升级起到推进作用;反之则会迟滞产业升级进程。发展新工科必须立足业态需求,拥有强烈的目标导向与问题导向,了解行业发展现状,摸清行业现有问题,进而培养符合时代发展与产业行业要求的工科人才。

2. 建设与发展新工科是提高国家未来竞争力,赢得全球市场竞争的重要途径。

为应对金融危机挑战、重振实体经济,主要发达国家都发布了工程教育前瞻性战略报告,积极推动工程教育改革创新。如2011到2013年美国相继推出“美国先进制造业伙伴关系计划”、“美国先进制造业国家战略计划”及“美国制造业创新网络计划”,2013年德国颁布“德国工业4.0战略实施建议”,随后,2014年日本颁布“制造业白皮书”、英国颁布“英国制造2025”战略、法国颁布“新工业法国”战略等等。各发达国家均在新兴技术领域或先进制造技术领域做出战略部署,旨在重塑具有未来持续竞争力的新型工业体系,借此增强综合国力,争夺未来世界主导权。<sup>[2]</sup>发达国家的历史经验证明,主动调整高等教育结构、发展新兴前沿学科专业,是推动国家和区域人力资本结构转变、实现从传统经济向新经济转变的核心要素<sup>[3]</sup>,这对我国工程教育改革提出了新的挑战。当前,国家提出“中国制造2025”、“互联网+”、“人工智能2.0”等重大战略为新工科的建设和发展指明了方向,同时也对新工科的建设和发展提出

了更高要求。为响应国家战略需求,支撑服务新经济蓬勃发展,突破核心关键技术,构筑后发优势,在未来全球创新生态系统中占据战略制高点,迫切需要培养大批拥有更强的创新能力、变化能力、适应能力的新兴工程科技人才服务于国家战略发展,进而提升我国工程教育的整体实力与国际竞争力。

3. 建设与发展新工科是深化高校工程教育范式改革,满足国家产业经济发展的现实需求。

近年来,伴随着工业互联网、智能制造、大规模个性化定制等新一代信息技术与制造业的深度融合,促使学科之间的交叉与融合日益广泛与深化。“中国制造 2025”是在直面全球产业格局的深度调整的基础上,根据我国目前制造业的发展水平,率先推动我国制造业从新一代信息技术、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械、农业机械装备等十大领域进行突破式发展。<sup>[4]</sup>基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革,产业的转型升级与新产业形态的产生,产业发展模式的改变,对人才的知识结构提出了新的挑战,需要兼顾扎实的专业技术和复合型知识背景。与此同时,产业分工进一步科学细化,形成新的生产方式、产业形态、商业模式,对人才的多样性、专业性、创造力提出了更高的要求。

### 二、建设和发展“新工科”的五大现实瓶颈

#### 1. 学科壁垒,窄化了工程人才的知识体系。

工程教育的实践性、综合性、经济性和创新性是工科人才培养的基本特征,据“全球竞争力报告(2013~2014)”显示,中国在“Availability of scientists and engineers”指标中,仅排名第 44 位,而印度排名第 15 位。<sup>[5]</sup>究其原因是基于学科的知识体系限制了工程人才的培养。我国在高考中普遍实行文理分科考试,使得学生在中学阶段就过早地接受文理分科教育,进入高校以后,学生往往是走进了自己的“学科胡同”,与其他学科的知识“老死不相往来”,这使得我国各类人才,尤其是我国工程教育本科环节均存在不同程度的过分专门化、过早专门化、通识教育不足等弊端,使得本科生所学知识只限于狭窄的单一学科领域<sup>[6][7]</sup>,工程人才知识体系尚不够完善。与此同时,传统学科依然处在整个科教体制的中心地位,几乎垄断

了大部分科教资源。由于大多数跨学科研究起步较晚,发展较快,变化活跃,使得对于跨学科研究进行评估较为困难。教育部、自然科学基金委等部门组织的评审机制在对各类跨学科研究项目、创新团队评审的归口问题上尚未完全明确。<sup>[8]</sup>尽管自然科学基金委列出了需要重点支持的数项跨学科研究计划,但难以有效满足以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展。

