

引领高等教育改革的新工科建设

□ 林 健

新工科建设目标应该“舍近求远”。

新工科培养的人才要“德才兼备”。

新工科建设要坚持“扎根中国”。

新工科建设是应对新经济的挑战,从服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展的高度,在“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”)的基础上,提出的一项持续深化工程教育的重大行动计划。新工科建设具有反映时代特征、内涵新且丰富、多学科交融、多主体参与、涉及面广等特点。对新工科建设核心概念、内涵和要求的准确把握以及本质问题的深刻理解是新工科建设得以顺利开展的关键。

新工科的“新”是一个广义的、动态的概念

新工科的“新”是一个广义的概念,大致可以从“存量更新”和“增量补充”两方面来看待。在新工科的三类学科专业中,新型工科专业属于“存量更新”,新生和新兴工科专业属于“增量补充”。新型工科专业是针对传统的、现有的工科专业这些“存量”,面向产业未来发展需要,通过信息化、智能化或其他学科的渗透而转型、改造和升级即“更新”成的。新型学科专业的“新”可以体现在人才培养全过程的主要环节的改革、变化和发展。作为新工科的“增量补充”,新生和新兴工科专业的设置是为了提前布局培养引领未来技术和产业发展的人才,需要在对国家及产业未来需求和发展方向的准确把握基础上,通过科学缜密的可行性分析论证后慎重作出。因此,在新工科建设过程中,应该同时做好“存量更新”和“增量补充”两方面工作,而不能片面地追求建设全新的工程学科和专业,忽视了对本校传统优势工科专业的转型升级。

新工科的“新”还是一个动态的概念,即对工程学科和专业的建设工作要求持续改进,对卓越工程科技

人才培养的内涵要求不断更新,以使得工程学科、专业和人才培养始终处于“新”的状态。为了贯彻落实新工科的教育教学理念,新工科专业必须及时地调整培养目标、修订培养标准和培养方案、创新培养模式、改革课程体系、更新教学内容、调整专业设置和方向,使这些工作成为常态。只有这样,才能使得新工科专业培养的人才始终满足当前和未来产业发展的需要,甚至引领产业未来的发展。

根据人才市场的需求变化,及时地更新学科专业内涵、增设新专业,持续不断地改进人才培养工作,保持学科和专业始终处于“新”的状态,等等,这些应该落实到高等教育中所有学科专业建设和人才培养工作中。

新工科不是“纯”工科

面向未来的新工科所担负的责任远远超越了传统工程领域的范畴。首先,新工科要解决复杂工程问题。这些问题边界不清、具有较高的综合性、涉及相互冲突的多种因素、超越现有工程标准和规范、传统的方法难以解决,需要协调相关各方利益、运用多学科知识、具备创新能力。其次,新工科要面对经济社会问题。工程师在解决各种工程问题的同时要面对错综复杂的经济社会问题,需要系统地协调经济、社会、政治、环境、伦理等多方面因素,需要有“大工程观”,才能成为称职的工程师。第三,新工科要迎接未来发展问题。面向未来是新工科建设的主要目标,未来发展问题的难以预测性、不确定性和动态复杂性对新工科建设的理念、思路、模式和路径有突破性影响,要求新工科培养出超越现实、面向未来、动态适应的卓越工

程科技人才。

以上分析可见,新工科所担负的责任使得其不是“纯”工科。从学科专业构成角度,新工科必须突破现有工科门类和专业的划分,重视不同工程学科专业之间的交叉和融合,使之能够胜任各种复杂工程问题的解决。从学科专业内涵角度,新工科必须突破现有工科的界定,重视理科、管理、经济、法律、新闻、医学等其他非工科门类学科对工科的介入渗透,使之能够在处理工程问题的同时解决好各种经济社会问题。从学科专业发展角度,新工科要立足于长远和未来,突破各种思维定式,在更大的学科空间、专业空间、问题空间、社会空间和思路空间中去建设和发展新工科,使之能够应对各种未来问题。

新工科建设目标应该“舍近求远”

