



新中国航空事业发展 70 周年·特别策划

今年 5 月 8 日,是国产战机歼教-5 首飞成功 55 周年纪念日。55 年前的这一天,试飞员程荣生驾驶歼教-5 腾空而起。短短 20 分钟的首飞,程荣生激动不已。安全落地后,他紧紧握住时任主任设计师屠基达的手说,这是他飞过的最好飞机。

这款战机,虽貌不惊人却产量过千架。服役 46 载,为空军培养出 1.5 万名飞行员,是当之无愧的“飞行员摇篮”。60 年的航空设计生涯里,中国工程院院士屠基达参与设计了歼教-5、初教-6、歼-5 甲、歼-7 II、歼-7M 等多型飞机,并荣获国家科

技进步奖。“人生稀能百,难得几次飞。岂肯不敬业,风雨并言微。”正如屠基达院士晚年自况诗所写的那样,他为设计国产战机倾注全部心血,把一生都献给了祖国航空事业。

# 屠基达：人生难得几次飞

■杨元超 石 霞 汪 璐

## 72 天造出一架新飞机

南昌,新中国第一款自主量产飞机初教-6 的诞生地。1958 年 8 月 27 日,一架全身喷着红漆、涂着醒目闪电标志的初教-6 飞机跃上蓝天。随后,飞机平稳落地。欢呼声、锣鼓声此起彼伏,偌大的机场成为欢乐的海洋。铆装 14 天,总装 7 天,1 天完成试飞前准备工作……人来人往的车间里,主任设计师屠基达,与其他工作人员一样,已经连续 20 多天没有睡过一个囫圄觉。此刻,他的眼睛里充满喜悦和激动。72 天试制一架全新飞机,这样的速度令人惊叹。没有样机,全凭自身钻研探索;没有电动计算机,靠画笔勾勒设计图……这群平均年龄不到 24 岁的科研人员便是创造了中国航空战机研制的奇迹。起初,没人相信他们会成功。有领导建议,先全盘仿制雅克-18 初教机更为保险。屠基达知道,这款苏制初教机性能缺陷突出,他坚持要“冒险”,做一些创新设计。面对前所未有的任务,他们夙兴夜寐、攻坚克难——“设计室就设在厂办公大楼,晚上从不熄灯。”负责机翼设计的林梦鹤说,有一次深夜,他与屠基达探讨前起落架与机翼接头零件无法自如旋转的问题。两人苦思冥想到天亮,屠基达突然灵光一闪,想到加装一个斜撑杆的办法。当时,模线绘制工作在厂礼堂后台完成。为加快设计进度,屠基达和大家直接把画板搬到试制车间型架上,边敲零件边比划,对飞机进行现场改进。与其他初教机相比,初教-6 不乏创新设计:发动机整流包皮下前起落架舱门收放不协调,屠基达和大家商量直接取消舱门。但是舱门没有了,孤零零的起落架又面临强度不足的问题。他和负责起落架设计的徐国正一起研究,在起落架两边焊上两块钢板,问题迎刃而解。千系之重,他们谨小慎微、锱铢必较——初教-6 在进行 90%静力试验时,机翼前缘扭转大面积失稳,载荷加不上去,临近试飞,整个设计面临推倒重来的风险。闷热的厂房里,屠基达和技术人员,逐个部位检查,终于发现失稳的问题出在机翼前缘根部,“原来是铆接翼肋时漏了一颗铆钉”。“设计师笔下有黄金,点滴问题关乎飞机质量,关系飞行员的生命安全。”现场把关加固后,屠基达没有批评人,而是和大家对图纸进行复审,改进生产流程。情形之急,他们分秒必争,永不言弃——当时,初教-6 正值任务研发的关键期,主起落架要进行落震试验,但苦于没有试验台。时间紧迫,有人便提出,这是极端情况,可以先不试验。“一切设计都要经过极端情况的试验。”在屠基达坚持下,设计人员自己动手,在室外空地临时支了 4 根柱子,搭上简易平台,自制吊装设备,完成了落震



图①:歼-7M 战机。  
图②:耄耋之年的屠基达工作照。

作者供图

试验。“虽然时间紧、任务重,但我们心中只有一个目标,就是下大力气攻克眼前难题。”在徐国正记忆里,那是一段激情燃烧的岁月:工厂广播里,不停播放鼓舞士气的语录;墙壁上,贴满了“为减轻每克重量而奋斗”的标语。所有研发人员精诚团结、分秒必争,书写了新中国航空史上的一段传奇。

