

# 2021 年人工智能领域科技发展综述

韩 雨, 韩丛英

(北京海鹰科技情报研究所, 北京 100074)

**摘 要:** 为研究国外人工智能领域科技发展现状并研判其发展趋势, 对 2021 年美国、俄罗斯、欧洲等世界主要国家和地区人工智能领域的科技发展进行了总结回顾和综合评述, 从战略规划、基础研究、军事应用三个方面, 对 2021 年国外人工智能领域的发展进行了归纳, 包括世界主要国家不断深化人工智能国家战略, 加速人工智能技术研发; 机器智能、仿人智能、群体智能、人机混合智能技术发展路径明晰, 取得重要成果; 人工智能前沿技术在空战、海战、网电、情报分析等军事领域应用不断细化。2021 年, 人工智能各个领域的基础技术及军事应用研究成果频出, 世界军事智能技术进入了新一轮高速发展期。

**关键词:** 人工智能; 战略规划; 机器智能; 仿人智能; 群体智能; 人机混合智能; 脑机接口

**中图分类号:** E919; TP18      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1009-1300(2022)02-0042-10

**DOI:** 10.16358/j.issn.1009-1300.20220520

## Overview of science and technology development in artificial intelligence in 2021

Han Yu, Han Congying

(Beijing HIWING Scientific and Technological Information Institute, Beijing 100074, China)

**Abstract:** In order to study the current situation of foreign development in the field of artificial intelligence (AI) and judge its development trend, a summary review and comprehensive commentary is conducted on the science and technology development of AI in 2021 of major countries and regions, such as the United States, Russia and Europe. The development of foreign AI in 2021 is summarized from three aspects of strategic planning, basic research and military applications. It implies that world's major countries continue to deepen the national strategy of artificial intelligence and accelerate the research and development of artificial intelligence; the developing paths of machine intelligence, humanoid intelligence, group intelligence and human-machine hybrid intelligence technology are clear and important results are achieved; the application of cutting-edge technology in artificial intelligence in military fields continues to refine, including air warfare, naval warfare, cyber and electronic warfare and intelligence analysis. In 2021, the results of the basic research and military application in various fields of AI are frequently produced. The world's military intelligence technology has entered a new round of high-speed development period.

收稿日期: 2022-01-20; 修回日期: 2022-01-28

作者简介: 韩雨, 工程师, 主要研究方向为人工智能、作战概念、兵棋推演。

引用格式: 韩雨, 韩丛英. 2021 年人工智能领域科技发展综述[J]. 战术导弹技术, 2022 (2): 42-51. (Han Yu, Han Congying. Overview of science and technology development in artificial intelligence in 2021[J]. Tactical Missile Technology, 2022 (2): 42-51.)

**Key words:** artificial intelligence; strategic planning; machine intelligence; humanoid intelligence; group intelligence; human-machine hybrid intelligence; brain-machine interface

## 1 引言

随着信息技术的迅猛发展,人工智能的研究迎来了高速发展的黄金期,世界主要国家都把人工智能视为“改变游戏规则”的颠覆性技术,积极争夺在该领域的战略制高点。人工智能提供了一种新路径来保持军事优势,在军事领域的主要任务是研发用于延伸、增强作战人员和作战部队智力和体系能力的理论方法、技术及应用系统,包括机器智能技术、仿人智能技术、群体智能技术、人机混合智能技术4个领域。2021年,世界主要国家逐步细化了人工智能技术的发展战略和规划,各项军事智能技术取得突破性进展,应用前景愈发广阔,人工智能军事作战赋能进程不断加快。

## 2 世界主要国家不断深化人工智能国家战略,加速人工智能技术研发

人工智能作为驱动第四次工业革命的重要引擎,深刻影响着经济、产业和各技术学科的发展。为此,世界主要国家纷纷以国家战略地位提升人工智能在社会发展各领域(特别是国防领域)的动能,以推动人工智能技术的研发。

### 2.1 美国从机构设置、战略规划、预算投入三方面促进人工智能能力发展

(1) 美国成立多个人工智能相关机构,督导和实施美国国家人工智能战略。

2021年1月,美国成立国家人工智能倡议办公室<sup>[1-2]</sup>,以确保美国未来几年在这一关键领域的领导地位。该办公室负责监督和实施国家人工智能战略,并作为联邦政府在人工智能研究和决策过程中与政府部门、私营机构、学术界和其他利益相关者进行协调和协作的中心枢纽。6月,美国宣布成立国家人工智能研究资源工作组<sup>[3]</sup>,旨在巩固美国的前沿地位。该工作组属于国家人工智能倡议办公室,由12名学术界、政界和产业界人士组成,共同参与计划的制定实施,以便人工智

能研究人员获得更多政府数据、资源和其他计算工具。根据《2020年国家人工智能倡议法》,该工作组将作为联邦咨询委员会,协助创建国家人工智能研究资源(NAIRR)的蓝图,建设可共享的研究基础设施,并计划于2022年5月和11月向国会提交两份报告,阐述其发展战略。

