集思广益——人工智能如何用于爆炸物处置

温杰

8月6日至8日，由美国国防工业协会和爆炸物处置（EOD）勇士基金会主办的全球爆炸物处置研讨与展览会在马里兰州北贝塞斯达市举行，来自五角大楼的简易威胁失效联合机构（JIDO）、美国海军远征作战司令部、美国海军水面作战中心、美国陆军G-38部队EOD组织和相关的承包商、科学家代表在研讨会上针对EOD部队的技术要求等领域，交流了各自的观点，重点讨论了各军种间如何实现EOD装备的互操作性。

其中，人工智能如何帮助美国军方应对和处置简易爆炸装置（IED）成为一个热门话题，同时还关注到反水雷、清理战损机场和电子战领域，并深入探讨了当前面临的各种技术挑战。

应对简易爆炸装置

当前，激进的武装组织正在广泛使用各种越来越复杂的IED，并且呈现数量激增的趋势，美国军方的EOD组织希望利用人工智能来挫败这一威胁，并保护专业排爆人员。

在此次研讨会上，五角大楼JIDO主任迈克尔·谢尔德在研讨会上表示，必须获得可以探测并使敌方炸弹失效的更先进技术。他指出，未来的优先权和解决方案必须充分利用新的预测算法，这一算法通过深度机器学习、人工智能、神经网络、自主系统以及有人机/无人机协同等技术得以加强。

谢尔德的设想与五角大楼所谓的“第三次抵消”战略相吻合，旨在以创新的方式使用人工智能和其他先进技术，帮助美军维持作战优势。这是通过机器人系统将“第三次抵消”战略背后的一些原则和概念带到了EOD领域。EOD组织希望利用算法和计算机视觉，使机器执行目标识别与分类等任务，这种技术可以在情报、监视与侦察（ISR）中发挥重要作用。

谢尔德表示，无人机系统或配备该技术的地面机器人在驶过危险区域时，能够具有识别出铝粉、无源红外传感器和其他炸弹相关部件的潜力。他说：“想象一下，我们使用一种自主平台，并将其送到一座建筑物中，自主地寻找安放在房屋内的IED或设置的陷阱，从而不必将部队排爆人员置于危险之地。”

“伊斯兰国”恐怖主义集团在诸如伊拉克摩苏尔等城市的家庭和建筑物中设置了地雷绊线、无源红外传感器和压力板等各种引爆装置。处置这种威胁的一种潜在方法是在建筑物内部署小型无人机或地面机器人来进行勘察和成像。JIDO科学家乔治·帕帕斯表示，用于单层建筑物勘察的技术现已证明可行，而集群技术将来可用于勘察多层的建筑物乃至整个城市街区，并同时搜寻IED。

JIDO的J-8标准部门负责人乔恩·杨在研讨会的演讲中表示，拥有这种能够进入危险环境的自主平台，识别威胁并报告现场情况，将为军方提供良好的态势感知。

探讨作战使用概念

目前，美国军方正在作战概念上集思广益，目的是减少EOD技术人员在目标上花费的时间。

美国陆军G-38部队的EOD组织主管戴维·施密特上校指出，当前正在考虑的设想之一是，能否利用自主性等其他技术帮助操作员使用机器人或任何其他一种遥控平台，观察目标并获取相关装置的图像。接着，他在讨论中问到：“然后，能否利用人工智能或其他一些技术手段，增加计算类型选项，来分析得到的数据？”

位于马里兰州的美国海军水面作战中心印第安黑德技术分部的指挥官斯科特·卡夫特说，人工智能和大数据分析有助于技术人员更快地识别出当前需要处置的炸弹类型，并选择最佳方式进行失效处理。他表示，充分利用过去16年的战争中收集到的大量数据，能够在作战中更快地做出决定。

他强调，我们需要做的是将这些数据一起整合到我们称之为“通用虚拟架构”的框架内，以便算法能够对这些数据进行集中处理，从而协助EOD技术人员对一系列具有挑战性的情况做出决定。接着，他补充道：“这项技术可以利用我们所获得的所有知识的总和来帮助技术人员完成任务。”

一些官员认为，人工智能还可以通过探测传输和干扰来源，帮助EOD部队挫败电子战威胁。现在，电磁频谱是战场上的新高地，美国军方必须对这种情况有所了解，正在发生什么事情？原因是什么？避免在战场上陷入劣势。

各种信号干扰会阻碍机器人和其他EOD设备的运行。杨说，“如果你最近去过战区，就会听说过很多对抗无人机的系统以及各种干扰机和各种电子战系统。情况变得非常复杂，因此，我们试图进行简化，以便那些并非电子战专家的操作员可以较为容易地操作使用。”

