

数字化协同教学的学生创新能力与竞赛能力培养方法研究

——以网络空间安全专业为例

张烨菲*, 赵治栋, 邓艳军, 常琪, 唐会军

杭州电子科技大学网络空间安全学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年11月9日; 录用日期: 2025年12月11日; 发布日期: 2025年12月19日

摘要

在高等教育数字化转型与新工科建设背景下, 本文以网络空间安全学科为实践载体, 提出“四位一体”的数字化协同教学模式。通过整合虚拟化技术、云平台资源及学科竞赛体系, 构建“课程建设 - 竞赛驱动 - 四课堂联动 - 制度保障”的培养路径, 旨在解决传统教学中实践与创新脱节的难题。实践表明, 该模式显著提升了学生的科研创新能力和竞赛水平, 为战略性新兴学科人才培养提供可推广范式。

关键词

数字化协同教学, 创新能力, 学科竞赛, 网络空间安全

Research on Methods for Cultivating Students' Innovation and Competition Competencies through Digital Collaborative Teaching

—A Case Study of Cyberspace Security

Yefei Zhang*, Zhidong Zhao, Yanjun Deng, Qi Chang, Huijun Tang

School of Cyberspace, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang

Received: November 9, 2025; accepted: December 11, 2025; published: December 19, 2025

*通讯作者。

Abstract

Against the backdrop of digital transformation in higher education and the development of emerging engineering disciplines, this paper adopts cyberspace security as a practical case and proposes a “four-in-one” digital collaborative teaching model. By integrating virtualization technology, cloud platform resources, and discipline competition systems, a cultivation path characterized by “curriculum construction-competition drive-four-class linkage-institutional support” is constructed to address the disconnection between practice and innovation in traditional teaching. Practice has shown that this model significantly enhances students’ scientific research innovation capability and competition performance, providing a replicable paradigm for talent cultivation in strategic emerging disciplines.

Keywords

Digital Collaborative Teaching, Innovation Capability, Discipline Competition, Cyberspace Security

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在数字化时代背景下，高等教育正面临着前所未有的结构性变革。随着人工智能、大数据、大模型等新兴技术与实体经济的深度融合，产业界对具备创新思维和实践能力的复合型人才需求愈发迫切。为应对新一轮科技革命和产业变革的战略行动，教育部正积极推进新工科建设和改革，出台一系列聚焦科研创新型人才培养的战略部署，为高等教育学科改革与人才培养提供方向指引。网络空间安全学科作为支撑国家网络强国战略的战略性新兴学科，其人才培养质量直接关系到国家信息安全与数字经济发展命脉[1]，需要多层次、全方位地培养高素质高技能的专业人才[2]。然而，当前高校在该领域人才培养中仍面临教学内容与工程实践脱节、创新能力培养体系不完善、学科竞赛与课程教学协同不足等现实挑战。传统教学多以理论灌输为主，未能充分遵循建构主义理论“学习者主动建构知识意义”的核心主张，学生常处于被动接收知识的状态[3]；同时缺乏体验式学习理论所强调的“真实情境 - 实践操作 - 反思内化”闭环设计，导致学生难以将抽象的理论知识转化为解决复杂工程问题的能力，更无法有效对接学科竞赛对高阶实践能力的需求，形成“学用脱节”的困境[4] [5]。

本科阶段是科研创新性人才培养的关键时期，而学科竞赛作为学科建设和知识学习的第二课堂，是理论知识转化为实践能力的重要载体，在创新型人才培养中具有不可替代的作用[6]。因此，为了响应数字化背景下的创新型人才需求，助力学生系统掌握交叉学科知识，如何打通专业交叉知识间的边界，破除知识孤岛，以学科竞赛能力培养为导向构建实践教学内容[7] [8]，且进一步拓展为技术研发，真正树立起开拓创新的科学理念[9] [10]，最终达到“知识和技能传授”与“科研创新素质培养”并重的教学目的，已成为高等教育改革亟待破解的重要命题。

