

新工科背景下基于 OBE 模式的《物联网安全》课程教学改革探索

金增旺^{1,2}, 巩超^{2,*}, 张芬¹, 吴佳斌², 赵波²

1. 安徽大学, 具身智能研究院, 安徽 合肥, 230601

2. 西北工业大学, 网络空间安全学院, 陕西 西安, 710072

摘要: 随着新工科教育的全面推进和物联网技术的快速发展, 物联网安全课程作为网络安全专业的重要组成部分, 面临着教学方法单一、学生参与度不足及考核机制滞后的挑战。为应对这一问题, 本文基于 OBE (Outcome-Based Education) 理念, 探索了新工科背景下《物联网安全》课程的教学改革路径, 包括修订教学大纲、优化教学目标、创新教学方法、改进考核评价机制以及构建产教融合的校企合作模式。通过反向设计教学目标与毕业要求的对应矩阵, 确保课程内容与学生发展需求紧密对接, 提升学生的系统安全思维、创新能力和实践能力。改革实施后, 通过对学生成绩的分析与对比, 改革措施有效提高了学生的学习积极性和课程成绩。改革成果为其他新工科课程在 OBE 模式下的教学改革提供了有益的经验 and 参考。

关键词: 教学改革; OBE 理念; 新工科; 物联网安全

Exploration of Teaching Reform of “Security of Internet of Things” Course Based on OBE Model under the Emerging Engineering Education

Zengwang Jin^{1,2}, Chao Gong^{2,*}, Fen Zhang¹, Jiabin Wu², Bo Zhao²

1. Institute of Embodied Intelligence, Anhui University, Hefei, Anhui 230601, China

2. School of Cybersecurity, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shanxi 710072, China

Abstract: With the comprehensive advancement of Emerging Engineering Education and the rapid evolution of Internet of Things (IoT) technologies, the IoT Security course, as a core component of the cybersecurity curriculum, faces several challenges, including monotonous teaching approaches, insufficient student engagement, and outdated assessment mechanisms. To address these issues, this paper explores a teaching-reform framework for the IoT Security course under the Emerging Engineering Education paradigm based on the Outcome-Based Education (OBE) concept. The proposed reforms encompass syllabus revision, teaching objective refinement, pedagogical innovation, assessment enhancement, and the establishment of an industry-education integration model through university-enterprise collaboration. By adopting a backward-design approach and constructing an mapping matrix between course learning outcomes and program graduation requirements, the proposed framework ensures strong alignment between course content and student developmental needs. The course reform aims to enhance student systematic security thinking, innovation capability, and practical competence. Following implementation, a comparative analysis of student grades indicates that the proposed reform effectively improves

student learning motivation and academic achievement. The outcomes of this paper provide valuable insights and practical references for OBE-based teaching reforms in other Emerging Engineering courses.

Keywords: Teaching reform; Outcome-based education concept; Emerging engineering education; Internet of things security

新一轮产业变革和科技革命正加速演进,以人工智能、大数据、物联网为代表的新兴技术正在深刻改变着人类的生产生活方式,也对工程人才培养提出了新的要求。2017年教育部全面启动新工科建设,为应对新一轮科技革命与产业变革对工程人才的迫切需求,教育部等五部门于2023年在对学科专业改革方案中提出深化新工科建设,对现有工科专业调整升级,优化人才培养方案和教学过程,打造特色鲜明、相互协同的学科专业集群,培育新的工科领域^[1]。新工科之“新”,不仅体现在人工智能、工业互联网、量子信息等前沿技术的深度嵌入,更体现在人才培养范式的系统性重塑:强调以国家战略需求为导向、以产业技术迭代为牵引、以学生发展为中心,通过“反向设计—持续改进”的闭环机制,实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一^[2]。