#### 2. 专业藩篱,限制了工程人才的大工程观。

我国制造业在赶超发展的过程中,不断对人才培养工作提出更高的要求,现有的工程科技人才的职业能力与综合素质仍需进一步提高,特别是在国际视野、创新意识、创业精神、实践技能、社会责任、领导能力、全球胜任力等方面,仍需与国际接轨、适应产业发展、满足市场需求。据美国《2012 年科学与工程指标》公布的数据,美国“适合全球化要求”的工程师有 54 万人,中国只有 16 万人,不足全国工程师总数的 1/10;而印度“符合全球化需求”的工程师超过其总数的 70%。更关键的是,创造单位国内生产总值,中国需要的科技工程人员数量是日本的 3.68 倍。<sup>[9]</sup>而瑞士洛桑国际管理发展学院近年发布的《世界竞争力年鉴》明确指出:中国工程科技人员国际竞争力在全球 60 多个被调查国家和地区中处于中等水平,且工程师的合格程度在全球范围内处于末端水平。究其原因是我国工程教育专业的教学与课程结构一直受限于相对刚性的专业目录<sup>[10]</sup>,专业划分较细,转专业限制严格,学生知识面狭窄,未能根据市场需求跨学科、综合化的发展趋势做适时调整,更与我国经济转型和产业升级不相匹配。伴随着云计算、大数据、移动互联网、物联网、人工智能等新一代信息技术的突破性发展,全球制造产业迎来了一场新的科技革命和产业革命。这给我国制造业的快速发展、转型升级提供了最好的契机,也给我国高等工程教育,特别是给应对国内外市场需求调整的多层次工程人才培养提出了新的挑战。外部的市场环境变化多端,而我国工程专业的设置和课程体系的构建却仍然带着传统工业时代的烙印,学生所学的知识面临着“毕业即过时”的尴尬。因此,亟需将课程知识体系进行更新,实现知识结构与市场需求的有效匹配。

#### 3. 本研隔断,降低了工程人才的培养效率。

随着科学技术的创新、社会经济的变革、产业发展步伐的不断加快,工程科技人才的培养仍不

能充分满足制造业的战略性需求,特别是在行业领军人才、战略性新兴产业所急需的工程科技人才的储备方面严重不足,工程技术人员占制造业从业人员比例还很低。仅以2010年为例,工程技术人员大专及以上学历的比例不足50%,低于整个专业技术人员的平均水平(61%)。<sup>[11]</sup>现行本研隔断、整齐划一的人才培养模式已不再适应新经济、新产业的发展,特别是在一些对基础理论和系统专门知识的学习及掌握有很强的连续性要求的基础学科。<sup>[12]</sup>本科生和研究生的培养是高等院校人才培养体系中两个重要的层次,以往这两个层次人才培养过程中实践基地的建设是相对独立和自成体系的。事实上,本科生创新和实践能力的培养能为研究生阶段科研能力的培养提供基础,研究生科研能力的培养亦可为本科生创新实践能力的培养提供引领作用,二者是紧密联系在一起。<sup>[13]</sup>然而,由于我国高校的本科生教育和研究生教育的管理权往往分属于学校的不同部门,因此在培养过程中,常常表现出割裂的特点。一般来说,本科生院或者教务处主要负责本科生培养,考虑的是本科生培养全过程的整体性;研究生院主要负责研究生培养的环节,统筹的是研究生培养阶段的一致性。在此过程中,忽视了拔尖本科生尽早进入研究生阶段的可能性,造成一种断裂式的培养过程,也在一定程度上导致工程教育在知识产出与人才培养的双重低效率。<sup>[14]</sup>

#### 4. 校企隔阂,阻碍了工程人才的市场匹配。

朱高峰院士指出工程教育的“产学合作是一种双赢模式”,有利于改进工科人才培养方式,提高工程教育的内涵质量。虽然,现阶段工程教育有走进“象牙塔”的趋势,然而,目前产业界还未真正参与工程人才培养工作,企业新技术、新工艺没有出现在教学内容中,而现代工程师所必需的经济、社会、国际交流、法律、管理、市场营销、环保等多方面的课程也严重不足,不能适应科学技术飞速发展的形势,不能满足新兴工业和技术发展的需要,不能满足对引进技术、设备和生产线进行消化吸收再创新的需要,部分专业的知识体系的发展甚至滞后于产业技术的发展,工科人才培养与产业发展的协同性不足。<sup>[15]</sup>工科教学改革除了教育部以及各高校的参与,还应当重视企业力量,寻找积极性高的企业参与新工科建设,开展校企合作,打造共商、共建、共享的工程教育共同体,深入推进产学合作、产教融合、科教协同,通过校

