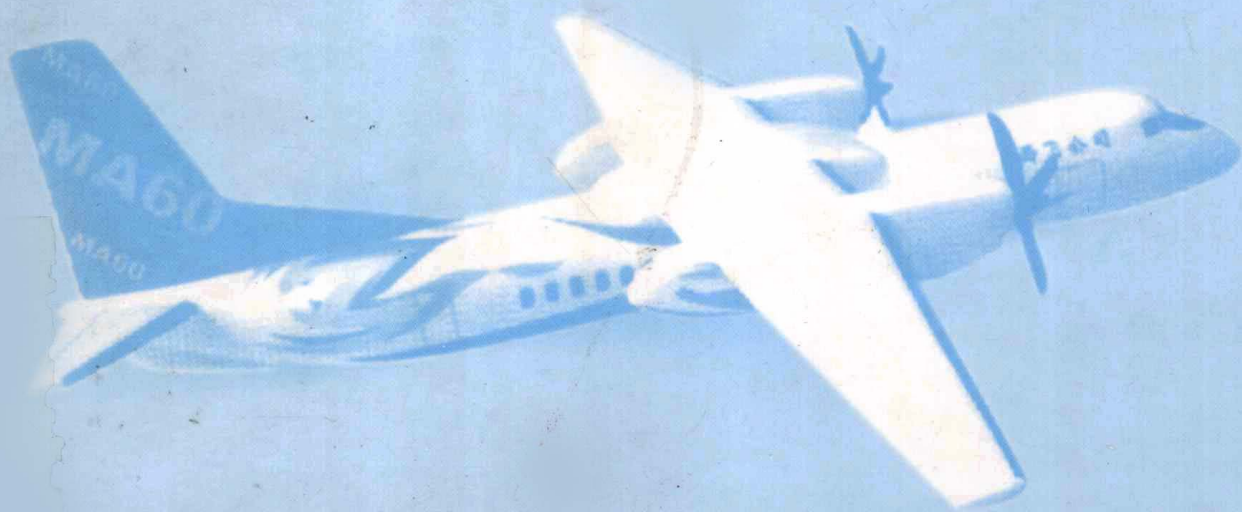


赵学训等◎编著



支线航空 与支线飞机

ZHIXIAN HANGKONG
YU ZHIXIAN FEIJI



中国民航出版社



支线航空 与支线飞机

ZHIXIAN HANGKONG
YU ZHIXIAN FEIJI

赵学训等◎编著



中国民航出版社

图书在版编目(CIP)数据

支线航空与支线飞机/赵学训等编著. —北京:中国民航出版社, 2005. 8
ISBN 7-80110-683-0

I. 支…

II. 赵…

III. ①航空运输-中国 ②运输机-中国

IV. ①F562 ②V271.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 082366 号

支线航空与支线飞机

赵学训等 编著

出版	中国民航出版社
社址	北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼(100028)
发行	中国民航出版社 新华书店经销
电话	(010) 64290477
照排	中国民航出版社照排室
印刷	今典印刷有限公司
开本	787×960 1/16
印张	17.75
字数	310 千字
印数	2500
版本	2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

书号	ISBN 7-80110-683-0/V·222
定价	35.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

序

我国自改革开放以来，随着国民经济的稳定持续增长，航空运输业也得到了迅速发展，适应社会经济发展需求的航空运输网络已初步形成。支线航空是民用航空运输的重要组成部分，是国家交通运输的重要方式，也是合理配置运力、培育市场、促进民用航空运输业发展的重要途径。

近年来，关于我国支线航空运输的发展问题，引起了人们广泛的关注和讨论。“中国支线航空市场无处不存在，它们的区别仅仅在于市场的特征不同。”这一结论已经取得了较为广泛的共识。事实上，航空运输高度发达的美国和欧洲的经验已经表明，支线航空运输并没有因其发达的地面交通网而衰落，恰恰相反，在过去的 10 年内，支线航空运输曾以高于干线航空增长的速度而稳定增长；同时，其运输总量也翻了一番，极大地促进了整个航空运输业的繁荣和发展。

