

据外媒报道,2025年底,美国国防部启动B-52H轰炸机发动机更换计划,同时一并更换其发电系统、座舱显示器等,在提升整机配置的同时,将目标服役时间延长至2050年。不到4个月,美军又启动“三叉戟”ⅡD5潜射弹道导弹延寿工作,目的是使这款导弹能更好地对接哥伦比亚级战略核潜艇服役周期。

以上操作在武器保障领域被称为“装备延寿”。装备延寿不同于日常维护或大修,也并非“缝缝补补”式的凑合,而是依据科学评估,通过结构再制造、子系统翻新、航电与武器接口升级、模块化改造等多种方式,以更低成本,在更短时间内让老旧装备寿命得到延长,满足当前与今后一段时期的战备需求。



装备延寿——

让老旧装备焕发“第二春”

■王奕阳 唐宇谦 曾 掠

选择延寿有讲究

为什么不直接全面换装新装备,淘汰旧平台,而是把延寿作为首选?原因有三。

装备采购成本持续攀升,全面换装困难。随着新一代主战装备的采购成本不断攀升,大多数国家的军队都选择对现役老旧装备进行分批更新,使其多服役几年。以F/A-18E/F“超级大黄蜂”战斗机为例,2022年美国通过延寿计划,将该型机的飞行寿命指标从7500小时提升至超1万小时,整支机队可服役至2040年。据了解,延寿并升级至最新标准的费用仅为采购新机费用的1/3,每架飞机获得2500小时的额外寿命。

武器装备存在换代空窗期。所谓空窗期,是指一款装备到了服役年限,但接替型号尚未完成研制或达到一定产能。尤其是核威慑类平台,对换代空

窗期最为敏感。这类装备一旦断档,意味着国家战略威慑能力出现缺口。法国在下一代潜射导弹研制周期变长后,选择在现役的M51潜射弹道导弹基础上推出改进型号,同时对核潜艇进行艇体延寿,确保这套“艇—弹”组合能够覆盖至2040年代以后的战略需求。

存量小,整体换装不可行。有些装备生产数量大,列装范围广,短期内不可能全部淘汰换新,只能通过延寿使其继续发挥作用,如俄罗斯T-72系列主战坦克。俄罗斯曾推出多个T-72B3现代化升级方案,并根据地区冲突中的战场反馈继续升级该型坦克,包括加装顶部格栅装甲和反无人机防护装置,以及升级通信链路等,使其满足现代战争要求。

延寿方式有哪些

装备延寿的核心在于通过科学评估确定超出设计寿命后的安全余量,

再据此选择技术方案。主要的延寿方式包括结构再制造、子系统翻新与航电设备升级,以及模块化改造与用途转换。

结构再制造。对于一些主体结构存在安全余量,关键承力件接近损耗上限的装备来说,维持其主体结构不变,仅对高应力部位的损耗件进行替换,并对装备整体进行防腐与抗疲劳强化处理,提高结构寿命上限。例如,德英意三国联合推进的“狂风”IDS战斗轰炸机延寿项目中,经疲劳测试验证,该机机翼大梁的设计余量较高,因此仅更换机翼根部接头、机身下蒙皮等高损耗承力件。

子系统翻新与航电设备升级。如果主体结构经评估可支撑长期服役,但航电、传感器、火控与武器接口落后于当前作战体系要求,则保留平台的机械结构和动力系统不变,仅替换落后的航电组件、传感器、数据链与火控系统,使老平台可接入新一代作战体系并使用新型

弹药。例如,瑞典陆军在stridsvagn 122主战坦克延寿项目中,经评估,底盘、主炮与柴油机的结构余量仍可支撑10年以上,但原配的热成像瞄准具与火控计算机已无法应对现代夜间作战与移动目标打击需求。因此,该延寿项目更换了新型红外热成像仪和数字化火控计算机,并加装模块化主动防御系统的预设接口,对于动力系统与底盘主体则完全保留。

模块化改造与用途转换。对于一些结构余量已达设计上限,延寿已无法使其应对新型威胁的装备,通常采取两种改造方式。一是利用原平台预留的模块化接口,为其适配新型威胁对抗模块,使其在原有任务基础上可以应对新威胁;二是拆除载人设计,将其改为无人运输、扫雷、靶机等专用平台,让老平台承担原设计之外的任务。例如,西班牙陆军“豹”2E主战坦克启动延寿计划时,其底盘结构的设计余量仅能支撑至2030年,但通过底盘预留的模块化接

技术人员为米格-31战斗机进行尾喷口延寿维护作业。

延寿边界难逾越

当前,装备延寿已成为各国军队的通用做法,但任何装备都存在寿命上限。一旦接近临界点,强行延寿不仅导致维护成本飙升,还可能造成装备可靠性和战斗力下降。

一方面,平台结构余量存在上限,一旦超过这一上限,物理“疲劳”带来的结构损耗,使得再先进的延寿手段也无能为力。例如,日本航空自卫队F-15J/DJ战斗机延寿项目的目标是将飞行寿命从原8000小时增加至1.2万小时,但评估显示,超过六成的战斗机因结构疲劳已无法胜任高强度空战任务。由此可见,结构再制造虽然可以延长服役寿命,但金属疲劳与腐蚀损伤会累积,换件只能延缓、不能使其消失。

