

网络工程专业卓越人才培养模式的研究与探索

——以安徽建筑大学为例

夏 巍

(安徽建筑大学电子与信息工程学院,安徽 合肥 230601)

摘 要:培养网络工程专业卓越人才是我国实施“互联网+”战略和十四五期间实现制造业等重要产业“网络化”的迫切需求。阐述了网络工程专业的发展历程,结合安徽建筑大学的办学定位和办学特色,从紧跟行业发展制定人才培养方案、重构专业课程体系、提出以学生为中心的教学方式、开展校企多方面深度融合、提升学生创新意识和创新能力几个方面入手,构建了基于工程教育理念的网络工程专业卓越人才培养模式。最后简述了人才培养成效,并对网络工程专业的未来人才培养进行了展望。

关键词:卓越人才;工程教育;校企合作;培养模式;网络工程

中图分类号:G649.2;F279.2

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2022)01-0044-07

Research and Exploration on the Training Mode of Excellent Talents in Network Engineering Specialty: Taking Anhui Jianzhu University as an Example

XIA Wei

(Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: Training excellent talents in network engineering is the urgent need for China to implement the “Internet plus” strategy and to realize the “Networking” of important industries such as manufacturing in 14th Five-Year. This paper expounds the development process of network engineering specialty combining with the school running orientation and school running characteristics of Anhui Jianzhu University. This paper constructs the excellent talent training mode of network engineering specialty based on the concept of engineering education from the aspects of following the development of the industry, formulating talent training scheme, reconstructing professional curriculum system, putting forward student-centered teaching method, carrying out in-depth integration of schools and enterprises, and improving students’ innovative consciousness and ability. Finally, it briefly describes the effectiveness of talent training, and looks forward to the future talent training of network engineering specialty.

Key words: excellent talents; engineering education; school enterprise cooperation; training mode; network engineering

改革开放 40 多年来,我国的高等工程教育取得了巨大成就,培养了上千万的工程科技人才,有力地支撑了我国工业体系的形成与发展,为我国社会主义现代化建设作出了重要贡献,形成了比较合理的高等工

收稿日期:2022-01-14

基金项目:安徽省高等学校省级质量工程项目(2018zygc065);安徽建筑大学校级质量工程项目(2016tz03)

作者简介:夏巍(1971—),男,安徽肥东人,副教授,博士,主要从事“互联网+”建筑、建筑物联网、无线传感网研究。

程教育结构和体系^[1-2]。为促进高等工程教育改革创新,全面提高我国工程教育人才培养质量,自 2010 年起,教育部启动了“卓越工程师教育培养计划 2.0”(以下简称“卓越计划”),这项改革旨在推动工程教育改革,促进我国从工程教育大国走向工程教育强国。2019 年 4 月,教育部等 13 个部门在天津联合启动了“六卓越一拔尖”计划 2.0,旨在进一步全面推进新工科、新农科、新文科建设,提高高校服务经济社会发展能力^[3]。2016 年,习近平总书记对网络强国建设提出了六个“加快”的要求:加快推进网络信息技术自主创新,加快数字经济对经济发展的推动,加快提高网络管理水平,加快增强网络空间安全防御能力,加快用网络信息技术推进社会治理,加快提升我国对网络空间的国际话语权和规则制定权^[4]。因此研究与探索如何培养网络工程专业卓越人才,已成为我国高校的一项重要任务,也是我国实施“互联网+”战略和十四五期间实现制造业等重要产业“网络化”的迫切需求。

1 网络工程专业的发展历程

网络工程专业自 2002 年起由天津工业大学等高校在教育部备案开设,2012 年正式出现于《普通高等学校本科专业目录》中^[5]。历经 20 年的发展,为我国培养了大量的网络工程高级技术人才,为我国计算机网络的建设和应用和互联网技术的推广作出了巨大贡献。随着互联网技术在各行各业的广泛应用,社会对网络工程人才的需求发生了巨大变化,从侧重技术应用向创新、融合、跨领域网络应用能力转变。这对网络工程专业的人才培养模式提出了巨大的挑战。安徽建筑大学网络工程专业自 2006 年开办以来历经 15 年的发展,为社会培养了近 1 200 名网络工程专业的人才,随着工程教育专业认证理念在教学各个环节逐步深入落实,安徽建筑大学对卓越人才培养模式也有了更深的研究。“卓越工程师教育培养计划 2.0”的提出与实施让学校明确了培养卓越工程师的意义和目标。我校网络工程专业于 2018 年申请了省级“六卓越一拔尖”计划 2.0 卓越人才培养创新项目,并于 2019 年获得立项建设。这给安徽建筑大学网络工程专业建设带来了新的机遇与挑战,也促使专业持续深入地开展卓越人才培养模式的研究与探索。