随着我国社会经济的发展和对支线航空运输的扶持政策的逐步完善，以及民航运输管理体制改革的日渐深化，航线网络也在重组和发展，我国支线航空运输的市场环境将会日臻成熟，支线航空运输事业必将生机勃勃。

支线飞机是发展支线航空运输的最重要的技术基础，对于支线航空的发展有着重要的意义，特别是喷气式支线飞机的出现，极大地扩展了由螺旋桨飞机支撑的航空支线网络，已把支线航空推进到一个崭新阶段。

支线飞机是一个包括从几座到百余座范围的运输机种。它既可以方便地衍生出具有不同用途的多用途飞机和具有特殊用途的专用飞机，也可以此为基础继续发展成为技术含量更高的大型运输机。因此，发展支线飞机往往成为一些企图跻身于航空领域、拓展航空应用的国家的突破口项目。

我国支线飞机的发展起始于上世纪 60 年代的 Y7 型涡桨支线飞机。在上世纪 80 年代中期到 90 年代初期的十多年里，它曾经是我国民航的最大机群，创造过辉煌的业绩。在过去的二十几年里，航空工业部门为研制我国新一代支线飞机曾进行过广泛的探索和不懈的努力。2000 年我国新一代涡桨支线飞机“新舟 60”在北京汇报亮相，随后在四川航空公司投入营运。更

可喜的是，在 2000 年第三届中国国际航空博览会上，中国航空工业以全新形象亮相。中航一集团宣布立即启动具有先进水平的 70 座级新型涡扇支线飞机 ARJ21 计划，并按照全新思路组建“中国商用飞机有限公司”，开发 ARJ21 项目。中航二集团宣布启动 30 座的支线飞机“金龙”30 计划，再次张开了中国民用航空工业腾飞的翅膀，拉开了中国民机研制新一轮搏击的序幕。

《支线航空与支线飞机》一书的作者曾在我国航空工业战线上从事支线飞机的开发与研究多年，针对在实践中经常遇到的问题，广泛收集资料，总结实践经验，同时充分考虑了支线航空与支线飞机的发展趋向，在此基础上，经过多年的不懈努力，现作为专著奉献给关心我国支线航空与支线飞机发展的人们。它虽为一家之言，但对于我国支线航空与支线飞机的发展无疑是一件值得推荐和赞扬的好事。

李林
2005.3.20

自序

我国社会经济的高速发展，对航空运输提出了强劲的市场需求。因此，改革开放以来，我国的航空市场日渐兴旺，正推动着航空运输改革的深入进行。发展支线航空，完善航空运输网络，以适应我国社会经济发展需要的任务已摆在我们的面前。

我国的民用飞机工业起步于 20 世纪 60 年代，曾先后成功地研制了 Y-12、Y7、MA60 及中型运输机 Y8 等军民用运输机。对于先进的喷气式运输机，也已经经过多年的曲折探索，正在走向实施阶段。

以研制支线飞机为突破口，逐渐发展成具有一定规模和一定市场竞争能力的民用航空工业，是被一些发展中国家发展民族民用航空工业实践证明的一条正确道路。当然，要想在竞争激烈的世界民机市场中后来居上，并占有一席之地，还必须有正确的发展思路和灵活的策略。

《支线航空与支线飞机》一书，所涉及的内容是我们在多年从事民用飞机发展研究中，经常需要面对的一些问题，现以书本形式奉献给对支线航空和支线飞机有兴趣的同道者，希望起到抛砖引玉的作用。

《支线航空与支线飞机》一书在构思、成书过程中，曾得到我国航空界老一辈航空专家屠基达院士、陆孝彭院士、陈一坚院士及高忠社、方宝瑞、沙正平等老总师们的热情鼓励，这也是促使本书能最终完成的重要力量源泉。在成书过程中，也曾得到许多热心人的支持与参与。其中，赵嶷飞编写了第六章，任新惠编写了第五章，并共同编写了第四章；同时，还和莲清同志一起对全书的文字、图表和曲线及数据进行了统一处理。