OBE (Outcome-Based Education) 理念最早由美国学者威廉·斯派蒂 (William G. Spady) 于 20 世纪 80 年代提出,并在后续几十年中被全球工程教育领域广泛采纳与实践。它是一种以学习者为中心、学习结果为导向的教育哲学思想,在北美、澳大利亚、南非等国家和地区具有较大的影响力,当前我国高校教学改革也深受 OBE 理念的影响^{[4][5]}。OBE 理念以输出为导向,是当前工程教育认证标准的核心理念之一^[5],在现代工程教育,特别是在新工科建设中具有重要意义。OBE 强调以学习产出为导向,关注学生通过学习实际掌握的知识、能力和价值,而不是简单地完成教学过程^[6],这与新工科要求培养具备跨知识体系和创新能力的复合型人才目标是相辅相成的。近年来,国内高校在新工科与 OBE 融合方面已形成一批可借鉴范式:秦迎梅在对《自动控制原理》课程的教学改革中通过加入科研项目和课程案例,构建线上理论知识+线下项目闯关混合教学,学生课程目标达成度都大于 0.8,有明显提升^[2];韩良基于新工科需求和 OBE 理念,针对《可编程逻辑控制器》课程加入虚拟仿真技术,改进评估机制进行,通过竞赛活动让学生主动参与课堂,学生实践能力和创新思维得到显著增强^[7]。然而,上述改革多聚焦传统工科课程,对于网络安全、物联网安全等新兴交叉领域的适配研究尚处起步阶段,亟需结合技术前沿与产业痛点开展针对性探索。

物联网 (Internet of Things, IOT) 作为新工科重点布局的交叉方向,正以前所未有的速度渗透到各行各业。然而,随着物联网设备数量的爆炸式增长和应用场景的不断拓展,其安全问题也日益凸显。从智能摄像头被恶意控制到工业物联网系统遭受网络攻击,从智能家居设备泄露用户隐私到关键基础设施面临安全威胁,物联网安全事件频发,不仅给用户造成了巨大损失,也对国家和社会稳定构成了严重挑战^[8]。2024 年《网络安全产业人才发展报告》指出,物联网安全岗位缺口达 7:1,居所有细分方向之首,企业普遍反映毕业生“缺乏系统级安全思维、不会做威胁建模、难以适应敏捷开发”。因此,面向新工科与 OBE 双重要求,重构《物联网安全》课程的教学目标、内容与评价,已成为破解人才供需失衡、提升网络安全专业适应度的关键切口。

基于此背景,本文以新工科建设要求为指导,以 OBE 教育理念为核心,深入分析当前《物联网安全》课程教学中存在的问题,探索基于 OBE 模式的课程教学改革路径。通过重构教学目标、优化教学内容、创新教学方法、完善考核评价机制等措施,构建符合新工科人才培养要求的教学体系,为培养适应新时代要求的物联网安全专业人才提供有益借鉴。本研究不仅对于推动物联网安全课程

教学质量提升具有重要意义，也为其他专业课程在新工科背景下的教学改革提供了参考范例。

1 新工科背景下课程分析与教学现状

《物联网安全》课程是网络安全专业的一门重要课程，课程教学方法过去存在着教学手段单一、缺乏过程性考核、学生课上积极性不足、课程考核方式落后，缺乏学生课程评价等不足。近年来，随着教育课程改革实践与理论的发展，过去大学生课程中唯分数论的教学理念逐渐落后。素质教育和创新教育等一些新教育概念的形成，课程教学方法与教学手段随着实际情况的变化在持续的改革。所以大学教师需要适应新时代教学理念，进行课程教学方法的改革与创新。

新工科背景下，关于物联网相关课程，众多学者做过不同的改革尝试。从课程思政角度出发，建立课程思政资源库，课程将专业知识与思政相融合，并在实验中融入职业道德教育、社会主义法治教育、创新创业教育，从而提高学生的社会责任感^[9]。探究基于 OBE 教学理念的工业物联网课程人才培养模式，反向设计教学目标，构建产教融合人才培养体系^[10]。关于物联网安全相关，有学者从课前、课中和课后三个主要环节对物联网信息安全课程的教学模式创新进行深入探索，提出科教融合的课程教学模式^[11]。引导学生以赛促练，以练促赛，也能提升学生学习物联网安全技术课程的积极性^[12]。目前特别是基于 OBE 模式对物联网安全课程的改革还缺少更多的尝试和成果检验。

2 OBE 理念

成果导向教育（Outcome-Based Education，简称 OBE，亦称能力导向教育、目标导向教育或需求导向教育）理念强调以学生为中心，以学习成果为导向，通过反向设计教学过程，实现知识传授、能力培养和素质提升的有机统一^[2]。该理念的重点为最终学生应该取得什么样的成果，取得目标成果的原因，取得成果的有效方法和最终该如何考核。

