

高等工程教育发展的基本问题研究

赵文学

(华东师范大学 高等教育研究所, 上海 200062)

摘要:为了给工程教育的未来发展提供有效的建议,沿着“先理论探究后实践分析”的思路,对工程教育的基本问题进行了研究。研究发现,工程与科学、技术有着密切的联系,应明确彼此的异同,使工程人才培养有的放矢。同时,要认识到政治、经济环境与制度,人才观念,学科规训,工程伦理等诸多因素对工程教育的制约。根据目前中国工程教育存在的问题,结合新一轮工业革命对工程人才的要求,对中国未来工程教育发展和工程人才培养提出不同层面的建议:宏观上,要重视政府、行业企业与高校的密切合作;微观上,要强调师资建设与课程变革。

关键词:工程教育;新工科;人才培养;师资建设;课程变革

中图分类号: G64 文献标志码: A 文章编号: 1008-2204(2023)06-0200-07

Basic Problems of the Development of Higher Engineering Education

ZHAO Wenzhong

(Institute of Higher Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: In order to provide effective suggestions for the future development of engineering education, the paper studies the basic problems of engineering education by following the idea that “theoretical exploration goes before practical analysis”. The study finds that engineering is closely related to science and technology, and the similarities and differences between them should be clarified to make the cultivation of engineering talents more targeted. And it is necessary to pay attention to the constraints of many factors on engineering education, such as political and economic environment and systems, concepts of talents, disciplinarity and engineering ethics. Based on the current problems of engineering education in China, and combined with the requirements of the new round of industrial revolution for engineering talents, this paper puts forward suggestions at different levels for the future development of engineering education and cultivation of engineering talents in China: on the macro level, we should attach importance to the close cooperation between the government, industry and enterprises, and universities, and on the micro level, we should emphasize the construction of teaching staff and curriculum reform.

Keywords: engineering education; new engineering; talent cultivation; construction of teaching staff; curriculum reform

近年来,以人工智能、虚拟现实、量子通信等为代表的新一轮科技和产业革命在世界范围内蓬勃发展,有人称之为“第四次工业革命”。党的十八大以来,习近平作出了“新一轮科技革命和产业变革将同中国加快转变经济发展形成历史性交汇”^[1]的重要论断,在此背景下,工程科技进步和创新将成为推动社会发展的重要引擎。当前,中国从工业界到教育界都已认识到了工程教育改革的紧迫性,也做过诸

多研究和尝试,但整体推进仍不尽如人意。针对这种情况,李伯聪指出,关于工程教育的基本理论研究的缺失是其中的一个重要原因^[2]。因此,在新工科建设过程中,应在勇立潮头、关注前沿热点问题的同时,时刻把握工程教育的基本问题。笔者拟以工程教育与科学、技术、社会各因素的互动关系为切入点,努力澄清工程教育中的一些基本问题,以期能为中国工程教育的改革发展提供一定的参考。

一、学科的位置: 工程与科学、技术的关系

工程与科学、技术有着密切的关系,三者的区别与联系是科技哲学的一个重要论题,笔者将从经验层面进行对比分析。

有观点认为,工程是一种应用科学。2005年版《中国百科大辞典》将工程定义为“将自然科学原理应用于生产实践所形成的各学科”^[3]。2009年版《辞海》与之类似,认为工程是“将自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称”^[4]。

也有观点认为,工程与科学虽然有着密切的联系,但是仍然存在诸多差异。冯·卡门有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未来的世界。”赫伯特·西蒙也对科学与工程的关系作过论述,并指出了“设计”是工程的核心概念,“关于自然事物的知识的教授是科学学科的任务:自然事物的存在状态怎样,它们是如何发生作用的;关于人工物的知识的教授是工程学院的任务:如何制造具备人们希望性质的人工物,如何设计”^[5]。中国也有学者专门讨论过科学与工程的区别,可大致概括如下:科学的目的在于认识自然、总结规律、丰富人类的知识,工程的目的在于利用自然、改造世界,增加人类的物质财富;科学要解决“是什么”“为什么”的问题,工程要探究“做什么”“怎么做”的问题;科学主要受好奇心驱使,拥有自由的探究方向,工程一般是由社会需求驱动的,会受到多种因素的制约;科学问题是单解的,工程问题则很难作正确或错误的判断,要综合考虑效率、效益等问题^[6-7]。