在此，特别感谢邱传仁研究员对书稿的审阅，以及上海飞机设计研究所副所长彭小忠研究员对本书的关怀和支持。同时，向所有曾经给予本书鼓励、支持和帮助的同志表示衷心感谢。

赵学训

2005 年 4 月 3 日于北京



绪 论

航空运输业是国民经济的基础性先导产业,它给社会和经济的发展以巨大的影响。特别是在进入新世纪的今天,世界多极化和经济全球化的发展,以及席卷全球的新一轮科学技术革命正对国际政治经济格局及未来的发展产生着极为深刻的影响。经济全球化促进资本、技术、物资、人员在世界范围内更加自由和更大规模地流动,必然要求航空运输全球化。航空运输全球化将给未来航空运输带来更加灿烂的前景。

对于我国,发展航空运输是建立社会主义市场经济体制的需求。为了建立社会主义市场经济体制,必须形成全国统一开放、竞争有序的市场体系。培育市场体系,既要加强市场法制建设,制定和完善市场规则,又要加强包括航空运输在内的交通运输设施的建设。交通运输状况决定着市场规模,没有发达的交通运输,市场规模必定受到限制。航空运输作为最快捷、安全、舒适的运输方式,在建立和完成市场体系中有着独特的优势。

国际上的经验表明,为了推动国民经济和社会的发展,航空运输必须超前发展。超前发展系数的国际水平为 2.5 左右,发展中国家一般要高于国际平均水平,只有如此,才能满足国民经济发展的需要。

我国自改革开放以来,航空运输事业得到了飞速发展。适应我国社会经济发展需求的航空运输网络已经初步形成。同时,随着我国航空运输管理体制改革的深化,一个拥有干线和支线,布局更加合理、更能适应我国社会经济发展需要的航空运输网络正在形成。

民用运输飞机是发展我国航空运输业的重要物质基础,而飞机工业是高增值的技术先进的部门,是知识密集的典型领域。为了在新世纪的竞争中占有一席之地,飞机工业作为显示综合国力、提升国家技术和经济实力的战略性新兴产业而被竞相发展。

统计表明,对航空工业投资 1 亿美元,10 年后航空工业及其相关产业的产出大约有 80 亿美元的产值。日本的调查结果表明,在日本全国 500 余项技术扩散案例中,航空工业的技术扩散占 60%。1979 年,日本航空工业



技术派生出来的产品销售额是航空产品销售额的 15 倍。航空高技术的发展通过技术转移,带动其他产业发展,特别是冶金、化工、材料、电子和一般机械加工领域的科技进步,使大批不上天的民用产品更新换代。因此,越来越多的国家政府已经认识到发展本国航空工业的重大意义,一个强大的航空工业将会给国家带来很多显而易见的利益,并确信保持一个强有力的、建立在本国基础之上的飞机(航空)工业是国家根本利益之所系。

1995 年 9 月,中共中央十四届五中全会上通过的《关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标的建议》中提出:“重点发展高技术及其产业,要把握世界高技术发展的趋势,重点开发电子信息、生物、新材料、新能源、航空、航天、海洋等方面的高技术,在一些重要领域接近或达到国际先进水平。”明确把航空高技术产业列为社会生产力,作为推进科学技术进步、增强国力以及带动人民物质生活水平提高的战略产业。美国在海湾战争后,把航空技术列为六大“国家关键技术”领域之一,给予了充分注意。据美国政府透露,在美国联邦政府各工业部门的研究与发展投资中,航空工业部门大约占一半,而每年美国国防预算中,投入飞机研制的超过 1/3。

