

数字化转型背景下实战型网络安全 人才培养探索与实践*

李向军 刘伯成** 张坚林 揭敏

南昌大学软件学院, 南昌 330047

摘要 数字化转型为经济民生带来福祉的同时也带来更为严峻的网络安全新态势。网络安全内涵已从网络与信息安全转到业务运营与生产安全,安全焦点也从网络为中心转到数据和业务为中心,新态势下的网络安全产业亟需懂攻防、懂运营的实战型网络安全人才。围绕具备专业技能和实战经验的网络空间安全专业人才培养,我们以“厚基础、强实践、重应用”为目标,以“在战争中学习战争,在实战中提升技能”为理念,以“产学研用融合长效新机制和教学支撑新体系”两个核心问题的内涵建设为抓手,构建了一个“校企联动、校校合作、校政合力、学科交叉”网络安全人才培养四维创新平台,进行了适应新形势的网络安全培养体系改革创新尝试,开展了数字化转型背景下实战型网络安全人才培养探索与实践,成功培育了一批实战型网络安全人才,有效提升了人才培养质量。

关键字 网络安全, 实战型人才培养, 数字化转型, 四维创新平台

Exploration and Practice of Practical Cybersecurity Talent Training Under the Background of Digital Transformation

Li Xiangjun Liu Bocheng** Zhang Jianlin Jie Min

School of Software, Nanchang University
Nanchang 330047, China
bcliu@ncu.edu.cn

Abstract—While digital transformation brings benefits to the economy and people's livelihood, it also presents a more severe new situation of cybersecurity. The connotation of cybersecurity has shifted from network and information security to business operation and production safety, and the focus of security has also shifted from network-centric to the central of data and business. Under this brand-new situation, the cybersecurity industry urgently needs practical cybersecurity talents who has a good command of both defense and operation. Centering on the cultivation of cybersecurity professionals with professional skills and practical experience, we aim to achieve a goal of "solid foundation, emphasis on practice, and application-oriented approach". Guided by the philosophy of "learning warfare in warfare and enhancing skills in actual combats", we focus on the connotative construction of two core issues: "a long-term and effective new mechanism for the integration of industry, academia, research, and application, as well as a new teaching support system". We have already constructed a four-dimensional innovation platform for cybersecurity talent cultivation featuring "school-enterprise linkage, school-school cooperation, school-government cooperation, and interdisciplinary integration". This platform represents an innovative reform attempt in adapting the cybersecurity training system to the new situation. We have explored and practiced the cultivation of practical cybersecurity talents under the background of digital transformation, successfully nurturing a group of practical cybersecurity talents and effectively enhancing the quality of talent cultivation.

Keywords—Cybersecurity, Practical talent training, Digital transformation, Four-dimensional innovative platform

1 引言

随着数字化转型的积极推进,网络安全态势出现了新的变化,安全的内涵已从网络与信息安全转到业务运营与生产安全,安全的焦点也从网络为中心转到

数据和业务为中心。新态势下的网络安全产业已经走向合规和实战运营双轮驱动,对懂攻防、懂运营的实战型网络安全人才的渴求比以往任何时期都更加强烈^[1]。据工信部人才交流中心发布的《网络安全产业人才发展报告(2023年版)》显示,我国网络安全产业人才整体呈现供需失衡状态,尤其是实战型人才短缺。正如习近平总书记指出的,“网络空间的竞争,归根结底是人才竞争”,具备实战能力的高水平网络安全人才将成为未来行业中最为稀缺的资源,加强网络安

*基金资助: 江西省教学改革与研究重点项目(JXJG-20-1-2), 教育部产学研合作协同育人项目(220604719070000, 220603601073909, 220606108090436)。

