



本期特别关注

美国截瘫患者首次通过“脑控”行走、韩国科学家研发脑控外骨骼机器人、中国脑控智能联盟成立……近期,国内外多家科研机构在意念控制领域取得新进展,这不禁让人联想到曾风靡世界的科幻电影《阿凡达》。“意念控制”这类科幻世界中的常客,难道正一步步走入现实?它对未来战争将起到什么作用?请看科技日报特约专稿——

现实版“阿凡达”即将实现?

□ 蔡易坚 石海明 贾珍珍



一名美国男子用意念控制机械假肢行走

“意念控制”是各种科幻小说、影视作品常常出现的特殊能力,它可以令人直接通过“意念”控制其它物体甚至生物。近年来,脑机接口技术(Brain-Computer Interface, BCI)的迅猛发展让这种超能力一步步变为现实。也许在未来某一天,人们真正能够亲身体验科幻电影《阿凡达》中的场景,通过意念控制另一个“躯体”进行战斗,真正形成“阿凡达军团”。可以预见,BCI技术不仅能为躯体受伤者提供帮助,更是对未来战争带来一场深刻的变革。

美军对BCI技术高度关注

全球范围的BCI技术研究已开展多年,美军对此表示了高度关注,美国国防部高级研究计划局(DARPA)投入巨资,展开该领域的技术攻关。近年来,美国更是加强了对脑科学的研究力度。2013年4月2日,奥巴马政府公布了“推进创新神经技术脑研究计划”,旨在探索人类大脑的工作机制、绘制脑活动全图,并最终开发出针对大脑疾病的疗法。2014年9月,美国国防部宣布将投入3亿美元支持脑计划。DARPA的投资主要用于缓解或治愈因伤导致的神经精神疾病,其中,很大一部分是BCI技术的应用。近期,DARPA又公布了其新的研究计划,旨在从两个方向组织攻关。

重建身体机能是否可能

DARPA的第一大方向是恢复人的神经功能和行为功能,帮助肢体受伤的战士恢复身体机能。这主要包括四个方面的研究内容:

一是革命性假肢,目的在于帮助失去上肢控制能力的伤员重建肢体运用的能力。为此,DARPA开展了“手部本体感受和触

感界面”项目,旨在打造具有高度感觉反馈的,如天然手臂一样灵活的假肢系统,有效解决“本体感受”问题,让用户拥有切实的感受,使假肢真正成为人身体的一部分。DARPA项目经理道格·韦伯称,该项目的关键之处,就在于将与截肢处相联系的外围神经与人体神经系统相连接,保持外围神经实现正常功能的同时,使用户通过相同的神经信号来控制感知假肢。这种假肢外形将更加美观,并能像真实四肢一样对神经脉冲作出回应。

该项目将帮助受伤服役军人和退伍军人实现自然功能的完整性,是奥巴马“脑计划”的一部分,其最终目标是创造出能够在日常生活中长期使用的安全可靠的设备。该项目也得到了美国国立卫生研究院、退伍军人事务部等机构的支持。DARPA正在与美国食品和药物管理局的科学家合作,为这类先进技术辅助开发验证安全性和评判量化的新标准,以更好地为受伤的在役军人和退役人员提供服务。凯斯西储大学、克利夫兰医学中心、Draper实验室、Nerves股份有限公司、Ripple有限责任公司、匹兹堡大学、犹他州大学和佛罗里达大学等相关研究机构参与了该项目。

二是加速创伤恢复的重组与可塑性,该项目将研制一种由电极或光纤组成的大脑植入体,将其植入大脑表面后,它们将读取大脑神经元的电信号,然后发送适当的光脉冲去刺激其他原本应该对神经元信号做出反应的大脑区域。这种植入体将作为那些被损伤或者被“截去”的大脑区域的替代物,使大脑能够正常运转。

士兵在战场中极易遭受炸弹与火炮的袭击,猛烈的冲击会对士兵的大脑产生极大的影响,从而造成不同程度的创伤性脑损伤。据报道,仅参加伊拉克和阿富汗



阿凡达海报

战争而遭受脑损伤的美军士兵就多达36万人,这些伤员轻者反应迟钝,重者失去记忆、神志不清,完全丧失社交能力。这一伤病成为美军亟待解决的重大问题,因此,美国国防部提出这个研究项目,计划利用新型大脑植入手段,用脑机接口技术来替代受损大脑灰质皮层的功能。DARPA对该项目给予了大力支持,宣布了一项为期两年的初步计划,资助斯坦福大学和布朗大学的4个研究所用于联合开发脑芯片项目。这一项目涉及神经学、精神病学、大脑模拟专业,甚至包括半导体专业,目前已在理解大脑损伤、建立大脑活动的概念化数学模型等方面取得了一定进展。

