

面向网络安全实战化人才培养的 体系化课赛一体教学方法*

詹东阳 叶麟 王莘 刘立坤 郝萌

哈尔滨工业大学网络空间安全学院，哈尔滨 150001

摘要 网络安全是国家安全的重要组成部分，网络安全的竞争本质上是人才的竞争，而我国面临着巨大的网络安全人才缺口，其中实战化人才缺乏问题尤为突出。为了培养网络安全人才的创新实践能力，多所大学探索将学科竞赛与教学环节结合的课赛一体教学方法，但面临竞赛内容与教学不匹配等系统性不足挑战。为此，本文分析网络安全人才培养以及学科竞赛特点，提出面向网络安全实战化人才培养的体系化课赛一体教学方法，通过将竞赛内容分类融入多年级多课程教学体系，组织跨年级跨方向协同参赛，形成了系统化培养模式。通过开展体系化课赛一体教学探索和实践，相关课程的课程目标达成度平均提升了 4.2%，而且学生取得了优秀的竞赛成绩，包括国家级竞赛奖项 4 项，区域级竞赛奖项 5 项。

关键字 课赛一体，体系化融合，网络安全，实战化人才培养

A Systematic Teaching Method Integrating Courses And Competitions For The Cultivation of Practical Cybersecurity Talent

Zhan Dongyang Ye Lin Wang Shen Liu Likun Hao Meng

School of Cyberspace Science, Harbin Institute of Technology,
Harbin 210009, China
zhandy@hit.edu.cn

Abstract—Cybersecurity is a vital component of national security, and competition in this field is fundamentally a competition for talent. China faces a significant shortage of cybersecurity talents, with a particularly acute lack of practitioners skilled in real-world operations. To cultivate innovative practical abilities among cybersecurity talent, multiple universities have explored integrating academic competitions with teaching through a “competition-integrated curriculum” approach. However, this approach faces systemic challenges, including mismatches between competition content and teaching objectives, etc. To address this problem, this paper analyzes cybersecurity talent cultivation and the characteristics of academic competitions. We propose a systematic integrated teaching-competition approach tailored for cultivating practical cybersecurity talents. By categorizing competition content and integrating it into a multi-year, multi-course teaching system and organizing cross-year, cross-disciplinary collaborative participation, a systematic training model has been established. The exploration and implementation of this systematic approach led to a 4.2% increase in the average achievement rate of related course objectives. Additionally, students achieved outstanding competition results, including 4 national-level awards and 5 regional-level awards.

Keywords—Integrating courses and competitions, systematic integration, cybersecurity, practical talent cultivation

1 引言

网络安全是国家安全的重要组成部分，习近平总书记指出，没有网络安全就没有国家安全，网络空间的竞争，归根到底是人才的竞争。针对日益严峻的网络安全威胁，培养实战化网络安全人才至关重要。《网

络安全人才实战能力白皮书》预测，到 2027 年，我国网络安全人员缺口将达 327 万，而在网络安全人才缺口中，实战型人才缺乏的问题更为突出。

高校肩负着培养高素质专业人才的重要使命，是网络安全人才培养的核心阵地。培养网络安全人才不仅需要教授理论知识，而且需要培养创新实践能力，而传统的课堂实验往往难以满足网络安全人才实践教学需要。为此，多所大学探索将学科竞赛与课堂教学、课堂实验、毕业设计、思政教育等教学环节相结合^[1-4]，

* 基金资助：黑龙江省高等教育教学改革研究一般项目（本科教育）“面向网络空间安全专业特色化实战人才培养的“课赛一体”实践教学研究”（SJGYB2024072）。

发挥网络安全学科竞赛具有的模拟真实对抗、注重复杂问题求解等特点，从而提高学生的创新实践能力。但是，在网络安全人才培养中，竞赛与教学相结合的方法面临着很多挑战：1) 各类竞赛内容庞杂与教学内容不匹配；2) 部分竞赛对网安知识与实践能力的深度和广度要求高，学生难以短时间快速入门。

因此，面向网络安全竞赛和教学特点，研究体系化课赛一体的教学方法，对各类竞赛内容进行分析与分类，结合不同年级、多门课程的教学内容与进度，将竞赛内容体系化地融入多年级、多门课程的教学体系中，并组织跨年级、跨方向的协同参赛，形成系统化的课赛一体教学实践培养模式，对于实战化网络安全人才培养十分重要。

