

高级网络课程建设与改革： 创新驱动，培育网络安全精英*

曹越 魏高达 林海

王燕

武汉大学国家网络安全学院，武汉 430072

北京外国语大学区域与全球治理高等研究院

刘昕**

北京 100089

武汉大学信息中心，武汉 430072

摘要 随着网络技术的飞速发展，计算机类课程的建设与改革成为培养适应时代需求专业人才的关键。本文以武汉大学国家网络安全学院的“高级网络”专业型硕士课程为研究对象，详细阐述其在课程建设与改革方面的实践探索。通过优化课程内容、创新教学方法、加强教材建设等举措，致力于提升教学质量，培养学生的专业素养和实践能力，为计算机类课程的发展提供有益借鉴。

关键字 课程建设，教学改革，国际化实践

Construction and Reform of Advanced Network Courses: Innovation-Driven Cultivation of Cybersecurity Elites

Yue Cao Gaoda Wei Hai Lin

Yan Wang

School of Cyber Science and Engineering,
Wuhan University
Wuhan 430072, China
yue.cao@whu.edu.cn

Advanced Institute for Regional and Global
Governance, Beijing Foreign Studies
University
Beijing 100089, China
wang.yan1@bfsu.edu.cn

Xin Liu**
Information Center, Wuhan University
Wuhan 430072, China
xinliu@whu.edu.cn

Abstract—With the rapid development of network technology, the construction and reform of computer-related courses have become crucial for cultivating professional talents adapted to the needs of the times. This paper takes the "Advanced Network" professional master's course of the School of Cyber Science and Engineering at Wuhan University as the research object, elaborating in detail on its practical explorations in curriculum construction and reform. Through measures such as optimizing course content, innovating teaching methods, and strengthening teaching material development, it is committed to improving teaching quality, cultivating students' professional literacy and practical capabilities, and providing useful references for the development of computer-related courses.

Keywords—Curriculum construction, teaching reform, international practice

1 引言

在数字化时代，随着网络技术逐步融入社会各领域，网络安全问题频发，导致对专业网络人才的需求呈爆发式增长。计算机类课程^[1]作为培养网络专业人才的核心载体，其教学质量直接关系到人才培养的成效。“高级网络”课程作为武汉大学国家网络安全学

院专业型硕士研究生的重要课程，对提升学生网络技术水平 and 网络安全素养起着举足轻重的作用。近年来，本课程积极响应时代需求，在课程建设与改革方面进行了一系列探索与实践。

2 课程现状与问题剖析

2.1 课程开设背景与现状

“高级网络”课程自2021年开设以来，已成为武汉大学国家网络安全学院专业型硕士研究生（电子信

*基金资助：本文得到全国高等学校计算机教育研究会教育教学研究方向课题“面向网络空间安全专业的贯通式培养机制研究”（CERACU2024R11）项目资助。

**通讯作者：刘昕 xinliu@whu.edu.cn。

息类)教育体系中的核心必修课程之一。该课程每年吸引超过 60 名全日制专业型研究生上课学习,充分体现了其在研究生培养中的重要地位。课程设置紧密结合国家网络安全战略需求,以培养具有国际视野和创新能力的多层次网络安全人才为目标,通过系统的理论教学和实践训练,帮助学生掌握网络技术的前沿知识和实践技能。

2.2 存在的问题

截至 2024 年,该课程已累计开设 4 个学年,尽管“高级网络”课程在研究生教育中取得了显著成效,但仍面临一些亟待解决的问题(如图 1 所示)。

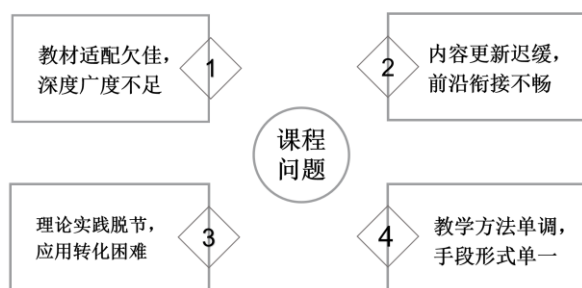


图 1 课程存在的问题

(1) 教材适配欠佳,深度广度不足

目前使用的国内外同类教材,如《Computer Networking: A Top-Down Approach》第八版,主要针对本科阶段的教学需求,缺乏对研究生深入学习所需的技术延伸和知识扩展。此外,现有的相关学术专著多以学术论文汇总为主,缺乏系统的基础知识介绍和技术点详细讲解,难以满足研究生阶段的知识学习和技术入门需求。