(2) 美国发布多项人工智能战略规划,推动作战能力在信息化技术加持下提质升级。

2021年3月,美国人工智能国家安全委员会(NSCAI)发布《最终报告》<sup>[4]</sup>,为美国在人工智能时代赢得竞争提出战略。主报告分为“在人工智能时代保卫美国”和“赢得科技竞争”两大部分,从美国在人工智能领域面临的威胁和风险,以及如何应对两个方面进行了论述,并提出顶层结论和建议;附录中的《行动蓝图》则详细描述了美国政府为落实建议应采取的措施。6月,美国国防部启动“人工智能与数据加速”(ADA)计划<sup>[5]</sup>,旨在快速推进“联合全域指挥控制战略”的实施。国防部将向美军11个联合作战司令部派遣“作战数据小组”和“人工智能专家小组”,通过一系列与“联合全域指挥控制”等概念相关的实验或演习,在不断迭代中持续获得新的人工智能和数据能力。7月,美海军发布《智能自主系统科技战略》<sup>[6-7]</sup>,聚焦无人系统中集成自主、人工智能技术且能够适应瞬息万变战场环境的智能自主系统,提出“无缝集成为可信的海上力量”的发展愿景。8月,美国国土安全部发布《人工智能/机器学习战略计划》<sup>[8]</sup>,制定了3个方面目标:1)推动在国土安全部中运用下一代人工智能和机器学习技术,增加研发投入,并利用这些技术建立起安全的网络基础设施;2)促进在国土安全部任务中部署已成熟的人工智能和机器学习能力;3)建立、培养一支跨学科的人工智能/机器学习人才队伍。

(3) 美2022财年人工智能国防预算持续增加。2022财年美国国防部预算申请中<sup>[9]</sup>,研发、

试验与鉴定经费高达1120亿美元,比2021财年的1066亿美元预算增长5.07%,创下历史新高。美国防部称,研发投入的增加和资源的重新分配,将为人工智能、微电子、高超声速导弹、网络空间能力和5G网络等先进技术提供资金。其中,人工智能预算达8.74亿美元,用于推广人工智能在美国防部的应用,相比2021财年增长0.33亿美元,增长率为3.92%。美国国防高级研究计划局(DARPA)一直是人工智能突破性研究与开发的领导者,2022财年DARPA预算申请新增23个项目,集中在人工智能、电子器件、陆海空武器平台、定向能和“马赛克战”等技术方向。其中,人工智能技术方向新增4个项目,总经费达580万美元,涉及模型算法、辅助决策、反制人工智能、人工智能可靠性等研究。

## 2.2 俄罗斯人工智能技术发展与伦理规范并重

(1) 普京将人工智能列为俄国家武器装备发展优先事项。

2021年11月,俄罗斯总统普京在“关于加强武装力量”的会议上表示,俄罗斯军事发展的首要目标是武装部队使用最先进的武器装备,提出了2033年前俄国家武器装备发展的三个优先事项,其中包括人工智能<sup>[10]</sup>。普京称,人工智能技术可在提高武器战斗特性方面实现突破,将应用于军队的武器控制系统、通信和数据传输系统、高精度导弹系统以及无人系统的控制装置。

(2) 俄罗斯签署首部人工智能伦理规范。

2021年10月,俄罗斯人工智能联盟联合其他组织在莫斯科举行首届“人工智能伦理:信任的开始”国际论坛,签署了一份人工智能伦理规范<sup>[11]</sup>。该规范由人工智能联盟与俄罗斯政府和经济发展部共同编写,将成为俄罗斯联邦人工智能计划和2017—2030年信息社会发展战略的一部分,文件内容包括加速人工智能发展、提高人工智能使用伦理意识、识别与人交流的人工智能和信息安全等主题。

## 2.3 欧洲主要国家积极推动人工智能战略布局

规划与监管并重,欧盟稳步推进人工智能统一发展。2021年10月,北约成员国国防部长就北约首个人工智能战略达成一致<sup>[12]</sup>。该战略简要介

绍了人工智能技术如何以受保护且合乎伦理的方式应用于国防和安全,以符合国际法和北约价值观且负责任的方式使用人工智能技术,为北约及其盟国开发和使用人工智能技术奠定基础。4月,欧盟发布全球首部人工智能管制法律《人工智能法》提案<sup>[13-14]</sup>,提出了人工智能统一监管规则,旨在从国家法律层面限制人工智能技术发展所带来的潜在风险和不良影响,让欧洲成为可信赖的全球人工智能中心。4月,欧盟委员会发布《人工智能协调计划2021年修订版》<sup>[15]</sup>,成为指导各成员国协调行动、共同实现欧盟人工智能发展目标的最新文件。

英国发布国家人工智能战略,描绘未来十年远景规划。2021年9月,英国发布《国家人工智能战略》<sup>[16]</sup>,旨在促进国家和企业对人工智能技术的应用,吸引国际投资到英国人工智能公司,并培养下一代本土技术人才。该战略提出未来十年的目标是将英国打造成全球性的“人工智能超级大国”。