2 已有的竞赛与教学融合方法

已有的竞赛与教学融合方法主要包括：1) 将学科竞赛融入教学环节，提升实践教学效果；2) 鼓励学生参与竞赛，在竞赛中运用所学知识提升实践创新能力。

将学科竞赛融入教学环节^[5-6]，是指将网络安全学科竞赛的知识与组织形式融入课堂教学与实验教学中，通过理论与实践相结合，提升创新实践能力培养水平。网络安全领域在创新实践方面的主要竞赛包括：全国大学生信息安全竞赛创新实践能力赛、“强网杯”全国网络安全挑战赛等，主要在模拟真实攻防场景下检验选手的创新实践能力以及问题求解能力。已有的将竞赛融入教学方法主要包括：

(1) 将竞赛所需知识添加到课堂教学内容或将竞赛题目转化为教学案例；

(2) 将部分代表性竞赛题目作为课程实验（如渗透测试、SQL 注入等）；

(3) 开设实践课程（如结合 CTF 竞赛内容设计攻防演练等）。这类方法的优点主要包括：

(1) 教学环节的参与和完成情况与成绩挂钩，学生参与积极性高，完成度好；

(2) 教师能够根据教学内容筛选所需竞赛知识或实验内容，与课程内容融合性好，学生对教学内容接受度高。

缺点主要包括：

(1) 竞赛涉及的知识庞杂，单一课程无法融入大量内容，容易产生碎片化知识；

(2) 由于教学训练缺少竞赛的紧张环境，对于学生的实战应变能力锻炼不足。

以竞赛驱动知识运用和提高^[7-8]，是指将竞赛作为课程所学知识的实践应用平台，依托学生俱乐部或社

团，通过鼓励学生参与各类学科竞赛，以达到理论知识的巩固和专业技能的持续更新，实现从“课堂”向“实战”转变，提高教学成效。这种方法的优点主要包括：

(1) 竞赛能够模拟真实网络攻防场景，对参赛者在各类知识的综合运用上提出了很高的要求，能够帮助学生快速提升创新实践能力水平；

(2) 竞赛在升学和就业方面激励效果明显，高水平学生参与竞赛的积极性高。

缺点主要包括：

(1) 创新实践类竞赛所需知识广泛，涉及多门课程，单一课程难以支持和驱动学生参赛；

(2) 部分竞赛难度大，导致学生参与度不足。

因此，在网络安全实战化人才培养中，如何破解课赛一体教学中系统性不足、难以有机融合的问题，设计体系化的课赛一体教学培养模式，提升学生的创新实践能力，是网络安全人才培养急需解决的问题。

3 课赛一体教学方法设计

3.1 网络安全竞赛与课程特点分析

网络安全创新实践类竞赛在所需知识和竞赛水平上具有多样性。首先，竞赛通常涵盖 Web 渗透、二进制漏洞挖掘、密码学、人工智能安全等多个技术方向，单一选手难以全面掌握所有领域知识和技能，因此普遍要求 4 人以内组队参赛，从而形成技术和优势互补。此外，各种竞赛的等级以及难易程度不同，形成金字塔结构，对参赛者的水平要求不同。其中，区域性 CTF 赛事通常竞争压力较小，侧重基础技能考察，能够帮助新选手建立攻防竞赛概念。全国性大型 CTF 竞赛通常含有多个阶段，不同阶段对能力和水平要求不同，能够从多个层次锻炼参赛者。例如：全国大学生信息安全竞赛创新实践能力赛设置初赛、分赛区赛、全国总决赛三级选拔，初赛采用动态积分制考察基础能力，分赛区赛和总决赛通常采用攻防对抗模式，更加注重实战化能力和团队协作能力的考察。而国际顶尖 CTF 竞赛，例如 DEFCON CTF，通常聚焦前沿技术和研究，要求选手具备创新思维和极限攻防能力。

网络空间安全课程体系具有多维度、分阶段、层次化的特点。首先，课程知识覆盖全面，涵盖密码学、网络攻防、Web 安全等核心方向，并延伸至云安全、人工智能等新兴领域。这些课程培养阶段不同，大二侧重基础理论，大三强化专业技术，大四聚焦综合应用，形成从认知到综合实践的递进链条。此外，不同课程难度不同，通常按照入门与进阶进行分层设计，例如

《信息安全概论》侧重建立基础概念框架与基本技能体系,而《漏洞挖掘》侧重培养专门领域的进阶知识。

为了有效提升实战化网络安全人才培养能力,提出分层分类、跨层协同的体系化课赛一体教学改革方

法,针对网络安全学科竞赛以及课程体系的特点,将学科竞赛和课程教学有机融合,从而形成优势互补,提升实战化网络安全人才培养水平,如图 1 所示。具体包括以下两个方面。