施密特特别指出，士兵需要在对抗或阻塞的电子环境中有效地进行操作，美国陆军已经重新对此予以关注。他提出一个令业界感兴趣的问题：有没有一种方法可以分析和扫描无线电频谱，然后操作员系统和通信系统可以实时消除干扰，以便操作者能够更好地管理可用频谱，完成这项工作。接着，他补充说，这样做可以使操作员使用防区外技术，而不是人工方式来探测和消除爆炸物。

美国海军EOD技术人员控制地面机器人探测潜在的简易爆炸装置。

哈里斯公司研制的T7型爆炸物处置机器人。

针对多种任务领域

与此同时，美国海军希望利用自主系统的优势执行反水雷任务。美国海军远征作战司令部司令布里恩·布拉克表示，海军针对这一方面正在向工业界寻求帮助。他指出，无人潜航器（UUV）现在具有足够的侦察能力，操作人员必须先对UUV收集的数据进行检索，然后才能分析它们发现的内容。美国海军希望在探测到威胁后，能够更快地打击威胁目标。

布拉克介绍，美国海军通过从识别水雷到清除水雷的过程，依次完成整个“探测到交战”程序。他说：“美国海军需要具有实时或近实时能力的系统，实现自动化目标识别和水中数据传输，这项技术能获得来自UUV的信息，并上传给作战人员，从而更快地进行任务分析。”

此外，集群技术对水陆两栖作战也有重要作用。布拉克说：“我们还想弄清楚，无人水面艇如何航行穿过海浪抵达海滩，以及如何协助作战人员。这些系统可能需要具备可消耗性的特点。”他认为，工业界在20世纪80年代针对波斯湾发生的油轮战争采取了一种豚鼠型心态，而当前集群的无人系统可以帮助美国海军消除水雷的威胁，并为海军陆战队员从海上登陆扫清道路。

美国空军和海军的官员都认为，无人机和人工智能也有助于清理和恢复受到攻击的机场。在高端军事冲突中，时间对于防御旗鼓相当的对手来说至关重要，清理受损机场上的未爆炸弹药并及时恢复为简易机场，这一挑战将变得更加艰巨。

美国空军负责土木工程的副主任埃德温·奥西巴表示：“以往，我们一般谈论修复大约数十到上百枚炸弹留下的弹坑。但如今，我们即将应对的情况不是数十到上百个弹坑，而是数以千计。而且，我们讨论的是在几分钟或几个小时内完成，而不是几天或几周。我们必须能够更快地采取行动。”

布拉克也指出，人工智能可以加快这一进程。美国海军希望无人系统通过配备深度机器学习功能，可以“穿越这个区域，扫描并提醒作战人员这里留下了什么样的武器，它处于什么条件，存在哪些弹坑，怎样填满它们，并列出尽快解决问题的计划。”

面临各种技术挑战

JIDO的承包商、科学和工程专家理查·斯塞尔在研讨会的演讲中表示，尽管人工智能前景广阔，但想要充分利用它，EOD组织还必须克服一些技术挑战。他表示，目标是地面和空中自主机器人系统能在户外、室内和地下等地点实时探测、识别和鉴定感兴趣的目标。实现这个目标需要一种同时运用自主平台导航、传感器控制和计算机视觉技术的集成系统。在这些任务中，精通任何一项都并非易事，而同时实现这三项任务更是一个极大的难题。

斯塞尔补充说，自主机器人必须具有深度感知和物体感测等能力，以防止碰撞。此外，这样一些系统需要大量的软件。他设想了一系列具有不同载荷能力的平台，可以支持插件传感器、开放式构架的数据链、软件开发套件和应用程序编程接口，为此需要采用开放系统构架来集成这些技术，创新将来自很多不同的公司和很多不同的生产商。

斯塞尔指出，技术的进步使得目标探测功能更加可靠，“由卷积神经网络和深层神经网络实现了目标探测算法方面的革命，真正地提高了探测概率。”但是，计算机必须能够识别目标才能对其分类，需要创建一个用于训练这些算法的标记数据集来识别许多不同的目标。这样做需要大量的人力。

参加研讨会的官员们认为，尽管近来人工智能取得了十足的进步，但机器目前还无法执行全面的EOD任务。

谢尔德表示，拥有可以完全自主工作的自动化系统对我们来说是一个方向，“目前，JIDO主要致力于制定路线图，并使未来的架构能够集成深度机器学习算法，以提高情报分析师和技术人员的效率。”

与此同时，卡夫特表示，美国海军水面作战中心印第安黑德技术分部最近启动了一个项目，着手发展一种“数字式EOD”（digital EOD）作战概念，如果这个项目达到预期目标，当前的EOD方式将会得到彻底改变。他指出，这项工作还处于初期阶段，它必须由工业界、JIDO和情报界共同研发，现在，我们正试图汇聚各方力量共同致力完善，从而打开这一局面。

