

新工科人才的工程素质及其培育路径

夏小华

(上海理工大学 马克思主义学院, 上海 200093)

摘要: 新工科建设是新时代高校工程教育应对国家发展新战略、产业发展新趋势、国际竞争新形势做出的积极回应,其实质是提升工程人才培养质量,重点是明晰工程人才的素质结构,探索工程人才培养新规律。高校在新工科建设的探索实践中,要以面向未来、面向世界、面向工程发展需求为前提,分别从人文教育融入、专业教育改革、工程教学方法创新、合作育人共同体建设等方面入手,在人才品格、工程知识、工程能力等方面同向发力,建立健全面向未来、立体丰富的新工科人才素质结构,全面提升新工科人才培养质量。

关键词: 新工科; 人才培养; 工程素质; 培育路径

中图分类号: G 642.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2020)04-0377-06

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2020.04.014

The Engineering Quality of New Engineering Talents and Its Cultivation Path

XIA Xiaohua

(School of Marxism, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The construction of new engineering is a positive response to the new strategy of national development, new trend of industrial development and new situation of international competition. Its essence is to improve the quality of engineering personnel training with the focus on clarifying the quality structure of engineering personnel and exploring new laws of engineering personnel training. In the exploration and practice of new engineering construction, colleges and universities should take the future and global orientation, meet the needs of engineering development, start from integration of humanistic education, reform of professional education, innovation of engineering teaching methods, and construction of cooperative education community, and make concerted efforts in the aspects of talent character, engineering knowledge and engineering ability training so as to establish and improve the quality structure of new engineering talents in all dimensions, enriching the talent training in an all-round way.

Keywords: New Engineering Construct; talent training; engineering quality; cultivation path

近年来,教育部从服务国家创新驱动发展、发,主动应对新一轮科技革命与产业变革,按照“中国制造2025”“一带一路”等重大战略高度出“新的工科专业、工科的新要求”积极推进高校新

收稿日期: 2020-03-20

基金项目: 教育部高校示范马克思主义学院和优秀教学科研团队建设重点项目(19JDSZK025); 上海理工大学党建思政德育教育项目(17HJ-DSDG-00-004)。

作者简介: 夏小华(1979-),男,讲师。研究方向: 思想政治教育; E-mail: xxh@usst.edu.cn

工科建设,先后制定发布《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推荐新工科研究与实践项目的通知》《教育部关于公布首批“新工科”研究与实践项目的通知》等文件,力争成为新一轮全球工程教育改革的引领者。国内高校顺应工程教育发展潮流和需要,先后推出“复旦共识”“天大行动”“北京指南”等,聚焦未来新兴行业产业领域,主动改造升级已明显不符合时代需要的传统工科专业,加快培养工程创新型人才。新工科建设背景下,明晰工程人才的素质新结构,创新工程人才培养模式,探索工程科技人才培养新规律,已成为国内高校工程教育亟待解决的重要课题。

一、新工科人才培养目标定位面临转型

新工科提出的主要原因在于,我国传统工程教育培养出的工程人才与当前社会经济发展新需求不相适应,迫切需要通过工程教育转型升级来培养新型工程人才,为我国从工程教育大国向工程教育强国转变提供支撑。目前,我国已走过“站起来”“富起来”的发展阶段,正在“强起来”的道路上砥砺前行,这要求高校工程教育培养出的不再是被动适应世界工程工业强国的跟跑型工程人才,而是能够引领全球工程教育的卓越人才。只有站在全球工程教育的制高点,转型升级人才培养目标和方向,才能确保培养的新工科人才符合当前和未来产业发展需要,甚至引领全球产业的发展。

