

面向新工科的软件工程专业实践教学模式的探索

张小川¹, 周龙福², 涂 飞¹, 曾 鹏³

(1.重庆理工大学软件工程系, 重庆 400054;

2.重庆工程学院软件学院, 重庆 401320;

3.中软国际教育科技股份有限公司, 北京 100000)

摘 要: 分析了新形势下对新工科人才培养的诉求, 以地方高校、民办高校的软件工程专业办学为例, 针对学生实践能力培养问题, 设立学生实践能力与培养目标的对应关系表, 构建工程实践能力培养台阶式路径, 研制产教协同的实践教学资源池, 建立实践教学考核新方式, 形成实践教学模式。实践证明, 该模式成效良好。

关键词: 新工科; 软件工程; 实践教学模式

中图分类号: TP642.4 **文献标识码:** A

An Exploration on the Practice Teaching Model of Software Engineering Based on Emerging Engineering

ZHANG Xiaochuan¹, ZHOU Longfu², TU Fei¹, ZENG Peng³

(1. Department of Software Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;

2. School of Software Engineering, Chongqing Institute of Engineering, Chongqing 401320, China;

3. China Soft International Education Technology Co., Ltd., Beijing 100000, China)

Abstract: This paper analyzes the personnel training demands of the new engineering in the new situation. Taking the software engineering specialty in local universities and private colleges as examples and aiming at students' practice ability, the paper sets up the correspondence between students' practice ability and training goals, establishes a progress training path of engineering practice ability, develops a practice teaching resource pool in collaboration with industry, constructs a new assessment method, and forms a new practice teaching model. Practice has proven the good effectiveness of this teaching model.

Keywords: emerging engineering; software engineering; practice teaching model

1 引言(Introduction)

“新工科”就是要培养主动适应新技术、新产业、新经济发展的卓越工程科技人才。在2016年提出“新工科”概念后, 2017年明显加速: 2月达成“复旦共识”^[1], 教育部高教司发布《关于开展新工科研究与实践的通知》^[2]; 4月提出天大行动^[3], 公布《“新工科”建设行动路线》, 明确新工科建设目标和内容; 6月发布北京指南^[4], 为新工科建设指明了方向。

文献[2]中, 对新工科的“新”界定了五个方面的内容: 即工程教育的新理念, 学科专业的新结构, 人才培养的新模式, 教育教学的新质量和分类发展的新体系。显然, 5个“新”都以高等工程教育要适应国家面临新时代新经济的发展为依据, 背景就是遵循国家提出的创新、协调、绿色、开放、共享发展理念和支持实施“中国制造2025”“互联网

+

“一带一路”倡议“人工智能”等国策, 为迎接第四次工业革命做好人才储备, 培养能适应新技术、新产品、新业态、新模式的新工科人才。而软件工程专业作为新兴工科专业, 也具有被纳入新工科的建设范畴。

国内地方高校普遍存在着实践教学环节薄弱、学生实践能力不足的问题, 如何培养新工科人才, 亟需改革其人才培养模式, 以培养大量实践能力强的软件工程人才, 这也正是地方高校践行新工科的主要内容之一。而实践教学正是提升大学生实践能力、创新能力、注入新工科“新内容”最核心环节和最重要保障。基于这样认识, 文章作者以自身所在高校为例, 针对软件工程专业学生实践能力培养问题, 结合自身办学实际, 秉承产学研融合理念, 构建产教协同实践教学支撑资源池, 改进实践教学考核机制, 为培养新工科工程技术人才提供一种思路和方法。

2 实践教学新体系(New system of practice teaching)

软件工程教育兼具科学教育属性与工程教育属性^[5]。软件工程属于计算科学的、交叉性强的新兴工科专业，对实践教学资源需求特别强烈。实际上，办学资源有限的地方高校，仅仅依靠大学自身的教学资源，要培养优秀工程师是远远不够的，引入企业需求、企业项目、企业标准和企业工程师，实施产教协同育才，是践行新工科的一种可行途径。本文从实践教学目标、实践能力要求、实践教学路径等方面，以地方高校应用型软件人才为例，构建了相应的实践育人教学体系。

2.1 实践育人递进目标

教学目标是高校人才培养的指引方向，各个高校依据自身办学定位，教学目标也将有个性化的调整。比如，重庆理工大学软件工程专业是以高素质软件开发的应用型人才作为培养目标的，重庆工程学院是以高素质应用型、技术技能型人才为培养目标的。为达成专业目标，需要将学生学习过程设计成一个渐进的、螺旋上升的过程，并设立可视的、面向不同年级和不同层次的教学目标，以引领学生的学和教师的教。在此，作者将专业培养目标划分为具有递进特点的3个层次子目标：即会开发是指能利用计算机程序设计语言解决小问题，编写小程序，初步了解软件开发流程；能开发是指能利用软件技术解决问题，编写软件、完成软件文档，掌握软件开发全生命周期；擅开发是指能综合利用软件技术解决较为复杂的问题，编写软件系统程序、完成软件文档、展示软件作品。

