

民航科普丛书

民用 航空器纵览

MINYONG HANGKONGQI ZONGLAN

祝世兴 主编

中国民航出版社

民航科普丛书

民用航空器纵览

祝世兴 主编

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP)数据

民用航空器纵览/祝世兴主编. —北京: 中国民航出版社,
2007.7

ISBN 978-7-80110-802-9

- I. 民…
- II. 祝…
- III. 民用飞机 - 简介 - 世界
- IV. V271

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113373 号

责任编辑: 杜文晔

民用航空器纵览

祝世兴 主编

出版 中国民航出版社
地址 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 长城印刷有限公司
发行 中国民航出版社 (010) 64297307、64290477
开本 787×960 1/16
印张 18.25
字数 296 千字
印数 2000 册
版本 2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-80110-802-9

定价 36.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

序 言

人类探索飞行已有数百年历史，但实现有动力、可操纵、能持续飞行的飞机应该从美国莱特兄弟设计的“飞行者”1号开始，至今已有一百多年历史。正是人们的不懈努力，将人类飞行的梦想变为现实，揭开了人类航空史上新的篇章。航空给人类的进步与发展插上了飞翔的翅膀，极大地改变了人们的生产和生活方式，提高了人们的生活质量和工作效率，缩短了空间距离，把人类的活动范围从陆地、海洋扩展到天空，成为20世纪世界科技发展最为辉煌的成就之一。

航空技术是高度综合的现代科学技术，它以基础科学和应用科学为基础，集中应用了20世纪许多工程技术的新成就。力学、材料学、自动控制、电子技术、信息技术、计算机技术、制造技术、医学等都对航空技术的进步发挥了重要作用；反之，航空技术的不断进步和发展，又对诸多学科提出了新的要求，引导和激发人类不断进行新的追求和探索，这又大大促进了诸多学科的进步和发展。

中国民航伴随着航空科学技术的进步和发展，正发生着巨大的变化。航空业的发展水平在一定程度上影响和制约着一个国家或地区的经济发展，民用航空运输已经成为国民经济的重要组成部分，是人们生产和生活中不可缺少的交通工具。截至2006年末，中国民航拥有各类民用航空器（飞机和直升机）1651架，其中运输类航空器998架、通用类航空器457架、教学学校验机196架。我国民航在国际民航组织缔约国中的排位不断提高，2006年定期航班运输总周转量（百万吨公里）、旅客周转量（百万人公里）和货邮周转量（百万吨公里）分别为30090、234505、8934，比上一年增长

16.8%、16.1%、17.9%，位于世界第二位。全行业累计完成运输总周转量 3057979 万吨公里，其中国内航线（不含港、澳）占 63.14%，国际航线占 33.73%，地区航线占 3.13%；旅客运输量 15968 万人次，其中国内航线（不含港、澳）占 87.78%，国际航线占 8.86%，地区航线占 3.36%；货邮运输量 3494320 万吨，其中国内航线（不含港、澳）占 68.49%，国际航线占 26.38%，地区航线占 5.13%。定期航线总数达到 1336 条，其中国内航线 1068 条（含港、澳地区航线 43 条）；国际航线 268 条；定期航班国内通航机场 142 个（不含香港、澳门），通航城市 140 个，国际定期航班通航 42 个国家的 91 个城市；我国航空公司在内地的 37 个城市有定期航班通往香港，有 5 个城市通往澳门。中国正从民航大国向民航强国迈进。

建设创新型国家离不开科技的支撑，科技知识普及工作是提高全民素质和开展科技创新工作的基础，是实施科教兴国、科教兴业战略，推进经济发展和社会进步的重要内容。面对新世纪民航事业的快速发展和高新技术在航空领域的大量应用，以及民航体制改革的需要，对民航从业人员的科技知识要求也越来越高。学习新知识、掌握新技术，开展科技创新和科技普及工作，是提高全民航从业人员科学素养、保持行业持续快速健康发展、改善服务、增强航空运输市场竞争力的重要措施；也是提高航空安全的重要环节；更是实现民航强国目标的需要。随着民航体制改革的深入进行，部分民用机场的管理已移交地方政府，更多的地方干部将参与民航的建设和管理，他们急需系统了解民用航空知识。因此，在此关键时期，由中国民用航空局人事科教司科技处组织，依托中国民航大学编写了这套科普丛书。希望民航各单位以此为契机，宏扬和倡导航空意识，大力普及航空科学知识，掀起一个学科学、爱科学、用科学的新高潮；同时也希望这套丛书能激发全社会青年一代对科学技术的探索热情和对民用航空事业的执著追求精神，为中国民用航空事业的发展和辉煌，为中国经济的腾飞而努力！

