

航空公司运行管理

罗凤娥 赖 欣 编著



HANGKONG GONGSI
YUNXING GUANLI



西南交通大学出版社

航空公司运行管理

罗凤娥 赖欣 编著



西南交通大学出版社
· 成都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

航空公司运行管理 / 罗凤娥, 赖欣编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2015.4
ISBN 978-7-5643-3855-8

I. ①航… II. ①罗… ②赖… III. ①航空运输企业
— 交通运输企业管理 — 中国 IV. ①F562.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 077798 号

航空公司运行管理

罗凤娥 赖欣 编著

责任编辑 牛 君
封面设计 原谋书装

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 成都勤德印务有限公司

成品尺寸 170 mm × 230 mm

印 张 16

字 数 288 千

版 次 2015 年 4 月第 1 版

印 次 2015 年 4 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-3855-8

定 价 48.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

随着我国民航事业发展,航空公司以及各级管理部门越来越重视航空运行控制在民航安全与运行效率上所起到的作用。目前航空公司的运行控制越来越复杂,对运行控制的要求也越来越高。航空公司的运行控制不再局限于简单的航班调整、资料准备、单位间的协调工作,运行控制已经逐步涉及安全、效益、服务、成本等航空公司的各个部门,航空运行控制人员必须采取各种手段,通过严格的规章制度和自身丰富的知识、经验,经过科学的演算和决策,才能为航空公司做出最安全、合理的运行决策。因此航空运行控制已经成为多学科交叉的研究领域,越来越多的研究机构以及学者对运行控制相关过程进行了更科学严谨的研究。为了满足航空交通运输专业本科生和研究生在航空运行控制领域相关研究的需求,提高该专业人员的管理与科研水平,我们编写了这本《航空公司运行管理》。

本书着眼于目前运行控制各环节相关研究,全书共九章,内容涉及航空公司机组管理问题、机队规划、航线网络规划、特殊机场运行、动态控制、签派资源管理、运行安全管理、运行监察的基本工作过程以及目前已有的学术研究成果,基本覆盖了航空公司运行控制的每个领域。

本书内容取材于国内外有关书刊、国内运行控制领域相关规章以及部分航空公司运行控制方,题材广泛,专业性强。为了方便读者学习,本书在每章都介绍了本章所涉及领域的目前实际运行过程、涉及规章、基本概念、专业术语等资料,在此基础上对目前该领域理论研究的已有成果进行了详细介绍,其中涉及很多经典理论与经典算法,比如遗传算法、BP神经网络模型、多属性决策理论等,也涉及一些对这些领域的新探索与分析,比如DS证据融合理论、安全运行监察的博弈模型等。在此对本书中所引用文献的作者表示感谢。

本书由中国民用航空飞行学院空中交通管理学院罗凤娥、赖欣编写，部分管理局、航空公司运行专家为本书提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。另外，本书的编写还得到了学院领导和同事及任栋、李大利、张立娟、张成伟、郭爽、苑永月等研究生的大力帮助和支持，在此一并表示感谢。

希望本书能对读者在航空运行控制实践运行与研究方面有所帮助。由于我们水平有限，书中一定存在一些错误与不足之处，恳请读者批评指正。

作 者

2014 年 11 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 航空公司运行控制中心发展历程	1
第二节 运行控制中心概述	4
第三节 航空公司运行管理相关规章	7
第四节 本书导读	9
参考文献	10
第二章 机组管理	12
第一节 机组管理概述	12
第二节 机组管理相关算法与模型	23
本章小结	46
参考文献	46
第三章 机队规划	49
第一节 机队规划概述	49
第二节 机队规划数学模型与算法	54
本章小结	69
参考文献	70
第四章 航线网络规划	71
第一节 航线网络规划概述	71
第二节 航线网络设计相关模型与算法	77
本章小结	109
参考文献	109
第五章 特殊机场运行	112
第一节 特殊机场运行概述	112
第二节 特殊高原机场签派放行相关模型与算法	120

