第 1 章　航空公司生产计划及运行成本概述

航空公司生产计划（又称为航空公司运营计划）的制订是一项非常重要的工作，其实质在于通过周密的组织和精确的规划，实现各生产资源要素的优化配置，它的质量高低关系到航空公司生产经营活动的安全、正常和效益。特别是当航空企业的规模大，市场化程度高的时候，生产计划的重要性就更加突出。

航空公司的生产计划主要包括六个方面：航班计划、机队维护计划、客货销售计划、机组排班计划、飞机排班计划和航班运营飞行计划。它们之间的关系可以用图 1.1 表示。

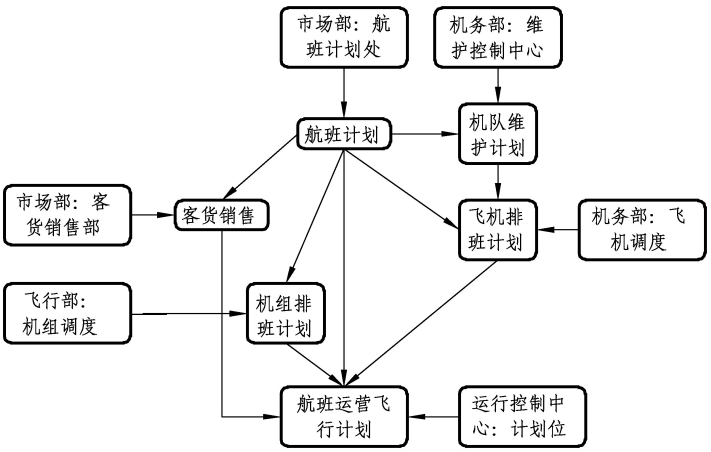

图 1.1　航空公司生产计划流程

这六者之间并不是孤立的，它们紧密相连，互相影响。如果作为一个整体来看，市场部所

制订的航班计划可以被视为战略计划，其他几个计划则是根据航班计划的要求对生产资源进行分配的战役计划，而航班运营飞行计划应属于战术层面的计划（即对航班计划的具体执行）。从资源的角度来看，生成一个每天实际可操作的航班计划的过程也就是航空公司资源分配的过程。

1.1 航空公司生产计划概述

1.1.1 航班计划

航班计划是在航空公司整个航线网络这一层面上对公司的航线、航班时刻进行优化设计的过程，目的在于提供更好的社会服务并保证航空公司拥有良好的经济效益。它是航空公司一切生产活动的基础，其他五个计划都必须围绕航班计划开展。也就是说，只有先确定了航班计划，其他五个计划的制订才能够顺利进行。一份完整的航班计划应当包含以下几个要素：

① 航线：开展运输生产活动的路线，包括起点、终点和经停等要素。公司要开展运营，首先必须取得航线的运营权。

② 航班：包括航线、航班号、航班的出发时刻和到达时刻等要素。

③ 班期：某一航班在一周中的哪几天执行。

④ 班次：航班频率，指航空公司一天中在同一航线上有多少个航班。

⑤ 机型：执行某一特定航班所使用的飞机型号。在航空公司的实际运营过程中，对于特定航线上飞机机型的选取不光要考虑这一型号的飞机在该航线上的经济性如何，而且还要考虑该型号的飞机能否满足基本的适航性要求。

在制订航班计划的过程中，确定所飞的航线、航班时刻、班次、班期等工作被称为航班时刻设计（Schedule Design），其目的在于最大限度地扩大公司在航空运输市场中所占的

份额，增加销售收入，其主要依据是对客货销售额的统计分析以及对市场供需情况发展的预测。而确定航班所使用的最佳机型的工作被称为机型分配计划（Fleet Assignment），制订该项工作的依据主要是航线对机型的适航限制、每种机型的座舱布局、该机型在不同航线上的运营成本分析，以及对每个航班上客货流量的预测等，其目的是通过对航班机型的优化分配，以最小的运营成本完成航班生产任务。

航班计划的确定依赖于市场部对某时期市场状况的预测，具有明显的季节性和节日性变化，特别是对于一些旅游热线，这种变化更加明显。航班计划可被分为战术级与战略级两个方面，这主要是从执行计划的长期性角度来考虑的。为了获得潜在的利润，一般来说，在制订航班计划的时候需要考虑现有航班运营状况、相关设施限制、市场现状以及未来一段时期内的发展趋势，同时潜在的竞争对手的反应也是需要考虑的。图 1.2 描述了在编制航

