

产教融合的特色化示范性软件学院 实践创新体系探索与实践*

修佳鹏 王莉

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院）
北京 100876

陈虹雨

北京小米移动软件有限公司
北京 100085

周海伟

用友网络科技股份有限公司
北京 100089

邝坚

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院）
北京 100876

摘要 特色化示范性软件学院是我国加强特色化软件产业人才培养，实现我国关键软件高质量发展的重要举措，北京邮电大学特色化示范性软件学院作为国家第一批特软学院，在建设产教融合的实践创新体系中进行了有益的探索与实践。文章介绍了特软学院的建设背景，分析了北邮特软学院建设之初存在的问题，介绍了北邮特软学院产教融合的特色化实践创新体系建设情况，相关工作为我国特软学院建设提供了较好的参考价值。

关键字 特色化示范性软件学院，产教融合，卓越工程师培养，实践创新体系

Exploration and Practice of a Featured Demonstration Software College Practice Innovation System for the Integration of Industry and Education

Xiu Jiapeng Wang Li

Beijing University of Posts and Telecommunications
School of Computer Science(National Pilot
Software Engineering School),
Beijing, 100876, China;

Chen Hongyu

Beijing Xiaomi Mobile Software Co., Ltd,
Beijing, 100085, China;

Zhou Haiwei

Yonyou Network Technology Co., Ltd,
Beijing, 100089, China;

Kuang Jian

Beijing University of Posts and Telecommunications
School of Computer Science(National Pilot
Software Engineering School),
Beijing, 100876, China;

Abstract—National Pilot Software Engineering School is an important measure to strengthen the talent cultivation of the characteristic software industry and realize the high-quality development of critical software in China. As the first batch of pilot software school in China, National Pilot Software Engineering School of Beijing University of Posts and Telecommunications has made beneficial exploration and practice on a practical innovation system based on integrating industry and education. The paper introduces the background, analyzes the problems and illustrates the specific approaches. The relevant work provides good reference value for the construction of China's Pilot Software Engineering School.

Keywords—National Pilot Software Engineering School, integration of industry and education, cultivation of outstanding engineers, practical innovation system

1 引言

党的二十大报告指出“要实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑，加快建设教育强国、科技强国、人才强国”^[1]。软件是信息技术之魂、网络安全之

*基金资助：本文得到北京邮电大学 2022 年教育教学改革项目“国家特色化示范性软件学院”实践教学创新体系的研究与实践项目支持

盾、经济转型之擎、数字社会之基^[2]，对中国式社会主义现代化建设具有非常重要的支撑作用。为了加强我国高水平软件人才培养，教育部办公厅、工业和信息化部办公厅在 2020 年 6 月印发了《特色化示范性软件学院建设指南(试行)》的通知，重点在关键基础软件、大型工业软件、行业应用软件、新型平台软件、嵌入式软件等领域，培育建设一批特色化示范性软件学院，

探索具有中国特色的软件人才培养路径,培养满足产业发展需求的特色化高水平软件人才,推动我国关键软件取得突破,形成具有示范性的高质量特色化软件人才培养新模式^[2]。

2021年12月,教育部办公厅、工业和信息化部办公厅发布了关于公布首批特色化示范性软件学院名单的通知,33所高校获批首批特色化示范性软件学院,北京邮电大学位列其中,建设方向为嵌入式软件与新型平台软件,联合建设单位包括北京小米移动软件有限公司(在嵌入式软件方向联合建设)和用友网络科技股份有限公司(在新型平台软件方向联合建设)等。2022年2月,北京邮电大学特色化示范性软件学院(简称“北邮特软学院”)与各联合建设单位召开特软学院建设启动会,多方共同筹划北邮特软学院建设思路。

2 问题分析

特色化示范性软件学院紧紧围绕教育强国、科技强国、人才强国战略,以立德树人为根本任务,以特色化软件人才为目标,以产教融合为途径,以特色发展为重点,对传统的软件人才培养模式提出的新的任务和新的挑战。北邮特软学院结合目前北邮软件工程专业的人才培养现状,对标国家特软学院的建设要求,对目前的问题进行了深入分析,主要总结为以下几个方面:

(1) 软件工程专业特色化方向人才培养有待进一步加强。

在2020年之前,北邮软件工程专业未区分细分特色化方向,软件工程专业特色不明显,在工程认证持续改进^[3]理念下,我校在2020年培养方案修订之际,结合专业发展规划,在软件工程专业下划分了三个特色化方向,分别为嵌入式软件、大数据软件和网络通信软件,三个方向与北邮特软学院建设方向也具有较好的对应性。为了更好地体现特色化软件人才的培养,在嵌入式软件方向开设了《嵌入式处理器编程》、《嵌入式操作系统》、《物联网技术基础》、《嵌入式系统开发》、《面向特色化领域的实践-嵌入式软件》等专业课程。在大数据软件方向开设了《大数据原理与应用》、《云计算技术》、《数据挖掘》、《分布式数据库》、《面向特色化领域的实践-大数据软件》等专业课程。2020级学生目前已经大三下学期,人才培养专业特色已经逐步显现,但是在课程实验、实验平台、实践体系等方面还未建立成熟的特色化育人机制,未来还需要在特色化方向上继续深耕,探索更加有效的人才培养模式。

(2) 专业课程与产业需求结合有待进一步加强。

特软学院建设的主要目标是培养满足产业发展需求的高水平特色化软件人才,那么在培养的过程中,

就需要将产业对特色化人才的需求调研清楚。在目前的培养方案中,虽然设置了大量的专业理论课程和专业实践课程,但是课程内容与产业发展需求对接尚不充分,大部分课程还是以传统教材内容为主要讲授内容,学生应用理论知识进行软件开发能力培养不足^[4];一些实践课程还是以一些非常传统的实践课题为目标,大大制约了人才培养的实效性。在特软学院建设中,要重点探索产教融合的高质量人才培养模式,加强产业需求对应的知识内容和能力培养进课堂,进教材,打造产教融合的实验平台与实习实训基地,形成具有实效性的人才培养环境。

(3) 特色化实验平台和实验体系建设尚不完善。

虽然软件工程专业在培养方案中设置了三个特色化方向,但是理论课实验和实验课程并没有专门的实验平台支撑,基本都是授课教师根据课程目标自行安排实验内容,教师和学生自己需要寻找实验条件,导致实验开展不成体系,水平不高,育人效果一般。特软学院的人才培养对特色化实验平台建设提出了更高的要求,要针对特色化软件人才的培养目标,建设高水平的特色化实验平台,更好地支撑特色化课程实验的开展,为人才实践能力培养提供良好的支持,这成为特软学院建设的一项重要任务。

(4) 特色化实践能力培养体系尚不健全。

实践能力培养是人才培养的重要方面,目前在软件工程专业培养方案中有专门的实践课程体系,包括实践课程、企业实训、创新创业教育、毕业设计等环节。在原来的培养中,各个环节由不同的教师授课,内容安排缺乏统筹,与企业实际需求差距较大,特色化实践能力培养体系非常不完备,导致实践育人效果不是非常理想。在特软学院建设中,需要重点加强产教融合的实践能力培养体系,对接产业实际需求,将产业发展关心的核心技术引入实践教学体系,打造高质量的特色化实践育人体系。

(5) 教师在特色化方向育人水平有待进一步提升。

嵌入式软件与新型平台软件是国家软件产业发展的重要方向,高水平的师资队伍是特色化人才培养的重要支撑。目前学院在嵌入式软件和新型平台软件方面的师资力量还比较薄弱,具有丰富工程背景的教师人数不多。在特软学院建设中,需大力加强特色化方向师资队伍的建设,加强学校与企业专家的双向流动,聘请高水平的企业导师来校授课或担任指导教师,打造一支特色方向突出、工程水平过硬的师资队伍。

针对以上问题,北邮特软学院申请了学校教学改革项目“国家特色化示范性软件学院实践教学创新体系的研究与实践”,在项目的支持下对特软学院的实

践创新体系进行了有益探索与积极实践，下面介绍相关工作。

3 产教融合的特色化实践创新体系建设

实践是培养学生解决复杂工程问题能力的主要途径，也是提升创新意识的必要环节^[6]。北邮特软学院以发展新工科^[6]，培养卓越软件工程师为主要目标，坚持为党育人，为国育才，主动对接产业需求，与特软联合建设单位紧密配合，深化校企合作，积极加强产学研协同育人功能，打造了具有北邮特色的产教融合的特色化实践创新体系，内容包括产教融合的实践课程建设、特色化实验平台建设、校企实习基地建设、产教融合的创新体系建设、教师特色化方向教学培训、企业需求驱动的毕业设计人才培养等六个方面，如图 1 所示。

