

科普问答

航空母舰的水从哪里来



对于常年航行在海上的航空母舰来说,最不缺的是水,最缺的也是水。

茫茫大海里,四面八方都是含盐量极高的海水,航空母舰动辄巡游数月,淡水供应就成了大问题。除舰上人员所需的生活用水外,航空母舰使用的蒸汽弹射器等装备也是淡水消耗“大户”。那么,要维持航空母舰正常运行,需要的淡水从哪里来?

答案无外乎两种:淡水供给贮藏和舰船设备自产。

提起淡水供给贮藏,航空母舰出行前可以在陆地补给物资,远航及作战期间,还可通过综合补给舰补充燃料、淡水、食品、弹药等消耗性物资。这种补给方式对扩大军舰作战半径、延长作战时间至关重要。因此,各国海军在发展作战舰艇的同时,都投入了较大力量发展综合补给舰。

对航空母舰而言,由于要装载大量舰载机、弹药及其他军事设施,能够携带的淡水有限,且淡水存储时间过长容易变质。因此,当前各国航空母舰主要采取自产淡水的方式补充淡水资源。

军舰自产淡水一般有两种方法:低压蒸馏法和反渗透法。

低压蒸馏法,是直接引入海水进行加热蒸馏,然后冷凝得到可以饮用的淡水。这种方法可迅速净化出大量淡水,但加热蒸馏管耗能巨大,所以除航空母舰外的其他舰船较少采用。

反渗透法,则是利用反渗透设备使淡水收集容器内形成负压,使海水中小分子的淡水经膜过滤进入容器,大分子的盐颗粒被留在膜的另一端。最后,通过淡水后处理装置中的精密过滤器去除杂质,再用紫外线杀菌器进行杀菌处理,完成水质净化。由于成本较高、清理不易,这一方法一般只应用于中小型军舰。

空间站的水从哪里来



前不久,神舟十四号载人飞船成功发射,航天员陈冬、刘洋、蔡旭哲进驻空间站天和核心舱,开启为期6个月的太空之旅。

对人类而言,水是生存的基础。一名成年人每天要饮用大约2升水,一名航天员在空间站驻留3个月,就需要大约180升水,还不包括其他生活用水。

空间站通常要通过地面携带和货运飞船补给淡水。但空间站存储空间有限,使用货运飞船补给的成本也十分昂贵,所以为了降低运营成本,各国航天员都会尽可能地收集水蒸气、汗液、尿液、日常洗漱工作用水等,利用水资源净化技术进行循环利用。其中,尿液是回收水的主要来源。

俄罗斯主要采用渗透膜蒸发技术对航天员尿液进行再生处理。该尿液再生系统曾于1990年在和平号空间站上的Kvant-2舱段启用,尿液中水的回收率约为80%。

美国则采用蒸汽压缩蒸馏技术。该技术于2009年应用到国际空间站的美国舱段,与其他水处理系统相比更易控制,具有出水水质好,水回收率高,装置重量轻、体积小、功耗低等优点。

在中国空间站中,中国航天科工集团二院206所研制的环控生保尿处理子系统和水处理净化器同样采用蒸汽压缩蒸馏技术,将预处理后的尿液进行旋转蒸馏,等到水蒸气冷凝后形成蒸馏水,再进行深度净化处理。

该尿处理子系统能从6升尿液中取出5升蒸馏水,最大产水速率为每小时2.5升。蒸馏水经过水处理净化器净化后得到的再生水,可满足航天员在空间站的清洁、制氧等多种需求。

(姜伟、张晓君整理)

高级教练机：“敢问路在何方”

■沈高剑 姜子晗 陈阳

军工世界观

加速飞翔：跟随战机跨越音速

教练机,不比战斗机“锋芒毕露”,也不似轰炸机“暗藏雷霆”。

然而,无论是哪种战机的飞行员,都必须先驾驶教练机进行飞行训练,才能真正具有飞上蓝天的资格和能力。这一机种的特殊性和重要性,由此可见。

1909年,一架双座莱特A型飞机,揭开了世界教练机发展史的序幕。

这架飞机由大名鼎鼎的莱特兄弟为美国陆军通信兵团航空部设计,用于训练飞行学员。第一次世界大战前夕,世界首型教练机“阿弗罗”504-K正式诞生。各国空军纷纷组建专门的航空学校,教练机的研发和应用也渐渐迈入正轨。

在培训飞行学员过程中,飞行院校逐步形成了初级、中级、高级三个训练阶段,衍生出对于配备教练机的不同需求。作为飞行学员培养的最后一个“台阶”,高级教练机的设计研制,一直紧跟战机发展的步伐。

20世纪40年代,战机实现超音速飞行。设计师们犹豫再三:该不该让高级教练机具备超音速飞行能力?毕竟,教练机飞行时间长,一旦进入超音速状态,飞行成本将会呈几何级增长。

