



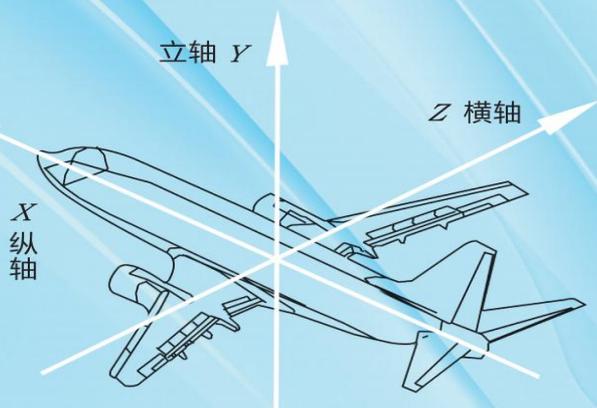
普通高等院校民航特色专业
“十四五”规划教材

运输专业



中国民航出版社
新经典教材文库

立体化教材



飞机载重平衡

(第三版)

主 编 万 青

副主编 魏亚波 郭玉涛 张 辉



增配微课视频
教学课件



中国民航出版社有限公司



普通高等院校民航特色专业“十四五”规划教材·运输专业



中国民航出版社新经典教材文库·立体化教材

飞机载重平衡

(第三版)

主 编 万 青

副主编 魏亚波 郭玉涛 张 辉



中国民航出版社有限公司

图书在版编目 (CIP) 数据

飞机载重平衡/万青主编. —3 版. —北京: 中国民航出版社有限公司, 2023. 10
ISBN 978-7-5128-1262-8

I. ①飞… II. ①万… III. ①飞机-载荷分布-计算-教材 IV. ①V215.3

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 203148 号

飞机载重平衡 (第三版)

万青 主编

魏亚波 郭玉涛 张辉 副主编

责任编辑 杨玉芹
责任校对 李焯
出版 中国民航出版社有限公司 (010) 64279457
地址 北京市朝阳区十里河桥东中国民航报社二层 (100122)
排版 中国民航出版社有限公司录排室
印刷 北京环球画中画印刷有限公司
发行 中国民航出版社有限公司 (010) 64297307 64290477
开本 787×1092 1/16
印张 15.75
字数 390 千字
版次 2004 年 2 月第 1 版 2015 年 9 月第 2 版
2024 年 8 月第 3 版
印次 2024 年 8 月第 1 次印刷 累计第 16 次印刷

书号 ISBN 978-7-5128-1262-8

定价 49.00 元

官方微博: <http://weibo.com/phcaac>

淘宝网: <http://shop106992650.taobao.com>

E-mail: phcaac@163.com

第三版前言

本书是民航运输服务专业必修课程的专业教材，内容共分8章，主要讲述载重平衡基础知识、飞机重量控制和平衡控制、飞机燃油系统和装载系统、载重平衡舱单、不正常情况处理及日常风险防控等相关知识。

本教材注重学习者能力培养，力求使学习者不仅能学习飞机配载平衡的操作技能，而且还能学习全面的飞机重量与平衡控制的理论知识，了解规章要求。本教材内容生动、资料翔实，不仅采用了民航运输生产中的典型案例，而且包含了配载员丰富的处置经验。

本教材编写团队在2019—2023年期间，参与了多部与载重平衡相关的规范性文件编写，特别是深度参与了我国第一部《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）咨询通告的编制，得以从更全面的视角研究载重平衡工作。编写团队通过承接民航局科研项目、服务民航企业员工培训、参与企业操作手册编写、协助开展劳动技能大赛等产教融合的工作加深了对业务的理解。在本次修订中，编写团队对教材做了较大的调整，增加了网络教学资源，使本教材全面满足民航局对重量与平衡控制操作人员培训大纲的要求，贴近业务实际，符合教学和认知要求。本版教材由青年教师录制了网络教学资源，辅助读者的学习。

需要说明的是，本教材中使用的术语，如重量与平衡控制、配载平衡、载重平衡等，以及航空公司、承运人、飞机运营人、航空器运营人等在本教材中的含义是一致的，不同的用词是由于本教材引用的参考文件不同，为保持与原文一致没有改变。本教材属于基础教材，不受其中管理含义差异的影响。

2004年版的《飞机载重平衡》教材曾获得民航优秀教材一等奖，得到民航业广泛认可。2015年的再版曾对原教材做了大幅修订，并入选“‘十二五’职业教育国家规划教材”。本次修订仍由主编万青负责，魏亚波、郭玉涛、张辉作为主要成员进入编写团队，万青负责全书编写工作的把关和统稿工作，完成第二章、第三章、第七章的编写，魏亚波完成了第一章、第四章、第六章的编写，郭玉涛与张辉、李涵等完成了第五章和第八章的编写，并共同完成全书的汇总和打磨。周卓丹、刘宗芹、祁少轩等青年教师和业务骨干参与各章节编写，使本教材在各方面有较大提升。

在教材编写过程中，编写团队参考了民航局相关的规范性文件，国际民航组织（ICAO）、国际航空运输协会（IATA）和美国联邦航空管理局（FAA）的相关规定及来

自波音、空中客车工业公司等飞机制造厂商的载重平衡手册，还参阅了国内航空概论、飞机载重平衡等相关教材，并得到航空公司的大力支持，教材中的载重表和平衡图来自中国南方航空、中国国际航空、长安航空等航空公司业务图纸，在此一并致谢。

本教材针对民航运输服务专业学生和一线业务操作人员设计，可作为民航配载人员岗前培训教材使用，其他专业如航空物流、民航地面服务等，可作为专业教材使用。学习参考时数为 72 学时。深入学习和载重平衡管理人员可参阅本编写团队创作的《航空器重量与平衡控制的研究》专著。

由于编者水平有限，教材中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2024 年 8 月



课程宣传片



课程介绍

学习提要

飞机载重平衡是民航运输业务的一个重要环节，所有收运的旅客、货物等，要通过载重平衡工作进行运载的安排。载重平衡部门专门负责航班载重和平衡控制岗位的工作。简单地说，载重平衡的工作是在各相关部门的协同下，计算飞机“装多少”和“怎么装”的问题，高质量的配载平衡能在保证安全的前提下，最大限度地利用飞机的运载能力和使飞行员更好地驾驶飞机，它是航空公司安全、经济营运的重要保证。

航班载重平衡工作至少在每个航班出发前 2 h 开始，出发后 10 min 左右结束，工作量集中，时间要求高。工作人员必须具有专业的技术和高度的责任心，以零事故为目标，熟练、谨慎地对待每个步骤。

《飞机载重平衡》（第三版）专注于配载员的工作所需要的知识和技能，以零基础的学生为使用对象，对照民航局《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）咨询通告中对配载员初训和复训的内容，设计和编排了本教材的内容。

《飞机载重平衡》（第三版）内容共分 8 章。

第一章围绕飞机的知识展开，讲述飞行器发展史、机型的分类、飞机的结构、飞行原理，第三版特别增加了民航规章部分，它是配载员的知识基础。整章内容通俗易懂，适合民航服务类行业和商务类行业对飞机知识的要求，可单独使用。

第二章讲述配载工作的重量控制。通过本章的学习，学生能解决关于飞机“装多少”的问题，掌握载重平衡部门的工作关系、载重平衡各工作流程的要求与飞机最大业载的计算。其中的难点是学习工作中使用的各种术语与飞机上重量的确定方法。

第三章讲述配载工作的平衡控制。本章介绍飞机重心计算和重心位置的表示方法。本章从理论上介绍有关飞机平衡的常识，学生将学习飞机重心安全范围的知识、常用的飞机重心计算的方法，解决“怎么装”的问题。

第四章是第三版新增的内容，根据波音、空客等飞机制造商的教程内容而增加的飞机系统，主要讲授飞机的燃油系统和装载系统，以及与载重平衡相关的自动化控制系统。这些系统如果有特别的状态，如本次油量加油方式的变化、装载系统锁扣损坏等，配载员将对飞机的指数和限制重量等进行相应的调整。对配载员来说，了解飞机的这些相关系统是非常有意义的知识。

第五章是关于货舱装载的专题。从学习货舱里的标识开始，本章介绍货舱装载中的限制和要求，集装设备的常识和集装货物的组装，与特种货物的装载要求。通过本章的学习，学生将更完整地掌握航班载重平衡工作中的各种情况。本章内容帮助配载

员了解装载工作，这是提升配载质量和做好监装工作的基础。

第六章介绍航班载重平衡图表的填制。本章学习如何确定飞机重心的位置。学生要熟悉航班载重平衡图表，快速、准确地填制载重平衡图是每个配载员的基本功。本章还介绍了航班载重平衡的两个重要电报。发送电报是每个航班载重平衡工作的最后一个环节。本章学习的重点是填制载重平衡图，需要学生下功夫练习填图，练习图纸由授课教师准备。

第七章依托中航信的配载控制系统 LDP，介绍航班计算机配载平衡的操作技能。本章不仅介绍计算机配载平衡的操作方法，而且总结了资深配载员的经验，可使学生快速、系统地学习对航班计算机配载的基本操作。本章的学习是了解内容，学生要熟练操作，还需严格的上机训练。

第八章介绍配载中不正常情况和应急处置常识。本章收集了较为全面的配载不正常处置实例，并介绍了载重平衡日常工作中安全风险管理的知识。

教材每个章节相对独立，课堂教学可按照循序渐进的方式讲授，有实践经验的学生可以单独学习各个章节。建议全教学时数为 72 学时。本编写团队为深入学习者还准备了《航空器重量与平衡控制的研究》一书，同学们可以根据自己的特点和兴趣制订学习计划，相信你会和我们一样发现它的有趣和实用。

那么，就让我们开始吧！

目 录



飞机载重平衡 (第三版)

第三版前言

学习提要

第一章 飞机基础知识	(1)
第一节 飞机发展历史	(1)
第二节 飞机机型分类与飞机结构	(9)
第三节 飞机飞行环境与飞行原理	(21)
第四节 载重平衡规章与操作依据	(31)
第二章 飞机重量控制	(39)
第一节 载重平衡工作流程	(39)
第二节 航班上重量的确定	(43)
第三节 航班配载所需要的信息及术语和限制	(46)
第四节 飞机最大业载的计算	(59)
第三章 飞机平衡控制	(63)
第一节 飞机重心与重心位置的表示	(63)
第二节 飞机的平衡	(66)
第三节 飞机的稳定性	(70)
第四节 飞机的操纵性	(73)
第五节 飞机重心位置的求算	(74)
第六节 飞机重心包线和限制	(79)
第四章 飞机系统	(84)
第一节 燃油系统	(84)
第二节 飞机载重平衡相关自动化系统	(90)
第三节 装载系统	(93)

第五章 飞机装载	(98)
第一节 飞机舱位标识	(98)
第二节 飞机结构载荷限制	(109)
第三节 航空集装箱	(115)
第四节 客舱装载货物	(125)
第五节 航空危险品装载	(127)
第六节 鲜活易腐货物装载	(133)
第七节 活体动物装载	(134)
第八节 其他特种货物装载	(138)
第六章 纸质载重平衡舱单填制	(144)
第一节 载重表填制	(144)
第二节 平衡图填制	(151)
第三节 装机单填制	(155)
第四节 航班纸质载重平衡舱单填制实例	(159)
第五节 载重平衡业务电报	(174)
第七章 计算机配载平衡	(185)
第一节 计算机配载平衡系统介绍	(185)
第二节 电子舱单	(188)
第三节 LDP 平衡操作	(193)
第八章 配载不正常情况的处理	(203)
第一节 配载不正常情况及处理	(203)
第二节 载重平衡差错处置实例	(209)
第三节 载重平衡工作中的安全风险管理	(212)
参考文献	(217)
附录	(218)
附录 1 各航空公司最后一分钟修正限额	(218)
附录 2 航空公司载重平衡图纸	(219)
附录 3 集装飞机装载	(238)

第一章 飞机基础知识

本章提要

远古的人们梦想能像鸟一样在天空自由飞翔，早期的飞行器五花八门，满足人们需求的飞行器直到 1903 年才被莱特兄弟发明。飞机发明后被用于战争，刺激了飞机各项性能的提升，战后的飞机由于需求的不同，民航飞机出现了干线机、支线机、公务机等。虽有不同分类，但民航飞机的基本结构及飞行原理具有共性。为了保证飞机安全地飞行，各国政府和国际组织出台了保障安全运行的规章和制度，以及指导手册。本章最后着重介绍有关飞机载重平衡管理方面的规定。

第一节 飞机发展历史



飞机发展历史

一、早期的飞行器

鸟儿飞过，天空没有留下痕迹，但却在人类的心中种下了梦想。人类可以像猿猴那样在树上攀缘，可以像鱼儿那样在水里畅游，却不能像飞鸟那样在空中翱翔。也许正因为自己不能飞行，人类的祖先在神话故事中创造了能够腾云驾雾的神仙，或者骑着扫把的女巫，以寄托对天空的渴望。然而，人类不仅仅满足于精神上的飞翔，试飞行动一直就没有停止过。于是早期各式各样的飞行器伴随着人们的需求而产生。

1. 热气球

相传三国时诸葛亮（字孔明）为了在夜晚传递信号发明以丝竹为骨、裱糊以绵纸制成的灯笼，故名孔明灯。五代时莘七娘在闽西作战，用树脂燃烧的热气使灯升空作为军事信号，又称树脂灯。元朝（公元 1271—1368 年）元军作战时，曾用过不同颜色的“灯球”升到空中作为联络信号。

1783 年，蒙特哥菲尔兄弟偶然地发现了氢气的存在，并完成了试飞，将人类航空探索向前推进了一大步。这是人类历史上第一次气球载人的自由飞行。热气球如



图 1.1 热气球

年，德国的齐伯林制成了长 128 m，容积 11300 m³ 的带动力、可操纵的飞艇，巡航速度为 60 km/h，可载 24 名旅客和 12 名空勤人员。1910 年开辟了载客的定期航线。但是飞艇体积庞大，速度低，空中调度困难，在大风中容易发生危险。1937 年，在一次从德国到美国的飞行中，飞艇突然起火爆炸，旅客全部遇难，从此结束了飞艇短暂的商业飞行。但飞艇的制造一直没有中断，近代许多国家应用新材料、新技术研制飞艇，用以巡逻、拍摄、广告、悬吊大型设备等。



图 1.3 李林塔尔的滑翔机

图 1.1 所示。

气球出现以后不久就被用于战争。18 世纪法国大革命时期，人们曾用系留气球来做侦察。1871 年普法战争巴黎被困时期，曾用气球载人和信件；美国南北战争时在更大的规模上使用了气球。另外，那个时期，气球也被用于研究大气，对科学的发展做出了贡献。

热气球虽然飞上了天，但只是随风飘扬。气球热胀冷缩，一旦遇冷，气球中空气密度增大，气球就要下降，在空中不能由人任意控制，使用很不方便。这时人们认识到，只有动力和操作稳定，才能实现成功的飞行。

2. 飞艇

19 世纪末，出现了最初的飞艇，其中最著名的是德国齐伯林飞艇（如图 1.2 所示。）。1900

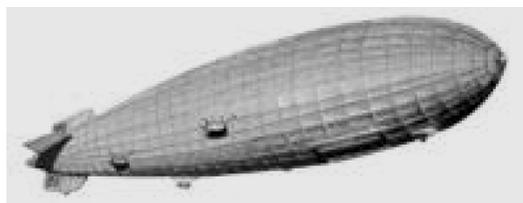


图 1.2 飞艇

3. 滑翔机

在实验滑翔机的飞行方面，成绩最大的是德国的奥图·李林塔尔。从 1891 年到 1896 年，他做了两千次以上的滑翔飞行，终于较好地掌握了稳定和操纵的方法。可是 1896 年他不幸在滑翔飞行中由于失事而牺牲。他的研究工作和滑翔飞行的经验，使后来的研究者获得很大的教益。

从这张拍摄于 1895 年 10 月的相片（见图 1.3）中可以看出李林塔尔的滑翔

机结构轻巧，造型美观。



图 1.4 达·芬奇

4. 扑翼机

扑翼机，是一种能像鸟那样扇动翅膀飞行的机器。在遥远的古代，我们的祖先就想到了要制造像鸟一样飞的机器，帮助人们实现展翅飞翔的梦想，这也是现代扑翼机和滑翔机诞生的基础。

人类在尝试飞行的初期，一直是很直观地模仿鸟类，用各种鸟羽或其他人造物制成翅膀，“安装”在人的身上。在经历了许多次失败之后，人们逐渐认识到单纯地利用羽翅是不能飞行的，于是开始寻找一种机械的方式。扑翼机就是这个阶段的产物。15 世纪初，意大利的达·芬奇绘制了扑翼机的草图，达·芬奇（见图 1.4）是世界文化史上最伟大的人物之一，也是一位航空先知。他不但发明了“空气螺旋桨”，而且在其《论鸟的飞行》

一书中还勾勒了扑翼机、滑翔机、直升机和降落伞的草图。

二、早期的飞机

1. 飞机的发明

早期各式各样的飞行器均没有满足人们对于空中飞行的需要，随着历史的发展，直到 1903 年 12 月 17 日，美国的威尔伯·莱特和奥维尔·莱特（见图 1.5）在海边小镇基蒂霍克成功地驾驶自己的飞机进行了第一次重于空气的动力飞行。这架装有螺旋桨发动机的双翼飞机，持续飞行了 12 s，飞行距离约 120 ft。

莱特兄弟的第一架有动力的飞机看上去与现代的飞机有很大差别，但是，它们的基本特征是相同的，解决了三个最根本的问题，即飞行动力、稳定操作和升力问题。莱特兄弟成功地完成了前人未能成功的事业。在此之前有不少人进行过飞上天空

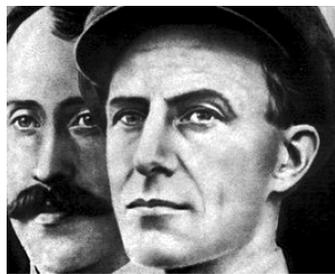


图 1.5 莱特兄弟

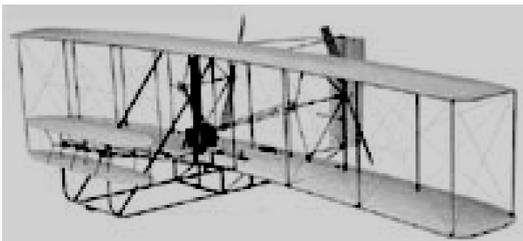


图 1.6 第一架飞机

的探索。莱特兄弟的最大成就是，研究出了如何在空中操纵飞机，至今，他们发明的操纵技术仍然被沿用，只是作了一些改进。例如，飞机在空中的俯仰、横滚、盘旋。

让我们记住他们的名字，这是世界上公认的第一架能操纵、有动力推进的飞机（见图 1.6），也是世界航空发展



史的重要事件。

1908年4月，在美利坚的大地上，一位中国人设计、制造和驾驶了中国历史上的第一架飞机，他就是冯如（见图1.7）。他的成功仅比莱特兄弟晚5年。1911年初，为了报效祖国，冯如谢绝美国人的重金聘请，偕同三个助手，携带两架自制飞机返回祖国，继续致力于发展中国的航空事业。不幸的是，1912年8月，冯如在广州燕塘进行飞行表演时，因飞机失事而英年早逝。

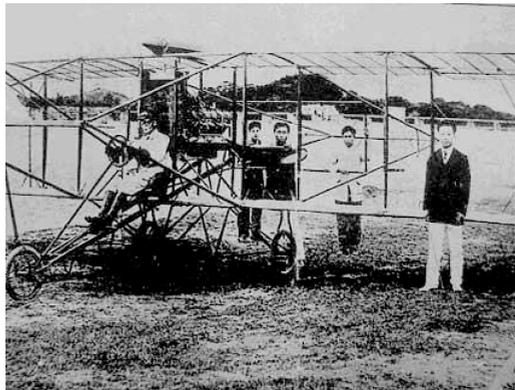


图 1.7 冯如和他的飞机

2. 飞机与战争

飞机在出现后的最初十几年，基本上是一种娱乐的工具，主要用于竞赛和表演。但是当第一次世界大战爆发后，这个“会飞的机器”逐渐被派上了用场。先是用于侦察，为陆军部队作耳目；继而装上机枪，专门进行空中格斗；后来又带上炸弹，去轰炸敌方的地面阵地；此外，有的飞机专门执行对地面部队攻击的任务。这样，在大战的硝烟中，诞生了一群“铁鸟”——侦察机、战斗机、轰炸机、歼击机和教练机。飞机就这样和战争结下了缘分。

由于战争的需要，参战各国加速了作战飞机的研制和生产，飞机的性能有了很大的提高。如速度在1914年时一般是每小时80~115 km，4年后增至180~220 km；飞行高度从200多米提高到8000 m；飞行距离从几十千米增大到400多千米。大战初期飞机的重量只有几百千克，到大战后期，有的战略轰炸机如英国的汉德莱·佩季 V/1500，总重约13600 kg，最多可装弹3400 kg。一战时的三翼飞机如图1.8所示。

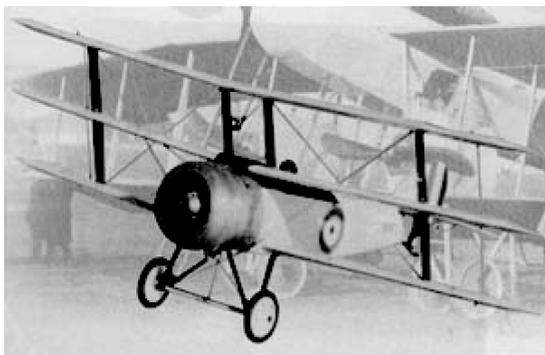


图 1.8 一战时的三翼飞机

战场——空战，将对战争的胜负起决定性的作用。

在第二次世界大战中，航空工业经历了一次动力装置的重大变革，燃气涡轮发动

飞机的性能主要有三项：飞行速度、飞行高度和飞行距离。一战中飞行速度的提高带动了飞机其他性能的发展。特别值得一提的是，战后空闲飞机的利用，促进了民用航空运输的兴起。

如果说飞机在第一次世界大战中初试身手，1939年至1945年的第二次世界大战则极大地刺激了飞机的发展，当时世界上几个主要军事大国的统帅们认识到陆战、海战之外的第三

机（包括涡轮喷气和涡轮螺旋桨发动机）开始取代活塞式发动机。当时所用的飞机，几乎全是用活塞式发动机和螺旋桨推进。飞机在第二次世界大战中的广泛应用，使飞机性能迅速提高。飞机实现了第二次飞跃，一种全新的动力飞机——喷气式飞机开始登上历史舞台。

能在天空飞行，必须解决飞行动力、稳定操作和升力三个方面的问题。扑翼机、热气球、滑翔机均存在某个方面的缺陷，只有莱特兄弟的飞机在前人的经验下取得了成功。人类在解决了升空的困难后，把重点放在飞机的飞行性能方面，不断地进行改进，提升动力，带动解决了飞行高度、飞行距离等其他的问题。飞机的发展和两次世界大战有很大的关系，战争使得航空工业迅猛发展，为现代的航空技术打下了基础。

三、现代民航机与喷气机时代

1. 现代民航机的出现

人们在不断的实践中充分认识到民用飞机与军用飞机的不同特点。民用飞机被要求更安全、更经济，并要求机舱内引入更舒适的设计，增加空中服务项目等措施，以符合民航飞机的需要。

1933年，波音公司研制的著名波音247代表真正现代意义的客机（见图1.9）。它具有全金属结构和流线型外形，载客10人。在当时，它的速度、各种性能及舒适度等方面都是领先的机型。但由于飞机自重大等原因，受到来自波音公司内部的反对，它错过了最好的销售机会。但波音247一直营运到20世纪60年代的后期。



图1.9 波音247客机

在同时期与其竞争的美国道格拉斯公司DC系列飞机，也是一批成功的机型。特别是1934年出厂的DC-2型飞机是当时媲美波音247的机型，它受到各航空公司的青睐，有很好的销量。

波音247飞机与DC-2型飞机在市场上获得成功标志着现代民航机时代的来临，它们具有全金属、流线型的机身，发动机加整流罩，可收放的起落架，封闭的驾驶舱等特点。



2. 喷气机时代

第二次世界大战结束后，世界各国逐步恢复本国经济生产，因为没有战争的刺激，军用飞机的生产制造商开始朝着民用飞机发展，军用飞机的技术也开始逐步应用到民航飞机上。第二次世界大战中，出现了 63.5 t 的轰炸机和速度达 784 km/h 的战斗机。当时所用的飞机，几乎全是用活塞式发动机和螺旋桨推进的，最大速度 700 km/h 以上，已接近活塞式发动机飞机的速度极限。

但市场急需飞行速度更快、飞行距离更远的民航飞机。1949 年，英国德·哈维兰公司研制成功中程喷气式客机“彗星”号。1952 年 5 月 2 日，“彗星”号在英国海外航空公司的航线上正式投入运营，取得巨大的成功。这是世界上首家开展喷气式飞机客运业务的公司，它成为英国人的骄傲。随后，苏联、法国和美国的航空制造商们分别推出了自己的第一代喷气式客机。



图 1.10 波音 707 客机

民航业内普遍认为商业上最成功的干线喷气机是美国波音公司（Boeing）的波音 707 客机（见图 1.10），它使喷气式客机真正得到全世界的承认。在这之前，哈维兰公司的“彗星”号因设计缺陷短期运营后停飞，而苏联的图 104 又无法大量进入欧洲市场，故没有同期与其竞争的干线飞机。

美国空军方面鉴于波音公司对美国的巨大贡献和波音 707 的安全设计，决定波音 707 为第一架美国总统专用喷气式座机，波音 707 有了很好的市场机会。

继波音 707 之后，波音公司又依次推出了一系列喷气式干线客机，如中短程的波音 727、波音 737 系列，中远程的波音 747、波音 767、波音 777、波音 787 系列飞机。

欧洲空中客车工业公司（Airbus，又称空客、空中巴士），是欧洲一家飞机制造、研发公司，1970 年 12 月于法国成立。空客公司是欧洲航空公司的联合企业，法国、德国、西班牙、英国加盟，其创建的初衷是为了同波音和麦克唐纳·道格拉斯等美国公司竞争。1972 年，首架空客 A300 进入服役阶段，拉开了空客进军世界航空市场的序幕。空客公司的加盟国以“启动基金”的津贴形式对空客实施大规模经济援助，欧洲主要工业国家提供飞机研发设计人才、制造加工体系等工业基础，随后空客推出 A310、A320、A330、A340、A350、A380 等干线客机，逐步得到国际市场的认可，在 2003 年首次在飞机交付市场的份额上超过波音，实现了世界民用飞机制造市场上的抗衡。



图 1.11 空客 A320neo 客机

苏联的几个设计局设计的图系列、伊尔系列、安系列等，也是当时先进的喷气客机。

中国航空工业对大型商业客机的研制，开始于 1970 年立项的运 10 飞机。2016 年 6 月 28 日，ARJ21 飞机首架交付机正式投入商业运行，由成都航空执飞成都双流国际机场至上海虹桥国际机场航线。截至 2023 年 5 月，国内共有 9 家航空公司运营着 94 架 ARJ21-700 型飞机（见图 1.12）。大型飞机重大专项为我国 16 个重大科技专项之一。2022 年 12 月 9 日，编号为 B-919A 的 C919 全球首架机（见图 1.13）正式交付中国东方航空。2023 年 5 月 28 日，国产大飞机 C919 迎来商业首飞，正式投入商业航空运输运行。



图 1.12 ARJ21 客机



图 1.13 C919 客机

在支线机、公务机市场，著名的里尔系列、冲系列、湾流系列、全球快车、空中国王等都是优秀的小型飞机。

3. 超音速飞机

在喷气机趋于成熟后，人们又把注意力放到超音速客机身上，经过了近 20 年的努力，只有英法联合研制的“协和”号和苏联研制的图 144 客机是超音速民航客机。“协和”号是原英国飞机公司（现并入英国宇航公司）和法国宇航公司在 20 世纪 60 年代合作研制的一种四发超音速客机，1969 年初试飞，1975 年底取得两国适航合格证后开始投入使用，是历史上唯一运营过的民用超音速客机，主要用于欧洲大陆到美国之间的商务飞行。



图 1.14 “协和”飞机

由于“协和”号设计于 20 世纪 60 年代，所使用的技术只能代表 20 世纪 50 年代末和 60 年代初的水平，当时存在着两个重大的缺陷：一个是经济性差。“协和”号飞机的客座少，标准客座为 100，最大客座为 140；航程较短，最大油量航程 7000 多千米，最大载重航程 5000 km，也就是说它只能勉强横跨大西洋，而不能横跨太平洋，限制了使用，从而降低了它的经济性。二是起落噪声太大，致使世界上绝大部分国家都不让它起落。即便如此，英国航空公司（BA）仍很好地运营生产，是航空公司经典的营销案例。

2000 年 7 月 25 日下午，法国航空公司一架“协和”超音速客机在巴黎戴高乐机场

附近坠毁，这是“协和”超音速客机自 1969 年首航以来第一次出现坠机事故，造成机上 113 名旅客和机组人员全部遇难。2003 年，英航（BA）和法航（AF）为此不得不宣布停止这种飞机的所有商业飞行。

第二节 飞机机型分类与飞机结构

一、民航运输飞机的舱位结构

一般飞机主要分为两种舱位：主舱（Main deck）、下舱（Lower deck），但波音 747 分为三种舱位：上舱（Upper deck）、主舱、下舱。飞机舱位布局如图 1.15 所示。