还有观点认为,工程是一种技术。1999年版《不列颠百科全书》和2009年版《中国大百科全书》均将工程定义为“应用科学原理使自然资源最佳地转化为结构、机械、产品、系统和过程以造福人类的专门技术”^[8-9]。显然,上述认为工程就是技术的观点失之偏颇。例如,在修建高铁时,列车的发动机、传动和制动装置、铁轨材料等属于技术层面的问题,但还需考虑火车站的设计要方便、尽量少占用农田、与电力部门的协调等许多非技术层面的问题。可见,工程包含技术和非技术两个层面,许多技术上可行的工程构思,可能由于其他非技术因素(如伦理、环境、政治等)而受到制约,如克隆人在技术上可行,而在伦理上不可行。

李伯聪院士对三者的关系有过精辟的论述:“科

学活动的核心是发现,技术活动的核心是发明,工程活动的核心是建造。”^[10]但我们将三者割裂。正如刘则渊所说:“当我们将工程活动从人们的科学技术活动中区分开来的时候,也意味着现代工程与科学、技术不可分割地联系在一起了。”^[11]由近百年来工程教育从小到大、从初级到高级的发展历程可以看出,工程教育一直在跟随着科学技术的发展逻辑而不断发展。每当一种重大的科学技术成就问世,就会有相应的应用学科即相应的工程专业出现。例如:电磁理论及其技术的完善,使电气类专业迅速成长;半导体技术的问世,促成了电子工程专业的蓬勃发展。科学和技术为工程提供了一定的理论指导和实现工具,工程教育的学科发展和专业建设直接受到了科学技术发展水平的影响。科学技术对工程教育的影响不仅体现在教学内容上,也改变了其学习的形式,一些便宜且方便的教学方法可以实现与传统方法相同的目的,如用多媒体线上学习、计算机建模、游戏等代替现场实习^[12]。当然,面对科学技术,工程教育也并不是完全被动的,工程教育培养的大批工程人才的创新活动,又进一步推动了科技的进步^[13]。

二、外部的制约: 工程教育与其他人类经验的互动

卡尔·米切姆指出,什么是工程?工程的意义是什么——即工程是如何与其他人类经验相联系的?这是有关工程的两个基本的哲学问题^[14]。类似地,工程教育也应该回答这两个基本问题。上文在学科的比较中一窥了“工程教育是什么”,本节将集中探讨“工程教育如何与其他人类经验相联系”的问题。

(一) 人才观念

古代中国有“君子不器”“劳心者制人,劳力者受制于人”“学而优则仕”等一系列教育理念和人才观念,教育和人才选拔制度的最主要目标就是培养未来的行政官员,因此科技技能类教育被完全或基本忽略^[15]。古希腊的柏拉图、亚里士多德也持有相似的人才观念,如亚里士多德在《政治学》中提到“为生存而不停奔波操劳的工匠和佣工没有培养德性的闲暇,所以也就无法在这种政体下获得公民身份”^[16]。工业革命之后,尤其是第二次工业革命之后,工业生产促进社会发展的威力日益显现,人们的人才观念有了明显转变,工程人才逐渐受到重视。一个直观的现象是,20世纪下半叶,由于对“工程人

才”和“工程观”有了新的认识,一些国家先后成立了“工程院”,如美国工程院(1964年)、英国工程院(1976年)、俄罗斯工程院(1990年)、中国工程院(1994年)等^[17]。至今,中国教育发展仍然受制于传统的人才观念,如职业教育发展相对滞后,便是受到了“万般皆下等、唯有读书高”的传统观念的影响,人们普遍不愿意让孩子去就读职业学校^[18]。从广义上讲,职业教育中的技术类专业也可归入工程教育的范畴,中国高技能人才匮乏的状况长期未能改观在很大程度上便是由于人才观念对高等职业教育发展造成的不良影响,培养造就“大国工匠”首先需要的便是转变观念。