将 OBE 理念引入物联网安全课程教学，不仅有助于解决传统教学模式存在的问题，更能有效对接新工科建设对人才培养质量的要求，实现从“教师教了什么”向“学生学到了什么”的根本转变。通过构建“目标-内容-方法-评价”四位一体的教学闭环体系，可以更好地培养学生的复杂工程问题解决能力、创新实践能力和团队协作精神，为物联网安全产业输送高素质的专业人才。

表 1 《物联网安全》课程教学目标与毕业要求关系矩阵
Table 1 IoT Security Course-Objectives-to-Outcomes Matrix

课程目标	对应毕业要求（指标点）	关联程度
课程目标 1：了解网络安全的国家相关法律、法规和标准，熟悉物联网及其安全体系架构和安全防范体系层次，掌握各类物联网安全的基础知识、基本理论和常用技术。	1.3 具备密码学、网络安全、系统安全的专业知识,能够针对信息安全相关工程问题进行推演和分析；	强（H）
课程目标 2: 掌握物联网及其安全的相关理论和技术应用能力，掌握网络安全相关软件、仿真工具及硬件设备的使用并分析其使用的局限性。能针对物联网安全的应用需求设计安全防护方案。	3.2 能够根据特定的需求，开展信息安全系统设计、信息安全组件设计、信息安全服务设计，并在设计中体现创新意识；	强（H）

3 基于 OBE 模式的课程教学改革方案

3.1 修订教学大纲, 优化教学目标

对物联网安全课程的教学大纲进行修订, 优化教学目标, 贯彻落实 OBE 理念, 在物联网安全课程传授过程中坚持知识、能力、素质价值水平协调发展。物联网安全课程是近年来新开设的一门本科生课程, 随着课程讲授的迭代以及学生的反馈, 物联网安全教学团队对于课程教学大纲的理解进一步深化。结合工程教育认证的反馈结果, 响应学生对于课程知识进一步梳理的期待, 本教学团队根据毕业要求和培养目标反向设计和优化物联网安全课程体系、课程教学内容和课程资源载体。以网络空间安全专业人才培养方案的毕业要求为支撑点, 确保课程目标符合毕业要求的各项指标。将教学目标与毕业要求形成一一对应矩阵体系, 具体见表 1, 明确毕业要求和教学目标支撑矩阵之间的逻辑关系, 进一步提升人才培养质量, 助力专业培养效能。

3.2 教学方法的改革与创新

网络空间安全学科是一门注重实战性的新兴学科, 物联网安全作为其中一门极具特色的专业前沿学科课程。传统的授课方式是以教师为主, 缺乏学生个性化的教学方式, 且知识传授的过程偏向于单向流动, 未能充分调动学生的积极性。基于 OBE 模式, 教学应以学生的学习成果为中心, 强调学生通过学习获得的实际能力和成果。中国工程院方滨兴院士依托广州大学网络空间安全学院创立了黄埔方班, 将前沿科研成果转化为课堂案例, 把真实科研与工程难题设计为启发性教学情境, 并把最新安全产品融入实训教学体系。本课程拟借鉴方滨兴院士在广州大学建设的方班模式, 引进方班的思辨与创新教学模式, 学生和教师的双向互动极大提高。

本课程拟采用前半段学时以教师授课为主, 但充分利用思政案例、动画、视频、PPT 效果, 激发学生学习兴趣; 在课程的理论授课过程中, 辅以学生为主的讨论式教学, 在每一节的核心知识点处, 设置一个 5-10 分钟主题式讨论环节, 并将学生的讨论深度、广度以及知识点结合程度作为日常表现的考核项, 能够充分调动学生学习的积极性和表现欲。目前这一形式已初步实现所预期的教学效果, 但仍需教学团队共同细化和优化所设定的主题, 从现实事件中挑选符合授课知识点的典型案例, 如可在物联网应用层安全分析中, 加入对于目前 ChatGPT 大规模语言模型在安全方面的分析与探讨, 包括该模型如何辨识伪造或恶意数据。

课程逐步适当地采取任务教学法、翻转课堂、对分课堂等新型的教学手段和教学模式。基于课程内容和学生专业特点, 教学团队采用分组讨论、案例分析、启发引导等教学手段, 培养学生积极思考、乐于实践的学习习惯, 提高教与学的效果。持续更新教育理念, 充分在传统教法中融入现代技术, 把信息化平台和虚拟现实工具有机融入课堂, 搭建场景式安全实训平台和校企联合实验室, 优化教学流程, 提高课堂质量和授课效率。

