

# 航空公司运营规划与管理

AIRLINE OPERATIONS and SCHEDULING

[美] 马苏德·巴扎尔甘 / 著

邵 龙 王美佳 / 译



中国民航出版社

# 航空公司运营规划与管理

AIRLINE OPERATIONS and SCHEDULING



ISBN 7-80110-749-7



9 787801 107497 >

ISBN 7-80110-749-7/V • 255

定价: 56.00 元

民航管理译丛

# 航空公司运营规划与管理

(美) 马苏德·巴扎尔甘 著  
邵 龙 王美佳 译

中国民航出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

航空公司运营规划与管理/(美)巴扎尔甘(Bazargan, M.)著.  
邵龙,王美佳译. —北京:中国民航出版社, 2006.8  
ISBN 7-80110-749-7

I. 航…  
II. ①巴… ②邵… ③王…  
III. 航空运输-运输企业-企业管理  
IV. F560.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 099667 号

责任编辑:杜文晔 邢 璐

Copyright © Ashgate Publishing Limited 2006.

中国民航出版社通过中华版权代理公司购得本书中文简体字版权,享有全世界发行的专有权。未经许可,不得翻印。

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2006-3909

### 航空公司运营规划与管理

(美)马苏德·巴扎尔甘 著 邵龙 王美佳 译

---

|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 出版 | 中国民航出版社 (010) 64290477              |
| 社址 | 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)         |
| 排版 | 中国民航出版社照排室                          |
| 印刷 | 北京今典印刷有限公司                          |
| 发行 | 中国民航出版社 新华书店                        |
| 开本 | 787×960 1/16                        |
| 印张 | 13.75                               |
| 字数 | 233 千字                              |
| 印数 | 4 000 册                             |
| 版本 | 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷 |

---

|    |                          |
|----|--------------------------|
| 书号 | ISBN 7-80110-749-7/V·255 |
| 定价 | 56.00 元                  |

(如有印装错误,本社负责调换)

## “民航管理译丛”编审委员会

主 任：杨元元

副主任：杨国庆

委 员：张志忠 庄文武 宇仁录

王荣华 李江民 潘亿新

## 中译本序

当前，我国民航已经步入新的发展时期。从外部环境看，随着世界经济的发展和经济全球化进程的加快，国际旅客和货物运输需求将持续增强；从国内形势看，随着中国经济的持续快速增长，全社会人员及物资流动总量势必呈上升趋势，对运输服务效率和质量也将提出更高的要求；加上未来北京奥运会、上海世博会和广州亚运会等重大国际活动的影响，民航必将迎来更大的需求。民航业的快速发展和国内外航空市场的逐步放开，要求我们各级管理人员及时更新观念、创新发展思路，认真学习和借鉴国外民航的先进管理理念和方法，促进民航事业全面协调可持续发展。

中国民航出版社引进出版“民航管理译丛”，其目的就是要将国外民航优秀的、成熟的经营理念和管理方式吸收过来为中国民航的发展提供借鉴。该套书包括《航空公司运营规划与管理》、《航空公司市场营销及管理》、《航空公司管理战略》、《航空公司财务》、《航空公司生存之道》和《航空管理设计与执行战略》等。内容涵盖民航管理、民航运输经济、航空理财等方面，具有版本新、实用性强等特点，并且作者均来自英美等民航发达国家，具有很强的民航管理经验和教学实践经验。这套书将是民航管理人员不可缺少的专业指导性书籍，希望各级管理人员能以宽广的视野、崭新的理论、积极的姿态，学习国外的先进

管理经验，切实转变发展理念，创新发展模式，提高发展质量，把民航发展纳入科学发展轨道，为构建新一代民用航空运输系统，为国民经济和社会发展作出应有的贡献！

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '杨' (Yang), '元' (Yuan), and '元' (Yuan).