## 让歼-7 脱胎换骨

20 世纪 70 年代,不少飞行员将我国当时最先进的歼-7 战机称为“跑得快、近视眼”。是为何缘故?原来,当时雷达是先进战机的标配。歼-7 没有雷达,不具备全天候作战能力。没过多久,歼-7 改进型任务转交给当时国营 132 厂(航空工业集团成都飞机工业公司前身),由屠基达担起改进飞机的重任。“希望能加大飞机作战半径”“加装自动驾驶仪,飞行员出现错觉能自觉纠正”……屠基达跑遍航空兵部队进行调研,把来自一线飞行员的意见一一记录下来,足足写满了两个笔记本。这场科研攻关是背水一战——有人认为,歼-7 加装先进雷达,步子迈得太大,有些不切实际,项目有下马的风险。“工作已全面铺开,气可鼓不可泄,停简单、再启动就难了。这时候,我们必须咬紧牙关。”屠基达深知,不把战机技术指标提上来,赶超只会遥遥无期,他们必须把风险与重担挑起来。当时,平台显示、火控等技术在国内还是一片空白。屠基达拿着国内仅有的几本介绍先进航空装备的公开杂志反复研读,寻找灵感。缺少武器弹药数据,屠基达带领人员自学火控精度计算、获得数据。

这是一场全程冲刺的赛跑——“我们使出浑身解数,拳打脚踢、全面开花。”如果按以往飞机制造办法,定型后还要以几十架飞机分成若干小批量生产进行工艺鉴定,装备部队的时间可能会大大延后。屠基达和设计团队采用“分散矛盾、逐个吃掉”的做法,精准赋予每架飞机不同试验任务,同步展开。这是一场精神意志的严峻考验——歼-7 改进型将阻力伞舱设计从机身腹部转移到机尾上部,能提前在空中开伞,这是对米格战机设计的颠覆。定型试验关键阶段,屠基达患上肺炎。他千里迢迢从成都赶到张家口,带病观看飞机试飞过程。当飞机落地、伞花打开的那一刻,屠基达苍白的脸上终于露出久违的笑容。这是一场写满难题的必答卷——看似是改进战机,实际难度与造一架新机无异,屠基达面临的是攻克导弹与挂架匹配、火箭弹射座椅、悬挂副油箱等难题。“他常讲,装备匹配是大事,一个细微变化都能对飞机性能产生影响,要反复验证,不能一装了事。”参与歼-7 改进的彭仁颖回忆说,为解决导弹发射引起飞机空中停车问题,他们先后进行 10 多次地面小火箭香烟试验和空中试验;为验证副油箱输油控制可靠性,地面开车 20 余次,空中投下 10 多个副油箱……

## 中国的“屠波列夫”

晚年的屠基达,案头上摆放着一张放大版的黑白照片。工作间隙,他常常凝视照片,陷入沉思——那时候,屠基达 24 岁,头戴皮帽,身穿棉衣,眉宇间英气逼人。彼时,他从上海交通大学毕业。出生鱼米之乡的他,辞别父母,来到冰天雪地的哈尔滨。他把这张照片寄回家,下

定决心要在东北扎根搞航空。他在日记中写道:“我没有任何个人打算,一切服从组织安排。只要能造飞机,我愿意到祖国最需要的地方。”这种航空报国的凌云壮志,萌生于他倍感屈辱的年少时期。那时候,日军战机在中国领土肆意横行,屠基达决心长大一定造中国人自己的飞机。高中毕业后,他选择了当年少有人问津的航空专业。在半个多世纪的航空生涯里,他看得最轻的是个人得失——每次的庆功表彰,面对鲜花与掌声,他总是把成绩归功于全体设计人员;多个单位联合攻关,面对误解与质疑,他坚持以大局为重,把委屈埋在心底;申报国家科技进步奖,他提出增加获奖者名字,让更多幕后英雄一起享受荣誉。在国家利益与个人利益抉择面前,他看得最重的是航空事业——刚参与完成歼教-1 的机身设计,没有与同事和家人享受胜利的喜悦,屠基达便赶赴南昌,开始初教-6 攻关;歼-7 改进型研制进入关键阶段,正值老父亲病重,他匆匆看望父亲,就赶赴试验现场;陪女儿去看电影,途中想起一个技术问题,他把女儿独自留在电影院,便跑到同事家中讨论问题……无私忘我,他践行一生兑现诺言。一张岁月斑驳的老照片,记录了当时的点滴过往。那时候,屠基达 37 岁,谦虚地站在航空前辈的身旁,坚毅的眼神里闪烁着智慧的光芒。照片里有恩师徐舜寿。他慧眼发掘了年轻的屠基达,将他调入新中国第一个飞机设计室,成为屠基达的启蒙老师。争分夺秒设计歼教-1 的日子里,徐舜寿常常站在屠基达身后,手把手地教他打样、制图。屠基达有时不理解他的意思、画错了,他从不生气,耐心细致地讲解问题。那是屠基达最难忘的日子:“我从老师那里学到了具体的设计思路,学到了既有远见卓识又实事求是的职业精神。”照片里,还有时任第三机械工业部

