

验证“反介入/区域拒止”能力——

美军“会聚工程2021”作战演习正式启动

秦浩 魏艳艳

10月12日，美陆军在亚利桑那州尤马试验场和新墨西哥白沙导弹靶场启动了为期六周的“会聚工程2021”（Project Convergence 2021）作战演习，旨在找出可穿透高端对手“反介入/区域拒止”能力的技术，并为未来全域作战测试新技术、能力和作战概念。

“会聚工程”背景

“会聚工程”是美军探索联合部队可以做什么及怎么做的演习，其灵感来自自美国陆军六大事项中的下一代战斗车辆（NGCV）现代化装备，该装备将自动目标识别与未来的战斗车辆结合在一起。“会聚工程”旨在发展美陆军实施国防部联合全域指挥和控制（JADC2）战略所需的下一代能力，以及不断发展的联合作战概念，以便在未来的全球冲突中与俄罗斯和中国对抗。

美军希望通过“会聚工程2021”实验将回答包括哪些技术能够突破敌方的反介入/空中拒止能力，哪些新兴技术可用于实现“联合全域作战”概念等一系列问题。为此，美军正寻求方法将人工智能、机器学习、自主性、机器人技术与通用数据标准和架构结合起来，以便更快地在战术边缘的多个作战域做出决策。同时也在考虑如何建立更加稳健的联合网络，支持部队在信号延迟、连接不稳定甚至断开的网络环境中作战，并评估现有技术

如何在这种环境中工作。

美陆军未来司令部情报与安全部（G2）负责人埃德·莫恩斯顿表示，美国国防部必须记住，美国的竞争对手是开源研究的大师——中国。

演习情况

过去一年里，美陆军一直在进行一系列“通信演习”，已经在小型作战演习中预演了一些能力，如在春季的EDGE21航空演习期间测试了从干扰吊舱到步兵护目镜，再到允许战场操作员接管无人机控制并让其收集目标数据的软件等一系列新系统，所有这些也都是通过原型模块化开放系统架构来实现的。这些演习揭示了陆军在让自己的武器系统相互通信方面存在的一些问题。最近的一次迭代刚刚在密苏里州伊格伦的莱纳德·伍德堡完成，美陆军还在马里兰州阿伯特试验场的联合系统集成实验室测试每项技术。

2021年演习由来自陆军第82空降师、多域特战队、空军、海军以及海军陆战队的大约7000人参加，还有900多名数据收集人员，是一次真正意义上的联合行动。各军种制定了综合联合数据收集和评估计划，将起草联合作战条令和计划未来演习的人员提供信息。演习期间，领导层每天都将收到关于这些信息的简报，以便对实验计划进行动态调整。

演习将验证110项新技术（包括35项来自其他军种的新技术），以验证其功能以及互操作性，涉及7个战



术场景，聚焦于印太地区第一岛链和第二岛链区域，关注美军联合部队如何在未来战争中对敌方的先进能力，击败高端对手。每个场景中都会有若干个任务线程。

7个场景中，前3个场景有联合部队参加，其余4个场景则以地面部队为重点。具体场景分别是：场景一，重点关注联合全域态势感知能力，包括利用近地轨道空间传感器的探测能力；场景二，对手导弹攻击后的联合防空反导行动，场景三，部队从危机过渡到冲突时的联合火力行动；场景四，重点关注半自主补给能力，作为该场景的组成部分，陆军正引进其花费数年时间开发的主从式（leader-follower）技术以及一架自主“黑鹰”直升机；场景五，试验人工智能和自主化侦察任务；场景六，复现“北方边缘2021”演习，即探索改进后的综



合视觉增强系统（IVAS）在空中突击任务中的应用；场景七，验证人工智能赋能的攻击能力。

本次作战演习展示了美陆军为实施国防部联合全域指挥与控制（JADC2）战略所部署的未来能力，并以全球冲突背景下的中俄为竞争对手来演示不断发展的联合作战概念。预计明年的“会聚工程”将邀请美国盟友。



