

年初,据以色列国防部透露,以色列将购买2架由波音公司制造的KC-46A“飞马座”新一代空中加油机,以提升空军远程打击能力。

作为在飞行状态下为其他飞机补充燃油的特种飞机,空中加油机在现代战争中发挥着不可替代的作用,一直是各国空军竞相发展的主战装备之一。其在增加战机航程、续航时间和有效载重等方面的突出表现,赢得“空中力量倍增器”的美誉,并成为衡量一个国家远程空战能力的重要标志之一。

浪漫的“长空之吻”,背后需要精湛的驾驭操控,更需要精良的制造工艺。此前,以色列已与美国签订购买8架KC-46A空中加油机的军购合同,但由于波音公司在制造过程中“小问题”接连不断,交付日期一再后延。这也足以见得,制造空中加油机并非易事。

相比一般大型飞机,空中加油机既要有很大的载油量,又要有很高的经济性,空中加油技术方面难度则更大,这些都给空中加油机的制造提出了挑战。

制造空中加油机有多难

■王明森 雷柱 李瑞



空中加油机。资料图片

「做试验就要勇于探索」

海军某试训基地高级工程师金辉

■赵忠鹏 周明顺 任慧强



炸弹在水下爆炸是什么样子?
“水下爆炸与空中爆炸一样,是化学能瞬间释放的过程,开始也有一团火,然后产生冲击波,并在爆心处形成巨大的气泡。近水面爆炸时,会产生像椰子树一样的水花,非常漂亮。”作为水中兵器毁伤研究领域的专家,金辉对“漂亮”的水下爆炸所蕴藏的巨大威力,再清楚不过了。

那年夏末,北方某海域波澜不惊,金辉的心里却“风高浪急”。

这片海域,将进行一次重要的舰艇抗冲击试验,爆炸冲击测量是此次试验的核心任务之一。此次试验,毁伤测量冲击强度之大、时间之短、技术难度之大,前所未有。

海军某试训基地靶场将与清华大学、中科院等几十家军地单位同台竞技。作为靶场测量项目负责人,金辉感觉肩上“压力山大”。

当时,我国靶场爆炸冲击测量还处于攻坚期。困难面前,金辉没有退缩。他带领测量团队,查阅相关资料,请教行业专家,反复推演舰艇抗冲击海上测量流程及要求。

夏日,舱室内温度已经高达40℃。为确保系统工作稳定性,金辉带头爬机舱、钻人孔盖,安装调试设备。每根测量电线、每个插头,他都亲自检测;每个通道的参数设置、每组数据,他都仔细核对,确保每一项工作“零差错”。等他大汗淋漓地从舱室爬出来,夜色已经浸染了天空。

“我们当时满脑子想着,传感器怎么才能既满足试验结构强度要求,又方便安装?于是就一直试、一直试。”金辉说,测量重要的压力数据时他们先后试验了10多种传感器安装方法,仅安装支架材料,就更换了六七种。其实,当时有人认为,在时间如此短的情况下,完全没有必要试验这么多方法。但是金辉力排众议,经过反复多次试验和探索,最终求得“最优解”。

伴随着一声声水下惊雷,某型舰艇抗冲击试验取得圆满成功。安放在周边海域和扫雷舰上的各种精密测量仪器,源源不断地记录下了水爆试验的宝贵数据。金辉团队成了唯一一家拿到某型水雷爆炸载荷数据,数据有效率达100%测量单位。

由于长期超负荷工作,金辉患上了严重的颈椎病。2014年,金辉进行了颈椎植骨手术。术后仅1个月,团队成员

惊讶地发现,他们居然在某型装备实射试验现场又看到了金辉。当时的他,皮肤苍白,一脸病容。由于戴着颈椎护具,他不得不挺直脖子,将试验报告举到眼前才能翻阅。同事们劝他回去休息,他却说:“现在是试验的关键时期,我岂能置身事外?”

