

DOI:10.13766/j.bhsk.1008-2204.2018.0202

新工科建设背景下工程意识与工匠精神的培养

——以土木工程类专业为例

闫长斌, 杨建中, 梁岩

(郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:为迎接新经济变革带来的严峻挑战,作为“卓越工程师计划”的升级版,以加入《华盛顿协议》为契机而出台的新工科建设是深化高等工程教育改革的重要举措。鉴于当前高等工程教育存在的主要问题,让工程教育回归工程势在必行,这也是新工科建设的核心理念。新工科建设是一个系统工程,从更加注重理念性、系统性、创新性、实践性和跨界性等方面对工程人才培养提出了新要求。而要实现这些新要求,必须从大工程观教育理念出发,更加重视工程意识的培养和工匠精神的塑造。以土木工程类专业为例,在具体培养环节中系统开展学生工程意识的培养和工匠精神的塑造是全面提升工程人才培养质量的关键。

关键词:新工科; 工程教育; 工程意识; 工匠精神; 工程伦理; 土木工程

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1008-2204(2019)06-0152-09

Cultivation of Engineering Consciousness and Craftsman Spirit Under Construction of Emerging Engineering Education: A Case Study of Civil Engineering Majors

YAN Changbin, YANG Jianzhong, LIANG Yan

(School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou Henan 450001, China)

Abstract: As an important measure to deepen the reform of higher engineering education and an upgraded version of the outstanding engineers plan, the construction of emerging engineering education has been put forward to meet the severe challenges brought by the new economic reform based on the Washington Accord. In view of the main problems existing in higher engineering education, it is imperative to return engineering education to engineering itself, which is also the core concept of the construction of emerging engineering education. The construction of emerging engineering education is a systematic project, and some new requirements for the cultivation of engineering talents have been presented in terms of conception, system, innovation, practice and transboundary. To fulfill these new requirements, more attention should be paid to the cultivation of engineering consciousness and the shaping of craftsman spirit from the perspective of the educational concept of large-scale engineering. Taking civil engineering majors as an example, to cultivate the engineering consciousness and build the craftsman spirit of students in the specific training links systematically is the key to improve the cultivation quality of engineering talents in an all-round way.

Keywords: emerging engineering; engineering education; engineering consciousness; craftsman spirit; engineering ethics; civil engineering

收稿日期: 2018-07-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(41972270); 教育部首批新工科研究与实践项目(360A08-07-2018-0007-1); 郑州大学教育教学改革研究与实践项目(2019ZZUJGLX275)

作者简介: 闫长斌(1979—),男,河南台前人,副教授,博士,研究方向为土木工程。

一、引言

21世纪以来,新一轮科技革命和产业变革正在重构全球经济结构^[1]。随着中国特色新型工业化道路、创新型国家和人才强国等重大战略的相继部署,经济结构转型发展对高素质工程技术人才的要求日益提高,高等工程教育改革势在必行。自“卓越工程师计划”和“大学生创新创业训练计划”实施以来,中国高等工程教育综合改革取得了一系列示范性成果。然而,随着中国工程教育规模的不断扩大,如何实现从工程教育大国向工程教育强国的迈进,这一议题已经提上了日程。经过十年不懈努力,2016年6月中国工程教育成功加入《华盛顿协议》,实现了历史性跨越,为中国高等工程教育实现与国际化接轨提供了重要契机。随着“工业4.0”和“中国制造2025”的相继提出,随着人工智能、“互联网+”、物联网、大数据、虚拟现实等新兴技术的迅猛发展,以新技术、新产业、新业态和新模式为特征的新经济需要一大批具备工程意识、敬业精神、创新思维和实践能力,同时又具备国际视野的高素质工程师群体^[2-3]。这对工程人才的培养提出了更高要求和更大挑战。随着大工程观理念的提出,工程教育界发出了“回归工程”和“再造工程教育”的号召^[4],工程教育理念开始了从基于科学向基于工程的转变。基于此,新工科建设便应运而生,成为中国高等教育改革向“深水区”迈进的亮丽风景线。新工科建设不是一句口号,而是对未来工程教育进行的前瞻性布局和行动路线规划。许多学者对新工科建设的现实背景^{[2][5]}、主要特征以及建设思路进行了深入研究^[5-7],同时高校也结合自身特点开展了积极探索与实践^[8],这些研究成果对于提升工程人才培养质量具有一定的指导意义。

尽管中国高等工程教育已取得了长足发展,但高素质复合型工程人才培养是一项复杂的系统工程,如何能从根源上提升工程人才培养质量,仍然是困扰工程教育发展的难题,任重而道远。从反馈调查中发现,许多毕业生走上工作岗位后却无法很好胜任工程师工作,主要表现为吃苦精神和文化素养不够,创新意识和实践能力较低,尤其是跨学科解决问题的能力较差。究其根本,主要原因在于工程意

识的薄弱和职业精神的不足。此外,大工程观教育思想要求工程教育更加重视工程实际以及工程本身的系统性和完整性,对工程人才培养提出了全面发展的更高层次要求。新工科建设行动纲领强调坚持立德树人,强化工科学生工程伦理意识等,着力培养“精益求精,追求卓越”的工匠精神。可见,工程意识和工匠精神是新工科建设背景下高素质工程人才培养的核心理念。如何在工程教育培养全过程中融入工程意识和工匠精神,已经成为高等工程教育改革和现代工程师培养亟待解决的问题之一。

以“高层、高铁和高坝”为代表,中国工程建设取得了举世瞩目的成就。然而,一些重速度、轻质量,重建设、轻环保,重体量、轻细节的现象依然存在。土木工程师的职业精神不断受到新的考验。随着绿色智能建筑、现代智慧城市的快速发展和装配式结构、3D打印、BIM技术、综合管廊等新技术的应用推广,土木工程师的创新能力不断面临新的挑战。文章从新工科建设背景入手,以工程意识与工匠精神的重要性为切入点,以土木工程类学生工程意识的培养和工匠精神的塑造为例,探索能够适应新经济和新业态的高素质复合型工程人才培养途径,以期为现代工程师培养提供新的思路和参考。

二、新工科建设实施的必要性

(一)当前高等工程教育存在的主要问题

目前,中国工科大学规模和工程师数量均居于世界首位,然而在工程教育取得骄人成绩的同时,也面临着诸多问题^{[7][9]},主要表现在:①工科教育理科化。人才培养方案和课程体系偏重理论教学,实践环节不足,学生缺乏足够的工程训练;学生评优和保研时,论文和专利比重过大,评价导向出现偏差。②工程意识和职业精神培养重视程度不足。人才培养体系中通识课程设置不合理,工程伦理教育缺失;学生偏重知识学习,忽视工程概念的养成;功利化现象和浮躁的学风在校园弥漫。③师资队伍建设中的工程元素不足。教师发展导向是重科研、轻实践,青年教师缺乏工程背景,“双师型”教师比例普遍较低。④教学方法陈旧,师生沟通机制不灵活。过度依赖教材和课件,“满堂灌”现象依然存在;理论与实践联系不足,无法激发学生的工程兴趣;现代

教育技术应用不足,课堂枯燥无味;师生缺乏有效沟通,缺少有活力的培养氛围。⑤知识结构单一,跨界整合和创新能力教育不足。学科和专业限制束缚了知识体系的交叉与融合,学生的创新思维和创新能力得不到拓展锻炼。⑥人才培养评价标准和考核机制不完善。人才培养考核方式过多关注知识水平,忽视素质能力;培养质量标准不等于教学评价标准,现有工程人才培养标准的社会参与度不高,外部评价机制不健全。

(二)新工科建设的实施及其内涵

在技术与产业变革趋势下,基于对高等工程教育发展瓶颈的深刻认识,为了与世界工程教育图景恰相契合,教育部适时提出了新工科建设计划。从“复旦共识”“天大行动”“北京指南”到“研究实践”,教育部在一年左右的时间里连续出台四个重要举措,表明新工科建设已经成为中国高等教育改革的重中之重和迫切之需。这是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、人才全面能力培养新要求而提出的中国工程教育改革方向。新工科建设理念一经提出,随即引起教育界和工程界的广泛热议,并由讨论迅速转向实质性行动^[10]。

新工科建设,不是摒弃传统工科,而是根据新形势布局谋划新工科和升级改造老工科,推动学科交叉。新工科建设的本质是“工科”,内涵是“新”。新工科建设的基本内涵和主要特征包括三个转变:①培养导向由学科专业向产业需求转变;②培养方式由分化单一向交叉融合转变;③办学路径由孤立封闭向系统开放转变。归根结底,新工科建设是以全面提高工程人才培养质量为首要任务与核心目标,为实现工程教育强国绘就了壮美的宏伟蓝图^[5-6]。

(三)新工科建设对工程人才的新要求

大业欲成,人才为重。不管是硬实力还是软实力,归根到底要靠人才实力^[1]。人才是21世纪国际竞争力的核心要素。优秀的工程师群体则是工业发展的根本保障。美国工程院发布的《2020的工程师:新世纪工程的愿景》报告中提出,优秀的分析能力、实践能力、创造力、沟通能力、商业和管理知识、领导力、道德水准、专业素养和终身学习等是未来工程师应该具备的素质。新工科建设之根本,在于关注新时代工科大学生的发展,唤起他们强烈的使命

感、责任感、紧迫感、工程意识、创新意识、主动意识,使之能以崭新的姿态应对未来工程师职业的挑战。这是高等工程教育改革创新逻辑起点与最终归宿。

新工科建设对新时代工程教育的要求是致力于培养具备较高综合工程素养与较强实践创新能力,具有强烈的家国情怀与广阔的国际视野的“图钉式”人才^[11]。通过对比分析“卓越工程师培养计划”和《华盛顿协议》关于毕业生的标准要求,新工科建设对高素质工程人才培养的具体要求可以概括为以下方面:①德育为先,立德树人,培养又红又专的高素质工程人才,主要包括积极向上的思想品德、敬业奉献的职业道德、精益求精的工匠精神和以天下为己任的家国情怀等;②引导树立“大工程观”理念下的大工程意识,培养学生具有以人为本的工程意识、全局意识、创新意识等多维度系统工程观念,使其具备“由内而外”的自发式工程意念和潜在行为;③积极培育学生的创新热情、创新精神与创新能力,致力于完善工程人才“创意—创新—创业”的培养链条,多角度培养学生的创新思维和创新能力;④培养学生具备扎实的专业能力和实践能力,使其在具备实践精神的前提下,掌握足够的专业技能和实践能力,而不是纸上谈兵;⑤重视学生自我学习与终身学习能力的培养,使之具备学会自我学习和有效学习重要能力;⑥培养学生具有广阔的知识视野、较强的跨界整合能力和放眼全球的战略眼光。

总而言之,新工科建设对新时代工程人才培养提出了新的要求,主要体现为“五个更加”,即更加注重理念性、更加注重系统化、更加注重创新性、更加注重实践性和更加注重国际化。

三、新工科建设背景下工程意识与工匠精神的重要性

(一)工程意识是工程师的基本素养

工程意识是工程参与者对工程活动和工程存在物的态度、认识、理解以及由此派生出的行为倾向等各种心理过程的总和,是有关工程的内在感悟与潜在行为。工程意识包括多层结构,例如,工程理解中的认知性层次,工程实践中的关系性层次以及追求卓越中的价值观层次。工程意识的内涵十分丰富,主要包

括质量意识、安全意识、创新意识、责任意识、环保意识、团队意识、经济意识和伦理意识等思维过程^[12]。

工程意识是工程师最重要、最基本的核心素质，也是当今工程教育的薄弱环节。以土木工程为例，面对越来越苛刻的建设环境和越来越复杂的结构体系，建设方案的设计与施工涉及众多领域，要求土木工程师具有全局意识和系统思维，考虑建筑安全与造型美观协调统一，同时融入地域特征和文化元素等。此外，如若没有质量安全意识、节能降耗意识、革故鼎新意识、经济法律意识和团队协作意识，鸟巢等标志性建筑和港珠澳大桥等世纪工程，是难以建成的。值得注意的是，工程意识需要渗入到工程全生命周期的每一个细节中。例如，青藏铁路长距离线路工程需考虑藏羚羊等动物的迁徙规律等，南水北调中线长距离渠道必须考虑沿线居民生产生活的便利性等。然而，传统工程教育对学生工程意识的培养却略显不足。以四年制土木工程类专业人才培养方案为例，前两年以基础课为主，学生没有工程概念，后两年以专业课为主，理论教学偏多，实践环节不足。因而，往往在毕业设计环节会经常出现设计方案千篇一律、漏洞百出的现象，毕业生走上工作岗位后，也难以适应企业文化和环境，缺乏实践能力、创新能力与协作能力。

加强工科学生工程意识的培养是刻不容缓的。新工科建设对传统工程教育的升级更新就是要培养知识、能力与素质协调发展的高素质工程人才，持续提升工程人才培养水平。工程意识培养，离不开培育环境、培养模式、教学方法等各个环节的优化创新应突出工程特色，树立工程概念，融入工程伦理，加强实践教学，强调创新能力。通过加强工程意识训练，努力让工科毕业生成为具有较高工程素养的现代工程师，而不是外强中干的精装“毛坯”。

（二）工匠精神是工程师的职业灵魂

据统计，截至2013年，全球寿命超过200年的企业中日本有3146家，德国有837家。这些国家的企业是如何做到如此“长寿”的呢？答案就是——工匠精神的传承。2016年3月5日，李克强总理在政府工作报告中首次正式提出要培育精益求精的工匠精神^[13]。此后，党的十九大报告指出，要弘扬劳模精神和工匠精神。习近平总书记也再次强调，广大工程科技工作者既要有工匠精神，又要有团

结精神^[1]。工匠精神已然成为社会各界广泛关注的焦点。

精神是理念的象征和文化的核心。工匠精神属于职业精神的范畴，是从业人员的一种职业态度和精神理念，是人生观和价值观的重要体现^[14]，表现在对“质量至上、用户至上、声誉至上”的职业理念追求上。正如无畏亮剑精神之于军人，救死扶伤精神之于医者，蜡炬春蚕精神之于教师，执着追求的工匠精神则是工程师特有的气质，是工程师的灵魂所系。工匠精神的内涵在于精益求精，追求完美和极致，不惜花费时间精力，孜孜不倦，反复改进产品，把精细度从99%提高到99.99%；在于严谨求实，一丝不苟，不投机取巧。例如，对工程质量采取严格的检测标准，不达要求绝不轻易放过；在于耐心、专注、坚持。用持之以恒的耐力，不断追求的执著，做一名真正的匠人；在于专业、敬业。追求“工匠精神”的目标是打造其他同行无法匹敌的卓越产品。

现代工程师要如何重塑这种精神特质？以土木工程为例，一是重拾中华优秀传统文化建造文化，重拾鲁班精神、詹天佑精神和茅以升精神；二是借鉴德国和日本等优秀的精品理念和执着精神。建筑是凝固的艺术，工程师只有具备向善的精神担当、尚美的人文情怀、求新的创造理念和极致的细节追求，才能打造完美的精品工程和传世之作。青岛，一座号称“永不会被淹的城市”，其就得益于堪称完美的地下排水系统。如今城市综合管廊建设如火如荼，正是源于对城市细节功能的再认识。

运用之妙，存乎一心。对工程师而言，这里所说的心就是“匠心”。正如苏州大学金螳螂建筑学院的院训所言，“匠心筑品”“静净于心，精敬于业”。工程师在从业过程中只有牢固树立“敬业+精业”的匠人精神，超越金钱利益，将职业操守和价值理念凝聚成五个“心印”，即不忘初心，渴望雄心、最在专心、守住内心和团结一心，才有可能筑就不朽传奇。

（三）工程教育回归工程的必由之路

工程意识和工匠精神源于工程实践，也是工程实践的精神动力，是卓越工程师的优秀精神品质的集中体现，也是高等工程教育的灵魂。工程教育回归工程，首先就是要塑造工程人才的工程意识和工匠精神，为他们的从业生涯注入第一原动力。工程意识与工匠精神相辅相成，共同筑成了工程师的精

神家园。一方面是职业意识,另一方面是职业精神,二者共同构成了工程师开展工程活动的行为准则。让工程人才具备扎实的“内功”,就是要在工程教育全过程中灌输“做事先做人”的理念,让工程意识与工匠精神成为工程人才德育教育的奠基石。按照“外因必须通过内因起作用”的哲学思路,打造“内外兼修”的高素质复合型工程人才。努力将以人为本、关注安全、注重质量、保护环境、追求创新、兼顾效益、敬业诚信和精诚协作等作为工程人才培养的核心理念并融为一体,形成现代工程师的文化基因。

加强工程意识与工匠精神的培养,应树立大工程观理念,引入工程伦理教育,将其与工程意识和工匠精神有机结合,共同作为工程教育综合改革的重要组成部分。根据《华盛顿协议》,工程伦理教育早已是西方国家工程教育的重要内容,并将成为科学与工程的核心竞争力。工科学生缺乏工程意识和工匠精神正是由于工程伦理教育未能引起足够重视造成的^[15-16]。工程伦理教育的主旨是对学生工程伦理意识的培养、社会责任感的涵育和价值观的塑造。由此可见,工程伦理正是工程意识与工匠精神的交叉点和结合部,如图1所示。

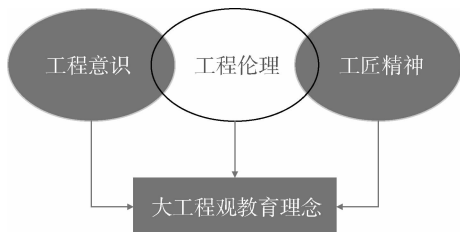


图1 大工程观教育理念

工程离不开社会,技术不能片面发展。工程技术若要造福人类,就必须实现工程、人、社会与自然和谐发展,否则就会背道而驰。因此,融入工程伦理教育,加强工程意识的培养与工匠精神的塑造,已然成为工程教育回归工程的必由之路。实现工程伦理与工程意识、工匠精神的双向融合,也是构建工程德育教育体系的桥梁纽带。

四、新工科建设背景下工程意识与工匠精神的培养路径

工程改变世界,行动创造未来。以土木工程行业为例,中国建造已经成为“走出去”的一张靓丽名

片,但在设计理念多元化、施工管理精细化、产品智能化和工程精品化等方面仍存在一定短板。产业发展需要人才支撑,而人才培养则必须适应产业需求。新工科建设基于产业升级需求对工程教育提出了新的要求,也为工程教育改革实践指明了方向。文章以土木工程类学生为例,积极探索工程意识与工匠精神的培养路径。

(一) 转移培养范式,强化协同育人模式

新工科建设强调工程教育回归工程,根据现代工程特点,从技术范式、科学范式向以“大工程观”为代表的工程范式转变。中国土木工程教育最早借鉴前苏联的经验范式,依赖经验积累而缺乏理论分析,无法适应复杂工程结构的快速发展。之后受西方教育的影响,开始转向科学范式,着重单元体的分析,忽视了综合运用,进而不利于学生建立系统的工程概念,更不利于学生养成正确的工程思维习惯和工程意识。“大工程观”立足于还原工程本身的面目,将工程置于环境之中,使工程教育“回归工程”。以系统性、实践性、创新性为本质的“大工程观”教育范式,通过科学、工程与人文教育有机融合,构建基于“工程”的教育环境和过程,将重视工程技术教育改为重视工程系统教育,同时重视工程意识和工匠精神的养成,使学生不囿于被割裂的知识习得,而是系统能力掌握。

工程素质与实践能力的养成具有跨界性特质,学校主体单一的教育模式在学生工程意识和工匠精神的培养等方面有着先天性的缺陷,而以产学研融合为特征的多方协同育人模式才是培养高素质工程人才的有效途径^[17]。2017年国务院办公厅发布《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》,明确指出逐步提高行业企业参与办学程度,建立健全多元化办学体制,全面推行校企协同育人,强化企业重要主体作用,构建教育和产业统筹融合发展的格局。产学研融合的协同育人模式已经上升为政府主导的国家层面。

以郑州大学土木工程学院为例,学院以服务区域经济发展和产业转型升级为目标,积极与政府机构、研究机构、企业单位开展战略合作,本着“共商教育大计、共建教学资源、共享合作成果”的原则,以战略合作、项目开发、创新驱动和人才流动等形式为载体,打造了“协同办学、协同育人、协同创新”的

责任共同体。一方面,土木工程学院先后与河南省第五建设集团等公司签署了24个实践教学基地,建立了3个国家级工程实践教育中心,同时设立了“河南五建创新奖学金”“中建交通育星奖学金”等奖励基金。另一方面,以企业为主体,营造“请进来”和“送出去”的双向机制。引入经验丰富的企业管理技术人员深度参与教学过程,例如参与人才培养方案修订、指导课程体系建设以及参与具体课程授课等。选派骨干教师到政府和企业挂职锻炼,近年来学院先后选派5人到政府、园区和企业挂职,不但为政府和企业解决了实际遇到的难题,同时锻炼了教师的工程实践能力。基于以上探索和实践,郑州大学申报的“新工科多方协同育人模式改革与实践——以土木工程专业为例”这一课题成功入选教育部首批新工科研究与实践项目。

此外,还可借鉴德国的“二元制”人才培养模式,探索建设一批与行业企业等共建共管的产业学院,建设一批集教育、培训及研究于一体的区域共享型人才培养实践平台等。目前,高职院校对此创新模式的参与度较高,例如福建江夏学院针对建筑业向建筑产业现代化转型升级过程中装配式建筑产业的迅猛发展,积极组建装配式建筑产业学院。鉴于“协同育人”在工程人才培养方面的优势,特别是企业平台对学生工程意识、工匠精神以及实践能力的培养,应积极推动以土木工程类为代表的实践性较强的工程教育,建立多层次、多领域的校企联盟,深入推进产学研合作办学、合作育人、合作就业、合作发展,实现合作共赢。

(二)调整培养方案,优化课程结构体系

临渊羡鱼不如退而结网。新工科建设提出的新要求,特别是工程意识的培养和工匠精神的塑造,最终需要落实到人才培养方案和课程体系的优化上,体现在具体教学环节中。

1. 融入工程意识和工匠精神,推进学风和教风建设,改革学风浮躁、教风单一的局面。当前工程教育普遍存在的问题是学生的浮躁心和教师的功利心。一些学生沉迷于电子游戏、热衷于社团活动、醉心于各种荣誉,从而产生了平时浑浑噩噩,考试疲于应付的现象。而一些教师则忙于科研项目,专心于经费、论文和专利等,缺乏对教学的热情和对学生的关怀。责任担当、一丝不苟是工程意识与工匠精神

最突出的特点。融入工程意识和工匠精神,有助于营造良好的学风和教风。

2. 实施大类招生,加强工程启蒙教育,实施个性化培养。大类招生在于实施大类培养^[7],对高素质工程人才培养的作用在于能够大幅提高学生通识教育素养,加强通识教育和专业教育的相互融合,有利于学生的个性化培养。郑州大学自2017年起实行土木大类招生,并制定了《郑州大学土木工程学院土木类招生分专业管理规定》。这一规定按照最新培养方案实施“1+3”培养模式,入学第一年不区分具体专业,第二年根据学生对专业的了解和兴趣爱好,在土木工程、建筑环境与能源应用工程、城市地下空间工程等三个专业中选择其一。此外,鉴于一年级新生往往处于专业迷茫期和真空期,没有专业概念和工程概念,为此,郑州大学的土木类人才培养方案将《土木工程概论》《地下工程概论》等课程前移至第一学期,加强工程启蒙教育,帮助学生尽快树立工程意识,激发专业学习兴趣,同时为学生二次选择专业提供必要的参考。

3. 将工程伦理融入过程培养,构建“通识教育+专业教育+创新创业”的立体化培养方案。重视通识教育,融入工程伦理教育,强化专业教学中的工程分析和综合运用能力的培养,弱化纯理论性知识点教学,突出工程实践教学。工程伦理是联系工程实践的基础支撑,通过加强工程伦理教育和工程实践教学,打破学生只能计算、画图、设计、写论文而不能驾驭工程的学科课程观,围绕解决问题和项目实施形成新的课程链,将传统的公共基础课、专业基础课与专业课构成的“阶梯型”课程体系转变为以“基础知识+工程伦理+专业技能+工程实践+创新创业”为核心的“情境化”工程教育课程体系。

4. 深入改革教学方法,利用多元化教学手段,将工程意识和工匠精神培养渗透到具体教学环节中。改革教学方法,不但可以提高学生的学习兴趣和学习效果,同时可以在潜移默化中培养学生的工程意识与工匠精神。例如,采用翻转课堂教学法和模拟工程教学法,让学生通过体验,学会思考、理解工程、提高认识,将工程植入课堂,既能调动学生的参与热情,又可避免滥竽充数的现象。再例如,采用身边教学法,让学生学会观察和思考,包括“千里之堤,溃于蚁穴”现象的土力学解释,楼倒倒、塔歪歪、路坍

塌等现象的基础原因等。通过探索实施与反馈总结,郑州大学土木工程学院建立了“四结合”教学法,即与生活现象结合,与重大工程结合,与兴趣爱好结合,与学科交叉结合。“授人以鱼不如授人以渔”。以《岩体力学》课程教学为例,摒弃撒网式教学,采用“基本原理+典型工程”模式,构建了由模块化内容、专题式分解、问题式导入、讨论式教学、答辩式考核组成的完整教学体系。

5. 推进毕业设计综合改革,打通最后“一学里”。毕业设计是工程人才培养中最后也是最重要的一个环节,是对学生本科期间所学知识和专业能力的最终检验。传统的毕业设计多采用“假题真做”模式,对毕业设计成绩的判定主要依据设计规范、结构计算、工程制图等知识运用领域,而对概念设计、美学素养、创新能力等方面的考查较少。然而,工程美学、环保节能、细节意识和创新能力等,既是土木类新工科建设方向,更是社会发展的现实需求。为此,郑州大学土木工程学院一方面严格限制毕业论文的人数比例,一方面坚持毕业设计“真题真做,一人一题”的原则,同时强调建筑与结构相结合、设计与施工相结合、建筑环境与结构功能相结合、地上与地下相结合、手绘图与软件图相结合、规范与创新相结合、校内与校外相结合等理念,有效提升了学生的综合工程认识、实践创新能力、跨界整合能力以及团队合作精神。

6. 构建基于“学科竞赛+创新创业”的拔尖型工程人才培养的双渠道。以国家和省级大学生结构设计竞赛为例,命题越来越倾向于模拟和简化当今时代面临的重大工程实际问题^[18],在学生工程意识和工匠精神培养方面具有突出优势。例如,2018年在河南科技大学举办的“雨中情杯”河南省第七届大学生结构模型设计竞赛,竞赛题目是装配式结构,与中国建筑新业态的重点发展方向紧密结合。在“大众创业,万众创新”理念的引领下,大学生创新创业训练计划已经成为深化“本科教学工程”改革的重要举措,在培养学生创新思维 and 创新能力方面取得了显著效果^[19]。郑州大学土木工程学院以学科竞赛和创新创业为抓手,成立了学科竞赛指导中心和创新创业训练中心,引导学生积极参与各类竞赛活动和创新创业实践活动。近年来,郑州大学土木工程学院学生在主要学科竞赛和创新创业训练活

动中取得了较好的成绩和成效,如表1所示。此外,积极引导學生开展各类社会实践活动,包括“三下乡”、社会调研、社区服务、支教助学、暑期实践等,培养学生的责任意识和奉献精神。

表1 2016年来学科竞赛获奖与创新创业立项情况

类别	获奖(立项)情况
学科竞赛	大学生结构设计竞赛三等奖3项,参赛奖4项;大学生制冷空调科技竞赛一等奖3项、二等奖5项;城市地下空间工程专业大学生设计大赛一等奖3项、二等奖1项
创新创业	共有135项获得立项批准,其中国家级18项,校级82项,院级35项

(三) 坚持以学生为中心,构筑师生共同实践体系

坚持以学生为中心,必须坚持以学校和教师为双重保障,以培养学生的工程意识和工匠精神为出发点和落脚点,这也是对《华盛顿协议》中“以生为本”理念的最好诠释。以学生为中心,并非把学生当上帝,也不是对学生放任自流,而是以成果为导向,以培养目标达成度为标准,即学生学到了什么、学生成为了什么。以培养学生的工程意识和工匠精神为导向,以构建师生共同实践为载体。

实现这一目标,关键在于三个方面:①师资队伍建设。教师是知识传播者与成长引路人,教师的工程素养和实践能力直接影响教学效果。在青年教师引进与培养环节中,应加强工程实践能力的考核,鼓励教师深入工程一线,不断提升工程素养和创新能力。②企业参与程度。企业是工程实践的主阵地与工程师成长的沃土。校企协同育人,可大大缩短人才培养路径,提高人才培养质量。企业深度参与教学,一方面让有经验的管理与技术人员直接参与教学环节,另一方面让学生深入到企业车间和工地学习,直接参与工程项目。郑州大学土木工程学院依托工程实践教育中心,尝试推行现代学徒制或新型师徒联合育人模式,并取得了良好的效果。③师生互动机制。破除师生交流壁垒,实现无障碍沟通交流,是工程人才个性化培养的有效途径。课堂互动,有助于活跃教学气氛;课后互动,有助于开展因材施教。教师只有多接触学生,才能发现每一个学生的特点,及时给予针对性指导。教师在互动中鼓励学生学会思考和质疑,由“教”变“学”,引导学生开展自主式、协作式和互助式学习。郑州大学为此设立了本科生专业班主任制度,让具有工程背景的教师及时与学生建立联系,让工程理念走进学生心中。

(四) 实施交叉融合,培养跨界创新能力

不拒众流,方为江海。应打破学科壁垒,实施多学科交叉融合,培育跨界复合型工程人才。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,开设跨学科课程,探索面向复杂工程问题的课程模式,组建跨学科教学团队、跨学科项目平台,推进跨学科合作学习。例如,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,以学科交叉融合为特色,开创了“机器人+人工智能”(工科+工科)、“金融+数学”(社科+理科)和“计算机+大数据”(工科+理科)等三种教学模式,并依托建立的本科生院,2016年已招生100人,受到社会、学生、家长和专家的一致认同^[5]。同济大学以重构建筑生产体系为背景,将土木工程、机械工程、电信工程、建筑学、材料工程和工程管理等优势学科进行深度交叉融合,如2018年申报的“智能建造”专业已得到批复,成为新增的新工科专业。

郑州大学王复明院士提出的搭建大工程中心构想,创新和优化了工程人才培养模式,推进了工程学科协调发展,是对新工科建设的积极探索与实践。在此基础上倡导工程学与医学理念交叉,推动工程医院的建立与推广,于2018年成立了地基基础分院、轨道交通分院等,并在河南城建学院成立了坝道工程医院,这些都是对大数据、云计算、人工智能、虚拟现实以及“互(物)联网+工程”的有意探索与实践,对于培养新工科建设背景下高素质复合工程人才具有显著的意义。

此外,积极营造“工程+文化”氛围,拓展跨界培养的深度与广度。例如,在土木工程类专业中加大鲁班文化、詹天佑文化和茅以升文化宣传力度;举办大国工匠进校园活动以及超级工程宣传周活动;以工程教育为纽带,以“一带一路”为契机,在来华留学生中开展跨文化交流活动等。

(五) 动态考核,建立质量保障持续改进机制

随着新经济的快速发展,新技术、新产业、新业态和新模式的调整速度不断加快,迭代周期不断缩短,未来国家和相关产业对新工科建设与工程人才培养的要求必将呈现动态变化趋势。因此,有必要在工程人才培养质量保障体系中建立动态考核标准和持续改进机制。

1. 建立完善具备中国特色,同时与国际实质等效的工程教育专业认证制度,把专业认证作为建设一流工科的重要抓手和基础性工程,用国际实质等效的标准引导专业教学。《华盛顿协议》与新工科

建设具有内在统一性和实质等效性,二者有效对接将有助于完善工程人才培养模式质量评价体系。基于“华盛顿协议”和新工科建设,开展工程类专业动态认证(评估)是促进专业建设和提高人才培养质量的有效方式。2017年郑州大学土木工程专业通过认证(评估),这也是其连续5次通过认证(评估),为土木类人才培养质量提供了强有力的保障。

2. 以产业当前需求和未来发展为导向,建立外部驱动的质量持续改进机制。世界著名的林同炎国际公司总裁、美国工程院院士、中国工程院外籍院士邓文中先生说:“一位工程师如果不试图在每项设计中尽可能地进行改进,那么他就没有尽到工程师应尽的义务。”同样,工程教育也需要引入“持续改进”的动态机制,即工程人才培养质量有“底线”,但没有“上限”。基于此,应建立基于“二元雇主”反馈的人才培养质量持续改进机制。一方面,在规模教育基础上实施“定制教育”,以学生为雇主,根据学生的反馈,动态调整培养方案和教学环节。一方面,对毕业生进行跟踪调查,以用人单位为雇主,根据用人单位的反馈,持续改进培养过程和教学环节。

3. 突出工程实践教学环节,动态调整课程教学考核模式,优化人才培养细节考核标准。工程教育不同于理科教育的显著特点就是工程实践的重要性。以土木工程类专业为例,完备的实践教学体系包括试验类(材料、结构、环境和岩土等)、实习类(工程地质、工程测量、认识实习和生产实习等)、实践类(创新创业、毕业实践和社会实践等)。通过完善工程实践教学,在真实环境中逐步提高学生的工程意识和工匠精神。

传统的开卷或闭卷笔试存在的弊端是难以杜绝舞弊现象,学生会心存侥幸,从而不利于提高教学效果和学风建设,也难以充分体现师生互动交流。基于此,应动态调整课程考试方式,构建多元化的考核机制,借鉴注册工程师执业资格考试模式,注重系统概念与细节知识相结合,综合考察学生的素质与能力。例如,郑州大学土木工程学院根据课程性质,不断优化课程考试考核方式,《工程地质》课程采用“调查报告+开卷考试”考试模式,《地基处理》课程采用“课堂答辩+半开卷考试”考试形式,《地下建筑结构》课程采用“即兴演讲+案例分析”考核方法,都取得了良好的教学效果。

五、结论

国以才立,业以才兴。工程改变世界,教育关乎

国运,人才承载未来!深化高等工程教育综合改革,提升工程人才培养质量,必须有“亦余心之所善兮,虽九死其犹未悔”的豪情壮志!

问渠那得清如许,为有源头活水来。认清时代发展的鲜明特点和工程人才培养的根本任务,以新工科建设为契机,抓住工程人才培养过程中的主要矛盾,针对工科学生开展工程意识的培养和工匠精神的塑造,无疑是深化工程教育综合改革的重要举措。以土木工程类高素质复合人才培养为例,基于新工科建设对新时代工程人才培养提出的新要求,探讨了大工程观理念下工程意识和工匠精神的重要性,从培养范式与协同育人模式、培养方案与课程体系建设、以人为本与师生共进体制、交叉融合与跨界整合能力以及动态考核与持续改进机制等五个方面对工程意识和工匠精神的培养路径进行了系统论述,这是对新时代的高素质复合型工程人才培养的一种有益探索。

参考文献:

- [1] 习近平. 在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话[EB/OL]. [2018-05-28]. http://www.xinhuanet.com/politics/2018-05/28/c_1122901308.htm.
- [2] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等. 加快发展和建设新工科,主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1—9.
- [3] 吴涛,刘楠,孙凯. “新工科”视域下工程人才关键能力的思考[J]. 黑龙江高教研究, 2018(3): 156—160.
- [4] 陆国栋. “新工科”建设的五个突破与初步探索[J]. 中国大学教学, 2017(5): 38—41.
- [5] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1—6.
- [6] 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): 26—35.
- [7] 陆国栋,李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20—26.
- [8] 徐雷,胡波,冯辉,等. 关于综合性高校开展新型工程教育的思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 6—12.
- [9] 瞿振元. 推动高等工程教育向更高水平迈进[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 12—16.
- [10] 叶民,孔寒冰,张炜. 新工科:从理念到行动[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 24—31.
- [11] 夏建国,赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15—19.
- [12] 李秋莲. 工程意识和工程精神的内涵与构建[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(2): 9—12.
- [13] 胡洪江,田丰. “工匠精神”首次登上政府工作报告,为何总理如此看重[N]. 人民日报, 2016-03-07(3).
- [14] 叶美兰,陈桂香. 工匠精神的当代价值意蕴及其实现路径的选择[J]. 高教探索, 2016(10): 27—31.
- [15] 何菁,张丽杰,赵仁艾,等. 工科大学生工匠精神的养成路径研究[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2017, 17(6): 47—53.
- [16] BASART J M, SERRA M. Engineering ethics beyond engineers' ethics[J]. Science and Engineering Ethics, 2013, 19(1): 179—187.
- [17] 杨飒,杨小东. 新工科建设背景下的协同育人模式探究[J]. 中国成人教育, 2018(4): 73—75.
- [18] 武贤慧,王步. 土木工程专业大学生工程意识培养研究——以结构设计竞赛为例[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(3): 24—29.
- [19] 闫长斌,杨建中,朱佳音. 基于项目管理的大学生创新创业训练模式探索与实践——以郑州大学土木工程学院为例[J]. 华南理工大学学报(社会科学版), 2017, 19(2): 110—118.