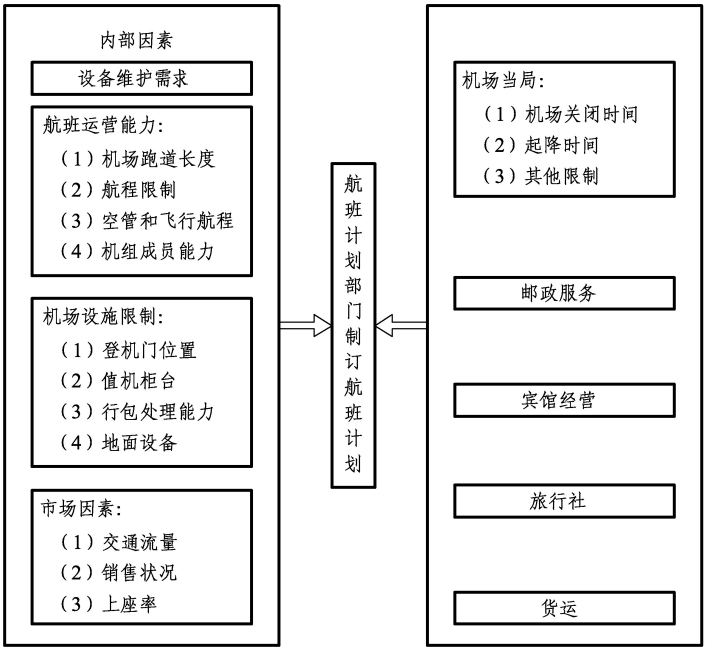

图 1.2　影响航空公司航班计划编制的主要因素

班计划时需要考虑的因素。由于航班计划的复杂性，航空公司在制订航班计划的时候往往

需要投入大量的时间、人力和物力。

1.1.2 飞机维修计划

与汽车、火车、轮船等不同，飞机是一种特殊的空中运输工具，为了保障航空运输的安全，各国都制订了严格的航空器适航管理法规以规范航空器的使用、维修工作。《中国民用航空器适航管理条例》（又称 CCAR25 部）就是一部这样的法规，根据该法规的要求，国内各航空运输企业必须依据 CCAR25 部的规定建立完善的飞机维护制度并严格遵照执行，违者将受到适航当局的严厉惩处。飞机维护计划是关于航空公司所执管的机队中每架飞机接受维护工作的日程安排，编制飞机维护计划的目的在于：一方面能够确保每架飞机在适航条例规定的期限内完成检修排故工作，确保航空器满足中国民用航空总局（局方）适航管理法规的要求；另一方面有助于保持公司可用运力的稳定，满足航班计划对运力的需要。同时，科学合理的维修计划安排还能够确保维修资源的合理分配，降低维修成本，提高维修工作效率。

飞机的维修，是维护和修理的总称，其中：维护是为了保持飞机固有的技术性能并发挥其最大效能所采取的技术措施；而修理是指当飞机出现性能衰减或部件失效/故障时，为恢复其正常状态而采取的技术措施。维修的直接目的是保证飞机处于良好的可用状态，即维持飞机的适航性，主要的维修内容有：

经停检查：飞机每次在航站过站经停时所做的例行检查、保养工作，如轮胎、刹车的磨损状况检查等。如 A320 型飞机要求轮胎任何一点凹槽深度不能低于 1 毫米，飞机刹车指示杆必须保证 5 毫米的工作余量。

航前航后检查：飞机在执行每天的第一个航班任务之前以及最后一个航班任务结束之后所进行的检查、保养工作，包括对一些重要飞行仪表系统的检查、测试。

周检：对飞机的某些重要系统如液压、润滑系统等进行的较全面的保养，每周进行一次，为避免飞机停场而影响公司运力，一般尽量结合航后检查或较长时间的过站经停完成，但必须在有相应机型的维修能力和资质的维修基地进行。

定检：每经过一定的使用周期就对飞机进行的一系列检修工作，根据内容分为 A 检、B 检、C 检、D 检四类。

A 检 —— 包括对飞机外部、内部缺陷的目视检查，对操纵系统、电子电气系统的测试等工作，每次需用 5 ~ 8 小时，一般安排在航后，且必须安排在有相应机型维修资质的维修基地进行。