**通讯作者: 刘伯成, bcliu@ncu.edu.cn

全实战型人才的培养已时不我待^[2-4]。基于此,我们构建了一个“校企联动、校校合作、校政合力、学科交叉”的网络安全人才培养四维创新平台,依托双一流高校建设和国家发展战略,紧紧围绕江西省“1269”行动计划^[5],积极推进网络空间安全学科体系的建设,在实战型网络安全人才培养方面开展了一系列有针对性的探索和实践。一方面,以“厚基础、强实践、重应用”为目标,注重实战能力培养,融合政、校、企各方资源,通过培养方案修订、卓越工程师计划、一流专业建设及工程教育专业认证等关键性举措,设计实施了“产学研用融合”一体化长效人才培养新机制。另一方面,以“在战争中学习战争,在实战中提升技能”为教学理念,注重多元化实战教学支撑能力提升,通过融合专业教学实验室建设、科研实验室建设、实践实习基地建设、科研项目训练、科技创新竞赛活动、社会服务实践等多元化举措,设计实施了“人才培养、科学研究和社会服务”三位一体的教学支撑新体系。实践效果表明,该创新平台形成了多元融合、动态持续的协同育人创新模式,能有效提升实战型网络安全人才培养质量,获得了省内政府相关部门、企业以及同行高校的一致好评。

2 网络安全人才培养现状分析

数字化转型背景下,攻防两端新技术的加持,网络安全问题日益严峻,随着各种信息泄露事件的曝光,公众对信息安全的认知愈加全面,安全行业对实战型网络安全人才的需求呈现出爆发式增长,然而纵观目前高校对网络安全人才的培养方案以及相关课程内容,在网络安全人才大热门的表面繁荣之下,仍存在许多现实困境^[7]。

从人才供给与产业需求的角度来看,当前网络安全人才的培养与产业实际需求之间仍然存在较大的不匹配。许多高校在课程设置、教学内容以及教学方法上,难以紧跟网络技术的快速发展和产业的实际需求变化,导致其人才培养产出难以直接满足企业的用人需求^[8]。不仅增加了企业的用人成本,也影响了网络安全人才的职业发展。

从实践机会与科研创新的角度来看,作为一个高度依赖实践和创新能力的领域,网络安全人才的培养离不开大量的科研训练与学科竞赛^[9]。然而,目前许多高校在科研训练和学科竞赛方面的投入不足,缺乏先进的实验设备和充足的资源支持,难以维系长期持续的科研竞赛工作,导致学生缺乏相关实践经验,在面对真实的企业项目时仍然需要付出额外的学习成本,无法利用所学快速产出。

从实践要求与教学资源的角度来看,当前许多高校在面临教学资源短缺时往往有心无力,面对需要大

量实践资源以支撑学生的实际操作的教学环节时,往往因缺乏与企业合作机会或高昂的隐性合作成本而一笔带过甚至就此搁置。实践教学资源的匮乏,导致学生难以获得充分地开展教学实践训练,影响其相关技能提升和职业发展前景^[10]。

由于上述原因,当前高校网络安全人才的培养面临着课程与产业需求不匹配、科研和实践机会不足,以及实践教学资源匮乏等问题^[11],导致学生在工程实践和创新能力方面存在明显的欠缺,无法将所学专业对齐市场需求,难以有效解决复杂态势下的网络安全新挑战^[12]。

3 校企联动+校校合作+校政合力+学科交叉网络安全人才培养四维创新平台

面对严峻的各类安全威胁,实战型网络安全人才培养显得尤为重要,这类人才不仅需要掌握扎实的理论知识,更需要具备将理论知识应用于实际问题的能力^[13]。因此,培养过程中应强调实践环节的重要性,通过案例分析、攻防演练等方式,让学生在实践中学学习、成长。网络安全领域的技术更新换代迅速,需要人才具备持续创新的能力。应鼓励学生勇于探索、敢于创新,培养创新思维和创新能力。应注重培养学生的团队合作意识和协作能力,应引导学生树立终身学习的观念,培养他们自主学习和自我提升的能力。

为实施全方位、多层次的实战型网络安全人才培养策略,提升网络安全人才创新能力,我们以“厚基础、强实践、重应用”为目标,以“在战争中学习战争,在实战中提升技能”为理念,以“产学研用融合长效新机制和教学支撑新体系”两个核心问题的内涵建设为抓手,设计了“校企联动+校校合作+校政合力+学科交叉”的网络安全人才培养四维创新平台,其内容与逻辑框架如图1所示。

平台包括校企联动、校校合作、校政合力、学科交叉四部分,核心纽带在于“产学研用融合”一体化长效人才培养机制和“人才培养、科学研究与社会服务”三位一体教学支撑体系两个方面的内涵建设。

