

# 新工科下基于 OBE 教育理念的软件工程 专业课程体系改革探索

黄荣兵,张 洪,于 曦

(成都大学 信息科学与工程学院,成都 610106)\*

**摘要:**针对新工科建设和工程教育认证对软件工程专业人才培养的新目标和要求,文章以成都大学软件工程专业课程教学改革为例,从校企合作结合工程教育认证以明确课程定位出发,通过引入成果导向(OBE)教育理念,构建新工科人才培养目标,对课程体系、课程教学内容、课程教学方法等要素进行改革创新,强调课程以“学习产出”为目标,以培养学生的工程能力和创新性思维能力为出发点进行课程教学。

**关键词:** OBE 教育理念;新工科;软件工程;课程教学

**doi:** 10.3969/j.issn.2095-5642.2018.09.120

**中图分类号:** G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-5642(2018)09-0120-05

为深化工程教育改革,推进新工科的建设和发展,教育部高教司在 2017 年发布了关于开展新工科研究与实践的通知文件,对工科建设提出了新的目标和要求。<sup>[1]</sup>“‘新工科’建设复旦共识”强调我国高校要“一方面主动设置和发展一批新兴工科专业,另一方面推动现有工科专业的改革创新。新工科建设和发展以新经济、新产业为背景,需要树立创新型、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’,实现我国从工程教育大国走向工程教育强国。”<sup>[2]</sup>国家正在实施的“互联网+”“中国制造 2015”“网络强国”等重大创新发展战略更是促进了新一代信息技术、智能机器人、虚拟现实等新兴科技的迅猛发展,与之相关的创新企业和新兴产业急需一批工程实践过硬、思维敏锐、创新能力强、具有国际化视野的复合型高素质“新工科”人才。但当前我国大部分高校在关于工科人才培养方面表现出来的现状是目标定位不明确,工程教学理论化,关于通识和工程教育、实践和实验教学的认识不够清晰,导致了培养出来的毕业学生工程实践能力差、综合素质低,不能满足行业企业的实际需求。因此,如何重新制定培养目标,更新专业课程体系,推进协同育人机制和专业实践平台的构建,培养具有国际化视野、创新创业精神和能力的复合型新工科人才,是摆在当前教育工作者面前急需认真思考和研究的问题。为此,本文引入成果导向(Outcome-based Education, OBE)教育理念,探讨了我校软件工程专业教育的培养方案和目标,重新对课程体系进行了设置,改革了现有的课程教学内容和教学方法。

## 一、OBE 理念构建新工科人才培养目标

OBE 教育理念即基于学习产出的教育模式,最早出现于上世纪 80 年代,当时在美国和澳大利亚的基础教育改革中获得了广泛应用<sup>[3]</sup>。大约在经历了 10 年左右时间的发展后,它已经形成了较完整的理论体系,美国工程教育认证协会一直将其贯穿于整个工程教育认证标准中,现已成为国内外众多高校普遍认可的工程教育模式。OBE 教育理念要求先确定教育的产出,即“成果”,也就是要明确对学生培养的目标,即“培养

\* 收稿日期:2018-05-28

作者简介:黄荣兵(1977—),男,四川隆昌人,副教授,博士,研究方向:数据库、模式识别;

张 洪(1980—),男,四川成都人,副教授,硕士,研究方向:计算机体系结构;

于 曦(1973—),男,四川成都人,副教授,博士,研究方向:产品生命周期评估、决策系统、深度学习。

什么样的人”。对于软件工程专业来说,需要根据社会信息技术的发展、行业产业的发展、学校的定位等情况来确定人才培养目标,培养具有科学和创新思维、知识面广、工程实践能力强、终身学习能力的新型工科复合型人才。在制定人才培养目标时,要遵照学院已制定的工程教育专业认证标准进行,其中要特别重视所在企业培养目标的制定与实施,因为培养目标中部分目标的实现需要通过企业学习阶段来获得。培养目标的制定要从学校的实际出发,因地制宜,总体要求是:从社会行业企业的需求出发,以工程实践为核心,通过广泛开展校企合作,统筹规划学生在校内学习和在企业实习应达到的培养目标,将课程设计与工程实践贯穿于课程的整个教学过程,重点培养学生的工程意识、工程实践能力和工程素养,促进学生从单学科思维向多学科交叉思维模式转变,提升他们的创新精神、合作意识和开放的视野,培养他们的价值观和社会责任感,使其更愿意去思考工程对社会、商业和环境的价值及其政治背景,提升自身自主学习和终身学习的能力。