(二) 学科规训

福柯把规训理解为“造就个人,这是把个人既视为操练对象又视为操练工具的权力的特殊技术”^[19]。规训的主要方法就是规范化,学科规训就是近代以来规训温和化和精细化的重要表现。“只有当书写、评分、考试这三种做法合在一起,人类历史才发生重大变化,乃至出现断裂。现代学科规训制度的权力,尤其是规训性知识的权力,直到这一刻才成为可想象的事。第一批经由这些新方法训练出来学以致学的学生,正就是规训制度的始创者。”^[20]自然科学学科规训制度的原则就是书写中心主义,即以理论知识为中心,其特点是基于学科,注重基本原理和推理的严谨,关注知识的解释性,强调结论的确定性。工程学科在很大程度上受到了自然科学的学科规训,因此在许多国家出现了工程教育科学化的现象。而工程学科自身的规训制度不同于科学学科的规训制度,应该以基于问题的实践逻辑为中心,注重边界条件和经验的归纳,关注知识的操作性,认可结果的开放性^[21]。工程教育长期受科学范式的影响,从师资队伍、课程体系到评价制度都带有明显的科学化特征,而突破科学范式的学科规训是一项系统工程,绝非一句“回归工程”的口号就能奏效的。

(三) 政治、经济环境与制度

政治、经济环境对工程教育的发展具有重大影响。例如,在战争期间或有战争危机时,军工类工程教育会快速发展,因其能为国家培养战争需要的人才,而大批军工类人才将有助于国家在战争中获得优势,麻省理工学院的崛起就是这方面的典型代表^[22]。中华人民共和国成立初期,经济基础十分薄弱,现代化建设迫在眉睫,以北京学院路“八大学院”为代表的一批工科院校应运而生,为国家早期建设输送了数以万计的工程人才。伯顿·克拉克提出

了国家、市场和学术权威这三个影响高等教育发展的维度^[23],与其他教育类型相比,工程教育既能有效促进国家经济的发展,又明显受制于国家经济的发展,这种互动尤为明显。潘懋元提出的高等教育内外部关系规律,尤其是外部关系规律,与伯顿·克拉克的观点具有一致性,“一方面,教育要受一定社会的经济、政治、文化等所制约;另一方面,教育要对一定社会的经济、政治、文化的发展起作用,以推动社会的进步”^[24]。因此,作为工程教育的研究者,不能沉溺于“应然”的公文报告式的论述里,必须结合特定的政治、经济环境与制度,探明工程教育“实然”处境以探索可行路径,如对于产教融合的研究,不仅要构建“模式、机制”,更要对合作育人背后的契约、产权等制度因素进行深入分析^[25]。

(四) 工程伦理

近年来,关于工程教育的哲学反思逐渐增多,其中,对工程伦理的探讨尤为引人关注。因为现代工程所具有的社会性、综合性、整体性等特征,对自然和社会都会产生显著而复杂的影响^[26]。其实,工程伦理已经有了较为漫长的发展历程:早期,以法国路桥学院和美国西点军校为典范,强调对权威的服从和对公司的忠诚;20世纪20—30年代,苏联和美国的专家治国运动认为,工程师是技术变化的主要动力和人类进步的主力军,有经济学家提出,如果工程师不受商业利益的约束,他们的是非善恶标准将能促成更合理的经济体系和更好的消费产品;20世纪70—80年代,当时美国社会各界对DNA重组技术潜在危害的担忧、对挑战者号爆炸的人文反思等,促成了现代意义上的工程伦理教育^[27]。有学者统计,1997年,美国前10名的工程院校中有9所为本科生提供了不同形式的工程伦理教育内容^[28]。中国工程伦理教育起步较晚,加上目前大型工程越来越多,伦理关系纷繁复杂,加强工程伦理教育成为完善中国工程教育的一大关键^[29]。

综上可知,工程教育作为一种培养工程人才的特定高等教育类型,除了高等教育内部因素外,其发展进程和方向至少还受到来自政治、经济环境与制度,科学技术水平,人才观念,学科规训,工程伦理等多方面因素的制约,而这些外部因素之间又有着千丝万缕的联系,它们分别向工程教育提出各自的要求,又在工程教育实践中形成“合力”。总体来看,政治、经济环境与制度方面的影响是最显性的,国家和市场为工程教育指引了大方向,是影响工程教育成效的关键因素。科学、技术提供了工程教育的知