校企联动:深化校企合作联动,实现资源共享、优势互补。依托多元化、稳定、高质量的实习实训基地,在培养方案制定、实训平台共建、精品课程共建、师资培养与共享、教学案例精选、实践教学实施、科研项目合作研发、顶岗实习、就业等方面,与合作的安全企业全方位对接,协同育人,实现学校、企业和学生之间的三赢,为培养高素质人才提供了坚实基础。

校校合作:加强与国内、省内高校的交流与合作,鼓励师生“走出去请进来”,实现合作院校之间师资、

精品课程、教学设备设施等方面的资源共享和优势互补，促进教学水平和人才培养质量的共同提升。加入中国网络空间安全人才教育联盟、中国网络空间安全

协会等网络安全领域的校际合作平台，探索科学可行的网络安全人才培养和教育模式，推动在网络安全人才教育、培养、培训、认证及就业等方面的合作。

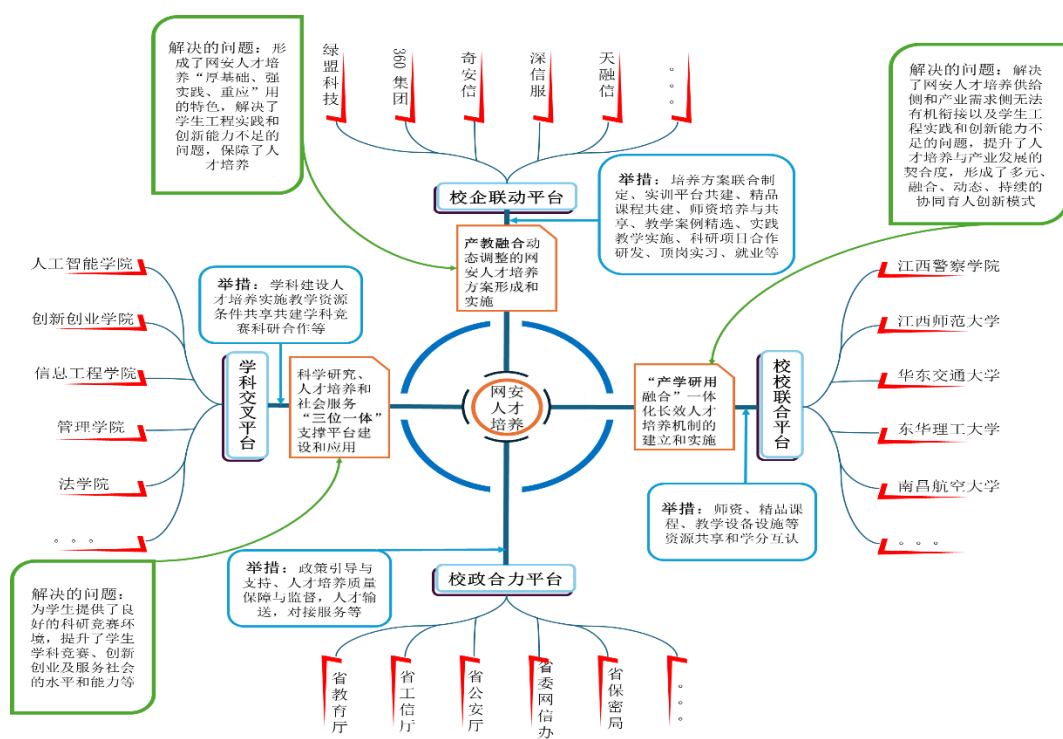


图 1 网络安全人才培养四维创新平台内容与逻辑框架图

校政合作：加强与政府部门的合作与交流，共同制定人才培养政策、规划等，形成人才培养质量保障的合力。政府部门可以提供政策支持和资源保障，学校则可以根据政策要求调整人才培养方向和内容。同时，学校还可以为政府部门提供人才支持和智力支持。依托校政合作模式进行人才培养，形成了人才培养质量保障的校政合力平台。在人才培养与输送、学科竞赛组织与实施、参与社会服务等方面，与主管部门之间建立了紧密的合作机制，能够充分发挥各方的优势，确保网络安全人才培养过程的高质量。

学科交叉：网络安全领域涉及计算机科学技术、通信工程、数学等多个学科领域的知识和技术，在学科建设、人才培养实施、教学资源条件共建共享、学科竞赛、科研合作等方面探索学科交叉发展，通过促进不同学科之间的交叉融合，推动各学科协调发展和共同进步。

