

新工科建设：强势打造“卓越计划”升级版

林 健

【摘 要】 作为“卓越计划”的升级版，新工科建设通过调整学科专业建设思路、拓展工程教育改革内涵，从八个方面对“卓越计划”的内涵进行丰富和加强，包括教育教学理念、学科专业结构、学科专业建设、人才培养模式、多方合作教育、实践创新平台、教师队伍建设和人才培养质量等。本文以新工科建设对“卓越计划”的拓展和提升为重点，依次对这八个方面进行讨论和分析并提出相关意见和建议，以期为相关院校开展新工科建设提供参考和借鉴。

【关键词】 新工科建设 卓越计划 教育理念 学科专业 培养模式 合作教育 实践创新 教师队伍 培养质量

【收稿日期】 2017年5月

【作者简介】 林健，清华大学教育研究院教授、公共管理学博士生导师。

“卓越工程师教育培养计划”（简称“卓越计划”）是为了贯彻落实国家一系列战略部署以及教育改革发展规划纲要而提出的一项高等教育重大改革计划^{[1][2]}，目前共有覆盖全国30个省市的208所高校的1257个本科专业点的20余万本科生和514个研究生专业点的近4万研究生参与。“卓越计划”自2010年启动至今，在人才培养模式改革、校企合作教育、工科教师队伍建设和工程教育面向世界等方面取得了令人瞩目的成果，部分高校毕业生就业率达100%，学生的实践能力、创新能力和综合素质明显提高。“卓越计划”的实施不仅引领了我国工程教育改革，也为我国高等教育改革起到重要的推动和示范作用，同时引起国际工程教育界的密切关注。

以新技术、新产业、新业态和新模式为特征的新经济的蓬勃发展、国家一系列重大战略的实施、我国产业转型升级和新旧动能转换、我国未来全球竞争力的提升等均对工程人才培养提出了新的更高的要求，要求面向产业、面向世界、面向未来建设新工科。事实上，新工科建设是在“卓越计划”已取得的工程教育改革成果的基础上，调整和转变学科专业建设思路，从适应产业需要转向满足产业需要和引领未来发展并重，拓展和提升工程教育改革内涵，将工程教育改革拓展到多学科交叉领域、提升到国家战略和未来发展的高度，按照这种新的学科专业建设思路和新的工程教育改

革内涵，继续深入实施“卓越计划”，强势打造“卓越计划”的升级版（也称2.0版）。

具体而言，作为“卓越计划”的升级版，新工科建设从八个方面对“卓越计划”的内涵进行丰富和加强，包括教育教学理念、学科专业结构、学科专业建设、人才培养模式、多方合作教育、实践创新平台、教师队伍建设和人才培养质量等。本文以新工科建设对“卓越计划”的拓展和提升为重点，依次对这八个方面进行讨论和分析并提出相关意见和建议，以期为相关院校开展新工科建设提供参考和借鉴。

一、教育教学理念

理念引导行动，高等学校的教育教学理念需要随着高等教育在经济社会发展中角色的转变和责任的加大而及时调整和更新，在新工科建设的整个过程中需要有新理念引导高校的具体行动，归纳起来，有四个理念。

1. “服务国家战略”理念。

主动服务国家提出的一系列重大战略是新工科建设的出发点。为了实现中国梦的总目标，国家提出了“五位一体”的总体布局、“四个全面”的战略布局、“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念、以及创新驱动发展、“一带一路”、“中国制造2025”、“互联网+”等重大战略。新工科建设就是要根据实现上述国家重大战略的需要，主动布局、设置、建设和发展相关新工科专业，培养各

种层次和类型的卓越工程科技人才。

2. “对接产业行业”理念。

主动对接并满足产业和行业需求是新工科建设的落脚点。产业结构的调整、转型升级,新旧增长动能的转换,新兴产业和新的产业形态的出现等,均急需培养一大批各种层次和类型的卓越工程科技人才,这正是新工科建设的目标所在。新工科建设就必须通过充分的市场和产业调研、分析和预测,积极应对产业的变化和发展,主动培养当前和未来产业、行业急需的工程人才。

