

软件工程领域新工科研究生创新人才培养研究*

曾碧卿 丁美荣 汪红松

华南师范大学软件学院, 广东佛山, 528225

摘要 本文从软件工程领域人才培养的专业定位与人才培养新模式出发, 探索了软件工程领域新工科人才培养的标准和要求, 提出了基于现代新理念的软件工程领域研究生人才培养方案, 并从导师队伍结构与建设措施、教学建设与管理、人才培养质量等多个方面探索推进软件工程领域研究生培养的举措, 构建了创新发展的思路, 形成具有新工科特色的软件工程领域专业学位硕士研究生专业人才培养新模式, 提高研究生的实践应用和工程能力, 增强研究生的人才市场竞争力和就业质量。

关键字 新工科, 软件工程, 研究生培养, 创新人才, 教学模式

Study on Cultivation of Innovative Talents of New Engineering Postgraduates in Software Engineering

Zeng Biqing Ding Meirong Wang Hongsong

College of Software, South China Normal University, Guangdong Fushan 528225

Abstract—This paper begins with the specialty orientation and talent cultivation model of software engineering, and explored the standards and requirements for new engineering talent cultivation. The curriculum for software engineering postgraduate is proposed based on new modern theory. In terms of supervisor structure and building, instruction and management and talent cultivation quality, a new talent cultivation model for professional masters has been constructed with the characteristic of new engineering in software engineering. This model can improve students' practical application and engineering ability, and enhance postgraduates' market competitiveness and employment quality.

Key words—New Engineering; Software Engineering; post graduate training; Innovative talent; Instructional model

1 引言

面对新经济的快速发展, 发达国家积极推动, 不断抢占产业和科技革命的制高点, 工业 4.0 分享经济、虚拟现实、人工智能等新技术的发展风起云涌。我国也在推进实施“创新驱动发展”“中国制造 2025”“互联网+”等重大战略, 促进以新技术、新业态、新产业和新模式为特点的新经济蓬勃发展。

新经济的发展是以新技术革命为引领。《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出, 未来 5 到 10 年是全球新一轮科技革命和产业变革从蓄势待发到群体迸发的关键时期。信息革命进程持续快速演进, 物联网、云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域, 信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志^[1]。以信息化和工业化深度融合为突破, 期间将不断涌现诸如移动互联网、云计算、大数据、

物联网、人工智能、智能制造等新兴产业, 这些领域均需要大量的高技术专业人才, 这就迫切需要高等学校培养一大批专业基础厚、工程能力强、综合素质高的软件工程领域高层次专门人才, 对于支撑服务新经济的蓬勃发展, 具有十分重要的现实意义和战略意义, 也是建设制造强国和创新型国家的重要前提。

当前, 高等教育正在面临着社会变革与产业革命的挑战。信息化与互联网社会的新特征、社会与环境的可持续发展、知识形成与信息传播途径的变化、未来社会对人才需求的改变等都深刻影响着软件工程领域专业人才教育培养的走向。自从教育部启动了“新工科”建设工作以来, 聚焦国家发展战略, 把握高校人才培养工作的新形势和新任务, 主动面向未来, 适应和引领新经济发展。

目前, 我国高校的工程教育已经进行了许多改革方面的尝试, 但是, 就当前新经济的发展而言, 高校其实还是无法很好地适应。究其原因, 主要在于: 一是研究生教育的延伸性较差, 本科生无法较快地转变

*资助项目: 2017 年广东省学位与研究生教育改革研究项目
项目名称: 新工科背景下软件工程专业研究生创新人才培养研究。

到研究思维和找准专业研究方向。新生入学以后,往往需要经过很长一段时间来适应研究生生活、选择研究方向和积累研究知识,这些都大大地浪费了研究生短暂的三年学习与研究时间。二是新经济的发展要求学科的交叉性。目前软件工程领域的研究方向往往只注重学生单方面知识的储备,而忽略了技术的业务应用领域,缺乏对领域知识的储备。三是选课内容设置有局限性,缺乏新经济和理工科方面的课程内容。新经济和理工科要求技术具有前瞻性,知识具有交叉性或跨学科性。四是教师队伍的知识更新迭代要跟得上新经济发展的趋势,教学研究中要融入创新创业思维。

针对以上情况,本文将研究通过修订研究生人才培养方案,更新教学模式,修订考核评估标准,强化师资队伍建设等措施,探索研究生软件工程领域人才培养的新模式,以期培养符合当前新经济发展需要的软件工程领域新工科专业人才。

