

基于 5C 模型的网络安全类课程 实践教学改革与探索

李震宇 刘琰 谭磊 朱玛 罗向阳

信息工程大学网络空间安全学院, 郑州, 450001

摘要 为了进一步提高网络安全人才的培养质量, 针对网络安全类课程实践教学改革问题展开研究。首先, 探讨了实践教学对于网络安全类课程的意义; 而后, 梳理了目前网络安全类课程实践教学在教学内容、考核模式等方面所面临的问题, 并提出了基于 5C 模型的实践教学改革思路; 最后, 结合所提出的改革思路, 总结了网络安全类课程实践教学开展的一些探索和举措。

关键字 网络安全, 实践教学, 教学改革

Reform and Exploration of Practical Teaching in Cybersecurity Courses Based on 5C Model

Zhenyu Li, Yan Liu, Lei Tan, Ma Zhu, Chunfang Yang, Xiangyang Luo

College of Cyberspace Security
Strategical Support Force Information Engineering University
Zhengzhou 450001, China
li1989zhenyu@126.com

Abstract—In order to further improve the training quality of cybersecurity talents, this paper studies the practical teaching reform of cybersecurity courses. Firstly, it discusses the significance of practical teaching for cybersecurity courses. Then, it combs the problems faced by the current practical teaching of network security courses in teaching content, assessment mode and so on, puts forward the idea of practical teaching reform based on 5C model. Finally, combined with the proposed reform ideas, this paper summarizes some explorations and measures in the practical teaching of cybersecurity courses.

Key words—Cybersecurity, Practical Teaching, Teaching Reform

1 引言

随着网络技术在经济、生产、文化、科技、军事等诸多方面的深入应用, 其双刃剑的特点越来越凸显。近年来, 一系列网络安全事件更是引起了国家与社会对网络安全的重视。例如, WannaCry 勒索病毒席卷全球众多计算机网络, 震网病毒严重破坏伊朗铀浓缩设备, 再到近期比尔盖茨、奥巴马等名人的推特账号被盗等等。此外, 我国也是网络攻击的主要受害国之一。根据中国国家互联网应急中心的安全报告显示, 2019 年其监测到我国重要党政机关部门遭受钓鱼邮件攻击数量达 50 多万次, 月均 4.6 万封。

在这样严峻的形势下, 我国网络安全人才的缺口

非常巨大。据资料显示, 2018 年我国网络安全人才缺口已达到 70 万人, 到 2020 年这一数字将达 140 万人。为加快网络空间安全高层次人才培养, 2015 年 6 月, 国务院学位委员会决定在“工学”门类下增设“网络空间安全”一级学科。2017 年 9 月, 中央网信办、教育部公布了“一流网络安全学院建设示范项目高校”名单, 西安电子科技大学、东南大学、武汉大学、北京航空航天大学、四川大学、中国科学技术大学、我们信息工程大学等 7 所高校入围首批一流网络安全学院建设示范项目。2020 年 3 月, 教育部公布 2019 年普通高等学习专业备案和审批结果, 又有 19 所高校新增网络空间安全本科专业, 6 所高校新增信息安全本科专业, 至此, 全国网信安全相关专业建设院校超过 150 所。

随着网信安全相关专业规范化、科学化、体系化建设, 对网络安全类课程的建设也提出了更高要求。同时, 网络空间安全专业的毕业生可能会从事各类信息安全系统、计算机安全系统的研究、设计、开发和

* 基金资助: 国家自然科学基金项目 (62002387); 信息工程大学“双重建设”课题 (4142Z33212, 4142Z333113)

管理工作，毕业生的动手实践能力显得尤其重要。目前全国各高校针对网络空间安全专业本科生开设的网络安全类课程主要包括“网络空间安全导论”、“无线网络及其安全”、“网络安全协议”、“网络攻防技术”、“密码学”、“信息隐藏技术”等。

