

基于产教融合的“国产化操作系统”实验教学改革探索*

闫丽丽^{**} 丁哲 吕智颖

成都信息工程大学网络空间安全学院（芯谷产业学院），成都 610225

摘要 随着国产化操作系统在国家安全和信息技术产业中的战略地位日益凸显，培养具有实践能力和创新思维的研发人才成为高校教学改革的重要任务。然而，现有“国产化操作系统”实验教学存在教学内容陈旧、缺乏综合性实验项目、实验教学手段单一等问题，难以满足国产化操作系统行业对高素质人才的需求。在产教融合政策地推动下，对“国产化操作系统”实验教学进行改革探索，通过更新教学内容、设计综合性的实验项目、丰富教学手段和建立多元化课程考核方法，旨在使教学内容更贴近行业需求，提升教学质量，培养出适应产业需求的应用型人才，同时推进教学与产业的深度融合，为高等教育改革提供新思路。

关键字 国产化操作系统；产教融合；实验教学改革

Exploring Experimental Teaching Reform for "Domestic Operating Systems" Based on Industry-Education Integration

Yan Lili Ding Zhe Lv Zhiying

School of Cybersecurity (Xin Gu Industrial College)
Chengdu University of Information Technology,
Chengdu 610225, China;
56698371@qq.com

Abstract—As domestic operating systems becomes increasingly prominent in national security and the information technology industry, an important task of teaching reform in higher education institutions is to cultivate research and development talents with practical abilities and innovative thinking. However, the experimental teaching of "domestic operating systems" faces several issues such as outdated teaching content, insufficient comprehensive experimental projects, and monotonous experimental teaching approaches. It is difficult to meet the demand for high-quality talents in the domestic operating systems industry. This paper explores the reform methods of experimental teaching of "domestic operating systems" based on industry-education integration. By updating the teaching content, designing comprehensive experimental projects, enriching the teaching methods, and establishing a diversified course assessment approach, the teaching content can be made more relevant to industry needs, the teaching quality can be enhanced, and applied talents that meet industrial demands can be cultivated. Meanwhile, it aims to promote the deep integration of teaching and industry, providing new ideas for the reform of higher education.

Keywords—domestic operating systems, Industry-Education integration, experimental teaching reform

1 引言

在信息技术快速发展的当下，开发和应用自主可控的国产化操作系统对保障国家信息安全、推动科技创新具有重要意义。科技发展，离不开人才支撑，国产化操作系统产业的发展对该领域的研发人才提出了新的需求^[1]。据工信部《2023年信息技术应用创新产业发展白皮书》显示，国产操作系统生态建设急需具备

核心技术研发能力、跨领域实践能力和工程化思维与创新能力的复合型人才。高校作为人才培养的重要基地，承担着为国产化操作系统产业输送高素质研发人才的重任^[2]。

“国产化操作系统”课程是计算机相关专业的基础必修课程，该课程的内容涵盖了国产化操作系统的发展历程、常用指令、文本编辑器、Shell程序设计、网络应用及管理等，是后续“网络服务配置”、“Linux系统编程”、“防火墙技术和应用”等专业课程的基础。然而，传统的“国产化操作系统”实验课程教学存在诸多问题，难以满足快速发展的国产化操作系统产业对人才的实际需求。2017年国务院办公厅发布了《深

*基金资助：本文得到教育部产学合作协同育人项目（231103186063504）；成都信息工程大学本科教育教学研究与改革项目（JYJG2023082, JYJG2024171）资助

**通讯作者：闫丽丽 56698371@qq.com。

化产教融合的若干意见》，文件提出应将教育链和产业链深度融合，推动企业深度参与人才培养全过程，为产业升级与自主可控战略提供关键支撑。在此背景下，基于产教融合对“国产化操作系统”实验课程进行改革，以培养适应国产化操作系统产业发展需要的复合型人才成为刻不容缓的任务^[3, 4]。

2 “国产化操作系统”实验课程教学存在的问题

实验课程重在培养学生的创新实践能力，使学生从理论认知向工程能力转化，实现从掌握理论知识到解决问题的能力跃升。随着国产化操作系统产业进入高速发展期，传统“国产化操作系统”实验教学与产业需求的深层矛盾逐渐显现，教学与产业出现脱节，致使培养的学生难以满足操作系统产业对应用型人才的需求^[5]。