2 构建网络工程专业卓越人才的培养模式

“卓越工程师教育培养计划 2.0”遵循的原则是“行业指导、校企合作、分类实施、形式多样”^[6-8],同时还明确提出三个特点:行业企业深度参与培养过程、学校按通用标准和行业标准培养工程人才、强化培养学生的工程能力和创新能力^[9]。为此,依托安徽建筑大学网络工程卓越人才培养的定位与目标,提出:以“卓越工程师教育培养计划 2.0”为纲领,以网络工程专业人才培养的国家标准为根本,以工程教育专业认证标准为评价指标,以培养网络工程卓越人才为目标和核心,以学生为主体,围绕“知识、能力、素质”三位一体的人才培养模式^[10],以网络工程专业理论课程体系、实践课程体系的知识体系为基础,以校企深度合作为保障,构建网络工程专业卓越人才培养模式的总体框架,具体架构如图 1 所示。

2.1 网络工程专业卓越人才培养目标

安徽建筑大学是具有鲜明土建类学科专业特色的多学科本科高校,坚持“立足安徽、面向全国、依托建筑业、服务城镇化”的办学定位^[6]。为了秉承我校的办学定位和特色,以“卓越工程师教育培养计划 2.0”核心思想为纲领,依托学校“大土建”学科优势,以网络工程专业国家标准为依据,紧密围绕建筑行业,构建地域特色鲜明、校企深度融合、创新协同育人、区域具有引领示范效应的人才培养模式。

2.2 紧跟行业发展制定人才培养方案

随着我国计算机网络建设的逐步完善和成熟,以及互联网技术与各行各业的深度融合,互联网行业和社会对网络工程专业人才的需求也随之发生巨大改变。自 2016 年《中华人民共和国网络安全法》颁布^[11],无论是互联网行业还是整个社会都对网络安全越来越重视,导致对从事网络安全的人才需求急剧增加。另外近年来随着移动互联业务的迅速发展及增长,对从事移动互联技术研发和应用的人才需求也日益加大。为此安徽建筑大学在 2017 版网络工程专业培养方案中设立了网络安全和移动互联技术两个方向,以满足这两个领域对网络工程高级人才的需求。国家实施的“一带一路”“中国制造 2025”“互联网+”和“新工科”等重大战略,对高等工程教育改革和大学生工程能力培养提出了更高要求^[12]。为了保

