

新工科+工程教育认证背景下软件工程特色专业建设探索

沈海波, 周如旗, 朱雄泳

(广东第二师范学院计算机科学系, 广东 广州 510303)

摘 要:针对新工科建设和工程教育认证对软件工程特色专业建设和人才培养的新要求,以及目前软件工程专业特色和人才培养特点不鲜明、不适应新工科要求等问题,提出了从提炼新理念、改变教育观念、创新培养模式、构建专业培养新体系等方面的专业建设途径。经过建设,我系软件工程于2017年被学校确定为校级重点建设学科,并被评为学校第一批进行工程教育认证的试点专业。

关键词:新工科;工程教育认证;软件工程;专业建设;人才培养

中图分类号: TP311.5 **文献标识码:** A

An Exploration of Characteristic Specialty Construction of Software Engineering Based on Emerging Engineering Education and Engineering Education Accreditation

SHEN Haibo, ZHOU Ruqi, ZHU Xiongyong

(Department of Computer Science, Guangdong University of Education, Guangzhou 510303, China)

Abstract: Emerging engineering education construction and engineering education accreditation bring new requirements to the characteristic specialty construction and personnel training of software engineering. The features of the current software engineering specialty construction and personnel training are not distinctive enough, failing to meet the requirements of emerging engineering education. This paper proposes approaches for specialty construction from the aspects of refining new ideas, changing educational notions, innovating educational modes, constructing new specialty education systems, etc. Through the construction, the software engineering specialty in the author's department has been set as the school key discipline of 2017 and the school first-batch experimental specialty of engineering education accreditation.

Keywords: emerging engineering education; engineering education accreditation; software engineering; specialty construction; personnel training

1 引言(Introduction)

随着以信息技术+互联网技术的协同创新和广泛应用为基础,以互联网+工业制造双向融合为动力的第四次工业革命的发展,推动了以新技术、新产品、新业态和新模式为特点的新经济的快速形成和发展^[1]。新经济的快速发展,需要更多 and 更新型工科人才的支撑,这对高等工程教育的变革和发展提出了新的挑战,使得高等工程教育改革受到空前重视和普遍关注,迫切需要创新高等工程教育的理念,进行“新工科”建设^[2,3]。需要对工科专业进行工程教育认证,改革高等工程教育的学科专业和人才培养模式,培养具有创新创业能力和跨界整合能力的工程科技人才。特别是随着创新驱动发展、互联网+、中国制造2025、人工智能2.0、一带一路等国家战略的提出,以及人工智能、物联网、大数据、云计算、网络安全等新型IT技术的发展和运用,迫切要求将信息技术(特别是软件技术)与各行各业进行深度融合,促进相关行业的转型和升级,从而进一步促进新经济的发展,这对软件工程专业特色建设和人才培养提出了更高的新要求。本文旨在对新工科+工程教育认证背景下的软件工程特色专业建设和人才培养机制进行探索。

2 新工科建设与工程教育认证(Emerging engineering education construction and engineering education accreditation)

工程教育专业认证是指专业认证机构以《华盛顿协议》为基础,由中国工程教育专业认证协会制定的通用标准和专业补充标准为准绳,针对高等教育机构开设的工程类专业教育实施的专门性认证^[4]。进行工程教育专业认证,有利于构建中国工程教育的质量监控体系,推进中国工程教育改革,进一步提高工程教育质量;有利于建立与工程师制度相衔接的工程教育认证体系,促进工程教育与企业界的联系,增强工程教育人才培养对产业发展的适应性;有利于促进中国工程教育的国际互认,提升国际竞争力。工程教育专业认证是保障工程教育专业质量的重要手段。

新工科(Emerging Engineering Education, 3E)是相对于传统工科而言的,是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、创新创业能力新要求而提出的我国工程教育改革方向,是在新科技、新产业、新经济背景下工程教育改革的重大的战略选择。新工科中“新”体现在新理念(工程教育的理念和思路新)、新结构(学科专业结构与组织模式新)、新模式(人

人才培养模式、大学体制机制和组织模式新)、新质量(人才培养质量标准、教师评价标准新)、新体系(人才分类培养的体系结构、专业评估体系新)。其内涵应在于提高学生适应变化能力与工程创新能力,提高工程技术人才培养质量,提高国际竞争力^[5]。新工科的特征体现在引领性、交融性、创新性、跨界性和发展性。新工科建设的复旦共识、天津大学行动和北京指南,为新工科建设指明了路线图。