日本在 20 世纪 80 年代初,把航空工业列为 21 世纪的战略产业之一,与计算机和代用能源并列。韩国曾在 1993 年 6 月公布的五年计划中,把航空航天工业确定为优先发展的高技术产业,2002 年投资 42 亿美元,以振兴韩国的航空工业。我国的台湾地区也把航空航天列为 20 世纪 90 年代十大战略产业和八大关键技术之一。

可见,世界在迈进 21 世纪之时,世界航空工业在调整中孕育着更快的发展。可以预期,随着世界经济的复苏和发展,航空高技术产业将会被更多国家重视,航空产品市场的竞争也将会更加激烈,特别是对于相对简单的支线飞机工业,被许多发展中国家选为发展本国航空工业的突破口,而备受青睐。

巴西飞机工业公司的崛起是发展中国家发展飞机工业的成功范例。1969 年成立时,它是一个以国家股份为主,少量私人股份为辅的股份公司,主要承担本国所需飞机的研制、生产和销售。其主要产品是支线客机,通用航空飞机和公务机等小型飞机。30 多年来,该公司坚定不移地贯彻“以市场为中心,以客户为重点”的宗旨,审时度势,锐意改革,对开发的产品进行了准确的市场定位,在激烈的市场竞争中脱颖而出。它凭借其近年来的高速发展,跻身为世界四大民用飞机、公务喷气机和防务系统产品的设计和制造者



之一，并成为世界支线飞机的领先者。其在 20 世纪末的出口总额已达 17 亿美元，占公司总收入的 95%，占巴西全国出口的 3.42%。

在促进航空运输业的发展过程中，民用飞机显然是重要的技术基础。民用飞机是一种技术复杂、投资大、价格昂贵、附加值高的特殊商品。目前，包括民用飞机在内的航空产品已成为综合多种现代科学技术的前沿技术。一架飞机所包含的零部件及技术参数要达到 10^7 量级，而一辆汽车为 10^4 量级，一台金属切削机床为 10^3 量级。美国波音 B747 大型客机，每架飞机零部件达到 600 万个。此外，为保证飞机飞行安全所需的各种设备，如通信、导航、显示和飞行管理设备等都需要采用各行业的最新技术。航空产品的研制涉及众多的供应厂商和众多复杂的专业，其中不仅包括通用机械加工的各专业，还有许多航空所独有的技术专业。

飞机的研制需要相当的投入，空中客车工业公司研制的 150 座级干线客机 A320 的研制费为 20 亿美元，每架飞机单价达 3800 万美元。航空产品研制周期长，现代战斗机从预研到生产交付一般要 15 年，仅从设计开始也要 5~10 年。在研制周期内需要持续的投入，飞机产品要想盈利，必须有足够的数量才能达到并超过盈亏平衡点。高投入才能有高回报，高附加值所隐含的高利润才能兑现。欧洲空中客车公司从研制 A300 起步，在生产了 20 年空中客车系列飞机之后才开始盈利。所以说，航空工业既是高附加值的产业，又是投资回报期长，需要大批量销售才能盈利的高风险产业。

飞机是一种特殊的商品，它的销售带有很强的政府行为，世界上许多国家为了保护民族的航空工业，采取了严格限制国外飞机进口的政策。有些国家的政府除了给予政策优惠、限制进口外，政府还帮助企业开拓国外市场，向国外推销飞机。近年来，世界各大航空公司均看好中国市场，对我国航空市场虎视眈眈，千方百计要打入中国市场。因此，在改革开放的大前提下，对于正在发展、尚显稚嫩的我国民用飞机工业采取适当的保护政策是十分必要的。