## 3 军事智能技术发展路径明晰,取得重要成果

### 3.1 机器智能基础研究取得突破,开辟多个军事应用方向

(1) DARPA启动“计算文化理解”项目,用于开发人工智能翻译能力。

2021年5月,为了在谈判、关键互动等民政工作和军事行动中提供帮助,DARPA提出了“计算文化理解”(CCU)项目<sup>[17]</sup>,目标是建立跨文化的语言理解服务,以提高国防部作战人员的态势感知能力以及与不同国际受众进行有效互动的能力。该项目旨在寻求开发自然语言处理技术,以识别、适应并建议如何在不同社会、不同语言情感环境及社会文化规范内进行作战。项目经理威廉·柯维博士表示,为支持用户参与跨文化对话,人工智能系统不仅能提供语言翻译,还需要利用深刻的社会和文化理解来协助交流。将人工智能从工具转变为合作伙伴,需要机器可实时发现和解释社会文化因素,识别不同情绪及交流风格的

变化,在即将出现误解时提供对话帮助。

(2) DARPA启动“学习内省控制”项目,推动军事系统适应突发状况。

2021年8月,DARPA计划启动“学习内省控制”(LINC)项目<sup>[18]</sup>,旨在开发基于机器学习的内省技术,使系统在遭遇不确定性或意外事件时,能够调整其控制规则,并在确保连续运行的同时,将这些新情况传达给人类或人工智能操作员。该项目包括3个研究领域:一是攻克当前机器学习模型与技术中阻碍系统自适应的技术难点,开发能够感知环境变化并仅使用自带的传感器和驱动器即可重构控制规则的系统;二是改进系统和操作人员态势感知共享与引导的方式,将研究领域开发的首个动态模型产生的信息进行有效翻译,并传达给操作人员,使其掌握系统最新运行状态以及安全操作的提示;三是重点进行技术测试与评估。

(3) 俄罗斯将为核电厂安装人工智能消防系统,以保护基础设施安全。

2021年9月,俄罗斯加里宁核电厂宣布已完成人工智能消防系统的测试,该系统将会作为试点项目安装在核电厂汽轮机大厅<sup>[19]</sup>。该项目于2021年2月启动,预算为5000万卢布(约69万美元)。人工智能消防系统的设计目的是在无工作人员直接参与的情况下,由机器人进行预防性监控、自动探测火灾和灭火。根据设计,该系统能够持续监测周围环境,根据温度或可燃气体(如氢气)的浓度来判断火灾情况,包括判断突发事件的类型、紧急情况的发展动态以及采用合适的灭火剂,并独立采取相应的行动。

### 3.2 仿人智能研究推动学界不断认知人类,促进高级认知实现

(1) 美国发布人类大脑皮层的可浏览3D地图。

2021年6月,美国谷歌公司和哈佛大学联合发布H01人脑成像数据集(人类脑组织渲染图)<sup>[20]</sup>,包含1.3亿个突触、数十万个神经元。该数据集是迄今为止所有生物中对大脑皮层进行成像和重建的最大样本,也是首个大规模研究人类大脑皮层的“突触连接性”的样本。这种连接性跨

越了大脑皮层中所有层面的多种细胞类型。H01样本可以初步看到人类大脑皮层结构。该研究旨在为人类大脑研究提供一种新的资源,并改进和扩展连接组学的基础技术。

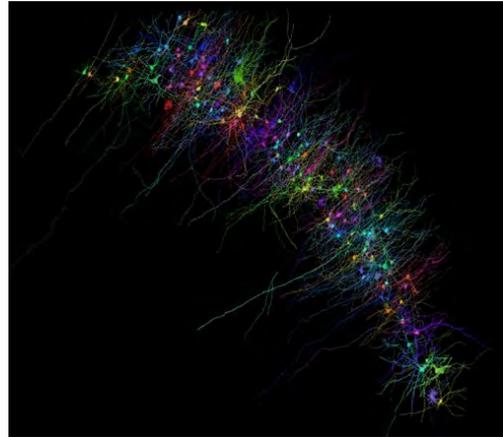


图1 H01数据集中的L2层中间神经元

Fig. 1 L2 interneurons from H01 dataset

(2) 美韩联合团队推动仿脑神经形态芯片进一步发展。

2021年9月,韩国三星公司和美国哈佛大学提出一种构建智能芯片的新方法<sup>[21]</sup>,将大脑神经元的连接图完整地“复制粘贴”到3D神经形态芯片上,使类脑芯片研发更进一步。研究人员希望打造出一种接近大脑的具有独特计算特征的存储芯片,能够实现低功耗、轻松学习、适应环境,甚至自主和认知等功能。该成果的技术路线可能以最接近大脑本身神经元的方式实现对神经网络的构建,为类脑芯片和神经网络的构建提供新的思路。

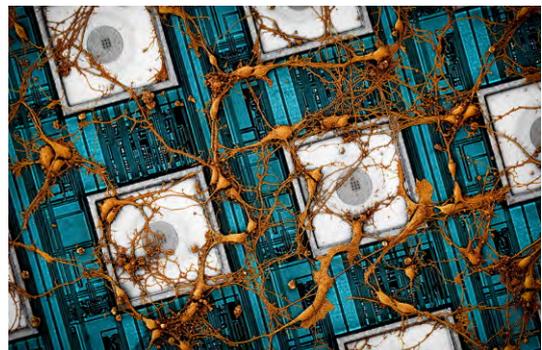


图2 CMOS纳米电极阵列上的大鼠神经元图像

Fig. 2 Image of rat neurons on CNEA

(CMOS nanoelectrode array)