综上, 本课程改变传统单一的由教师端输出的教学方式, 结合人才培养需求, 在教学内容、教学方法和模式等方面进行教学改革, 如案例式教学、引导式教学、问题式教学等, 增加课堂交流和互动, 给学生留下自己独立思考的余地, 营造敢想敢说的课堂氛围, 让学生主动抛出独特观点, 在学生和学生、学生和老师的交流碰撞中, 锻炼创新思维和解决问题的能力。同时, 为了激发学生主动探索的激情, 加强文献调研和总结分析能力, 将学生按照兴趣设置相应研讨组, 调研围绕物联网安全某一研究方向的研究现状, 并择优进行汇报和展示。

3.3 课程考核评价方式改进

课程考核不仅是教学的重要环节，也是提升教学质量的一个重要方面，能够直接反应学生知识吸收程度，可推进改进教学内容和方式的改革，也会影响教学质量、教风和学风。基于 OBE 模式，进一步优化和建立科学合理的物联网安全课程考核评价体系，更加注重过程性考核，有助于提升物联网安全课程的教学质量，保证课程考核的全面性、综合性和科学性。在教学过程中，教学团队根据课程教学目标、教学要求、教学内容等，运用多种考核方式，增加学生在学习过程中的考核，包括课堂讨论深度频率、课程报告、考勤等，摒弃课程结束时采用单一结课考试的做法，避免学生只会“死记硬背”和“囫圇吞枣”的行为，促进学生的深层次学习和思考。课程将学生的成绩组成制定为 40%平时成绩+60%期末成绩，具体如图 1 所示。根据学生的成绩组成重新确定了学生的考核评价细则。通过考核评价细则，达到了课程教学目标，培养了学生理论与实践能力。

本课程建设的一大特点是结合广州大学方班模式，为进一步巩固学生课程所学知识，激发学生主动探索的兴趣，培养学生的科研创新能力，实施分组“讨论+报告”制度，设立校内外导师群和国际专家指导小组。本课程在开课过程中提供一定范围的物联网安全研究课题，包括物联网整体安全、感知层安全、网络层安全、应用层安全以及攻击防御手段等方面。定期邀请校内外导师参与课堂，对于研究课题，学生进行分小组讨论，导师对学生的讨论深度和广度以及和知识点的结合程度等进行考查，并当堂指导和交流。临近期末结课时，学生可自由选择 and 组队，要求学生围绕课堂讲授的且感兴趣的研究方向自行进行调研和总结国内外研究现状，在课程结束时提供一份关于物联网安全的调研报告，并制作 PPT，由学生共同展示和演讲，汇报时间 8 分钟，对某一主题进行深入的阐述和分享。邀请国际专家指导小组为学生们的报告进行提问并指导。同时，鼓励学生利用所学知识积极参加大学生创新创业大赛和大学生信息安全竞赛，锻炼团队分工合作能力，进一步巩固所学知识，将理论应用于实际，培养实践动手能力。

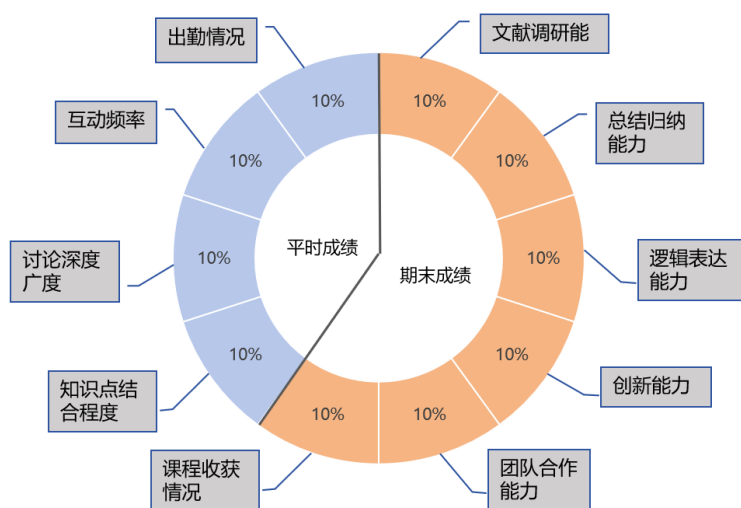


图 1 课程评分标准

Fig. 1 Course Grading Rubric

3.4 搭建产教融合的校企合作模式

物联网安全作为一门学科专业课程，除传授基础理论知识体系外，仍需进一步扩展实践教学，提供学生了解行业或企业最新前沿技术发展的机会。校企合作开发课程建设是课程建设的一种重要

