

兵器广角

在谈论空中作战时，人们往往会关注战机及其配属的武器，很少将目光投向飞行员。事实上，人从来都是战斗力的决定性因素。所以，如何最大限度保证飞行员的生命安全，一直是摆在各国

空军面前的重要课题。尽管以弹射座椅为核心的航空自动救生设备早已成为标准“答案”，但研制的过程并不简单。近日，由于英国对技术出口的管制，阿根廷空军期待已久的韩国FA-50战斗机

很可能“泡汤”。外界普遍猜测，是英国马丁·贝克公司制造的弹射座椅“卡了脖子”。一把椅子为何有如此大的“威力”？航空弹射座椅的制造工艺之难，到底难在哪？请看相关解读——

这把“椅子”不简单

■杨王诗剑 郝朝霞

“速度与激情”倒逼下的产物

在飞机出现后的最初10余年间，飞行被称为“勇敢者的游戏”。由于缺少有效保护措施，登机驾驶需要冒着很高的风险，飞行更像是一种“听天由命”的职业。

转折源于战火的洗礼。第一次世界大战后期，飞机作为划时代的武器平台投入战场，本来的驾驶风险再加之炮弹的考验，飞行员的生命更脆弱。1917年，法国首先提出让飞行员背着降落伞包上飞机的想法。一旦遇到战机被击伤或者其他紧急情况，飞行员可跳伞逃生。不久后，为战机飞行员配备降落伞成为各国空军共识。

然而，这种方式很快被航空技术的发展所淘汰。随着战机速度提升，飞行员出舱时面对的迎面气流速度也随之增大。研究表明，当空速大于360千米/小时，飞行员自行出舱跳伞的存活率仅约2%；当空速达到500千米/小时，飞行员必须借助外力才能出舱逃生。

第二次世界大战时，战斗机时速已达600千米以上。不论飞行员能否自行出舱，就算勉强跳伞也难以控制姿态，很容易在离机时受气流影响与战机相撞。在这种速度下，与战机的任何碰撞几乎都意味着死亡。

纳粹德国空军王牌飞行员、被称作“非洲之星”的马尔塞尤，就是因第一次也是唯一一次跳伞失败而将战绩定格在158架，从而命丧沙场。

空战中，保证飞行员的生命安全异常重要，也正是在这个背景下，弹射座椅应运而生。

事实上，早在20世纪30年代，罗马尼亚和英国的科学家提出通过外力将飞行员弹射出舱的航空救生概念。由于需求不够紧迫，这一设想不了了之。

二战中后期，纳粹德国空军和瑞典皇家空军几乎同时开始研究航空自动救生设施。瑞典于1943年将弹射座椅装备到萨博-21战斗机上。由于其中立国身份，这一成果并未大范围显现效果。处于战争状态的纳粹德国于1942年开始陆续在He219和Do335战机上安装弹射座椅。因为战争很快结束，纳粹德国关于弹射座椅的研制也随之终止。

不过，弹射座椅的故事才刚刚开始。

既要“弹得出”，更要“弹得好”

像其他军事技术一样，弹射座椅技术也经历了持续发展的过程。纳粹德国空军装备的弹射座椅，最初采用了压缩



图①：韩国FA-50战斗机；图②：美国马丁·贝克公司制造的弹射座椅。



图片资料

空气动力，后因为储气装置太占地方改用使用火药动力。二战末期，以火药为动力的弹射座椅已广泛应用于纳粹德国空军He162等新研战机上。有关资料显示，约有60名纳粹德国空军飞行员靠新型弹射座椅从“鬼门关”捡回一条命。

如此好的战场表现，美、苏等国当然不会视而不见。战后，盟国的主要成员国开始改进弹射座椅技术，至今已经历了三个阶段。

第一阶段的成果是弹道式弹射座椅。顾名思义，该型座椅的原理就像滑膛炮一样将人和座椅整体“射”出。如果说纳粹德国发明的弹射座椅解决了有无问题，那么弹道式弹射座椅解决的则是能不能用的问题。文章开头提到的英国马丁·贝克公司正是弹道式弹射座椅技术的发明者。1947年，该公司首款量产型弹道式弹射座椅MK.1开始列装。苏联也同步展开研究，并在米格-15、米格-17战斗机上装备了原理相似的弹射座椅。

不过，那时的弹道式弹射座椅采用的依然是火药动力。随着应用深入，其弹射高度不足的弊端显现出来。当战机实施中空突防中弹时，跳伞的飞行员大概率会因为开伞高度不够导致致命事故发生。