在国际上，创新能力和竞赛能力的培养一直是高等教育的核心议题。许多西方国家长期以来都将培养学生的创新精神和实践能力作为教育改革的重点，通过整合教育资源、优化课程体系以及举办各类科研竞赛活动，激发学生的探索精神和创新意识，使学生得以在学术探索和实践中锻炼自己的创新思维和

竞赛能力。例如，美国高校普遍实施研究型教学，鼓励学生参与教授的科研项目，并设立本科生科研学徒计划(The Undergraduate Research Apprentice Program, URAP)和国家科学基金会的研究经验项目(Research Experience for Undergraduates, REU) [11]，为学生提供了直接参与前沿科研项目的机会，这一模式深度契合情境学习理论“合法边缘性参与”理念，让学生在真实科研场景中从“辅助参与”逐步过渡到“核心实践”，通过实际工程应用来提升创新能力；欧洲的一些国家则通过提供丰富的实验平台和跨学科的教育模式[9]，依托项目式学习理论“问题驱动-协作探究”的逻辑，培养学生解决复杂问题的能力。这些做法不仅增强了学生的学术竞争力，也为全球社会培养了大量高素质的创新人才。

相较之下，我国在创新能力和竞赛能力培养方面起步较晚，但近年来已取得显著进步。随着教育体制的不断改革，越来越多的高校开始注重学生的创新思维和竞赛能力的培养[10]。通过开展课程改革和创新实验项目、组织学术竞赛和提供创新创业平台，逐步构建起一套旨在提升学生创新意识和实践技能的培养体系。政策层面的支持，如《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的出台，亦为大学生创新能力的培养提供了坚实的基础。同时，各类学科竞赛和创新创业大赛的举办，也为学生提供了展示自我、锻炼能力的平台。

本文立足网络空间安全学科特点，以建构主义理论、体验式学习理论为双核心支撑，聚焦数字化协同教学模式构建，旨在通过教学内容重构、学科竞赛驱动、四课堂联动、制度保障，构建出与当前前沿科研进展相结合的、针对性较强的教学案例和竞赛培养方案，系统提升大学生创新能力与竞赛水平，为新工科背景下战略性新兴学科人才培养提供可复制的实践范式。

2. “四位一体”的数字化协同教学模式构建

本文以网络空间安全学科专业学生为对象，为提升其创新能力和竞赛能力，以学科竞赛为载体、以课程建设为基础、以四课堂联动为提升、以制度保障为支撑，探索构建多维度、立体化的新型创新能力和竞赛能力培养体系，图1为“四位一体”的数字化协同教学模式核心架构图。

2.1. 以课程建设为抓手，数字化协同教学，以提升实践能力

基于网络空间安全学科专业的培养方案，整合和开发数字化教学资源，融入到以创新实践为主的实践类教学课程中，对创新实践课程必须涵盖的知识点和能力培养需求进行梳理，优化课程结构，采用由浅入深的教学方法，形成“理论-实践-创新”的递进式课程结构，即涵盖从基础理论到实践操作，再到创新解决方案的课程结构，使学生在解决实际问题的过程中提升技术能力和创新思维。具体包括：

1) **数字化课程内容重构与资源整合：**梳理创新实践课程的知识点与能力培养需求，优化课程结构。首先，在网络安全攻防课程中，引入虚拟化技术搭建虚拟实验平台，模拟真实网络攻击与防御场景，学生可通过平台进行漏洞扫描、入侵检测等操作，在沉浸式体验中掌握网络安全核心技能——这一设计紧扣建构主义理论“主动建构知识”的核心，让学生在“做中学”中自主理解网络攻防逻辑，而非被动接收理论。其次，利用云平台技术开展远程实验与在线协作，学生可实时存储、分析实验数据，打破时空限制，提高课程的灵活性和互动性，增强学生的团队协作能力。同时，在网络安全技术等相关专业课程中增设“云安全防护”、“大数据安全分析”等前沿模块，确保课程内容与行业需求同步。

