



国家自然科学基金民航联合研究基金资助

民航机场机位容量 与机位分配计算理论

◎ 熊杰 张晨 郑攀 著

*The Computational Theory
of Airport Gates Capacity & Assignment*



北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>



国家自然科学基金民航联合研究基金资助

民航机场机位容量 与机位分配计算理论

熊杰 张晨 郑攀 著

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书主要包括：民航概述、预备知识、机场概述、民用机场机位概况、民用机场机位容量计算理论、机位分配计算理论等内容。针对涉及领域理论性强、抽象等特点，力求从实际工作出发，使用通俗的语言，简练、易懂、连贯的内容，以便于读者系统学习机场机位容量计算及分配的相关内容。

本书为交通运输、管理科学领域中从事教学、研究的相关人员提供一个了解机场机位运行管理工作的窗口，可以作为交通运输专业高年级本科生、研究生的教学及参考用书，对于机场机位运行管理领域中从事教学、生产管理人员也具有重要的参考价值。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

民航机场机位容量与机位分配计算理论 / 熊杰，张晨，郑攀著. — 北京：北京交通大学出版社，2014.7

ISBN 978 - 7 - 5121 - 1932 - 1

I. ① 民… II. ① 熊… ② 张… ③ 郑… III. ① 民用机场 - 停机坪 - 分配 - 计算
IV. ① V351.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 117541 号

责任编辑：吴嫦娥 特邀编辑：林 欣

出版发行：北京交通大学出版社 电话：010 - 51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编：100044

印刷者：北京艺堂印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185 × 260 印张：24 字数：600 千字

版 次：2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 978 - 7 - 5121 - 1932 - 1/V · 1

印 数：1 ~ 1 000 册

定 价：88.00 元

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监组反映。

投诉电话：010 - 51686043，51686008；传真：010 - 62225406；E-mail: press@bjtu.edu.cn。

序 言

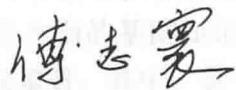
民航是重要的交通运输方式。改革开放以来，中国民航快速发展，规模不断扩大，能力逐步提升，安全水平显著提高，运输量快速增长，为我国现代化建设作出了突出贡献，已成为全球第二大航空运输系统。

伴随着我国城市化进程，中国民航运输将进入新的发展时期。可以预见，由于航空运输总量的不断增大，我国许多大型枢纽机场的空域、跑道、滑行道、机坪、机位和航站楼等各类资源紧张的问题日益凸显。其中，机场机位作为空侧和陆侧区域的接驳部分，是地空协调的关键。尤为突出的是，在枢纽机场的进出港高峰期，如果没有及时为抵达的延误航班分配适当停机位，该航班会因等待停机位而造成进一步的延误，不但会导致机位容量利用率的降低，甚至会影响对旅客服务的质量。因此，做好机场机位的容量分析计算与优化机位分配方式，是民航运输业亟待解决的一个重要课题。

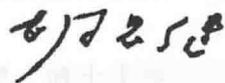
我们两人分别是3位作者在北京交通大学攻读博士期间的导师，有幸在他们完成博士论文的过程中，就机位容量计算与优化机位分配问题共同讨论和研究，渡过了一段十分有意义的时光。

本书作者们长期从事民航安全和运行领域的科研与管理工作，不但积累了丰富的实践经验，也取得了理论研究成果。本书是以作者们博士论文的研究成果为基本素材，通过系统梳理与提升编写而成的专著。该书从研究机场地面延误传播机理和消散规律入手，建立了航班地面延误传播和缓冲时间的函数关系，并阐述了其内在的混沌学特性和机理；以提高效率为目的，提供了机场机位利用的优化模型，使延误冲突传播尽可能减小以致消除；从不同角度考虑，研究了机场机位分配优化模型，为枢纽机场机位的日常安排，以及机场机位扩展远景规划的制定提供决策的依据。本书是一本既有理论创新，又紧密结合工作实际的著作，我们希望本书的出版能对机场运行领域的理论研究和工程应用作出贡献。

原铁道部部长



北京交通大学教授、博士生导师



2014年5月

前言

自古以来,作为“衣食住行”中的“行”,交通运输一直是满足人类基本需求中不可或缺的重要组成部分。目前,制约我国交通运输发展,尤其是制约我国民航运输发展的是日益增长的运输需求与有限运输资源之间的矛盾。为了解决这一矛盾,某些民航运输企业只注重短期效益,降低对运输质量的要求,盲目扩大运量,造成航班准时性、可靠性甚至安全性的下降,使民航高质量的运输服务难以实现。这种做法,从表面上可以缓解运输资源的紧张,但是从本质上则会造成社会资源和社会效益的极大浪费。如果发生航空事故,会造成难以估量的巨大损失。因此,解决民航运输资源紧张的矛盾,必须以保证运输服务的质量和安全为前提。

