

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2024.02.014

# 工程教育专业认证背景下软件人才培养模式探索 ——以安徽工程大学为例

胡平, 汪军, 严楠, 戴家树

(安徽工程大学计算机与信息学院, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:**为更好契合工程教育专业认证要求,积极顺应安徽省“坚持把汽车产业作为首位产业”的发展方向,在分析软件行业发展趋势和学生工程实践能力要求的基础上,从融合“四个课堂”、自建个性化课程资源、拥抱开源文化、优化评价方式方面阐述了安徽工程大学软件工程专业人才培养模式的探索过程。近3年,该专业学生在省级以上学科竞赛获奖、参与教师横向项目、研究生初试专业课过线等方面的人次和比例呈逐年增长趋势。该人才培养模式显著提升了学生的工程能力和创新意识,可为相关专业的专业建设及人才培养提供参考。

**关键词:**人才培养模式;工程教育专业认证;毕业要求;工程实践能力

中图分类号:TP311-4;G642 文献标志码:A 文章编号:1673-1891(2024)02-0100-07

## Exploration of Software Talent Education Mode Against the Background of Engineering Education Accreditation: Taking Anhui Polytechnic University as an Example

HU Ping, WANG Jun, YAN Nan, DAI Jiashu

(School of Computer and Information Science, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, Anhui, China)

**Abstract:**To better meet the requirements of engineering education professional certification, and actively follow the development direction of "sticking to auto industry as the primary industry" in Anhui province, this paper elaborates on the exploration process of software talent education mode for software engineering majors in Anhui Polytechnic University from the aspects of integration of "four sorts of classroom" instruction, self-development of individualized course resources, adoption of open source culture, and optimization of evaluation methods based on our analyses of the development trends of software industry and the requirements for students' engineering competence. In the past three years, the number and proportion of students in this program who have won prizes in provincial or above-level academic competitions, who have been involved in teachers' enterprise projects, and who have met major course test requirements for post-graduate entrance exams are increasing year by year. This mode has significantly improved students' engineering abilities and raised their innovation awareness, thus providing references for the development of relevant programs and talent education.

**Keywords:**talent education mode; engineering education professional certification; graduation requirements; practical engineering abilities

收稿日期:2024-03-07

基金项目:安徽工程大学教学研究重点项目(2023jyxm59);安徽省课程思政示范课程(2022kcsz025);安徽省服务十大新兴产业特色专业(2023sdx040);安徽省教学研究项目(2022jyxm131)。

作者简介:胡平(1979—),男,湖北武汉人,副教授,硕士,研究方向:智能软件与分布式系统,e-mail:huping@ahpu.edu.cn。

## 0 引言

当前,以“学生中心、产出导向、持续改进”为核心的工程教育理念已被全国众多高校的计算机和软件类专业所接纳<sup>[1-2]</sup>。同时,行业近年来对软件人才的需求正呈现全栈化、国际化、跨界融合化等趋势<sup>[3-4]</sup>。在工程教育专业认证背景下,如何培养适应经济社会发展的高质量复合型软件人才,是相关专业共同面临的问题。鞠小林等<sup>[5]</sup>讨论了专业认证背景下软件工程专业课程体系优化、教学方法改进、实践环节加强等,以不断提高学生的工程实践能力、创新能力和综合素质。胡威等<sup>[6]</sup>提出加强认证标准的学习和解读,确保准确理解和把握认证要求;优化课程体系,确保课程内容与认证标准相符合;加强师资队伍建设,提高教师的工程教育能力和水平。陈丽娜等<sup>[7]</sup>从特色化示范性软件学院人才培养角度,提出加强校企合作、优化课程体系、强化实践教学等措施,以满足软件产业的快速发展。吴涛等<sup>[8]</sup>阐述了渐进达成机制的内涵和重要性,强调在项目实践学习过程中应该划分阶段、逐步深入、层层递进,同时要注重过程管理和反馈机制,及时了解学生的学习进度和存在的问题。

为更好契合工程教育专业认证要求,积极顺应安徽省“坚持把汽车产业作为首位产业”<sup>[9]</sup>的发展方向,同时彰显学校“以工为主、支撑产业、服务地方”的办学特色,安徽工程大学(以下简称我校)软件工程专业持续修订和完善培养目标及毕业要求,从课程设置、课程资源建设、教学组织方式、学生能力达成评价机制等方面,不断探索工程教育专业认证背景下的软件人才培养模式,下面从人才培养目标与任务、方法与手段、成效进行介绍。