3. “引领未来发展”理念。

引领产业行业未来发展是新工科建设的新起点。一方面,新工科建设通过对产业行业当前发展状况和未来发展环境的战略性分析,及时调整相关学科专业结构和建设方向,以此为新起点,提前培养各类卓越工程科技人才,引领当前产业行业的未来发展;另一方面,新工科建设通过多学科交叉融合、应用理科向工科延伸等形式,孕育产生新的工科专业,培育未来工程科技人才,促进新产业的形成并引领工科和未来产业的发展。

4. “以学生为中心”理念。

新工科建设的最终目的是培养各种层次和类型的卓越工程科技人才,因此,必须树立以学生为中心的理念,将其贯穿于人才培养的全过程。这一理念强调学生的学习成效和未来发展,要求围绕着学生的个性、兴趣和潜力开展教育教学工作,既要了解学生的个性特征,因材施教;又要培养学生的兴趣爱好,激发其探索未知的热情;还要挖掘学生的潜力,为其未来发展铺路搭桥。只有这样才能培养出满足新经济发展需要的既有个性、又能创新、还有潜力的卓越工程科技人才。

二、学科专业结构

新工科建设对“卓越计划”的最大拓展在于学科专业结构上。按照学科专业产生或形成的基础和构成要素划分,新工科的学科专业可以分为新型学科专业、新生学科专业和新兴学科专业三种类型,具有引领性、交融性、创新性、跨界性和发展性等几个特征,^[3]这三类学科专业构成了新工科学科专业的结构。

1. 新型学科专业。

新型学科专业是指为了满足传统产业转型、改造和升级对培养相应的工程人才的需要,对传统的、现有的学科专业进行转型、改造和升级而形成的新的学科专业。对传统和现有学科专业的转

型升级是基于新经济对传统工科专业人才培养的新要求,尤其是人工智能、大数据、云计算、物联网等新技术对传统和现有的学科专业的影响,需要从两方面探索这些学科专业转型、改造和升级的途径和方式:一是传统工科专业的信息化、数字化和智能化;二是其他学科对传统工科专业的介入渗透。

2. 新生学科专业。

新生学科专业是指为了满足产业当前和未来发展对培养引领未来技术和产业发展的人才的需要,由不同工程学科的交叉复合或由工程学科与其他学科的交叉融合而产生的新的学科专业。不同工科的交叉复合是现代产业发展的趋势,工科与理科、管理、经济、人文、医学、新闻、法律等其他学科的交融是现代产业发展的需要。新生学科专业的建设重点在于制定专业培养标准和培养方案,重组和优化课程体系和教学内容,构建实践创新教育教学体系以及教师队伍建设等。

3. 新兴学科专业。

新兴学科专业是指全新出现、前所未有的新的学科专业,主要指从其他非工科的学科门类,尤其是应用理科等一些基础学科,孕育、延伸和拓展出来的面向未来新技术和新产业发展的学科专业。近年来涌现的由基础学科孕育的新技术通过产业化后形成了新产业的现象,说明了以理科为代表的基础学科在引领未来技术、发展新兴产业以及形成和建设新兴学科专业上的重要作用,因此,需要探索理科在技术前沿的应用,推动应用理科向工科延伸,促进应用理科与其他学科领域的交叉融合。

三、学科专业建设

在学科专业建设上,新工科在“卓越计划”基础上的拓展主要有三方面:一是新工科的建设目标更聚焦;二是新工科需要有新型的学科专业建设平台;三是新工科需要建立学科专业的动态调整机制。

1. 学科专业建设目标。

从工程学科对国家经济社会发展应当承担的重大使命而言,新工科的建设和发展应该重点落脚在新工科专业建设及其人才培养上,因此,新工科学科专业建设的主要目标可以表述为:“主动布局、设置和建设服务国家战略、满足产业需求、面向未来发展的工程学科与专业,培养造就一批具有创新创业能力、动态适应能力、高素质的各类交

又复合型卓越工程科技人才”。^[3]这一目标应该适用于参与“卓越计划”的各种类型工科院校的所有新工科专业,只是不同专业对其培养的卓越工程科技人才可以在“创新创业能力”、“动态适应能力”、“高素质”及“交叉复合型”等上赋予不同的涵义。