识基础。工程伦理则作为非技术因素,要求以人为本,关注工程与人之间的关系。而人才观念、学科规训等作为隐性条件,对工程教育的发展也有着深刻的影响:一方面,工程教育必须满足诸外部因素的要求、突破学科规训等束缚;另一方面,各制约因素,尤其是政治、经济制度,应为工程教育提供支持,只有各要素协调一致,工程教育才能又好又快地发展。

三、现实的困境:中国工程教育发展亟须解决的问题

资料显示,从2000年开始,中国工程教育总规模就超过了美国,成为全球工程教育第一大国;从2003年开始,专科、本科、硕士、博士各个层次的工程教育分别达到了全球最大规模^[30]。近年来,中国工程教育取得了令人瞩目的成绩,自2005年以来工程教育认证持续推进,2010年启动了“卓越工程师教育培养计划”,2016年成为《华盛顿协议》正式缔约成员,2017年进一步升级为“新工科建设”。但目前,中国工程教育的典型特征是“大而不强”,教育实践中存在诸多问题,严重制约了高质量创新型工程人才的培养。

(一) 重理论,轻实践

工程教育的培养目标是工程师,正如上文所述,工程与科学不同、工程师与科学家不同,工程师的作用不是探索未知,而是解决生产生活中的实际问题,这一根本定位应该贯穿工程教育教学的整个过程。因此,工程人才的培养,应该紧密联系实践。但一些高校并没有深入研究一名现代工程师所需的知识基础和能力训练应包括的内涵,导致整个培养过程未能突出工程特色,虽重视了基础科学理论与技术课程的学习与分析,却忽略了工程实践和知识综合应用能力的培养^[31]。“重理论,轻实践”的现象在中国工程教育中仍然较为广泛地存在,一些高校工程教育的教育教学偏离了工程师的培养方向,更倾向培养科学家。工程教育科学化的倾向导致各层次工程教育培养目标不清,如专科工程教育本应是培养高级技术人员,教育教学实践却成了本科工程教育的“浓缩版”或“低配版”。理论与实践之间往往存在着鸿沟,以石油勘探类专业为例,课程体系中学到的大部分是地质学、地球物理学、地震资料分析等理论知识,但距离现实中的石油勘探项目还很远,如海上或沙漠勘探的安全问题、占用农田等造成的“油地关系”问题、子项目之间沟通协调的经济和管理

问题等,这些实践性较强的问题也皆应在工程师培养过程中有所涉及,只有这样,才能更好地助力一名优秀工程师顺利成才。

(二) 校企合作机制不成熟

“重理论、轻实践”是对中国工程教育存在问题的总体概括,这种现象是多种原因造成的,其中一个较为显性的原因便是校企合作机制不成熟。工科高校是工程人才的供给侧,工业产业界是工程人才的需求侧,成熟的校企协同育人机制对于更符合社会需要的创新型工程人才的培养至关重要。但高校与企业又有着本质区别,高校以育人为导向,企业则以经济利益最大化为宗旨,必须有完善的机制才能协调二者之间的偏差。现实中,企业不愿意接受学生实习、校企协同育人流于形式等现象较为普遍。中国工程教育规模巨大、学生数众多,企业无法容纳如此众多的实习学生也是一个现实问题。另外,企业与高校之间以科学研究、技术开发、成果转化为代表的互动也至关重要。作为博弈的条件,只有高校为企业提供了其所需的知识服务,企业才会更乐于为高校育人提供协同支持。在这一点上,美国的斯坦福大学与硅谷之间的融合发展可以提供重要的启发:斯坦福大学主动出租土地把企业“请进来”,并鼓励教师与企业进行合作,鼓励和促进学生创新创业。斯坦福大学孵化的科学研究成果推动了硅谷的产业升级转型,作为反馈,硅谷为斯坦福大学的发展提供了大量的资金和人才培养实践场域的支持,经过半个多世纪的发展,斯坦福大学与硅谷已经融为一体,堪称世界上校企融合发展的典范。

