# 第二章 文献综述

## 1.1国外研究现状

国外的空中交通管理的理论研究工作开始得比较早。八十年代，麻省理工学院的 Odoni 教授首次对空中流量管理进行了系统的描述，提出战术管理和战略管理的管理模式。在战术管理方面，八十年代中后期，美国的HeinzErzberger 等研究了基于时间的空中航班实时调度问题，并把在此基础上设计出的自动着陆系统在丹佛机场进行了试用。在欧洲，九十年代后德国的 Klaus Platz 等也作了这方面的研究工作，并在德国法兰克福机场进行了实验。在战略管理方面，以 Amedeo R.Odoni 为首的一批外国学者进行了多年的研究。1990 年，StephanE .K olitz 和 MostafaT errab 完整地对单机场的地面等待问题进行了研究。之后，Peter B.Varans, Dimitris 和Amedeo ROdoni 对静态的多机场地面等待问题进行了研究。1992 年，他们又研究了多机场的动态地面等待问题，探讨了地面等待策略的实时性问题。在理论研究的基础上，美国已把地面等待策略用于实际的空中交通流量管理并取得了很好的效果。1995 年，Dimitris Bertsimas 和 Sarah Stock Paterson 又把受限元扩展到了航路上，使这个理论更趋完善。1997 年，Sarah Stock Paterson 首次提出以拉格朗日乘子法求解改航问题。

在终端区到达航班的动态排序问题的研究中,Andreussi等在1981年提出排序问题,用离散事件模型对它进行了描述,并且用具体的算例进行了验证。1991年,Dear和Sherif研究了终端区飞行器的动态和静态排序问题,并且在单跑道的基础上提出了位置约束算法,即为参加排序的飞行器指定降落次序时,飞行器位置的改变和调整不能超过一定的范围。Brinton通过枚举所有可能的航班队列,提出一个深度优先树搜索算法。Abela等以遗传算法理论为基础,提出一个0-1混合整形规划问题,并给出了包括20架航班的计算结果。Venkatakrishnan,Barnett和odoni修改了Psaraftis此前的研究成果中的启发方法,考虑了时间窗,并且研究了Logan机场所采用的降落时间间隔,把这些数据运用到该方法,取得了较好的结果。他们使用两种方法研究,一种保持时间窗不变,另一种是时间窗随着飞行器的接近着陆过程而减少。1997年,Milan把该问题归结为给一批到达的航空器(指在比较接近的时间段内到达的飞行器)制定优先级,优先级的制定考虑到以下影响因素：旅客数量、乘客的延误费用、以及换乘旅客的比率,一旦一批航空器的优先级确定以后,这些航空器就按照优先级顺序来降落。Bolender和Slater通过排队论和离散事件仿真来解决航空器动态着陆问题,他们假定航空器的到达服从泊松分布,这样航空器的到达时间就服从指数分布。他们的研究主要集中在用不同的方法来指定新到的航空器的降落跑道,航空器指定了降落跑道后就按照先到先服务的顺序降落。B.S.Tether和J.S.Metcalfe针对繁忙的Heathrow机场提出了到达航班动态排序法。首先,管制员必须事先得到最先到达的大型航班,使之排在第一位,然后选择下一架大型航班,如果5架中没有大型航班就选择中型航班,如果也没有中型航班,那就选择小型航班,即按照大、中、小的顺序排列,同类机型的航班按照先到先服务规则排队。

在终端区空中交通管理的研究成果方面,目前已经投入运行的系统有:荷兰阿姆斯特丹的ASA系统,德国法兰克福的COMPAS系统,它采用分支界定算法对进港航班流进行优化调度和法国巴黎的MEASTRO系统等。其共同特点是通过某种手段预测航班的飞行轨迹,以此来计算指定航路点的预计到达时间；然后由一个排序算法利用这些估计值,照不同的排序规则和优化标准来制定到达航班的着陆次序,以文字的或图形的形式输出。美国由NASA主持设计的CTAS系统无疑是这方面最大,最为完善的系统。其调度优化采用启发式算法,它搜寻进港航班流的类型组合,与预存的组合进行比较,然后确定一个新的序列,使同类航班在满足MPS二1限定的前提下,得以聚合绑定。目前正在研究或完善中的系统有EUROCONNTROL的ZOC,原理同美国航天局的CTAS。

