

北约未来军事新兴颠覆性技术规划 分析及启示建议*

刘昊¹ 张志强^{** ,1,2} 冯志刚^{1,2}

(1. 中国科学院成都文献情报中心, 成都 610041

2. 中国科学院大学经济与管理学院图书情报与档案管理系, 北京 100049)

摘要:颠覆性技术的发展和将对全球科技革命和产业变革产生巨大影响。梳理世界主要科技强国针对颠覆性技术相关科技创新规划,重点对北约科技组织《科技趋势:2020—2040》报告进行分析,发现未来20年军事领域新兴颠覆性技术将具有智能化、互联化、分布式、数字化四个主要特征,或催生精确战、自主程序与系统、战场网络、作战域拓展等军事应用发展。在大数据、人工智能、自主技术、空间、高超音速、量子信息、生物技术、材料制造等8个领域新兴颠覆性技术发展趋势及其组合影响分析基础上,提出应系统性布局 and 加强对未来新兴颠覆性技术及其发展趋势的识别与预测研究、重视新兴颠覆性技术领域的军民融合研究与应用、支持科技智库和科技战略情报机构加强科技前沿趋势分析研究。

关键词: 北约科技组织;颠覆性技术;科技趋势;军民融合

DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2020.12.013

Analysis and Recommendations for Emerging Disruptive Technologies Planning of NATO in the Future*

LIU Hao¹ ZHANG Zhiqiang^{** ,1,2} FENG Zhigang^{1,2}

(1. Chengdu Library of Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2. Department of Library, Information and Archives Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The development and application of disruptive technologies will have a huge impact on the global scientific and technological revolution and industrial transformation. This paper combed the scientific and technological innovation strategies relevant to disruptive technologies of the world's major powers of science and technology, focusing on the "Science & Technology Trends: 2020-2040" report. It was found that over the next 20 years in the military field, emerging disruptive technology would be intelligent, interconnected, distributed, and digital. Precision warfare, autonomous systems & agents, battle networks, expanding domains and other military applications might be generated. The development trends of new disruptive technologies in the areas of big data, artificial intelligence, autonomy, space technologies, hypersonics, quantum technologies, biotechnology, and materials, as well as the influence of technology portfolio were analyzed. On this basis, this paper proposed that it is essential to systemically arrange and strengthen the identification and prediction of

* 中国科学院“西部之光”青年学者项目“基于政策信息学的科技政策知识发现”,中国科学院文献情报中心青年人才领域前沿项目“政策工具视角的科技政策知识发现方法研究”(2019QNGR002),中国科学院文献情报能力建设专项“科技领域战略情报研究咨询体系建设”(E0290001)

** E-mail: zhangzq@clas.ac.cn

future new disruptive technology development trends, attach great importance to the civil-military fusion research and application of emerging disruptive technologies, support the S&T frontier studies of the S&T think tanks and strategic S&T information agencies.

Keywords: NATO STO; Disruptive Technologies; Technology Trends; Civil-military Integration

近年来,科技创新的渗透性、扩散性、颠覆性特征正在深刻改变人类社会的生产生活方式^[1],科技革命和产业变革愈发成为世界百年大变局的关键变量,颠覆性技术的发展和运用将成为全球产业变革和经济增长的主要驱动力^[2]。“颠覆性技术”(Disruptive Technology)的概念最早由哈佛大学教授克莱顿·克里斯坦森(Clayton Christensen)于1997年在《创新者困境》中首次提出,指能取代现有技术并撼动整个行业的技术或者能创造一个全新产业的开创性产品^[3]。颠覆性技术既可以源于现有技术的融合,也可以是在创新活动所产生的重大技术产品范式变革中形成的新技术^[4]。一直以来,颠覆性技术都是引领产业变革的重要技术力量^[5],可为未来产业生产、经济增长和社会发展带来根本性转变,甚至深刻影响和改变国家力量对比、重塑世界经济结构和国际竞争格局^[6]。德勤会计师事务所(Deloitte)发布的《技术趋势2020》指出,“我们正准备迎接未来十年的颠覆性技术变革”^[7]。而在国防军事领域,研究颠覆性技术引发战术变革的内在机理,从深层次上揭示颠覆性技术与战术变革相互联系、相互作用的底层逻辑和微观原理,对于探究战术变革规律、把准战术变革趋向、加快战术变革进程具有重要现实意义^[8]。

鉴于颠覆性技术愈加突出的重要地位和不可避免的时代趋势,世界各国开始以制定相关科技创新规划等方式从顶层设计层面把颠覆性技术创新摆在发展全局的核心位置,希望通过颠覆性技术创新带动全面创新,积极抢占科技制高点,进一步增强经济增长后劲和相关产业在全球价值链中