以机身设计为例,教练机的飞行速度超过音速后,会遭遇气动焦点后移、高频率振动、空气压力升高等问题,对机身强度和刚度产生巨大考验,进而导致设计制造成本增加。

然而一开始,亚音速教练机模拟超音速战机的效果并不理想。因为在超音速下飞行时,战机处于完全不同的飞行状态,亚音速教练机很难模拟。为了弥补短板,1991年,俄罗斯开始设计研发新一代双发涡扇高级教练机。通过巧妙的气动设计和全权限电传飞控等先进技术,亚音速教练机在训练中能够部分模拟超音速战机的操纵特性。该机一经推出,便收获多国订单。

那么,研发高性能亚音速教练机就可以一劳永逸吗?

答案是否定的。五代机的出现,向高级教练机的设计研制提出新的挑战。

由于五代机普遍未设计同类型双座版教练机,飞行学员将面临独自进入新机种训练的困境。为了更好地适应飞行训练任务,超音速教练机成了最佳选择。

2018年,美国空军确定采购T-7A超音速高级教练机,替换老旧的T-38高级教练机,作为F-22和F-35等先进



战机的训练平台。2020年,欧洲航空工业巨头空客公司发布超音速喷气式教练机AFJT项目,计划进军教练机市场。超音速,已然成为世界军事强国新一代教练机的标配。

超音速教练机的功能不仅仅是简单的飞行训练,它还具备改装为作战飞机的潜力。列装更多超音速高级教练机来维持空军编制,可进一步减少主力先进战机的数量、飞行时长和过载次数,有效控制飞行训练成本。为此,越来越多国家将超音速教练机写入研制计划。

能力升级：既要飞得快,还要功能强

2018年9月27日,美国国防部宣布由美国波音公司与瑞典萨博公司合作的波音T-X教练机中标,将新教练机型号命名为T-7A“红鹰”高级教练机。

自F-22项目投入使用,F-35项目启动后,这项招标计划断断续续持续了15年才落下帷幕。究其原因,是过去10多年高保真模拟器技术迅速发展,一种“同型教练机不再是作战部队必备”的观念甚嚣尘上——如果飞行员的改装训练可以在模拟器上完成,那么飞行教官同乘的空中改装训练,将不再是必需。

受这种观念的影响,美国空军对于新一代教练机应具备哪些功能,迟迟无法下定决心。驾驶杆采用侧杆还是中杆?是否应配置电传飞控?教练机要

完成什么训练科目?这一系列疑问困扰着世界各国空军。

2021年11月,第17届迪拜国际航空展举办,世界主流军用教练机供应商齐聚一堂,携最新成果参加活动。从这些先进教练机中,我们可以窥得下一代教练机的3项能力:

一是出色的人机交互——打造数字化座舱。

随着空战主体由四代机向五代机位移,作战样式也正在从侧重“单打独斗”向侧重“协同作战”转变。教练机如果不能实现网络化作战教学,将无法满足未来的训练需求。

如何让教练机接入协同作战这张“大网”?设计人员把五代机的玻璃座舱和彩色多功能显示器搬进教练机,将空地数据链系统植入其中。瑞士皮拉图斯PC-7教练机的最新改型便装备了先进航电系统,可实现合成视界、编队导航、任务规划等训练内容。

二是虚拟的战术训练——加载嵌入式训练系统。

教练机需要严格控制成本,造价不菲的训练弹和雷达装置却造成不小的军费负担。数据显示,美军T-45教练机项目总成本高达67亿美元,已逼近主力战机的采购金额。

如何为训练经费“做减法”?嵌入式训练系统是最佳选择。基于此技术,教练机可以虚拟雷达和数据链用于教学,不需要武器和靶场,也能进行逼真的攻防训练。意大利的新型M-346教练机配备嵌入式训练系统,可多机协同开展对抗训练,并随时对攻击精度、战

术效果进行评分。

三是定向的飞行模拟——植入可编程飞控。

每型战机都有自己独特的“气质”。要想缩短学员从教练机到战斗机的适应时间,教练机必须能够模拟各类战机的飞行特点。

俄罗斯雅科夫列夫设计局将“模拟飞控”的想法应用到雅克-130教练机。采用可编程飞控,可以通过参数设置模拟现役和未来即将服役的战机特性,甚至摇身一变成为“假想敌机”,最大程度还原真实战斗操控。近年来,雅克-130教练机远销越南、阿尔及利亚等多个国家,成为他们培养先进战机飞行员的利器。

