



# ARJ21, 翔凤从这里起飞

——访 ARJ21 飞机总设计师、中国一航第一飞机设计研究院院长吴光辉

本刊记者 钟元 七丁



吴光辉

中国一航第一飞机设计研究院院长, 国家“十五”重大专项工程 ARJ21 民用支线飞机总设计师, 国家高技术“863”计划飞机基础技术主题专家组成员, 国防科工委航空器总体和结构标准化技术委员会委员。

[编者按] 我国首架拥有完全自主知识产权的新支线飞机 ARJ21-700 已于 2007 年 12 月 21 日在上海成功下线。翔凤即将在国人期盼的目光中, 展翅首飞, 亮相世界! 本刊带着对翔凤的关切, 带着对大飞机项目的期待, 特别采访了 ARJ21 飞机总设计师、中国一航第一飞机设计研究院院长吴光辉。

**问:** 我国首架具有完全自主知识产权的新支线飞机 ARJ21-700, 也就是“翔凤”, 去年年底在上海总装下线, 它的意义何在? 作为总设计师, 您能谈一下 ARJ21 的总体设计理念和设计思路吗?

**吴光辉:** 按照国际航空界惯例, 一种新型民用飞机的问世都以飞机总装下线为标志。因此, 这次总装下

线是 ARJ21 新支线飞机研制过程中的重大成果。ARJ21 的总体设计理念与运 10、运 7 不同, 它是在市场经济体制下, 以市场经济的模式运作的。这样, 就要关注以下几个方面。

首先, 要做好市场定位。从国际市场看, 不久的将来支线飞机将会有一个大的发展, 与大型客机相比, 100 座以下的支线机还没有形成垄断地



位,支线飞机也在不断地推陈出新,具有巨大的市场潜力。从国内市场看,我国已进口了相当数量的150座的干线飞机,再开辟的新航线需要相当数量的支线飞机。美国有3000多架支线飞机,而我国只有七八十架,这说明中国的支线航空市场会有很大的发展潜力。同时,基于国民经济的高速发展,西部的大开发,旅游业的繁荣,人们将需要更加快捷的交通方式,而这种快捷性需求不仅在大城市之间,在中小城市之间也在不断增长。如果选用干线机来飞支线航线,无疑会给航空公司带来较高的运营成本,因此,从市场的角度考虑,最终将ARJ21定位在支线和小干线(瘦长航线,即客流量不大但航线较长)飞机上,并具有适应我国西部高原、高温机场环境的特性。

其次,要找到性能和价格的平衡点。确定了市场定位后,根据目前国际市场的现状,制定具体方案。从市场竞争情况看,必须要考虑飞机的市场价格,价格高了,虽然性能好,但没有航空公司愿意接受;价格低了,飞机的安全性、舒适性和经济性又达不到乘客和航空公司的要求,航空公司失去乘客,这样即使价格再低,也不会有好的市场。在这样的情况下,面对中国开放的民机市场现状,为了赢

得市场份额,从设计之初就要同时保证性能和价格的优势。

另外,还需要有先锋用户。ARJ21项目刚启动就有30多架订单,这与准确定位分不开。航空公司从一开始就参与到设计过程中,例如为了优化机头的设计和驾驶舱的布局,特地邀请航空公司的驾驶员来体验。这也是运用了目前国际先进的设计理念——市场分析、设计、制造过程中都有用户参与。

最后,要有时间性。分析出项目的市场潜力,就要抓紧时间,在市场潜力还很大时介入,而如果所有的东西都自己做,就会失去进入市场的最

佳时机。为了做到这一点,材料和设备选用了一些国外供应商的产品,在牢牢掌握自主知识产权的前提下,让国外的供应商为我们服务,按照我们的要求提供产品。这样才能够快速切入市场,并能在这个市场上争得一定的份额。