总体而言,在上述三类新工科学科专业建设上要注重大数据、云计算、物联网、人工智能、虚拟现实、基因工程、核技术等新技术和智能制造、集成电路、空天海洋、生物医药、新材料等新产业对卓越工程科技人才的需求状况及变化趋势。

2. 学科专业建设平台。

“卓越计划”默认的学科专业建设平台是传统的院系实体模式,而新工科学科专业建设平台还可以是非实体模式。实体模式即按照传统的院系模式设立实体院系和组建新的工程学科、专业,其内部结构、管理方式与运行模式为人们所熟悉。非实体模式是一种新型的学科专业组织机构,按照新工科专业的构成要素和交叉融合的特征,由相关院系、学科和专业的教师以及校外兼职教师根据学科专业发展需要组成。非实体模式中教师的人事关系在原单位,只是根据新学科专业建设的需要在彼此之间建立起工作上的合作关系。

选择何种模式搭建学科专业建设平台取决于新学科专业的发展阶段和性质特征。在学科专业形成和建设初期,采取非实体模式有利于将新学科专业建设置于较高的起点上并提升其建设速度。对于由较多学科专业交叉融合形成的新学科专业,如果非实体机构难以挂靠在一个实体院系上,建立新的实体机构将有利于新学科专业的建设和发展。

学科专业建设平台还可以与校外产业部门、行业企业和科研院所等,本着优势互补、资源共享、互惠共赢的原则一道搭建,如成立产业化学院、未来学院等,这样既能够充分利用各种社会资源,又能够与合作方共同开展学科专业建设。

3. 学科专业动态调整机制。

新工科建设的理念及其目标使得其较“卓越计划”更需要建立学科专业动态调整机制。一方面,伴随着新经济的快速发展,新技术、新产业、新业态和新模式调整和迭代的周期将不断缩短,国家和产业未来对新工科专业及其人才培养的要求变化将成为常态;另一方面,随着开放的全球高等教育人才市场竞争的日趋激烈,高校必须经常性

地分析本校新工科专业在人才市场上的优势和不足、机遇和挑战,明确新工科专业建设的努力方向。因此,高校需要建立面向产业发展和提升专业竞争力的新工科学科专业的动态调整机制。

学科专业的动态调整需要做好三方面工作。一是高校需要聚焦服务面向区域,研究当前产业行业发展的特征和规律,预测未来产业行业发展方向和趋势,以准确把握产业行业当前和未来发展对工程人才需求的动态变化;二是高校需要经常性地开展新工科专业建设及其人才培养的外部宏观环境和内部条件分析,以明晰新工科学科专业在竞争市场中的状况;三是及时调整新工科学科专业设置,修改或完善人才培养方向、目标、标准、方案、模式以及课程和教学内容等,从而保证所培养的工程科技人才不会滞后而是超前于国家和产业发展对新工科人才的要求。

四、人才培养模式

为了落实新工科建设的教育教学理念,满足产业对人才多样化、个性化和动态变化的需求,在“卓越计划”的基础上,新工科建设在人才培养模式改革上有新的要求,重点在专业培养方案、本研贯通培养人才、课程体系和教学内容以及教育教学方式上。

1. 制定多学科交融、柔性化的专业培养方案。

“卓越计划”专业培养方案是参与高校从专业培养角度对卓越工程人才培养提出的系统完整的具体要求和实施措施,要反映参与高校对“卓越计划”创新理念的理解和落实,包括培养目标、培养标准、标准细化、课程体系改革重组、教学内容更新、教学方法改革、培养标准实现矩阵、企业培养方案、教学计划、教师队伍、质量保障体系等。^{[4][5]}在此基础上,新工科专业的培养方案要强调多学科交融和柔性化。

多学科交叉融合是新工科专业最主要的特征之一,每个新工科专业需要制定能够支持本专业培养目标实现的多学科交叉融合的专业培养方案。专业培养方案的制定需要重点从以下几方面着手:① 在前述新工科学科专业建设主要目标的基础上,提出本专业具有多学科特征的人才培养目标;② 制定落实人才培养目标的具体、清晰的体现多学科交叉融合特征的专业培养标准;③ 根据专业培养标准的要求设置课程、明确课程目标、选择和组织支持课程目标实现的课程内容、建立

