

混合教学模式下的网络空间安全课程教学改革*

李鹏伟 黄佳佳 吕从东

南京审计大学计算机学院, 南京, 211815

摘要 新冠疫情期间, 线上线下混合教学模式得到大范围推广。针对网络空间安全课程在混合教学模式下面临的教学目标不明确、缺少实验环境、难以考核评价等问题, 提出了目标导向的教学设计、基于公开软件的实验设计以及基于任务的考核机制, 以期提高学生的积极性和实践能力, 为培养网络空间安全人才以及提高大学生网络空间安全能力提供支持。

关键字 网络空间安全, 线上线下混合教学, 教学改革, 目标导向教学, 教学实验

Research on the Mixed Teaching Mode of Cyberspace Security Course

Pengwei Li Jiajia Huang Congdong Lv

School of computer science, Nanjing Audit University,
Nanjing 211815, China;
270318@nau.edu.cn

Abstract—During the COVID-19 pandemic period, the online and offline mixed teaching mode teaching mode have been widely conducted. There are many problems in the teaching process of this new teaching mode, such as the teaching goals are not clear, lack of experimental environment and teaching evaluation methods. Therefore, outcomes-based teaching mode, experimental based on public software and task-based assessment mechanism are designed, to improve students' learning enthusiasm and practical ability.

Keywords—Cyberspace Security, the online and offline mixed teaching mod, teaching reform, outcomes-based education, instructional experiment.

1 引言

网络空间已成为继陆、海、空、天之后的第五大主权空间, 保卫网络空间国家主权已成为国家重要战略, 而打赢网络空间斗争之仗的关键在于人才培养^[1]。目前, 我国的网络空间安全人才仍存在较大缺口, 特别是高层次的专业型人才严重不足^[2]。同时, 我国的信息素养教育体系中缺乏对信息安全素养, 特别是信息安全能力的重视^[3], 造成大学生在遭遇网络空间安全事件时无法自行有效解决。网络空间安全这门大学课程对于培养网络空间安全专业人才以及提高大学生的网络安全能力具有重要意义。

近年来, 随着互联网的发展以及新冠疫情的影响, 线上线下混合教学模式在本科教学中得到了大范围推广。网络空间安全课程在混合教学模式下面临以下问

题:

(1) 教学目标不明确。混合教学模拟下, 需要将教学指标合理分配到线上和线下的教学过程中, 目前缺少这方面的研究; 同时, 不同高校、不同教师的网络安全课程的教学目标和教学内容有较大差异, 为学生的课外自学带来了困难, 学生难以借鉴网络资料完善自己的知识体系。

(2) 缺乏对实践能力的锻炼。网络空间安全课程对学生分析安全问题、发现安全风险、部署安全方案有较高要求, 必然会涉及较多的实验任务, 而很多网络空间安全实验教学依赖于大学机房教室的实验环境, 脱离该环境后, 部分实验难以实现或者面临较大的技术与法律风险。

(3) 难以实现对学生的有效考核评价。网络空间安全课程的学习需要一定的计算机、操作系统、程序开发、高等数学基础, 学习难度相对较高。混合教学环境下, 学生反馈信息较少, 教学过程中容易出现作业抄袭、实验抄袭、考试作弊等现象。如何设计合

*基金资助 本文得到国家自然科学基金(61902190)、南京审计大学教研课题(2022JG006)、南京审计大学信息工程学院青年项目(A111010005/005/001)资助

理的考核评价机制,促使学生积极学习、把控教学质量也是线上教学面临的一大挑战。本文针对以上问题,对网络空间安全课程的设计、实验、考核等方面进行探讨和改革,以期提高教学质量,为培养网络空间安全人才以及提高大学生网络空间安全能力提供支持。