随着民航运输业的快速发展,机场运输资源尤其是枢纽机场机位资源的紧张问题日益突出。机场机位容量不足,不仅造成机场作业秩序变差和运行效率下降,也导致机场航班安排受限,制约机场的发展。因此,研究在不同条件下的机场机位分配方式与机位容量评估模型,不仅可以在机场机位运行指挥中发挥重要的作用,还可为机场管理者在机位容量评估方面提供理论依据。

本书汇集了我们在承担国家自然科学基金项目(基于元胞自动机的枢纽机场地面延误传播机理及机位容量,项目编号:60879010)过程中所取得的部分研究成果,全书共分为6章:第一章主要从民航运输的发展、民航运输在综合运输中的地位与作用,以及民航运输技术经济特征方面对民航系统进行阐述;第二、三、四章详细介绍了在机场机位容量计算和机位分配建模所需的数学预备知识、机场飞行区相关知识、航站区相关知识、地面运输区相关知识、机场机位的配置与作业等相关内容;第五章系统分析了机场机位分配过程中涉及的相关要素,并建立了机场机位容量评估的理论方法;第六章主要介绍在考虑多种条件下的机场机位分配模型,寻求最优的机场机位分配方式。

本书的特点是广泛应用现代管理数学理论和方法研究,解决机场机位容量和机位分配的优化问题。因此,阅读本书的读者需要具备运筹学、现代数学优化理论等方面的基础知识。

本书由中国民用航空局的熊杰,中国民航科学技术研究院的张晨、郑攀著。其中,第一、五章由张晨编写;第二、六章由郑攀编写;第三、四章由熊杰编写。全书最后由张晨、郑攀统稿。

感谢原铁道部部长、中国工程院院士傅志寰教授,北京交通大学教授、博士生导师胡思继教授在百忙之中为本书作序。

限于作者的理论和业务水平,书中定有疏漏和谬误之处,衷心期望读者批评指正。

2014年7月

目 录

第一章 民航概述	1
第一节 民航运输发展概述	1
一、世界民航业发展概况	1
二、中国民航业发展概况	3
第二节 民航运输在综合运输中的地位与作用	7
第三节 民航运输的技术经济特征	8
第二章 预备知识	9
第一节 最优化理论方法	9
一、凸集和凸函数	9
二、线性规划问题简介	16
三、非线性规划问题的最优性条件	19
四、求解非线性规划基本方法概述	23
五、整数规划	24
六、排队论	26
第二节 智能优化算法	38
一、遗传算法	38
二、禁忌搜索算法	41
三、模拟退火算法	45
第三节 最优化方法的软件实现	49
一、一维搜索问题	50
二、线性规划	51
三、无约束非线性最优化问题	53
四、有约束非线性最优化问题	56
五、二次规划	58
六、0-1 规划	60
七、Lingo 软件的使用方法	62
第三章 机场概述	81
第一节 飞行区相关知识	82
一、跑道	82
二、跑道的附属区域	84
第二节 航站楼区相关知识	91

一、机坪设置	92
二、候机楼	94
第三节 地面运输区	95
一、机场进入通道	96
二、机场停车场和内部道路	96
第四章 民用机场机位概况	97
第一节 机场机位配置与作业	97
一、民用机场机位分类	97
二、民用机场机位保障作业	98
三、航班需求分布特征	99
四、机位分区与飞行区的交通特点	100
五、机位分配策略与调整策略	102
六、机位分配原则	103
七、飞机机型与航班类型	104
八、机场构型与滑跑系统	105
九、航班晚点和缓冲时间	105
第二节 机位运行问题研究综述	108
一、机位分配问题研究综述	108
二、机位容量问题研究综述	112
第五章 民用机场机位容量计算理论	117
第一节 机位容量研究的意义	117
一、机位容量研究对机场容量综合评估的意义	117
二、机位容量研究对机场实际运行的影响	118
三、机位容量研究对扩充机位容量的意义	118
四、机位容量研究对分析提高现有机位运行水平的意义	119
第二节 机位容量计算要素	119
一、机位容量利用率	119
二、机位作业时间的 PERT 网络估算	120
三、机位分配最小间隔时间的确定	122
四、机位实际占用时间的分布函数和假设检验	128
五、机位分配间隔时间的分布函数和假设检验	131
六、机位分配缓冲时间的分布函数和假设检验	133
七、航班进入机位晚点时间的分布函数和假设检验	135
第三节 航班不换机位分配规则后效晚点理论计算模型	137
一、两相邻航班间的平均后效晚点时间	137
二、两特定航班间的平均后效晚点时间	141
三、分类运行航班的综合平均后效晚点时间	143