(一) 人才培养价值导向由过于注重工具理性转向工具理性与价值理性兼具

任何事物都不可避免打上历史的烙印。由于受到工业文明的影响,传统工科背景下工程教育的工具主义色彩浓厚,工程人才培养过于追求所谓的科学化,教育目的逐渐异化为“培养工具理性的工程师”。传统工程教育模式下培养的工程人才,可能在专业教育上能够满足所在时代的发展需求,但“仅有工具理性的工程师是具有诸多明显缺陷的,比如在工程设计中单纯考虑经济因素而不关注生态环境保护,在工程决策中仅仅考虑小团体利益和短期利益而不顾公众利益和长远利益等等”^[1]。作为面向产业、面向未来的新工科,工程教育应对传统模式进行反思,主动对接时代赋予的新内涵,平衡

未来工程人才所需的价值理性和工具理性。我国高等教育的社会主义性质,决定了我们培养的人才才是社会主义事业的建设者和接班人,服务人民群众对美好生活的需要是应有之义,这涉及到“为谁培养人”的根本性问题。新工科人才培养的价值导向也要遵循这一根本要求,努力由传统的注重工具理性转向工具理性与价值理性兼具。这种人才培养价值导向的转向,要求我们在新工科建设过程中,要教育引导未来工程师在工程实践中要胸怀人类社会的整体发展,关照国家和民族的利益,不仅要考虑工程建设的经济效益,还要考虑对社会环境影响及人文、伦理等方面的因素。

(二) 人才培养理念从学科导向逐步转向成果导向

在传统工科建设视野下,工程人才培养主要遵循学科导向,人才培养模式相对僵化,人才培养方案注重从学科和当时的经济社会发展需要进行设计;专业设置严格按照既有学科划分,应对产业发展需求相对滞后;教学内容倾向专业知识的教学,学生知识结构追求学科知识体系的系统性和完备性,缺少跨专业交叉融合的视野和培养路径,一定程度上存在重专业知识教学轻综合能力培育、重理论知识传授轻实践实习训练等问题。“新经济需要新工科人才,新工科人才的培养需要新理念引导。要实现从传统工科学科导向的培养理念向成果导向转变”^[2],注重学生学习成果要通过教育过程取得,并成为教学设计及其实施的目标。新工科背景下工程人才培养借鉴“国际工程教育”理念,结合当前和未来经济社会和新产业新业态发展需求,注重学生工程素质、学习成果导向等方面的培养,让通识教育、专业教育和跨学科知识有途径和平台进行交叉融合。

(三) 人才培养方式由注重知识习得、认知能力训练转向注重工程思维

经过多年的探索,工程教育更加注重“回归工程”,这逐步成为业界的共识和今后改革的发展方向。新工科人才培养更加注重以需求为导向,面向未来工程发展所需推进新一轮工程教育改革。麻省理工学院(MIT)主张,“未来产业界将会更加注重工程人才的学习能力和思维等方面的表现,原

来强调知识习得与认知能力训练为重心的工程教育将会受到挑战。”^[3]因此，新工科人才的培养不仅要传授基本的工程知识，更重要的是培养学生的工程思维，让学生在未來工程实践中面临各种未知与复杂问题时能够灵活运用、妥善解决。

（四）工程人才素质结构更加注重跨界思维与整合能力

随着最新科技的迅猛发展，移动互联网、大数据、云计算、人工智能等新技术层出不穷并逐步运用，这不仅对包括工程实践在内的人类生产生活逐步带来了重大影响，还对工程人才的培育也提出了新要求。一方面，新技术、新产业的出现，让现代或未来的综合性工程所需要的跨界能力成为一种新常态。“现代工程特别是大型复杂工程的建设，早已超出了挖土盖房、铺路架桥等传统土木工程技术的范围，而需要跨学科、多领域的科学技术的综合运用，需要材料、电子、通讯、能源、信息等相关技术的支撑，从而呈现出各种专业技术相互渗透、相互支持、相互促进的局面。”^[4]新时代新工科人才的培养就是要克服传统工科人才狭窄的专业局限，勇于把由于工程实践需要的各种事物同步考虑，力求在工程文明与人文精神的交叉发展中寻找突破口。另一方面，与传统的工程体系相比，新工程体系基于面向未来发展的需要，在集成整合、复杂融合等方面特征更为突出。新工科培养的工程人才要将工程当成一个整体来看待，从系统的、整体的全局观出发，综合运用科学、技术、经济和人文等跨界知识去进行整体性考虑，去解决工程实践中碰到的综合性复杂问题，解决好传统工程人才“头痛医头、脚痛医脚”的弊端。因此，新工科建设过程中，要更加注重如何将跨界思维融入工程教育中，不断提升工程人才的整合能力。