前 言

伴随着航空技术的进步和发展，中国民航正发生着巨大的变化。航空器的拥有量和从业人员的数量逐年增加，航空运输已经成为国民经济和人民生活不可缺少的交通工具。为提高全民航从业人员的科学素质，由中国民用航空总局人教司科技处组织并依托中国民航大学组织编写了这套科普丛书，《民用航空器纵览》是其中的一册。

《民用航空器纵览》以民用航空器的历史、现状和未来为主线，重点阐述了民用飞机和民用直升机的基础理论、机型、技术参数及其相关方面的知识。本书资料翔实、内容丰富、图文并茂，集知识性、科学性、趣味性和可读性为一体。阅读本书可获得航空器发展简史、航空器基础知识、机型、动力装置、机载设备、运营和维护等方面的知识，对提高和丰富航空从业人员以及广大航空爱好者丰富知识、了解民航、热爱民航、献身民用航空事业的积极性有着重要的促进作用。

本书第一章、第二章、第六章、第七章、第八章以及附录部分由祝世兴编写；第三章由李书明编写；第四章由桂建勋编写；第五章由赵淑荣编写。祝世兴教授的研究生陈硕、麻力、李玲、李晓媛在本书的图片处理和文字校对方面做了许多工作。

全书由祝世兴制订了编写大纲并统稿，白杰教授审阅了书稿。

本书编写过程中，参阅了大量的中外文资料，由于资料来源广泛，

恕不能一一列出，特向作者说明。另外，中国民用航空局人事科教司科技处原处长（现为中国民航大学副校长）吕宗平在本书的立项、编写和出版过程中给予了热情关怀与指导，在此致以衷心的感谢！

由于水平有限，加之编写时间紧促，错误与不妥之处在所难免，欢迎广大读者和专家批评指正。

编 者

2008年3月

目 录

序言
前言

第一章 绪论

- 第一节 航空器及分类 (1)
- 第二节 航空器发展简史及航空大事记 (11)
- 第三节 民用飞机的主要组成部分及功用 (22)
- 第四节 适航及适航证 (36)

第二章 飞行环境与性能

- 第一节 飞行环境 (40)
- 第二节 飞行中的空气动力 (44)
- 第三节 飞机的飞行性能和安全措施 (54)
- 第四节 飞机的起飞和着陆性能 (62)

第三章 航空器动力装置

- 第一节 概述 (70)
- 第二节 航空活塞式发动机 (72)
- 第三节 航空燃气涡轮发动机 (75)
- 第四节 航空发动机可靠性问题 (95)

第四章 飞机供电系统

- 第一节 供电系统概述 (98)
- 第二节 电源系统的主要部件 (101)
- 第三节 供电系统的控制与保护 (104)

第四节	供电系统的故障监控	(107)
第五章	机载电子设备	
第一节	航空仪表	(110)
第二节	飞行管理与自动飞行控制系统	(120)
第三节	飞行数据记录系统	(133)
第四节	无线电导航系统与气象雷达	(137)
第六章	世界民用飞机之最	
第一节	莱特飞机——世界最早的飞机	(153)
第二节	容克斯 F. 13——世界最早的民用飞机	(155)
第三节	B247——具有现代意义的民航客机	(156)
第四节	DC-3——世界第一架能赚钱的客机	(157)
第五节	He-178——世界第一架涡轮喷气式飞机	(158)
第六节	“彗星”号——世界最早安装涡轮喷气发动机的 民航飞机	(160)
第七节	“协和”号——世界第一架实用的超音速客机	(162)
第八节	A340-600——世界机身最长的民用客机	(164)
第九节	B777-300——世界双发飞机中载客量最大的喷气 客机	(166)
第十节	B747——世界最早的远程洲际宽体喷气客机	(168)
第十一节	A320——世界最早使用电传操纵的民用客机	(170)
第十二节	An-124 及其衍生型 An-225——世界空中运输 巨无霸	(172)
第十三节	A380——“蓝天星级宾馆”	(175)
第十四节	B787——“梦想飞机”	(176)
第十五节	运 10——国产第一架喷气式旅客运输机	(178)
第七章	民用直升机	
第一节	直升机概况及发展简史	(181)
第二节	直升机组成及飞行原理	(184)