3.1 “产学研用融合”一体化长效人才培养机制内涵建设

为解决网络安全人才培养供给侧与产业需求侧脱节、学生工程实践与创新能力不足的问题，融合政、

校、企各方资源，开展了产学研用融合的一体化长效人才培养机制的内涵建设，其逻辑思路如图 2 所示。

“产”指产业界的需求和导向，在人才培养过程中应紧密围绕产业界的需求进行课程设置和教学内容的调整。“学”指学校的教学和科研，学校应充分利用自身的教学和科研资源，为人才培养提供有力支持。“研”指科研机构的参与，通过参与科研项目和与科研机构的合作可以提高学生的科研能力和创新能力。“用”指实践应用和成果转化，可以让学生将所学知识应用于实际问题的解决中，提高实战能力和创新能力。

在顶层设计上，统筹实施人才培养方案修订、卓越工程师计划、一流专业建设及工程教育专业认证等关键性举措，紧密结合国家发展战略及江西省“1269”行动计划的实际要求，以“强化通识知识基础、构建专业知识体系、培养实践创新能力”为核心目标，保障人才培养机制有效运行。

在具体实施方面，遵循“工程认知→工程训练→工程实践→学科竞赛”的递进式培养路径，围绕学生职业素养关键能力部署相关课程，着重提升学生的专业知识能力、工程操作能力、团队协作能力，注重培养其科学素养、道德修养水平和职业素质，确保学生

从理论到实践、从基础到高级的逐步成长。培养过程中，强调企业在实践教学中的全程参与，确保实践教学与产业发展的紧密对接，从而提升人才培养与行业需求之间的契合度。通过“产学研用融合”的一体化

长效人才培养机制，培养出更多具备高度工程实践与创新能力的网络安全人才，为国家的网络安全事业做出更大贡献。

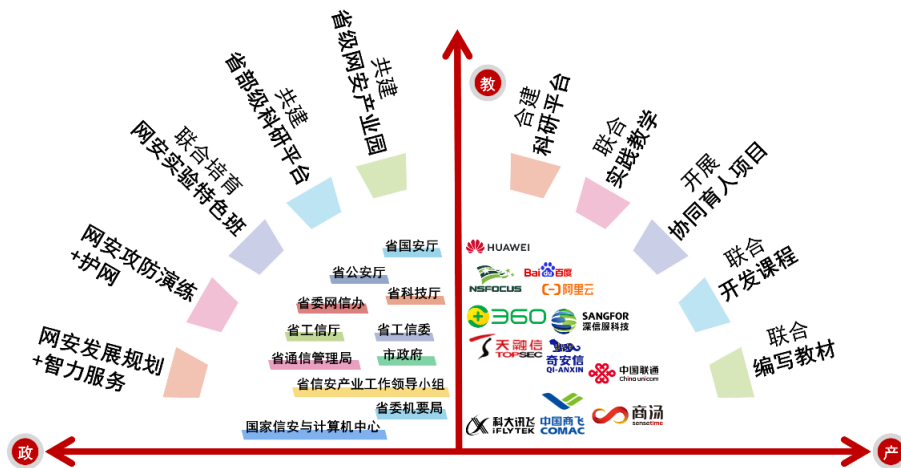


图 2 “产学研用融合”的一体化长效人才培养机制内涵建设逻辑

综上所述，“产学研用融合”一体化长效人才培养新机制与“四维创新平台”之间存在着相互促进、共同发展的关系。各方应充分利用各自优势，加强合作与交流，共同推动产学研用深度融合和长效人才培养机制的建设。

3.2 “人才培养、科学研究与社会服务”三位一体教学支撑体系内涵建设

为克服科研训练与学科竞赛软硬件环境薄弱、实践教学资源匮乏的困境，以“在战争中学习战争，在实战中提升技能”为教学理念，依据人才培养、科学研究和社会服务之间的内在联系和相互关系，通过融合专业教学实验室建设、科研实验室建设、实践实习基地建设、科研项目训练、科技创新竞赛活动、社会服务实践等多元化举措，开展了三位一体的教学支撑新体系的内涵建设，该体系的内容与逻辑框架如图 3 所示。