2006年9月18日

## 译者的话

运筹学在国外航空公司的应用已经有多年的历史，从航班时刻的编制到机组人员的排班，从飞机的周转调配到航班座位的收益管理，在航空公司运营和管理的各个阶段运筹学发挥着越来越重要的作用。在今天这样一个竞争日益激烈的市场环境中，运筹学已经成为各航空公司提高管理水平的一个重要工具。

遗憾的是，运筹学的研究目前在我国民航还是一个空白，运筹学在航空公司的应用，如收益管理、时刻管理、飞机调配等，也仅仅是刚刚起步，有关这方面的资料更是少之又少，我们迫切需要一本既系统又通俗的书籍来介绍运筹学在航空公司的应用。

2004 年英国 Ashgate 出版社出版了《Airline Operations and Scheduling》一书，该书以通俗浅显的语言，并结合实际案例，较系统地介绍了运筹学在民航运营和管理中的应用。该书出版后受到了广泛的好评。2005 年 9 月，邵龙在巴西参加第 45 届 AGIFORS 年会期间，有幸结识了该书的作者，美国艾姆伯里 - 利德尔大学管理学院的马苏德教授，并就翻译出版该书的中文版达成了一致意见。

本书共分三个部分十三个章节，绪论至第六章由王美佳翻译，第七章至第十三章由邵龙翻译，全书最后由邵龙统稿。原书中有部分编印错误，经原作者审核确认后，在翻译时逐一进行了纠正。由于航班时刻的编排仅仅是本书的一部分内容，所以本书中译本特更名为《航空公司运营规划与管理》。

本书在翻译过程中得到了中国民航出版社马松伟、李梅、杜文晔以及民航杂志社陈利人等同志的大力支持，在此表示感谢。中国国际航空股份公司的李东同志对本书部分章节的翻译内容提出了宝贵意见，在此一并表示感谢。

我们真诚希望本书对民航有关从业人员有所帮助。由于水平有限，翻译过程中的错误在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见。

译者

2006 年 4 月于北京



## 致中国读者

欣闻《Airline Operations & Scheduling》一书中文版即将出版发行，甚感荣幸和兴奋。

运筹学（OR）技术在航空公司运营规划和管理方面的应用已有多年的历史，最近以来全球油价的上涨和低成本航空公司的扩张使得这一应用显得比以往任何时候更为重要；而与此同时中国经济的快速发展极大地带动了全世界航空运输的增长，在此新形势下，运筹学技术的有效应用将会极大地促进航空公司管理水平的提高，以期获得更高的经济效益和满足市场日益增长的需要。

本书写作的主要目的在于介绍如何将这些技术应用于航空公司的日常运营规划和管理工作中，书中结合航空公司的实际案例对简化了的数学模型进行了详细说明，有兴趣的读者还可以参阅每一章后面所附的参考文献目录，更进一步地了解这些数学模型及其应用。

希望这是一本通俗易懂但又很实用的读物，更希望广大中国读者能够从中获益。借此机会我要感谢邵龙先生和王美佳女士为将其翻译成中文所做的努力，同时我还要感谢 Ashgate 出版社和中国民航出版社在本书中文版出版发行中所做的大量工作。

马苏德·巴扎尔甘

2006 年 8 月

# 原著前言

## 背景

本书是美国艾姆伯里-利德尔航空大学<sup>①</sup>管理学院的一门 MBA 课程——“航空公司规划与运营”的教材。这门课的设立得益于很多加入航空公司的毕业生的建议，大家普遍认为如果能够单独设立一门课程，讲述运筹学在航空公司的应用，将会受到学生们欢迎，同时许多民航从业人员也可以从中受益。设立这门课程的建议得到了学院航空业顾问们的大力支持。编辑教材是一项漫长而艰苦的工作，这是因为教材的语言文字有其特殊性，同时教材内容又非常专业。2002 年春天，这门课程终于设计完成。随后，在学生们帮助下，我又将这门课程的教材汇编成了本书。编纂本书的目的有以下几个方面：

- 介绍航空公司运营规划管理的重要性和复杂性；
- 运筹学理论是航空公司运营规划管理的一个重要工具，世界各国每年都会发表大批的关于优化方法和数学模型的学术论文。然而这些论文的专业性往往很强，能够读得懂的读者有限。本书将试图以浅显易懂的语言、并结合航空公司的实际案例来介绍这些方法和数学模型，拉近专业论文与广大读者之间的距离；
- 长期以来，一些运筹学或者 MBA 课程所使用的教材较为陈旧，与现实生活存在较大的差距，不能如实地反映当前快速发展变化的世界，本书将力图弥补这方面的缺憾和不足。