2 相关工作

近年来,很多高校都开设了网络空间安全的课程,教学内容和方法各不相同,但普遍存在对于不同授课对象的授课内容针对性不强、课堂教学与实际应用脱节等问题。国内外研究人员针对网络安全课程,对如何设定学习目标、如何提高学生的实践能力、如何进行监督考核等进行了研究。

人才培养方面,文献[4]针对高校网络空间安全人才培养问题,从培养模式、支撑条件建设以及师资队伍培养等方面进行探讨;文献[5]论述了培育应用型网络安全人才的方法和实践经验,其研究内容包括协同育人新模式、协同发展网络空间安全专业、培育应用型人才等方面;文献[6]针对学科竞赛驱动网络空间安全人才培养问题,针对教师成长、教学理念更新等方面进行探讨。

教学设计方面,文献[7]针对目前高校的网络空间安全课程教学存在的教学内容针对性不强、缺乏完整课程教学设计以及课堂教学与实际应用脱节的问题,设计了多层次的课程教学改革方案,重点研究了如何针对具有不同学习目标、不同学习能力的学习者进行教学设计;文献[8]针对网络空间安全课程面临的学时较短、内容较多、知识更新快等问题,提出课程改革方法。文献[9]指出,针对网络空间安全课程教学的相应内容,可以交叉采用案例教学法、问题研讨教学法、项目驱动教学法、竞赛导向教学等方法提高教学质量。

实践教学方面,目前网络空间相关课程往往缺少综合性实验实践教学环节,理论知识和工程实践脱节,导致学生缺少应用学习到的理论知识独立分析和解决网络安全实际问题的能力^[10,11]。文献[12]以网络安全对抗思维为驱动,将严肃游戏引入网络空间安全基础教学中,希望能通过具有剧情任务的网络空间安全游戏提高学生的实践能力。文献[13]分享了软件安全课程的教学思路,强调配合工具实践、编程实践,使学生加深对理论知识、基础知识的理解。文献[14]设计了渗透攻击的虚拟仿真实验方法,希望能利用统一的实验架构高效开展渗透攻击实验,实现提高学生网络攻防实践能力的目标。

考核评价方面,文献[15]针对操作系统安全课程,设计了全程的、多维的教学评价思路和方法;文献[16]在分析信息安全数学基础这一课程特点的基础上,提

出基于任务驱动法的信息安全数学基础课程教学改革方案,根据任务的完整情况实现考核。

整体而言,网络空间安全课程本身存在较为严重的教学目标不明确、缺乏高效的实践能力培养方案,缺乏有效的考核评价机制等问题。以上问题在线上线下混合教学情境下会更为突出,因此,针对网络空间安全课程的线上线下混合教学模式研究具有重要的理论和实践意义。

3 基于 OBE 的网络空间安全教学设计

基于产出的教育模式(OBE, outcomes-based education)是一种以学生为中心、成果为导向的教育模式,该模式已成为美国、英国、加拿大等国家教育改革的主流理念,同时也已经成为工程教育认证标准的一部分。该教学模式下,教学设计和教师实施均围绕学生的学习目标达成情况进行,着重培养学习者的综合能力和解决实际问题的能力,以期培养能够满足当前社会需求的应用型人才^[17]。

要设计基于 OBE 的教学模式,首先要明确教学目标。具体而言,高校内学习网络空间安全课程的同学通常为计算机专业的学生,希望通过网络空间安全课程教学实现以下目标:

(1) 作为企业员工或者研究人员,能够具备良好的网络空间安全意识,减少无意泄露秘密信息或者从事违法活动的风险;

(2) 作为系统设计或者软件开发人员,在设计实现系统时,能够考虑信息安全因素并设计防护方案;

(3) 作为网络空间安全从业人员,能够解决网络安全领域的问题,例如设计信息安全防护方案,设计实现安全相关软件(恶意代码检测、漏洞检测),进行安全测试等。综上所述,可将网络空间安全的课程目标聚焦到日常安全意识、安全防护能力、网络攻防能力三个具体的能力目标。以上目标的实现都需要一定专业知识的支撑。图 1 对网络空间安全教学目标及其对应的知识点进行了总结。其中,左侧为希望学生具备的能力,中间为获得相应能力需要掌握的知识,右侧为具体的知识点。

