首发 | 美军航母编队飞机作战能力演进

原创 姚宇、韩光松等 [军事文摘](javascript:void(0);)

 2024年11月20日 18:09 北京

瞄准未来高端战争，美军加速舰载机向平台通用化、多功能、无人化方向发展，还将多型岸基飞机纳入航母编队作战体系。预警机实现空基作战体系管控，电子战飞机具备独立作战能力，战斗机有望实现有人/无人多域作战，反潜战飞机实现无人反潜作战，无人加油机成为首款舰载专用加油机，运输机具备直达保障能力。美军航母编队飞机在高烈度对抗环境中的持续作战能力与作战范围大幅度提升，加速海空交战模式向有人/无人协同作战转变，催生航母编队体系构建、指挥控制向远程交战方式演进。

**预警机实现空基作战体系管控**

**基本情况**　由于E-2C预警机不具备空中受油功能，留空时间短，对广域战场的指挥控制能力不足。美军对E-2C进行软硬件升级，自2014年3月开始，航母编队陆续换装E-2D预警机，预警机中队的飞机由4架E-2C增加到5架E-2D。美军为E-2D加装了空中受油探管，使其可接受多型空中加油机支援。2019年9月，首架完成空中受油改装的E-2D在诺福克海军基地服役。预计到2025年，美军航母E-2C全部退役，均换装具备空中受油能力的预警机。



**E-2D预警机**

**主要影响**　E-2D采用AN/APY-9空时自适应雷达、ALQ-217电子支援系统、红外搜索监视跟踪系统以及协同交战能力系统等，在雷达和通信能力方面取得重大进展，并引入空中受油能力，可作为区域监视、通信中继平台。

一是强化航母编队战场态势感知能力。E-2D采用先进数字技术，强化目标监视能力、敌我识别能力与协同感知能力；采用数字波束形成技术与空时自适应处理架构，可抑制杂波、干扰和其他电磁干扰源，具备海上、陆地上空的态势感知能力，提高多目标跟踪与批处理能力。

二是拓展航母编队指挥控制时空范围。E-2D最具颠覆性的变革是作为“海军一体化火控防空”系统的中心节点，在横向上链接更多作战平台，在纵向上涉及杀伤网更多作战要素环节，可显著拓展指挥控制时空范围，灵活调配战场内所有空中作战平台，适时执行火控解算、接力制导等任务，实现空基作战体系管控。

三是强化航母编队协同交战能力。通过为E-2D加装协同交战能力系统、升级Link-16数据链，可将多个作战平台的雷达跟踪数据融合为实时图像，航母编队基于网络信息体系共享实时态势，可进一步增强协同决策与火力打击能力。E-2D不仅能指挥航母舰载战斗机、电子战飞机等，而且能直接控制导弹武器，实施超视距拦截和攻击。可见，E-2D已成为构建超视距导弹武器打击链的核心节点，引起作战模式重大变化。

**作战能力**　E-2D现已成为美军航母编队的“倍增器”，具备广域空间侦察监视、协同探测空中目标、长时间指挥控制等作战能力。

一是广域空间侦察监视能力。舰载预警机的空域监视能力从原来主抓一个威胁轴、兼顾另外一个威胁轴转变成同时兼顾两个威胁轴、侧重其中一个威胁轴，进一步增大空域监视范围。

二是协同探测空中目标能力。E-2D装备AN/APY-9空时自适应雷达、红外搜索监视跟踪系统等，被认为是对抗第五代隐身战机以及导弹预警的重要平台。该型预警机与F/A-18E/F战斗机的AN/APG-79雷达、宙斯盾舰的AN/SPY-1D雷达等协同，能够有效探测、识别与跟踪强杂波环境中低空飞行的隐身飞机、巡航导弹等目标。

三是长时间指挥控制能力。E-2D从传统的空中预警角色转变为承担整个战场指挥控制的全新角色，可对复杂战场环境的作战行动实施灵活、高效与敏捷的指挥控制。随着E-2D陆续加装空中受油探管，可接受多型空中加油机支援，平均任务时间从4小时增加到7小时，作战半径由200千米扩展至400千米，能够远离航母编队奔赴战区前沿，不仅可对距航母1000千米外的目标遂行早期预警，还可在广域战场空间提供长航时综合作战管理，确保指挥控制连续性。