第三节	形形色色的直升机	(188)
第八章	民用航空器制造、运营与维修	
第一节	中国航空工业简介	(204)
第二节	中国民航六大集团公司简介	(210)
第三节	民用航空器维护与修理	(214)
第四节	国内主要民用航空器维修企业	(217)
第五节	世界主要航空展简介	(219)
附录	现代商用飞机机型	(222)
参考文献	(280)

第一章 绪 论

航空，是人类 20 世纪取得最为重大的科技成就的领域之一。在民用航空领域它给人们的生产和生活带来的变化和效益是空前的。在海运、公路、铁路、管道和航空五大运输领域，航空运输以其独特的优势越来越被人们所重视。首先是它的快捷，为人们旅行和公务节省了大量的时间，缩短了空间距离，其价值是无法估量的；其二是它的机动，高山、大川、沙漠、海洋等已不再是障碍，它可以到达世界上的任何地方；其三是它的安全，据国际民航组织统计，近年来，世界民航定期航班失事率大大降低，平均每亿千米的死亡人数为 0.04 人，是其他运输方式事故死亡人数的几十分之一到几分之一。

第一节 航空器及分类

一、航空器的分类

能在大气层内实现可控飞行的各种飞行器统称为航空器。它是指任何可以从空气的反作用力中获得大气中的支撑力的机器。但此处所指的空气反作用力不指作用于地面的空气反作用力。

航空器按其产生升力原理不同可分为两大类：即靠空气静浮力升空飞行的航空器（习惯上称为轻于空气的航空器）和靠航空器与空气相对运动产生空气动力升空飞行的航空器（习惯上称为重于空气的航空器），详见图 1.1 所示。

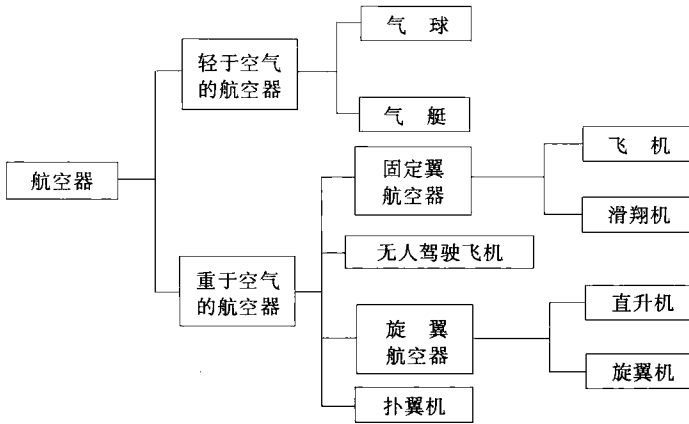


图 1.1 航空器的分类

直升机与旋翼机的主要区别在于驱动旋翼的原动力不同。直升机的旋翼始终靠动力装置驱动，而旋翼机的旋翼却是靠在飞行中的相对气流来驱动的。旋翼机的发动机主要用于平飞巡航，只是在需要陡直升空时，旋翼才由发动机驱动。此外，旋翼机一般还装有较小的固定翼，用于产生部分升力。由于旋翼机飞行速度较低，它多用于游览、救护和体育等方面。

扑翼机也叫振翼机。它是仿鸟的“扑翼而飞”而发明的。其主要优点是易于垂直起降和提升重物时比固定翼飞机所需功率小得多。目前尚在发展研究中。

无人驾驶飞机是一种靠无线电遥控或按某种程序自控的无驾驶员的飞机，简称无人机。无人机在民用方面可用来做大地测量、气象观测、环境监控、人工降雨等。

航空器按用途分为民用航空器和国家航空器两类。国家航空器系指军队、警察和海关使用的航空器。民用航空器系指用于非军事用途的航空器。当前，应用最为广泛的民用航空器主要有民用飞机和民用直升机。

二、飞机的分类

由动力装置产生前进推力，由固定翼产生升力，在大气中飞行的重于空

气的航空器称为飞机。由于飞机构造复杂，形状各异，用途多样，所以飞机的分类依据也不尽相同，既可以按飞机的速度来划分，也可以按结构和外形来划分，还可以按照飞机的性能及用途来划分。

1. 按飞机的构造分类

飞机按机翼的数量可以分为单翼机(单翼机又可分为上单翼、中单翼、下单翼)、双翼机和多翼机;按机翼的形状可分为平直翼飞机、后掠翼飞机和三角翼飞机;按配备的发动机类别不同可分为螺旋桨式、喷气式和桨扇式三种形式。图 1.2 中列出了常用的构造形式分类法。