(2) 内容更新迟缓,前沿衔接不畅

随着网络技术的迅猛发展,课程内容未能及时跟进前沿技术的最新进展。例如,新型网络架构、安全防护技术等方面的介绍不够深入,导致学生在面对新兴网络技术和安全挑战时缺乏足够的理论支持和实践指导。

(3) 理论实践脱节,应用转化困难

实践教学环节中,学生在将理论知识应用于实际操作时存在困难,反映出课程在理论与实践结合方面仍有不足,不仅影响了学生的学习效果,也限制了其在实际工作中运用所学知识解决复杂网络问题的能力。

(4) 教学方法单调,手段形式单一

目前的教学方法仍以传统的教师讲授为主,学生参与度和主动性不足。同时,教学手段相对单一,缺

乏多样化的教学资源 and 互动平台,难以满足学生个性化学习需求,限制了教学效果的进一步提升。

针对上述问题,亟需通过教材建设、课程内容更新、教学方法创新等多方面的努力,进一步提升“高级网络”课程的教学质量和效果,为培养具有国际竞争力的高层次网络安全人才提供有力支持。

3 课程建设目标与改革方案

3.1 课程建设目标

本课程建设积极响应武汉大学“十四五”规划,以人才培养为核心任务,全力助推学校“双一流”建设。课程旨在通过系统的课程教学,让学生全面掌握高级计算机网络技术与网络安全技术,具备坚实的理论基础和出色的实践动手能力^[2]。此外,课程注重提升学生的英语应用水平,旨在使其能够自如地参与国际学术交流,及时掌握国际前沿网络技术动态。同时,着重培养学生的创新思维与科研能力,为网络安全领域输送高层次、高素质的专业人才,满足行业对创新型人才的迫切需求^[3]。

3.2 课程改革方案

课程改革(如图 2 所示)以“科学布局、分类建设、重点引领”为指导方针,充分整合专业优势与海外优质资源,积极吸引国家高水平海外高层次人才投身课程建设与人才培养工作^[4]。同时,紧密结合学院的实际情况以及学生的专业特点,全面优化课程内容与教学方法,强化实践教学环节,加强教材合理化建设,切实提高课程的实用性和针对性,以适应网络安全行业的快速发展和人才培养的多样化需求^[5]。

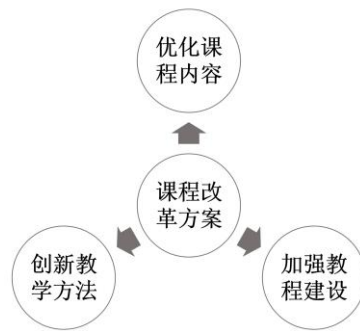


图 2 课程改革方案

(1) 优化课程内容

课程内容以计算机类专业基础课程为根基,考虑由本科阶段向研究生阶段的过度,充分考虑研究生学习阶段的独特需求,以科学研究与实际应用深度融合为导向进行优化升级。课程涵盖范围广泛,涉及未来网络构架、组网传输、设备资源管理、无线通信、多

媒体内容管理，以及网络安全在车联网、无人机网络等实际行业的技术应用等多个重要领域。

在构建课程内容时，高度注重系统性和逻辑性，精心搭建完整且紧密相连的知识体系，将课程内容科学划分为网络架构与协议、无线与移动通信、新兴技术与应用三大模块，各模块之间相互关联、循序渐进，帮助学生逐步深入理解和掌握复杂的网络知识。

为使学生接触到最前沿的知识，课程紧密跟踪网络技术的发展趋势，及时将最新科研成果和行业动态融入教学内容。例如，引入软件定义网络、确定性网络技术、智能交通系统、无线机会网络、移动网络安全、多媒体内容传输和边缘计算技术等前沿领域的研究成果，确保学生所学知识与行业发展保持同步。

（2）创新教学方法

课程采用循序渐进、由浅入深的教学策略，从基础知识出发，借助大量生动形象的图文信息和丰富的实际案例，将抽象复杂的网络知识直观地展现给学生。同时，遵循记忆遗忘规律，合理规划教学周期，将知识点的学习、巩固和应用贯穿于教学全过程。通过课堂提问、课后作业、阶段性测试等多样化方式，强化学生对知识点的记忆和理解。比如，在讲授网络安全攻击技术内容后，安排学生于配套的网络仿真软件进行技术开发和防御实验模拟，让学生在实践中加深对知识的掌握程度。