目 录

绪论	(1)
第一章 支线航空运输的发展	
第一节 世界航空运输的发展	(1)
第二节 支线航空运输的发展	(2)
第三节 世界的航空运输市场	(6)
第四节 我国支线航空运输概况	(9)
第五节 我国航线网的特点	(13)
第二章 支线飞机的发展及其特点	
第一节 支线飞机的演进	(17)
第二节 支线飞机的发展层次	(21)
第三节 支线飞机的使用特点	(23)
第四节 支线飞机技术的进步	(31)
第五节 特殊用途的支线飞机	(34)
第六节 国产支线飞机的新发展	(44)
第三章 支线飞机市场的特点	
第一节 世界支线飞机市场的预测	(47)
第二节 支线飞机市场的需求特点	(49)
第三节 支线飞机市场的竞争特点	(53)
第四节 市场的竞争态势	(58)
第五节 我国当前的支线航空市场	(62)
第四章 我国支线航空的发展环境	
第一节 社会发展的需求	(64)

第二节	我国的地面交通环境	(66)
第三节	支线机场	(69)
第四节	空中交通管理	(75)
第五节	我国支线航空市场培育	(84)
第六节	我国运营环境对支线飞机的技术要求	(87)

第五章 支线飞机的经济性

第一节	飞机的经济性	(89)
第二节	投资总额	(92)
第三节	飞机的总使用费用	(94)
第四节	飞机的直接使用费用	(95)
第五节	支线飞机直接使用费用的特点	(104)
第六节	支线飞机的经济性评价	(108)

第六章 支线飞机的安全性

第一节	民用航空的安全性	(110)
第二节	支线飞机的安全形势	(111)
第三节	飞行事故发生概率的分布	(113)
第四节	飞机安全性的改进	(123)
第五节	支线飞机的适航性管理	(129)
第六节	飞机的适航性设计	(133)

第七章 支线飞机发展的主要技术

第一节	技术对飞机经济性的影响	(138)
第二节	空气动力学技术	(143)
第三节	动力装置技术	(153)
第四节	材料技术	(156)
第五节	航电与控制技术	(158)
第六节	降噪技术	(160)

第八章 支线飞机开发的市场定位

第一节	支线飞机型号的开发模式	(162)
第二节	支线飞机的设计因素	(164)

第三节	动力装置的选择·····	(168)
第四节	设计定位·····	(171)
第五节	新型大型喷气支线飞机的设计特点·····	(175)
第九章 支线飞机总体构型的特点		
第一节	支线飞机的总体布局形式·····	(179)
第二节	支线飞机采用的发动机·····	(189)
第三节	支线飞机总体基本参数·····	(197)
第十章 高共用性支线飞机的技术特征		
第一节	共用性设计的发展·····	(208)
第二节	通用型支线飞机的设计·····	(209)
第三节	高共用性相似支线飞机族的设计·····	(214)
第四节	高共用性小型双机身喷气式支线飞机的设计·····	(221)
第五节	高共用性双机身支线飞机族的设计·····	(222)
第十一章 支线飞机型号的改进与改型		
第一节	支线飞机型号的改进与改型模式·····	(238)
第二节	改型设计的主要内容·····	(242)
第三节	更改项目的审定·····	(246)
第四节	型号改进的局限·····	(247)
第五节	更改的权衡与综合·····	(249)
参考文献 ·····		(251)
附录 1 世界支线飞机数据 ·····		(253)
附录 2 世界支线飞机发动机的主要技术数据 ·····		(259)
附录 3 世界支线飞机主要机载航电设备 ·····		(263)



第一章 支线航空运输的发展

第一节 世界航空运输的发展

航空运输起始于 20 世纪 20 年代, 至少已有 80 余年的历史。和其他运输形式相比, 虽起步较晚, 但发展速度惊人, 特别是喷气式运输机出现以来, 一直随着经济的发展而发展。目前, 它不仅垄断着跨洲越洋的远程国际客运, 而且在各国国内的长途客运中所占的比例也越来越大。

据统计, 国际民航组织缔约国年定期航班运输周转量, 1990 年运输总周转量 2358.7 亿吨, 其中旅客周转量达到 18940.8 亿客公里; 到 2003 年分别达到了 4043.1 亿吨和 29916.2 亿客公里。13 年分别增长了 71% 和 60%, 年均增长分别为 5.5% 和 4.5%。