企联合制定培养目标和培养方案、共同建设课程与开发教程、共建实验室和实训实习基地、合作培养培训师资等,鼓励行业企业参与到教育教学各个环节中,促进人才培养与产业需求紧密结合。

#### 5. 师生淡漠,压抑了工程人才的培养氛围。

教师和学生是工程人才培养过程中最为核心的主体要素,随着我国高等工程教育从“精英教育”向“大众教育”的转变,师生关系呈现出一些新的特征,包含了更加复杂的社会经济、政治道德和微妙的情感行为。一方面,高校纷纷大量扩招,在校人数成倍地增长,造成教学资源紧张,高校把大量资金和精力投入在设施建设方面,在教育过程与关爱学生方面的力度相对减弱;同时,由于盲目扩招,部分学校师生比例失调,相应的教育与管理跟不上,教师常常要面对几十甚至上百学生的大课、合班上课与教室流动,减少了师生接触的机会,也影响了师生的感情交流与沟通;此外,由于校园文化和社会文化两种思想文化的交流和同化逐渐加快,在师生中形成一种互相排斥的离心力,师生之间交流的功利意识明显,也出现近利轻德的现象,使师生之间有效沟通难度加大。

#### 三、建设和发展“新工科”的基本路径

以应对变化、塑造未来为指引,以继承与创新、交叉与融合、协同与共享为主要途径,深入开展新工科研究与实践,推动思想创新、机制创新、模式创新,实现从学科导向转向以产业需求为导向,从专业分割转向跨界交叉融合,从适应服务转向支撑引领。新工科建设必须从技术范式、科学范式、工程范式走向新工科范式,打破范式需要付出巨大努力。新工科建设不是“牌子”,也不是“帽子”,更不会直接带来什么资源,而应是责任。

不仅仅是构建一批新专业,而是需要高校面向产业、面向先进领先技术、面向社会发展需求进行大模块的专业基础整合,明确产业需求,以需求引领改革方向,突破传统工科的思维模式,关注新工科的动态特征,主动布局未来国际竞争的战略必争领域,打破“学科陷阱”和“路径依赖”,促进多学科交叉与深度融合,在“学科交叉、课程改革”的基础上,为学生提供更自由的选择与发展空间。

不仅仅是撰写一批研究论文,而是需要关注理论、机制、路径、模式、特征、特色、标准等综合研究,特别是关注实证研究与相关实践,分析研究新工科的内涵、特征、规律和发展趋势等,推动新工科专业的研究与探索,以及传统工科专业的更新

升级,开展工程学科跨学科教学与跨学科研究,形成可操作的培养方案,培养“活生生”的人,这是实现新工科面向新经济、面向未来、面向世界的发展目标的有效路径。

1. 以“关注两个主体”为核心,转变教学理念,打破教育壁垒。

教师和学生是工程教育教学活动的两大主体,主体之间的深度互动是根本。长期以来,我们的教育是以教师为中心的教育,而不是以学生为中心的教育,即老师教什么,学生学什么,而不去启发学生主动思考,没能激发学生的潜能,这是教育的一个很大缺憾。<sup>[16]</sup>加快建设和发展新工科,首先要从“以教师为中心”的“传道、授业、解惑”逐步走向“以学生为中心”的“悟道、求业、生感”的新境界<sup>[17]</sup>,加大学生选择空间,方便学生跨专业跨校学习,增强师生互动,改革教学方法和考核方式,尽可能地引导学生主动学习、主动实践,鼓励学生悟道、问道、寻道,启发学生求是、求真、求业,在此过程中产生更大的疑惑、焕发更大的激情,让学生更好地成为自己,从而培养创新创业人才。