为适应信息化和人工智能引发的新兴产业对新型人才的需求,成都大学信息科学与技术工程学院软件工程专业结合既有的“卓越工程师教育培养计划”和“工程教育专业认证”初步确定“新工科教育”的人才培养目标为:以行业软件企业对新型人才的需求为导引,培养适应我国软件企业建设需要,在德、智、体、美等全面发展的,具备相应的自然科学和人文社科基础知识,掌握扎实的软件工程专业的基础及应用知识,受到工程师初步训练,具有一定的社会、经济和科技发展适应能力,具备一定的软件开发能力、团队协作能力、工程应用能力、应用创新能力和自主学习能力的高素质工程技术创新型人才。通过本科教育阶段的训练和培养,期待本专业毕业生具有:

- 1.在软件工程及相关行业从业的基本素质和跨学科的交叉基础知识,初步的相关工程经验和技術能力;
- 2.运用掌握的软件工程技术知识分析和解决复杂实际工程问题的能力和综合素质;
- 3.对行业发展动态的掌控及缜密的科学思维、系统思维和创新思维的能力;
- 4.良好的交流、沟通和协作能力,较高的职业道德情操和熟悉本专业的方针、法律法规和政策;
- 5.终身学习和自主学习的能力,通过文献检索,使自己在专业技术上保持与学科发展同步。

## 二、面向新工科人才培养的课程体系架构

新工科建设行动路线(“天大行动”)中强调:“问技术发展改内容,更新工程人才知识体系。将产业的最新发展、行业企业对人才培养的最新要求引入教学过程,更新课程体系。”<sup>[4]</sup>课程体系架构的建立应结合相应的人才教育模式,OBE 模式作为一种先进的教育理念,它依据工程教育专业认证的要求对工科专业的学生设定了 12 项毕业能力指标点,各分项能力指标点对接现行人才培养计划中的全部课节。因此,新工科人才培养课程体系的建立,必须要正确处理好下面五种关系:一是基础理论课程与工程实践类课程的结合关系;二是专业知识的深度化和学科交叉的宽度化关系;三是通识教育与专业知识教育的关系;四是校内与校外教育之间课程的协调衔接关系;五是专业知识体系与创新型能力的培养之间的关系。传统的软件工程专业知识体系里课程之间存在着明显的界限,学科之间是独立的,课程知识体现不出创新思维能力的培养,人才培养模式与新兴产业发展对人才的需求存在着较大的差距。<sup>[5]</sup>因此,为了迎接新一轮信息革命对新工科人才教育所提出的全新目标和要求,必须围绕新工科建设行动路线,重新构建新的软件工程专业课程体系,才能进一步推动工程教育的改革创新,实现造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才的目标。依照 OBE 教育理念和行业企业标准,构建以实际的“软件项目工程开发”为主线,“面向理论”和“面向应用”为两翼的课程知识体系,即根据学生能接受的计算机类专业人才培养的知识结构,确定以软件工程应用开发能力的新型工科人才为培养目标,最终建立“层次化、模块化、工程化、应用化”的课程体系模型,如图 1 所示。该模型共分为五个层次,即基础知识层、计算机系统层、工程项目设计开发层、专业方向或行业应用领域层及综合项目实训实践层。各层之间并不是独立的,而是相互关联、逐层递进的关系。该模型缩减了传统计算机类课程的数量,增加了与软件开发相关的课程,主要是为了突出软件工程实践,力图实现培养具有前瞻意识和创造性思维、沟通协调、团队合作、社会责任感的新型工程复合型人才教学目标。