(三) 专业课程体系更新不及时,教师缺乏工程实践经验

工程人才培养过程中“实践匮乏”的原因,除了校企合作不成熟的外部原因外,还存在课程体系更新不及时、师资队伍缺乏实践经验等高校内部原因。工程教育的目标是培养面向未来的工程师,因此,课程体系应随着工程实践的发展而变化,通识课程和专业基础课应该是相对稳定的,但高级专业课程和实践专业课程必须紧跟时代前沿。笔者在访谈中发现,一方面,一些高校工科专业的课程多年保持不变,甚至一些已经淘汰的技术和方法仍然作为教学的重点。另一方面,如今大多数高校教师是“从学校到学校”,有部分教师长期从事理论研究工作,几乎不参与工程项目开发;也有部分教师虽然具有与企业合作进行技术开发的经验,但是技术开发与工程实践之间仍存在较大的差距。工科教师缺乏工程

实践经验,没有工程的概念和意识,这就不可避免地会影响工科学生的工程素养和培养质量。

（四）工科学生人文素养不足，工程伦理教育缺失

高校工科专业的教学实践中,无论教师还是学生,普遍存在轻视人文学科的现象。一份近期的国际研究报告显示,人文素养的缺失恰恰是制约中国理工科大学生发展的关键因素^[32]。虽然大多数高校规定了工科学生至少要选修一定学分的人文课程,但是一些任课教师和选课学生往往把人文课程作为一项“不得不做的任务”,缺乏足够的重视。这种现象的普遍存在致使一些工科学生人文素养不足,对其写作能力、语言表达能力尤其是批判性思维能力的培养也产生了不良影响,这在一定程度上制约了复合型创新工程人才的成长成才。工程伦理教育本质上是一种道德教育,其教育目的不是告诉学生是非对错,而是教会学生在面对工程与人或环境出现冲突时应如何作出合理的决策^[33]。工程伦理学在西方得到了工程教育界较多的重视,也引起了中国学者的关注,但工程伦理教育在中国的工科教学实践中仍处于被轻视甚至忽视的边缘化地位,导致一些工科学生就工程实践对社会、对环境、对公众所应负有的道德责任重视不够^[34]。

四、发展的建议：中国工程教育发展和工程人才培养的迫切需要

根据中国工程教育现存的问题,结合新一轮工业革命对工程人才的要求与中国经济社会发展现状及趋势,笔者认为,中国未来工程教育发展和工程人才培养,宏观上,必须建构政府协调引导、市场深度参与、高校主动变革的生态系统;微观上,师资队伍建设、课程体系调整则是校内变革的当务之急。

（一）外部保障：政府、企业与高校的密切协作

1. 政府引领,政策保障

纵观世界各国主要发达国家工程教育的发展,大多可以看到政府的关键引领,德国、法国、美国等皆是如此。所谓重视,绝不只是多开几个相关会议,更不是面面俱到地管理,那样反而限制了工程教育自身的活力。在工程教育的发展中,政府最关键的作用是提供“肥沃的土壤、充足的水分和阳光”,即观念引领和政策保障。在中国当前的社会生态下,政府对于人才观念转变具有举足轻重的作用,重视“大国工匠”的培养、重视高级工程技术人才的培养,绝不仅仅是“喊口号”式的宣传,而是在就业创业、工

作待遇、职称评定等各个环节给予切实的支持,以实实在在的物质层面的鼓励倒逼观念的转变,是促进中国高级工程技术人才涌现的关键举措。产学融合育人机制的完善也离不开政府的协调与支持,从长远来看,企业与高校工程教育各行其是必然“双输”,密切合作才能“双赢”,但现实中,短期内存在各方利益关系的博弈,因此,政府应在各利益博弈方之间发挥斡旋和协调作用,破除政策和体制机制的问题。例如,针对校企合作中“校热企冷”的现象,政府可以推出“根据参与校企合作办学的形式和程度给予企业税收优惠”等具体的制度设计,以利益协调引导校企合作的有效推进。

2. 相关产业,深度参与

行业、产业的需求和发展是工程教育培养人才的初衷和归宿,没有相关企业深度参与的工程教育很难培养出能够满足产业需求并且能够引领行业发展的专业人才。企业与高校开展合作的路径是多样的,如投资设置项目、共享仪器设备、互派专家交流分享经验等,而学生进入企业实践学习则是最直接的合作路径,有助于培养学生的工程实践意识和能力。企业应该具备长远的视野,不能仅关注短期的利益和规模扩张,而是应将短期利益与长期利益相结合,既要追求资源的最优配置,也要推动生产可能性曲线的外移,通过深度参与人才培养来实现产业的升级创新和可持续发展。

