



# “大型-双发”——未来十年 大飞机竞争焦点

## Mega-Twin: Competition Focus of Large Aircraft in 10 Years

北京航空航天大学 范玉青



范玉青

教授,博导,享受国家特殊津贴。1963年毕业于北京航空航天大学飞机制造专业,毕业后留校任教。1981年11月~1984年2月作为访问学者在英国学习。长期从事于飞机制造技术和数字化技术应用的教学和研究工作,同时培养了百余名在这一领域里的硕士、博士和博士后,其中10名是外国留学生。还出版了《现代飞机制造技术》等书籍。

“大型-双发(Mega-Twin)”双通道宽体客机是飞机制造公司利润的主要来源,占企业利润的30%以上。所以无论波音公司还是空客公司都十分重视对它们的研发工作。根据最新的波音公司对当前市场的展望,在今后20年里,400座飞机客运市场有5%的平均年增长率,在亚太市场则以每年6.3%的速度持续增长。全球对其需求达3300架,其价值达10900亿美元。空客公司最新发布的全球市场预测认为需要7273架这样的双通道宽体飞机。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.09.034

自从欧洲空客公司的飞机交付量赶上美国波音公司后,它们瓜分了世界民用大型飞机市场。同时,这两大公司的竞争也近乎白热化。近几年来,两大公司最新研制的空客A380、A350和波音787、747-8都已上天,并陆续投入航线。那么,未来10年大型民机竞争的焦点在哪呢?

(1)大型民机的发展及其竞争形势。

目前,民用飞机市场上的支线客机主要由加拿大庞巴迪公司和巴西安博威(Embraer)航空公司生产,中国、俄罗斯和日本等国家也纷纷加入这一竞争行列。而大型干线客机,包括单通道窄体客机,如波音

737 和空客 A320 ; 双通道宽体客机, 如波音 767、777、787 和空客 A310、A330、A340; 还有双通道宽体超大型客机波音 747 和空客 A380, 它们仅由波音和空客两家公司制造, 如图 1 所示。目前全球市场上仍在运营的 12000 多架大中型喷气客机中, 波音与空客飞机的比例大约为 5:1。不过全部已签订单的飞机数目二者大致为 1:1, 各自手中都有千架以上飞机的订单。

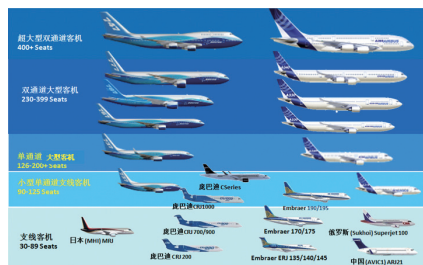


图1 民用支线飞机和干线飞机的分类

图 2 所示为 20 世纪 90 年代以来波音和空客公司研制的大型客机并投入航线的大体年份, 图中波音 787 和空客 A350 客机是计划投入航线时间, 实际上这两种客机上天时间都推后了 3 年多。目前, 波音 787 飞机已投入航线, 空客 A350 飞机投入航线也指日可待。表 1 所示为空客和波音大型客机之间大体上的竞争关系, 当然它们间的竞争关系并不是这样简单的一一对应关系。随着时间的推移, 科学技术的不断进步和航空市场需求的激剧变化, 一般 10 年左右时间里会有一种新型大飞机的研制工作展开。今后 10 年大型客机怎样发展下去呢? 会发生什么样的竞争? 这是人们所期待的。

(2) 超大型客机竞争已成定局。

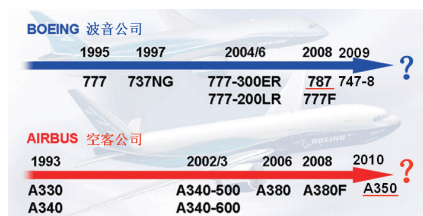


图2 上世纪90年代以来大型客机发展情况

表1 空客和波音大型客机及竞争关系

大型客机及竞争关系	空中客车	波音
双发, 单通道	A320/319/318	737
双发, 单通道	A321	757
双发, 双通道	A330	767/777
四 / 双发, 双通道	A340	777
双发, 双通道 (新研制)	A350	787
四发, 双通道, 双层	A380	747

