

军工T型台

前不久,美国空军宣布重启一架已经退役3年的B-1B战略轰炸机。当前,被美军视为轰炸机“三驾马车”的B-1B、B-52、B-2轰炸机饱受诟病:自2021年以来,B-52、B-1B轰炸机老化严重,一直面临现代化升级的难题;B-2轰炸机机队因发生飞行事故而多次被停飞。美军轰炸机的战备状态正处于

历史最低水平,这让美军不得不加快新机型B-21研发进度——自去年11月B-21首飞,随后仓促进入低速生产阶段。

老机型难堪重任,新机型尚未列装,美军轰炸机换代“青黄不接”问题有多严重?美军下一代轰炸机项目又进展如何?本文为您解读。

B-1B、B-52严重老化,B-2数量屈指可数,B-21尚未服役——

美军轰炸机机队“青黄不接”

■沈业宏 陆启登 杜鹏



竭力维持战备能力,升级“老爷机”难解燃眉之急

美国空军为什么会重启一架已经退役3年的旧战飞机?

我们来看一看美国空军轰炸机的现实状况。冷战结束后,美国国防部不断退役机龄老、维护差的B-1B轰炸机,截至目前,美军现役轰炸机数量为140多架。

在此过程中,美军似乎并没有充分考虑到替换受损战飞机这一潜在需求。2022年4月,一架B-1B轰炸机在维护中突然起火,由于修复代价过高,美军不得不退役该战飞机。为了维持轰炸机编制与数量不变,美军只能在退役的B-1B轰炸机中挑选一架机体状态相对较好的战飞机重新启用。

一般来说,一架完成部署的轰炸机平均每天只能出动0.7至0.8架次,具体情况取决于空军基地位置、任务持续时间以及维护保养所需时间。考虑到美军大多是在印度洋至太平洋广阔海域内执行飞行任务,可供出动的架次还要大打折扣。对此,美军希望通过升级B-52和B-1B轰炸机等现有空中力量,维持空军战备能力。

在对待B-52和B-1B两款轰炸机上,美军的态度可谓天壤之别:选择退役技术更先进的B-1B轰炸机,升级性能指标落后的B-52轰炸机。

造成这种局面主要有两个原因。一方面,雷达、导弹技术的快速发展和隐身技术的实用化,使战机的生存能力更多取决于总体信号特征的控制水平,而非飞行速度和高度的有限提升。在执行针对高水平防空目标的突防轰炸任务时,B-1B轰炸机毕竟不是隐身战机,相比B-52轰炸机优势并不明显。另一方面,B-1B轰炸机在机电、飞行控制等方面要复杂得多,维护起来困难,故障率更高。自1984年至2021年,B-1B轰炸机共发生了29起严重事故;自2021年到2022年,B-1B轰炸机机队更是两次被停飞。

但无论怎么升级,B-52轰炸机都难以克服总体性能指标落后所形成的作战短板。更何况,B-52轰炸机是名副其实的“老爷机”,如果美军让B-52轰炸机服役到2050年,届时B-52轰炸机机队的平均机龄将达到82岁。

凡此种种,B-52、B-1B两款老机型根本满足不了美军需求。在B-21轰炸机交付美军之前,B-2轰炸机依然是美

国空军的支柱力量。然而,美军库存的一些B-2轰炸机零件已经消耗殆尽,机队经常遇到零件短缺问题。美军20架B-2轰炸机中,只有16架分配给了战斗中队,其他4架因维护或测试需求长期停飞。雪上加霜的是,相关零件供应商大多已经停产,在原有生产线已关闭的情况下,关键零件必须根据原始图纸重新制造,耗时更多且经济上不划算。

随着战飞机龄日益老化,升级B-52、B-1B轰炸机将会越来越困难,只能依赖规模有限的B-2轰炸机。可以说,美军轰炸机的战备状态正处于历史最低水平。

事故多发维修困难,B-2轰炸机状态难以为继

B-2轰炸机不但数量少,还时常发生故障。近几年,B-2轰炸机曾多次发生飞行事故——2021年9月,一架B-2轰炸机在降落时重重地摔在跑道上,之后被送厂大修。2022年12月,又有一架B-2轰炸机在迫降过程中冲出跑道,燃起熊熊大火。由于数量少,任何一架B-2轰炸机的损坏,都将导致美国空军战略打击能力下降。