四、向非相邻后行航班直接传播的平均航班后效晚点时间	144
五、第一层次航班平均后效晚点时间	145
六、航班后效晚点时间总值	146
第四节 两机位航班更换机位分配规则下相邻航班间后效晚点时间	148
一、到达间隔时间和缓冲时间的关系	149
二、同等级条件航班 $k+1$ 及参与换队航班后效晚点时间	155
三、同等级条件航班 1 及参与换队航班后效晚点时间	163
四、航班 1 优先时航班 $k+1$ 及参与换队航班后效晚点时间	171
五、航班 $k+1$ 优先时航班 1 及参与换队航班后效晚点时间	180
第五节 两机位及多机位航班更换机位分配规则后效晚点时间总值	193
一、特定航班间平均后效晚点时间总值	193
二、分类运行综合后效晚点时间	197
三、非相邻航班间后效晚点时间	198
四、第一层次航班后效晚点时间	199
五、两机位航班更换机位策略下航班后效晚点时间总值	200
六、多机位航班更换机位分配规则条件下后效晚点时间总值	203
第六节 机位占用计算机模拟计算模型	206
一、元胞自动机模型及其在交通模拟中的应用	206
二、无作业延迟不更换机位条件下机位运行元胞自动机模型	211
三、无作业延迟不更换机位条件下机位运行元胞自动机模型仿真	216
四、有作业延迟不更换机位条件下机位运行元胞自动机模型	223
五、有作业延迟不更换机位条件下机位运行元胞自动机模型仿真	228
六、可更换停机位条件下机位占用元胞自动机模型	232
七、可更换停机位条件下机位延误传播规律仿真	238
八、航班后效晚点传播时间的混沌现象及其定量分析	239
第七节 机位容量计算模型	243
一、以限定后效晚点时间为目标的缓冲时间的确定	243
二、以限定队列长度为目标的缓冲时间的确定	247
三、平均必要缓冲时间	251
四、基于后效晚点理论计算模型的机场机位容量优化模型	258
五、基于模拟计算模型的机位容量模型	265
第六章 机位分配计算理论	270
第一节 基于旅客服务质量的枢纽机场机位分配优化模型	270
一、基于旅客服务质量的枢纽机场机位分配要素分析	271
二、基于旅客服务质量的枢纽机场机位分配模型	277
第二节 基于绩效的枢纽机场近机位分配优化模型	288
一、基于绩效的枢纽机场机位分配要素分析	288
二、基于机位占用效率的机位分配优化模型	292

三、基于飞机滑行油耗的机位优化分配模型 295

四、改进的禁忌搜索算法 296

五、算例分析 298

第三节 基于空闲时间分布优化的停机位分配模型 302

一、概述 302

二、数据定义 303

三、模型的建立 303

四、求解算法设计 304

五、数值算例 312

第四节 基于冲突概率计算理论的抗延误枢纽机场机位分配优化模型 316

一、机位冲突概率计算理论 316

二、基于冲突概率计算理论的机场机位分配优化模型 324

三、基于冲突概率计算理论的机位分配问题遗传算法 325

四、算例分析 1 328

五、算例分析 2 330

第五节 基于航班晚点传播理论的停机位分配模型 332

一、航班间的晚点传播 332

二、两相邻航班间的平均航班后效晚点时间 334

三、分类综合平均航班后效晚点时间 337

四、数据定义 337

五、模型的建立 337

六、求解算法 339

七、数值算例 341

第六节 枢纽机场机位分配多目标优化模型 344

一、机场机位分配多目标优化模型的假设条件 344

二、机场机位多目标优化问题数学分析 345

三、机场机位多目标优化一般模型的构建 346

四、基于信息熵的机位分配多目标优化模型及算法 347

五、固定权重机位分配多目标优化模型 349

六、算例分析 350

第七节 停机位分区的分配模型 355

一、概述 355

二、停机位分区的分配优化模型 355

三、停机位分区的分配模型 EMA 算法设计 358

四、数值算例 364

附录 A 北京首都机场机位情况简介 366

参考文献 370

第一章

民航概述



第一节 民航运输发展概述

一、世界民航业发展概况

伴随着航空技术的进步和运输组织管理及服务水平的提高，特别是大型民用运输机出现后，世界民航业一直处于快速发展阶段。目前，全球形成了以北美、欧洲和亚太地区为主的三大航空市场，占全球航空市场份额接近 90%。20 世纪 80 年代以来，受经济全球化、发达国家放松航空管制，以及向后工业化转变等一系列因素的影响驱动，世界民航业呈现出一些值得关注的重要特征和趋势，使其发展格局正在发生深刻变化。