超大型双通道宽体客机系指波音 747 和空客 A380 客机, 如图 3 所示。在 21 世纪初, 空客公司认为超大运力飞机将是解决世界上空运迅速增加和机场拥堵的最佳途径, 航空市场需要更大的飞机将大批旅客从世界的中心城市送到另一个中心城市。基于这种认识, 2000 年 12 月, 空客公司决定研制自己的超大型机 A380, 如图 4 所示。空客公司经历了种种困难后, A380 终于于 2005 年 4 月首飞成功, 随后投入航线。A380 结束了波音 747 一统超大型客机天下 30 余年的局面, 欧洲人为此十分自豪。截止 2014 年 3 月, A380 有来自 20 家航空公司的 324 架客机订单, 其中 128 架已交付 10 家航空公司运行。

面对空客公司的步步紧逼, 波音公司认为人们更需要远程中型客机实现“点”到“点”飞行, 而不是体积庞大的巨型客机。因此, 在空客全力研发 A380 之际, 波音积极研发点对

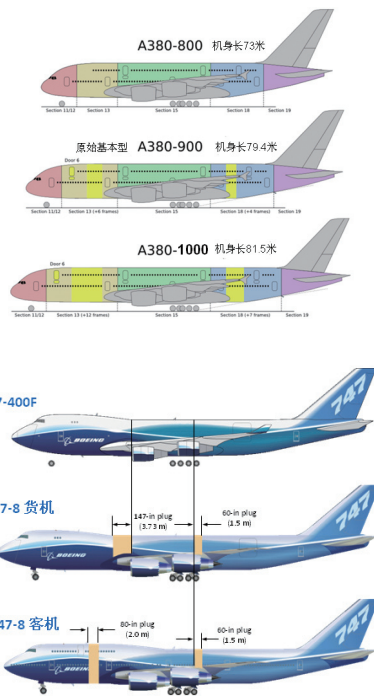


图4 空客A380系列客机 (上) 及其与747-8 (下)

点直飞的中型“梦幻客机”——波音 787。但同时也不放弃从 20 世纪 70 年代就进入航线的超大型客机 747, 波音公司在“年迈”的 747-400F 的基础上伸长其机身, 并改进机翼成 747-8 飞机, 如图 4 所示, 以此应对 A380 的挑战 (波音公司公开不承认此点), 747-8 飞机于 2010 年 2 月上天。747-8 项目迄今总共获得 108 架飞机订单, 其中包括 76 架货机订单和 32 架客机订单。

从目前 A380 客机销售情况看, 正如波音公司数年前所预测的那样, 超大型客机市场容量不大。目前波音公司现已开始放缓 747-8 的生产速度, 空客公司也将对 A380 采取同样的措施。原因很简单, 航空公司运行的 A380 客机一般仅有 3/4 的乘客或更少, 公司很难盈利。中国南方航空公司也是这样情况。为此, 空客准备开发 A380neo, 以提高 A380 的效率。对以盈利为目的的航空公司来说, 超大型客机的需求十分有限。所以, 超大型客机的竞争在未来一些年里已成定局。