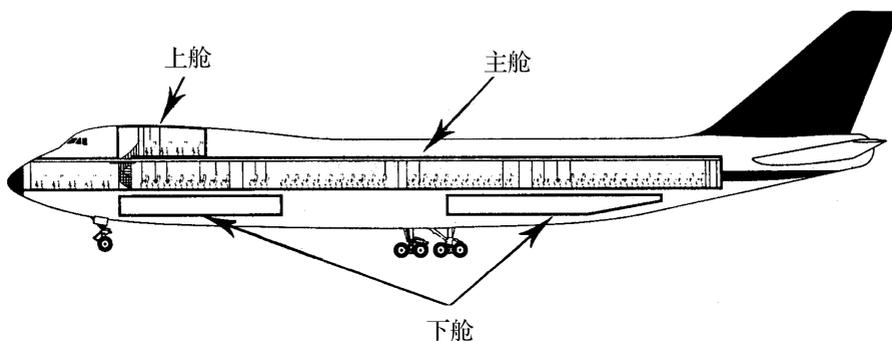


图 1.15 飞机舱位布局



飞机机型分类

二、民航运输飞机分类

1. 按机身的宽窄分类，民航运输飞机可以分为宽体飞机和窄体飞机

1) 窄体飞机（Narrow-body Aircraft）

窄体飞机的机身宽约 3 m，旅客座位之间有一个走廊，这类飞机往往只在其下货舱装运散货。

常见的窄体飞机：

COMAC	ARJ21、C919
Airbus Industries	A318、A319、A320 ^① 、A321
Boeing	B737
Fokker	F100

① A320 飞机有一种特制的集装箱，高 117 cm，宽体飞机集装箱一般高 163 cm。



EMB E145、E190
 McDonnell Douglas DC-8、DC-9、MD-80series、MD-90
 窄体飞机客货舱见图 1.16 所示。

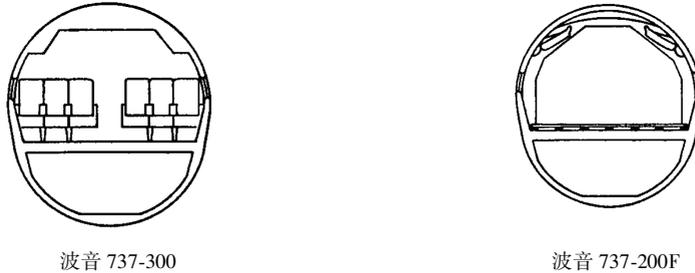


图 1.16 窄体飞机客货舱

2) 宽体飞机 (Wide-body Aircraft)

宽体飞机的机身较宽，客舱内有两条走廊，机身宽一般在 4.72 m 以上，这类飞机可以装运集装货物和散货。

常见的宽体飞机：

Airbus Industries A300、A310、A330、A340、A350、A380
 Boeing B747、B767、B777、B787
 Ilyushin IL-86、IL-96
 McDonnell Douglas DC-10、MD-11
 Antonov AN-124

宽体飞机客货舱如图 1.17 所示。

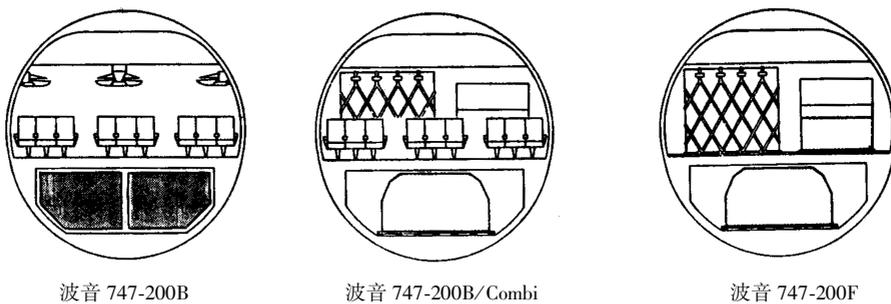


图 1.17 宽体飞机客货舱

2. 按飞机使用用途来分类，民航运输飞机可划分为全货机、全客机和客货混用机

1) 全货机

全货机 (All Cargo Aircraft) 的主舱及下舱全部载货，是专门运输货物的飞机，仅

设计少量押运员的座位。货机有专门的货机型号，如波音 747-400F、波音 757-200F、A300-600F、A330-200F 等，都是全货机。全货机一般设计为集装设备型的货舱，飞机货舱底部一般均设置有滚轴及固定系统，可以有效放置集装板和集装箱。图 1.18 所示为波音 747-400F 货机主舱，一架飞机可以放下 39 个集装板。A300-600F 货机可以装载 50 t 货物，放 21 个集装板和 23 个集装箱。

专门为货运而设计的民用飞机越来越多，也有一些民用货机由客机改装而成。为了装货的需要，除了将客舱内的座椅、装饰和生活服务设施拆卸外，还要将地板加强，提高承压能力。在货舱前侧设置较大的货舱门。门的高度在 2 m 以上，宽度超过 3 m。货机还装设地板滚轮（棒）系统和起重吊车等，以便于装卸货物。货机在必要时可以恢复成客机或客货混用机，这样的飞机通常称为可转换飞机。



图 1.18 波音 747-400F 主舱

2) 全客机

全客机（Passenger Aircraft）主舱全部装载旅客，只在飞机下舱装载货物，如波音 737-800。

3) 客货混用机

客货混用机不仅在下舱可以装载货物，而且在飞机主舱前部装载旅客，后部也设计装载货物，如波音 747-357M。但这类飞机装载时很容易出现重心偏后，造成飞机机坪坐尾，目前市场上客货混用型布局的飞机比较少见。

3. 按照座位级分类，民航运输飞机可分为干线机、支线飞机和公务飞机

1) 干线机

干线运输机一般指客座数大于 100，满载航程大于 3000 km 的大型客货运输机。按



航程划分，又可将满载航程大于 6000 km 的称中/远程干线运输机或中远程飞机，航行于洲际线上的大多是这类飞机；满载航程在 6000 km 以下的称中/近程干线运输机或中短程飞机，航行于国内各大城市之间的大多是这类飞机，常又被称为国内干线飞机。如图 1.19 和图 1.20 所示，图 1.19 为波音干线飞机家族，图 1.20 为空客 A350 大型客机。

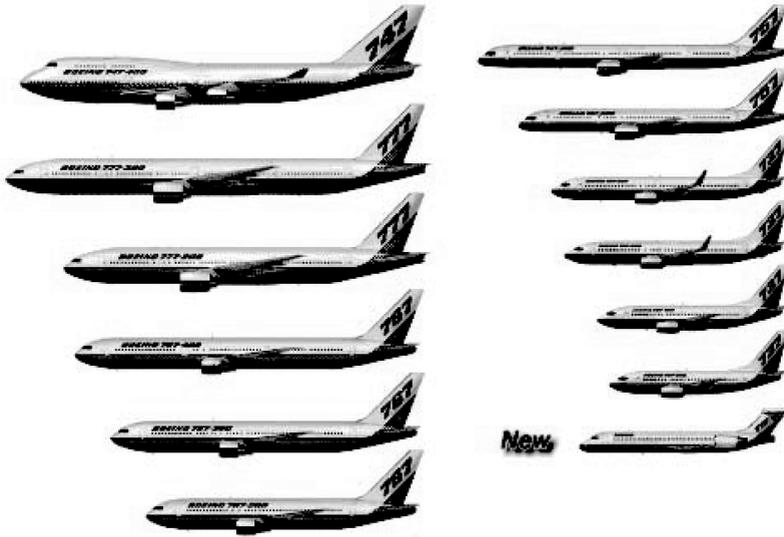


图 1.19 波音干线飞机家族



图 1.20 空客 A350 大型客机

2) 支线飞机

支线飞机是指客座数一般在 100 以下，航行于中心城市与小城市或小城市与小城

市之间的客货运输机。满载飞行距离一般在 1000 km 以下。支线运输机有各种不同的座级：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。EMB-190 是较典型的支线飞机，如图 1.21 所示。



图 1.21 EMB-190

生产支线飞机的资金、技术等的要求相对于干线飞机而言较低，因此全球范围内的支线飞机生产商也比干线飞机的生产商多，产品也丰富。庞巴迪公司、ATR 公司、英国宇航公司、法国宇航公司、巴西航空工业公司，以及我国西飞公司等均生产这类支线飞机。

3) 公务飞机

与干线飞机和支线飞机提供的定期飞行、包机飞行不同，公务飞机是按某一旅客、团体的特殊旅行需求，专为他/他们设计的航线班期，提供专门服务的飞机。公务飞机更加舒适豪华，大小与小型支线飞机相仿，但舱内设计更加人性化，符合公务飞行要求。湾流航宇公司、雷神公司、赛斯纳飞机公司、达索飞机制造公司等都是优秀的公务飞机制造公司。雷神飞机内部如图 1.22 所示。



图 1.22 雷神飞机内部



4. 大客舱、中客舱和小客舱飞机

根据民航局发布的咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的要求，为了便于为不同大小的航空器提供相应的重量与平衡指导，咨询通告将航空器分成了大客舱、中客舱和小客舱航空器三类，如表 1-1 所示。

表 1-1 航空器分类

航空器初始型号合格审定的旅客座位数	类别名称
71 座以上（含 71 座）	大客舱航空器
30~70 个座位（含 30 座和 70 座）	中客舱航空器
5~29 个座位（含 5 座和 29 座）	小客舱航空器

大客舱航空器、中客舱航空器以及小客舱航空器使用标准平均重量确定旅客和行李重量的条件不同。对于 5 个座位以下的航空器，按咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的要求，应使用旅客和行李的实际重量。

三、飞机结构

一架飞机的载运能力在很大程度上取决于它的结构强度。通过飞机的结构图（见图 1.23）可以看出，飞机上的客舱地板和货舱地板是在支撑梁构成的网上镶嵌地板块而形成的。支撑梁网络是由每一根骨架引出的横梁与前后的纵梁交叉在一起组成的。这样，放在地板上的货物的重量就转移到主机身结构上去了，机身结构再把重量转移到机翼上。在地面上，飞机由着陆轮支撑；飞行中，由机翼产生的升力支撑；当传送到机翼上的负荷超过它的上升能力时，这架飞机就是超载飞行，这种情况是极不安全的。因此，飞机制造者根据飞机不同部位的结构强度，制定了相应的最大允许载重，配载和装机时绝对不能超过飞机货舱的最大载重。



飞机结构

飞机的主要组成部分为：机身、机翼、尾翼、起落架、动力装置。

1. 机身

机身是飞机的主体，并连接了机翼和尾翼。有些较大的飞机，起落架也附在机身上。机身可分成三个主要的部分：

- a. 驾驶舱；
- b. 存放行李、邮件、货物的货舱；
- c. 客舱（包括头等舱、公务舱和普通舱）。

飞机上这三个部分有独立的冷暖系统。飞机的机头部分还包括气象雷达、导航仪和着陆系统。

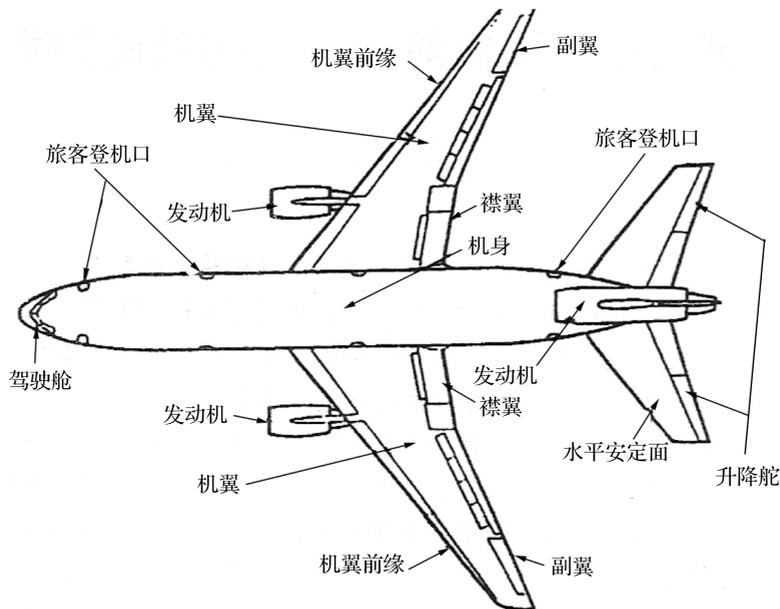


图 1.23 飞机结构图

2. 机翼和尾翼

机翼的主要作用是产生升力，现代民航客机机翼的内部还可以作为结构油箱来储存燃油和安装起落架及发动机。

机翼弦线与机身纵轴的夹角称为安装角，是当相对来流与机身平面平行时的飞机迎角。当机翼由根部安装向外向上翘时，机翼具有上反角；反之则具有下反角。低于声速的飞机机翼一般都具有上反角特征。

后掠角是指从机翼平均气动弦长连线自翼根到翼尖向后歪斜的角度。如果是机翼前缘线的歪斜角，则称为前缘后掠角。

飞机的机翼由许多可以活动的部分组成。这些部分可以用来改变机翼的位置和形状，也可以用来增大或减小翼面。在飞机起飞、降落时飞机翼面积需增加。飞机的机翼状态随平飞、起飞或降落而变化。

(1) 方向舵，是飞机垂直尾翼上一个可以活动的翼片。与轮船上的舵相似，它可以用来控制飞机的方向。

(2) 平衡尾翼（垂直尾翼），是机身后部一种垂直的尾翼，用来保持飞行的平衡。这是飞机上一个最高的翼片。

(3) 水平尾翼，简称平尾，安装在机身后部，主要用于保持飞机在飞行中的稳定性和控制飞机的飞行姿态。水平尾翼由相对固定的水平安定面和可偏转的升降舵组成。

(4) 升降舵，是飞机水平尾翼上的一个可以活动的翼片。正如其名称所表示，它



可用来控制飞机的升降。

(5) 襟翼，是飞机机翼上可以活动的翼片，操作襟翼用于起飞和降落，帮助控制飞机的速度及机翼所产生的升力。

(6) 副翼，是飞机机翼上可以活动的翼片，在飞机滚转时用来控制飞机的角度。飞机滚转时，一个机翼上的副翼下偏，另一个机翼上的副翼上偏，使一个机翼抬高，另一个机翼下垂。

(7) 扰流板，是机翼上的一个可以活动的折翼，用来增加阻力，减少升力。扰流板可以阻止机翼周围的气流。

(8) 小翼，有的飞机设计有小翼，它们位于机翼末段，用来阻挡部分翼尖涡流，减小飞行时的阻力，增加飞机的平衡能力。

在机翼顶端的航行灯，左边一个为红色，叫左弦。右边一个为绿色，叫右弦。这使人想起航空业早期与航海业的联系。

着陆灯一般都置于机翼上靠近机身的部位，看上去就像汽车上的前灯。

3. 起落架

起落架的作用是在地面停放、滑跑、运动过程中支撑飞机，并能在飞机接地及滑跑过程中起到减震的作用。起落架的配置主要分为前三点式和后三点式起落架。后三点式起落架的两个主起落架在飞机的前部，飞机尾部有一个尾轮。后三点式起落架一般用于一些小型飞机（运5），其起落架大多是不能收放的。前三点式起落架在飞机的前部有一个前起落架，两个主起落架位于飞机重心之后。现代大中型民航飞机大多采用前三点式起落架，且起落架大多是可收放的。

前三点式和后三点式起落架如图 1.24 所示。

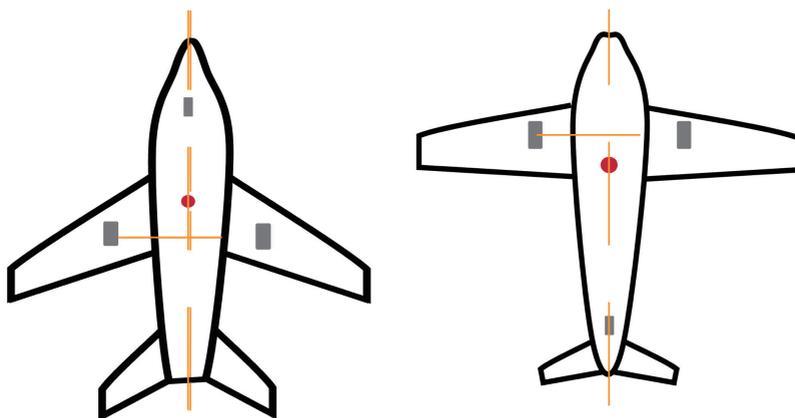


图 1.24 前三点式和后三点式起落架

4. 动力装置

飞机之所以能够飞行是因为它有向前运动的动力，从而产生了飞机与气流之间的

相对运动，这才产生了升力。飞机的动力装置是飞机的核心。航空发动机分为活塞发动机和喷气发动机两大类。

航空活塞发动机都是四冲程的，它的基本组成构件是汽缸、活塞、曲轴和连杆。汽油在汽缸中燃烧，形成高温气体，气体膨胀做功，推动活塞在汽缸中向下运动，活塞带动连杆，连杆连在曲轴上，使曲轴转动。四个冲程是进气冲程、压缩冲程、工作冲程和排气冲程。活塞发动机不能单独驱动飞机，它必须驱动螺旋桨才能使飞机运动，因而活塞发动机和螺旋桨在一起才构成了飞机的推进系统。活塞上升时产生的力带动了螺旋桨，将空气冲向飞机尾部使飞机产生向前的拉力。在低速飞行时，活塞发动机的经济性能很好，目前在小型飞机和轻型直升机上广为应用。活塞发动机原理如图 1.25 所示。

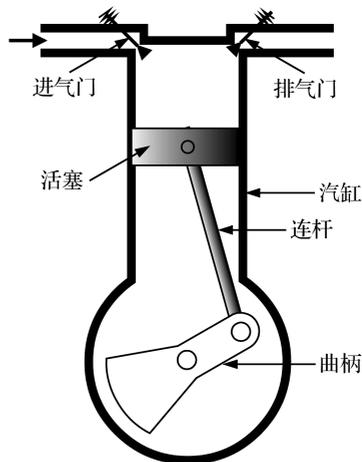
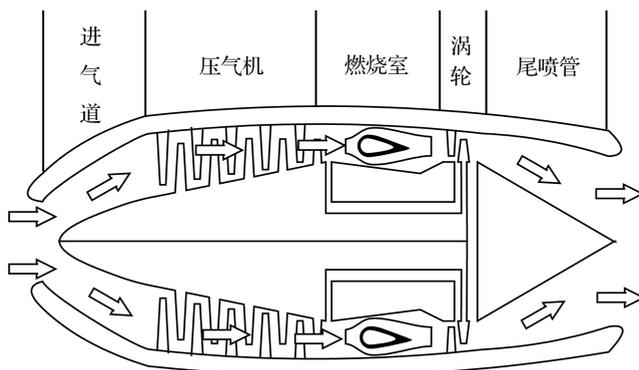


图 1.25 活塞发动机原理

涡轮喷气发动机在工作时，连续不断地吸入空气，空气在发动机中经过压缩、燃烧和膨胀过程所产生的高温燃气，从尾喷口高速喷出，使发动机产生反作用推力。涡轮喷气发动机的主要组成部件是：进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管。涡轮喷气发动机是靠喷气机对飞机尾部产生一种高速气体来推动飞机前进。这种结构的飞机可使飞行的速度超过声速。第一代涡轮喷气式飞机噪声很大，如今大多用于军用飞机。许多机场当局对此加以限制，禁止此类飞机降落。喷气发动机原理如图 1.26 所示。



气体的流动途径：
 进气道→压气机→燃烧室→涡轮→尾喷管
 燃气从尾喷管高速喷出，产生反作用推力

图 1.26 喷气发动机原理



涡轮风扇发动机是在普通的双转子涡轮喷气发动机的基础上，加装了由涡轮带动的风扇和一个外涵道，所以涡扇发动机的基本组成是：高、低压压气机和高、低压涡轮，燃烧室，尾喷管以及风扇和外涵道。涡轮风扇发动机的优点是耗油率低，因而经济性能好、噪声低，现代商务亚音速飞机多采用涡轮风扇发动机。

四、飞机系统

1. 起落架

起落架的作用是在地面上支撑飞机并保证飞机在起飞、滑跑和在地面上移动的运动功能，它还起到减震的作用。现代航线飞机为了减少空气阻力都采用可收放式起落架，起落架在飞机飞行时收放在机身或机翼的起落架舱内。起落架系统主要用于起落架的收放、前轮转弯以及地面刹车，以保证飞机在地面滑行、滑跑、减速及起落架收放的需要。

2. 飞行操纵系统

飞行操纵系统通常可划分为主操纵系统和辅助操纵系统。主操纵系统用来操纵副翼、方向舵和升降舵，以改变或保持飞机的飞行姿态；辅助操纵系统用来操纵襟翼、缝翼、扰流板、水平安定面等活动面，以分别达到增加升力（襟翼和缝翼）、减速、扰流卸升及纵向配平等目的。

改变飞机的飞行姿态可通过驾驶员控制操纵机构实现。操纵机构是驾驶员手脚直接操纵的部分，可分为手操纵机构和脚操纵机构。手操纵机构主要有驾驶盘式和驾驶杆式两种形式，大中型民航客机大多采用驾驶盘式手操纵机构。转动驾驶盘可控制副翼的偏转，前推或后拉驾驶盘可控制升降舵的偏转。脚操纵机构用于控制方向舵。驾驶员的操纵信号可通过传动机构传递到液压助力器的输入端，将信号放大，然后用于作动各舵面，通过操纵副翼、升降舵及方向舵的偏转，可控制飞机在空中改变姿态。

后缘襟翼、前缘襟翼及前缘缝翼（前缘装置）属于增升装置，它们在飞机爬升和降落过程中放出，以保证飞机在低速飞行时产生足够的升力。

扰流板用于飞机空中和地面的减速，以及空中配合副翼进行横侧操纵。

3. 液压系统

飞机液压系统用于向飞机上各用压部分提供具有一定压力的液压油，从而实现助力操纵。液压系统可以向飞行操纵系统、起落架系统提供液压，以实现操纵各舵面及起落架收放、前轮转弯、刹车等。它的主要组成附件是：液压泵、油箱、油滤、控制活门、液压助力器等。典型的飞机液压系统如图 1.27 所示。

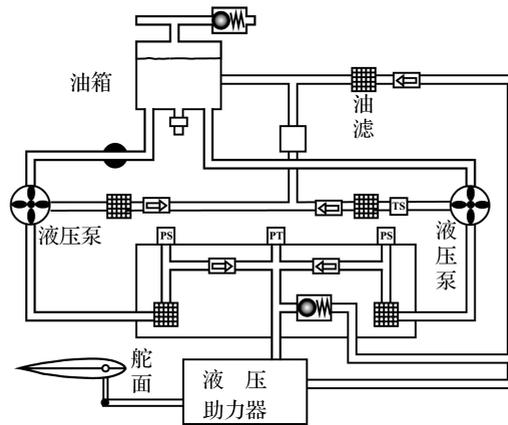
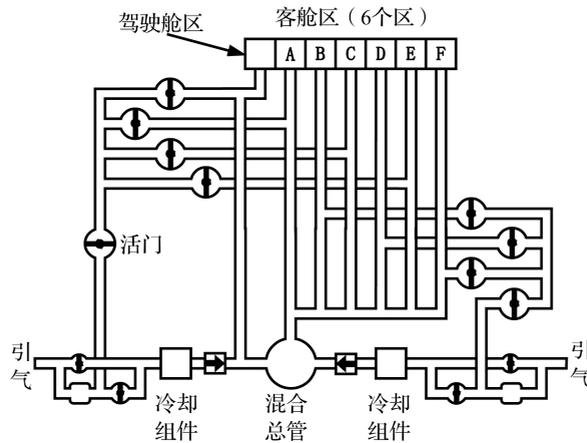


图 1.27 典型的飞机液压系统

4. 座舱环境控制系统

现代民航客机的飞行高度可达到 10000 m 以上，在此高度下外界环境不适合人的生存。座舱环境控制系统的基本任务是使飞机的座舱和设备舱在各种飞行条件下具有良好的环境参数，以满足飞行人员、旅客和设备的正常工作条件和生活条件。座舱环境控制系统主要控制座舱的温度、压力及压力变化率，以及座舱内空气的流量、流速、湿度、清洁度和噪声等。

现代民航客机的座舱环境控制系统在正常情况下从发动机引出热空气，利用冷却组件产生冷路空气，通过冷热路空气的混合比例控制通往飞机座舱的空气温度，并通过控制座舱的排气量调节座舱的压力及压力变化率，以创造适宜的环境。典型的飞机座舱温度控制如图 1.28 所示。



通过控制冷热路空气的混合比例控制座舱温度

图 1.28 典型的飞机座舱温度控制



五、飞机客舱设备

飞机客舱主要由下列几个部分组成。

1. 配餐室

这是乘务员工作的场所。在布局较密的客舱内，配餐室还可以设计成移动式的（短程航线无餐食供应）。在宽体客机内，配餐室还可以置于货舱内，与升降机连接，以便给机舱留出较多的空间安放座位。

2. 视听设备

在较先进的中短程航线的飞机上，一般配有耳机（有时是电子耳机），可插入各个座位上，大多数飞机客舱或座位上还配有显示器，提供视听节目供旅客欣赏，有的还显示飞行信息等。为了避免对雷达和导航系统的干扰，通常情况下在起飞及降落阶段禁止旅客使用便携式的音响设备、电脑、电子游戏机等。

3. 紧急迫降设备

虽然飞机飞行时在海面上紧急迫降是非常少见的事，但飞机的每个座位上都备有救生衣，还有专供婴儿用的特殊的救生衣。当飞机发生情况需要紧急迫降时，舱门一打开，一个充气的滑梯可使旅客安全着陆。假如飞机冲到海里，这个滑梯可以充当救生船。在靠近安全门的机舱顶部，还备有可充气的救生船。乘务员一般都接受过这类培训。这些救生船上还包括一些特殊的救生设备。

4. 防火设备

航程越长，飞机所携带的燃油越多，在紧急情况时，火灾的可能性就越大。客舱内发生的小火灾可用所携带的灭火器来扑灭。舱内所用的地毯、机座等都是100%防火的。假如机舱内有烟雾，舱内能见度为零，客舱走道上的紧急灯可使旅客尽快找到离他最近的紧急出口。假如发生呼吸困难，座位上方的氧气面罩会自动脱落。

为了防止火灾发生，在航班起飞降落或在经停站加油时均禁止吸烟。机上客舱的走道上，机上厕所内都禁止吸烟。目前，很多航空公司要求航班上全程禁烟。

5. 卫生间

在飞机上，每个卫生间约占4个座位的空间。数量视机型、航班的远近或特殊要求而定。

6. 储藏室

在客舱内，由于空间有限，只能带一些随身用品和衣服。这些物品可以放在座位上方的柜子里，也可以放在前排的座位下面。为了飞行的安全，旅客不得将庞大的或笨重的物品带入舱内，除非旅客支付加座费用。

7. 座位

在飞机上，一般不允许旅客离开座位。因此旅客在座位上应当能睡、能吃，即使在满座的情况下，也感到舒适。理想的座位应对旅客和航行都方便，并且尽可能轻便和舒适，即使在密度很高的客舱里也应有一定的倾斜度。座位使用 100% 防火材料，结构扎实，能够保证每天也许 16 h 的使用。

在一架飞机的客舱内，可根据不同的服务等级分成不同格式的区域，如头等舱、公务舱、经济舱供旅客选择。旅客可以为了旅途的舒适，多付 30%、50% 或更高的票价提高座位等级，或多占一个座位。头等舱在大多数远程航线上的机座可改成卧铺，将座位放至几乎水平状。头等舱一般都位于飞机的前舱，噪声较少，不易受到干扰。每一架飞机的座位布局是根据不同的商务要求不断发展和改进的。航空公司在班期时刻表上公布其舱位布局。

第三节 飞机飞行环境与飞行原理

一、飞机的飞行环境

1. 大气层概述

人们在爬山时为什么爬得越高，越感到冷？为什么有的人在高山会上感到喘不过气？

要回答这个问题，我们需要研究一下大气。人类生活的地球被一层空气包围着，地球周围的这层气态物质叫作大气。它的底界就是地球，顶界则没有明显的自然边界，一般认为大气的顶界约为 2000 ~ 3000 km。根据不同的气象条件和气温的变化等特征，大气层可分为五层：对流层、平流层、中间层、热层和外逸层（见图 1.29）。大气层中的各种现象和空气动力对航空器的飞行活动有重要影响。

对流层是最接近地球表面的一层大气，在不同的地区对流层顶界的高度也不同。在赤道附近，对流层的高度可达到 17 km，而在两极



飞机的飞行环境

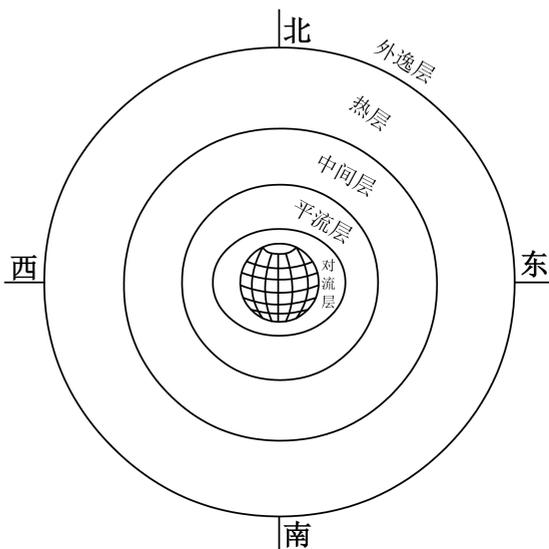


图 1.29 大气层



附近，对流层的高度仅有 7~8 km。例如，我国北京地区，对流层的高度约为 11 km，广州地区对流层的高度增加到约 16 km，而在东北地区则下降到 10 km。季节不同，对流层的高度也不同。例如，夏季就比冬季高。甚至同一地区同一天，对流层的高度也会随早、中、晚的变化而变化。