三是恢复编码记忆集成神经装置,DARPA希望找到一种新方法对神经元信号进行分析解码,以掌握在脑损伤后如何刺激神经元、促进记忆编码的恢复、恢复个体形成新记忆和存储以前形成的记忆的能力。这种可长期植入的微型无线神经装置有望帮助头部受伤的士兵恢复对任务的

记忆。

四是可靠神经接口技术,该技术旨在对大脑神经网络活动进行可视化和量化。利用该技术,人们可以在大范围内快速观测神经网络的活动,前所未有地深入了解大脑结构和功能。更重要的是,人们可以通过该技术进一步揭示神经网络和行为功能之间的关系,不仅能够更好地观察神经系统,还可以通过对刺激和反射回路进行精心调制,探索神经信号和大脑之间的因果关系。这对于研究人员了解治疗受伤人员的脑部伤病具有重大的促进作用。

上述技术旨在恢复人体由于损伤而破坏的一些神经能力与行为能力,而DARPA对BCI关注的另一大方向则用于提高人类的能力,利用BCI技术对人脑和人体机能进行优化。

增强战士的表现能力

DARPA第二个大方向是增强人类的训练与表现能力,试图通过BCI技术手段缩短士兵技能训练周期,打造“超级战士”。具

体内容可分为以下四个方面。

一是加速学习计划。这一计划将提高士兵们的战场学习能力,DARPA希望通过有效的探测、追踪方法,加快士兵的技能习得能力。近日,DARPA又公布了一个为期两年的基础研究项目——“恢复活动记忆与回放”,旨在研究“神经回放”在形成记忆和回忆过程中的作用,从而帮助人脑更好地、更具体地记住偶发事件,更快地学会技能。

二是叙述网络项目。该项目旨在对叙述内容及不同叙述方式对人类认知和行为的影

响进行分析。该研究对于军事战场开展信息战、心理战具有特别的意义。一方面,可以通过叙述网络对敌方的情绪特点展开有针对性的宣传工作,用不同的宣传内容对敌人进行心理攻击。另一方面,也可以适当运用于心理劝导,比如让百姓接受援助,或者让恐怖分子放弃抵抗等等。

三是用于情报分析员的神经技术。该技术能够在作战环境下通过记录并实时处理情报员的大脑信号,选择需要分析的图像。这种图像处理技术可以产生大范围的静态视觉图像。该计划凭借信号处理、人机界面、突破性的神经科学等方面的发展进步,将神经技术融入图像分析领域,显著提高识别关键信息的速度与准确性,为士兵提供战场辅助工具。传统的目标搜索是在电脑上的一整块现实区域中搜索目标,而在新技术条件下,大区域将被分割成多张较小的图像,并在信息员眼前快速切换,当含有目标信息的图像在眼前闪现时,观察者的眼睛将在300毫秒内发出信号,并由信息处理系统捕获并进一步处理。在这个过程中,观察本身甚至都没有意识到图像中包含着他要找寻的信息。DARPA将与美国国家地理空间情报局合作完成这一项目。美国

加利福尼亚州千橡市的特勒达因技术公司,新泽西州莫里斯镇的霍尼韦尔国际公司,以及纽约的哥伦比亚大学与Neuromatters有限责任公司的联合团队设计了参与竞标

的三个原型系统。四是认知技术威胁预警系统。该系统旨在通过发展单兵便携式视觉威胁探测设备,最大化地提升战士们的威胁检测和态势感知能力,可靠地探测到潜在的威胁和感兴趣的目标。人类具有能够感知到威胁的本能,在战场上,尽管雷达等探测设备快速发展,但仍无法避免信号盲区,许多时候战士们仍要依靠自身的眼力和感知力来判断周围环境。在双筒望远镜、摄像机和便携式雷达的帮助下,漏检率仍有47%或更低。于是,科学家们便设想,将EEG检测系统与望远镜相连,实时检测大脑信号,通过相连的计算机进行数据分析,探测可能潜伏在远方的敌人。DARPA于2008年启动了该项目,并开发了一套包括高像素摄像机、可在计算机运行的认知视觉处理算法和EEG感知装置的技术装备,不仅将识别率提高到了91%,还将战士的视觉扩展到120度。目前,DARPA已为美国陆军军官进行该技术的演示,也许在不久的将来就可以投入训练使用。美国HRL实验室、先进脑监控公司、量子应用科学与研究公司和加州圣迭戈大学等机构都参与了这项研究,技术成果已向美军陆军的夜视实验室进行转交。