“会聚工程”的关键——ISR

“会聚工程”和美陆军高速未来战争总体计划的关键在于，提供情报、监视和侦察（ISR）的可任务超视距传感器的能力，以瞄准陆军正在发展中的超远程武器库，或者用美陆军的语言来说，要具备能够实施远程精确打击的能力。如美陆军领导人几十年来一直抱怨他们没有及时从空军或情报机构获得所需的具备战场准备的，现在他们正在寻求开发自己的ISR卫星有效载荷，以便自己承担任务。

根据行业官员的说法，此次“会聚工程2021”演习将包括测试“西风”（Zephyr）超高空侦察无人机，旨在

验证基于（ISR）的超视距探测能力，以实现陆军正在发展的远程精确打击能力。由空中客车公司开发的“西风”超高空侦察无人机是一种太阳能电动高空平台系统，翼展25米，重量不到75千克，其飞行高度约为70000英尺（21000米），约为常规空中交通高度的两倍，且高于风暴云的高度。

美陆军已经在尤马试验场对该系列无人机进行了大约十年的测试。2010年，“西风”打破了无人驾驶飞机最长自主飞行的世界纪录；2019年，该无人机日夜在高空停留了近26天，空中客车公司2021年9月在尤马完成了另一项测试活动，推出了最新版本的“西风8”无人机，在那次试验中，它成功地从新的“西风”光学先进地球观测系统（OPAZ）系统传输地球观测图像。该无人机目前也获得了美国联邦航空管理局的批准，可以在美国领空飞行。

加拿大CF-18A战斗机将换装AN/APG-79(V)4氮化镓雷达

9月21日，美国雷神技术公司的子公司雷神情报与太空公司推出一种经济可承受、轻量化的紧凑型机载有源相控阵（AESA）雷达，可配装教练机、无人机和直升机。该雷达采用氮化镓（GaN）技术，全重100多磅（略大于45.4千克），仅为当前主流机载有源相控阵火控雷达的三分之一，成本也仅为后者的二分之一。

按双方军购协议，美海军航空系统司令部授予位于美国雷神公司一份总金额1.4亿美元的固定价格激励金类及恒定价格类合同修订，修订了先前提出的一份合同，以增加工作范围，为加拿大政府采购36部AN/APG-79(V)4雷达系统，并提供包括软件、过时淘汰管理、工程支持和相关技术、财务和行政管理数据在内的供应和支持，以支持加拿大CF-18A飞机集成AN/APG-79(V)4雷达的工作。

雷神公司将在美国密西西比州的弗雷斯特、加利福尼亚州埃尔蒙塞贡多、美国马萨诸塞州安多弗和美国得克萨斯州达拉斯等地履行合同规定的工作，预计到2024年3月完成。在授出合同时，美海军正从加拿大政府对外军售来款全额拨付资金，这笔资金在2021财年年底时将不会到期。按此合同计算，加拿大政府采购的AN/APG-79(V)4雷达单价不超过390万美元。

加拿大空军目前列装61架CF-18AM和21架CF-18BM战斗机，本次合同相当于是为将近一半机队换装AN/APG-79(V)4氮化镓机载有源相控阵火控雷达。

AN/APG-79(V)4是一种氮化镓机载有源相控阵火控雷达，但与美海军F/A-18E/F“超级大黄蜂”配装的AN/APG-79(V)1砷化镓有源相控阵雷达保持有90%以上的通用性。美海军陆战队目前已采购25部AN/APG-79(V)4，计划共采购112部，其中98部装机，分配给7个飞行中队，每个中队的12架飞机全部换装；14部备用。2019年1月，雷神公司宣布其AN/APG-79(V)4有源相控阵雷达在竞争中击败美国诺格公司，获得美海军陆战队F/A-18雷达换装合同。（理群 张洋）

通用原子公司完成MQ-9B“海上卫士”无人机海上飞行演示

据通用原子公司网站10月12日刊文，通用原子航空系统公司（GA-ASI）与英国空军（RAF）合作完成为期五周的MQ-9B“海上卫士”遥控（RPA）无人机的海上飞行演示。MQ-9B演示活动于8月25日开始，一周后参加英国主导的“联合勇士”演习，9月30日与演习一起结束。目前，MQ-9B已返回英国空军沃丁顿基地。