对流层由于受到地面森林、湖泊、草原、海滩、山岭等不同地形的影响，受日光照射而引起的气温的变化，因而造成垂直方向和水平方向的风，即空气发生大量的对流现象，故称为对流层。

在平流层（也称同温层），没有垂直方向的空气对流，只有水平方向的风。这是由于平流层的高度较高，受地面地形地貌的影响较小，而水平方向的风是由地球自转而产生的。在平流层内，空气流动比较平稳，有利于飞机做稳定飞行。

飞机主要活动于对流层和平流层中，从地面算起到约 18000 m 高度之内。没有增压的飞机和小型的喷气式飞机在 9000 m 以下的对流层中飞行。大型和高速的喷气式客机装有座舱环境控制系统，在 9000~14000 m 的对流层顶部和平流层中飞行，在这个高度，没有垂直方向的气流，飞机飞得平稳，而且由于空气稀薄，飞行阻力小，因而飞机可以以较高的速度飞行；而且节约燃油，经济性能好。高速军用飞机的巡航高度可达到 15000~18000 m。

由前面的分析可知，在对流层里，随着高度的增高，温度是逐渐降低的，平均每升高 1 km 温度降低 6.5℃。由于所有的高山都在对流层内，这也就是为什么在爬山时，爬得越高，越感到冷的原因。至于在爬高山时有人感到喘不过气来，是由于在对流层内，随着高度的升高，压力是逐渐降低的，当爬较高的山的时候，由于大气压力较低，人很难吸入空气，从而产生喘不过气来的感觉。人们是依靠身体内外的压力差将空气吸入的。

大气层的特点如表 1-2 所示。

表 1-2 大气层的特点

大气层	距地面高度	特点
对流层 (变温层)	赤道: 17 km 两极: 7~8 km	①平均每升高 1 km, 气温下降 6.5℃ ②大气压力随高度增加而降低 ③有垂直方向和水平方向的风 ④大量水蒸气, 有雨、雪、云、雾、雹、风暴 ⑤空气质量约占 3/4
平流层 (同温层)	顶界: 30 km	①温度保持在 -56.5℃ ②几乎没有水蒸气 ③只有水平方向的风, 没有垂直方向的风 ④空气质量约占 1/4
中间层	80~100 km	大气温度先增加, 后降低 底部温度为 -56.5℃, 45 km 处升到 40℃ 到达顶部, 温度降到 -65.5℃ 升温原因: 臭氧吸收太阳紫外线而被加热

续表

大气层	距地面高度	特点
热层 (电离层)	顶界: 800 km	空气极为稀薄, 同时又受到宇宙高能粒子的冲击和照射, 使空气中的氧和其他成分产生电离而成带电离子状态。主要是带负电的离子, 具有很强的导电性。它能吸收、反射或折射无线电波
外逸层	顶界: 2000~3000 km	地球引力不能把空气分子吸向地球, 分子运动使它们向外层空间散逸

2. 大气物理参数

飞机的空气动力和飞行性能与空气的密度、温度和压力三个主要参数有关。

1) 空气密度

空气密度又称为空气质量密度, 是指单位体积内空气的质量。即

$$\rho = m/v$$

式中, ρ ——空气密度, kg/m^3 ;

m ——空气质量, kg ;

v ——空气体积, m^3 。

空气的密度大, 也就是单位体积内的空气分子多, 比较稠密, 物体在空气中运动时, 所受的阻力就大, 反之空气密度小, 空气比较稀薄, 阻力也小。通常发动机的功率发挥与空气密度呈正比关系。

2) 空气温度

空气温度表示空气的冷热程度, 温度的高低表明了空气分子不规则运动速度的大小。空气温度越高, 空气的密度越低, 空气温度和密度呈反比关系。空气温度一般以摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ 作为单位, 或用热力学温度开尔文(简称开, K)表示, 英美等国家采用华氏度 $^{\circ}\text{F}$ 作为温度单位。

3) 空气压力

物体单位面积上所承受的空气垂直作用力, 叫作空气压力。机场的空气压力称为场压, 场压有标准场压和当日场压之分, 当日场压高于标准场压时, 当日的空气密度相对增高。空气密度、温度、压力的变化, 是配载平衡修正飞机数据的重要参数。

按国际标准单位, 大气压力的单位为帕斯卡 (Pa), $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$ 。

大气压力也可以用毫米汞柱 (mmHg)、毫巴 (mbar) 或 lb/in^2 (psi) 表示。

4) 空气的黏性

气体的分子在相对运动时产生阻力的性质, 称为气体的黏性。相邻两个流速不同的空气层相互黏滞和牵扯的作用力, 叫作黏性力, 或称空气的内摩擦力。



3. 国际标准大气

大气的物理参数随着地理位置、地形、季节的不同而不同，因此航空器的飞行性能在不同的地点、季节、高度有不同的表现，这使航空器的制造和使用在不同的条件下有不同的结果，给使用者带来不便。因此，必须有一个统一的标准在世界范围内统一比较、计算。为此，国际民航组织制定了国际标准大气（ISA），以此作为航空器设计和制造的统一标准，也作为航空器使用者在使用航空器时的共用标准。当飞机在不同的大气环境下起飞降落时，必须根据当日大气参数对飞机的各种数据加以修正。

国际标准大气：以北半球中纬度地区的大气物理性质的平均值作为基础建立，并假设空气是理想气体，满足理想气体方程。

大气参数单位及换算公式如表 1-3 所示。

表 1-3 大气参数单位及换算公式

大气参数	概念	单位	国际标准大气参数
压力	物体在单位面积上所承受的空气垂直作用力	mmHg, Pa, mbar, psi	760 mmHg 101325 Pa 1013.25 mbar 14.7 psi
密度	单位体积空气的质量	kg/m ³	1.225 kg/m ³
温度	空气的冷热程度	°C, °F, K K = 273 + °C °F = 9/5 °C + 32	15 °C 59 °F 288 K
音速	声音在空气中的传播速度	m/s	341 m/s 1227 km/h

二、飞机的飞行原理

飞机同气球、飞艇的升空原理不同。气球和飞艇比空气轻，完全依靠空气的浮力升空，就如同木材能浮在水面上一样。飞机之所以能在空中飞行，是因为有一股力量克服了它的重量，这股力量可以将数百吨重的飞机托举在空中。这股力量是由机翼和空气之间的相对运动而产生的，任何物体只要和空气之间产生相对运动，空气就会对它产生作用力，这个力就叫空气动力。



飞机的飞行原理

1. 流体的连续性定理

由日常生活中的经验可知，河水在河道窄的地方流速快，而在宽的地方流得慢。这里面实际上包含了一个流体运动的基本原理。

流体流过流管时，在同一时间流过流管任意截面的流体质量相等。设单位时间内流过截面的流体质量为 m ，则有

$$m_1 = \rho_1 v_1 S_1; m_2 = \rho_2 v_2 S_2$$

则根据质量守恒定律可得

$$\rho_1 v_1 S_1 = \rho_2 v_2 S_2 \Rightarrow v_1 S_1 = v_2 S_2 = V_{\text{常数}}$$

因此，当流体以稳定的流速在管道中流动时，流体流速与横截面积成反比，即流体在变截面的管道中流动时，截面积大的地方流速低，而截面积小的地方流速高。这就是流体的连续性定理。流体的连续性定理阐述的是流体的流速与管道横截面积之间的关系。流体连续性定理实验如图 1.30 所示。

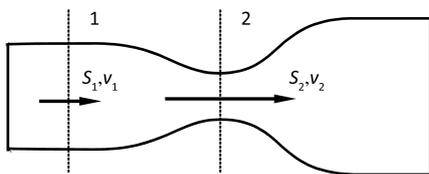


图 1.30 流体连续性定理实验

2. 伯努利定理

在航海史上曾经发生过这样一次奇怪的海上两船相撞的事故。很多年前，在风平浪静的大海上，两艘船平行同方向高速行驶，突然间，两艘船失去控制，猛烈地撞在一起。经过事后的调查，发现并不是驾驶员的人为差错造成的这起事故。到底谁是这次撞船事故的罪魁祸首呢？

下面讲述的伯努利定理将给出答案。

伯努利定理是描述流体在流动过程中压力和流速之间的关系。它是研究气流特性和在飞行器上产生空气动力的物理原因及其变化的基本定理之一。

大气的流动速度与压强之间的关系，可用实验说明。试验管管径是中间窄两头宽，它用软管与压力计的各玻璃细管相连通。当大气静止时，在试验管的各个截面上的大气压强相同，都等于大气压强，所以在玻璃管道中压强指示剂的液面高度相同。但当大气稳定地、连续地流过试验管道时，情况就不同了。观察测压管中指示剂的液面高度发现：液面的高度普遍升高，但是不同截面处的升高量不同，管道直径小的地方指示剂液面上升得多。这一事实表明，流速大的地方，气体压强小；流速小的地方，气体压强大。在液体中的状态也是一样，流体压强随流速变化的这一关系即称为伯努利定理。

反过来说，在气体流动过程中要获得不同的压强，可以通过改变管道横截面积来实现。横截面积变大时，压强变大；横截面积变小时，压强变小。

伯努利定理实验如图 1.31 所示。

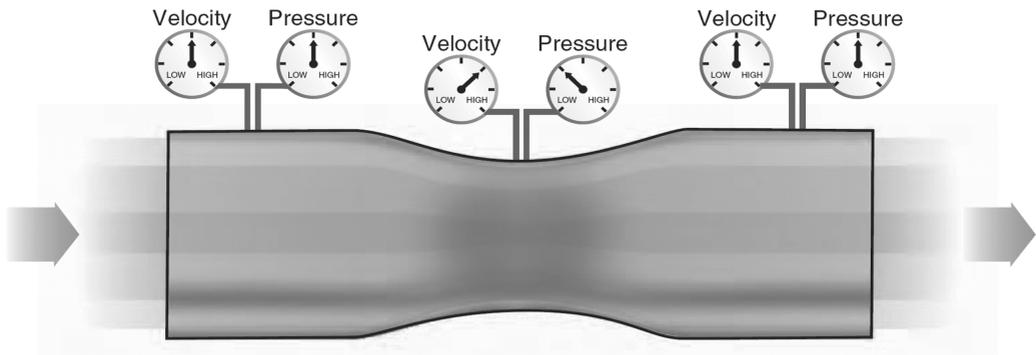


图 1.31 伯努利定理实验

三、飞机的升力

放风筝的人扯住风筝线跑的时候，是逆风跑还是顺风跑容易将风筝放起来？如果放风筝的人不跑动，风筝能飞起来吗？

答案是逆风跑容易将风筝放起来；至于后一个问题答案也是肯定的，当有风时，风筝能飞起来，也就是说，不管是让风筝相对于空气运动，还是使空气相对于风筝运动，都可以使风筝升上天空。飞机升力的产生也包含相似的道理。

1. 翼剖面形状

飞机上的大部分升力是由大翼产生的。为了简化问题，我们使用翼型来代表机翼研究它的升力。翼型就是把机翼沿平行机身纵轴方向切下的剖面，机翼的翼型是流线型的，上表面弯度大，下表面弯度小或是平面。

翼剖面最前端的一点叫前缘，最后端的一点叫后缘，翼型前缘与后缘之间的连线称为翼弦（又叫弦线）。翼剖面形式主要有：不对称双凸翼型、平凸翼型及对称双凸翼型。各种不同的翼剖面如图 1.32 所示。翼剖面参数如图 1.33 所示。

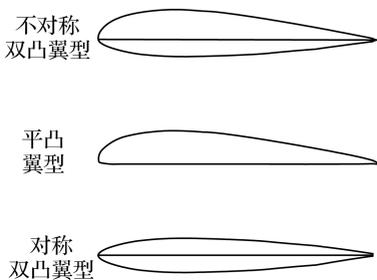


图 1.32 各种不同的翼剖面

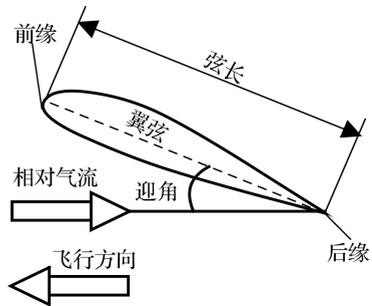


图 1.33 翼剖面参数

2. 机翼上的升力

空气流过双凸型机翼时，流到机翼的前缘，分成上下两股气流，分别沿机翼的上、下表面流过，在机翼后缘重新汇合后向后流去。由于机翼上表面比较凸出，流管变细，由连续性定理可知，其流速加快；根据伯努利定理，其压力降低；在机翼的下表面，气流受到阻挡，流管变粗，流速减慢，压力增大。于是，机翼上下表面出现了压力差，因而产生了升力，升力的方向垂直于相对气流的方向。机翼升力的作用点，即升力作用线与翼弦的交点称为压力中心。机翼向前运动时，空气必然会产生阻力，阻力和升力的合力形成了向上且向后的力，叫作空气动力（见图 1.34）。

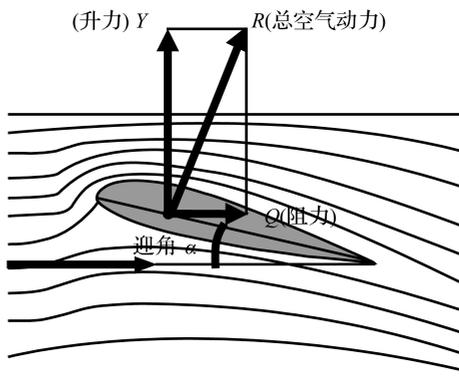


图 1.34 翼剖面的空气动力

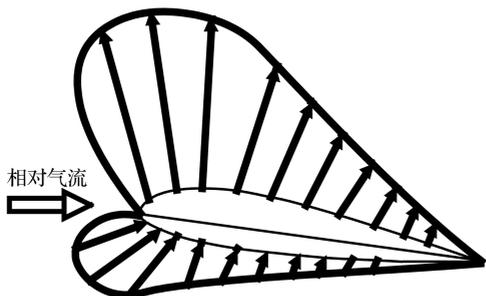


图 1.35 小迎角下翼剖面上的空气动力

机翼表面压力分布是随着机翼迎角（翼弦线和相对气流方向的夹角）的变化而变化的。机翼升力的产生主要靠上表面吸力的作用，而不是下表面正压力的作用。实际上，上翼面的吸力占整个机翼升力的大部分，特别是上翼面靠近前缘处，是产生升力的主要部位。小迎角下翼剖面上的空气动力如图 1.35 所示。

如果机翼抬起它的前缘，翼弦线和相对气流的方向形成一个角度，这个角度叫作迎角。迎角是翼弦线和相对气流方向的夹角。翼弦向上形成的是正迎角，向下形成的为负迎角。在正迎角情况下，气流流过上表面时流管变细，速度增加，压力进一步降低；而在下表面气流受到阻滞，流速变小，压力增高。因此，随着迎角的增大，升力增大，同时阻力也增大。

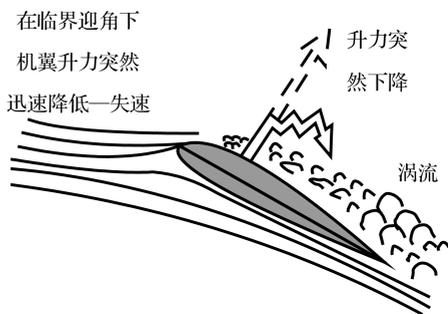


图 1.36 失速

但迎角不能无限制地增大，因为迎角过大，在机翼上表面的气流就不再沿着机翼表面流动，而脱离机翼上表面产生气流分离，出现涡流。随着涡流的扩大，机翼上表面的吸力减小，升力会突然降低，而阻力迅速增大，这种现象称为失速（见图 1.36）。失速刚刚出现时的迎角称为临界迎角，又称为失速迎角。飞机不应以大于或接近临界迎角的迎角飞行。因为这样会



使飞机失去升力的支持，即陷入深度失速，而发生螺旋下降的现象，造成危险。这时，飞机绕其本身的纵轴旋转垂直下降，飞机重心的运动轨迹是一条螺旋曲线。如果有足够的高度，驾驶员可以从螺旋中改正出来，否则可能会发生危险。

从以上分析可以看出，机翼的升力来自与空气之间的相对运动。没有相对速度，就不会产生升力。

四、飞机的阻力

飞机在空中飞行时，除了产生升力外，还会产生阻力。它的方向与飞机的运动方向相反，起着阻碍飞机前进的作用，要使飞机飞得快，必须设法减小阻力。



飞行阻力

通常用机翼升力来表示整架飞机的升力。但是飞机的阻力却不然，不但机翼会产生阻力，飞机的其他部分如机身、起落架、尾翼等都要产生阻力。近代飞机在巡航飞行时，机翼阻力约占总阻力的 25%~30%，因此，不能以机翼的阻力来代表整个飞机的阻力。

按产生阻力的原因来分析，低速飞机上的阻力有摩擦阻力、压差阻力、诱导阻力和干扰阻力等。

1. 摩擦阻力

空气具有黏性。当气流流过飞机表面时，由于黏性，空气微团与飞机表面发生摩擦，阻滞了气流的流动，由此产生的阻力就叫作摩擦阻力。摩擦阻力的大小，取决于空气黏性、飞机表面的状况以及同气流接触的飞机表面面积。空气的黏性越大，飞机表面越粗糙，飞机与空气的接触面积越大，摩擦阻力就越大。摩擦阻力如图 1.37 所示。

为了减小摩擦阻力，在飞机的制造过程中，应把它的表面做得很光滑。如有必要还得把它打磨光，消除飞机表面上的一切小突起物。尽可能缩小飞机暴露在气流中的表面积。飞机也要做定期的清洁维护，清除表面的灰尘，减少摩擦阻力，并保护飞机蒙皮。

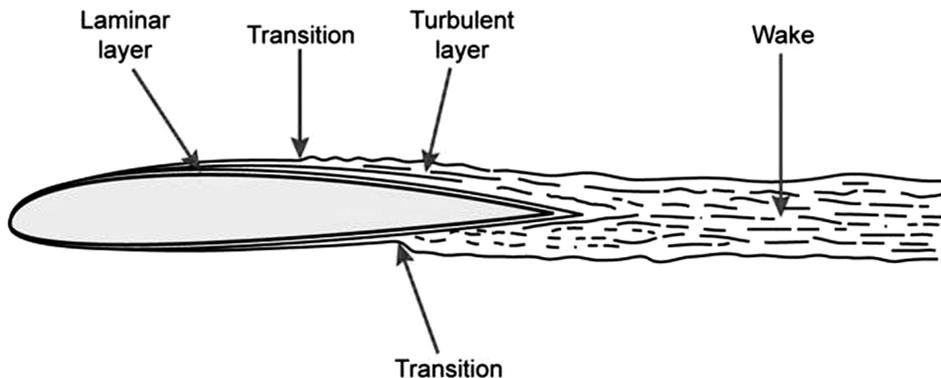


图 1.37 摩擦阻力

2. 压差阻力

气流流过物体的过程中，在物体前面，气流受到阻挡，流速减慢，压力增大；在物体后面，由于气流分离形成涡流区，压力减小。这样在物体的前后便产生了压力差，形成阻力。这种由于前后压力差形成的阻力叫压差阻力（见图 1.38）。压差阻力同物体的迎风面积、形状和在气流中的位置都有很大关系。

减小压差阻力的办法是：把暴露在气流中的所有部件都做成流线型。飞机无论是机身还是机翼，都被设计成流线型，减小压差阻力。

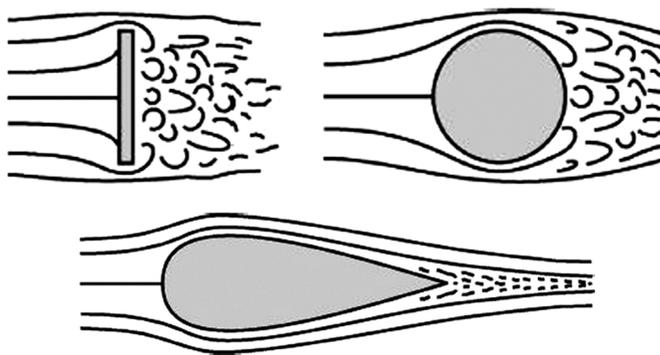


图 1.38 压差阻力

物体摩擦阻力和压差阻力合起来叫作迎面阻力。一个物体，究竟哪一种阻力占主要部分，这要取决于物体的形状和在气流中的位置。如果是流线体，它的迎面阻力中主要部分是摩擦阻力。如果形状远离流线体的式样，那么压差阻力占主要部分，摩擦阻力则居次要位置，而且总的迎面阻力也较大。

3. 诱导阻力

诱导阻力是伴随着机翼升力的产生而产生的。如果没有升力，诱导阻力也就不存在。这个由升力诱导产生的阻力，称为诱导阻力（又叫感应阻力）（见图 1.39）。

飞机的诱导阻力主要来自机翼。当机翼产生升力时，根据作用与反作用定律，必然有一个反作用力，由机翼作用到气流上，它的方向向下，所以使气流向下转折一个角度，使原来的迎角减小。因而导致升力也向后倾斜一个角度，此升力在水平方向有一



图 1.39 诱导阻力



个投影分量，即为诱导阻力。诱导阻力的大小与机翼的平面形状、翼剖面形状、展弦比以及升力的大小有关，椭圆形平面形状和大展弦比的机翼的诱导阻力较小。制造商设计的翼尖小翼较好地降低了飞机机翼的诱导阻力（见图 1.40）。



图 1.40 翼尖小翼

4. 干扰阻力

飞机的各个部件，如机翼、机身、尾翼等，单独放在气流中所产生的阻力的总和并不等于，而且往往小于把它们组成一个整体时所产生的阻力。这就是由于飞机各部件因气流流动时互相干扰所引起的额外阻力，称为干扰阻力。

为了减小干扰阻力，在这些部件连接处加装流线型整流片，使得连接处圆滑过渡，尽可能减少涡流的产生。

五、影响升力和阻力的因素

升力和阻力是在飞机与空气之间的相对运动（相对气流）中产生的。影响升力和阻力的基本因素有：相对气流速度、空气密度、机翼面积以及机翼的迎角。相对速度越大，升力和阻力也越大。当速度增大到原来的 2 倍时，升力和阻力则增加到原来的 4 倍，即升力和阻力与飞行速度的平方成正比。另外，升力和阻力与空气密度、机翼面积、升力及阻力系数成正比。机翼剖面的形状和迎角的影响通过升力系数和阻力系数表现出来。

$$Y = C_y \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

$$Q = C_x \frac{1}{2} \rho V^2 S$$

Y ——升力；
 Q ——阻力；
 C_y ——升力系数；
 C_x ——阻力系数；
 ρ ——密度；
 V ——速度；
 S ——机翼面积。

第四节 载重平衡规章与操作依据

载重平衡工作是航空运行安全的重要保障之一。载重平衡工作涉及民航多个岗位的协同作业，如飞行、签派、地面保障、机务和地面服务等部门以及相关业务代理单位。载重平衡工作不仅要遵守本公司或授权代理公司的要求，也需要遵守局方规章及世界范围内普遍被认可的国际民用航空组织（ICAO）和国际航空运输协会（IATA）等全球民用航空组织发布的规则，以及使用机型如波音公司和空客公司等飞机制造厂商的技术要求。

本节内容将分类介绍载重平衡工作中应遵守的规章条款，以及飞机制造商载重平衡手册、国际航空运输协会技术手册、航空公司载重平衡手册等操作依据，以便学生从更高的角度理解和自觉遵守相关要求，确保载重平衡工作安全有序。

一、载重平衡工作的规章要求

中国民航的法规体系建设，立足我国民航的特点，并以“安全隐患零容忍”作为指导原则。中国民航局作为管理民航的政府单位，制定了包括法律、法规和规范性文件在内的法规体系，保障民航企业有序开展工作。

《中华人民共和国民用航空法》是我国民用航空领域的最高法律文件。国务院发布并实施了《民用机场管理条例》《国务院关于促进民航业发展的若干意见》等行政法规文件。交通运输部、民航局发布的CCAR类民航规章和民航局各司局印发的规范性文件，以及民航行业标准（如文件编号MH/T类文件）、技术性标准等，共同组成我国民航的规章体系。

《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121-R8）是航班运行保障领域的重要规章。其中，针对载重平衡要求的条款主要有以下内容。

1. 第121.679条 装载舱单的制定

在每架飞机起飞之前，合格证持有人应当制定装载舱单，并对其准确性负责。该



舱单应当由合格证持有人负责管理飞机舱单和装载的人员，或者由合格证持有人授权的其他合格人员制定并签字。机长在收到并核实装载舱单后方可起飞飞机。

2. 第 121.697 条 装载舱单

装载舱单应当包含飞机在起飞时有关装载情况的下列信息。

(a) 飞机、燃油和滑油、货物和行李、乘客和机组成员的重量。

(b) 该次飞行的最大允许重量，该最大允许重量不得超过下述重量中最小的重量：

(1) 对于拟使用跑道，考虑对跑道气压高度和坡度以及起飞时的风和温度条件的修正值之后的最大允许起飞重量；

(2) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够符合适用的航路性能限制的最大起飞重量；

(3) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够在到达目的地机场时符合批准的最大设计着陆重量限制的最大起飞重量；

(4) 考虑到预期的燃油和滑油消耗，能够在到达目的地机场和备降机场时符合着陆限制的最大起飞重量。

(c) 按照批准的程序计算的总重量。

(d) 按照批准的能够保证重心处于批准范围之内的计划，对该飞机实施装载的证据。

(e) 旅客的姓名，除非该项内容由合格证持有人以其他方式保存。

3. 第 121.699 条 国内、国际定期载客运行装载舱单、签派单和运行飞行计划的处置

(a) 机长应当将下列文件的副本随机携带到目的地：

(1) 填写好的装载舱单；

(2) 签派或者放行单；

(3) 运行飞行计划。

(b) 合格证持有人应当保存前款规定的文件的副本至少 3 个月。

二、载重平衡工作规范性文件和通知类文件

1. 《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）

为进一步做好风险防控管理，推进航空公司重量与平衡控制体系建设，民航局飞行标准司于 2019 年 10 月 22 日颁布了咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）（其封面见图 1.41）。这是第一部专门针对载重平衡工作的规范性文件，该咨询通告适用于按 CCAR-121 部运行的航空运营人，并供 CCAR-135 部运营人参考使用。该咨询通告为航空运营人重量与平衡控制提供了指南，为局方开展日常监管工作提供了依据。



图 1.41 咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》(AC-121-FS-135)封面

2. 通知和明传电报等文件

通知、明传电报（见图 1.42）等未明确纳入我国民航政府监管的规范性文件，但在我国也具有一定程度的监管属性。它们通常是关于临时性或突发性的工作部署或特定领域的专项检查，要求相关的民航企业遵照执行。“通知”“明传电报”的内容一般不列入政府监管事项库中，执行期按“通知”或“明传电报”规定的时间节点，或直到出台新的规定。如，2019 年 1 月 17 日，民航局飞行标准司和运输司共同签发了《关于进一步加强载重平衡工作的通知》（局发明电〔2019〕200 号）。

《关于进一步加强载重平衡工作的通知》（局发明电〔2019〕200 号），明确了民航局飞行标准司和运输司对载重平衡工作的监管分工，明确了飞行标准司负责载重平衡（含舱单制作）等方面的政策制定和监管，运输司负责旅客数量及货物重量等信息传递、行李货物装卸等方面的政策制定和监管。同年 1 月 21 日，民航局飞行标准司下发了《关于开展载重平衡专项检查的通知》（局发明电〔2019〕235 号），各地区管理局纷纷响应，在随后的几年中也陆续对辖区航空公司载重平衡工作实施专项检查。

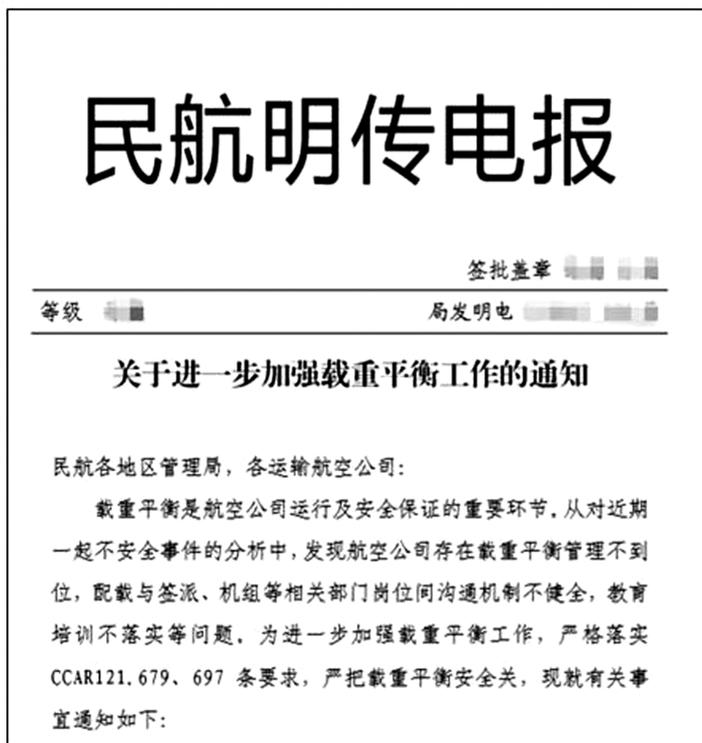


图 1.42 民航明传电报

三、飞机制造商重量与平衡控制手册

飞机制造商为交付给航空公司的飞机配套了完整的技术文件，其中与飞机载重平衡相关的文件，包括飞机飞行手册（Airplane Flight Manual, AFM）、型号合格证数据单（Type Certificate Data Sheet, TCDS）和重量与平衡手册（Weight and Balance Manual, WBM）等。重量与平衡手册（WBM）（封面见图 1.43）是航班载重平衡控制使用的重量基础文件，手册包含该机型的飞机序列号、飞机重量定义、站位、推力参数、配平参数等计算重心、控制平衡的基础数据，也是对飞机飞行手册中的重量和重心限制进行补充的文件。