## 1.2国内研究现状

我国对此研究起步较晚。1995年，南京航天航空大学的胡明华、陈爱民开始了对单机场地面等待问题模型的研究，提出了确定性容量和随机性容量两种情况的数学模型、算法和仿真结果，给出了确定性多元受限地面等待策略问题的数学模型，并提出了一个以人工智能方法为基础的算法。2000年，胡明华，钱爱东，朱晶波等人针对我国空中交通流量管理现状，提出了多元受限航班时刻表优化计算法，以确定性地面等待策略为基本的流量管理方法。把昂贵的空中等待转化为成本相对较低的地面等待，并应用于航班时刻表的制订中，开发出一套航班

时刻的决策支持系统软件。该软件对全国两季航班时刻表的航班进行流量分析和优化，为航班提供了科学的起降时间和依据。

另外国内的一些航空公司也陆续引进了不同的商用管理软件系统,取得一定的应用效果:南航的运行管理与控制系统是国内建成的第一套最先进的系统,目前拥有航班动态控制、航班载重平衡、飞行计划、航班跟踪及机组管理系统五大模块功能,同时建立了气象情报、运行分析、航前通告、信息发布、电话查询、旅客服务等辅助系统以及支持系统运作的导航数据库。目前,该信息系统已经推广覆盖到南航所有运行基地。该系统的实施,将会在促进优化服务、提高资源利用率、降低飞行运行成本方面起到很大作用。

2.1 空中交通管理

空中交通管理的任务是有效地维护和促进空中交通安全，维护空中交通秩序，保障空中交通畅通。它包括空中交通服务、空中交通流量管理和空域管理三大部分。

2.2 空中交通服务

空中交通服务是指对航空器的空中活动进行管理和控制的业务，是空中交通管制服务、飞行情报服务和告警服务的总称。空中交通管制员向航空器提供空中交通服务。空中交通管制服务的任务是：

(1)防止航空器与航空器相撞，防止航空器与障碍物相撞；

(2)维护和加速空中交通有秩序地流动。

空中交通管制服务是的主要工作，包含区域管制、进近管制、塔台管制和空中交通报告服务四部分。其中区域管制又包含高空区域管制和中低空区域管制，在有些地方，这两项职能由同一部门承担；在空中交通流量较小的地区，进近管制和塔台管制是合二为一的。 管制方法分为程序管制和雷达管制。

空中交通管制工作在民用航空运输中发挥着重要的作用。它的主要职责是负责拟定飞行计划，承办飞行审批，组织各种勤务保障；对航空器的滑行、起飞、着陆和空中飞行实施监督和管理；提供安全间隔和安全保证措施。目的是使航空器按计划飞行，使各种保证工作有条不紊：维护飞行秩序，使空中交通加速和流畅，防止航空器与航空器之间、航空器与障碍物之间相撞；对来历不明的航空器和违反飞行管制的现象，查明情况进行处理，保证飞行安全。

2.3 空中交通流量管理

为防止和纠正航路、机场区域内出现航空器过度集中超过规定限额的现象，必须对航空器的运行采取适当的措施。

空中交通流量管理的任务是：在空中交通流量接近或达到空中交通管制的可用能力时，适当地进行调整，保证空中交通量最佳地流入或通过相应的区域，尽可能提高机场、空域可用容量的利用率。

空中交通流量管理是指科学地安排空中交通流量，使系统总的交通量与其容量相适应，目标是当某空中交通管制系统的需求超过或即将超过其可用能力时，保证空中交通流量最佳地流入或通过相应的区域。所谓空中交通流量是指单位时间和空间范围内的航空器的数量。

流量控制是根据航路和机场的地形、天气特点、通信、导航和雷达设备等条件，以及管制员的技术水平和有关管制间隔的规定，对某条航路和某个机场在同一时间所能容纳的飞机数目加以限制。

流量控制的依据：空中交通管制有关管制间隔的规定；机场地形、跑道、停机坪、通信、导航和雷达设备的条件；管制员的技术水平和能力所能承担的负荷。