本章小结	155
参考文献	156
第六章 动态控制	158
第一节 动态控制概述	158
第二节 动态控制相关模型与算法	163
本章小结	181
参考文献	182
第七章 签派资源管理	184
第一节 签派资源管理概述	184
第二节 签派资源管理相关模型与算法	188
本章小结	205
参考文献	206
第八章 运行安全管理	209
第一节 运行安全管理概述	209
第二节 运行安全管理相关模型与算法	217
本章小结	228
参考文献	228
第九章 运行监察	231
第一节 运行监察概述	231
第二节 运行监察相关模型与算法	238
本章小结	248
参考文献	249

第一章 绪 论

第一节 航空公司运行控制中心发展历程

运行控制（Operation Control）是航空公司的生产指挥、调度职能，由运行控制中心执行该项职能。生产调度的目的是保障飞机的安全运行和保证航班计划的正常执行。20 世纪 70 年代，发达国家的航空公司开始进行运行控制系统的前期理论分析和客户需求分析，同时逐步进行实践建设，陆续开发出了适应各种公司运行要求的飞行签派运行控制系统。

美国西北航空公司是最早开始开发、建设并投入使用签派运行控制系统的航空公司，签派运行控制系统投入使用后大大提高了该公司的运行安全管理水平，提升了自身的效益水平。在成本方面，运行控制系统每年可降低 1500 多万美元的直接生产运营成本。

欧洲各航空公司于 20 世纪 90 年代中期起，开始纷纷建立自己的运行控制中心（OCC）以指挥其航班整体运行。同时期至 20 世纪 90 年代末，欧洲各大机场被邀请加入航空公司的运行控制体系，或者联合建立独立的地面运行控制体系：枢纽运行控制中心（HCC）。运行控制系统可以完成公司内、外部的信息共享以及共同处置和决策；各项航班保障资源的优化；进行有效航班运行控制质量的监控；最大限度地控制运行成本等。

亚洲区域，全日空航空公司在位于日本东京的东京国际机场成立了运行飞行控制中心 FCC（Flight Control Center），该中心每天对 170 多个子公司进行全面协调，并对每天 600 多个航班进行统一协调、控制。FCC 能监控和协调全日空航空的所有国内、国际航班，确保航班运行正点，在航班出现不正常时，进行迅速、有效的调整和更改飞行计划，满足旅客和自身的需求。该系统有许多的外部系统对其进行支持，其中包括航行情报系统、气象情报和图表显示系统、空管信息系统、飞行运行系统、订座系统、飞行监视系统、航班监控系统、国际通信系统等。

美国联邦航空局（Federal Aviation Administration, FAA）局长 Randy Babbitt 在运行报告中强调：航空企业的运行控制能力是确保航班安全和正常的一把利剑，同时也是有效控制成本的重要手段，好的运行控制体系体现了航空企业的管理能力和企业的竞争力。运行控制被波音公司在飞行管理手册中定义为：“为了航空器的安全和飞行的正常与效率，行使开始、继续、改航或终止飞行的权力”。

大多数的航空公司在使用运行控制系统后，不仅提升了自身的管理能力，而且获得了更好的经济效益。以 Continental 航空公司为例，对于同样遭受严重恶劣天气影响的 1992 年和 1999 年，Continental 航空的经营状况却截然不同：在 1992 年，和大多数美国国内航空公司相同，都发生较大亏损，当年亏损高达 48 亿美元。航班运行决策支持系统是决定盈利能力的关键因素之一，新的航班运行控制决策系统能够提供每个航班从准备开始直到最后一分钟结束的所有信息，通过该系统计算取消或延误的航班运行成本，并提出决策建议，大大减少了运行成本的浪费。

目前，世界主要网络型航空公司都已开始使用自己的枢纽运行控制中心，这些大型航空公司通过自身飞行签派运行系统，收集一切运行资源，利用系统优势，对公司分布在全球的成百上千个各类航班进行精心组织、准确控制、实时指挥，并保持航班井然有序的运行。在运行控制中心的运行管理下，航空公司的各种生产要素得到更合理的搭配和组合；各种运行资源相互融合，得到最佳利用；不仅对航班安全进行有效的控制，而且产生了更好的经济效益。