美国防部持续推进“小企业创新研究”计划

蔡文君 谢冰峰

9月26日，美国防部开启本年度第三轮“小企业创新研究”（SBIR）计划项目招标，使其2017年度发布的“小企业创新研究”项目达到600余项。这些项目涉及高分子材料、人工智能、大数据分析、3D建模技术等领域，与“第三次抵消战略”的关键技术领域高度契合。美军持续拓展SBIR计划的实施范围和规模，旨在将更多的高新技术小企业纳入国防科技创新体系，支撑美军“第三次抵消战略”顺利推进。

持续拓展小企业创新研究计划规模

美国防部SBIR计划于1985年开始实施，目前参与的部门包括陆军、海军、空军、导弹防御局、国防预先研究计划局（DARPA）等13个部门和机构，涵盖国防部所有的重点技术领域，包括先进电子、航空平台、“指挥与控制、通信、计算机、情报”（C4I）、自动化、电子战等。“第三次抵消战略”提出以后，SBIR计划发布的项目更加注重与其关键技术领域相契合。2005年以来，美国防部每年分三次集中向社会发布项目招标，招标项目数量从500～1200不等，收到小企业提案数量在8000～14000之间浮动，每年授出总合同数量为3000个左右，其中25%的小企业首次参与国防部SBIR计划，33%的合同面向不足10人的公司，20%的合同针对少数族裔或女性所有企业。

美国防部SBIR计划的研发资金占其对外授出的研发资金比例逐年递增，其中2013财年为2.5%，2017财年较2016财年增长0.2个百分点，增至3.2%。美国防部拨付的资金数额约占国家SBIR计划总投入的50%，是国家SBIR计划中最大的资助部门。该计划为小企业科技成果实现商业和军事领域双重应用发挥了重要作用，有力推进了国防科技创新进程。

严密组织落实小企业创新研究计划

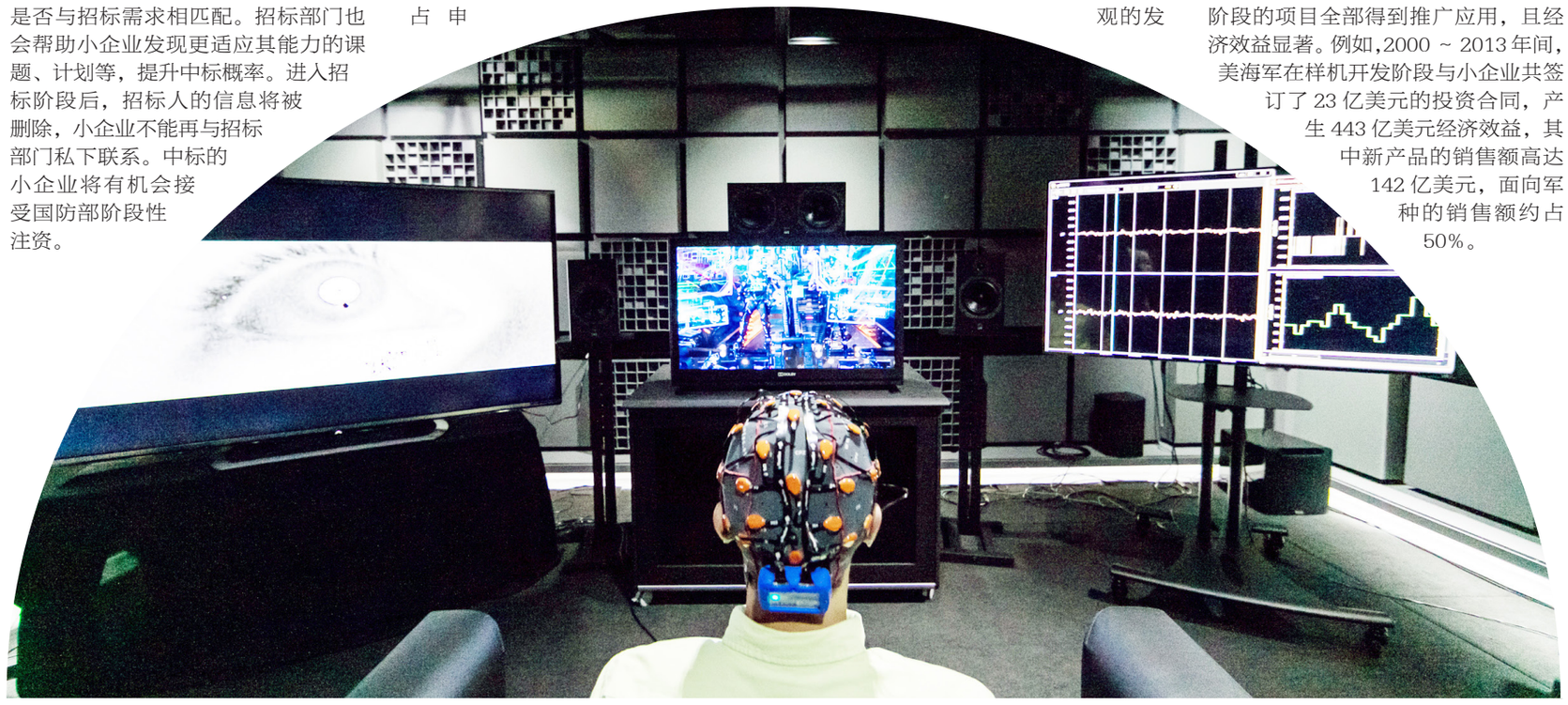
美国防部SBIR研究项目通常来源于军种实验室和国防采办项目办公室。这些项目经评估筛选后，进入预发布阶段。在此阶段，小企业可直接与招标负责人联系，及早确定其能力是否与招标需求相匹配。招标部门也会帮助小企业发现更适应其能力的课题、计划等，提升中标概率。进入招标阶段后，招标人的信息将被删除，小企业不能再与招标部门私下联系。中标的小企业将有机会接受国防部阶段性注资。