二、新工科人才的工程素质结构

工程素质结构是新工科人才培养所需要的核心素养，是工程技术人员在从事工程创新活动或解决复杂工程问题时，所应具备的各种专业知识、实践能力、创新思维和品德修养等整体体现。基于新经济、新产业对工程人才的需要和人才培养目标定位的转型要求，新工科人才的工程素质结构应涵盖人

才品格、工程知识、工程能力三个层面的素质。这些素质各有侧重相互区别，但又相互联系、相互作用，整体表现为工程人才的综合素质。

（一）积极向上的工程人才品格

1. 以爱岗敬业为核心的家国情怀

立德树人是高校的根本任务，重在以德为先。工程人才培养要积极引导学生认真学习习近平新时代中国特色社会主义思想，自觉践行社会主义核心价值观，处理好国家、社会、个人的关系，协调好社会价值、个人价值的有序实现，自觉将个人青春梦置于民族振兴“中国梦”之中，让两者有机相融。

2. 恪守工程伦理与职业操守的社会责任感

当前，信息技术、生物技术、新能源等新技术的融合发展成为经济社会发展的趋势，这些新技术的创新必定会带动产业变革，人类社会面临的发展新机遇与新挑战并存。工程造物实践的主要目的是为了服务于人类社会的发展和人的需求，任何偏离了正确价值导向的工程行为，都可能产生价值异化，甚至违背科技伦理道德，对社会发展产生不可估量的负面影响。因此，重视对学生的价值观塑造，即始终以价值引领作为新工科人才素质培养的首要目标，特别是要培养工程人才关注社会需要、服务人民福祉、呵护生活环境的人文情怀。

3. 基于工程认同的自信和进取精神

工程的实质是改造自然的造物实践活动，有其内在规律。现代工程体现出的复杂性、长期性，需要工程人才在繁重长期的劳动过程中保持一种积极向上的健康心态。要通过案例的讲解、实践的体验等形式，注重培养具有一种执着向上、坚忍不拔的进取精神，内化为其持续进行工程创新的内在动力。这种精神不仅是一种对事业的执着追求和喜爱，更是一种敢于向最高峰攀登的进取心、实现价值的强烈创新创业热情和坚忍不拔的意志品质。

（二）综合交叉的工程知识

1. 集成整合的工程知识

工程既不同于科学，也不同于文学，它是在科学和文学的基础上形成的跨学科的知识与实践体

系,具体体现为以科学为基础,对各种技术因素、社会因素和环境因素的集合^[5]。具体来说,工程知识内涵广泛,是科技知识、管理知识、经济知识、社会知识、文化知识、法律知识、伦理知识、环境知识、民俗知识、审美知识等众多知识的系统集成。这种复杂综合系统结构由多种制约因素共同构成,在工程技术问题解决过程中不可避免需要综合运用多领域、多学科的知识和方法。高校工科生要想成为卓越工程师,就需要具备集成的工程知识背景,不能拘泥于所学专业领域,尽可能了解或掌握涉及各学科的综合知识。