本课程总结并推行以“讲 - 看 - 练”为核心思路的互动式教学法。教师在课堂上详细讲解理论知识后，引导学生观看相关技术的实际应用视频或演示，使学生获得更直观的认知。随后，通过安排实践练习环节，让学生在实操中深化对知识的理解和运用。

在教学过程中，引入了大量贴近产业前沿的高级网络实例，采用案例式教学编排。在讲解网络安全部分时，引入真实的网络攻击案例，深入分析攻击的原理、过程和防御方法，让学生切实了解行业实际需求，有效提升学生解决实际问题的能力。同时，课程定期组织学生开展案例讨论和分析活动，培养学生的团队协作能力和创新思维。

（3）加强教材建设

由于部分教材缺乏系统的知识介绍和技术点讲解，该课程编写具有科学性、先进性且特色鲜明的英文原版教材。教材内容不仅全面涵盖网络技术的基础知识，还紧密结合最新科研成果和丰富的行业应用案例。在教材中，详细介绍软件定义网络、确定性网络等前沿技术的研究成果和实际应用场景，充分体现教材的先进性和实用性。

在内容扩展方面，充分吸收课题组多年的研究成果，借助研究驱动式教学模式，对复杂的研究内容进行通俗化表述，并采用由浅入深的方式进行内容迭代。在教材中融入团队在智能交通系统、移动网络安全等领域的研究成果，将专业知识以通俗易懂的方式呈现给学生，便于学生理解和吸收。

为了紧贴行业前沿并进行国际化推广，本课程教材以英文撰写为主。基于已有的英文课件内容进行精心凝练，不仅有助于提高学生的英语阅读和理解能力，还将配套课程推广至国际留学生课程奠定基础。满足研究生教学的国际化需求，为学生参与国际学术交流筑牢英语能力根基，提供全方位的锻炼支持。

4 课程内容总结

《高级网络》课程围绕计算机网络领域的前沿技术与应用展开，涵盖多个关键章节，旨在培养学生在网络技术领域的综合能力，使其具备扎实的理论基础和实践技能，以适应网络安全等相关行业的发展需求^[6]。

本课程内容丰富且系统，从软件定义网络到边缘计算，全面覆盖了网络技术的多个重要领域。通过对各章节知识的学习，学生能够系统地掌握高级网络技术的原理、应用及安全保障，培养从基础理论理解到实际应用创新的综合能力，为其在网络安全、智能交通、多媒体通信等相关领域的研究和工作的奠定坚实基础。各章节之间逻辑紧密，层层递进，前一章节的知识为后一章节的深入学习提供基础，共同构建起完整的高级网络知识体系。

4.1 各章节内容及能力培养总结

《高级网络》课程围绕网络架构与协议、无线与移动通信、新兴技术与应用三大主题展开，共有九个章节构成（如图3所示），旨在通过系统化的知识传授和实践训练，培养学生在网络技术领域的综合能力。课程内容涵盖从基础网络架构到前沿技术的全面知识体系，注重理论与实践的结合，帮助学生掌握网络技术的核心原理、应用场景及发展趋势。通过学习，学生将具备网络架构设计、协议优化、无线通信技术应用以及新兴技术创新的能力，为未来从事网络技术研究、开发和管理工作的奠定坚实基础。

4.2 网络架构与协议

（1）软件定义网络

本章节着重介绍未来网络演进趋势，深入讲解软件定义网络（SDN）的概念、构架和特点，OpenFlow协议及其搭建网络步骤，网络虚拟化（NFV）技术以及SDN与NFV的融合，并从安全角度探讨SDN与NFV的安全

性。通过 MiniNet 平台的实践操作，培养学生对新型网络架构的理解和应用能力，为后续学习网络新技术和进行网络架构设计打下基础。

(2) 端到端用户性能

本章节主要聚焦于互联网服务体系中经典 TCP/IP 网络构架下的服务质量保障体系，详细讲解 TCP 协议的基础知识、拥塞控制机制、改进协议，以及 TCP 协议在实际应用中的部署标准和安全性。通过培

养学生对网络传输协议的深入理解，使其能够分析和优化网络传输性能，解决网络拥塞等实际问题。

(3) 动态路由及访问控制

本章节着重介绍路由基础背景知识，阐述静态路由技术、动态路由技术（如 OSPF、BGP 等经典协议）以及前沿路由技术。同时，从网络层、链路层和应用层角度讨论路由安全技术，并介绍基于包过滤的访问控制列表技术。学生将掌握不同路由技术的原理和应用，具备网络路由规划和安全控制的能力。

