

土木工程专业复合型创新人才 立体化培养模式构建与实践

张建伟,杜修力,乔崎云,陈适才

(北京工业大学 城市建设学部,北京 100124)

摘要:为适应新时代复合型工程技术创新人才培养需求,在本科教学过程中有机融入工程的自然属性和社会属性教育,提升土木工程专业本科生的工程实践与创新能力,创建了面向广义工程的“实践能力开放式培养模式”“实践教学群体式指导模式”和“实践化创新能力培养模式”,建设了“虚实结合、相互补充”“产学研用有机融合”的本科生工程实践与创新能力培养实训平台,建立了突出学科优势的特色专业课程体系和课程群教学团队,探究了广义大工程的思想政治教育意蕴,构建了“1+2+N”土木工程专业课程思政教育课程体系,形成了土木工程专业复合型工程技术创新人才立体化培养模式,并进行了教学实践,取得了明显成效。

关键词:土木工程专业;本科生;工程实践能力;创新能力;培养模式

中图分类号:G640

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2023)01-0053-05

当今社会,现代工程师面对的实际问题日趋复杂。工程活动中除了技术内容,还必须考虑非技术因素,包括自然和社会,其中自然涉及生态、环境、资源问题,社会涉及经济、文化、道德、伦理等问题,这些必须融入工程师的教育培养体系。在新时代,我们必须培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者,建立在科学与技术之上的包括生态、环境、资源、经济、文化、道德、伦理等多因素的广义工程理念,克服传统工程教育过分强调专业化、科学化从而割裂工程本身的弊端,凸显工程本身的广泛性、系统性和完整性。我国于2016年正式加入《华盛顿协议》^[1],我国工程类毕业生拥有国际互认质量标准的通行证,我国工程教育质量得到国际工程界的认可,同时也对我国工程教育工作提出了更高的要求。住房和城乡建设部在2017年的土木工程专业评估(认证)中,开始由评估制度向认证制度转变,首次采用全国工程教育认证新体系^[2]。工程教育专业认证强调以学生为中

心的教育理念、以工程人才培养目标为导向、注重教育产出和实际成效、坚持全体学生共同达标、关注专业持续改进机制等教育教学理念。在专业建设中,如何适应我国新时代社会发展需要具有社会主义核心价值观的高素质复合型人才的需求,利用工程教育认证标准进行引领,促进我国高等教育教学改革和专业建设是首要关键点^[3-4]。

2013年,美国学院与大学协会(AAC&U)的雇主调查显示:95%的雇主倾向于雇佣在工作中具备创新能力的高校毕业生。故应面向实际培养学生的创新能力,注重拓展学生的思辨能力,让学生自主发现和探索问题,同时,还要在课堂之外培养学生的工程实践能力与创新能力。

面对高等教育进入大众化阶段后出现的工程技术人才培养质量问题^[5],本文从教育教学规律上深入探讨,分析影响工科本科生培养质量的主要因素,以培养本科生的核心竞争力——工程实践与创新能力为根本,进行较系统的教育理念、教

收稿日期:2022-03-16

基金项目:北京高等教育本科教学改革创新项目(201910005001);北京工业大学教育教学研究课题(ER2020A004)

作者简介:张建伟(1971—),男,河北丰润人,教授,博士,主要从事工程结构抗震、土木工程教育教学研究。

学方法、教学手段改革,建设培养环境,创新培养模式,创建基于广义工程视角的土木工程专业复合型工程技术创新人才立体化培养模式,为培养具有宽厚基础知识、较好人文素养、较强工程实践和可持续学习能力及国际化视野的土木工程创新人才提供有力支撑。