航空运输系统的发展是一个扩展点对点空间联系和产生层次航线网络的过程。需求和供给的动态平衡推动着航空运输系统的发展。航线网络是由空间不同的点连成的统一结构。根据航线适应市场发展的需要程度, 迄今为止, 航空运输形成了两种基本的航线网络。

1. 网状航线 (Point-Point)

网状航线由若干个连接城市对的点对点航线组成。开始, 根据临时需求进行分散的、间断的和无组织的飞行。在有了固定需求后, 就开辟了有限的定期航班。随着定期航线的扩展, 逐渐形成了网状航线。在这种航线模式中, 点对点间的航线可长可短, 基本上是独立经营, 成本很高, 特别是在需求量低的航线上载运率非常低。有些辅助性短航线往往是国家某种政策的需要。

2. 枢纽辐射式航线 (hub-spoke)

上世纪末, 航空运输的发展使处于网状航线网“节点”位置上的大城市的客流量迅速增加, 空中交通日趋紧张; 同时, 大城市社会经济的发展也带动了周围中、小城市的发展, 迫切要求航线向附近中、小城市延伸, 能迅速



将客流向“枢纽”集中，又从“枢纽”分流。这样，逐渐形成了以大城市为枢纽，向周围中、小城市辐射的枢纽辐射式航线网。连接不同枢纽辐射式航线网枢纽机场的航线，一般航距远，客流量大，被称为“干线”；而由某一枢纽向周围中、小城市辐射的航线，航距短，客流量少，被称为“支线”。

在枢纽辐射式航线网络中，来自不同中、小城镇的旅客乘坐小型飞机，通过支线汇集到枢纽机场，然后从枢纽机场换乘大飞机飞往与目的地相邻的枢纽机场，再经由支线到达最终目的地。在枢纽辐射式航线网络中，由于实现了干/支线航线联合统一经营，飞机机型安排相对合理，可使飞机的飞行公里数减少，成本达到最低，载运效率提高。

在枢纽辐射式航线网络中，由于航班次数减少，旅客在飞机上待的时间增长，同时，又出现了大量飞机聚集在枢纽机场，导致航班延误、进近困难和交通管制等问题，反而增加营运成本。因此，便派生出减轻枢纽城市压力的“绕飞”（by-pass）航线网络。航空公司将饱和的枢纽机场的旅客分流到次级机场，以克服航路和陆路的限制，缓解枢纽机场的拥挤。在这种航线网络中，尽管飞机数和飞行里程均有所增加，旅客可能会飞更长的距离，但运载率提高，总成本下降。

可见，不同的航空运输模式是在航空运输发展中自然形成的，因此，它们也是航空运输不同发展阶段的标志。枢纽辐射式航线网络和绕飞式航线网络运载率高，客—公里数大，飞机数量少，因此，成本低，市场份额较大，而对服务的要求又不是很高，是航空运输网络现代化的标志。

第二节 支线航空运输的发展

欧美支线航空的发展，是这些国家以“放松管制”为契机的社会经济发展的必然产物。二次大战后，这些国家随着工业化进程加速，城市化水平不断提高，地区差别和城乡差别进一步缩小，出现了以超大型城市及其卫星城市为中心、发展相对均衡的区域性经济结构。由于人、物流动的需要，这些作为区域经济依托的超大型中心城市，从20世纪80年代开始逐步发展成为航空枢纽。1999年，欧、美、澳等发达国家的城市人口达到78.7%，年旅客吞吐量超过1600万和500万的城市总数约70个，占全国机场旅客吞吐量总数的89.4%，而其机场只占全国的1.2%。在大、中型枢纽形成的过程中，辐射航线网也日渐形成。



