

面向创新能力提升的《高级计算机网络》研究生课程改革研究

张士庚¹, 刘璇^{2*}, 吴伟¹, 黄家玮¹

1. 中南大学 计算机学院, 湖南 长沙 410083

2. 湖南大学 计算机学院, 湖南 长沙 410082

DOI:10.61369/ETI.2026020003

摘 要 : 在当前国际竞争日趋激烈的背景下, 如何加强培养研究生从源头进行科技创新的能力, 是提升我国计算机领域关键技术创新能力关键, 也是高校研究生教育亟需着力解决的重要问题。本文以计算机体系结构的核心课程《高级计算机网络》为例, 研究如何通过课程定位、课程内容建设、教学方法改革、课程思政融入等方面进行改革, 在夯实学生基础、扩展学生科研视野的基础上, 提升研究生归纳科研问题本质、展开系统性科研的能力, 为培养研究生进行从0到1进行科研创新的能力提供参考, 并通过课程思政融入培养学生的家国观念, 提升学生突破关键技术瓶颈、勇攀科学高峰的自信心。

关 键 词 : 高级计算机网络; 创新能力提升; 研究生课程思政

Research on the Reform of the Graduate Course "Advanced Computer Networks" for Enhancing Innovation Capabilities

Zhang Shigeng¹, Liu Xuan^{2*}, Wu Wei¹, Huang Jiawei¹

1. School of Computer Science, Central South University, Changsha, Hunan 410083

2. School of Computer Science, Hunan University, Changsha, Hunan 410082

Abstract : Against the backdrop of increasingly fierce international competition, how to strengthen the cultivation of graduate students' ability to innovate in science and technology from the source is crucial for enhancing China's innovation capabilities in key computer technologies. It is also an important issue that urgently needs to be addressed in graduate education at universities. Taking the core course in computer architecture, "Advanced Computer Networks," as an example, this paper explores how to reform the curriculum in terms of positioning, content development, teaching methods, and the integration of ideological and political education. By consolidating students' foundations and expanding their research horizons, the aim is to enhance graduate students' ability to identify the essence of research problems and conduct systematic research. This provides a reference for cultivating graduate students' ability to innovate in research from scratch. Additionally, by integrating ideological and political education into the curriculum, students' sense of national identity is fostered, and their confidence in breaking through key technological bottlenecks and scaling the heights of science is boosted.

Keywords : advanced computer networks; enhancing innovation capabilities; ideological and political education in graduate courses

引言

教育部等在2020年发布的《关于加快新时代研究生教育改革发展的意见》^[1]中指出:“研究生教育肩负着高层次人才培养和创新创业的重要使命,是国家发展、社会进步的重要基石,是应对全球人才竞争的基础布局”。在当前国际竞争日趋激烈的背景下,为打破西方国家对我国的核心关键技术的封锁,解决当前我国面临的关键技术受制于人的难题,加强培养科研人员从源头进行创新的能力至关重要。作为科研人员的主要储备,研究生的创新能力培养是科研人员创新能力培养的重要环节。