3.1 产教融合的实践课程建设

在特软学院建设过程中，我们从实践课入手，与联合建设单位共同开展产教融合的实践课程建设。在 2022 年教育部产学研协同人才培养项目中，小米设立了“基于 AIoT 的嵌入式课程体系建设项目”，北邮特软学院申请并获批该项目，双方教师和专家在项目的支持下系统地开展嵌入式软件方向的课程体系及课程建设工作。

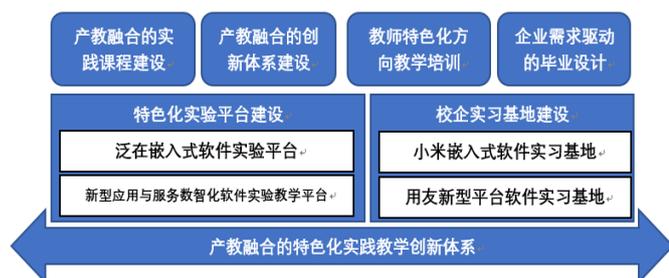


图 1 产教融合的特色化实践教学创新体系

2022 年 10 月，北邮与小米联合申请了北邮“挑战课”《以 Vela 挑战嵌入式 AIoT》，该课程以小米嵌入式操作系统 Vela 关键技术为突破口，以嵌入式 AIoT 开发为目标，为培养嵌入式软件拔尖人才提供优秀的课程载体。2023 年春季学期，我学院与小米专家共同建设《面向特色化领域的实践-嵌入式软件》课程，双方教学团队进行了多次对接，共同开展课程建设工作。小米专家基于企业实际需求建设的《语音电子相册实践应用》课程，目前该课程已经在北邮完成多轮次授课。此外，《嵌入式处理器编程》、《嵌入式操作系统》、《物联网技术基础》等课程也均在开展校企联合课程建设。

特软学院与用友在新型平台软件方面的课程建设也卓有成效，2022 年春季学期，双方已经共同完成了

《面向特色化领域的实践-大数据与云服务》的联合课程建设及教学工作。本次课程划分为三个部分：数据采集与加工、数据分析、数据挖掘，用友安排了三位非常有经验的企业讲师，基于用友云端实验平台开展了课程的教学工作，通过对学生调查及课程验收可以看出，本次课程联合建设取得了非常好的效果。2023 年春季学期，双方继续开展《面向特色化领域的实践-大数据软件》课程的建设及教学工作，为我校学生提供了产业实际数据分析需求及实验平台，课程取得了非常好的授课效果。

未来，北邮特软学院还会在更多的实践课中开展教学改革，积极对接企业需求，在课程中给学生提供解决真问题的场景，为实践育人提供高质量的实践课程体系。

3.2 特色化实验平台建设

针对特色化方向缺少实验平台的问题，特软学院成立之初就将特色化实验平台的建设放在了重要的位置。学院积极调研嵌入式软件实验教学平台与新型平台软件实验教学平台的建设方案，采集相关课程教师对实验平台的需求，基于学院实验中心的发展规划，完成了“泛在嵌入式软件实验平台”和“新型应用与服务数智化软件实验教学平台”两个特色化实验教学平台的建设工作。

嵌入式软件开发是物联网技术的核心开发支持技术，在智能家居、智慧城市、智能安防等领域有广泛的应用^[7]。“泛在嵌入式软件实验平台”是基于小米 AIoT 实验箱建设的嵌入式软件实验平台。

AIoT 实验箱是小米公司研发一款集成程度高、模块化的嵌入式开发环境，能够支持智能设备研发人员像搭积木一样开发产品，实验箱包括母板和子板，子板搭载了不同的元器件、芯片和模组，是构建产品的基本单元，包括计算存储类、通信类子板、传感器类子板和执行器类子板。母板是子板的底座，子板搭建在母板上工作，母板为子板供电，提供总线通信，调试接口等，如图 2 所示。