B 检 —— 又称大 A 检(逢 4 倍的 A 检)，检查项目与 A 检大致相同但更具体、细致。例如需要将飞行仪表拆下检查，并对平时不使用的应急系统如灭火系统等进行测试。B 检原则上要求安排飞机进机库，一般需要停场 1 ~ 2 天。

C 检 —— 一般每 3 000 小时需安排一次，每次需要停场 1 周左右，主要工作内容涉及地板的腐蚀性检查、受力构件的疲劳损伤、所有电子/电气仪表拆下测试等。

D 检 —— 又称为飞机结构性大修，每 20 000 小时需安排一次（现代新设计的客机由于设计制造工艺的改进，特别是机身大量采用复合材料，D 检周期已可以达到 10 年），每次需 30 天左右，需要将飞机彻底拆散并对主要受力部件如大梁、受力隔框等进行金属材料疲劳、腐蚀程度等的检查及处理，然后将飞机重新组装起来。

故障保留项目的处理：现代航空器普遍按照多裕度设计理论设计，因此允许飞机在一定条件下保留故障飞行以提高机队的派遣放行率，并便于维修部门合理制订飞机排故计划，降低维修成本。具体说就是对于符合最低放行设备清单（Minimum Equipment List，MEL）以及构形偏差清单（Configuration Deviation List，CDL）要求的故障设备，允许飞机按照一定的限制，在规定期限内继续飞行。但是这种保留故障放行的措施毕竟是一种权宜之计，因此在适航管理条例中规定了严格的故障保留申请和批准制度，并制定了严格的故障保留期限，如 A 类故障为 24 小时，B 类故障为 72 小时，C 类故障为 240 小时，D 类故障为 2 880 小时等，所以维修控制部门在批准故障保留的同时必须制订相应的排故计划。在国外，许多大型航空公司对于每种机型的维修基地是沿航线网络分布的，飞机按规定最多每 3～4 天必须安排在有该种机型维修能力的基地过夜一次（3 天/4 天维护规则）。为了避免故障保留时间过长影响飞行安全，一般规定：含故障保留项目的飞机不得从有维修能力的基地放行，也即每项 MEL 项目的最多保留期限为 3～4 天。

适航指令（Airworthiness Directive，AD）项目的处理：适航指令是在型号合格审定后，由适航当局针对在某一民用航空产品（包括航空器、航空发动机、螺旋桨及机载设备）上发现的，很可能存在或发生于同型号设计的其他民用航空产品中的不安全状态，所制定的强制性检查要求、改正措施或使用限制，其内容涉及飞行安全，如不按规定完成，有关航空器将不再适航。例如，2007 年 8 月 20 日执行华航 CI120 航班的一架 B737-800 型飞机在冲绳那霸机场落地后由于油箱燃油外泄导致起火爆炸，经调查确认为“右机翼前缘缝翼上的一个螺杆脱松并刺穿二号油箱及垫片导致漏油起火”。鉴于

此，FAA 发出紧急适航指令（Emergency AD，EAD），要求各国航空公司于 24 天内完成波音 737-800 型飞机前缘缝翼的紧固螺帽的扭力值特检，以确保其达到适航标准。在适航管理工作中，收到此类由民航当局或飞机制造厂家发出的针对某一类飞机的某一部件的限期检查、更换的适航通告时，航空公司的维修控制部门必须在通告限定的期限之前完成规定的维修工作。

过渡检（Transit Check）：各航空公司在维修实践中执行的一类日常维修工作，工作内容涉及主要系统部件的目视检查、MEL 故障保留项目的处理等，相当于 A 检的要求，属于日常例行维护。每次过渡检需用时 5～10 小时，一般的航线维护基地均有能力完成该项工作。过渡检是欧美等国家的大型网络航空公司在安排飞机排班计划时主要考虑满足的检修要求，为不影响航班生产，各航空公司沿航线网为每种机型建立了一批维修基地，同时一般将该项工作安排在晚上飞机过夜时进行，也就是说需要做过渡检的飞机当天必须飞到一个具有该型飞机的维修能力的机场过夜。一般情况下，每一架飞机 36～40 飞行小时需安排一次“过渡检”，根据飞机的日平均利用率不难推算出这相当于每隔 3～4 天就需要安排一次。正是由于这个原因，国外一些大型航空公司的飞机排班问题实际上就是保证每隔 3～4 天安排飞机到一个该机型的维修基地过夜，也即编制飞机排班计划时遵循的基本约束是“4 天维护规则（4 Days Maintenance Rule）”。