**电子战飞机具备独立作战能力**

**基本情况**　EA-6B电子战飞机飞行速度慢，与F/A-18E/F战斗机群协同难度较大，一般以远距支援干扰为主，且电子战性能相对较差。到2018年12月16日，EA-6B全部退役，航母换装EA-18G电子战飞机，每个电子战中队编配7架。EA-18G采用F/A-18F的机体，保留了F/A-18F Block II批次90%的部件和系统，两者最大的不同在软件方面，有利于提升电子战飞机与战斗机的协同作战能力。近些年，美军对EA-18G进行无人化改装，着力提升其战场生存能力。2020年2月，美波音公司与美海军演示了EA-18G有人/无人编组的飞行能力，1架有人飞机成功地对2架无人机实施指挥控制。

**EA-18G电子战飞机**

**主要影响**　EA-18G是目前美海军唯一能实施全频谱电子攻击能力的电子战飞机，既是当今战斗力最强的电子战飞机，又是电磁干扰能力最强的战斗机。

一是创新电子战飞机独立作战能力。EA-18G具备全谱电磁攻击能力、通信对抗能力和雷达干扰能力，增强了对防空系统和通信网络的电磁战能力，不仅能伴随战斗机在高风险空域执行电磁掩护、电磁压制等任务，还能凭借自身搭载的空空导弹、头盔瞄准系统等独立执行任务，不需要战斗机护航，增强了在强对抗战场环境中作战编组的灵活性。

二是强化电子战飞机干扰能力。美海军提出“下一代干扰机”计划，替换EA-18G的战术干扰吊舱AN/ALQ-99，其干扰功率提高4倍以上，干扰波束宽度可以控制在5°以内，实现对指定雷达或通信终端的定向辐射，降低了被截获概率，并可同时干扰多个目标。新的干扰机采用先进数字式干扰技术，可快速调整各种干扰参数；基于开放式模块化架构，进一步加强全频谱电子干扰能力，大幅提升对敌方雷达、通信系统的干扰和压制能力，有利于在高端战争中夺取制电磁权。

**作战能力**　EA-18G能有效支持从电子侦察到电子攻击等各种任务，不仅可提供全面的战场感知能力，还能压制敌方防空系统。该飞机与美军及盟友的互操作性进一步提高了其在联合作战中的价值。

一是有人/无人协同作战能力。EA-18G无人机对平台内外传感器数据进行融合，生成战场通用作战图，并发送至EA-18G有人电子战飞机。这种有人/无人编组模式能够在大范围内为海军与空军战斗机编队提供随队电子干扰支援，并对敌方电磁辐射资产予以“软杀伤”与“硬摧毁”，有效应对更先进更复杂的一体化防空反导体系，大幅度提升电磁战效能与有人机组的战场生存能力。

二是加强战斗攻击机编队电磁对抗能力。EA-18G是一种用途广泛、适应性强的飞机，是具有战斗机速度和机动性的电子攻击机，能够执行多种电子战任务。除了作为电子攻击平台外，EA-18G还能携带多种弹药，保护自己不受敌机攻击。美军航母3个F/A-18E/F战斗攻击机中队还各设置2架EA-18G，另外1架EA-18G处于待命状态，具备全程伴随攻击机群的能力，意味着战斗攻击机编队的电磁对抗能力加倍。

三是与小型无人机协同作战。美军为EA-18G配备冲锋小型无人机，将其作为一次性情报监视侦察资产，主要承担电磁战、搜集与共享情报等任务。通过与电子战飞机组网，可扩展与延伸情报侦察能力。