美军通常情况下只有11或12架B-2轰炸机处于部署状态,这一数据还是在基地高效运行、战飞机状态较好的情况下。无论是在战斗中还是其他情况下,只要失去一架B-2轰炸机,美军的任务执行率就会进一步减少。

按照新的装备标准看,B-2轰炸机,不难发现其部分设计已经落后。在B-21轰炸机短期内无法交付的情况下,美军计划同步对B-2轰炸机开展一系列现代化升级,例如改进战飞机外表面吸波涂层,进一步强化B-2轰炸机的隐身能力。

理想“丰满”,现实却很“骨感”。隐身战机的设计生产各个环节环环相扣,可谓牵一发而动全身。对于数量较少的B-2轰炸机来说,改进工作存在重大风险,很多新技术和设计要么不能运用,要么用了也是效果不佳。

多年来,除创新设计外,B-2轰炸机也因维护保养难而广受诟病。早期,B-2轰炸机因隐身材料在恶劣气候和环境下容易破损脱落而被美军吐槽。此外,如果机体某些部件想要检修,必须先刮掉机身表面的吸波涂层,检修完成后重新喷涂,大大增加了日常维护保养成本。

众所周知,五代机能成为高精尖

装备,关键在于隐身技术。为实现完美隐身,航空设计师一般会对机身进行多层涂装,进气道等受气流冲击严重的部位,涂层数量甚至会达到10层。在B-2轰炸机维护过程中,有不少工作与涂层有关。按照工序,工人需要除去老化涂层,拆下蒙皮和机载设备,等新涂层喷涂好后,再重新组装起来。这一过程中,任何一点瑕疵都可能影响战机的隐身能力。相关数据显示,B-2轰炸机每飞行架次,就要重新修补隐身涂层,平时还必须待在恒温恒湿的机库内保持状态,部署和出动能力受到极大限制。

如此“娇贵”的B-2轰炸机,让美军头疼不已:战飞机每飞行1小时,就需要在地面上进行40多个小时维护,美军每年都要为此花费近10亿美元。所以说隐身战机这种高精尖装备,随着服役年限增多,使用和维护成本只会逐年递增。

目前,诺格公司正在测试新型吸波材料,以期大幅降低隐身涂层的维护成本,但最终能否适应B-2轰炸机的严苛要求,还是未知数。

成本高涨性能“缩水”,新机型列装前路漫漫

目前,美国空军现役3款战略轰炸机都暴露出各种问题,并直接影响到其战备状态。在此情况下,美国空军把希望寄托在新机型B-21上,首批订单超过100架。

作为美国空军最优先采购目标之一,B-21轰炸机得到了充足的资金和技术支持,从2016年B-21立项,到去年11月首飞,前后耗时7年。期间,受劳动力短缺、供应链不齐全、关键技术不成熟等因素影响,B-21首飞时间曾多次推迟。从负责B-21项目的诺格公司所透露的信息来看,首飞频频推迟与美国产业空心化密不可分。

实际上,B-21轰炸机多项性能指标与B-2相似,使用了不少老机型的关键零部件,这也让B-21面临与B-2轰炸机相同的困境。

有数据显示,美国制造业的生产总值已下降到国内生产总值的10%左右,这直接导致美国很多产业生产链断裂,30年前能够在本土生产的一些零部件,现在无法生产。而要找到替代品并不容易,其可靠性也难以保证。

一款装备研发年限拉得越长,进度拖得越久,所带来的成本压力越大。

1978年,B-2轰炸机制造商生产132架战机的报价是366亿美元;到了1998年,20架B-2轰炸机加上研制费用已超过了450亿美元。

受通货膨胀和供应链危机影响,B-21项目的成本也在疯涨。2019年,B-21项目成本为2030亿美元,不到4年时间,这一数字飙升到2460亿美元。B-21的订单量是B-2的数倍,如果不能改变现状,B-21极有可能重蹈B-2的覆辙,带来的财政压力将让美军难以承受。