2. 1 实验教学内容陈旧

“国产化操作系统”课程的前身是“Linux实用操作系统”，因此实验课程的教学内容大多沿用了原有实验内容，仍以Linux系统为基础来讲授相应的命令操作、Shell程序设计、网络应用及管理等。但是，从2019年开始，国家将信创产业纳入“十四五”规划重点领域，国产化操作系统进入了百家争鸣的发展阶段。到了2023年国产化操作系统在党政、重点行业的市场占有率达到15%，出现了一大批优秀的国产化操作系统，如统信UOS、深度Deepin、OpenEuler和银河麒麟等。随着国产化操作系统的发展，使得其与Linux系统的指令、编程环境和网络配置都产生了差异，由于“国产化操作系统”实验课程仍是基于Linux系统开展，因此缺乏对国产化操作系统最新技术、功能和应用场景的体现，使得实验教学内容滞后于产业技术的发展，导致学生学习实验课程后，仍然对国产化操作系统的配置和编程环境不熟悉，难以适应实际开发工作^[6]。

以操作系统网络配置实验为例，“国产化操作系统”实验课程现有的实验内容是配置网络文件系统NFS（Network File System），但是NFS共享方式存在诸多缺点，只适用于纯Unix/Linux系统环境且安全性要求较低的场景。而在实际应用中，Samba（Server Message Block，服务器消息块）文件共享服务器应用的更广泛，可以实现Windows和Unix/Linux类系统之间的跨平台文件共享，而且在用户认证和安全性方面，Samba内置了加密和域控支持，满足高安全需求。因此，在配置文件共享服务器实验内容中，应将NFS替换为Samba。

近年来，相关技术开发公司在招聘过程中特别重视应聘者的实际动手和操作能力，在面试之前都会有笔试甚至是现场操作环节，以检测应聘人员对相关技术的掌握情况。然而，由于学生对国产化操作系统当

前常用相关技术接触较少，掌握的知识还停留在Unix/Linux类系统方面，使得学生所学的内容和工作后需要使用的技术脱节。学生面临着就业困难，即使进入企业，也需自学或在工作中重新培训，花费较长时间才能熟悉相关的技术，增加了企业的培训成本。

2. 2 缺乏综合性实验项目

目前“国产化操作系统”实验课程中设置的实验项目主要针对课程各章节中的单一知识点，多为离散的验证性实验，缺乏贯穿整个课程内容的综合性、系统性的实验项目。通过实验课程学习，学生虽然可以较好的掌握课程中授内容，但是难以将所学的知识点进行综合运用，进而无法解决国产操作系统在应用中的实际问题，不利于学生系统思维和解决复杂问题能力的培养。

以系统常用命令实验为例，该实验在当前被设置为验证性实验，实验指导书上对常用命令的格式和功能有详细说明，如grep “tcp” services，在services文件中搜索并显示包含tcp字符串的所有行。指导书上也会对相应指令的不同选项进行说明，如查找包含以u开头的行、查找时不区分大小写等。学生除了根据指导书给出的说明对各个指令进行验证性实验之外，还需通过查找教材、借助网络和系统帮助等途径进一步加深对该指令的使用。虽然通过以上操作，学生能够掌握关于grep指令的使用方法，但是没有设置综合性实验，在实际系统管理和操作中学生往往不能综合运用所学过的指令结合Shell程序解决实际问题。例如，面对操作系统安全配置问题时，管理人员需要结合系统网络配置命令、Shell脚本程序和常用系统指令设计、编写批处理程序。由于学生缺乏综合性实验的训练，虽然对课程中各个单一实验掌握较好，还是无法将单一知识点融合以解决实际中的复杂问题，还需进一步培训才能满足企业需求。

2. 3 实验教学手段单一

“国产化操作系统”实验课程的教学模式相对传统和单一，还是以“教师演示+学生模仿”为主，教师在课堂上讲解实验原理和步骤，学生按照要求进行操作，缺乏互动性和趣味性。同时，由于没有充分利用现代教育技术和网络资源，实验课程缺乏虚拟仿真平台、在线协作工具、多媒体教学软件等数字化手段支撑，无法为学生提供更加丰富、灵活的学习体验，限制了学生的学习积极性和自主性。

2. 4 考核评分体系不完善

传统的考核评分体系以实验报告和期末考试成绩为主，过于关注结果而忽视了学生在实验过程中的表现和团队协作、创新设计等能力的提升。这种考核方式不能全面、客观地反映学生的学习效果和实际操作