课程体系;④采取与多学科交融教学内容相适应的教学方式;⑤制定具体的教学计划;⑥确定能够有效衡量专业培养标准实现情况的质量评价方式。

多样化的未来人才需求、动态变化的产业发展以及个性化的人才培养等要求新工科专业的培养方案是柔性化的。专业培养方案的柔性主要表现在以下两方面:①能够用同一方案培养出不同类型的卓越工程师后备人才,如通过课程的组合、专业方向的选择和培养计划的制定可以培养出诸如技术工程师、企业工程师或社会工程师等后备人才;②允许学生根据自己的专业兴趣和职业规划自主组合课程、自主制定培养计划、自主构建新专业,以充分发挥学生的天赋和特长,实现真正意义上的个性化人才培养。柔性化的专业培养方案不仅需要丰富多样的课程和教学资源,包括允许学生自主在全校范围内选择课程,还需要有教师的指导和支持。

2. 本研贯通培养人才。

为了保证有足够的企业学习时间,“卓越计划”要求本科、硕士和博士三个阶段严格执行三段制,即要求一个阶段完成之后才能进入下一阶段的学习。出于以下三方面原因,新工科建设尝试采取多种模式打通本研培养:一是为了统筹安排本研阶段的课程,加强通识教育和基础教育,提高人才培养效率,扩大学生从业适应面;二是为了支持学生专业复合、鼓励学科交叉、提倡主辅并重,形成多渠道的发展路径;三是仅有本科教育已经不能满足相当一些新产业和未来产业对工程人才的要求。

本研贯通培养人才应该以本科+硕士为主,需要做好三方面工作。①本研贯通人才培养的知识结构、课程体系、培养模式和学分要求;②本科与研究生阶段相关专业或不同专业核心知识、多种能力和综合素质要求的有效衔接;③适应不同专业培养方案的选课体系的建立和不同专业间的学分互认机制的完善。

3. 改革课程体系和教学内容。

“卓越计划”对课程体系的模块化、课程体系的改革重组和优化以及教学内容的改革和更新等均提出了基本原理和具体明确且可操作的方法和措施,^[6]需要在新工科建设过程中继续落实。

针对新工科专业的多学科交叉融合的特征和对新工科专业卓越工程科技人才在知识、能力和

素质上更高的要求,在课程体系和教学内容改革方面还需要做好以下三方面工作。①注重通识教育对专业教育的基础和支撑作用,整合重组和优化通识教育课程体系,以支持多学科交叉融合的专业教育的开展;②注重体现多学科交叉融合的新的专业课程的建设,以培养学生的跨学科思维和跨界整合能力;③注重将新工科学科前沿知识和相关学科交叉知识、原理和方法融入专业教育课程体系,以开拓学生的视野,培养学生的未来能力。

4. 创新教育教学方法。

“卓越计划”大力推行基于问题的探究式学习、基于案例的讨论式学习和基于项目的参与式学习等研究性学习方法,对于学生知识的获取、应用和创新、工程能力的培养和提高、社会能力的培养和提高以及综合素质的养成和提升具有明显的成效。^[7]

随着“互联网+”、信息技术和优质在线教育资源的发展,为创新工程教育教学方法创造了极佳的条件,需要在新工科专业人才培养中予以充分利用。首先,在“互联网+”环境下,一方面充分运用各种优质在线教育资源,另一方面将混合式教学等教学方式与研究性学习相结合,以最大限度地发挥线上线下、课内课外以及教师、学生在教与学上的作用。其次,充分运用3D网络环境、增强现实和虚拟仿真、人工智能等信息技术支持研究性学习,通过增强信息、身临其境、加深理解等提高研究性学习的教学效率和效果。

五、多方合作教育

合作教育对卓越工程科技人才培养至关重要,在“卓越计划”中的合作教育主要指校企合作,它不仅是“卓越计划”的基本原则和主要特点,也是“卓越计划”成功的关键。^[2]新工科建设分别从三个方面增加、拓展和提升了“卓越计划”合作教育的内涵,即增加校内的跨学科专业合作教育、拓展校外合作教育到政产学研、提升国际合作教育的内涵。