2) **实践案例的工程化与动态更新：**根据网络安全领域实际工程应用需求，构建“行业案例库”，将企业真实项目(如网络安全应急响应、数据加密系统开发等)转化为教学案例。例如，结合某企业遭受勒索病毒攻击的真实事件，设计“网络安全事件应急处置”案例，引导学生从漏洞分析、防御策略制定、系统恢复等环节进行实践，强化理论知识的工程应用能力。

为进一步体现“课程-竞赛”协同，以专业核心实践课程《网络安全攻防实战》为典型载体，围绕

“CTF 夺旗赛能力培养”设计数字化教学方案：理论阶段依托学校“网安云实训平台”上传逆向工程、Web 渗透等竞赛核心知识点微课，学生预习后提交疑问，教师结合数据调整课堂重点；实操阶段依托平台内置含 SQL 注入、缓冲区溢出等 10 类场景的典型漏洞环境，学生以 4 人小组完成“漏洞扫描 - 利用验证 - 防御加固”全流程操作，平台自动记录数据并生成报告；竞赛模拟阶段对接全国大学生信息安全竞赛题型，发布“企业内网渗透”等场景赛题，要求小组 8 小时内完成目标主机权限获取、关键数据提取及攻击路径溯源，教师通过平台查看进度并针对卡壳环节提供引导式提示(如检查目标主机异常端口)，避免直接告知答案。课程实施中，学生需提交漏洞分析报告、攻防策略文档及竞赛模拟复盘 PPT，教师结合平台数据与师生反馈优化教学——数据显示学生平台实操平均时长从 6.2 小时/周提升至 9.5 小时/周，85% 学生认可虚拟环境与竞赛场景的贴合度；针对漏洞利用代码编写错误率较高的问题，参与课程学生的全国大学生信息安全竞赛获奖率较未参与者提升 37%，充分实现课程与竞赛的协同育人。