工程教育的重要特征之一是“动手”,与“动手”相关联的是“动口”、“动笔”、“动脑”、“动心”,“动”的过程是能力不断提升的过程,更是兴趣不断浓郁的过程。

2. 以“培养两个能力”为目标,强化市场适应,提升工程创新。

高校专业知识的更新速度永远赶不上企业的发展,高校不可能培养出企业需要的无缝衔接的人才,拥有更强的创新能力、变通能力、适应能力的工程人才才能更好的服务于国家战略发展,进而提升我国工程教育的整体实力与国际竞争力。因此,新工科的内涵应在于提高学生适应变化能力与工程创新能力。2015年李克强总理在政府工作报告提出“大众创业,万众创新”,希望在960万平方公里土地上掀起“大众创业”、“草根创业”的新浪潮,形成“万众创新”、“人人创新”的新态势。但目前大学生普遍存在创新精神与创新能力不足的情况,主要原因在于:一是应试教育压抑了学生们的创新热情,形成了传统思维的惯性;二是学校及社会的文化氛围没有给学生提供创新的动力;三是学校缺乏或不重视学生创新能力培养方面的软硬件建设,等等。因此,迫切需要更新教育理念、改善教育环境、优化教育设施、变革教育模式,提升大学生的创新素养。

要从知识为先真正转向能力为要,必须通过学生评价加以牵引,真正让“考生”变为学生,让目前实际呈现的奖“考”金真正成为奖“学”金、奖“研”金、奖“创”金;让目前的“低头族”课堂真正转变为“强互动”课堂,充分激发师生的活力、创新力和创造力。

3. 以“做好两个保证”为牵引,立足专业底线,推动星级拔尖。

随着经济全球化发展,高等工程教育的国际化趋势也越来越明晰,加快建设和发展新工科,既要基于“底线思维”做好专业国际认证,又要基于“拔尖思维”做好专业星级评定,逐步形成具有国际实质等效的工程教育质量监控和保障体系。这既是我国工程人才培养质量的重要保证,也是我国高等工程教育参与国际竞争的重要基础,同时,也为将来与工程师制度的衔接奠定良好基础。

一方面,立足专业底线,遵从国际标准。我国工程教育专业认证基于“底线思维”,主要采用国际通用的以成果为导向的理念和标准,以“教育产出”作为工程教育的认证门槛,重点关注毕业生的沟通能力、合作能力、专业知识技能、终身学习能力及健全的世界观和责任感等。

另一方面,推动专业拔尖,构建星级评价。在加快建设和发展新工科的过程中,除了把牢专业认证底线,还应树立工程专业的“星级标杆”,以“拔尖思维”,通过试点开展星级专业评价工作,逐步建立工程教育质量社会评价机制,鼓励利益相关方以多种方式评价工程教育质量。鼓励第三方机构发布企业对人才培养贡献度报告,将接纳学生实习、教师践习作为重要指标。鼓励行业发布高校对行业发展贡献度报告。继续实施工程教育专业认证。开展星级专业评价试点工作。委托相关行业协会(学会)等第三方机构制订制造业相关工程技术人员的从业(执业)标准和水平评价标准,建立制造业工程师执业资格制度。建立完善制造业相关本科专业类教学质量国家标准,研究生相关学科学位基本要求,积极与国际标准接轨。推动高校确定专业人才培养定位,制订专业人才培养标准,修订人才培养方案。提升人才培养对产业、行业企业人才需求的适应性和匹配性。

4. 以“融通两个空间”为手段,创新教学方法,激发学习动力。

伴随着信息技术和网络技术的普及与飞速发展,以移动互联网、社交网络、云计算、大数据为特

征的新一代信息技术的发展,正在改变人们的工作方式和生活方式<sup>[18]</sup>,同样也给工程教育带来了新的机遇,知识的获取已经不存在障碍,但学生的学习动力、注意力变成了稀缺资源,必须根据学生志趣调整教育教的方式方法,提高教学效率和效益,通过融通线下与线上两个空间,推进信息技术与教育教学深度融合,充分实现“以教为主”向“以学为主”转变、“以课堂为主”向“课内外结合”转变及“以结果评价为主”向“结果过程结合”转变,借鉴学习科学的最新研究成果,丰富教学方法,加强师生互动,增强学生的“向学力”,提高工科人才培养的质量。