成本之问：“多面手”成为市场宠儿

一款先进战机的飞行成本是多少?F-35战机给出答案:每小时超3万美元,整机全寿命费用高达29亿美元。

而高级教练机每小时的飞行成本仅2000多美元,大约是普通三代机飞行成本的七分之一、五代机飞行成本的十分之一。如果将战机上的训练时间转移至高级教练机,会省去一大笔费用。此外,执行目标机、编队僚机、假想敌等任务时,都可以由成本更低的高级教练机完成。

如此高性价比的训练方式,即使是军费充裕的美国也难抵诱惑。2021年10月,美国空军向工业部门征询先进战

术教练机的意见,希望教练机能应对初始战术训练、“假想敌”训练,并担任当前及未来前线战机的战术补充力量。

为了减少支出,美军要求新一代T-7A“红鹰”高级教练机具备完成空中加油、大过载飞行、空空截击等高级课目的能力,搭配五代机开展训练,在节约战机寿命和经费的同时,缓解飞机小时数与飞行员小时数之间的矛盾。

对军费有限的国家来说,教练机更要“一机多用”。这些国家空军的任务往往以反恐、空中警戒、反走私、反叛乱为主。而加装了传感器、电子战设备和武器的轻型多用途版本教练机,既能进行飞行训练,又能执行任务,实用性大大增强。

2011年,印度尼西亚空军批量采购T-50高级教练机。这款被称为“缩小版F-16”的高级教练机兼具轻型战机的功能,可以在训练飞行员的同时担任作战值班任务。

此举措引起东南亚数国效仿,马来西亚、泰国、新加坡均购入具备攻击能力的高级教练机。对于许多中小国家来讲,一方面,国防压力较小,“战机+高教机”的组合可以较好完成防空任务;另一方面,高级教练机可以为下一代战机储备飞行人才,扩充飞行员后备力量,可谓一举两得。

未来几年,高级教练机预计会同同时瞄准训练和作战两个领域,在同型号中延伸出基于嵌入式训练系统的纯教练版本,主动适应时代变化而发展。这些创新之举,是否更加符合国际市场的期待,还需进一步观察。



房门虚掩,屋内不时传来键盘敲击声。夜已深,张海林的办公室依然灯火通明。

这是他下高原的第3天。

在海拔4500米的地区连续奋战两周回到单位,张海林正在经历由高原反应到醉氧反应的“过山车”。高强度的脑力劳动让他有些头晕。闭上酸胀的眼睛,张海林揉了揉太阳穴,继续看向电脑屏幕——

这一次高原试验对装备实战化考

核提出新的考验,他想尽快完善动态综合试验的相关理论。

在身边人眼里,张海林是一个不知疲倦的人。

参加工作22年,张海林几乎每天都早早来到办公室。即便没有任务,他也会抓紧一切时间为自己“充电”。时至今日,张海林依旧记得大学毕业时老师对他说过的那句话:“做勤奋务实人,办天下难办事。”

那年,刚刚以优异成绩从国防科技

陆军某所高级工程师张海林——

科研路上勤为径

■王晨辉

大学毕业的张海林,遇到了科研征途上第一个重大考验——某型武器系统要开展国产化鉴定试验,既无现有标准可依,又无国外经验可借鉴;同时,该武器系统的试验测试、靶场保障条件均不完善。

“哪怕是掉10斤肉,也要把这一‘炮’打响。”接下任务后,张海林暗暗下定决心。他像是一枚不知疲倦的齿轮,迅速地转动起来。

没有标准可依,他就到研制厂家与专家和工人交流,找来相关外文资料,对着辞典一个词一个词地“啃”。没有经验可借鉴,他就向单位的老高工、老专家请教,分析类似产品的试验数据,寻找特点规律。没有成熟的测试保障条件,他就蹲在工房,和测试人

员一起对现有设备进行挖潜,拓展测试功能。

最终,张海林和战友共同创立该武器靶场试验的基本规程,按期完成该武器系统的国产化鉴定试验,课题获得军队科技进步二等奖。

张海林的书柜中,那本陈旧发黄的外文辞典,正是他第一次参加试验的“亲密战友”。“现在已经很少用到了,但每次看到它,我就想起曾经挑灯夜战的场景。它让我无惧任何困难。”张海林说。

22年来,他先后攻克30余项关键技术难题,填补国内相关领域10余项技术空白,成长为武器装备试验领域的知名专家。2018年,陆军某所经过全新组建,张海林担任主官。4年间,

他带领官兵圆满完成各型试验任务百余项,承担技术研究课题数十项,5次获军队科技进步奖。2021年10月,该所被表彰为全军装备实战化考核先进单位。

今年初,张海林卸任所长,重返科研一线。无论身在哪个岗位,张海林的初心从未曾改变——“路漫漫其修远兮”,他将继续奔走在科研这条长路上,探索武器装备制胜的最新解法。

左上图:陆军某所高级工程师张海林。

军工英才