(3) 智能芯片制造技术持续提升。

2021年1月,美国斯坦福大学在DARPA“电子复兴计划”项目支持下,开发出兼具存储与数据处理功能的“存算一体”深度神经网络推理系统<sup>[22]</sup>,能够高速、低功耗执行人工智能计算任务,为类脑计算、虚拟现实等前沿技术领域奠定基础,使得高集成度、高性能的芯片技术成为智能化装备的研究重点。2月,IBM公司宣布开发出世界上首款采用7 nm晶体管技术的四核人工智能加速器芯片<sup>[23]</sup>,可支持多种人工智能模型,并达到领先的电源效率水平,更快执行复杂的人工智能算法。该芯片是全球首款低精度混合8位浮点格式硅芯片,采用7 nm级紫外光刻技术制造。智能芯片制造技术持续提升,将有效推动军事装备的信息化、数字化、智能化建设。

### 3.3 群体智能技术推进无人集群项目快速进展

依托群体智能开展智能化无人机集群作战,可将无人机数量优势转化为非对称作战优势。2021年10月,DARPA的“小精灵”项目成功实现了无人机空中回收<sup>[24]</sup>。试验验证了3种能力,一是“小精灵”无人机的自主编队飞行能力和安全功能;二是“小精灵”被C-130运输机回收的能力;三是重新装配被回收的无人机,并在24 h内进行二次飞行的能力。安全、有效、可靠的空中回收能够显著扩大无人机在对抗环境中的作战范围和潜在用途,无人机可以配备各种传感器和其他有效载荷,从各类军用飞机上发射,使有人平台转移到安全地带。2021年12月,DARPA进行了“进攻性蜂群使能战术”(OFFSET)项目的第6次,也是最后一次外场试验<sup>[25]</sup>。测试平台由商用小型无人系统组成,包括背包大小的探测器以及多旋翼和固定翼飞机,这些系统由蜂群指挥官安排执行蜂群战术任务。本次实验使用两家系统集成商的300多个测试平台开展联合协同作战;同时使用“虚拟”蜂群代理和物理代理协助完成现实任务;利用沉浸式蜂群界面来指挥和控制蜂群。

### 3.4 人机混合智能技术探索提升人工智能可信任度,增强人机协同能力

人机混合智能旨在通过人机交互和协同,提升人工智能系统的性能,使人工智能成为人类智



图3 OFFSET项目开展第6次外场试验

Fig. 3 The sixth field experiment of OFFSET program

能的自然延伸和拓展,通过人机协同更加高效地解决复杂问题。2021年3月,DARPA宣布“空战演进”(ACE)项目第二阶段的部分研究目标已经在第一阶段提前实现<sup>[26]</sup>,其中人机混合智能技术比重较大,包括完成了人工智能狗斗高级虚拟仿真,场景包含视距内和视距外的多机格斗,涉及更新的虚拟武器系统。通过人工智能驾驶战斗机进行载人实飞,评估飞行员的生理反应及其对人工智能驾驶的信心。预计在该项目的最后阶段,飞机将搭载人工智能“驾驶员”进行自主飞行。ACE项目于2020年启动,其主要目标为开发可信任、可扩展、可达到人类水平、基于人工智能驱动的自主智能体,可通过人机协同来实现空战对抗。然而,对智能体的信任水平在人机协同过程中是动态的,需要对这种信任交互进行测量、建模和校准,以获得成功作战的最佳人机混合团队。为此,DARPA于2021年11月开展了人类对人工智能信任度的测试工作,旨在基于飞行员与智能体的交互,结合生理数据对飞行员的信任度进行测量和建模。该项目用于建模和测试飞行员对空中格斗自主性的信任度,并测试了一种新型人机界面与人工智能交互的可信度,目标是建立飞行员对空中格斗自主性的信任,探索如何通过可视或音频的人机接口向人类传达人工智能的状态和意图。

脑机接口技术进入试验阶段。2021年7月,DARPA参与投资的美国同步(Synchron)神经血管生物电子医学公司获得了美国食品药品监督管理局许可,可以将脑机接口芯片植入人体进行临床试验<sup>[27]</sup>,开始对其大脑芯片进行人体临床试验,并计划检查其旗舰产品“支架电极记录阵列”

(Stentrode) 脑机接口芯片在严重瘫痪患者中的安全性和有效性, 通过使用大脑数据控制数字设备, 有效改善患者独立完成日常活动的的能力。同步公司在人体中植入脑机芯片的方案无需开颅, 而是以微创的方式将网状的“支架电极记录阵列”传感器通过血管输送到大脑。9月, DARPA和美国国立卫生研究院共同资助的脑机接口技术开发出了首个具备直观运动控制、触觉反馈、运动感觉3种重要功能的机械手臂<sup>[28]</sup>, 受试者使用该机械手臂完成任务的准确度与普通人相当, 双向脑机接口使得机械手臂可发出大脑信号, 并传回机械装置信息, 通过大脑意识控制机械手臂的运动。