熟悉金辉的人都知道,他常说的一句话是:“做试验就要勇于探索,不断开展科研攻关。”他以此激励团队成员,也鼓励自己,完成了科研人生中的一大一小突破:他带领团队开展自主创新研究,发展了水中兵器在复杂边界条件下毁伤理论,建立了水中兵器近场爆炸计算模型和评估方法,填补了国内水中兵器毁伤研究领域多个空白。

左上图:金辉(前排中)组织某创新团队建设方案讨论。

夏明辉摄

大国工匠

军工世界观

“转身”升级:充满艰难的改装之路

目前,全球范围内已有不少国家装备了空中加油机,但大多依靠购买他国产品,能够自主制造空中加油机的国家少之又少。

作为现代空军武器装备中不可或缺的一员,空中加油机大多是由运输机、轰炸机乃至民航客机等改装而来。这对缺乏大型飞机研制技术的国家而言,无疑抬高了制造空中加油机的门槛。

拥有大型飞机并不代表能制造出空中加油机,如何实现这场高难度跨越,背后充满着各种技术挑战。

为满足加油机的特殊功能需求,一般需要对其原始平台重新进行结构调整。从内部结构看,主要是调整油箱和货舱的布局,以最大限度满足载油需求。从外部结构看,加油机还需要在机尾和机翼等位置安装相应的加油装置,实现与机身内油箱相连。

最初,各国发展加油机都是以轰炸机为主要平台。二战末期,美国对B-29轰炸机进行升级改造。将其作为加油机并投入实战。英国则以“胜利者”轰炸机为平台进行加油机改装。苏联早期加油机也是由图-16和米亚-4轰炸机起步。

由于这些飞机载荷有限,加上自身采用大耗油量涡喷发动机,难以提供较大的空中给油能力。发展更实用的空中加油机,急需一种载重能力更强、内部空间更大的改装平台。

成熟的大型客机以其巡航油耗较低、维护保障便利、多用途潜力出色等优势,很快成为西方国家改装空中加油机的全新选择。法国依靠多型号空客飞机,一跃成为空中加油机研发强国。

与轰炸机等大型军用飞机相比,民航客机改装加油机难度更大。民航客机在追求燃油经济性和远航性能的同时,不得不牺牲滑跑距离、机动性能、飞行速度适应范围、抗气流干扰能力和主体结构抗损伤能力等要素。在改装加油机的过程中,人们必须对这些性能进行合理改进,才能最终改装成功一款加

油机。

此外,繁琐的改装工艺也是一大技术挑战。除了常规加装加油设备和油箱外,按照军标重新进行电路走线和改进通信设备等,也是一件不容小觑的“麻烦”事。据报道,法国空客公司在A330客机改装多用途空中加油机的过程中,大概需要安装16000种新部件和约450种新电气线束,以及6000个支架和1700个连接器。

事实上,加油机一旦经过改装“投身行伍”,还必须结合战场实际考虑自身配置。俄罗斯的伊尔78M-90A除采用更先进的机载设备和加油装置外,还专门加装了L370“维特伯斯克”机载主动防御系统,能有效应对来自红外和激光制导导弹的威胁。这些技术,无一不在加大一台先进空中加油机的制造难度。

“长空之吻”:暗藏惊险的浪漫之举

空中加油这项技术是何时出现的?早在第一架飞机问世之初,人们就开始设想各种不落地的加油方式。

1923年,美国首次实现真正意义上的空中加油。美陆军一架单发动机DH-4B型飞机,在飞行中由另一架同型飞机以软管自流的方式进行了两次加油,从而揭开了空中加油史上的新篇章。当然,这个过程全程需要有人用双手捏住软管,操作难度等同一次“空中杂技”。

20世纪30年代,空中加油技术有了一定发展,美国、苏联等国家都研制出了相应的机载空中加油设备。第二次世界大战期间,空中加油技术开始用于实战。盟军许多轰炸机通过在大西洋上空进行空中加油,实现了对德国本土的远程奔袭。

目前,比较成熟并被广泛采用的空中加油技术主要有两种:软管-浮锚式加油方案和桁式加油方案(也称为硬式加油方案)。

软管-浮锚式加油方案由英国空中加油公司于20世纪40年代开发,是应用最为广泛的空中加油技术。采用该方式进行空中加油,受油机只需在机首或机翼前缘加装一根受油管即可,加油机的加油设备则由绞盘、一条软管和一个漏斗式浮锚组成。浮锚上装有机械自锁装置,当受油管伸进浮锚后,浮锚会自动锁紧受油管口,使之与输油软管

