



## 王海峰 WANG Haifeng

航空工业首席技术专家

Chief Expert of AVIC

航空工业成都飞机设计研究所

总设计师

General Designer of AVIC CADI

工学博士,自然科学研究员,从事国家重点型号歼20飞机、歼10系列飞机、枭龙系列飞机、多型无人机研制工作,主持推力矢量技术飞行验证项目、TBCC组合动力飞行验证项目、下一代战斗机研制等多项“十三五”未来发展重点预先研究项目,涉及飞机设计、试验技术、信息技术、系统工程和计算机软件等多学科的综合和交叉,在飞机总体、气动、飞行控制、试飞、售后技术支持、飞机全寿命技术状态管理、四性、综合保障、故障预测与健康管理和自主保障系统等方面做出了突出贡献。先后荣获国家科学技术进步奖特等奖、国家科学技术进步二等奖、国防科技成果一等奖、部级科技成果奖多次、航空报国突出贡献奖、四川省五一劳动奖章,个人立功多次,四川省有突出贡献的优秀专家,享受政府特殊津贴。

# 新一代战斗机,从这里飞向蓝天

——访航空工业首席技术专家王海峰

New Generation Fighter Taking off From Here

本刊记者 海山

**海山:** 您长期主管型号、预研的技术工作,预研是军机产品离不开的重要技术准备,请谈谈您对提高军机产品的先进性和缩短预研周期的看法。

**王海峰:** 首先,要坚持型号与预研工作的有机结合。型号和预研工

作是不可分割的,型号工作是完成现有装备的工程设计并解决实际使用问题,而预研则是对新的理念、新的技术、新的装备进行探索。预研的成果一旦成熟,一方面可以适时应用于现有装备,这就是型号的能力提升和改进改型;另一方面也可以发展新


的装备,形成新的型号产品。成都所的预研队伍一般不脱离型号研制任务,这样能更准确了解型号工作中的现实问题,把握好预研的方向和需求,同时也能更好地把现有型号作为未来先进技术的验证平台。型号和预研工作的结合,能够使我们的团队

“既能脚踏实地,又能抬头看路”。

其次,要坚持走自主创新的道路,对于看准的技术方向要坚持不懈,耐得住寂寞、受得起质疑。对于一些前沿技术甚至是颠覆性创新技术,在预研阶段遇到挫折或者受到外界质疑在所难免,而此时科研人员的坚持是缩短周期和少走弯路的关键。成都所歼 10、歼 20 的研制成功,得益于 60 年代中后期开始的鸭式布局机理研究工作。当时除瑞典的 J-37 外还没有第二家,可是宋文骢等科研人员看到了鸭式+静不安定布局比正常式布局有更好的升阻特性,坚定不移地通过大量的风洞试验数据,摸清和掌握了鸭式布局的布局参数和气动特性,做好了技术储备,使我国战斗机获得了持续发展的能力。

第三,不能闭门造车,要在牢牢把握研制主动权的前提下积极掌握了解国际发展动向。核心技术是买不来的,但是在某些方面可以借鉴。对于国外先进的研制方式和设计方法,强调“学会”和“掌握”其关键技术,而不是“引进”。在消化吸收的基础上再创新,有利于提高产品的先进性和缩短技术预研周期。

最后,也是对于技术研究和攻关很重要的一点,就是基础设施设备的建立。当年在国防科工委的领导和支持下,歼 10 飞机建立的一大批战斗机研制的试验、试制和试飞测试设施,是成都所乃至我国进行新一代战斗机技术研究的基石。比如飞行品质模拟器、飞行控制系统铁鸟台,这就是正如在第 12 届珠海航展中大家看到的推力矢量技术能如此迅速、顺利地从前研飞向蓝天的强有力保障。

: 据悉您首次建立了型号“故障预测与健康管理系统”和“自主保障信息系统”,实现了数据同源与全寿命保障的功能,极大提高了飞机交付部队后的保障效能与作战能力,可否做具体介绍?