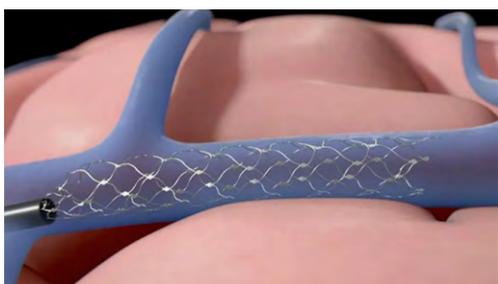


图4 同步公司脑机接口芯片示意图

Fig. 4 Image of Synchron's Stentrode BCI device

#### 4 人工智能前沿技术在军事领域应用不断细化

人工智能在军事领域的应用即将越过初级阶段, 正在探索更加超前的、颠覆性技术与理念赋能军事作战任务。

##### 4.1 空战领域

人工智能技术正在实现网络化、智能化作战方式, 变革未来空战规则。2021年4~10月, 美军“天空博格人”(Skyborg)项目研发的自主控制系统配装不同型号无人机完成了多次飞行试验<sup>[29, 32]</sup>。自主控制系统在试飞中演示了响应导航指令、遵守虚拟作战空间限制、实施协调机动等能力, 验证了自主控制系统操控多类型无人机, 以及低成本可消耗无人机军事应用的可行性。下一步, “天空博格人”将验证有人机与多架配置自主控制系统的无人机之间的直接协同。2021年2月, DARPA分别授予雷锡恩公司和系统与技术研究

公司两份“空域快速战术执行全面感知”(ASTARTE)项目第一阶段合同<sup>[33]</sup>, 代表着该项目正式进入研发阶段。该项目目标是在高度拥挤的未来战场中实现高效的空域作战, 并消除友军之间的空域活动冲突; 专注于以下3个技术领域: 一是开发用于理解和决策的算法, 以预测冲突并提出解决方案; 二是开发或利用现有低成本传感器, 以实时检测和跟踪有人/无人机、机载武器和其他潜在威胁; 三是开发虚拟测试平台, 以允许当前指挥控制系统和项目技术集成, 并进行建模、模拟和虚拟实验。该项目是“马赛克战”概念的重要支撑项目, 通过消除空域冲突提升作战效能, 并计划于2024年上半年对用于消除联合火力冲突的人工智能工具进行现场测试。



图5 MQ-20无人机配装“天空博格人”自主控制系统

Fig. 5 Flight test of a Skyborg autonomy core system (ACS) on board MQ-20 UAV

俄罗斯开发人工智能察打一体无人直升机。2021年8月, 在莫斯科举行的“军队-2021”国际军事技术论坛上, “白蚁”(Termit)察打一体无人直升机首次亮相<sup>[34]</sup>。该无人机配备了情报监视侦察传感器、非制导弹药和80 mm激光制导导弹, 可在复杂地形作战, 执行侦察、目标指示任务, 并可与有人直升机联合完成任务。无人机操作员可为“白蚁”无人机指定目标, 确认目标后无人机根据人工智能算法自主选择攻击目标的最优路线。

##### 4.2 海战领域

美国与阿联酋联合推出新型智能自主无人水面舰艇。2021年2月, 美国L3哈里斯技术公司与阿联酋奥赛尔船舶公司联合展示了一种新型智能无人水面舰艇的海上自主能力<sup>[35]</sup>。该无人水面舰艇配备先进的自主控制系统及带有高级智能天线



图6 “白蚁”无人直升机

Fig. 6 Russian reconnaissance and strike unmanned helicopter complex "Termit"

的高容量视距无线电系统，可实现完全自主操作，并融入最新的人工智能技术，适合情报监视侦察、海岸巡逻和拦截等各种海上任务。



图7 L3哈里斯公司与奥赛尔公司联合展出的智能无人水面舰艇

Fig. 7 L3Harris and Al Seer demonstrate Unmanned Surface Vehicle

人工智能技术在海上演习中初试身手。2021年5月，英国海军首次在“强大盾牌”海上演习中使用人工智能<sup>[36]</sup>，在“海龙”号驱逐舰和“兰开斯特”号护卫舰上进行的防空反导作战试验中，使用可对抗超声速导弹的“惊奇”和Sycioia人工智能软件。这两种人工智能软件可提高早期发现致命威胁的能力，为指挥官提供快速风险评估，以选择最佳武器采取最佳措施去摧毁目标。

#### 4.3 网电领域

美国采用人工智能技术对抗网络威胁。2021年11月，美国国防信息系统局宣布将人工智能技术用于防御性网络行动<sup>[37]</sup>，正在组建首席数据官

办公室，以便对拥有的所有数据资源进行编目和研究分析，然后应用人工智能和机器学习来防御网络攻击者。2021年1月至9月期间，美国国防部1.75亿互联网IP地址（该量级为全部互联网IP的4%）控制权被秘密转移，据称是用于网络安全试点计划。综合分析判断是将其用于DARPA“利用自主性对抗网络攻击系统（HACCS）”项目实验。该项目主要利用人工智能、可信计算等技术，开发“自主软件智能体”，用于自主抵御僵尸网络攻击和大规模恶意软件活动。美国正逐步将人工智能工具用于数据处理自动化，以应对不断出现的网络威胁。

