

面向智能化战争的信息工程创新人才培养研究

李沛秦，熊伟，黄春琳，龚广伟，陈浩
(国防科技大学 电子科学学院, 湖南 长沙 410073)

摘要：打赢智能化战争，关键在于人才。针对高素质新型军事人才培养问题，本文在分析军事人才本科教育融合式培养模式理念、培养现状及问题的基础上，探索信息工程专业依据产出导向理念，优化构建面向战场、面向部队、面向未来的人才创新实践能力培养框架，以期满足智能化战争背景下电子信息类创新人才的培养要求。

关键词：智能化战争；军事人才；融合式培养；产出导向教育

中图分类号：G640 **文献标志码：**A **文章编号：**1672-8874(2022)04-0013-06

Research on the Cultivation of Innovative Talents Majoring in Information Engineering for Intelligent War

LI Pei-qin, XIONG Wei, HUANG Chun-lin, GONG Guang-wei, CHEN Hao
(College of Electronic Science and Technology, National University of Defense Technology,
Changsha 410073, China)

Abstract: Talents are the key to win the intelligent war. Aiming at the problem in cultivating high-quality new military talents, this paper analyzes the concept, advantages and disadvantages of the integrated training mode for undergraduate education of military talents, and then explores the improvement of the training framework for innovative and practical talents facing the battlefield, the army and the future according to the outcome-oriented information engineering education, in order to meet the requirements of cultivating innovative talents of electronic information under the background of intelligent war.

Key words: intelligent war; military talent; integrated training; outcome-oriented education

一、引言

进入二十一世纪，大数据分析、人工智能等现代科技快速发展，推动了新一轮军事革命的进程，战争形态正加速从信息化向智能化转变^[1]。未来战争需要新型军事人才驾驭，世界各国逐渐形成共识，打赢智能化战争，重点是装备，关键

在人才。新型军事人才应当涵盖适应联合作战指挥，驾驭网电作战、无人作战、太空作战等新型作战力量，胜任实施军事工程应用，开展军事高层次科技创新，以及具备高水平战略管理能力的多种类型人才。因此，军事人才培养的体系设计和手段方式均应与时俱进地进行改革和发展，才能适应智能化战争需求，达到直通战场、引领未来的目的。

收稿日期：2021-12-20

基金项目：国防科技大学本科和任职教育教学研究重点课题（U2021203）；湖南省学位与研究生教学改革研究项目（2021JGZD001）

作者简介：李沛秦（1980-），男，四川仁寿人。国防科技大学电子科学学院副教授，博士，主要从事人工智能、视觉计算等领域的教学和研究。

信息工程是典型的学科交叉专业，其学科领域覆盖了电子科学与技术、信息与通信工程、计算机科学与技术、控制科学等，主要研究信息系统与信息处理理论、技术和工程实现，着重培养信息的获取、管理、传递、处理、利用以及进行信息系统分析和设计等方面工程应用人才和研究人才，直接产出与智能化战争紧密相关的技术成果和人才成果。因此，信息工程专业需着力探索新型高素质军事人才培养理念与方法，强化教学改革，为新军事变革提供人才和技术支持。

二、现状与问题分析

智能化战争的显著特点是大量颠覆性技术被用于实战，如战场数据感知与融合^[2-3]、算法战^[4]、蜂群战^[5]等无人自主侦察作战的新装备新战法被提出并实现，智能化要素逐渐渗透到战前侦察、作战筹划、不同层级指挥、多粒度战斗实施、战后总结的全过程。在上述背景下，信息工程专业军事人才需掌握从基础理论到创新实践的全栈能力，才能胜任打赢智能化战争的岗位要求，同时也对该专业的人才培养提出了新的挑战。

(一) 军事人才本科培养现状

大学本科教育普遍在通识教育基础上实施宽口径的学科基础教育和具有一定特长的专业教育，培养学生的思想素质、文化基础、身心素质，使之熟练掌握对应专业的基础理论、基本知识、基本方法和基本技能，具有较强的解决工程问题能力、创新实践能力、语言文字表达能力、沟通协作能力等综合能力，能胜任该领域的科学研究、产品研发、教育教学和管理等工作，成为具有良好发展潜力的高素质专业人才。