2 国内外研究现状

2.1 高等工程教育

国外高校和研究机构也一直在探索工程教育的新途径,2001年,美国工程院发起“2020工程师”研究计划,分别于2004年、2005年发表了《2020工程师:新世纪工程的愿景》《培养2020工程师:为新世纪变革工程教育》等报告^[2]。美国工程与技术鉴定委员会的《工程准则2000》明确指出,“工程人才必须具备鉴别、阐述和解决工程问题的能力以及在工程实践中使用技术、技能和现代工具的能力”^[3]。在麻省理工学院等联合制定的CDIO工程教育能力大纲中,明确要求工程专业毕业生能够在现代团队合作环境中构思-设计-实施-运作复杂有价值的工程体系;在具备专业知识和实践能力的同时,注重解决问题和批判创新等综合能力的培养^[4]。

近十多年以来,我国一直在探索工程教育的新途径,如试办国家示范性软件学院、建设微电子学院、实施卓越工程师培养计划、推行CDIO工程教育、开展工程教育专业认证、发展战略新兴产业相关专业、推进特色化示范性软件学院的申报立项建设工作等。国家也提出要围绕创新驱动发展战略,深化高校创新创业教育改革,培养具有历史使命感和社会责任心、富有创新精神和实践能力的各类创新性、应用型和复合型的优秀人才。其目的都是为了满足当前和未来战略新兴产业竞争对人才的需求,这些都为理工科教育的发展奠定了坚实的基础。

2.2 研究生创新型人才培养

关于“创新人才”,虽然国内外专家学者对这个概念的定义和理解各有不同,各有侧重,但是,从基

础教育到高等教育,在培养人才的教育目标中,无不体现着对人的创新性和创造力的培养。国外最早是从心理学的角度对人的“创造力”或“创新型”进行研究。英国心理学家高尔顿在1869年出版的《遗传与天才》中对“创造力”进行了探讨。20世纪50年代,吉尔福特等将创造性与科技实力和国家综合国力等结合起来,认为创造力是提高国家综合国力十分重要的因素^[5]。

我国对创新人才的研究可追溯到陶行知先生提出的“处处是创造之地,天天是创造之时,人人是创造之人”。邓小平同志曾经提出“素质教育”。随着世界科技的飞速发展,增强民族创新能力已经关系到中华民族的兴衰存亡,而教育在培养民族创新精神和培养创新人才方面具有特殊的使命。在新的历史阶段,知识经济的背景和信息技术的飞速发展,创新更是进行得如火如荼。

关于研究生创新人才并没有一个统一的定义,但是,有一些特征是能够得到大家的认可的,例如,具有扎实的专业知识基础和创造性思维,具有创新人格、写作能力和实践能力。创新型人才通常表现出灵活、开放、好奇的个性,具有精力充沛、坚持不懈、注意力集中、想象力丰富以及富有冒险精神等特征。

3 新工科软件工程领域研究生人才培养的思考与实践

在我国的新经济发展中,呈现出以下几点明显的特征:

(1) 互联网深刻地改变了各行各业。互联网对实体经济的革新不仅仅是技术层面的,更重要的是思维和模式的变革。

(2) 创新型企业异军突起。百度、阿里、腾讯、华为、大疆等一批创新型企业专注于产品的创新,已经在创新大道上成为了榜样。

(3) 新技术不断涌现。在全世界范围内,新能源、生物技术、智能医疗等不断出现。

(4) 工业智能化。工业制造的转型升级,工业4.0时代的到来,都说明了智能化正在到来。

(5) “双创”思维。“大众创业,万众创新”使人才、技术、资源更快地融合,创业更有效率。

在新经济、新形势下,人才的发展是基础。新一轮的产业升级要求新一代的工程专业人才既要紧跟技术前沿,打下坚实的理论基础、积累丰富的实践经验,更要有前瞻性的视角和创新精神,具备良好的领导才能、多领域的知识体系。因此,高等工程教育亟待转变思维,不断优化传统工科教育基础,探索“新工科”教育的新途径。

针对当前新经济和工科对软件工程领域人才培养的要求,在本论文的研究中,通过设计一系列的配套措施:定位人才培养目标、完善人才培养方案、更新教学模式、拓宽研究生教育体系、加强师资队伍,通过“五位一体”的举措,以期提高对软件工程领域研究生人才的教育培养水平,如图1所示。