1. 大力发展民航业成为国家和地区战略的重要组成部分

鉴于民用航空在政治、经济、社会、军事、外交、文化等领域均发挥着十分重要的作用，许多国家和地区把民航业定位为战略性产业，把发展民航业上升为国家战略或地区战略，使之成为本国、本地区在全球化过程中获取最大利益的有力工具。

美国在世界民航业中一直处于领先地位。美国政府长期以来把“保持美国在全球航空业中的领导地位、提升控制交通容量、保证飞行安全、保证国家空防、保卫国家安全”作为发展民航业的战略目标，采取立法和建立中央政府部门之间的协调机制，对民航业发展进行规划、制定政策，并给予财政支持。2001 年发生“9·11”事件后，美国多数航空公司的经营陷于困境，美国政府一次性向航空公司提供紧急援助和贷款担保就高达 150 亿美元。

欧盟把发展民航业作为提高其全球竞争力和促进欧洲一体化的重要手段与途径，逐步实现了民航业政策法规的统一制定和实施。2001 年，欧盟委员会通过了《交通政策白皮书》，提出了到 2010 年的欧洲航空运输发展行动计划，其重要战略包括构建“欧洲单一天空”、重新设计欧洲航空港的运营能力和提高航空运输安全系数等。

海湾各国近年来借石油价格飙升带来的雄厚资金和本身所处的亚欧非三大洲交汇点的战略重心地位，纷纷将目光投向民航业，使该地区成为全球民航业发展最快的地区之一。各国政府采取了开放天空、加大机场建设投资、发展旅游业和金融业、建立自由贸易区及物流城等政策措施，支持和刺激民航业发展；反过来，又通过民航业的快速发展促进旅游、金融和贸易的增长。

作为亚洲新兴工业体的韩国、新加坡和我国的香港、台湾地区先后实施出口导向型战略,把发展民航业作为国家或地区的发展战略。尤其是新加坡作为一个城市国家,能够成为世界金融和旅游重地,并在全球国家竞争力排名中名列前茅,没有发达的民航业支撑是不可能实现的。从一定意义上,新加坡也是一个“民航立国”的典型。

2. 航空运输自由化持续发展

航空运输自由化主要是指改革航空运输的管理体制和方法,从政府对企业经营活动的详尽管理过渡到更多地依靠市场力量予以调节,给予企业更多的经营权力和灵活性。其包括紧密联系的两方面内涵:① 国内航空运输的自由化,即“放松管制”;② 国际航空运输的自由化,即“天空开放”。

20 世纪 70 年代中期以前,各国政府对航空运输业实行严格管制的政策。直到 1978 年《美国航空业放宽管制法例》的颁布,才打破了世界对民航业的严格管制。这个在美国民航史中具有里程碑意义的法例中,政府放松了 40 多年来对民航业实施的一系列政策,取消了对航空公司的经营管制,推动了全美民航业的快速发展和持续繁荣。此法例变严控企业为还权企业,其中核心的两点是允许各航空公司可以自主推出或取消航线和可以放开价格。民航业最关键的经营命脉是航线,最有效的竞争手段是价格,这等于为以飞机作为最重要的生产成本的航空公司,装上了两个强力助推器。在放宽管制过程中,美国政府并不是无所作为,对企业行为和行业危机放任不管,相反,它依然保持着对业界的“宏观调控”。例如,可以根据特殊情况赋予某公司反垄断豁免权,以保护本国企业利益;航空公司须每天向政府报价 2 次,一旦出现恶性竞争,政府将提出异议或进行干预,这价格便不能公布实施。

美国的做法,后来纷纷被其他国家效仿。目前,世界上绝大多数国家都已实行放松对航空运输经济性管制的政策。与此同时,世界各国在航空运输所涉及的安全、环境保护、应急救援等领域加大了政府管制的力度,从而使社会公共利益得到切实维护。

美国政府在推行国内放松管制的同时,致力于将自由化做法推向国际。1992 年,美国提出了“天空开放”的概念,即在双边航空运输协定中,允许双方充分的市场准入。在美国、欧洲及其他一些国家的大力推行下,国际航空运输自由化逐渐成为世界性潮流。