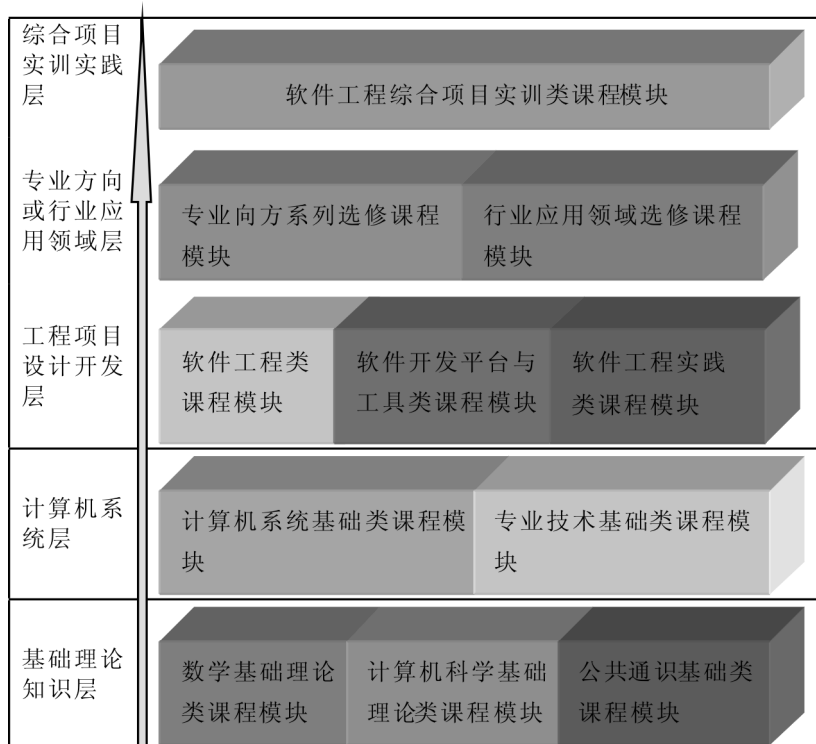


图 1 软件工程专业课程体系模型

(一)基础理论知识层

强化数学基础类知识,注重计算机科学思维能力的培养,有助于复杂工程问题的解决。穿插通识基础类课程,有助于培养学生较高的职业道德和人文修养以及熟悉本专业的政策和法规意识。主要包括:数学基础类课程模块,比如,高等数学、概率论和线性代数,训练学生能够对复杂的系统工程问题选择或建立恰当的数学模型,培养学生的逻辑思维和推理能力;计算机科学基础类模块主要包括计算机科学导论、软件工程导论和面向对象程序设计导论等课程,让学生建立起计算思维概念和编辑思维意识;公共通识类模块主要包括人文社科、外语、经济和法律等课程,培养学生的职业道德规范和情操。

(二)计算机系统层

对计算机系统认知教育,强化学生对软件系统的认知和编程能力。该层包括计算机系统基础类课程模块和专业技术基础类课程模块。计算机系统基础类模块主要包括计算机组成原理、操作系统原理与实践、计算机网络编程和数据库系统原理;专业技术基础类模块主要包括离散数学、数值计算方法、数据结构与算法等课程。强调学生的系统级认知能力和培养他们在系统级开发环境、网络开发环境、数据库应用系统开发环境下,能熟练运用软件工程思维去解决上层系统构建问题的能力。

(三)工程项目设计开发层

该层由三个模块组成,即软件工程类模块、软件开发平台与工具类模块和软件工程实践类模块,它综合考虑软件工程设计方法和工程实践训练项目课程设置。软件工程类课程模块主要包括软件系统分析与设计技术、软件工程方法与管理核心课程;软件开发平台与工具类课程模块包括主流的软件平台、程序设计语言和软件开发与分析工具等课程;软件工程实践类课程模块主要包括软件工程项目设计与专业综合设计实践等课程。以工程化教学方式,强化学生的工程思维意识,教会学生能熟练运用先进的软件工程和主流平台工具去分析、解决复杂工程问题,能够构建大型的软件系统,锻炼他们在软件系统设计和开发方面的能力,实现软件系统与工程实践一体化的教学目标。

