

前不久,欧洲空客防务与航天公司开展了无人自主化空中加油技术飞行测试。测试飞行期间,A310MRTT加油机和Do-DT25无人机全程采用人工智能和协作控制系统指挥,引起军迷关注。

二战以来,世界各军事强国竞相发展空中战略打击武器。空中加油机作为增大战机航程、延长续航时间的关键利器,可以有效提升空军远程作战能

力。可以说,空中加油能力是现代空战的制胜要素,其技术及配套设施的研发制造水平体现出一个国家航空工业发展水平。

目前,世界上仅有美、俄、中、英等少数国家具备空中加油能力。那么,空中加油技术经历了怎样发展?其技术难点有哪些?未来发展趋势如何?请看本文解读。

空中加油

# 云端上的『穿针引线』

■姜子吟 李伟 钟永垠

利气流影响,降低空中对接难度。

在万米高空进行空中加油要攻克以下3道技术难关:

**响应关。**如果将空中加油比作“放风筝”,那么加油机必须拉紧软管这根“风筝线”——控制软管收放的绞盘要根据2架战机的相对速度,实时调整转速,既要避免松驰的软管在气流的作用下产生鞭甩情况,还要防止软管拉力过大导致断裂。

**为了让空中加油的软管变得“刚柔并济”,俄罗斯军方在加油吊舱上增设了响应装置,与收放装置一体随动,完美解决这一问题。响应装置利用风门中的随动涡轮测量风速,通过机械传动实时调整收放装置的传动比,巧妙避开了电子控制的延迟性和低可靠性,实现加油软管的收放自如。**

**抛放关。**当加油软管放出后不能正常收回,需要及时将软管松脱抛放,避免意外撞击事故。不少国家采用软管切断器,由人工启动爆炸装置驱动刀片切断软管。

**然而,为实现软管的应急剪断,加油软管放弃了可以增加强度的钢丝编织层,只使用了尼龙编织层,软管寿命受到影响,维护成本直线上升。因此,部分国外航空公司选用吊舱抛放装置,整体抛放吊舱和软管,无须剪断软管也不用改变软管材质,既保证了战机安全,又能有效降低成本。**

**增压关。**为高效进行输油,空中加油吊舱通常设置有气动油泵,由战机螺旋桨驱动工作。在战机飞行过程中,因为气动一直存在,油泵全时工作造成故障多发,部件更换频繁。

**如何实现油泵加压的科学高效?俄罗斯研发出可关闭的涵道风扇式涡轮泵,通过内部活动锥头的前后调整,形成环状涵道,控制迎面气流流入后吹动涡轮转动,带动燃油泵对燃油进行增压。在不进行加油任务时,涡轮不工作,吊舱维持在待命状态,有效减少了涡轮泵的使用寿命消耗。**

**油作业流程中,飞行员和操作人员的配合被视为最危险的一个环节。空中加油时,加油机上的操作人员需要通过操纵纵油管上的V形小翼,带动加油杆杆伸长或收回,直至与受油管衔接,其中复杂的操作工序不能有丝毫偏差。如果在连接过程中发生错位,加油机则要重新更换输油管,卡滞的输油管还会造成机毁人亡的严重事故。**

**2018年,美国海军一架F-18战机在加油过程中与KC-130J加油机相撞,导致两机坠毁,机组人员伤亡惨重。2019年,美国一架F-35C战机在加油过程中与输油管刚蹭,导致受油管的锥套损坏,零部件还被吸入了进气口,造成发动机严重受损。**

**近年来,为达到“一杆进洞”的理想对接,空客公司在硬式加油自动对接技术上狠下苦功,成立自动化研究团队,通过影像学技术自动识别两机位置,利用智能算法精准操控加油杆,减轻了加油机操作人员的工作压力。**

**值得一提的是,各军事强国还在硬式加油的平台改装中加强气动分析,尽可能提升加油杆的操控稳定性。以美国空军KC-46A空中加油机为例,改装波音767客机历时8年之久,科研人员对加油机背景气流场、受油机气流干扰进行大量仿真计算,形成加油系统方案,并反复进行改装试验,才最终通过验收。**

## 空中加油开启自动模式

**进入新世纪,越来越多军事专家开始关注一个问题:随着战机与导弹系统迭代升级,加油机的能力是否跟不上武器装备发展速度?**

**2017年,一架美国KC-135加油机在密西西比州利福勒县发生坠毁事故。经调查,事故原因是操作人员经验不足,导致战机坠毁。**

**武器装备再先进,人员依旧是战斗力建设的关键因素。一般培养1名合格的加油机飞行员需要经过5至6年的学习训练,并在数名加油机教官的指导下,通过加油对接考核后,方可驾驶“空中油车”,要想成为加油机机长更是需要长达10多年的飞行经验。**

**为此,各国军方纷纷引入模拟训练系统。通常每名美军飞行员需要经过6次飞行任务才能掌握空中加油技术,每人费用开支为8万美元。当与VR训练系统结合使用时,任务数量可以减少到4次,每人费用开支也大幅缩减。**

**近年来,随着信息化技术快速发展,空中加油模式也持续迭代升级。2021年,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,且配备了基于联合全域指挥控制的开放架构系统。这种加油机方案,有利于更好地完成作战任务,实现资源整合利用。**