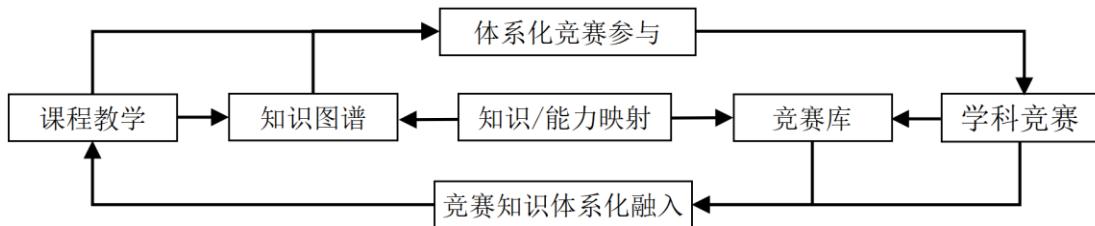


图 1 面向网络安全实战化人才培养的体系化课赛一体教学方法

3. 2 体系化的课赛知识融合

为了有机地将竞赛知识融入教学环节,提出体系化的课赛知识融合方法,构建竞赛题库以及课程知识图谱,并且建立两者之间的映射关系,结合不同年级、多门课程的教学内容与进度,遵循“能力导向、分层递进”的原则,将不同竞赛内容系统化地融入多年级、多门课程的教学体系中。

在知识融入层面,构建能力导向的知识引入模式。在内容选择方面,根据课程教学内容不同,选择对应的竞赛题目。在知识难度选择方面,在《信息安全导论》等专业基础课程中,通过引入全国大学生信息安全竞赛初赛等竞赛中的基础竞赛题目,重点训练基础知识与攻防能力;在《逆向分析》《系统安全》等专业核心课中,通过引入“强网杯”、XCTF 等进阶赛事内容,进一步提升攻防实践能力。

在教学实施层面,构建分层递进式培养模式。在基础理论层次,通过案例教学解析竞赛真题,例如:密码学课程结合 RSA 加解密赛题进行矩阵教学;在技能强化层次,在攻防实践课程中,依托靶场等虚实结合的实验仿真平台,将 DEFCON CTF 等国际赛事的典型赛题转化为梯度化的实践训练项目;形成涵盖基础理论与技能强化的递进式培养链条。

3. 3 课程体系驱动学科竞赛参与

为了在竞赛中提升学生的创新实践能力,提出体系化的课程体系驱动学科竞赛培养模式,对学科竞赛进行分级分类,基于网络空间安全核心知识体系,建立“课程-竞赛-能力”的三维映射模型。通过构建课程知识图谱与竞赛能力矩阵的关联映射,形成动态更新的适配关系,使每门课程均与多个不同难度的学科竞赛紧密关联。首先,从课程实践训练的需求出发,将不同年级、不同课程的竞赛实践环节体系化地融合起来,形成跨年级、跨课程的参赛队伍,以提高课赛同步的知识转化效率。例如,将密码学、Web 安全、逆向分析、系统安全课程的学生作为不同方向的竞赛选

手,组合成一个竞赛队伍,不仅实现了专项训练和知识互补,还促进了“老带新”的技术传承生态。此外,构建递进式的参赛模式,根据竞赛难度不同,在课程知识掌握初期组织参与区域性基础网安竞赛,在完全掌握课程知识后,组织高水平的队伍参与更高水平的竞赛。

4 体系化课赛一体教学实施案例

根据体系化课赛一体教学方法,本文多位笔者于 2024 年进行了课赛一体教学探索和实践。2024 年初,笔者所在的哈尔滨工业大学网络空间安全学院入选国家一流网络安全学院建设示范项目。鉴于实战化人才培养是一流网安学院的重点建设内容,因此本研究选择网络空间安全专业作为课赛一体教学方法实践专业。

2024 年春季学期,分别将 CTF 入门题目以及逆向分析、密码学、Web 安全等专业进阶题目作为教学案例和课程实验融入大二学年网络攻防技术课程以及大三学年的软件安全与逆向分析、密码学、系统安全等课程。在课程后期,以 CTF 竞赛俱乐部为载体鼓励学生基于所掌握知识跨年级组队参与各类学科竞赛。2024 年秋季学期,在多学年开展网络空间安全设计与实践系列课程,并构建攻防靶场实践平台,通过模拟竞赛场景,提升学生的综合实践能力;此外,以创新实践能力训练为导向,将参与竞赛作为课程实践的一部分,并且组织了 HITCTF 2024 网络攻防邀请赛以及黑龙江省大学生网络安全挑战赛等比赛,提升学生竞赛参与度。在竞赛选择上,根据学生实践水平不同,推荐参与区域性或全国性竞赛。