具备良好设备设施和环境的教学科研支撑平台是教学支撑新体系的核心之一。教学科研支撑平台主要包括专业教学实验室以及科研实验室。通过 8 年多的循序渐进建设，目前学院已拥有网络空间安全实验室、密码学实验室、电子取证实验室、信创实验室和软件安全实验室等教学设备设施完善的专业教学实验室，主要教学设备包括网络空间安全实训靶场、攻防竞技系统、数据安全教学平台、密码安全教学实训系统等。同时，通过与国家安全管理部合作成立部级电子取证实验室，江西省科技厅立项建设的数据安全技术江西省重点实验室（原江西省网络空间与信息安全重点

实验室），南昌大学立项建设的智能软件与网络空间安全实验室，形成了在互联网+金融风控、电子取证、新型密码技术、大数据安全与应用等前沿领域具有一定影响力的省内知名科研平台，拥有网络安全风险分析与控制平台、全球态势感知系统、计算机痕迹取证系统等先进科研设备设施，可为实战型网络安全人才培养提供全面、优质的软硬件教学支撑条件。

面向产业需求的丰富的实践实习基地也是教学支撑新体系的重要组成部分。学院通过与安全行业头部企业、国内百强企业、海外知名企业、政府安全主管部门、海外知名高校合作，目前已有包含深信服、奇安信、华安司法鉴定中心、江西联通、江西省网络安全研究院等在内的多元化实践实习基地，可为实战型网络安全人才的工程实践能力与创新能力培养，提供丰富的实践资源。依托教学科研支撑平台和实践实习基地，大力开展科研项目训练、科技创新竞赛活动以及社会服务实践，形成多元融合、动态持续的协同育人创新模式。

紧密结合企业实际需求，提炼出科研训练和学科竞赛的预研课题，并积极推进“项目驱动式”的教学体系改革；将竞赛机制融入教学之中，构建一个以课程体系为基础、以学科竞赛为导向、以企业真实工程环境为支撑的实践创新能力培养新体系。为学生提供了丰富的项目实践资源，显著提升了学生在学科竞赛、创新创业以及社会服务方面的能力和水平。

在网络安全人才的培养过程中，不断拓展专业方向，融合软件工程、人工智能、数据科学与大数据技术、数学、量子物理学、法学、国家安全学等多个学

科领域,通过与国内外高校、政府及企业的紧密合作,共建新工科交叉的省部级实验室等实训和培养平台,

并结合课程体系和培养方案的全面改革,致力于培养具有全面素养和创新能力的新一代网络安全人才。

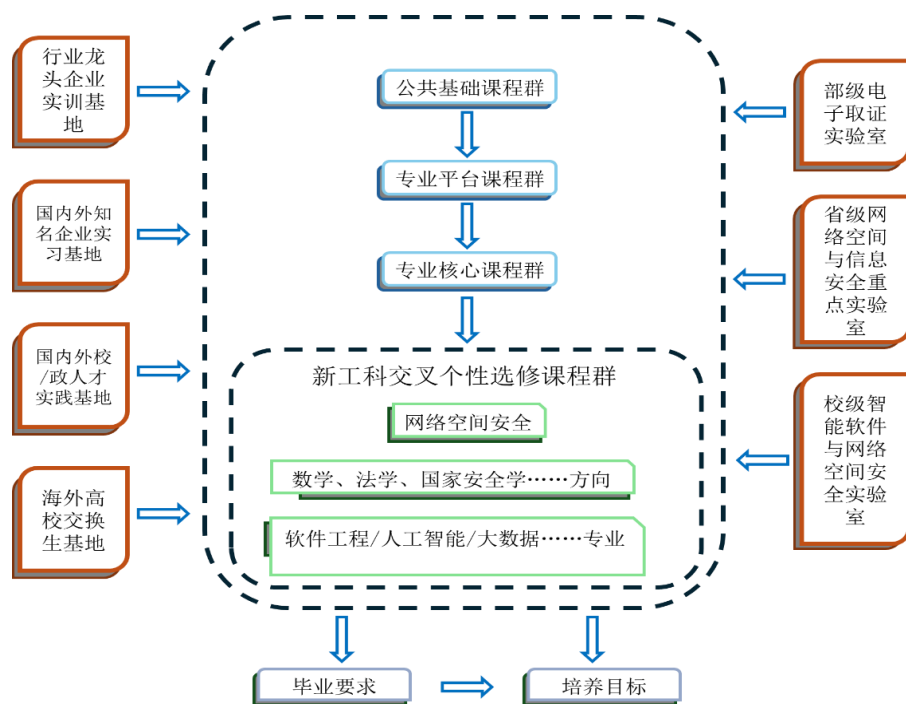


图3 “人才培养、科学研究与社会服务”三位一体教学支撑新体系逻辑框架

综上所述,“人才培养、科学研究与社会服务”三位一体教学支撑体系内涵建设与“四维创新平台”之间存在着密切的互动关系。各方应充分利用各自优势资源,加强合作与交流,共同推动高校在人才培养、科学研究和社会服务等方面的协同发展。