(1) 融通线下与线上两个空间,探索工程人才培养的新型教学方法。如果说传统的面授课堂是“同时同地”的模式,那么在不同学校之间可以探索“同时异地”的直播课堂教学模式。在“异时异地”的录像模式下,或许学生学习兴趣难以持续,然而“异时异地”+“随时随地”+“线上空间”的MOOC模式则具有较大的发展空间,而培养工程科技创新和产业创新人才,SPOC(Small Private Online Course,又称私播课)模式可能更为有效,同时引入翻转课堂,从而从根本上撼动“单向灌输”的陈年陋习,倒逼教师将更多的精力用于教学,如果每门课程都走出象牙塔,接受社会的评头论足,教师就不得不在教学上多花力气。

(2) 融通线下与线上两个空间,构建以学习者为中心的工程教育生态。一方面,推进高校学分制改革,探索建立与学分制相适应的课程设置、学籍管理、质量监控、考核评价等教学管理制度,加强教学方法和教学手段的改革,将精心组织的教学资源、教学过程以在线课程的形式呈现出来。根据课程要求,学生可以掌握学习的主动权,自主选择在线学习的时间和地点,控制学习内容与进度,方便学生跨专业跨学校进行学分认定与转换,加快管理者本位向以学习者为中心的转变;另一方面,可以更好地实现“高足弟子传授”的教学方式,解放教师的同时又满足了学生个性化的学习需要,将传统的被动灌输的填鸭式被动学习模式转变为自主互助的探究式主动学习模式,一旦“工程教育生态”中的学习者达到一定规模,教师提出问题就会有一些优秀的学生去回答、去引领,教师不用一一解答,只要负责监控和引导,真正实现从“以教学为中心”向“以学习为中心”的转变。

5. 以“协调两个平台”为保障,引入市场力

量,强化校企合作。

我国高层次工程人才的培养应当构建以高校为主体的多元协同体系,由高校、政府、企业、科研机构、行业协会等多主体共同参与,发挥校内平台与校外平台的联合效用,加快建设和发展新工科。

一方面,优化校内协同育人平台。切实转变思想观念,提高对高层次工程人才培养的重视程度,以工程教育产学研合作为途径的教育教学模式,根据不同专业特点和实际业务环节建立切实可行的实践性教学体系,加大资金投入,加强师资队伍能力建设,通过建立跨学科交融的新型机构、未来技术学院、产业化学院等方式,突破体制机制瓶颈,为跨院系、跨学科、跨专业交叉培养新工科人才提供平台保障;

另一方面,完善校外企业实践平台。以市场需求为导向,以企业为主体,围绕提升学生适应变化能力与工程创新能力,汇聚行业部门、科研院所、企业优势资源,加强双师型教师队伍建设,建设教育、培训、研发一体的共享型协同育人实践平台。通过引进制造业领军人才和紧缺人才,推进高水平大学和大中型企业共建“双师型”教师培养培训基地;推行高校工程师实践型师资计划,增强工科教师现场工程经验,探索“学历教育+企业实训”的培养办法;完善科教结合、产学研、校企合作的协同育人模式,积极推进企业与高校的合作共建工作,增强合作深度和广度,完善企业考核体系和分配激励机制,调动发挥技术人员参与人才培养多主体合作的积极性。

#### 四、“新工科”建设和发展的思考与探索

1. 主辅修与本研贯通模式——“工程教育贯通体”。

(1) 以“复合”为导向,构建主辅贯通的人才培养模式。构建系列工科的“微专业”模式,如设计20个学分左右的专业核心课程,一方面是对传统专业升级改造的过程,另一方面又为其他门类或是工科其他专业学生提供辅修途径。如果一个学校有1/3学生开展了“微专业”辅修,则复合式人才培养的特色就可以得到很好的体现。浙大已实践23年的工程教育高级班、18年的创新创业管理强化班、13年的公共管理强化班,就是面向所有专业开设的辅修班,取得了良好的培养成效。浙大也曾开设“创新设计”辅修班,面向全校所有专业的大三学生开放选修课程,使不同学科背景的学生在课程训练中共同参与创新的科技设计,