## 1 目标与任务

### 1.1 适应行业发展趋势

当前,软件行业的发展呈现出以下特点。

1)技术快速迭代。随着云计算、大数据、人工智能等新技术的快速发展以及开源社区的兴起,软件开发所采用的语言/技术、运行载体/平台、架构/框架、部署/运维方式等都在不断快速迭代。

2)智能化和自动化。随着以ChatGPT为代表的大语言模型以及低代码平台的日渐盛行,在软件设计和开发中使用相关智能辅助工具已成为软件工程师的常态。

3)跨界融合。随着各行各业的数字化转型加速,软件行业与其他行业的跨界融合已经成为趋势。软件人才需要具备跨界的视野和能力,能够将不同领域的知识和技能融合在一起,为企业提供全面的数字化解决方案。

4)重视用户体验。随着用户对软件产品的体验和交互要求越来越高,UI/UX已成为软件产品的核心竞争力,同时也加速了前端开发领域的技术更新与变革。

5)安全威胁突出。随着应用领域延伸和复杂度增加,软件安全问题也日益突出。一些使用极其广泛的平台、框架及开源库中被发现的安全漏洞正影响着数量众多的软件系统。

我校软件工程专业主动了解、拥抱和适应行业发展趋势,聚焦安徽省“坚持把汽车产业作为首位产业”的发展方向,依托学校“以工为主、支撑产业、服务地方”的办学特色,确立的专业培养目标为:贯彻落实党的教育方针路线,坚持立德树人;立足安徽,辐射长三角;面向嵌入式、工业互联网、智能网联汽车软件产业;以社会需求为导向,深度融合地方经济;以软件产品的分析、设计、实施和运维为背景,培养专业基础厚、工程能力强、创新意识足、德智体美劳全面发展的高素质应用型人才。

### 1.2 提升工程实践能力

工程教育专业认证的核心是提升学生分析复杂工程问题并设计相应解决方案的能力,在课程设置、教学形式、考核与评价方式等方面应始终以学

生的能力达成为目标导向。专业依托基本知识、实践能力以及创新意识 3 条主线,同时结合“毕业要求十二条”<sup>[10]</sup>,在相关课程中注重对学生编程技能/计算思维、解决方案/架构设计、产品思维等工程实践能力的培养,具体支撑关系如表 1 所示。

表 1 部分专业课程对毕业要求与工程实践能力的支撑关系

毕业要求	工程能力		
	编程技能/计算思维	解决方案/架构设计	产品思维
1. 工程知识	面向对象技术、数据结构、科学计算语言、操作系统、	计算机网络、计算机组成与结构、软件设计与体系结构	软件设计与体系结构、现代数据库技术
2. 问题分析	面向对象技术、操作系统、学科竞赛讲座	数据库原理及应用、软件建模与分析、毕业设计(论文)	毕业设计(论文)
3. 设计/开发解决方案	数据库原理及应用、计算机组成与结构、互联网软件开发、智能终端软件开发	计算机网络、嵌入式系统、软件建模与分析、专业方向综合实践	软件设计与体系结构、人机交互的软件工程方法、毕业设计(论文)
4. 研究	计算机网络、计算机组成与结构、科学计算语言	数字图像处理、云计算技术、毕业设计(论文)	软件设计与体系结构、现代数据库技术、毕业设计(论文)
5. 使用现代工具	嵌入式系统、软件测试技术、科学计算语言、互联网软件开发、智能终端软件开发	嵌入式系统、现代数据库技术、云计算技术、专业生产实习、毕业设计(论文)	嵌入式系统、人机交互的软件工程方法、软件测试技术、专业方向综合实践
6. 工程与社会	软件测试技术、云计算技术、专业生产实习	软件建模与分析、云计算技术	软件建模与分析、信息安全概论
7. 环境和可持续发展	专业认识实习、专业生产实习	专业生产实习、软件工程专业前沿	就业创业指导
8. 职业规范	专业认识实习	专业方向综合实践	信息安全概论
9. 个人和团队	专业生产实习	专业方向综合实践	就业创业指导
10. 沟通	数据结构、就业创业指导	软件工程专业前沿、毕业设计(论文)	毕业设计(论文)
11. 项目管理	软件项目管理、智能终端软件开发	专业方向综合实践、毕业设计(论文)	软件项目管理、毕业设计(论文)
12. 终身学习	专业生产实习、学科竞赛讲座	软件工程专业前沿、毕业设计(论文)	就业创业指导、毕业设计(论文)

## 2 方法与手段

### 2.1 融合“四个课堂”

“四个课堂”是指教室、机房、图书馆以及学院下设的 9 个创新实验室,它们分别承载了各专业的理论教学、实验/课程设计教学、自主学习以及相关学科竞赛教学。专业通过以下 3 个层面融合“四个课堂”。