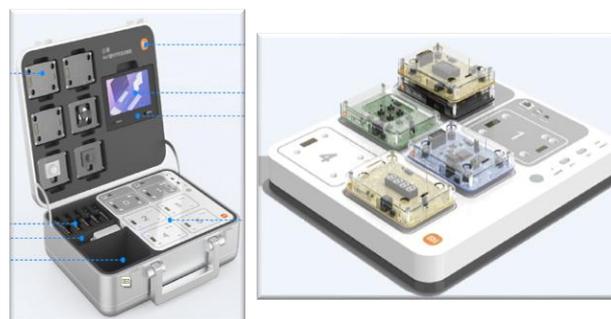


图 2 小米 AIoT 实验箱



图 3 iUAP 系统架构

该实验平台的建设弥补了学院嵌入式软件实验平台的短板, 支持了嵌入式软件方向多门课程实验的开设, 此外, 实验平台还可以为大创、竞赛、毕业设计等人才培养环节提供支持环境, 为嵌入式软件人才培养奠定良好的实验教学基础。

“新型应用与服务数智化软件实验教学平台”是基于用友 iUAP 平台建设的实验平台, 系统架构如图 3 所示。iUAP 是用友自主研发的 PaaS 平台, 也是商业创新平台 BIP 的数智底座, 为成长型/大型企业数字化转型提供技术平台、数据中台、智能中台、双低代码开发平台等产品与服务, 该平台具有支持高校中大数据、云计算、数据挖掘、人工智能、移动应用等课程实验的能力。

该实验平台的建设为大数据、云计算、人工智能等课程提供了良好的实验环境, 此外, 还可以为大创、竞赛、毕业设计等人才培养环节提供支撑, 为新型平台软件人才培养提供了良好的实验教学基础。

实验平台的建设并非一朝一夕可以完成, 在平台到位后, 各门课程如何运用好平台开设实验, 如何引导学生在平台上开展创新工作, 如何更好地发挥实验平台的育人功能, 这些问题还需要我们在未来的工作中持续深入, 使实验平台真正发挥育人功效。

3.3 校企实习基地建设

按照要求, 工科类专业培养方案中必须有企业实习实训方面的课程, 但是在实际工作中, 企业实习实训的育人效果却不理想, 究其原因, 没有稳定的高质量的实习基地是一个重要因素。学生在完成了三年专业课学习之后, 如果能够进入企业在实际工作环境中进行实习锻炼, 对学生未来步入社会, 适应工作会发挥重要的作用。北邮特软学院建设中, 积极推进校企实习基地的建设。针对软件工程专业企业实训课程的具体要求, 我们与特软联合建设单位多次沟通, 调研实习环境、实习条件, 双方共同设计实习内容, 经过充分的准备工作, 目前学院已经与小米和用友建立了企业实习基地, 双方共同探索开展高质量学生企业实习的机制, 希望在未来培养中, 充分发挥企业实习基地的育人作用, 让学生在真实的企业环境、企业需求、企业使用技术中得到充分的锻炼。

3.4 产教融合的创新体系建设

在我校软件工程专业培养方案中, 有 9.5 学分的创新学分, 希望鼓励学生在大学期间, 积极参与创新创业锻炼, 提升专业实践能力。在特软学院建设中, 我们将企业的实际需求作为双创的课题, 引导学

生在真实的企业课题中开展工作,得到锻炼。2022年,小米在我校开设了研创项目企业赛道,赛题为《基于智能设备多传感器融合的资源调度及决策》,许多研究生创新项目团队参与了企业赛道课题,通过企业赛道,达到了较好的人才创新培养的目标。2022年大创中,联合企业设立的《基于深度学习的分布式光伏发电预测模型研究及系统开发》、《基于物联网技术的智慧体测设备的研究》等课题获得立项。

2022年,用友与北邮特软学院开展了“用友·北邮特软杯”企业云服务开发者大赛,通过竞赛培养学生的创新能力及实践能力。大赛初赛报名37支队伍,共计136人参赛。经过预选赛的选拔,有17支队伍进入了决赛,决赛中评选出特等奖1组,一等奖2组,二等奖3组,优胜奖5组,获奖项目如表1所示。