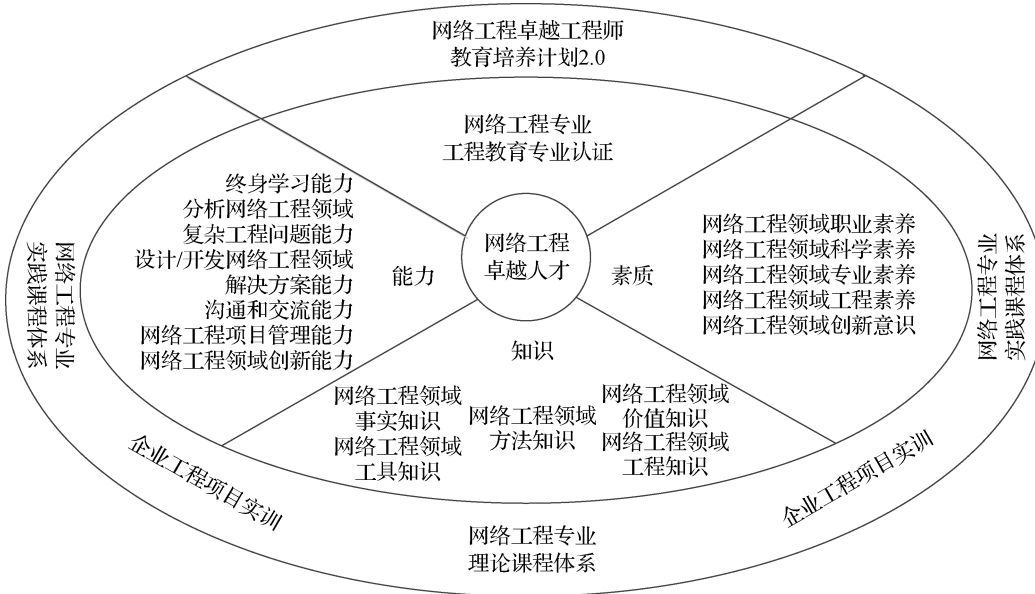


图 1 安徽建筑大学网络工程专业卓越人才培养模式架构

障“卓越工程师教育培养计划 2.0”的实施,安徽建筑大学在 2019 版网络工程专业培养方案中仍然保留这两个专业方向的相关课程,同时更加注重工程教育和卓越人才培养方面的需求,优化实践课程和实践环节的课程设置与内容建设,以提升工程能力、创新能力和跨界应用能力。

2.3 构建网络工程专业卓越人才培养的课程体系

为实现网络工程专业卓越人才的培养,在网络工程专业卓越人才培养模式架构下,以“普通高等学校本科专业类教学质量国家标准”为依据,紧跟专业知识发展与需求,以“厚基础、宽口径、强能力、高素质”为基本原则^[13],注重工程能力、应用能力和创新能力培养,进行课程体系的优化与设计。按照安徽建筑大学本科课程体系架构,构建理论课程和实践课程体系,具体课程设置如图 2 所示。

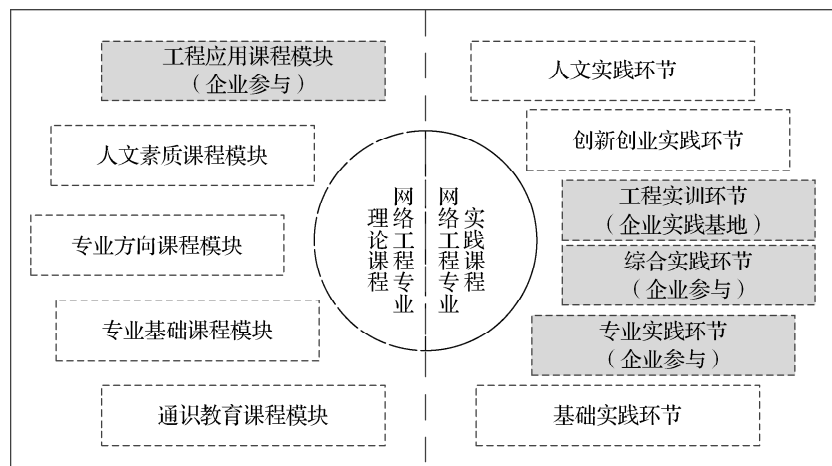


图 2 安徽建筑大学网络工程专业卓越人才培养课程体系结构

通识教育课程模块主要包括:思政类课程、数学和自然科学类课程、大学英语类课程、大学体育类等。专业基础课程模块主要包括:专业导论、程序设计基础、电路与电子技术、数字电子技术、Object-Oriented Programming Design、离散结构、数据结构与算法、计算机组成原理、数据库系统、操作系统等。专业方向课程模块主要包括:数据通信原理、Computer Network、Linux 技术及应用、网络安全、信息安全理论基础、信息内容安全、网络攻击与防护、无线网络原理与应用、传感网原理及应用、移动互联网技术等。人文素质课程模块主要包括:军事理论、大学语文、第二外语和徽州传统文化等。工程应用课程模块主要

包括:互联网协议分析与设计、网络规划与设计、网络互联技术、网络性能分析、网络程序设计和安卓系统开发等。基础实践环节主要包括:大学物理实验、金属加工工艺实习、教学认知实习。专业实践环节主要包括:数据库系统课程设计、网络互联技术课程设计、互联网协议分析课程设计、网络安全课程设计和安卓系统开发课程等。综合实践环节主要包括:网络工程综合课程设计、生产实习、毕业实习和毕业设计等。创新创业实践环节主要包括:大学生创新创业项目和各类学科竞赛等。人文实践环节主要包括:军事训练、参加社会和学校开展的各项活动或担任志愿者等。其中工程应用课程模块、专业实践环节、综合实践环节、工程实训环节和创新创业实践环节引入企业参与,充分利用企业研发工程师丰富的工程经验,并由企业提供真实的工程项目案例融入教学,以培养学生分析和解决复杂工程问题的能力,培养学生设计开发实际工程项目方案的能力,培养学生的工程素养和创新意识,为培养卓越的网络工程人才奠定坚实的基础。

