

DARPA 生物科技项目部署解析

李长芹¹, 程鲤¹, 张子义¹, 荆象新¹, 吴曙霞², 王磊²

1. 军事科学院国防科技创新研究院, 北京 100071

2. 军事科学院军事医学研究院, 北京 100850

摘要 2014年,美国国防高级研究计划局(DARPA)宣布成立生物技术办公室(BTO),聚焦军人能力保持恢复与增强、生物系统的工程化应用、生物复杂性的规模化应用3个研究方向。在研项目由BTO成立时的23项发展到现在的31项,经费投入更为理性,研究重点更为聚焦。在文献调研基础上,利用专家咨询、综合分析、综合归纳等方法,解析了DARPA2016年以来的生物技术项目部署情况,表明其特点为:重点关注脑机接口领域,聚焦人机高效协同技术;着眼应对大规模流行性传染病暴发,重点研究快速诊断预防技术;高度关注生物安全威胁,重点研究安全防护对策;加快部署合成生物学研究,重点研究生物系统工程技术等。

关键词 美国国防高级研究计划局;生物科技项目;部署情况

2014年4月1日,美国国防高级研究计划局(DARPA)宣布成立生物技术办公室(BTO)^[1],目标是整合生物学、工程学和计算机科学等学科,将生物系统的巨大潜力应用到国家安全领域。这标志着美军已高度认识到生物技术的巨大军事价值,将生物技术提升到新的战略高度,并将其列为顶级优先发展领域之一。生物办公室成立以来,聚焦军人能力保持恢复与增强、生物系统的工程化应用、生物复杂性的规模化应用3个研究方向,在研项目已经由成立时的23项发展到现在的31项^[2](表1)。

1 生物技术项目部署

近10年来DARPA年度经费在28亿~32亿美元之间,呈现基本稳定的趋势,2015年为29.2亿美元,2016年为28.7亿美元,2017年为29.8亿美元,2018年为31.7

亿美元^[3]。生物技术领域研究经费逐渐稳定,2015年度生物技术领域为3.07亿美元,占DARPA年度经费的10.51%;2016年度为3.91亿美元,占比13.62%;2017年为4.15亿美元,占比13.93%;2018年度为3.90亿美元^[4],占比12.30%(图1)。

1.1 神经工程系统设计项目(NESD)将实现脑机交互

神经工程系统设计项目发布于2016年1月,是奥巴马总统大脑计划的组成部分,旨在开发植入式神经接口装置,在大脑和电子设备之间提供较高信号分辨率和数据传输带宽,通过将数字听觉或视觉信息以远远高于当前技术可能的分辨率和经验质量输入到大脑中,弥合生物与电子之间的鸿沟,使可完全植入的设备能和高达百万的神经元相连接,来补偿视力或听觉缺陷。它的目标是在生物相容性装置中实现通信连接,神经接口作为中介装置,将大脑神经元的电化学语言

收稿日期:2017-11-20;修回日期:2018-02-02

作者简介:李长芹,助理研究员,研究方向为生物交叉技术情报,电子信箱:licq20060305@126.com;王磊(通信作者),研究员,研究方向为生物医学发展战略,电子信箱:wangleienjoy@163.com

引用格式:李长芹,程鲤,张子义,等. DARPA 生物科技项目部署解析[J]. 科技导报, 2018, 36(4): 51-57; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.04.009

表1 DARPA在研主要项目
Table 1 Main research project of DARPA

序号	研究方向	具体项目
1	军人能力保持与恢复增强(15个)	可用于预防和治疗的自主诊断技术(ADEPT)
2		战地医药(Battlefield Medicine)
3		时间生物学(Biochronicity)
4		类透析疗法(DLT)
5		电子处方(ElectRx)
6		手部本体感受和触感界面(HAPTIX)
7		可靠神经接口技术(RE-NET)
8		恢复主动记忆(RAM)
9		革命性假肢(Revolutionizing Prosthetics)
10		战略性社交模块(SSIM)
11		基于系统的神经技术疗法(SUBNETS)
12		目标神经可塑性训练(TNT)
13		宿主恢复力技术(THoR)
14		勇士织衣(Warrior Web)
15		伤口止血系统(WSS)
16	生物系统的工程化应用(7个)	生物代工厂(Living Foundries)
17		生物控制(Biological Control)
18		生物工程材料(ELM)
19		复杂环境下的生物鲁棒性(BRICS)
20		活体内纳米装置(IVN)
21		昆虫盟友(Insect Allies)
22		神经工程系统设计(NESD)
23	生物复杂性的规模化应用(9个)	微生理系统(MPS)
24		神经功能、行为、结构和技术(Neuro-FAST)
25		干预和共同预防及治疗(INTERCEPT)
26		大规模流行疾病预防(P3)
27		病原体捕食者(Pathogen Predators)
28		普罗米修斯(Prometheus)
29		预测(战胜病原体)[Prophecy (Pathogen Defeat)]
30		快速威胁评估(Rapid Threat Assessment)
31		安全基因(Safe Genes)

