

各国民用飞机的发展道路

魏志祥 主编



航空工业出版社

5

序 言

随着世界经济的不断发展,商业和政治往来的日益频繁,加上旅游业的日益兴旺,世界空运量正以平均5%左右的年增长速度不断递增。

为了满足空运需要并在世界飞机市场上占有一定份额,很多发达国家和发展中国家都已经或正在努力建设自己国家的民用飞机制造业,不断研制出能满足需求的民用飞机。

民用飞机制造业是一种知识密集型的高科技产业。除了航空本身的气动、强度、结构、系统、发动机、电子计算机、航空电子等各个专业外,还需要机械、材料、化工、纺织、橡胶等多种基础工业的支持。当然反过来,航空工业的发展也带动了这些基础工业的发展。民用飞机是一种高附加值产品,大型亚音速旅客机单价从四五千万到上亿美元,而豪华轿车单价仅一万到四万美元。一架飞机的价值相当于几千辆甚至上万辆轿车的价值。除经济因素外,民用飞机制造业还能激发民族自豪感和提高国家威望。

世界民用飞机市场曾一度被美国所垄断,波音公司至今仍是世界第一位的民用飞机制造公司。而美国朝野对民用飞机发展的全力支持,以国家航空航天局(NASA)为代表的美国航空科研机构对先进航空科学技术矢志不渝的追求和探索,美国民用飞机制造公司的善于经营和科学决断,是使美国民用飞机制造业取得和保持其竞争优势的主要因素。

西欧从60年代末期起从分散走向联合,组成了空中客车

工业公司。在各成员国政府强有力的支持下,汇集了西欧数国的雄厚资金和技术,研制出了多种先进的大型商业飞机——“空中客车”系列,硬是从美国手中抢占了25%的世界市场份额,其实力和影响还在扩大。不久,其市场份额可望达到35%,成功地走了一条和美国正面交锋的路子。

世界其它国家的民用飞机制造业,尽管历史有长有短,成就有大有小,但总的说来,还处于起步阶段,资金和技术力量分散,只能想方设法地找空档,研制一些小型飞机,且只占有限的市场。

我国的民用飞机制造业尽管起步较晚,但已取得了不小的成绩。Y-7已成为我国支线航线上使用的主要机种,Y-8、Y-12都已经远销国外。但中国民用飞机制造业毕竟还是一个很年幼的产业,在我们发展道路上的技术、资金、市场和成本四大障碍还有待于设法尽快克服,走什么道路也尚需探索。

本书中汇集的多篇文章选取不同角度,全面介绍了世界各国建立和发展民用飞机制造业的曲折历程和经验教训,也表述了作者们对一些问题的观点和看法,其中既有国外情况的客观叙述,也包含了作者的研究成果。“他山之石,可以攻玉”,希望这本书能对我国民用飞机工业的发展起一点作用。由于作者们工作经历、知识和资料方面的限制,书中难免存在错误和不当之处,望读者批评指正。

本书由中国航空信息中心编写,魏志祥主编。参加编写工作的有:魏志祥、陈灌军、王立明、李世松、李学国、张和善、汪亚卫和陈福玲。全书由汪亚卫审定,郎海英参加了部分编审工作。本书在编写过程中得到了中国航空工业总公司民用飞机局高占民局长、郑作棟副局长的指导,在此表示感谢。

编者

1994年5月

目 录

系 统 篇

欧洲民用飞机的发展道路·····	(3)
巴西民用飞机的发展道路·····	(42)
加拿大民用飞机的发展道路·····	(84)
日本民用飞机的发展道路·····	(120)

专 题 篇

美国民用飞机工业为什么能获得成功·····	(161)
空中客车工业公司获得成功的原因·····	(164)
俄罗斯民机工业努力开拓西方市场·····	(168)
日本与波音在干线飞机上的三次合作·····	(174)
加拿大民用飞机工业的成就与特点·····	(178)
巴西发展民用飞机的成功之路·····	(181)
印度尼西亚民用飞机的发展道路·····	(184)
系列改型使B 737 成为世界上销量最大的 客机·····	(187)
A320 的研制概况及采用的新技术·····	(190)
当代最新技术的干线客机B 777·····	(193)
主动控制技术在干线客机上的应用·····	(196)
复合材料在干线客机上的应用·····	(199)
洛克希德公司为何终止“三星”生产·····	(202)
谈干线客机的研制风险·····	(206)
从各国民用飞机的发展道路谈干线飞机研制·····	(211)