美空军启动基于人工智能和机器学习的认知电子战项目。2021年9月，美空军启动“怪兽项目”<sup>[38]</sup>，将人工智能和机器学习应用于未来的认知电子战系统，以帮助作战飞机突防具备多频谱传感器的导弹和防空系统。该项目旨在开发可以迁移到战场系统中的人工智能和机器学习技术，并依托开放系统标准、敏捷软件算法开发和过程验证工具，计划推进9项主要任务，包括认知电子战大数据研究、软件定义无线电研究、多频谱威胁对抗等。“怪兽项目”将利用人工智能技术检测来袭导弹，根据敌方导弹制导模式的变化迅速采取干扰措施摆脱锁定，为加油机等高价值平台开发有效的对抗设备，使得美空军战斗机航程可以覆盖到西太平洋地区。

#### 4.4 情报分析领域

军事情报采集与分析是当前人工智能、自然语言处理应用的一个重要场景。随着美国将军事重心从小型战争、反恐战争向大国竞争转变，美军对整合情报并支持快速决策的可靠技术的需求日益迫切。为此，美北方司令部与所有主要作战司令部、盟军合作伙伴、政府和行业合作伙伴举行了一系列“全球信息主导演习（Global Information Dominance Experiments, GIDE）”，试图预测未来事件，从而获得“信息优势”和“决策优势”。2021年7月，美北方司令部完成了GIDE的一系列试验<sup>[39]</sup>，结合了人工智能、云计算和传感器技术，从卫星、雷达、海底传感器和网络等大量信息源中收集世界各地的传感器数据，并进

行分析,在分钟级时间内预判敌人数日后的行动,提前采取应对方案。

以色列在“世界首场人工智能战争”中应用人工智能技术分析情报数据。2021年5月,以色列宣称同哈马斯武装力量的冲突是世界上第一场人工智能战争<sup>[40]</sup>,以色列国防军利用“福音”系统辅助空军分析数据并制定打击计划,成功地对加沙深处的哈马斯目标进行了空袭,杀死至少一百名哈马斯高级特工,摧毁多处军事基础设施。在此次冲突中,人工智能为提升情报分析能力,快速高效处理战场问题提供了支撑。

## 5 启示与建议

### 5.1 加大人工智能在作战指挥控制领域中的探索,增强指挥决策能力

人工智能的发展可能使得未来的工业场景、战争场景发生翻天覆地的变化。未来军事科技智能化程度的每一次进步,都会变革人在军事活动中的角色。未来战争中,人类的主要价值将主要体现在关键节点的指挥决策上,人不但不会退出“观察-判断-决策-行动”循环,反而会在“人在回路”的战争巨系统中居于核心地位。因此,大力发展复杂环境推理决策技术,通过数据挖掘、智能识别、辅助决策等手段,对海量信息去粗取精、去伪存真,减少主观误判干扰,确保指挥员客观判断形势,改善在未来战场中的决策能力,形成“目标管理主导战争”流程范式。未来作战中,指挥官更多的是制定方案、确定目标,而具体的实现路径、甚至具体过程以及推演评估都可以由人工智能武器自己选择。

### 5.2 加大“脑机接口”技术驱动作战赋能的研发力度,提高作战中人机交互与协同能力

未来战争中自主系统将占据越来越重要的地位,但目前自主系统的智能化水平不可能在短期内达到有人平台的程度,在未来相当长的一段时间内,无人平台也难以完全取代有人平台,二者相互补充、分工协作,可以将各自的效能发挥到最大。因此,需要高度重视人机协同技术发展,不断提升交互能力。研究无创神经接口和精创神

经接口相结合的生物兼容双向神经接口,开发高分辨率的便携式神经接口,探索非手术情况下实现大脑和系统间的高水平通信手段,推动脑机交互和脑控技术向“高时空分辨率、低时延”发展,进一步赋能士兵远距离作战,延伸身体机能范围。

### 5.3 将人工智能技术引入通信及电磁对抗领域,发展实时动态学习及快速响应能力

人工智能将成为驱动网络安全的新引擎,推进网络空间管理能力。因此,可以利用人工智能技术完善频谱管理,探索自主无线电系统是否能快速而灵活地协作,进行射频频谱管理,以满足军用领域射频频谱通信的发展需求。大力发展认知电子战技术,实现在无需预置程序的情况下自主对抗敌方系统,强化对抗的敏捷性和适应性,提升应对未知或敌方雷达的电子战能力,有望解决复杂电磁环境下精确态势感知的难题。

## 6 结束语

人工智能技术是第三次工业革命以后科技发展的战略制高点,将成为未来经济与社会发展的核心技术,其迅猛发展将引起社会、经济、产业结构的深刻变革。人工智能技术的军用背景,将进一步驱使世界各国加速对人工智能军事应用的研究与开发,对未来智能化战争结果产生重要的影响。