基金项目: 2023年度中南大学研究生教育教学改革研究项目《面向源头能力创新提升的<高级计算机网络>课程改革研究》(2023JGB080)。

作者简介: 张士庚(1981.12—),男,汉族,山东滕州人,博士研究生,教授,研究方向:物联网、人工智能、边缘智能。

通信作者: 刘璇(1982-12-),女,汉族,湖南长沙人,博士研究生,教授,研究方向:人工智能、具身智能、物联网。

《高级计算机网络》是计算机类和电子信息类研究生的核心课程。在当前国际竞争日趋激烈的背景下,计算机专业研究生人才的培养面临着更高的要求:一是要求深厚的专业基础知识,主要是数理基础、外语基础、电子信息基础以及计算机技术基础,使得学生具备很强的对问题进行归纳、发现问题本质的能力;二是具备很强的系统开发能力,使得学生能够将理论上的创新转为技术上的实现。然而,当前高级计算机网络课程教学还存在着知识点散乱、理论与实践相脱节、教材内容不能及时反映最新研究前沿进展等不足,距离研究生培养理念的要求还有相当的距离^[2,3]。针对前述问题,本文以计算机体系结构的核心课程《高级计算机网络技术》为例,通过在课程体系定位、课程内容建设、教学方法改革、课程思政融入等方面进行探索性改革,在夯实学生基础、扩展学生视野的基础上,提升研究生归纳科研问题本质、展开系统性科研的能力,为培养研究生从源头创新的能力打下坚实的基础。通过优化课程体系,明确课程定位,整合本科生--研究生以及国内生--留学生教学体系;在此基础上,对教学内容进行重新组织整合,实现基础与前沿并重。同时,通过改进教学方法,以项目为驱动,辅之以开源实践平台来提升学生的系统开发实现能力。最后,通过融入课程思政,培养学生的家国观念,培养学生突破关键技术瓶颈、勇攀科学高峰的自信。

一、《高级计算机网络》课程改革研究现状

如何更好地组织《高级计算机网络》课程的内容来提升教学效果,长期以来一直是研究生课程改革中关注地问题。邢长友等^[4]研究了以创新能力培养为核心的高级计算机网络课程体系,通过专题与文献相结合的课程内容组织方式来提升学生了解科技前沿的能力。李向丽等^[5]从实验教学的角度来研究如何提升高级计算机网络的科研创新能力。汤战勇等^[6]考虑到当前信息安全的多个热点领域和发展方向,研究了如何在网络安全方向提升研究生创新能力。钱程东等^[6]从研究生教育整体教学体系的角度,从课程内容、实验设置以及教材建设等方面对高级计算机网络的的教学进行了探讨。

在改革研究生教学手段以提升教学方面,黄宝琦等^[7]提出了基于问题引导的任务驱动教学设计与优化方案,并以链路层以太网协议为了对教学案例设计进行了探讨。马立丽等^[8]在实践过程中发现将BOPPS教学模式与在线教学模式进行有机融合可以取得较好的教学效果,能够调动学生学习的积极性,保证线上教学的质量和效率。蒋斌等^[9]对高职院校计算机网络课程的教学模式和方法进行了改革与创新,通过引入任务驱动教学法将重点放在学生的健康成长与全面发展上,能够更好地进行开发技能的培养。周烽等^[10]运用SPOC教学模式,对传统计算机网络教学模式进行改革,通过学习平台的针对性教学,克服传统教学模式弱点,摸索出一套可行的教学模式。丁琳等^[11]将翻转课堂和传统教学模式行有机融合进行混合教学模式的构建,验证了该模式对学生培养效果的有效性。

如何在研究生课程中融入课程思政元素近年来也引起广泛关注。张明川等^[12]提出了“深挖资源、有机融入、多元施策、持续创新”的课程思政建设思路。万良田等^[12]通过挖掘课程知识点中蕴含的思政元素,将思政点融入章节教学之中,对高级计算机网络课程思政的建设方向进行深入分析与讨论,实现了课程思政与专业教学的同向同行。李会民等^[13]将思政育人引入计算机相关专业课堂教学,达到了较好的教书育人效果。韩海晓等^[14]将OBE及翻转课堂理念引入到计算机网络课程中,以“学生为本、先学后教、以学定教、教学合一”的理念为指导,促进了课程思政与

教育教学的融合创新,有效提升了教学效果。

二、《高级计算机网络》课程改革主要举措

为有效提升研究生创新能力培养,主要从如下4个方面对高级计算机网络的课程教学进行了改革:

