

世界国防科技年度发展报告 (2017)

自主系统与人工智能领域科技 发展报告

中国航天科工集团第三研究院三一〇所

世界国防科技年度发展报告 (2017)

自主系统与人工智能领域科技 发展报告

ZI ZHU XI TONG YU REN GONG ZHI NENG LING YU KE JI FA ZHAN BAO GAO

中国航天科工集团第三研究院三一〇所

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

自主系统与人工智能领域科技发展报告/中国航天
科工集团第三研究院三一〇所编. —北京: 国防工业出
版社, 2018. 4

(世界国防科技年度发展报告. 2017)

ISBN 978-7-118-11614-4

I. ①自… II. ①中… III. ①国防科学技术—自动控
制系统—研究报告—世界—2017 ②国防科学技术—人工智
能—研究报告—世界—2017 IV. ①E115

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 100780 号

自主系统与人工智能领域科技发展报告

编 者 中国航天科工集团第三研究院三一〇所

责任编辑 汪淳 王鑫

出版发行 国防工业出版社

地 址 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

印 刷 北京龙世杰印刷有限公司

开 本 710 × 1000 1/16

印 张 14 $\frac{1}{4}$

字 数 164 千字

版 印 次 2018 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 86.00 元

《世界国防科技年度发展报告》

(2017)

编委会

主 任 刘林山

委 员 (按姓氏笔画排序)

卜爱民	王东根	尹丽波	卢新来
史文洁	吕 彬	朱德成	刘 建
刘秉瑞	杨 新	杨志军	李 晨
李天春	李邦清	李成刚	李向阳
李红军	李杏军	李晓东	李啸龙
肖 琳	肖 愚	吴亚林	吴振锋
何 涛	何文忠	谷满仓	宋朱刚
宋志国	张 龙	张英远	张建民
陈 余	陈 锐	陈永新	陈军文
陈信平	庞国荣	赵士禄	赵武文
赵相安	赵晓虎	胡仕友	胡明春
胡跃虎	原 普	柴小丽	高 原
景永奇	熊新平	潘启龙	戴全辉

《自主系统与人工智能领域科技发展报告》

编辑部

主 编 谷满仓

副主编 徐 政 葛悦涛 李 磊

《自主系统与人工智能领域科技发展报告》

审稿人员（按姓氏笔画排序）

马洪忠 王飞跃 王长青 刘永才
刘成林 许玉明 杜彦昌 杨宝奎
李向阳 时兆峰 范茂军 黄瑞松

撰稿人员（按姓氏笔画顺序）

丁 宏 卫 宁 王 峰 王 超
王志伟 王桂枝 王雅琳 申 超
伍尚慧 刘 伟 刘 垒 刘都群
刘崇亮 许 彪 孙 毅 李 磊
李向阳 李浩悦 吴 洋 吴 勤
谷全祥 宋 乐 张 闯 张 宇
张 哲 张正辉 张瑞萍 武坤琳
周智伟 姚保寅 贾喜花 曹秋生
葛悦涛 程之年

编写说明

当前，世界新一轮科技革命和军事革命加速推进，科技创新正成为重塑世界格局、创造人类未来的主导力量，以人工智能、大数据、云计算、网络信息、生物交叉，以及新材料、新能源等为代表的前沿科技迅猛发展，为军队战斗力带来巨大增值空间。因此，军事强国都高度重视战略前沿技术和基础科技的布局、投入和研发，以期通过发展先进科学技术来赢得未来军事斗争的战略主动权。为帮助对国防科技感兴趣的广大读者全面、深入了解世界国防科技发展的最新动向，我们秉承开放、协同、融合、共享的理念，组织国内科技信息研究机构的有关力量，围绕主要国家国防科技综合发展和重点领域发展态势开展密切跟踪和分析，并在此基础上共同编撰了《世界国防科技年度发展报告》(2017)。

《世界国防科技年度发展报告》(2017)由综合动向分析、重要专题分析和附录三部分构成。旨在通过持续跟踪研究世界国防科技各领域发展态势，深入分析国防科技发展重大热点问题，形成一批具有参考使用价值的研究成果，希冀能为实现创新超越提供有力的科技信息支撑，发挥“服务创新、支撑管理、引领发展”的积极作用。

由于编写时间仓促，且受信息来源、研究经验和编写能力所限，疏漏和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

军事科学院军事科学信息研究中心

2018年4月

前 言

2017 年自主系统与人工智能领域科技发展迅猛,各种相关技术及产品不断涌现,并得到广泛认可。2017 年 7 月,国务院印发了《新一代人工智能发展规划》,提出了面向 2030 年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施,部署构筑我国人工智能发展的先发优势,加快我国成为创新型国家和世界科技强国的步伐。在军事科学院军事科学信息研究中心的支持下,中国航天科工集团第三研究院三一〇所承担了《自主系统与人工智能领域科技发展报告》的牵头编撰工作,将为我国自主系统与人工智能领域科技发展找准方向、选准突破口,为实现国防科技创新超越提供有力的科技信息支撑。

