

英国怀丁顿博物馆，一架仍保留着战时涂装的轰炸机引得游客驻足观望。机身一侧，3个炸弹标志，标志着这架飞机3次飞临马岛上空投弹的战绩。

这款火神轰炸机一生只打过一场仗，却留下一段传奇故事。马岛战争中，它经过6次空中加油，飞行10多个小时，往返一万多千米，将多枚重型炸弹投掷到敌方机场，创下了当时战机远程轰炸的最远纪录。

这款战机的研发之路并不顺利。在二战的最后时刻，世界见证了核武器的巨大威力。一直以工业强国著称的美国决定研制核武器，以及能投放核武器的战略轰炸机。

英国皇家空军很快制订了战略轰炸机的研制目标：航程达到6000千米以上、最大飞行速度达到930千米每小时……

1947年，招标会召开。阿弗罗公司在会上表示——轰炸机的战略目标是在安全快速地将炸弹投放至任务区，所以载弹量必须大、航程必须远，即便只携带普通航空炸弹，也能给敌人带来毁灭性打击。他们大胆地提出一种全新无尾式三角翼布局，这种布局拥有良好的高空高速性能，同时隐身性能优异，整机结构质量更轻。

「火神」：无尾三角翼轰炸机的先驱

■王业成 王轶

早在招标会前，阿弗罗公司已经开始对三角翼布局进行技术验证，制造了一架等比例缩小的有人驾驶验证机。然而，这架验证机首飞成功不久，就在1949年9月失控坠毁。这给阿弗罗公司带来巨大打击，外界对三角翼的质疑声也多了起来。

阿弗罗公司没有放弃，为了获得更多三角翼的气动参数，他们先后设计了几架不同型号的验证机，收集大量数据，制造出一款后掠角达52度的直边前缘三角翼原型机。

令人沮丧的是，这种三角翼飞机高速稳定性较差，不便在高空中转弯，实战中极易被击落。这时，团队中一位设计师在陪孩子折纸飞机时突然找到灵感——采用折线前缘机翼，就能提高飞机在空中的敏捷度。经过几个月的论证，阿弗罗公司研制出折线前缘机翼，飞机整体性能有了明显提升。而后，他们又针对机翼震动导致机寿命降低的问题再次改进，研制出弯曲的机翼前缘。

多次试飞成功后，火神轰炸机定型。1956年9月，首架火神轰炸机入役。为了彰显“日不落帝国”的力量，这架轰炸机开启了一次环球航行。1956年10月，它在伦敦希思罗机场降落时，因遭遇恶劣天气不幸坠毁，给这次环球航行画上一个不算圆满的句号。

20世纪70年代，火神轰炸机的用途拓展至侦察领域，主要承担监测海上舰船、提供信息情报等任务。马岛战争爆发后，火神轰炸机领命出征，为摧毁阿根廷在斯坦利港的机场立下大功。

随着时代发展、科技进步，火神轰炸机逐渐退出历史舞台。今天，只有在博物馆里，我们才有机会重新见到这款战机的踪影。



英国火神轰炸机。资料图片

防等方面都有突出贡献，因此有着“空中战力倍增器”的称号。它的存在，也成为衡量一个国家空战能力强弱的重要标准。

改装电子战飞机，既需要强大的综合国力作后盾，更需要雄厚的工业实力作支撑。以新型“台风”EKG电子战飞机为例，该项目集结欧洲多国科技力量，应用了大量先进技术，投入巨额资金，足见改装之困难。那么，改装电子战飞机，难点到底在何处？本期，让我们一探究竟。

改装电子战飞机有多难

■王东旭 李伟 李博涵



紧跟主战机型迭代升级

电子战飞机，是现代空军武器阵列中不可或缺的一员。当前，全球范围内不少国家列装了电子战飞机，但主要来源于购买他国产品，能够自主制造电子战飞机的国家很少。这种飞机大多由战斗机、运输机、轰炸机等机型改装而来，对于缺乏大型飞机和先进战机制造技术的国家而言，无疑抬高了研制门槛。更进一步而言，拥有成熟战机也不代表能制造电子战飞机，这依然是一场高难度的跨越，背后充满各种技术挑战。

为了满足电子战飞机的功能需求，一般要对其原始平台进行结构调整。内部结构上，需要调整座舱和进气道等散射源部件的布局，为电子战系统留出空间，同时最大限度减少红外辐射和雷达信号的强反射。外部结构上，需要在机翼和翼尖等位置安装数个电子吊舱装置。