我国国内最早开始引进并使用运行控制系统（SOC）的是中国南方航空公司（以下简称“南航”），南航于 1997 年经过公司高层研究决定，采用引进国外先进核心技术，同时建立自身研发团队，进行自我开发配套的方式建设国内第一套运行控制系统。1999 年，南航投资 1.3 亿元的 SOC 项目第一期工程建成投产，开始进行系统运行。该系统主要包括了飞行计划、机组管理、载重计划、动态控制、飞行监控五大功能模块。经过不断探索和努力实践，南航已经逐步建立起了一套科学的运行机制、运行规则、运行流程，初步实现了资源共享、资源优化和资源控制。

我国三大航空公司之一的中国东方航空公司（以下简称“东航”）的航空公司运行控制系统（Airlines operations Control, AOC）也于 2005 年 9 月 20 日在上海虹桥运行基地正式开始投入使用。AOC 共设 44 个运行席位，可同时满足 350 架飞机的运行控制需求，并且可以通过提升硬件性能进一步适应不断扩大的机队规模。在运行区域，每个运行控制人员在各自工作席位上就

可以实现在公网、各分/子公司、内话调度席位、无线电台之间的语音通话；同时在 AOC 系统内可通过 ACARS 电报和二次雷达数据库实现对航班的实时监控。

2008 年 10 月，中国国际航空公司（以下简称“国航”）完成自身运行控制系统的开发和建设，正式投入使用。国航 SOC 系统的使用使机组、飞机、航班这三大航空公司最重要的资源得到了集中管控、调配与最佳整合，业务流程得到优化，航班运行计划得到更加高效的设计与安排，为国航大运行、大保障战略目标的全面实现奠定了坚实基础。国航 SOC 系统的成功上线，极大地提升了国航运行品质，成为国航发展进程中的重要里程碑，标志着国航整体运行控制实现了新跨越，运行控制管理水平迈入世界先进行列。

至此，我国三大航空公司南航、东航、国航相继建成了自身的系统运行控制体系，但是它们的系统全部是利用国外公司的核心技术，在适应我国的航空公司运行方面还存在一些问题，例如，在系统维护、升级、修改等方面还存在着一些弊端；由于我国国情的特殊性，国外的系统在某些方面往往不能及时适应国内航班运行控制的需求；巨额的资金投入和维护费用使国内中小型航空公司望而却步。

国内一些中型航空公司，如山东航空公司、上海航空公司、厦门航空公司以及四川航空公司为了实现自身航班运行的控制，确保公司航班能够安全、正点、高效、有序地组织运行生产，减轻员工运行压力，实现规范化管理，取得良好的经济效益，也都进行了自身飞行运行控制系统建设。厦门航空公司的运行控制系统开发工作自 1995 年 4 月开始，于 1997 年 4 月完成并投入运行。四川航空公司的运行控制系统于 2004 年正式投入使用，同时在 6 年内进行了 2 次系统升级工作。具有先进水平的大海新签派控制中心（Flight Operations Center, FOC）于 2009 正式投入使用。以上这些航空公司基本上采用了国内的软件公司设计系统，投入小、见效快、服务方便是主要特点，但是也存在着理念落后、扩展性较差、规模效应差等弊端，限制了它的发展。

各公司不同的运行控制系统完全体现了每个航空公司的运行特点和管理模式，突出其公司企业文化。它们共同的特点是：以航空公司时刻表管理为基础，对所有航班采用集中控制、统一管理，有效地调配航空公司可利用的资源，最大限度地满足市场的需要；以保证飞行安全为前提，最大限度地降低运行成本，提高其经济效益；建立完善的运行程序和应急程序，建立有效的信息渠道和传递方式，提供主动超前的服务，使乘客、货主的不满意率降到最低；最大可能地为公司创造经济效益。

