

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2018.06.003

欢迎按以下格式引用:武鹤,孙绪杰,魏建军.面向新工科的土木工程专业改造升级路径探索与实践[J].高等建筑教育,2018,27(6):12-16.

# 面向新工科的土木工程专业 改造升级路径探索与实践

武 鹤,孙绪杰,魏建军

(黑龙江工程学院 土木与建筑工程学院,黑龙江 哈尔滨 150050)

**摘要:**在新工科背景下,土木工程专业面临着由传统工科专业向新型土木工程专业转型、升级、改造的问题。结合国内外土木工程行业发展趋势,对传统土木工程专业如何向新型土木工程专业转型、升级进行了探讨,在新工科背景下将 OBE 教育理念运用到土木工程专业的升级和改造,开展面向新工科的土木工程人才培养方案研究与实践。研究内容包括校企共建“智慧建筑学院”;建立面向新工科的人才培养目标与毕业要求;将互联网+、云计算、大数据、智能化、虚拟现实等信息技术、智能化技术,尤其是 BIM 技术用于多学科交叉的课程体系设置;建立多专业融合的智慧建筑仿真实验中心,构建“3+1”的校企合作教育平台,实现新工科背景下的新型土木工程专业内涵式发展,培养面向未来的新型智慧建筑人才。

**关键词:**新工科;OBE;专业改造升级;土木工程

**中图分类号:**U411

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2018)06-0012-05

新工科建设是国家应对新经济、新业态挑战,服务国家战略、满足产业需求和面向未来发展,提出的一项持续深化工程教育改革的重大行动计划。新工科建设已经成为高等工程教育领域关注的热点。光明日报以“面向未来的新工科”为题报道了“新工科”新在哪儿<sup>[1]</sup>、新工科发展形成建设行动路线<sup>[2]</sup>等,重点分析了我国高校要加快建设和发展新工科的必要性。一方面应主动设置和发展一批新兴工科专业,另一方面需要推动现有工科专业的改革创新。新工科建设和发展应以新经济、新产业为背景,树立创新型、综合化、全周期工程教育“新理念”,构建新兴工科和传统工科相结合的学科专业新结构,探索实施工程教育人才培养的“新模式”,打造具有国际竞争力的工程教育“新质量”,建立完善中国特色工程教育的“新体系”,实现从工程教育大国走向工程教育强国<sup>[3]</sup>。

修回日期:2018-06-16

基金项目:黑龙江省高等教育教学改革项目(SJGZ20170051);黑龙江省教育厅新工科地方高校组项目

作者简介:武鹤(1963—),男,黑龙江工程学院土木与建筑工程学院院长,教授,工学硕士,主要从事寒区道路病害防治技术研究,(E-mail)hgwh@163.com。

## 一、面向新工科的土木工程专业改造升级具有现实的迫切性

发展新经济、新业态要求工科专业布局面向未来;发展新经济、新业态要求工程专业人才具备更高的创新创业能力和跨专业的综合能力;发展新经济、新业态要求工程教育培养模式更加多样化和个性化。此外,发展新经济的国际经验也要求高等教育与产业发展保持良性互动。以美国的产业发展为例,20世纪70年代,美国的微电子、计算机技术、程控交换通讯,甚至互联网的原型——阿帕网等信息技术革命的主要技术已基本完成,直到90年代中期才拓展到整个经济体中。1972—1995年期间,虽然美国制造业的生产增速减缓,但制造业中的计算机制造人才每年增长率却高于17.8%。从数据分析可知,人才培养对于技术创新和新产业发展有滞后性。美国的高等教育系统利用20多年的时间适应信息技术革命所引发的人才资源转型需要,其自身也完成了战后高等教育结构转型,与美国的新经济产生了良性互动。表1为美国2011—2015年主要工程专业领域授予学士学位人数<sup>[4]</sup>,计算机科学、土木工程和工程管理等专业呈现了较高的年均增长率。这些专业毕业生人数的增加与近年来美国“再工业化”战略需要密切相关。

表1 美国2011—2015年主要工程专业领域学士学位授予数/(单位:人)