2.4 构建以学生为主体的教学方式

“教育”的目标是以知识为工具教会他人思考的过程,思考如何利用自身的拥有创造更多的社会财富,实现自我价值的体现^[14]。高等学校的办学宗旨是“培养具有较高文化水平,掌握现代科学和技术的成就,全心全意为人民服务的高级建设人才”^[15]。教育和培养的对象是学生,学生才是教育和培养的主体,学生才是教育和教学任务的中心,任何忽视主体和偏离中心的培养模式都是不合理的。为此安徽建筑大学构建以学生为主体的卓越人才培养模式。首先从知识传授环节开始,一改由于高校不断扩招导致的大班教学现状,严格限制教学班的人数,进行小班教学,并且应用线上和线下等灵活多样的教学方式,充分利用线上各种教学资源 and 数字化教学工具,倡导并要求学生主动学习,采用翻转课堂等方式促进学生主动学习,以强化学生在学习中的主体地位,让教师从灌输式教学方式向“启发式”“问题导向式”“项目驱动式”的方式转变。我国古代教育家孔子在《论语·为政》中说:“学而不思则罔,思而不学则殆。”可见思考在学习过程中是多么重要,因此应在教学的过程中多采用一些启发式方法,适当增加讨论的内容和方式,以培养学生主动思考问题的习惯和能力;并通过实验、课程设计和综合实训等来培养学生的独立分析问题、思考问题和解决问题的能力,逐步确立学生在学习和实践中的主体地位。然后通过鼓励和支持学生参加学科竞赛、“互联网+”和“挑战杯”之类的创新创业竞赛以及大学生创新创业项目,从而更加凸显学生的主体地位,学以致用,充分发挥学生的创新意识和创新能力,并通过这些竞赛和项目不断提升自己的工程能力、应用能力和创新能力。

2.5 校企融合提升学生工程能力

工程能力的培养是卓越工程师的核心问题,也是一些高校工科专业在工程教育方面比较欠缺和薄弱的环节。工程能力不是单项或单方面的能力,而是面向工程应用和创新的综合能力,是需要在实际工程实践中通过不断积累和思考才能获得的能力。对一些高校而言,一方面缺乏实际的工程项目和工程环境,另一方面缺乏具有丰富工程经验的教师。相当一部分教师的工程经历和工程经验较少,有的教师就是从学校到学校,虽然具有较高的学历和较深厚的理论知识,但是缺乏工程经历,更谈不上实际的工程经验,因此很难给学生传授工程知识和工程经验。而企业拥有先进的设备和技术、真实的工程环境、经验丰富的工程师,一些优秀的企业已经掌握了业界发展趋势和技术前沿,这对工程人才的培养都至关重要^[16]。工程能力的培养需要通过参与实际工程项目并在完成项目任务的过程中进行逐步的积累。专业坚持学校培养和企业培养相结合,核心课程采用“两地双师四阶段”渐进式教学程式开展教学,理论教学融合实际工程案例,开展探究式教学。大一通过网络工程专业导论和教学认知实习等课程,培养专业知识的学习动力;大二在校内学习理论知识,培养网络工程专业设计的知识和能力;大三以网络互联技术课程设计、网络工程综合课程设计和网络安全课程等为抓手,培养网络工程技术的应用能力和综合应用能力;大四侧重在网络工程企业开展生产实习、毕业实习和毕业设计,提高解决网络工程领域复杂工程问题的能力,如图3所示。