2. 自拓展的知识结构

除了上述集成整合的工程知识的学习外,卓越的工程师还要善于将获取的知识融会贯通,让知识结构以工程知识为核心向外进行拓展。传统工程教育也非常注重学生知识结构的搭建,其主要方式是通过增加相关的课程予以丰富。客观地说,通过单纯增加课时课程的方法,对丰富学生的知识结构能够起到一定的作用,但成效不理想。其弊端在于,在制定和实施培养方案时,对学生的个性化需求考虑较少,对现实产业发展的反应相对滞后。如果没有相配套的补充教学机制,可能会削弱学生学习的兴趣和主动性,分散学生的学习精力。在新工科背景下,工程人才培养要加强对“自拓展”的研究和运用,重点是教会学生深度学习的方法,让学生有可能根据现实的发展,将所学知识与相关知识融会贯通、升级拓展。“构建自拓展的知识结构需要的是‘减法’,而非‘加法’:构建少而精的核心课程体系,严格考核,强化基础,以不变应万变”^[6],最终目的是在“授人以鱼不如授人以渔”的指导下,夯实专业知识的基础上,培养学生终身学习的能力。

(三) 多维立体的工程能力

1. 工程创新力

创新力是人各方面素质的综合体现,需要人把想象能力、记忆能力、观察能力、分析能力、判断能力、操作能力等集中起来加以综合运用。但对于从事不同职业的人而言,则需要具有不同的创新能力,如科技创新能力、艺术创新能力等。具体到对工程师,创新能力同样需要具有综合性,不仅要关注其创新意识和思维的培养,还要培养他们具有创

新知识结构、创新品质、人格特征和技能等。从新工科建设的角度来讲,工程师或未来工程师的工程创新能力主要是由知识、思维、技能等方面创新要素构成,并相互制约而形成的综合能力。

2. 工程领导力

新工科建设旨在培养引领全球工程教育的人才,这种人才必须具有良好的领导力。一方面,要具有国际视野及交往能力,善于同其他国度进行深度交流、相互学习。在人类命运共同体建设过程中,不同地域、民族的多元文化并存,必然导致多元价值观、思维习惯、处事方式、生活习俗等方面存在差异,这些是有效沟通的先决条件;具备较好的跨文化交流合作能力和敢于站上国际舞台进行竞争的能力,是沟通交流取得实效的基础条件。另一方面,学生要掌握与人相处、协商共事的相关技能。新工科人才培养的是能够引领未来世界工程教育的精英或排头兵,组织开展综合性项目的开发实施,科学决策复杂工程项目或参与公共政策决策,是其能够担当引领世界发展大任的基本功。

3. 终身学习力

随着社会加速发展,科技知识和工程知识更新升级速度的不断加快,工程师应及时更新补充新知识,否则其知识结构很快会老化。由此可见,工程师的知识结构是一个动态发展的结构,必须随着科学技术的发展和时代的变迁的变化及时作出调整。这要求新工科建设应坚持发展的观点、辩证的思维,着力提升学生的随机应变和可持续发展的能力。出于对未来不确定性因素增多的考量,高校在新工科人才培养过程中不仅要注重传授学生相关的专业知识,更应帮助学生搭建知识学习和拓展的平台,让学生掌握自主学习和终身学习的方式方法,能与时俱进地根据需要及时更新知识,完善自身的知识结构。