近年来，国内外知名工程技术院校、军事院校普遍在人才培养顶层设计中强调培养学生创新实践能力。例如，2017年美国麻省理工学院启动“新工程教育转型”计划，强调以工程人才培养为本，激发学生的主动探究与自学能力^[6]。新加坡南洋理工大学注重培养学生的创业精神、跨领域创意与创新综合能力、领导能力、终身学习能力^[7]。清华大学通过创新创业类校园活动、创新创业人才激励制度以及创业企业实习项目、创业基金项目等形式构建完善的学校创业教育环境^[8]。浙江大学创建以“光电科研 family”为代表的多种实践模式，引导学生在本科阶段就提前接触科研

和工程项目，由经验丰富的科研人员对其进行指导，形成深度参与和交流的组织形式，培养和提升其动手能力、创新思维和科研素养^[9]。美国西点军校提倡发展学生创造性解决实际问题的能力，并以实战化需求和师资拉动实践能力整体提高^[10]。在德国蒙斯特装甲部队学校的专业课程中，实践课占50%以上，且大量采用实物和模型授课，使教学内容接近装备实际。俄罗斯诸兵种合成军事学院认为，想定作业是实践最有效的形式之一，由学生充当指挥官，进行计算、标图、筹划、决策等作业，提高实际作战能力^[11]。上述实例体现了国内外本科人才培养目标的实践导向。

近年来，我国军队院校实施本科培养模式改革，按照学历教育与国家普通高等教育质量标准看齐、任职培训与部队岗位需求对接的思路，实施一体化培养设计，以此作为推动人才培养供给侧同未来战场需求侧精准对接的有效途径。以国防科技大学信息工程专业为例，按照国家高等院校本科专业标准，全面落实军事训练大纲和军队院校教学大纲，参考研究国内外知名工科院校、军事院校信息工程相关专业的人才培养特色，从顶层设计上突出响应岗位任职需要，科学系统编制人才培养方案，聚合形成课程体系和实践体系。特别是针对本科学历阶段任职培训特点要求，开展岗位认知实践和首次任职实习，紧贴任职岗位开展毕业设计，制定领导管理能力专项训练计划，突出军政基础素质培养和岗位实践能力强化。该培养方案的目标是实现“本科教育”和“首次任职教育”优势互补，更好实现部队和军事院校合作育人。在实际运行过程中，由于信息化、智能化军队建设和联合作战模式改革带来部队岗位变化较大，军事人才培养的需求更新较快，存在毕业学员所学知识、所培养的能力与实际岗位之间存在部分偏差、尚不能快速匹配任职要求的情况，因此信息工程专业军事人才本科教育有待优化改进。

(二) 信息工程专业军事人才培养存在的问题

遵循《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》关于“提高质量”的教育改革核心任务，对照“面向战场、面向部队、面向未来”的军事人才培养根本要求，信息工程专业军事人才培养存在的问题主要有如下三点。

1. 核心能力培养产出目标不明确

“基于产出导向的教育”(Outcome Based

Education, 简称 OBE) 是一种培养目标导向的教育模式, 强调以学生为中心、以学习成效为导向、不断持续改进, 已成为当今工程教育认证的核心标准内涵^[12]。其中, 学习成效具体以学生通过大学本科教育培养后应具备的能力进行量化表征。中国工程教育专业认证协会对此给出了指导意见, 工科专业在知识、思维、工具使用、协作、社会影响、环境保护等多个方面共有 12 项具体要求。各大学根据自身的培养目标, 在培养方案中对 12 项能力进行细化设计, 如果学生核心能力产出目标不明确将制约教学的实施效果。

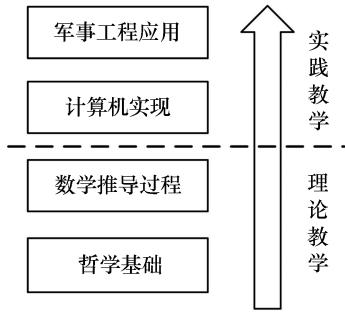


图 1 信息工程专业能力培养模型

信息工程专业能力培养模型如图 1 所示。在传统教学体系中, 重点主要集中在理论教学, 以及实践教学中的计算机实现部分, 但在军事工程应用方面存在较大不足。院校只管教, 没有充分考虑学生在军事实战中面临的困难与问题, 由此导致毕业生不能“即插即用”, 在部队需经过较长时间培训才能更好地匹配岗位要求。因此, 需要全面调查、科学分析军事领域对本专业的人才需求, 结合本专业的知识体系确定毕业生应满足的相关能力指标, 进而针对各项能力要求, 在专业总体培养方案中统筹规划, 在各门课程教学计划中具体匹配设计。