1. 跨学科专业合作教育。

不论学科专业建设平台是采取实体还是非实体模式,新工科建设仍然需要开展跨学科专业合作教育,这是新工科的交融性特征所决定的,也是“卓越计划”不专门强调的。跨学科专业合作教育是指在新工科学科专业建设平台上相关院系和学科专业开展的旨在培养新工科专业卓越工程科技

人才的合作教育教学活动。

跨学科专业合作教育的开展需要做好以下几项工作。首先,合作对象的选择:主要考虑与新工科专业构成要素相关的院系、学科和专业,涉及工程学科、自然科学、数学、人文学科和社会学科等多个领域。其次,合作关系的建立:需要通过合作团队和合作方式的建立打破不同学科领域固有的界限,形成体现多学科交叉融合的工程人才培养合作模式。第三,合作内容的确定:主要包括跨学科专业课程的建设、跨学科专业合作学习、跨学科专业教师队伍建设、解决复杂工程问题能力的培养等。第四,教育资源的共享:基于资源共享和可持续发展的原则,建立跨院系、跨学科、跨专业的教育教学资源的整合、共享和发展机制,既提高资源的使用效率,又保证资源的更新发展。第五,政策制度的建设:学校层面需要通过制定政策和形成制度,从任务要求、组织保障、经费投入、管理模式和考核评价等方面支持、激励和保障跨学科合作教育教学活动的开展并取得实质性成效。

2. 政产学研合作教育。

基于学科专业的特征分析,政产学研分别是工程教育的不同利益主体,因此,新工科专业在校外的合作教育必须从“卓越计划”单纯的校企双方合作,拓展到以校企合作为主并加强高校与政府和科研院所合作的政产学研多方合作。

中央政府和地方政府通过政策措施分别影响着全国和地方的产业发展布局、方向、结构、速度和规模。高校与政府开展合作教育的作用有二:一是通过培养产业需要的工程人才支持政府产业政策措施的贯彻落实,促进产业的发展;二是通过未来工科学科专业的建设和引领未来产业发展方向来影响政府产业政策措施的制定。

产业或企业在工程人才培养上的重要作用主要在于其具备高校所没有的以下条件:①能够准确把握社会对工程人才的需求;②拥有最先进的生产设备和制造技术;③拥有一批经验丰富的工程技术人员;④具有真实的工程实践和创新环境;⑤拥有完整的先进企业文化的学习氛围。^[8]高校与产业或企业开展合作教育正是要发挥企业这些优势。

与新产业相关的科研院所具备研究新技术和发展新产业的研究人员、技术设备和环境条件,对新产业的未来发展有深入的研究并积累了相关的资料信息,这些是新工科学科专业建设所需要的,

也有利于新工科专业卓越工程科技人才的培养,正是高校与科研院所开展合作教育的目的所在。

总体而言,政产学研合作教育的主要目标是:协调多利益主体的关系,争取各种社会教育资源,构建政校协同、产学研融合、校企合作、科教结合的新工科专业协同育人模式和多主体参与的卓越工程科技人才培养共同体。

3. 国际合作教育。

国际合作教育由两部分组成:国际合作办学和国际产学研合作教育。高校在开展新工科专业建设过程中可能面临三方面的主要问题和困难:教育教学资源、核心课程建设、教师队伍建设等。因此,国际合作办学的主要目标在于借助发达国家一流教育资源、课程资源和师资条件来建设和发展我国高校的新工科学科专业。

国际产学研合作教育要注重与产业发展和新技术研发处于全球领先地位的国际企业和研究机构的合作,以了解国际工程技术发展水平、掌握全球新技术和新产业发展态势、清楚全球行业企业走向和新工科专业人才需求状况等,从而调整专业设置、培养目标、培养规格,改革人才培养模式、课程体系、教学内容和教学方式,提高我国工程教育面向未来的国际竞争力和影响力。

六、实践创新平台

构建实践创新平台,培养学生的实践能力和创新能力,既是“卓越计划”所强调的,也是新工科建设应该继续予以重视的,需要从构建创新创业教育平台和工程实践教育体系两方面入手。

1. 创新创业教育平台。

创新创业能力是新工科专业培养的卓越工程科技人才的核心能力,在“卓越计划”强调创新能力培养的基础上,^[9]还应该从以下三个方面继续打造创新创业教育平台,加强新工科卓越工程科技人才创新创业能力的培养。

