

桑建华

飞行器总体设计和隐身技术专家

■ 桑建华 Sang Jianhua

中航工业首席技术专家

Chief Expert of AVIC

中航工业成都飞机设计研究所副所长，副总设计师

Vice Director and Vice Chief Designer of AVIC Chengdu Aircraft Design Institute

☞: 您认为隐身设计要求的引入对飞行器设计产生的最明显影响有哪些?

桑建华: 飞行器发展要实现跨越,必须在某些技术领域有突破性进步,如前几代飞行器,从螺旋桨到喷气式、亚音速到超音速、线性气动力到非线性气动力等,这些进步或突破依靠改进改型难以跨越。目前,新一代飞行器的跨越主要是隐身要求的实现,必须从飞行器方案设计一开始就进行大量深入研究并取得一系列突破才可能实现。隐身设计要求对飞行器设计带来的是挑战性的影响。

首先,表现在飞行器的总体和气动设计方面。传统飞行器气动设计的重点是得到一个高升阻比的布局和外形,为降低飞行器阻力,要求尽量减小飞行器的浸润面积,机身截面大都设计成接近于圆形。但圆形截面是雷达隐身设计最不希望采用的,从任何方向看圆形都有很强的雷达散射。理想的隐身外形是倾斜的平面,将强散射集中到某个不太重要或威胁较小的方向上。同样的例子还表现在斜置的双立尾,浸润面积和重量代价大、效率低;另外,武器内置在舱内,将会促进飞机尺寸加大和新的更小尺寸武器的研发。

其次,对飞行器结构带来影响。传统飞行器结构设计重点是在满足总体气动外形和结构强度/刚度要求前提下,得到最小结构重量,结构简单、寿命长。隐身要求且过去没有的大型武器舱开口对结构完整性造成破坏,硕大舱门要在很大的高度、速度范围内快速开闭自如,刚度/强度、变形控制等难度大。在力学和结构设计角度,曲面结构更利于承受表面气动力,而平面结构承载能力差,易失稳。大多常规飞行器表面是曲的,矛盾并不突出。为了隐身,外形已基本为平面,结构设计必须为之付出巨大代价,同样问题也表现在巨大座舱玻璃、蒙皮分块、锯齿对缝和阶差控制

方面,给结构设计带来严峻挑战。

第三,对飞行器的系统设计也有非常重要的影响。大量不同类型的传感器:机载天线、大气传感器、外露的灯具等,都是飞行器上的雷达散射源,必须对这些散射源一一采取措施,按隐身要求重新研制新一代探测器,意味着过去成熟的成品全都过时了,研制风险大幅度增加;作为最大最昂贵的系统,发动机也必须按隐身设计要求来进行设计,从要求的耐高温吸波材料、为降低红外辐射而精密制造的数以万计的冷却气膜微孔即可知其难度。

☞: 隐身设计要求对飞行器的制造和试验是否也有影响?

桑建华: 有影响。数以万计的紧固件是不可忽视的散射源,新型紧固件的研制和采用需要新工具、设备和操作程序;初期大量零件的返工和报废,大量从来没有过的形状怪异试验件等;蒙皮厚度变化之大,必须选择两种以上不同长度或直径的紧固件,一块蒙皮上有时需要十几种紧固件,还要求相邻蒙皮间台阶和间隙进行控制。新的表面质量要求需要传统飞行器制造厂大部分设备和工艺流程更新升级,施工人员重新培训。

在飞行器性能测试方面的影响就更大了,因为过去没有这方面的要求,现在必须兴建多个专门用于隐身试验的微波暗室和室外 RCS 测试场,夜以继日地测试经多次改进但性能仍改善不大的试验件。这些试验件小到一个传感器、大到部件或整机,成千上万小时的性能评估和改进,数百小时的飞行试验贯穿飞行器整个

研制历程。这些花费数以亿计的专用试验设施的运转,需要大量经费和一支专业且稳定的技术队伍支撑,这

桑建华: 自然科学研究员、博导,现任中航工业成都飞机设计研究所副所长、副总设计师。1993 年获国务院政府特殊津贴,2003 年入选国防科工委“511 人才工程”,2006 年四川省学术和技术带头人,荣获多项国家和省部级科技成果奖,并获多项国家专利。

桑建华是中航工业有突出贡献专家、中航工业隐身技术首席专家,我国飞机总体设计及飞行器隐身技术领域的学术技术带头人;任多个飞机型号及关键技术项目副总设计师或总设计师;负责或参与完成多项技术基础研究,任技术首席、专家组组长或副组长,在隐身技术领域开展了大量探索和创新研究,填补了国内相关领域的空白;在雷达、红外、射频隐身等与飞行器总体、气动综合设计等方面开展了大量卓有成效的工作,推动飞行器隐身技术发展并达到国际先进水平,为我国先进飞行器的发展做出了杰出贡献。



是非隐身飞行器所不需要的。

☞: 新一代飞行器在研制过程中会遇到很多困难,请谈谈您的看法。

桑建华: 确实如此。飞行器工程师都学过电磁场,但真正理解麦氏方程的并不多,懂雷达和 RCS 的更少,知道如何减缩 RCS 的工程师在过去几乎没有!传统研制团队中,要将隐身要求融入飞行器设计非常困难:“为什么要这样设计飞机?我们多少年来都不是这样设计飞机的!”隐身工程师面对的是成百上千的希望固守自己传统领地的设计师和工艺师,但是当工程师和决策者们经过艰苦努力找到了解决问题的办法和途径,并在飞行器上实现隐身要求后,他们将会发现,隐身技术推动了飞行器发展并向前跨出了一大步!

(采访 良辰 责编 深蓝)