系 统 篇

欧洲民用飞机的发展道路

一、 引 言

欧洲的航空工业传统悠久,为世界民用飞机的发展做出过重要贡献。英国制造了世界上第一种涡桨运输机“子爵”号和第一种喷气运输机“彗星”号;英国和法国联合制造了西方世界的第一种超音速运输机“协和”号。从第二次世界大战结束到 70 年代,欧洲还制造了许多技术先进的大型民用飞机。但是,大型民用飞机的世界市场却一直被美国人统治着,直到 70 年代中期,欧洲空中客车工业公司开始推出“空中客车”系列飞机之后,这种局面才被打破。

今天,空中客车工业公司已超过美国麦道公司,成为仅次于美国波音公司的世界第二大民用飞机制造商。它所取得的成绩标志着美、欧在大型民用飞机领域对抗时代的到来。回顾欧洲半个多世纪以来发展民用飞机的道路,从中可汲取许多经验和教训,也许会对我国发展民用航空工业有所帮助。

二、 二战后欧洲的民用飞机研制情况

民用飞机的发展与民用航空运输业的发展相辅相成。航空运输业的发展会刺激飞机工业的发展,而飞机性能的提高

会为航空运输业带来更多利润,进而刺激航空运输业的发展。

30年代是民用航空运输业蓬勃发展的年代。当时欧洲和美国在航空运输和飞机制造两方面基本上处在同一水平。欧洲的几家大航空公司,如德国汉莎、前苏联民航、英国帝国航空公司、荷兰KLM、意大利航空公司和法国航空公司拥有的飞机主要是欧洲制造商提供的,只有荷兰KLM公司购买过美国道格拉斯公司生产的DC-2飞机,也是购买美国飞机的第一家欧洲航空公司。尽管美国由于巨大的国内市场及其丰富的生产和技术资源使其在30年代逐渐成为民用航空运输业和民机工业的领先者,但欧洲的飞机工业规模和技术能力决不比美国差多少。

二次大战使欧洲的民用航空运输业处于瘫痪状态,欧洲大陆的飞机工业也基本被摧毁,只有英国保持了较完整的飞机工业。事实上,英国的飞机工业在二战期间得到了迅猛发展,这一时期共生产了125254架飞机。尽管它们主要是战斗机和轰炸机,但这对保持英国航空工业的技术水平和制造能力是至关重要的。二战并未对美国的民用航空运输系统和飞机工业产生多大的影响,其间它生产了297199架飞机,其中战斗机99742架,轰炸机97592架。在当时的历史条件下,只有美国飞机工业有能力制造民用飞机。因此,二战结束后,美、欧之间在民机领域的差距加大了。

为了恢复航空运输的发展,战后初期,英国和法国采取了两条腿走路的方法:一方面鼓励本国航空工业生产航空公司需要的飞机;另一方面,允许航空公司直接从美国购买飞机。而其它无力生产飞机的国家当然也要从美国购买飞机,使得美国开始垄断世界民机市场。

由于战争原因,战后有能力向美国的垄断地位发起挑战的欧洲国家只有英国。尽管英国航空工业的总体规模无法同美国相比,但其技术水平并不比美国差,甚至在发动机领域还领先于美国。英国正是利用其在二战期间发展起来的涡轮发动机技术,于 50 年代生产出世界上第一种涡轮螺桨运输机“子爵”号和涡轮喷气运输机“彗星”号。“子爵”号以其技术上的优势曾打破了美国人一统天下的局面,但涡轮飞机的黄金时代只持续了大约 10 年的时间就被随之而来的、划时代的大型喷气式运输机所取代,美国人再次成为民机市场的统治者。虽然英国、法国和荷兰在五六十年代也研制出象“快帆”、“三叉戟”、VC-10、BAC1-11 和 F. 28 等技术上相当出色的喷气式飞机,但没有一种飞机在商业上取得的成就能与美国飞机相比(见表 1),销量最大的两种飞机是“快帆”和 BAC1-11,分别售出 278 和 230 架,而美国的 B707 售出 900 多架,DC-9 系列和 B727、B737(即波音 727、波音 737,下同)销量超过了 1000 架,差距是相当大的。

表 1 中列出的是二战结束至 70 年代英国、法国和荷兰研制的主要民用运输机。下面就这几个国家在这一时期的飞机研制情况作一简要回顾。

1. 英国、法国和荷兰在 1970 年前研制生产的民用飞机

(1) 英国

战后最先恢复民机生产的欧洲国家就是英国,从表 1 可以看出英国的民机发展大致经历了四个阶段,即改进轰炸机、研制中短程活塞式运输机、研制涡轮螺桨运输机和涡轮喷气运输机。