(1)完善创新创业教育课程体系建设,改进教学方式和教学手段。一方面,设置学科前沿课程、综合性课程、创业引导课程、问题导向课程、交叉学科研讨课程;另一方面,建立以问题和课题为导向的教育模式,倡导研究性学习和挑战性学习,因材施教,注重提高学生的探究兴趣、创新意识和学习成效。

(2)建立面向新工科专业学生开展创意、创新、创业“三创融合”活动的支撑服务平台。通过建立支持基础工程综合能力训练、系统性创新思

维训练、创意原型产品开发和科技成果产业化等三创生态系统,向学生提供全方位的创意实现服务,鼓励学生跨界学习、交叉合作、面向未来、挑战学科前沿问题,支持学生实现创意设计、形成新产品、产业化创新成果。

(3) 支持创新创业训练项目、打造学科竞赛平台、参与全国创新创业大赛。高校要积极支持学生参与国家级大学生创新创业训练计划,承担创新训练项目、创业训练项目和创业实践项目,增强学生的创新精神和在创新基础上的创业意识。在创新创业训练的基础上,高校要打造学科竞赛平台,通过科学合理的竞赛激励机制的建立,充分调动学生参与学科竞赛的积极性,将其作为学生实践能力、创新精神和创新能力培养的有效载体。在学科竞赛的基础上,高校要组织学生积极参与全国大学生创新创业大赛,将其作为深化创新创业教育改革的重要抓手,切实提高新工科专业学生的创新精神、创业意识和创新能力,推动高校创新创业教育水平的提升。

2. 工程实践教育体系。

实践是工程的本质,实践是创新的基础,实践促进创新,工程实践教育体系是卓越工程科技人才创新能力培养的基础性平台。与“卓越计划”不同的是,由于学科专业的“新”,使得构建新工科专业工程实践教育体系将面临着实践教育资源严重不足的问题:一是高校用于开展专业实践的设施、条件、场地和指导教师不足;二是社会能够提供给新工科专业开展工程实践教育的仪器、设备、场所以及高级工程技术人员也不足。

构建面向新工科的工程实践教育体系需要从以下几方面入手:一是高校层面在经费投入、政策配套、教师激励等方面予以倾斜,支持新工科专业需要的专业实验室的建设和学校工程训练中心的拓展;二是高校加强与在新技术和新产业领域领先企业的合作,建立针对本校新工科专业的校外工程实践教育基地;三是国家通过政策和激励措施,在全国范围吸引和遴选大型企业、创新企业和高科技企业,建立国家级工程实践教育中心,为众多高校提供新工科专业工程实践教育平台。

七、教师队伍建设

教师队伍建设是学科专业建设和人才培养的关键,新工科建设需要一支在知识、能力、经历、素质等方面均能够胜任学科专业建设和卓越工程科技人才培养工作的教师队伍。在教师队伍建设

上,新工科建设与“卓越计划”的主要区别源于新工科专业的学科交融特征,因此需要研究多学科交叉融合的新工科专业对教师的要求、教师队伍建设路径以及教师的评价和激励。

1. 新工科对教师的要求。

“卓越计划”将“大学教师+准工程师=工科教师”的模式作为对从事卓越工程师培养工作的教师的总体要求。^[10]具体而言,“卓越计划”要求参与高校建设一支知识渊博、工程经验丰富、工程能力强、教学水平高、综合素质好的工科教师队伍。^[10]

新工科对教师的任职要求应该在“卓越计划”要求的基础上强调多学科专业的交叉融合和学科专业的产业性。首先,在知识面上,不仅要拓展到除了所承担教学任务之外的所有相关课程和学科专业上,还要关注一些新兴、交叉和前沿学科,尤其是与本学科专业领域相关的新技术、新产业的出现和发展。其次,在产业经历上,要求了解新技术和先进工程设备的使用,掌握应对新产业问题的有效方式,积累解决各类前沿问题的经验,与产业界和企业保持密切的合作关系。第三,在产业能力上,除了具备设计开发、技术创新和科学研究能力外,还要具备运用多学科知识、原理和方法解决复杂工程问题的能力,以及应对、挑战和处理未来问题的能力。在教学水平上,不仅对工程教育理念、教育研究能力、教学学术水平、实践教学能力有要求,还要强调“互联网+”平台和信息技术的应用。在综合素质上,重点要强调敬业精神和职业道德,要成为学生道德品质修养的榜样、精神文明的典范和举手投足的楷模。

