

歼-10系列战机研制团队坚持自主研发,矢志创新攻坚——

## 长空砺剑 科研报国

本报记者 张帆 宋豪新 王永战

## ■讲述·弘扬科学家精神

近日,一架“中国造”飞机模型成为“爆款”。

“多少钱一架?”“性能参数如何?”……马来西亚兰卡威国际海事和航空展上,一架歼-10CE飞机模型前,围着许多“询价”的参观者。

近3000公里外,在位于四川成都的成飞航空主题教育基地,1:1全尺寸歼-10飞机模型前,首飞试飞员雷强被慕名前来的市民游客围住,又是签名,又是合影。

自1998年原型机试飞成功至今,歼-10系列战机已在蓝天翱翔近30年。其研制成功,标志着我国实现了自主研制、具有自主知识产权的世界先进水平战机的历史性跨越。

在歼-10飞机的研制队伍里,有已经故去的总设计师宋文骢、现场总指挥杨宝树,也有一批满腔热血、紧随其后的青年科研人员。一代代人几十年如一日,为研制出属于中国自己的先进战机而默默探索。

## 立项

“竭尽全力,为国家研制出属于我们自己的先进战机”

“就是摔,我也要把飞机摔在跑道上!”回忆歼-10原型机试飞前的场景,如今近七旬的雷强难掩激动,思绪回到了1998年3月23日的成都温江机场:

天空布满云层,地面众人瞩目。启动、滑行、加速……前轮抬起,腾空一跃,“起来了!”雷强驾机直插苍穹。完成所有预定动作后,飞机下降、拉平、减速,平稳落地。

“成功啦!”现场爆发热烈掌声。当雷强走下战机,宋文骢第一个冲上去,两人紧紧相拥,喜极而泣。幼时家乡饱受日机轰炸蹂躏,宋文骢数十年坚定执着的梦想终于成真:造出属于中国自己的先进战机。

“以后,我的生日就是今天了!”宋文骢对身边人说。

“大家哭了笑,笑了又哭。”雷强说,十几年的研制,太多的焦虑、委屈、心酸……每个人的情绪瞬间爆发。

惊天一跃,雄鹰翱翔,中国自此成为世界上第五个能够自主研制新型战机的国家。

上世纪80年代初,我国空军主力装备以歼-6、歼-7、歼-8等战机为主,而世界航空强国的F15、F16已经装备部队,米格-29、苏-27和幻影-2000等四代战机正在准备交付,第五代战机新技术也已预研了10年。“当时,我们与世界先进水平的差距不止一个代际。”时任歼-10飞机副总设计师戴川回忆。

1982年2月,第一次新型歼击机方案论证会在北京召开。宋文骢作为成都飞机设计研究所(中国航空工业集团成都飞机设计研究所前身,以下简称“成都所”)的代表参会,在会上,他有15分钟的发言机会。就是这15分钟,成为中国航空工业发展史上闪耀光芒的一页。

早在上世纪70年代,成都所论证歼-9飞机方案时,曾尝试鸭式气动布局方案,并进行了近万次风洞试验,积累了大量数据。鸭式气动布局,是指将传统布局飞机置于主机翼后面的水平尾翼前置至主机翼之前,称为鸭翼。这种布局能增强飞机升力和稳定性,并且能降低配平阻力,有助于降低起降速度。

宋文骢和同事们连夜在借来的胶片上画出飞机图形,标注上基本数据、重要性能等内容,在会上投影展示。他提出新战机应强调机动性、超视距空战、电子对抗等要求,要拥有先进的雷达和航空电子系统,立刻受到与会人员关注。

两个月后,宋文骢再一次站上评审会讲台。这一次,他结合鸭式气动布局在先进国家应用的状况,以及为什么要采用这种布局的理由,重点分析了几种布局技术的优势和不足,引起广泛认同。

多轮论证,项目立项。1986年,采用静不稳定设计的鸭式气动布局成为我国新型战机的总体方案,成都所是研制设计总体单位。同年被任命为歼-10飞机总设计师的宋文骢下定决心:“竭尽全力,为国家研制出属于我们自己的先进战机!”