能力。例如，系统常用指令实验部分，在遇到困难时一些学生通过借助系统帮助、教材和网络等方式努力克服，但最终的实验结果却不理想；而另一些学生通过询问做过的同学，成功完成了实验，并且实验结果较好，按照传统的考核方式，学生的努力和进步无法得到充分体现，不利于激发学生的学习动力和创新精神。

3 产教融合的“国产化操作系统”实验课程教学改革探索

产教融合是产业界与教育界通过深度协作实现资源互补、协同育人的系统性教育模式，其核心在于打破传统教育壁垒，构建教育链、产业链、创新链“三链融合”的生态体系^[7]。由于计算机技术的快速迭代，为了避免产业需求与高校人才培养脱钩，基于产教融合实现“国产化操作系统”实验课程教学改革具有重要意义。

3.1 更新实验教学内容

为了将产业需求与教育实践深度融合，推动实验教学从理论验证向实践创新转型，本校与国产化操作系统企业紧密合作，根据产业技术的最新发展和实际应用需求，及时更新实验教学内容。通过和企业深度交流、派遣课程组老师参加企业培训、邀请企业导师参与实验内容设计等方式，动态调整实验课程内容，使其聚焦当前国产化操作系统发展的最新动态和技术需求。

在“国产化操作系统”实验课程中，引入华为OpenEuler操作系统作为教学的载体，更新传统的针对Unix/Linux类实验内容。例如，传统“国产化操作系统”课程的系统和网络配置实验，关于内核和软件更新的命令主要讲授的是apt，其是Linux系统内核更新的管理命令，虽然其更新的补丁范围覆盖通用硬件，但是缺乏针对国产硬件的专项优化。因此，在更新实验内容后，基于OpenEuler系统添加了对安装补丁kylin-update和dnf命令的讲解；此外，传统“国产化操作系统”课程的网络配置实验讲授的命令主要是ifconfig，但是由于ifconfig属于net-tools软件包，其功能较为陈旧，对新型网络技术支持有限；而OpenEuler系统默认使用iproute2工具套件中的ip命令，提供更全面的网络管理能力。因此，对网络配置实验内容进行更新，添加ip命令，并引导学生将ifconfig和ip命令进行对比、分析，由此加深学生的理解，引导学生对所学知识进行深入思考、举一反三，由此拓展学生思维，培养学生自主学习能力。通过对实验内容更新，让学生真正掌握国产化操作系统的配置和使用，使学生能够接触到行业前沿知识和技术，提升学生的知识储备和技能水平。

3.2 设计综合性的实验项目

在信息技术自主可控的国家战略背景下，国产化操作系统产业急需创新性的高素质人才。而设计综合性、系统性的实验项目，将多个知识点和技能点有机融合，构建“理论验证-技术攻关-工程实践”的全链条培养模式，对锻炼学生解决复杂工程问题的能力，培养具有自主创新能力的应用型人才具有关键作用。例如，综合性实验题目“基于Shell脚本自动化配置用户与防火墙”；实验目标包括：

- ① 掌握在OpenEuler系统中基于Shell脚本批量创建用户并分配权限；
- ② 使用脚本自动化配置防火墙规则，针对不同权限用户实现服务器端口控制；
- ③ 添加错误处理和日志记录，便于管理。该综合实验将常用命令、系统管理、网络配置和Shell编程等实验内容有机地融合在一起，使得学生能够解决实际问题。

此外，为了进一步培养学生的科研实践能力，还可以联合企业，借鉴国产操作系统在开发和使用过程中常见的配置和使用问题设计综合性实验，让学生亲身参与到真正的国产化设计和测试的工作情境中，有效锻炼学生应对实际问题的能力，保证学生深入了解企业的科研需求，实现课堂教学与产业需求的紧密衔接。

再有，可以联合企业举办与国产化操作系统行业技能密切相关的竞赛，实现“以赛促教、以赛促改”，通过组织学生参加相关竞赛，进一步了解行业的最新动态，促进与其他兄弟院校的交流，及早发现课程培养中的不足，进而对竞赛内容进行扩展，延伸到实验教学过程中，深化、扩充实验教学内容，提升实践教学的综合性和整体质量。