最初，MQ-9B曾在英国空军沃丁顿（Waddington）基地进行过飞往荷兰吕伐登（Leeuwarden）空军基地的飞行演示，该活动测试了多种空域操作程序，证明两国空中交通区域可实现无缝过渡。9月1日，MQ-9B转场至英国空军洛西茅斯（Lossiemouth）基地执行支援“联合勇士”演习任务。此外，英国民航局（CAA）9月12日还批准MQ-9B无

人机可在英国航线体系内进行点对点飞行。

GA-ASI公司指出，MQ-9B“海上卫士”遥控（RPA）无人机配有多模式水面搜索雷达，该雷达采用逆合成孔径雷达（ISAR）成像算法。同时，MQ-9B还配有自动识别系统（AIS）接收机、电子支援措施（ESM）以及能够拍摄标准高清全动视频的光学红外摄像机。

演习期间，MQ-9B与英国空军P-8反潜巡逻机组成无人-有人机混合编队，



执行跟踪、监测和上报声呐浮标定位等反潜战（ASW）支援任务，MQ-9B展示出较强的海上情报、监视和侦察（ISR）能力、先进的探测和规避系统（DAAS）性能、较强的续航能力以及便捷的互操作性。演习表明，MQ-9B机载传感器能与其他空中、海上、地面侦察设备融为一体。

为支持MQ-9B飞行演示活动，GA-ASI公司与卫星运营商SES Government Systems公司（SES）展开合作，利用运行在地球同步轨道（GEO）上的GovSat-1卫星通信链路实现MQ-9传感器与作战中心间的实时数据传输，传输速率可达70兆比特/秒。

GA-ASI公司透露，英国空军已订购16架MQ-9B“海上卫士”。荷兰空军订购4架MQ-9A，预计首架MQ-9A将于今年下半年交付荷兰吕伐登空军基地。（曹耀国）

美国空军将着力解决F-35战斗机运维高成本问题

美国空军新任采购助理部长安德鲁·亨特（Andrew Hunter）在2021年10月5日的参议院军事委员会提名听证会上表示，控制洛马公司制造的F-35战斗机不断上升的运维成本将是空军采购负责人最关心的首要任务，并且他将致力解决上述问题。

安德鲁·亨特指出，F-35对于美国，尤其是应对印度-太平洋地区作战目标至关重要。维护F-35居高不下的成本始终是美国军方（尤其是美国空军）面临的巨大压力问题。

亨特认为，购买更多的飞机可降低每架飞机的运维成本，但军方也可采取其他途径来降低F-35平台运维成本。如果得到确认，亨特将监督空军大约600亿美元

的采购预算。除了F-35平台，他将致力于更广泛地降低空军的运维成本。对于空军正在开发的新系统/新平台，他主张在系统/平台设计初期就考虑可持续发展性，确保系统成本长期可控且有效降低。

根据美国国防部在2021年9月授予洛马公司的一份66亿美元F-35平台2021~2023财年维护合同显示，F-35运行成本计划降低约8%。

另外，在美国众议院通过的2022财年国防政策法案中，要求美国空军、海军、海军陆战队达到“年度每架飞机成本”控制目标，重点控制每年每架作战飞机飞行、维护和升级的平均成本。

安德鲁·亨特还强调，美国空军正在进行的核现代化项目也是其重点关注的

任务。美国空军交付核现代化新系统的时间周期非常紧迫。他将重点支持并加速推进美国空军“陆基战略威慑”（GBSD）洲际弹道导弹项目和“远程防区外导弹”（LRSO）项目。上述两个项目对于空军实施核三角中最可靠一级的攻击能力，或发动防区外核打击具有重要的支撑价值。

在听证会期间，安德鲁·亨特和美国陆军提名人加布里尔·卡马利洛（Gabriel Camarillo）均表示支持美国陆军在太平洋部署远程导弹的计划。美国陆军研发的高超声速武器和远程精确打击导弹对于应对太平洋和欧洲威胁，削弱美军面临的反介入/区域拒止防御具有重要支撑作用。（石峰）