3. 以人为本,不忘初心

关于工程教育的研究和实践,大多倾向“工程”端,而“教育”端往往受到冷落。我们培养的未来工程师不是冷冰冰的智能机器,而是鲜活的生命。工程教育要在工具理性与价值理性之间找到平衡,不能忽视对学生自身的关注,要塑造健全的人格、激发创新的思维。开展工程教育的目的是培养工程师、改变世界、给人类创造更美好的生活,不仅要重视科学文化知识的教授,也要重视未来工程师的人文素养的养成,即培养其完整的世界观,对人类多元文化有所了解和认同,对工程实践涉及的自然、社会诸因素也要有所知晓。

4. 国际视野,立足本土

无论从国家层面还是高校层面,工程人才的培养都应立足全球视野,加强国际合作。相较于其他学科,工程技术的发展更加日新月异,通过加强与世界各国的交流合作,一方面,可以及时引进先进的课程理念、课程体系,及时学习前沿科技成果;另一方面,也向世界贡献中国近年来在工程建设与工程教

育方面高速发展的智慧,推动构建人类命运共同体的良性发展。需要特别注意的是,在引进发达国家工程教育理念时,不可囫囵吞枣。工程教育涉及社会生活的方方面面,且根植于社会文化的土壤之中,只有立足本土,才能构建起符合国情的具有中国特色的工程教育体系。

(二) 内部变革: 师资建设与课程优化

作为工程人才培养一线的工科高校和工科专业,首先应该扭转观念,充分认识到工程师与科学家之间的不同,充分认识到工程与科学技术之间的联系和区别。只有对此达成认识上的统一,才能真正改变培养模式、树立“工程范式”。除了上文提到的政府、企业多方博弈外,高校教育中长期存在的学科规训也是造成工程教育实践性不足的重要原因,明确工程教育的特征,加强师资队伍建设、课程体系优化是当前最为紧迫的任务。

首先,应培养和选拔一批拥有丰富工程实践经验的工科教师。教师是教育发展的第一资源,缺乏工程实践经验的教师很难教出具备工程实践意识的未来工程师。例如,可以借鉴德国工程教育对教师的要求,规定从事工程教育的教师必须具备一定时间的工程项目实践经验,如果不具备实践经验,则在其工作的第一年将其派送到相关企业,参与工程实践项目,待达标后才允许走上讲台。同时,应改革教师选拔和培养的体制机制,由政府主导,在高校与企业之间打通人才交流的路径,让高校教师能进入企业从事工程实践工作,让企业的优秀工程师能进入高校担任教师。此外,高校在聘用新教师时,应打破“唯帽子、唯论文”等旧习,重视引进理论扎实且实践经验丰富的教师,如从企业出站的优秀博士后等。

其次,应构建与时俱进的通识教育体系,加强工程伦理教育,设置跨学科课程,确保专业课符合工程实践的前沿。课程是教育教学活动的主要载体,工程教育课程改革应关注的领域包括通识教育课程、工程伦理课程、跨学科课程和高级专业课程。一方面,通识教育对夯实基础、开阔眼界的重要性无需赘言,而且随着时代的发展,工程师不再仅仅面对机器,直接面对人的场景会越来越多,通识教育所教授的基础知识对于人际交往具有显著的积极作用。另一方面,多学科交叉相融是未来工程发展的趋势,工程师本身则将面临越来越多的行业、岗位和职位的调整,这些都需要一定的通识教育作为基础来予以应对^[35]。笔者认为,对工科学生而言,通识教育体系应由两部分构成:一部分为基础通识课,是面向所有