第二节 运行控制中心概述

一、运行控制中心职能

随着航空公司的机队规模不断更新和扩大,航空公司的运行越来越复杂,对运行的要求也越来越高。航空公司的运行控制不再局限于简单的航班调整、资料准备、单位间的协调工作,运行控制逐步涉及安全、效益、服务、成本等航空公司的各个部门,签派控制人员必须采取各种手段,通过严格的规章制度和自身丰富的知识、经验,经过科学的演算和模拟决策后,才能为航空公司做出最安全、合理的运行决策。

航空公司飞行签派运行控制系统的建立主要依赖计算机技术、网络技术以及现代化通信技术的快速发展和有机结合。它可以将航班运行中的法规、规章、航班飞行计划、运行动态显示、飞机运力状况、飞行机组资源、航行通告服务、ACARS、GPS 通信手段、空管气象信息、应急情况处置等各项工作,通过计算机和软件系统对运行条件和限制进行综合评估处理,实现运行的自动化管理,最大限度地帮助运行签派人员控制运行。分析航空公司运行控制中心的职责和 workflow,对飞行签派运行系统进行功能和内容上的界定,对飞行签派运行系统的各功能模块进行分析。在需求分析的基础上,进行系统的总体设计、数据库系统设计和航班计划模块、航班动态显示模块及航班放行模块的分析。

航空公司(承运人)为保障本公司的飞行安全、高效运行,必须建立航空公司的运行政策及其体系,实施公司规定的运行程序和方针政策,为航空公司安全飞行提供有力的保障。作为航空公司运行人员,必须熟悉航空公司运行政策和体系,还应当熟悉民航法规体系、运行手册体系的组成以及公司运行控制的核心业务流程,才能更好地履行相应的职责。

二、运行控制中心的功能划分

航空公司运行控制部门对公司的运行控制一般分为三个部分:航班计划制作阶段、航班运行实施阶段、运行控制讲评阶段。

1. 航班计划制作阶段

航空公司运行控制部门对公司运行控制的起点是从航班计划制作开始,运行

控制签派员根据公司运力网络部提供的航班航段安排、机务提供的飞机运力安排、飞行部和乘务部提供的飞行机组安排等资源,综合各类运行条件对航班进行航班衔接和调整,制作出次日全公司的航班计划并确保安全性和合理性,下发给公司各保障单位,同时通报给机场、空管、油料等外部保障单位。

2. 航班运行实施阶段

运行签派从保障当日第一个航班运行、收集各类运行资料开始,直到当日最后一个航班运行结束为止,称为实施阶段。这个过程实际就是签派员实施签派放行、飞行监控和运行品质监控的过程。所谓签派放行就是签派员根据民航规章和公司手册,收集所能获得保证航班运行的全部信息后,进行评估分析,得出结论,最后与执行航班的机长进行研究分析,共同对航班放行的过程。只有经过签派和机长共同决定放行后,该航班才可以合法有效地执行。飞行监控是指航班起飞后直到落地的过程,在这个阶段需要签派员及时了解所有航班保障的变化情况和飞机的实际运行状态,出现任何不利于航班安全运行的情况,签派员必须立即重新进行签派放行并通知机组。运行品质监控贯穿于公司的整个运行,它包括对航班正常性的监控、对航班不正常时的调整、对影响航班运行原因的分析以及应急情况下的决策等。

