

## ★ 军工T型台

前不久,美国空军一名官员表示,新型高级教练机T-7A“红鹰”形成初始作战能力的时间将推迟至2027年。美国国防部甚至给出“T-7A没有达到最低安全标准”的结论。

据了解,项目延误的主要原因是该机的弹射座椅暴露出诸多问题。在10余次测试中,研究人员发现飞行员可能遭受脑震荡,而罩脱落和降落伞打开时加速度不安全等情

况。截至目前,作为T-7A研发厂商的波音公司,损失已超过11亿美元。值得注意的是,F-35战机的弹射座椅也出现了与T-7A类似的问题,美军不得不下令在限制条件下使用该弹射座椅。

一把小小的“椅子”竟然让T-7A研发“卡了脖子”。这把“椅子”有多大“能耐”,它的研发制造到底难在哪里?请看本文解读。

## 一把“椅子”让“红鹰”趴窝

■张卫东 刘 啸



去年12月,美国有关部门表示,T-7A“红鹰”高级教练机在弹射座椅和相关飞行控制软件方面存在问题,这些系统将于今年进行测试。

资料照片

## 弹射座椅问题不断,美军多型战机停飞

战机诞生初期,飞行员缺少有效的保护措施,驾机飞行常常被称为“勇敢者的游戏”。

据美国空军估算,训练一名F-35战机飞行员所产生的费用大约是1100万美元。如何最大限度保证飞行员的飞行安全,是摆在各国空军面前的难题。

弹射座椅作为战机的标配,能在紧急情况下将飞行员弹射出舱并安全着陆。截至2014年,全世界约有1.5万名飞行员借助弹射座椅逃脱险境。油箱着火,系统失控,着陆时撞向航母甲板……近年来,美军坠机事故频发,弹射座椅这道“护身符”也开始失灵了。去年,在美军一次例行检查中,地勤人员发现弹射座椅的药筒重量有问题,仔细检查后发现装药不够。机务人员却认为这只是个例,并未引起重视。没过多久,弹射座椅的制造商英国马丁·贝克公司又在质量检查中发现有问题的药筒,美军宣布停飞F-35战机。

随后,美军对仓库货架和战机上数千枚弹射用的火箭弹进行全面排查,导致多型战机长时间停飞,严重影响美军战备状态。从公开信息上看,这次问题波及的机型包括美国海军和海军陆战队的“大黄蜂”“超级大黄蜂”舰载机、“咆哮者”电子战飞机等。

这不是弹射座椅第一次发生问题。2018年,美国空军一架B-1B轰炸机在飞行时发动机突然起火,机组人员选择弹射时,由马丁·贝克公司制造的弹射座椅并未启动。

不少类似事件的调查结果表明,弹射座椅要耐用,既取决于厂家生产出高质量产品,也需要机务人员定期检测与维护。当弹射座椅部件发生故障时,后果可能是致命的。据统计,全球有200多个型号战机采用马丁·贝克公司制造的弹射座椅。F-35弹射座椅被曝出安全隐患,引起多国空军高度关注,“狂风”“台风”等多款主力战

机也相继宣布停飞。

值得注意的是,美国国产弹射座椅也存在很多质量问题。2020年6月,美军F-16飞行员因国产弹射座椅发生故障错过逃生机会,事后美军调查发现,可能是弹射座椅采用了质量不过关的材料。美国政府也在2021年武器系统年度评估中将国产弹射座椅列为T-7A“红鹰”高级教练机项目的主要风险之一,2022年更是升级为顶级风险。

## 技术壁垒难以打破,多国选择购买成品

战机经常会遇到各种各样的意外情况,不管其多么先进,事故总是无法完全避免。战机是昂贵的,飞行员的生命更宝贵,弹射座椅能在千钧一发之际帮助飞行员逃生,可谓名副其实的“空中保护神”。

弹射过程看起来只是短短一瞬间,但飞行员每次惊险逃生的背后,都凝聚着设计师的智慧。弹射座椅虽然只是一把“椅子”,却涉及空气动力学、流体力学等数十个学科高精尖技术,弹射操纵、稳定减速、人椅分离、应急供氧等任何一个环节出现问题,都可能引发严重后果。

战机空中高速运动的特点让座椅稳定性时刻处于动态变化之中。英国F-35B战机坠海时,飞行员弹射成功,但颈部受伤。在弹射出舱的过程中,为了让飞行员在最短时间内逃离机体,剧烈冲击是不可避免的——从头顶沿着脊椎向下的方向,瞬间最大过载可达19个G。一旦过载过高,或者飞行员姿态不理想,脊椎尤其是颈椎所遭受的冲击会超过生理结构的极限,导致飞行员截瘫甚至死亡。