此外，注重案例库与课程内容的动态更新，定期将人工智能驱动的钓鱼攻击等新兴网络攻击技术相关案例纳入库中，确保教学内容的时效性与针对性，持续匹配行业发展与竞赛需求。

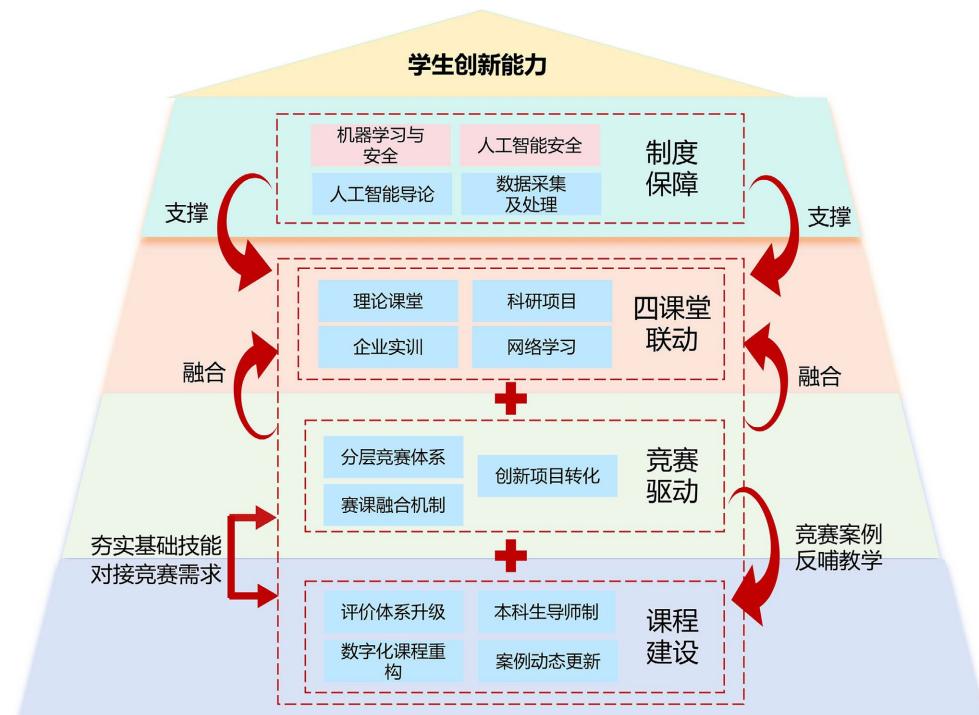


Figure 1. The core architecture diagram of the “Four-in-One” digital collaborative teaching model
图 1. “四位一体”的数字化协同教学模式核心架构图

3) 课程评价体系的数字化升级：建立“过程性评价 + 成果性评价”相结合的数字化评价机制。通过学习平台实时采集学生的课堂互动、实验操作、项目完成等数据，生成个性化学习画像，符合建构主义理论“关注个体知识建构差异”的主张，避免传统“一刀切”评价的局限性；引入企业导师参与课程考核，将竞赛能力、项目实战成果纳入评价指标，实现“课程学习 - 能力提升”的闭环反馈。

2.2. 以学科竞赛为载体，构建分层分类培养模式

以学科竞赛为抓手，构建“基础技能 - 专业竞赛 - 创新项目”分层培养体系，实现“以赛促学、以赛

促教”的目标，进而培养学生的学科竞赛能力。该体系设计既填补了国内现有研究“竞赛与课程协同不足”的空白，也依托情境学习理论“能力渐进发展”逻辑，让不同基础学生逐步提升竞赛素养。

1) 竞赛体系的分层设计与联动机制：建立以国家级竞赛为龙头，以省级竞赛为重点，以校内选拔赛和趣味赛为基础的分级竞赛体系。探索“基础技能 + X”的个性化培养模式，根据学生基础分为专业组和趣味组，为不同情况、不同专业的学生提供创新活动的平台，展示个性，锻炼能力。具体地，对于网络安全学科，专业组侧重网络安全攻防、密码学应用等专业技能，对接高水平学科竞赛；趣味组以网络安全科普、基础攻防演练为主，激发学生兴趣。例如，校内举办“网络安全闯关赛”，设置密码破解、钓鱼网站识别等趣味环节，吸引不同专业学生参与，扩大竞赛覆盖面。

2) “竞赛 - 课程 - 科研”协同培养机制：将竞赛内容融入课程教学中。具体地，在创新实践课程中纳入学科竞赛相关知识和技能，如拆解全国大学生信息安全竞赛的典型赛题(如 CTF 夺旗赛)，通过“理论学习、虚拟操作、实际演练和研讨汇报”相结合的方式，系统训练学生的漏洞挖掘、逆向工程等技能，激发学生的学习兴趣和创新潜能。同时，支持学生将竞赛中产生的创新想法转化为大学生创新训练项目，如基于竞赛中发现的新型网络攻击手段，开展“智能入侵检测系统研发”等课题研究，实现竞赛能力向科研能力的转化。

3) 竞赛反馈的教学优化机制：建立竞赛成果反哺教学的机制。分析竞赛中暴露的知识薄弱点，如新兴网络攻击技术应对不足，优化教学内容和方法，提高教学的针对性和实效性；将竞赛获奖项目转化为教学案例，邀请竞赛获奖团队分享经验，形成“竞赛经验 - 教学内容 - 学生能力”的正向循环，使教学过程更具灵活性和互动性。