1) 重构面向工程应用的课程内容体系。以提升学生解决复杂工程问题的能力为目标,通过引入实际工程问题场景和软件产品开发案例,构建易于学生接受的课程内容体系。

2) 构建个性化的课程教学模式。通过课前任务推送、课中讲授互动、课后总结提升,引导学生选择适合自身的课程资源,自主学习,为不同基础、能力和需求的学生提供个性化教学服务。

3)融合思政育人的课程教学理念。对于专业核心课程,每章凝练1~2个与章节知识点相关的思政元素,贯穿于课堂教学过程中,对学生在家国情怀、专业认同、技术报国、创新思维、职业规划等方面进行思政教育。

另外,通过多门课程中引入雨课堂、学习通、EduCoder、CourseGrading等智慧教学工具及实践平台,突破时空限制,进一步将“四个课堂”融为一体,使得师生双方能够随时随地保持互动,并根据教学

效果及时改进和调整授课进度、内容和方式。在“四个课堂”中,教师时刻以扎实的专业技能和严谨的工作态度,让学生耳濡目染,树立、提升其专业认同感和获得感,保障各课程目标的达成。

## 2.2 自建个性化课程资源

作为对常规教学资料的有益补充,各课程组教师依托专业优势,自行制作、开发了一系列课程资源,并部署于校园网,从而兼顾不同基础、层次及职业规划学生的个性化学习需求,具体如表2所示。

表2 教师自制的个性化课程资源

资源	涉及课程	资源说明	共鸣点
常用数据结构及操作的多语言实现	数据结构、面向对象程序设计、科学计算语言	对于常用数据结构及操作,至少以4种目前工业界主流面向对象编程语言(C/C++、Java、Python、JavaScript等)来描述,并介绍语言内建的数据结构类和API(如Java的容器框架、C++的STL等),以适应更多具有不同编程基础的学生	具备工匠精神才能写出产品级代码——功能易用性、用户体验、健壮性、可读性、可扩展性等,缺一不可
经典算法的可交互演示程序	数据结构、面向对象程序设计、互联网软件开发	H5形式的可交互算法演示动画,支持运行时数据输入及单步执行。开发这些演示程序时,本身就用到了面向对象、Web前端开发及数据结构等领域的知识	学以致用,工科专业最终要落地
主流IDE(Integrated Development Environment,集成开发环境)及热门插件配置教程	面向对象程序设计、科学计算语言、互联网软件开发、智能终端软件开发、软件设计与体系结构	摒弃传统的VC++ 6.0、Visual Studio、Eclipse等,改用目前企业使用较多的Visual Studio Code+插件、IDEA(社区版)+Maven、PyCharm等,并要求学生课下自主完成相关插件的比较、选择、安装、配置和使用	遵守开源协议及版权保护意识
IT名企笔、面试及考研专业课在线真题库	数据结构、面向对象程序设计、操作系统、计算机网络、互联网软件开发、软件设计与体系结构	历年考研408专业课统考真题、IT名企笔试/面试高频题,在课内结合课程章节知识点有选择性地讲解	投身工业界还是考研,应结合自身兴趣和擅长,合理规划职业发展
教师承担的企业横向项目讲解录屏	面向对象程序设计、数据库原理及应用、互联网软件开发、智能终端软件开发、软件设计与体系结构	以教师历年承担的企业(特别是汽车相关企业)横向项目为案例,让学生提前了解实际工程实践中的需求和问题场景,并积极引导学生思考如何利用相关课程知识加以实现	关注行业主流技术生态;将算法跑在工厂里、让程序运行在产线边
算法竞赛真题解析、OJ(Online Judge,在线评测系统)自测平台	数据结构、面向对象程序设计	在校园网搭建基于华中科技大学开源的HUSTOJ平台 <sup>[1]</sup> ,定期更新包括NOIP/NOI/ICPC/ACM等赛事真题	拥抱并参与开源——人人为我、我为人人
慕课(MOOC)、B站(Bilibili网站)视频、Github项目	数据结构(自建)、互联网软件开发、软件设计与体系结构、专业方向综合实践	自制的数据结构MOOC先后上线安徽省网络课程学习中心、中国大学MOOC、学堂在线,连续开设8期,总观看人数约21 000人	母校荣誉感;自主学习与终身学习能力

上述课程资源从家国情怀、专业认同、技术报国、创新思维等方面对学生进行思政教育<sup>[12]</sup>。学生在自主学习时会自发地从心底产生共鸣,进而促使其思考未来职业规划及发力方向,从而兼顾了地方性高校近年日益凸显的学生对于考研和就业的差异化需求。此外,这些课程资源让学生在校期间提前了解行业细分领域及各自对应的主流开发技术、工具链和开源项目,进一步提升学生的工程实践能力及就业竞争力。

