

应用型高校计算机网络类课程 产教深度融合教学探索

陈磊 鲍蓉

徐州工程学院信息工程学院, 徐州 221018

摘要 针对高校中普遍存在的产教脱节问题,分析了徐州工程学院信息工程学院计算机网络类课程教学团队进行的产教深度融合探索。首先,产教融合教学团队由专任教师、实验师和企业工程师组成,专任教师定期进行企业培训,使得教学团队能够深刻理解产业人才需求。其次,大量引入企业工程项目作为教学案例,通过虚实结合得实践教学提升学生解决实际问题的能力。同时,教学团队利用学科竞赛建设第二课堂,通过以赛代练强化学生创新能力。通过上述教学改革,计算机网络方向的线上教学资源取得了数量和质量上的提升,课题组完成了4项省部级以上教研课题。学生解决实际工程问题能力和创新能力大幅提升,近五年,34组学生在网络类学科竞赛中获得国家级奖项。

关键字 产教融合,应用型高校,计算机教学,教学团队,教学方法

Exploration of Deep Cooperation of Production and Education for Computer Network Courses in Application-oriented University

Lei Chen Rong Bao

School of Information Engineering of Xuzhou University of Technology,
Xuzhou 221018, China
chenlei@xzit.edu.cn

Abstract—This article analyzes the exploration of deep cooperation between industry and education conducted by the computer network course teaching team of the School of Information Engineering, Xuzhou University of Technology. A common problem is the gap between industry requirements and universities. We shared our teaching experience in two aspects: team building and teaching method improvement. Our teaching team includes college teacher, experimenter, and engineer. we introduce many project cases into our courses. We encourage student entering subject competitions. We also analyzed the effectiveness and problems of our teaching exploration, as well as our improvement. Our efforts promote the student's ability of engineering. In recent five years, the students take 34 national awards in networks technology competitions.

Keywords—Cooperation of Industry and University, Application-oriented University, computer networks, Teaching Team, teaching method

1 引言

应用型高校是以应用技术为导向培养人才的本科高校。其人才的培养主要是为了满足区域经济和行业的发展需求。因此,产教融合是应用型高校进行学科专业特色建设的重要途径。徐州工程学院地处淮海经济区。区域内工业企业众多,在智改数转过程中面临计算机网络技术人才储备不足的问题。

从上世纪90年代开始,徐州工程学院为本地区培养了大量的计算机网络方向的专业人才。大量毕业生在工矿企业、服务业、医院、交通部门、政府机关等单位从事网络运维工作。早期的培养模式,主要是以培养现场工程师为主,锻炼学生利用专业知识定位和解决网络运维中出现的问题。

在智改数转的过程中,大量新技术被引入。许多企业需要工程师能够根据具体问题设计整体的网络解决方案。这些问题往往是企业特有,没有标准化的解决方案。传统方式培养的毕业生难以应对相关的问题。逐渐出现了产教脱节的情况。

为了解决上述问题,我校信息工程学院计算机网络方向教学团队,在网络方向的人才培养中进行了产教深度融合的教学探索。近几年来,通过与网络行业企业的产教合作,逐步提高了计算机网络方向课程的教学质量,强化了学生的职业技能,为本地区产业升级提供了人才支持。

2 计算机网络产教融合教学团队的建设探索

徐州工程学院信息工程学院计算机网络方向的课程包括：“计算机网络原理”、“信息与网络安全技术”、“路由与交换技术”、“云计算技术”、“网络集成技术”、“无线网络技术”等。该方向的教学目标是使学生掌握计算机网络的基本工作原理和实现方法，培养学生运用计算机网络原理分析解决实际问题能力，使学生能够承担网络系统的设计、实施和运维等工作。为了达成教学目标，提高教学质量，推动教学改革，需要由技能互补、责任共担的教师组建教学团队^[1]。

计算机网络方向的教学团队由8人组成，其中5人为专任理论课教师、1人为专任实验课教师、2人为企业教师。4人拥有博士学位，且都承担过省部级以上科研课题。团队成员的专长涵盖了教学设计、网络协议分析、网络性能测试、网络安全技术、交换路由技术、软件定义网络和企业网设计。团队和华为网院、思科网院、建策和未来网络研究院等知名厂商和机构建立了合作关系，联合培养计算机网络方向的专业人才。