表 1 二次大战后欧洲研制的民用飞机性能数据及销售量(包括部分美国飞机供比较用)

国家	飞机型号	研制厂商	开始投入 研制时间	动力装置		巡航速度 (km/h)	航程 (km)	使用升限 (m)	载客量 (人)	销售量 (包括各个 型号)
				型 号	单台功率 或推力					
战后英国 的过渡飞机	“约克”	阿弗洛公司	1942	4台罗罗 502	1620hp	338	4345	7928	21~24	257
	“兰开斯特人”	阿弗洛公司	1945	4台罗罗 T24	1635hp	370	6680	9745	9~13	
	“都铎式”1	阿弗洛公司	1946	4台罗罗 621	1770hp	378	3750	7785	36~40	
	“都铎式”4	阿弗洛公司	1947	4台罗罗 621	1770hp	338	6435	8350	32	
	“哈利法克斯”	汉德利·佩奇公司	1946	4台 Hercules 100	1675hp	418	4070	6400	10	
	“海尔梅斯”	汉德利·佩奇公司	1948	4台 Hercules 763	2100hp	444	3218	7468	40~82	
英国研制的 短程活塞式 的飞机	“布里斯托”170	布里斯托飞机公司	1946	2台 Hercules 632	1675hp	262	965	6705	32	214
	“海盜”	维克斯公司	1946	2台 Hercules 634	1696hp		2735	7620	24~36	163+425 军用型
	“大使”	德·哈维兰公司	1947	2台 Hercules 661	2625hp	483	885	10500	47~55	22

(表续)

国家	飞机型号	研制厂商	开始投入 研制使用时间	动力装置		巡航速度 (km/h)	航程 km	使用升限 (m)	载客量 (人)	销售量 (包括各 个型别)
				型 号	单台功率 或推力					
法国战后研制的 活塞式飞机	SE. 161	SNCASE	1945	4台 Gnome- Rhone 14N	1150 hp	405	1000	7200	33	100(包括 军用型)
	SO. 30P	SNCASO	1939	4台普惠 R2800-B43	1620 hp	416	1500	6500	30~37	45
	SO. 95	SNCASO	1939	2台 Renault 12S-02-201	580 hp	330	1300		10~13	60
	SE. 2010	SNCASE	1949	4台普惠 R4360	3500 hp	454	5120	6800	80~ 160	
英、法、荷、美研制的 涡轮飞机	“布雷盖”763	布雷盖公司	1951	4台普惠 R2800-CA18	2100 hp	336	2290	6800	107	
	“子爵”700	英国维克斯 公司	1950	4台罗罗达特 505	1547 ehp	486(高度 6100m)	1980	8380	40~63	445
	H.P.R. 7 Herald 100	英国汉德利 ·佩奇公司	1958	2台罗罗达特 527	1910 ehp	442	2790	8140	36~50	48
	HS. 748	英国霍克· 西德利公司	1960	2台罗罗达特 517	1740 ehp	434	1072	7470	40~52	360
	“布里斯托”175	英国布里斯托 飞机公司	1947	4台布里斯托 705	3780 ehp	582	7770	7315	61~90	85

国家	飞机型号	研制厂商	开始投入 研制使用时间	动力装置		巡航速度 (km/h)	航程 km	使用升限 (m)	载客量 (人)	销售量 (包括各个型别)
				型 号	单台功率 或推力					
英法及荷兰研制	"前卫"953	英国维克斯公司	1956年1961	4台罗罗506	4985 ehp	684	3330	9150	126~139	44
	F. 27-100	荷兰福克公司	50年代1958	2台罗罗达特511	1670 ehp	428	1250	8840	40~52	730
	"诺尔"260	法国北方航空公司	1957年初	2台透博梅卡N	986 ehp	385(高度3050m)	1590	9750	23	100
	"彗星"4	英国德·哈维兰飞机公司	1942年1958	4台罗罗Avon524	4763 kg	809(高度12800m)	6190	12800	50~81	101
英法和荷兰研制的喷气式飞机	"三叉戟"IE	英国霍克·西德利公司	1957年1964	3台罗罗"斯贝"511-5	5170 kg	973(高度8230m)	4345	9450	139	117
	超 VC-10	英国维克斯公司	1957年1964	4台罗罗"康维"R. Co. 43	10205 kg	933(高度9450m)	7595	11582	139~163	54
	BAC1-11	英国飞机公司	1961年1965	2台罗罗"斯贝"MK 512	5592kg	871(高度6400m)	2735	10670	84	230