**战斗机有望实现有人/无人多域作战**

**基本情况**　到2018年底，美航母战斗机中队F/A-18C/D战斗攻击机全部退役，换装F/A-18E/F战斗攻击机。2021年，10架F-35C战斗机首先部署到卡尔·文森号航母，其他航母也陆续接收F-35C。随着F/A-18E/F日趋老龄化，美海军一方面加紧采办计划，另一方面在2025年前将现役540架F/A-18E/F全部升级改造至Block III型，主要加装保形油箱、延寿并适度提高隐身能力、加装新型分布式目标处理器和战术目标网络技术数据链、换装第二代红外搜索与跟踪系统。

**F-35C战斗机**

**主要影响**　未来一段时间，美军航母保持两型战斗机并存，分别是2个F/A-18E/F中队和2个F-35C中队。随着越来越多的战斗机从F/A-18E过渡到F-35C，航母编队的作战方式将更加灵活、打击目标更加多元。

一是F/A-18E/F强化舰队防空与对海作战。F/A-18E/F有11个外挂点，通过加装保形油箱，挂载标准-6、AGM-158C等导弹，扩展航母编队空中攻防作战范围。F/A-18E/F挂载空空导弹时，担负航母编队防空任务；装备标准-6导弹后，具备超视距防空、末段反导、反临、反舰等作战能力，进一步完善导弹防御体系；还能挂载鱼叉反舰导弹、AGM-158C远程反舰导弹等，执行对海作战任务，一次可挂载4枚AGM-158C，将航母编队对海打击范围扩大至1800千米。

二是F-35C强化远程对地与对空攻击能力。F-35C有6个机翼外挂点和4个内埋挂点，可挂载多型弹药，主要担负远程对地、对空攻击任务。F-35C执行对地攻击任务时，可挂载AIM-9空空导弹、AGM-158B联合空地防区外导弹、MK-84非制导炸弹等。F-35C执行对空攻击任务时，可挂载AGM-154C联合防区外武器、AIM-120C先进中程空空导弹等。目前，F-35C没有挂载反舰导弹，不能实施对海作战任务。

**作战能力**　F/A-18E/F与F-35C都具备有人/无人协同作战能力，提升强对抗战场环境中的生存能力及任务多样性。

一是F/A-18E/F有人/无人协同作战。基于EA-18G的无人化改装技术，美军开始对F/A-18E/F进行无人化改装，使其无缝融入航母编队空中作战体系。一架F/A-18E/F有人机可同时指挥多架无人机，在态势感知、指挥控制、火力打击等方面实现更佳组合，大幅度提升F/A-18E/F在强对抗战场环境中执行多样化任务的能力。

二是F-35C有人/无人协同作战。为保护高价值的F-35C，美军专门研制了XQ-58A隐身无人机，其造价低于200万美元，可作为空战中低成本消耗品，遂行进攻性制空、防空压制、空中护航等任务，具有改变空战游戏规则的潜力。F-35C与XQ-58A执行有人/无人协同作战时，一架F-35C可同时控制6架XQ-58A，执行侦察监视、对地远程精确打击等任务，显著提升战斗机在强对抗战场环境中的生存能力。

**反潜战飞机实现无人反潜作战**

**基本情况**　2009年1月29日，美军航母舰载S-3B反巡逻潜机全部退役，舰载机不再具备远程反潜能力。每艘航母部署一个反潜直升机中队，编配8架MH-60R反潜直升机，每艘宙斯盾舰编配2架MH-60R，但其作战半径较小，由于反潜能力非常有限，其数量有所减少。近些年，美军航母编队陆续将岸基P-3C反潜巡逻机、P-8A反潜巡逻机、MQ-4C高空长航时无人机、MQ-9B无人反潜巡逻机、MQ-8C无人侦察机等编入航母编队，拓展其有人/无人反潜作战能力。

**MQ-4C高空长航时无人机**

**主要影响**　随着大量岸基飞机被纳入美军航母编队，促使其作战体系的分布式反潜作战模式、作战能力发生新变化。

一是反潜巡逻机强化广域反潜能力。到2020年5月，P-3C全部退役，美海军12个巡逻机中队全部换装P-8A，航母编队的外层反潜依靠前沿军事基地的P-8A。该型飞机以波音737-800ERX客机为基础改造而成。反潜巡逻机上岸不仅有利于航母搭载更多的进攻性作战力量，还有利于灵活构建反潜作战体系，提升航母编队应对水下威胁的能力。