2. 实践教学方法不够丰富

在面向智能化战争的人才培养中, 单一的教学模式体现出一定的局限性, 需要从多个维度, 运用多种教学手段, 全方位提升和持续改进实践教学效果。在实践内容方面, 信息工程专业课程涉及大量算法训练, 如图形图像处理算法、模式识别算法、遥感信息处理算法、地理空间数据分析算法等。现有教学过程主要使用与军事实战关联度不高的通用实验锻炼动手能力, 缺少真实的军事实战案例。由于各类算法更新换代迅速, 实战案例的可持续增长更新极为重要, 特别是选用

来自军事场景的真实案例设计实验更能提升教学效果。在实践手段方面, 传统的现场实验方式容易受时间约束, 应大力建设和应用虚拟实验室、线上线下混合教学模式等, 提高实践教学的灵活性, 为学生提供充分的创新实践空间。

3. 缺乏现代化的教学效果评估框架

传统教学主要支持课堂教学相关功能, 缺少集教学、实验、开发及评价为一体的专业支撑环境。事实上, 学生的各种学习数据, 包括作业、测试、回答、问卷、实验等, 不仅可以作为学生能力排名的辅助评价, 经过合理的统计分析对比, 还可以作为教学效果评估的重要支撑条件。

三、信息工程专业创新人才培养探索

我国已经构建“三位一体”的新型军事人才培养体系, 其中院校教育是人才培养主渠道, 重在固本强基, 具有基础性、先导性、全局性作用, 对人才成长发展的影响深远持久。因此, 本专业在对比国内外知名高校信息工程专业人才培养方案基础上, 进一步分析人才培养的发展趋势, 结合当前新军事变革的需求, 强化改进专业建设在人才培养各方面的措施。

(一) 基于 OBE 理念优化信息工程课程体系

信息工程专业 2019 年通过工程认证的高校有: 东南大学、西安电子科技大学、青岛海洋大学、广东工业大学、北京邮电大学等。开设了信息工程专业的双一流高校有: 上海交通大学、浙江大学等。表 1 对比了国防科技大学与部分高校信息工程专业现有课程体系中主要必修课程的设置情况。

表 1 国内部分高校信息工程专业课程体系对比

课程名称	国防科技大学	东南大学	上海交通大学	浙江大学
电路分析基础	必修	学科基础必修	专业必修	专业基础必修
模拟电子技术基础	必修	学科基础必修	专业必修	专业基础必修
数字电路与逻辑设计	必修	学科基础必修	专业必修	专业基础必修
模拟电子技术基础实践	必修实践	实践环节	实践环节	实践环节

续表1

课程名称	国防科技大学	东南大学	上海交通大学	浙江大学
数字电路与逻辑设计实践	必修实践	实践环节	实践环节	实践环节
信号与系统	必修	学科基础必修	专业必修	专业基础必修
通信网络基础	必修	学科基础必修	专业限选	专业选修
通信原理基础	必修	专业主干选修	专业必修	专业必修
数据结构与算法	必修	跨专业选修	基础必修	专业选修
离散数学	必修	计算机科学基础	-	专业选修
图像处理	必修	信息方向选修	专业限选	专业选修
人工智能与模式识别	必修	必修	-	专业选修
信息系统原理与应用	必修	跨专业选修	-	-
信息工程综合设计实践	必修实践	实践环节	实践环节	实践环节

从表1可以看出，国内众多高等院校在信息工程专业教育过程中，均设置了较多的课程实践和综合实践，提供从具体课程到整个专业知识的实训机会，全面培养创新能力。

以本专业对应的某信息系统运用与保障方向为例，基于OBE理念的课程体系应根据首次任职培训课程体系的要求进行反推，设计信息工程专业面向首次任职的必修课程。然后，再根据智能化联合保障人才的培养要求，增加每个任职方向的特色选修课程。本专业依据教育部发布的《工程教育认证通用标准解读及使用指南（2020版）》《工程教育认证专业类补充标准（电子信息与电气工程类）》《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准（2018版）》《首次任职培训课程体系课程支撑关系》等标准和要求，对课程体系进行了优化设计，如图2所示。