重量与平衡手册的使用对象为航空公司工程技术人员（例如性能工程师）和载重平衡管理人员等，他们依据手册要求编制航空公司载重平衡操作手册等载重平衡文件，确定飞机静态数据与各舱位重量和装载限制，研判航空器起降时机场温度和场压对飞机重量和平衡的影响以及研究飞机油量的使用等工作。重量与平衡手册为载重平衡控制工作提供基础操作的依据，对配载员深入了解岗位工作非常有帮助。

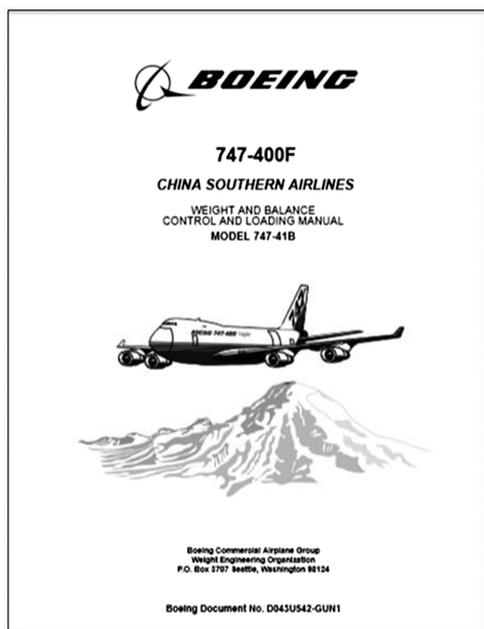


图 1.43 波音 747-400F 机型载重平衡手册封面

四、国际航协 AHM 标准格式介绍

国际航协机场操作手册（Airport Handling Manual, AHM）第五章（Chapter 5-Load Control）中与载重平衡数据相关的几个标准格式：

- AHM515-Manual Loading Instructions/Report（手工装机指示单）；
- AHM516-Manual Loadsheets（手工舱单）；
- AHM560-EDP Exchange for Semi-Permanent Data for Check Semi-Permanent Data Exchange for New Generation Departure Control Systems；
- AHM514-EDP Loading Instruction/Report；
- AHM517-Loadsheets Produced by Electronic Data Processing Machine。

如，AHM560 是国际航协机场操作手册中规定飞机重量数据标准格式的文件，用于建立离港系统飞机数据库。航空公司按 AHM560 格式要求，并按机型制定飞机重量的格式文件，向其代理人发布，指导载重平衡管理人员制定飞机静态数据和操作规定。

AHM560 属于半永久性的数据资料，其中关于飞机结构限制的重量、重心范围数据为永久数据；飞机修正后的基本重量和基本重量指数为半永久数据，需要根据航空公司飞机称重和改装等情况进行实时更新。

航空公司一般会在下列情形维护 AHM560 数据，并在离港系统更新，同时下发至不使用离港系统的载重平衡代理单位：

- ①新飞机引进；



- ②飞机重新称重；
- ③飞机拆除或加装设备等导致飞机重量变化；
- ④飞机客舱布局改装。

五、航空公司载重平衡手册及通告

航空公司载重平衡手册是指导本公司载重平衡人员或本公司载重平衡代理单位具体操作的文件。航空公司载重平衡手册由性能工程师和载重平衡管理人员根据航空器厂商提供的数据，按实际运行的情况编制。

航空公司载重平衡手册是实际工作中重要的参考文件，它包含对一线工作要求的流程、程序和数据等内容，确保载重平衡的工作按既定的流程，各工种协同作业。其中编制工作中比较重要的内容是评估本公司的运行能力，确定安全冗余。它包括确定重心包线的缩减，把审定包线按一定的比例缩减成运行包线，避免不易量化的风险；也包括确定旅客、行李标准平均重量，如民航局建议成人标准平均重量为 75 kg，航空公司也可以按实际运行情况，提高到 78 kg 甚至更高，以最大限度地避免旅客重量隐患。

某航空公司发布的载重平衡通告示例如图 1.44 所示。

配载业务通告/W&B ANNOUNCEMENT			
编号/NTD NO.	颁发日期/ISSUE DATE	生效日期/EFFECTIVE DATE	页码/PAGE NO.
[2021]011	2021/08/31	2021/08/31	1
标题 /SUBJECT	关于 B200 飞机临时限载的通知		
内容/CONTENTS			
各单位：			
<p>由于B200飞机从8月25日至9月3日 左短舱区域通气活门故障，根据MEL进行保留，要求进行相应的性能调整，调整如下：</p> <p>对于每个不工作的活门，在起飞，航路爬升，以及着陆，减小性能限制重量 1700 磅（771 公斤），并且一个吊舱区域通风活门在打开位置不工作时，预计燃油消耗会增加 0.15%。</p> <p>本通告自下发之日起正式生效。</p> <p>特此通知</p>			
编写/EDITED BY		审核/REVIEWED BY	签发/APPROVED BY
[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]
本通告发至 SENT TO	<input type="checkbox"/> 部领导/G. M.	<input type="checkbox"/> 生产支援部/PROD. ASST. DPT	<input type="checkbox"/> 北京配载/PEK W&B
	<input type="checkbox"/> 波音机队/BOEING	<input type="checkbox"/> 市场销售部/MKT DPT	<input type="checkbox"/> 西安配载/XIY W&B
	<input type="checkbox"/> 支线分部/D328	<input type="checkbox"/> 宁波分中心/NGB DSP	<input type="checkbox"/> 太原配载/TYN W&B
	<input type="checkbox"/> 全体飞行员/PILOTS	<input type="checkbox"/> 三亚分中心/SYX DSP	<input checked="" type="checkbox"/> 外站配载/OTHER W&B
	<input checked="" type="checkbox"/> 相关科室/RLTD O/C	<input type="checkbox"/> 广州分中心/CAN DSP	
	<input type="checkbox"/> 上网/INTERNET	<input type="checkbox"/> 长沙分中心/HHA DSP	
<input checked="" type="checkbox"/> 生产运行中心/POC	<input type="checkbox"/> 扬子江运行中心/YZ W&B		

图 1.44 某航空公司发布的载重平衡通告示例

本章小结

人类早期的飞行器虽然取得了成功，但无论是热气球、飞艇还是滑翔机都不能满足人们对于飞行器的需要，直到莱特兄弟发明的“飞行者一号”解决了基本的飞行难题。两次世界大战，进一步推动了飞机的发展，直到全系列多功能民航运输机的出现（第一节）。不同的航线需要不同的机型，现代飞机从单纯的飞机性能的追求，发展到干线飞机、支线飞机、公务机、全货机等适应市场的不同机型（第二节）。飞机的结构和系统在第二节进行了介绍。平流层内空气流动比较平稳，有利于飞机做稳定飞行。空气密度、空气温度、空气压力、空气的黏性将影响飞机的飞行。飞机的飞行环境和飞行原理在第三节进行了介绍。载重平衡操作的规章依据和规范要求在第四节进行了介绍。

重点难点回顾

1. 热气球的飞行原理、代表人物。
2. 扑翼机失败的原因。
3. 滑翔机解决的关键问题、代表人物。
4. 翻开人类航空史首页的事件。
5. 莱特兄弟发明的飞机成功地解决的问题。
6. 一战后飞机的改进，二战中飞机的重大变革。（难点）
7. 喷气式飞机和活塞式飞机的最大不同点。
8. 飞机的分类。（难点）
9. 波音公司干线飞机、空中客车公司干线飞机各自的特点和适合的航线。（难点）
10. 现代民航飞机的特征和要求。（难点）
11. 大气环境对飞机飞行的主要影响。
12. 飞机顺风起飞会带来什么问题？
13. 飞机主要操作系统和辅助操作系统有哪些？（难点）
14. 飞机升力的产生原理。（难点）
15. 影响飞机升力和阻力的因素。（难点）
16. 教材中列举的我国对载重平衡工作的要求有哪些文件？
17. 我国第一部有关航空器重量与平衡规定的咨询通告是什么？

讨论与研究

1. 讨论社会经济环境对飞机发明的推动。
2. 研究一战后、二战后的经济发展对民用航空运输的推动。
3. 民航客机与战斗机的要求主要有哪些不同，为何在战后时期出现民航客机的



需求？

4. 研究当时环境下波音 707 飞机的成功之道。
5. 研究英航对“协和”飞机运营的市场策略。
6. 调查世界上支线飞机、公务飞机的生产分布。
7. 分析我国的航空市场对公务机的需求情况。
8. 分析支线飞机在我国民航运营中的作用。
9. 分析全货机的特点，分析我国货运市场对全货机的需求。
10. 分析航空市场和飞机座位级的关系。（考虑干线、支线问题）
11. 结合我国航线情况，分析为什么波音 737 系列和 A320 系列拥有较大的市场份额。
12. 分析咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中对载重平衡控制的程序要求。

习题

1. 简述民航飞机发展的历史。
2. 二战中航空器设计和生产的重大变革有哪些？
3. 现代民航运输对飞机的性能要求是什么？
4. 简述大气环境对飞机飞行的主要影响。
5. 飞机顺风起飞会带来什么问题？
6. 飞机主要系统的功能是什么？
7. 飞机的主操纵舵面有哪些？
8. 起落架的主要作用是什么？
9. 座舱环境控制系统的主要功能是什么？
10. 飞机客舱设备主要有哪些？
11. 对流层内大气的特点是什么？
12. 飞机主要在哪些大气层内飞行？
13. 大气的三个主要参数是什么？
14. 什么是国际标准大气？
15. 华氏温度与摄氏温度的换算公式是什么？
16. 伯努利定理的主要内容是什么？
17. 分析飞机升力产生的原理。
18. 飞机飞行时的阻力主要有哪些？
19. 影响飞机升力阻力的主要因素有哪些？
20. 什么叫失速？
21. 请列举咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中建议的信息沟通中规范应答的类型。

第二章 飞机重量控制

本章提要

飞机的载重和平衡工作是航空运输生产的重要环节，本章重点介绍配载的工作流程、基本规定以及与飞机重量相关的术语和限制，并介绍飞机业载的计算等知识内容。



配载工作流程
与基本规定

第一节 载重平衡工作流程

飞机的重量与平衡控制是影响飞行安全和飞机性能极其重要的工作之一，是航空运输生产的一个重要环节。该项工作主要是根据飞机的有关性能数据和执行航线添加的燃油重量，以及客运和货运销售、待运情况等，准确计算飞机每次飞行的载运能力，并按照飞机客舱、货舱布局，合理地装卸货物、行李、邮件，安排旅客座位，从而使飞机重心在起飞、着陆和无燃油等情况下都符合安全要求，保持良好的平衡状态，保证飞行安全。

一名业务熟练的配载员，应可以根据不同机型的平衡要求，合理利用载量和舱位，既达到较高的载运比率，又满足该机型所要求的重心范围。这就要求配载员具有专业的技术和责任心，以零事故为目标，熟练、谨慎地对待每个步骤。

一、载重平衡相关部门之间的工作关系

载重平衡部门是民航运输的中枢部门，目前各大航空公司和机场为配合载重平衡部门的工作虽然在具体分工上有所差异，但是其工作的内容是大致相同的。航空公司精确计算飞机的限制条件、用油情况和载量，机场作为航空公司的地面服务代理公司，和航空公司的载重平衡部门一样，接收航空公司的签派指令，具体实施载重平衡控制。航空公司的载重平衡工作有本地配载和集中配载两种方式，集中配载需要当地机场提供辅助。载重平衡部门与以下部门密切配合，确保航空运输地面保障安全，确保载重



平衡数据的唯一性。

(1) 航空公司航务部门：为载重平衡部门提供飞机最大起飞重量的修正、机组的修正和航班油量数据。航务部门应确保提供的性能数据、油量数据准确有效。

(2) 航空公司机务部门：负责提供飞机的基础数据和静态数据，包括起飞、落地、无油重量限制、空重指数、客舱布局等。机务部门应确保提供的飞机基础数据、客货舱限制数据准确有效。

(3) 值机部门：在航班起飞前 25 min（或更早），通过电话或离港系统，向载重平衡部门提供实到旅客人数、舱位和行李重量数据。值机部门应确保提供的旅客和行李数据准备有效。

(4) 货运部门：按照载重平衡部门提供的预配吨位和舱位配置出港货物，并在航班起飞前 90 min（或更早）将本次航班配置情况通过电话或货运系统通报载重平衡部门。宽体机运输时，还应通报每个集装箱的型号/编号及装载量和装载种类等。货运部门应确保提供的装载物重量、种类及货舱装载数据准确有效。

(5) 装卸部门：严格按照装载通知单规定的舱位和重量准确装载。在整个装卸过程中派专人负责监控，并履行签字手续。装卸部门应确保严格按照装载通知单装载，并派专人负责监控。

(6) 机组：负责检查载重平衡部门提交的载重表和平衡图，确认飞机的重量和重心均在本次飞行的限制范围内，并签字认可。机组排班应确保提供的机组（置位）数据准确有效。执飞机组应确保对载重平衡舱单上的重量和重心数据进行检查确认。

(7) 地面代理：按照承运方要求履行职责，应确保将接收的文件准确传递到实际操作员工。

二、载重平衡的基本工作程序

民航局咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中，对运营人载重平衡工作要求作出了明确的规定。

(1) 航空器载重平衡控制的基本流程应包括航班预配、航班监控和结算、载重平衡舱单制作和交接、电报拍发等基本环节。航空公司通过运行手册，规定控制流程，并保证载重平衡控制在航空公司自行操作或使用代理时，质量控制和管理标准一致。

①航班预配工作。航空公司应基于当前的数据，符合相关限制要求，对航班进行业务载量预配和座位舱位预安排。预配时须考虑本次航班最大允许业载，根据各个航班的特点制订装载计划，对业务载量、行李箱位置及舱位留有必要的余量，同时也要便于安排临时紧急客货运输。预配工作应合理安排装载计划，防止超载，并对航班重心预先计算。

②航班监控和结算。在航班生成后，航空公司应根据预配的装载计划进行座位分配和货物装载，并对该航班办理值机的旅客人数、行李件数和重量及货物调整情况进行监控，以及了解航班油量的变化，发现影响航空器平衡时，及时调整。如遇大幅度调整时，应重新制订预配计划。

③在航班确定旅客、行李、货邮等的装载后，航班载重平衡舱单制作人根据结账后的数据情况，应在计划时间前汇总和计算航空器的重量和重心，及时处置不正常情况。

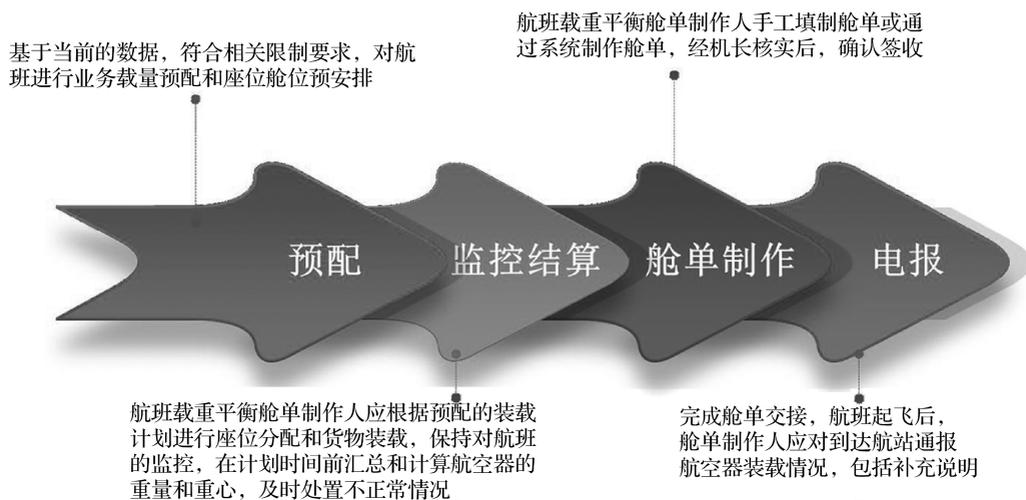
④载重平衡舱单制作和交接。航空公司应建立交叉检查流程，航班载重平衡舱单制作人在确保航空器重量和重心都在安全范围后，手工填制舱单或通过系统制作舱单，并经机长核实后，确认签收。

⑤电报拍发。在航班起飞后拍发载重电报。航空公司应留存相关单据备查。

(2) 航空公司无论是执行本地配载或集中配载的控制方式，或使用代理时，都要求指定专人现场配合，特别是监装监卸等重要岗位，要建立与载重平衡舱单制作人的联系机制，确保在载重平衡部门、离港站和驾驶舱机组间传送数据，并准确执行载重平衡操作任务，传达装载或卸载流程中出现的任何误差和/或偏差。

(3) 航空公司有责任制订质量控制措施，确保运行手册与实际工作做到“文实相符”，并按流程要求明确职责，做好相关工作。

航班重量与平衡控制的基本流程如图 2.1 所示。



各相关部门应深入理解重量和平衡的原理，遵守控制过程中的规则，分析和杜绝不安全因素

图 2.1 航班重量与平衡控制的基本流程

三、配载平衡的基本规定

(1) 预配的原则：“宁加勿拉”。要求在预配时，充分考虑各种临时需要，留足够的空余吨位。



(2) 预载的基本顺序：先旅客、行李，再邮件，后货物（先客后货，先急后缓）。

(3) 航空公司规定的旅客体重包括旅客的平均体重和旅客随身携带物品的重量，但体重的计算标准因航空公司不同有所差别，参照国内各大航空公司的标准，本教材示例和练习参照我国重量与平衡控制的规范性文件，约定的重量标准见表 2-1（单位：kg）。

表 2-1 本教材使用旅客重量 (单位：kg)

	国内	国际	专机	机组
成人	75	75	80	80
儿童	38	38	—	—
婴儿	10	10	—	—

其中，成人是指年满 12 周岁及其以上的人员，儿童是指年满 2 周岁至不满 12 周岁的人员，婴儿是指不满 2 周岁的人员。

(4) 实际业载的计算项目：实际业载的计算应包括旅客重量（含随身携带物品重量）、行李重量（不包括随身携带物品重量）、货物重量、邮件重量、集装设备重量和其他未含在基本重量中的重量。

(5) 配载工作的“三相符”：

一般认为，配载工作的“三相符”包括重量相符、单据相符和装载相符。实际航班运行过程中，由于分工的细化，需要多个部门共同确定这些项目相符，单一载重平衡岗位不能完全控制。“三相符”不能完全作为单一岗位的工作要求，但了解“三相符”的内容，对于实际工作仍有指导意义。

①重量相符。载重表、载重电报上的飞机基本信息与飞行任务书相符，载重表、载重电报上的各项重量与舱单相符，配载表、装机单、加拉货物单等工作单据上的重量与舱单、载重表相符。

②单据相符。装在业务文件袋内的各种运输票据与舱单相符。

③装载相符。出发、到达、过站的旅客人数与舱单、载重表相符；各种物件的装卸件数、重量与舱单、载重表相符；飞机上各个货舱的实际装载重量与载重表、平衡表相符。

(6) 随机业务文件。

随机业务文件是地面保障部门与机组交接的重要文件，它的内容包括：

- ①载重平衡图表（由载重平衡部门负责填制）；
- ②货邮舱单（由货运部门负责填制）；
- ③旅客舱单（由值机部门负责填制）；
- ④总申报表（由承运人之合法代表或机长负责填制）；
- ⑤装载通知单（由载重平衡部门和装卸部门负责填制）。

随机文件用业务袋统一封装，或通过 ACARS 或 EFB 等系统上传，在航班离站时间

前与机组进行交接。

四、配载平衡工作的沟通要求

按照载重平衡职责分工，航空公司和机场代理人要完善信息传递流程，确保流程接口清晰、内容完整，避免引起歧义，建立数据和信息传递的沟通方案。

航空公司和机场应制定程序保证载重平衡信息和相关业务文档在公司内部与载重平衡相关的多个部门、岗位，以及公司之外的相关代理单位间传递。

根据咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的要求，信息传递方式包括纸质文件、电子形式及口头交流等。传递方式应清晰明确，可以业务文档、标准流程、签名日志或对等的业务通告等形式，确保具体操作人理解和有效沟通。

沟通中要求使用标准用语，接口清晰。航空公司系统平台能集成数据，实现数据的顺利调用。在缺乏系统支持的特殊情况下，传真、电报等书面传递或标准应答的口头传递，也是载重平衡标准的沟通方式。

第二节 航班上重量的确定

航班上重量的确定是准确开展飞机重量与平衡控制的基础工作，每位配载员应准确了解本公司或代理公司对航班上各项重量的规定。民航局通过审批运行规范的方式，对运营人重量与平衡控制大纲予以批准。重量与平衡控制大纲的主要内容之一需指明本公司对航班上重量的统计要求，如旅客重量使用实际重量还是平均重量，平均重量是多少等基础数据。这些重量会编制在公司手册中，进入日常运行的系统中。本节内容将介绍航班上重量确定的方法，使初学者了解航空公司确定重量数据的背后逻辑和限制。

一、旅客和行李重量的确定

1. 确定旅客和行李重量的4种方法

确定航班上旅客和行李重量有4种方法，分别是标准平均重量、根据调查数据确定的平均重量、按座位数分级的平均重量和实际重量。其中，按实际重量统计的方法最接近真实，但在运行时有操作难度；使用平均重量是经常选用的方法，这种方法消除了很多潜在的误差源。

实际重量与平均重量之间可能存在一定差异，概率统计表明，样本规模越小（例如，客舱尺寸），样本的平均值与更大规模的样本平均值的偏差会越大。以上3种平均重量的方法中，其中根据调查数据确定的平均重量可能更符合航空公司具体的运行情况；



标准平均重量，相比根据调查数据确定的平均重量更简便和高效；按座位数分级的平均重量则比标准平均重量采用了更高的安全裕度。

根据我国载重平衡规范性文件的要求，只有大客舱航空器 [71 座（含）以上] 可以直接使用标准平均重量，中小客舱航空器有条件使用或不能使用这种简便高效的标准平均重量，而需要使用安全裕度更大的按座位数分级的平均重量或实际重量。

2. 标准平均重量

表 2-2 所示的旅客标准平均重量是《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）咨询通告中向 CCAR-121 部运行的航空公司的建议。其中，旅客标准平均重量含服装、手提行李和个人物品重量。

表 2-2 旅客标准平均重量（境内运行）

旅客	每位旅客平均重量/kg
成年旅客	75
儿童（满 2 周岁但不满 12 周岁）	38
婴儿（不满 2 周岁）	10

二、交运行李的标准平均重量

在一些特别的场景下，如登机口交运行李、机旁交运行李等，不能使用磅秤称重时，可使用规定的行李标准平均重量。我国重量与平衡控制规范性文件建议，航空公司对交运行李使用的标准平均重量为 14 kg。航空公司可以根据统计数据为其国内和国际航线分别制定不同的交运行李标准平均重量。

1. 重行李

重行李指重量大于 23 kg、小于 50 kg 的行李。航空公司可使用下列重量之一作为重行李的重量：

- ①27 kg 的标准平均重量；
- ②根据重行李调查结果获得的平均重量；
- ③重行李的实际重量。

2. 非常规行李

非常规行李是指不符合正常行李标准的行李，如高尔夫球袋、渔具包、轮椅、折叠婴儿车、盒装自行车等。对于非常规行李，航空公司可以使用实际重量或基于调查结果的平均重量或行李标准平均重量。

3. 大客舱航空器的机旁交运行李标准平均重量

每件机旁交运的手提行李计为 14 kg。如果航空公司有现行有效的调查数据支持

不同的机旁装载行李平均重量，则该航空公司可以申请批准使用 14 kg 以外的重量进行计算。

三、机组人员的标准平均重量

(1) 航空公司可以选择使用表 2-3 给出的标准机组人员重量，或者通过调查确定适合其运行的机组人员平均重量。

表 2-3 标准机组人员重量

机组人员	平均重量/kg	包括行李的平均重量/kg
飞行员	73	96
客舱乘务员	54	73
男客舱乘务员	71	90
女客舱乘务员	53	72
航空安全员	74	93
机组旅行箱	14	—
飞行包	9	—
客舱乘务员/安全员包	5	—

(2) 为简化运营管理，航空公司可根据其执行航线的机组人员比例和男女比例，制订包含行李的机组平均重量，原则上不低于机组成员每人 80 kg 的标准。

四、公司物品、货物和邮件的重量

(1) 公司物品和货物指飞机上载运的公司物品、航空器零件、货物等，航空公司应使用实际重量进行统计。

(2) 邮件。航空公司应该使用货邮舱单中提供的重量来进行计算。航空公司在使使用货邮舱单中的邮件发货量来计算重量时，必须建立程序确保所提供的重量得到验证。

五、特殊旅客群体和手提行李的标准平均重量

(1) 对于非标准重量群体（如运动员团队等）应该使用实际旅客重量，或者航空公司针对这类群体的平均重量。当此类群体仅占全部旅客载荷一部分时，可以使用实际重量，也可以使用为非标准重量群体建立的平均重量来计算这些特殊群体的重量。对于采用非标准重量的旅客，舱单上应做出标注，指明特殊群体的人数和类型。

(2) 特殊旅客群体花名册上标明的重量可用于确定实际旅客重量。

例如：某航班共 115 名成人旅客和 1 名儿童旅客，其中 18 人为篮球运动员团队，根据销售部门报备的旅客平均体重为 95 kg（含服装和装备），计算此航班上的旅客



重量。

解：根据公司手册规定，成人体重按每人 75 kg，儿童体重按每人 38 kg，特殊旅客群体采用报备数据，即

$$75 \text{ kg} \times (115-18) \text{ 人} + 38 \text{ kg} + 95 \text{ kg} \times 18 \text{ 人} = 7275 \text{ kg} + 38 \text{ kg} + 1710 \text{ kg} = 9023 \text{ kg}$$

以上计算需要按照航空公司手册规定的重量。航空公司通常会规定特殊人群的数量，如 5 人以上或其他，对于航班上的个别特殊旅客一般不做调整。

(3) 航空公司可使用每人手提行李 10 kg、个人物品 5 kg 的重量限额，或根据规则按每件行李 10 kg 计算重量。如果行李不是航空公司规定的范围，则必须使用实际重量进行统计。

(4) 对于男性或女性比例占优势且体重在正常值范围内的旅客群体，航空公司可按分段的标准平均重量进行计算。

(5) 对于军事团体，应由该团体提供每个团组成员手提行李或者个人物品的标准平均重量或实际重量。如果航空公司认为该团体提供的重量可能是被低估的，则航空公司应验证该重量与实际重量的符合性，并应对旅客和行李重量做出合理的较高估计和调整。

第三节 航班配载所需要的信息及术语和限制

飞机的最大业载是指飞机在某一具体航线上执行飞行任务时所能装载的客行货邮（旅客、行李、货物和邮件）业务载量的总和。飞机载重平衡的工作始终围绕着飞机的业务载量进行，与飞机最大业载相关的数据都具有特定的含义，对这些数据的正确理解直接关系到配载平衡工作的质量，否则将危害飞行安全。

一、载重平衡控制所需的信息

航空公司可通过文件或其他方式和流程，准确汇总并保持更新航空器载重平衡计算所需的信息，禁止航班在没有获得准确、完整的载重平衡信息的情况下制作舱单。

（一）航空器信息

(1) 航空器基本数据和信息，包括航空器重量数据和其他信息。航空器重量数据应包括运行空机重量（OEW）、最大起飞重量（MTOW）、最大着陆重量（MLW）、最大无油重量（MZFW）等，每个航空器的重量数据可能因每次航班运行情况的不同而变化。航空器其他信息包括航班服务准备、飞机最低设备清单/构型偏离清单（MEL/CDL）、计划机组、舱内计划装载情况、航材（EIC）装运等。

(2) 航空器限制数据和信息，如任何货舱限制、客舱内限制，任何其他影响航空

器载重的限制数据。

- (3) 航空器特殊装载要求，如地板承重、装载顺序要求等。
- (4) 航空器压舱物要求等。

(二) 装载数据和信息

(1) 旅客和客舱行李。由客运部门提供本次航班旅客人数和客舱行李重量，如航班载有儿童或特殊旅客，应提供相关要求和信息。

(2) 交运行李。由客运部门提供本次航班旅客交运的行李重量及其他行李重量。

(3) 货物和邮件。由货运部门提供本次航班配运的货物和邮件的重量、体积，以及货物和邮件装载要求等相关信息，如特种货物相关信息、危险物品装载信息等。

(4) 经停站信息。对包含经停站的航班，出发站应在航班落地前提供给经停站相关的过站信息，含经停站预卸下和装载的旅客和货物、邮件等情况。

(5) 燃油。本次航班加载的燃油信息，如航程耗油、备降燃油等的重量，特殊的燃油加注和分配等信息。



二、起飞重量、落地重量和无油重量

(一) 最大起飞重量

1. 概念

飞机的最大起飞重量 (Maximum Takeoff Weight, MTOW)，是指根据飞机结构强度和发动机的功率等因素规定的，飞机在开始起飞滑跑时全部重量的最大限额。