三、新工科人才工程素质的培育路径——以上海理工大学的探索实践为例

对高校而言,新工科建设的核心在于人才培养,重点是通过人才培养模式改革,培育工程人才的核心素养。以面向未来、面向工程发展需求为前

提,前瞻性、创造性地推进新工科人才培养新模式改革和工程素质的培育,是高校培养出能引领产业发展的新工科人才的必由之路。

(一) 倡导人文与科学融通,让价值观教育融入工程人才培养全过程

未来新兴产业和经济发展需要的是综合素质高的复合型工程人才,其不仅要工程实践能力强、创新能力优,还应具有一定的人文情怀和强烈的历史使命感和社会责任感。在新工科建设中,要让人文教育真正“融”入工程人才培养的全过程,从而为学生增强责任意识、厚植文化积淀、锤炼意志品质、提升协同意识、培育创新人格提供丰厚滋养。一方面,课堂教学主渠道要优化通识课程设置,特别是要探索“课程思政”教育教学,优化中华优秀传统文化相关课程的巧妙融入,教育引导不断提升“四个自信”;另一方面,社会实践第二课堂要加强人文教育实践平台建设,教育引导学生在社会实践中促进“知行合一”,与第一课堂相互配合。近年来,上海理工大学实施课程思政领航计划,以中国系列课程“智慧中国”增强学生家国情怀和道路自信,以“工程伦理”课程引领工程人才践行社会主义核心价值观,以人文融通涵养创新人格和解决复杂系统工程问题的能力。学校设立中国传统文化研究所为学生开设系统的传统文化公选课,让广大理工科学生系统地领略国学的深厚蕴涵;将人文教育融入到第一课堂、文化引领、实践体验等多个环节,让学生难以忽视、难以忘怀,有效地推动了科学教育和人文教育从相“加”到相“融”的转变。

(二) 注重回归工程,深化以工程实践为核心的专业教育改革

就工程教育乃至所有教育而言,实践不仅是作为教学的一个环节,更应拓展为一种注重实践体验的育人方法。高校服务新兴产业和经济社会发展的内在品质,决定了高校必须要坚持以社会产业发展对工程技术人才需求为导向,主动优化学科布局和专业设置结构,主动谋划新工科专业建设,构建新工科专业群,使具有较高工程素养的工程人才供给与社会需求对接,使专业设置与产业结构对接。近年来,上海理工大学积极探索新工科建设,不断

深化以工程实践为核心的专业教育探索。一方面,依托、服务和引领行业产业发展,注重专业对接产业。伴随工程教育的时代发展,对接中国制造2025、军民融合、上海全球科创中心建设等国家和地方重大战略,学校聚焦健康行业、军工产业,推进学科交叉融合、协同创新,逐步形成了太赫兹光子学、新能源、增材制造、康复工程、微创医疗器械、复杂系统科学、系统调控大数据等多个特色边缘学科和前沿研究方向。另一方面,积极对接行业改造专业、设置新专业、淘汰不能符合社会发展的专业。瞄准国家“一带一路”建设和上海科创中心建设等,积极加强“智能制造”相关专业建设,开设机器人、大数据、人工智能等新工科专业和方向,不断促进学科专业设置优化与现实产业升级发展协调匹配。

(三) 凸显学生主体地位,创新以学生为中心的工程教学方法

学生是学习活动的主体。为进一步激发学生的学习的内生动力和外在活力,新工科人才培养同样需要坚持教师主导、学生为本的理念,不断推进工程教育教学方法创新,努力从学生的个性需求出发实施教育教学活动,着力激发学生学习的原动力,培育提升学生的工程能力。一方面,要尊重学生学习的主体地位,以学生为中心开展教学组织工作,以德能兼备的未来工程师为教学目标,协调整合校内外、课内外各种教学资源;另一方面,以学生为中心组织开展工程实践实训,实现知识、能力与素质的发展提升。近年来,上海理工大学不断推进以学生为中心的工程教学方法改革,依托公共实训中心、实验中心等平台,强化工科学生的实践能力培养;同时,充分利用学校成立的“大学生领导力研究与训练中心”平台资源,分决策力、影响力、沟通力、协调力、抗挫力、应变力和创新力等项目模块,对工科学生开展系统化教育培训。学校采用全新的培训方式,努力突破传统教育课程模式,通过团队活动、场景模拟和体验式交流等方式,让参训学员在练中学、学中练,不断充实知识、掌握技能、提高本领。同时,学校从2015年开始,在本科生培养方案中增加综合性、设计性实验比例,并对全体本科新生布置了4个必修学分、完成期长达4年的“创新创业大作业”,通过制度倒逼、文化