对此,美国空军试图进行严格的成本控制,在使用和维护费用上,B-21轰炸机必须比B-2轰炸机大幅降低,毕竟一款战飞机生产单价低而使用和维护费用高,其全寿命周期费用也不会降低多少。这一要求引起诺格公司不满,抱怨整个B-21项目根本不赚钱。

从成本控制的角度来看,B-21轰炸机并不适宜照搬B-2的总体性能规划。实际上,无论是此前公开信息,还是首飞中曝光的真机照片,都证实了B-21轰炸机是在B-2的基础上做“减法”以降低成本:相比B-2,B-21轰炸机的尺寸、重量级别和发动机数量都有所“缩水”,载荷、航程等关键指标弱化。此外,由于尺寸减小,B-21轰炸机只有1个内置弹舱,相比B-2轰炸机的2个内置弹舱,打击目标能力明显减弱。显然,在设计思路,B-21轰炸机不再执着追求性能指标,而是更注重性价比,让美国空军能够买得起、用得起。

当前,美国研制的多型武器装备都存在进度延迟问题:B-21轰炸机起首计划在2021年12月首飞,结果推迟了近2年,这让美军不得不采取措施加快其服役进度;F-35战机研制时,美军希望借助软件工程,在不同生产批次中逐步完善F-35战机的作战能力。但在实际生产中,由于没有经过充分测试,不成熟的软硬件问题反而导致F-35战机研制进度严重滞后,停飞事故接连不断。

尽管诺格公司一再表示,将在B-21轰炸机系统成熟性、生产和维护准备上投入更多精力,但美国高层依然顾虑重重,“B-21能力得到验证前,我们不会放弃升级B-2轰炸机。”

新机型尚未列装,老机型难堪重任,这对美国空军战备力量造成的影响不小。可以预见,美军主力机型很难在短期内完成更新换代,B-52和B-2轰炸机升级后情况能否有所好转,B-21轰炸机采用“边试边生产”的模式能否加快战飞机服役进度,仍有待进一步观察。

上图:B-21轰炸机原型机。

资料照片

军工世界观

前不久,印尼海军艾迪·玛尔塔迪纳塔级导弹护卫舰试射了米卡防空导弹。这艘军舰是印尼海军向荷兰采购的升级版西格玛级导弹护卫舰。之前印尼海军已列装多艘西格玛级导弹护卫舰,再次采购荷兰舰艇,印尼有何考量?

充实海上作战力量。作为一个拥有漫长海岸线和众多岛屿的国家,印尼海军力量建设十分迫切。现阶段,印尼海军装备有各型舰艇200余艘,但作为主力的护卫舰大多采购他国的二手军舰,急需更新换代。西格玛级导弹护卫舰凭借过硬质量和良好口碑,在先前的竞标中脱颖而出,后来采购的则是其升级版版本。该舰采用复合柴电推进系统,适用于多种海况下航行。加装多款现代化武器,包括1座76毫米主炮、1座35毫米近防炮、2部四联装反舰导弹发射装置、12单元舰空导弹垂发系统等。拥有飞行甲板 and 固定机库,可携带1架直升机。舰上搭载旋转阵列轻型相控阵雷达,具备一定的电子作战能力。可以说,升级版西格玛级导弹护卫舰的性能已超越印尼海军所有型号军舰。

推动军工产业发展。印尼的军舰制造业主要集中在爪哇岛。以坐落在东爪哇省泗水市的印度尼西亚国有造船厂为例,虽然具备制造中小型舰艇的能力,但缺乏建造大中型军用舰艇的技术和经验。印尼海军发展模式以“采购二手军舰-改装武器动力配置-投入海上实际应用”为主,本国军工技术进步缓慢。为了改善这一状况,印尼在升级版西格玛级导弹护卫舰的采购中设置了一个“技术转让”的条款——将组成舰艇的6个部分留在印尼建造,其余2个在荷兰建造,让印尼本土造船厂在组装船体过程中,能够汲取荷兰船舶制造经验,对相关技术进行消化吸收,以提升本国造船厂建造中型军舰能力。