专业名称	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	年均增长率/%
工程管理	315	434	418	436	527	13.73
计算机科学	6 708	7 371	8 184	9 328	10 970	13.08
土木工程	709	763	924	881	1 000	8.98
机械工程	19 241	20 369	21 707	23 675	25 436	7.23
电子工程	9 942	10 102	10 662	11 261	11 385	3.45

由此可见,新工科建设对未来新经济和新业态的发展起到至关重要的作用,加快发展新工科主动适应、引领新经济是高等工程教育的新要求<sup>[4]</sup>。

从建筑行业的发展看,建筑设计可视化、生产工厂化、施工装配化、管理信息化、应用智能化符合新工科所提出的“理念新、要求新、途径新”的基本特征<sup>[5]</sup>,已成为专业未来发展的一个重要方向,对于应用型本科学校的土木工程专业尤其如此。因此,为实现应用型本科土木工程专业改造升级,开展以面向建筑工业化、智能化的“新工科”土木工程人才培养方案、培养模式的研究与实践,具有现实的迫切性和发展的可行性,对培养未来建筑业所需要的新型智慧建筑人才具有重要意义。

## 二、土木工程专业改造升级的路径研究与实践探索

按照学科专业产生或形成的基础和构成要素划分,新工科的学科专业可分为新型学科专业、新生学科专业和新兴学科专业三种类型。随着行业产业的转型发展和新经济、新业态的不断涌现,传统的学科专业必须面向社会经济发展需求,结合互联网+、云计算、大数据、智能化、虚拟现实技术等新兴产业和业态,打造传统专业建设的升级版。土木工程专业开展新工科建设,就是要面向建筑业未来发展需要,通过学科渗透、交叉、融合实现工科专业的转型、改造、升级。

新工科专业必须及时调整培养目标、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,只有这样新工科专业人才培养才能满足当前和未来产业发展需要,引领产业未来发展。为此,以黑龙江工程学院为例,就土木工程专业改造升级的路径与实践进行了

探索。

### (一) 共建校企“智慧建筑学院”

当前我国产业发展不平衡,尚处在“工业 2.0”和“工业 3.0”并行的发展阶段,必须走“工业 2.0”补课、“工业 3.0”普及、“工业 4.0”示范的“并联式”发展道路,因此,人才培养尤为重要<sup>[6]</sup>。基于此,发挥与行业紧密联系的优势,面对当前和未来行业发展需要,将产学合作、校企合作和国际合作等引入人才培养过程中,实现人才培养与产业发展同步,推动建筑信息化的发展和建筑业转型升级。依据“共商、共建、共享”原则,2016年6月学校与中国建筑科学研究院、上海鲁班软件有限公司、深圳斯维尔科技股份有限公司、北京跨世纪(奔特力)公司签署了校企共建智慧建筑学院协议,采用“3+1”的人才培养模式,联合培养土木工程专业新型工科人才,与企业联合制定培养方案、共同建设课程、共建实习实训基地,深入推进产学合作、产教融合,为传统土木工程专业的改造升级奠定了基础,提供了保障。

企业将建筑云技术与大数据管理、物联网技术、BIM 协同创新、智慧建造方面的知识引入课堂,以行业和技术发展的最新成果推动工程教育改革;学校建设的智慧建筑仿真实验中心,为企业、教师和学生提供了交流互动平台,促进了企业技术应用、教师技术开发和学生创新实践,实现了多方共赢。

### (二) 制定基于 OBE 教育理念和新工科要求的人才培养目标与毕业要求

OBE(Outcome Based Education)教育理念是《华盛顿协议》核心理念之一,是一种基于学习成果或产出为导向的教育理念,是工程教育专业认证体系的核心内容。产出或成果导向教育(OBE)遵循“反向设计”原则,反向设计从需求开始,由需求决定培养目标,由培养目标决定毕业要求,再由毕业要求决定课程体系。OBE 教育理念能够清晰地聚焦和组织教学中的每个环节,使学生的学习过程中实现预期结果,是当前工程教育改革的主流方向。OBE 教育理念要求教师必须清楚学生毕业时应达到的要求,然后寻找并设计适宜且有效的方法促使其目标实现,因此,工程教育专业认证所倡导的 OBE 教育理念对新工科专业建设具有重要的指导意义和现实可操作性。