二是创生无人化反潜作战新模式。MQ-4C、MQ-9B、MQ-8C等被纳入航母编队，有利于自组织构建对海敏捷侦察网，提升全域战场多维态势感知与反潜能力。其中MQ-9B可替代P-8A执行无人化反潜、反舰任务，主要完成情报监视侦察、目标指示、鱼雷攻击等任务。

**作战能力**　在高端战争中，舰载反潜飞机与前沿军事基地协同实施无人反潜作战、有人/无人协同反潜作战。

一是高空长航时无人机与反潜巡逻机协同反潜。MQ-4C执行广域海上监视、信息搜集、通信中继与毁伤评估等任务，支撑P-8A执行航母编队外层反潜任务。伴随MQ-9B无人反潜巡逻机具备初始作战能力，并逐步替代P-8A，航母编队的外层反潜将以无人反潜为主，为实施敏捷高效的分布式反潜作战提供重要支撑。

二是反潜直升机与无人侦察机协同反潜。MH-60R反潜直升机巡逻半径小，只能依附宙斯盾舰为航母编队提供中层、内层反潜。基于Link-16数据链，MH-60R反潜直升机与MQ-8C无人侦察机实施协同反潜，无人侦察机持续跟踪水下目标，为反潜直升机提供目标指示信息，进一步拓展水面舰艇的反潜范围。

**无人加油机成为首款舰载专用加油机**

**基本情况**　由于F/A-18E/F中20%〜30%需承担伙伴加油任务，在服役寿命过半的情况下，加油和作战双重任务导致其消耗过快。在此背景下，美海军决定暂时放弃注重打击能力的舰载无人机项目，集中资源发展无人加油机，启动“航母舰载空中加油系统”项目，即MQ-25A无人加油机。目前，MQ-25A已完成作战试验，预计2026年形成初始作战能力。美海军计划采购76架MQ-25A，每艘航母配备5架，为舰载机实施伙伴加油，或在航母周边为等待着舰的舰载机进行加油。

**MQ-25A无人加油机为E-2D预警机加油**

**主要影响**　MQ-25A列装后，将成为全球首款舰载专用加油机，不仅可大幅度扩展舰载机编队作战半径，还可将F/A-18E/F从伙伴加油任务中解放出来。

一是大幅度拓展舰载机编队作战半径。在高端战争中，MQ-25A可远离航母800千米，对舰载机实时空中加油，大幅度提升其作战半径与任务能力。F/A-18E/F的作战半径为830千米，空中加油后可达1400千米，挂载AGM-158C后火力打击范围达到2300千米。F-35C的作战半径1100千米，空中加油后可达1750千米。舰载机编队作战半径增加，航母编队可远距离介入地区军事冲突，有效缓解航母面临反舰导弹的威胁。

二是加速舰载机无人化进程。MQ-25A无人加油机及其衍生型号将率先推动舰载机无人化。通过优先发展中低烈度环境使用、风险相对较低的MQ-25A无人加油机；同时完成平台设计、关键技术验证，打通无人机上舰和有人/无人编队作战应用流程。MQ-25A将换装“下一代干扰机”吊舱，成为无人电子战飞机，替代EA-18G实施随队干扰或防区内抵近干扰；还可装备制导炸弹，作为无人攻击机，替代F/A-18E/F隐蔽前出执行首波打击任务。

三是增加战斗攻击机出动架次率。MQ-25A部署航母后，可提升空中加油保障的多样性和灵活性，将F/A-18F从伙伴加油任务中解脱出来，显著提升F/A-18F的出动架次率和整体作战能力。