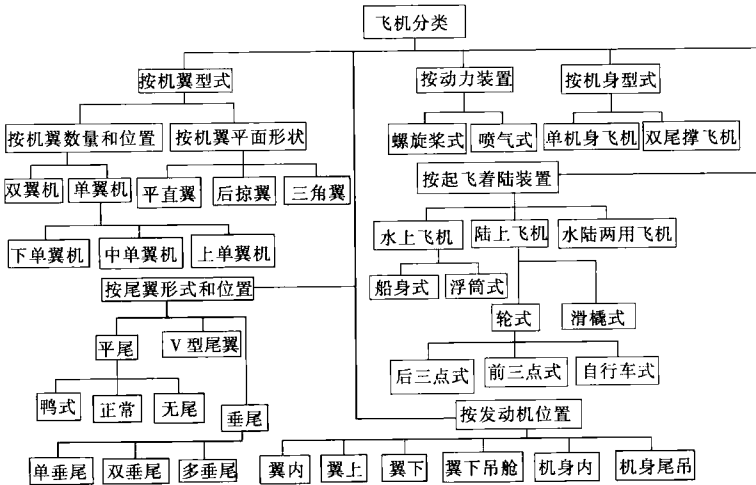


图 1.2 飞机的分类

2. 按飞机的飞行速度分类

飞机按最大飞行速度不同分为亚音速飞机和超音速飞机。亚音速飞机又可分为低亚音速飞机(飞行速度在 400km/h 以下)和高亚音速飞机(飞行马赫数在 0.8~0.9)。大多数民用喷气式客机都属于高亚音速飞机。民用超音速客机有 Tu-144 和“协和”号，但只有“协和”号曾在航线上飞行过。

三、民用机的分类

民用机可有多种分类形式，图 1.3 给出了按用途不同的一种分类方法。

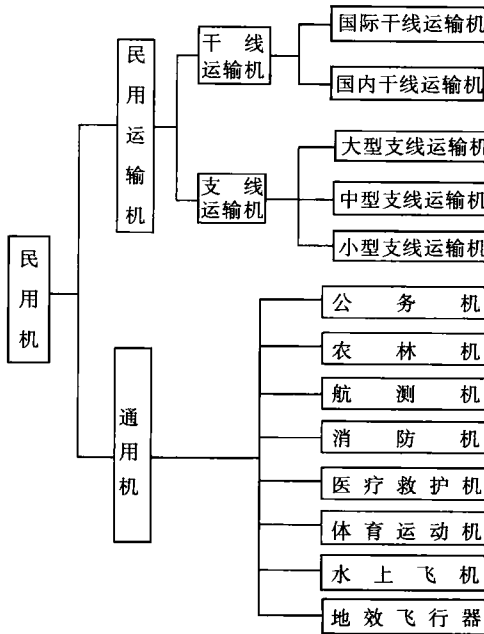


图 1.3 民用机的分类

1. 民用运输机

民用运输机是泛指用于运送旅客或货物的飞机，亦称商用运输机。可分为客机、货机和客货两用机三种。民用运输机按航程远近分为远程、中程和短程三类，分别用于国际、国内干线和国内支线，其中包括中/远程干线运输机和支线运输机。中/远程干线运输机一般指客座数大于 100、满载航程在 6000 ~ 7000km 以上的运输机，一般多用于国际航线或大城市之间的商用客货运输。目前主要机型有 B747、B757、B767、B777、A300、A320、

A330/340、Il-86、Il-96 等客货运输机。支线运输机是指客座数在 100 以下，航程一般为 1000km 以下的运输机，多用于大城市与中小城市之间的商用客货运输。支线运输机按载客量分为大型、中型和小型三类：10~30 座的小型支线运输机、40~60 座的中型支线运输机、70~100 座的大型支线运输机。主要机型有英国的肖特 360、加拿大的冲 8 和 CRJ200、荷兰的福克 100、法国和意大利的 ATR42 和 ATR72、瑞典的 SAAB2000、巴西的 EMB145、英国的 RJ70、RJ85、RJ100 以及中国正在研制的 ARJ27 支线客机。民用运输机又分为窄体客机和宽体客机，飞机客舱内一般只有一个旅客过道的飞机称为窄体客机，而把客舱内有两个旅客过道的宽机身客机称为宽体客机。不同年代的代表性机型如图 1.4、图 1.5、图 1.6、图 1.7、图 1.8、图 1.9。各型号飞机的技术参数见附录。