目前,美国和欧盟已将“天空开放”确立为一项基本的对外经济贸易政策,在国际经济和政治交往中将其纳入国与国之间、地区与国家之间、地区与地区之间的战略对话。

3. 全球性航空战略联盟占据市场主体地位

航空联盟由来已久,最早由美国国内市场的干线航空公司与支线航空公司之间合作提供联合中转服务而产生。自 20 世纪八九十年代以来,航空联盟蓬勃发展。1997 年,加拿大航空(Air Canada)、德国汉莎航空(Lufthansa)、北欧航空(SAS)、泰国国际航空(Thai Airways International)和美国联合航空(United Airlines)共同创立全球第一家战略性联盟——星空联盟(Star Alliance),标志着世界航空运输正式进入全球联盟时代,2007 年中国国际航空股份有限公司正式加入星空联盟。寰宇一家联盟(One World)于 1998 年由英国航空公司、美国航空公司、加拿大国际航空公司、中国香港国泰航空公司和澳大利亚快达航空公司共同创建。2000 年,美国达美航空公司、法国航空公司、大韩航空公司、墨西哥国际航空公司又共同组建了天合联盟(Sky Team),2007 年中国南方航空股份有限公司、2011 年中国东方航空股份有限公司先后加入天合联盟。如今,全球航空客运市场 70% 以上的份额被此三大联盟所瓜分。

全球性航空战略联盟的产生和发展主要根植于两个因素:① 经济全球化的进程加速了全

世界范围对于国际中转、无缝隙航空旅行和货物运输的需求,单个航空公司或单纯的双边合作,不可能从技术上独立提供一致性的服务;② 航空公司的跨国投资与兼并受到各国政策的严格限制,迫使航空公司将直接投资和持有股权的“资产联盟”转为商业联盟。联盟成员通过共享航空资源,扩大市场势力,降低成本,提高竞争力和经济效益。目前,世界按销售收入排名前 20 位的航空公司,都是三大航空联盟的成员。

4. 枢纽辐射式航线结构成为运营的主导模式

早在 20 世纪 60 年代,美国的一些骨干航空公司为了控制成本和占领市场的需要,就开始尝试把航线的运营模式从“点对点”飞行,改变为先向一点集中再进行中转的模式,即枢纽辐射式航线结构模式。20 世纪 80 年代,枢纽辐射式航线结构在世界范围内得到广泛重视,迅速发展和完善起来,航空枢纽成为航空客运快速中转、集散中心和综合物流节点。

大型枢纽机场能够吸引并且聚集经济社会发展中的优势资源,形成巨大的人流、资金流、物流、信息流、技术流,对区域经济的发展具有强大的集聚、辐射和带动效应。各国、各地区纷纷把构筑国际航空枢纽作为提升其国家或区域竞争力的战略措施。目前,在欧洲、北美和亚太地区 3 个主要航空市场中,只有亚太地区的国际枢纽航空港分布格局尚未完全定型,除香港和新加坡机场外,最有潜力和竞争力成为该地区国际枢纽航空港的还有韩国仁川机场、日本成田机场、泰国曼谷机场,以及我国的北京首都、上海浦东、广州白云机场。21 世纪以来,以上机场都进行了大规模的基础设施建设,以扩充机场容量,争夺亚太地区国际航空枢纽地位。

5. 高新科技引领民用航空发展

高新科技的研制和应用将进一步提升民用航空的安全水平,促进民用航空持续快速发展。① 发展大型飞机制造技术。已投入运营的载客量最大的空中客车 A380 飞机,合理采用了碳纤维等新材料和新型发动机等高新技术,飞机的安全性和舒适度得到大幅提高。波音公司制造的 787 第一次实现中型飞机尺寸与大型飞机航程的结合,具有较高燃油效率,出色的环保性能。② 在空中交通管理领域广泛应用现代通信、卫星、自动化和计算机技术,展开了以星基导航为主导的空管技术革命。③ 兴起了绿色化的航空运输革命。从改善飞机空气动力、提高发动机燃油性能、研制新一代聚合物和复合材料等方面降低航空运输对环境的污染。引入了“绿色机场”理念,把机场建成“节约、环保、科技、人性化”的机场。

二、中国民航业发展概况

1. 中国民航业发展历程

1949 年 11 月 2 日,中国民用航空局成立,揭开了民航事业发展的新篇章。我国民航业经历了不平凡的发展历程,特别是十一届三中全会以来,民航业在航空运输、通用航空、机群更新、机场建设、航线布局、航行保障、飞行安全、人才培养等方面都有了较大发展。纵观我国民航运输业的发展,总体经历了 4 个阶段:初创期、调整期、前进期和发展期。

1) 初创期(1949—1978 年)