**吴光辉:** ARJ21拥有完全的自主知识产权,其主要的设计特性体现在哪里?在制造加工和材料方面都采用了哪些新技术?

**吴光辉:** ARJ21主要的设计特性体现在以下几方面:

(1) 采用超临界机翼技术,并采用与翼梢小翼一体化的设计,从而提高了气动效率,达到了较高的巡航升阻比,并降低油耗,进而降低运行成本。

(2) 采用以全球最成功发动机CFM56为技术基础的先进高涵道比涡扇机,安全性、可靠性、经济性、噪声和废气排放指标均达到国际领先水平。

(3) 客舱采用倒“8”字横切面构型,可提供干线机标准的舒适性和较大的货舱容积。ARJ21-700标准客舱布局为5排90座。

(4) 高裕量的推力和高效的增升装置,具有卓越的机场性能和爬升能力。可以在高温天气的昆明机场



全重起飞,适应西部高原、高温机场起降条件和复杂航路越障。



(5) 采用了国际最好的高度综合的航电系统,提供可靠的电传操纵和舒适的驾驶舱环境。其中电传系统与传统机械系统相比,外部结构的复杂性降低,减少了液压机械部分,重量大大减轻,并同时减轻了驾驶员的操纵负荷;飞机处于临界稳定状态,可操作性提高;传动速度快,延迟小,安全性好。驾驶舱内有5个大的显示屏,综合显示处于领先水平。

另外,具有超前的噪声和排污标准,优良的维护性和兼容性,以及在同类竞争飞机中最低的直接运行成本。

材料方面除采用传统的2024和7075铝合金外,还应用了高强度铝合金以及钛合金整体锻件、机加工作件。复合材料应用虽然较少,但在材料的体系、工艺、标准件的应用方面都严格按照适航认证的要求来执行,在国内民机复合材料应用方面是一个突破,我们预计将在ARJ21-900上加大复合材料用量。

先进技术总是相互促进的,例如在气动、材料方面应用的先进技术,会对制造技术提出要求,同时促进制造技术领域的发展。我们的制造技术也提升了一个很大的台阶,在技术和能力方面都有很大提高,其中技术方面的提高主要体现在:(1)大型部件的加工制造,如大型钛合金部件制

造加工技术;(2)传统制造技术向现代数字化加工制造技术方面发展,如

工装设计制造中以数模为主;(3)特种工艺有很大的发展,如喷丸成形、自动钻铆等;(4)上飞的总装技术也有突破,系统大对接一次成功。

吴光辉: ARJ21是否已实现全数字化设计,具体

情况如何?

吴光辉: ARJ21已经完全实现数字化设计,它的各个部件分别来自西安、成都、沈阳和上海四大飞机制造基地。其中西安负责前机身、机翼和中机身等部件的研制;成都负责机头研制;沈阳负责发动机吊挂、飞机尾段等部分的研制;上海则负责关键的总装。各个厂区之间已实现无纸化概念的异地协同,国外供应商可同步修改。可以说ARJ21在数字化设计方面上了一个新台阶,在无物理样机的情况下,对全新飞机进行数字化建模、三维数字化设计制造,并构建异地协同平台,采用国内第一个产品数据管理系统,构型管理的平台可以对数字化设计的状态进行跟踪和批准,并生成目录供工厂生产使用。ARJ21创建了民用飞机的数字化研发体系,为今后大型客机的设计制造积累了宝贵的经验。

吴光辉: ARJ21已经获得了171架订单,这与20多年前就已经飞上蓝天但至今仍停靠在上海飞机制造厂的运10相比反差巨大,那么这种反差是怎样形成的?

吴光辉: 在当时的情况下研制出运10是非常不容易的,采用的也是当时很先进的技术,但最后并没有投入运营。简单的说,这种差距形成的原因主要是运10并没有走从市场

调查到适航取证的整个研发过程。我国在军机方面的研发已经有很多成功的例子,如歼10、飞豹等;在民机方面虽然做了很多的尝试,如运7、运10、MD-82、MD-90等,却都得不到市场方面的认可,但它们为我国民机的研制积累了很多宝贵的经验。

作为第一种完全拥有自主知识产权的支线飞机ARJ21,不但采用了国际先进的设计理念和方法,还采用了国际通用的商业化模式,由中国一航、上海航空工业公司以及西安、成都和沈阳等多家飞机基地以股份制的形式在上海成立了项目公司——中航商用飞机有限公司,委托国内4家主要飞机制造厂共同研制,并向多家国际知名航空器材供应商进行采购,安排了专业化分工,整合技术力量,力求实现规模化、产业化发展。ARJ21项目从市场出发,对竞争对手进行研究,完全按照中国民用航空总局(CAAC)、美国联邦航



空管理局 (FAA) 的适航条例进行研制。另外,不仅在结构、强度、总体设计方面按照国家标准设计,还按照国际标准在安全性、电磁兼容、雷电防护、高能电磁场辐射、人机环境等方面进行设计,在国内处于领先地位。可以说,ARJ21 占据了中国民用航空工业的半壁江山,实现了民用航空界的一个梦想。中国人希望乘坐自己的民用飞机,航空人希望发展自己的民机产业,ARJ21 正好是这个时期发展民机产业的典型代表。

二:与干线客机市场被波音、空客垄断不同,支线客机的市场竞争要激烈得多,巴西、加拿大等国都有较为成熟的支线客机产品,而作为新生力量的 ARJ21,与同类机型相比有什么竞争优势吗?