的主动地位^[6]。2020年5月4日,隶属于北大西洋公约组织(North Atlantic Treaty Organization, NATO)的北约科技组织(NATO Science & Technology Organization, STO)发布《科技趋势:2020—2040》研究报告^[9],分析评估了未来20年在大数据、人工智能、自主技术、空间、高超音速、量子信息、生物技术、材料制造等8个领域新兴颠覆性技术的发展趋势及其潜在影响,希望借此增强北约决策者对科技发展影响军事能力的理解。该组织是世界最大的国防安全领域合作型研究论坛,协作网络由数千名科学家组成,主要使命是通过科学技术研究为北约及其伙伴国提供各类科技创新政策建议,以帮助其保持军事和技术优势、更好应对当前和未来安全挑战^[10]。

本文在归纳近年来世界主要科技强国针对颠覆性技术相关科技创新规划的基础上,重点对《科技趋势:2020—2040》的主要内容进行梳理,明晰北约在颠覆性技术领域的关注重点及未来研究趋势,并提出提高我国颠覆性技术研究的相关启示建议。

1 世界主要国家针对颠覆性技术的科技创新规划

颠覆性技术是大国博弈的关键核心要素。近年来,世界各国逐渐意识到颠覆性技术对社会、经济、军事、国际竞争格局等的深远影响,开始从科技规划与战略的顶层设计层面制定相关科技创新规划与部署,主要通过政府机构制定科技创新规划、部署颠覆性创新项目、加大专项资金支持的方式大力支持、培育颠覆性技术研究,期望以此作为

发展颠覆性技术的抓手,获得或保持在各技术创新领域的国际优势地位。近年来欧盟及美、英、德、法、日等世界主要科技强国在颠覆性技术领域的科技创新规划如表1所示。

近年来我国对颠覆性技术给予了高度关注。2016年,将“颠覆性技术”写入《国家创新驱动发

展战略纲要》,同年发布《“十三五”国家科技创新规划》,提出要“发展引领产业变革的颠覆性技术”;2017年,党的十九大报告提出要突出“颠覆性技术创新”;2018年,国务院发布《关于全面加强基础科学研究的若干意见》,高度重视颠覆性技术突破,加强从“0”到“1”的基础研究。此外,

表1 世界主要科技强国在颠覆性技术领域的科技创新规划

国家/地区	发布机构	发布日期	相关内容
欧盟	欧盟委员会	2015.10	“地平线2020”计划公开的招标领域包括以新计算范式和技术、量子技术、纳米尺度混合光-电-机械器件为代表的颠覆性信息技术 ^[11]
		2017.10	“地平线2020”计划将颠覆性微能源和存储技术列为高风险、高回报的研究和创新主题之一 ^[12]
		2018.06	“地平线欧洲”计划提案中提出要识别并扩大突破性和颠覆性创新,使欧洲成为创造市场的领跑者 ^[13]
	欧洲风能技术创新平台	2016.09	发布《风能研究与创新战略议程》,指出要研发新一代颠覆性风电技术,以进一步降低风电成本,推动风电发展 ^[14]
美国	政府问责办公室	2018.02	发布2018—2023年战略计划,指出基因组编辑技术、人工智能和自动化、量子信息科学、大脑/增强现实、加密货币和区块链5个前沿科技具有共同推动颠覆性技术革命的潜力 ^[15]
		2018.11	先进能源研究计划署宣布资助9800万美元用于促进颠覆性能源技术的开发与创新,以改进能源系统、保障美国能源安全和全球能源主导地位 ^[16]
		2019.02	宣布投入2400万美元用以支持新型、可实现的颠覆性碳捕集技术研发 ^[17]
	2020.02	将36亿美元财年预算用以支持颠覆性能源技术研发,以实现新一代能源技术的突破和部署,并推进美国能源独立 ^[18]	
	陆军	2018.12	宣布启动陆军远征技术搜索2.0计划,提供218万美元奖金寻求新颖的颠覆性概念和技术,以帮助陆军获得突破性创新技术与产品 ^[19]
英国	商业、能源与产业战略部	2017.02	宣布政府将组建Rosalind Franklin研究所,并拨款1亿英镑用以研发颠覆性新技术以解决重大疾病问题 ^[20]
	工程与自然科学研究理事会	2018.06	发布《EPSRC工程领域研讨会报告2017》,指出要发展包括自组织材料、4D打印、自我修复和修复系统、变形结构和材料等下一代创新和颠覆性技术 ^[21]
德国	联邦内阁	2018.08	决定设立民用领域的颠覆性创新研究资助机构,用以帮助创新主体将颠覆性创新想法转化为应用,并保证在2019—2022年的起步阶段提供至少1.51亿欧元资金 ^[22]
法国	国家工业委员会	2017.11	在《法国的工业雄心》中表示,创新与工业基金将每年提供2~3亿欧元用于颠覆性创新项目 ^[23]
	法国政府	2018.03	宣布将启动15亿欧元的人工智能计划,以推动法国跻身人工智能领域领军者行列,其中4亿欧元用于支持该领域的颠覆性创新项目 ^[24]
	国家投资银行、国家科研署	2019.01	签署战略合作伙伴协议,协同支持法国颠覆性创新项目 ^[25]
日本	科技政策委员会	2013.12	启动“颠覆性技术创新计划”,其经费大概占到日本科技计划总经费的4%,用以强化国际竞争力、实现可持续发展并率先引领变革时代 ^[26]
瑞典	战略研究基金会	2015.09	启动“产业研究中心”项目,聚焦颠覆性技术创新 ^[27]
澳大利亚	国防工业部	2016.03	宣布投资7.3亿澳元设立“下一代技术”基金,用以资助颠覆性技术的基础性研发,助力打造技术先进的国防力量 ^[28]