1949 年 11 月 2 日,中共中央政治局会议决定在人民革命军事委员会下设民用航空局,

受空军指导。1950年,新中国民航初创时,仅有30多架小型飞机,年旅客运输量仅1万人,运输总周转量157万吨公里。到1957年年底,中国民航已拥有各类飞机118架,绝大部分机型为苏联飞机。在这一时期,中国民航重点建设了天津张贵庄机场、太原亲贤机场、武汉南湖机场和北京首都机场。北京首都机场于1958年建成,中国民航从此有了一个较为完备的基地。

2) 调整期(1978—1987年)

1980年3月5日,中国政府决定民航脱离军队建制,把中国民航局从隶属于空军改为国务院直属机构,实行企业化管理。在此期间,中国民航局是主管民航事务的政府部门,下设北京、上海、广州、成都、兰州(后迁至西安)、沈阳6个地区管理局。1980年全中国民航只有140架运输飞机,且多数是20世纪50年代或40年代生产制造的苏式伊尔14、里二型飞机,载客量仅20多人或40人,载客量100人以上的大中型飞机只有17架,机场只有79个。1980年,中国民航全年旅客运输量仅343万人,全年运输总周转量4.29亿吨公里,居新加坡、印度、菲律宾、印尼等国之后,列世界民航第35位。

3) 前进期(1987—2002年)

“八五”时期是中国民用飞机数量增长最快的时期。1995年年末,我国民用飞机总数达到852架,其中运输飞机416架,通用航空和教学校验飞机436架,运输飞机商载总吨位7900吨,飞机座位数6.05万个。在这一阶段,中国民航运输总周转量、旅客运输量和货物运输量年均增长分别达18%、16%和16%,高出世界平均水平两倍多。2002年,中国民航业完成运输总周转量165亿吨公里、旅客运输量8594万人、货邮运输量202万吨,国际排位进一步上升,成为令人瞩目的民航大国。

4) 发展期(2003年至今)

2002年,中国政府对中国民航业再次进行重组,成立三大运输集团公司:中国国际航空集团公司、中国东方航空集团公司、中国南方航空集团公司,实施大集团战略,把中国的航空运输企业真正推向市场。从2005年开始,中国民航运输总周转量已跃居世界第二位。

2. 中国民航业发展现状分析

2012年,中国民航业紧紧围绕科学发展的主题和转变发展方式的主线,认真贯彻落实《国务院关于促进民航业发展的若干意见》,做了大量扎实有效的工作,全行业保持了健康发展。全年航空安全持续保证,发展质量较快提升,扩容增效逐见成效,基础建设稳步推进,教育科技有力扩展,党建文化不断加强。

1) 运输总周转量

2012年,中国民航业完成运输总周转量610.32亿吨公里,比上年增加32.88亿吨公里,增长5.7%,其中旅客周转量446.43亿吨公里,比上年增加42.90亿吨公里,增长10.6%;货邮周转量163.89亿吨公里,比上年减少10.02亿吨公里,减少5.8%。

2) 旅客运输量

2012年,中国民航业完成旅客运输量31936万人次,比上年增加2619万人次,增长8.9%。国内航线完成旅客运输量29600万人次,比上年增加2401万人次,增长8.8%,其中港澳台航线完成834万人次,比上年增加74万人次,增长9.7%;国际航线完成旅客运输量2336万人次,比上年增加218万人次,增长10.3%。

3) 货邮运输量

2012 年, 中国民航业完成货邮运输量 545 万吨, 比上年降低 2.2%。国内航线完成货邮运输量 388.5 万吨, 比上年增长 2.4%, 其中港澳台航线完成 20.8 万吨, 比上年降低 1.1%; 国际航线完成货邮运输量 156.5 万吨, 比上年降低 12.1%。

4) 机场业务量

2012 年, 全国民航运输机场完成旅客吞吐量 6.8 亿人次, 比上年增长 9.5%。其中, 2012 年东部地区完成旅客吞吐量 3.89 亿人次, 东北地区完成旅客吞吐量 0.43 亿人次, 中部地区完成旅客吞吐量 0.67 亿人次, 西部地区完成旅客吞吐量 1.81 亿人次。

2012 年, 全国运输机场完成货邮吞吐量 1 199.4 万吨, 比上年增长 3.6%。其中, 2012 年东部地区完成货邮吞吐量 926.37 万吨, 东北地区完成货邮吞吐量 43.46 万吨, 中部地区完成货邮吞吐量 53.94 万吨, 西部地区完成货邮吞吐量 175.64 万吨。