2.2 实践能力模块

借鉴国际软件工程教育标准(IEEE、SWEBOK、SEEK)，参照教育部《软件工程专业规范》(2010)^[5]，剖析软件开发核心能力需求，作者将软件开发人才的核心能力分解成基本和高级两类模块，并结合所在学校办学资源，进一步划分为若干能力模块和方便教学组织和实施的若干能力子模块，最后，建立能力模块与递进目标、学年之间的对应关系，从而形成为学生实践能力培养表格1。

表1 能力模块与培养目标对应关系表

Tab.1 Corresponding table for capability modules and training objectives

类型	能力模块	子能力模块	递进目标	学年
基本模块	个体编程	人文、数理思维	会开发	大一
		计算思维		
	团队编程	数据库建模	能开发	大二
		数据库编程		
	设计协作	系统设计	擅开发(基础)	大二
		系统部署		
高级模块	分析协作	系统分析	擅开发(卓越)	大三
		系统策划		
	项目实战	项目实践、工程实践	擅开发(卓越)	大四
		综合开发		
	设计创新	微创新、微设计	第二课堂	
		教师科研、学生兴趣		
	项目创新	教师科研、学生兴趣	擅开发(卓越)	
	国际视野	外语沟通与交流、思维	(卓越)	

在实施中，再将课程划分为若干个课程组，将理论课与实践课交叉安排，形成理论到实践、实践到理论的螺旋式台阶进程，将理论课组、实践课与表1能力模块建立关系，据此关系建立了“台阶式”的工程实践能力培养路径图1。

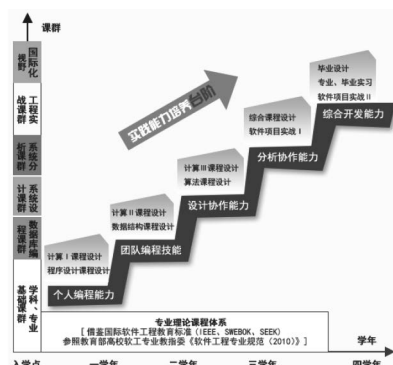


图1 软件工程专业工程实践能力“台阶式”培养路径图

Fig.1 Staged training mode in practical ability of software engineering

3 产教融合的实践教学支撑资源池(Support resource for practice teaching in combining production and teaching)

新能工科软件工程专业需要面向新经济，瞄准新技术、新业态，需要以开发、共享、协同姿态构造新的实践育人平台^[6]。基于这样理解，作者所在专业积极引进企业实践教育资源，联合研制产教融合的实践教学支撑资源池图。

针对应用型人才需要更贴近企业生产第一线特点，依据产业、企业的岗位、职位的分工状况，以及学生个体发展的不同需求，在图2中，按层次、类型、目标三个方面，给予分类、分层开发建设了实践教学资源池，以满足学生分层、分类和不同岗位的需要人才^[7,8]。

在图2中，资源池充分考虑信息时代学生接受知识对多样化手段的需求，既提供视频课件，以面对面形式讲解、演示关键知识、核心技术，还提供实际教学案例，以理论联系实际，引导、辅导学生动手实践，遵循问题、技术、专题和微型项目、小型项目、中型项目的循序渐进教育方法，逐步提升学生能够解决问题的实践能力。因此，通过该资源池，利用信息技术，配合上述实践教学体系，实际上为学生构建了一种新型学习模式，摆脱了在传统教学中必须高度统一教师、教室、学生、时间几大要素的种种约束条件，将培养目标模块化、碎片化、可视化和电子化，从而为学生线下学习提供便利，调动学生充分利用碎片时间，推动、督促学生完成知识学习、实验操作、实践实训，为新工科人才培养建立一种实践育人新模式。

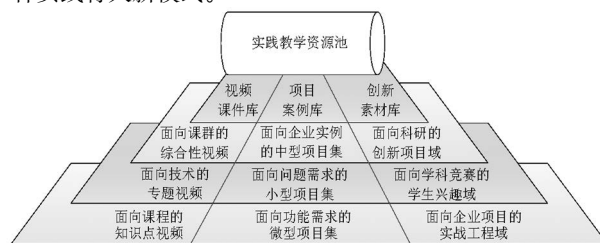


图2 产教融合的实践教学资源池

Fig.2 Support resource for practice teaching in combining production and teaching

4 实践教学考核新方式(New assessment for practice teaching)

学习需要评价,考核是学习评价的一种有效方式之一。通过考核,既可诊断、发现学生理论知识的不足,操作技能、实践能力的缺陷,还可以向学生传递一种压力和负担。给予学生一定的学习压力,按教育学观点,这本身就是学习的一部分,否则,难以达到学习目的。本文适当引入企业生产过程的质量考核标准、规范,结合软件工程专业所面对的产业、岗位、职位和技术特点,从两个方面开展了实践教学考核方式的改革。

4.1 丰富考核方式的多样性

工程学科是解决实际问题的学科,实践教学又是其解决问题过程的实施与示范。学生不同成长背景、知识的多寡、投入和领悟能力的差异,使学生面对同样问题将产生不同的解决方式和呈现结果。因此,考核方式就需要多样化、人性化、科学化。下面是介绍作者的一些具体做法。

(1)课程设计是工程教育中最重要的实践教学课程。本文设置演示、报告、展示三种考核方式,老师可将其中之一或加权组合作为考核方式。比如,如被考核学生基数大、考核时间少、参与考核教师人数有限,则可以“抓两头、送中间”,即重点对考勤纪律、实践过程、学习基础好或差的两端学生和主动提出接受检查的学生,选择演示、展示、讲解等方式,实施全面性的考察,对中间的学生,可实施随机性的抽查,对剩余学生重点抽查学生的设计成果。

(2)针对工程设计的分析、设计、实施、质保、服务、销售等不同工作岗位需求,按因材施教原则,在实践课程的考核中,也要体现对不同工程角色的考核支持。比如,在综合课程设计、大作业中,作者就要求学生扮演甲方与乙方,客户与客户的客户,项目经理、分析师、设计师、测试师与技术支持等不同角色,并要求提交相应的设计成果。如果是设计团队小组,就明确要求学生展现分工、协作、沟通等过程及其成果,并将各小组对应角色的学生也作为考核员,最后将他们的考核结果和导师考核成绩,以加权形式计算为最终成绩。实践经验表明,通常一名导师指导题目控制在2—3个比较好,也不要回避不同学生小组选择同样题目,只要明确要求“答辩同组、彼此考核打分”即可。

4.2 强化考核方式对实践过程的影响力

工程学科的考核与评价重点不是学生对理论知识的记忆,而是督促学生在理论知识指导下的“四化”,即对实际问题思维的逻辑化、思考的形式化、操作的结构化和结果可视化。因此,在工程学科的实践教学考核中,更重视对学生实践过程、操作步骤的评价,对实践结果的考核权重反而会弱化。以此方式引导学生将更多时间、精力投入到实践过程之中。下面举两个实操案例,供读者参考。

(1)对设计实施“三否制”,即在规范的设计文档、可运行的软件或模型、可接受的答辩过程三者之中,任何一个

“不及格”,总成绩就不及格。如此方式,对学生的震撼力是显然的。事实上,这也是在向学生传递在工程质量标准中就只有“合格”与“不合格”两级企业质量意识,并非学校的“五级制”或“百分制”标准。

(2)明确软件工程专业学生提出“除满足规定的课程、学分要求外”,对职业技能还提出需要达到下列条件之一的硬性要求:

- ①通过工信部软件专业技术资格(水平)考试初级或以上;
- ②参加学科、专业竞赛,获得校级及以上等级的各类奖项;
- ③拥有软件著作权(前二作者),或发明专利(前五作者);
- ④参与实际项目实训、开发并通过答辩者;
- ⑤累计完成4万行软件代码编写工作量,或一次性通过各学年的课程设计;
- ⑥毕业设计成绩优秀、良好以上者。

5 结论(Conclusion)

本文成果在作者所在的软件工程专业开展了教学实践,并取得了良好的实践效果,其所在软件工程专业分别在2015年和2016年建成为重庆市特色专业。本文以地方高校的软件工程专业为例,开展了新工科建设实践,希望能为新工科建设贡献力量。

参考文献(References)

- [1] 教育部高教司.“新工科”建设复旦共识[J].高等工程教育研究,2017,24(1):10-11.
- [2] 教育部高教司.关于开展新工科研究与实践的通知(教高厅函[2017]33号)[EB/OL].<http://www.moe.edu.cn/was5/web/search?channelid=255182>.
- [3] 教育部高教司.“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017,24(2):24-25.
- [4] 教育部高教司.新工科建设指南(“北京指南”)[J].高等工程教育研究,2017,24(4):20-21.
- [5] 教育部高等学校软件工程专业教学指导分委员会编制.软件工程专业本科专业规范[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [6] 蒋宗礼.新工科建设背景下的计算机类专业改革[J].中国大学教学,2017,33(8):24-29.
- [7] 刘刚,刘钢,殷柯欣,等.创新实践教学体系,培养软件工程应用型人才[J].实验技术与管理,2012,34(4):223-224;227.
- [8] 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.

作者简介:

张小川(1965—),男,硕士,教授.研究领域:计算机应用,人工智能,机器人.

周龙福(1977—),男,硕士,副教授.研究领域:云计算,软件工程.

涂飞(1978—),男,硕士,讲师.研究领域:软件工程.

曾鹏(1981—),男,学士,工程师.研究领域:计算机应用.