#### 1. 培养目标构建

面向建筑行业发展的新需求、学科交叉融合的新趋势、科技发展的新成果,基于 OBE 教育理念,在充分调研的基础上提出面向“新工科”的土木工程专业人才培养目标、毕业要求、课程体系以及企业培养方案。其培养目标为:面向建筑工业化与智能化的发展要求,培养具备扎实的自然科学知识和良好的人文素养,掌握土木工程及相关学科的基础知识、基本原理和 BIM(Building information model)等前沿应用技术,具有较强的工程实践能力和跨界整合能力,能够利用信息化、智能化技术进行工程设计、施工与管理,具有国际视野、创新精神、团队意识和可持续发展理念的高素质复合型人才。

#### 2. 毕业要求制定

毕业生具备引领未来产业和行业发展能力是新经济对高等工程教育人才培养的核心能力要求<sup>[6]</sup>。从适应建筑工业化和智能化发展的角度,借鉴国际工程教育认证的先进理念和思想,分析未来工程人才应具备的素质要求,明确未来工程人才在工程技术、信息技术、经济管理、法律、文化、伦理等重点领域应具备的能力体系,结合学校办学特色、人才培养定位和专业培养目标,制定智慧建筑学院土木工程专业毕业要求。主要包括:学科知识(数学、自然科学、交叉学科、工程前沿知识)、专业能力(基于新技术的设计、施工、应用研究、工具使用、信息综合、项目管理等方面的问题解决能力)、非专业能力(沟通交流、创新创业、团队合作、动态适应等能力),以及综合素质(工程伦理、家国情怀、跨界整合、全球视野、终身学习)等。

### (三) 基于培养目标和毕业要求的课程体系设置

面向新经济新业态和建筑工业化智能化发展的要求,结合国际工程教育的先进理念(OBE),构建基于智慧建造的土木工程专业课程体系。除了按照 OBE 理念依据毕业要求设置课程体系的基本要求外,还按照工程逻辑构建模块化课程,打破学科界限,将互联网+、物联网、云计算、大数据、人工智能、虚拟现实等信息技术、智能化技术,尤其是 BIM 技术用于多学科交叉的课程体系设置,开展成果导向的课程体系重构。

通过构建工科通识教育平台(数学、自然科学、思政、信息等课程)、土木工程专业教育平台(力学、专业基础、专业课等)、交叉学科及新技术模块(互联网+技术、BIM 技术、工业化技术等)、创新创业教育模块(学科竞赛、龙建杯创新创业系列大赛、综合实践、企业实践等)、工程与人文教育模块(工程文化、人文社科等系列课程与活动)等,按交叉与融合、协调与共享的新工科理念,建立能力达成与课程体系之间的对应关系,构建面向新经济新业态的土木工程专业新型课程体系。尤其重视利用智慧建筑学院的优势,及时更新教学内容,将行业企业及教师研究成果充实到教学中,开阔学生视野,提升学生应对变化的能力。

### (四) 基于多专业多学科融合的智慧建筑仿真实验中心建设

2016 年学校投资 600 万元立项建设了“智慧建筑仿真实验中心(BIM 技术中心)”,建成以 BIM 技术学习和应用为核心的智慧建筑教学实践平台,实现了多专业学科交叉与融合的“互联网+”环境下的实验教学。该平台也是学校与企业共建行业学院的重要举措,PKPM、斯维尔、鲁班、Bentley 及 Revit 等软件企业入驻,为企业深度参与人才培养提供了必要支撑。该中心主要任务:(1)完成实习实训教学任务,目前已经对智慧建筑学院土木工程、建筑学、工程管理和建环等多专业开放;(2)创新创业基地,为学生进行与信息技术、智能化技术相关的学科竞赛、软件学习提供条件;(3)教学研究与社会服务,教师进行相关的软件学习、技术研究,对各类智慧建筑设计、施工管理软件进行二次开发,同时承担 BIM 技术应用项目,为社会提供服务;(4)企业新技术推广应用,技术的推广宣传、培训服务。通过建立多专业多学科融合的智慧建筑仿真实验中心,实现了对学生建筑信息化、智能化方面知识和能力的系统培训,为学生、教师、企业搭建了学习、研究与合作平台。