2012 年, 全国运输机场完成起降架次 660.32 万架次, 比上年增长 10.4%。

2012 年, 年旅客吞吐量 100 万人次以上的运输机场 57 个, 其中北京、上海和广州三大城市机场旅客吞吐量占全部机场旅客吞吐量的 30.7%。

2012 年, 年货邮吞吐量 1 万吨以上的运输机场 49 个, 其中北京、上海和广州三大城市机场货邮吞吐量占全部机场货邮吞吐量的 53.5%。

2012 年, 北京首都机场完成旅客吞吐量 0.82 亿人次, 位列亚洲第一, 全球第二; 上海浦东机场完成货邮吞吐量 293.8 万吨。

5) 运输机队

截至 2012 年年底, 民航全行业运输飞机期末在册架数 1 941 架, 比上年增加 177 架。

6) 机场服务能力

截至 2012 年年底, 我国共有颁证运输机场 183 个, 比上年增加 3 个。2012 年新增机场分别为黑龙江加格达奇机场、江苏扬州泰州机场和贵州遵义机场。另外, 完成了昆明长水机场迁建。四川攀枝花机场、新疆且末机场停航。

2012 年我国各地区运输机场数量如表 1-1 所示。

表 1-1 2012 年我国各地区运输机场数量

地 区	运输机场数量/个	占全国比例/%
全国	183	100
其中: 东北地区	20	10.9
东部地区	47	25.7
西部地区	91	49.7
中部地区	25	13.7

7) 航线网络

截至 2012 年年底, 我国共有定期航班航线 2 457 条, 按重复距离计算的航线里程为 494.88 万公里, 按不重复距离计算的航线里程为 328.01 万公里, 如表 1-2 所示。

表 1-2 2012 年我国定期航班航线数量及里程

指 标	数量
航线数量/条	2 457
国内航线	2 076
其中：港澳台航线	99
国际航线	381
按重复距离计算的航线里程/万公里	494.88
国内航线	339.04
其中：港澳台航线	13.85
国际航线	155.84
按不重复距离计算的航线里程/万公里	328.01
国内航线	199.54
其中：港澳台航线	13.33
国际航线	128.47

截至 2012 年年底，定期航班国内通航城市 178 个（不含香港、澳门和台湾）。我国航空公司国际定期航班通航 52 个国家的 121 个城市；定期航班通航香港的内地城市 40 个，通航澳门的内地城市 7 个，通航台湾地区的大陆城市 38 个。

8) 对外关系

截至 2012 年年底，我国与其他国家或地区签订双边航空运输协定 114 个。其中，亚洲 44 个国家、非洲 23 个国家、欧洲 35 个国家、美洲 8 个国家、大洋洲 4 个国家。

9) 运输航空（集团）公司生产

截至 2012 年年底，我国共有运输航空公司 46 家，按不同类别划分：国有控股公司 36 家，民营和民营控股公司 10 家；全货运航空公司 10 家；中外合资航空公司 14 家；上市公司 5 家。

中航集团完成飞行小时 162.4 万小时，完成运输总周转量 176.7 亿吨公里，比上年降低 2.8%；完成旅客运输量 0.82 亿人次，比上年增加 4.9%；完成货邮运输量 155.6 万吨，比上年降低 10.9%。

东航集团完成飞行小时 141.7 万小时，完成运输总周转量 144.1 亿吨公里，比上年降低 4.6%；完成旅客运输量 0.73 亿人次，比上年增加 6.5%；完成货邮运输量 141.7 万吨，比上年降低 5.3%。

南航集团完成飞行小时 168.1 万小时，完成运输总周转量 162.1 亿吨公里，比上年增加 12.0%；完成旅客运输量 0.86 亿人次，比上年增加 7.2%；完成货邮运输量 123.0 万吨，比上年增加 8.4%。

海航集团完成飞行小时 79.2 万小时，完成运输总周转量 70.5 亿吨公里，比上年增加 10.6%；完成旅客运输量 0.42 亿人次，比上年增加 17.4%；完成货邮运输量 58.0 万吨，比上年增加 4.9%。

其他航空公司共完成飞行小时 67.5 万小时，完成运输总周转量 57.0 亿吨公里，比上年增加 15.0%；完成旅客运输量 0.36 亿人次，比上年增加 19.8%；完成货邮运输量 66.8 万吨，比上年增加 3.7%。

第二节 民航运输在综合运输中的地位与作用

民用航空运输具有快捷、舒适、安全的优势，是综合交通运输体系的重要组成部分，在我国快速运输系统尤其国际客运中起到了担纲作用，是我国未来中长途旅客运输及快速货运的重要骨干，已成为我国交通现代化的重要标志。2012 年我国各种交通方式完成旅客运输量及其增长速度如表 1-3 所示。