部长孙志远。20 世纪 60 年代,孙志远来 132 厂视察,有人一旁介绍说:“他姓屠,屠波列夫的屠(当时图波列夫也译作屠波列夫)。”孙志远拍了拍屠基达的肩膀,笑着说:“好啊,我们要有自己的屠波列夫!”深情勉励,铭记于心。我国 3 年自然灾害时期,屠基达毅然举家人入川,来到一穷二白的成都飞机厂,主持设计歼-5 甲。当时,屠基达近 1 米 8 的身高瘦得只有 104 斤。屠基达带领设计人员从文件制订、制图规范、飞机标准等最基本的业务知识学起,直到完全消化歼-5 甲图纸。吃着生萝卜和红苕叶子,仅用 15 个月就完成了歼-5 甲的测绘设计,造出了成飞的“发家机”。“追赶世界先进航空科技发展是几代人奋斗的结果,我只是做了其中的一些工作。我想,一个善于从历史中汲取营养、寻找智慧的民族,才能走得更远,走得更好……”

这是 2010 年屠基达院士在公开出版的回忆录《淡墨集》发布仪式上的讲话,也是他最后一次公开亮相。即使不在一线设计岗位,他仍为祖国航空事业发展鼓与呼。2011 年 2 月 16 日,屠基达院士走完了人生的最后时刻。他一生难以割舍航空事业,给儿女取名“征星”“征音”,寓意中国战机飞得更高、更快。斯人已逝,屠基达的生命以另一种方式延续——初教-6 依然服役,托举一代代飞行员实现蓝天梦想;歼-7 系列战机依旧纵横海天,在近距空战中大显身手;“枭龙”战机成为一张享誉世界的“中国名片”。

新中国航空事业发展 70 周年的风雨历程,有无数像屠基达院士一样的航空人,把人生轨迹与战机航迹融为一体,为一架架先进战机腾飞贡献着自己的力量。



## 军工科普

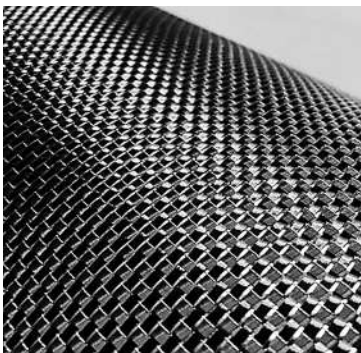
## 飞机油箱在哪里



坐过飞机的朋友,大多都会认为飞机的油箱位于硕大的机身内。事实上,飞机的油箱通常设置在飞机的左、右两侧机翼和中央翼盒里。那么,为什么要将油箱布置在看起来容积相对较小的机翼内呢?民用客机主要运载旅客和货物,油箱设置考虑更多的是飞行的安全性和经济性。将飞机油箱设置在机翼内,不占用机身容积,有利于提高飞机的运输能力,取得最大经济效益。飞机在飞行过程中会不断消耗燃油,飞机重心位置也随之发生变化,将油箱尽可能地设置在离飞机重心较近的机翼内,飞机重心移动量较小,有利于飞行安全。置于机翼内的油箱离地面较远,在飞机迫降等紧急情况下,不易与地面发生碰撞,相对较为安全。而战斗机更侧重于空中作战,油箱设置考虑的是战机的机动性和敏捷性。

战斗机的“块头”远小于客机,机身用于装载燃油的空间十分有限。战斗机油箱主要设置在机身和机翼。为避免燃油消耗影响飞机重心变化,机身和机翼上不只设置一个油箱,而是分设多个油箱,左右并列或前后依次设置多个油箱,按一定顺序供油。现代战机机会在机翼和机身下悬挂可投放的副油箱。通常,战机在巡航时消耗外挂副油箱的燃油,接近任务区域时会投放外挂油箱,减轻自身重量提高战机机动性和敏捷性,进入战斗状态。比如,一些战机配备了保形油箱,既增加了飞机的载油量,又减小战机的阻力,是一种较为可靠的解决方案。