跨学科交流、沟通和合作,与新加坡科技设计大学的教育合作也在推动中新两国的设计教学进程。

(2) 以“效率”为核心,构建本研贯通人才培养体系。本研贯通有几种模式:一是国内本科+国外硕士,如“2+2”或“2+3”等。二是国内本科+硕士,如立足于促进现有工科的交叉复合,设置“1+2.5+1.5”设计型工程人才培养模式,坚持校企联盟战略,由校企双方联合设立工程硕士双导师,共同承担学生的学习、实践指导工作,通过1年内校内通识基础教育,2.5年内校内综合工程教育+创新创业教育,1.5年企业实习及做毕业论文(毕业设计);又如设置“4+1”管理型工程师培养模式,修读工学学士,同时辅修或是双修管理学,再从管理学硕士出口;再如设置“4+2”国际组织工程师培养模式,修读外语学位,同时修读工学学士,再从相应的工学硕士出口等,从而打造工程学科专业的升级版,大力培养工程科技创新、产业创新、国际视野新型人才,服务于产业转型升级。

2. 浙大竺可桢学院交叉创新平台——“工程教育交叉体”。

浙江大学根据当前和未来社会科技发展趋势,结合新工科建设设想,充分发挥学科优势,以学科交叉为特色,开创了机器人+人工智能、金融+数学、计算机+大数据等三个双学位班,2016年已招生100人,受到社会、学生、家长和专家的高度认同,为培养在相关交叉领域具有国际视野的工程人才作出了积极探索。

(1) 机器人+人工智能:整合控制科学与工程、计算机科学与技术两大专业顶尖学科资源,注重基础知识与创新实践相结合、学术前沿与社会需求相结合,着重面向信息与自动化、计算机与人工智能等领域的科技前沿,培养具有深厚的理论技术基础、严密的逻辑推理能力、创新的动手实践能力、在机器人和人工智能交叉领域具有国际视野的卓越人才。

(2) 金融+数学:是依托经济学院和数学科学学院高水平的科研和教学团队开设的双学位交叉创新班。旨在采用与世界一流大学接轨的课程体系与培养模式,培养具有深厚的理科基础、扎实的现代金融理论、熟练的金融市场实务技能,具有全球视野的交叉复合型高级创新人才。学生将学习金融学专业和数学与应用数学专业的核心课程,具备复合运用金融学和数学方法解决重大金融工程问题和挑战理论难题的创新能力。学生完

成学业后将获得经济学和理学双学士学位。

(3) 计算机+大数据:为计算机科学与技术 and 统计学两大热门学科深度交融后开设的双学位高尖人才班。旨在培养具有深厚的理科基础、严密灵活的计算思维、熟练的数据分析技巧和强大的计算机运用能力之综合性人才。学生将通过学习计算机与统计学专业的基础课程,掌握基本的统计和计算方法,面向商业、社会网络、生物、医疗及交通等领域出现的各类大数据进行建模、分析和计算机模拟。毕业生或者致力于探索大数据时代提出的诸多理论挑战,或者在大数据公司担任分析师,解决重大的工程问题。

3. 工程教育专业委员会千生计划——“工程教育共同体”。

工程教育专业委员会千生计划是由中国高教学会工程教育专业委员会发起、浙江大学牵头、各大高校联动的共建大学生校企实践项目。该项目旨在通过征选全国范围内的制造业企业、科技型企业,打造共商、共建、共享的工程教育共同体,形成校企长期稳定合作关系,推动大学生实习实践工作,强化企业社会责任,拓宽企业人才引进渠道,探究产学研一体化联合培养人才新模式。

(1) 转变教育理念,构建“126”模式。千生计划始终坚持1个中心,即“以学生为中心”,融合校内和校外2个平台,动员教务、学院、带队教师、企业、车间、指导教师6个角色,建构“126”工程教育新结构。通过大一暑期为期1个月的认知实习、大二暑期为期2个月的生产实习以及大三至大四为期6个月的毕业设计,打造“126”工程实践全过程,稳步推进学生实践教学,进一步提高工程教育实践教学质量,提升工程人才能力素质。

(2) 多元主体参与,深化产学合作。通过校企联合制定培养目标和培养方案、共同建设课程与开发教程、共建实验室和实训实习基地、合作培养培训师资、合作开展研究等,鼓励行业企业参与到教育教学各个环节中,首批认定千生计划企业42家,实习生需求达3000人,将由企业提供食宿条件,暑期以安排一个月左右的实习为主,也可同步推进2个月左右、6个月左右的实习,推进“126”模式真正落地。