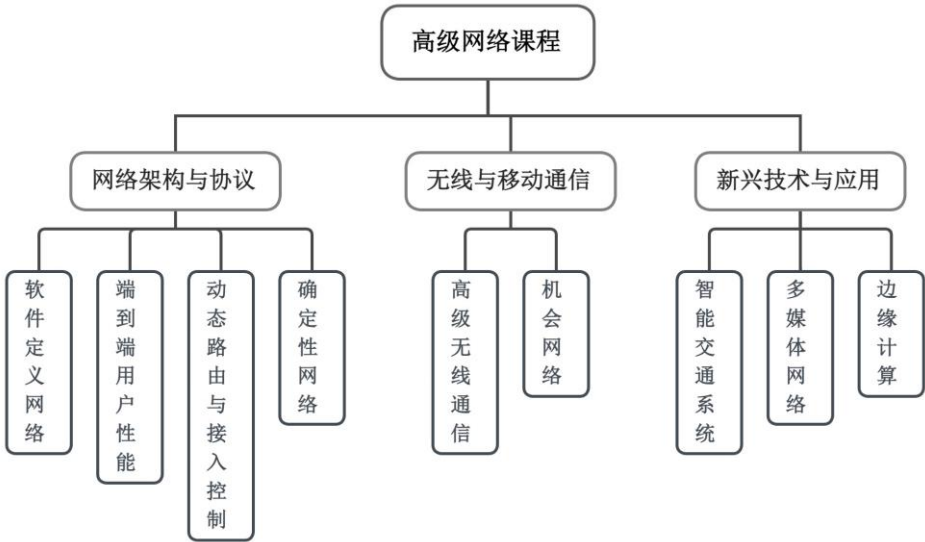


图 3 《高级网络》课程章节构成

(4) 确定性网络

本章节从网络设备内部原理出发，介绍网络交换机、路由器的结构及数据处理方式，讲解生成树协议、数据与控制层面的网络管控、流管理技术、交换机技术，以及确定性网络的前沿趋势和标准。培养学生对网络设备和网络管控技术的深入理解，使其能够进行网络设备的配置和管理，优化网络数据流。

4.3 无线与移动通信

(1) 高级无线通信

本章节介绍无线通信网络的发展历史、组成部分和应用特点，详细讲解无线传输介质、802.11 协议族、蜂窝网移动 IP、3G-6G 蜂窝网络技术以及移动蜂窝网络安全。学生将掌握无线通信网络的原理和技术，具备分析和设计无线通信网络的能力，能够应对无线通信领域的安全挑战。

(2) 机会网络

本章节探讨传统网络组网机制的问题与挑战，介绍机会网络的特征、典型应用（如车联网、战地网络）、节点移动模型、经典路由协议以及安全机制，并介绍 ONE 平台及其使用方法。培养学生对新兴网络技术的理解 and 应用能力，使其能够在复杂多变的网络环境中设计和优化网络路由，保障网络安全。

4.4 新兴技术与应用

(1) 智能交通系统

本章节介绍智能交通系统的发展、类型和演进，阐述其体系构架、优势及挑战（从物理和数字两个维度），详细讲解信息安全技术（通信安全、汽车安全、路侧安全等方面）和主要应用（智能停车、物流、充电、交通管控等）。学生将了解智能交通系统中的网络技术应用，具备分析和解决智能交通安全问题的能力。

(2) 多媒体网络

本章节介绍以视频流、语音媒体为主的多媒体网络应用场景，重点讲解流媒体技术（包括视频缓存、预取及与智能交通的融合应用）、VoIP 技术、实时语音技术（RTP, SIP, RTSP 等协议）以及多媒体网络支撑技术（如 QoS、QoE 保障下应对网络时延、丢包率、抖动等问题的解决办法）。培养学生在多媒体网络领域的知识和技能，使其能够处理多媒体网络中的技术问题，优化多媒体网络传输质量。

（3）边缘计算

本章节介绍边缘计算的发展历史背景知识，阐述其体系构架、优化方法（重点包含经典背包问题及基于主流强化学习方法），并通过物联网、车联网、智慧医疗等应用案例展示其应用场景，同时分析边缘计算在安全、计算模型、系统优化等层面面临的技术挑战。学生将掌握边缘计算的原理和应用，具备在边缘计算领域进行研究和开发的能力，能够应对边缘计算中的技术难题。