（二）面向部队，梳理专业培养能力需求，形成专业核心能力

基于工程教育认证“以学生为中心”及“产出导向”的教育理念，结合生源条件与教学条件，

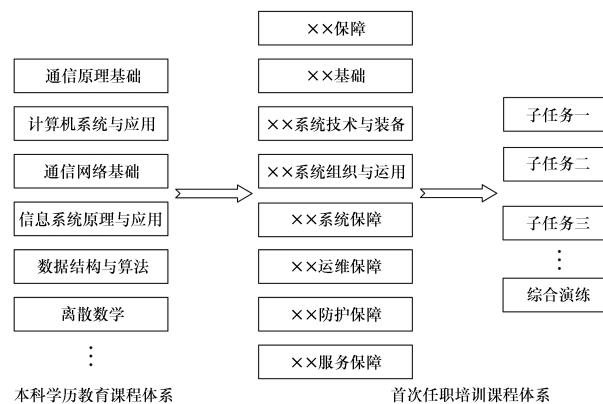


图2 OBE导向的课程体系示例

梳理新工科背景下面向智能化战争对军事人才的专业能力需求，明确学生应形成“工程思维与工程实践能力、创新思维与创新实践能力、自主学习能力”三大专业核心能力。根据“反向设计”原理，采用到部队单位开展实地调研、座谈、跟踪毕业学生成长情况，通过网络信息进行数据挖掘等方式，明确部队和个人发展要求；采用与部队共建实践基地等方式优化培养目标和毕业要求（对应最终学习成果），推动改进培养方案设计；继而细化预期达成的各阶段学习成果，由此优化课程设计；进一步细分预期的课程和课堂学习成果，优化课程结构设计、精简多余课程内容，促使每个教育环节实现预期的教育成果，具体如图3所示。

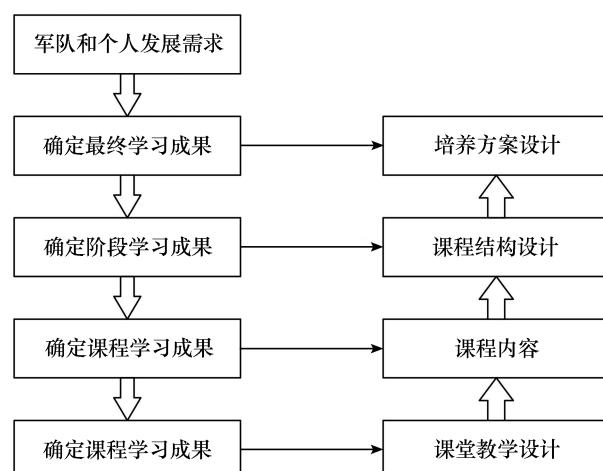


图3 课程结构和培养方案的反向优化

本专业最近三年分别到不同战区、不同军兵种部队开展教学调研，组织部队业务部门、人力资源部门、以及不同年限的本专业毕业生进行座谈，收集了关于能力要求、综合素质、课程设置、毕业实习、网络教育等多方面的大量反馈，在此

基础上总结分析, 对后续培养方案进行了改进, 并组织授课教师宣传讨论, 在现行培养方案的授课过程中对应调整课程内容, 强化思辨认知训练, 优化贴合军事实战需求的知识结构。

(三) 面向战场, 设计案例研讨、任务驱动的军事工程案例闭环教学过程

传统的教学方法偏重于讲解分析知识方法的原理与流程, 以教师讲授为主, 学生动手参与度低, 且对知识点的讲解过程较为孤立, 学生难以做到融会贯通。针对此问题, 本专业将军事应用问题引入课堂, 构建了案例研讨、任务驱动的BOPPPS闭环授课流程, 以提升教学过程中学生的参与程度, 使学生在实践中掌握知识并灵活应用, 更好地达到教学目的。