图1 “五位一体”人才培养模式

3.1 明确人才培养目标

新经济和工科背景下的人才培养目标是所有工作的基础,只有清晰地认识到国家、社会和产业需要什么样的人才,才能准确定位,高效改革。

通过广泛调研,掌握经济社会发展对于软件工程领域人才的现实需要,对专业进行准确定位,合理而科学地规划专业建设,设置准确的人才培养专业方向,开展课程体系设置研究,从而明确办学目标和思路。在此基础上,制定软件工程领域人才培育的具体方案。现在经济社会发展正处于产业持续转型的关键时期,软件产业作为推动国家战略新兴产业发展的重要支撑,得到越来越广泛的重视,在人才培养中,更需要以此为契机,培养适应经济社会发展急需的软件工程领域工程技术专业人才^[6]。

3.2 完善人才培养方案

学生的知识结构可以分为通用知识、专业知识和交叉学科知识。通用知识是学习和掌握专业基础理论、专业知识的基础与工具,并对今后从事的软件工程领域技术工作起到辅助和支持作用。专业知识是从事软件工程领域工作的根基。交叉学科知识是指除去专业需要掌握的基础理论和深度知识以外,还要求培养学生了解当前社会和产业需求的综合知识。在当前互联网环境下,人工智能、大数据、云平台、物联网等技术发展风起云涌,都将是未来技术和战略的制高点,而每一门技术又都是多门学科交叉相融的结果。因此,学校、学院和研究生导师要引导学生在走出校门之前,就要主动学习某方面的知识,对接社会需求,做到根据技术发展需求,修改教育教学内容,更新软件专业

人才的知识体系。所以,培养方案改革将从以下几点进行,如图2所示。

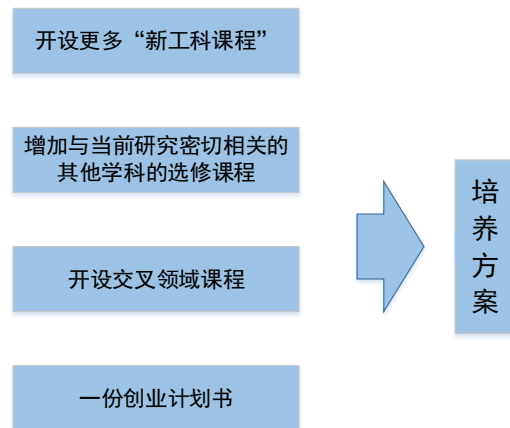


图2 培养方案改革要点

(1) 开设更多的“新工科”课程

高校要安排教师定期去用人单位沟通调研,根据用人单位实际需求,动态增加“新工科”相关课程,保持培养方案中课程的与时俱进,以确保培养单位培养的研究生能够切实满足用人单位的实际需求。

(2) 增加与当前研究密切相关的其他学科的选修课程

由于软件工程必须要与具体行业相结合,培养单位要根据软件工程领域研究生新工科课程的设置情况,研究决定与该课程紧密相关的其他学科课程的内容,将跨学科知识纳入到课程体系中来,拓宽学生的知识面,增加学生的知识储备,培养跨学科研究人才。

将选课内容设置为跨学科化,研究生不仅可以选择与本专业密切相关的课程,同时还可以选择其他专业或学科的课程,课程学分可以量化,也可以不量化,提供学生拓宽知识面的途径。

(3) 开设交叉领域课程

鼓励在前沿技术有多年研究积累的教师,开设交叉领域选修课。将教师多年的研究积累同“新工科”新经济的发展密切结合,制定具有培养单位研究特色的交叉领域研究课程,形成和培养该方面的研究人才。

(4) 制定一份创业计划书

导师要在学生的研究生生涯中引导和指导学生培养创业意识与能力,培养单位要组织培养学生从0到1的创业思路。学生进入社会的选择方式不再是单一的就业,也可以有更多的创业空间。新增如何构思一份完整的创业计划书,创业起步如何组织和筹备文件、资金等,这些都将是揭开创业神秘面纱的有利途径,让学生不仅有创业意识,更有创业能力。

以上四点改革, 可以让学生在了解新技术的同时, 能够近距离地接触新领域, 发现学生在交叉领域中的探索精神, 让学生在未走出校门之前, 就尽早地接触学科热点, 引导学生在就业时能够立足技术发展的前沿, 而非千篇一律地进行软件开发, 笼统而无针对性。鼓励学生积极参与到这些课程中来, 引导和训练学生掌握做研究的方法, 努力培养学生继续深造的欲望, 挖掘学生科学技术的潜力, 打通研究生教育与社会就业脱轨的弊端, 使学生知道自己要学什么, 研究什么, 而非为了研究而研究。