表 1-3 2012 年我国各种运输方式完成旅客运输量及其增长速度

指 标	单 位	绝对数	比上年增长/%
旅客运输总量	亿人	379.0	7.6
铁路	亿人	18.9	4.8
公路	亿人	354.3	7.8
水路	亿人	2.6	4.3
民航	亿人	3.2	9.2
旅客运输周转量	亿人公里	33 368.8	7.7
铁路	亿人公里	9 812.3	2.1
公路	亿人公里	18 468.4	10.2
水路	亿人公里	77.4	3.9
民航	亿人公里	5 010.7	10.4

我国改革开放以来，综合交通运输体系建设和运输服务水平发生了巨大的变化，基础设施布局建设趋于合理，运输能力大幅度提升。“十五”期间，全国铁路建设基本形成了“八纵八横”的骨干网络，公路建设基本形成了以“五纵七横”的国道主干线为骨干的网络，国务院批准了西部开发 8 条公路干线的规划建设和国家高速公路网规划，机场建设以北京、上海、广州的三大枢纽机场为核心，与沈阳、武汉、西安、成都、昆明、乌鲁木齐等 6 个区域枢纽机场和一批干线、支线机场共同构成了我国的民航运输机场网络。

在国家宏观经济持续保持高速增长的前提下，中国民航业迎来了历史上发展最快的时期。2012 年，国内航线完成运输周转量 415.83 亿吨公里，比上年增加 35.22 亿吨公里，增长 9.3%。其中，港澳台航线完成 13.66 亿吨公里，比上年增加 1.02 亿吨公里，增长 8.1%；国际航线完成运输周转量 194.49 亿吨公里，比上年减少 2.35 亿吨公里，减少 1.2%。中国已经成为世界航空运输大国之一。

中国共产党“十六大”提出 2020 年我国 GDP 在 2000 年的基础上翻两番，综合国力进入世界前 3 名，全面实现小康社会的总体目标，为民航运输业的发展创造了良好的机遇；我国经济的持续快速增长为航空运输提供了广阔的市场；综合运输体系的发展、高速公路和城际铁路的建设，地面交通枢纽的形成，为航空运输的发展提供了更加便利的条件。航空运输的

基础设施建设具有投资少、见效快、占用土地资源少、对生态环境影响小的优势，不仅在东部发达地区具有广泛的需求，在西部地区也极具发展潜力。

第三节 民航运输的技术经济特征

1. 高科技性

民航运输的工具是飞机，飞机本身就是高科技的象征。现代运输机是先进科学技术及其产品的结晶。高科技不仅保证了飞行安全的持续改进，也为提高运行效率提供了支持。当前很多高科技更为航空的节能减排做出了贡献，民航运输系统的各个部门无不涉及高科技领域。新一代运输机如波音 787 和空客 350 的卓越性能，充分说明了高科技在民航运输机中的运用。在一定程度上说，民航的发展水平反映了全世界科学技术的发展水平。

2. 高速性

高速性是民航运输与其他运输方式相比最明显的特征。现代喷气式运输机的速度一般在 900 km/h 左右。民航的高速运行，节约了旅行时间，跨越了旅程之间的艰难险阻，缩短了国际之间交流的距离和时间，让国际之间的交流更加便捷和顺畅。现在从我国北京首都机场到美国首都华盛顿、洛杉矶、休斯顿仅用 13 个多小时就能到达。国际之间的交流，验证了民航运输对长航线和高速运行的肯定。

3. 高度的机动灵活性

民航运输通常不会受到地形、海洋、山川、河流的限制，实现“点与点”的链接。目前国际枢纽机场之间的链接，就是通过先进大型运输飞机的飞行实现了真正贯通。第二次世界大战期间，著名的“驼峰”行动，就是通过青藏高原，将重要的军事物资，源源不断地输送到中国，达到了重要的军事目的。目前，我国高原机场，如邦达、灵芝、玉树等机场，实现了安全运行，经受了严峻考验，达到了设计目标，并实现了应对重大危机的目的。

4. 安全可靠性和舒适性

随着科学技术的发展，飞行安全实现了新的突破。据国际民航组织统计，每亿客公里死亡人数从 1945 年的 2.78 下降到 2012 年的 0.012，下降了近 300 倍，运输航空提供了重要的安全保障，并提供了舒适的旅程服务。2008—2012 年，5 年的亿客公里死亡人数为 0.003，实现了新的安全目标。

5. 建设周期短、投资少

机场建设相对于高速铁路和高等级公路，体现在建设周期短、投资少等方面。高速铁路的经济效益需提高运行频次，如实现理想的效益平衡点，意味着将加开频次，这是很难实现的理想目标。飞机的航班运行以实现安全和正班为目标，正在协调多方面的需求，以达到旅客的要求。