手段之一。校企合作开发课程项目建设是加强与地方行业企业联动、大力推进“产教融合、校企合作”的重要举措。

物联网安全课程拟在理论授课的基础上,引入企业名师来进行项目式或案例式授课分享,以行业技术专家的视角来传授物联网安全知识和相关技能。另外,企业名师以线上会议的形式参与到学生报告环节,从行业从事者的角度来分析和点评学生主题调研分析的实用性和完整性,为学生提供理论与实践两个视角下的技术知识体系视野。这种理论与实践融通的授课模式,能够极大地调动学生的学生积极性和新鲜感,进一步提升物联网安全课程的教学质量,打造独具特色的授课模式。

本课程以校企合作为基础,将企业与立项课程密切相关的物联网安全新设备、新技术、应用案例、创新创业优秀人才等优质资源融入到实际的课程教学中,使课程教学与社会实际应用具体对接。物联网安全课程的校企建设对深化网络空间安全学科实战型人才培养模式改革、深化课程内容和教学方法改革、提升学生实践应用能力、创新能力和创业能力、提高课程教学质量和加强网络空间安全与物联网专业建设等具有十分重要的意义。

4 成效与反思

4.1 实践成效

《物联网安全》课程改革后,面向我校网络安全相关专业学生,已开展两次完整教学周期。学期总成绩整体分布较为均匀,中间段分数占大多数,高分段和低分段整体占比符合学生分布情况。2022年开始改革,将近两年课程期末总成绩与改革前相比,平均值有所上升,如图2所示。同时通过分析比较每个分数段的成绩,如图3所示。改革后教学成果有明显进步,学生成绩全部及格,90分及以上和80分及以上的人数比例有明显增加,60至70分逐年减少,说明改革取得了良好效果。

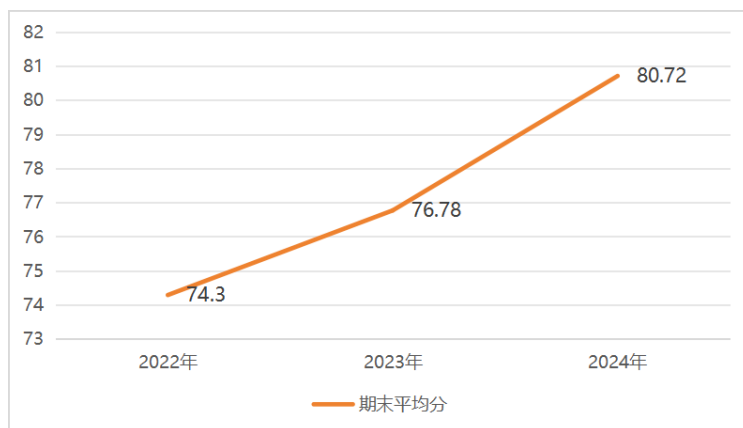


图2 2022-2024年学生期末平均分趋势图

Fig. 2 Trend Chart of Students' Final-Exam Average Scores, 2022-2024

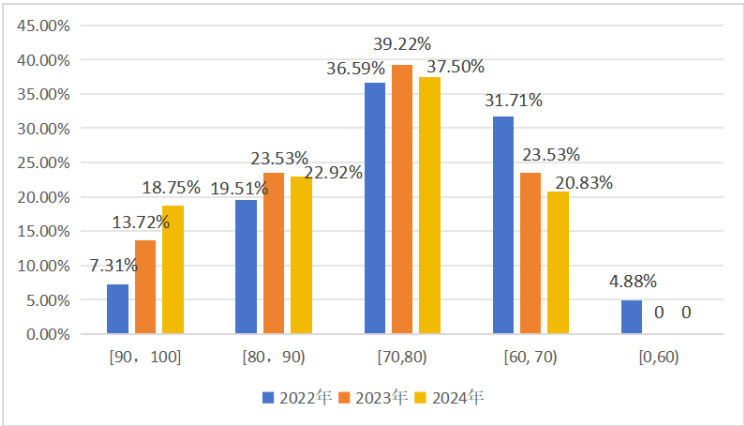


图 3 2022-2024 年各分数段学生成绩对比图

Fig. 3 Comparison of Student Score Distributions Across Different Score Ranges (2022–2024)