尽管这些BCI技术的研究计划大多数处于理论和实验室研究阶段,但任何一项技术的成功实现,都将对未来战争带来不小的冲击。在科技制胜的今天,我们也需要抓住发展机遇,抢占科技前沿,牢牢掌控技术“制脑权”,为打赢未来战争奠定基石。

(作者单位:国防科技大学)

核电站非能动应急高位冷却水源系统获中国电力创新奖二等奖

2015年9月28日,中国电力企业联合会2014年度中国电力创新奖评选结果正式公布,由大亚湾核电运营管理有限责任公司(简称“大亚湾公司”)牵头、中国广核集团旗下运营公司、工程公司、研究院和苏州院等单位联合研制的“国家能源应用技术研究及工程示范项目——核电站非能动应急高位冷却水源系统”获中国电力创新奖二等奖。

2011年日本福岛核事故后,大亚湾核电基地按照纵深防御的原则,针对福岛核事故暴露的问题对在运6台机组进行了核安全自查,并会同国家核安全局等相关单位完成对核电厂的综合安全检查。针对核安全自查和国家核安全局发现的薄弱环节,以及国家核安全局发布的具体的监管要求和WANO、INPO和IAEA等国际组织以及其他国家针对福岛核事故所作的建议、反馈和行动等,大亚湾核电基地制订了50项福岛后安全改进计划。在福岛改进行动的基础上,为进一步增强冷却水源和应急电源的可靠性,根据能源局的批复,针对电站严重事故工况下存在的薄弱环节,大亚湾公司提出了核电站非能动应急高位冷却水源系统,以期通过采用非能动与抗震设计,研发核电站非能动应急高位冷却水源系统,使核电站具备应对极端自然灾害下可能发生的全厂断电叠加丧失应急给水的超设计基准事故,确保核电站冷却水源的可靠性,预防和缓解严重事故的发生,提高核电站的安全水平。

该项目于2011年6月获国家能源局批复,而后立即开展示范工程的方案设计,11月完成事故应对策略研究(事故分析)和项目实施方案制定,12月项目实施方案通过了国家能源局组织的专家评审,2012年8月完成了示范工程的详细设计。示范工程建设于2012年4月启动深圳市基建项目报批报建流程,2013年3月份取得施工许可证,2013年11月完成基坑开挖及基坑验槽工作,基坑开挖土石方共23000立方,其中土石方静开挖量18500立方。2013年8月项目研发完成概率安全(PSA)分析与模拟机事故仿真验证,概率安全(PSA)定量分析结果显示,堆芯损坏频率(CDF)、大量放射性早期释放(LERF)大为降低,大幅提高了核电站运营安全水平。2014年1月18日高位水箱封顶,项目主体工程完成。2014年4月高位水箱完成渗水试验和内墙防腐施工。2014年5月13日示范工程完成系统调试,调试试验结

果满足系统设计项目要求。2014年5月23日,该项目在大亚湾核电基地通过了中国广核集团项目的技术验收。

该项目的技术路线是根据岭澳二期(CPR1000)概率安全分析(PSA)模型,事故安全分析首先计算电站在全厂断电和丧失给水工况下的典型包络事故工况,针对不同事故工况提出严重事故预防和缓解两个层次功能目标,以及包含二回路补水、二回路临时注水、一回路过滤注水、乏燃料水池补水、安全壳过滤排放及安全壳喷淋等应对策略;然后针对几类设计工况进行确定论计算分析,提出不同应对策略的设计基准;最后基于设计基准对采取改进对策后的事故进程进行评估。根据评估结论得出课题方案的有效性。具体技术路线如下:

1. 针对岭澳二期核电站的技术特点,通过事故安全分析,从概率论的角度出发,对CPR1000核电站在全厂断电事故工况下导致堆芯损坏的重要事故序列及发生频率进行分析,确定可能导致严重事故的主要贡献序列,找出电厂薄弱环节。
2. 针对电厂事故工况下的薄弱环节,提出严重事故预防和缓解两个层次功能目标,制定不同事故工况下的功能目标和应对策略。
3. 采用确定论及合理的工程判断相结合的方法,给出CPR1000严重事故预防及缓解改进措施,从确定论的角度出发,对改进措施的有效性进行定量分析和评估,为课题设计提供设计输入。
4. 根据事故安全分析制定的应对策略和工程措施,利用PSA概率安全分析方法和事故模拟机仿真验证,论证事故安全分析制定的应对策略和工程措施对严重事故的预防和缓解的有效性。
5. 根据制定的事故应对策略和工程措施,完成非能动应急冷却系统方案设计。