## 适合的读者

本书既可以作为相关院校工商管理、运输以及工程等专业的教材，也可

---

<sup>①</sup>美国艾姆伯里-利德尔航空大学（Embry-Riddle Aeronautical University）1926 年由 J. P. 利德尔和 T. H. 艾姆伯里两在俄亥俄州辛辛那提共同创建。第二次世界大战期间为同盟国训练了 25000 名飞行员。1965 年迁到佛罗里达州。1970 年获得大学认证。目前主校园在佛罗里达州敦托纳海滩和亚利桑那州普利斯考特，并在世界各地设有 130 多个教学点。在校学生有 21000 人，其中研究生 5000 人。校友有 40000 人。艾-利航大曾被美国《时代》周刊称为“空中的哈佛”，它也是美国惟一的--所私立航空航天大学。——译者注

以作为这些学生的一本课外补充读物。此外，目前很多航空公司投入了大量的时间和精力去培训规划及运营管理方面的人才，本书也可以作为这些培训的一本辅助教材。一些与民航相关的单位或部门，如通用航空公司、飞行学院、国际航空运输协会(IATA)及国际民航组织(ICAO)的培训机构、公务机公司、包机公司、货运航空公司、物流公司以及航空业务咨询公司等等，均可以从本书获得有益的帮助。

### **需要具备的基础知识**

本书的读者应当具备基本的线性规划和整数规划知识，这些内容一般都会在大学的基础课程中学到。第三章和第七章内容需要读者对统计学的基础知识，特别是正态分布知识，有一个基本的了解。

### **作为教材使用**

我本人曾将此书用于 MBA 教学，具体过程是这样的：将全班学生分成三个小组，每组成三人，分别代表不同的航空公司。随着课程的进展，每个小组首先要成立自己的航空公司，然后规划航线网络和机队、编排班期时刻、调配飞机、设立维修基地以及运营枢纽、给空中和地面工作人员排班、分配停机位等等。学生们需要对各个城市对之间的市场需求、飞机运营成本、机组成本等进行分析研究，确定自己航空公司的 ASM、CASM、RASM、收益水平等。每个小组还需要阐述他们是如何制定运价（收益管理）、如何处理非正常航班中断（不正常运营）等问题。利用一些模拟软件，例如 Arena ([www.arenasimulation.com](http://www.arenasimulation.com))，每个小组可以根据航线网络中各个机场的运营情况（如值机柜台、登机口是否够用，地面服务公司是否具有提供服务的能力等等）调整自己的运营策略，保证航空公司正常运转。最后，每个小组要将自己的运营情况提交一份详细的分析报告。

## 鸣 谢

本书在编写的过程中很幸运地得到了很多人的帮助、支持和鼓励，在此我要感谢我勤奋的助手和朋友 Manolo Centeno 和 Rohan Dudley，向 James Buckalsw、Oscar Garcia、Tom Reich、Michael Gialouris、Glenn Martin 以及 Scott Wargo 表示最诚挚的谢意，他们在民航专业知识方面给予了我很多帮助。同时感谢 Candas Ozdogu、Mauricio Angel、Deniz Saka、Pavel Hosa、Werner Leidenfrost、John Owens、Michelle Williams、Baohong Jiang 及 Shaun Londono 等人所提供的帮助。我还要对德州大学的 Yu 博士（甘雨博士——译注）以及我在艾－利航空航天大学的同事，特别是 Petree 博士和 Reynolds 博士的支持表示感谢。

最后，向我的妻子 Sohayla、儿子 Sina 以及女儿 Shiva 和 Sarah 表示感谢，他们在本书编写期间给予了我很多理解和支持。

马苏德·巴扎尔甘

# 目 录

中译本序  
译者的话  
致中国读者  
原著前言

## 绪论

### 第一部分 规划过程的优化

|     |                |     |
|-----|----------------|-----|
| 第一章 | 网络流与整数规划 ..... | 1   |
| 第二章 | 航班时刻编制 .....   | 29  |
| 第三章 | 机型分配 .....     | 39  |
| 第四章 | 飞机航线调配 .....   | 58  |
| 第五章 | 机组排班 .....     | 81  |
| 第六章 | 人力资源规划 .....   | 101 |