回顾诞生初期，世界各国多以轰炸机为主要平台发展电子战飞机。二战期间，随着警戒雷达大量投入战场，轰炸机受地面炮火威胁加剧。为此，盟军特别研制出针对雷达的有源干扰设备、电子告警装置和无源干扰设备。英美两国将战斗机和轰炸机上的武器拆除，装上了电子侦察和电子干扰设备，改装为专门执行电子支援掩护任务的飞机。早期的电子战飞机由此出现。

后来，随着喷气式战斗机发展，空军作战范围越来越大，轰炸机改装的电子战飞机只能在防区外执行电子干扰任务，无法深入最危险的地带。与此同时，防空导弹横空出世，对战机造成巨大威胁，以“软杀伤”为主的电子战飞机亟须向“硬杀伤”转型，开发直接发射导弹摧毁地面防空目标的作战功能。

为此，科研人员开始在主战机型基础上改装电子战飞机。美国空军推出EF-111A“渡鸦”电子战飞机，海军推出EA-6A/B“徘徊者”电子战飞机。电子战飞机迅速从战场上的配角，摇身一变成为战机进攻的“黄金搭档”。

相比轰炸机等大型军用飞机，将战斗机改装成电子战飞机难度更大。使用战斗机改装时，为了追求电磁压制能力和电子控制权，不得不牺牲电子战飞机的机动性能、载弹量和机体结构强度等要素。改装过程中，科研人员必须绞尽脑汁衡量各种性能，进行合理调整，才能成功改装一款电子战飞机。

除此之外，改装电子战飞机，繁琐的工艺也是一大挑战。除了要加装电子干扰系统和吊舱，电子战飞机需要重新进行电路走线和改进通信设备。据报道，“台风”EKG电子战飞机改装过程中，还需要对座舱和挂点进行优化升级。

在这一系列改装的基础上，电子战飞机要真正投身战场，须结合实际需求

调整配置。俄罗斯的苏-34M电子战飞机，就采用先进的电子设备和战术吊舱，还专门配备了一套塔兰图尔电子对抗系统。该系统不仅能为攻击机群的其他战机提供有效电子防护，还可以主动发射信号进行电子干扰。

并非装上电子吊舱那么简单

众所周知，电子战飞机在现代战争中拥有不可撼动的战略地位。自主研发电子战飞机，是不少国家一直以来的愿望。

通过“成熟一代、改装一代”的方式，许多国家渐渐拥有了一定的战斗机规模和相应战机的维护使用经验，可以在此基础上将自主研发的任务电子系统“嫁接”到成熟的战机上，比如F-18战机、“台风”战机等。

“台风”战机由于空间宽阔、滞空时间长、发动机可靠性高，改装潜力较大，成为研制电子战飞机的优质平台。不过，改装后的“台风”EKG电子战飞机每架高达上亿美元，维修维护更需要不菲花销。以“台风”EKG项目为例，我们可以看到，将战斗机改装成电子战飞机，不仅仅是装上电子吊舱那么简单，需要“脱胎换骨”——

改装第一步，是对舱内功能区进行密封处理。座舱蒙皮、窗户、门缝等处通

常要进行电磁屏蔽，以减少电磁波侵入，保护机上人员安全。改装过程中，要充分考设备重量、尺寸和散热等因素，合理安排设备在飞机内部的安装位置。

改装电子战飞机除了“室内装修”，更棘手的问题是“室外构造”。要在战机体原本平整的机身上加装吊舱及各类天线，必然引起气动特性发生变化，使得战机载弹量和机动性能下降。因此，“台风”EKG项目的机体结构材料，除鸭翼外，在机身、机翼、腹鳍、方向舵等部位大量采用碳纤维复合材料，以维持战机高速进行优异的操作性和机动敏捷性。

由于大量加装电子吊舱，电子战飞机必须提高供电、液压和冷却系统的功率，以满足各式大功率电子设备的用电需求。电子吊舱，通常需要飞机发动机和额外安装的发电机同时供电。发电机供电能力越强，越有利于机载干扰设备的性能提高。“台风”EKG项目就包括对发动机进行改造，在保持原有尺寸的基础上提升机载设备功率承受上限。

不得不提的是，“台风”EKG项目的单座舱设计存在明显不足。多数电子战飞机都采用双座或多座设计，例如美国海军EA-6B“徘徊者”电子战飞机为4人机组，EA-18G“咆哮者”电子战飞机是双座机。多座设计的目的是确保多名飞行员能够分工合作，提升应对突发情况的能力。相比之下，

单座型电子战飞机必须配备更智能的操控系统，否则作战效能难免逊色于多座机型。

改装五代机面临两难之境

2023年初，美国国会否决了美国海军EA-18G电子战飞机退役的提议，并明确提出——必须保留25架EA-18G驻扎在海军航空站，126架EA-18G驻扎在航母上。