最终,通过课赛一体教学探索和实践,相关课程的课程目标达成率平均提高了 4.2%。此外,学生获得多项国家级和区域级竞赛奖项,如表 1 所示。国家级竞赛奖项主要包括:第十七届全国大学生信息安全竞赛创新实践能力赛东北赛区一等奖以及全国一等奖各 2 项、第七届强网杯全国网络安全挑战赛线下赛二等奖、第八届 XCTF 国际网络攻防联赛总决赛三等奖等;

区域级竞赛奖项主要包括：2024年黑龙江省大学生网络安全挑战赛一等奖、2024年四川省熊猫杯网络安全大赛优胜奖、第二届天网杯网络安全大赛-信创关键产品漏洞挖掘挑战赛三等奖等。

表1 体系化课赛一体教学方法实施成果

竞赛名称	竞赛级别	获奖情况
第十七届全国大学生信息安全竞赛创新实践能力赛	国家级	一等奖2项
第七届强网杯全国网络安全挑战赛线下赛	国家级	二等奖1项
第八届XCTF国际网络攻防联赛总决赛	国家级	三等奖1项
第十七届全国大学生信息安全竞赛创新实践能力赛 东北赛区	区域级	一等奖2项
2024年黑龙江省大学生网络安全挑战赛	区域级	一等奖1项
第二届天网杯网络安全大赛-信创关键产品漏洞挖掘挑战赛	区域级	三等奖1项
2024年四川省熊猫杯网络安全大赛	区域级	优胜奖1项

5 体系化教学方法的思考与建议

5.1 提高学科竞赛的参与度

在体系化课赛一体教学模式中，学科竞赛的参与度十分重要。提升学生竞赛参与度的核心在于构建“能力培养—发展赋能”的闭环生态。将竞赛参与作为实践课程的一环，并且与奖学金评定、企业实习推荐等激励措施挂钩，以增强学生参与积极性。更重要的是，需要构建竞赛成果向职业发展和升学的桥梁。为此，应与重点企事业单位合作，将竞赛成果作为招聘的优先录用条件；同时，在研究生推荐免试过程中，设立相应的加分政策，并增设特殊专业人才推免名额。

5.2 建立梯度式的学科竞赛参与模式

为提升学生参与竞赛的意愿并降低竞赛参与门槛，需要构建基于能力递进的梯度式竞赛体系，依据学生对课程知识的掌握程度及实践能力，实施“课程表现

—能力评估—竞赛匹配”的竞赛参与机制，以实现差异化的人才培养。此外，通过设置不同难度级别的竞赛挑战，激发各层次学生潜能，最终构建一个包含广泛参与、精英培养的全方位人才培养体系。

5.3 重构学科竞赛成果评价体系

为了实现多维竞赛成果评价，需要突破传统单一竞赛获奖导向的评价体制，建立全面的多维评价机制，以避免仅以竞赛奖项为唯一评价标准的局限性。应当将竞赛过程中的各种表现，例如漏洞分析报告、防御方案设计等，均纳入考察评价的范畴，以此来实现对学生创新实践能力的全面评估。

6 结束语

哈尔滨工业大学是国家一流网络安全学院建设示范项目高校，通过开展面向网络安全实战化人才培养的体系化课赛一体教学方法，实现课程与竞赛的深度有机融合，既提升了学生攻防对抗等核心创新实践能力，又促进了教学内容与行业前沿接轨，形成了“以赛促学、赛教融合”的良性生态，有效提升了实战化人才培养水平。

参 考 文 献

- [1] 项导, 鲍蓉, 胡局新. 学科竞赛和产教融合驱动的人工智能应用型人才培养探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3): 124-128.
- [2] 马行空, 刘强, 逢德明, 等. 训赛一体的网络空间安全人才创新实践能力培养[J]. 计算机教育, 2022, (09): 35-39.
- [3] 魏英凯, 胡思煌, 王美琴. 山东大学网络安全实战型人才培养体系建设实践[J]. 工业信息全, 2024, (03): 14-19.
- [4] 杨涛. 网络安全实践类教学课程思政的探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1): 95-99.
- [5] 刘小虎, 张玉臣, 韩继红, 等. 依托学科竞赛的网络空间安全专业人才培养能力培养[J]. 计算机教育, 2019, (06): 35-38.
- [6] 李景涛, 赵卫东. 信息安全课程中竞赛驱动项目式教学[J]. 计算机教育, 2018, (08): 74-77.
- [7] 俞能海, 吴文涛, 王晨曦. 网络安全实战型人才培养体系探索与实践[J]. 中国信息安全, 2024, (03): 29-33.
- [8] 宋晓锋, 倪林, 韩鹏, 等. CTF 竞赛融入网络安全人才培养过程的探索与实践[J]. 计算机教育, 2021, (11): 1-5.