4 实战型网络安全人才培养探索与实践

针对南昌大学网络空间安全专业本科生培养,2016年启动“网络空间安全人才培养四维创新平台构建与实践”省级重点教学改革项目,紧扣国家战略需求,依托多学科交叉融合的独特优势,全力推动“新工科”建设。严格遵循工程教育专业认证标准,秉持“以学生为中心”和“以产出为导向”的原则,全面落实“持续改进”的教育教学理念。通过深化校企合作、政校协同的联合培养模式,致力于培养具备实战型网络安全人才。在人才培养过程中,始终坚持科教协同、产教融合的办学理念,将创新实践教育贯穿于始终,同时注重国际化视野的引领。力求培养出既具备坚定政治素养,又拥有卓越业务能力的网络空间安全高级专业技术人才,为国家的网络空间安全事业注入源源不断的活力和创新力。

通过8年的发展与实践,人才培养质量显著提高,累计培养网络安全学生达1000余人。与绿盟科技等20余家知名企业建立了校企合作关系,建立校级联合平

台及人才培养合作基地16个,成功立项教育部产学研合作协同育人项目25项,完成省、校级教改课题10余项,本科生获批创新创业项目20余项,学科竞赛获奖100余项,发表论文20余篇,参与申请发明专利20余项,获软件著作权30余项,实践应用效果优良,得到同行高校和行业企业高度评价和借鉴应用,在省内网络安全创新人才培养中起到了示范作用。

4.1 集结多方资源,构筑网络安全人才培养高地

积极拓宽和深化与网络安全企业的合作领域,不断加强合作层次,建立多元化、稳固且高质量的实习实训基地,实现与企业资源的深度融合和共享。借助教育部产学研合作协同育人项目,与绿盟科技、360集团、天融信、深信服等头部企业合作,共同参与建设高质量的实训项目和精品课程。合作实施实践教学环节,共同开展科研项目,为学生提供丰富的顶岗实习机会。秉持共建共享的理念,采取“走出去请进来”的策略,与北京交通大学、北京邮电大学、上海交通大学、江西警察学院等高校达成人才培养合作,实现优质师资、精品课程和教学设备设施等资源的共享,为国家网络安全事业的发展提供人才支撑,培养出更多高素质、实战能力强的网络安全专业人才。与省教育厅、省国安厅、省委网信办、省工信厅、省公安厅等网络安全主管部门保持密切的互动与合作,为本省信息安全行业提供符合需求的专业人才,为行业的发

展做出积极贡献。借助部省共建和双一流建设的资源条件和良好环境,与其他学科的专业人才进行交流与合作,有助于培养出具具备广泛知识背景和团队协作能力的网络安全专业人才。

通过搭建四维创新平台,以国家战略与江西省“1269”行动计划为指引,整合政府、企业、高校与交叉学科优势资源,共筑多元化、动态化、高效化的网络安全人才培养体系。积极承担国家网络安全重要任务、部委研究课题、重大工程建设,近五年承担国家级纵向课题12项,省部级课题29项,承担社会服务项目90项,项目总进账经费2000余万元。2022年获评全民数字素养与技能培训基地,2023年荣获全民数字素养与技能提升月工作突出单位。

4.2 产学研用融合,构建网络安全人才培养创新机制

“产学研用融合”长效人才培养机制,以实践创新能力为核心,充分发挥政府、行业、企业在人才需求中的导向作用,深化了企业、高校与交叉学科在人才培养中的合作,形成多元、融合、动态、持续的协同创新模式。该机制有效提升了人才培养与产业发展的契合度,实现了人才培养与产业需求的无缝对接,解决了学生工程实践与创新能力不足的问题,人才培养取得显著成效。2022年,我校成功获批工业和信息化重点领域产业人才基地。