(一) 优化课程体系,明确课程定位

高等计算机网络课程属于大类公选课,选课人数较多并且选课学生来源较广。除了计算机专业背景的学生,也有很多来自电子系、自动化系、软件学院等相关院系甚至留学生选修本课程。这种情况下,如何对本门课程的进行精准定位,对于优化课程内容组织、选择合适的教学方法具有很大的影响。在实践过程中,我们将本科、硕士和博士的计算机网络课程教学内容通盘考虑组织,同时突出各阶段的培养重点,实现不同层次的人才培养目标。拟定了“本科打基础、硕士重能力、博士出创新、科研促教学、实践贯始终”的多层次教学理念,在课程设置上突出“高级计算机网络”课程在整个网络课程体系中承上启下的作用:让研究生在完成本科课程“计算机网络原理”的基础上,进一步对网络体系结构进行深入学习并初步了解计算机网络相关领域如分布式机器学习、数据中心网络、物联网、边缘计算、云计算、网络安全等相关研究领域的最新研究成果和基本研究方法。经过本课程的学习,对于非计算机专业背景的研究生,可以满足其对网络领域研究现状进行全面了解的需求;对于计算机专业背景的研究生,可为未来进一步从事该领域的研究打下基础。相关专业的研究生可以进一步选修“网络与信息安全”和“无线网络和移动计算”等后续提高课程,进行有针对性地后续研究。

(二) 优化教学内容,基础与前沿并重

如何提高研究生自主探索前沿研究的能力和开发能力对应培养学生的源头创新能力和系统创新能力至关重要,而这些能力的培养需要相关教学内容的支撑。本课程的主要教学内容主要包括传统计算机网络体系架构与基本原理以及最新进展综述,如无线智能感知、边缘计算、数据中心网络以及大型分布式机器学习系统,同时辅之以文献阅读与专题讨论。通过精心筛选本领域顶级国际会议和期刊如IEEE/ACM汇刊系列和SGCOMM/NSDI/

MOBIOCM/MOBISYS/SENSYS等在过去两年发表的最新论文，让学生进行认真精读并在课上进行展示讨论。通过这种方式，每位学生可以及时了解计算机网络领域地最新科研方向和最新相关进展，可以很好地为自己的科研方向进行规划并为自己的科研领域提供有益的借鉴。学生通过自由分组的形式组成小组，每组选定一篇自己感兴趣的论文进行讨论汇报，并且鼓励学生通过复现来发现所讨论的工作可能存在的问题，提升学生总结、发现问题的能力。

（三）项目驱动的教学方法改革

实践开发水平和综合开发能力是计算机网络课程的重要教学目标之一。我们以提升研究生系统开发能力为指导，以项目为导向来进行教学法设计。在项目驱动的实践教学过程中，首先构建项目资源库，结合当前科研热点，设计一批学生感兴趣的、有一定实际意义的、符合学科专业发展方向的项目。在此基础上组织学生参加开放性项目实践，将学生作为实践教学的中心，积极鼓励学生参与适当的项目中，老师辅导学生进行项目的调研、问题分析，引导学生进行探究性学习，强调教师的“教”的过程和指导学生“练”的过程，在项目执行过程中坚持“融教与练，融学与练，以练促学”。促使学生积极探索，激发学生参与实验项目的热情，进而实现项目的部分或所有实践内容。

（四）课程思政融入

课程思政教育可以帮助学生在求学期间确定努力和奋斗方向，让学生明确我国目前的优劣势，促使学生在未来的学习和工作过程中有的放矢，做出符合国家需要和自身需要的研究方向选择。在融合思政点及知识点时，我们注意以专业知识教学为主，保证课程定位不变仅在课程教学当中合理融入思政点，在教学内容设计中巧妙利用思政点，灵活调动学生的积极性，提升学生的民族自豪感。例如，利用华为不屈从美国无理打压，自立自强，自主研发鸿蒙操作系统、GPU芯片，突破美国技术封锁的事迹，激发学生自立自强的科研斗志，树立他们科技自强的信息，激励