## 复合材料有多强



复合材料大家族中,纤维增强材料是一位新成员。碳纤维复合碳量很高,将它制成碳纤维复合材料,有很强的力学性能。碳纤维复合材料的比强度、比模量比航空航天合金高数倍。也就是说,在相同的抗拉强度和拉伸模量下,碳纤维复合材料制品的重量要远低于合金制品。首先,碳纤维复合材料能有效为飞机减重,令飞机载重增加,航程延长。在飞机设计领域,飞机自重每减少 1 千克,相当于增加 500 万美元的经济效益。其次,碳纤维复合材料稳定性更好,能经受更多极端恶劣环境的考验。飞机长途飞行时,空气中的硫化物和雨水中的各种酸碳物质会侵蚀机身,碳纤维复合材料的耐腐蚀性和抗疲劳性更强,有着更好的经济效益,能够降低飞机全寿命成本。再次,碳纤维复合材料还有更多优点。比如,热膨胀系数小,飞机机身不易变形;结构整体优化程度高,组装飞机所用部件更少,提高了生产效率;电磁屏蔽性好,飞机在执行任务时,具有更好的隐身性能。这些优越的性能,使得碳纤维复合材料在航空领域得以广泛应用。

(战 胜、赵镜然)



1980 年 5 月,一场教科书般的营救行动轰动世界。6 名恐怖分子袭击了位于伦敦的伊朗驻英国大使馆,英国特别空勤团以 1 名队员轻伤的代价,成功解救大使馆被劫持人质。这次行动后,英国特别空勤团突击队员使用的 MP5 冲锋枪迅速走红。MP5 冲锋枪是 G3 步枪衍生枪型之一。作为 HK 公司研发的首款步枪,G3 步枪享誉世界,有 80 多个国家曾装备过

此款步枪。然而,G3 步枪的诞生可谓一波多折。二战时期,毛瑟兵工厂工程师路德维希·福尔格里姆勒在研究德军配备的步枪基础上,创造性采用滚珠延迟闭锁枪机。该枪机取消了步枪的导气活塞,简化了工艺结构,保证步枪拥有更高射速和精度。德军对该型枪机表现出浓厚兴趣,进而开展新型步枪研发。世事难料,随着德国战败,生产 30 支样枪后,该步枪

研发计划中止。意志消沉的路德维希·福尔格里姆勒带着样枪和图纸奔走他国。在法国接连碰壁后,路德维希·福尔格里姆勒来到西班牙,担任西班牙特种材料技术研究中心研究员,牵头开展新型步枪的研发工作。研发项目刚启动,坏消息接踵而至。二战结束后,西班牙生产步枪零件工厂基础薄弱、专业技术人员匮乏,新型步枪设计图早已完成,但没有工厂有能力承包生产。苦思良久,路德维希·福尔格里姆勒决定自己干。他来到研究中心附近的工厂,说服厂家借用一个测试车间。

## 一波多折的 G3 步枪研发史

■李泽晖 杨昀容

在狭窄闭塞的车间里,他独自俯首在操作台前,用了整整 2 年时间,制造出首批原型枪。没想到,试验环节发生了意外。在连续射击试验中,多支步枪出现枪管反跳问题,该步枪可靠性遭到试验人员质疑。路德维希·福尔格里姆勒仔细查找问题发现,原来是联动机构设计有缺陷。他巧妙地步枪添加了一个“卡扣”,问题迎刃而解。新型步枪的研发接近尾声,西班牙政府开始寻找国外合作生产厂商。路德维希·福尔格里姆勒曾经是毛瑟兵工厂工程师,新型步枪拥有部分毛瑟“血统”,声名远扬的毛瑟兵工厂是最理想

的合作对象。当信心满满的研究中心代表团与毛瑟兵工厂商洽合作事宜时,却吃了“闭门羹”。对于合作,毛瑟兵工厂毫无兴趣。眼见新型步枪量产希望再次破灭,一家新成立的枪械制造公司——黑克勒·科赫公司进入代表团视线。1958 年,黑克勒·科赫公司开始正式量产这款步枪,并命名为 G3 步枪。

左上图:G3 步枪。 资料图片

## 军工档案

(战 胜、赵镜然)