习近平总书记在2018年两院院士大会上指出,要“以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新为突破口,敢于走前人没走过的路,努力实现关键核心技术自主可控,把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中”^[29]。2020年7月,习近平总书记在中央政治局集体学习会上指出,世界百年未有之大变局加速演进,新冠肺炎疫情对国际格局产生深刻影响,我国安全形势不确定性不稳定性增大,国防军事“十四五”规划必须坚持自主创新战略基点,加强基础研究和原始创新,加快突破关键核心技术,加快发展战略性、前沿性、颠覆性技术。在部分前沿新兴科技领域,我国也已制定实施国家规划,如国务院于2017年7月8日印发并实施《新一代人工智能发展规划》,提出面向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,以部署构筑我国人工智能发展的先发优势^[30]。

2 北约未来20年军事新兴颠覆性技术分析

STO研究团队包括5000余名活跃科学家及盟国和伙伴国20余万专业技术人员,集成、开发了各科学领域和研究主题的大量知识,为北约决策者提供了各种有关新机遇、新挑战的关键信息和洞见。其所发布的报告《科技趋势:2020—2040》对我国进一步开展颠覆性技术研究具有重要参考价值。本文梳理了报告提出的军事领域新兴颠覆性技术主要特征、八个新兴颠覆性技术领域预测和六个领域融合技术组等主要内容。

2.1 军事领域新兴颠覆性技术的主要特征

未来20年军事领域新兴颠覆性技术将具有智能化、互联化、分布式、数字化四个主要特征,

催生精确战、自主程序与系统、战场网络、作战域拓展等军事发展(图1)。

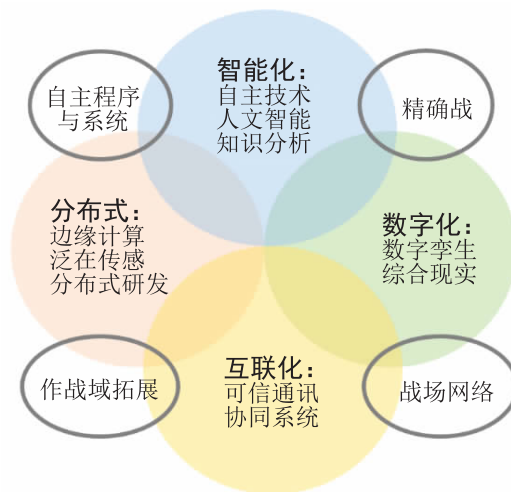


图1 新兴颠覆性技术特征及其军事发展趋势

Fig. 1 Features of Emerging Disruptive Technologies and Their Military Development Trends

智能化是以自主技术、人文智能(Humanistic Intelligence, HI)、知识分析等为代表的人工智能技术,将广泛应用于跨领域决策支持系统;互联化以区块链、量子密钥分发、后量子密码学、人工智能网络代理等可信通讯技术为基础,可进行混合(网络+现实)复杂系统协同;分布式以边缘计算和泛在技术为基础,可更广范围、更大尺度进行传感、存储、计算、决策与研发;数字化是利用数字孪生技术对人类社会、物理世界和信息空间进行融合,通过“心理-社会-技术”的综合来提升军事颠覆性认知能力。