混合教学环境下,确定目标之后,学生可通过网络资料、视频教学材料、文献资料进一步学习,也可以通过现有工具、开源软件进一步的练习和实践。同时,目标的设定需要考虑激发学生的学习兴趣。大部分同学对“得常人所不能得”的网络攻击方法和攻防双方的对抗方法具有较为浓烈的兴趣,因此,在教学过程中,可通过先探讨安全威胁,再研究相应的防护方法的思路来引导学习积极思考与实践。

教学过程中，线上教学的教学目标尽可能聚焦到具体的知识目标与知识点，减少学生的学习过程中的困惑与迷茫；线下教学过程中，师生交互更为便利、

反馈信息更为丰富，因此，线下教学可更偏重于能力的培养，引导学生应用所学知识提高自身网络空间安全意识与能力。

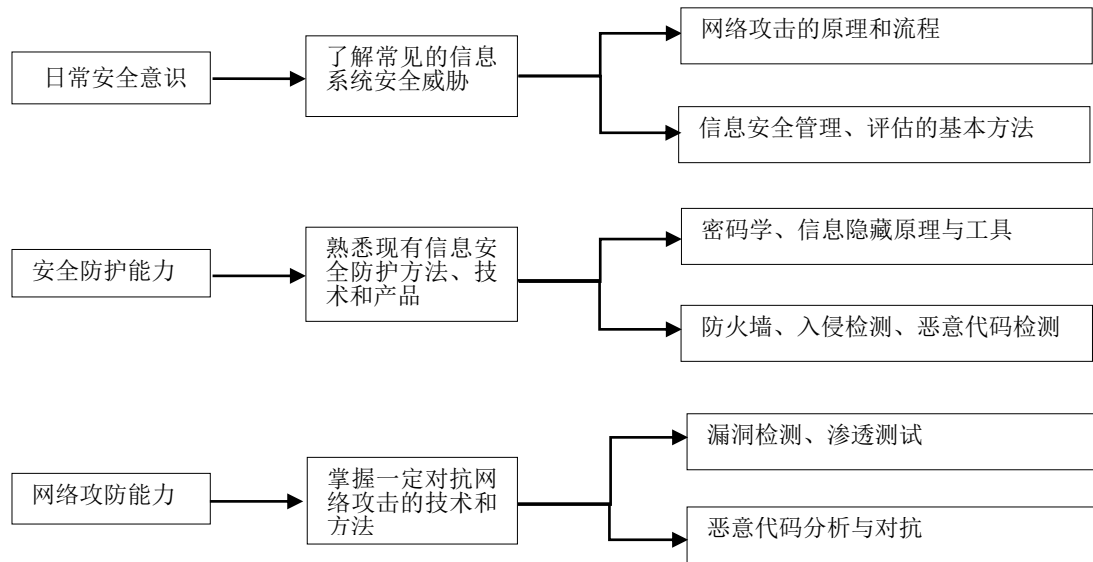


图 1 目标导向的网络安全教学框架

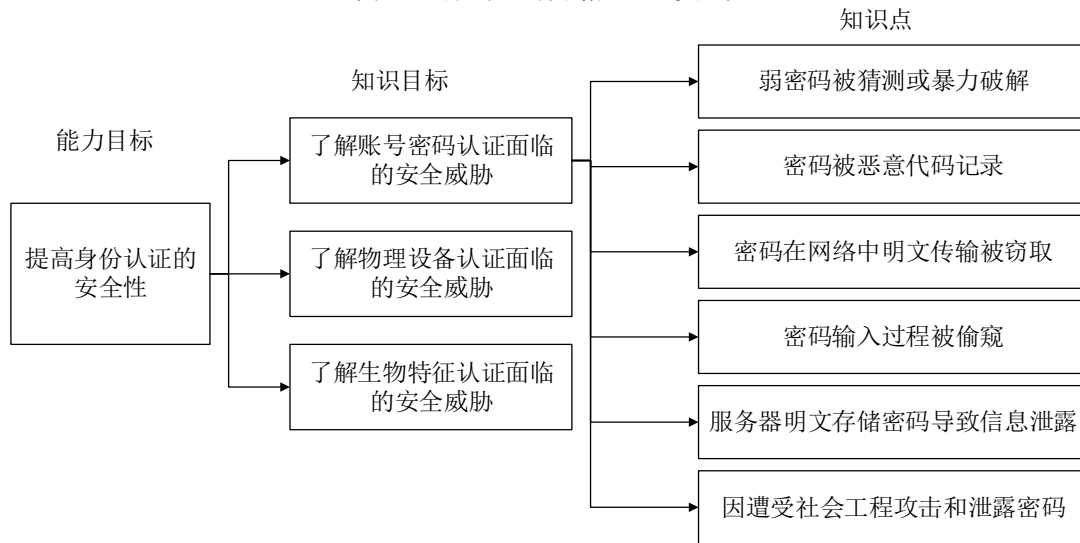


图 2 教学设计示例

例如，为了实现提高身份认证的安全性，抵御身份冒用类网络攻击带来的安全风险的目标，需要了解各种身份认证方式所面临的安全风险，可通过对各种攻击方式的阐述来促进学生对安全风险的认识和理解。图 2 以提高身份认证安全性为例，对从能力到知识点的设计进行了描述。

4 混合教学模式下的网络安全实验设计

适当的实验能够激发学生的学习热情，加深其对专业知识的理解与掌握程度。网络空间安全教学对于

实验环节的依赖性较强，如果缺少实验，则学生不能从根本上熟知信息泄露等安全问题的原理，达不到教学目标^[18]。