#### (四)专业方向或行业应用领域层

软件技术必须要结合其它的专业方向或行业应用领域才能体现出其工程价值。因此,在进行课程设置时,根据行业需求和学生的偏好,增设了系列选修课程,如物联网、服务科学与工程、嵌入式软件开发、数字媒体与游戏、IT新技术等课程,且随着社会技术和行业的发展,能随时更新相应的课程,让学生通过选修应用领域的相关课程,可以掌控最新的行业发展动态和相关领域的知识技术,能够运用相关的领域知识和技术从事实际的软件开发工作。

#### (五)综合项目实训实践层

依托校内外实训实习基地,通过外聘企业具有丰富软件开发经验的工程师授课,进一步强化学生的工程实战经验和能力,培养学生的企业职场素养,实现校企合作的协同育人培养机制。让学生到企业顶岗实习,真正进行综合项目的实战,实现理论与实际的结合、软件开发技能与职业素质相给合的教学目标。

### 三、改革课程教学内容和方法

在OBE教育模式下,教学应该从传统的“以教师为主体”转向“以学生为中心”,即以学生学习产出为导向,以“项目驱动”的方式精心组织教学,注重学生工程能力的培养,尤其是工程设计和实践能力以及工程创新能力的提高。

#### (一)优化课程结构,改进教学方法

根据“卓越工程师培养计划”和工程教育专业认证的要求,对校内总学时进行了压缩,同时增加了与软件工程专业相关的知识内容,这样专业课在进行课时计划方面就会有所变化。因此,必须对课程的教学内容和教学方式进行了变革,使之适应新形势下的教育模式。对课程内容的改革需要内容新颖,与当前信息技术的发展接轨,紧密结合工业界的发展动态,能够反映出最新的软件技术和科技成果,符合国家创新驱动发展的需要。具体的做法是引入行业最新技术规范,通过对企业的广泛调研,将软件企业界中的领军企业课程认证部分内容整合到专业教学中,提升学生的工程实践能力,让学生能接受到最前沿技术的教育。在教学方法上,需打破原有的以教材为依据,按照课本的编排顺序进行讲授的弊端,而是应注重理论和实践的结合,充分利用好现代化的教学手段和新媒体技术,让课堂教学、网上教学和远程教学相结合,扩展有效的课内教学时间,更好地完成教学任务和目标。

#### (二)注重知识体系的宽广性,恰当规划教学课时

新工科人才教育强调科学教育、人文教育、工程教育相互融合,培养科学基础扎实、工程实践能力强、综合素质高的复合型人才。<sup>[6]</sup>因此,在以产出为导向的教育模式实施过程中,既要注重工程能力的培养,又要加强人文艺术、经济、法律法规等非工程素质的教育。在企业实训期间,行业导师主要是负责工程师素质和能力的指导,主要包括项目分析与设计、企业管理文化、顶岗实习等。而在校内学习期间,要注重培养未来的软件工程师所必须具备的人文社会科学素养、良好的工程职业道德和规范、强烈的社会责任感。因此,在进行课程设置时,除了原有的课程,还需要增加人文、环保、安全、伦理、法律、管理等课程。使学生能够迅速了解市场需求,熟悉市场动态以及最新技术的发展,具备编制软件系统的用户需求说明书和策划系统开发流程报告的能力;具有一定的软件质量分析、职业道德规范和法律意识,能够在软件实施和项目管理过程中具备参与贯彻实施的能力;能够使用专业技术语言,在跨文化背景下针对复杂工程问题进行有效交流和沟通的能力;具有团队合作意识,能够在项目团队中,承担项目负责人、团队成员等角色,具备一定的协调、管理和合作能力。

为了协调好非工程技术课程教学与原有课程教学学时冲突的矛盾,一方面我们采取“穿插融合”的课程内容编排方案,即部分非工程技术的课程内容融合到专业课中去;另一方面我们增设选修课程或短学时课程,以讲座的形式进行,或者让学生登录中国大学MOOC网选修某些课程以自学的方式进行学习(但须通过考核才能纳入到学生总学分中去),这样在很大程度上减轻了学生的学习负担。