**王海峰:** 新一代战斗机担当的

任务使命要求其具备强大的保障能力,具体表现为通过较低的保障规模和使用保障费用使飞机具备高的出动架次率、可用度和强大的机动能力,规避三代机维修时间长、装备机动性差、维修费用高的问题。


为实现新一代战斗机的保障能力要求,我们在维修保障理念上进行了创新,包括预防性维修由“定时”转为“视情”,故障排除由“事后”转为“先导”,维修管理由“首翻”转为“全寿”,保障方式由“被动响应”变为“主动反应”等。在新保障理念的指导下,采用了很多跨代技术支撑跨代装备的能力特征实现,在保障能力方面的跨代技术就包括首次在型号中建立的“故障预测与健康管理系统”和“自主保障信息系统”。

“故障预测与健康管理系统”是在传统三代机测试性设计的基础上,尽量采用机上现有的硬件和数据资源,增加增强诊断、预测以及健康管理能力综合而成的先进系统。构建了一个分层的诊断架构体系,信息从底层的成员级,往上传递给区域级和飞机级,逐层进行信息的融合和综合判断,从而获得比传统方法更强的故障诊断和隔离能力。通过故障诊断和健康评估,对部件寿命和可能的故障进行预测,是实现先导式保障和主动反应保障的基石。

“自主保障信息系统”在传统信息化保障的基础上,基于面向设计、制造和使用的全寿命周期技术状态管理,实施飞机状态数据管理、动态资源调度、分析和决策支持,建立任务规划系统接口驱动飞机使用保障,通过嵌入式训练系统实时监控飞机和消耗品状态,自主触发保障,实现覆盖飞机战训任务、维修保障、供应保障、远程技术支持全任务过程。通过数据同源管理,实现新一代战斗机维修保障支持系统相关数据与设计数据、出厂数据和改装数据技术状态同步。

通过建立“故障预测与健康管理系统”和“自主保障信息系统”并交付部队使用,首次实现了快速、精确的敏捷保障。飞机故障诊断、状态监控水平有大幅提高,实现了全寿命周期技术状态管理以及使用和维修保障任务全过程管理,有效提高了飞机保障效能和使用可用度,降低了寿命周期费用。

提高飞机的保障能力,从某种意义上说就是增加可用飞机的数量、提高飞机的作战效能。

: 为适应新形势下的型号研制和技术发展需要,您和团队做了哪些工作? 目前研制中有哪些技术需求?

**王海峰:** 新形势下的型号研制需要我们大幅缩短型号研制周期,降低研发成本,同时还要保证能实现与强敌对抗的能力要求。

首先要创新研发体系,我们采用渐进研制、渐进采办、螺旋式研发的模式,基于能力、基于全寿命保障,自顶向下设计飞机。同时我们实现了“作战概念→系统建模→3D 发图→数字制造→信息化保障”的全流程数字化研发体系建设,设计模式由 2D→3D 的转变,在国内首次实现全三维模型贯穿新机研制全过程,推进全生命周期无纸化、无实物样机、数字量传递、数字化管理。设计手段、研发体系的创新大大缩短了歼 20 的研发周期,创造了在超短研发周期内实现首飞的“奇迹”。

装备是用来博弈的,无论研发什么装备都得有权衡,权衡的理念之一就是非对称。完全跟着别人做,那就不存在非对称,是一种对称式地与别人的比较。在权衡的时候,必须突出或提高一些东西,同时应该放弃或降低一些东西,这样就会形成非对称优势。我们在新的型号研制中,贯彻不单纯谈论技术先进性,而是以未来战略需求来布局战机能力、规划技术路线。我们在世界上独创了歼 20 的“升

力体边条鸭式布局”,使飞机既有很好的隐身性能又有很强的超声速和机动飞行能力。型号应用了包括内埋弹仓、先进结构材料、先进系统架构等一批适应新机发展趋势的新技术,填补了多项国内空白。在飞机任务系统方面,在态势感知、信息对抗、机载武器和协同作战等多个方面取得了不少突破。


在第12届珠海航展中所展示的推力矢量技术,其验证项目面临高要求、高难度、高风险等挑战,需要攻克飞机、发动机、飞/发综合控制、试飞等多方面的技术难关。首先,过失速机动飞行是在常规飞行不会涉足的大迎角区域进行飞行。其次,发动机采用可偏转喷管(也就是所谓的推力矢量)是增强大迎角飞行控制的重要手段。再次,大迎角区域精准可控飞行直接关系到飞行安全和飞机性能。要实现大迎角精准可控飞行,一是要采用全新的方法获得在大迎角区域很难测准的迎角、侧滑角等信息;二是要将矢量喷管与飞机的气动舵面进行深度耦合,进行飞机、发动机综合控制;三是要在常规迎角、过失速区域等不同特性的区域进行自动切换、无缝连接。最后,针对推力矢量这种高风险的试飞,我们创新采用了一系列新的试飞测试手段、试飞方法与评价体系,试飞员全程参与设计、试验和试飞,发挥了重要作用,确保了试飞的高效、安全。