3.3 更新教学模式

新经济和“新工科”的发展日新月异, “互联网+”、“智能+”与传统行业迅速交融, 不断孕育出新的发展方向, 如大数据、物联网、人工智能、智能医疗、智能制造等, 这些新方向、新产业的推出, 单靠教师们更新知识体系是无法跟上社会需求变化的, 这就要求转变教学模式, 借助互联网的力量、翻转课堂的模式, 借助各方力量来开展协同育人。

研究生生活较为短暂, 新生入学无法快速地进行研究状态, 同时也抓不到研究的脉搏, 这就需要培养单位和导师将教育体系外延, 让学生打好基础, 拨开迷雾。教学模式和教育体系改革将从如下几点进行, 如图 3 所示。

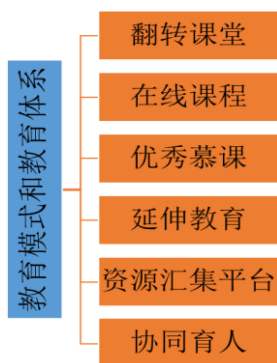


图 3 教学模式和教育体系改革

(1) 提高在线课程比例

尽可能地将课程录制成相应的学习教程, 存入在线教学资源库中, 学生可以根据自身需要随身观看, 极大地提高学习的灵活性。

(2) 引入优秀慕课资源

“新工科”的发展日新月异, 单靠培养单位无法提供充足的学习资源, 必须积极引入国内外优秀的慕课资源, 将全世界的优秀教师和课程集中起来, 一同为我国人才培养做贡献。与此同时, 国外的资源也让学生有机会认识到学科在不同国家发展的情况, 有利于拓宽全球视野。

(3) 引入翻转课堂模式

翻转课堂“课上讨论、课后自主学习”的教学模式在实践中证明了该模式可以有效地培养学生的探究与创新能力, 同时也能较好地培养学生的自主学习能力。这种方式更好地促进了学生“学”与教师“教”的互动, 提高了教学效率。借助上述在线课程和优秀慕课, 只要学习资源充足, 就可以不断充实和促进学生的学习进度, 培养学生探索精神。

(4) 多方协同育人

引入社会资源, 如行业企业、科研院所等, 邀请多方人员参与教学, 让学生了解当前社会企业的实际需求, 可以使其更为理性地制定并修改自己的选课学习方案, 引导学生在个性化学习的过程中逐渐自发地成为新经济各领域所需要的人才。同时进一步与多方进行深度合作, 构建优势互补、项目共建、成果共享、利益共赢的人才培养共同体, 这也将是各培养单位研究生培养的重要努力方向。

(5) 研究生延伸教育

要解决研究生就业同社会脱轨、研究生就业定位较低等问题, 就必须让研究生研究社会所需, 问产业需求定研究方向。同时要提高学生在校期间的研究效率, 减少学生入学时的迷茫时间和基础知识积累时间。

借助在线教学平台和慕课, 导师可以根据自身研究方向制定研究生入学前的研究生先修课程和基础知识学习方案, 给予入学前、本科在读期间的学生提供指导, 让学生尽快投入到研究方向之中, 提前进入到知识储备的过程之中, 这将极大地提高学生入学后的研究效率和专业方向定位。

(6) 研究资源汇集平台

建立研究资源汇集平台。平台依据不同导师的研究方向, 由导师和学生不断维护各自资源的存放, 同时资源也开放给其他学生; 建立学习资源分级制度, 将各研究方向的教学资源分为学科先修课程、基础课程、进阶课程与研究方法讲解课程, 分级制度将更有利于学生依据自身情况, 选择合适课程, 高效学习, 高效研究。

3.4 加强师资队伍建设, 提升专业水平和教育教学能力

创建一流的工科教育, 必须要有一流的师资作为保证, 师资队伍是专业建设与人才培养的根本和基础。结合软件工程领域现有教师的年龄、学历结构和专业实践工作能力及状况, 进行专业教师的培养、引进、外聘和考核等方面的整体建设。师资培养体系建设的目标是使得软件工程领域教师具备有在软件企业一线实践的经历, 熟悉软件企业最基本的规划、开发、运行、经营与管理等环节, 这样专任骨干教师和软件企业就可以建立起较为紧密的联系, 逐步建立起对复杂软件系统进行分析、设计、验证、确认、实现、应用

和维护等能力,成为具备较强专业实践运用能力的“双师型”人才。

在研究与实践中,需要从师资队伍结构、课程主讲教师以及整个师资队伍的培养措施与实施、促进教师科研和教育教学水平提高等方面进行建设。

(1) 师资队伍结构。改善软件工程领域教师队伍的学历结构和学缘结构,促进学缘结构更加多元化,导师队伍将能够形成良好的学术梯队,“双师型”教师和具有海外学习与研究经历的教师比例有明显增加。