### (五) 基于校企合作的“3+1”协同育人教育平台构建

新工科建设具有反映时代特征、涉及面广、多学科交融、多主体参与等特点。为实现行业、企业、学会、学校多主体协同育人的目标,智慧建筑学院在原合作企业的基础上又与黑龙江省土木建筑学会、公路学会、黑龙江省建设集团、黑龙江省公路勘察设计院等部门签订了协议,共建“3+1”模式的协同育人教育平台,促进产学合作、产教融合。基于多主体协同育人平台,学生前三年以在学校学习为主,最后一年可到上述近十家企业学习和实践,做到个性化选择、实战化训练、前沿性引领、品质化培养。通过“做中学”“学中做”,参与企业的研发项目、工程实例,培养未来工程师的综合品质和工程能力。行业企业专家深度参与学生在校期间的培养,讲授 BIM 工程实践、BIM 项目全过程管理、建筑装配化技术等实践性较强的前沿课程等,并与教师合作开发教材。学生在进入企业的前半年,由行业专家讲授专业技术课程、行业规范、职业道德与企业文化等,并将实践任务融入到企业生产中。在进入企业的后半年则在参与项目实践的基础上,由企业导师和学校导师共同指导,基于学科交叉与先进技术应用的实际工程项目,完成毕业设计。

学校鼓励教师提升自身能力,主动适应新工科发展要求,强化教师工程背景,并与职称评定挂钩,

对教师的工程经历提出明确要求,并以平台为依托,让教师进入企业参与工程项目设计,熟悉行业发展动态与趋势,以建立与新工科建设相适应的师资队伍。

## 四、结语

结合建筑业未来发展趋势,对传统的土木工程专业如何向新型土木工程专业转型、升级等问题进行了探讨,提出了在新工科背景下将 OBE 教育理念运用到土木工程专业的升级和改造举措。采用校企共建行业学院的培养模式开展土木工程专业新工科建设,按照面向未来、继承与创新、交叉与融合、协调与共享的多元化人才培养理念,打造了面向新经济新业态发展需要的土木工程专业改造升级版,构建了遵循工程逻辑、交叉融合和开放共享的课程体系,以适应智慧建造时代的到来,实现新型土木工程专业建设的内涵式发展。

### 参考文献:

- [1]王庆环.新工科“新”在那儿[N].光明日报,2017-4-3(5).
- [2]王庆环.新工科发展形成建设行动路线[N].光明日报,2017-4-11(1).
- [3]“新工科”建设复旦共识[J].学术动态,2017(3):10-11.
- [4]吴爱华.加快发展新工科主动适应引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-3.
- [5]林健.引领高等教育改革的新工科建设[J].中国高等教育,2017(13):40-43.
- [6]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(5):1-3.

## Exploration and practice of reform and upgrading of civil engineering facing the emerging engineering education

WU He, SUN Xujie, WEI Jianjun

(School of Civil Engineering and Architecture, Heilongjiang Institute of Technology, Harbin 150050, P. R. China)

**Abstract:** Under the background of the emerging engineering education, the civil engineering faces the problem of reform and upgrading from traditional engineering to the new civil engineering. Based on the development trend of civil engineering industry at home and abroad, this article discusses how the traditional civil engineering will transform and upgrade to the new civil engineering, and applies the OBE education concept to the upgrading of civil engineering in the new civil engineering, and to reform and improve the research and practice of civil engineering talent training programs facing emerging engineering education. The research content includes the establishment of the “school of intelligent architecture” by schools and enterprises; the establishment of personnel training goals and graduation requirements for emerging engineering education; the internet plus, cloud computing, big data, intelligentization, virtual reality and other information technologies and intelligent technologies, especially a multidisciplinary curriculum system by use of BIM technology was set up, a multi-discipline integrated smart building simulation experiment center was established and a “3+1” school-enterprise cooperation education platform was built to achieve the connotative development of the new civil engineering under the emerging engineering education background, it is of great significance for cultivating new talents of intelligent architecture that facing the future.

**Key words:** emerging engineering; OBE; professional reform and upgrading; civil engineering

(责任编辑 梁远华)