在教学分工中，专任教师负责计算机网络基本原理的讲授和工程问题解题思路的训练。专任实验教师负责计算机网络实验工具的使用训练和网络设备的基本配置训练，以及学科竞赛的组织。企业教师负责引入真实企业项目案例，带领学生进行网络设计和实操训练。教学团队不但有教学分工，也强调团队成员间的沟通协作。

2.1 专任教师和企业教师的协作

以产教融合推进人才链和产业链的衔接是应用型本科高校完善人才培养机制的关键^[2]。在专任理论课教师和企业教师的协作中，专任教师向企业教师提供教学设计方面的支持，确保企业课的规范和教学效果。而企业教师则向专任教师提供市场需求的变化和真实项目案例。通过大量真实场景下的运营商网络和企业局域网运维项目，课程团队逐步更新了教学案例，一定程度上解决了产教脱节的问题。

2.2 专任教师和实验教师的协作

专任实验教师负责实验教学的课内辅导，主要训练实验工具和网络设备的使用。在综合性实验和课程设计中，需要实验教师在课外时间对学生进行指导并保证实验过程的人员和设备安全。同时团队中的实验教师还负责学科竞赛的组织和训练。

对于计算机网络方向的工科学生，学科竞赛是提高其创新能力、团队意识和跨领域工程实践能力的有效途径^[3]。在学科竞赛的不同阶段，需要专任理论教师和专任实验教师联合介入^[4]。在竞赛团队组建

时，需要理论课教师根据学生能力和性格特质进行组队指导。在研究选题阶段也需要理论课教师根据最新技术动向，结合学生兴趣进行辅导。技术路线选择阶段需要理论课教师和实验教师联合介入，理论教师在本团队中主要负责技术路线的逻辑合理性检查，而实验教师则需要从现有设备和复杂度等方面帮助学生分析技术路线的实际可行性。到技术路线实施阶段，需要实验教师指导学生在实验室或者虚拟仿真平台进行项目开发。竞赛作品形成阶段，需要理论教师和实验教师对交付的文档和作品进行质量把关。正式参赛时本团队一般委派经验丰富的实验教师带队。

徐州工程学院信息工程学院的计算机网络方向教学团队，根据教师的特长进行了基本的分工，同时强调不同类型教师之间的协作。理论课教师负责教学设计和计算机网络原理的讲授。实验教师提供实践辅导和实验设备维护。企业教师负责实操技术的训练和企业案例的引入。这样的团队构成和分工协作方式，是教学方法改进的前提，是提升学生工程实践能力的基础。

3 产教融合背景下教学方法的改进

在产教融合的大背景下，应用型高校课程的教学内容必须从“理论课堂”走进“实践课堂”^[5]。而加强工程实践教学，锻炼学生解决复杂工程问题的关键是教学方法的不断探索和改进。

如前面提到的，智改数转背景下，许多企业遇到的问题不能采用预定的标准化解决方案。那么在学生能力培养过程中，也需要引入无预设解题路径的实践锻炼。为了加强实践教学，计算机网络方向教学团队探索了生成式教学，不断打破教学预设，形成了计算机网络技术应用人才培养的特色教学方法^[6]。

教学方法的改革首当其冲是教学思路的转变，由于教学团队由专任理论课教师、企业教师和专任实验课教师混合组成，其中4位教师有企业工作经历，教学团队的思路转变较为顺利。团队搜集了企业项目案例，经过合理的教学设计和简化，使之适应课堂教学。

3.1 基于项目案例的理论教学设计

在课堂教学中，教学案例基本来源于企业教师的工作经验和专任教师的横向课题。案例类型大体包括：(1)网络运维中的常见错误，这类案例一般采用eNSP再现问题场景，让学生根据计算机网络基本原理判断问题所在；(2)终端侧的网络协议分析，搭建一些新型网络业务的运行环境，采集终端侧数据包，让学生分析网络运行状态和性能；(3)小型网络

搭建, 给定网络的性能需求, 采用模拟器设计和搭建一个局域网。

上述案例的特点是容易从原有的企业项目背景中单独抽离出来, 通过一定程度的简化设计可以适用于课堂教学环境。需要注意的是, 许多研究发现过度简化和抽象的工程问题会导致学生构建问题的能力降低^[7]。而构建问题是解决复杂工程问题的关键。因此, 课程团队在教学案例设计的过程中一直注意简化度的把握。

3.2 虚实结合的实践教学

为了在课堂教学中引入真实的项目案例, 教学团队采用虚实结合的实验环境。采用了 Packet Tracer、eNSP、Mininet 和 NS3 等虚拟仿真软件, 以便模拟大型网络应用场景。同时, 团队也采购了路由器、交换机、边缘计算服务器等构建真实的网络环境。