美国海军研究结果表明,高速弹射下,座椅翻滚速度一旦达到每秒3圈,就会导致飞行员死亡。一旦“人-椅”组合体出现受力不均衡,而又不能迅速把姿态调整到稳定状态,这一组合体就会在空中不停旋转,导致飞行员颈部和肢体被扭断。去年12月,美国有关部门表示,T-7A在弹射座椅和相关飞行控制软件方面存在问

题,这些问题与F-35早期服役版本非常相似——不同身高体重的飞行员在逃生时,弹射座椅可能对其身体造成不同程度的伤害。

弹射座椅是飞行员最后的安全保障,不仅要能在任何角度、速度、姿态条件下把飞行员安全弹离战机,还要保证飞行员能够安全着陆,这里面涉及诸多技术难题,需要进行长期的攻关试验。

世界上几乎所有战机都配备了弹射座椅,但真正拥有相关研发技术的国家很少。全球仅有美、俄、中、英、法5国具备弹射座椅的自研生产能力。目前,法国已经放弃对弹射座椅的继续研发,转而购买马丁·贝克公司的产品。别看只是一把不起眼的“椅子”,其研制难度在某种意义上不亚于发动机等尖端航空技术。对于一些国家来说,完全通过产业发展自主提升国防工业实力是一项极为艰难又漫长的过程,直接采购成品既省时又省力。

不过,这种方式有利也有弊,从长远看必然会受制于人。韩国曾经向阿根廷推销FA-50战机,但英国对弹射座椅技术出口进行严格限制,韩国找不到合适的替代品,最终交易只得“泡汤”。

## 旧座椅难堪大用,新座椅投产遥遥无期

无论是英国马丁·贝克公司的MK16-US16E,还是美国柯林斯宇航公司的ACCESS,这些新一代弹射座椅都面临着一个突出矛盾问题——

在设计制造上,弹射座椅要求重量更轻、体积更紧凑、结构更简单、维护更方便;而在指标性能上,弹射座椅又在不断追求更大的重量和体型适应范围,以扩大能够适用的飞行员群体。

早期,弹射座椅按照欧美飞行员体重设计参数。美军发现,体重小于62公斤的飞行员使用弹射座椅时颈部更容易受伤。因此教练机和战斗机的弹射座椅对飞行员身高体重限制颇多,淘汰了很多身高体重不达标却具

有飞行潜力的女飞行学员。进入21世纪,越来越多的女性成为飞行员。她们的身高体重与男性飞行员差异较大,现有型号弹射座椅的救生安全性能明显存在不足。

美军希望T-7A能够适应各种身高体重的飞行员。尽管T-7A采用了与F-35不同的弹射座椅型号,但它们遭遇了相同的困境:如何在放宽飞行员身高体重适用范围的同时,依然有效保障飞行员救生能力,并在座椅重量等性能指标上实现进一步提升。

理想丰满,现实却很骨感。解决这些问题需要重新设计对应的调节装置——控制液压或者燃气能量的输出水平,研发难度并不低。一旦产品性能不够完善,体重过轻或过重的飞行员在弹射过程中会面临更高风险。对此,美国国防部甚至给出“T-7A没有达到最低安全标准”的结论。

此外,F-35弹射座椅采用无杆伞设计,稳定能力有限,尤其在高速飞行过程中更容易发生故障,这比解决过载问题、控制姿态稳定方面的技术攻关更为棘手。

美国新型弹射座椅,虽然在设计研发时兼顾了各种飞行员的身高体重,但带来的技术难度也相应增大,已经超出厂商现有能力水平,使厂商很难实现相关性性能要求。这样一来,无论是使用旧型号还是新型号的弹射座椅,安全性能都得不到保证,这也直接导致T-7A服役延期。

按照美国空军的预期,T-7A将于今年交付。但从目前情况看,这一交付时间可能会被推迟。其连锁反应是,服役超过60年的T-38教练机还要继续使用,各种安全问题还会继续存在。有数据显示,仅在去年11月,T-38教练机就接连发生了两起事故:7日,一架T-38教练机操控系统发生故障,两名飞行员弹射逃生;18日,一架T-38教练机起落架发生故障,致使飞机以机腹着地方式迫降。

有媒体认为,随着T-38教练机机队事故率持续上升,训练出勤率也会逐渐下降,导致美军飞行员的培养周期随之延长。从目前T-7A研发的“进度条”上看,弹射座椅问题如果没有得到解决,后续能否顺利投产并服役还要打上一个问号。



在第76集团军某旅,提起修理技师赵进,大家都交口称赞。但鲜有人知道,这位技术“大拿”有着一段曲折的成长经历。

18年前,赵进参军入伍,本想着驾驶坦克驰骋沙场,谁知却被分配到修理连。赵进的满腔热血“凉”了一半,训练积极性受挫,修理技术也一直没有什么长进。

一次演习保障任务,赵进遇到棘手难题:坦克突然转向失灵。他只好硬着头皮上前,一番折腾下来,故障依旧没有排除。关键时刻,一名老班长前来“救场”,才把坦克修好。

听着坦克再次轰鸣着驶向战场,看着身边战友向老班长投来钦佩的目光,赵进站在一旁,深受触动:“保障也是打仗,战场没有主角配角之分;一定要学好技术,当一名优秀的修理兵!”