2.2 八个新兴颠覆性技术领域预测

为全面评估新兴颠覆性技术对北约的军事影响,报告从军事潜在影响力、关注度、技术成熟度、预期成熟时间等方面对八大新兴颠覆性技术领域的有关技术方向进行评估(表2),并采用红蓝对抗模式,分别述评了相关技术对北约(蓝)和假想敌(红)的军事影响。

表2 北约新兴颠覆性技术领域评估表

Tab.2 NATO's Assessment of Emerging Disruptive Technologies

新兴颠覆性技术	技术方向	军事潜在影响力	关注度 ¹⁾	技术成熟度 ²⁾	预计成熟时间
大数据	大数据高级分析	变革性	2	4	2025
	大数据通信	高	4	6	2030
	决策支持分析	变革性	3	6	2025
	大数据传感	高	2	4	2030
人工智能	高级算法	变革性	2	4	2030
	应用人工智能	变革性	2	6	2030
	人机共生	高	1	4	2030
自主技术	自主系统	变革性	2	6	2025
	人机合作	变革性	1	4	2030
	自主行为	高	2	4	2030
	对抗措施	高	3	6	2025
空间技术	平台	中	2	6	2025
	操作系统	中	2	5	2030
	传感	高	1	3	2035
高超音速 (武器系统)	平台和推进器	高	1	5	2025
	对抗措施	高	1	3	2030
量子技术	量子通信	高	1	5	2030
	信息科学(量子计算)	变革性	1	4	2035
	量子定位(巡航)	高	3	6	2025
	量子传感	中	1	3	2040
生物与人体 增强技术	生物信息学	中	2	6	2025
	人体增强	高	2	5	2030
	医疗对策	高	1	4	2030
	合成生物学	高	1	6	2025
材料制造	新材料	高	1	2	2040
	增材制造(3D打印)	中	4	7	2025
	储能	中	1	5	2030

1) 范围1~5,从小到大依次代表 Gartner 新技术成熟度曲线中的科技诞生促动期(Technology Trigger)、过高期望峰值(Peak of Inflated Expectations)、泡沫化谷底(Trough of Disillusionment)、启迪斜坡(Slope of Enlightenment)及实质生产的高峰期(Plateau of Productivity);2)最初由美国国防部使用,后被美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)以及很多美国企业所采用,用于评价一项技术的成熟水平,通常分为九个评价级别,第一级指技术还非常不成熟,第九级则为完全成熟的技术。

1) **大数据**。世界数字化、虚拟化发展趋势在未来20年将持续加速,基于泛在云计算的大数据高级分析将成为所有新兴颠覆性技术的实现基础,并将从情报、监视和侦查、态势感知、战备训练、后勤保障、操作支持、军事科研创新和信息管理等方面,全面提升北约军事战略决策和战术行动研究能力。受益于这一技术发展,假想敌将具有相同或更加强大的数据资源、分析工具和加密方法;更广泛利用非传统(军事)领域国家权力工具开展外交战、信息

战和经济战;制造虚假信息,干扰指挥决策,破坏北约的可信任决策系统等。

2) **人工智能**。人工智能技术将对核、航天、网络、材料制造和生物技术产生变革性影响,并可能引发新一轮人工智能军备竞赛。对北约而言,人工智能将极大提升自动化指挥系统、武器系统、决策规划、生化核放防御系统、医疗救护、业务管理、物流库存、网络通讯和战备训练工作的效率。同时,假想敌将利用人工智能技术开展规模更大、效果更

强的网络攻击,并可能构建不受伦理道德限制的全天候作战系统,或研制更加智能化的爆炸装置等。

3) **自主技术**。自主技术在军事领域的发展将全面提升北约各类作战单元的作战能力,越来越多的自主技术将替代人类参与到恶劣的作战环境中,在单兵作战、集群感应、广域监测、无人驾驶、蜂群作战等系统内的应用也将大大提升其作战效率和人员生存能力。但自主技术的发展也将使得假想敌,特别是恐怖组织等非国家行为者,更加隐蔽地发起大规模、低成本的定向攻击行动。

4) **空间技术**。近年来,世界各国经济、社会和军事发展对空间技术的依赖程度随着人们对太空的商业兴趣而持续激增。北约未来20年的空间技术发展将围绕小型卫星集群、微波光子学、地基无源相干定位、量子探测、太赫兹传感器和空间态势感知等技术方向展开。与之相对,实力相近的假想敌也将进入高速发展的空间技术机遇期,进行同类技术竞争,如利用商业卫星系统加速发展小型卫星集群等。