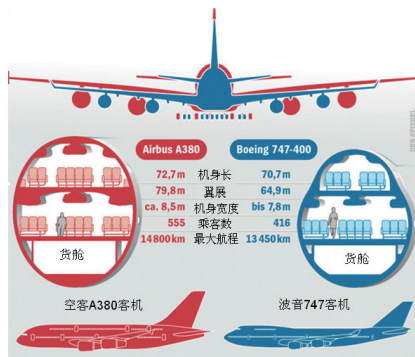


图3 空客A380和波音747-400客机

(3)单通道窄体客机的竞争难分解。

世界航空市场容量最大的是单通道窄体客机,如波音 737 系列和空客 A320 系列机。20 世纪 80 年代以来这两种系列机的竞争及其发展情况,如图 5 所示。

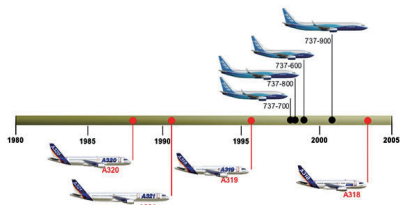


图5 波音737和空客A320系列机发展情况

波音 737 是美国波音公司生产的一个中短程客机系列,它们是双发、单通道窄体客机,是目前世界上民航机中生产寿命最长、交付量最多的系列机。到 2012 年,波音 737NG 系列飞机(图 6)总计订单超过 10000 架,并考虑建立第三条生产线,试图增加 737 产量每月达到 60 架。

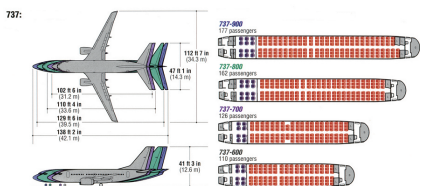


图6 波音737-600/-700/-800/-900ER

但是,波音 737 飞机是 1964 年 5 月开始研制,1967 年 4 月原型机首次试飞。波音 737 系列机的基本技术毕竟已经 40 多年了,波音公司原计划在推出波音 787 客机之后,有意以波音 787 的基本技术研制新一代的单通道客机,即新的 737NG 系列机。它采用新一代涡扇发动机,可能用更大的复合材料机身段,或将设计成采用全复材的机体,复材用量比例高达 70%~80%。使用同一驾驶舱,将共享一种机翼,机身将有两个宽度可供选择,可有 3 种不同类型的机身,如 5 排座、6 排座,甚至双通道 2-3-2 排座,如图 7 所示,以



图7 波音737NG的替代机型之一

此构成低成本模块化飞机(Low Cost Modular Aircraft)。波音公司确认,两种早期原型机的图已画出,一种是宽体、双发和双通道,另一种是双发、短程、单通道喷气客机(a wider, twin-aisle version and a shorter, single-aisle jet)。并说将是碳纤维机体,更高的燃油效率和更环保,将在下一个 10 年的中期投入运行。

但是,当时波音研制 787 飞机进展不顺利,加上又有大量 737NG 订单,波音公司客户——各航空公司对 737NG 的替代机型缺乏热情,不久又得知空客公司推出 A320neo 项目等原因,波音公司只能搁置这一计划。

A320 系列飞机(图 8)是欧洲空客公司研制生产的双发单通道中短程 150~179 座级客机,其客舱(宽 3.7m)比一般的双发单通道客机要宽些。从技术上说,因空客 A320 系列客机采用了通用设计,所以一般“A320”单指最初的中型客机,但是经常也代指整个 A320 系列: A318、

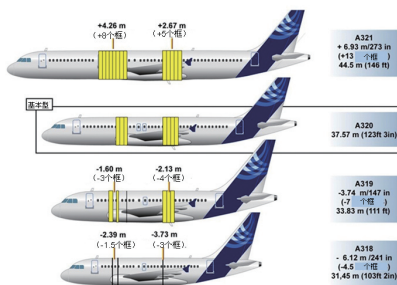


图8 空客A320系列机

A319、A320 和 A321。

对于空客公司而言, A320 系列飞机是一支独秀,在 150 座级的飞机行列中,它的舒适性较好,长期畅销不衰。空客公司为了保持 A320 系列飞机持续领先的市场地位和竞争优势,公司不断投资并完善该产品线。2010 年 12 月,空客公司宣布为其最畅销机型,推出最新的 A320 新型发动机选装方案及其新型鲨鳍小翼等,这都将进一步提高飞机的舒适性和运营效率,从而提高运营商的运营收益,并减小对环境的影响。配备新型发动机的 A320 系列飞机被称为 A320neo (New Engine Option, NEO),如图 9 所示。A320neo 的主要特点是选装新型发动机(两款发动机供客户选择——由普惠公司生产的静洁动力 PW1100G 发动机和 CFM 国际公司生产的 LEAP-X 发动机)以及装有空客鲨鳍小翼,以最小的改变实现最大的收益。