提升自主研发能力。通过购买引进新装备,学习吸收新技术,提升自主研发能力,是印尼采购升级版西格玛级导弹护卫舰的主要目的。船舶制造业对技术积累和资金投入要求很高,如果印尼完全自主研发,将面临资金投入大、造舰风险高、时间周期长等问题。以采购现代化军舰为契机,印尼可以在吸收消化国外先进技术的基础上进行创新,提升本国自主研发能力,也能提振国内科研人员的信心。

无论是提升印尼海军战斗力还是推动军工产业发展,采购2艘升级版

印尼为何增购西格玛级导弹护卫舰

■李雅楠

周新涛

邢开

西格玛级导弹护卫舰,是一场非常划算的买卖。然而,自主研发军舰是一个复杂的长期工程,以去年印尼服役的第一艘国产导弹护卫舰“苏加诺”号为例,虽然国产率达到了80%,但离世界先进护卫舰仍有不小差距。尽管升级版西格玛级导弹护卫舰已交付完成,但想要快速形成战斗力,对基础薄弱的印尼海军来说是一个不小的挑战。

下图:艾迪·玛尔塔迪纳塔级导弹护卫舰。资料照片



激光:反制无人机的利器

■李岩

前段时间,据媒体报道,英国“龙火”激光武器在实地测试中成功击落数架无人机,英国军方同时宣布,将考虑使用该武器作为未来防空的重要力量。无独有偶,2023年日本防务展会上展示了一款新型高能激光反无人机系统,该系统安装在地面车辆上,可追踪300米内的无人机并摧毁100米内的无人机目标。

近年来,无人机在战场上频频亮相,如何反制无人机成为各国重点研究的问题。传统反制无人机系统主要依靠防空导弹、多口径高射炮,但这些传统武器打击蜂群无人机成本高昂,效果并不理想。与之相比,激光武器呈现出3点优势:

成本低。激光武器以高能光束作为攻击手段,发射成本仅是驱动武器所需电力消耗。比如“龙火”激光武器发射成本每次仅10英镑,相比之下小口径防空火炮的一轮齐射则需数万美元,而更加先进的防空导弹往往一发就要数百万美元。传统火炮还存在炮管寿命短的问题,连续发射一定时间就需要更换,而激光武器不存在多次射击的寿命问题,进一步降低了射击成本。

打得准。激光束以光速飞行,每秒30万公里的速度,可以近乎做到发射即命中,无延迟无弹道的特点满足打击小型无人机的精度需求。同时反应时间短,可拦截突然发现的空中目标,拦截多个目标时转换速度快。以沙特采购的一款激光反无人机系统为例,该

系统有效射程4公里,拦截中仅需6秒即可完成目标转换,曾在一次实战中击落13架无人机。

用途广。激光武器的威力可调,在低功率下,激光武器只需通过激光覆盖目标即可实现对目标光电设备的干扰和致盲,实现“软杀伤”的效果;而在高功率下,高能激光将大量热辐射汇聚于一点,对目标结构进行破坏,可远距离烧穿数毫米的钢板,直接摧毁目标结构实现“硬杀伤”。

尽管激光武器反无人机拥有诸多优势,但目前仍存在不少技术难题需要攻克。首先,激光武器受天气因素影响大,在雨、雪、雾、霾等特殊天气条件下,光束在穿过大气中的尘埃、杂质时存在损耗,影响其射程和威力。其次,高功率的激光武器对储能系统有着较高要求,需要大型储能平台提供较高的瞬时功率,导致现有激光武器体积都较为庞大。最后,现有激光武器射程较短,保护覆盖面积较小,无法承担大范围的反无人机任务。

兵器竞技场从来都是“道高一尺,魔高一丈”,在与无人机的对抗较量中,相信激光武器最终能够解决小型化和便携性难题,通过搭载到多种作战平台,融入防空体系,成为反制无人机的利器。

军工科普