

前段时间,美军一架B-2隐身轰炸机在迫降过程中冲出跑道,燃起熊熊大火。美国国防部下令无限期停飞整个B-2机队,以寻找战机潜在的安全问题。

突如其来的飞行事故,不仅打乱了美军的训练计划,也让世人对美国空军的维修保障能力打上一个问号。

实际上,这是近两年来B-2轰炸机第二次发生飞行事故。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。时至今日,这架打满补丁的战机尚未修复完成,便又等来了“新难友”。显而易见,这两架战机将迎来漫长的维修之旅。

轰炸机造价高达24亿美元。

然而,性能出众的B-2轰炸机却故障频出。2021年,一架B-2轰炸机在紧急迫降时坠机。随后,美国空军调查发现,由于维修体系存在漏洞,地面技术人员没有发现战机液压系统和起落架存在问题,导致战机着陆时起落架塌陷。

往前追溯,除了起落架故障,B-2轰炸机还因传感器积水以及材料缺陷等问题遭到停飞。2008年,“堪萨斯精神”号B-2轰炸机飞控系统发出错误指令,导致战机坠毁坠毁。

实际上,B-2轰炸机的飞控系统由4台独立计算机控制,还采用了比电缆操纵更加快捷的光导纤维,在此之前从未发生过故障。

那么,飞控系统为什么还会出现这种低级失误呢?

经过美军详细检测,结论令人惊讶:B-2轰炸机是被冻“感冒”了。由于飞行时间推迟,这架战机在室外淋了一夜的雨,机头传感器不慎进水,传给飞控系统错误信息,影响到爬升曲线计算,导致战机失速坠毁。

无独有偶。2年后,“华盛顿幽灵”号B-2轰炸机遭遇了严重的火灾事故。根据公开报道显示,该机结构材料存在缺陷,吸收并储存了部分油料,这些油料在发动机点火过程中被点燃。着火后,战机大量电力、通信线缆和液压管路被完全烧毁,钛合金和铝制框架等主承力结构也熔化扭曲,最终导致这架B-2轰炸机近乎报废。

如今,B-2轰炸机早已停产,数量仅有18架,坏一架少一架。凡此种种,让美国空军心力交瘁——B-2轰炸机每次发生事故,美军都不得不耗费几千万美元修复,代价很大。仅在“华盛顿幽灵”号第一阶段修复工作中,美军就花费6790万美元,修复过程更是持续近4年。

除高昂的事故修复费用外,B-2轰炸机日常维护保养也让美军头疼不已:战机每飞行1小时,就需要在地面上进行47小时维护,美国空军每年都要为此花费近10亿美元。

隐身轰炸机难修,难度系数高于五代机

现代空战,战机能否实现精准快速维修,关系到空军战斗力建设。这一点在结构复杂、成本高昂的高端机型中体现得尤为明显。

受世界各地不同环境气候因素影响,F-35战机曾出现“水土不服”的情况:涂层频频脱落、电池低温损坏。这些故障问题让列装F-35的国家空军饱受困扰。

维修一款隐身战机,本身就极其复杂,更不用说难度系数更高的隐身轰炸机。

隐身轰炸机为什么难修?

一是结构复杂难保养。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,工人需要去除老化涂层,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。

二是材料脆弱难维护。B-2轰炸机表面的吸波材料十分“娇气”,对环境因素特别敏感,不管战机是否执行任务,都要定期保养。飞行中,高速气流会对机

体表层造成磨损。每次执行飞行任务后,技术人员要用一种类似喷漆的方法对表层的雷达吸波材料进行修复,而新喷涂的吸波材料只有在一定温度和湿度条件下才能干燥固化,B-2轰炸机的机库需要保持恒温恒湿环境。为此,美军为B-2轰炸机量身打造了大型可前部署机库,用来抵御极端天气。

三是零件短缺难采购。B-2轰炸机部件精密,机身结构采用大量复合材料。然而,美军库存的一些B-2轰炸机零件早已消耗殆尽,机队经常遇到零件短缺情况。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,不仅价格高,还十分耗时。

相比五代机,隐身轰炸机体型更大,维修起来难度系数更高。有数据显示,B-2轰炸机机翼面积是F-35战机的11倍,比一个篮球场还要大。要在这么大的空间面积维护保养,难度可想而知。

旧机停飞新机在研,投入重金难解燃眉之急

不仅B-2轰炸机事故频频,同为美军轰炸机“三驾马车”的B-52、B-1B轰炸机同样饱受诟病。从2021年到2022年,B-1B轰炸机机队两次被停飞;B-52轰炸机目前正面临现代化升级的难题。

美军认识到,当务之急是确保停飞的B-2轰炸机尽快恢复执飞。可实际上,美军轰炸机家族年龄并不小:B-1B和B-2轰炸机平均机龄分别是35年和28年,B-52轰炸机平均机龄更是高达60年,是名副其实的“老爷机”。