4.3 “三位一体”平台,助力实践能力培养

“三位一体”教学平台在实践创新能力培养上进行了创新,结合政府、行业、企业需求,以企业真实工程环境为基础,构建全面实践教学体系。积极与绿盟、奇安信和天融信等企事业单位建立校企联合平台,共同建设了网络空间安全实训靶场、数据安全实训平台等一系列基于国产软硬件的教学实训平台;与华为联合打造“智能基座”产教融合协同育人基地,加速了新工科的建设步伐,通过鸿蒙开发者创新中心和“麒麟工坊”实训基地专项培养国产软件人才和信创人才队伍,进一步提升了在网络安全人才培养方面的实力,为各项基础研究、技术创新、社会服务和人才培养提供了坚实的条件保障。不仅为人才培养提供优质资源环境,还有效提升了学生在学科竞赛、创新创业、社会服务中的综合能力,为培养高度实践创新能力的网络空间安全人才奠定了坚实基础。获得中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛金奖、挑战杯中国大学生创业计划竞赛铜奖等学科竞赛奖励。

依托省重点实验室和部级电子取证联合实验室等科研平台,立足培养为江西省党政机关事业单位提供网络攻防演练的精锐队伍,为社会提供网络安全保障的尖兵连。将科研与产业最新技术融入课程体系,实

现科教协同、产业与人才培养深度融合,参与网络安全演习、攻防演习、护网行动等活动,锻炼实际操作能力,提升解决现实问题的能力。近年来积极配合省、市安全主管部门,开展网络安全专项检查调研,为省市网络安全隐患排查提供科学依据,得到了主管部门的高度评价。组织师生参与江西省教育厅、江西省公安厅、南昌市公安局等单位的网络安全演习,受到好评和表扬。

5 结束语

在深入剖析网络空间安全人才培养的诸多现实挑战后,通过系统研究构建校企联动、校校合作、校政合力、学科交叉的四维创新平台,在网络空间安全专业本科生开展实战型网络安全人才培养创新模式实践,打造以产学研用融合为核心的人才培养生态,为行业产业发展奠定人才基础。今后,将继续创新和探索网络安全人才培养模式,建设中部地区重要的网络安全人才培养基地,为国家网络强国战略做出应有的贡献。

参考文献

- [1] 袁胜. 面向实战的网络安全人才培养[J]. 中国信息安全, 2023, (03): 47-48.
- [2] 常利伟, 李春雪, 刘畅, 等. 网络空间安全人才培养体系现状分析与建设途径[J]. 信息安全研究, 2018, 4(12): 1083-1088.
- [3] 郭文忠, 张友坤, 董晨. 网络强国战略背景下的“五位一体”信息安全人才培养模式探索[J]. 中国大学教学, 2020, (10): 21-24.
- [4] 郭燕慧, 陆天波. 课程思政理念下“信息安全管理”案例教学研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2021, 9(2): 97-102.
- [5] 江西省人民政府. 江西省制造业重点产业链现代化建设“1269”行动计划(2023-2026年)[EB/OL]. 2023-07-12. https://www.jiangxi.gov.cn/art/2023/7/14/art_4975_4532803.html
- [6] 李勇, 田霞, 吴春花. 网络安全人才培养应“实战化”[J]. 信息安全研究, 2018, 4(12): 1062-1065.
- [7] 李建华. 多元化多层次网络空间安全人才培养创新与实践[J]. 信息安全研究, 2018, 4(12): 1073-1082.
- [8] 王鹏, 张焕国. 网络空间安全学科人才培养探索与思考[J]. 信息安全研究, 2016, 2(11): 1049-1052.
- [9] 郭忠文, 蒋若冰. “产、教、学、研”四位一体研究生产教融合培养模式研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 8(11): 18-22.
- [10] 马晓亮. 网络安全攻防实战技术与效果分析[J]. 信息安全研究, 2021, 7(08): 763-772.
- [11] 翁健, 魏林锋, 张悦. 网络空间安全人才培养探讨[J]. 网络与信息安全学报, 2019, 5(03): 44-53.
- [12] 李鹏伟等. 混合教学模式下的网络空间安全课程教学改革[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5): 136-140.
- [13] 王彤, 陈锦柱等. 面向新工科的计算机类专业软硬件协同创新实践教学模式探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2022(11): 1-8.