转换为信息技术语言的1和0。装置尺寸不大于1 cm³。研究除了面临项目硬件设备的挑战,还需要开发先进的数学和神经计算技术,首先将电子设备和皮层神经元之间的高清晰度感官信息转码,然后压缩传输数据,并确保保真度和功能损失最小。神经工程系统设计项目大大提高了神经技术的研究能力,需要多学科的融合,包括神经科学、合成生物学、低功率电子学、光子学、医疗器械包装和制造、系统工程和临床测试等多种学科^[5]。

2017年,DARPA宣布将在4年内对NESD项目投资达6000万美元,支持布朗大学、哥伦比亚大学、法国视觉与听觉基金会、耶鲁大学约翰·皮尔斯实验室、Parad-

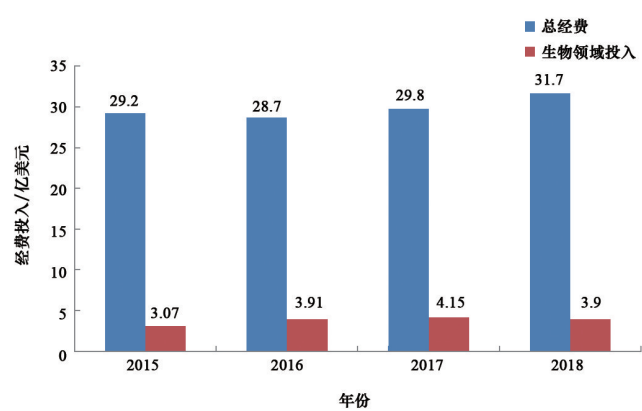


图1 DARPA近年来经费投入与生物技术领域投入情况比较
Fig. 1 The fund input in the biotechnology field compared with the total input

romics公司、加州大学伯克利分校6支研究团队开展该项目研究。布朗大学专攻解码语言神经的处理系统,注重知觉层面的语音与发声,团队设想的接口由植入大脑皮层的10万个亚毫米大小的无缆网络组成,像柔性电子贴片一样穿戴或植入的独立射频单元,负责转码和处理神经与数字信号。哥伦比亚大学团队将研究视觉领域,旨在研发连接视觉中枢的非穿透生物界面,试图在大脑皮质上建造一个包含集成电子阵列的独立柔性互补式金属氧化物膜电阻半导体(CMOS)集成电路,由头部佩戴的中继站收发器驱动植入体内的装置并与之保持无线通信。法国视觉与听觉基金会将利用光遗传学技术,以植入电子设备与微型发光二极管(LED)光学技术系统作技术支撑,实现人造视网膜与视觉中枢神经元之间的通信。耶鲁大学约翰·皮尔斯实验室将研发研发接口系统。Paradromics公司团队,将利用穿透性微型电线电极研制高数据速率的大脑皮质接口,实现神经元的刺激和高分辨率记录。加州大学伯克利分校团队,旨在研发新型“光场”全息显微镜,可探测和调制大脑皮质层中近100万个神经元的活动。团队还将研发量化编码模型,预测神经元对于外部视觉刺激和触觉刺激的反应,之后再利用预测结果构建引起视觉或躯体感觉皮层的感官知觉的“光刺激模型”^[6]。