**作战能力**　每艘航母仅部署5架MQ-25A，不足以确保舰载机进行规模化远程作战的持续性和容量，主要用于提升舰载机战斗空中巡逻的持续性、接应舰载机着舰加油和支撑个别编队远程作战。

一是有人/无人协同侦察。当航母为规避打击而关闭无线电通信或遭遇对手电磁干扰时，MQ-25A与航母的通信中断，由E-2D对MQ-25A实施指挥控制。通过为MQ-25A加装预警探测、指挥控制、效果评估等任务模块，不仅可弥补预警机在局部海域的探测盲区，增强航母编队的态势感知能力，还可为任务式指挥控制提供灵活多样的体系构建方式，有效支撑航母编队在强对抗战场环境中执行多样化任务的能力。

二是有人/无人空中加油。MQ-25A可以为F/A-18E/F、F-35C、E-2D等实施空中加油。例如，当F/A-18E/F向MQ-25A发出改变加油点信息后，MQ-25A自主离开当前飞行航路，前往目标地点与F/A-18E/F会合，完成有人/无人空中加油，支撑战斗机编队遂行远程作战任务。

三是一体化信火作战。根据作战任务需要，MQ-25A可搭载侦察情报、电磁战、火力打击、小型无人机等功能载荷，在强对抗战场环境中可快速融入海上无人作战体系，即时拓展舰载机的火力覆盖范围，有效提升作战灵活性和杀伤力。

**运输机具备直达保障能力**

**基本情况**　目前，C-2A运输机严重老龄化，任务准备率不到40%，难以满足全天时全天候作战需求，夜间着舰能力尤为不足。2021年，CMV-22B倾转旋翼机被部署到卡尔·文森号航母，每个舰载机联队编配3架，到2024年逐步取代C-2A。此外，近些年美海军还在航母上测试蓝水运输无人机。

**CMV-22B倾转旋翼机**

**主要影响**　CMV-22B具有固定翼飞机航速高、航程远、油耗低和直升机垂直起降等优点，在实现分布式海上作战时具有显著优势。

一是大幅度提升海上运输效率。C-2A海上补给时只能降落在航母上，由MH-60S直升机将补给物资转运到其他水面舰艇，这种保障模式耗费时间，且转移物资能力受直升机航程限制，严重制约航母编队在高端战争中的作战能力。CMV-22B具备长距离运输能力，可直接降落在航母编队的大中型水面舰艇上，大幅度减少物资和人员转运时间，使得航母编队的运输任务更加灵活高效。

二是丰富航母编队加油手段。CMV-22B是在海军陆战队MV-22B的基础上，在机翼内增加2个60加仑的油箱，并对舷侧油箱进行扩容。CMV-22B装配空中加油系统，可为起飞后与降落前需要加油的舰载机提供空中加油，进一步将F/A-18F从伙伴加油任务中解脱出来。

三是强化杀伤网自适应性。CMV-22B可加装侦察预警、指挥控制、反潜作战、电磁战等任务模块，作为一个移动的节点快速融入高弹性、强鲁棒性杀伤网，赋能分布式海上作战，及时攻击海上时敏目标。

**作战能力**　CMV-22具备通用化改装潜力，可改装为预警机、反潜机等平台，有利于提高航母编队飞机的实际出勤率和战斗力。蓝水运输无人机部署美军航母后，可进一步拓展航母编队的空中运输能力。

一是远距离直达运输。CMV-22B支持夜间操作，主要从前沿军事基地直接向航母编队的水面舰艇运送人员、物资和装备等，包括F-35C战斗机的发动机等，大幅度提升海上运输效率。

二是协同实施“快速闪电”作战。1架CMV-22B与4架F-35B组成小型隐身作战编队，依托前沿基地、与盟友建立合作安全点、利用民用机场等方式打造的大量临时性前沿小型“跳板”，可灵活实施穿透性打击行动。

三是无人机增强补给灵活性。蓝水运输无人机具有一个可拆卸的内部货舱，能够自主运送小型有效载荷，具备垂直起降能力，能够快速将关键部件投送至航行状态的水面舰艇，增强海上补给的灵活性与及时性。

**版权声明：本文刊于2024年 11 期《军事文摘》杂志，作者：姚宇、韩光松等，如需转载请务必注明“转自《军事文摘》”。**