(2) 制定并实施导师队伍建设规划。通过相关激励政策的制定和具体措施的落实,鼓励导师提高人才培养的质量和水平,争取达成明显的人才培养效果。

(3) 提高教师的科研水平和教育教学研究水平。争取更多的各级各类科研项目,争取高水平的科研奖励或教学成果类奖励,提高产教融合水平,促进成果转化的落地。

促进导师队伍建设和提升的具体措施有:

(1) 实施双导师制。面向社会、企业,通过聘请高水平或具有丰富实践经验的高级工程师,作为第二导师,参加研究生的专业课程教学与研讨、项目的选题与研究,为软件工程领域硕士生授课、开设讲座、指导学生在企业现场进行专业实践等。

(2) 加强研究生导师工程实践能力的培养。为了适应人才培养要求,需要充分挖掘学校、学院、毕业生和社会资源,建立校内外培养基地和专业实践基地,着重培养导师的工程实践能力、工程技术能力和生产管理力。安排教师脱产进入企业实习实践,制定激励措施,鼓励导师进入企业调研和开展项目合作研究,丰富其实践经验和教学案例。探索和建立工程教育中“教师——工程师”有机结合的机制。

(3) 完善导师队伍建设的评价体系。该体系主要应该由研究生评教、同行评教、企业人员评教、督导组评教、企业实践评价和教研教改成果组成,另外,由学校或学院提供资助,让相应的导师外出参加专业学习培训。

对于进入企业实习实践的导师,结合学校和学院教学、学科专业建设和课程开设的实际需要,带着任务进入企业,并按照企业的要求进行考核。

对于教师的教育教学研究成果和科研成果组织进行鉴定、评价、申报科研成果奖励等。

3.5 促进研究生的创新创业,形成新的教育体系

建立创新创业知识库,加大研究生选择空间,方便学生跨专业跨校区学习,增强师生互动。完善从创意到创业的整套教育体系,搭建创新创业实践平台,

努力让学生在走出校园时尽量参与一项创新创业赛事活动,制定一份完整的创业计划书。

探索建立需求导向的学科专业接口和创业就业导向的人才培养类型接口调整机制,促进人才培养与经济社会发展、创业就业需求紧密对接。深入实施“卓越人才培养计划”、产教结合协同育人行动计划等,积极吸引社会资源和国内外优质教育资源投入创新创业人才培养之中。

调整人才培养定位和创新创业教育目标,促进专业教育同创新创业教育有机融合,挖掘专业课程与创新创业教育资源,在研究生人才培养过程中,加强创新创业教育。培养单位面向全体研究生开发开设研究方法、学科前沿、创业基础、就业创业指导等方面的必修课和选修课,纳入学分管理,建设依次递进、有机衔接、科学合理的创新创业教育专门课程群。

4 结束语

研究软件工程领域人才培养的专业定位与人才培养新模式,探索软件工程领域“新工科”人才培养的标准和要求,用新的理念来指导修订软件工程领域研究生人才培养方案,并从导师队伍结构与建设措施、教学建设与改革及管理、人才培养质量等方面推进软件工程领域研究生培养,构建创新发展的思路,形成具有新工科特色的软件工程领域专业学位硕士研究生人才培养新模式。面向技术前沿和未来科技,缓解软件工程领域人才供给与社会需求不相匹配的问题,较显著地提高研究生的实践应用和工程能力,从而增强研究生的人才市场竞争力和就业质量。

参考文献

- [1] 国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2017(01):24-56.
- [2] 李晓强,孔寒冰,王沛民. 建立新世纪的工程教育愿景——兼评美国“2020 工程师”《愿景报告》[J]. 高等工程教育研究, 2006(02):7-11.
- [3] 孟凡芹,朱泓,吴旭东,李志义. 面向“新工业革命”工程教育人才培养质量标准体系构建策略[J]. 高等工程教育研究, 2015(05):15-20.
- [4] 崔军,汪霞. 国际高等工程教育课程改革案例研究——美国麻省理工学院 CDIO 课程模式[J]. 中国高等教育评论, 2013,4(00):194-207.
- [5] Alabbasi A, Summers S E, Paek S H, et al. Association, Overlap, and Inhibition: A Study of Implicit Theories of Creativity[J]. Creativity Theories—Research—Applications, 2020, 7(2):251-283.
- [6] 王琳,蔡竟业,管庆,雷航,吴祖峰. 基于“卓越工程师教育培养计划”的软件工程专业人才培养模式探讨[J]. 实验科学与技术, 2012,10(06):323-326.