2. 限制条件

由飞机最大起飞重量的概念可知，以下两方面条件，直接限制了飞机的最大起飞全重。

1) 飞机发动机功率

飞机发动机的功率须提供足够的动力，飞机才能产生足够的升力。因此飞机所选用的发动机的功率，直接限制了该型飞机的最大起飞重量。

2) 飞机结构强度

由于升力和重力使飞机各部分受力，并产生力矩，飞机的结构要坚固到足以能承受这些力。因此，即使有高功率的发动机，该型飞机的结构强度也是限制飞机最大起飞重量的重要因素。

3. 最大允许起飞重量及其主要影响因素

飞机最大起飞重量是飞机生产厂商在标准条件下测定的数据，在每次飞行时，须根据具体的运行条件，按规定对最大起飞重量进行修正，修正后的最大允许起飞重量

配载工作中的重要
数据——最大起飞重量



才是每个航班在配载平衡中可以使用的最大起飞重量。它是飞机的重量限制之一。最大允许起飞重量的主要影响因素如下。

1) 机场标高、场温、场压

① 机场标高高，空气稀薄，飞机发动机功率发挥受影响，这样直接影响飞机升力。机场标高和最大允许起飞重量呈反比关系。机场气温高，空气密度下降，机场气温和最大允许起飞重量也呈反比关系。如果机场当日场压高于或低于标准场压，则最大允许起飞重量也应相应进行增加或减少的修正，场压与最大允许起飞重量呈正比关系。

通常在夏季的高原机场常出现高温、低压的不利环境，需减载来配合飞行的安全要求。

2) 风向、风速

① 飞机逆风起飞就会比顺风起飞容易得多。在逆风起飞时，相对风的速度是迎头吹来的风速与飞机向前滑跑速度之和，这样飞机能更快达到起飞所需要的速度，产生足够大的升力，所需滑跑距离更短。而在顺风起飞时则相反，飞机空速为飞行速度和空气速度之差，这样飞机就需要较多的加速滑跑，所以滑跑距离较长。应该指出的是，这并不意味着逆风越大越好，因为太大就会给飞行员操纵飞机带来困难。

3) 机场净空条件和要求的航线高度

① 机场净空条件指机场附近有无高山、高楼，以保证飞机在单发停车后，不但能顺利起飞，而且能顺利绕场飞行，返场着陆。

机场净空条件不好，飞机需以较大爬升梯度起飞，则要求更大的升力支持，或限制飞机的起飞重量。

4) 跑道质量、长度和坡高

① 机场跑道要求坚硬、光滑，有排水、导航能力，能承受飞机起降时巨大的压力。

5) 襟翼放下位置

① 襟翼是飞机重要的增升装置，在飞机起飞、降落时放下。襟翼放下能增加翼面面积，增加翼面弯度，从而增加升力。因此，襟翼放下的角度，也影响飞机升力。襟翼放下角度与飞机的最大起飞全重修正呈正比关系。

6) 航路上单发超越障碍物的能力

① 单发超越障碍物的能力和飞机发动机的功率有直接关系。

7) 中断起飞时轮胎的线速度和刹车热容量

① 飞机刹车靠轮子中动片、静片摩擦制动，飞机起飞重量大，飞机惯性大，刹车所需的摩擦力增大，因此产生的热量大，轮子受热老化加快。为保证安全，必须根据该机型刹车热容量的大小，限制飞机的最大起飞重量。当飞机轮胎线速度增大时，轮胎的负荷强度也增大，轮胎易老化破裂。

8) 其他

对飞机最大起飞重量值进行修正时，须考虑机场当日场温、场压、风向、风速，飞机爬升梯度、襟翼放下角度等。这项工作通常由航空公司飞机性能工程师负责。在计算机配载平衡中，配载员应注意以上参数的输入，由计算机后台处理。教材以下提到的最大起飞重量均设定为修正后的数字。

4. 飞机实际起飞重量

飞机实际起飞重量包括飞机基本重量、起飞油量与业载。

在任何情况下，飞机实际起飞重量不能超过飞机最大起飞重量。

5. 最大滑行重量

飞机最大滑行重量 (Maximum Taxi Weight, MTW/MTXW) 或最大停机坪重量 (Maximum Ramp Weight, MRW) 指飞机开始起飞滑行前全部重量的最大限额或停机坪允许的最大重量。与飞机的最大起飞重量相比，最大滑行重量增加了滑行油量。

滑行油量包括滑跑用油和地面开车用油的重量，供飞机在起飞前的地面滑行消耗，



但在多加燃油后，飞机的全部重量不得超过飞机的最大滑行重量。由于飞机在停放和滑行时仍在地面，不必考虑机场环境条件变化对飞行能力的影响。

（二）最大落地重量

1. 概念

飞机的最大落地重量（Maximum Landing Weight, MLW/MLDW），也称最大着陆重量，是根据飞机的起落架设备和机体结构所能承受的冲击载荷而规定的，是飞机在着陆时全部重量的最大限额，是飞机的重量限制之一。



配载工作中的重要数据——最大落地重量

2. 影响因素

和飞机最大起飞重量一样，飞机最大落地重量是飞机生产厂商在标准条件下测定的数据，通常是在飞机以 600 ft/min 的下降率接地时飞机不出现损坏的情况下测得的。此数据受到具体的机场环境等以下因素的制约：

- （1）起落架强度
- （2）机体结构
- （3）机场条件
- （4）进近爬升梯度和接地速度。

① 机场条件：机场标高、气温
 风向、风速
 机场跑道质量
 机场净空条件
 机场导航条件

3. 飞机实际落地重量

实际落地重量包括飞机基本重量、业载和备用油量。正常情况下，实际落地重量不允许超过飞机最大落地重量。飞机重着陆，会使飞机结构受损，危险极大。

（三）最大无油重量

1. 概念

飞机的最大无油重量（Maximum Zero Fuel Weight, MZFW），也称最大零油重量，是根据机翼的结构强度而规定的、除燃油以外所允许的最大飞机重量，是飞机的重量限制之一。如图 2.2 所示。



配载工作中的重要数据——最大无油重量

2. 限制原因

飞机的最大无油重量，是因为机翼的结构强度而限制的。因为飞机飞行时所需的燃油主要是装在两翼内，燃油的重量抵消了一部分升力，如图 2.2 所示。在燃油逐渐减少乃至耗尽的情况下，作用于机翼的升力没有改变，机翼向上的弯曲扭力会不断增大。为了保证飞机在无油的极端状态下，机翼不受损坏，许多机型都规定了最大无油重量的限制。

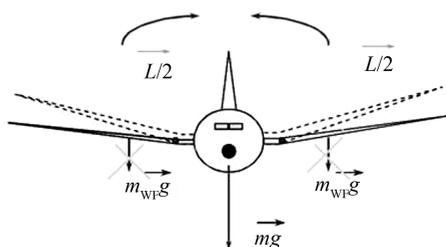


图 2.2 飞机无油重量分析

3. 实际无油重量

实际无油重量包括飞机基本重量和业载。飞机的实际无油重量，不得超过该机型飞机规定的最大无油重量。

三、基本重量

(一) 飞机基本重量

1. 概念

飞机基本重量 (Basic Weight, BW)，也称操作空重或使用空重，是指除业务载重量和燃油以外，已完全做好飞行准备的飞机重量。

2. 组成

(1) 空机重量：指飞机本身的结构重量、动力装置、固定设备重量、油箱内不能利用或放出的燃油重量、润滑油重量及散热器中的液体重量等的总和。

(2) 附加设备重量。

(3) 标准机组及其携带物品重量。

(4) 服务设备及供应品重量。

(5) 其他非商务载重量（如航材、公司内部文件、资料等）。

3. 修正后的基本重量

修正后的基本重量 (Dry Operating Weight, DOW) 是飞机用于特定类型运营的总重量，不包括所有可用燃料和业载，是飞机在起飞重量的基础上扣除起飞燃油和业载后的重量，是飞机处于可运行状态下的最小重量。它也称修正后的运行空机重或修正后的使用空重，部分航空公司直译为干操作重量。在标准的基本重量基础上，每次航班将根据实际飞行任务的需求不同，对实际机组、食品、航材、附加设备等项目进行修正。修正后的基本重量才是每次航班计算业载的依据。



配载工作中的重要
数据——基本重量



4. 操作重量

操作重量（Operating Weight）包括修正后的基本重量（DOW）和起飞油量（TOF）。

（二）航班运行重量及术语

由于术语的来源不同，它们在特定文件中有不同的缩写和含义。以下术语来自飞机厂商的手册和我国民航咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的规定等文件。

1. 飞机制造空重

飞机制造空重（Manufacturer's Empty Weight, MEW）指飞机在生产线上制造完成时，飞机自身结构重量、动力装置以及必需的设备和系统的重量的总和，是真正意义上的空机重量。如波音公司规定的飞机制造空重主要包括：机身、动力装置、系统、封闭系统的流体（液压）、座椅、安全带、应急设备、灭火器等重量。

它不包括：厨房结构、烤箱等，逃生滑梯、救生筏、救生衣、便携式氧玻璃瓶，液体如滑油、残留燃油、饮用水等的重量。

2. 标准空机重量

标准空机重量（Standard Empty Weight, SEW）指在飞机制造空重的基础上，计入了永久性的压舱物、不可用燃油、发动机滑油、发动机冷却液、液压用液等的重量。

3. 基本空机重量

基本空机重量（Basic Empty Weight, BEW）指飞机在标准空机重量上加上任何可选用的机载设备或部件的重量。标准项目（Standard Items, SI）可能包括但不限于：不可用燃油、滑油和发动机喷射液；不可用的饮用水和洗涤水；急救包，如手电筒、麦克风等；应急氧气设备；厨房/酒吧结构，烤箱等；其他所需电子设备。

$$BEW = MEW + SI$$

4. 运行空机重量

运行空机重量（Operational Empty Weight, OEW）由基本空重加上可运行项目的重量组成。一些航空公司称之为“干运行重量”或“基本运行重量”。这是每日使用的重量，基本等同于修正后的基本重量（DOW），只是定义的方法有所不同，是确定当天航班起飞重量的基础。

$$OEW = BEW + OI$$

5. 运行项目

运行项目（Operational Items, OI）指执行特定运行所必需的，但未包含在基本空重之中的人员、设备和给养。在不同机型上这些项目可能是不同的，包括但不限于以

下项目：

- (1) 机组人员、非机组乘员及其行李；
- (2) 手册和导航设备；
- (3) 用于旅客服务的物品，包括枕头、毛毯和杂志；
- (4) 供客舱、厨房、酒吧使用的可移动设备；
- (5) 包括酒类在内的食物和饮料；
- (6) 可用液体，但不包括可利用载荷中的液体；
- (7) 用于所有飞行的必需应急设备；
- (8) 救生筏、救生衣和应急发报机；
- (9) 航空器上的集装设备；
- (10) 饮用水；
- (11) 可放出的不可用燃油；
- (12) 通常放在航空器上又不作为货物计算的备用件；
- (13) 航空公司视为标准配置的所有其他设备。

飞机重量的关系如图 2.3 所示。

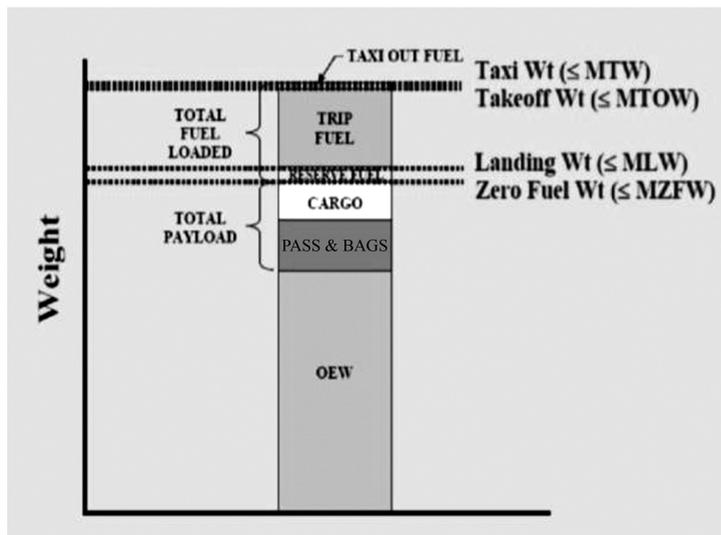


图 2.3 飞机重量的关系

四、燃油重量

(一) 燃油规定

燃油是航空公司执行飞行任务的基础保障，是目前航空公司运营的最大成本，每个航班的油量由航空公司运行控制



配载工作中的重要数据——燃油重量



部门计算而成，载重平衡员应了解关于燃油的规定。国际上 ICAO、EASA 等组织也公布了关于燃油的要求，各国民航管理部门对在本国运营的航空公司也规定了相关的燃油要求。在我国运营的航空公司，不分国内、国际航班，航空公司航班燃油携带量须遵守 CCAR-121 部关于燃油的规定要求，如图 2.4 所示。

《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》（CCAR-121-R8）文件中的相关规定有：CCAR-121.657 条关于燃油量的要求，CCAR-121.659 条关于特定情况的燃油要求，CCAR-121.663 条关于计算所需燃油应考虑的因素。

第 121.657 条 燃油量要求

(a) 飞机必须携带足够的可用燃油以安全地完成计划的飞行并从计划的飞行中备降。

(b) 飞行前对所需可用燃油的计算必须包括：

(1) 滑行燃油：考虑到起飞机场的当地条件和辅助动力装置（APU）的燃油消耗，起飞前预计消耗的燃油量。

(2) 航程燃油：考虑到 121.663 条的运行条件，允许飞机从起飞机场或从重新签派或放行点飞到目的地机场着陆所需的燃油量。

(3) 不可预期燃油：为补偿不可预见因素所需的燃油量。根据航程燃油方案使用的燃油消耗率计算，它占计划航程燃油 10% 的所需燃油，但在任何情况下不得低于以等待速度在目的地机场上空 450 米（1500 英尺）高度上在标准条件下飞行 15 分钟所需的燃油量。

(4) 备降燃油：飞机有所需的燃油以便能够：(i) 在目的地机场复飞；(ii) 爬升到预定的巡航高度；(iii) 沿预定航路飞行；(iv) 下降到开始预期进近的一个点；(v) 在放行单列出的目的地的最远备降机场进近并着陆。

(5) 最后储备燃油：指使用到达目的地备降机场，或者不需要目的地备降机场时，到达目的地机场的预计着陆重量计算得出的燃油量，对于涡轮发动机飞机，以等待速度在机场上空 450 米（1500 英尺）高度上在标准条件下飞行 30 分钟所需的油量。

(6) 酌情携带的燃油：合格证持有人决定携带的附加燃油。

(c) 合格证持有人应按照四舍五入方式为其机队每种型别飞机和衍生型确定一个最后储备燃油值。

(d) 除非机上可使用的燃油按照要求符合本条 (b) 款的要求，否则不得开始飞行；除非机上可使用的燃油按照要求符合本条 (b) 款除滑行燃油以外的要求，否则不得从飞行中重新签派点继续飞往目的地机场。

.....		
DEST ZBAD	014174	0226
CONT FUEL MIN	001171	0015
ALTN ZBTJ	002931	0028
FINL RESV	002600	0030
ADDN FUEL	000000	0000
DISC FUEL	002624	0027
TKOF FUEL	023500	0406
TAXI OUTF	000500	0020
LOAD FUEL	024000	0426
CONT FUEL IS CNFMD IN ANY CASE NOT LESS THAN 15MIN HLD FUEL		
AT DEST 15 MIN HLD FUEL AT DEST IS 1171 KG		
.....		

图 2.4 某典型航班飞行计划中的油量

第 121.659 条 特定情况燃油要求

(a) 特定情况下目的地备降机场燃油的计算：

(1) 当不需要有目的地备降机场时，所需油量能够使飞机在目的地机场上空 450 米（1500 英尺）高度上在标准条件下飞行 15 分钟。

(2) 预定着陆机场是一个孤立机场（无可用备降机场的特定目的地机场）：

(i) 能够以正常燃油消耗率在目的地机场上空飞行 2 小时的所需油量，包括最后储备燃油。

(ii) 当按照本规则第 641 条 (a) 款第 (2) 项或第 642 条 (b) 款放行飞机前往孤立机场（无可用备降机场的特定目的地机场）时，需满足以下条件：

(1) 在飞机与运行控制中心之间建立了独立可靠的语音通信系统进行全程监控；

(2) 必须为每次飞行至少确定一个航路备降机场和与之对应的航线临界点；

(3) 除非气象条件、交通和其他运行条件表明在预计使用时间内可以安全着陆，否则飞往无可用备降机场的特定目的地机场的飞行不得继续飞过航线临界点。

(b) 对于涡轮螺旋桨发动机飞机的国际定期载客运行或者包括有至少一个国外机场的补充运行，不可预期燃油不得低于以正常巡航消耗率飞往本规则第 657 条 (b) 款第 (2)、(4) 项规定的机场所需总时间的 15% 所需的油量，或者以正常巡航消耗率飞行 60 分钟油量，两者当中取其中较短的飞行时间。

(c) 如果根据本规则 121.657 条计算的最低燃油不足以完成下列飞行，则应要求额外燃油：



(1) 假定在航路最困难临界点发动机发生失效或丧失增压需要更多燃油的情况下，允许飞机在必要时下降并飞行到某一备降机场；

- (i) 以等待速度在该机场上空 450 m (1500 ft) 高度上在标准条件下飞行 15 min；
- (ii) 在该机场进近并着陆。

(2) 延程运行 (EDTO) 的飞机应当遵守经批准的延程运行临界燃油方案。

(3) 满足上述未包含的其他规定。

第 121.663 条 计算所需燃油应当考虑的因素

(a) 携带的可用燃油量必须至少基于下列数据：

- (1) 如果有的话，从燃油消耗监测系统获得的特定飞机的目前数据；
- (2) 如果没有特定飞机的目前数据，则采用飞机制造商提供的数据。

(b) 计算燃油量须考虑计划飞行的运行条件，包括：

- (1) 风和其他天气条件预报；
- (2) 飞机的预计重量；
- (3) 航行通告；
- (4) 气象实况报告或气象实况报告、预报两者的组合；
- (5) 空中交通服务程序、限制及预期的延误；
- (6) 延迟维修项目和/或构型偏离的影响；
- (7) 空中释压和航路上一台发动机失效的情况；
- (8) 可能延误飞机着陆的任何其他情况。

(c) 尽管有本规则第 121.657 条和第 121.659 条的规定，若安全风险评估结果表明合格证持有人能够保持同等的安全水平，局方仍可以颁发运行规范批准合格证持有人使用不同的燃油政策。

(d) 本条中的所需燃油是指不可用燃油之外的燃油。

(二) 载重平衡舱单中的燃油

载重平衡舱单的使用对象是配载员，舱单中使用的燃油术语与我国《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121-R8) 中的不同，典型舱单中的术语见图 2.5 和图 2.6。

BASIC WEIGHT			Take-off Weight and Allowed Traffic Load Check														
Adjustments	Crew	±				MAXIMUM WEIGHTS FOR ZERO FUEL			TAKE-OFF			LANDING					
	Pantry	±				Take-off Fuel			Trip Fuel								
DRY OPERATING WEIGHT						ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF (lowest of a, b, or c)			a			b			c		
Take-off Fuel (RAMP FUEL MINUS TAXI FUEL)			+			Operating Weight			-								
OPERATING WEIGHT			=			ALLOWED TRAFFIC LOAD			=								

图 2.5 载重平衡舱单中的油量术语 (1)

BASIC WEIGHT				ZERO FUEL	TAKE-OFF	LANDING
Crew	±					
Pantry	±					
	±					
MAXIMUM WEIGHT FOR						
Take-off Fuel	①	+				
ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF		(Lowest of a, b or c)		a	b	c
Take-off Fuel	①	+				
OPERATING WEIGHT						
ALLOWED TRAFIC LOAD						

图 2.6 载重平衡舱单中的油量术语 (2)

(1) 起飞油量 (Takeoff Fuel, TOF): 航班起飞时携带的全部燃油, 不包括地面开车和滑行用油 (滑行燃油)。

(2) 航段耗油 (Trip Fuel, TIF): 指飞机由起飞站到降落站空中飞行所需消耗的油量。

(3) 滑行燃油 (Taxi Fuel): (可选项, 当航空公司进行包线缩减时考虑了滑行燃油, 滑行燃油不出现在舱单, 见图 2.6) 指起飞前预计消耗的燃油量, 如地面开车和滑行用油。

(三) 业载与起飞油量关系

1. 短程航线

飞行时间少, 起飞油量数值较小, 其业载一般情况下都可以达到设计的最大值, 因起飞油量少, 所以飞机的实际起飞重量也能更多地小于最大起飞重量。如果在原来业载基础上要加货, 那么相应的起飞油量也会增大。货多油多, 货少油少。

如果有特殊情况, 例如始发站机场和目的站机场跑道长度较短, 签派员则需要根据飞机飞行性能, 通过电脑模拟计算出此次航班的最大业载值, 飞机着陆后在有限的跑道距离内有效安全减速并在接近跑道末端时适时刹车到位停止缓冲。

注意: 短程航线起飞油量 (TOF) 的数值远大于航段耗油 (TIF) 的情况并不常见, 原因则可能因为始发机场油价便宜或者因为下个航程只是经停, 为省油费或者节省下站停车场时间而选择始发时加多油。但无论如何, 飞机实际着陆重量必须小于最大着陆重量 (MLW)。

2. 远程航线

起飞油量 (TOF) 一般数值较大, 受飞机最大起飞重量的限制, 飞机的实际无油重量和业载就不得不减少。远程航线的业载一般情况下偏小, 签派员在飞机计划中计算出本次航班的实际最大业载。对于远程航线而言, 油多货少。

注意: 如果签派更新了飞行计划, 同一个航班, 第二份飞机计划的油量少了但业载却增大, 则可能是以下几种情况造成的:



- (1) 更新了航路点，选择了更短的飞行线路。
- (2) 二次放行。
- (3) 选择了距离目的站机场更近的适用备降机场。
- (4) 新飞行计划目的：少加油多装货。

(四) 燃油的作用

飞机携带的燃油是为供发动机燃烧，产生推力的能源。除此之外，它还有以下作用：

1. 平衡飞机

飞机的油箱一般分为主油箱、副油箱和中央油箱。由于飞机的翼展较大，机翼内的燃油可以加强飞机的横侧平衡能力。当航线上有较强气流时，通过不同的加油方式，接近翼尖部位的油箱多加燃油可以加强飞机的平稳程度。一些机型不同的燃油加注方式，对燃油指数的修正有差异，要特别注意查阅手册。

2. 保护机翼不受损坏

(参照无油重量的规定原因。)

3. 减少飞行成本

飞机从燃油价格较低的航站起飞时，如果剩余业载较多，则可以额外多加一部分燃油，以减少飞机回程时在燃油价格较高的航站的加油量，节约飞行成本。可装载的业载量对飞机携带油量的多少有直接的影响。正确合理地计算飞机的起飞油量，可以更好地利用飞机的最大业载，保证安全，提高效益。

五、飞机重量等式列表总结

为快速理解各术语之间的关系，可根据下列等式加强了解。

(1) 修正后的基本重量 = 飞机基本重量 + 修正的机组人员重量、附加设备重量、服务设备及供应品重量 + 其他非商务载重量

(2) 操作重量 = 修正后的基本重量 + 起飞油量

(3) 滑行重量 = 起飞重量 + 滑行油量

(4) 起飞重量 = 修正后的基本重量 + 实际业载 + 起飞油量

(5) 总油量 = 起飞油量 + 滑行油量 或 总油量 = 航班耗油 + 所有备用油量 + 滑行油量

(6) 着陆重量 = 起飞重量 - 航段耗油

(7) 无油重量 = 修正后的基本重量 + 实际业载

为确保飞机在运行的各个阶段都满足重量的限制条件，航空公司根据飞机的性能限制和结构限制，确定其中的最小重量作为飞机的运行限制，本章内容中的最大值指飞机运行限制的最大值，是载重平衡工作中计算飞机重量的基础数据。

结构限制指根据飞机的结构强度而限制的最大值；性能限制指飞机在各种运行环

境下，如高温高原机场起降、短跑道起降、高大障碍物、积水积冰等情况下飞机能力变化的限制。载重平衡工作人员使用的飞机最大重量是通过航空公司签派员的计算和比较，选择限制最多的最小重量作为飞机的运行限制最大重量。载重平衡工作人员需要学习和了解这些限制，在特殊运行条件下主动对比和使用航空公司允许的重量值。



飞机最大业载的计算

第四节 飞机最大业载的计算

飞机的最大业载（Allowed Traffic Load）是指执行任务的飞机可以装载的客行货邮的总和。飞机的型号不同，飞行的航线不同，其最大可用业载就不同，这是因为飞机的最大可用业载与飞机的基本重量，飞机起飞、落地、无油状态下的限制和起飞油量等有密切的关系。准确计算飞机的最大业载能确保飞行安全，避免超载飞行，能充分利用飞机的装载能力，提高运输经济效益。

下面我们来学习计算飞机最大业载的公式。

一、计算最大业载的公式

公式（1） 根据飞机的最大起飞重量计算最大业载。飞机起飞时的全部重量由飞机修正后的基本重量、起飞油量和业载构成。因此：

$$\text{最大起飞重量} = \text{修正后的基本重量} + \text{起飞油量} + \text{业载重量}$$

由此可推，公式（1）：

$$\text{最大业载} = \text{最大起飞重量} - \text{修正后的基本重量} - \text{起飞油量}$$

说明：公式（1）的结论是最大业载的限制之一，即飞机的业载、飞机修正后的基本重量、起飞油量之和不可超过飞机的最大起飞重量。

公式（2） 根据飞机的最大落地重量计算最大业载。飞机着陆时的全部重量由飞机修正后的基本重量、备用油量和业载构成。因此：

$$\text{飞机的最大落地重量} = \text{修正后的基本重量} + \text{备用油量} + \text{业载}$$

由此可推，公式（2）：

$$\text{最大业载} = \text{最大落地重量} - \text{修正后的基本重量} - \text{备用油量}$$

说明：公式（2）的结论是最大业载的限制之一，即飞机的业载、飞机修正后的基本重量、备用油量之和不得超过飞机的最大落地重量。

公式（3） 根据飞机的最大无油重量计算最大业载。飞机的无油重量由飞机修正



后的基本重量和业务载重量组成。因此：

$$\text{飞机的最大无油重量} = \text{修正后的基本重量} + \text{业载}$$

由此可推，公式（3）：

$$\text{最大业载} = \text{最大无油重量} - \text{修正后的基本重量}$$

说明：公式（3）的结论也是最大业载的限制之一，即飞机的业载与飞机修正后的基本重量之和不得超过飞机的最大无油重量。

二、最大业载的取值

1. 三个公式

$$\text{最大业载} = \text{最大起飞重量} - \text{修正后的基本重量} - \text{起飞油量}$$

$$\text{最大业载} = \text{最大落地重量} - \text{修正后的基本重量} - \text{备用油量}$$

$$\text{最大业载} = \text{最大无油重量} - \text{修正后的基本重量}$$



航线可用业载的
预配与结算

飞机的起飞重量、落地重量和无油重量代表飞机三个典型状态的重量，这三个公式是对最大业载在三种状态下的限制，所以计算出的最大业载数值也不相同，应采用其中的最小数值作为本次飞行的最大业务载重量。只有这样才能保证飞机在起飞、落地和无油等状态下都不超过飞机的限制重量。

注意：三个公式中的三种全重为飞机的三个最大值。公式中必须采用飞机修正后的基本重量。公式中的油量与备用油量为同一航段的用油情况。

2. 举例

2022年12月31日，A320-200飞机，注册号为B-2335，座位布局为F8Y150，修正后的基本重量为43135 kg，标准机组为3/5，最大起飞重量（MTOW）77000 kg，最大落地重量（MLW）64500 kg，最大无油重量（MZFW）61000 kg。飞机执行MU5345航班（SHA—SZX），起飞油量8500 kg，耗油4600 kg，求飞机的最大业载。

$$\text{最大业载 (1)} = 77000 - 43135 - 8500 = 25365 \text{ (kg)}$$

$$\text{最大业载 (2)} = 64500 - 43135 - (8500 - 4600) = 17465 \text{ (kg)}$$

$$\text{最大业载 (3)} = 61000 - 43135 = 17865 \text{ (kg)}$$

比较上述结果取最低者，因此本架次航班最大业载量为17465 kg。

三、载重表中最大业载的计算

在载重表里，飞机制造厂家为防止计算错误，根据业载的计算原理，设计了计算表引导配载员进行最大业载的计算。载重表业载计算部分如图2.7所示。

BASIC WEIGHT		Take-off Weight and Allowed Traffic Load Check																
Adjustments	Crew	±				MAXIMUM WEIGHTS FOR			ZERO FUEL			TAKE-OFF			LANDING			
	Pantry	±				Take-off Fuel			+	Trip Fuel			+					
DRY OPERATING WEIGHT						ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF (lowest of a, b, or c)			=	a			b			c		
Take-off Fuel (RAMP FUEL MINUS TAXI FUEL)		+				Operating Weight			⊖									
OPERATING WEIGHT		=				ALLOWED TRAFFIC LOAD			=									

图 2.7 载重表（业载计算部分）

四、飞机的实际业载重量

飞机的实际业载重量（Payload/Traffic Load）简称业载，也称为商务载量或商载，是指实际配装上飞机的旅客、行李、邮件、货物重量的总和，在执行航班任务时，可能出现以下三种状态：