有据可查的案例教学法最早由十九世纪末哈佛大学法学院院长克里斯托弗·朗德尔教授提出并实践, 他将“判决的案件作为教材”, 通过引导学生分析、思考和讨论具体案件中的疑难情节, 加深对教材中理论知识的理解和运用, 并综合培养学生的思考能力和实战能力。由于其良好的教学效果, 案例教学法被欧美高校广泛采用, 并得到了深入研究与发展。我国于上世纪八十年代引入该教学方法, 并成为开展实践教学的重要方法之一^[13-14]。在传统的教育理念中, 教学的主要目标是把知识传递给学生, 重点关注学生是否理解知识, 但在如何应用、是否能主动应用方面存在不足。任务驱动教学法以建构主义学习理论为基础^[15-16], 将理论知识植入到具体工程实践任务中, 学生对完成任务的过程需要进行思考和探索, 将理论知识与具体实践相结合, 加深其对知识的理解, 最终将书本知识转化为自身技能, 并通过攻克任务难题的过程不断获得成功激励, 使学习成为一个愉快的过程, 提升学生自信心, 进一步激发学习兴趣。在教学过程设计方面, 加拿大教师技能培训工作坊将教学过程分为引言(Bridge-in)、目标(Objective/Outcome)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)等六个环节, 简称BOPPPS模型^[17-18]。该模型打造参与式、分段式的学习场景, 加强教学互动, 能够有效调动学习主动性和积极性。

以本专业“人工智能与模式识别”课程中的遗传算法章节为例, 该知识点借鉴生物学“适者生存”原理求解组合优化问题。根据对往届学生

的调查, 学生反馈能听懂原理和流程, 但不知道如何使用。作为改进, 教学团队将边防部队后勤装车案例引入课堂, 对实战问题进行分析, 从中抽象出科学本源问题——带约束的0-1背包组合优化任务, 进而由该任务驱动学生学习和实践遗传算法, 使用BOPPPS模型表示, 如图4所示。

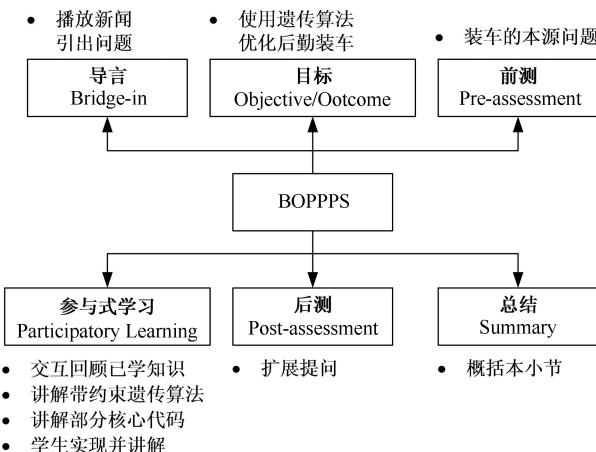


图4 使用BOPPPS模型设计案例研讨

1. 导言(Bridge-in): 通过边防全地形车案例组织学生研讨, 引出本节内容。边防装备得到改善, 使用全地形车运送物资, 但车辆运力有限, 以带约束的遗传算法优化后勤装车方案为例, 学习遗传算法并运用于实战。

2. 学习目标(Objective/Outcome): 明确本小节学习目标和任务——带约束的遗传算法原理及实战应用工程实现。

3. 前测(Pre-assessment): 在进入算法实现的讲解之前, 使用雨课堂发起投票, 查看学生学习遗传算法理论知识后, 是否思考如何将其用于实战。

4. 参与式学习(Participatory Learning): 回顾已学理论知识。以袋鼠的例子概要对比爬山法、模拟退火算法、遗传算法的差别, 增强趣味性。采用翻转课堂方式, 请学生简述遗传算法流程。讲解带约束的遗传算法相关知识点: 罚函数法和解修正法。分别以军容检查过程中纠察和队长的处理方法作为类比, 增强学生的代入感。使用雨课堂投票让学生选择最佳的修正策略, 增强课堂参与度。现场简要讲解部分核心代码并演示运行, 然后由学生编程实现完整流程。授课过程中不断与学生互动, 如抽查学生对核心知识点的掌握情况。

5. 后测(Post-assessment): 授课结束前, 强

调学习目的在于创新应用，并提问：遗传算法还能用于哪些实战应用？检查学生对本节课知识用途的理解情况。

6. 总结 (Summary)：简要概括本节内容。融入思政内容，如很多同学对所学知识在基层部队工作中如何应用存在困惑。结合本节学习过程，以及授课教师将科研成果应用于部队的经历，鼓励学生学好、用好专业知识。