平衡检（Balance Check）：相当于 1/4 C 检（Quarter-C Check）的要求，与过渡检类似，也是由航空公司根据维修工作需要自己增设的一项工作，属于日常例行维护，并且是欧美等国家的大型网络航空公司在安排飞机排班计划时主要考虑满足的另一项检修要求。每次

平衡检一般需用时 10～15 小时。与过渡检不同的是，平衡检对维修技师、工装设备的的数量和等级要求较高，因此只有个别维修基地能够承担此类维修工作以节约维修资源投资。同时平衡检的间隔时限要求也比较灵活，一般的经验公式是：对于一种有 n 架飞机的机型，平衡检的时间间隔为 n 天。

需要说明的是：不同航空公司、不同厂家生产的不同型号飞机对于维修计划安排的方式是不尽相同的，如 B737 机型只需要根据机身飞行小时数控制 A 检时间，而 B757 机型必须同时考虑机身飞行小时数、起落循环数、日历日三项指标，又如有些公司执行了平衡检制度，而有些则没有执行。但这些标准均比局方适航管理规范的要求更严格，表 1.1 为部分机型的定检间隔标准。

表 1.1　典型机型的维修间隔

机型	A 检	B 检	C 检	D 检
B737-300	275FH	825FH	18M	48M
B737-400	275FH	825FH	18M	48M
B737-500	275FH	825FH	18M	48M
B737-800	500FH		4000-6000FH	96-144M
B757-200	500-600FH		18M/6000FH/3000FC	72M
B767-300ER	600FH		18M/6000FH	72M
B747-400	600FH		18M/7500FH	72M
A319	600FH		18-20M/6000FH/3000FC	72M
A320	600FH		18-20M/6000FH/3000FC	72M
A321	600FH		18-20M/6000FH/3000FC	72M
ATR42-300	300-500FH		3000-4000FH	96M
ATR72-200	300-500FH		3000-4000FH	96M

注：FH—飞行小时；FC—飞行循环；M—日历月

编制维修计划是航空公司机队管理工作中一项控制性的工程，其重要性在于：

① 维修计划关系到飞机的适航性。任何飞机如果不能按照适航条例的要求完成维修工作，则不再适航，使用不适航飞机开展运营将受到局方的严厉惩罚。

② 维修计划关系到航班计划的实施。航班计划的制订和实施需要以必要的飞机运力作保障，因此编制维修计划时还要考虑到航班计划对运力的总量需求和结构性需求。

③ 维修计划关系到维修工作的质量和效率。维修工作的顺利开展取决于航材、设备、人力（维修技师）及维修工卡等四个基本要素，合理编排并严格执行计划有助于生产车间优化配置资源，缩短工期，控制维修成本。

在飞机机务维护工作实践中，维护运行控制中心的调度员会综合考虑以上要求，并根据近期各机型的平均日利用率、各维修基地的维护能力，排出所执管机队中每架飞机的定检日期和地点，如表 1.2、表 1.3 所示。其中，表 1.2 称为机群维修停场计划表，表 1.3 一般称为飞机短期维护计划表。上述表示飞机维护定检计划安排的图表又经常被称为“鱼骨刺图”。

表 1.2　航空公司机群维修停场计划表（Airline Fleet Maintenance Layover Schedule）

日期：2003-12-22—2004-01-04

日期 / 机号		星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期日	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期日
		Dec.22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Jan .01	02	03	04
2446	ap e av cb sm								9A 151 29 7 8						
2448	ap e av cb sm	EO 续+DD 68	108												
2450	ap a av cb sm				3C+6A+ MA:EO 268 72 25 32 9	268 73 27 32	268 72 25	268 57 8	37		30	96	78	148	182 2 1
2462	ap e av cb sm														
2409	ap e av cb sm										29	3A 172 26 11 21	39		
2456	ap e av cb sm														
2458	ap e av cb sm									6A 242 58 21 41					
2460	ap e av cb sm		8A												