**空中加油机信息化程度提高,催生出无人加油机的诞生。前不久,美国波音公司宣布,“黄貂鱼”MQ-25舰载无人加油机将部署到航母上,无人加油机在空中保持定速飞行,空中加油可实现“即停即走”。**

**由此可见,无人加油机的出现将降低人工操作的风险,并对环境有更强的适应能力。未来,根据多样化作战任务的需要,或将衍生出智能化程度更高的无人加油平台。**

**下图:A330MRTT加油机给2架战机进行空中加油。**

资料照片

# 警惕武器装备的“合成谬误”

■张西成

## 匠心慧眼

**一位经济学家曾提出一个著名论断,叫“合成谬误”,指的是每一个局部看上去都是合理、正确、有效率的,加在一起却可能是一个谬误。“合成谬误”存在于社会生活各个方面,军事领域也概莫能外。下面一则关于武器装备研发的故事,说的也是同样一个道理。**

**据说,德国皇帝威廉二世设计了一艘军舰。他在设计书中写道:“这是我多年研究、思考和精工细作的结果。”他聘请著名造船专家对此进行鉴定。经过数周,造船专家送回其设计稿并反馈意见:“陛下,您设计的这艘军舰是一艘威力无比、坚固异常和十分美丽的军舰,称得上是空前绝后。它能行驶出前所未有的速度,它的武器将是世界上最强的,桅杆是世界上最高的,大炮射程也是世界上最远的。您设计的舰内设备,会使从舰长到见习水手的全部船员都感到舒适无比。当然,就不足而言,**

**您的这艘辉煌的战舰,目前看来只有一个小小的缺点,那就是只要它一下水,就会立刻沉入海底,如同一只铅铸的鸭子一样。”**

**毫无疑问,从战场需求出发,设计师希望设计出武器装备性能指标更高、更强、更好,将世上所有的“最好”都集合到这款武器身上。然而,这是不现实也是不可能的。就一种武器系统而言,任何部分都不可能独立存在于系统之中,都不可能任由某一功能的“野蛮增长”,必然会受到不同功能之间的约束或限制。某种程度上讲,如果一种武器装备的所有性能指标都堪称一流,那它背后肯定是以内部应力的增加为代价,或可靠性降低,或维修性变差,或安全性不足。**

**当年,苏联研制的米格-25战机以优越的技术性能闻名于世。该战机所使用的零部件并不是最好的,甚至许多性能都远远落后于美国,但经过苏联专家的巧妙组合,其整体性能超过了美国同期生产的战机,正所谓“组织一流胜过材料一流”。现代军**

**事科技发展,使武器的运用具有专一化和协同性特征,因此决定了无论哪一种武器都不可能单独赢得战争。所谓战争制胜的秘诀,并不是要求人们去寻找或创造一种“万能兵器”,而是如何去编织组合“十八般兵器”,使它们在战争中取长补短、协同作战。一位军事专家曾说过,打仗不一定都要使用最先进的武器,而是最管用的武器。**

**意大利军事理论家杜黑说过:“一个想要制造一件好的战争工具的人,必须首先问问自己下次战争将是怎样的。”从近期战争实践看,信息主导、体系对抗将是未来战争的一个显著特点,也是武器装备现代化的主要特征。发展现代化武器装备,要防止“合成谬误”,注重体系建设,坚持把单个武器装备放到整个体系的大盘子来衡量,以对作战体系的贡献率为标准来推动武器装备发展,既关注单装性能,更关注整体效能,努力打造适应未来作战需要的现代化武器装备体系。**