他们努力做有突破性、有创造性的科研。

三、教学效果分析

本课程从2023年开始对研究生的高级计算机网络课程进行改革创新，从原来硕士博士分开授课改成硕博合班授课，通过采用双语教学提升课程与国际接轨的程度。经过3年的实践，已经取得了很好的效果。选课人数逐年提升，从2023年的82人上升到2025年的150余人，学生教学评价历年均维持在96分以上。专题讨论成效显著，明显提升了学生对本领域前沿进展了解的深度和广度，激发了同学们开展高水平科研，参加高水平竞赛、发表高水平论文的热情。近年来，以研究生为主要作者的高水平论文逐年增加，并在USENIX ATC、EuroSys、CCS等网络相关的国际顶级会议取得突破。同时，通过课程专题研讨，学生的对前沿论文进行展示和讨论的能力显著增强。

四、结语

针对当前研究生《高级计算机网络》教学课程中在教学内容组织、教学方式方法等不能很好支持研究生原始创新能力的问题，通过将本科生和研究生计算机网络教学通盘考虑，对教学内容进行优化，通过文献专题阅读的方式提升课程内容的前沿性，让学生能够更好地掌握科研领域前沿，提升发现本质问题的能力。同时，通过项目驱动的教学方法改革，提升学生的实践开发能力，提升学生对科研思想进行快速验证和创新的能力。经过3年的实践表明，所提出的教改举措很好的激发了学生开展高水平科研的兴趣和自信心，达到了较好的效果，为提升学生的源头科技创新能力提供了有益的借鉴。同时，发现在选修学生数比较多时如何更加合理的对文献阅读进行分组来保障效果，需要进一步探讨。

参考文献

- [1] 教育部、国家发展改革委、财政部发布《关于加快新时代研究生教育改革发展的意见》。http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html
- [2] 张明川，冯嘉美，王娟，等. “高级计算机网络”课程思政建设与实践研究[J]. 教育教学论坛，2025,(49):17–20.DOI:10.20263/j.cnki.jyxxlt.2025.49.016.
- [3] 李向丽. 研究生高级计算机网络课程实验教学改革[J]. 创新创业理论与实践，2024,7(17):54–58+135.
- [4] 徐格. 高等计算机网络课程教学研究[J]. 计算机教育，2016(01):21–25. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2016.01.008.
- [5] 许勇，陈丹华.《高级计算机网络安全》课程教学探索[J]. 教育教学论坛，2014(04):200–201.
- [6] 钱程东，沈立，张春元，赵亮. 计算机学科研究生课程体系的构建与实施[J]. 计算机教育，2015(06):1–4.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2015.06.001.
- [7] 黄宝琦，卢慧. 问题引导下的计算机网络原理课程任务驱动教学设计与优化[J]. 计算机教育，2022(11):69–72.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2022.11.009.
- [8] 马立丽，张铁红. 探析BOPPS教学模式在计算机网络课程线上教学平台的教学设计[J]. 科学咨询(科技·管理)，2022(12):244–246.
- [9] 蒋斌. 任务驱动法在高职“计算机网络技术”教学中的应用[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊)，2022(11):1–4.
- [10] 周烽. 计算机网络教学中的SPOC模式应用[J]. 电子技术，2022,51(11):124–126.
- [11] 丁琳，谭敏生，陈灵娜. 混合教学模式在计算机专业研究生课程中的应用探索[J]. 高教学刊，2019(05):98–100.DOI:10.19980/j.cnki.23–1593/g4.2019.05.031.
- [12] 万良田，王菲，孙璐，王成鹏. “高级计算机网络”课程思政方案设计与研究[J]. 教育教学论坛，2022(52):138–142.
- [13] 李会民，马桂英，王延仓.《计算机网络原理》中的课程思政[J]. 北华航天工业学院学报，2022,32(05):33–35.
- [14] 韩海晓. 基于OBE的翻转课堂混合教学模式应用研究——以“计算机网络”课程为例[J]. 现代信息科技，2022,6(23):183–186+190.DOI:10.19850/j.cnki.2096–4706.2022.23.047.