计算机网络方向的实验环境建设过程中, 教学团队逐渐走出了采购和自研相结合的道路。一方面从未来网络研究院等机构采购网络实验平台, 一方面自己研发了协议分析器、协议编辑器和路由交换设备。这些实践教学工具有力的支撑了企业工程案例的使用。

3.3 学科竞赛促进实践教学

产教融合的目标在于提升学生工程能力。防止产教脱节问题, 需要建立开放的教学模式, 师生都要和产业界进行定期而有效的交流。高校内传统的第一课堂显然不能满足产教融合的需求, 因此需要利用学科竞赛激活第二课堂^[8]。

为此, 教学团队选择有产业背景的学科竞赛, 定期带领学生参与比赛, 进行技术交流, 更新教学内容。在竞赛准备过程中, 课程团队教师带领学生参加了思科网院、华为网院、未来网络研究院等机构的培训, 并向完成培训的学生颁发认证。通过竞赛和企业培训, 弥补第一课堂在实践能力训练上的不足。

4 成效与持续改进

经过长期的产教融合探索, 团队的教学改革取得了一定的成效。如表 1 所示, 成效主要表现在学生技能水平的提高和教师教学能力的提升。

4.1 教学内容优化

通过校企共建, 计算机网络类课程的教学内容得到了优化。其中实践教学部分从单纯协议验证实验增加到 50% 为设计型实验。实验指导书的实验内容增加了大量来自建策、未来网络研究院等产业单位的实际案例, 同时参考开源社区、IETF、ITU-T、ETSI、

3GPP 和 IMT2020 的最新技术标准, 引导学生跟踪技术发展动态。共新增开放实验 45 个, 涉及传统网络协议分析、新型移动通信和 SDN 技术等领域。学生可以根据自身兴趣特长进行选择。

表 1 产教融合 5 年成效

项目	数量
新录制线上微课	71 段
新增开放实验数量	45 项
新编计算机网络类教材	2 部
主持省级以上教研课题	4 项
参加网络类学科竞赛	85 组
获得网络类学科竞赛国家级奖项	34 组
网络类大学生创新创业训练计划	25 项
学生发表网络技术类 EI 论文	10 篇

为了方便学生自主学习, 教学团队和企业联合录制了线上讲解视频 71 段。其中大量工具使用类的视频, 学生可以边学边做, 提高实操能力。同时, 教学团队自编教材 2 套, 自编实验指导书 1 套, 从企业引入实验手册 1 套, 并自研实验系统 2 套。可以为不同兴趣方向的学生提供有效的课外学术指导。

4.2 学生学习兴趣和技能水平的提升

通过上述教学改革, 由于大量企业案例加入, 学生的学习兴趣有较大提升。主要表现为教学活动的参与度提高。许多学生积极参与了微课视频制作, 分享网络工具的使用方法。或者制作小型案例讲解网络安全、网络部署和网络编程相关技能。也有同学制作了网络实验工具, 如图 1 所示, 有同学合作制作了网络协议编辑器, 可以用于根据协议格式编辑协议字段并发送, 有助于其他同学理解协议工作过程。由于学生参与度的提高, 在互相交流中, 技能水平也获得提升。

经过一段时间的产教融合教学改革, 学生自信心增强, 参加课外学术活动的积极性和能力有明显提高。以我国高校计算机大赛 C4 网络技术挑战赛、在全国大学生信息安全竞赛、和全国大学生信息安全对抗赛为例, 近年来, 共有 85 组学生获得华东赛区和江苏赛区奖, 34 组学生分别获得国奖的一、二、三等奖, 获奖赛道组年增多, 并经常和研究生同场竞技。学生的学术水平也不断提高, 发表多篇网络方向的 EI 会议论文, 并获得国际会议最佳学生论文奖。

经过若干门课程的训练, 计算机网络方向学生的毕业设计难度也逐年提高。产教融合探索前, 计算机网络方向的毕设课题全部是仿真条件下的企业局

域网设计。而近年来,学生的毕设开始挑战区块链、物联网、车联网、无线传感网和数据中心网络等课题。

这一变化说明,学生对自己的技能水平有了一定的自信。



图 1 学生自制协议编辑器

4.3 教师的职业技能和教学投入的提升

在产教融合过程中,“双师”型教师是高校、行业和企业之间的纽带^[9]。但是许多高校缺乏对“双师”型教师的持续培养。“双师”型教师资格往往代表曾经的企业工作经历。为了确保专任教师的职业技能可以长期维持在一定水准之上,本教学团队定期组织专任教师的职业技能培训。