2.6 学生创新意识和创新能力的培养与提升

创新意识是卓越工程师必备的素质,创新能力更是卓越工程师不可或缺的能力。如何培养学生的创

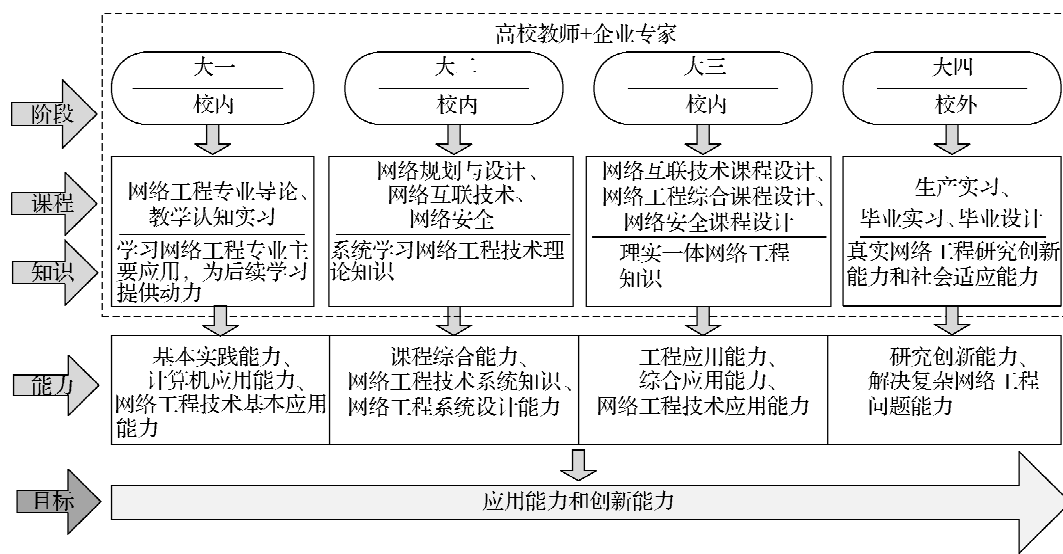


图3 安徽建筑大学校企融合“两地双师四阶段”教学方法

新意识和创新能力是高校卓越人才培养的难点和重点。卓越人才创新意识和创新能力的培养不是空中楼阁,更不是画饼充饥,无论什么样的创新都需要科学知识的储备和基础,还需要积极的思考与分析,更为重要的是要有明确的目标。为此安徽建筑大学从两个方面、两个层次培养学生的创新意识和创新能力:1)课内专业课程体系层面。首先必须扎实地掌握专业知识,然后从基础课和专业课的课内设计性和综合性实验项目入手,以课程设计和综合实践的课题为载体,要求学生独立思考,针对实验项目和课题有目的地提出具有一定创新性的实验方案和设计方案,以培养学生的创新意识和创新能力。在考核时,重点考查学生在完成实验项目和课题基本任务的基础上,是否能够在方法上和能力上有所创新。2)课外竞赛创新项目层面。以各类学科竞赛为基础,通过学科竞赛激发并培养学生的创新意识和创新能力。学生的就业竞争力和毕业后五年左右的发展情况证明学科竞赛对激发和培养学生的创新意识和创新能力具有明显的效果。安徽建筑大学的专业以“互联网+”和“挑战杯”等创新创业竞赛以及大学生创新创业项目为载体,为培养学生的创新意识和创新能力提供锻炼和实践的机会,也为学生展现创新意识和创新能力提供了广阔的平台,让那些敢于创新的同学获得创新后的喜悦与成就感,从而引领和激发广大同学的创新热情,为培养本专业卓越人才的创新意识和创新能力奠定坚实的基础。

2.7 加强专业实验室和校外实训平台的建设

卓越工程师的培养离不开专业实验室和校外实训平台。随着互联网技术的迅猛发展,很多高校的专业实验室和校外实训平台难以满足卓越工程师人才培养的需求。为了保障我校网络工程专业省级“六卓越一拔尖”项目的实施和建设,从2018年开始,网络工程专业在学校的支持下先后投入400多万元用于新建和扩建网络工程专业的实验室和校外实训平台,先后分两批新建了网络工程综合实训中心和移动互联技术实验室,并对网络安全实验室和计算机网络实验室进行了升级换代。2021年还申报了新建网络攻防实验室,一方面为课程教学服务,另一方面准备以此实验室为基地培养网络攻防人才去参加网络攻防方面的学科竞赛。这些实验室和实训平台的建设极大地改善了网络工程专业的实验条件,为培养网络工程的卓越人才奠定了坚实的基础。