1.2 大脑调制解调器植入项目(Stentrode)将逐步实现人机一体化

DARPA于2016年2月8日宣布已经成功开展相关试验,在动物体内导入一种微型传感器,通过血管植入大脑并记录下神经活动。这种名为“stentrode”的电极

装置只有回形针大小,外形灵活可变。这种微型装置由澳大利亚墨尔本大学神经学家汤姆·奥克斯利和其团队开发,DARPA 投资 6200 万美元,帮助研究人员解决了开发大脑调制解调器过程中一个最麻烦的问题,即如何安全地把信号发射器植入使用者大脑。该装置作为一种高带宽的神经接口,可让人类大脑与外部电子设备实现数据信息交互。“Stentrode”装置包括传感器和一个微型信号发射器,已在绵羊身上测试。DARPA 希望通过人脑植入设备后可以直接与计算机交流,这对患有听觉及视觉障碍的人来说极其便利。而这一植入设备也为这些人提供了新的疗法,将听觉或视觉信息直接输入大脑,实现之后,人脑想执行某个操作,不需要通过肢体动作,而是通过“脑机接口”技术,即可让外部设备读懂大脑神经信号,并将思维活动转换为指令信号,来实现人脑思维的操控^[7]。

DARPA 发言人表示项目并非用于军事,但一些专家认为,该设备具有多种军事应用的潜能,包括穿戴式机器人领域,以提高和恢复人类的工作效率。外骨骼技术也是美军加紧研制的一个人机融合的重要方向。未来如果这两种技术进行高效融合,那机械战士就有可能实现。

目前,美军正在发展一种电池作为动力的外骨骼,即轻型战术突击作战服(TALOS),以便提供免受敌方火力攻击的超级防护能力,提高使用者通信和视觉能力。该作战服是在美国特种作战司令部监督下研发。理论上,植入芯片技术将允许士兵更为高效地操纵作战服,在战斗中更高效地控制有装甲防护的外骨骼。TALOS 项目计划在 2018 年秋天交付第一代套装。

美国哈佛大学机械和生物医学工程教授康纳尔·沃尔什表示,该植入设备将会改变游戏规则,而未来这种可植入设备将会控制穿戴式机器人。此外,穿戴式机器人具有帮助中风患者恢复健康及增强士兵战斗力的潜力。但植入技术仍然有很长的路要走。在该装置投入使用之前,需要在神经系统科学、合成生物学、低功率电子技术、光子学以及医学装置制造等诸多领域实现突破^[8-9]。

1.3 靶向神经可塑性训练项目(TNT)将有效提升学习认知能力

靶向神经可塑性训练项目发布于 2016 年 4 月,目的是通过激活周围神经系统加强大脑的神经联系,促进学习认知技能训练的效率。由于身体周围神经的分

支网络神经元将器官、皮肤、肌肉紧密联系,并调节消化运动感觉,传输并反馈大脑和脊髓信号,因此通过刺激周围神经元将有效激活大脑的学习认知。DARPA 的研究目标包括阐明周边和中枢神经系统回路中可调节突触可塑性的大脑解剖和功能图,了解周边神经刺激对认知能力的影响和大脑活动的机制,优化非侵入性刺激神经系统而且没有副作用的方法。该项目将建立促进广泛认知技能学习训练的广泛平台,缩短培养外语专家、情报人员、密码分析人员等相关技能的时间,提高成人的认知学习效率(图 2)^[10]。

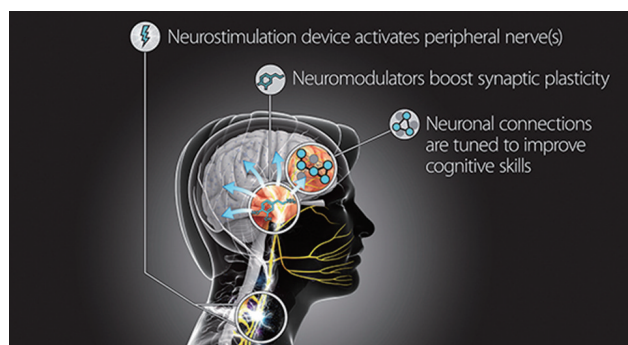


图2 DARPA TNT项目原理示意

Fig. 2 The principle diagram of DARPA TNT

与 DARPA 之前许多神经科学和脑科学的项目不一样,TNT项目的目标不仅在于功能恢复,而且包括能力的提高。DARPA 计划该项目从基础研究及工程应用研究分步开展研究。基础研究的目标是对一些问题有更清晰和更完整的理解,如神经刺激是如何影响突触可塑性的,大脑是如何控制认知技能学习过程的,如何安全地促进学习而不产生潜在的副作用等。工程应用方面的研究目标在于开发一个非侵入式装置,提供周围神经刺激,加强大脑负责认知功能区域的可塑性。该项目涉及认知神经科学、神经可塑性、电生理学、系统神经生理学、生物医学工程、人效能和计算建模等不同领域^[11]。