网络空间安全实验涵盖了社会工程学、密码学、主机安全、数据库安全、网络攻防等多方面的内容，且必须遵守国家的法律法规，其实验的设计与实施本身具有较高难度。由于部分实验内容对软硬件存在破坏作用，往往需要在实验室虚拟环境中完成。在线教学环境下，部署在学校机房内的网络空间安全实验平台无法使用，为网络空间安全实验教学带来了新的挑战。针对这一问题，不少厂商提供了网络空间安全在

线教学平台,但这些平台往往价格昂贵且存在配置操作复杂、响应速度慢、任务设计不够灵活等问题,难以融合到现有的课堂教学体系中。在这种情况下,使用互联网中的公开工具、开源软件,指导学生在自己

的电脑上进行实验成为了一个具有良好可行性的选择。表1描述了能够为实现各教学目标提供支持的软件示例。

表1 面向混合教学模式的网络空间安全实验设计

教学目标	实验内容示例	相关公开软件
了解信息系统面临的安全威胁	账号安全	键盘记录器Keylogger, 密码破解工具LC5
	网络攻击	抓包软件Wireshark ^[19] , ARP劫持攻击演示软件ArpSpoof
	恶意代码生成	Android恶意代码生成工具spynote, Android虚拟机Genymotion
熟悉网络空间安全防护方法、技术和产品	防火墙和入侵检测系统	Windows防火墙, Snort入侵检测系统
	访问控制系统	Windows身份权限系统, Android权限机制, SQL servers数据库
	信息隐藏	OpenPuff信息隐藏软件, UltraEdit文本编辑器
掌握一定对抗网络攻击的技术和方法	程序分析与反分析	Jadx android程序分析工具, 360加固宝
	密码编码与密码分析	Cap4加密分析软件
	机器学习安全	Weka数据挖掘工作平台

在设计实验的过程中,加入了较多移动应用和移动设备相关的实验。原因如下:

(1) 如何将软件安全课程知识拓宽到多平台、多系统上,将是未来的研究方向^[13];

(2) 随着移动互联网的发展,手机、平板电脑在人们生活中起着越来越重要的作业,大学生对移动设备所包含的敏感信息、敏感资源有浓厚兴趣。

(3) 移动设备中的权限机制、程序分析方法较为简单明确,对于了解网络空间安全的基本理论、基本方法具有重要意义;

(4) 以移动端为目标,在个人电脑上进行恶意代码实验能够在一定程度上避免恶意代码传播、网络犯罪等安全风险。

在实验过程中,将实验内容分解成若干个小任务,从而实现更细致的实验引导、更好的激发学生的积极性。例如,信息隐藏实验包含了以下任务:

- (1) 利用 OpenPuff 进行信息隐藏;
- (2) 利用 OpenPuff 进行隐藏信息的提取;
- (3) 通过 UltraEdit 分析图片的二进制结构;
- (4) 手动将信息隐藏到图片中;
- (5) 提取图片中所隐藏的信息。

各个任务均有明确的输出和输出,同时要求图片中包含自己的姓名信息、所隐藏信息包含自己学号信息,实现反抄袭、考核学生实验完成情况的目標。

5 任务导向的评价机制

一个好的评价机制可以全面、科学地评估学生的学习效果,能够激励学生认真学习,同时,根据评估结果,教师可以对教学内容和教学方法进行调整改进。

线上教学过程中,教师获得反馈信息有限,师生的交流互动相对较少,因此,在教学过程中,以任务完成度作为主要的平均指标,实施任务导向的教学评价机制。

网络空间安全是一个具有及时性、实用性的学科,需要使学生具备一定的实践技能,能够解决各领域内的实际网络空间安全问题。任务设计过程中,突出对实践能力的考察。任务分为分析任务、设计任务和实践任务三类:通过分析任务,考察学生能否理解计算机系统面临的不同层次、不同类型的安全威胁。通过设计任务,考察学生能否理解和应用加密、信息隐藏、入侵检测、防火墙、身份认证等防护方法;能否发现、理解特定场景面临的安全问题并设计相应的解决方案。通过实践任务,考察学生能否达成了课程目标所要求的动手能力,能否实现加密、信息隐藏、防火墙部署等操作;能否利用现有工具对系统和网络进行渗透测试;能否建实验环境并对比分析实验数据。表2通过实例对任务导向的评价机制及其对应的目标、场景、指标进行了描述。

同时,可充分利用网络和在线学习平台的优势提高教学和评价的质量^[20]。例如,线上教学场景下,教师往往通过自用的电脑或者服务器进行直播教学,相比线下教学实验室的教师机或者自带的笔记本电脑,往往具有更好的性能、可部署为现实项目服务的较为复杂的软件和系统环境,能够为学生进行较复杂网络攻防实践演示。因此,可在此基础上部署相关的分析或设计任务,要求学生就复杂工程场景下的具体问题进行分析与设计,以期实现考察其网络空间安全实践能力的目标。

表 2 任务导向的评价机制示例

课程目标	任务内容	任务类型	任务场景	评价指标
了解信息传输过程中面临的安全威胁	分析用户在网吧登录邮箱发邮件过程所面临的物理、软件、网络等层次的安全威胁	分析任务	闭卷考试	分析是否正确、完整
掌握防火墙的基本原理,了解其使用场景	根据题目中的场景描述设计屏蔽子网防火墙的部署方案	设计任务	闭卷考试	设计是否符合题目要求、是否合理
理解并掌握公钥加密的基本原理和基本方法	任选编程语言,实现基于RSA算法的加密与解密	实践任务	课后实践	程序能否正确运行,功能是否完整