于是，20世纪50年代中期，采用小型火箭作为动力的弹射座椅横空出世，也就是人们熟知的“零-零”弹射座椅，即能够在飞机零高度、零速度的情况实施安全弹射。“零-零”标准奠定了现代弹射座椅发展的技术基础。该型座椅的代表作是马丁·贝克公司为“狂风”战斗机研制的MK.10型弹射座椅。

进入20世纪60年代中期，高空高速成为衡量战斗机性能的关键指标，对于弹射座椅的研究也进入新阶段：同时解决高空和高速状态下的安全弹射问题，理论上可以实现1000千米时速、20千米高度下的安全弹射。这一阶段的弹射座椅以苏联研制的K-36通用弹射座椅最为有名。21世纪之前苏/俄研制的几乎所有战机都装备了这款座椅。

根据公开报道，截至2014年，全世界约有1.5万名飞行员借助弹射座椅死里逃生。弹射座椅技术的深入发展，无疑是世界各国军机飞行员的福音。

研发不易，使用亦难

毫无疑问，弹射座椅很实用，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国具备该项装备的自主研发能力。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。这也正是此次韩、阿两国军机交易被“卡脖子”的主要原因。

此外，飞行员在实际操作使用弹射座椅时也面临诸多难题，其中最为突出的当属对最佳弹射时机的把握。一般来讲，理想的弹射状态是战机处于水平飞行姿态。弹射逃生并非“启动即完成”的零延时行为，这里面包括抛离或爆破座舱盖、固定飞行员身体、弹射出舱等一系

列动作。按照当今世界主流标准，弹射出舱从启动到完成大约需要1.1~1.7秒，这段时间内，受损战机可能会出现姿态失控等许多意想不到的情况。

所以，飞行员稍有犹豫就会影响弹射后的有效开伞高度和姿态，从而导致逃生失败。

2010年7月，加拿大空军一架F-18战斗机为航空展进行预演时失控，飞行员多次挽救未果后在战机坠地前逃生。因为弹射姿态较差，这名飞行员落地后即陷入昏迷。

如果说研制、实施方面的问题还能通过长期经验积累和有素的训练加以解决，那么弹射过程对飞行员身体的损伤则近乎难以避免。

数据显示，就算是最先进的弹射座椅，飞行员在被弹射瞬间也将承受很大的过载。这一过程用时很短，但对人体的伤害显而易见。今年9月，印度空军一名驾驶米格-27战斗机的飞行员在弹射后“淡定躺在田间”的新闻冲上头条，事实却是，这名飞行员的颈椎在弹射时受到损伤，不得不长躺不起。

一波未平，一波又起

当前，各国正在竞相攀登研发第四代弹射座椅的“技术高峰”，其核心目标是解决多种飞行姿态条件下的安全弹射问题，也就是说确保飞机在任何姿态下都能为飞行员提供可靠的弹射逃生条件。同时，进一步增强超音速飞行时的弹射保障。

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察：王思博

自飞机诞生以来，其动力系统一直在发生着变化。与之相适应，战机发动机也在不断更新与演进。根据发动机的不同，当前固定翼战机可分为三种：涡桨（涡轮螺旋桨发动机）战机、涡喷（涡轮喷气发动机）战机和涡扇（涡轮风扇发动机）战机。对固定翼战机所用的发动机，有军迷亲切地称其为“涡氏三兄弟”。那么对战机来说，这三兄弟都有什么样的功能与作用呢？

涡桨战机

A-29“超级巨嘴鸟”



从工作原理上讲，三兄弟基本相同：将气体压缩，与燃油混合后燃烧，产生高温高压气体做功产生力，其最基本的结构都是压气机、燃烧室和涡轮。

其中，最早“出生”的涡桨发动机是“老大”，它的到来标志着航空发动机从活塞时代步入燃气轮机时代。涡桨发动机是通过涡轮带动螺旋桨转动，其转速和功率远优于活塞式发动机。涡桨发动机在亚音速条件下具有稳定性好、寿命长、高效、节能、功率大等特点，成为许多大型战机动力系统的的首选。但是它也有局限性，比如无法突破音障实现超音速飞行等。二战结束后，螺旋桨战斗机逐渐走向没落。如今，依然有一批螺旋桨战机活跃在军事舞台上，其中较有代表性的就是A-29“超级巨嘴鸟”。该战机使用的是由惠普公司生产的PT6A-68C涡桨发动机，并凭借其长航时、远航程、高效率，成为世界上较受欢迎的教练机和轻型攻击机之一。