⑤

## 研制

“每种故障的解决措施要重复验证3次,才算过关”

立项之初,由于歼-10设计方案采用的新技术超过60%,技术跨度大,研发难度高,许多人并不看好。

在宋文骢带领下,设计团队精益求精,实现了一个个重大突破。

要实现对放宽静安定度飞机的飞行控制,采用高效控制的电传飞控系统势在必行。缺少经验,研制团队如何破题?

早在1985年,成都所就组建了国内第一个飞控系统的研究室。1990年,当歼-10项目进入研制阶段,大量计算机、传感器等硬件和空前规模的计算机软件构成了飞控系统,如何验证飞控系统的可靠性就成了重中之重。

验证可靠性,就要建设一个电传飞控系统铁鸟试验台。

研制团队抢抓时间,仅用了两个月,就完成了系统开发方案。紧接着,试验台的全套液压系统、气动载荷系统和各类软件包等难题也相继被研制团队攻克。

随即就是模拟试验,发现系统各类故障效应。“我们模拟总结了3000多种故障状况,每种故障的解决措施要重复验证3次,才算过关。”现任成都所总师顾问的严涛回忆,研制团队心气很足,“原本3年才能做完的试验,我们1年就做完了。”

对于电传飞控系统而言,飞行品质模拟器也是核心基础设施。它让飞行员坐进仿真座舱,检查飞行控制律设计的合理性,以及是否具有满意的飞行品质。”现任成都所总师顾问的杨朝旭介绍。

当时,研究所用于辅助地面试验的只有1990年配置的286计算机,系统计算能力薄弱。研制团队邀请飞行员提前介入,尽早发现问题,并利用试飞获得的飞行数据,辅助后续系统完善。

克服重重困难,电传飞控系统逐渐完备。1998年,试飞员李存宝完成原型机试飞后,发出感叹:“感觉这架飞机像是飞过一样!”

鸭式气动布局、电传飞控系统、综合化航空电子系统、计算机辅助设计与制造技术等,是歼-10飞机研制的四大关键技术突破。“航空电子系统也经历了从无到有的过程。”时任歼-10飞机副总设计师江爱伟全程参与了歼-10飞机航空电子系统的研发。

在歼-10飞机之前,我国的战斗机座舱显示以仪表为主,为提升人机工效,航空电子系统需将仪表替换为显示器,但不同电子装备间会有干扰。“要建设航空电子试验室,提前发现各类问题。”江爱伟说,1992年,团队开始建设试验室。

成都酷暑,天气湿热,厂房里就像桑拿房。“我们赤膊趴在图板上,汗水容易粘纸,就垫上毛巾继续干。”江爱伟说。

连续奋战,问题破解。试验室电缆图设计、导线布设、绝缘器测试等工序相继完成,1994年底,试验室建成。随后,我国首次航空电子系统综合试验开始,陆续获取数百万个有效测试数据和上万条数据曲线。“通过在试验中充分暴露问题,我们在首飞前实现了航空电子系统问题归零。”江爱伟说。

1994年5月,成飞的一处厂房,歼-10机体框逐渐成型。随后,飞机机身段的装配工作陆续开始。

飞机机身段空间只能容纳一人,工人们每天爬上爬下数次,在机身中蜷缩着操作,一趴就要好几个小时。“再苦再累,没有一人掉队。”现任成飞企业文化高级业务经理卢建川说。

研制生产先进战机,涉及上千家部件生产单位和众多研制课题。“我们先后确立了160多个科研攻关课题,在国内多个生产厂家和科研院所的协同下开展研制生产。”薛春寿说,研制团队又先后完成了整体油箱密封、整体圆弧风挡成型、机翼整体壁板喷丸成型等生产任务。

首飞临近,为争取更多时间,设计团队和制造团队发明了“4+1”工作模式——上午一班,下午一班,前半夜一班,后半夜一班;上午干活时,下午班的人到现场做不占机上位的准备工作。

歼-10原型机试飞前夕,时任现场总指挥的杨宝树被无情的病魔击倒。生命最后的日子里,在杨宝树几次要求下,医院把他送回车间,他来到歼-10飞机旁,像抚摸自己的孩子般抚摸着伴随他无数个日夜的飞机。后来,病情恶化处于深度昏迷时,他还在喃喃自语:“飞起来……拉高!再拉高……”