一、支线航空运输的兴起

严格地讲,只有当航空运输发展到航线网络通过枢纽机场向中、小城镇延伸,形成了枢纽辐射式航线网络时,才有了真正意义上的支线航空运输。

1978年10月,美国国会适时通过的《放松航空运输管制法》,开始开放国内航空市场,鼓励自由竞争。对本小利微的航空公司所使用飞机,只要载客量不超过60座,或者业务载重量不超过8100kg者,可以不受民用航空委员会的管理,这一举措才真正开创了支线航空运输发展的历史。管制放松使美国的航空公司可以自由选择航线。为此,干线航空公司从那些服务于小社区城市的瘦薄航线上撤出,将重心转向客流量更加密集的干线上,给支线航空公司的发展留下了空间。一时间,支线航空公司如雨后春笋般地很快发展。但好景不长,接着便是破产、兼并、清算,进入合并期,实力较强的干线航空公司与支线航空公司伙伴形成“代码联盟”,实现干/支线合作营运。实力雄厚的干线航空公司着手航线网络的建设,建立起自己的枢纽机场,围绕它们的枢纽城市建立辐射式航线,从根本上改变了干线航空公司和支线航空公司关系,使之从竞争关系转变为互补关系。通过支线航空公司建立起从枢纽机场辐射的枢纽辐射式航线网络,每增加一条辐射航线就为旅客开辟了新的航班始/发目的地,比直接点对点服务有更大的市场覆盖面。这样,既增强了干线航空公司在枢纽机场的市场份额,也方便旅客“一票到底”。从20世纪80年代中期以来,这种“干一支联盟”形成的枢纽辐射式航空运输网络得到了充分的发展,成为(美国)航空运输业不可分割的组成部分。目前,美国在其地理区域和市场区域特点的基础上形成了以6大机场为枢纽的辐射式航线网络。1998年底,其支线航空协会拥有97家会员公司,支线飞机2150架,占全部始发航班的43%;1998年共飞行433万个起落,运送旅客达720万人次。

大约在同一时期,欧洲也开始了放松航空管制的进程,在美国经验的启示下,只用了美国的一半时间,就完成并巩固了枢纽辐射式航线网络和干一支联盟。随后,一些其他国家,如加拿大、澳大利亚、南非和阿根廷等也沿着这个方向,相继完成了各自的枢纽辐射式航线网络。

在枢纽辐射式航线网络中,支线航空公司将来自不同小城市的旅客汇集到枢纽机场,然后,干线航空公司再用大型飞机飞往不同目的地。当国内航线网络与全球航线网络相连,就可提供边远地区旅客到世界各地的服务。加拿大的航空运输网络由加拿大航空公司、三个支线航空公司和世界明星联盟



共同支撑。1999 年底，加拿大支线航空公司有 82 架涡桨/涡扇支线飞机飞往 80 个目的地，为境内所有大、小城镇与中心城市之间提供航班服务，为占人口 1/3 的 4 个大城市和一个商业中心城市的枢纽机场集散客源。加拿大航空公司拥有 230 架飞机，不仅为国内枢纽机场间的干线服务，还向世界 121 个城市提供定期航班，同时还和世界上 7 个领先的航空公司组成“明星联盟”，形成了全球航线网络。在这个网络中，通过许多共同的旅客服务和营销计划，“明星联盟”成员可为来自世界各地的旅客提供飞往 700 多个目的地，几近无“缝隙”的服务。

二、喷气支线航空运输

20 世纪 90 年代中期，以干一支联盟代码共享为主要特征的枢纽辐射式航线网络为支线航空提供了良好的发展环境。用于辐射（支线）的涡桨飞机机队迅速建立。随着涡桨支线飞机运营的快速发展，枢纽辐射式运输网络也得到发展，但支线航空公司使用的 19~50 座级的涡轮螺桨飞机的覆盖范围平均只能达到半径 500km。1995 年，加拿大支线喷气机（CRJ）加入支线机队，把支线辐射航线扩展到涡桨飞机运营的网络边界之外，几乎达到干线窄体喷气客机的航程距离（约 2000km）。扩大运送半径，不仅进一步加强了“枢纽机场”运营的地位，也使支线航线可以避免枢纽机场的竞争，缓解了枢纽机场的压力，从而使支线航空进入了一个以支线喷气机队为主要标志的新阶段。