2.3. 复合型课堂协同联动机制，强化创新能力

利用数字化信息手段，打破传统课堂教学的时空限制，探索构建出理论知识传授、实践技能培养、科研创新研究及自主泛化学习于一体的复合型课堂协同联动机制，强化创新能力。以体验式学习理论“多场景体验 - 深度反思 - 知识迁移”为核心逻辑，通过四类课堂的协同覆盖“理论 - 实践 - 科研 - 自主学习”全场景，弥补国内现有模式“课堂边界固化、资源碎片化”的缺陷[10]。具体地，在数字化协同教学背景下，第一课堂(理论课堂)、第二课堂(实训实践)、第三课堂(科学研究)、第四课堂(网络课堂)协同教学，促进校内学院、企业学院、社会学院、网络学院的四院联动，进而实现“五力融合”(思辨力、学习力、表达力、创造力、适应力)的培养目标，以强化大学生创新能力的培养模式。

1) 第一课堂：校内学院培基强能。以理论教学为主，聚焦网络空间安全核心知识体系，如密码学原理、网络协议分析等。采用“线上预习 + 线下研讨”的混合式教学模式，利用数字教学平台发布预习资料(如微课、虚拟仿真实验)，课堂上通过案例研讨、小组辩论等形式深化理解，破解教学难点。

2) 第二课堂：企业与社会资源整合应用。与网络安全企业共建实训基地，开展“企业项目实战”活动，学生参与企业网络安全体系搭建、漏洞测试等真实项目，提升实践能力。同时，依托学科竞赛和社会实践，组织“网络安全科普进社区”、“攻防演练大赛”等活动，将理论知识转化为服务社会的能力。

3) 第三课堂：科研项目驱动创新思维。鼓励学生参与教师科研项目，通过科学研究课题指导实现创新思维培养，如网络安全漏洞挖掘、区块链安全研究等，培养学生的科研思维。设立“大学生创新实验室”，提供网络安全测试平台、数据中心等资源，支持学生自主开展创新研究。

4) 第四课堂：网络资源泛在补充。构建“网络学习社区”，整合优质网络资源(如 MOOC 课程、网络安全论坛技术文章)，引导学生开展个性化学习。搭建师生互动平台，学生可在线提交学习疑问、分享技术心得，教师定期开展网络直播答疑，拓展知识的广度与深度，满足个性化学习需求。

2.4. 以制度保障为支撑，构建长效运行机制

- 1) 组织与师资保障：成立“数字化教学改革领导小组”，统筹课程建设、竞赛组织、实践基地建设等工作。一方面，引进具有企业实战经验的网络安全工程师担任兼职教师，另一方面，要求专业教师定期到企业挂职锻炼，提升“双师”素质。相较于传统师资体系，该保障机制突出“实战导向”，确保教师既能讲授理论知识，又能指导竞赛与项目实践，为建构主义“情境创设”和体验式学习“实践指导”提供师资支撑。
- 2) 资源与平台保障：加大数字化教学资源投入，建设虚拟仿真实验中心、网络安全实训平台等硬件设施，采购前沿网络安全测试工具，支持课程开发、竞赛组织、学生创新项目等。
- 3) 评价与激励保障：建立多元评价机制，从教师层面，将数字化教学改革成果(如课程建设质量、竞赛指导成效)纳入绩效考核；从学生层面，将竞赛成绩、创新实践成果纳入学分体系。同时设立“数字化教学创新奖”、“学科竞赛优秀指导教师奖”等，激发师生参与积极性。

3. “四位一体”模式下的育人成效

“四位一体”数字化协同教学模式通过课程建设、竞赛驱动、四课堂联动及制度保障的系统化设计，在网络空间安全学科专业学生创新能力与竞赛能力培养中取得一定的成效，具体体现在以下方面。