从上可以看出,工程教育专业认证和新工科建设的目标是一致的,都是致力于高等工程教育的改革,致力于工程人才能力和质量的提高。工程教育专业认证可以看作是新工科建设的一种重要手段。

3 软件工程学科(专业)在新工科建设中的重要地位 (The importance of software engineering in emerging engineering education construction)

从新工科建设的背景看,信息技术是新工科建设的切入点,而软件技术是信息技术的关键和核心。与老工科相比,新工科更强调学科的实用性、交叉性、综合性和创新性,尤其注重新信息技术与传统工业技术的紧密融合。信息技术各学科交叉融合、传统工科的信息化和智能化,是新工科产生的重要途径,都离不开软件技术。软件工程专业与其他工科专业的融合,是培养具有跨界整合能力的复合型软件工程人才的重要抓手。因此,改革和创新软件工程学科人才培养和特色专业建设,对新工科、新产业、新经济的形成和发展,具有举足轻重的作用,是新工科建设的基础工程。

4 新工科建设+工程教育认证背景下对软件工程师人才的能力和素质需求(Qualification and capability requirements of software engineering personnel in the circumstance of emerging engineering education construction and engineering education accreditation)

美国工程院、世界经济组织、美国工程技术评审委员会工程类专业认证标准、国内新工科建设目标等都描述了未来工程技术人才的能力和素质要求,新工科天津大学会议也提出了面向2030的工程师核心素质标准^[6]。在中国工程教育专业认证协会的工程教育认证通用标准对工程本科毕业生提出的12项毕业要求中,9处提到了解决复杂工程问题的能力需求。这些标准和要求都共同关注到了新工科人才的工程实践能力、学科交叉能力、创新创业能力、自主学习和终身学习能力和人文素养、社会担当和责任意识。软件工程作为典型的工程学科,其人才当然也应该具有上述总体要求。同时,软件工程学科也有其特殊性,特别是移动互联技术的深入发展和广泛应用,对应用型软件工程人才在软件分析与设计能力、软件实现能力、软件测试能力、软件项目管理能力、应用软件工程知识和技术解决复杂工程问题的综合能力等方面提出了更高的要求。根据软件工程专业的工程属性和特点,我们认为软件工程人才的核心能力需求应包括:广博的软件工程专业知识和理解能力、运用软件工程知识和技术解决实际问题的应用能力、团队合作与交流能力、领导才能与管理能力、自学习与再学习及终身学习能力、创新创业能力、国际竞争能力。从素质角度看,要具备社会素质(家国情怀、社会责任和担当意识)、职业素质(业务素质、工程师职业道德、沟通与合作素质)、精英素质(领导力、科学与创造性思维、沟

通协调能力)、文化素质(人文艺术素养)和身心与个体素质(健康体魄、独立思考能力)等。可以说,新工科背景下,对软件工程师人才的核心能力和素质有了更新更高的要求。

5 新型软件工程特色专业建设和人才培养面临的主要问题(The existing problems in characteristic specialty construction and personnel training of the software engineering)

对照新工科的特点和对软件工程师人才的核心和基本素质要求,我们发现目前的软件工程专业建设和人才培养在很多方面还面临各种各样的问题,突出表现在以下几个方面^[6-8]。

(1)专业建设理念不够新,人才培养核心目标不够明确。新软件工程专业建设和人才培养目标要求发展定位与服务面向与国家、地方经济发展战略及产业发展需求相适应。但目前很多学校的软件工程专业限于理念、师资、实验等条件限制,不能及时融入经济产业发展的核心需求与前沿地带、服务于新兴产业发展与传统产业转型升级。

(2)学科体制和培养机制创新不够,不能有效支撑新软件工程师人才培养目标的达成。高校“大学—学院—系部”的组织结构中,学院通常只专注于本学科内部的研究,系部之间也通常存在割裂,限制了跨学科的交流 and 融合。可以说,基于软件工程学科的知识体系限制了软件工程师人才的培养。要用软件技术解决复杂工程问题,通常不仅需要较坚实的数理基础、软件工程知识和技术,还需要管理学、心理学、工程学、经济学等学科的知识 and 技能。因此,软件工程学科与其他学校的交叉和融合势在必行。