3. 运行控制讲评阶段

航空公司运行控制的终点就是航空公司的航班计划执行结束后的讲评,它是对当日航班运行情况的总结,是运行单位之间协调沟通解决问题的平台,是提高运行控制水平的有效方法。

飞行签派运行系统的业务流程如图 1-1 所示,运行控制中心结构如图 1-2 所示。

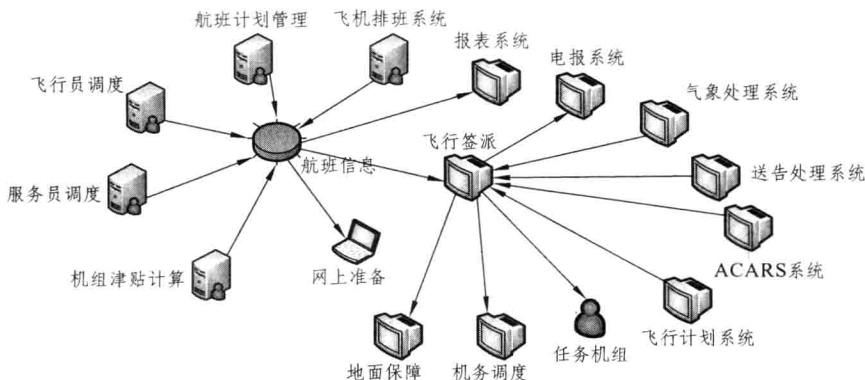


图 1-1 运行控制业务流程

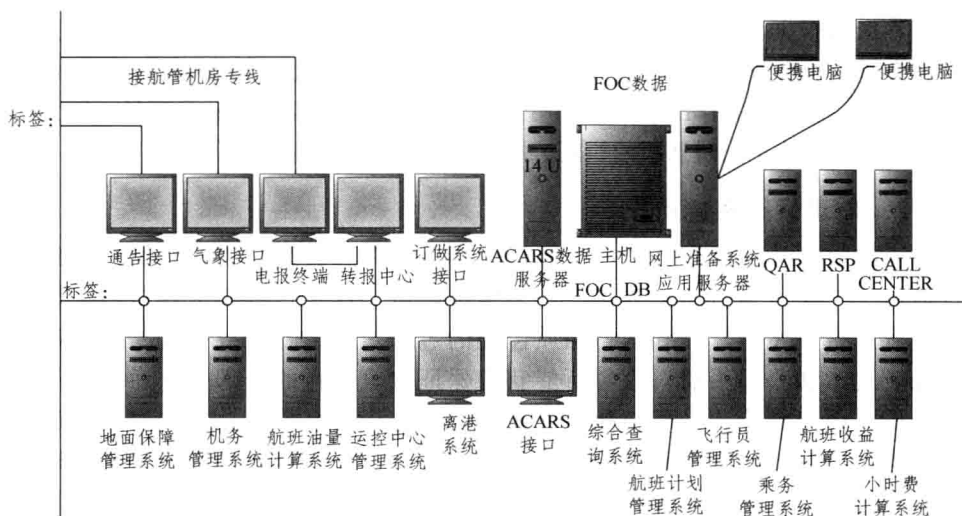


图 1-2 运行控制中心结构图

三、运行控制中心特性

1. 安全性

运行控制系统是航空公司运行控制中的核心，其安全性要求很高，运行控制系统安全性包括两个方面：一是保证物理介质的安全，即在存储数据的磁盘等硬件设备损坏的情况下保证系统运行所需的数据能够继续运行；二是系统数据访问的安全，合理分配系统用户权限，防止对数据的非法访问和修改。

2. 高效性

运行控制系统在公司业务繁忙的时候需要处理大量的数据，因此对系统的效率也有较高要求。系统数据传输是基于消息的，这样能够提升关键数据的响应速度，并在一定程度上减轻系统的负荷。另外，设计时把运算量大的和复杂程度高的业务处理设计为服务器后台计算过程，充分利用了服务器运算性能强的特点，而且可以减少客户端和服务器端消息传递次数。

3. 数据一致性

运行控制系统涉及航空公司的各个方面，包括航行情报、气象、商务等，数据量大而且种类繁多，因此要求在任何情况下数据都要保持一致，避免数据修改、删除或录入产生的不一致。

4. 可扩展性

运行控制系统会随着航空公司的规模发展或业务规章的变化而扩展, 延长系统要有良好的扩展性。系统设计时系统数据结构的设计完全按照国际航空运输协会机场处理手册 (International Air Transport Association Airport Handling Manual, IATA AHM) 和标准航班信息手册 (Standard Service flights Information Manual, SSIM) 标准设计, 确保未来扩展中可以基本保持系统的现有结构; 运行控制系统和航行情报、气象等系统的数据交换通过接口的方式, 可简单地增加数据的来源, 而对系统结构不做修改。