本书是在统一编撰思想指导下,以“小核心、大外围”的组织方式,集中了自主系统与人工智能相关优势单位的专家共同完成的。在本书撰写过程中,得到了中国航天科工集团第三研究院三十三所、八三五八所、中国航天科工集团第二研究院二〇八所、中国船舶重工集团第七一四研究所、中国船舶工业系统工程研究院、中国船舶工业综合技术经济研究院、中国兵器工业集团第二一〇研究所、中国电子科技集团公司第二十七研究所、中国航空工业发展研究中心、中国电子科学研究院、军事科学院军事科学信息研究中心、国防科学技术大学、北京邮电大学、北京理工大学、清华大学、南京航空航天大学、中国科学院自动化研究所、中国航天系统科学与工程研究院等单位的大力支持,在此

表示感谢。尽管编撰组做了大量工作，但由于时间紧张，水平有限，错误和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者
2018 年 3 月

目 录

综合动向分析

2017 年自主系统与人工智能领域科技发展综述	3
2017 年空中无人自主系统发展综述	13
2017 年地面无人自主系统发展综述	22
2017 年水下无人自主系统发展综述	31
2017 年深度学习技术发展综述	41
2017 年人机交互技术发展综述	49
2017 年脑与认知技术发展综述	56
2017 年量子计算技术发展综述	65

重要专题分析

哈佛大学发布《人工智能与国家安全》报告	75
美国陆军《机器人与自主系统战略》解读	82
美国人工智能技术发展及军事应用综述	91
美军机器学习技术应用发展分析	97
人工智能关键技术在武器装备中的应用简析	105
人工智能拉开无人智能化战争序幕	114

智能物联网在军事领域中的应用及挑战	123
语音识别技术发展及其在军事领域中的应用	130
生成式对抗网络发展综述	139
关于深度态势感知问题的思考	147
俄罗斯推进智能武器装备发展	154
无人系统发展及对国家安全的影响分析	159
美国空中有人/无人协同作战能力发展浅析	168
美军无人自主系统蜂群技术发展现状与趋势分析	180
激光雷达在地面智能移动平台上的应用分析	189
面向无人机应用的智能视觉导航技术	196

附录

2017 年自主系统与人工智能领域科技发展大事记	209
--------------------------------	-----

ZONGHE

DONGXIANGFENXI

综合动向分析

2017 年自主系统与人工智能领域科技发展综述

未来战场上，算法和弹药同等重要，自主系统与人工智能的迅速发展和应用将颠覆未来的作战样式，变革作战形态。2017 年，自主系统与人工智能领域科技整体呈现持续加速式发展。各军事强国特别重视对人工智能/自主技术投入及总体部署，积极推进在各个作战域的应用研究，美国提出“算法战”等新型作战概念，启动了“终身学习机器”“自主队友”等相关项目，加快了人工智能技术战场应用的进程。

一、加大投入力度，多举措全面持续推进人工智能技术发展

人工智能技术是后信息时代新技术发展的一个显著趋势，也是极有可能改写未来战争的颠覆性技术之一。目前，一些军事强国已将发展人工智能上升为国家战略，意在抢占未来军事竞争制高点。

（一）美国持续保持人工智能技术优势，全面完善人工智能技术发展战略

美国国防部 2017 财年继续强化对人工智能相关领域投入力度，投入高达 74 亿美元。2017 年 4 月，美国国防部宣布建立“算法战跨职能小组”，

加速推动人工智能、大数据和机器学习等关键技术在军事领域应用，以全面提高装备智能化程度和自主决策能力。7月，在美国情报高级研究计划局（IARPA）资助下，新美国安全中心和哈佛大学联合开展了人工智能技术发展及应用前景研究，发布《人工智能与国家安全》报告，详细分析和评估了人工智能技术在军事优势、信息优势和经济优势三方面影响国家安全，提出加快关于人工智能技术国家安全政策的11项对策建议。7月，美国空军研究实验室与IBM公司合作开发高级模式识别能力和感觉处理能力的类脑智能计算系统，用于探索新的计算能力，以及改变游戏规则的技术，以保持其卓越的技术优势。