DARPA宣布成功开展“高超声速吸气式武器概念”（HAWC）原型弹飞行试验

9月末，美国国防预先研究计划局（DARPA）HAWC项目由雷神公司制造的超燃动力高超巡航导弹原型弹（发动机由诺格公司提供）成功完成了自由飞行试验。这是自2013年5月1日X-51A完成马赫数5.1的飞行试验后，美国首次成功开展吸气式高超巡航导弹飞行试验。

在X-51A成功飞行3年后，DARPA启动了HAWC项目，并选择了雷神/诺格以及洛马/航空喷气两个研制团队，以验证吸气式高超声速导

不同的设计路径。HAWC项目原计划2019年结束，但已经延迟了接近两年之久。由洛马团队负责的原型弹本来要开展首次飞行试验，但遭遇了至少两次挫折，并未实现成功起飞。

雷神的本次飞行完成了多项试验任务，包括导弹与B-52轰炸机的集成，与飞机分离，助推器点火，助推器分离，超燃冲压发动机点火以及巡航飞行。公司负责先进技术的副总裁克林·维兰表示：“本次试验证明了我们能够提供原型具备作战能力的高超声速冲压

动机，这将显著提升美军作战能力。”

试验的成功为美国和澳大利亚联合研制的“南十字星综合飞行研究试验”（SCIFIRE）高超声速巡航导弹在2020年代末服役奠定了基础。目前，波音、洛马和雷神已获得SCIFIRE项目的设计阶段合同，导弹将在2024年配装澳大利亚皇家空军F/A-18战机开展飞行试验。同时，美国空军计划在2022年启动“高超声速攻击巡航导弹”（HACM）项目，并将在5年内服役。（袁成）



美国空军整编新的赛博任务防御团队



美国空军于9月宣布，第55通信中队已达成所有任务目标，将重新整编为第55赛博中队。此举将使美国空军新增一个专注于赛博的任务防御小组MDT，旨在为美国空军关键任务系统/设施如飞机平台和远程控制系统的计算机等关键设施，提供有效赛博防护。该任务防御团队作为空军联队资源，能够为空军联队关键任务提供赛博防护支持。

美国空军重新整编通信中队的构思由来已久。之前，美国空军一直是通过将普通IT工作外包给私营厂商来实现赛博防御的。本次整编一定程度上体现了美国空军编制规划思路上的新动向。

美国空军本次组建的任务防御团队与空军/其他作战机构设置的服务于空军赛博司令部的赛博防御小组CPT不同。虽然两个作战小组应用的技术工具类似，但其任务略有不同。任务防御小组以特定作战任务为牵引，允许为每个任务配备赛博作战专家，类似“巡逻”；而赛博防御小组则根据空军赛博司令部的优先级防护任务开展工作，类似美国“特殊武器与战术”（SWAT）小组。

目前，美国空军有81个团队被确定为先导任务防御小组，其中3个小组达到了最初的作战标准。任务防御小组由指挥官确定组成人员可能跨战区调配，按需重新分配资源以满足新作战任务需求。任务防御小组一般由8人组成，根据其赛博防护任务不同，人数可能会有增加或减少。

美国空军还表示，任务防御小组和赛博防御小组之间存在天然的联盟关系。比如，任务防御小组采用与赛博防御小组相同的武器系统赛博装备，在实施赛博防护任务期间，两个小组能够协同使用相关装备，共同发挥作战效能。从实际情况来看，虽然两个小组尚未进行联合训练，但其实施联合训练的基础已经具备。

另外，赛博防护支援请求由基层作战单元提出，两个小组能够协同处理支援请求，由赛博防御小组实施赛博域恶意行为分析处理，由任务防御小组实施防御效果监测与分析，通过协同技术支持，达到最佳赛博防护效果。

在美国空军举行的联合演习过程中，两个作战小组共同参与并开发了战术技术/程序。这也进一步强化了美国空军两个赛博作战小组的实战化协同能力。（石峰）