涡喷战机

米格-25战斗机



为突破音障，三兄弟中的“老二”——涡喷发动机应运而生。涡喷发动机去掉了螺旋桨发动机传统的大直径风扇结构，变成了涡轮驱动压气机，解决了风扇尖端部分速度先超过音速以及音障无法突破的难题。涡喷发动机的推力全部来自燃烧室喷出的高温高压燃气，喷气速度高，高空高速性能好，但是低速时耗油相对较高，较适合长时间高速飞行的战机。“老二”的到来让战机进入喷气时代，苏联上世纪60年代生产的米格-25战斗机是其中的典型代表。米格-25战斗机使用的是R-15B-300涡喷发动机。这型发动机的使用，成功使米格-25战斗机成为世界上首型最大飞行速度超过3马赫的战斗机。

涡扇战机

JAS-39“鹰狮”战斗机



“老三”涡扇发动机来得最晚。它是在涡喷发动机基础上改进而来的一种发动机。其结构可以简单地理解为在涡喷发动机基础上加装了外涵道。涡扇发动机的风扇将吸入的气流一部分引入压气机（称“内涵道”），另一部分则直接从涡喷发动机壳体外圈向后排出（称“外涵道”）。外涵道与内涵道空气流量的比值就是涵道比。从这个角度来看，涡桨发动机的外涵道相当于涡扇发动机外涵道无限扩大，涡桨发动机没有外涵道，涵道比为零。涡扇发动机的涵道比介于两者之间，使其一定程度上兼顾了“老大”低速状态下的经济性、大推力，以及“老二”的高空高速性能。涡扇发动机是当今世界上综合性能最强大的发动机，也是应用最为广泛的发动机。瑞典JAS-39“鹰狮”战斗机使用的是F414G涡扇发动机，推力强大，在不打开加力燃烧室的情况下，仍可拥有超音速飞行能力。



俄军的TMC-65U发烟车

发烟车：

“吞云吐雾”我最强

■陈灵进 李磊

“我悄悄地蒙上你的眼睛，让你猜猜我是谁？”在很多人印象里，这是一句充满浪漫与温情的歌词。

试想一下，如果兵器也能“一展歌喉”，这句歌词唱出来肯定是另外一种感觉。显然，兵器不会自己歌唱，但有些兵器确实可以蒙上人的眼睛，比如发烟车。

发烟车是指加装有烟幕发生器的军用特种车辆。这种车辆通过专用设备，对烟雾油和石墨粉进行加温雾化，喷洒到一定空间内形成烟幕，对机场、军港、弹药库等高价值固定目标进行遮蔽。

发烟车的原理简单，历史上不少战例中所用方法与发烟车的功能有异曲同工之妙。比如，海湾战争期间，失去制空权的伊拉克军队曾借助民用设备，用人工扬沙、扬尘来遮蔽美军战机的“眼睛”。到了战争后期，则直接点燃油井，任熊熊

火焰裹挟着大量浓烟飘洒到空中，以削弱美军实施侦察、空袭尤其是使用激光制导武器的效能。

可以说，这场战争的发生，在一定程度上加速了各国发烟车的研发，也使“高效制造遮蔽迷雾”重新成为各国关注的重点。

美军M56土狗式涡轮发烟车和俄军TDA-3发烟车都装有机械发烟系统。涡轮发烟车在运转产生高温的同时，可雾化烟雾油与石墨粉，所形成的烟幕能吸收、反射和散射光与电磁波，有效干扰来袭的红外、激光、雷达制导弹药。

前不久，在俄军一次演习中，TMC-65U发烟车现身。它“吞云吐雾”，短短几分钟内产生了大量浓烟，使满载排水量2万多吨的“彼得大帝”号巡洋舰“消失”在一大团浓雾之中。据俄媒介绍，TMC-65U发烟车在

车尾装有喷气式发动机，既可用制造非常多的烟幕，掩护己方军队的设施和行动，也能用来清洗装载化学品的军车，还可“凭空创造”假阵地以诱导敌方侦察设备做出错误判断。

近年来随着科技发展，侦察手段和制导方式越来越先进和多样化。由于红外制导弹药大量存在，发烟车作为军队“原始而管用”的隐身示假手段，仍然有其存在的重要价值。可以肯定的是，随着火箭发烟等方式的运用、烟幕留空时间的变长以及遮蔽机动作战能力的提升，在致力于让对手“找不着北”方面，发烟车仍会占据一席之地。

新装备展台