那段时间,赵进干劲十足,誓要把过去荒废的日子追回来。白天,他跟着老班长钻进动力舱学技术,脏活累活抢着干;晚上,他躺在床上打开手电,读书本、画图纸。夏天的动力舱就像个闷罐子,空间小、温度高、气味重。赵进一手拿起图纸,一手紧握扳手,一待就是四五个小时。拆解、维修、安装……赵进反复练习,能力得到快速提升。渐渐地,他已熟练掌握多种车型维修技能。

那年,该旅列装某新型步战车。一次演训任务机动途中,一辆步战车排气孔冒出浓浓黑烟。

赵进发现异常后,立刻叫停战车并指出:“这辆车有轻微顶缸的征兆。”

“申请返厂维修吧,我们没有维修经验。”驾驶员龙光泽无奈地说。

“返厂维修可能会耽误演训任务,我来试试!”赵进主动请缨。凭借多年来积累的维修经验,赵进成功定位并排除零部件故障。事后,他将该型装备的维修过程与方法进行总结,整理成维修笔记,并在全旅进行推广。

## 一名维修“小白”的技术逆袭

第七十六集团军某旅修理技师赵进

■汶 睿 周 韵

幸运只会眷顾努力付出的人,从维修“小白”到技术“大拿”,所谓逆袭不过是多年坚持与勤勉的馈赠。“做好一件事不难,难的是一辈子坚持做好一件事。”在维修笔记的扉页上,赵进写下了这样一句感言。

左上图:第76集团军某旅修理技师赵进正在维修设备。

王伟泉摄

## ★ 保障达人

## 空空火箭弹:侦察气球的“克星”

■崔 恒 程春蕾 程一博

## ★ 历史钩沉

一战期间,侦察气球在战场上大放异彩,吊篮中的德军侦察员用望远镜观察数公里外法军的一举一动,引导炮兵火力打击法军目标。

当时,高射炮的射高无法达到侦察气球的高度,法军只能对着侦察气球“干瞪眼”。德军的侦察气球内部有多个囊状气球,普通的航空机枪子弹很难将其彻底击穿。为此,法军研制出带有尾翼的尖头金属棒,飞行员驾机飞到侦察气球上方,将其掷出刺破气球,迫使气球坠落。但尖头金属棒命中率不高,且侦察气球破口很快会被德军修补好,几个小时便可重新升空。

如何彻底摧毁侦察气球?一场氢气球受击试验让法国军官伊弗·勒普利耶获得启发。试验人员扣动扳机射击后,空中摇晃的气球并未炸开,而是瞬间被火焰包裹。

“氢气球遇火易燃,何不从内部点燃氢气球?”伊弗·勒普利耶灵光一闪。他在火箭弹头嵌入三角形金属刀刃,用来撕开气球气囊;在火箭弹内部填充黑火药,以此引燃气球中的氢气,彻底摧毁氢气球……经过多次试验,伊弗·勒普利耶成功研制出世界上第一款空空火箭弹。

当时不少人质疑,火箭弹发射时的尾焰会点燃机翼,存在安全隐患。为打消军方高层顾虑,伊弗·勒普利耶将火箭弹安装在高速行驶的汽车上进行发射试验,证明

了这种新武器安全可靠,可列装法军。

此外,伊弗·勒普利耶在空空火箭弹尾部固定一根长木杆,用来保持飞行的稳定。战机机翼间装有多根金属管,火箭弹的木杆插在金属管中。外表看去,像一架战机挂了2排大号“窜天猴”烟花。1916年凡尔登战役,德军侦察气球缓缓靠近法军阵地,安装首批空空火箭弹的纽波特战斗机迅速升空,短短几分钟内,天空中火光四射,法军飞行员用空空火箭弹成功击落多个德军侦察气球。不过,胜利并不能掩盖这种武器的明显缺陷,急于上马的空空火箭弹并不成熟——射击精度不高导致距离侦察气球仅100米时会因火箭弹的“布朗运动”而无法命中;携带火箭弹的战机飞行性能受到影响,无法进行空战,当遇到敌机拦截时,飞行员不得不快速发射所有火箭弹以迎战敌机。

事实上,真正撼动空空火箭弹战场地位的是曳光弹和燃烧弹的出现,这些新型弹药被用于航空机枪后,能快速击落侦察气球。种种原因之下,空空火箭弹最终退出历史舞台。

下图:安装空空火箭弹的战机。

资料照片