**吴光辉:**目前在中国支线飞机市场上与我们展开竞争的主要是两家外国企业——加拿大的庞巴迪公司和巴西航空工业公司,其中巴西航空与哈飞合资成立的哈尔滨安博威飞机工业有限公司,在中国当地制造巴西航空工业公司的拳头产品之一——50 座级的 ERJ145 飞机,并主要向中国国内的航空公司供货。此次中国倾力打造的 ARJ21 支线飞机所瞄准的是支线航空市场最具潜力的 70 ~ 110 座的细分市场,这与巴西航空工业公司在中国生产的 ERJ145 瞄准的 50 座以下的细分市场不同,两者就目前来看暂时不会形成正面冲突。我们自主知识产权的 ARJ21 支线飞机是一个复杂的综合系统,它属于支线飞机上端,是支线飞机与干线飞机的跨级产品。尽管 ARJ21 的外形比干线飞机小,但它使用的是和波音 737 等干线飞机通用的设备,这意味着它的通用性更好。ARJ21 的客舱宽度比同类机稍宽,在舒适性上堪比干线飞机,并且非常适合在我国西部高温、高原机场使用。

ARJ21 与其他支线飞机相比,



是一个新面孔,但其优势很明显,主要有以下几个方面:(1) 对市场的理解更深入,尤其是对中国支线飞机市场的理解定位较准,因此,在飞机下线之前,就已经受到航空公司的欢迎了。(2) 通过气动、发动机等技术的提高,燃油经济性较好。(3) 一次性购机成本占有优势,飞机的技术支持成本和维护成本低。(4) 与干线飞机之间的通用性较好,飞行员及机组的培训较方便。(5) 在结构方面,将长寿命疲劳和损伤容限设计直接应用在型号上,在设计时就考虑了这些因素,经济寿命为 80000h。(6) 便于实现系列化发展,占领的市场宽度大,发动机在所有系列化的型号上都可适用。

二:ARJ21 即将首飞,今后还有哪些工作要做? 您能具体谈一下 ARJ21 的研发、制造和营销将为大飞机项目的实施打下哪些基础? 会对制造业产生什么影响?

**吴光辉:**后面还有很多工作要做,如适航取证的验证试验,适航部门的协调,试验结果报告审批,在技术上已经没有太大的问题,主要是试验和协调任务。1 月中旬,林左鸣总经理主持召开了“决战首飞”动员大会,强调了下面将以“首飞”作为工作重点来开展工作,同时为一线工作

者鼓舞士气。首飞、取证、交付、客服,每一个研制节点就像是一座山峰,正像我们能实现总装下线一样,我们一定要达到目的地,每一座山峰都会被攻破的。

我认为 ARJ21 整体模式对大飞机是有借鉴的,包括市场、技术、人才队伍、组织、机制、体制等。ARJ21 肩负着太多的使命,为大飞机开辟出了一条道路,也打造了一支年轻的人才队伍,建立了项目管理方式,在航电、机械、气动、结构、工艺以及复合材料应用方面建立了更为详细的设计制造标准体系、编写了更详细的手册。为工厂加工能力、试飞能力等硬件设施的改造和建设打下了基础。可以说 ARJ21 是中国大飞机项目的开拓者。

新支线飞机非常重要的贡献就是通过项目研制形成了中国专业民机队伍的雏形,包括设计、制造、供应链、适航和客服,中国的民机产业发展向前迈进了一大步。坚持自主创新、国际合作、市场成功、商业成功的方针,ARJ21 的研制为未来民机产业发展探索出了一条道路。拥有中国人自己的大飞机可谓是几代中国人的梦想,翔凤将带着这个梦想飞上蓝天,也将给人们带来更多的希冀。

(责编 侧卫)