成都午后,天朗气清,“轰隆隆……”云层中一个黄色的小亮点闪闪发光。“是我们的‘争气机’!”雷强抬手一指,亮点越来越大,一架歼-10C跃然云端,拉升、急转、漂移……成飞航空主题教育基地里的市民游客纷纷驻足抬望,发出阵阵赞叹。

回望来路,新中国航空工业的征程已刻下74道年轮,从望尘莫及到望其项背再到并驾齐驱,无数中国航空人以青春追梦、以热血奉献。

祖国终将选择那些忠诚于祖国的人,祖国终将记住那些奉献于祖国的人。



图①:2024年,科研人员在开展型号研制工作。

李飞龙摄

图②:上世纪80年代初,宋文骢在展示歼-10飞机模型。

姜凤祥摄

图③:1997年,歼-10原型机01架发动机首次试车后,宋文骢(左)、杨宝树在查看进气道。

李勇摄

图④:1991年,科研人员在研究歼-10样机总装问题。

姜凤祥摄

图⑤:1998年,歼-10原型机首次试飞。

李勇摄



②

## 组装

“大家一点点打磨部件,什么办法都想过,就是没想过放弃”

图纸有了,技术攻下来了,接力棒交到了成都飞机工业公司(中国航空工业集团成都飞机工业公司前身,以下简称“成飞”)的手中。歼-10原型机的生产组装正式开始。

资金短缺是首个“拦路虎”。最困难时,研制人员生产过“成飞牌”洗衣机、摩托车等民用产品来贴补。歼-10飞机现场副总指挥、成飞总工程师薛春寿说,经过多方面努力,成飞自筹了8000万元项目资金,才解决了资金困难。

飞机结构的关键是机体框。要满足歼-10飞机在整个飞行包线范围内高性能、高机动性的要求,大承载、轻重量的机体整体框是必然选择。

“以前,机体框由几十个零件甚至上百个零件装配而成;而歼-10必须采取整体框结构,将2吨重的航空高强度铝合金加工成只有70多公斤的机体框。”如今已是成飞数控加工领域技能专家的张川介绍,“这种加工方法当时在亚洲也是头一回,我们叫它‘亚洲第一框’。”

为了加工机体框,成飞首次用上了数控机床。但工人们缺少高精度的数控机床操作经验,只能慢慢摸索。

生产任务紧,张川和同事们干脆把床搬进了车间。冬天湿冷,操作工人把手伸进部件的冷却液,反复检查部件成型情况;“常常冻得青一块、紫一块。大年初一,大家也干得热火朝天。”

张川说,机体框的切削参数要求变形控制在0.1毫米以内,对当时而言难度非常大,“大家一点点打磨部件,什么办法都想过,就是没想过放弃!”

1994年5月,成飞的一处厂房,歼-10机体框逐渐成型。随后,飞机机身段的装配工作陆续开始。

飞机机身段空间只能容纳一人,工人们每天爬上爬下数次,在机身中蜷缩着操作,一趴就要好几个小时。“再苦再累,没有一人掉队。”现任成飞企业文化高级业务经理卢建川说。

研制生产先进战机,涉及上千家部件生产单位和众多研制课题。“我们先后确立了160多个科研攻关课题,在国内多个生产厂家和科研院所的协同下开展研制生产。”薛春寿说,研制团队又先后完成了整体油箱密封、整体圆弧风挡成型、机翼整体壁板喷丸成型等生产任务。

首飞临近,为争取更多时间,设计团队和制造团队发明了“4+1”工作模式——上午一班,下午一班,前半夜一班,后半夜一班;上午干活时,下午班的人到现场做不占机上位的准备工作。

歼-10原型机试飞前夕,时任现场总指挥的杨宝树被无情的病魔击倒。生命最后的日子里,在杨宝树几次要求下,医院把他送回车间,他来到歼-10飞机旁,像抚摸自己的孩子般抚摸着伴随他无数个日夜的飞机。后来,病情恶化处于深度昏迷时,他还在喃喃自语:“飞起来……拉高!再拉高……”

成都午后,天朗气清,“轰隆隆……”云层中一个黄色的小亮点闪闪发光。“是我们的‘争气机’!”雷强抬手一指,亮点越来越大,一架歼-10C跃然云端,拉升、急转、漂移……成飞航空主题教育基地里的市民游客纷纷驻足抬望,发出阵阵赞叹。

回望来路,新中国航空工业的征程已刻下74道年轮,从望尘莫及到望其项背再到并驾齐驱,无数中国航空人以青春追梦、以热血奉献。

祖国终将选择那些忠诚于祖国的人,祖国终将记住那些奉献于祖国的人。

惟以胜利报祖国!