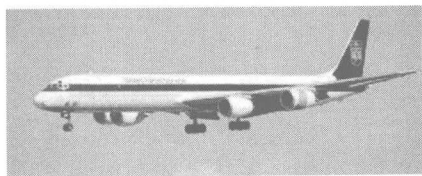


图 1.4 运输机 DC-8



图 1.5 运输机 B727-100



图 1.6 运输机 A320



图 1.7 运输机 A340



图 1.8 支线运输机 ATR 42



图 1.9 支线运输机 SAAB 2000

2. 通用航空

根据国际民航组织规定，通用航空是指利用航空器从事商业航班以外的所有民用航空活动。《中华人民共和国民用航空法》第 145 部对通用航空做了这样的界定：“通用航空，是指使用民用航空器从事公共航空运输以外的民用航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行以及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育培训、文化体育等方面的飞行活动。”根据以上定义，通用航空常见的机型有以下几种：

1) 公务机

公务机是在行政事务和商务活动中用作交通工具的飞机，亦称行政机或商务飞机。公务机一般为 9t 以下的小型飞机，可乘 4~10 人；但有的地方把总统、国王、皇室成员专用的要人专机也列入通用航空范围，这时 B747 这样的大型飞机也可以列入公务机行列了。

公务机大都有两台发动机以提高飞行安全性。高级公务机多采用涡轮风扇发动机，一般装在机身尾部和两侧的短舱内，以降低机舱的噪声。豪华的公务机机舱内有现代通信设备，供乘用人员办公用，飞行性能与航线飞机差不多。

公务机的主要型号有里尔喷气 25、里尔喷气 35、里尔喷气 55、里尔喷气 60、喷气流 31、喷气流 41、喷气流 61、隼 200、隼 900、隼 50、BBJ、湾流 II、湾流 III、湾流 IV、湾流 V、“奖状” Bravo、CJ3、Encore 等。图 1.10 为湾流 III 公务机，图 1.11 为 BBJ 公务机旅客舱。



图 1.10 公务机湾流 III



图 1.11 公务机 BBJ 旅客舱

2) 农林机

农林机是用于执行喷药、播种、施肥等田间作业的飞机，机内装有先进的农业作业设备。早期多用退役的小型飞机改装，近年来有专门研制的农业飞机。对农林机的主要要求是：超低空性能好；转弯半径小；能在简易场地起降；座舱视野好。著名的农业机有前苏联的 An-2、An-3，美国的“农用马车”（Ag Wagon）、“农业猫”（AgCat）、S-2T、“空中拖拉机”（Air Tractor），澳大利亚的“空中卡车”（Airtruck）和波兰的 M-18“单峰骆驼”（Dromader）、中国南昌飞机工业公司研制的农-5 农业机等。图 1.12 为空中卡车（Airtruck）农业机。

3) 消防机

消防机是专门用于扑灭森林火灾的飞机。二次大战后，美国把大量战时使用的水上飞机改为森林消防飞机，有的至今还在使用。20 世纪 60 年代初，加拿大航空工业公司研制了专门用于森林灭火的两栖飞机 CL-215，能往返飞行于附近水面和火场之间，在飞行中把水箱吸满，运往火场上空洒水灭火。1969—1990 年期间共交付了 124 架活塞式 CL-215。目前正在研制装两台普惠公司 PW123AF 涡轮螺旋桨发动机的 CL-415，设备更先进，在掠过水面时只需 12s 即可吸满 1350gal（6130L）的水箱，飞行速度达 375km/h，视水源距火场远近，一次升空，在 1h 内可向火灾现场投水 20 次以上。图 1.13 为 CL-415 消防机。



图 1.12 农业机空中卡车

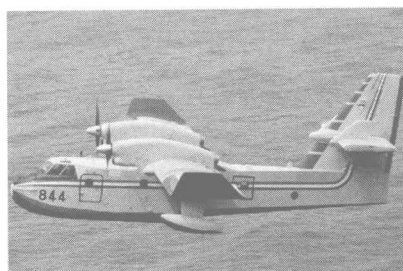


图 1.13 消防机 CL-415

4) 医疗救护机

医疗救护机是专门将伤员或病人从战场或病区运到医院的飞机。为了便于起降，一般多用直升机承担。澳大利亚是一个土地辽阔的国家，地面交通