近年来,团队成员主要参加了思科网络工程师讲师培训、未来网络研究院软件定义网络培训、新大陆区块链讲师培训、华为网院学科竞赛培训等技能培训。通过每年的企业培训,教师不断根据技术发展更新自身知识,课题组4位教师通过了1项以上计算机网络相关的职业认证。

同时,专任教师的教学投入也有明显增加。课题组获批校级教学团队,定期开展教学研讨。课题组获批建设江苏省一流本科课程《计算机网络原理》。团队成员主编和参编计算机网络相关教材3部。为了优化

课程资源,团队成员录制相关课程微课视频60余个,涵盖了计算机网络技术的大部分主要知识点。在第二课堂活动中,团队成员积极引导学生把运用知识解决企业工程问题,共指导大学生创新创业训练项目25项。通过数据分析和学生访谈,课题组对学习资源使用情况和实验平台建设方法进行了深入研究,发表中文核心期刊论文2篇。

4.4 需持续改进的问题和解决方案

虽然教学团队在产教融合的探索上取得了一些成效。但也暴露出一些问题。

首先,本团队的产业合作单位多为科研机构和企业网院等,其所属部门不是一线研发和生产部门,其提供的支持不足以全面支撑工程人才的培养,对专任教师的帮助也有限。专任教师也不能在解决实际问题的技术攻关过程中获得足够的职业技能。这制约了课堂质量的进一步提高。针对该问题,目前团队给出的解决方案有2个。

第一,拟派遣专任教师到企业研发一线顶岗实习半年。

第二,继续鼓励专任教师承接有价值的横向课题,在技术攻关过程中得到职业技能的提升。通过师资水平的保持和提升,保障教学质量。

其次,专任理论课教师之间缺乏细致的教学分工。团队的理论课教师各有专长,但是在实际教学中却缺少分工。这使得教师的优势无法完全发挥。后续将探索理论课的教学分工方式,探索设立专题的方式,教师根据自身专长选择固定的专题讲授。同时综合利用线上线下共享资源,弥补师资类型的欠缺^[10]。

5 结束语

产教深度融合是企业 and 高校的双向奔赴。现实中,企业的研发部门往往没有投入教学的动机。在当下,高校教师是产教融合的关键纽带^[11]。这要求教师既要拥有教学技能又要具有职业技能,既要愿意钻研技术又要热爱教学工作。

参考文献

[1] 赖绍聪. 高等学校教师教学团队建设的策略与路径[J]. 中国大学教学, 2023(5): 9-17

- [2] 杨仁树, 焦树强, 罗熊. “产教融合”构建行业特色高校应用型人才培养新生态[J]. 中国高等教育, 2024(2): 33-36
- [3] 郝根彦. 学科竞赛对工科学生创造力的培养效能与改进策略——以某“双一流”重点建设学科高校为例[J]. 科技管理研究, 2021(23): 150-156
- [4] 路征, 周婷. 大学生学科竞赛中指导教师介入的关键节点与方法[J]. 中国大学教学, 2023(4): 47-52
- [5] 杨梓樱, 邓宏宝. 应用研究型地方大学产教融合培养机制探索[J]. 职教论坛, 2020(01): 56-62
- [6] 陈磊. 生成性学习资源在工科教学中的作用和评价——基于教学案例分析和学习者调查[J]. 高等工程教育研究, 2023(04): 158-164
- [7] Servant-Miklos, V. F. C., & Kolmos, A. Student conceptions of problem and project based learning in engineering education: A phenomenographic investigation[J]. Journal of Engineering Education, 2022(4): 792-812.
- [8] 曾孝平, 颜芳, 曾浩. 新时期电子信息类工程人才培养模式探索与实践[J]. 中国大学教学, 2023(Z1): 11-18
- [9] 张晓霆, 韩成英. 产教融合背景下“双师型”教师培养内因、困境与策略[J]. 继续教育研究, 2024(05): 24-28
- [10] 尚凤军. 面向产出的计算机网络线上线下混合式教学研究及实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022(5): 91-96.
- [11] 修佳鹏, 王莉, 陈虹雨, 周海伟, 邝坚. 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[J]. 计算机技术与教育学报, 2023(2): 75-80.