不论是国家战略、产业发展,还是经济全球化,对工程人才的需求都不是当下的,而是未来的需要,因此,新工科建设的目标应该“舍近求远”。

注重“舍近求远”是对新经济发展特征的积极回应。新技术、新产业、新业态、新模式的更新和迭代周期将越来越短,产业和行业对工程人才要求的变化频率也将加快,如果只瞄准当前人才市场的需要,那么,不可缩短的学科专业建设和人才培养周期将使得工程专业毕业生严重滞后于产业和行业的需要。因此,面向长远发展需要、面向未来产业需求,才能使新工科专业培养的人才超前于市场需求并能够引领未来产业发展。

当前一些高校的毕业生得不到市场充分的接受和认可,反映出这些高校的相关学科专业没有及时调整、人才培养目标定位脱离未来需要、课程设置和教学内容过于陈旧等,这些问题的关键往往在于在这些学科专业设置和人才培养上没有“舍近求远”。

新工科培养的人才要“德才兼备”

在民族复兴、国家强盛的实现中国梦之路上,工程师肩负着重要的历史使命和社会责任,他们不仅要有过硬的专业能力和创造力,更需要热爱祖国、忠于人民、心系民族复兴、具备家国情怀。因此,新工科在建设一流专业、一流工程教育的过程中要注重立德树,培养德学兼修、德才兼备的一流工程科技人才。

德才兼备的一流工程科技人才要具备引领未来产

业发展的能力和素质。除了“卓越计划”规定的质量标准外,新工科专业培养的人才在知识、能力和素质上的要求要做如下拓展。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。

从高等教育整体发展角度看,强调德才兼备是新时代对高等教育人才培养的总体要求,具备引领未来产业和行业发展能力是新经济对高等教育人才培养的核心能力要求。

新工科专业的建设路径

学科和专业之间存在相互依附、相互影响和协同发展的关系:学科建设为专业建设提供知识体系支撑,是专业发展的重要基础;专业建设是学科建设的重要方面,专业是学科建设承载的实现人才培养功能的平台,人才培养质量的高低取决于学科发展的水平,高质量的人才培养又促进了学科发展水平的提升。但是,学科是现代高等教育的重要基础,是现代大学存在的逻辑起点,大学是围绕学科构建起来的。人们普遍认同的学科、专业和人才培养三者之间的逻辑关系是:先有学科、再有专业、最后培养人才。也就是说,高校普遍遵循“设置院系——开设专业——培养人才”这样一个路径开启人才培养工作。不难看出,迄今为止的专业建设和人才培养是以学科建设为基础。

然而,在新工科建设过程中,上述认同和路径可能被打破。在新经济环境下,新型学科专业的建设路径将是:“预测未来人才市场需求——改造升级现有专业——调整完善现有学科”;新兴和新生学科专业的建设路径将是:“预测未来人才市场需求——学科建设与专业建设同步进行”;新兴学科专业可以在非实体的组织架构上建设,而不一定设置实体院系,以提高其动态适应性;只有这样,新工科建设才能够及时或超前地为未来产业和行业发展培养出卓越工程科技人才。

从单纯“以学科为基础”向注重“以市场为导向”的转变,应该成为高校各类学科专业人才培养的共识,这不仅是经济社会发展对高等教育提出的要求,也是高

等教育引领社会进步所必须承担的责任和义务。

新工科建设注重“模式创新”

在工程人才培养的各个方面,新工科建设注重培养模式的创新。首先,建立和完善政产学研等多主体协同育人模式,推进政校合作、产学研、校企合作、科教结合、国际合作等协同育人体制机制改革。其次,推动高校组织创新;探索建设高校与行业企业共建共管的产业化学院;探索建设集教育、培训、研发于一体的共享型协同育人实践平台。第三,探索多学科交叉融合的工程人才培养模式;建立跨学科交融的新型组织机构;开始跨学科课程,探索面向复杂工程问题的课程和教学模式;组建跨学科教学团队,推进跨学科合作学习。第四,强化工程人才的创新创业能力培养;通过完善课程体系、搭建基地平台,组织活动竞赛,完善工程人才“创意、创新、创业”教育体系。第五,探索个性化人才培养模式;鼓励学生在教师指导下自主规划职业发展,允许学生根据自己的兴趣选择专业和自由组合课程。第六,针对产业对高层次工程科技人才的需求,探索本研分段连续培养模式,包括不同阶段的学习目标、知识结构、课程体系、培养方式、学习成果评价等。第七,推进信息技术与工程教育的深度融合;通过充分运用各种优质在线教育资源,改革教育教学方式方法,提高工程教育效率和教学效果。