6. 对非能动应急高位冷却水源系统厂址选址进行地质勘探和环境适应性评估。

7. 根据地质勘探结果进行非能动应急高位冷却水源系统示范工程施工设计。

8. 示范工程土建和机电安装施工,安装结束后进行系统功能调试和能力测试。

9. 核电站非能动应急高位冷却水源系统研发课题总结。

核电站非能动应急高位冷却水源系统示范工程以建设的“岭澳二期”核电厂4号机组CPR1000堆型为基础进行研发。该示范工程共分为三部分。第一部分为高位水箱供水系统,高位水箱的设计满足抵御地震、台风、火箭物撞击、水淹等自然灾害的影响,高位水箱的蓄水量满足电厂事故工况下超过3天的用水需求。示范工程第二部分为高位水源系统的传输系统。传输系统包括传输管线和移动柴油泵两部分。用于高位水箱往电站进行重力补水和增压注入功能。示范工程的第三部分为与高位水源系统连接的电厂系统接口。根据事故工况下相关安全系统的功能,分别在辅助给水系统(ASG)、反应堆堆换料腔和乏燃料水池的冷却和处理系统(PTR)、安全壳喷淋系统(EAS)上增加连接高位水箱的系统接口和补水管线,在事故工况下,通过补水接口快速地将外部冷却水源连接并注入上述系统,实现堆芯和乏燃料的冷却。

2014年12月17日,该项目通过了国家能源局组织的专家评审和结题验收。专家组认为该项目针对核电站全厂断电事故工况下的薄弱环节,创新地提出能动与非能动结合的应对方案,事故分析、概率安全分析、模拟仿真的结果表明,该系统大幅度提高了核电站的安全性和可靠性。此项创新改进将对在运在建核电站应对全厂断电的严重事故发挥有效作用。(蒲江)

■军情新观察

叙利亚“泥潭”会困住谁

□ 刘征鲁

近日,面对俄罗斯高调介入叙利亚,美国警告俄罗斯称,俄将很快因其在叙利亚展开的“错误”军事干预而遭受伤亡。目前,北

约在土耳其与俄罗斯的对峙中加大了对土耳其的算计,与西方国家在叙利亚军事上的精于算计不同,俄罗斯出手快、准、狠,可谓效率奇高,战果辉煌。这让美国等西方国家发动的空袭行动相形见绌,更突显了其打击“伊斯兰国”诚意不够。俄罗斯之所以出手如此之重,也是因为其想利用在叙对手准备不足的有利态势,迅速扩大在叙利亚的优势地位,取得战场的主动权,并尽快结束战斗。因为俄罗斯很清楚,叙利亚战争拖得时间越久对其越不利。它必须努力避免陷入长期消耗战的“战争泥潭”。

叙利亚内战以及国际社会在叙利亚领土内开展的打击“伊斯兰国”的战争累计持续了数年。如果战火继续下去,叙利亚政府很可能力所不支倒台。现在俄罗斯强势介入,让叙利亚相对胶着的战局发生了巨大变

化,给逐渐日薄西山的叙利亚政府军注入一剂强心剂,也让美国依托反政府武装,推翻叙利亚政府的计划出现严重挫折。

然而,叙利亚战争发展到今天,已经显露出“泥潭”的迹象。因为无论是叙利亚政府军,还是反对派武装,以及“伊斯兰国”恐怖势力,已成三足鼎立之势,都没有彻底击败对手的实力,这场战争将会演化为慢性消耗战。事实上,这个“泥潭”的幕后制造者是美国及其西方盟国。它们大力支持反对派武装,只是通过空袭“伊斯兰国”反恐,用长期战争的“泥潭”,缓慢耗尽叙政府军的战斗力,直至巴沙尔政权倒台。而俄罗斯人的介入,搅乱了美国为巴沙尔政权精心布置的“局”。