1 新时代土木工程专业人才培养的关键问题

1.1 新时代的本科人才培养目标

本科生教育,是集知识、智慧、人格、能力高度统一的高素质专门人才的培养活动,其目的是为国家社会经济发展培养大批有理想、有本领、有担当的高素质专门人才,为全面建成小康社会、基本实现社会主义现代化、建成社会主义现代化强国提供强大的人才支撑和智力支持。本科阶段是学生世界观、人生观、价值观形成的关键阶段,其教育的最大特点就是,人才培养必须理论与实践紧密结合,土木工程专业本科生创新能力的培养应强化与广义工程的结合,突出本科生的工程能力、人文素养和创新能力培养。

1.2 复合型工程技术创新人才的培养方式

社会不断发展的今天,“工程”应定义为人造的“物”和“社会”系统,工程活动不仅包括勘探、规划、设计、建设过程,还包括工程运行维护、性能和功能提升以及拆除消纳等过程,全寿命工程活动与自然、社会各因素的相互关系密不可分,应统筹考量,实现工程、自然、社会协调发展。因此广义的工程学教育内涵不仅在科技知识上需要延展,而且还包括必要的工程社会学和工程自然学的知识,这些必须融入现代工程教育人才培养体系。如何培养出适应国家发展需求并具有宽厚基础知识、较好人文素养、较强工程实践和可持续学习能力及国际化视野的复合型工程技术创新人才,必须解决基于广义工程的“培养环境”“培养模式”问题,这是提升本科生人才培养质量的基础和根本保障。

2 复合型工程技术创新人才立体化培养模式构建

北京工业大学土木工程专业创办于1960年,2002年通过国家住建部土木工程专业教育评估,

2005年立项为北京市品牌专业进行建设,2009年获批土木工程国家级实验教学示范中心,2013年获批土木工程国家级虚拟仿真实验教学中心,2015年获批北京高等学校示范性校内创新实践基地,2017年通过全国工程教育专业认证,2019年入选国家一流本科专业建设点和北京高校重点建设一流专业。2017年北京工业大学土木工程学科被列为国家“世界一流学科”建设学科,以学科建设为契机,依托高水平实践教学平台和师资队伍,适应新时代复合型工程技术创新人才培养需求,土木工程专业提出了“基于广义工程视角,注重学科知识交叉融合,推动创新”的本科人才培养理念,创建了面向广义工程的“实践能力开放式培养模式”“实践教学群体式指导模式”和“实践化创新能力培养模式”;建设了面向广义工程的“虚实结合、相互补充”“产学研用有机融合”的本科生工程实践与创新能力培养实训平台;建立了面向广义工程、突出学科优势的特色专业课程体系;探究了广义大工程的思想教育意蕴,构建了“1+2+N”土木工程专业课程思政教育课程体系;优化了教学团队,将具有工程实践背景或科技研发经历的高层次人才全部融入课程群教学团队,形成了师资结构合理、学科知识交叉融合、责权明确的课程群教学团队;构建了土木工程专业复合型工程技术创新人才立体化培养模式。

2.1 本科人才培养目标定位

北京工业大学土木工程专业基于学校“立足北京、服务北京、辐射全国、面向世界”创办研究型大学的办学定位,以国家一流专业建设和世界一流学科建设目标为靶向,面向国家(重点是京津冀区域)城市与工程建设,提出了基于广义工程视角的土木工程专业本科人才培养目标,即在本科教学过程中有机融入工程的自然属性和社会属性教育,基于新时代土木工程、自然、社会相互和谐发展理念,培养具有宽厚基础知识、较好人文素养、较强工程实践和可持续学习能力及国际化视野的复合型工程技术创新人才,为行业创新领军人才培养奠定基础。

2.2 本科人才培养环境建设

面向广义工程,建立了三大实训平台和特色课程体系:(1)校内综合实验实训平台,整合学科优势科研平台和实践教学平台,构建多学科交叉融合综合性实验实训平台,发展“虚实结合、相互