通过以上途径，实现综合性实验项目改革，使学生不仅能够深入理解各知识点之间的联系，还能够在实践中提高系统的分析和设计能力，增强团队协作和项目管理能力。

3.3 丰富实验教学方法

在产教融合背景下，丰富国产化操作系统课程的教学方法与手段需结合产业需求、技术创新和教育改革，形成多维度的教学模式。多元混合教学是近年来高校教学改革的一个重要方向^[8]，即在实验教学过程中引入案例教学模式、问题导向教学模式、项目式教学模式、翻转课堂模式。多元混合教学模式有别于传统教学模式，将学生作为教学过程中的主导，学生既是学习的主体，又是学习活动的参与者，学生全程参与学习任务的设计、实施和评价。在项目实施过程中，

改变以往“以教师讲授为主”灌输性的教学模式，使学生不但能够掌握实验课程内容，而且还能激发学生的学习兴趣，锻炼学生的组织能力、创新思维和团结协作能力。

此外，在教学设计环节，可以充分利用现代教育技术和网络资源，采用线上-线下混合教学模式，搭建虚拟实验室和在线实验平台，如基于云计算的国产化操作系统实验环境，在课前布置预习项目，课后布置复习项目，使学生可以随时随地进行实验操作，不受时间和空间的限制。同时，针对复杂的、综合性的实验项目，开发多媒体教学软件和在线课程资源，如动画演示自动化配置国产化操作系统防火墙的方法、视频讲解系统安全配置的操作过程等，使教学内容更加生动形象，提高学生的学习兴趣和参与度。

再有，还可以邀请企业专家作为校外导师，参与

表 1 实验课程多元化考核方案

| 考核类别 | 考核方式 | 考核点 | 权重 |
|--------|-----------|-----------------------|-----|
| 过程化评价 | 考勤 | 课堂出勤 | 4% |
| | 课堂问答、讨论 | 课堂参与度 | 8% |
| | 线上学习+预习测试 | 预习情况 | 6% |
| | 实验过程检查 | 实验参与度、解决问题能力 | 10% |
| | 课后作业+随堂测试 | 课后复习情况 | 8% |
| | 实验报告 | 实验完成情况 | 6% |
| | 学生互评价 | 团队协作能力 | 8% |
| 成果导向评价 | 综合性实验项目答辩 | 实验项目总体实施和完成情况 | 15% |
| | 期末考核 | 实验课程总体掌握情况 | 15% |
| | 竞赛获奖 | 专业知识综合运用情况 | 5% |
| | 技能证书 | 行业认定和相关知识拓展情况 | 5% |
| 企业参与评价 | 综合性实验项目报告 | 项目实施的实用性，解决问题所采用技术的难度 | 10% |

过程化评价包括学生预习情况、教学内容掌握情况、课后复习和反思情况、平时实验项目参与度、团队协作能力、解决问题能力等。在实验课程中，教师可以通过观察学生的学习态度、考勤情况、课堂表现、操作规范、遇到问题时的解决思路等进行过程化评价。此外，项目完成后，还可以通过调查问卷的形式评估学生在团队中的角色分工、沟通协作情况以及对项目进度和质量的贡献，此部分成绩占总成绩的50%。

成果导向评价通过项目答辩的方式展示学生最终的实验成果；通过期末考试综合评估学生对实验课程

实验课程教学，实现专业教师和企业专家的联合教学模式。在实验课程讲授过程中，定期邀请企业专家以学术报告、专业讲座等形式，结合企业实际开发工具和环境，对学生实验教学进行指导，让学生在真实的产业环境中进行学习和实践，提前适应企业的工作要求。

3.4 建立多元化的课程考核体系

建立多元化的课程考核体系，注重对学生实验过程和能力的评价，能够全面、客观的反映学生对课程的掌握情况，为教师后续对实验课程进行有针对性的改革具有重要意义。健全的课程考核体系应该覆盖课程的整个阶段，包括过程性评价、成果导向评价和企业参与评价，由此形成多维、客观的评价体系，实验课程的具体考核方案如表1所示。

的整体掌握情况，此部分成绩占总成绩的40%。其中项目答辩、期末考核成绩各占总成绩的15%，此外还要考虑学生的竞赛获奖和技能证书获得情况，这两部分各占总成绩的5%。

企业参与评价，通过邀请企业导师对学生的综合项目完成情况进行评价，包括项目实施的实用性、解决问题所采用技术的难度，此部分成绩占总成绩的10%。

以上的考核方式可以在实践中反复探索、不断更新，逐步形成全面、客观、多元的考核体系，更好地

反映学生的学习效果和综合素质。由此激励学生在学习过程中注重知识的积累和能力的提升,为培养创新、应用型人才提供系统性支撑。

4 “国产化操作系统”实验教学改革成效

在课程组教师的共同努力下,“国产化操作系统”实验教学改革成果已经在成都信息工程大学2022级、

2023级学生中逐步实施,并取得了显著的成效,具体学生的期末成绩分布变化如图1所示。相较于2021级学生,2022级学生的不及格率显著减少,学生分数也明显提升。经过2022级实验课程改革的实施,课程组在教学过程中总结经验、不断反思,使得实验课程持续改进,因此2023级学生的课程成绩提高明显,高分数段学生人数显著增多,这也验证了实验教学改革方法的有效性。