另一方面,即便结构余量允许装备继续服役,但平台的气动布局、隐身属性、供电散热这些设计无法通过延寿实现性能升级,其带来的装备代差同样如此。例如,水面舰艇的舰体寿命可以通过防腐与结构补强得以延长,但雷达截面积、垂发单元数量、全舰发电功率无法改变,因此延寿后的老舰在防空、反导作战场景下仍与新一代舰艇平台存在代际差距。由此可见,延寿能让老装备继续运转,但要实现性能跨越,就不是通过延寿能够解决的问题了。

最后,并非所有装备都值得进行延寿。澳大利亚皇家空军的F/A-18A/B“超级大黄蜂”战机原可走延寿路径,但经评估后澳方选择提前退役该型战机,将预算集中到新型战机构购上。加拿大的CF-188战斗机原本计划采用延寿方式,通过强化机身结构与升级航电系统将服役期限延长至2030年代,但中途因机体疲劳裂纹与成本攀升不得不中止计划。目前国际公认的是,对于核威慑类、战略投送类、换代空窗长的装备,延寿是优解;而对于代差明显且能够采购到的战术装备,则宜通过逐步换装方式提升作战效能。

归根结底,延寿的目的不在于让装备“长生不老”,而是为装备的换装和迭代赢得窗口期,从而为未来战争赢得先机。

前沿技术

欧洲推出 AI 导弹任务规划软件



陆基巡航导弹发射瞬间。

在欧洲防务展上,欧洲导弹集团(MBDA)展出一款全新的AI软件,可将复杂的巡航导弹任务规划时间从数小时缩短至数分钟。

这款名为“快轨”的软件可在30秒内通过分析敌方防空系统、地形、天气、雷达覆盖范围及目标类型,生成多条导弹飞行路径。该软件还配备“隐身指数”指示器,可估算导弹飞行路径上处于敌方雷达覆盖范围内的部分,并进行优化设计。

该公司在3个任务场景下对“快轨”软件进行了测试。场景一模拟对停靠车站的列车进行快速打击;场景二针对加固指挥所,软件能优化不同导弹的攻击方向,并同步打击时间;场景三涉及远距离目标,测试了远程打击规划能力。由于该软件允许任务规划与发射车部署同步进行,从而大大缩短任务规划时间。分析称,该软件的重要性或许不亚于延长导弹射程或提高打击精度。

美国发布下一代高超声速滑翔体设计



洛克希德·马丁公司的下一代高超声速滑翔体(渲染图)。

据外媒报道,美国洛克希德·马丁公司日前正式公布其下一代高超声速滑翔体概念,首次以高清图案展示这一远程打击平台全貌。从图上看,下一代高超声速滑翔体在大气层中呈尖锐的矛头状、流线体设计,兼顾高速飞行与机动生存能力。

据悉,下一代高超声速滑翔体采用模块化设计和开放式架构,能够灵活应对战场多重威胁,提升突防效能。设计团队不仅聚焦其航程延伸与速度突破,还注重制造效率,确保在高性能前提下降低成本。下一代高超声速滑翔体能够跨越、多平台发射,适配陆、海、空多种载具。

目前,下一代高超声速滑翔体已通过初步设计审查,正式进入详细设计阶段,其首次飞行演示计划于2027年进行。

法国打造新型高空智能监测系统



工作人员正在释放高空平流层气球平台。

近日,法国赛峰集团与赫梅里亚公司达成协议,通过向高空平流层部署气球平台,打造具备广域感知能力的高空智能监测系统。

根据协议,赫梅里亚提供的平流层气球平台上集成赛峰集团旗下公司开发的人工智能系统。该系统具备电磁辐射检测、识别与分析能力,能够在高空进行信号截获、智能研判等。由于传感器在高空平流层可获得比低空更开阔的视野和更低的信号衰减,因此能够获得更多的情报信息。这些信息经人工智能系统处理后,有助于提升战场电磁态势感知能力。该系统将融合来自多平台、多传感器的数据,强化情报融合处理能力,为电子战、频谱管控及战场决策提供情报支撑。

赫梅里亚提供的平流层气球为零压气球,直径在11至13米之间,最大有效载重量2吨,可在45千米的高空持续运行,任务周期从数小时至数日不等。除国防与情报领域外,该气球平台还可广泛应用于科学研究、地球观测、近地空间技术验证等民用和商用场景。

(子渊)

类脑计算能否让AI走得更远

■曲 卫

人工智能(AI)的快速发展,让各国更加重视算力、能源和硬件基础设施问题。近日,英国议会科学、创新与技术委员会相关专家指出,类脑计算或将成为应对人工智能能耗压力的关键所在。

所谓类脑计算,核心不是简单的“复制人类大脑”,而是借鉴生物神经系统工作方式,重新设计计算架构。传统计算机通常把存储和处理分开,数据需要在不同处理单元之间频繁搬运;而生物大脑中,记忆和处理更像是融为一体的系统。减少数据搬运,正是类脑计算可能带来能效提升的关键所在。