3 网络工程专业卓越人才培养的初步成效

安徽建筑大学网络工程专业卓越人才培养计划自实施以来,从学习和理解“六卓越一拔尖”计划2.0的指导思想和基本原则开始,结合我校网络工程专业的现状,制定详细的人才培养模式和方案,以工程教育要求为基本标准,深入开展校企合作,全方位地培养学生的工程能力和创新能力,取得了一些成效。

3.1 校企深度合作学生应用能力显著提升

安徽建筑大学网络工程专业坚持校企深度融合,其中合肥中软卓越信息技术有限公司和合肥奥斯蒙电子科技有限公司等参与网络工程专业的工程应用课程模块和专业实践环节等四大校企共同开展的课程模块,两地双师开展课程教学,如图 4 所示。公司把企业的真实工程项目带入实践教学,并安排企业具有丰富工程经历和研发经验的工程师指导学生的学习和实践,极大地提升了我校网络工程专业学生的工程应用能力。

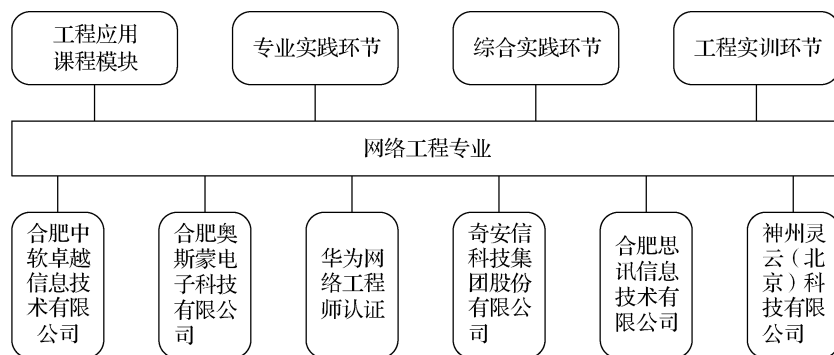


图 4 安徽建筑大学校企深度合作共同培养人才方案

毕业生跟踪调查数据显示,网络工程专业就业率常年保持在 90% 以上,专业对口率达 97.2%。毕业生整体发展态势良好,收入涨幅较高。用人单位认为该校该专业毕业生基础知识扎实、工作态度认真负责,尤其是应用能力突出。2021 年调查数据显示用人单位认为本专业学生的应用能力很好和较好的比例达 92.6%。近两年已有多名学生通过华为的 HCIA/HCIP/HCIE 认证,并且成为网络工程领域中优秀的工程师,服务于国内多家知名企业并获得企业的一致好评。近两年多名优秀学生参与神州凌云(北京)科技有限公司的国内护网行动,并受到该公司的赞赏和好评。

3.2 学生创新意识和创新能力的培养初见成效

近年来,安徽建筑大学网络工程专业的学生广泛参加全国大学生数学建模竞赛、全国大学生电子设计竞赛、全国大学生智能汽车竞赛、全国大学生信息安全竞赛、全国高校移动互联网应用开发创新大赛和安徽省高校物联网应用创新大赛等国家级和省级的学科竞赛,并取得了优异的成绩。学生通过参加这些学科竞赛培养了创新意识和创新能力。“互联网+”和大学生“挑战杯”创新创业竞赛更是给网络工程专业的学生提供了创新、创业的机会。近三年来,本专业学生在这两项大赛中共获得了 5 项省级奖励,其中一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖 2 项。大学生创新创业项目是培养学生创新意识和创新能力的有效手段,近年来,网络工程专业的学生踊跃申请大学生创新创业项目。近三年获得国家级创新创业项目近 20 项,省级创新创业项目近 50 项,获得授权实用新型专利和软件著作权共计 60 余项。

4 总结与展望

4.1 总结

安徽建筑大学网络工程专业经过 15 年的建设和发展,虽然历经艰难与困惑,但是我们始终不忘初心——“面向建筑行业,服务于建筑行业”,牢记使命——“为国家和地方培养网络工程专业的高级人才”,在“卓越工程师教育培养计划 2.0”和工程教育专业认证的引领下,不断探索和完善人才培养模式,优化课程体系,全方位地提升办学质量,构建完善的校企深度合作模式,逐步提升学生的创新能力,为培养更多的网络工程卓越人才而努力奋斗。