5) **高超音速**。高超音速(超过6倍音速达到6125公里/小时)应用通常分为助推滑翔飞行器(采用火箭弹道发射)、巡航导弹(采用超音速燃烧冲压发动机)和高超音速飞机等3种类型。高超音速技术需要强大的研发能力和巨额研发投入,美国每年投入10亿美元研发该技术。美国、俄罗斯和中国目前在军事应用高超音速飞行器研究领域具有明显优势。预计到2030年,高超音速巡航侦察机将获得广泛部署。报告明确该领域的假想敌威胁主要来自中俄两国,并提出未来北约应加强高超音速攻防技术、高超音速飞行器隐身技术和推进式高超音速飞行器侦查技术等方面的研究。

6) **量子技术**。以量子通信、量子计算、量子定位和量子传感为代表的下一代量子技术正在快速发展,但国防安全应用在这四个关键领域的发展并

不均衡:量子计算的发展主要由商业利益驱动,未来将为北约提供超越传统计算理论极限的先进算力;而量子通信、量子传感和量子定位的发展则是由国防安全利益驱动,将大大提升各式监测系统灵敏度和抗干扰性。量子计算可能颠覆传统加密方法,形成新的分析决策优势。但考虑到量子技术所需的高水平科研能力和巨大的研发投入成本,未来该技术的威胁主要来自近同等规模的竞争对手。

7) **生物与人体增强技术**。生物与人体增强技术主要包括生物信息学和生物传感、人体增强、生物医学与合成生物学等方向。北约应积极寻求该领域技术进步,利用生物信息学和生物传感(如生物标志物),以及纳米级智能织物对士兵和环境的各项指标进行监测分析;利用外骨骼和脑机接口等技术,增强士兵机体行动能力以及战斗态势感知和人机交互等能力;利用生物医学与合成生物学在分子层面进行药物研发和其他军用生物工程应用。同时,生物与人体增强技术的发展,也放大了来自假想敌的威胁。恐怖组织等非国家行为者,有能力利用合成生物学制造新的病原体、生化攻击制剂或其他靶向药(毒)物;或利用人体增强技术设计“超级战士”。

8) **材料制造**。制造具有独特新颖性能的新材料是新一轮工业革命的重要基础。以石墨烯为代表的先进新材料,能大大降低系统设备重量、改进检测系统灵敏度、增强装甲系统韧性和强度、提升穿戴设备耐候性和电池设备储能量;以3D打印为主的增材制造技术,能大大缩短设计或产品改良的时间周期、减少备件库存,提升新材料和装备制造的工艺流程效率。同时,由于增材制造技术具有广泛的商业民用场景,国防军工领域的数字设计很可能被假想敌窃取使用,从而造成非对称威胁。

2.3 六个领域融合技术组

大数据、人工智能、自主技术、空间和高超音速

等领域的技术发展具有颠覆性特征,将在未来5~10年内对军事能力产生重大或变革性影响;而量子技术、生物技术和材料制造的发展具有新兴特征,需要更多时间(10~20年)才能完全感受到它们对军事能力产生的颠覆性。新兴和颠覆性技术的融合更易于对军事能力产生颠覆性影响。上述8个新兴颠覆性技术领域之间的融合,将形成6种相互协同技术组,并对未来军事能力发展产生重要影响。

1) **数据-人工智能-自主技术**:基于泛在传感数据的大数据和人工智能自主技术,将对未来军事战略和作战决策提供潜在的技术和方法优势;

2) **数据-人工智能-生物技术**:人工智能和大数据在生物技术领域的应用,将有助于新型药物设计、定向基因改造、直接操控生物化学反应等技术的研发;

3) **数据-人工智能-材料**:人工智能和大数据在材料领域的应用,将有助于具有独特新颖特性的新型材料研制,特别是支持使用二维材料和其他先进技术的进一步发展;

4) **数据-量子技术**:在未来15~20年,量子技术将通过传感器增强安全通信和计算能力,提高自动化指挥系统(Command Control Communication Computer Intelligence Surveillance Reconnaissance, C4ISR)的数据收集、处理和应用能力;

5) **空间-量子技术**:在量子密钥分发技术的推动下,天基量子传感器将颠覆现有卫星传感模式,成为未来二十年北约军队情报、监视和侦查架构的关键部分;

6) **太空-高超音速武器-材料**:为充分利用空间和高超音速环境,需要开发新颖设计、小型化、高储能的先进材料及推进装置等,以降低成本、改善性能、提高可靠性,并推动发展按需定制的任务制造系统。