2012 年 4 月,空客公司已获得超过 1289 架的 A320neo 系列飞机确认订单,将于 2015 年投入航线。

面对空客公司推出的 A320neo 系列机的竞争进攻,2011 年 8 月,波音公司匆忙为 737 飞机启动了安装新发动机的衍生机型,在结构上也作了一些改进,翼梢小翼是 V 型结构,采用 LEAP-1B 发动机,并将其命名为 737 MAX 系列机,包括 737

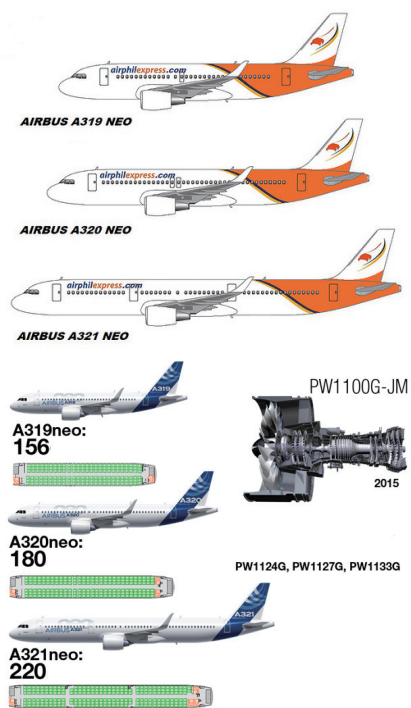


图9 A320neo系列客机与选装发动机

MAX 7、737 MAX 8 和 737 MAX 9,如图 10 所示。737 MAX 系列机将为航空公司带来未来成功竞争所需要的更低的燃油成本,以便与空客公司的 A320neo 继续竞争。到 2012 年 1 月 737MAX 系列飞机确认订单 1100 架,计划在 2017 年完成首架交付。图 11 所示为波音 737 MAX 和空客 A320neo 客机的外形比较。

加拿大庞巴迪公司的 C 系列飞机都安装有先进的发动机,其中 C 系列飞机的能效比空客 A320 或波音 737 飞机的都高,或将成为单通道窄体客机市场强有力的竞争者。即将试飞的俄罗斯 MS-21 和我国的 C919 客机也将成为竞争对手。

(4)“大型-双发”宽体客机是竞争焦点。

“大型-双发(Mega-Twin)”双通道宽体客机是飞机制造公司利润的主要来源,占企业利润的 30% 以上。所以无论波音公司还是空客公司都十分重视对它们的研发工作。根据最新的波音公司对当前市场的展望,在今后 20 年里,400 座飞机客



图10 波音737 MAX系列机



图11 737 MAX和A320neo的外形

运市场有 5% 的平均年增长率,在亚太市场则以每年 6.3% 的速度持续增长。全球对其的需求量达 3300 架,其价值达 10900 亿美元。空客公司最新发布的全球市场预测认为,需要 7273 架这样双通道宽体飞机。

波音公司在 20 世纪 90 年代初研制了 777 系列全新机种,是世界上最大的双发宽体客机,销售形势也较好。但是,随着空客公司 A350 客机研制的进展,波音公司感到压力越来越大。特别是 A350-1000 的载容量

与 777-300ER 相近,其航程还更远,将在 350 客座段客机市场非常有竞争力,是最省油的飞机。而且 777 客机毕竟已有 20 多年历史,面对机身和机翼全是碳纤维复合材料制成的 A350-1000 的竞争,波音 777 难以抵挡。为此,波音董事会在 2013 年 4 月决定授权波音商用飞机部门向航空公司提供波音 777 飞机的衍生机型波音 777-X。针对 300-400 座位段客机市场的不断发展,波音将开启为期 6 年的研发工作,下大力气改进

777-300ER 为 777-X,用以填补 350 座到 400 座客机空档,并抵挡空客公司 A350 竞争性的追赶,如图 12 所示。该机型最终计划在 2019 年投入运营。