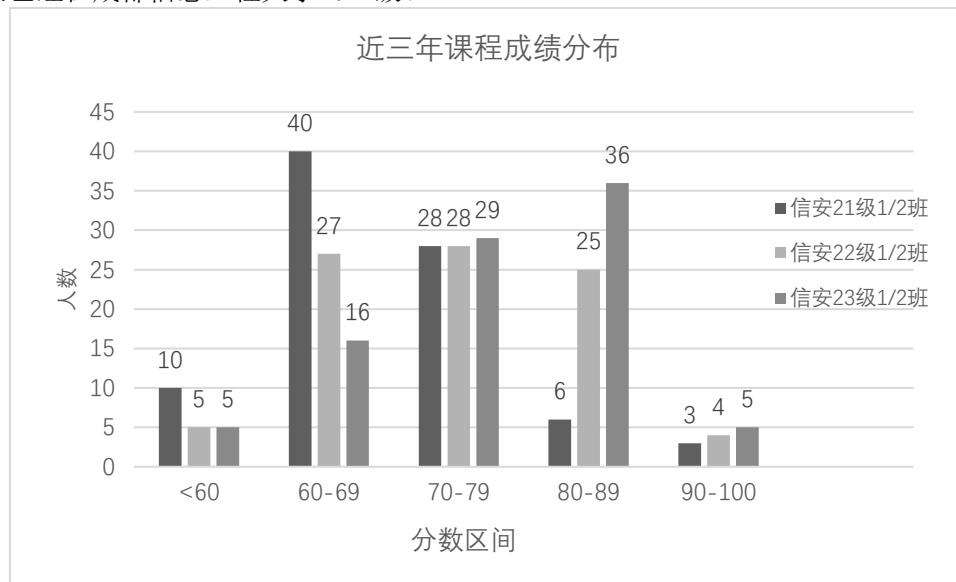


图1 近三年实验课程学生成绩分布

此外,在课程结束后的调查问卷环节,课程的实验教学内容和教学方法得到了学生的一致肯定,并提出了很多有价值的宝贵意见,助力实验课程教学的持续改革。

5 结束语

基于产教融合推动“国产化操作系统”实验教学改革,能够有效解决传统教学模式与产业需求脱节的问题。实践证明,改革后的课程显著提升了学生的系统开发能力与工程素养,未来还需进一步深化校企合作机制,推动实验课程教学向“产业需求驱动、创新能力引领”的方向持续发展,推动国产化操作系统教育向更高质量、更高水平迈进,培养出满足国产化操作系统产业发展需求的高素质研发人才。

参 考 文 献

[1] 张伟文,林穗,刘冬宁.基于华为“智能基座”的操作系统课程建设[J].计算机教育,2024(3): 106-110.

- [2] 沛涛,龙天池.基层央行应用国产操作系统面临的挑战及建议[J].金融科技时代,2023, 31(05):61-64.
- [3] 黄萍,朱惠娟,王颖,等.以产教融合为导向的操作系统课程改革实践[J].计算机教育,2025(2): 41-44+48.
- [4] 刘志峰,马颖忆,张启菊,等.地方本科院校产教融合创新模式的构建与实践:以金陵科技学院建筑类专业为例[J].金陵科技学院学报(社会科学版),2023, 37(2): 77-84.
- [5] 王金凤,孙微微,张丽霞,等.双一流背景下的操作系统实践课程改革研究与探索[J].计算机技术与教育学报,2022. 10(5): 116-120
- [6] 王红滨,何鸣,刘刚,等.基于国产化操作系统的教学改革探索——以“操作系统”课程为例[J].计算机技术与教育学报,2023. 11(2): 81-85.
- [7] 叶勇.基于产教融合理念的高职计算机应用技术专业教学改革探索[J].创新创业理论研究与实践,2022, 5(17): 189-191.
- [8] 薛姣.产教融合背景下计算机实验教学改革与实践[J].陕西教育(高教)2024. 7: 47-49.