不过,美国及其盟国面对俄罗斯的“搅局”行动不会善罢甘休。围绕叙利亚,它们将见招拆招,继续“做局”,与俄罗斯展开激烈对抗。但因为俄罗斯强硬的态度,强大的实力,敢作敢为的作风,以及俄罗斯高调“反

恐”的道义优势,美国及其盟国不太可能与俄罗斯发生正面交锋。预计复制当年帮助阿富汗反苏战争的模式,为反政府武装大量提供便携式防空导弹、反坦克导弹等先进武器,帮助反对派武装以游击战、伏击战和城市巷战的方式,不断击落俄军的战机、击毁战车,把俄罗斯拖入叙利亚战争更大的“泥潭”。不仅困死巴沙尔政权,同时拖垮俄罗斯。

总而言之,俄罗斯强力介入叙利亚,是想速战速决,避免陷入“战争泥潭”,不仅维持盟友统治,并帮助俄赢得新的博弈筹码。美国扶植反政府武装,仅仅空袭反恐,是制造“战争泥潭”,同时避免自己陷入。现在,两大势力在叙利亚强势存在,让双方都削弱了规避“战争泥潭”的主动性。在近期的博弈中,俄罗斯小胜一局,但美国及其盟友的综合实力更强。到底谁将在这场角逐中获胜,让我们拭目以待。

(作者单位:国防大学)

俄军入叙反恐“不寻常”

□ 李路 李晶

近日,俄罗斯开始发动针对叙利亚境内恐怖组织IS的大规模空袭行动,引发全球关注。去年以来,叙境内IS武装在美国主导的“反恐联盟”打击下,却持续坐大,并直接波及及广泛的“难民危机”。而此番俄罗斯入叙反恐不久即成效显著,反倒招致不少责难之声。难怪有媒体称,当前复杂局势下,俄军叙利亚之旅注定“不寻常”。

在俄国会通过出兵授权次日,俄军即对叙境内多个目标发动数十轮空中打击,并在短短一周内摧毁了极端组织四成军事设施,雷霆之速足以令人瞠目。但细细想来,俄此举倒并不令人意外。一方面,叙利亚做为俄海军在地中海沿岸唯一支点,战略意义毋庸多言,眼下缺少外援的叙政府已经被恐怖组织逼的风雨飘摇,俄罗斯怎能见死不救?另一方面,俄国内局势渐趋稳定,而深受难民危机所累,欧洲国家也倾向于支持俄在反恐中发挥更大作用。俄

此时不出兵,更待何时?

客观上讲,相比空袭IS已有一年有余却收效甚微的“反恐联盟”,俄罗斯入叙反恐具有不少优势。论天时,俄罗斯此次出兵乃是在恐怖组织IS在叙日渐猖獗,国际社会望恐兴叹之时,既应叙政府邀请,又得到本国国会授权,可谓合情、合理又合法;论地利,俄军在地中海沿岸塔尔图斯与拉塔基亚的空军基地地处冲突核心地域,战场影响力和控制力绝非西方国家远在土耳其的军事基地可比;“首日授权、次日打击”即是其高效的一次现实佐证;论人和,俄虽无众多盟友“助威”,但却有叙合法政府倾力配合,外有地区大国伊朗等兵力协助,未来俄还将与两伊和叙利亚共建“联合情报中心”,以互通情报共同反恐,相比各怀心思的“反恐联盟”显然更具凝聚共识、团结协作的基础。

就打击效果看,俄出兵以来,先前节节败退的叙政府军尽扫颓势,一举攻克IS盘

踞已久的霍姆斯,使恐怖阴影笼罩已久的叙利亚局势再曝曙光。不仅如此,近日外媒爆料已有俄特种部队入叙参战,虽消息有待确认,但俄在形势需要时派出地面部队进一步扩大战果也不足为奇。

当然,尽管俄反恐表现可圈可点,但叙利亚内多方势力错综复杂,未来局势仍存巨大变数。战场上,前有各路极端武装在正面战场步步紧逼,后有西方国家支持的叙反对派武装不断袭扰,叙政府军依然压力山大;战场外,更有西方国家纷纷指责俄罗斯“以打击IS组织之名,行空袭反对派武装之实”。但值得注意的是,欧洲国家大多只是呼吁俄将打击目标集中到IS组织;而美国却直斥俄出兵“只会进一步增强‘伊斯兰国’的力量”。各方表述中所体现的分歧正是部分国家基于自身利益考量,长期秉持双重标准,导致近年来国际反恐意图与结果多次南辕北辙的一个缩影。

(作者单位:石家庄陆军指挥学院)