针对网络安全类课程的实践教学，学者们开展了一些创新与改革。邓莉等^[1]结合不同的教学目标，分别设计了验证性实验、设计型实验、综合型实验。赵磊等^[2]针对软件安全课程的实践性建设，提出“以赛促教、以赛反哺课程内容”的改革方法。刘强等^[3]一种基于CC2020胜任力模型的网络安全实践教学金课建设模式，从网络安全胜任力核心需求、教学闭环系统和普适学习环境三个方面探索了网络安全实践教学改革举措。Shahriar等^[4]针对网络安全中的机器学习内容学习，提出了基于Google CoLab的案例式实践教学方法。此外，有些学者还针对高职院校的网络安全类课程的教学改革展开研究^[5-8]。而针对网络安全类课程的实践教学，有些学者提出了结合竞赛或实战任务等方式进行实施^[9-15]。本文则针对网络安全类课程实践教学所面临的多种问题，提出了基于5C模型的改革思路，总结了前期的一些相关探索。

2 网络安全类课程实践教学的意义

实践教学在网络安全类课程中具有十分重要的意义，主要包括以下三个方面：

(1) 将抽象的网络安全知识具体化

网络安全知识较为抽象的，很多知识点不容易理解，实践教学是连接抽象的理论知识与现实世界的桥梁。例如，计算机网络课程中讲授了种类繁多的网络协议，必须通过实践教学才能够让学生深入了解协议的作用，以及如何正确地根据协议配置各类属性。

(2) 将分散的网络安全知识体系化

网络安全知识点较为分散，知识点之间的逻辑联系并不是十分紧密，实践教学是将孤立的知识点串联在一起的引线。例如信息隐藏技术课程中隐写与隐写检测方法之间可能没有十分紧密的关系，但是通过实践教学可以让学生既实现了多种隐写算法，又实现了多种隐写检测算法，了解了其对抗博弈的过程。

(3) 对学生综合能力全方位培养

为完成实践教学布置的任务，学生们需要搜集大量的相关资料，围绕题目交流讨论，设计解决方案，编码实现，测试调试等等。这一系列工作可以培养关键信息检索能力，团队沟通协作能力，编程实践能力，以及非常重要的创新意识。无论学生以后继续从事学

术研究还是在产业界工作，这些能力都会对其工作有重要的帮助。

3 网络安全类课程实践教学所面临的问题

当前网络安全类课程的实践教学面临着诸多问题，最为突出的问题表现为以下三个方面：

(1) 实践教学内容陈旧

与传统自然科学物理、化学、生物等课程相比，网络安全类课程的实践教学内容应该有更快的更新速度。因为网络技术的飞速发展，很多技术可能会在短期内被淘汰，而实践教学内容却往往没有及时进行更新，这一方面可能会导致实践无法按照计划进行，另一方面也限制了学生在现实环境中实操能力的培养。

(2) 实践教学学生积极性不高

目前实践教学过程中，部分学生的积极性不是很高，对待实践中布置的任务往往抱有应付心理。实践教学中所设置的题目往往没有标注的答案，学生在其中投入的精力不同，做出的效果也会参差不齐，从中得到的收获更是不尽相同。如若学生在实践教学中的积极性不高，对实践教学的效果会有很大的不利影响。

(3) 实践教学考核方式不清

实践教学的考核方式没有指定明确的考核机制，大多数老师都是基于学生的实验报告，并结合课堂表现进行衡量。这种考核方式受老师的主观性因素影响较大，难以客观全面地对学生实践的全过程进行评价，老师很容易对与其互动交流较多、性格外向的学生给予较高的评价，而交流较少的学生则较难获得高分。

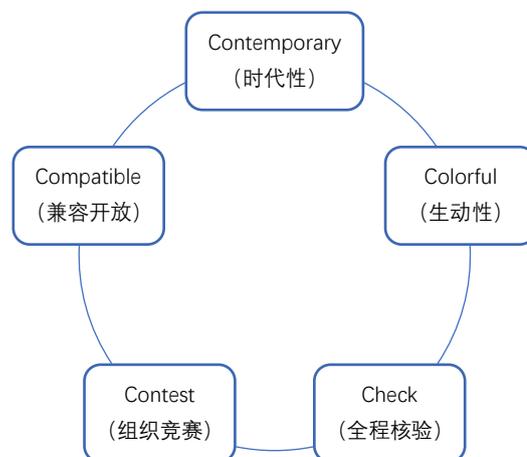


图 1 5C 模型

4 网络安全类课程实践教学的改革思路

针对上节所提到的突出问题,针对网络安全类课程实践教学教学内容和形式,提出了基于5C(Contemporary, Compatible, Colorful, Contest, Check)模型的改革思路,如图1所示,下面对其进行具体阐释。