补充、注重综合、追求创新”的特色教学模式,以虚实结合为手段,将虚拟实验融入实践环节预习、实训和课后实践等环节中,最大限度地提高学生的综合能力,培养学生的创新能力,积极扶持和鼓励科研和工程项目向本科生教学的转化,培养学生解决复杂工程问题的能力;(2)校内外共享实训平台,依托城市建设学部产学研联合会,整合学校和校外设计、研究、施工大型企业单位优势资源,构建共享实训平台,拓展本科生实训空间,实现本科生“真刀真枪”在广义工程中实训,高质量地完成教学计划内的实践教学实践活动;(3)大工程产业基地实训平台,依托专业教师参与的多项重大工程项目,以大产业为动力,推进基于大工程、大研发、大资源的集成创新与产业化技术发展,将学生的创新创业活动有机融入其中,实现本科生创新创业能力培养与“产学研用”的一体化;(4)“1+2+N”课程思政教育课程体系,1即为一个主题“超级大工程”,2即为“新生研讨课”和“土木工程概论”两门专业导论课,N即为专业核心课程,充分挖掘我国重大工程建设成果中所蕴含的思政元素,将其有机地融入专业教育全过程,使专业课程与思想政治课程同频共振,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一,提高学生人文素养与责任担当精神,形成全员、全课程思政育人的教学体系,注重以文化人、以文育人,培养社会主义建设人才;(5)突出学科优势的特色化专业课程体系与教学团队,将学科优势方向充分融入本科专业课程体系,并在专业课程体系中设置专业特色课程,明确了课程建设必须融入工程、自然、社会和谐发展要素,并在培养方案中予以体现;对具有工程实践背景或科技研发经历的高层次人才融入教学课程团队进行顶层设计,优化组合了12个课程群教学团队,明确了课程群建设目标和课程负责人责任,将课程建设工作纳入高层次人才个人绩效考核,树立以学生工程实践与创新能力培养为中心的教学观念,实现本科人才培养的“特色化、差异化”。

2.3 本科人才培养模式构建

注重学科知识交叉融合,提出了三种本科生工程实践与创新能力培养模式。一是工程实践能力开放式培养模式,旨在克服本科生专业能力培养脱离工程实践的弊端,结合广义工程实践,邀请校外工程技术专家和校内有工程经验的专业教师

到工程现场,校外专家、校内教师和本本科生互动,交流工程实践认识与经验,探究科学与技术问题,培养本科生的工程素养,开拓本科生的工程视野,提升本科生解决复杂工程问题的能力,克服了本科生培养脱离工程实践的弊端;二是实践教学群体式指导模式,旨在克服单个指导教师专业知识与工程实践能力受限的弊端,在本科生实践教学环节和科技创新活动中,围绕工程实际与创新活动需求,将校内指导教师团队拓展到校内外指导教师群体,优化组合指导教师,形成专业知识结构合理、工程实践经验丰富、老中青相结合的指导团队,推进学科知识交叉融合,增强优秀教师团队引领作用,扩大育人成效,保障广义工程观教育理念的有效实施;三是实践化创新能力培养模式,旨在克服本科生创新能力培养脱离工程实践的弊端,结合广义大工程实践、技术开发、试验研究(包括工程模型试验和工程原位试验),使参与师生共同面对工程一线技术与科学问题挑战,在解决广义大工程关键技术问题过程中,实现师生创新思维的碰撞与沟通,激发本科生创新灵感,提升个人沟通协作与团队攻坚克难能力。

构建形成了土木工程专业复合型工程技术创新人才立体化培养模式,它由相互联系、相互作用的五个子系统构成,各子系统又由多个要素构成:

(1)工程实践与创新平台子系统。“三大实训平台”整合“大工程研发、大研发基地、大社会资源、大产业创新”平台优势,以广义大工程为介质,将校内工程实践与创新平台拓展到校内外工程实践与创新联合平台,实现了校内外工程实践与创新平台的有机组合,贯穿了“系统规划下大工程与大自然、大社会、大研发、大产业相统一”和“可持续发展的科研成果与生态环境效益、资源效益、社会经济效益、历史文化、道德伦理相统一”的思想。