④

## ■守望

浙江省杭州市余杭区百丈镇溪口村,村中心的一座白色小楼格外显眼,小院常年敞着门,村民每日进进出出,人气很旺。这不是哪个村民家,而是一间名为“鑫藏修”的公益书屋。

早上7点半,村民王彩第一个来到公益书屋,开门、打扫、整理书籍,一系列工作完成后,她掏出昨天没看完的书继续认真读起来。“自打当上书屋管理员,我也爱上了阅读,感觉整个人都不一样了。”王彩说,“多亏了金老师,在村里弄起这么好的地方。”

她口中的“金老师”,是公益书屋的创始人金旸。作为浙江外国语学院中国语言文化学院中外阅读文化研究中心的负责人,金旸担任了余杭区的文化特派员,还是一名儿童文学作家。围绕阅读写作,她坚持开展公益讲座20多年,被评为“全国乡村阅读推广人”和“中国好人”。

金旸与溪口村的缘分,要从一次公益讲座说起。

2018年8月,她受邀到溪口村为村民做讲座。听说村里来了作家,文化礼堂挤满了村民。“大人小孩把礼堂围得水泄不通,尤其当我介绍自己是写儿童文学的时候,孩子们的眼睛瞪得圆圆的。”回忆当时,金旸历历在目。

“金老师,您能不能下次再来?”

讲座结束,面对村民的热情“包围”,金旸盛情难却,之后多次在溪口村开展阅读活动。当年底,百丈镇向金旸发出长期驻留的邀请,金旸给自己定下目标——在溪口村建一个公益书屋。

在各方努力下,溪口村腾出闲置的屋子作为场地,金旸拿出自己的积蓄,并在朋友的支持下,陆续购入一批以儿童、文学和农业类书籍为主的图书,每一本都由她精挑细选。

2021年5月,公益书屋开门迎客,金旸为其取名“鑫藏修”。“‘藏修’出自《礼记·学记》中的‘藏修游息’,意为心里常常想着学习,不能废弃。”金旸说,书屋藏书有2.3万余册,去年还与余杭区图书馆合作,开通了两地图书“通借通还”服务。

“有一个小姑娘曾扒着书屋的门缝问我,‘老师,这些书真的能随便看吗?’那个画面给我留下深刻的印象。”金旸说,“书屋的落成只是让村民有了阅读场所,要把文学的触角伸到田间地头,要做的还有很多。”

书屋还能为乡村带来什么?金旸琢磨着多开展一些阅读推广和写作培训活动。“我们做过一些诗歌写作活动,发现村民都很感兴趣,写得也不错。”她说,诗歌可短可长,在劳作间隙,村民通过诗歌抒发自己对家乡、对生活、对劳动的情感。

从去年9月开始,金旸在公益书屋办起培训课,为村民们讲解诗歌创作技巧,并且引导大家通过阅读多挖掘本土的历史文化故事,从中汲取创作灵感。

“百丈青映碧天,山峦叠翠水云间……”走进公益书屋的活动室,书架上摆放着“百首诗歌讲百首”诗会上村民自创的诗歌作品,金旸把这些手写诗裁剪好,装进相框里,“诗歌里有大家的日常生活与真挚情感,充满了温度与力量。”金旸说。

金旸还联合浙江外国语学院、杭州师范大学等高校,组建了全民阅读推广志愿者团队,邀请文学创作者前来分享,共开展了1000余场活动。“去年7月,我邀请了儿童文学作家沈石溪老师,在书屋里和孩子们讲他笔下的猎狗、战象、狐狸,孩子们听得可开心了,场面就像明星见面会一样热闹。”金旸笑道。

金旸说,书屋开阔了村民的视野,很多人养成了阅读的好习惯,“未来,我想把书屋建成一个‘双向奔赴’的空间,既能将城里的优质资源引入乡村,又能把乡村里充满生命力的作品推广到更大的平台。”



金旸在组织小朋友读书。

受访者供图

江西宜黄探索党建引领基层治理新实践  
建立清单机制,凝聚新就业群体力量