6 结束语

对于网络空间安全课程而言,线上线下混合教学模式存在教学目标不明确、缺乏实践能力培养方案、难以实现对学生的有效考核评价等问题。本文针对以上问题,对网络空间安全课程的设计、实验、考核等方面进行探讨和改革,提出了目标导向的教学设计、基于公开软件的实验设计以及基于任务的考核机制,以期提高教学质量,为培养网络空间安全人才以及提高大学生网络空间安全能力提供支持。

参考文献

- [1] 肖甫, 黄海平, 胡素君, 等. 双一流视域下网络安全人才培养研究——以江苏省为例[J]. 网络与信息安全学报, 2021, 7(2): 1-9.
- [2] 吴建平. 要高度重视网络空间安全高层次人才培养[J]. 中国信息安全, 2020(9): 26-30.
- [3] 郭劲赤, 熊泽泉, 朱涵, 等. 大学生移动信息安全素养现状及教学模式研究[J]. 图书馆理论与实践, 2021, 000(006): 87-92, 111.
- [4] 谢文宣. 基于 OBE 理念的高校网络空间安全人才培养路径[J]. 科技风.
- [5] 柳亚男, 邱硕, 张正, 等. 应用型本科院校网络空间安全学科建设和人才培养——理论思考与金陵科技学院的实践探索[J]. 科教文汇, 2022(1): 91-93.
- [6] 王威, 张世星, 张辉, 等. 学科竞赛引领下网络安全与执法专业教学改革[J]. 教育理论与实践, 2022, 42(12): 54-56.
- [7] 罗敏, 邹菁琳, 王若男, 等. 多层次的网络安全课程教学改革[J]. 计算机教育, 2022(1): 4.
- [8] 任志宇, 王文娟, 王娜, 等. 面向混合式金课的信息安全技术课程教学模式设计[J]. 计算机教育, 2022(2): 5.
- [9] 张云春, 朱艳萍, 姚绍文, 等. 面向人工智能的网络空间安全教学改革[J]. 计算机教育, 2020(10): 5.
- [10] 毛剑, 尚涛, 关振宇, 等. 聚焦国际前沿的信息系统安全课程群教学体系建设初探[J]. 工业和信息化教育, 2022(6): 6.
- [11] 王佰玲, 董开坤, 张宏莉, 等. 网络空间安全“新工科”专业建设的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 37-42.
- [12] 刘强, 刘霖, 袁勇, 等. 基于严肃游戏的网络空间安全基础虚拟仿真教学系统[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(4): 9.
- [13] 傅建明, 彭国军, 严飞. 软件安全课程教学方法探究[J]. 软件导刊, 2020, 19(2): 4.
- [14] 康海燕, 闫涵, 蒋鸿玲. 网络空间安全环境中渗透攻击虚拟仿真实验方法的设计[J]. 中国现代教育装备, 2022(5): 4.
- [15] 杨智, 孙磊, 杜学绘, 等. 本科信息安全专业实践教学改革——以操作系统安全课程为例[J]. 高教学刊, 2022, 8(10): 4.
- [16] 贾春福, 李瑞琪, 高敏芬. 任务驱动法在信息安全数学基础教学中的应用[J]. 计算机教育, 2022(3): 5.
- [17] 陈永井. 《斯坦福大学 2025 计划》对我国高等教育改革的启示[J]. 大学教育, 2020(1): 6-8.
- [18] 张玲玲. 探讨大数据视域下的高校网络安全课程教学改革创新[J]. 网络安全技术与应用, 2021(5): 2.
- [19] OREBAUGH A, RAMIREZ G, BURKE J, ET AL. WIRESHARK & ETHERREAL NETWORK PROTOCOL ANALYZER TOOLKIT (JAY BEALE'S OPEN SOURCE SECURITY) [J]. SYNGRESS PUBLISHING, 2006.
- [20] 柏琪, 许睿婧, 余星星. 高校“线上线下混合式教学模式”的探索与实践. 计算机技术与教育学报[J], 2022 年 0 月第 10 卷 2 期, P75-78