### 2.3 拥抱开源文化

近年来,随着开源文化及社区(如国外的Github、国内的Gitee等)的兴起,开源项目从早期的Linux操作系统逐渐拓展到数据库、中间件、微服务、

大数据、人工智能、IoT、边缘计算、DevOps等众多领域。开源文化所倡导的开放源代码、自由许可证、团队协作、透明和可追溯性等核心原则<sup>[13]</sup>,与工程认证体系中的“使用现代工具”“职业规范”“国际视野”“跨文化交流”“终身学习”等毕业要求的内涵不谋而合。

拥抱开源文化,将软件人才培养与开源技术结合起来,站在巨人的肩膀上,不仅能培养学生的共享、协作和创新精神,更为其提供了更广阔的学习和发展平台。表3列出了专业教师近年来在横向项目中深度使用并作为拓展内容融入相应课程的主要开源技术。

表3 作为拓展内容融入课程的主要开源技术

领域	开源技术	融入的课程
关系数据库	PostgreSQL、MyBatis	数据库原理及应用、面向对象程序设计
矩阵计算、机器学习	Numpy、PaddlePaddle	科学计算语言、学科竞赛讲座
车载主机娱乐/交互	Android Automotive OS	智能终端软件开发
嵌入式实时操作系统	FreeRTOS	嵌入式系统
前端工程化	NodeJS、NPM、Webpack	互联网软件开发
数据可视化库	Echarts、Three.js	数据可视化技术
前后端分离	Maven、SpringBoot、FastJson	软件设计与体系结构、专业方向综合实践
API管理/联调/文档	Swagger、ApiFox	软件设计与体系结构、专业方向综合实践
微服务治理	Spring Cloud、Dubbo	软件设计与体系结构、专业方向综合实践
多人协作与版本管理	SVN、GitHub、GitLab	专业方向综合实践
Web前端框架	Vue、React、微信小程序	专业方向综合实践
Web UI组件库	Bootstrap、AntDesign、ElementUI	专业方向综合实践
跨端桌面开发	Electron	专业方向综合实践

### 2.4 优化评价方式

从2018年起,专业依照工程教育专业认证的标准和要求,突出对每个学生的课程目标达成情况进行考核与评价,具体表现在以下几个方面。

1) 试卷命题。对于笔试及机试课程,需与试卷一并提交《试卷命题审核表》,后者包含试题与课程目标的契合度描述、大题分值及对课程目标的支撑权重、分析及解决问题类试题的分值占比、A/B卷间

试题重复度等,由课程组负责人确认并签字。

2) 评分标准。分为平时成绩评分标准及试卷评分标准。前者采用定性+定量结合的方式,给出平时表现、作业、小测验、实验等环节各自包含观测点的分数段对应的评分细则;后者给出每道试题的每个得分点及对应分值,与试卷一并提交审核。

3) 达成度计算。为客观、定量地衡量每个学生的课程目标达成情况,各课程大纲中细化了每一次

平时表现、作业、小测验、实验等对相应课程目标的支撑权重。

另外,为方便实施形成性学习效果评价,本专业教师团队自行开发并在校园网上线了课程小工具网站,通过课程目标达成度自动计算、达成度分布对比、教学活动热力图等自动化、可视化功能,方便任课教师随时掌握课程整体及学生个体的学习效果。在识别出学习效果异常个体后,教师通过线上/线下答疑、师生座谈会、走访宿舍、委托辅导员谈话等方式,督促学生端正后续学习态度,尽量保障其最终的课程目标达成。

### 3 成效

我校软件工程专业获批2020年国家级一流本科专业建设点,并于2023年6月正式通过教育部工程教育专业认证。现场考察阶段,认证专家充分肯定了相关课程自制资源对课程目标和学生能力达成的支撑作用。近3年,该专业学生在Top100学科竞赛获省级以上奖项、参与教师横向项目、研究生初试专业课过线等方面的人次和比例呈逐年增长,具体如表4所示。