(3)人才培养体系与软件产业发展不相适应,人才培养模式老化。由于对软件产业发展及其变化不够敏感,对软件产业发展的新趋势、新特征与新需求研究不够,地方高校(特别是新建地方高校)通常沿袭传统研究型大学的办学模式,重理论轻实践,以教师为中心而不是以学生为中心,以传授知识为主而不是以培养能力为导向,以结果评价为主而不是结果过程相结合。很多学校的软件工程专业教育没有坚持以“学生为中心、成果为导向、持续改进”的工程教育认证理念和基于能力的教育(Competency-based Education, CBE)、基于成果的教育(Outcome-based Education, OBE)的新工科教育理念。

(4)产学研协同办学机制缺失,工程实践创新能力不强。软件工程技术能力和解决复杂实际问题的创新能力的养成具有跨界性,需要产教融合、校企合作,协同育人。但目前许多高校的校企合作育人及科教融合深度不足,实践教学环节的落实还有待加强,还不能适应新工科背景下的人才培养与协同创新需求。同时,由于师资队伍大多来源于科研型高校,重学历轻实践,比较缺乏行业实践经验,这也直接影响了新型软件工程师人才的培养目标。

(5)软件工程师人才的分类培养体系结构不清晰。在目前的专业设置中,大多数本科院校和理工类职业技术学院也都开设了软件工程专业,专科、本科、研究生都在学软件工程,但培养目标、培养模式、课程体系等趋同性较强,没有考虑学校性质和特色(优势工科高校、综合性高校、行业性高校和一般地方性高校),没有参考当地经济发展现状和产业特点,没有根据学生的个性化需求。并且,本硕不分或本硕隔断现象严重,没有持续性。

6 新型软件工程专业建设和人才培养途径 (The paths of characteristic specialty construction and personnel training of the software engineering)

软件产业是信息产业的核心,也是信息社会的基础性、战略性产业,而软件工程专业是软件产业的支柱。新软件工程专业建设不能坐而论道,要与时代、社会和当前经济发展相结合,要体现到软件人才培养的实践之中,要与新工科建设步调相协调。针对上述新型软件工程专业建设和人才培养中存在的问题、软件工程专业“实践性非常强、知识更新速度快、与社会需求接轨紧密”的特点,以及新工科和工程教育认证的要求,我们认为应加强以下几方面的工作^[8-10]。

(1)提炼新理念,问产业需求建特色专业。为适应新经济的发展,新型软件工程专业建设和人才培养需要新理念,要从国家高度,要根据地方经济发展现状和产业发展最新的人才需求,提炼软件工程专业的特色和人才培养的核心目标,优化人才培养方案和培养标准,提高软件人才培养的针对性和整体水平。高校是新工科建设的主体,应按照社会需求和自身特点来定位软件工程专业特色建设和工程教育模式。地方性高校的软件工程专业,主要培养为区域经济发展及产业转型升级服务的软件人才。例如,可同金融产业、生物工程产业、工业制造业、机器人产业、大数据产业、物联网产业、软件测试产业等融合,来构建软件工程专业或方向,培养面向地方经济建设的应用型软件工程专业人才。

(2)改变教育理念和培养模式。理念主要指“理论、观念”,通常指思想。培养模式是实施专业教育的途径、方式、方法、规范、过程及关联关系的综合。新型软件工程专业建设和人才培养需要新的教育理念和新的培养模式。从教育理念方面看,要根据学生兴趣特点,结合互联网特点,坚持多样化和个性化的CDIO(Conceive构思—Design设计—Implement实施—Operate运作)工程教育模式,坚持和落实“以学生中心、以成果为导向、持续改进”的工程教育认证理念,要从以知识与技能传授为主逐渐转向以培养学生核心能力为主,从而保障学生能够满足企业与未来社会对高素质软件人才的需求。从培养模式方面看,应当构建以高校、政府、企业、科研机构、行业协会等多主体共同参与的软件工程专业人才培养共同体,通过校企联合制定培养目标和培养方案、共同建设课程体系、共建实验实训实习基地、合作培养培训师资等方式,逐步完善产教融合、科教结合、校企合作的协同育人模式,真正培养有创新实践能力和产业需求的软件工程专业人才。新软件工程专业建设的目的是为新技术与新产业发展培养各种类型的软件工程专业人才,因此应根据学校和学生特点,采用不同的培养模式。例如,可采用面向软件系统能力的培养模式,培养研究型软件人才;采用面向行业应用和实践的培养模式,培养应用型软件人才;采用互联网+多学科交叉融合的培养模式,培养复合型软件人才;采用X+Y国际化联合培养模式,培养领军型国际化软件人才。