实际业载 = 最大业载（称为满载）

实际业载 < 最大业载（称为空载、次载）

实际业载 > 最大业载（称为超载）

理论上讲满载的经济效益最好，所以预配工作以飞机满载为标准。但是在实际运行中考虑可能出现不可预知的隐载情况，我国航空公司通常分机型使用最大业载减 300 kg 或 500 kg 的重量作为实际业载最大值的限制。

五、固定负载

固定负载（Dead Load），也称静负载或死重量，指航空器运载货物、邮件、行李和集装设备等重量总和，通常指除旅客重量外的业务载重量。此重量的重心可用以检验前三点式飞机货舱装载是否超出重心后极限，是否应加用尾撑杆或其他保护。对于固定负载重心超限的飞机，添加尾撑杆或机鼻系留绳等设备可以防止飞机在装载过程中出现飞机失衡坐尾事件（见图 2.8）。



图 2.8 飞机失衡坐尾事件



本章小结

飞机载重平衡部门是民航运输最重要的核心部门之一，必须清楚了解配载部门的工作流程与其他部门之间的关联性 & 工作规定（第一节）。与飞机最大业载相关的数据都具有特定的含义，对这些数据的正确理解直接关系到配载平衡工作的质量，甚至关系到飞行安全（第二节和第三节）。利用这些数据可以求算飞机的最大业载（第四节）。

重点难点回顾

1. 飞机载重平衡部门的工作流程及规定。（重点）
2. 飞机的基本重量。
3. 最大业载的计算。

讨论与研究

1. 配载中，如何最大限度地利用货运吨位？
2. 某航线近程、远程运输效益分析。

习题

1. 飞机为什么要逆风起飞？
2. 机场的净空条件是怎么规定的？
3. 机场的标高气温和允许起飞全重有什么关系？
4. 飞机起飞降落对机场的跑道有什么要求？
5. 飞机的刹车热容量与允许起飞全重有何关系？
6. 飞机放下襟翼有什么作用？
7. 为什么要规定飞机的无油重量？
8. 基本重量中哪些是可变重量？
9. 什么是操作重量？
10. 计算飞机最大业载的三个公式是什么？
11. 什么是飞机的最大允许起飞重量？

第三章 飞机平衡控制

本章提要

确保飞行安全的要求和条件是多方面的，重要的一点就是要保证飞机平衡。飞机的重心必须控制在安全的范围内，保证飞机飞行具有良好的操作性和稳定性。本章将着重介绍飞机的重心、重心计算的方法，以及飞机的平衡、稳定性和操纵性。

第一节 飞机重心与重心位置的表示



飞机重心与重心位置的表示

一、飞机重心

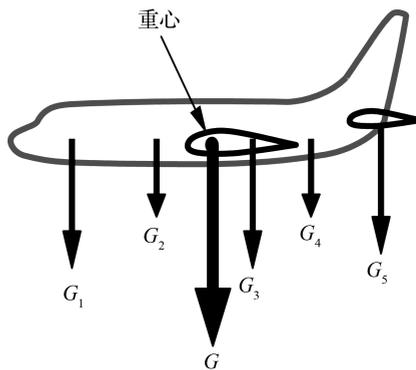
1. 飞机的重心

重力是地球对物体的吸引力，飞机的各部件（机身、机翼、尾翼、发动机等）、燃油、货物、旅客等都要受到重力的作用，飞机各部分重力的合力，叫作飞机的重力，用 G 表示。重力的着力点，叫作飞机的重心（见图 3.1）。重心所处的位置叫作重心位置。飞机在空中的转动，是绕飞机的重心进行的。因此，确定飞机重心位置是十分重要的。

2. 重心位置的表示

重心的位置用平均空气动力弦百分比表示，也可以用平衡力臂（Balance Arm, BA）表示。

$$\% \text{MAC} = \frac{x}{b_A} \times 100\%$$



飞机各部分重力的合力叫飞机的重力

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + \dots$$

图 3.1 飞机重心



MAC 是平均空气动力弦，其中 b_A 指平均空气动力弦长度， x 是重心投影点与平均空气动力弦前缘之间的距离。

平衡力臂（BA）指重心到飞机平衡基准点的距离，小型飞机通常使用 BA 表示重心位置。典型的基准位置常选择机头、发动机防火墙、机翼前缘等。

飞机平均空气动力弦（Mean Aerodynamic Chord, MAC），如图 3.2 所示，是飞机上的特定弦线。小型飞机重心的 BA 值也可以换算成 %MAC 值，BA 和 %MAC 的换算如图 3.3 所示。

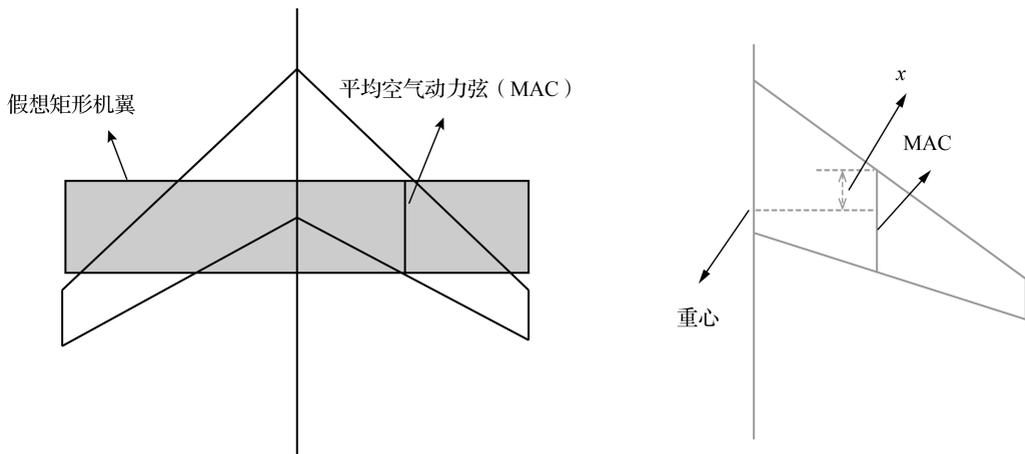


图 3.2 飞机平均空气动力弦

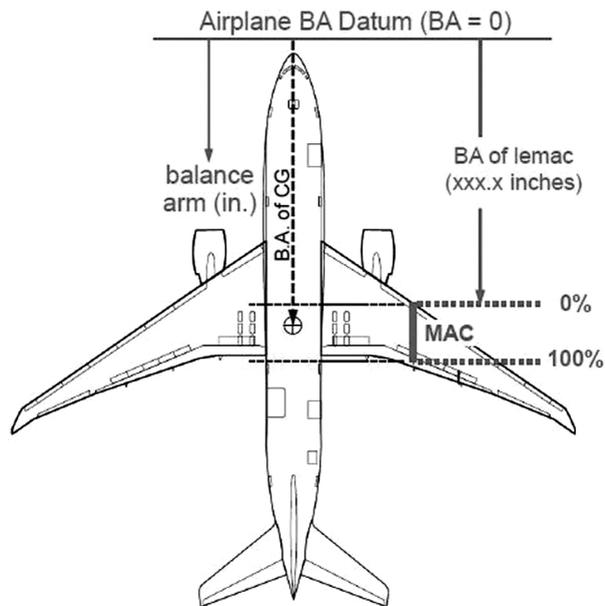


图 3.3 BA 和 %MAC 的换算

例如：某架飞机的平均空气动力弦长度为 6.91642 m，重心在该弦上的投影点距平均空气动力弦前缘 1.647 m，飞机的重心位置是：

$$\text{重心位置} = 1.647 \div 6.91642 \times 100\% \text{ MAC} = 23.81\% \text{ MAC}$$

由公式可得，表示飞机重心的%MAC 数字越大，重心位置越靠后。

二、飞机的转动轴

飞机在空中的运动，可分解为飞机各部分随重心一起的移动和各部分绕重心的转动。为便于研究飞机的转动，可假想通过飞机的重心设定一个坐标系，该坐标系有三根互相垂直的轴，它们是纵轴（OX）、横轴（OZ）和立轴（OY），如图 3.4 所示。



飞机的转动轴

纵轴——飞机绕纵轴的运动称为横滚或滚转，因此纵轴也叫横滚轴。操纵副翼可使飞机产生横滚（滚转）运动。

横轴——通过飞机重心和纵轴垂直伸向两翼的轴称为横轴。飞机绕横轴的运动称为俯仰，因此横轴也称为俯仰轴。操纵升降舵可使飞机产生俯仰运动。

立轴——通过飞机重心并与纵轴和横轴垂直。飞机绕立轴的转动称为偏航，因此立轴又称为偏航轴。操纵方向舵可使飞机产生偏航运动。

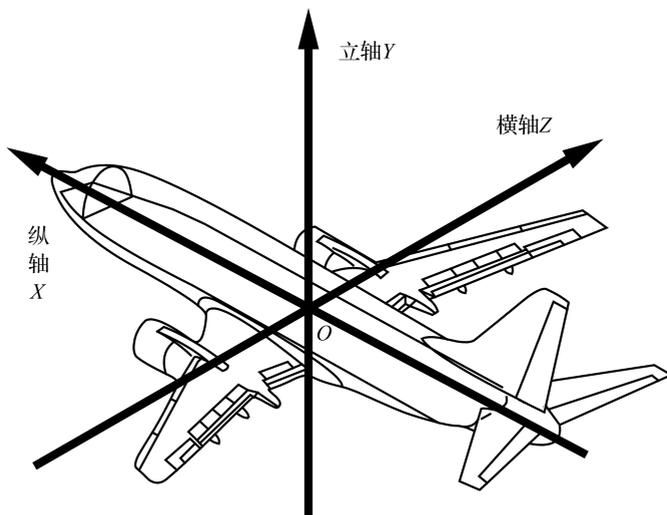


图 3.4 飞机的三个转动轴



三、重心位置对飞行的影响

飞行是转动和平动两种运动的叠加，飞机重心对飞行的影响主要体现在转动方面。

1) 对起飞滑跑和爬升的影响

后重心位置可助力飞机的抬头姿态，有助于飞机抬轮，有助于飞机爬升。重心相对越靠后，起飞爬升性能越好，相对而言，飞机操作性更好。

2) 对飞行性能的影响

重心相对靠前，则需要较大的抵消力以保持平飞，也产生较大的阻力。这个阻力将导致耗油的增加。因此，重心相对靠后，耗油减少。

3) 对飞行过程的影响

飞机重心位置整体上看与飞机飞行状态无关，不同的飞行姿态不会改变飞机重心位置。但是如果装载固定不牢，飞行姿态的变化可能引起装载物的滑动，使载重分布情况改变，飞机重心位置就要发生移动。在飞行中，收放起落架、燃油的消耗、人员走动等都会使飞机重心位置发生变化。当这些移动在可控的安全范围内时，飞行是安全的。而假如出现飞行中大型货物固定不牢，以及飞行中突发较大的人员活动等，引发了飞机重心的较大偏移，会非常危险甚至发生空难。

第二节 飞机的平衡



飞机的平衡

一、飞机平衡

平衡的问题，在日常生活中会经常遇到，比如用秤称东西，秤钩上的重量改变了，要相应地移动秤砣，以求得平衡。飞机在空中飞行，也要求保持平衡。飞机的平衡是指作用于飞机上的各力之和为零，各力对飞机重心所构成的各力矩的代数和也为零。飞机处于平衡状态时，飞行速度的大小和方向都保持不变，也不绕飞机重心转动。反之，飞机处于不平衡状态时，飞行的速度的大小和方向都将发生变化，并绕飞机重心转动。

飞机在空中水平飞行时，会遇到空气的阻力，要保持飞机在一定速度下飞行，就必须有足够的发动机推力或拉力来克服这种阻力。所以，飞机保持平衡并做等速水平飞行的第一个条件，就是发动机推力或拉力等于飞机的阻力。第二个条件，为了使飞机保持一定的高度，还必须产生足够的升力，其大小应当等于飞机的重量。飞机水平飞行时的四个作用力如图 3.5 所示。

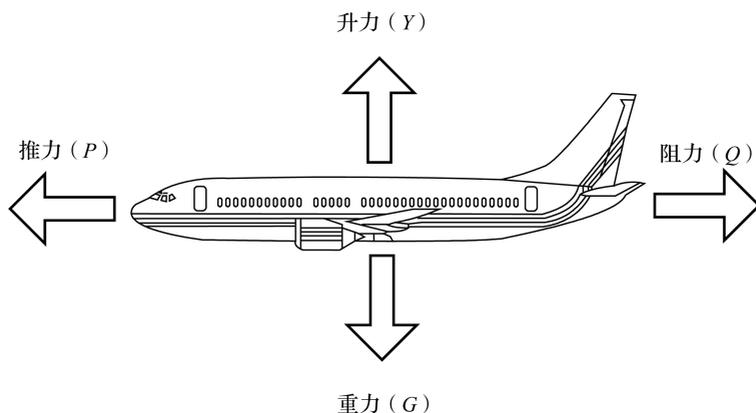


图 3.5 飞机水平飞行时的四个作用力

飞机的平衡直接受到各部分作用力的影响，如空气对飞机的作用力、飞机上装载的业载重量等。作用于飞机各部位的力，如果不是通过飞机的重心，就要对飞机的重心构成力矩，使飞机转动。引起飞机上仰或下俯的力矩叫俯仰力矩，引起飞机向左侧或右侧倾斜的力矩叫滚转力矩，引起飞机向左方或右方转向的力矩叫偏转力矩。由于力矩有三种，因此飞机的平衡也有三种，即俯仰平衡、横侧平衡和方向平衡。只有三个方向都平衡，飞机才处于平衡状态。

二、飞机的俯仰平衡

1. 俯仰平衡分析

飞机的俯仰平衡是指飞机做等速直线运动，并且不绕横轴转动的飞行状态。保持飞机俯仰平衡的条件是作用于飞机的各俯仰力矩的代数和为零，飞机取得俯仰平衡后，不绕横轴转动，迎角保持不变。影响飞机俯仰平衡的主要因素是机翼和水平尾翼升力产生的俯仰力矩。机翼的力矩主要是机翼升力对飞机重心构成的俯仰力矩。水平尾翼力矩是水平尾翼的升力对飞机重心所构成的力矩。

飞机主要的重量位于纵轴线上，载重的安排对飞机重心的影响最大，重心的变化对其俯仰平衡的影响很大。如果对飞机载重安排的重心不符合规定要求，就会影响飞机的俯仰平衡，同时还会影响飞机的稳定性和操纵性。

飞机重心的位置是有严格限制的，如果按照飞机的技术规范进行装载，就不会使飞机的重心超过其允许的重心范围。当然其他影响因素，如机上人员的走动、燃油的消耗，以及不稳定气流、起落架或副翼的伸展和收缩等，也都会影响飞机的重心位置。

取得俯仰平衡时飞机上各力的作用情况如图 3.6 所示。

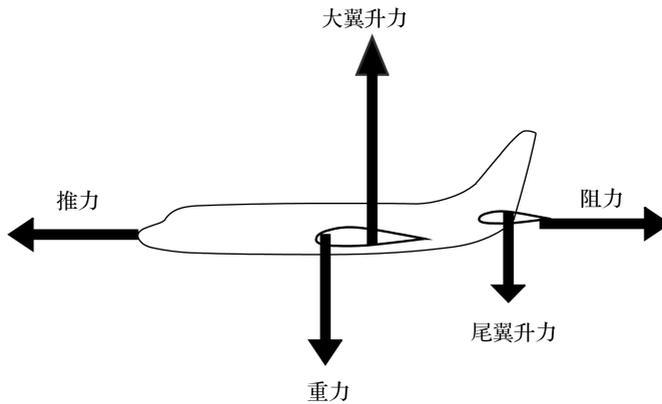


图 3.6 取得俯仰平衡时飞机上各力的作用情况

2. 保持飞机俯仰平衡的方法

驾驶员可通过控制升降舵的偏转角度保持飞机的俯仰平衡。驾驶员操纵驾驶盘，当前推驾驶盘时，升降舵向下偏转，使水平尾翼的升力增大，从而增大飞机低头力矩。当后拉驾驶盘时，升降舵向上偏转，使水平尾翼的升力减小，可使飞机抬头力矩增大。

现代大型飞机由于纵向尺寸大，重心纵向位移量较大，单靠升降舵不能保证在各种飞行状态下的纵向平衡，因此现代大中型飞机的水平安定面的安装角大多是可调节的。需要长时间或大角度操纵升降舵时，可以改变水平安定面的安装角实现纵向配平。

飞机在起飞之前应根据飞机的载重和平衡的情况进行水平安定面的配平，如图 3.7 所示。水平安定面在起飞之前必须调节到起飞位，即 Take-Off 区内，以保证飞机在起飞过程中的纵向操纵。

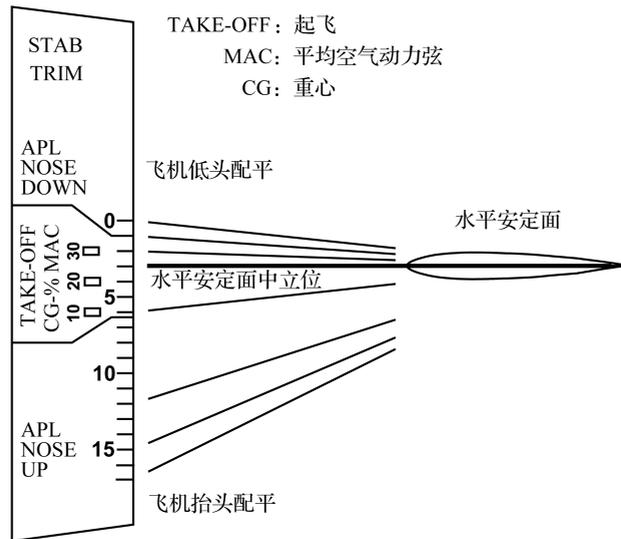


图 3.7 水平安定面的配平

3. 起飞重心位置的考虑和起飞水平安定面配平

1) 起飞重心位置的考虑

相对而言，重心位置靠后，由于方向舵力臂长，将提高飞机水平方向的操纵性；同时，由于升降舵和水平尾翼力臂长，将提高飞机垂直方向的操纵性，从而总体提高飞机的操纵性。而重心位置靠前，会增加水平安定面配平调整片的偏转角度，从而使飞机总体阻力有所增加，导致总的燃油消耗量略有增加。

载重平衡舱单制作者在制作载重平衡表时，需保证飞机在整个飞行过程中重心都在飞行安全包线范围内。

总体而言，短程航线，重心位置在中间较为适宜，而中、远程航线，重心位置略偏后较为理想。雨天飞机轮胎可能发生滑水现象，重心位置不宜太靠后。

2) 起飞水平安定面配平

飞机的水平安定面主要用于控制飞机的俯仰配平。起飞时，由于重心位置的不同，驾驶杆所需操纵力不同，重心位置越靠前，所需操纵杆力越重，反之亦然。为取得适当的操纵杆力，起飞前应将水平安定面配平设置在适当的单位（位置）。

每次起飞之前，机组会依据飞机的起飞重量及起飞重心位置恰当地调定水平安定面的值，同时也会参考载重平衡舱单建议的 Trim 值。起飞时，水平安定面的调定值叫配平格（Trim 或 Stab Set）。

三、飞机的横侧平衡

飞机的横侧平衡又称横向平衡，是指作用于飞机的各滚转力矩之和为零，飞机取得横向平衡后，不绕纵轴滚转。影响飞机横侧平衡的有燃油的加装和利用方式、货物装载情况和滚动情况，以及空气流的作用等。因此，加油和耗油时都要保持左右机翼加油等量。尤其对于宽体飞机，装载货物时要保证机身两侧的载量相差在规定的范围内，同时固定其位置，避免货物在飞机失去横侧平衡时向一侧滚动而加重不平衡的程度。

当飞机由于某种原因失去横侧平衡时，可以通过改变一侧机翼的副翼角度使飞机恢复平衡。例如，当飞机向左侧滚转时，则增大左侧副翼放下角度使左侧升力增大（即使向右滚转的力矩增大），使飞机重新回到横侧平衡的状态。

四、飞机的方向平衡

飞机的方向平衡是指作用于飞机各偏航力矩之和为零，飞机取得方向平衡后，不绕立轴转动。影响飞机方向平衡的主要因素是发动机的推力和横向风。例如，飞机在飞行时一台发动机熄火，则飞机必然向该发动机所在一侧偏向。又如，飞机在飞行时，遇到一股横向风，则飞机出现偏向。



当飞机由于某种原因失去方向平衡时，可以通过改变方向舵角度使飞机向相反方向偏转，恢复方向平衡。

第三节 飞机的稳定性



飞机的稳定性和操纵性

一、稳定性

在飞行中，飞机会经常受到各种各样的扰动，如气流的波动，发动机工作的不均衡，驾驶员偶然触动杆舵等，这些扰动会使飞机偏离原来的平衡状态。在偏离后，飞机能否自动恢复原状，这就是有关飞机稳定性的问题。

要说明如何使飞机在空中稳定地飞行，先来看一下物体，比如说圆球的稳定情况。圆球的三种平衡状态如图 3.8 所示。

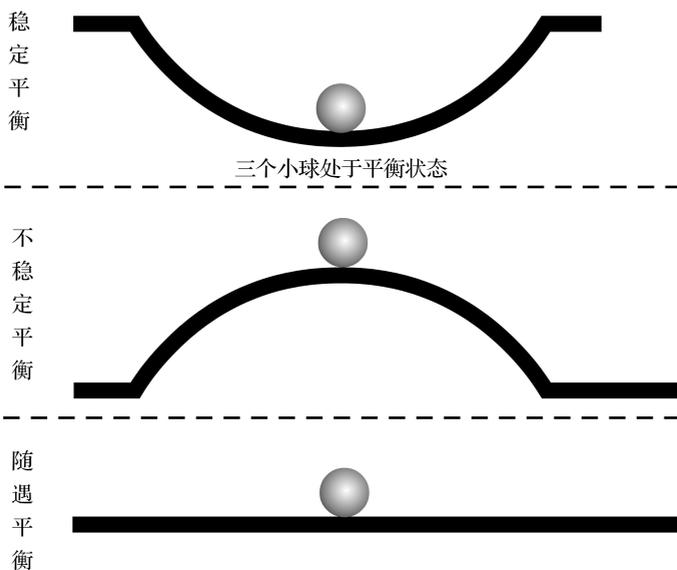


图 3.8 圆球的三种平衡状态

一个物体的稳定和它是否平衡有关。例如，一个圆球首先应能平衡，然后才有稳定。当圆球处于平衡状态时，对它稍加一点力，使它离开原来的状态，外力一取消，它立刻就恢复到原来的状态。这种情况叫“稳定平衡”。如果加外力后它就离开了原位，外力取消后，并不能恢复到原来状态，这就叫“不稳定平衡”。如果施加外力后，小球偏离原来的状态，当外力消失时，小球在一个新的位置处于平衡状态，此情况称为“随遇平衡”或“中和稳定”。

飞机的情况也是一样，也有稳定、不稳定和中和稳定三种情况。

如果飞机在空中做水平直线等速飞行，这时升力等于重力，拉力等于阻力，各个力量互相抵消，同时各个力矩也互相抵消，那么，这架飞机处于平衡状态，正在平衡地飞行。

倘若飞机受到一个小的外力短暂的干扰（例如突然吹来一阵风），破坏了它的平衡，在外力取消后，驾驶员不加操纵，飞机靠自身某个构件产生的力矩，就能恢复到原来的飞行状态，这架飞机就是稳定的；否则就是不稳定的。如果始终保持一定的偏离，或者转入另一种平衡飞行状态，那么，这架飞机就是中和稳定的。飞机在平衡状态下，具有自动恢复平衡状态的能力，这就是飞机的稳定性。

飞机与圆球的运动有一点不同，即飞机是在空间飞行，而圆球是在平面上滚动的，因此飞机是否稳定须按三个互相垂直的轴来考虑。这三根轴都通过飞机的重心。飞机重心就是飞机重力的作用点。从机头贯穿机身到机尾的轴叫纵轴，其方向指向前。从左翼通过飞机到右翼，并与纵轴垂直的轴叫横轴，这两根轴同处水平面内。通过重心并和这两根轴垂直的轴叫立轴。飞机绕这三根轴线有纵向、方向和侧向稳定。同时也有三种运动，绕横轴的运动叫俯仰运动，绕立轴的运动叫偏航运动，绕纵轴的运动叫滚转运动。

二、飞机纵向稳定性（俯仰稳定性）

飞机绕横轴的稳定运动叫纵向稳定，或俯仰稳定。影响飞机纵向稳定的一个重要因素是飞机迎角的变化。当飞机做平衡飞行时，若有一个小的外力干扰，使它的迎角变大或变小，飞机飞行状态即发生变化。外力消除后，驾驶员不操纵飞机，而靠飞机本身的构造产生一个力矩，使它恢复到原来的平衡飞行状态，则这架飞机是纵向稳定的。如果飞机不能靠自身的结构恢复原来的状态的，就叫纵向不稳定。如果它既不恢复，也不远离，总是上下摇摆，就叫纵向中和稳定。

影响飞机纵向稳定的因素很多，几乎飞机上每一个大部件（如机身、机翼等）都对稳定产生一定的影响。但影响最大、起决定作用的因素是水平尾翼和飞机重心位置。

飞机重心的位置对飞机的纵向稳定性具有影响。若飞机重心后移，会导致稳定力矩（如图 3.9 中机翼和水平尾翼的迎角增大产生附加升力而形成的相对于飞机重心的力矩）减小，使其纵向稳定性变差，严重时甚至会失去纵向稳定性。为了保证飞机具有足够的纵向稳定性，重心向后移动不允许超过极限位置，此极限位置称为重心后极限（C. G Afterward Limit）。为保证飞机具有适当的俯仰稳定性，飞机重心后极限位置应在飞机焦点之前足够的距离处。

综上所述，重心位置的变化与飞机纵向稳定性强弱有直接关系。因此，对载重平衡人员来讲，必须认真负责地做好重心位置的计算和载重平衡表的填制，以保证飞机具有纵向稳定性。

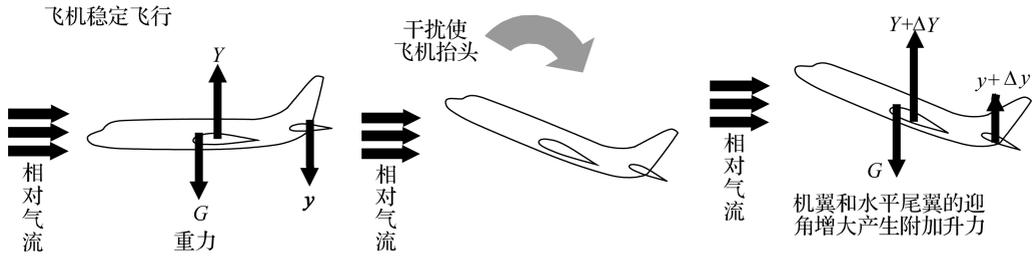


图 3.9 飞机的纵向稳定性

三、飞机方向稳定性

飞机绕立轴的稳定运动叫方向稳定（又叫航向稳定），飞机方向稳定表现为偏航角的变化，偏航角是飞机纵轴同飞行方向之间所夹的角度。飞机的方向稳定性如图 3.10 所示。

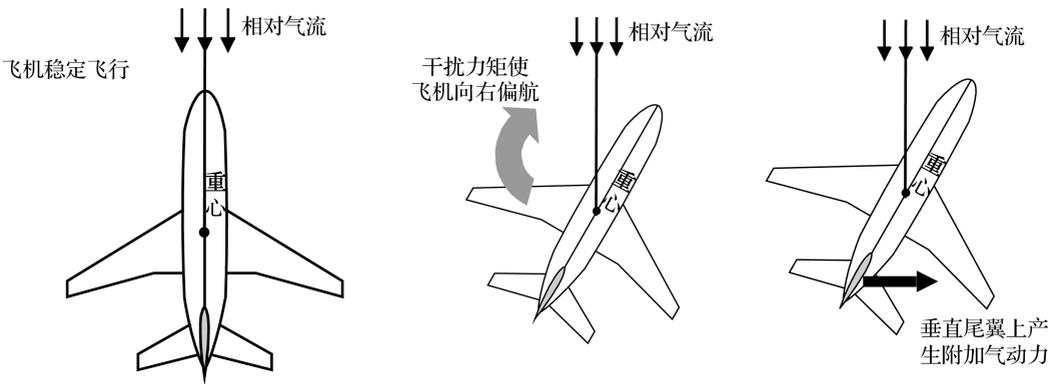


图 3.10 飞机的方向稳定性

飞机稳定飞行时，偏航角等于零，如飞机受到一个小的外力干扰，破坏了它的平衡，产生了偏航角，当外力取消后，飞机不需驾驶员操纵，靠其本身的构造就能消除偏航角，自动地恢复到原来的飞行状态，这架飞机就是方向稳定的；否则就是方向不稳定的。

对飞机方向稳定影响最大的是垂直尾翼。起初飞机做稳定飞行，不存在偏航角，处于平衡状态。倘若一阵风突然吹来，使机头向右偏，便产生偏航角，阵风消失后，飞机仍保持原来的方向，向前冲一段距离。这时相对风吹到垂直尾翼上，产生了一个向右的附加力。这个附加力对飞机重心产生了一个向左的稳定力矩，使机头向左偏，经过一阵短时间的摇摆，消除了偏航角，终于恢复到原有的飞行状态。