人的,如心理健康、写作与演讲基础之类的课程,着力提高人文素养;另一部分为专业通识课,是针对具体专业的,如可以预见,在不久的将来人工智能将赋能许多学科和行业,可以尝试将人工智能基础作为某些工科专业的专业通识教育课程。在通识课程讲授之前,可以通过专题讲座,让工科学生认识到这些“看似无用”的课程实则对自身发展大有裨益。此外,一些教师对于通识课程的态度也需要转变。中国经历了改革开放后40多年的高速发展,现已进入经济转型升级阶段,因而,更加重视高质量发展,提出建设资源节约型和环境友好型社会;更加强调以人为本的理念,认为加强工科学生的工程伦理教育对中国未来的发展意义重大。因此,笔者建议,各工程学科应结合生产实践,研发设计符合本学科的工程伦理课程,并将之纳入专业通识课程体系。同时,教师应将工程伦理的理念融入专业课程教学与实践过程,潜移默化地培养学生的工程伦理意识。另外,设置跨学科课程也是对未来多学科交叉相融的一种重要的应对方式,这也是世界一流工科高校课程改革的趋势,如麻省理工学院近年来设置了大量的跨学科课程,包括能源、环境、创业、生命科学、运输五大类,在学科课程总数中的占比为32%^[36]。总之,专业课程体系应实时更新,本科高年级和研究生阶段的专业课,务必紧密联系工程实践,确保能够紧跟时代前沿。

参考文献:

- [1] 习近平.《习近平总书记系列重要讲话读本》全文[EB/OL].(2014-10-13)[2020-09-28].http://www.xinhuanet.com/politics/2014-10/13/c_127090941_6.htm.
- [2] 李伯聪.以“道器合一”“道在器中”的理念重塑工程教育——工程教育哲学笔记之一[J].高等工程教育研究,2017(4): 22—29.
- [3] 李钦.中国百科大辞典[M].北京:中国大百科全书出版社,2005: 1710.
- [4] 舒新城.辞海[M].上海:上海辞书出版社,2009: 712.
- [5] 赫伯特·西蒙.人工科学[M].武夷山,译.北京:商务印书馆,1987: 2.
- [6] 茅以升.茅以升科普创作选集:1[M].北京:科学普及出版社,1982: 42—54.
- [7] 薛继良.工程师的形成[M].杭州:浙江大学出版社,1989: 1—20.
- [8] 美国不列颠百科全书公司.不列颠百科全书:6[M].中国大百科全书出版社不列颠百科全书编辑部,译.北京:中国大百科全书出版社,1999: 70.
- [9] 《中国大百科全书》总编委会.中国大百科全书:7[M].北京:中国大百科全书出版社,2009: 70.
- [10] 李伯聪.工程哲学引论——我造物故我在[M].郑州:大象出版社,2002: 4—5.