海军航空大学某团机械技师杨裕山——

# “致广大而尽精微”

■李 娟 王 赫



阳春三月,海军航空大学某团组织装备换季保养工作,机械技师、一级军士长杨裕山站在机翼下,为新兵演示战机维护操作要领。

**“检查战机时,要有高度的责任心,哪怕只有1毫米的间隙误差,也有可能对飞行安全产生影响……”**杨裕山一边细心操作一边耐心讲解。从事机务工作25年来,杨裕山始终把保障战机飞行安全放在首位,以高标准、严要求干好每一次机务保障工作。

**有战友说,杨班长练就过硬本领离不开勤奋与努力。刚接触机务工作时,杨裕山便产生了浓厚兴趣。看到班长娴熟处置各种故障,他心生敬佩并给自己立下目标:打好基础,练强技能本领,争取早日成长为“维修大拿”。**

**第一次参加外场保障,杨裕山感到十分兴奋,看着班长细心检查并灵活处置各种故障问题,他仿佛看到了自己未来的模样。**

**保障结束后,杨裕山将工具收拾好,等待坐车返回营区。这时,班长叫住他,指着工具箱说:“我看你整理工具时并没有清点数量和种类,万一工具落在战机上怎么办?”班长的话,让杨裕山脸色涨红,马上重新清点工具。**

**“机务工作是一项细致活,一开始就要把一招一式练过硬,将基础打得实而又实,将来才能成长为师傅、带教好徒弟。”**回到营区,杨裕山对自己进行一次全面“复盘”,并重新学习了机务工作规范。

**机务知识晦涩难懂,本来学历不高的他,只能下苦功夫,花更多时间学习。杨裕山把每天工作安插得满满的,学理论、练实操,忙起来像一个停不下来的陀螺。看不懂的专业知识,他就请教班长;背不好的机件参数,他就自制小卡片多看多背。半年后他的专业能力突飞猛进,阶段性考核也是次次优秀。**

**杨裕山的勤奋努力,为他赢得了一次机会。上级组织航空专业技术比武,中队支部推荐杨裕山参加紧固件保险项目。比赛当天,杨裕山在打保险的过程中,发现导管接头螺帽竟然是松的,平时就注重细节的他思考片刻后,决定将打好的保险去掉,先拧紧接头再继续比赛。最终,凭借严谨细致的工作作风,杨裕山获得该项目冠军。此后,杨裕山始终保持高强度的学习和训练,高标准严格要求自己,他的机务保障水平得到很大提升。**

**某个飞行日,在最后一架次战机着陆后,飞行员反映战机飞行时出现异常情况,经检查确定为某器件故障,需要进行更换。但该器件位置复杂,拆卸安装非常耗费时间。为了不影响第二天战机执行飞行任务,领导要求杨裕山协助该机组连夜更换故障部件。杨裕山果然不负众望,凭借丰富的工作经验,只用预定一半时间就完成了故障部件更换工作,战友们纷纷为他点赞。**

**25年来,无论寒冬酷暑还是刮风下雨,在外场总能看到杨裕山忙碌的身影。战友们常说,只要有杨班长在,战机飞行安全就有保障。2021年,杨裕山因执行各项任务表现优异,晋升一级军士长。当战友向他请教成功经验时,杨裕山说:“正所谓‘致广大而尽精微’。天下大事,必作于细。干工作要绵绵用力,久久为功,真正做到干一行爱一行,钻一行精一行。”**

**从机械员到机械技师,再到代理分队长,杨裕山提升个人能力的同时,也不忘帮带新人。“头雁领航,雁阵齐飞。”如今,他的很多徒弟已成长为各自岗位的“顶梁柱”,成为战斗力链条上的牢固一环、机务队伍建设的中坚力量。**

上图:杨裕山检修战机。

作者供图

## 保障达人

合成孔径雷达——

# “小眼睛”看“大世界”

■胡勇华 刁 月

**我们知道,昆虫复眼的运动知觉很好,能看清高速移动物体的运动轨迹。动物一旦受到惊吓,瞳孔会放大,将注意力集中到威胁点,捕捉更多的光线,更好地看清事物。物理学上称之为“合成孔径现象”。**

**孔径,是信号接收器的面积。合成孔径,则是集合多个小口径接收器模拟一个大口径接收器。孔径接收面积越大,接收信号能力越强,成像质量越好。**

**早期雷达的探测能力很低,将观测对象视为点目标,只能测算位置信息和运动参数。随着合成孔径技术诞生,雷达可以发现微小信号,实现对目标和场景的成像。**

**初期的合成孔径雷达,主要应用于机载平台,如飞机、导弹或者卫星上。与地面固定雷达不同,机载平台**

**的运动速度很快,会造成图像散焦。平时时,合成孔径雷达成像容易出现模糊。因此,合成孔径雷达成像以侧视的方式工作,在一定距离内通过信号处理“绘制”出一幅电子镶嵌图。此外,雷达成像像素的亮度,与电磁波的能量息息相关。能量越强,图像越亮;能量越弱,图像越暗。为了提高图像的刷新率,每发射一次电磁波,多个孔径叠加,并存储回波信号,从而处理和形成高分辨图像。**

**这种高分辨成像雷达,能够“穿云破雾”,不受夜晚影响,可以在能见度极低的气象条件下,获得高分辨雷达图像。目前,合成孔径雷达的分辨率可达厘米级,场景图像的质量可与同类用途的光学图像相媲美。**

5年前,科学家成功“冲洗”出人类

**历史上首张黑洞照片,这是天文学家分布在全球各地的8个高灵敏射电望远镜联合在一起,模拟出一个口径极大的望远镜。这种将多个射电望远镜组合成一个大的望远镜的方法,就是通过合成孔径原理实现的。**

**随着合成孔径成像技术的出现,雷达能对某一特定区域进行高精度测量和高质量成像。相信,随着计算机性能和AI技术的突飞猛进,合成孔径雷达能够对回波信号进行更好更快处理,在航空航天、空间观测、海洋监测、气象监测、军事情报等领域发挥重要作用。**

## 军工科普