4.2 改进计划

本次物联网安全课程吸收了过去课程教学中的缺点并加以改进。本次课程的开设取得了良好的效果，但在课程的教学过程中仍存在不足。课程后续建设计划如下：

（1）在思政建设方面，继续坚持思政育人的目标，延续社会主义核心价值观的核心，加强课程与时事政治的联系，紧跟时代脚步和社会主义现代化进程，探索多元化的课堂表达形式，以提升课程教学效果。

（2）在教学内容方面，本课程面向高年级本科生，重点关注学术研究前沿动态，将物联网、传感器网络、信息物理系统等领域内的最新研究成果和理论知识相结合，以前沿科学推动基础理论的学习，完善教学体系结构，启发学生的科研思维、拓宽学术视野，为后续的研究生学习打下坚实基础。

（3）在理论与实践的平衡方面，继续完善实践教学环节。积极与学院、学校的实验实践中心开展交流与合作，向经验丰富的老师们学习，制定并实施合理的实践教学环节的计划，提升学生解决实际问题的动手能力。

（4）在阶段性考核方面，尝试除了调研报告以外的活动环节，增加学生内部之间的合作与交流，锻炼学生的思维和表达能力，听取学生的意见，这有助于对教学工作进行及时的调整和改善。

5 结论

在新工科建设全面推进与物联网安全威胁日益严峻的双重背景下，基于 OBE 模式开展《物联网安全》课程教学改革，是培养具备系统安全思维、工程实践能力与持续创新能力的高素质复合型人才

参考文献

- [1] 教育部, 国家发展改革委, 财政部, 人力资源社会保障部, 中央编办. 普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案[S]. 北京: 教育部, 2023.
- [2] 秦迎梅. 新工科 OBE 理念下《自动控制原理》课程教学改革探索与实践[J]. 职业教育, 2025, 14, (7): 44-50.
- [3] 李城鑫, 徐嘉莉. 新工科理念下的《物联网通信技术》课程教学改革探究[J]. 内江科技, 2024, 45(7): 98-100.
- [4] 张男星, 张 炼, 王新风, 等. 理解 OBE: 起源、核心与实践边界——兼议专业教育的范式转变[J]. 高等工程教育研究, 2020, 68(3): 109-115
- [5] Asim H M, Vaz A, Ahmed A, et al. A Review on Outcome Based Education and Factors That Impact Student Learning Outcomes in Tertiary Education System[J]. International Education Studies, 2021, 14(2): 1-11.
- [6] 马艺玮, 黄 淼, 纪 静, 等. OBE 理念下“智能电网技术”课程思政教学路径探索[J]. 工业和信息化教育, 2024, (4): 62-67
- [7] 韩 良. 新工科背景下基于 OBE 理念的 PLC 课程改革探究[J]. 微型计算机, 2025, (2): 223-225.
- [8] 詹玉婷. 当前物联网安全问题及防范措施与规制途径[J]. 网络安全技术与应用, 2025, (07): 27-30.
- [9] 魏 靓, 马丽华. “物联网安全”课程思政的教学改革与探索[J]. 教育教学论坛, 2022, (44): 82-85.
- [10] 刘莹琦, 孙瑞瑞, 郑亚菲, 等. 基于 OBE 教学理念的工业物联网课程人才培养模式研究[J]. 造纸信息, 2024, (09): 74-75.
- [11] 靳 双. 面向新工科的“物联网信息安全”课程科教融合教学模式探索与改革[J]. 科技风, 2023, (21): 121-123.
- [12] 李 伟, 陈玉明. “物联网安全技术”课程教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2023, (24): 56-60.

基金项目: 西北工业大学研究生教育综合改革发展创新项目(基金号: 25GZ0201035); 西北工业大学教育教学改革研究项目(基金号: PX-25221955)。

¹ **第1作者简介:** 金增旺(1990-), 男, 博士研究生, 西北工业大学网络空间安全学院副教授, 研究方向: 无人系统与人工智能安全。E-mail: jin_zengwang@nwpu.edu.cn。

*** 通讯作者简介:** 巩超(1994-), 女, 硕士研究生, 西北工业大学网络空间安全学院研究生教务, 研究方向: 教学改革与管理。E-mail: gongchao@nwpu.edu.cn。