（二）俄罗斯在国家战略规划框架下，明确智能技术是军用领域的优先发展方向

俄罗斯基于对未来战争的预测和分析，为确保其在未来战争中的优势，从顶层制定相关规划，引导智能武器装备发展。2017年，俄罗斯通过对国家安全可能威胁的分析和评估，在2018—2025年新版国家武器装备计划中规定，要为俄罗斯武装力量提供基于新物理原理的武器，以及高超声速武器样机、智能化机器人系统和新一代常规武器装备，并计划将智能机器人系统作为优先发展方向。2017年7月，俄罗斯总统签署的《2030年前国家军事海洋活动政策基本原则》中，提出2025年后海军将列装高超声速导弹和包括无人自主潜航器在内的机器人系统，使俄罗斯海军远洋建设和战斗力生成得到飞跃发展。俄罗斯希望通过研发全新的装备来提高其作战潜力，以军用机器人技术为基础的自主化是未来发展方向之一。

（三）其他主要国家推进人工智能应用，力图保持领先地位

2017年1月，英国发布《现代工业战略》，增加47亿英镑的研发资金将用于人工智能、“智能”能源技术、机器人技术和5G无线等领域；3月，

英国发布《数字战略》包括了对人工智能的评论，以决定政府和企业将如何能够提供进一步的支持；10月，英国政府发布的《在英国发展人工智能产业》报告指出，至2035年，人工智能将为英国提供8140亿美元的经济增长，推动国民生产总值（GVA）的增长率从2.5%增至3.9%。此外，2017年3月，日本政府制定了人工智能产业化路线图，计划分3个阶段推进利用人工智能技术，大幅提高制造业、物流、医疗和护理行业效率。6月，日本政府在临时内阁会议上通过了2017年经济财政运营基本方针和名为“未来投资战略”的经济增长新战略，重点推动物联网建设和人工智能的应用。

二、深度学习、脑科学等基础技术领域呈现加速发展态势，研究重点转向解决实际问题

2017年以谷歌“阿尔法狗”系列、英伟达GPU等为代表的人工智能技术典型应用获得突破，深度学习、脑与认知、人机交互等人工智能核心技术在军事领域的应用前景逐步显现。

（一）基于神经网络技术不断发展，机器自主决策及自主学习能力不断提升

自主学习技术的发展，将推动军事自主决策、自主任务执行能力的不断提升。2017年1月，“阿尔法狗”连胜60场比赛；10月，谷歌公司研制的最新一代围棋对弈系统“阿尔法元”击败了“阿尔法狗”。“阿尔法元”利用两套改进的深度神经网络实现从棋盘直接提取棋局特征并做出决策，不再需要预先学习人类棋谱，只靠自我博弈490万盘棋局即可学会围棋。类似的系统会很快用于自主化无人平台、文字与图像情报的获取分析、雷达信号处理，以及网络战等军事应用中。2017年3月，美国国防高级研究计

划局（DARPA）启动了“终身学习机器”（L2M）项目，旨在发展类似于生物智能的具备自主持续学习能力的机器学习技术，并以其为基础推动未来人工智能发展及在军事中的应用。

（二）深度学习专用处理器速度不断加快，将提高战场实时处理能力

深度学习专用处理器是实现人工智能算法正常运算的重要支撑，包括各种硬件设备，如 TPU、GPU、CPU、TPGA 等运算芯片，这些运算芯片使人工智能算法得以广泛的普及与应用，特别是在战场实时态势感知、实时自主决策中，相应的深度学习专用处理器将成为主流运算芯片，并随着 GPU 运算芯片能力的不断完善与提升，人工智能算法在实时自主决策领域的应用效果也将不断提升。2017 年 2 月，密歇根大学研制出一种低功耗、可编程芯片级计算机，可应用于单兵移动设备，该计算机功耗仅 288 微瓦，最高运行速度达 3740 亿次/秒。3 月，英伟达公司推出 Jetson TX2 计算平台，优化了深度神经网络等机器学习任务，并具有低功耗的特点，可用于无人机、机器人、智能相机等设备的导航、图像及语音识别等。4 月，谷歌公司公布可加速神经网络运算速度的专用处理器（TPU），其运算速度是英伟达 K80 GPU 或英特尔 Haswell CPU 的 15 ~ 30 倍，速度/功率比高 30 ~ 80 倍。6 月，美国麻省理工学院开发出一款具备“深度学习”能力的可编程纳米光处理器芯片可执行模式识别等运算任务。

（三）面向特定任务的模式识别取得突破性进展，目标识别与跟踪能力不断提升，颠覆战场情报处理模式

2017 年，得益于深度学习和大数据技术的发展，面向特定任务的模式识别取得突破性进展，相关算法可在海量情报中快速获取战场情报，还可为战争指战员提供数据响应建议，减少人类判断的失误。

2017 年 4 月，在美国海军资助下，康奈尔大学将深度学习与贝叶斯建