这个决策，与4年前美国海军陆战队换装F-35B战机后完全淘汰EA-6B“徘徊者”电子战飞机的决策大相径庭。一时间，“五代机是否需要发展电子战飞机型号”，成为广大军迷的热议话题。

对于五代机而言，电子战飞机所需要的探测、通信、电子干扰等功能，很大程度上与五代机本身具备的隐身能力相互矛盾——因为对外发射的电磁信号功率越大，越容易被敌方发现。

除此之外，电子战飞机吊舱需要外挂才能使用，即使采用保形吊舱尽可能降低影响，还是会对战机原本的隐身布局造成破坏。由于平台限制，隐身战机能携带的电子战武器功率较低，如果将隐身战机电子化，战斗效能很难与平台自身价值匹配，功能设定也不符合隐身战机在当前空军装备中的定位。

由此看来，专业性更强的电子战飞机似乎是更好选择。然而，在电子战领域内，第四代电子战飞机很难帮上五代机的忙——缺乏隐身设计，难以掩护隐身战机；作战半径较小，需要在加油机辅助下延长航程，实际作战中会将更多战机置于危险当中……

因此，美军在研制F-35战机时开始重视电子防御能力打造，置入了大量的微型电子对抗设备，通过分布在机身各部位的传感器，对所有具备威胁性的电磁波进行侦察、收集、定位和确认，希望在降低战机隐身性能的同时应对敌方侦察手段。但在真正遭遇电子战时，F-35战机的表现并不理想。有媒体报道称，F-35战机在受到电子干扰后发射导弹未能命中目标，打击精度受到很大影响。

上个月，美国《2024财年国防授权法案》通过。美国空军下一代战斗机NGAD的招标计划被披露，关于NGAD电子战能力的讨论逐渐增多。据报道，NGAD项目借助电磁频谱控制技术保障安全，同时运用各种技术手段，努力实现隐身状态下的主动电子干扰。这一举动，显示出新一代战机融合电子战飞机职能的重要研发趋势。未来，隐身战机究竟能否在电子战领域进一步发展升级，还需拭目以待。

上图：电子战飞机概念图。资料图片

海军勤务学院某基地一级上士邢代春——

在平凡的事业中追求极致

■程禹 李芮

症结，就要多了解装备，这离不开实践的打磨和时间的积累。”

尽管说得轻描淡写，但要像邢代春那样静下心来，每天反复做着同样的工作，并非一件容易的事。

2014年，邢代春以专业第一的成绩从军校毕业。走上新岗位，他并没有因过去而骄傲，反而像新兵一样从头学起。“我们应该把既往的成绩和荣誉‘清零’，这样才能客观审视自己。”邢代春说。

几平方米的工作间，旁边就是装备仓库。短短几步路，邢代春每天要往返几十次，为的是确保装备时刻保持最好状态。有时，一张小小的电路图，他都要实地摸索好几次，生怕哪根线路出问题。几年后，他对自己负责的所有装备了如指掌，拆装轻车熟路，专业知识

烂熟于心。

“装备是我的战友，维修装备的技术就是我的武器。”这是邢代春常挂在嘴边的一句话。凭借这种钻研精神，邢代春成为该基地最年轻的技师。

一次应急拉动，发电机组总是重复发生同一故障。官兵们尝试了许多方法仍然效果不佳，只好向邢代春寻求帮助。

“刚描述完故障，邢班长立刻就作出判断！”现场的操作员感叹。在邢代春指导下，问题顺利解决，发电机组迅速恢复工作。

该基地组织勤务专业大比武，为了取得好成绩，邢代春一遍又一遍描画着电路图。

“对装备熟悉一分，排除故障的速

度就快一秒。”那段时间，邢代春的笔记本画满了电路图，数不清的故障案例被他熟记于心。为了缩短排除故障的时间，他经常一个动作反复练习上百次。最终，邢代春在比武中干净利落地排除了故障，取得专业第一的成绩。

时至今日，邢代春依然在每天的工作中努力刷新自己的纪录。“在平凡的事业中追求极致。”这是邢代春的选择，也是他的坚守。

图为海军勤务学院某基地一级上士邢代春。李翔摄

保障达人



寒冬时节，鹅毛大雪在山林间飘飘洒洒。天还没亮，一场野外实战化综合训练在海军勤务学院某基地拉开帷幕。

“指挥中心电路中断，请立即恢复！”训练进行到关键时刻，指挥中心突然断电，与各部通信受阻。操作员紧急连接备份发电机，排查电路故障。

“发电机组运转正常，但一直测不出电压，这是什么情况？”几个操作员挨个检测，却没发现故障所在。正在焦急之时，一级上士邢代春赶到现场：“让我试试！”