波音 777-X 项目如图 13 所示,波音 777-8X 和 777-9X 的出现,将使波音在 323 座级的 787-10X 到 467 座级的 747-8 之间的产品系列更加丰富,见图 14 所示。波音 777-X 飞机将采用新型的第四代超临界碳纤维增强复合材料制造的机翼(a 4th-generation supercritical Carbon Fibre Reinforced Polymer (CFRP) wing),这也包含 3 种方案:翼展 71.1m 的机翼加后掠式小翼(raked wingtip)、翼展 65m 的加融合式翼梢

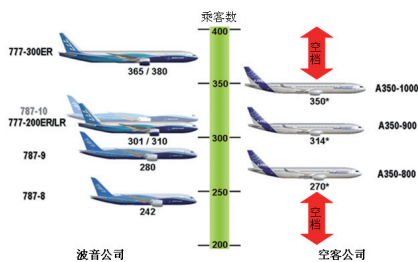


图12 波音和空客公司大型-双发宽体客机竞争关系

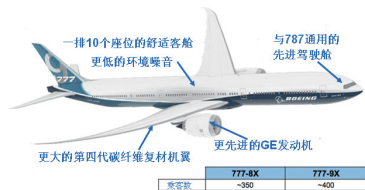


图13 波音777-X项目

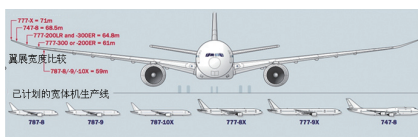


图14 波音公司宽体客机的翼展宽度比较

小翼(blended winglets)、翼展 68.6m 的加融合式翼梢小翼,其折叠式斜翼梢和优化翼展提供更高的效率,节省燃油和现有机场“大门”的兼容性。碳纤维复合材料机翼可以使机翼面积较波音 777-300ER 及 -200LR 增加约 10%,从而降低着落进近时的速度并减少噪音,更好的升阻比,将安装更先进的 GE9X 发动机,将比现有波音 777 机型更省油。777-8X 的航行距离超过“距离之王”777-200LR 的 17200km,达到 17600km,真正成为超远程飞机,是目前航程最远的飞机,比较适合从美国飞往中东和南非等地的长距离飞行。另外,波音公司还考虑到航空市场对一排 10 个座位的舒适经济客舱的强烈需求,如图 15 所示,将充分利用 777 客机机身(宽 6.19m)比 A350(宽 5.96m)的宽 23cm 的优点,发展这类客舱布局的 777-X 机型。

波音商用飞机公司表示:“我们的发展重点,是补充和延伸今天的双通道宽体客机家族,意味着我们提供

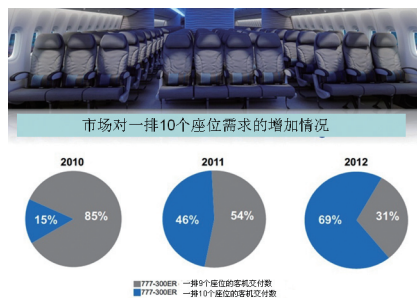


图15 客舱每排10座的777-300ER市场增加情况

全系列的飞机座位数和相匹配航程的需求市场。”波音的这些举措都在遏制空客 A350 XWB 竞争的上升势头。

2013 年 11 月 17 日,波音在 2013 迪拜航展宣布启动 777-X 飞机(如图 16 所示)后,获得了 259 架订单和承诺订单,到 2013 年为止,波音 777 飞机的储备订单为 380 架。为此波音公司计划每年生产大约 100 架波音 777 飞机,即从今年到 2020 年生产 600 架。同时,波音公司称将 777-X 机型与现有 777 机型捆绑销售,并非常有信心将 777 的生产顺利过渡到 777-X 的生产。

要说波音公司的 737MAX 计划有些仓促迎战,那么,波音 777-X 是经过精心策划的。

空客和波音公司的竞争已经有 1/4 世纪,最近航空界所有的眼睛都盯在欧洲飞机制造商——空客公司,看它将如何应对波音公司最新的远程客机项目 777-X,这是最新一期的竞争战略棋局。