2. 教师队伍建设路径。

新工科专业教师队伍建设也应该采取引进和兼职相结合的方式。从整个教师队伍建设的角度考虑,在引进专职教师和聘请兼职教师时要注重教师学科背景的交叉性、知识结构的互补性、年龄结构的合理性、学缘结构的多元性、工作经历的多样性等。此外,在引进专职青年教师时还要关注每位教师的可塑性和发展潜力,这对于处于不断变化中的新工科学科和专业建设具有长远的意义。

每位教师的引进均应在学科建设、专业发展、人才培养和学术研究上有明确的任务要求,同时要制定清晰的职业发展规划,包括在职培养、企业顶岗、院所挂职等,以有计划地培养和提升教师的

职业胜任力。需要强调的是,不论采取何种方式提升教师的能力和素质,均必须有明确的针对性,一方面要针对其所承担的任务和职责的需要,另一方面针对其在教师要求上的不足。还需要注意的是,教师去顶岗和挂职的行业企业和科研院所应该优先考虑国内外与新工科学科专业相关的、在产业和行业发展处于领先地位的高新技术企业、产业领域的龙头企业和具有国际水准的科研院所。

3. 教师的评价和激励。

从人力资源开发和管理的角度,对新工科专业教师的评价和激励是促进教师队伍建设的有效手段,需要根据不同类型院校和新工科学科专业的特点,制定教师评价标准和教师激励政策。

对教师的考核与评价需要注重两点:一是考核评价标准是基于在任职要求基础上制定的聘期目标和任务要求,这些目标要求应该与新工科学科专业建设的总体目标和阶段任务相一致;二是应该将考核评价作为绩效管理的一个环节,注重期中评价,通过及时反馈评价结果、分析绩效不佳的原因、提供帮助解决问题,改进和提高教师绩效。事实上,教师绩效提升的过程就是其职业胜任力提升的过程。

对教师的激励在于充分调动教师投入新工科专业建设的积极性和主动性。从教师队伍建设的角度出发,激励教师重视和投入新工科学科专业建设和卓越工程科技人才培养的激励政策和措施应该主要在四个方面:到产业界丰富产业实践经验、培养多学科交叉融合能力、提高复杂工程问题解决能力、形成应对处理未来问题的能力等。激励政策和措施的制定应该立足于教师的长远发展,即教师经历、能力和素质的提高,而不是教师短期工作任务的完成,更不是单纯工作量的追求。

八、人才培养质量

新工科建设的最终落脚点是在人才培养上,因此,要立足国际工程教育发展前沿,以面向未来和领跑世界为目标追求,重塑人才培养质量观,提出新工科专业人才培养的质量标准,开展行之有效的人才培养质量评价,以保障培养出的卓越工程科技人才满足新经济发展的需要。

1. 重塑人才培养质量观。

新工科专业人才培养质量应该树立三个观念:以学生为中心、重视过程管理、强调持续改进。^[11]

以学生为中心是提高人才培养质量的保证,包含两层涵义:一是以人才培养目标为中心,满足新经济对人才培养质量的要求;二是充分尊重学生的个体需求,注重因材施教,满足社会对人才需求的多样化。

教育教学过程是不断逼近质量标准的过程,过程管理是质量保障的关键。重视过程管理强调从以往只关注“教学”过程,即课堂教学转向重视“教育”过程,即课内外教育。因此,要将各种有计划有组织的课外教育教学活动纳入过程管理的范畴。

持续改进是质量保障的永恒要求,强调持续改进遵循的是“没有最好、只有更好”这样一个客观事物发展规律,说明在人才培养的各个方面均存在进一步改进和完善的空间,要重视人才培养质量的不断提升。

2. 人才培养质量标准。

新工科专业应该沿用类似“卓越计划”提出的由国家标准、行业标准和学校标准三级标准构成的质量标准体系,^[12]只是需要将其中的“行业标准”用“产业标准”替代,并在知识、能力和素质上做如下的补充或拓展。