与汽车等交通工具一样,老式战机维护难度更大,成本更高。尤其是隐身战机这种高精尖装备,随着服役年限增长,使用和维护成本也会逐年递增。无论武器装备多么先进,造得起、用得起、维护得起,才是决定武器装备能否长期发挥效能的关键。近年来,美国不断加大军费投入。2022财年,美国空军获得了2040亿美元的经费支持,相比2021财年增加了88亿美元。即便如此,这些预算大部分被用于高新技术开发和机载武器采购,能够用于维护保养战机上的经费少之又少。

对此,美军一名高官曾指出,美国可能无法承担如此昂贵的轰炸机。言下之意,是希望美军尽快寻找B-2轰炸机的替代方案。美军高层显然也意识到这一问题,不断推动新型隐身轰炸机B-21的研发工作。目前看,与造价动辄24亿美元的B-2相比,B-21已经进行改进。此外,美军计划精减旧机数量,通过不断退役B-1B和B-2等旧机型,来提高现役战机的出动率。一名B-21项目负责人明确表示:“留给B-1B和B-2轰炸机的时间不多了。”

眼下,全球军事对抗风险陡增,而B-2又是美军唯一具备隐身能力的轰炸机,尽管B-2轰炸机数量不到20架,但一直是美国空军的支柱力量,经常被部署到海外执行任务。

B-2轰炸机已经停飞,而新机型尚未列装,这对美军战备力量造成的影响不小。这种背景下,美军对该机的依赖和需求仍将存在。以美军目前的保障能力和经费压力看,直至新机B-21完成交付前,都不得不在使用和维修旧机的道路上疲于奔命。

下图:B-2轰炸机。 资料照片

军工T型台

故障频发维修费用高,B-2轰炸机效费比低

随着航空科技快速发展,战机最大的变化之一,就是越来越强的隐身功能。

凭借着出色的隐身突防性能,形似蝙蝠的B-2轰炸机被冠以“幽灵”之称,其雷达反射截面积仅相当于一只飞鸟,普通雷达难寻其踪迹。目前,一架B-2



以色列枪械设计师乌兹·盖尔——

一生追求造出经典名枪

■姜子晗 王文辉



以色列图书《一个民族的重生》有这样一段描述:“如果你问一个以色列人复国精神的代表是什么,他们不会向你讲述战争的历史,多半会告诉你

是乌兹冲锋枪。”乌兹冲锋枪集轻便、操作简易和低成本等优点于一身,参加过中东地区近60年的大小战争,其优异性能风靡世界。凭借此枪,其设计者乌兹·盖尔与斯通纳、卡拉什尼科夫并称“世界三大枪王”。

乌兹·盖尔是犹太人,这一身份注定了他的流浪生涯。1923年,乌兹·盖尔出生在德国魏玛,犹太人的身份让他的童年充满坎坷。父母分道扬镳,他跟随父亲先后前往英国肯特和巴勒斯坦海法附近的亚古尔农场生活。值得庆幸的是,在那里,他接触了很多旧式武器,武器成为他的忠实伙伴。

动荡的社会局面让年幼的乌兹·盖尔早早成熟,深感民族存亡的危机。从技校毕业后,他加入以色列

地下组织“哈伽拿卫军”,从事武器维修工作。他广泛接触各种轻武器,并萌生了研制国产冲锋枪的想法。

1943年,乌兹·盖尔在运送枪支时被英国巡逻队逮捕,判刑6年。监狱里环境恶劣,但他凭着熟练的机械加工技术幸运地活了下来。两年半后,他被提前释放。

监狱里的研发经历,为乌兹·盖尔设计冲锋枪打下坚实基础。第一次阿以战争,他被选拔去参加军官训练班。训练班上,乌兹·盖尔首次向人们展示了他设计的冲锋枪样枪。教官迈耶·斯洛丁斯基早年也从事过武器设计工作,看到他的设计后,惊叹为天才,并举荐他加入冲锋枪研制小组。

当时,以色列军方提出研发具有轻便短小、火力强大、防沙性强等特点的轻型冲锋枪,乌兹·盖尔认为,只有简化枪支设计才能破解难题。在团队全力支持下,乌兹·盖尔一遍遍

改进试验枪型,不断追求最完美的设计方案。

1949年,乌兹·盖尔研制出第一款冲锋枪,开创性地提出包络式枪机。这种设计也称伸展枪枪,弹匣位置在握把内,可有效缩短枪支总长度,重量分布更加平衡,并且当击锤释放时,退壳口会同时关上,机匣防沙效果尤为出色。