通过以上分类和内容设计，课程全面覆盖网络技术领域的核心知识与前沿应用，为学生提供了系统化的学习路径和实践机会，助力其在网络技术领域的发展与创新。

5 实施效果

基于课程改革的实践，《高级网络》课程作为专业型硕士的必修课程，在教学创新方面得到了各方高度认可。学生评价积极，通过丰富的教学内容和多样的教学方式，不仅系统掌握了课程知识，还在实践和竞赛中锻炼了能力，学习积极性和主动性显著提高。同时，企业对学生的专业能力和实践技能给予高度评价，认为课程培养的学生能快速适应工作岗位需求，在实际工作中展现出较强的解决问题能力。教师们在课程改革过程中，通过参与教学研究和学术交流活动，提升了教学水平和科研能力，对课程的发展充满信心。实施院系也对课程改革成果给予充分肯定，课程改革不仅提升了学生的专业素养和就业竞争力，还营造了良好的教学和科研氛围，有力推动了学院的学科建设和科研创新。

自 2021 年起，该课程选课人数由 29 人增长至 78 人，同比增长 200%，彰显了课程建设的效果及内容重要性（表 1）。目前，围绕本课程教学改革目标，已获批武汉大学 2024 年度研究生精品课程建设项目、武汉大学-研究生教材建设培育项目。相关课程的英文版教材《Advanced Networking》已提交英国工程技术学会（IET）校样（表 2），预计于 2025 年下半年出版。为配合该课程相关内容的案例结合，课程负责人于 2024 年举办了 5 场专业学位研究生“行业发展前沿讲座”（<https://cse.whu.edu.cn/info/1084/33311.htm>）

，依托中日“樱花科技计划”带领研究生于日本开展 21 天的科技交流实践(图 4)（<https://cse.whu.edu.cn/info/1084/34041.htm>）。



图 4 依托中日樱花科技计划赴日交流实践

表 1 近 3 年课程成绩统计

成绩统计	2023-2024	2022-2023	2021-2022
90分及以上人数	1人	4人	15人
80分-89分人数	70人	44人	9人
70分-79分人数	6人	7人	3人
60分-69分人数	1人	2人	2人
59分及以下人数	/	1人	/
选课总人数	78人	58人	29人

表 2 课程建设相关资源支撑

课程建设相关资源支撑	
相关教学改革项目支撑	2024-2026，武汉大学研究生精品课程建设项目，高级网络 2024-2026，全国高等学校计算机教育研究会-教育教学研究方向课题，面向网络空间安全专业的贯通式培养机制研究 2022-2024，武汉大学-研究生教材建设培育项目，高级网络前沿技术（Advanced Networking） 2021-2023，武汉大学-研究生导师育人方式创新项目，构建以“未来智能交通系统”为主题的学术工作坊
教材出版	课程英文版教材《Advanced Networking》已提交英国工程技术学会（IET）校样
产学研协作	- 于 2024 年开展了 5 场专业学位研究生“行业发展前沿讲座”（https://cse.whu.edu.cn/info/1084/33311.htm） - 依托中日“樱花科技计划”带领研究生于日本开展 21 天的科技交流实践（https://cse.whu.edu.cn/info/1084/34041.htm）

6 结束语

本文针对性介绍了《高级网络》课程的改革方案，对网络安全相关专业的专业型硕士生培养意义重大。本方案通过优化课程内容，融合了前沿技术与实际案例；创新教学方法，提升了学生学习积极性与实践能力；加强教材建设，打造了国际化、高水平的教学资源。经实践检验，本课程在学生能力培养、教学资源丰富和课程影响力提升等方面成效显著。未来，为适应快速发展的网络技术和社会需求，相关院校需要持续关注行业最新动态，不断完善课程改革方案，持续优化课程内容与教学方法，加强师资队伍建设，强化实践教学环节，使《高级网络》课程始终保持高质量，为网络技术领域输送更多优秀人才。

参 考 文 献

- [1] 付永钢, 王惠蓉. 计算机类专业卓越拔尖人才培养模式实践 [J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12 (5): 75-81. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20241113.
- [2] 李燕君. “高级计算机网络”课程思政探索与实践[J]. 中国信息技术教育, 2024, (06):93-95.
- [3] 尚凤军. 高级计算机网络体系结构课程建设[J]. 计算机教育, 2024, (07):103-107. DOI:10.16512/j.cnki.jsjyy.2024.07.025.
- [4] 杨涛. [J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12 (1): 95-99. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20240717
- [5] 万良田, 王菲, 孙璐, 等. “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.
- [6] 叶登攀, 李珉. [J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12 (1): 62-66. DOI:10.12427/jcte2325-0208.20240711