四、飞机侧向稳定性

飞机绕纵轴的稳定运动叫侧向稳定性。假定飞机在稳定状态下飞行，如果有一个小的外力干扰，使机翼一边高一边低，绕纵轴发生倾斜。当外力消失后，而不需要驾驶员的操纵，飞机靠本身的构造产生一个恢复力矩，自动恢复到原来的飞行状态，这架飞机就是侧向稳定的，否则就是侧向不稳定的；飞机的重心对侧向稳定性也有一定的影响，一些大型宽体机要求修正飞机的侧向重心，如，波音 747 客货混装机、全货机、MD-11 货机等。

保证飞机侧向稳定的因素主要有机翼的上反角和后掠角。飞机的侧向稳定性如图 3.11 所示。



图 3.11 飞机的侧向稳定性

第四节 飞机的操纵性

飞机的操纵性是飞机跟随驾驶员操纵驾驶杆、脚踏动作而改变其飞行状态的特征。飞机必须具有可操纵性，能改变原来的平衡状态，实现起飞、降落、转弯等飞行状态的变化。飞机实现飞行就必须保证在三个轴方向上的运动是可操纵的。实际上，飞机通过主操纵面——升降舵、方向舵和副翼对绕三个轴的运动进行操纵。操纵飞机的升降舵，使飞机改变其迎角的能力称为飞机的俯仰操纵性。飞机的方向操纵性，是在驾驶员操纵方向舵操纵方向之后，飞机绕立轴偏转而改变飞行状态参数的特性。飞机的横向操纵性，是在驾驶员操纵副翼后，飞机绕纵轴滚转而改变其滚转角度的特性。

俯仰操纵或纵向操纵是通过升降舵进行的。驾驶员前推驾驶杆，升降舵向下偏转，水平尾翼迎角加大，升力增大，飞机尾部上升，产生一个低头力矩使飞机低头。如果驾驶员后拉驾驶杆，升降舵向上偏转，水平尾翼迎角减小，升力减小，飞机尾部向下，产生抬头力矩，飞机就向上飞行。驾驶杆拉或推的角度越大，升降舵偏转的角度就越大，产生的俯仰力矩就越大。

飞机重心位置的前后移动会影响飞机的纵向操纵性能。飞机重心前移，升力所形



成的附加下俯力矩增大，使飞机有低头（下俯）的趋势，为平衡此力矩，驾驶员要后拉驾驶杆，使升降舵向上偏转，以产生一个上仰操纵力矩；飞机重心后移，升力所形成的下俯力矩减小，飞机有抬头（上仰）趋势，为平衡此力矩，驾驶员要前推驾驶杆，使升降舵向下偏转，以产生一个下俯操纵力矩。

因此，重心前移，增大同样迎角，所需要的升降舵上偏角增大，重心前移越多，上偏角越大，但升降舵上偏角是有一定限定的，重心前移过多，就可能出现即使驾驶杆拉到底，飞机也不能增加到所需要的迎角，因此重心位置应有个前限，称为重心前极限（C. G Forward Limit）。飞机重心位置靠前，迎角变化时稳定力矩大，使飞机不容易改变迎角，即重心靠前的飞机对俯仰操纵的反应比较迟钝。

飞机重心位置靠后，迎角变化时稳定力矩较小，使飞机容易改变迎角，即重心靠后的飞机对俯仰操纵的反应比较灵敏，而稳定性变弱。由此可见，俯仰稳定性强的飞机，俯仰操纵时比较迟钝；俯仰稳定性弱的飞机，俯仰操纵时比较灵敏。

方向操纵由改变方向舵的偏转角度实现，当飞机直线飞行时方向舵在中立位置，和机身纵轴重合，如果要向右转弯，驾驶员踩右脚蹬，方向舵向右转，相对风吹向方向舵，就使方向舵产生一个向左的力，对重心形成右转力矩，飞机绕立轴向右转。如果要使飞机左转则要踩左脚蹬，方向舵左转产生左转力矩。

横侧操纵是指飞机绕纵轴的横向滚转。它是由操纵副翼实现的，副翼在左右两翼外端后缘各一块（或两块），它们的运动被设计成相反的，即左侧副翼上偏时，右侧副翼一定下偏。如果要使飞机向左侧倾斜，驾驶员向左转动驾驶盘，使左侧副翼上偏，右侧副翼下偏。下偏一侧机翼的迎角增大，升力增大，从而使右侧机翼的升力增大，左侧机翼的升力减小，形成向左侧滚转的力矩，飞机向左侧滚转。当驾驶员向右转驾驶盘时，飞机则向右滚转。

一架飞机在稳定飞行时，倘若驾驶员用不大的力施加在驾驶盘或脚蹬上，改变一个操纵舵面的偏转角度，飞机很快做出反应，改变了飞行状态，那么这架飞机的操纵性能是好的；倘若反应很慢，则就是操纵不灵敏。操纵性好的飞机，稳定性必然下降，因此飞机的操纵性和稳定性要达到合理的平衡。

为保证飞机有良好的操纵反应，使飞机的操纵性和稳定性达到合理的平衡，要求稳定性不要过强或过弱，必须限制重心的前限或后限。配载平衡后的飞机，重心在前后极限的范围内是安全的。

第五节 飞机重心位置的求算



飞机重心位置的求算

在前面的内容中，我们学习了重心的概念，以及飞机的稳定性和操作性与飞机重心的关系，因此，计算出飞机重心的位置对于载重平衡的控制是至关重要的。

物体重心位置的求算可以用实验的方法（即以重心为悬吊点，物体不发生旋转）；

可以根据合力矩定理计算物体的重心位置；或者，当物体是完全对称时，可以确定其重心一定在对称面或对称点上。

飞机沿横轴方向通常是对称设计的，因此飞机重心通常在纵轴线上（飞机装载后，舱内左右装载量的一致，会导致重心偏离中心纵轴线，有的机型需要计算横侧平衡）。

在日常航班载重平衡控制的工作中，对飞机重心的计算，主要是计算飞机在纵轴线上的重心位置。对于飞机重心的计算，通过合力矩定理衍生了代数法、站位法、指数法、图表法、计算机配载平衡等，其中代数法是各种计算方法的基础。

此外，空机重心则通常在飞机定期维修称重时，由机务人员采用称重的方式确定。

一、依据合力矩定理求算重心

依据合力矩定理可以求算物体的重心位置。从飞机俯仰平衡的角度来看，飞机的重心是在纵轴上使下俯力矩和上仰力矩在数量上相等的一点。即上仰力矩之和等于下俯力矩之和。

$$\text{重心位置} = \frac{\text{总力矩}}{\text{总重量}}$$

例：物体 AB 长 9 m ， A 点重量 1 kg ， B 点重量 2 kg 。求物体 AB 的重心位置。

解法 1：

设基准点在 A 点右边 2 m 处：

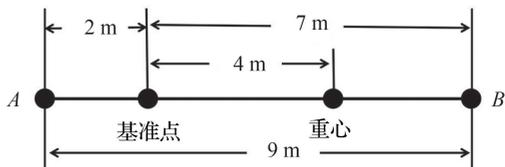
则 A 点力矩 = $(-2\text{ m}) \times 1\text{ kg} = -2\text{ kgm}$

B 点力矩 = $7\text{ m} \times 2\text{ kg} = 14\text{ kgm}$

所以

重心位置 = $(-2+14)\text{ kgm} \div (1+2)\text{ kg} = 4\text{ m}$

即重心位置在基准点右 4 m ， A 点右面 6 m 处。



解法 2：

设基准点在 B 点右边 1 m 处（物体外）

则 A 点力矩 = $(-10) \times 1 = -10\text{ kgm}$

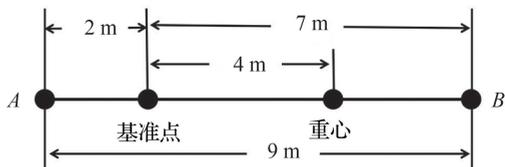
B 点力矩 = $(-1) \times 2 = -2\text{ kgm}$

所以

重心位置 = $(-10-2)\text{ kgm} \div (1+2)\text{ kg}$

$= -4\text{ m}$

即重心位置在基准点左边 4 m ，重心位置仍在 A 点右边 6 m 处。



由此可见，计算重心位置不受基准点变化的影响。（注意：以上计算中的力臂有方向，力矩数为矢量值。）



二、使用代数计算法计算飞机重心

代数计算法是依据合力矩定理衍生出的计算飞机重心位置的方法。可分以下 5 步，计算出飞机的重心。

(1) 根据计算的方便随意在飞机的机身纵轴线上假设一个基准点。同时规定各项力矩正负值的原则：

在基准点的前面增加重量：(-) 力矩

在基准点的后面增加重量：(+) 力矩

在基准点的前面减小重量：(+) 力矩

在基准点的后面增加重量：(-) 力矩

(2) 确定飞机的空机力矩。每架飞机的空机重量和空机重心位置飞机制造厂已提供，即可求出飞机的空机力矩。或者通过机务维修称重后的飞机，由机务人员给出相关数据。

(3) 把飞机上装载的各项重量分别根据它们距离基准点的力臂长度，逐项算出装载力矩数。

(4) 以空机力矩数为基础，加上装载力矩数，得出飞机装载后的总力矩。

(5) 此项总力矩除以飞机总重量，即可得出重心位置。重心位置值也是重心距离基准点的长度。

代数计算法是计算飞机重心位置的基本方法，其核心步骤是飞机总力矩的计算。在此方法中，可根据计算的方便选择任意基准点，因此也衍生出 0 站位基准点、平衡基准点等方法。这些不同方法的计算结果虽然表示同一个位置，但计算结果不同，造成不便，因此工作中便把这个结果再次换算成 %MAC 值。

三、使用站位法计算飞机重心

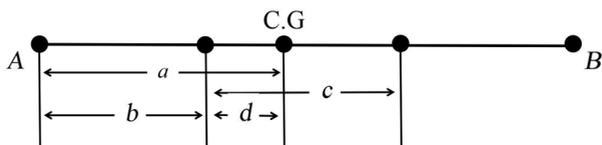
站位是用以表示机身上位置的一种单位。站位基准点为 0 站位。采用英制的国家用“英寸”表示站位数，采用公制的国家用“米”表示站位数。以站位法计算飞机重心，规定了基准点，是代数计算法的进阶版。可以具体分为以下三种方法。

1. 站位基准点法

站位基准点法指应用代数法的计算方式，设定“零站位”点为基准点，逐项计算力矩，最后计算重心位置。与代数计算法相比，站位法固定其基准点为“零站位”点，因此站位法计算出重心位置是 BA 力臂数，数据是唯一的。通常小型飞机使用 BA 表示重心。

2. 平均空气动力弦百分比法

以上结果中的 BA 值可以换算成 %MAC 值，是大型飞机载重平衡控制中最常用的重心表示方法。换算方法以下例解释。如设 AB 为飞机的纵轴。



- a ——重心站位数；
- b ——平均空气动力弦前缘站位数；
- c ——平均空气动力弦长度；
- d ——重心到平均空气动力弦前缘距离。

%MAC 指平均空气动力弦百分比

$$\% \text{MAC} = \frac{d}{c} \times 100\% = \frac{a - b}{c} \times 100\%$$

四、使用指数计算法计算飞机重心

1. 以力矩数为基础的指数

(1) 定义：以力矩数为基础的指数是以力矩数作为基数，按照一定的规定换成指数，这种方法叫以力矩数为基础的指数。

(2) 方法：确定两类力矩数：

①固定力矩数，空机力矩、基本重量力矩数是固定的。

②变动力矩数，燃油、旅客、货物的重量数是变动的，但客座的位置、货舱的位置、油箱的位置是固定的。可预先计算出每个固定位置的单位载量力矩数。

以机型 A300-600R 的指数公式为例：

$$\text{BOI} = \frac{(H\text{-arm} - 30) \times \text{DOW}}{2000} + 40$$

BOI：为基本重量指数
 H-arm：以米为单位的力臂数（站位数）
 30：平衡基准点站位
 DOW：修正后的基本重量值
 2000：缩小系数
 40：常数

从通用角度分析，其中 BOI 代表力矩指数，DOW 代表重物的重量，H-arm 代表重物的力臂，30 代表基准力臂。在扇形网格中，力矩指数将被绘制成一条垂直线。2000 和 40 是由运营人选定的常量，2000 用于将载荷的力矩缩小一定比例，40 用于设定基准力臂的力矩指数值。



指数法的特点：以力矩数为基础的指数，是在平衡基准点法的基础上，把数字缩小，把大量的计算过程以计算表的形式代替，一步完成计算过程，方便快捷。所有的波音飞机与空客飞机都采用这种方法求算重心位置。

2. 以平均空气动力弦百分比为基础指数

从计算飞机重心位置的公式和计算以%MAC 来表示飞机重心位置的公式中，可以看出，在总重量不变的条件下，总力矩和%MAC 之间有一定的关系，力矩数越大，%MAC也越大。通过预先计算出的单位装载量与%MAC 的关系即 $\Delta\%MAC$ ，计算飞机装载后的重心。

这种计算方法比较抽象，基本指数的修正过程复杂，只有少数机型采用，如 IL 系列飞机、TU 系列飞机等。

五、使用平衡图表法计算重心

平衡图表法是指指数法的图表化。为了便于计算和显示载荷叠加在一起对平衡的影响，通常会使用“力矩单位”或“力矩指数单位”，具体做法是将每个装载项的力矩（重量×力臂）分别叠加，在一个“扇形网格”中绘制力矩结果。这种图表中各常量力臂或平均空气动力弦百分比所对应的定位线在小重量时彼此之间间距稠密，而在大重量时这些直线之间间距稀疏。采用这种力矩数值，就可以使用绘图或数字方式直接叠加这些载荷对平衡的影响。为了使有关数值大小适中，便于处理，可将力矩转化为以指数单位表达的形式。波音 737-800 平衡图指数包线如图 3.12 所示。

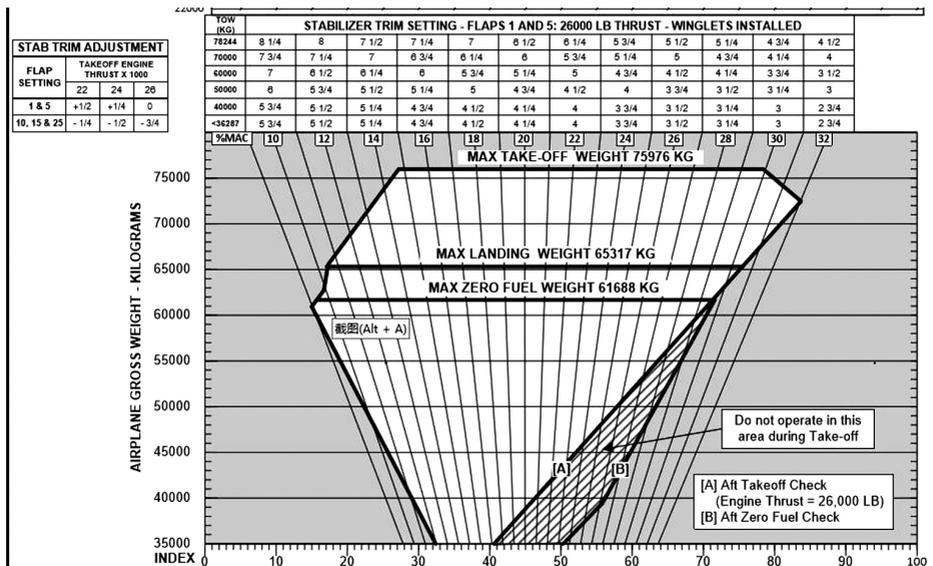


图 3.12 波音 737-800 平衡图指数包线

平衡图保留指数法中重要的重心位置计算表，以基本重量的指数为基准，折线型的平衡图则利用每格指数的左右移动加总指数。指数型的平衡图更准确地列出各固定载量位置的不同装载指数，计算加总。平衡图表法的原理与指数法完全相同。

六、计算机载重平衡系统

计算机载重平衡系统通常根据代数法的计算原理，它所有的计算过程均由计算机程序代替。通过规定格式输入飞机数据（飞机基重、基重指数、油量、载量等）后，自动计算重心位置。其优势在于更准确快捷，重心调整更方便，而且可考虑到更多影响细节，精准和效率是手工计算无法做到的。

第六节 飞机重心包线和限制

在载重平衡舱单上，飞机重心位置的安全范围称为重心包线，或重心限制包线。重心包线分为审定包线和运行包线。

航空公司应当为其运行的每架航空器建立适用的重心包线。包线应该包括飞机所有有关的重量与平衡限制，以便确保航空器的运行总是在适当的重量与平衡限制中。建立包线时，将考虑旅客、燃油和货物的装载，飞行中旅客、航空器部件和其他装载物体的移动，燃油和其他消耗品的消耗或移动等因素。航空公司必须能够证明，在使用了明确说明的合理假设后，航空器在运行时不会超出其经审定的重量与平衡限制。

一、重心限制包线的考虑因素分析

如图 3.13 所示，重心限制包线的考虑因素包括以下 7 类：

- (1) 重心后限受飞行稳定性和前轮驾驶性能或松刹车起飞时飞机抬头等因素的限制；
- (2) 主起落架承载限制、机身中段载荷限制、平尾效能限制；
- (3) 前起落架承载限制、机身前段和后段载荷限制、机翼气动力矩限制；
- (4) 前起落架承载限制、平尾效能限制（重心太靠前，平尾不能提供足够的平衡力矩）、机身后段载荷限制；
- (5) 机身前段和后段载荷限制、机翼（根部）承载能力限制；
- (6) 机身后段载荷限制、起落架和机翼承载能力限制；
- (7) 机身、起落架和机翼承载能力限制。

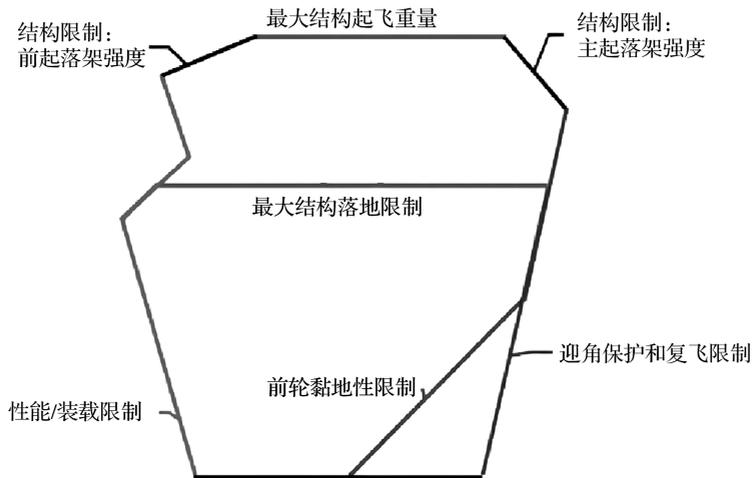


图 3.13 飞机重心限制包线的影响因素

二、建立重心包线时的注意事项

1. 使用来自航空器制造（或改装）商的信息

建立重心包线应首先从重量与平衡限制开始。这些限制在航空器制造（或改装）商提供的重量与平衡手册、型号合格证数据单或类似的批准性文件中均有说明。其中，至少应包括下列适用的限制项目：

- ①最大无油重量；
- ②最大起飞重量；
- ③最大滑行重量；
- ④起飞和着陆重心限制；
- ⑤飞行中重心限制；
- ⑥最大地板承受力，包括线荷载限制和面荷载限制；
- ⑦最大舱位载量；
- ⑧机身剪力限制（如适用）；
- ⑨由制造（或改装）商提供的其他限制。

2. 缩减航空器制造（或改装）商的重心包线时需要考虑的事项

(1) 考虑到在正常运行中可能遇到的装载变化和飞行中载荷的移动，运营人应依据航空器制造（或改装）商的包线数据缩减装载限制。举例来说，考虑到旅客在飞行中会在客舱内走动，运营人应缩减厂商的重心包线或确定其重心包线经过缩减，缩减的量必须能够保证旅客的移动不会使航空器重心超出审定的包线。如果航空器是在新的、已被缩减的包线范围内进行装载，即使有些装载参数（如旅客座位布局）并不能精确地确定，该航空器仍能一直运行在厂商的包线范围内。

(2) 在某些情况下一架航空器可能有一条以上的包线用于起飞前的计划和装载。每一条包线应根据有关变量预计的情况做相应的缩减。举例来说，一架航空器可能有单独的起飞、巡航和着陆包线。如果在航空器起飞或着陆期间，旅客都坐在指定的座位上，则在这种情况下就不需要为考虑旅客走动的影响而对起飞和着陆包线进行缩减。

(3) 每个包线经过缩减确定后，这些包线重叠在一起所产生的最严格限制点将形成航空器的运行包线。在运行中必须遵守这些包线。严格按照在缩减假设基础上建立的这些“运行包线”运行，航空器制造（或改装）商提供的经审定包线将在所有飞行阶段得到满足。运营人也可以选择不把包线合并在一起，而是采取对每个包线都单独予以遵守的方法。然而，由于计算的复杂性，这种单独予以遵守的方法通常在航空器重量与平衡计算采用自动化方式时才易于实现。

3. 备用前重心

备用前重心（Alternate Forward C.G）是指飞机重心的一个特定位置，通过使用更为靠后的飞机重心前极限来提高审定最大重量，使飞机在某些情景下能够获得更大的起降载量，兼顾安全和效益。波音 787-9 使用备用前重心的包线图如图 3.14 所示。

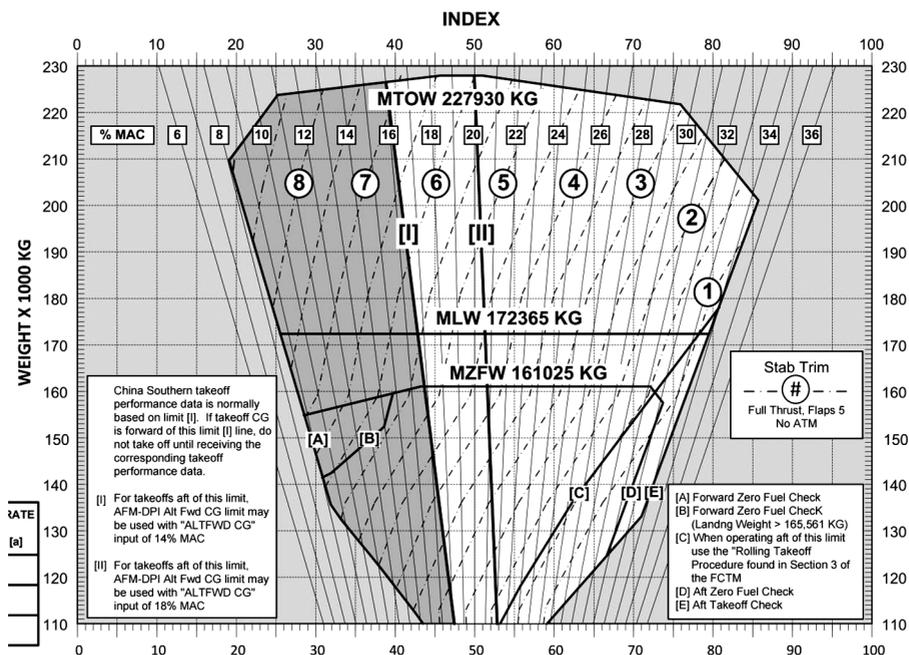


图 3.14 波音 787-9 使用备用前重心的包线图

在图 3.14 中，航空公司使用了更严格的前极限，随着起飞重心往 20% MAC 的移动，能进一步增加飞机的最大起飞重量。

由前面的学习内容可知，重心后移可以带来更好的飞机性能：如在相同的重量



（总升力）下，减小起飞距离；减小阻力，增加爬升梯度；配平阻力和总阻力减小，进而减小了飞行所需要的推力以及燃油消耗。

但重心后移也会增加爬升和越障的限制，在实际运行中，需要根据具体情况进行权衡和调整，以确保飞行安全和性能优化。并不是所有的机型都设置备用前重心，航空公司通常会有相应的备用前重心操作程序，以指导工作人员在不同情况下合理设置，保证飞机在安全的心重心范围内运行。

三、运行包线对制造商重心包线的缩减

（1）旅客重量的变化。如果航空公司选择在小客舱航空器上使用标准平均重量，须对旅客重量的潜在变化做额外的缩减。航空公司应按照规定去缩减制造商的重心包线。

（2）燃油密度的变化。燃油装载不会明显地改变航空器的重心位置，航空公司不必为燃油密度的变化进行缩减。

（3）燃油在飞行期间的移动。如果制造商已经考虑了航空器在飞行过程中燃油的移动，运营人就无须对运行重心包线进行额外缩减。

（4）液体。如果航空器上配备盥洗室和配餐间，应考虑液体的缩减。

（5）行李和货物。如果航空公司有用于限制行李和货物在货舱各部分之间移动的程序，就没有必要对包线进行额外缩减。

（6）在飞行期间旅客和机组人员的走动。如果假设在飞行期间旅客和机组人员不会在客舱内走动，则无须缩减。

（7）襟翼和起落架的收放。如果航空器的制造商在确定其重心包线时已经考虑到襟翼和起落架的收放，对于这些设备的移动，运营人无须对其运行重心包线进行额外缩减。

（8）燃油的消耗。由于飞行过程中飞机的燃油载荷向量会有一个向后的微小移动，所以必须考虑对飞机的无油重量后极限进行的缩减，以保证航空器在燃油消耗的情况下不会超出无油重量的后极限。

本章小结

飞机各部分重力的合力叫作飞机的重心，重心的位置是用与飞机平均空气动力弦的相对位置（%MAC）平均空气动力弦百分比表示（第一节）。飞机的平衡包括飞机在三个轴方向的俯仰平衡、横向平衡和方向平衡（第二节）。飞机在平衡时具有自动恢复平衡的能力即稳定性（第三节），飞机也具有可操纵的能力即操纵性（第四节），因为飞机的稳定性和操纵性，重心的位置被限定了前极限和后极限，配载平衡后的飞机，重心在前后极限的范围内是安全的。代数法计算重心位置是最基本的方法。大多数的机型都采用以力矩数为基础的指数法，计算机配载平衡也是采用这一原理（第五节）。包线和限制是比较难理解的部分，是计算重心位置的基础部分，配载员需要了解（第

六节)。

重点难点回顾

1. 飞机重心和重心位置的表示。
2. 飞机绕三轴运动的特性。
3. 飞机的平衡。
4. 飞机的稳定性和操纵性
5. 飞机重心点位置的计算。(难点)

讨论与研究

1. 飞机起飞之前水平安定面的位置由什么决定?
2. 在空中飞机如何保持平衡?
3. 为什么要研究飞机的稳定性和操纵性?

习题

1. 什么叫飞机的重力和重心?
2. MAC 表示什么? 其作用是什么?
3. 副翼、升降舵和方向舵分别控制飞机绕哪个轴的运动? 如何控制?
4. 现代民航飞机的水平安定面有何特点? 飞机起飞前水平安定面应调节到什么位置?
5. 什么叫飞机的平衡?
6. 飞机保持水平匀速直线飞行的条件是什么?
7. 什么叫飞机的俯仰平衡? 影响飞机俯仰平衡的主要因素是什么?
8. 如何理解飞机重心位置的变化对飞机俯仰平衡的影响?
9. 什么叫作飞机的稳定性?
10. 什么叫飞机的纵向稳定性? 影响飞机纵向稳定性的主要因素是什么?
11. 什么叫飞机的方向稳定性? 影响飞机方向稳定性的主要因素是什么?
12. 保证飞机侧向稳定性的主要因素是什么?
13. 什么是飞机的横向操纵性?
14. 飞机操纵性和稳定性的关系是什么?
15. 指数算法是如何计算飞机重心位置的?