1.4 干预和共同预防及治疗(INTERCEPT)解决病毒变异难题

干预和共同预防及治疗项目发布于 2016 年 4 月,目标是开发和探索治疗性干扰颗粒(TIP)作为解决病毒变异的方法。TIP 是具有缺陷病毒基因组衍生的颗粒,其仅在病毒存在的情况下复制,通过竞争必需的病毒组分干扰病毒复制增殖。正如它们的亲代病毒一样,TIP 易于随时间突变,并且可以与突变病毒共同进

化,减轻病毒从治疗中逃逸。该计划将利用新型分子和遗传设计工具,通过高通量基因组技术和高级计算方法解决TIP的安全性、有效性、长期共同演化等普遍性问题^[12]。

INTERCEPT项目旨在探索和评估TIP作为治疗性或预防性方法的潜力,用以长期控制各类快速进化病毒。它重点关注4个关键技术挑战:1)安全性和有效性,即是否能够建立安全的TIP并竞争超越病原体,可短期控制感染;2)协同进化,即TIP是否可以与不断变化的病原体协同进化并保持同步,可长期控制感染;3)群体规模效应,即TIP是否可以与病原体共同传播,从而控制传染病在人群中的传播;4)普遍性,即TIP是否可以扩展到多种病毒,治疗与预防多种急慢性传染病。DARPA计划为INTERCEPT项目提供长达4年的研发资助,分为2个阶段,每个阶段为期2年:第1阶段需要对TIP的安全性、广谱效力、病原体协同进化进行初步的概念验证。研究将采用病毒感染的体外和体内模型,以及TIP-病原体-宿主动力学的数学模型;第2阶段将专注于TIP长期安全性和有效性的验证、长期协同进化研究、TIP协同传播动力学研究,并应用于群体规模的疾病控制^[13]。

1.5 普罗米修斯(Prometheus)项目将实现传染病早期快速诊断

普罗米修斯项目发布于2016年6月,旨在探索人体宿主感染呼吸道病原体的生物标志物分子,以早期发现与预测人体接触病原体后是否发生感染,研发病原体感染早期检测方法。目的是对宿主带有的能预测传染病传播潜能的分子生物学特征进行研究,最终目标是用少量的早期人体宿主生物标志物在感染或接触病原体24 h内预测被感染的情况。通过基于基因组学、蛋白质组学、代谢组学和表观基因组学的分子工具可以确定和量化接触病原体或发病后产生的生物标记物,以评估疫苗接种史、疾病进展和环境暴露等因素。该项目主要包括2个主要技术领域:一是发现宿主分子靶标,二是研究预测算法^[14]。

1.6 流行病预防平台(P3)将研发出可快速定制的RNA疫苗

流行病预防平台(P3)项目发布于2017年2月,旨在开发一个综合技术平台,使公共卫生官员能够在60天内阻止任何病毒性疾病的蔓延,避免使其发展为大规模流行状态。目前最先进的医疗措施(如疫苗)

通常需要花费数月甚至数年进行开发、生产、分发和管理,与之相比,P3平台可将响应时间缩短到几周。该计划的目标是彻底改变爆发一响应能力,实现有效的DNA和RNA编码医疗措施的快速发现、生产、测试和分发。DARPA在近期实施的“支持预防和治疗自主诊断”(ADEPT)计划下开创的这一基础技术,试图在3个技术领域寻求突破:1)新的病毒生长方法;2)快速识别和培养保护抗体,增加其有效性技术;3)将核酸构建体递送到患者中,对目标抗体进行编码并产生保护响应的新技术,并实现相关技术与平台的集成,支持编码基因结构在应对大规模流行威胁中的快速、可扩展使用(图3)^[15]。