通过上述的课程设计，面向战场真实场景，采用案例研讨，引入具有实战背景的工程任务，并基于 BOPPPS 模型构建完整的任务驱动授课流程，有助于学生理解抽象的算法原理，同时给学生设置难度递进的任务，驱动其主动查阅资料并动手实践，强化掌握课堂所学知识。整个教学过程内容丰富、实施有趣味、主题有变化，教学不再枯燥，有助于提升教学质量。

(四) 面向未来，创新实践教学和形成性考核技术

在教学手段方面，探索大数据分析、计算机视觉等新技术在教学上的使用。使用线上线下混合教学、网络教学资源、雨课堂、国防科技大学自研互动教学平台等现代化教学工具，引入大数据分析技术，采集和分析教学过程中的教师信息、学生信息、课程信息、课堂信息，重点针对各课程体系关系、每门课程的知识点、学生对教学方法方式的偏好、教师教学效果评价等，形成教学知识图谱，对创新实践教学方法持续改进。此外，积极指导学生采用前沿新技术解决实战老问题，参加 ACM 程序设计竞赛、电子设计竞赛等学科竞赛，在课堂外开展更多的创新实践。

在考核方法方面，教育部发布《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》，要求各高校加强学习过程管理。本专业课程教学实践活动包括课堂教学活动和实验实训活动等，具有大量的任务信息、解题信息、教师与学生的交互信息等。本专业立足学科优势，探索使用数据挖掘、视觉计算、人工智能等专业技术，数字化、自动化、智能化地考核和评估教师与学生的完成情况与完成质量，实现形成性考核全过程管理。

形成性考核步骤主要有：教师创建课堂、布置实训（可自主选择是否将该实验案例共享）、结果评测（可自动化完成）、查看学生对实践任务的完成情况报告；学生加入课堂、浏览实训、完成

作业，以及查看自己的得分等，如图 5 所示。

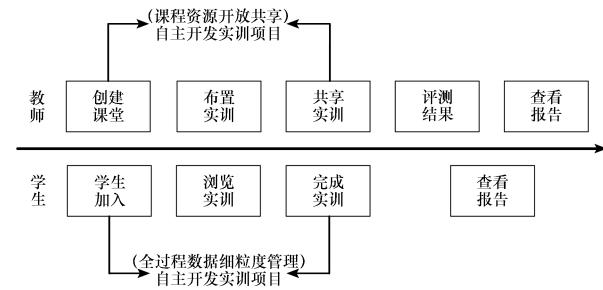


图 5 形成性考核环节

形成性考核环节全过程管理包括：细粒度查看具体任务的提交次数、每名学生每次提交的报错详情、代码修改过程详情等个性化数据、班级内学习指标各项统计值按时间的进化趋势分析等。教学过程产生的大量学习过程数据可用于分析挖掘，从而支持智能化的教学过程全生命周期管理。

四、结语

本文着眼智能化战争背景下信息工程专业新型军事人才培养需求，基于产出导向的教育理念，聚焦实践教学，以塑造专业核心能力为目标，分析和探索了信息工程专业人才创新实践教学和培养体系，不断持续改进课程教学和考核；从面向实战的单位人才需求分析、着眼新军事变革背景的课程体系优化、教学内容与方法改进、形成性考核手段创新等方面展开研究，构建产出导向的信息工程专业创新能力培养框架，可以更好地满足新工科时代环境、智能化战争背景下电子信息类军事人才的培养要求。本文研究成果还能够进一步推广，其跨专业的共性部分可应用到其他相近高等工程专业，有助于在更高层次上谋划专业群的建设和发展，为工程教育体系推动强军兴军提供有意义的参考。

参考文献：

- [1] 吴明曦.现代战争正在加速从信息化向智能化时代迈进[J].科技中国,2020 (5):9-14.
- [2] 陈光.海战场作战数据融合应用研究[J].国防科技,2019(1):24-29.
- [3] 高杨,李东生,柳向.无人机集群协同态势觉察一致性评估[J].电子学报,2019,47(1):190-196.
- [4] 龙坤,朱启超.“算法战争”的概念、特点与影响[J].国防科技,2017,38(6):36-42.