(1) Contemporary (时代性)

实践教学内容应该紧跟时代前沿。网络安全类课程所涉及的技术发展变化非常迅速,一方面是新技术的出现,另一方面是旧技术的淘汰。几年前可能很多人没有听说过“区块链”这个词,而现在区块链已经广泛应用,而曾经常见的HTTP协议也基本被HTTPS协议所替代,很多对应的攻防方法也随之失效。因此,网络安全类课程的实践教学必须紧紧跟随技术发展的脚步,针对新出现的技术、标准、规范等,及时更新实践教学内容。只有这样才能尽量避免学生学到的东西在实际工作中落伍。

(2) Compatible (兼容开放)

实践教学内容应该兼容开放。因材施教是教学中的一项重要原则,在实践教学中也需要考虑到这一点。实践教学内容的设置应该考虑到学生能力水平的不同,以及学生兴趣点的不同。如果设置的实践内容主题过于单一,实践难度没有区分,那么可能难以满足学生多方面的知识需求,而且有的可能吃不饱,有的又吃不消。因此,在设置实践教学内容时可以尽可能地丰富实践主题,设置不同难度层次的题目,让学生能够循序渐进,慢慢积累信心,而且有进一步发挥的空间。

(3) Colorful (生动性)

实践教学内容应该生动有趣。实践教学中所布置的学习任务其实很大一部分都需要学生利用课堂之外的时间进行实践练习,如果学生对实践教学的内容不感兴趣,势必会影响其学习效果。因此,如何激发学生们对实践教学的兴趣是一个非常关键的问题。要想让实践教学的内容生动有趣,一方面是让场景尽可能地接近日常实际应用,让学生们觉得学的内容确实是有用的。另一方面是让实践的题目与当前学生感兴趣的内容有一定的关联性,产生爱屋及乌的效果。

(4) Contest (组织竞赛)

实践教学可以借鉴竞赛的形式组织开展。目前,各类网络安全竞赛开展的如火如荼,其中有很多参赛者都是网络安全类专业的在校生。这一现象从侧面说明,网络安全竞赛能一定程度地激发学生钻研探索的积极性。在实践教学中可以适当地加入类似竞赛的元素,例如可以将实践任务划分为竞赛里的赛题,学

生们自由组队参赛,按赛程提交答案,最终公布竞赛结果排名等。以竞赛形式组织实践教学可以增加实践教学的趣味性,进一步调动学生们的积极性,提高参与度。

(5) Check (全程考核)

实践教学需要全方位全流程的指导与考核。与理论教学一对多的教学模式不同,实践教学在具体指导过程中通常是一对一进行的,如果班级人数较多,则很难保证对每名同学都给与充分的指导与帮助。而正是由于在指导过程中未能全面了解学生实践的过程,这就使得难以客观全面地评价学生的学习效果。那么如何做到全方位全流程的指导与考核,一方面可以通过技术手段在教学平台中增加对实践过程的监控和互动,另一方面可以通过调整班级规模或者增加指导老师实现对更全面的覆盖。

5 网络安全类课程实践教学的一些探索

结合上述改革思路,我们在网络安全类课程的实践教学中进行了一些尝试性的探索。

(1) 更新内容, 添新加趣

针对网络安全类课程的实践教学内容及时做出更新,一方面是结合相关方向国内外的最新研究进展和关注热点,从新理论、新技术中寻找可作为实践练习的课题,例如在“网络态势感知”课程的实践教学中,我们增加了利用最新的深度学习工具实现网络威胁感知的相关课题。另一方面是结合学生现实生活中所感兴趣的内容,激发学生的兴趣,例如在“网络编程”课程中,我们设计了基于网络编程技术采集“抖音”APP数据的课题,学生在实践练习的过程中非常积极;在“信息隐藏技术”课程中,我们增加了针对3D模型的信息隐藏方法,将嵌入了水印信息的3D打印产品带入课堂,让学生可以真切感受到3D水印的效果。