空客在研制超大型客机 A380 期间,因公司管理松散和技术问题,在总装配时发现严重不协调问题,导致 50 亿欧元的巨大损失,技术储备和财力几乎耗尽。在和波音 787 竞争的 A350XWB 客机(如图 17 所示)研制中又一波三折,开始时采用 A330 机身截面的基本设计以及仍然采用铝合金机身,遭到业界的强烈批评及用户的反对,只得重起炉灶加宽



图16 折叠式翼梢小翼和深红色(Burgundy)涂装的777-X

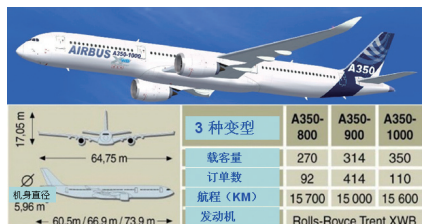


图17 空客A350XWB系列机

机身,并采用碳纤维复合材料机身,这样大大提高了成本,研制进度推迟了3年时间,打乱了空客公司的发展计划,A350-900于2013年6月14日试飞成功。很明显,现在空客公司无力再开发全新机种来应对波音777-X的挑战。这样在2020年前,空客A350-1000和A380之间的客座段留下了很大市场缺口,给了波音777-300ER、747-8和777-X较好的发展机会。

汉堡的空客未来项目办公室联合亚琛和汉堡大学及德国航空航天研究中心对大型-双发(Mega-Twin)新型远程客机(NLR:New Long Range)进行一系列的研究。最初的研究集中在一个非常大的双发喷气客机,具有470座位、像现役747-8那样大的飞机。然而,任何新产品的研发建议在空客公司里面面临非常大的障碍。

在2014年1月空客公司公布了一个有关大于747-8、小于A380客机、巡航速度0.85马赫和470座的双发新远程客机的研究报告,该建议的飞机会是A350-1000和A380之

间巨大市场缺口的有效桥梁,引起了读者的注意。但是,空客公司最近指出,没有计划推出下一个10年的新飞机项目,公司的重点是渐进式创新。空客首席执行官法布里斯(Fabrice)给管理部门发出了一个明确的信息,我们需要把重点放在现有产品的不断改进上,而不是全新概念的飞机。

空客公司注意到,波音公司提出的407座777-9X,仅仅是在368座的777-300ER基础上乘客数量增多10.6%。不难看到,在这一前景良好的市场上,其飞机发展的乘客数量是逐步向上增加的,也不是马上填补A350-1000和A380之间市场缺口。面对这一点,空客公司的竞争反应实际上是制定两个战略选择:第一个战略选择是进一步拉伸那已经延迟数年的A350-1000客机的机身;第二个战略选择是搁置那较小A350-800变型,仅保留350座的A350-1000客机,而开发较大型的双拉伸机身的变型机种。

空客公司似乎听取航空公司的意见。因A350-1000的机身是由较轻的复合材料制成,可能它不需要一个与

777-9X一样大的机翼,所以可拉伸A350-1000机身,使其能承载400位以上乘客,这可能是一个成功战略。

(5)未来大型民机的设想。

对更远的未来,如20、30~50年后新型大飞机关键技术的创新和探索工作应作些什么?美国NASA和空客公司都有设想。大飞机仍然是长途洲际旅行的必要交通工具,所以研究具有超光速飞行能力的未来大飞机是一项迫切而艰巨的任务。同时须强调的是,考虑到对环境的影响,亚声速超绿色飞机研制是当代航空制造业的最重要任务,如图18所示为空客公司概念飞机和NASA翼身融合体概念飞机的数字化模型。图19所示为美国麻省理工学院(MIT)的超绿色飞机方案,D8双泡泡(D8 Double Bubble)客机。

(责编 叶枫)



图19 美国麻省理工学院D8双泡泡客机



图18 空客公司概念飞机(左)和NASA翼身融合体概念飞机(右)数字化模型