### 五、总结与展望

国家正在实施创新驱动发展、“中国制造2025”、“互联网+”、“网络强国”、“一带一路”等重大战略,建设与发展新工科已然成为当前社会产

业升级与发展的必然要求;成为提高国家未来竞争力,赢得全球市场竞争的重要途径;成为深化高校工程教育范式改革,满足国家产业经济发展的现实需求。新工科的研究与实践,更需要打破学科壁垒、越过专业藩篱、打通本研隔断、消除校企隔阂、激发师生热情,关注理论、机制、路径、模式、特征、特色、标准等综合研究,特别是关注实证研究与相关实践,关注教师和学生两个主体,做好专业论证和专业认定两个保证,充分发挥线上线下互动优势,强化高校、政府、企业等社会力量的协同育人功能,培养具有工程创新能力和适应未来变化能力的工程科技人才。

不断探索工程教育的贯通体、交叉体和共同体,面向当前和未来产业发展急需,主动优化学科专业布局,促进现有工科的交叉复合、工科与其他学科的交叉融合,积极发展新兴工科,拓展工科专业的内涵和建设重点,打造工程学科专业的升级版,大力培养工程科技创新和产业创新人才,服务产业转型升级,加快推进我国从工程教育大国走向工程教育强国。

#### 参 考 文 献

- [1] 魏江等:《创新驱动发展的总体格局、现实困境与政策走向》,《中国软科学》2015年第5期。
- [2] 李拓宇等:《面向“中国制造2025”的工程科技人才培养质量提升路径探析》,《高等工程教育研究》2015年第6期。
- [3] 余东华等:《新工业革命背景下“中国制造2025”的技术创新路径和产业选择研究》,《天津社会科学》2015年第4期。
- [4] 《国务院关于印发“中国制造2025”的通知》,《中华人民共和国国务院公报》2015年第16期。
- [5] Mundial F E. The global competitiveness report 2013—2014. 2013.
- [6] 张家勇、张家智:《新世纪哈佛大学本科生课程改革及启示》,《比较教育研究》2006年第1期。
- [7] 张磊等:《研究型大学本科——研究生教育衔接模式探索》,《东南大学学报(哲学社会科学版)》2013年第4期。
- [8] 邹晓东、陈艾华:《面向协同创新的跨学科研究体系》,浙江大学出版社2014年版。
- [9] 许鹏奎、虞庐松:《我国高等工程教育的发展现状、问题及趋势分析》,《武汉理工大学学报(社会科学版)》2013年第4期。
- [10] 王孙禹等:《国家创新之路与高等工程教育改革新进程》,《高等工程教育研究》2013年第1期。
- [11] 张海水:《工程技术人员人力资源现状、问题及对策》,《中国商贸》2013年第35期。
- [12] 国务院学位委员会办公室:《博士生培养纵横谈》,河南大学出版社1998年版。
- [13] 毛峡等:《“本—研一体化”实验教学模式的研讨》,《实验室研究与探索》2009年第4期。
- [14] 卢晓东、王小玥:《变革双重低效率的博士生学制初探》,《中国高等教育》2004年第2期。
- [15] 李飞等:《以科教融合、学科交叉提升工科人才培养质量》,《高等工程教育研究》2015年第4期。
- [16] 李拓宇等:《我国工科人才培养质量提升的机制探析》,《高等工程教育研究》2016年第4期。
- [17] 陆国栋:《一流本科是一流大学应有之义》,《中国大学教学》2016年第6期。
- [18] 魏江等:《创新驱动发展的总体格局、现实困境与政策走向》,《中国软科学》2015年第5期。

### Reflections of the Paths of Constructing and Developing Emerging Engineering Education

Lu Guodong, Li Tuoyu

The construction and development of 3E has become the realistic demands of social and economic development. It does not simply involves setting new majors and writing papers, it is more about breaking five bottlenecks, which are to break the barriers between disciplines, cross the barriers between different majors, remove the barriers between undergraduates and postgraduates, eliminate the gap between universities and enterprises, wake up the indifferent teachers and students. The basic path to construct and develop 3E is five “two”: paying attention to two subjects of teachers and students; focusing on cultivating the two kinds of abilities of engineering innovation and adapting to changes; making two guarantees of professional certification and identification; combing two spaces of online space and off-line space; coordinating two platforms of campus and off-campus. This paper puts forward the author’s initial thinking, that is to build interconnectivity, intersection and community of engineering education.