在这一阶段，干线航空公司不断把某些航线转移给它们的支线伙伴，扩大支线航空的营运范围，从而使干一支航空联盟更得益于从干线航空转移到低成本运营的支线航空公司。1995—1998 年，美国总共有 189 条干线被转移，使支线航空公司的盈亏平衡载运率为 42.4%，使得低成本运营的支线航空公司能保持较好的盈利能力。在这一阶段，80 座级的支线机队在扩大，在较短的支线航线上使用先进的大型涡桨飞机，在较长的支线航线上使用 80 座的喷气支线飞机。目前，喷气式支线飞机正进入全美各小型社区。美国支线喷气飞机已使用着约 223 个机场，每月飞行 16 万个航班，比前一年增加了 13%，其中很多机场位于中小城镇。

放松管制后，枢纽辐射式航空运输网络的形成和发展，极大地推动了支线航空运输的发展。1998 年欧洲支线航空公司的客运量增长 12%，其客运量至少高出欧洲干线公司 50%。放松管制前，支线航空公司运载的旅客不到干线航空公司的 4%。放松管制后，1978—2000 年的 20 多年间，美国支



线航空旅客运输量以每年 10.1% 的速度增长, 远远高于干线航空公司客运量的增长率; 2000 年, 支线航空旅客达到 1 亿人次, 是干线航空公司旅客的 17%。

可见, 随着喷气支线航空的发展, 支线航空已处于举足轻重的地位, 大型骨干航空公司依靠自己编织的支线网络, 为干线枢纽输送旅客, 竭力保住并扩展其市场。

三、支线航空运输的新突破

支线航空运输发展的强劲势头到 1998 年达到了其发展的第二个顶峰。支线航空运输的进一步发展面临着新的挑战, 在欧洲是空中交通服务能力、机场吞吐能力和环境的束缚; 在美国, 有关支线喷气飞机的“范围条款”(Scope Clause) 限制是阻碍美国国内航空运输市场扩大竞争和抑制航空运输服务向中、小城镇发展的重要因素。所谓“范围条款”是指支线航空公司运营的飞机重量不超过 33.4 吨, 座位数不超过 70, 以及对运营涡扇飞机数量的限制。

新世纪之初, “9·11”事件给世界航空运输业带来了巨大的冲击, 使上世纪 90 年代后期开始的航空运输不景气更是雪上加霜。此时, 许多大航空公司运力过剩, 大量干线飞机停飞, 陷入严重亏损的境地; 凸显出现有的航空运输网络不能满足全球经济和旅游活动的需求, 迫使世界航空运输业进行改革调整, 而以营运灵活见长的支线航空公司得以趁势而起, 扩大自己的市场, 接受了干线伙伴放弃的众多客流量小的瘦薄航线。“9·11”后, 美国的航空“范围条款”出现松动, 对 45 座以上支线飞机的限制逐渐放宽, 为支线航空使用较大型 (70~100/130 座) 的喷气支线飞机运营航段距离较长 (约 2000km) 的瘦长航线提供了可能, 由此, 创建出独特的点对点的“瘦长”航线的支线航空。

支线航空运输的新突破, 给世界航空运输业的复苏注入了新的活力。就在干线航空公司还在亏损的困境中苦苦挣扎的时候, 全球的支线航空运输经过短暂的低迷, 在使用较大型喷气支线飞机后, 支线航空却连年盈利, 迎来了一个更加辉煌发展的新时期。美国 GKM 咨询公司预测, 如果美国支线航空公司的运输市场不受限制, 美国支线喷气飞机的数量将是目前的 4 倍; 600~1000 个小城镇将开通不经停的支线喷气飞机航班; 到 2008 年, 支线航空需要飞机 1000 架。

世界支线航空运输的发展充分显示, 支线航空已成为航空运输的重要组