3 启示建议

持续升级的中美战略对抗叠加新冠肺炎疫情全球长时间大流行,使得全球科技创新与竞争格局变化愈发突出,进一步促进了世界各国调整各自科技发展战略,以谋求科技主导权。“科技安全”成为新的国家安全主要组成部分。在此背景下,我国只能谋求“科技自立”,同时为丰富人类科技文明知识体系做出“中国贡献”。必须聚焦世界科技最前沿,前瞻布局科技未来竞争领域,才能从容应对世界创新格局变化和激烈的国际科技竞争^[31]。

从主要国家来看,近10年来世界主要国家间的科技创新竞争快速进入“战国”时代。各主要大国都把科技作为本轮战略博弈的核心,以物理空间和虚拟空间为竞技场,竞相制定和实施科技创新的新战略与新规划,加紧布局 and 不断更新前沿关键控制性科技领域研发部署,全力抢占前沿核心科技领域的战略制高点和关键技术控制权,特别是美国从2018年开始不惜一切代价发起“科技战”,赤裸裸地打压中国等国家的科技发展,以期全面赢得国家竞争优势和永远占据科技霸权地位^[2]。国防军事领域的科技创新聚焦国家科研重大需求,有关新兴颠覆性技术更具有尖端引领性特征,能够催生带动一系列相关技术的融合发展和跃迁升级,值得高度重视。科技强国、北约组织等有关颠覆性技术发展的战略与布局,对我国相应领域的科技发展予以深刻警示。

在世界百年未有之大变局及新一轮全球科技与产业变革的新形势下,中国第一次成为科技与产业变革的主要参与者与推动者^[32],中国没有选择,必须在日趋激烈的科技竞争中掌握主动,把关键核心技术掌握在自己手中。但目前,我国在颠覆性科技领域研发中,仍缺乏系统布局,必须树立科技竞争发展、系统发展、安全发展的理念,在主要科技领

域中系统布局和建设完整且自主自立的科技创新体系。为此,本文提出促进我国颠覆性技术研究发展的建议:

1) 从中长期科技创新发展的战略竞争层面,系统性布局和加强对未来新兴颠覆性技术及其发展趋势的识别与预测研究。围绕新兴颠覆性技术的跨学科融合性特点,探索构建“矩阵式”“网络化”、多科技领域融合的科技顾问咨询机制,敏锐研判新兴颠覆性科技发展趋势与影响。高度关注信息科技的发展及其在所有科学领域的融合发展态势,特别是信息技术与生物技术的深度交叉应用,将促进生命科学领域颠覆性技术涌现。

2) 高度重视新兴颠覆性技术领域的军民融合研究与应用。在量子信息技术、高超音速技术、人工智能技术等须由国家主导和支持的重点技术领域,充分发挥国防需求的国家重大科研导向作用,长期稳定支持各类尖端技术突破创新,并积极探索有关技术研发和应用的民用转化。在其他具有商业研发空间的技术领域,持续强化开放创新意识,调动企业和创新型科研机构的积极性,充分发挥民间资本和商业研发力量的巨大潜力,全面支撑国防技术引领跨越式发展。

3) 支持科技智库和科技战略情报机构加强科技前沿趋势分析研究。高度关注美国、北约、俄罗斯等西方大国或军事组织的军事领域技术发展趋势和兴趣热点,因为国防军事技术具有尖端引领性特征,能够直接反映国家科技实力基本情况和优势力量布局所在,是全球科技竞争力分析的重要参照,具有高度科技战略情报价值。

参考文献

[1] 王志刚. 加强自主创新强化科技安全为维护 and 塑造国家安全提供强大科技支撑 [EB/OL]. [2020-07-10]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/202004/t20200415_153131.htm.

WANG Zhigang. Strengthening Independent Innovation and Enhancing Scientific and Technological Security will Provide Strong Scientific and Technological Support for Safeguarding and Shaping National Security [EB/OL]. [2020-07-10]. http://www.most.gov.cn/kjbgz/202004/t20200415_153131.htm.

[2] 张志强. 适应经济社会发展需求,完善科技创新应用体系——《世界科技研究与发展》2020年卷首语 [J]. 世界科技研究与发展, 2020, 42(1): 1-5.

ZHANG Zhiqiang. Adaptive to Economic and Social Development Trend Improve the Application System for Scientific and Technological Innovation; Preface of WORLD SCI-TECH R&D 2020 [J]. WORLD SCI-TECH R&D, 2020, 42(1): 1-5.

[3] CLAYTON M C. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail [M]. Harvard Business Review Press, 1977.

[4] YU D, HANG C C. A Reflective Review of Disruptive Innovation Theory [J]. International Journal of Management Reviews, 2010, 12(4): 435-452.

[5] 陈劲. 全球科技创新的前沿分析及对策 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2019(24): 8-13, 150.