4.2 展望

1) 依据本专业核心应用能力,进一步优化人才培养方案。目前网络工程专业紧跟行业发展与需求,注重工程能力、应用能力和创新能力的培养,制定人才培养方案。学生走向工作岗位后发现,课程与课程间

无缝衔接度还有欠缺,应围绕网络工程专业几大核心应用能力,设置对应的理实一体课程群。同时注意实践环节,保证实践环节的衔接与培养能力的逐步提升。

2)“政产学研”深度融合,推进协同育人。专业在过去几年产教合作过程中,企业教师经常更换,难以形成稳定的企业教师队伍。未来将探索行之有效的校企合作机制,形成校企互惠共赢局面,保障稳定的校企双师教师队伍。

3)注重课程建设,优化课程体系。根据产业发展要求和学科发展趋势,调整课程设置,建设一批综合性、学科交叉的新型课程群。加强高质量的慕课建设,优化实践教学课程体系,建设线上、线下、线上线下混合、虚拟仿真、社会实践等五类“金课”。

4)优化以学生为主体的教学方式,推进现代信息技术与教育教学深度融合,创新教学模式。过去几年,尤其是疫情发生以来,教学形态发生了巨大变化。未来网络工程专业将以学生为主体,适应学生特点,革新教学手段和教学方法,用信息技术重塑教育教学形态,推广翻转课堂、混合式教学等新型教学模式,打造智慧课堂、智慧工作室,切实提高课堂教学质量,增强学生的获得感。

5)进一步加强网络工程专业实验室和校外实训平台的建设。卓越人才的培养离不开高水平的专业实验室和校外实训平台。未来的平台建设,应注重平台的一体化设计,注重实验设备的实用性与前瞻性。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见[EB/OL]. (2011-01-08)[2021-12-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201101/t20110108_115066.html
- [2] 石祥,李宏刚. 卓越工程师培养和思想政治教育互动:理论探索与实践创新[M]. 镇江:江苏大学出版社,2015
- [3] 中华人民共和国教育部. “六卓越一拔尖”计划2.0[EB/OL]. (2019-04-29)[2021-12-19]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/201904/t20190429_380009.html
- [4] 以“六个加快”推进网络强国建设[EB/OL]. (2016-10-10)[2021-12-20]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-10/11/c_1119696118.htm
- [5] 中华人民共和国教育部高等教育司. 普通高等学校本科专业目录和专业介绍(2012年)[M]. 北京:高等教育出版社,2012
- [6] 方潜生,黄显怀,丁仁船. 地方高校科研定位与特色培育研究——以安徽建筑大学为例[J]. 教育文化论坛,2014,6(2):6-9
- [7] 汤骅,李刚,马玉薇. 卓越工程师教育培养计划中校企合作模式的构建与实践[J]. 教育教学论坛,2018(4):45-46
- [8] 林健. 新工科建设:强势打造“卓越计划”升级版[J]. 高等工程教育研究,2017(3):7-14
- [9] 朱正伟,李茂国. 实施卓越工程师教育培养计划2.0的思考[J]. 高等工程教育研究,2018(1):46-53
- [10] 田心铭. 知识·能力·素质教育[J]. 中国高等教育,2000(3):24-42
- [11] 中华人民共和国网络安全法[EB/OL]. (2016-11-07)[2021-12-21]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-11/07/c_1119867015.htm
- [12] 唐庆菊,陈少云,于风云. 以工程能力培养为导向的“专业综合实践”课程教学改革[J]. 黑龙江教育,2021(4):76-78
- [13] 侯沛勇. 厚基础 宽口径 强能力 高素质——高校跨世纪人才培养的目标模式[J]. 技术与创新管理,1997(1):25-27
- [14] 曾长淦,杨阳,刘婷. 拔尖学生学习与发展路径研究[J]. 中国大学教学,2021(10):9-15
- [15] 杨光. 基于翻转课堂的学生反思性学习能力提升策略研究[D]. 武汉:华中师范大学,2018
- [16] 范小平,李扬,侯景军. 基于卓越工程师培养下校企合作的问题分析和对策研究[J]. 现代职业教育,2020(20):164-165

(责任编辑:谭彩霞)