新工科建设所强调的以上几方面人才培养模式的创新不仅适用于工程教育领域,而且也适用于科学教育和人文教育领域,尤其是那些直面经济社会发展、具有广泛应用前景的学科专业,如法律、医学、教师、新闻传媒等。

新工科建设强调“分类开展”

新工科建设涉及所有设置工科专业的各类院校,这项行动计划的实施应该根据这些高校的类型,有重点、有区别地开展。根据高校的类型定位和服务面向,分类开展新工科建设对工程人才培养和高校的发展具有如下的重要意义:一是能够更好地满足不同产业、不同区域、不同企业对不同层次、不同类型工程人才多样化的需求;二是能够更好地发挥不同类型高校的办学优势和人才培养特色,培养出高水平的工程人才;三是能够推进不同类型高校之间的合作和协同发

展,避免“千军万马走独木桥”的恶性竞争的现象;四是能够在同类型高校之间展开资源能力相当、基于同一起跑线、有利于相互鞭策的良性竞争,从而促进高校的发展。

根据新工科建设和人才培养的需要,可以将高校分为优势工科高校、综合性高校、行业性高校和一般地方高校四种类型。优势工科高校要在工程科技创新和产业创新上发挥主体作用;综合性高校要在催生新技术和孕育新产业方面发挥引领作用;行业性高校要在相关行业产业的转型升级和引领行业产业发展上发挥核心作用;一般地方高校要在区域经济发展和区域产业转型升级上发挥支撑作用。显然,不同类型的高校应该有衡量其新工科建设的不同标准,包括学科建设、专业建设和人才培养等方面,重点应该落脚在人才培养质量标准。这些质量标准是各类高校开展新工科建设的行动指南和实现新工科建设预期目标的基础。但不论何种类型高校的新工科建设,均应该遵循三项原则:针对服务面向、发挥整体优势、突出培养特色。

作为高等教育大国,全国性的高等教育行动计划均应该强调“分类”开展或实施,这方面的重要性不仅因为我国有为数众多的高等学校,更是由于我国有广泛、多样、大量的各类人才需求,这对于我国构建完整的、多元的、“适销对路”的人才培养体系至关重要。

新工科建设要坚持“扎根中国”

面向产业、面向世界、面向未来的新工科建设要坚持“扎根中国”。这里“产业”是指中国当前和未来的产业,“世界”是指与中国经济发展密切相关的外部世界,“未来”是指中国经济社会发展的未来需要,因此,新经济的建设必须扎根在中国的土壤和环境中。

中国经济所取得的举世瞩目的巨大成就充分增强了扎根中国开展新工科建设的道路自信。我国经济长期以来发展迅速,其中实体经济贡献显著,在以高铁、航空、航天为代表的诸多领域所取得的成就正是对我国工程教育培养出的工程科技人才在水平和质量上的充分肯定,也充分说明了只有立足中国现实国情、自觉服务中国经济、面向中国未来需要,才是中国工程教育改革和发展必须选择的道路。

中国工程教育改革和发展所取得的成就充分增强了扎根中国开展新工科建设的制度自信。中国已经

建成了全球最大的工程教育体系:层次分明、类型多样、专业齐全、每年工科毕业生占世界总数的1/3以上;2010年启动的“卓越计划”不仅极大地促进中国工程教育系统性改革,而且对中国高等教育改革和发展也产生了重要影响,引起了国际工程教育界的高度关注;600余所高校与国内外知名企业合作办学,逐步建立起高校与行业企业协同育人机制;2016年中国成为《华盛顿协议》组织的正式成员,标志着中国工程教育质量认证体系实现了国际实质等效。以上这些成就正是在中国特色社会主义制度下,在国家主导、市场竞争、高校自主的体制下取得的,也充分说明只有在中国的制度环境下才能实现新工科建设的目标。