### 第二部分 运营与签派过程的优化

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第七章 | 收益管理 .....      | 111 |
| 第八章 | 登机口分配 .....     | 134 |
| 第九章 | 航空公司不正常运营 ..... | 143 |

### 第三部分 计算的复杂性与模拟案例分析

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| 第十章  | 计算的复杂性与启示性 .....  | 163 |
| 第十一章 | 新成立航空公司案例分析 ..... | 167 |
| 第十二章 | 模拟案例分析之一 .....    | 175 |
| 第十三章 | 模拟案例分析之二 .....    | 189 |

## 附录

# 绪 论

## 一、引 言

1978 年美国航空不管制法的颁布引发了民航业的重大结构变化, 航空公司从此拥有了自行决定票价及航线网络的权力, 这吸引了一大批新航空公司涌入市场。一夜之间, 竞争不仅来自不管制前已存在的航空公司, 而且来自一些新兴的航空公司。航空公司不再受到保护, 要想生存必须提高自己的运营管理水平。航空公司运用各种资源为旅客提供航空运输服务, 有效地规划和管理这些资源决定了航空公司的成败。航空运输业是一个典型的适者生存的行业。表 1 为美国在 1976 年至 2002 年期间注册航空公司数量的统计, 从中可以看出每年倒闭或被兼并以及新组建航空公司的数量。该表显示了航空公司的运营环境是极为动荡和不确定的。另外, 航空公司的资产流动性较低, 而且 FAA 严格的规章规定更进一步限制了其灵活应变能力, 这些都造成航空公司运营环境的复杂化 (Yu 1998 年)。为适应这一复杂的环境, 航空公司必须具有强有力的决策工具和管理方法, 而运筹学技术在其中起着非常重要的作用。

### 运筹学与航空公司

运筹学应用于航空公司源自上世纪 50 年代 (Barnhart 和 Talluri 1997 年), 运筹学模型对航空公司运营的规划和管理发挥了重大的作用。计算机技术和优化模型的发展使我们能够用更短的时间来处理解决更复杂的问题。运筹学的运用每年可以为航空公司节省几百万美元的费用, 很多航空公司为此设立了专门的部门。为了便于在民航业内推广、宣传及普及运筹学, 交流研究成果, 各航空公司及相关研究机构还专门设立了国际性的运筹学协会, 并且成为了国际运筹学联合会的一个分支协会——国际运筹学联合会民航组 (AGIFORS, 详见 [www.agifors.org](http://www.agifors.org))。只要浏览一下这个网站就可以发现, 运筹学在民航业内已经被广泛地应用于收益管理、机组排

班、飞机调配、机队规划及飞机维修等多个领域。

表 1 1976—2002 年间美国运输部注册航空公司数量统计

| 年    | 航空公司总数 | 倒闭或被兼并的公司数量 | 新成立公司数量 |
|------|--------|-------------|---------|
| 2002 | 67     | 3           | 7       |
| 2001 | 63     | 10          | 2       |
| 2000 | 71     | 13          | 9       |
| 1999 | 75     | 6           | 6       |
| 1998 | 75     | 12          | 8       |
| 1997 | 79     | 13          | 4       |
| 1996 | 88     | 6           | 9       |
| 1995 | 85     | 7           | 16      |
| 1994 | 76     | 8           | 14      |
| 1993 | 70     | 3           | 11      |
| 1992 | 62     | 4           | 12      |
| 1991 | 54     | 9           | 7       |
| 1990 | 56     | 7           | 4       |
| 1989 | 59     | 7           | 3       |
| 1988 | 63     | 4           | 5       |
| 1987 | 62     | 16          | 6       |
| 1986 | 72     | 15          | 17      |
| 1985 | 70     | 16          | 13      |
| 1984 | 73     | 16          | 21      |
| 1983 | 68     | 10          | 14      |
| 1982 | 64     | 28          | 14      |
| 1981 | 78     | 1           | 13      |
| 1980 | 66     | 1           | 13      |
| 1979 | 54     | 0           | 17      |
| 1978 | 37     | 10          | 5       |
| 1977 | 42     | 2           | 5       |
| 1976 | 39     | 4           | 1       |

