

## 卓越软件工程师培养中模块化教学体系探索

李红,许强\*

**摘要:**根据教育部的卓越人才培养计划,将德国应用科技大学的模块化教学理念应用到卓越软件工程师的培养中。通过分析卓越软件工程师的培养定位和目标能力,构建以能力培养为主线的模块化教学体系,探索卓越型人才培养的有效途径。

**关键词:**卓越软件工程师;能力培养;模块化;课程体系

### 一、引言

2010年6月,教育部启动“卓越工程师教育培养计划”,旨在面向工业界、面向世界、面向未来培养造就一大批高素质的卓越工程师后备人才<sup>[1]</sup>。合肥学院计算机科学与技术专业入选“卓越工程师教育培养计划”首批建设点,致力于培养卓越软件工程师。结合学校“应用型、地方性、国际化”的办学定位,我们培养的卓越软件工程师应该服务于地方、适应经济全球化的发展、具备一定的工程实践能力和创新意识。

自1999年《博洛尼亚宣言》发表至今,德国高等教育在该进程中的成功令世人瞩目。其中,德国应用科技大学培养的应用型人才深受德国工业界的欢迎,成为德国经济的支柱力量,其应用型、模块化的教学理念和教学体系值得我们参考和借鉴。

### 二、卓越软件工程师培养定位

“卓越工程师教育培养计划”通用标准<sup>[2]</sup>对本科层次卓越工程师有如下定位:主要从事产品的生产、营销、服务或工程项目的施工、运行、维护,能够完全胜任现场或生产一线的各项工

作。合肥学院是一所应用型本科院校,有着多年国际合作办学的经验。学校所在地合肥是国家服务外包示范城市,产业发展势头迅猛,发展重点正逐步从“追求规模”向“追求效益”转变,高层次项目(分析设计、产品整体外包和离岸研发中心

等)不断涌现,所需求的软件工程师不仅包括编程、测试等中低层次人才,更大量缺乏具备工程化的综合素质和开拓创新能力的高层次人才。据此,我们的卓越软件工程师培养目标定位为:具备一定的现代工程意识和工程能力,有发展潜力,满足跨文化合作和交流的需要。

#### (一)具备现代工程意识和工程能力

现代工程意识是指具有良好的质量、环境、职业健康、安全和服务意识<sup>[2]</sup>。这要求卓越软件工程师必须具备一定人文素养和社会科学素养,有良好的社会适应能力和社会服务意识,理解软件工程与社会、历史、文化的关系和内涵,在关注软件质量的同时,重视软件产品对社会环境、社会安全的影响。这样,才能在改造物质世界的同时,促进人类文明的进步与发展。

工程能力是指具备独立发现问题、分析问题和解决问题的能力。这需要卓越软件工程师扎实掌握计算机专业相关数学知识、自然科学知识和专业理论知识,了解软件生产运作流程,了解软件行业的发展趋势和现状,了解与软件设计研发相关的法律法规,具有综合运用所学科学理论和技术手段分析并解决工程实际问题的能力<sup>[2]</sup>,能够参与软件系统设计,并具备软件运行和维护的现场工作能力。

#### (二)有发展潜力

在发展潜力方面,“卓越工程师教育培养计划”通用标准<sup>[2]</sup>要求各种层次的工程师,应该能够满足未来发展的需要,具备适应和引领未来工程

\* 李红,女,合肥学院科学与技术系专任教师,教授。

技术发展方向的能力<sup>[1]</sup>。IT行业和信息技术近年来的发展有目共睹,新技术、新应用不断涌现,软件开发工具和技术每年都在更新。在这样的背景下,卓越软件工程师的发展潜力在于:具备一定的学习能力、危机处理能力、创新意识和开发设计能力。

学习能力是各种职业能力发展和提高的基础,要求学习者能够敏锐发现自身的不足,积极主动学习,不仅包括学习知识和技能的能力,还包括提升精神和完善道德的能力。

危机处理能力是指应对危机和突发事件的能力。在软件的开发和维护过程中,存在因计算机病毒、软件设计缺陷、网络安全问题而导致的各种危机。卓越软件工程师应具备初步的危机处理能力,比其他专业领域人员有更强的危机意识和处理危机和突发事件的能力。

创新意识和开发设计能力是指具有较强的创新意识,以及进行产品开发和设计、技术改造与创新的初步能力<sup>[1]</sup>。其中,创新意识是创新能力的基础,作为本科层次卓越软件工程师后备人才,除了一定的软件开发的实践能力外,创新意识的培养是关键。

### (三) 满足跨文化合作和交流的需要

软件的研发通常需要一个精诚合作的团队,卓越软件工程师应具有较强的组织管理、交流沟通、环境适应和团队合作能力。在一些软件外包企业和离岸研发中心,跨文化的合作与交流显得尤为重要。本科层次的卓越软件工程师应具有一定的国际视野和跨文化环境下的交流、竞争与合作的初步能力。

## 三、能力培养的基本思路

分析本科层次卓越软件工程师的培养目标和定位,其培养的核心是卓越的软件工程设计能力和卓越的交流与协调能力。卓越的软件工程设计能力主要包括:良好的现代工程素养、扎实的理论基础知识、较强的工程实践能力、学习能力和创新

意识;卓越的交流与协调能力包括良好的国际视野、跨文化的国际交流能力、口头与文字表达能力、组织与协调能力等。

针对上述能力培养问题,我们认真分析现在计算机科学与技术专业的课程设置及考核评价体系,发现多少存在“重知识传递、轻能力培养与考核”的问题。

能力一定是通过学生自己在实践中锻炼和培养出来的,那么我们现在的课程设置让学生锻炼了什么呢?随着新技术的出现,我们在传统课程外开设了新课程,导致课程增多、各科课时不足。学生奔波于各教室、疲于应付各科作业,教师教学各自为政、忙于赶进度。这使得课程之间内在联系和意义很难被学生充分体会,导致部分学生对学习失去兴趣。

那么,如何构建培养卓越软件工程师的课程体系呢?通过分析培养定位,我们不妨从卓越软件工程师应具备的能力入手,自顶向下,在现有课程设置的基础上分析每个能力培养的基本要素、必修课程及选修课程,再自下而上分析各课程间的联系,整合现有课程、根据需要增设新课程,有些课程可以以知识性讲座、专题性报告、研讨性交流、项目组实战等形式来开展。

顺着这个思路,我们打破课程间的界线,沟通课程间的联系,建立课程模块,力求为学生创造一个有序、系统、渐进的能力养成环境和氛围。

## 四、模块化教学体系构建

在上述能力培养的思路下,如何构建一个系统、紧凑、合理的课程体系,是卓越软件工程师培养的关键。

在欧洲的博洛尼亚进程中,德国应用科技大学通过“模块化”教学改革,围绕学生的能力培养将培养目标、教学环节、教学体系、教学内容、教学组织、评价体系等方面的教学改革贯穿于人才培养的始终<sup>[3]</sup>,其人才培养的模式值得我们借鉴。

表1 专业能力的培养矩阵

	培养要求	实现途径
现代工程意识	人文社会科学知识	哲学类、文史类系列模块、学术讲座
	自然科学知识	高等数学、工程数学等系列模块
	工具性知识	外语、软件法规与知识产权、知识讲座
	社会发展和相关领域科学知识	经济热点分析、公共关系学、环境科学、生命科学等系列模块、新技术参观
工程能力	专业基础理论知识	电路与数字系统、计算机组成、数据结构、操作系统、计算机网络、离散结构、软件编译技术
	软件分析与设计能力	软件工程概论、软件分析与设计、大型管理软件实训、项目(企业)实训
	软件实现能力	面向过程程序设计、面向对象程序设计、Web应用系统开发、Java EE技术、Web开发框架、.Net技术、XML与Web2.0、项目(企业)实训
	软件测试能力	软件测试与质量保证、软件测试工具、项目(企业)实训
	软件项目管理能力	软件项目案例分析与设计、软件配置管理、项目(企业)实训
	嵌入式开发能力	嵌入式Linux C编程、嵌入式应用软件开发、项目(企业)实训
	数据库开发与管理能力	数据库原理与应用、Oracle数据库、大型管理软件实训、项目(企业)实训
其它能力	开拓创新能力	挑战杯、数学建模、第二课堂、专业竞赛、项目(企业)实训
	交流沟通能力	演讲与口才、认知实习、毕业实习、项目(企业)实训
	团队合作能力	大型管理软件实训、项目(企业)实训、体育竞赛组织与管理
	国际视野和跨文化环境下的交流、合作与竞争能力	职业生涯规划与就业指导、外包技术标准与规范、外语等系列模块、学术讲座
	信息获取、知识更新和终生学习能力	文献检索方法、专业研究方法、新技术讲座

针对人才培养目标,通过学习和借鉴德国的模块化教学成功经验,重构模块化教学体系,具体思路如下:(1)通过对软件企业相关岗位群的调查与分析,确定卓越软件工程师应该具备的专业能力;(2)将抽象的专业能力具体化为能力要素,针对每个能力要素确定其对应的知识点,建立如表1所示的能力培养矩阵;(3)对能力要素进行优化组合形成能力单元,然后对各个能力单元及其对应知识单元(知识点的组合)进行封装形成“模块”;(4)通过若干个相关模块的有机搭配构建以专业能力为导向的模块化教学体系(如图1)。

在这样的模块化教学体系中,一项专业能力可由一个或若干个模块的知识和应用来描述。一个模块是围绕学生能力涉及的知识的有机组合,

针对特定的能力单元设置,面向能力培养重构模块的教学内容,对传统模块体系的教学内容进行拆散、揉和优化。如将原有的“Java语言程序设计”、“SQLServer数据库”等模块中的高级应用和难点部分进行整合,设置“Web应用系统开发”模块,重点培养基于Web平台的应用系统设计开发能力。

模块既包含理论知识讲授,又有工程实践训练。专业综合设计采用典型的真实工程项目,对相应能力进行培养。模块具有可重组性和教学内容的非重复性,对相应能力进行培养。对应能力的培养环节连贯、递进,以应对不同类型软件人才的能力培养要求。

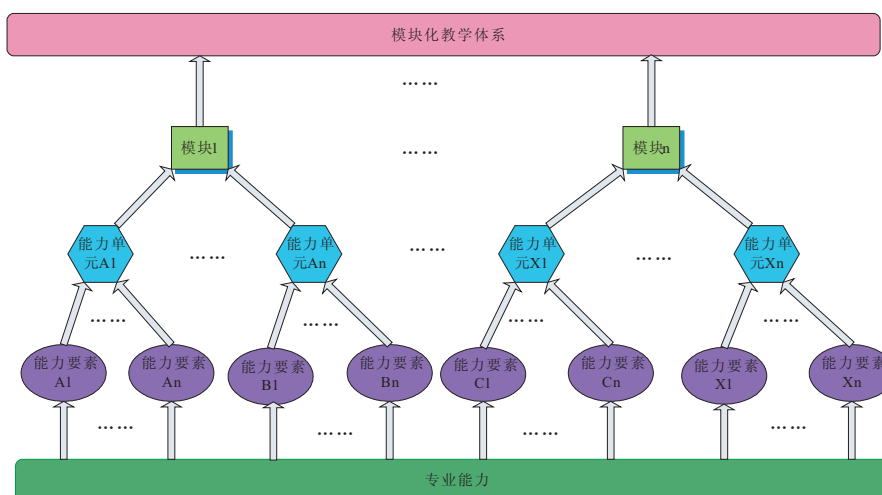


图1 模块化教学体系构建示意图

## 五、考核与评价体系

为了确保培养卓越软件工程师人才质量,我们制定了相应的考核与评价体系,对学生的专业知识、工程素质、工程实践和应用创新能力进行多方位的评价。采用过程评价与结果评价相结合,笔试、口试、报告、答辩、论文和项目成果相结合,第一课堂考核与第二课堂考核相结合,校内老师评价与企业导师评价相结合等评价方式。每个学生的在校成绩包括理论课程学习成绩、实践环节成绩和创新能力成绩,评价方式分别为:

(1)理论课程成绩由课堂笔记、实验、阶段性测验、小论文、作业、期末考试等几部分成绩组成。

(2)实践环节成绩包括在校项目实训成绩和企业工程实践成绩两部分。其中,在校项目实训是由学校老师根据课程内容给定的实训题目。考核时,对学生进行现场答辩并验收项目成果及实训(设计)报告,教师根据其实训(设计)过程表现、答辩表现和实训(设计)报告综合评定实训(设计)成绩。企业工程实践能力考核是通过学生在企业实训、实习和毕业设计(论文)期间,指导老师和企业技术人员共同对学生完成的阶段性任务质量、综合表现、具备的能力、撰写的项目文档所进行的过程考核。最后由校内老师和企业技术人员组成答辩委员会,对学生提交的项目成果进行评阅答辩,答辩委员会根据答辩表现、过程考核成绩、项目文档规范、以及项目的系统性、科学性、合理性、实用性等方面进行考评并给出成绩。

(3)学生创新能力考核主要是考核其创新意识,并通过验收实训成果、按照学院第二课堂实施办法来评定成绩。

## 六、结语

我们首届“卓越软件工程师”班自2010年秋季入学至今,已经完成了在校的全部理论课程和实践课程学习,并从9月份开始进入相关软件企业进行企业工程实训。三年的课程结束后,学生反馈最大的收获是自我学习能力和动手操作能力的提高,一些学生表现出浓厚的学习兴趣。这个班的大多数学生都数次参加不同级别的软件设计大赛、挑战杯比赛,且成绩良好。前来面试工程实训学生的企业也反映,学生所掌握的软件开发技术满足软件企业的需要,动手能力强,有较强的交流协作能力。

对2011级、2012级的卓越班,我们仍按照这样的课程体系开展教学,适时更新新技术、介绍新发展和新成果,通过对细节的不断完善,更好地提高教学质量。

### 参考文献:

- [1] 林健. 面向世界培养卓越工程师[J]. 高等工程教育研究, 2012(2).
- [2] 林健. “卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J]. 高等工程教育研究, 2010(4).
- [3] 徐理勤, 赵东福, 顾建民. 从德国汉诺威应用科学大学模块化教学改革看学生能力的培养[J]. 计算机教育, 2008(3).