中国工程教育所取得的成就也充分增强了扎根中国开展新工科建设的文化自信。中国工程教育根植于中国文化的土壤中,中国工程教育成就的取得离不开中国文化的影响和作用,中西方文化存在着较大的差异,简单地照搬硬套西方发达国家工程教育的经验容易造成“水土不服”。因此,一方面要重视和发挥中国文化在新工科建设中的影响和作用,推动新工科建设的深入开展;另一方面要批判性地学习和借鉴西方国家工程教育成果,吸取能够转化并适应中国文化土壤的成功经验。

相信新工科建设能够与中国高等教育其他领域的改革一样,向全球高等教育界输出中国理念、中国标准、中国模式和中国经验。

新工科建设需要“研行合一”

作为“卓越计划”的升级版,新工科建设要在更大的范围、更深的层面和更高的要求上开展,需要提出“新理念”、构建“新结构”、探索“新模式”、打造“新标准”和建立“新体系”,因此,存在着大量需要认真分析和深入研究的新问题。此外,对于众多不同类型、不同学科专业、不同定位和服务面向的参与高校而言,教育部只能提出新工科建设指导意见,而不可能为每一所高校给出具体的实施意见。因此,新工科建设需要做到“研行合一”,即一方面在开展实践行动之前,需要参与高校对实践过程中可能遇到的问题预先进行研究,以指导实践行动、提高实践效率和保证实践效果;另一方面对新工科实践过程中面临的问题也需要及时地开展研究,以找到解决问题的思路、途径和方式,保证新工科实践的继续进行。

参与新工科建设的高校应该依据教育部发布的《新工科研究与实践项目指南》开展研究与实践。在新工科研究方面,每一所参与高校应该根据本校的类型、定位、服务面向以及需要研究的问题,选择适合的研究项目,细化具体的研究内容,确定清晰的课题名称,组建由问题相关各方参与的研究团队,给予必要的研究经费,提交有指导价值的研究成果。在新工科实践方面,参与高校应该充分运用本校和外校的研究成果指导新工科建设,及时发现新的问题,开启新的研究,保证新工科建设始终处于顺利、有效的状态。

新工科建设应成为高校“自觉行动”和“自主行为”

国家层面提出的任何一项教育改革行动计划都是基于宏观的视野、全局的高度和发展的视角,对所有高校均具有重要的指导作用,但并不强制性要求所有高校参加,而是鼓励尽可能多的高校参与,因此,新工科建设也应该成为高校的“自觉行动”和“自主行为”。

高校自觉地参与新工科建设具有两方面的重要作用:一是能够在教育部宏观指导下,有力地推动本校工程学科专业的建设和工程教育的改革和发展,为经济社会发展培养急需的工程科技人才;二是能够提高本校在服务面向区域的影响力和声誉,获得政府、企业和社会在政策、经费和其他教育资源方面更多的支持。

高校自主地开展新工科建设具有两方面的重要意义:一是能够充分调动高校的主动性、积极性和创新性,使其在没有外界的干预下更具个性化、更有创造性地开展新工科建设;二是能够更好地发挥高校的办学优势和人才培养特色,为行业产业培养多样化的人才。但是,高校的“自主行为”需要各级政府进一步简政放权,扩大高校包括学科专业设置和调整、招生、学位授予等方面的办学自主权,打破各种束缚工程教育改革与发展的体制和机制障碍。

参考文献:

- [1]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).
- [2]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).
- [3]林健.“卓越工程师教育培养计划”通用标准诠释[J].高等工程教育研究,2014(1).
- [4]钟秉林,李志河.试析本科院校学科建设与专业建设[J].中国高等教育,2015(22).

【作者单位:清华大学工程教育研究中心】

(责任编辑:李石纯)