(2)创新群体子系统。它由“教师”和“本科生”构成,基于工程实践与创新平台子系统的构建,在进行工程实践、科学研究和创新能力培养过程中,以教师为主导、学生为中心的培养理念得到新的发展;以“科研项目 and 工程实践为介质”,将校内指导教师团队拓展到校内外指导教师群体,实现合作企事业单位的指导教师资源有效整合;以“广义工程为介质”,激发学生能够主动成为“参与发现、解释和新技术或形成新思想的主

体成员”的创新意识。

(3)工程实践与创新能力培养模式子系统。它由“开放式培养模式”“实践教学群体式指导模式”“实践化创新能力培养模式”构成,基于工程实践与创新平台子系统和创新群体子系统的构建,进行工程实践与创新能力培养过程中,培养模式的创新极其重要,是在具备良好培养平台和指导团队条件下,真正让本科生得到源于工程实践的创新教育,实现创新启迪,激发创新意识,提高创新能力,增强学生能够主动成为“参与发现、解释和新技术或形成新思想的主体成员”的原动力,实现“研发平台子系统”“创新群体子系统”和“培养模式子系统”有机联系与互动发展的一体化。

(4)课程体系子系统。它由“特色化专业课程体系”“课程思政教育课程体系”“课外活动”构成,基于工程实践与创新平台子系统、创新群体子系统和工程实践与创新能力培养模式子系统的构建,进行复合型工程技术创新人才培养过程中,课程体系的合理化、特色化、差异化、系统化极其重要;课程体系与时俱进、创新发展,是在具有良好培养平台、优秀指导团队和合理培养模式条件下,保障本科生获得宽厚基础知识、较好人文素养、可持续学习能力和拓展国际视野的基本保障,在培养社会主义高素质复合型工程技术创新人才中占有重要地位。将工程实践与创新能力培养、国际化视野拓展、思政教育有机融入课外活动,实现课内和课外相辅相成、互为支撑的闭环育人系统。

(5)成效评价子系统。它由“效果评价”和“信息反馈”构成,基于工程实践与创新平台子系统、创新群体子系统、培养模式子系统、课程体系子系统的构建,在复合型工程技术创新人才培养过程中,适时进行效果评价和信息反馈是必要的,按照“实践是检验真理的唯一标准”的思想,在教学实践过程中,不断发现新问题,解决新问题,持续改进,发挥优势,修正错误,引领方向,开拓进取,让本科生得到实实在在的高水平教育。“工程实践活动、工程技术开发、科研项目为介质”,将校内指导教师团队拓展到校外指导教师群体,实现了合作企事业单位的教师、工程技术人员、专家资源有效整合,指导教师群体拓展使“效果评价”的客观性增强,也容易从多渠道获得“信息反馈”。

可见,本文构建的土木工程专业复合型工程技术创新人才培养模式是“立体化”的,其含义为:从系统构成的角度,是基于广义工程观的复合型工程技术创新人才培养全过程中,由影响培养质量的各子系统、子系统各要素构成的开放性、立体化的互动系统,是一个多要素、多层次、多维度的有机整体;从培养目标的角度,是基于广义工程概念,以培养实践能力和创新精神为核心的,以实践性、发展性、互动性、多样性培养为特点的,创新意识、创新能力、人文素养协同发展的,产学研用一体的复合型工程技术创新人才立体化培养模式。