(表续)

国家	飞机型号	研制厂商	开始投入 研制使用 时间	动力装置		巡航速度 (km/h)	航程 km	使用升限 (m)	最大载重 (人)	销售量 (包括各 个型别)
				型 号	单台功率 或推力					
英、法、荷、美、苏研制的	SE-210 “松帆”	法国南方 航空公司	1959	2台罗罗Avon 527	5171kg	779(高度 10670m)	1740	10000	80	278
	“水星”100	法国达索· 布雷盖公司	1971	2台普惠 JT8D-15	7030kg	925(高度 6100m)	2085	10000	162	10
	F-28MK 2000	荷兰福克 公司	1971	2台罗罗RB 183-2“斯贝” 155-15	4468kg	843(高度 7000m)	1297	10675	79	189截止 1981
部分美国研制的飞机	B707-120	美国波音 公司	1957	4台普惠 JT3C-6	5670kg	919(高度 7620m)	4950	9600	121~ 179	962
	B707-320	美国波音 公司	1959	4台普惠 JT4A-3	7167kg	972(高度 7620m)	7450	11340	131~ 189	
	B727-100	美国波音 公司	1959/1964	3台普惠 TT8D-1	6450kg	977(经济 巡航)	3300	11400	131	1786(截 止1981)
	DC-8-20	美国道格拉斯 飞机公司	1958	4台普惠 JT4A-3	7167kg	964(高度 9144m)	7500		120~ 176	556
	DC-9-10	美国道格拉斯 飞机公司	1965	2台普惠 JT8D-5	5443kg	797(高度 7620m)	1110		90	

过渡型飞机 为了满足战后民用航空运输的急需,英国战后第一代民用飞机均为改进二战使用的轰炸机,其代表是阿弗洛公司以其著名的“兰开斯特”(Lancaster)轰炸机为基础改进的“阿弗洛”685、“约克”(York)、691“兰开斯特人”、688“都铎式”(Tudor)1和“都铎式”4以及汉德利·佩奇公司以其轰炸机改进的H.P. 70“哈利法克斯”(Halifax)和H.P. 81“海尔梅斯”(Hermes)。这些飞机大多数最初是在二战期间为满足皇家空军运输司令部的要求而改进的,主要改进之处是重新设计机身以适于载人,战后发现能部分满足航空公司的需求,也就成为战后第一代过渡型民用飞机。它们对恢复英国民用航空运输业的发展起了非常重要的作用。

1944年,英国海外航空公司(British Overseas Airways Corporation, BOAC)首先将685“约克”投入定期航线使用。BOAC还先后订购了“兰开斯特人”、“都铎式”2、“哈利法克斯”和“海尔梅斯”,其它一些小航空公司也订购了其中一些飞机。

“都铎式”是战后英国航空工业界发起的一项相当宏大的计划,它是一种大型、四发、座舱增压的运输机,打算用于跨大西洋航线。研制它的目的有两个:一是作为英国航空公司恢复运营的主要机种,二是用它向美国的垄断地位挑战。它是在“兰开斯特人”系列轰炸机的后一种型别“林肯”的基础上改进的,其机翼和发动机安装与“林肯”相似,重新设计了机身和尾翼。原型机试飞后发现性能不佳,难于操作,虽作了许多改进,但还是没有取得成功。

中短程活塞式运输机 战后初期,英国还大力发展了第一代的中短程大载客量的运输机,尽管遇到许多困难和挫折,

还是制造出了一些较成功的飞机。其代表是“布里斯托”(Bristol) 170、“海盗”(Viking)和 A. S. 57“大使”(Ambassador)。这些飞机对一些小航空公司的恢复运营作出了重要贡献,同时也是 1946 年 8 月 1 日成立的英国欧洲航空公司(BEA)机队的主力机种。BEA 后来成为英国最大的航空公司。1972 年 4 月 1 日, BEA 和 BOAC 合并,成立了英国航空公司(British Airways)。

“布里斯托”170 是二战的最后一年设计的,有客货两种型别,最初由皇家空军使用,战后改为民用,两种型别中货运型更成功。当 BEA 开始负责英国到欧洲大陆的航线运输时,“海盗”成为该公司最可靠的双发运输机,除 BEA 外,还有许多国外用户订购了该机。此外,它还被皇家空军订购作为军用运输机。可以说,“海盗”是这一代飞机中最成功的。“大使”是作为 DC-3 的替代机而设计的,1952 年进入 BEA 公司服役,但由于涡桨飞机“子爵”号的成功而使其过早被淘汰。