#### (三)强调实际的工程实践,联合企业协同教学

为强化“新型卓越工程师”能力培养,从“学习产出(OBE)”教育理念出发,实施了“3+1.1”的培养模式,<sup>[7]</sup>“3”代表大学前三年为校内教育;“1.1”代表1.1年校外实训实践教育,其中的0.1年表示第一学年与第二学年中

的两个暑假,形成了学校与企业人才培养的共同体,突出了地方高校主动对接地方经济社会发展需要和企业技术创新的要求,深化了产教融合、学习产出、协同育人教育模式的内涵。教学实训实践环节遵照工程基本技能、综合项目的设计和应用能力、工程实践与创新三个层次分步实施。首先,在工程基本技能培养层,利用“0.1”学年到企业去参观并接受企业的认知实习和校内的课程设计、实验及项目案例等实践环节,加深对理论知识、概念的理解,奠定扎实的理论基础和基本实践技能;另外,在综合项目的设计和应用能力层,采用企业实习、综合实训、毕业设计等环节实现对学生综合能力的培养,着重培养学生的软件工程综合项目实践能力和开发技能;同时,在工程实践创新能力层,通过学生的企业顶岗实习、参与校外软件企业的项目合作研发以及各类大学生软件技能大赛和科创活动,培养他们的工程项目管理和团队协作精神及创新性实践综合能力。

#### 四、结语

为适应“新工科”建设背景下软件工程专业人才培养的新目标和要求,结合工程教育专业认证和 OBE 教育模式,探讨并构建了“新工科教育”的人才培养方案和目标。此外,基于 OBE 理念建立了“以学生为中心,行业需求为导向,能力培养为核心”的模块化、层次化课程体系架构模型,可有效避免课程间内容的重复,在夯实学科基础知识的基础上更加注重了专业特色。通过优化课程结构、合理规划教学课时及联合企业协同教学,能有效提升学生的工程能力、专业实战能力和创新性思维能力,很好地满足行业产业对人才的需求。

#### 参考文献:

- [1] 教育部高教司.教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知:教高司函[2017]6号[A/OL].(2017-02-20)[2017-05-12].[http://www.moe.edu.cn/s78/A08/A08\\_gggs/A08\\_sjhj/201702/t20170223\\_297158.html](http://www.moe.edu.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_sjhj/201702/t20170223_297158.html).
- [2] 教育部高教司.“新工科”建设复旦共识[EB/OL].(2017-02-18)[2018-05-12].[http://www.moe.edu.cn/s78/A08/moe\\_745/201702/t20170223\\_297122.html](http://www.moe.edu.cn/s78/A08/moe_745/201702/t20170223_297122.html).
- [3] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”OBE的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.
- [4] 教育部高教司.“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[EB/OL].(2017-04-12)[2018-05-12].[http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe\\_745/201704/t20170412\\_302427.html](http://www.moe.gov.cn/s78/A08/moe_745/201704/t20170412_302427.html).
- [5] 王新海,李建东,李捷娜.软件工程专业课程体系研究与实践[J].计算机教育,2011(4):70-73.
- [6] 赵继,谢寅波.新工科建设与工程教育创新[J].高等工程教育研究,2017(5):13-17.
- [7] 叶安胜,周晓清.软件工程专业卓越工程师计划人才培养探索[J].福建电脑,2012,28(12):37-39.

### Exploration of Curriculum System Reform on Software Engineering Based on OBE Concept under the Background of Emerging Engineering

HUANG Rongbing, ZHANG Hong, YU Xi

(School of Information Science and Engineering, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

**Abstract:** In view of the new goals and requirements of the personnel training of software engineering professionals for emerging engineering construction and engineering education accreditation, this paper constructs a goal of personnel training for emerging engineering by integrating outcome-based education (OBE) concept from school enterprise cooperation with engineering education accreditation to clear curriculum orientation. Taking the curriculum reform of software engineering specialty of Chengdu University as an example, we reform and innovate the curriculum system, teaching contents and teaching methods, and emphasize the goal of "outcome-based learning". Starting from cultivating students' engineering ability and innovative thinking ability, we carry out course teaching.

**Key words:** OBE concept; emerging engineering; software engineering; curriculum education

(实习编辑:杨晓玲 责任校对:暮晨)