第三节 航空公司运行管理相关规章

一、中国民航规章的结构体系

民航规章指中国民用航空局根据法律和国务院的行政法规、决定和命令, 在本部门的权限范围内制定的, 或者与国务院有关部门在各自权限范围内联合制定的, 以民航 (总) 局令的形式公布的规范性文件。

我国民航规章体系包括中国民用航空法、行政法规、民航规章三个层次, 包含以下内容:

(1) 行政程序规则 (1 ~ 20 部)。

CCAR-12LR-R1 中国民用航空局中职能部门规范性文件制定程序规定

(2) 航空器 (21 ~ 59 部)。

CCAR-45-R1 民用航空器国籍登记规定

(3) 航空人员 (60 ~ 70 部)。

CCAR-65-R1 民用航空签派员执照管理规则

(4) 空域 导航设施 空中交通规则和一般运行规则 (71 ~ 120 部)。

CCAR-91-R2 一般运行和飞行规则

CCAR-93TM-R2 中国民用航空空中交通管理规则

CCAR-97FS-R1 航空器机场运行最低标准的制定与实施制定

(5) 民用航空企业合格审定及运输 (121 ~ 139 部)。

CCAR-121-R4 大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则

(6) 学校 非航空人员及其他单位的合格审定及运行 (140-149 部)。

CCAR-141 民用航空器驾驶员学习合格审定规则

(7) 民用机场建设和管理 (150 ~ 179 部)。

CCAR-158 民用机场建设管理规定

(8) 委任代表规则 (180 ~ 189 部)。

CCAR-183FS 民用航空飞行标准委任代表和委任单位管理规定

(9) 航空保险 (190 ~ 199 部)。

(10) 民用航空电信人员执照管理规则 (200 部)。

(11) 综合调控规则 (201 ~ 250 部)。

CCAR-201 公共航空运输企业经营许可规定

(12) 航空基金 (251 ~ 270 部)。

CCAR-252FS 民用机场和民用航空器内禁止吸烟的规定

(13) 航空运输规则 (271 ~ 325 部)。

CCAR-276 中国民用航空危险品运输管理规定

(14) 航空保安 (326 ~ 355 部)。

CCAR-331SB-R1 民用机场航空器活动区道路交通安全管理规则

(15) 科技和计量标准 (356 ~ 390 部)。

CCAR-359SE-1-R1 中国民用航空局科学技术奖励办法

(16) 航空器搜寻援救和事故调查 (391 ~ 400 部)。

CCAR-395-R1 民用航空器事故和飞行事故症候调查规定

二、航空公司运行控制涉及的民航规章和咨询通告

1. 民航规章

- CCAR-65-R1 中国民用航空《飞行签派员执照管理规则》。
- CCAR-91-R2 中国民用航空《一般运行与飞行规则》。
- CCAR-121-R4 中国民用航空《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》。
- CCAR-135 中国民用航空《小型航空器商业运输营运人运行合格审定规则》。
- CCAR-93TM-R2 中国民用航空《空中交通管理规则》。
- CCAR-97FS-R1 中国民用航空《机场运行最低标准的制定与实施规则》。
- CCAR-276 中国民用航空《危险品运输管理规定》。
- CCAR-332 《公共航空旅客运输飞行中安全保卫规则》。

- 民航局令第 29 号 中华人民共和国搜寻援救民用航空器规定。
- CCAR-395-R1 民用航空器事故和飞行事故症候调查规定。

2. 部分咨询通告

- CCAR-65FS-R2 《民用航空飞行签派员执照管理规则》。
- CCAR-91-R2 《一般运行和飞行规则》。
- CCAR-93TM-R2 《中国民用航空空中交通管理规则》。
- CCAR-97FS-R1 《航空器机场运行最低标准的制定与实施规定》。
- AC-91-7 缩小垂直间隔 (RVSM) 空域的运行要求。
- AC-121-FS-2009-30 飞行签派员执勤时间指南。
- AC-121-FS-2011-004R1 《航空承运人运行中心 (AOC) 政策与标准》。
- AC-121-21 《航空承运人高原机场运行管理规定》。