熏染、思维启发和实践参与的共同作用,使学生逐步形成创新意识、创新能力和创新人格。

(四) 优化配置资源,探索以协同育人为目标的合作育人共同体

1. 构建校内协同育人共同体

校内师生共同体建设为学生投入创新创业提供巨大保障,帮助学生“想创新、敢创新、能创新”成为可能。上海理工大学在工程教育改革过程中,因地制宜、不拘一格地构建师生共同体,助力学生创新实践。比如,学校能源与动力工程学院积极探索学士导师制和硕士导师制,致力于打造师生、各学习段学生相融合的学术共同体;光电信息与计算机工程学院组建了“汇聚式”全员育人师生共同体;机械工程学院组建了以创新项目为中心的师生共同体,材料科学与工程学院深化了“六位一体”导师制师生共同体建设等。

2. 校企合作共建产业学院

行业产业学院是目前高校融入地方行业、产业发展的重要平台,是推进校企合作升级的重要举措。高校与行业内相关企业在产业学院内,充分发挥自身优势开展人才培养合作,有助于提升实践教学的针对性,高校与行业的结合度。近年来,上海理工大学支持各相关工科学院,根据专业特色与行业企业联合成立产业学院,积极探索“高校+行业协会+企业”的协同育人机制,拓展育人平台、强化专业对接行业、完善专业建设。比如,学校环境与建筑学院与上海建工集团、上海勘察设计院等7家单位共同建立“环境与建筑工程产业学院”等。

3. 学校与行业联合发展

毋庸置疑,行业对新业态、新技术的发展和需求最为敏感。高校要加强自身内涵建设,在为行业提供优秀人才的同时,还可以利用各种社会资源打造新工科人才培养的地域优势,邀请行业技术领军人物进校园、进课堂、进实验室等,有效地提升实践教学质量。多年来,上海理工大学主动对接行业

企业实际需求,与上海市机械工程学会等多家行业协会(协会)开展覆盖人才培养、科研合作和学生就业等方面的全面战略合作,形成了“课堂教学—创新实践—创业培育—企业孵化”贯穿人才培养全过程的创新创业教育体系,在此过程中,学生不仅增强了解决复杂工程问题的实际能力,更通过广泛深入的实习实践,增强了对中国制造业行业领域的切身感知。

四、结束语

新工科建设作为一种新的工程教育改革理念,要求高校立足新时代新经济,通过工程教育转型升级来培养新型工程人才。新工科人才的培养不仅仅是高校内部单纯的教学改革,更是高校面对经济社会发展需要开展的人才培养新理念的探索实践。在新工科建设的实践探索中,高校应紧紧围绕人才培养这一根本任务,整合校内外各种资源,在学科和专业建设、教学内容和教学体系完善、教育教学模式和方式创新等过程中,发挥好学科综合、跨界培养、文化塑造等方面的重要作用,在人才品格、工程知识、工程能力等方面同向发力,全面地构建起面向未来、立体丰富的新工科人才素质结构。

参考文献:

- [1] 项聪. 培养工具理性与价值理性兼备的工程师——兼论新工科人才培养目标定位[J]. 高等工程教育研究, 2017(6):51-56.
- [2] 姜晓坤,朱泓,李志义. 新工科人才培养新模式[J]. 高教发展与评估,2018,34(2):17-24.
- [3] 搜狐网教育专栏. 麻省理工新提出:新工科人才的12种必备思维[EB/OL]. (2019-05-20)[2019-12-15]. http://www.sohu.com/a/315098745_236505.
- [4] 王章豹. 大工程时代的卓越工程师培养[M]. 上海:上海科技教育出版社有限公司,2017.
- [5] 李伯聪. 工程创新:突破壁垒和躲避陷阱[M]. 杭州:浙江大学出版社,2010.
- [6] 张进明. 培养伟大的工程师[N]. 光明日报,2017-08-22(013).

(编辑:程爱婕)