这一判断基于现实背景。据报道,已有分析显示,受人工智能需求拉动,到2030年全球数据中心用电量可能增至945太瓦时,略高于日本全国年用电量。大模型训练、推理服务、云端部署不断扩张,使“算得更快”之外,“算得更省”成为人工智能产业不得不面对的问题。

不过专家提醒,类脑计算距离全面替代数据中心仍然很远。当前大型语言模型依托的是高度成熟的数字计算体系,数据中心、芯片、软件框架和产业链已形成完整生态。相比之下,类脑计算还处于探索 and 实验阶段。短期内,它可能作为现有计算体系的补充,而不是

替代者。

更现实的应用场景或许在用户端。以可穿戴设备为例,设备空间和电池容量有限,却需要持续收集、处理和上传大量信息。如果把这些功能添加到接近用户端的类脑芯片上,就有可能在局部任务中降低能耗。研究者认为,在这些特定场景中,类脑计算具备相当的节能潜力。

这意味着,类脑计算的价值不宜被包装成为“颠覆式替代”。更稳妥的判断是:它将在听力感知、低功耗边缘计算、自适应控制等领域率先得到应用,并通过与现有计算体系混合部署,逐步验证可靠性和经济性等。另有专家指出,发展更多类脑计算设备,本身也会带来制造与部署成本。一项新技术是否真正节能,不能只看运行时省电,还要看全生命周期成本。只有当节省的能耗超过设备制造和运行成本时,这一计算模式才具有使用价值。

因此,类脑计算值得关注,但不宜神化。它提示人们,人工智能下一阶段竞争不只是模型参数和算力规模的竞争,也包括计算架构、能源效率等竞争。谁能在算力与低功耗之间更好找到平衡,谁就可能在未来人工智能基础设施建设中占据主动位置。

「扛住」电磁脉冲

■西南



上图中,一架F-35战斗机停放在机场上,正上方悬挂着一个好像多级火箭上顶级的圆筒状物体,远处还停放着一辆电源车。实际上,这架F-35战斗机正在接受一项严苛测试——“电磁脉冲生存能力测试”。上方这个巨大的圆筒状物体是高增益脉冲辐射天线,这项测试被工程师称为“给战机做一次针对闪电的全面体检”。

电磁脉冲可以理解成一种瞬间爆发的高强度电磁冲击波,它像闪电击中电线那样,在飞机内部的电子线路中感应出超高电压和电流,瞬间烧毁精密的机载芯片和电路,让先进战机变成一堆废铁。电磁脉冲并非科幻,而是自核

爆试验出现以来就得到证实的物理现象。1958年美国进行了一系列核爆炸试验,意外发现高空核爆会产生超强电磁脉冲。如今,这一威胁已经发展成为高功率微波武器等现实手段。

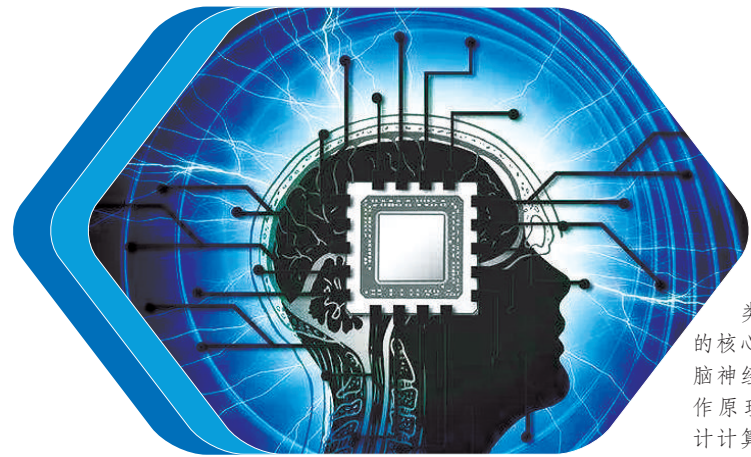
为了进行这项测试,工程师在地面设置了模拟装置。测试期间,工作人员在战机上方悬挂高增益脉冲辐射天线,这台巨型设备能瞬间释放高达每米50千伏(50kV/m)的脉冲电场,模拟核爆产生的强电磁瞬变过程。遍布战机内外的高精度传感器会实时监控,查看强电磁场是否通过机身蒙皮“钻”进内部线缆,同时检验机身的电磁屏蔽效能,确保内部核心设备不被

损坏或干扰。

这场测试通常持续数月时间,包含电磁干扰、电磁兼容和脆弱性等测试项目。美国海军甚至要求在脉冲电场中叠加雷达和通信信号,测试战机在真实复杂战场环境中的生存能力。

美军认为,只有通过这项测试,才能确保战斗机在面对核爆或电磁脉冲武器攻击时,具备“坚不可摧”的电子防护能力,在极限威胁下也能够生存并完成任务。

图文兵戈



类脑计算的核心是借鉴人脑神经网络的工作原理,重新设计计算架构。