3 复合型工程技术创新人才立体化培养模式实践效果

北京工业大学土木工程专业复合型工程技术创新人才立体化培养模式的实施,取得了明显成效:(1)显著提升了土木工程专业本科生的工程实践与创新能力,近五年,获“创青春”全国大学生创业大赛金奖2项,“挑战杯”“互联网+”“创青春”北京市赛一等奖2项、二等奖1项、三等奖11项,国家级科技竞赛特等奖3项、一等奖17项、二等奖15项、三等奖64项,省部级科技竞赛奖励113项,校级科技竞赛奖励317项,获评北京市优秀毕业设计(论文)4项、校特优毕业设计(论文)7项、校优秀毕业设计(论文)24项,2020年、2021年获评中国土木工程学会高校优秀毕业生2名,毕业生得到行业好评,北京市建筑设计研究院等多家用人单位对近五年毕业生总体评价为“工作适应快、动手能力强、业务素质高”;(2)大力推动了优秀教学团队建设,促进了教学名师培养,近三年,获评北京高校优秀本科育人团队1支——“土木工程实践与创新本科育人团队”,北京市青年教学名师奖2人,北京工业大学教学名师奖4人,北京市青年教师基本功大赛一等奖1人,北京工业大学青年教师基本功大赛一、二等奖3人;(3)大力推动了“课程思政”教育课程体系建设,显著提升了学生人文素养与责任担当精神,2021年获得北京高校“三全育人”优秀成果奖工作案例类一等奖1项、北京工业大学首届课程思政创新设计大赛特等奖1项,2020年以来获评北京工业大学优秀“课程思政”教学案例12项,一些示范课堂被国家和北京市新闻媒体报道。

4 结语

本文基于新时代土木工程、自然、社会相互和谐发展理念,适应土木工程专业高素质复合型创新人才培养的需求,将“三大实训平台”“三种培养模式”“特色课程体系”“课程思政”教育和学生课外活动进行有机融合与统一,构建了以培养工程实践与创新能力为核心的,以实践性、发展性、互动性、多样性培养为特点的,创新意识、创新思维、创新能力、人文素养协同发展的,产学研用一体的立体化培养模式,并进行了教学实践,培养出基础知识宽厚、富有创新意识和创造能力、在工程及其相关领域具有科技研发和国际竞争力的高素质复合型创新人才,可供土木工程专业和类似工科专业本科生培养参考。

参考文献:

- [1] 李志义,赵卫兵. 我国工程教育认证的最新进展[J]. 高等工程教育研究,2021(5):39-43.
- [2] 陈以一,张伟平. 本科工程专业要立足于培养工程师——工程教育认证的“成果导向”理念与本科专业定位[J]. 高等建筑教育,2019(3):63-68.
- [3] 赵晓霞,王卫东,蒋琦玮,等. 新工科视角下土木工程核心能力实践教学体系建设[J]. 高等工程教育研究,2020(1):31-36.
- [4] 罗素蓉,吴恺云,李旭红. 新形势下“大土木”专业课程建设及复合型人才培养模式[J]. 高等建筑教育,2019(6):13-19.
- [5] 周川. 高等教育大众化和普及化的中国路径及其质量问题[J]. 现代大学教育,2021(4):1-7.

Construction and Practice of Three-Dimension Training Mode for Interdisciplinary Innovative Talents in Civil Engineering Major

ZHANG Jianwei, DU Xiuli, QIAO Qiyun, CHEN Shicai

(Faculty of Architecture, Civil and Transportation Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: In order to meet the demands of cultivating interdisciplinary engineering technology innovation talents in the new era, the natural and social attributes education of engineering are integrated into the undergraduate teaching process to improve students' practice and innovation ability. Therefore, three modes of the “open training mode of practical ability”, “group guidance mode of practical teaching”, and “practical innovation ability training mode” are established for generalized engineering. Training platforms for undergraduate engineering practice and innovation ability with features of “the combination and mutual supplement of virtuality and reality” and “the integration of production, learning, research, and application” are built. A special professional curriculum system and course cluster teaching team highlighting the advantages of disciplines are established. The significance of ideological and political education of the generalized large-scale engineering is explored. The “1+2+N” ideological and political education curriculum system of civil engineering professional course is constructed. Finally, a three-dimensional training model of interdisciplinary engineering technology innovation talents in civil engineering is formed. Teaching practice is carried out with great effects.

Key words: civil engineering major; undergraduates; engineering practice ability; innovative ability; training mode

(责任校对 朱春花)