相衔接,从而完成加油工作。

由于构造简单,便于拆装,一架大型加油机可安装数套软管式加油设备,从而实现同时对多架战机加油,柔性的软管衔接也提高了加油机与受油机相对运动时的安全性。但软管式加油的缺点也很突出:受气流紊流影响较大,衔接较为困难,对飞行员操作技术要求更高;输油软管承压能力有限,输油速度较慢,因此给大型军机加油时需要较长作业时间。

桁式加油方案相比软管-浮锚式加油方案更复杂。一般需在加油机尾部安装一个由两截刚性伸缩管组成的加油桁杆,以及一个操作人员控制舱。空中加油时,加油机伸出加油桁杆,待受油机接近时,由控制舱操作人员控制加油桁杆对准受油机加油孔,从而有效完成油管衔接。

硬式加油可以采用增压设备提高输油速度,输油效率更高,设备稳定性和可控性也更好,受油机无须再去追逐晃动摇摆的加油软管,更容易对接成功。安装硬式加油设备的加油机一次只能给一架战机加油,并且需要有受过专业训练的加油操作人员。

现代空中加油技术在加油速度、可靠性、加油量等方面有了较大进步,但加油的惊险程度与早期几乎不相上下。空中加油,一场看似华丽的“长空之吻”,背后依然暗藏着无数风险。

2018年,美国海军一架F18在加油过程中与KC-130J加油机相撞,导致两机坠毁,机组成员伤亡惨重。2019年,美国一架F35C在加油过程中与输油管刚蹭,导致受油管的锥套被破坏,零部件还被吸入了进气口,造成F35C发动机严重受损。

此外,空中加油机还涉及多项关键技术。例如,为实现空中加油过程中“对接后自动输油”“脱离自动断油”,加油浮锚和受油管的机械结构在设计上必须十分可靠。硬管加油的输油速度普遍高达4000多升/分钟,但研发难度大,仍是很多国家需要突破的难点。

光明前景:强能加身的“远航驿站”

走过百年历程,空中加油技术已由单机加油发展到30-50架飞机间的编队加油,由昼间加油发展到夜间加油,由一般气象条件下的加油发展到复

杂气象条件下的加油。随着各种新技术的不断应用,新一代空中加油机也必将成为各型战机更加可靠的“远航驿站”。

空中加油能力全方位增强。空中加油能力作为一项核心指标,一直以来是各国建造空中加油机的首要考虑。一方面,各国普遍选择运载量大的飞机作为新空中加油平台,以增强供油能力;另一方面,各国都在不断研发加油速率更高的加油系统,以提高加油效率。以空客公司研发的A330MRTT为例,该机同时拥有2型3个空中加油接口,其中软管加油器可以实现1590升/分钟加油作业,硬管加油器输油速度可达4540升/分钟,可以更好满足多个机型多种受油需求。

执行任务类型多领域拓展。空中加油机作为一个重要的支援保障平台,其经济集约性越来越受到重视。从KC-767和A330MRTT两款空中加油机来看,未来的空中加油机应具备执行多种任务的能力,兼顾对燃料、货物、兵员的运输需求。特别是当战略空运力紧张时,兼具空运能力的加油机可有效减轻空军战略运输机群的压力。此外,通过安装传感器、战术数据链、通信网关等设备,空中加油机还可具备预警机、电子战飞机的部分功能,成为网络化战场环境中一个信息节点,为友机提供信息支援。

信息化水平不断提高。机载设备信息化已然是各国发展空中加油机的必然趋势。去年9月,国外某公司公布了新研发的LMXT加油机方案。方案显示,LMXT继承了空客A330MRTT的全自动吊杆系统空对空加油能力,应用了电传操作杆技术,且装备了基于联合全域指挥控制的开放架构系统。信息化、智能化不断提升,有利于更好完成作战任务,实现资源整合利用,还能实现加油机与广域战场空间其他作战单位的互联互通。