CHEN Jin. Frontier Analysis of Global Scientific and Technological Innovation and Solutions [J]. Frontiers, 2019(24): 8-13, 150.

[6] 孙永福, 王礼恒, 陆春华, 等. 国内外颠覆性技术研究进展跟踪与研究方法总结 [J]. 中国工程科学, 2018, 20(6): 14-23.

SUN Yongfu, WANG Liheng, LU Chunhua, et al.

- Summary of Research Progress and Methods of Disruptive Technology in China and Abroad [J]. Strategic Study of CAE, 2018, 20(6): 14-23.
- [7] Deloitte. Tech Trends 2020 [EB/OL]. [2020-07-05]. https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/tech-trends-2020/DI_TechTrends2020.pdf.
- [8] 宋广收. 颠覆性技术如何引发战术变革 [N]. 解放军报, 2020-03-03(07).
SONG Guangshou. How Disruptive Technologies Lead to Tactical Changes [N]. PLA Daily, 2020-03-03(07).
- [9] STO. Science & Technology Trends 2020-2040 Exploring the S&T Edge [EB/OL]. [2020-05-10]. https://www.sto.nato.int/publications/Management%20Reports/2020_TTR_Public_release_final.pdf.
- [10] NATO. NATO Science and Technology Organization [EB/OL]. [2020-07-10]. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_88745.htm
- [11] European Commission. Future and Emerging Technologies (FETs) 2016-17 [EB/OL]. [2020-07-04]. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-fet_en.pdf.
- [12] European Commission. Horizon 2020-Work Programme 2018-2020: Future and Emerging Technologies [EB/OL]. [2020-07-04]. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-fet_en.pdf.
- [13] European Commission. DECISION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on Establishing the Specific Programme Implementing Horizon Europe: the Framework Programme for Research and Innovation [EB/OL]. [2020-07-04]. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-may2018-horizon-europe-decision_en.pdf.
- [14] ETIPWind. Strategic Research and Innovation Agenda 2016 [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://etipwind.eu/files/reports/ETIPWind-SRIA-2016.pdf>.
- [15] GAO. GAO 2018-2023 STRATEGIC PLAN: Trends Affecting Government and Society [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.nature.com/articles/d41586-018-02409-zhttps://www.gao.gov/assets/700/690262.pdf>.
- [16] DOE. Department of Energy Announces MYM98 Million for 40 Transformative Energy Technology Projects [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.energy.gov/articles/department-energy-announces-98-million-40-transformative-energy-technology-projects>.
- [17] DOE. Secretary Perry Announces MYM24 Million in New Projects to Advance Transformational Carbon Capture Technologies [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.energy.gov/articles/secretary-perry-announces-24-million-new-projects-advance-transformational-carbon-capture>.
- [18] DOE. A BUDGET FOR AMERICA'S FUTURE FISCAL YEAR 2021 [EB/OL]. [2020-07-04]. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/02/budget_fy21.pdf.
- [19] United States Army. Army xTechSearch [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://challenge.gov/a/buzz/challenge/88/ideas/top>.

- [20] BEIS. PM Unveils Plans for a Modern Industrial Strategy Fit for Global Britain [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.gov.uk/government/news/pm-unveils-plans-for-a-modern-industrial-strategy-fit-for-global-britain>.
- [21] EPSRC. EPSRC Engineering Theme Regional Workshops Report 2017 [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://epsrc.ukri.org/newsevents/pubs/engineeringregionalworkshopsreport2017/>.
- [22] Bundeskabinett. Startschuss für Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen [EB/OL]. [2020-07-04]. https://www.bmbf.de/files/Eckpunkte%20der%20Agentur%20zur%20F%20c3%b6rderung%20von%20Sprunginnovationen_final.pdf.
- Bundeskabinett. The Agency Called for Disruptive Innovation [EB/OL]. [2020-07-04]. https://www.bmbf.de/files/Eckpunkte%20der%20Agentur%20zur%20F%20c3%b6rderung%20von%20Sprunginnovationen_final.pdf.
- [23] Conseil National de L'Industrie. Conseil national de l'Industrie: la feuille de route du Gouvernement [EB/OL]. [2020-07-04]. <http://www.gouvernement.fr/partage/9745-conseil-national-de-l-industrie-la-feuille-de-route-du-gouvernement>.
- National Industrial. Council National Industrial Council: Government Road Map [EB/OL]. [2020-07-04]. <http://www.gouvernement.fr/partage/9745-conseil-national-de-l-industrie-la-feuille-de-route-du-gouvernement>.
- [24] MESR. La stratégie IA, pour faire de la France un acteur majeur de l'intelligence artificielle [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid128618/la-strategie-ia-pour-faire-de-la-france-un-acteur-majeur-de-l-intelligence-artificielle.html>.
- MESR. Strategic IA, Making France a Major Actor in Artificial Intelligence [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid128618/la-strategie-ia-pour-faire-de-la-france-un-acteur-majeur-de-l-intelligence-artificielle.html>.
- [25] MERSI. La recherche source d'innovations de rupture: Bpifrance et l'Agence nationale de la recherche signent un partenariat stratégique [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/la-recherche-source-dinnovations-de-rupture-bpifrance-et-lagence-nationale-de-la-recherche-signe/>.
- MERSI. Interrupting Sources of Innovation: a Strategic Partnership Agreement has been Signed between the French Agency for International Development and the French National Research Institute [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://anr.fr/fr/actualites-de-lanr/details/news/la-recherche-source-dinnovations-de-rupture-bpifrance-et-lagence-nationale-de-la-recherche-signe/>.
- [26] ImPACT. 革新的研究開発推進プログラム [EB/OL]. [2020-07-10]. <https://www.jst.go.jp/impact/index.htm> 瑞尔 I.
- ImPACT. Innovative Research and Development Program [EB/OL]. [2020-07-10]. <https://www.jst.go.jp/impact/index.html>.
- [27] SSF. The Centres of Attention-Experiences from the Call and Evaluation Process of SSF's IRC 15 [EB/OL]. [2020-07-10]. <http://strategiska.se/app/uploads/sites/2/centres-of-attention.pdf>.