3.1. 人才培养质量显著提升

基于数字化协同教学模式，学生理论基础与实践能力实现协同强化，本专业学生在网络空间安全核心领域就业竞争力显著提升，近五年我院本科生在各类省部级以上重要学科竞赛中获奖 500 余项，其中国家级竞赛奖项 180 余项，省部级各类竞赛奖项 300 余项。毕业生中就职于党政机关、国有企事业单位和军队的总就业人数超 120 人，占就业总人数 40%以上，其中参与学科竞赛及创新项目的学生就业率达 100%。同时，学生科研能力显著增强，累计发表网络安全相关学术论文数量逐年攀升，获推免攻读研究生近 20 人，推免率达 3%，形成“课程学习 - 竞赛实践 - 科研创新”的能力递进培养闭环。

3.2. 创新能力与实践生态全面优化

四课堂联动机制打破传统教学边界，学生创新思维与综合素养得到全方位培养。第一课堂理论深度与第四课堂资源广度结合，使学生知识获取效率有效提升；第二课堂与第三课堂科研项目结合，近年我院与超 20 家企业开展院企合作、学生参与教师科研项目超百项，形成良性循环的创新生态。

3.3. 专业建设与社会服务成效显著

数字化协同教学模式推动专业建设水平与社会影响力双重提升，在院、校各方领导的大力支持下，我院先后建设省级一流本科课程 10 门，获国家级教学成果奖励 3 项，国家级一流课程 3 门，省部级教学成果 6 项，教育部网安产学研优秀案例 2 项。同时，社会服务能力显著增强，近年服务企事业单位超 2000 次，获各类感谢函 20 余份，实现教育链与产业链的精准对接，为国家和区域网络安全建设提供智力支持，进一步论证了高效、合理、有序的学科竞赛对于专业建设具有强大的推动作用。

4. 结束语

在高等教育数字化转型与新工科建设的时代背景下，本文构建了“四位一体”数字化协同教学模式，通过课程建设夯实理论与实践基础、学科竞赛驱动创新能力提升、四课堂联动拓展育人维度、制度保障构建长效机制，为网络空间安全专业学生创新能力与竞赛能力培养提供了系统化解决方案，培养出了一

批符合社会需求的高质量复合型人才，为地方高校相关专业的人才培养提供理论借鉴和参考，具有一定的推广应用价值。

基金项目

杭州电子科技大学高等教育教学改革研究项目(YBJG202462, ZDJG202406, YBJG202460)；浙江省教学改革重点项目(JGZD2024025)。

参考文献

- [1] 李春源, 王磊, 徐子竟. 新工科背景下网络安全研究生人才培养模式研究与实践[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2024(5): 84-87.
- [2] 本刊编辑部. 培养面向新时代的创新型网安人才[J]. 中国信息安全, 2023(3): 26.
- [3] Kitchener, R.F. (1987) Genetic Epistemology, Equilibration and the Rationality of Scientific Change. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, **18**, 339-366. [https://doi.org/10.1016/0039-3681\(87\)90024-0](https://doi.org/10.1016/0039-3681(87)90024-0)
- [4] Kolb, D. (1983) Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Pearson Schweiz Ag.
- [5] 陈彬. 东北大学副校长王兴伟: 数字技术赋能教学需摆脱路径依赖[N]. 中国科学报, 2025-05-20(003).
- [6] 姜婵. 大学生科研竞赛活动与大学生科研能力培养[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2019.
- [7] 余永龙, 刘延华, 张日新. 基于创新创业人才培养的高校学科竞赛机制构建[J]. 文教资料, 2025(8): 184-186.
- [8] 蔡佳钰. 新时代高校拔尖创新人才培养研究[J]. 教育教学论坛, 2024(45): 177-180.
- [9] 曹勇. 高校通识教育中的设计课程研究: 概念、内容与课题方法[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京艺术学院, 2021.
- [10] 张华, 肖昆, 盛书中, 等. 地方高校产教融合下多元协同育人模式构建与实践——以地球物理学专业为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(18): 171-174.
- [11] UROP (2006) MIT's Undergraduate Research Opportunities Program. Massachusetts Institute of Technology. <http://web.mit.edu/urop>