表1 “用友·北邮特软杯”企业云服务开发者大赛获奖项目

序号	课题名称
1	无人驾驶配送车的关键技术研发和校园示范应用
2	block1709
3	基于深度学习算法的短期光伏发电功率预测模型及系统
4	基于Python的流程自动化机器人
5	雄安新区多功能森林城市营建系统
6	爱心邮递——校园交易交流小程序
7	“与你邮约”校园组队系统
8	宠物健康宝
9	票据信息提取
10	邮得邮失智能化失物招领小程序
11	魔导——校园智慧导航

本次开发者大赛获得了我校“王安生软件工程化教育基金”的赞助,参赛团队从选题到方案设计,再到系统实现都得到了企业专家和我校教师的专业辅导,涌现出多项优秀的创新课题,学生的实践创新能力得到了充分的锻炼,有四个参赛团队还获得了“用友BIP技术工程师”认证证书,极大发挥了产教融合人才培养的作用。大赛颁奖仪式见图4。

3.5 教师特色化方向教学培训

为了进一步提高学院教师特色化方向的教学水平,特软学院持续开展师资培训。针对小米AIoT嵌入式软件实验平台,学院邀请小米专家为我院师生开展平台培训,小米专家对AIoT实验箱进行了详细讲解,相关课程老师参与了培训,并就相关问题与小米专家进行了充分的交流。

针对新型应用与服务数智化软件实验教学平台,学院也邀请用友老师开展了实验平台师资培训工作。除了集中培训外,我院教师还与企业专家建立了特色

化方向师资小组,日常也经常开展交流,这些活动为提升我院教师特色化方向教学能力提供了重要的保障,培训现场见图5。



图4 “用友·北邮特软杯”企业云服务开发者大赛颁奖仪式



图5 小米AIoT实验箱师资培训

表2 基于企业需求的毕业设计课题

序号	课题名称
1	AIoT嵌入式软件低代码开发平台的设计与实现
2	基于小米AIoT实验箱的智能音箱的设计与开发
3	基于大数据技术的设备实时监控分析与预警系统的设计与实现
4	设备后服务看板大数据分析系统的设计与实现
5	基于ZigBee的无线传感通信终端设计
6	输电线路智能巡检问题——绝缘子定位及缺陷识别
7	基于机器学习的窃漏电问题研究
8	基于机器学习的变压器故障诊断和风险评估问题
9	基于国产GPU数据库的推荐引擎关键技术研究
10	电动汽车车-桩-网互动信息安全防护技术研究

3.6 基于企业实际需求的毕业设计

在特软学院建设中,我们始终将产教融合作为指导思想,希望为学生尽量提供企业实际项目锻炼机会,在2023年毕业设计中,我学院向联合建设单位征集企业实际需求作为毕业设计课题,组织学生开展选题,最后,有多项课题获得立项。通过实际企业项目的锻炼,同学们对行业问题的理解能力、对技术方案的设计能力、对主流技术的学习能力、与客户的沟通能力等方面都得到了明显的提高,充分发挥了毕业设计的育人作用。部分企业毕业设计课题如表2所示。

4 结束语

北邮特软学院紧紧围绕教育强国、科技强国、人才强国战略部署,牢固树立发展理念,以特色化软件人才培养为目标,以改革创新为驱动,深化软件人才培养模式改革,经过一年多的探索和实践,初步形成了特色鲜明的实践教学创新体系,育人效果初显。未来,学院还会进一步加强关键核心软件技术攻关工作,促进软件生态建设,充分发挥人才培养对产业发展的支撑作用,为教育强国、科技强国、人才强国做出北邮的贡献。

参 考 文 献

- [1] 习近平 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 2022.10
- [2] 《特色化示范性软件学院建设指南(试行)》2020.6
- [3] 傅明建 周静平 汪璟玢 新工科背景下软件工程实践教学体系构建[J] 计算机教育 2021.7:87-91
- [4] 张毅 文俊浩 熊庆宇 软件工程专业实践教学体系的构建[J]. 高等理科教育, 2017(2): 95-99.
- [5] 吴春雷 王雷全 崔学荣 中国石油大学(华东)计算机科学与技术学院 软件工程专业实践教学体系的探索与实践 高等理科教育 2021年第2期 110-115
- [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(8):34-39
- [7] 周爱民 沈建华 邵非 面向“新工科”人才培养的计算机专业课程教学改革与实践——以“AIoT 系统设计”课程为例[J] 计算机技术与教育学报 2022年8月第10卷第2期, P58-61