- [28] DST. MYM730 MILLION FUND FOR GAME-CHANGING DEFENCE TECHNOLOGIES [EB/OL]. [2020-07-04]. <https://www.dst.defence.gov.au/news/2017/03/16/730-million-fund-game-changing-defence-technologies>.
- [29] 新华社. 习近平:在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上的讲话 [EB/OL]. [2020-07-04]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2018-05/28/c_1122901308.htm.
Xinhua News Agency. XI Jinping: A Speech in 19 of the Chinese Academy of Sciences Academician Conference, 14th Academician of Chinese Academy of Engineering Conference [EB/OL]. [2020-07-04]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2018-05/28/c_1122901308.htm.
- [30] 国务院. 新一代人工智能发展规划 [EB/OL]. [2020-07-04]. http://www.gov.cn/home/2017-07/20/content_5212053.htm.
The State Council of the People's Republic of China. Development Plan of New Generation Artificial Intelligence [EB/OL]. [2020-07-04]. http://www.gov.cn/home/2017-07/20/content_5212053.htm.
- [31] 张志强, 陈云伟. 建设适应经济社会发展趋势的科技创新体系 [J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(5):534-544.
ZHANG Zhiqiang, CHEN Yunwei. Building Scientific and Technological Innovation System of Adaptive to Economic and Social Development Trend [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(5):534-544.
- [32] 张志强. 世界百年未有之大变局与智库使命和智库建设 [J]. 智库理论与实践, 2020, 5(4):1-12.
ZHANG Zhiqiang. The Great Changes Not Seen in a Century in the World and the Mission and Construction of Think Tanks [J]. Think Tank: Theory & Practice, 2020(4):1-12.

作者贡献说明

刘昊: 论文设计与撰写;
张志强: 论文选题与修改;
冯志刚: 资料调研与整理。

Gartner 发布 2021 年十大数据与分析技术趋势

COVID-19 疫情对全球机构产生急剧影响, 迫使数据与分析专业人员迅速通过工具和流程来确定关键技术趋势, 并对那些能最大程度提升机构竞争力的关键技术予以优先采纳部署。2021 年 3 月 16 日, 信息技术咨询公司 Gartner 发布 2021 年十大数据与分析技术趋势, 以期助力机构在新的一年能迅速应对相关变化、不确定性和机遇。数据与分析专业人员应考虑在这十大趋势方面做出关键任务投资, 改善其预测、转变与应对能力。趋势 1: 更智能、负责任、可扩展的人工智能; 趋势 2: 可组合的数据与分析法; 趋势 3: 数据结构成为数据管理的基础; 趋势 4: 从大数据到小而宽的数据; 趋势 5: 多样化运维 (XOps); 趋势 6: 工程决策智能; 趋势 7: 数据与分析成为核心业务职能; 趋势 8: 图谱技术关联万物; 趋势 9: 日益增多的信息增强型消费者; 趋势 10: 边缘的数据与分析。

田倩飞, 张志强 (中国科学院成都文献情报中心) 编译自

<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-03-16-gartner-identifies-top-10-data-and-analytics-technologies-trends-for-2021>