(2) 组织竞赛, 以赛促学

在部分网络安全类课程的实践教学环节,我们将实验任务按照竞赛题目的形式发布,学生们组成各个参赛队,在规定的时间内提交结果。以“信息隐藏技术”这门课程为例,我们组织了“信息隐藏检测挑战赛”,竞赛的题目是对1000幅图像进行检测,判断其中是否被嵌入了秘密信息。学生在参加竞赛的过程中需要完成构建隐密图像库、提取隐写分析特征、训练分类器等一系列操作,这就需要综合运用信息隐藏和检测两方面的知识。学生利用其训练得到的分类器对待检测图像进行判断,给出其是否为隐密图像的判断结果。而学生在提交其判断结果后,老师会反馈其结果的准

确率,学生可以根据反馈继续修改其解决方案。根据课后学生反馈,这种竞赛形式的实践教学让他们感受到一定的压力,当然也增加了学习的动力。

(3) 补充力量,全程指导

针对一些人数较多的班级,如80人以上,在开展实践教学我们会安排两名甚至三名老师进行指导。我们发现在实践中很多学生即使遇到了问题,大多数的时候也是闭门造车,不愿意主动向同学或者老师寻求帮助。因此,我们建议老师在实践教学过程中逐个小组进行巡视,了解其实践进度和遇到的问题,及时给予必要的指导。而在指导的过程中也对小组的合作分工、每个人的贡献等有了一定的了解,这也为最后的考核评价提供了依据。

6 结束语

随着互联网技术深度介入社会的方方面面,网络空间安全对于国家和社会的重要性日益突出。目前,理论功底扎实、实践能力突出的网络安全人才尤其紧缺。本文首先讨论了实践教学对于网络安全类课程的重要意义,而后针对网络安全类课程实践教学在教学内容、教学平台、考核模式等方面所面临的问题,基于5C模型提出了一些针对网络安全类课程实践教学的改革思路,强调实践教学内容应该紧跟时代前沿、兼容开放,同时又生动有趣,而实践教学的组织形式可以利用竞赛的形式,并且保证对实践过程的全流程指导与考核。最后,总结了网络安全类课程实践中开展的一些探索和举措。在未来的教学工作中,我们将结合教学效果和学生反馈,进一步推进网络安全类课程实践教学的改革和创新。

参考文献

- [1] 邓莉,任正伟,张凯. 网络安全的实验教学设计[J]. 现代计算机, 2020, (01): 75-77.
- [2] 赵磊,彭国军,刘丹等. 网络攻防赛导向的软件安全课程创新性与实践性建设[J]. 计算机教育, 2019, (07): 163-167.
- [3] 刘强,王瑞锦,赵文涛等. 基于CC2020胜任力模型的网络安全实践教学金课建设[J]. 计算机教育, 2021, (05): 59-64.
- [4] Shahriar H, Whitman M, Lo D, et al. Case study-based portable hands-on labware for machine learning in cybersecurity[C]// Proceedings of the ACM SIGCSE' 20. New York: ACM, 2020: 1273.
- [5] 刘静. 高职网络安全类课程在线学习教学模式探索[J]. 决策探索, 2020, (05), 67.
- [6] 匡红. 高职院校计算机网络安全实践教学设计[J]. 计算机产品与流通, 2020, (06), 203.
- [7] 李红艳,张晓琿,李睿仙. 基于“网络安全”线上课程的实践教学策略研究[J]. 工业技术与职业教育, 2019, (06), 23-25.
- [8] 邓丽君. 技能大赛对计算机网络技术专业实践教学改革的启示[J]. 智库时代, 2019, (06), 219-220.
- [9] 杨鸣坤. 开放式网络安全实践教学改革初探[J]. 才智, 2019, (09), 148.
- [10] 刘强,赵亮,赵文涛,王勇军. 面向专业能力提升的本科Web安全实践教学金课建设初探[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(06), 167-171.
- [11] 邱菡,王清贤,朱俊虎,李玉峰. 网络空间安全专业网络科学课程建设探索[J]. 计算机教育, 2019, (07), 89-92.
- [12] 汪江桦,韩莉英. 新疆高校信息安全专业实践教学创新模式研究[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(02), 52-53.
- [13] 刘允峰. 以赛促学的网络安全实训教学改革与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2019, (10), 20-21.
- [14] 张志强,刘三满,张涛. 以实战为导向的网络攻防课程改革实践[J]. 网络安全技术与应用, 2021, (04), 93-94.