学科知识方面:多学科交叉复合知识、新工科领域前沿知识。

专业能力方面:复杂工程问题解决能力、非结构化解决问题的能力。

非专业能力方面:创新创业能力、多学科团队的协作能力、研究和创造能力、数字化能力、工程领导力、动态适应能力、全球胜任力。

综合素质方面:工程伦理、社会意识、家国情怀、全球视野、批判性思维、跨学科和系统思维。

3. 人才培养质量评价。

新工科专业人才培养质量评价需要重视两方面工作:一是将过去的以“结果评价为主”向“过程与结果评价结合”转变,这不仅能激励学生加大学习过程中的投入,而且也利于及时发现和解决质量问题;二是将校内评价与外部评价相结合,以获得更加全面、客观公正的评价意见。

与此同时,人才培养质量评价工作还要注意三点:一是评价主体多元化,即应该由来自校内外对人才培养质量有着不同诉求的多主体从多角度对人才培养质量进行评价;二是评价方法的针对性,即要避免采取简单或单一的方法,而要针对每个教学环节的目标要求,采用能够准确有效地评

价人才培养质量的评价方法;三是评价结果的使用,即要将评价结果及时地用于质量持续改进,而不是束之高阁。

新工科建设从上述八个方面对“卓越计划”进行了拓展和提升,是在国家经济社会发展的新形势下和对全球经济未来发展态势的研判下,对“卓越计划”理念、目标、要求和任务等的整体性升级。正如当初推进“卓越计划”实施那样,新工科建设也需要研究、实践、再研究、再实践的逐渐完善和不断深入的过程,需要各级政府、产业行业和高等学校的密切合作和共同努力,需要校内多学科专业的协调合作。但也一定会如实施多年后的“卓越计划”那样,新工科建设将有力地推进我国从工程教育大国迈向工程教育强国,进而影响国际工程教育的改革与发展。

参 考 文 献

- [1] 林健:《谈实施“卓越工程师培养计划”引发的若干变革》,《中国高等教育》2010年第17期。
[2] 林健:《卓越工程师培养——工程教育系统性改革研究》,清

华大学出版社2013年版。

- [3] 林健:《面向未来的中国新工科建设》,《清华大学教育研究》2017年第2期。
[4] 林健:《“卓越工程师教育培养计划”专业培养方案研究》,《清华大学教育研究》2011年第2期。
[5] 林健:《“卓越工程师教育培养计划”专业培养方案再研究》,《高等工程教育研究》2011年第4期。
[6] 林健:《面向卓越工程师培养的课程体系和教学内容改革》,《高等工程教育研究》2011年第5期。
[7] 林健:《面向卓越工程师培养的研究性学习》,《高等工程教育研究》2011年第6期。
[8] 林健:《校企全程合作培养卓越工程师》,《高等工程教育研究》2012年第3期。
[9] 林健:《卓越工程师创新能力的培养》,《高等工程教育研究》2012年第5期。
[10] 林健:《胜任卓越工程师培养的工科教师队伍建设》,《高等工程教育研究》2012年第1期。
[11] 林健:《卓越工程师培养的质量保障(上)》,《高等工程教育研究》2013年第1期。
[12] 林健:《“卓越工程师教育培养计划”通用标准诠释》,《高等工程教育研究》2014年第1期。

New Engineering Disciplines Construction: A Updated Version of “the Plan for Educating and Training Outstanding Engineering” with a Strong Effort

Lin Jian

As a updated version of “the Plan for Educating and Training Outstanding Engineering” (PE-TOE), new engineering disciplines (NEDs) construction, by adjusting discipline construction idea and expanding the connotation of engineering education reform, enriches and strengthens PETOE from eight aspects, including the ideas of education and teaching, the structure of the discipline and major, the construction of discipline and major, talent training mode, cooperative education with multi-agents, the platform for practice and innovation, teachers team construction and talent training quality, etc. Focusing on the expansion and promotion of PETOE, this paper discusses and analyzes the eight aspects in turn and puts forward relevant opinions and suggestions, in order to provide the reference for NEDs constructions in relevant high education institutes.