### [参 考 文 献]

- [1] 孟誉双. 美国规制自主武器系统的法律政策及其启示[J]. 战术导弹技术, 2021(5): 43-54.
- [2] Office of Science and Technology Policy of the White House. The White House launches the National Artificial Intelligence Initiative Office [EB/OL]. 2021-01-12 [2021-01-17]. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/briefings-statements/white-house-launches-national-artificial-intelligence-initiative-office/>.
- [3] The White House. The Biden administration launches the National Artificial Intelligence Research Resource Task Force [EB/OL]. 2021-06-10 [2021-06-14]. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2021/06/10/the-biden-administration-launches-the-national-artificial-intelligence-research-resource-task-force/>.
- [4] The National Security Commission on Artificial

- Intelligence. The final report [EB/OL]. 2021-03-01 [2021-03-02]. <https://www.nscai.gov/wp-content/uploads/2021/03/Full-Report-Digital-1.pdf>.
- [ 5 ] Cronk T M. Hicks announces new artificial intelligence initiative [EB/OL]. 2021-06-22 [2021-06-27]. <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2667212/hicks-announces-new-artificial-intelligence-initiative/>.
- [ 6 ] U. S. Department of the Navy. Science & technology strategy for intelligent autonomous systems [EB/OL]. 2021-07-02 [2021-07-05]. <https://s3.documentcloud.org/documents/21019491/2021-dist-a-don-st-strategy-for-intelligent-autonomous-systems-2-jul-2021.pdf>.
- [ 7 ] 何绍溟, 王江, 宋韬, 等. 人工智能技术在武器中的应用综述[J]. 飞航导弹, 2021 (7): 41-48.
- [ 8 ] The Department of Homeland Security Science and Technology Directorate. S&T artificial intelligence & machine learning strategic plan [EB/OL]. 2021-08-01 [2021-08-06]. [https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/21\\_0730\\_st\\_ai\\_ml\\_strategic\\_plan\\_2021.pdf](https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/21_0730_st_ai_ml_strategic_plan_2021.pdf).
- [ 9 ] U. S. Under Secretary of Defense. Defense budget materials-FY2022 [EB/OL]. 2021-05-28 [2021-06-02]. <https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/Budget2022/>.
- [10] Putin named the priorities of the new state armament program until 2033 [EB/OL]. 2021-11-04 [2021-11-10]. [https://vpk.name/en/554574\\_putin-named-the-priorities-of-the-new-state-armament-program-until-2033.html](https://vpk.name/en/554574_putin-named-the-priorities-of-the-new-state-armament-program-until-2033.html).
- [11] First code of ethics of artificial intelligence signed in Russia [EB/OL]. 2021-10-26 [2021-11-10]. [https://vpk.name/en/554574\\_putin-named-the-priorities-of-the-new-state-armament-program-until-2033.html](https://vpk.name/en/554574_putin-named-the-priorities-of-the-new-state-armament-program-until-2033.html).
- [12] Stanley-LZ, Christie E H. An artificial intelligence strategy for NATO [EB/OL]. 2021-10-25 [2021-10-29]. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2021/10/25/an-artificial-intelligence-strategy-for-nato/index.html>.
- [13] European Commission. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain union legislative acts [EB/OL]. 2021-04-21 [2021-04-25]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1623335154975&uri=CELEX%3A52021PC0206>.
- [14] 刘松. 国外人工智能军事应用关键技术发展研究[J]. 飞航导弹, 2021 (8): 78-83.
- [15] European Commission. Coordinated plan on artificial intelligence 2021 review [EB/OL]. 2021-04-21 [2021-04-25]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/coordinated-plan-artificial-intelligence-2021-review>.
- [16] Her Majesty's Government. National AI strategy [EB/OL]. 2021-09-22 [2021-09-27]. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/1020402/National\\_AI\\_Strategy\\_-\\_PDF\\_version.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1020402/National_AI_Strategy_-_PDF_version.pdf).
- [17] Defense Advanced Research Projects Agency. Creating AI-enabled cultural interpreters to aid defense operations [EB/OL]. 2021-05-03 [2021-05-07]. <https://www.darpa.mil/news-events/2021-05-03a>.
- [18] Defense Advanced Research Projects Agency. Enabling military systems to adapt to the unexpected [EB/OL]. 2021-08-03 [2021-08-05]. <https://www.darpa.mil/news-events/>.
- [19] Robots to guard for fire at Kalinin plant [EB/OL]. 2021-09-07 [2021-09-19]. <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Robots-to-guard-for-fire-at-Kalinin-plant>.
- [20] A browsable petascale reconstruction of the human cortex [EB/OL]. 2021-06-01 [2021-06-10]. <https://h01-release.storage.googleapis.com/landing.html>.
- [21] Samsung Newsroom. Samsung Electronics puts forward a vision to 'Copy and Paste' the brain on neuromorphic chips [EB/OL]. 2021-09-26 [2021-09-30]. <https://news.samsung.com/global/samsung-electronics-puts-forward-a-vision-to-copy-and-paste-the-brain-on-neuromorphic-chips>.
- [22] Stanford News. Stanford researchers combine processors and memory on multiple hybrid chips to run AI on battery-powered smart devices [EB/OL]. 2021-01-11 [2021-01-26]. <https://news.stanford.edu/2021/01/11/hybrid-chips-can-run-ai-battery-powered-devices/>.
- [23] Kundaliya D. IBM claims world's first energy efficient AI accelerator chip based on 7nm technology [EB/OL]. 2021-02-19 [2021-02-27]. <https://www.computing.co.uk/news/4027440/ibm-claims-world-energy-efficient-ai-accelerator-chip-7nm-technology>.
- [24] Defense Advanced Research Projects Agency. Gremlins program demonstrates airborne recovery [EB/OL]. 2021-11-05 [2021-11-07]. <https://www.darpa.mil/news-events/>.
- [25] Defense Advanced Research Projects Agency. OFFSET swarms take flight in final field experiment [EB/OL]. 2021-12-09. <https://www.darpa.mil/news-events/>.