表4 2021—2023年软件工程专业人才培养成效对比

年份	省级以上学科竞赛(获奖人次)	参与教师横向项目(人次)	研究生初试专业课过线率/%	毕业生从事本专业相关岗位比例/%
2021	省赛(97)、国赛(22)	日立空调商检平台(2)、 合众医疗冷链云平台(3)、 美菱生物样本库 MIS(3)	40.2 <sup>①</sup>	60.5
2022	省赛(108)、国赛(25)	富卓汽车数字拣货系统(2)、 东风李尔汽车立库维保(3)、 成都李尔汽车 Andon 呼叫(3)、 马瑞利汽车电子产品追溯(4)、 哈特机器人 AI 预警平台(4)	51.6 <sup>②</sup>	64.3
2023	省赛(127)、国赛(33)	伯特利汽车电子远程编译(6)、 马瑞利汽车尾灯检测平台(4)、 纬湃汽车试验箱集成监控(4)、 汉恩智能自助咖啡机(4)、 金牛电气 MES(6)、 奇瑞汽车 PDTC 系统(4)、 奇瑞汽车 VAVE 系统(6)	57.9 <sup>③</sup>	71.7

注:①为2017级学生研究生初试专业课过线率(%),全年共167人,82人参加考试,33人过线;②为2018级学生研究生初试专业课过线率(%),全年共171人,124人参加考试,64人过线;③为2019级学生研究生初试专业课过线率(%),全年共92人,76人参加考试,44人过线。

### 4 结束语

我校软件工程专业逐渐形成了以“适应行业发展趋势、提升工程实践能力”为目标、以“融合‘四个课堂’、自建个性化课程资源、拥抱开源文化、优化评价方式”为途径的软件人才培养模式。该模式显著提升了学生的工程能力和创新意识,为专业获批

国家级一流本科专业建设点及通过工程教育认证提供了有力支撑。下一步,专业将结合当前企业较为青睐的全栈软件工程师的能力要求,确立其与专业培养目标的映射关系,同时探索符合全栈软件工程师能力要求的课程内容设置及质量评价机制,形成更加科学的持续改进闭环。

## 参考文献:

- [1] 蒋宗礼.本科工程教育:聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J].中国大学教学,2016(11):27-30+84.
- [2] 罗芳,郭小兵,石兵.工程教育认证背景下面向创新能力培养的程序设计课程群改革[J].计算机教育,2024(2):31-36.
- [3] 王小银,王曙燕,舒新峰,等.新工科背景下“六融促能”的软件工程专业人才培养模式探索[J].计算机教育,2023(12):303-307.
- [4] 罗明强,张祥林,王景丰,等.大型工程应用软件教学与人才培养新模式[J].高等工程教育研究,2023(5):60-64+98.
- [5] 鞠小林,蒋峥峥,陈翔,等.专业认证背景下软件工程专业本科教育重构思考[J].计算机教育,2021(9):81-85.
- [6] 胡威,安波,李琳.计算机类专业开展工程教育专业认证的挑战与思考[J].软件导刊,2023,22(6):152-157.
- [7] 陈丽娜,曲东旭.特色化示范性软件学院人才培养模式探索与实践[J].工业和信息化教育,2023(10):14-18.
- [8] 吴涛,许晓婷,包能胜,等.项目实践学习过程的渐进达成机制探索[J].高等工程教育研究,2023(6):66-72.
- [9] 安徽省人民政府网.我省明确汽车产业为“首位产业”[EB/OL].(2023-07-28)[2024-01-15].<https://www.ah.gov.cn/zwyw/jryw/564252181.html>.
- [10] 孟祥红,齐恬雨,张丹.从课程支撑到能力整合:工程教育专业认证“毕业要求”指标研究[J].高等工程教育研究,2021(5):64-70.
- [11] 华中科技大学在线评测系统.开源主页[EB/OL].(2021-09-21)[2024-02-01].<https://github.com/zhblue/hustoj>.
- [12] 黄兰英,李志敏,张涛.基于“OBE+思政”的软件工程专业课程群建设与改革[J].计算机教育,2022(1):84-87.
- [13] 中国工程院院士倪光南:拥抱开源,与世界协同创新[N].中国电子报,2023-12-15(005).

---

(上接第 82 页)

- [8] 汲旭生,卢文字,丁杨.基于RS与GIS的南京市土地利用及景观格局变化分析[J].测绘与空间地理信息,2023,46(S1):51-55.
- [9] 国家统计局农村社会经济调查司.中国县域统计年鉴·2018(乡镇卷)[M].北京:中国统计出版社,2019:5.
- [10] 田双清,陈宇阳,陈磊,等.城镇近郊区空心村综合整治评价——基于11个村691份问卷[J].江苏农业科学,2017,45(15):342-346.
- [11] 陈文波,肖笃宁,李秀珍.景观指数分类、应用及构建研究[J].应用生态学报,2002(1):121-125.
- [12] 刘明皓,王耀兴.基于“源”“汇”理念的土地利用动态变化分析——以重庆市主城区为例[J].地理与地理信息科学,2013,29(3):86-91.