- [11] 刘则渊. 现代工程前沿图谱与中国自主创新策略[J]. *科学学研究*, 2007(2): 193—203.
- [12] FROYD J E, WANKAT P C, SMITH K A. Five major shifts in 100 years of engineering education [J]. *Proceedings of the IEEE*, 2012(100): 1344—1360.
- [13] 刘亨金. 试论工程教育的基本特性[J]. *高等教育学报*, 1990(1): 47—49.
- [14] 卡尔·米切姆. 工程与哲学——历史的、哲学的和批判的视角[M]. 王前, 等译. 北京: 人民出版社, 2013: 1.
- [15] 李国钧, 王炳照. 中国教育制度通史: 第7卷[M]. 济南: 山东教育出版社, 1999: 13—14.
- [16] 亚里士多德. 政治学[M]. 姚仁权, 译. 北京: 北京出版社, 2007: 42.
- [17] 李伯聪. 工程人才观和工程教育观的前世今生——工程教育哲学笔记之四[J]. *高等工程教育研究*, 2019(4): 5—18.
- [18] 郝克明. 关于大力发展职业教育的几个问题[J]. *教育研究*, 2000(9): 3—8, 19.
- [19] 福柯. 规训与惩罚[M]. 刘北成, 杨远婴, 译. 上海: 三联书店, 1999: 193.
- [20] 华勒斯坦. 学科·知识·权力[M]. 刘健芝, 等译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1999: 47.
- [21] 彭静雯. 学科规训与工程教育科学化的突围[J]. *高教发展与评估*, 2013, 29(2): 17—24, 105.
- [22] 张森. MIT创业型大学发展史研究[D]. 保定: 河北大学, 2012.
- [23] 伯顿·克拉克. 高等教育系统[M]. 王承绪, 等译. 杭州: 杭州大学出版社, 1993: 154.
- [24] 潘懋元. 高等教育学[M]. 福州: 福建教育出版社, 2013: 31.
- [25] 李玉倩, 蔡瑞林, 陈万明. 面向新工科的集成化产教融合平台构
建——基于不完全契约的视角[J]. *中国高教研究*, 2018(3): 38—43.
- [26] 曹南燕. 对中国高校工程伦理教育的思考[J]. *高等工程教育研究*, 2004(5): 37—39, 48.
- [27] BRIGGLE A, HOLBROOK J B, OPPONG J, et al. Research ethics education in the STEM disciplines: The promises and challenges of a gaming approach [J]. *Science and Engineering Ethics*, 2016, 111(1): 1—14.
- [28] WILLIAN T. Lynch, teaching engineering ethics in the United States [J]. *IEEE Technology and Society Magazine*, 1997(16): 27—36.
- [29] 袁承志. 社会责任与生命关怀: 工程伦理教育的终极意义[J]. *南京航空航天大学学报(社会科学版)*, 2020, 22(4): 91—96.
- [30] 林健, 郑丽娜. 从大国迈向强国: 改革开放40年中国工程教育[J]. *清华大学教育研究*, 2018, 39(2): 1—17.
- [31] 王孙禹, 刘继青. 中国工程教育: 国家现代化进程中的发展史[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2013: 396.
- [32] LOYALKA P, LIU O L, LI G, et al. Skill levels and gains in university STEM education in China, India, Russia and the United States [J]. *Nature Human Behave*, 2021(3): 892—904.
- [33] VESILIND P A. Rules, ethics and morals in engineering education [J]. *Engineering Education*, 1988(5): 289—93.
- [34] 杨迎潮. 关于加强工科大学生工程伦理教育的思考[J]. *昆明理工大学学报(社会科学版)*, 2009(8): 289—293.
- [35] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. *清华大学教育研究*, 2017, 38(2): 6—10.
- [36] 周慧颖, 郑海霞. 世界一流大学工程教育跨学科课程建设的经验与启示——以麻省理工学院为例[J]. *黑龙江高教研究*, 2014(2): 50—53.

(上接第153页)

- [18] 罗晓兰, 韩景倜, 樊卫国, 等. 互联网时代的健康信息与健康焦虑[J]. *情报资料工作*, 2019, 40(2): 76—86.
- [19] 王文韬, 张行萍, 罗琴凤, 等. “数字土著”在线健康信息搜寻与线下就医行为关联的量化实证[J]. *情报理论与实践*, 2021, 44(7): 86—93.
- [20] 殷乐, 李艺. 互联网治理中的隐私议题: 基于社交媒体的个人生活分享与隐私保护[J]. *新闻与传播研究*, 2016, 23(S1): 69—77, 127.
- [21] 杜松平. 互联网时代的知识共享: 个体决策攻略化与日常生活批判[J]. *编辑之友*, 2020(12): 50—56, 84.
- [22] KWON M W, MUN K, LEE J K, et al. Is mobile health all peer pressure? The influence of mass media exposure on the motivation to use mobile health apps [J]. *Convergence*, 2017, 23(6): 565—586.
- [23] 樊桦. 农村居民健康投资不足的经济学分析[J]. *中国农村观察*, 2001(6): 37—43.
- [24] HALLIDAY T J, HE H, NING L, et al. Health investment over the life-cycle [J]. *Macroeconomic Dynamics*, 2019, 23(1): 178—215.
- [25] 毛宇飞, 曾湘泉, 祝慧琳. 互联网使用、就业决策与就业质量——基于CGSS数据的经验证据[J]. *经济理论与经济管理*, 2019(1): 72—85.
- [26] 张景娜, 张雪凯. 互联网使用对农地转出决策的影响及机制研究——来自CFPS的微观证据[J]. *中国农村经济*, 2020(3): 57—77.
- [27] 谢绚丽, 沈艳, 张皓星, 等. 数字金融能促进创业吗?——来自中国的证据[J]. *经济学(季刊)*, 2018, 17(4): 1557—1580.
- [28] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. *心理科学进展*, 2014, 22(5): 731—745.
- [29] 陈彬莉, 白晓曦. 家庭社会经济地位、家长同辈群体压力与城镇小学生补习——基于北京市海淀区小学调查[J]. *清华大学教育研究*, 2015, 36(5): 102—109.