- [26] Katz S. DARPA announces progress in Air Combat Evolution program [EB/OL]. 2021-03-23 [2021-03-24]. <https://techxplore.com/news/2021-03-darpa-air-combat-evolution.html>.
- [27] Synchron receives green light from FDA to begin breakthrough trial of implantable brain computer interface in US [EB/OL]. 2021-07-28 [2021-08-14]. <https://www.businesswire.com/news/home/20210728005305/en/Synchron-Receives-Green-Light-From-FDA-to-Begin-Breakthrough-Trial-of-Implantable-Brain-Computer-Interface-in-US>.
- [28] Hammerand J. Cleveland Clinic reports bionic arm breakthrough [EB/OL]. 2021-09-01 [2021-10-14]. <https://www.medicaldesign-andoutsourcing.com/cleveland-clinic-bionic-arm-prosthetic-neural-machine-interface/>.
- [29] Mayer D. Skyborg autonomy core system has successful first flight [EB/OL]. 2021-05-06 [2021-05-07]. <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2596671/skyborg-autonomy-core-system-has-successful-first-flight/>.
- [30] U. S. Air Force Life Cycle Management Center Public Affairs. Skyborg successfully integrates into Orange Flag large force test event [EB/OL]. 2021-06-29 [2021-07-02]. <https://www.af.mil/News/Article/2675883/skyborg-successfully-integrates-into-orange-flag-large-force-test-event/>.
- [31] U. S. Air Force Life Cycle Management Center. Skyborg demonstrates unmanned-unmanned autonomous teaming at Orange Flag [EB/OL]. 2021-10-29 [2021-10-30]. <https://www.edwards.af.mil/News/Article/2831115/skyborg-demonstrates-unmanned-unmanned-autonomous-teaming-at-orange-flag/>.
- [32] 祁圣君. 美军低成本可消耗无人机技术发展综述[J]. 飞航导弹, 2021(11): 6-11.
- [33] Raytheon to develop algorithms and sensor network for DARPA testbed focused on combat airspace management [EB/OL]. 2021-02-15 [2021-02-18]. <https://www.militaryaerospace.com/communications/article/14197522/combat-airspace-management-testbed-sensor-network>.
- [34] В России до конца года завершат разработку беспилотника вертолетного типа "Термит" [EB/OL]. 2021-11-03 [2021-11-12]. <https://tass.ru/armiya-i-opk/12833093>.
- [35] L3Harris Technologies and AI Seer Marine to demonstrate live maritime autonomous capabilities during 2021 IDEX [EB/OL]. 2021-02-22 [2021-03-01]. <https://www.l3harris.com/newsroom/trade-release/2021/02/l3harris-technologies-and-ai-seer-marine-demonstrate-live-maritime>.
- [36] UK Government. Artificial intelligence used at sea for first time [EB/OL]. 2021-05-29 [2021-06-03]. <https://www.gov.uk/government/news/artificial-intelligence-used-at-sea-for-first-time>.
- [37] Vincent B. DISA moves to combat intensifying cyber threats with artificial intelligence [EB/OL]. 2021-11-01 [2021-11-23]. <https://www.nextgov.com/cybersecurity/2021/11/disa-moves-combat-intensifying-cyber-threats-artificial-intelligence/186530/>.
- [38] Boyd A. Project Kaiju—expected in January—will include nine efforts named after famous giant monsters [EB/OL]. 2021-09-10 [2021-11-21]. <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2021/09/air-force-looks-kaiju-advanced-anti-aircraft-countermeasures/185278/>.
- [39] U. S. Northern Command. NORAD and U. S. Northern Command lead the third Global Information Dominance Experiment (GIDE) [EB/OL]. 2021-07-21 [2021-11-23]. <https://www.northcom.mil/Newsroom/News/Article/2702954/norad-and-us-northern-command-lead-the-third-global-information-dominance-exper/>.
- [40] Ahronhein A. Israel's operation against Hamas was the world's first AI war [EB/OL]. 2021-05-27 [2021-11-23]. <https://www.jpost.com/arab-israeli-conflict/gaza-news/guardian-of-the-walls-the-first-ai-war-669371>.