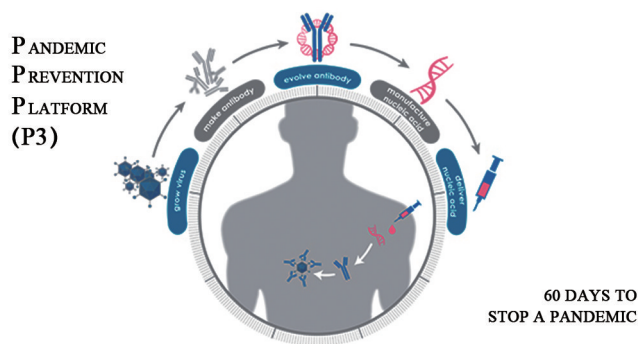


图3 DARPA P3项目原理示意

Fig. 3 The principle diagram of DARPA P3

1.7 安全基因(Safe Genes)项目应对基因编辑潜在威胁

2016年9月,DARPA发布安全基因项目,目标是在发展先进基因组编辑技术提升生物能力的同时保障生物安全,在新的生物技术形成初期建立生物安全研究,开展一系列应对人为基因威胁,创建应急基因编辑技术潜在性、可能性和薄弱方面的知识体系。项目包含3个技术领域,分别为基因组编辑活性控制、应对和预防措施及基因修复。基因组编辑活性控制研究,需要对设计、开发遗传电路和基因组编辑机制进行研究,以实现在生命系统中对基因组编辑行为的空间、时间和可逆性进行控制。应对和预防措施方面,需要开发防止或限制基因编辑活性的小分子或分子策略。基因修复策略研究,需要从广泛复杂的人群和环境背景中消除不想要的基因,以恢复生物系统功能和遗传基线状态。该项目为期4年,共分为2期:一期将建立基本的工具并在体外和体内对技术领域进行概念验证;二期

研究重点是,在生物活体内原位验证所选工具和方法的有效性、安全性、特殊性和稳定性(图4)^[16]。

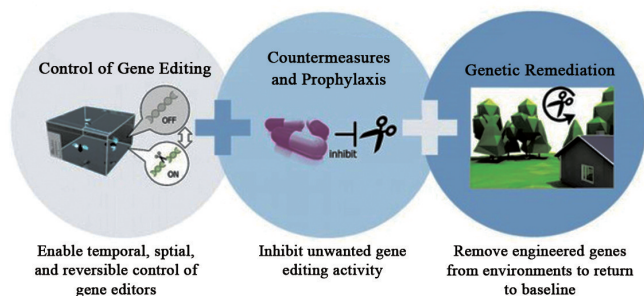


图4 DARPA安全基因项目原理示意

Fig. 4 The principle diagram of the Safe Gene Project of DARPA

2017年7月,DARPA与麻省理工学院-哈佛大学博德研究所(Broad Institute)、哈佛医学院、马萨诸塞州总医院、麻省理工学院、北卡罗来纳州立大学、加州大学伯克利分校和加州大学河滨分校等7个研究团队签署总额为6500万美元的研发合同。

1.8 昆虫盟友(Insect Allies)项目将增强植物抗病性

农业粮食生产是促进国防准备、社会稳定和经济活力的基本人类活动,但同时受到病毒、害虫、真菌、除草剂、干旱、污染、盐分、水灾和霜冻等自然威胁和人为威胁的危害。虽然传统的农业威胁响应(如作物轮作、选择性繁殖、杀虫剂、纵火游耕和检疫)可提供一定的保护,但不适合应对突发威胁,而且不适合保护成熟植物。昆虫盟友项目旨在利用自然和有效的两步递送系统,将修改的基因转移至昆虫载体及其传播的植物病毒,把某些害虫转化为“盟友”,提供传统响应的替代方案,在单个生长季节内使用靶向基因治疗保护成熟植物。

该项目提出该计划包括3个技术领域:病毒操纵、昆虫载体优化及针对成熟植物的选择性基因治疗。目前,保护植物的现有最有效方法之一,即选择性育种抗病性,通常需要5~7年的工作来确定相关的保护性基因,再需要10年或更长时间才能在植物种群中繁殖所需的性状,昆虫盟友项目成功后将完成单个季节内实现所需性状表达的效果。除了保护作物外,该项目拟开展的基础知识和通用工具研究也可以支持未来的农业创新。该项目强调生物安全性,所有工作都将在封闭的实验室、温室或其他安全设施内进行。