第四节 本书导读

本书介绍航空公司运行管理涉及的各个方面,同时还包括在这些管理方面所涉及的规划管理方法。全书共分 9 章,除本章以外其他各章内容简要介绍如下。

第 2 章讲述机组管理问题。首先简要介绍了机组管理过程中涉及的概念及法规中规定的事项。本章主要讲述机组排班问题,机组排班问题主要涉及机组成员指派问题和机组配对问题,主要介绍了机组配对问题涉及的遗传算法和机组成员指派问题涉及的自适应遗传算法。

第 3 章讨论了机队规划问题。从机队规划基本方法及方程、机队可靠性评价模型(其中涉及 BP 神经网络模型)和机队规划的优化三方面阐述了机队规划的问题。

第 4 章研究了航线网络规划问题。航空公司的航线网络设计是大型复杂优化问题,对某些变量的整数要求,更增加了问题的难度,然而由于问题的重要性,航线网络设计一直是国际民航界所研究的热点问题。本书给出了包括多属性决策理论(对候选机场)、鲁棒性优化理论、最短路算法理论、图论等解决航线网络规划问题的方法。

第 5 章介绍了特殊机场运行问题。鉴于特殊高原机场运行环境复杂及特殊要求,签派放行决策的制订受多个因素的制约,本章将决策支持理论应用

到特殊高原机场的签派放行工作中。因模糊数学在处理复杂系统问题时有其独特的优越性,本书采用模糊决策与层次分析的方法建立了模糊综合评判指标体系,在此基础上构建模糊综合评判模型,实现了辅助签派员制订放行决策的目的。

第6章研究动态控制问题。本章对不正常航班计划恢复问题进行了系统阐述,研究了飞机路线恢复问题、机组恢复问题的数学模型及求解算法,抽象和总结了航班恢复过程中考虑的目标函数和约束条件,为构造不正常航班恢复数学模型和求解算法奠定了实践基础。本章采用资源指派模型、多商品网络流模型、时间离散近似模型、Floyd-Warshall 的取消航班算法、基于物元评价的预警方法等详细介绍了在动态控制中的决策理论。

第7章介绍了签派资源管理问题。本章结合民航签派工作实际,分析了民航签派人误不安全事件产生的深层和共性原因,并在此基础上建立起以防止人误、减少不安全事件和降低事故率为目的的民航签派人误分类分析模型(如SHEL模型、REASON模型、HFACS模型等),为航空公司提供了一个系统化的签派人误不安全事件分类分析框架。

第8章深入讨论了运行安全管理问题。本章介绍了目前运行安全管理国内外研究现状、运行安全管理的主要内容,包括民航SMS体系和运行风险管理,同时介绍了运行安全管理涉及的法规政策以及常用的数学算法。本章采用了模糊层次分析法和贝叶斯置信网络算法,实现了定性与定量相结合的民航安全分析。

第9章研究了运行监察问题。本章介绍了目前国内外运行监察的研究现状、局方运行监察的主要内容以及运行监察涉及的法规政策和目前运行监察常用的数学算法及模型。本章分析了影响航空公司运行的各项因素,为实施客观准确的监察提出了评价体系。评价过程虽然仍采用了传统的专家评分方法,但由于结合DS证据融合理论,采用多位专家评分形成的证据进行融合处理,使得融合后的评价结论更客观,降低了主观因素的影响;另外从博弈论的角度,构建了一个航空公司安全运行监察的博弈模型。

参考文献

- [1] 中国民用航空总局. 大型飞机公共航空运输航空承运人运行合格审定规则(CCAR-121-R4)[R]. 北京:中国民用航空总局,2005.
- [2] 中国民用航空总局. 运输类飞机适航标准(CCAR-25-R4)[R]. 北京: