

★

军工T型台

★

军工科普

前不久,美国国会拟拨款8100万美元为4架U-2S侦察机实施基地级翻修延寿,以支持该型机能够继续执行情报监视侦察任务。自1955年首飞以来,这款冷战时期的侦察机历经多次升级,如今却因接替机型交付迟滞,不得不延期服役。与此同时,退役31年的“长滩”号核动力巡洋舰启动拆解流程。作为美国海军第一艘核动力水面战舰,1995年“长滩”号退役停泊在华盛顿州普吉特湾海军造船厂,之后舰体部分设备被拆除,直到今年4月,美国海军评估其不具备作为博物馆舰的资格,并启动整体拆解工程,自此“长滩”号核动力巡洋舰黯然落幕。

为何一型飞了70多年的“老爷机”仍在延寿?一艘退役31年的核动力巡洋舰缘何刚刚启动拆解工程?两则新闻,共同指向了美军老旧装备全生命周期管理中面临的困境。其背后的种种原因和细节,颇值得分析与解读。

美国会拨款8100万美元维修4架U-2S侦察机

“老爷机”被迫延期服役

■张俊杰

9个月研制一款高空侦察机

U-2侦察机是冷战时期美苏对峙的军事产物。20世纪50年代初,美国迫切需要一种能够穿透苏联领空实施战略侦察的平台。1954年12月,美国中央情报局与美国空军联合提出研制高空侦察机需求,美国臭融工厂承接了这一研制项目。

第一架U-2于1955年8月首飞,从项目启动到完成首飞仅用时9个月,开创高空侦察的先河。该型机采用细长的大展弦比机翼,外形酷似滑翔机,在21000米以上高空执行任务时座舱气压较低,飞行员需穿戴类似宇航员的压力服。

凭借优异的高空性能,U-2在苏联防空导弹尚无拦截的高度实施侦察,一度如入无人之境,直至1960年5月1日,飞行员弗朗西斯·加里·鲍尔斯驾驶U-2在苏联上空被地空导弹击落,并引发举世震惊的外交危机。

此后数十年里,U-2参与了古巴导弹危机、越南战争、海湾战争等几乎所有重大军事行动,成为美国全球情报体系的重要支柱。在1962年古巴导弹危机中,U-2拍摄的照片确认了苏联在古巴部署中程导弹的证据,直接推动了后续的外交博弈。尽管随后侦察卫星技术飞速发展,U-2仍然凭借可灵活部署、搭载多种传感器等方面优势,在军事侦察领域处于重要地位。

当前美军服役的U-2S并非原始型号,而是经过多轮升级后的第三代产品。20世纪90年代,美国空军将第二代U-2R升级为第三代U-2S,换装通用电气新型涡扇发动机,性能明显提升。在役的23架U-2系列战机中,包

括20架单座型U-2S和3架双座型TU-2S教练机,平均机龄已超过40年。这些老旧战机老化问题日趋严重。单座型任务完备率从2023财年的76%降至2024财年的61.9%,双座型则从81%降至59.2%,备件供应不足,推高了机务维护成本。

尽管如此,2025年8月,一架TU-2S执行了长达14小时、航程约1.1万公里的纪念飞行,庆祝U-2首飞70周年,展现出这款“老爷机”的生命力。

让“老爷机”保持“健康”继续服役

U-2之所以还在投入使用,关键在于美军边服役边升级的策略,以及对其任务定位的重要考量。

一方面,U-2S的传感器体系较为全面且持续升级。每架U-2S可同时搭载光学条形相机、SYERS-2A多光谱光电红外成像系统、ASARS-2A合成孔径雷达以及信号情报有效载荷,融合多种侦察手段于一身。该型机采用开放式架构,新传感器可在数周内即插即用。

当前机队正推进新一批次升级,主要内容:一是换装ASARS-2B合成孔径雷达,提升高空纵深侦察和移动目标跟踪能力;二是更新导航系统,增加卫星拒止环境下的自主导航能力;三是数据链现代化改造,兼容多种数据链,使U-2能够在第四代与第五代战机之间充当通信中继节点。

2020年,U-2首次在空中运行Kubernetes集群,将多合机载计算机算力集中起来运行机器学习算法,随后又部署了改进型自动目标识别模型。今年3月,英国BAE系统公司获得合同,继续为U-2的AN/ALQ-221先进防御



系统提供维护和升级,该系统集成远程传感器、雷达告警和电子对抗手段,强化执行平流层任务时的态势感知能力。

另一方面,U-2S在运用灵活性方面具有卫星和无人机难以比拟的优势。卫星虽然能覆盖全球,但受轨道限制,无法对特定目标实施长时间监视;而U-2S可根据任务需要部署到不同地点,携带不同设备,在目标区域长时间飞行。

从加利福尼亚州比尔空军基地第9侦察联队出发,U-2S可轮换部署至英国费尔福德、韩国乌山、塞浦路斯阿克罗蒂里等前沿基地,除战区情报任务外,U-2S还承担边境监视、反毒品行动、山火测绘等任务。

此次美军对U-2S侦察机实施基地级翻修延寿,绝非简单换件保养,而是一次翻新再造。维修中,飞机完全拆解,剥除全部漆层,检查超过1800个零部件和4万颗铆钉,逐一排查结构裂纹与腐蚀情况,重新组装喷涂并进行试飞。

美国国会拨出8100万美元对4架U-2S侦察机实施此类维修,释放出的信号很明确,让“老爷机”保持“健康”继续服役。

美围绕U-2S退役与延寿争论不休

过去几年,美国空军曾提出退役U-2S的想法,多方围绕其退役与延寿的争论不休。之前,五角大楼发布的一份兵力结构报告指出,该平台在高端对抗中不再可行,继续运行带来的安全、后勤和财政风险超过其剩余价值。

一方面,现代防空体系日益严密,在高烈度冲突中生存能力堪忧。另一方面,机型老化导致任务完备率持续走低,为U-2S延寿意味着资金投入不菲。

然而美国国会并不买账。此次已是美国国会与空军围绕U-2S命运展开

美退役31年的“长滩”号核动力巡洋舰启动拆解

“老古董”舰艇扎堆退役

■张俊杰

中指出:由于“长滩”号上层建筑、主炮、舰艏和舰艉等部件拆除,丧失了20世纪美国海军军舰的标志性特征,不具备作为博物馆舰的资格。

同样长期搁置的还有世界上第一艘核动力航母“企业”号。“长滩”号与“企业”号之间有着千丝万缕的联系。

1964年,它们与核动力巡洋舰“班布里奇”号共同组成世界上第一支全核动力特混舰队,完成“海上轨道”环球航行,展示出核动力水面舰队的战略机动性。然而在拆解这件事上,两舰的难度差异极大。

“企业”号核动力航母排水量约93000吨,配备8座反应堆,2012年12月正式停用。与仅配备2座反应堆的“长滩”号核动力巡洋舰相比,“企业”号核动力航母拆解难度更高。

2025年5月30日,美国海军向北极星海事拆解服务公司授予了一份5.367

亿美元的合同,但随后因投标程序纠纷被勒令暂停。美国海军最初估算报废“企业”号的费用为5亿至7.5亿美元,到2013年攀升至10亿以上,2019年,美国政府问责局预计完全处置可能需要超过15亿美元。

从“长滩”号到“企业”号,美国海军核动力舰艇退役后的等待之漫长、拆解之艰难,可谓屡见不鲜。

军舰退役潮短期难化解

从目前看,美国海军军舰拆解困局并非短期可以化解,随着更多舰艇陆续退役,拆解周期将持续延长。

美国海军尼米兹级航母首舰“尼米兹”号计划于2027年内退役,该级航母的前几艘将在未来10年内陆续退役。每艘尼米兹级航母配备2座反应堆,满载排水量约10万吨,拆解规模与难度远超“长滩”号,且体量与“企业”号航母相当。如果“企业”号航母的拆解成本超过15亿美元,那么后续每艘尼米兹级航母的处置成本同样不菲。

与此同时,美国海军还有大量核潜艇排队退役。俄亥俄级弹道导弹潜艇首舰“俄亥俄”号已于2021年2月启动回收计划,后续还有多艘同型潜艇等待处置,退役队列不断增长。

此外,核废料长期处置方案存在争议。目前核动力舰艇反应堆舱处置的主要方式,是在华盛顿州汉福德场地的94号沟槽进行浅层陆地掩埋。自1986年以来,已有超过130个处置包成功运往汉福德场地掩埋。外界普遍认为,浅层掩埋1万年密封概率超过99.9%,但环境组织对地下水潜在风险提出质疑。

可以说,核废料“往哪里放”的问题至今没有令各方满意的答案。

“长滩”号与“企业”号的拆解经验也为未来核动力舰艇的全生命周期管理提供了参考。此次“长滩”号拆解是美国海军第二次将核动力军舰的拆解工作交给商业船厂。此前,“企业”号首次尝试以商业合同方式拆解核动力航母。美国海军预计,采用商业外包方式拆解可节省约10亿美元,相比在公共船厂执行而言性价比更高。不过,“企业”号因投标程序纠纷被法院勒令暂停并重新评估合同的案例表明,商业拆解之路同样并不顺利,成本和时间容易失控将影响后续项目推进。

问题叠加延缓舰艇拆解工作

美国海军舰艇拆解延缓是多重问题叠加的结果,主要有4个方面问题。

一是技术标准严苛。核动力舰艇拆解远超常规舰船难度。以“长滩”号为例,即便提前卸载反应堆燃料,拆解工作仍难以推进。该舰船体老化,无法开展大洋拖带工作,仅可使用半潜驳船、重吊船开展干式运输,前期转运成本极高。同时,舰艇残留带放射性的反应堆装置,需精准拆除、专业封装并转运。此外,拆解还需兼顾核舱段保密、全程核监控、人员核防护以及核组件填埋等工作,各环节容错率极低,大幅抬高拆解技术门槛。

二是监管权责交叉。美国海军与核管理委员会在核动力舰艇拆解的商业船厂适用标准上长期存在争议,行业规范不统一导致拆解工作合规标准模糊。核管理委员会的管辖范围仅覆盖美国部分州,这压缩了可开展核拆解工作的厂址

的第三次拉锯战。“2021财年国防授权法案”曾禁止退役U-2S。2023年,时任美国国防部长奥斯汀签署豁免许可,美国空军以为终获自由。不料2024年6月,众议院拨款委员会在2025财年草案中再次禁止任何退役活动。

2025年12月,“2026财年国防授权法案”允许退役不超过8架,并拨款5500万美元用于维修。今年6月,2027财年国防拨款草案进一步收紧,仅允许退役2架,且必须修复4架。

美国国会的关切在于替代装备尚未就绪。太空军的天基监视卫星早期部署设定于2028年,且卫星受轨道约束无法长时间监视;被外界称为RQ-180的隐身无人机虽然已于今年4月在希腊被拍到飞行画面,但机队规模和作战能力均未公开;而曾被视为U-2S替代者的RQ-4“全球鹰”无人机,有效载荷小于U-2S,且自身也计划于2030年退役。

若此时退役全部U-2S,势必造成情报监视侦察能力的缺失,这一缺口可能长达数年。从更深层次看,美军正加速推动情报侦察体系能力转型。向有人平台到无人平台延伸、从空中向太空拓展、从单一传感器到多域融合演进。面对困局,美国空军希望将资金投入到天基卫星和隐身无人机,集中力量发展更适合未来战场的新装备;美国国会则坚持在新一代侦察体系成型之前,U-2S仍将充当新旧交替的重要装备。

可以说,这场围绕U-2S的拉锯战,折射出美军在新旧能力交替期面临的深层困境。美国空军的现代化诉求与国会的风险规避之间,短期内难以达成共识。U-2S能否担负起新老交替期的军事侦察任务,美国空军与国会的拉锯战何时尘埃落定,还需时间给出答案。

左上图:美军TU-2S教练机。

资料图片

胶带也能修战机

■胡勇华

这款胶带属于航空级维修产品,单卷售价可达数百美元。但它有一条铁律:仅用于战机非承力表面的临时修复,机翼蒙皮小孔、漆面剥落、表面细微裂缝等场景均可使用,但不能用于主翼梁、机身加强框等承力结构维修。

KC-135R空中加油机之所以能靠着胶带完成跨国飞行,核心从来不是胶带有多“万能”,而是损伤“伤皮不伤骨”。有专家分析,导弹弹片击中了战机机头与前机身的非承力区域,仅打穿了外层铝合金蒙皮,并未伤及机身骨架、承力结构,更没有破坏内部的油路、液压系统和飞控系统线缆等部件。

对于战机而言,蒙皮上的弹孔短期内不会危及飞行安全,但会导致高空飞行时机身漏气、水汽侵入,长期会引发机体铝合金结构腐蚀,造成不可逆损伤。而“速度胶带”可以精准封堵这些孔洞,隔绝气流与水汽,保障战机安全返回本土维修基地。

在硝烟弥漫的战场,这种应急维修的价值明显——没有完善的维修车间,没有充足的备件库存,也没有充裕的维修时间,战机出勤率直接决定战场主动权。几场局部战争表明,“速度胶带”这类简易维修工具,已成为各国空军的战场必备品。

下图:贴满银色补丁的KC-135R空中加油机。

资料图片