来源: <http://www.bts.gov/oai/employees/>

## 二、全书概要

本书将介绍航空公司在运营规划和管理过程中所涉及的各种数学模型。在各章节里将首先引用一个案例，然后再讲解为求解这一案例而建立数学模型的过程，各章最后再给出通用的数学模型。本书内容分为以下三个部分。

### 第一部分 规划过程的优化

- 第一章 网络流与整数规划：本章介绍网络流和整数规划模型中的基本概念，后面的章节将使用到这些模型。

- 第二章 航班时刻编制：航班时刻表的编制是航空公司其他一切优化过程的起点。本章将讨论一个虚拟航空公司时刻表的编制，在后面的章节中将利用这个时刻表介绍机型分配、飞机航线调配、机组排班和人力资源规划。

- 第三章 机型分配：航空公司一般同时运营几种机型，各机型有不同的特点和成本，比如座位数、着陆重量，机组和燃油成本。本章将介绍一个基本的机型分配模型及其在一个虚拟航空公司的应用。

- 第四章 飞机航线调配：本章介绍如何将飞机分派到该飞机所属机型要飞的航段上，并且还要讨论相应的数学模型及其在一个虚拟航空公司的应用。

- 第五章 机组排班：本章介绍将机组指派到航段的两个步骤。第一步是机组配对，在此阶段要确定哪些航段可以组合在一起；第二步是机组轮班，讨论如何在遵守各种规章制度的条件下将机组分派到这些配了对的航段上。

- 第六章 人力资源规划：本章通过一个虚拟航空公司的案例介绍地面服务人员的人力计划问题。

### 第二部分 运营和签派过程的优化

- 第七章 收益管理：本章介绍收益管理、概率模型和案例分析。

- 第八章 登机口分配：本章通过一个案例介绍登机口分配的数学模型。

- 第九章 航空公司不正常运营：当遇到资源短缺或各种各样因素的干扰时，航空公司经常不能按照公布的时刻表运营。本章将介绍不正常运



营、延误、取消以及不正常运营的数学模型和一个案例分析。

### 第三部分 计算复杂性和模拟案例

- 第十章 计算复杂性与启示性：本章将介绍航空公司所面临的问题之固有的计算复杂性。

- 第十一至十三章 在这些章节中将引入案例分析，案例的对象是一个新成立的航空公司，采用的方法是模拟分析方法。在处理复杂问题时模拟分析也是一种常用方法，其已成为数学模型中不可分割的一部分。第十二章和第十三章将分别介绍模拟方法在人力资源规划以及机场容量规划中的应用。

- 附录 本书所引用机场的全名及三字、四字代码，航空公司的二字、三字代码。

## 三、软 件

本书介绍的线性规划模型或整数规划模型需要借用计算机软件来求解，其中的很多模型利用学生版或试用版的优化软件即可求解，很多大专院校以及航空公司均可以得到这些软件。此外，在很多软件出版商的网站上（例如 [www.lindo.com](http://www.lindo.com) 或 [www.maximal-usa.com](http://www.maximal-usa.com)）还提供学生版或试用版软件的下载。对于那些超过试用版本使用限制的大型问题，我们解题采用的是具有 CPLEX solver 技术（见 [www.ilog.com](http://www.ilog.com)）的 MPL 软件完整版（见 [www.maximal-usa.com](http://www.maximal-usa.com)）。

### 参考文献

- Barnhart, C., Talluri, K. T. (1997), *Airline Operations Research in Design and operation of civil and environmental engineering system*, edited by ReVelle C. and McGarity, A., Wiley, 435-469.
- Yu, G. (1998), *Operations Research in the Airline Industry*, Kluwer Academic Publishers.