(3)构建专业培养新体系。专业和人才培养目标、培养模式确定后,还需要相应的培养体系来保证目标的达成。这些体系包括学校结构体系、课程知识体系、教师教学体系、质量评价体系、教学资源体系、教学管理体系、工程教育认证体系、创新创业实践体系等,可以说是一个复杂的系统工程和生态环境,任何一个体系或环节都影响到专业培养目标和人才培养质量的达成。这也正是教育部发布“新工科研究与

实践项目指南”的目的,意在引导各级各类教育机构、各类学校共同探讨新工科建设所需要的新体系。

这里,我们要重点提及的,是软件工程专业课程知识体系设置问题,它是软件工程专业培养目标和软件工程专业认证目标达成的关键因素。应该主要围绕工程知识基础、多学科融合思维和创新能力的培养构建更系统、综合的软件工程课程体系。应该从系统工程问题出发,以跨学科的视角设置课程,以软件工程技术技能为主线整合工程、经济、管理等课程的知识和内容,建立综合的课程教学模块。要同人工智能、大数据、物联网、云计算、工业制造等新技术和相关产业相融合,建立特色课程。要将创新创业课程与专业课程体系相结合、创新性思维训练与创新创业实践能力培养相结合。因此,建议按课程群来设置软件工程专业的课程体系,主要包括基础知识理论课程群(主要包括数理基础、人文艺术、计算机基础理论)、计算机基础课程群(与计算机软件相关的基础课程)、软件工程基础课程群(主要包括软件工程技术、方法、项目管理方面的课程)、软件开发平台和工具课程群(主要包括程序设计语言、软件开发平台、软件开发和分析及测试工具的课程)、软件工程实践课程群(主要包括课程实验、综合设计、企业项目实训、毕业设计)、专业方向应用课程群(专业方向特色课程,如软件测试、移动应用开发、嵌入式系统开发)、企业管理课程群(主要包括企业管理和相关企业法规课程)。

7 结论(Conclusion)

培养科学基础厚、工程能力强、综合素质高的软件工程专业人才,对于支撑服务以新技术、新业态、新产业、新模式为特点的新经济蓬勃发展具有十分重要的现实意义,也是新工科建设与工程教育认证的必然要求和最终目标。在上述思想指导下,我系以大数据开发应用、移动应用开发为特色的软件工程于2017年被学校确定为校级重点建设学科,并被评为学校第一批进行工程教育认证的试点专业。因此,在新工程建设背景下,我们提出的提炼新理念、改变教育理念和培养模式、构建专业培养新体系等方面的专业建设途径,对软件工程专业建设和人才培养具有一定的参考意义。

参考文献(References)

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 沙有闯,袁明磊,李晨诚.新工科背景下移动应用开发人才培养与质量保证体系研究[J].软件工程,2017,20(12):60-62.
- [4] 刘永彬,欧阳纯萍,阳小华,等.基于工程教育认证的应用型软件人才培养模式探索[J].高教学刊,2016(15):63-65.
- [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] 施晓秋,赵燕,李校堃.融合、开放、自适应的地方院校新工科体系建设思考[J].高等工程教育研究,2017(4):10-15.
- [7] 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.
- [8] 陈慧,陈敏.关于综合性大学培养新工科人才的思考与探索[J].高等工程教育研究,2017(2):19-23.
- [9] 徐晓飞,丁效华.面向可持续竞争力的新工科人才培养模式改革探索[J].中国大学教学,2017(6):6-10.
- [10] 陆国栋,李拓宇.新工科建设发展的路径思考[J].高等工程教育研究,2017(3):15-19.

(下转第30页)