我们成功实现了推力矢量这一航空关键领域的创新突破,这是飞发一体综合设计与应用的典型范例,也是航空核心技术自主创新的又一次成功实践。

在型号研制过程中,打造一支卓越研究团队本身就是一项重要目标。我们的团队多达半数的是35岁左右的青年骨干,绝大部分经历了歼10、歼20两代多个型号的磨砺和锤炼,这一批人将要支撑起祖国的蓝天,他们中间会产生下一代战机的总设计

师。

美国发布了未来的2030空中优势飞行计划,欧洲也公布了未来战斗机作战概念和方案,有一些技术方向是普遍认可、比较明朗的,比如说有人/无人协同技术、人工智能技术、极高隐身技术、全向探测全向攻击技术等,也有一些不太确定的创新颠覆性技术,像激光武器技术、自适应发动机、高超音速武器、蜂群作战,这些技术可能会改变未来的战争模式。我们根据自己设计的战争,选取、补充了一些技术方向,根据其特点和成熟度的不同采取不一样的组织模式开展预研攻关,相信在2035年或者更近的未来,会看到,现在的努力正转化成守护海天的利器。

: 作为总设计师,您对后续环节中涉及的航空制造技术的提升有哪些期待?

**王海峰:**首先是复合材料结构与承载/隐身功能一体化结构制造技术。复合材料具有高的比强度、抗疲劳、耐腐蚀以及可设计性强等特点,已成为现代飞机结构的主要材料之一。在我们的新一代战斗机结构中大量应用胶接/共固化技术来制造大型整体化复合材料结构,采用了RTM、缝合/RFI等技术来制造多种复杂结构,大幅减少零件和连接件数量,减轻了结构重量。随着复合材料结构的应用日益广泛,以及承载/隐身等一体化结构的应用,为满足日益苛刻的重量、寿命和成本要求,我们期待更高性能的复合材料、承载/隐身等功能一体化结构以及低成本复合材料结构的制造技术,提升构件尺寸精度,提高制造效率,增加质量稳定性,降低制造成本。

其次是大型复杂金属整体/整体化结构制造技术。为了减轻结构重量、提高结构寿命,现代飞机结构广泛采用铝合金和钛合金大型整体结构,如采用大规格厚板和大型整体锻件作毛坯加工出整体零件,大量采

用电子束焊接、激光焊等高性能焊接技术以及精密铸造技术等方法来制造各种大型结构和异形复杂结构,以及减少零件和连接,降低结构重量。我们期待高性能焊接和精密铸造技术制造出的结构尺寸更大,形状更复杂,制造过程更稳定,以满足不断提升的设计需求。

第三是增材制造技术。增材制造技术具有研制周期短、适应设计能力强等特点,被认为是制造技术领域的一次重大突破。目前,采用激光和电子束的增材制造技术既用于无余量零件的精密制造,也用于制造近净成形的零件毛坯,可以实现很多传统技术无法制造的结构,大幅提升了设计空间,在实现快速原型制造、单件或小批复杂构件的生产等方面具有明显优势。为了在飞机结构上充分发挥该技术的优势,我们期待优质稳定的增材制造用原材料,提高工艺稳定性,提升制造效率,降低制造成本。

第四是长寿命、高可靠制造与检测技术。为提高使用寿命,现代飞机结构广泛采用抗疲劳制造和连接技术,如冷挤压和干涉连接、激光冲击和喷丸、自动化制孔与连接;采用精密制造、高速加工等提高结构的表面完整性;针对大型复合材料结构和复杂金属结构等采用新型高效的无损检测技术。为满足长寿命和高可靠的设计要求,我们期待新型的抗疲劳制造技术和复合强化技术,提升表面完整性的加工技术以及新型高效的无损检测技术。

最后是飞机全数字化设计与制造技术。飞机全数字化设计/制造技术打通了设计、生产和管理的全数字化信息流,广泛用于波音、空客的新一代客机以及美国第四代战斗机的研发,大幅缩短研制周期,显著降低了研制费用及生产成本。我们期待基于知识库与资源库,提高制造与设计的快速协同,实现零件无余量制造与精确装配。 (责编 大漠)