涡轮螺桨运输机 在渡过了战后最初几年的危机之后,英国的民机工业成功地向美国的统治地位发起了挑战,使其在世界民机市场的地位在 50 年代出现了很大变化。英国的成功主要得益于其领先于世界各国的航空发动机技术。当美国人还在不断挖掘活塞式发动机的潜力时,英国人已开始利用其在二战期间发展起来的涡轮发动机技术,首先研制出了世界上第一种涡轮螺桨运输机“子爵”号。可惜的是,“子爵”V. 630 于 1950 年投入 BEA 使用后开创的涡轮螺桨运输机时代只持续了 10 年左右的时间,涡桨运输机就被随后而来的、更有竞争力的喷气式运输机所取代。

“子爵”号最初是作为取代 DC-3 而设计的,V. 630 原型

机于 1948 年 7 月 16 日首飞,1950 年在 BEA 公司进行了一个月的伦敦至巴黎和伦敦至爱丁堡航线的试验飞行,但经济性不佳。在对机身加长和发动机改进之后的 V. 700 型成为美国有名的活塞式运输机“康威尔”(Convair)240/440 的有力竞争者。各种型别的“子爵”号共生产了 445 架,先后被欧洲和美国的许多航空公司订购。该机生产持续到 1959 年,直到 1981 年仍有 100 架“子爵”号在航线上使用。如果以飞机销售量来衡量,“子爵”号无疑是英国民用飞机发展史上最成功的飞机。

英国研制的另一种成功的涡桨运输机是“阿弗洛”748。该机后由于阿弗洛公司并入霍克·西德利公司而改名为 HS. 748。它是阿弗洛公司研制的最后一种飞机。HS. 748 是双发中短程低载客量运输机,设计目标是使航空公司减少使用和维护费用,达到最大的飞机利用率。

当以 B707 和 DC-8 为代表的大型喷气式运输机问世时,英国并没有完全认识到它的优越性(特别是在远程航线上),仍在继续研制大型、远程涡桨运输机“布里斯托”175 和“前卫”(Vanguard)。“布里斯托”175 最初是为满足 BOAC 1947 年提出的需要一种中程帝国航线运输机要求而设计的四发活塞式运输机,后改装涡桨发动机。BOAC 于 1957 年将该机投入伦敦至约翰内斯堡航线使用。

“前卫”是作为“子爵”号的后继机研制的,在接到 BEA 的 20 架订单之后,该计划于 1956 年 7 月 20 日上马。由于面临喷气式飞机的竞争,该机在生产 44 架之后停产。

喷气式运输机 世界上第一种喷气式运输机是由英国人制造出来的,即“彗星”号。英国在 50 年代和 60 年代还先后研

制生产了“三叉戟”、VC10 和 BAC 1-11 三种相当出色的喷气式运输机,但商业上成功的飞机只有 BAC1-11,共售出了 230 架。

“彗星”号是根据布拉巴宗委员会(Brabazon Committee,是战时英国政府指定的为战后各型飞机提建议的机构)提出的跨大西洋喷气式邮政机建议而设计的。在经过多次设计修改之后,最后实际上设计成了一种民用运输机。原型机于 1949 年 7 月 27 日首飞,并立即进行了一系列的彻底的验证试验。1950 年,BOAC 订购了 14 架该机。1952 年 5 月 2 日,BOAC 首次将该机投入伦敦至约翰内斯堡航线使用。但在“彗星”投入使用后的两年多时间里接连出现了几次空中解体的灾难性事故,被迫中止了飞行,后查明是由于金属疲劳导致的结构失效。尽管德·哈维兰公司重新设计了飞机,并在 1958 年 4 月 27 日使经过改进的“彗星”4 上天,但为时已晚,无法同 B707 竞争,也无法挽回它对英国航空工业的声誉造成的不利影响。

VC-10 是大型远程喷气式运输机,其航程、载客量均与 B707 相似(见表 1),但在它进入市场时,这一档次的飞机的市场早已被 B707 和 DC-8 占领,在 VC-10 和超 VC-10 两种型别共生产 54 架之后生产线于 1970 年关闭。

“三叉戟”是为响应 BEA 公司提出的需要一种能在 1964 年投入航线使用的中短程客机而研制的。BEA 订购的第一批 24 架“三叉戟”I 型于 1964 年投入定期航线使用。尽管“三叉戟”与 B727 有着同样的布局,在航程和载客量等性能方面也大体相当,而且在同一年投入使用,但它却只销出了 117 架,而 B727 的销售量却达到了近 2000 架,相差之大令人感叹不