经过两年的研制和改进,以色列军方将这款新型冲锋枪正式命名为“乌兹冲锋枪”,并以低成本的金属冲压方式批量生产,列装以色列国防军。1956年西奈山战役,乌兹冲锋枪被大量使用,1000发/分钟以上的高射速和良好的可靠性,令以色列官兵在阵地战中优势明显,乌兹冲锋枪也因此一战成名。战后,时任以色列总理大卫·本-古里安亲自为他颁发国家安全荣誉勋章,乌兹·盖尔也成为以色列获得该荣誉的第一人。

此后,乌兹冲锋枪成为以色列军队的标志性武器,而乌兹·盖尔作为一名爱国军人,将追求乌兹冲锋枪的最佳设计视为毕生目标。也正因如此,乌兹·盖尔从未向国家收取过一分专利费。直到今天,乌兹冲锋枪仍是以色列特种部队作战时使用的近战武器之一。

乌兹·盖尔的晚年一直在改进乌兹冲锋枪的设计,并与多家军工企业开展合作。2002年9月,这个终生与枪为伴的人病逝。他最终被埋葬在亚古尔农场,那是他自己认定的故乡。

左上图:乌兹·盖尔年轻时的照片。 资料照片

历史钩沉

战机改进升级有妙招

■齐呈荣 王仕亚 赵思源

军工科普

前段时间,法国空军向达索公司采购了42架“阵风”F4战机。据悉,与“阵风”F3相比,“阵风”F4的相控阵雷达、机载通信设备和综合电子战系统等都进行了升级。在此之前,像这样的改进升级,“阵风”战机已经历了数十轮。

为什么战机要不断改进升级?一款全新的飞机平台,从探索基本概念、完成设计,到制造出样机试飞,再到最终定型量产,是一个漫长的过程。面对巨大的经济和时间成本,考虑到气动外形、飞行控制和结构设计制造技术的研制周期,无论是型号设计师还是用户都希望这款战机能够服役更长时间。

合理持续、从实战角度出发的改进升级是唯一的办法。五代机问世,对前几代战机形成降维打击。这时,需要对老式战机进行局部升级,以期达到性能提升、战力加持的目的。相比研制新机,改装升级技术难度低、时间成本小、资金投入少,是一种更为经济的战力提升手段,被世界许多国家采用。

通常情况下,现代战机改进升级一般不会对气动外形做出较大调整。这主要是基于两个方面考虑:

首先,三代机面世以来,一般都拥有成熟的总体规划思路和基本设计原则,经过多次试飞和修正设计,战机动气动外形趋于成熟,这意味着战机在这方面大幅提升性能的潜力很小。其次,改变气动外形会影响战机飞行控制和结构承载力,需要开展大量的试飞工作,改动成本与收益不成正比。

因此,现代战机动气动外形改进,通常是为了适应机载设备、配套武器等要素所做的“微调”。也就是说,能不动则尽量不动。

这些涉及气动外形的“微调”包括:装配推力更大的发动机,采用流量更大的进气道;扩展观测和瞄准能力,在机身安装凸起的光学窗口;加高“脊背”安装新的机载设备……

相比外形“微调”,战机内部升级却是大刀阔斧。科研人员通过全方位



如果早期版本的F-16战机(图①)遇上后期改进型F-16战机(图②),结局只能是前者败下阵来,尽管二者很相似。 资料照片

改进和升级战机火控雷达、通信导航、机载任务系统、座舱显示交互系统等,能大幅提升战机实战能力。

先进的航空技术为战机升级提供可靠手段。20世纪80年代,以超大规模集成电路为代表的电子工业飞速发展,战机性能升级周期越来越短。这给科研人员带来两个棘手问题:机载设备和武器的升级改进必须更快、更频繁、更灵活,才能保证战机的总体性能不落伍;战机的设计、制造和使用,变得越来越复杂、价格越来越昂贵,客户倾向于使用数量更少的战机来执行多种类型任务。

根据不同客户需求,战机改进升级有以下3种方法:

一是强化改进便利性。为更好适应未来频繁的改装升级任务,科研人员在最初设计机体平台时,会在机身内部预留改装余地,对各类机载设备采用标准化、模块化设计,使后续升

级工作能在一个基于开放化和通用化体系中完成。特别是使用新平台电子系统的战机,作战功能大多通过软件实现,这意味着只需通过设备更换、软件升级就能实现相关性能指标的提升。

二是增强功能综合性。近年来的战机升级改进,正从设计之初的少数性能指标占优,转向综合使用性能增强。其中,多用途战机在实战中表现抢眼——只需投入少量战机,就可以完成多种战场任务。

三是提升任务智能性。目前,世界各国正处于从传统有人战机向有/无人战机协同的阶段过渡,战机升级改进也相应出现新趋势,通过大幅强化战机侦察、通信、干扰和任务计算能力,依托高速数据链和通信网络形成信息互联,推动战机由过去的信息接收和武器平台向空中信息指挥平台加速转变。