1.9 生物控制项目将建立多级生物系统控制平台

生物控制(biological control)项目发布于2016年2月,旨在通过由生物部件制成的嵌入式控制器对生物系统行为进行编程,建立从纳米到厘米、从秒到数周、从生物分子到生物群体的生物系统层级控制能力。

项目将利用在生物系统中广泛存在的调控机制,通过组合这些机制来实现工程生物系统的控制,包括小分子(例如转录因子和核糖开关)、具有多个亚基的大蛋白质(如分子发动机和跨膜受体)等。所得到的生物控制工具方法和控制策略将广泛适用于各种生物系统,从无细胞系统和传统的实验室微生物到合成的有机体系统和动物模型,同时还将进行生物控制的预测模型理论研究。研究包括生物控制工具、生物控制检测平台、理论与模型3个方面,包括开发不同级别的闭环生物控制工具、多尺度控制策略、有效预测和设计的理论和模型,以及评估系统级行为控制的测试台等。该项目将影响到多种生物系统的控制,为工程生物学创造新的发展前景。

1.10 工程活体材料(ELM)开发将具有生命力的建筑材料

工程活体材料项目发布于2016年8月,目标是开发活体材料,将传统建筑材料的结构性能与生命体快速生长、自我修复和适应环境的属性相结合。活体材料是一个全新的领域,利用工程生物学来解决建筑学建设和维护难题,创造动态响应周围环境的智能建筑。项目目标是开发活体材料结构特征工程化的蜂窝系统工具与方法,并通过生产可以繁殖自组织和自愈合的生物材料来验证。ELM希望能够将木材、混凝土等惰性建筑材料的功能与3D打印组织和生物支架的生长能力相融合。ELM的技术路径一是寻求递送由支持活细胞生长的惰性结构支架组成的杂交材料,二是发现材料的基本工程原理,将结构特征遗传编程到生物系统中,以开发能够实现指定和可调模式和形状的多细胞系统。

2 未来研究方向

2017年2月,美国国防科学委员会成立生物学特别工作组,目标是探索和阐明现代、新兴生物科学进展的机遇和潜在风险,增强美国国家安全和防御能力。重点关注现代生物科学发展最迅速的领域,特别是有可

能为国防创新提供新机遇的基础技术领域,或被对手掌握威胁美国国家安全的技术领域。2017年4月,DARPA生物技术办公室发布方案征集公告,寻求生物技术研究创新方案,旨在利用神经科学、心理学、认知科学等相关学科的最新进展,先一步将重点开展人效能优化、人机系统结合、生物系统行为设计和控制、生物样品采集分析处理平台、极端环境条件作业技术、物体聚集和互动行为的因素和原则、生态系统避灾战略、农业生态系统新技术、非人类生物体探索、生物安全、全球粮食和水供应对策,以及突发传染病应对策略等领域的研究和技术开发等。

3 结论

2014年DARPA成立生物技术办公室以来,将原来分散于其他部门管理的生物与医学技术进行统一管理,显示DARPA加大了对生物技术领域的管理力度,也凸显出生物技术在国防科技中的战略重要性,但DARPA有些生物技术相关项目并未完全转入生物技术办公室,像生物组装、大脑模型、生物材料等众多生物交叉领域的研究项目仍分散在其他办公室。

从经费投入和目前进展来看,DARPA近年来在生物领域投入稳定,逐步在脑机接口、生物安全、合成生物学等领域取得较为系统的成果,并着眼影响国家和军事安全的重大生物威胁,部署一些前沿性、颠覆性技术,如基因驱动技术(自我永久基因编辑系统,即通过有性繁殖的群体中的基因变异)等。

中国军事科研部署中也需要借鉴DARPA管理机制和投入方式,在军民融合和国防创新环境下,充分利用国家实验室、国防实验室与地方企业的技术优势,聚焦直接影响国防和军事安全的相关领域和前沿技术,凝练战略发展方向,构建战略研究体系,打破学术壁垒,集中经费投入,采用灵活多样的挑战赛和项目组织形式,培养创新型、跨学科的人才方阵,整体推进军用生物交叉技术的研究。

参考文献(References)