阶段性注资分为三个阶段：一是概念验证/可行性研究阶段。主要对概念方案进行实验或理论方面的验证，确定其在科技领域、商业及国防领域的应用价值。一般为期6～12个月，投入资金不超过15万美元，通常，约10%～15%的竞标企业能够中标。二是样机开发阶段。将形成一个可交付使用的样机（包括技术，产品或服务）。一般情况下，第一阶段通过后才可参与该阶段申请，项目通常为期两年，资助金额最多不超过100万美元，中标企业数量占申请数量的40%～50%。三是商业化阶段。SBIR计划将不再资助。小企业可从私营部门/非SBIR政府机构等渠道获取资金，用于实现样机产品的商业化推广。这种注资模式秉承“优中选优”的理念，对承担项目的企业和方案分阶段层层筛选，力求提高投资的精准性，保证项目的顺利实施和完成。

小企业创新研究计划取得显著成效

作为国家SBIR计划最大的资助部门，美国防部SBIR计划已取得丰硕成果和较为可观的发展前景。美国防部正将小企业的创新成果推广应用，以快速应对和解决国防科技发展中面临的难题和挑战。

规模日益扩大，经济效益明显。美国防部SBIR计划开始实施时，参与的小企业雇员总人数仅有35人，年度计划资金不足百万美元。经过30多年的发展，参与规模不断壮大，至2015年，参与计划的小企业雇员总人数增至18000人，年度资助金额达10亿美元。据统计，美国防部SBIR计划自实施以来，共计45%～70%的项目得到推广应用。其中，进入样机开发阶段的项目全部得到推广应用，且经济效益显著。例如，2000～2013年间，美海军在样机开发阶段与小企业共签订了23亿美元的投资合同，产生443亿美元经济效益，其中新产品的销售额高达142亿美元，面向军种的销售额约占50%。



项目成效显著，军事效益可观。美国防部SBIR计划成果已应用于多个方面，包括：改善武器装备性能，提高作战任务执行效率，减少装备维修费用，降低装备使用成本等。例如，美陆军资助的高灵敏双机械臂机器人项目，已用于“化学、生物、放射性和核”（CBRN）物质与爆炸物处理等，不仅缩短了任务执行时间、提升了工作效率，还有效保障了操作人员的人身安全。美空军资助的利用钇铝石榴石（YAG）纳米粉末开发的激光放大器，有望将单次激光发射成本降低至1美元左右，成本远低于传统的大型弹药。

调动社会资源，助力科技发展。小企业创新技术的潜在价值得以验证后，将吸引大型企业或投资公司大量的资金投入。其中，约13.2%尚未完全实现转化的项目从政府以外的大型企业持续获得资助。另外，3.8%的项目被风险投资公司看好。例如，在美空军SBIR计划的支持下，MMA设计公司成功验证了卫星离轨系统，并从SBIR计划外部吸引了数百万美元资金投入。

小企业能力迅速提升，颠覆现有行业格局。在SBIR计划的资助下，许多小企业迅速壮大并挑战原有垄断者的地位。例如，美国Symantec公司、iRobot公司等知名企业早期均曾接受过美国防部SBIR计划的资助，并由小企业一步步发展壮大，走向各自行业领域的科技前端。SpaceX公司则动摇了“联合发射联盟”军用卫星发射的垄断地位，于2017年5月1日首次成功将美军的高度机密侦察卫星发射升空。谷歌公司在初创时期，也曾接受过美国防部SBIR计划资助。