研用”一体。在相关装备研制论证阶段,院校教员与用装单位共同参与,使教学人员弄清装备设计基本原理思路,掌握用装单位基本需求。在开展装备教学前,送相关教员到军工企业进行培训学习、到部队开展新装备训练调研,教学中结合部队需求以及现实问题,鼓励学员利用所学知识进行大胆创新,促使技术与已有装备结合,进而产生新质作战能力。

参考文献:

- [1] 吴明曦. 智能化战争——AI军事畅想 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2020: 14–34.
- [2] 军事科学院. 中国人民解放军军语 2011 [M]. 北京: 军事科学出版社, 2011: 65.
- [3] 门志国, 李超, 高伟. 新工科背景下人工智能领域学生创新创业能力协同培养模式研究 [J]. 高等教育研究学报, 2021, 44(1): 8–12.
- [4] 刘双科, 叶益聪, 李宇杰, 等. 强军新工科视域下的军校工科专业人才培养方案研究——以“材料科学与工程(试验评估技术 – 风洞)”为例 [J]. 高等教育研究学报, 2021, 44(1): 115–120.
- [5] 陈成法, 刘增勇, 李玉兰, 等. “新工科”背景下军队院校人才培养模式的思考 [J]. 军事交通学院学报, 2019, 21(9): 54–57.
- [6] 黄纪军, 查淞, 刘继斌. 军队院校工科专业人才培养方案设计的思考——以电磁频谱技术与管理专业为例 [J]. 高等教育研究学报, 2018, 41(2): 47–50.
- [7] 陈士涛, 孙鹏, 李大喜. 新型作战概念剖析 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2020: 13–34.
- [8] 龚胜意, 应卫平, 冯军. “新工科”专业建设的发展理路与未来走向 [J]. 黑龙江高教研究, 2020, 38(4): 24–28.
- [9] 周雷, 王保华, 李民. 以“新军科”建设引领军事高等教育创新变革——试论新时代生长军官人才培养体系的重构 [J]. 信息工程大学学报, 2019, 20(5): 629–634.
- [10] 林健. 多学科交叉融合的新生工科专业建设 [J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 32–45.

(责任编辑: 邢云燕)

(上接第 18 页)

- [5] 杨丽娜, 曹泽阳, 李勇祥. 无人机蜂群作战构成及作战概念研究 [J]. 现代防御技术, 2020(4): 44–51.
- [6] 刘进, 王璐瑶. 麻省理工学院新工程教育转型: 源起, 框架与启示 [J]. 高等工程教育研究, 2019(6): 168–177.
- [7] 李明金, 郑海霞, 杨秋波. 国外一流工科高校实践教学体系的特征分析及启示 [J]. 现代教育科学, 2016(3): 109–114.
- [8] 李琳璐. 研究型大学大学生创业能力影响因素分析——以清华大学为例 [J]. 扬州大学学报(高教研究版), 2021, 25(2): 74–84.
- [9] 祝宇慧. 光电科研 family——大学生科研创新能力培养模式的探索与实践 [J]. 科教导刊, 2020(18): 1–2.
- [10] 吴杰, 姚羽. 美国西点军校工程教育的特色剖析及启示 [J]. 高等教育研究学报, 2013, 36(1): 54–57.
- [11] 张延生, 乔中涛, 井建辉. 外军院校任职教育教学模式研究 [J]. 中国科技信息, 2013(9): 211.
- [12] 华尔天, 高云, 吴向明. 构建多元开放式本科教学质量保障体系的研究——基于产出导向教育理念的探索 [J]. 中国高教研究, 2018(1): 64–68.
- [13] 谢晓专. 案例教学法的升华: 案例教学与情景模拟的融合 [J]. 学位与研究生教育, 2017(1): 32–36.
- [14] 曹建华, 朱朝霞. 计算机教学中实例教学模式探究 [J]. 九江学院学报, 2009, 28(6): 112–114.
- [15] 陈萃, 谭洁, 熊伟. 基于建构主义的问题驱动式教学法探索 [J]. 当代教育论坛(教学版), 2010(9): 59–61.
- [16] 陈萃, 吴烨, 熊伟, 等. 信息类专业课建构主义教学模式探索 [J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(1): 74–78.
- [17] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示 [J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196–200.
- [18] 钟文学. 基于 BOPPPS 模式下的民族预科物理教学研究 [J]. 科学大众(科学教育), 2020(6): 150.

(责任编辑: 邢云燕)