- [1] DARPA launches biological technologies office (BTO)[EB/OL]. (2014-04-01) [2017-11-10]. <https://globalbiodefense.com/2014/04/01/darpa-launches-biological-technologies-office-bto/>.
- [2] US Department of Defense: Fiscal year 2018 budget request [EB/OL]. (2017-05-30) [2017-11-10]. http://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2018/fy2018_Budget_Request.pdf.
- [3] Steinberg E E, Christoffel D J, Deisseroth K, et al. Illuminating circuitry relevant to psychiatric disorders with optogenetics[J]. *Current Opinion in Neurobiology*, 2015, 30: 9-16.
- [4] Miranda R A, Casebeer W D, Hein A M, et al. DARPA-funded efforts in the development of novel brain-computer interface technologies[J]. *Journal of Neuroscience Methods*, 2015, 244: 52-67.
- [5] United States Department of Defense FY17 budget request [EB/OL]. (2016-02-30) [2017-11-10]. http://comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2017/FY2017_Budget_Request_Overview_Book.pdf.
- [6] Strategic Plan, Defense Advanced Research Projects Agency [EB/OL]. (2016-02-30) [2017-11-10]. <https://www.darpa.mil/about-us/budget>.
- [7] Department of Defense Fiscal Year (FY) 2017, Resident's budget submission[EB/OL]. (2016-02-09) [2017-11-10]. <https://www.darpa.mil/attachments/DARPAFY17PresidentsBudgetRequest.pdf>.
- [8] Human performance modification: Review of worldwide research with a view to the future[R]. NW Washington, DC: National Research Council of the National Academies, 2015.
- [9] National Intelligence Council. Global trends 2030: Alternative worlds[M]. Holman Lounge: Office of the Director of National Intelligence, 2012.
- [10] Mike J. Walker. Hype cycle for emerging technologies[R/OL]. (2017-07-21) [2017-11-01]. <https://www.gartner.com/doc/3768572>.
- [11] DARPA BAA 16 24: Neuroplasticity training (TNT) BAA[EB/OL]. (2014-04-01) [2017-11-10]. <https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-BAA-16-24FAQV1.pdf>.
- [12] DARPA INTERCEPT program for biodefense countermeasures [EB/OL]. (2016-04-11) [2017-11-10]. <https://globalbiodefense.com/2016/04/11/darpa-bto-intercept-therapeutic-platform>.
- [12] DARPA awards research contract for co-evolving countermeasures for biothreats[EB/OL]. (2017-04-18) [2017-11-10]. <https://globalbiodefense.com/2017/04/18/dstl-darpa-intercept-evolving-countermeasures-bioterrorism>.
- [14] Prometheus BAA: DARPA-BAA-16-42[EB/OL]. (2016-06-15) [2017-11-10]. <https://www.fbo.gov/utis/view?id=e0dae52f29a96a52c1371681c925ac30>.
- [15] DARPA Pandemic Prevention Platform (P3) proposers day events[EB/OL]. (2017-02-07) [2017-11-10]. <https://globalbiodefense.com/2017/02/07/darpa-pandemic-prevention-platform-p3-proposers-day-events>.
- [16] Setting a safe course for gene editing research[EB/OL]. (2016-09-07) [2017-11-10]. <https://www.darpa.mil/news-events/2016-09-07>.

Analysis of the deployment of biotechnology projects of the Defense Advanced Research Projects Agency

LI Changqin¹, CHENG Li¹, ZHANG Ziyi¹, JING Xiangxin¹, WU Shuxia², WANG Lei²

1. National Innovation Institute of Defense Technology, Chinese Academy of Military Science, Beijing 100071, China

2. Institute of Military Medical Sciences, Chinese Academy of Military Science, Beijing 100850, China

Abstract Since 2014 when the U.S. Defense Advanced Research Projects Agency announced the establishment of the Office of Biotechnology (BTO), focusing on the restoration and the enhancement of military capability, the engineering application of biological system and the large-scale application of biological complexity, the number of research projects has increased from 23 to 31. The investment becomes more rational, and the research more focused. On the basis of the literature research, the expert consultation, the comprehensive analysis, the comprehensive inductive reasoning and other methods, this paper analyzes the deployment of biotechnology projects in the years of 2016 and 2017, reviews their characteristics, including the focus on the field of brain machine interfaces, the rapid diagnostic techniques, the countermeasures of biosafety protection, and the biological systems engineering.

Keywords DARPA; biotechnology projects; deployment ●



(责任编辑 王志敏)