同时,空中加油机在防御性和隐身性方面的发展,也为其更好遂行加油任务提供了保障。

空中加油机一直以来都是敌方攻击的目标,因此,各国都在努力采取各种防护措施,以增强空中加油机自我保护能力。KC-46A加油机在制造时,便加装了雷达警告接收机和电磁脉冲防护、红外对抗设备,战场生存能力可见一斑。此外,通过对空中加油机机翼等外观的设计,并结合低可观察特征和伪装标记,也意在追求“隐身”效果而降低被攻击的概率。

“掷瓶礼”的由来

■董柏亮 高昊天

趣味军工

有消息称,拖延交付近2年的“约翰·肯尼迪”号航母计划于今年服役美海军部队。

3年前,该航母的入水仪式上曾有这样一桩轶事:在纽波特纽斯造船厂内,美国前总统约翰·肯尼迪的女儿卡洛琳·肯尼迪作为冠名者出席,并为新航母执行“掷瓶礼”。在现场数千人共同见证下,砸向船头的香槟却并未“碎碎平安”。

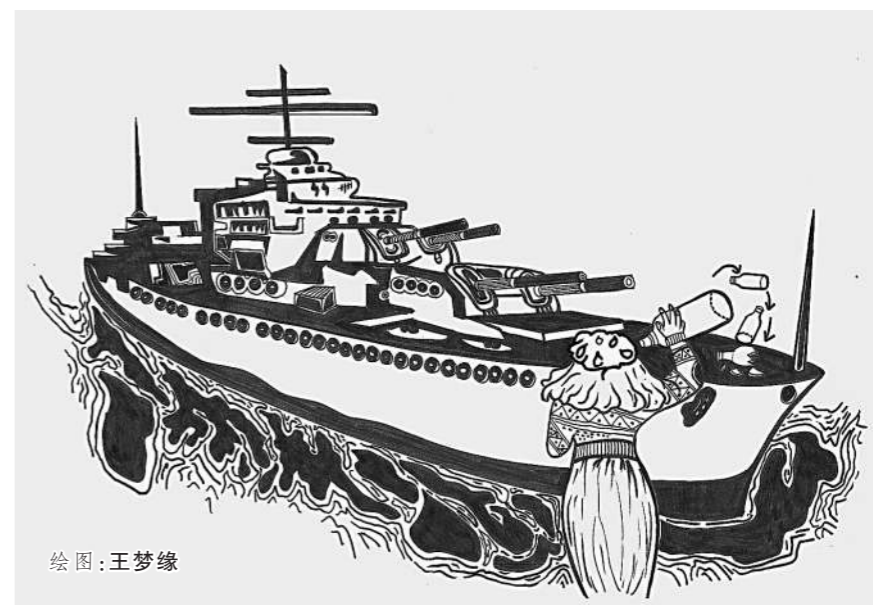
“约翰·肯尼迪”号航母的下水过程可谓历经坎坷:2020年,航母建造期间船舱突发大火;2021年,全球新冠疫情升级推迟建造工期……3年前“掷瓶礼”的失败,似乎就已预示了这几年来“约翰·肯尼迪”号驶向大洋路上的“风雨飘摇”。

“掷瓶礼”这种独特的仪式历史颇为久远。在科技还不发达的古代,航海是一件极度危险的事情。当船员处于灾难

与绝望的边缘,往往会将遗言写在纸上放入酒瓶,封口后扔进大海任其随波逐流,希望它能被岸边的家属拾到。于是,为了祈祷家人出海平安,人们创造出“掷瓶礼”——通过摔碎酒瓶来祈祷未来不会在海上看到那样的漂流瓶,而当瓶中美酒飞溅船头,也带着驱邪避灾的美好祝愿。

如今,“掷瓶礼”已经成为新船下水的一个“国际通用惯例”。不过,对于由什么人来捧这瓶酒,各国却不尽相同。过去,部分欧洲国家会请神父、牧师执行。后来,这项权利逐步扩展到社会名流及名门望族。目前,欧美等老牌西方航海国家更多时候是由女性来执行“掷瓶礼”。

执行“掷瓶礼”时,嘉宾除了要带一瓶香槟酒在船首击碎,通常还要为舰船诵读一段祝福语。但是祝福毕竟只是祝福,发生在“约翰·肯尼迪”号的故事证明,无论是船舶制造还是驾驭战船,工业实力和人员能力才是安全的最终保障。



绘图:王梦缘