第四章 飞机系统

本章提要

飞机具有很多复杂的系统，这些系统在飞行员的指令下，完成复杂的功能，如飞机操控、设备液压等，在第二章中有部分介绍。本章我们重点介绍与飞机载重平衡关系密切的燃油系统和装载系统，以及一些相关的自动化系统。

不同飞机燃油系统的设计存在很大差异，现代飞机飞行过程中能通过机载系统实时调整各油箱燃油消耗量，协助飞行员将飞机重心控制在安全的范围内。本章通过介绍燃油系统，分析燃油指数的特征对飞机重心的影响。

飞机的装载系统是指飞机实现装载的设备，本教材中的装载系统指货物装载系统。货物的装载情况是决定飞机重心位置的重要参数。本章将介绍飞机货舱中的装载设备，为配载员提供学习基础。

除货舱系统和燃油系统外，飞机载重平衡相关自动化系统也越来越多地使用到日常航班运行中，大大便利了机组人员对飞机载重平衡情况的了解，提供了航班保障质量，本章也作简略的介绍。

第一节 燃油系统

飞机燃油系统既是为飞机发动机提供燃油的核心组件，也是影响飞机重心控制的关键系统之一。不同飞机燃油系统的设计存在很大差异，飞机的燃油油箱设计在机翼中，个别机型还在尾翼中设计了配平油箱。在航班运行中，还可通过飞机加油和燃油消耗的顺序调整飞机重心。现代飞机飞行过程中可通过机载电脑实时调整各油箱燃油消耗量，协助飞行员将飞机重心控制在安全的范围内。

一、燃油系统介绍

飞机重量的主要部分和装载量都集中在机身位置，飞机在空中飞行时，这个重量

由升力予以平衡，而升力主要来自机翼。这种受力结构会在翼根附近产生一个弯曲力矩。这对飞机结构有较强的影响，因此必须通过限制飞机重量的方式，保护机翼的结构，这就是相关章节介绍的限制飞机最大无油重量（MZFW）的原因。

民航飞机上会布置多个油箱，包括中央油箱、机翼主油箱，在主油箱外侧设有通气油箱（防波油箱）。部分远程机型还在下后货舱的位置配备了中央辅助油箱。A380、波音 747 等大型飞机，在水平安定面里还配有尾翼配平油箱。

尤其值得一提的是，A330 飞机具有自动化的燃油传输功能，能够在飞机配平油箱和主油箱之间自动进行燃油传输，以保持飞机重心在最优的范围内。

机翼上的结构油箱称为主油箱。图 4.1 中所示就是波音 737NG 系列飞机的主油箱分布情况，我们可以看到，飞机左翼是 1 号主油箱，右翼是 2 号主油箱，1 号油箱和 2 号油箱的外侧，就是通气油箱，又叫防波油箱。通气油箱内不装燃油，仅用于油箱的通气。

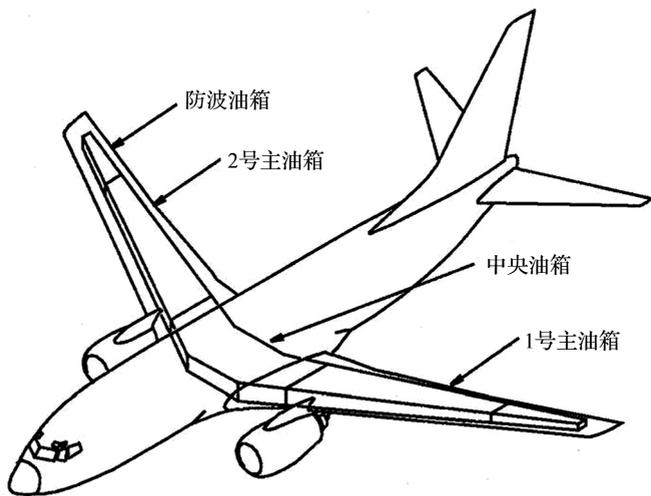


图 4.1 波音 737NG 燃油箱

机翼油箱的燃油量抵消了升力效应并且降低了机翼的弯曲力矩，保护了机翼。因此，必须尽可能地保持机翼中的燃油。这就是为什么通常飞机首先加满机翼油箱而且是最后使用机翼油箱中燃油的原因。大型飞机机翼油箱通常还会被分成外侧机翼油箱和内侧机翼油箱，加油时首先加满外侧油箱再加内侧油箱。

二、常见窄体飞机燃油指数特征

（一）波音 737 系列

表 4-1 是波音 737-800 飞机的燃油指数表，观察燃油指数与加油量的关系，可以看



到加油量在 7828 kg 之前，随着加油量的增加，总油量指数不断增加，加油量达到 7828 kg 时，总油量指数达到顶峰。此时根据注释 [a]，1 号和 2 号油箱加满，也就是两侧机翼油箱加满。由于飞机采用后掠翼结构的设计，两侧机翼油量的质心位于飞机平衡基准之后，燃油指数随着加油量的增加而不断增加，但加油量超过 7828 kg 之后，燃油开始加注到中央油箱，中央油箱的质心位于平衡基准之前，随着加油量增加，总油量指数开始不断减少，直至 [b] 飞机中央油箱加满。[c] 是当燃油密度在 0.85 kg/L 的情况下，满油的重量指数。

在飞机飞行过程中，燃油消耗遵循了与加油相反的顺序，先使用中央油箱，后使用两侧机翼的主油箱。

表 4-1 波音 737-800 飞机的燃油指数表

TOTAL FUEL INDEX TABLE					
WT	INDEX	WT	INDEX	WT	INDEX
/kg	UNITS	/kg	UNITS	/kg	UNITS
500	0.0	10500	+5.3	[b]20893	-10.4
1000	0.0	11000	+4.5	21000	-10.4
1500	0.0	11500	+3.7	21500	-10.7
2000	+0.1	12000	+3.0	22000	-10.9
2500	+0.2	12500	+2.3	[c]22144	-11.0
3000	+0.4	13000	+1.5	[a] TANKS 1 + 2 FULL.	
3500	+0.6	13500	+0.8		
4000	+1.0	14000	+0.1	[b] TANKS 1 + 2 FULL and C/S FULL.	
4500	+1.5	14500	-0.6		
5000	+2.1	15000	-1.3	[c] Same as [b] except with maximum fuel density at 0.85 KG/L.	
5500	+2.9	15500	-2.0		
6000	+3.9	16000	-2.7		
6500	+5.1	16500	-3.5		
7000	+6.5	17000	-4.2		
7500	+8.1	17500	-4.9		
[a]7828	+9.4	18000	-5.6		
8000	+9.1	18500	-6.3		
8500	+8.4	19000	-7.1		
9000	+7.7	19500	-7.9		
9500	+6.9	20000	-8.7		
10000	+6.1	20500	-9.7		

把表 4-1 中的数据，用图形化的方式绘制出来，就呈现如图 4.2 所示的变化趋势，总油量指数先增加到 [a]，再向右减少到 [b] 和 [c] 点。

波音 737 系列其他机型，从油量指数变化上面来讲，与波音 737-800 飞机类似。

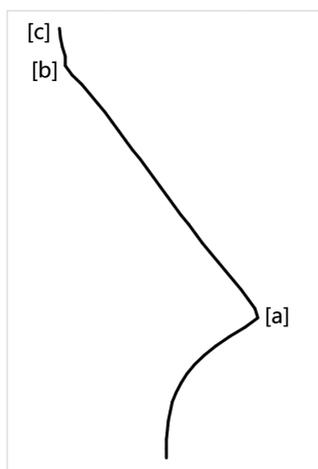


图 4.2 波音 737-800 飞机的燃油指数图

(二) ARJ21-700ER

国产 ARJ21-700 飞机的设计结构与波音 737 和 A320 飞机有很大差异。ARJ21-700 飞机是支线飞机，采用了与波音 737 和 A320 飞机不同的尾吊式发动机布局，机翼的安装位置也相对后移，对飞机的平衡影响非常显著。

ARJ21-700 飞机在加油和耗油顺序上与波音 737 和 A320 飞机没有差异，表 4-2 为 ARJ21-700 飞机的燃油指数表。

表 4-2 ARJ21-700ER 飞机的燃油指数表

W/kg	指数	W/kg	指数
250	-0.1	5500	-2.9
500	-0.3	5750	-3
750	-0.5	6000	-3
1000	-0.7	6250	-3
1250	-0.9	6500	-3
1500	-1.1	6750	-2.9
1750	-1.3	7000	-2.9
2000	-1.5	7250	-2.9
2250	-1.6	7500	-2.8
2500	-1.8	7750	-2.8
2750	-1.9	8000	-2.7
3000	-2.1	8250	-2.7
3250	-2.2	8500	-2.6
3500	-2.3	8750	-2.6
3750	-2.5	9000	-2.5
4000	-2.6	9250	-2.4
4250	-2.7	9500	-2.4
4500	-2.7	9750	-2.3
4750	-2.8	10000	-2.3
5000	-2.9	10250	-2.2
5250	-2.9	10386	-2.2



对 ARJ21-700 飞机燃油指数表进行图形化处理，得出如图 4.3 所示的燃油指数图。

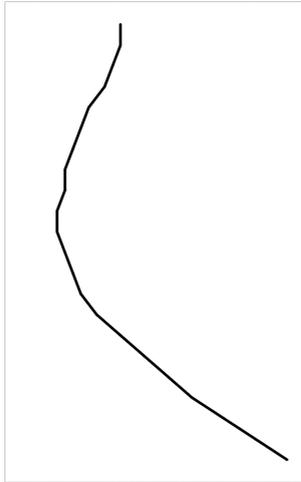


图 4.3 ARJ21-700 飞机的燃油指数图

三、常见宽体飞机燃油指数特征

（一）波音 777-300ER

波音 777-300ER 飞机从体量上来看远大于波音 737 系列飞机，但飞机的燃油系统和重心设计仍然呈现了相同的特征。首先在加油顺序上，先加注两侧机翼的 1 号和 2 号油箱，然后加注中央油箱。波音 777-300ER 飞机燃油指数如表 4-3 所示。

表 4-3 波音 777-300ER 飞机的燃油指数表

TOTAL FUEL INDEX TABLE							
WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX
2000	0	44000	3	84000	5	126000	-10
4000	0	46000	3	86000	5	128000	-11
6000	0	48000	4	88000	4	130000	-11
8000	0	50000	5	90000	3	132000	-12
10000	0	52000	6	92000	2	134000	-13
12000	0	54000	7	94000	2	136000	-14
14000	0	56000	8	96000	1	138000	-15
16000	0	58000	10	98000	0	140000	-15
18000	0	60000	11	100000	-1	142000	-16
20000	0	62000	13	102000	-1	144000	-17
22000	0	62616 ^[a]	13	104000	-2	145568 ^[b]	-18
24000	0	64000	13	106000	-3	146000	-18
26000	0	66000	12	108000	-3	148000	-18
28000	0	68000	11	110000	-4	150000	-18
30000	0	70000	11	112000	-5	152000	-18
32000	0	72000	10	114000	-6	154000	-19
34000	1	74000	9	116000	-6	154270 ^[c]	-19
36000	1	76000	8	118000	-7		
38000	1	78000	8	120000	-8		
40000	2	80000	7	122000	-8		
42000	2	82000	6	124000	-9		

[a] Tanks 1 and 2 full.

[b] Tanks 1, 2 and center full at nominal density.

[c] Tanks 1, 2 and center full at maximum density.

将波音 777-300ER 飞机的燃油指数绘制到直观图（见图 4.4）中，其油量指数变化特征与波音 737 系列非常相似。

(二) A330-300

空客宽体飞机燃油系统设计与波音宽体飞机存在较大差异，最主要体现在配平油箱的大量使用。配平油箱位于飞机水平安定面内，主要作用在于调整飞机重心。表 4-4 为 A330-300 飞机的燃油指数表。

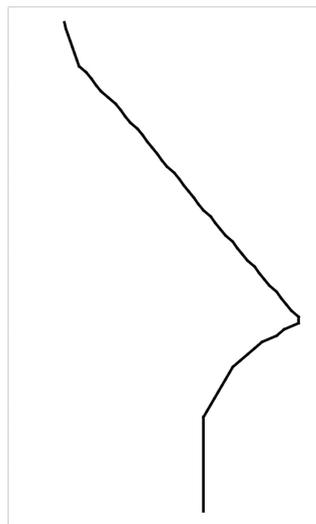


图 4.4 波音 777-300ER 飞机的燃油指数图

表 4-4 A330-300 飞机的燃油指数表

TOTAL FUEL INDEX TABLE (Density = 0.785 kg/l)			
WT (KG)	INDEX UNITS	WT (KG)	INDEX UNITS
2000	-2.08	51500	-0.32
4000	-4.25	54000	-1.13
6000	-6.35	56500	-1.58
8000	-8.41	59000	-1.66
10000	-7.71	61500	-1.32
12000	-3.76	64000	-0.60
14000	+1.00	66500	+0.57
16000	+1.74	69000	+2.24
18000	-0.23	71000	+4.03
20000	-2.16	73000	+6.15
22000	-4.05	75000	+7.30
24000	-5.91	77000	+6.86
26000	-7.72	79000	+6.17
28000	-9.50	81000	+5.33
30000	-11.25	83000	+4.41
32000	-12.95	85000	+3.45
34000	-14.63	87000	+2.49
36000	-16.27	89000	+1.54
36500	-16.68	91000	+0.61
37000	-11.60	93000	-0.31
37500	-6.43	95000	-1.20
38000	-1.23	97000	-2.08
38500	+3.97	99000	-2.96
39000	+8.14	101000	-3.88
41500	+6.16	103000	-4.87
44000	+4.25	105000	-6.00
46500	+2.49	107000	-7.37
49000	+0.90	109000	-9.13
		FULL	-9.29

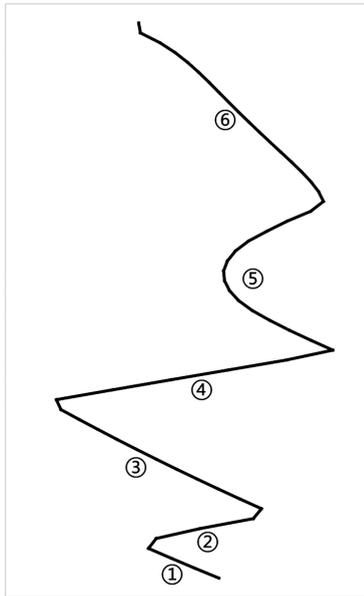


图 4.5 A330-300 飞机的燃油指数图

将表 4-4 中总油量指数绘制到直观图（见图 4.5）中。空客宽体飞机与波音宽体飞机在燃油系统设计方面的差异一目了然。

A330 飞机在加油顺序上，虽然总体上依然是先两侧机翼油箱、后中央油箱的顺序，但具体加油过程复杂得多。具体加油顺序为：①两侧机翼的内侧油箱（4500 kg）；②两侧机翼的外侧油箱（满载）；③两侧机翼的内侧油箱（36500 kg）；④配平油箱（2400 kg）；⑤两侧机翼的内侧油箱（满载）；⑥中央油箱和配平油箱（满载）。

空客 A330/A340 系列飞机通过利用大量的机载燃油和这些燃油在飞机上的装载位置，来达到优化飞机重心位置的目的，为此 A330/A340 系列飞机安装了重心控制系统，包括配平油箱转换功能，可以在飞行期间尽可能把重心靠后以便优化飞机的耗油。

第二节 飞机载重平衡相关自动化系统

一、机载重量与平衡系统

（一）机载重量与平衡系统和传统载重平衡方法的区别

根据《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的规定，航空公司获得局方批准的重量与平衡控制大纲中经审定合格的机载重量与平衡系统，作为签派航空器时测量航空器重量与平衡的手段之一。

与采用传统载重平衡方法计算重量与平衡的航空公司一样，采用机载重量与平衡系统作为主要重量与平衡控制系统的航空公司，也应该根据情况缩减制造（或改装）商的重心包线，以便能够保证航空器没有超过厂商的经审定重量和重心限制。但是，使用机载重量与平衡系统的航空公司不需要为旅客和行李重量或分布假设缩减重心包线。

机载重量与平衡系统可以测量航空器的实际重量和重心位置，航空公司不必因某些情况变化（例如旅客座位变动或旅客体重变化）对重心包线做相应缩减。但是，对于该系统拥有的任何可能导致重心误差的系统容差，航空公司应当为其缩减重心包线。使用机载重量与平衡系统的航空公司仍应满足局方要求的关于完成和保存舱单的所有规定，并建立相应的处置程序，以处理机载系统警报，以及与传统方式得到的重量或

重心结论出现偏差等情况。

(二) 机载重量与平衡系统的使用要求

1. 系统校准

航空公司应该建立流程，按照制造（或改装）商的指令定期校准其机载重量与平衡系统设备。航空公司可以在航空器上载有运行所需物品或燃油的情况下对该系统进行校准，也就是说在航空器处于典型运行重量下时对该系统进行测试。

2. 系统精度演示

作为局方对该系统批准过程的一部分，航空公司应该演示机载重量与平衡系统保持了经审定的精度。对于配有相似机载重量与平衡系统的每一型号航空器，航空公司只需演示一次。在演示时，航空公司应当使用补充型号合格证的维修手册部分或机载重量与平衡系统型号合格证中提供的精度测试程序。

(三) 机载重量与平衡系统的使用注意事项

1. 审定限制

使用机载重量与平衡系统作为计算重量与平衡控制主要手段的航空公司应具有正确的程序，以保证系统在运行中不超过系统审定过程中设定的限制。

2. 环境因素

使用机载重量与平衡系统的航空公司应确保该系统是在制造（或改装）商规定的环境限制范围内使用。环境因素可能影响机载重量与平衡系统的性能，这些因素包括气温、气压、风、机坪坡度、雨、雪、冰、霜、露和除冰液等。

3. 航空器因素

使用机载重量与平衡系统的航空公司应确保使用该系统测量的重量和重心没有受到航空器构型的影响，如襟翼、水平尾翼、舱门或机上舷梯的移动，或任何与地面服务设备的连接。另外，航空公司还应考虑发动机推力、液压减震支柱伸缩和航空器滑行等因素。

4. 起飞配平设置

如果航空器制造（或改装）商提供了以重心位置为基础的起飞配平设置，使用机载重量与平衡系统的航空公司应保证该系统能为飞行机组提供足够的信息以确定合适的配平设置。

5. 运行包线

航空公司应当使用严谨的重心包线的程序，来建立机载重量与平衡系统的运行包线，但是不需要为随机安排的旅客座位以及旅客重量的变化而缩减运行包线。同时应



注意，在重量与平衡计算过程中，须从测出的起飞重量中扣除燃油载量来确定无油重量及重心。此外，对于任何系统性的重心容差，航空公司都必须为其缩减重心包线。

6. 遵守舱位或集装设备的装载限制

在使用机载重量与平衡系统时，航空公司必须在其重量与平衡控制大纲中制定方法来确保装载时不会超过货舱或集装设备特定的地板载荷或线载荷。如果航空公司设计出合适的程序，则其可以申请批准在装载通知单中不计算行李件数。以下是两个可接受的样例，用来说明如何遵守货舱装载的限制。

(1) 航空公司可以给行李指定一个标准平均重量。基于标准平均重量，航空公司可以在每个舱位放置一个标牌，指明行李的最大允许数量。航空公司也可以制作一个表格，列出特定数量行李的总重量，以保证航空公司不会超出货舱或集装设备的装载限制。

(2) 通过实施示范性装载，航空公司可以演示货舱或集装设备中行李的平均密度不会超过货舱或集装设备的装载限制。

(四) 备份系统

当航空公司用机载重量与平衡系统作为主要方法来计算重量与平衡时，需要运用咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中的指导意见来开发基于传统重量累加方法的备份系统。备份系统也需要放入航空公司的重量与平衡控制大纲中，并获得局方批准。如果主用的机载重量与平衡系统失效，航空公司必须有相应的措施以便能够在系统得到修复之前保留该故障继续飞行，否则在飞行之前必须修好该系统。使用机载重量与平衡系统的航空公司只有在下列条件同时得到满足的情况下才能使用备份系统：

- (1) 该机载系统失效；
- (2) 按照航空器的最低设备清单（MEL）已对该机载系统予以保留；
- (3) 航空公司已获准使用平均重量或传统重量累加方法。

二、电子飞行包（EFB）

电子飞行包（Electronic Flight Bag, EFB）是一种电子信息管理设备，帮助机组使用更少的纸张，更容易、有效地执行飞行管理任务。它是一种通用计算平台，旨在减少或替代机组随身携带的飞行包中常用的纸质参考资料，例如，飞机操作手册、飞行机组操作手册、导航图（包括空中和地面地图）。此外，电子飞行包可以托管专用目的应用程序，以自动执行通常手动完成的其他功能，例如起飞性能参数计算，包括飞机重量和平衡数据等。

电子飞行包的名称取自传统的飞行包，传统的飞行包是机组携带到驾驶舱的一个文件袋，重量可达 40 lb/18 kg 或更高。电子飞行包以数字形式取代这些文件。典型的电子飞行包重量通常为 1~5 lb（0.5 到 2.2 kg），与笔记本电脑的重量大致相同，相比

纸质文档的重量和体积来说非常轻便。使用电子飞行包有许多好处，它取代传统飞行包以减轻重量，降低成本，而且提高了效率等。使用 EFB 传送电子舱单高效又经济，我国大多数航空公司选择使用 EFB 传送电子舱单。

三、飞机通信寻址与报告系统 (ACARS)

飞机通信寻址与报告系统 (Aircraft Communications Addressing and Reporting System, ACARS)，是一种在航空器和地面站之间通过无线电或卫星传输短消息 (报文) 的数字数据链系统。该系统于 20 世纪 70 年代被设计出来，其格式当时称之为 Telex。ACARS 设计目的主要用于飞行器运行状态的监控，为维护人员提供数据支撑；通过 ACARS，地面维护人员可实现对飞行器运行状态数据及性能数据的实时获取，无须等待飞行器降落后才进行数据的下载。ACARS 由于其运行时间久，地面网络部署完善，因而使用较为广泛，国内各大小航空公司均有购买 ACARS 报文。当前电子舱单上传到驾驶舱仍广泛通过 ACARS 系统实施。

第三节 装载系统

一、货舱装载系统

(一) 散货舱装载系统

散货舱通常位于窄体机下货舱或宽体机后下货舱的尾部。窄体机下货舱通常有前后两个散货舱。

散货舱内的货物固定设备主要有货舱隔离网和系留座。

货舱隔离网 (见图 4.6) 由经过适航认证的尼龙网带编制而成，也可用尼龙网带外加帆布制成。它的作用是固定货物，并指示装卸人员准确识别货舱分区，保证货物精确装载。货舱隔离网的四周安装有联结飞机货舱四壁的锁扣装置。货物装载完毕后，将锁扣卡入飞机货舱地板、侧壁和顶板上的锁扣座 (系留座)，然后拉紧，形成对货物的限制屏障。



图 4.6 货舱隔离网

窄体飞机散货舱门的开启方式有向内开启和向外开启两种，如图 4.7 和图 4.8 所



示。向内开启的货舱门在开启时是由下往上运动，最后与货舱顶板联结在一起，关闭时则是反向运动。因此，向内开启的货舱门需要货舱门区有较大空间供货舱门开启或关闭。向外开启的货舱门是通过液压系统支撑杆将货舱门向上支撑在飞机机体上。因此，为保持货舱门的开启安全和顺畅，向外开启的货舱门关闭后必须保持门区干净，不能有任何外来物堆积或埋压在货舱门上妨碍其开启。



图 4.7 向内开启的下货舱门



图 4.8 向外开启的下货舱门

(二) 集装货舱装载系统

1. 集装货舱装载系统的组成

集装货舱装载系统为安装在飞机货舱地板上的设备，用于移动和固定集装器，它通常包括 PDU（动力驱动装置）、轨道（边轨、滑轨或中央导轨等）、卡锁、挡块、系留座（或系留环）等设备。波音 747-400F 主货舱系留组件及系留位置示意图如图 4.9 所示。

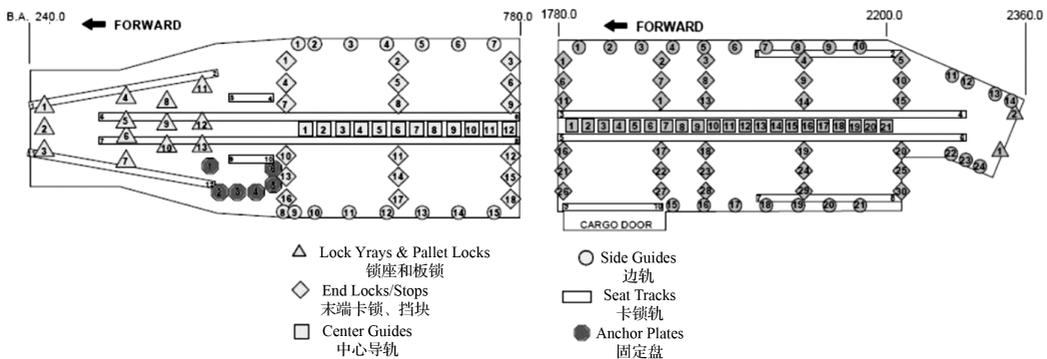


图 4.9 波音 747-400F 主货舱系留组件及系留位置示意图

PDU 和轨道通常用于移动集装箱，卡锁和挡块通常用于对集装箱进行限动，系留座（系留环）用于系留带等设备的固定。

2. 卡锁失效的处理

为了防止装在飞机货舱内的集装箱在飞机飞行过程中发生位移，造成飞机重心偏移影响飞行安全，集装箱必须使用安装在货舱地板上的集装箱卡锁固定在预先设计的装载位置上。如果限制数量内的卡锁失灵，可以采用该位置减载的方法处理，也可以额外使用系留带加以固定。处置方法将在本教材第八章第一节中讲授。

飞机货舱卡锁系统分为侧面限制和前后限制两个部分，当出现卡锁失效时每个限制方向单独考虑，包括前、后、左侧、右侧和垂直方向。考虑卡锁失效时，在每个方向上单独考虑相应的最大重量限制，并采用最严格的限制作为该位置的最终限重结果。

3. 货舱集装箱系留固定的条件

随着大型货运飞机的出现，集装箱卡锁的限动能力在有些情况下不能满足运营需要，必须采取外系留措施对集装箱进行固定以保证飞行安全和装卸顺畅。在波音 747F、波音 777F 飞机上，在下列情况下必须对集装箱进行额外系留固定：

(1) 由于波音 747F 主货舱地板没有安装中央装载集装箱的限动卡锁，当 M 型、G 型和 R 型集装箱需要在主货舱中央装载时，必须从向上、向前、向后、向左和向右 5 个方向做全方位系留固定；

(2) 在波音 777F 主货舱中央装载时，当集装箱重量超过卡锁的有效限重时，必须对多出部分的重量做全方位系留固定；

(3) 集装箱在主货舱侧边位横向非对称装载，一侧集装箱重量超过集装箱卡锁的最大限重时，必须对超过部分的重量做全方位系留固定；

(4) 在主货舱、下货舱任何集装箱装载位置上的卡锁缺损，且所装集装箱重量超过有效卡锁的最大限重时，必须在损坏方向上做适当的系留固定。

4. 相关数据资料介绍

查询集装箱装载系统的数据，通常会用到以下几种资料。

(1) AHM（机坪操作手册），提供了各种机型的舱门尺寸和离地高度，以及集装箱货物装载的原则，超大超重货物和非限动卡锁限动的集装箱装载原则。

(2) ULDR（集装箱规则），提供了超大超重货物在集装箱装载和在飞机上装载的相关数据和限制，限动系留带的使用和系留计算方法，飞机载荷限制，应在进行荷载固定状态前计算并执行适当的荷载支撑等内容。

(3) WBM（重量与平衡手册），提供了具体机型的飞机结构载荷限制、各型号集装箱在不同货舱的占位图、各机型限动卡锁正常状态下的位置和数量图、卡锁缺损或故障状态下集装箱的装载限重、各机型货舱空间和门的实际可用尺寸等内容。

(4) 相关标准：

《货物在集装箱上的捆绑固定》（GB/T 23434）；



《刚性重件货物限动包装规范》（MH/T 1042）；

《货物航空运输垫板使用规范》（MH/T 1022）。

(5) 航空公司手册。所有标准和国际航协（IATA）的手册只提供原则，具体的数据查飞机的载重平衡手册 WBM。

二、货舱其他相关系统

（一）烟雾或火警探测系统

根据是否易于进入以及防火要求的不同，货舱被分为 A、B、C、E 或 F 五个等级，民用飞机的下货舱一般都为 C 级货舱。B、C、E 或 F 级货舱都有经批准的、独立的烟雾探测或火警探测系统，用于对指定货舱的过热、烟雾或火情状况进行探测、监控和告警。货舱装载的货物或行李要与烟雾或火警探测系统保持距离，以免影响其探测，距离一般为 5 cm。

（二）通风和温控系统

为了装载需要外加氧气的活体动物和对环境温度控制有要求的货物，货舱可选择安装通风和温控系统。部分承运人将其机型是否安装了通风与温控系统的情况列表注明在了机长通知单（NOTOC）背面，如图 4.10 所示。

各机型货舱温控与通风 COMPT TEMP. RANGE(°C) & VENT.			
机型MODEL	货舱COMPARTMENTS		
客机 PASSENGER	前货舱 FWD	后货舱 AFT	散货舱 BULK
A330	5—25	V	5—25
A350	5—25	V	5—25
A380	5—25	V	5—25
A319/320/321	NIL	5—26	
737	H		
777	VH	4—10/ 18—24	
787	21#	VH	21#
ERJ190	V	NIL	
货机 FREIGHTER	主货舱 MAIN	下货舱 LOWER	散货舱 BULK
777F	4—27		
747F	4—29		
V(VENT.) 有通风 H(HEATING) 有加热			
NIL = NO VENT NO HEATING 无通风无加热			
21# = AUTO控 加热系统目标温度为21°C			
N/A 无此舱			

图 4.10 某航空公司 NOTOC 背面各机型货舱温控与通风情况

本章小结

飞机燃油系统既是为飞机发动机提供燃油的核心组件，也是影响飞机重心控制的关键系统之一。了解燃油在飞行中的指数变化特征，掌握燃油系统的结构是学习处理特殊燃油情况的基础（第一节）。飞机的机载载重平衡系统还在发展中，本章讲授了我国规范性文件中对机载载重平衡系统使用的要求（第二节）。本节还介绍了已经广泛使用的电子飞行包（EFB）和飞机通信寻址与报告系统（ACARS）。电子舱单通常通过 EFB 和 ACARS 系统进行传递。装载系统是飞机相对独立的系统，本章第三节内容介绍了飞机的货舱装载系统和其他相关系统。这些知识能帮助配载员理解货舱的装载要求，学习相关文件资料 and 行业标准，帮助配载员进一步了解包括卡锁失灵、挡块缺损等情况的限制和操作规定。

重点难点回顾

1. 货舱系统货物系留和固定设备。
2. 飞机燃油系统构成。
3. 典型飞机燃油指数特征。（难点）

讨论与研究

1. 如何利用燃油系统，进行航班重心管理。
2. 货舱集装器锁扣研究。

习题

1. 查资料描述货舱门，了解门口位置装载限制。
2. 货舱系留设备有哪些？如何使用？
3. 了解某宽体机锁扣系统。
4. 简述典型的飞机油箱的构成。
5. 简述飞机加油和耗油顺序并解释原因。
6. 简述常见窄体飞机燃油指数特征。
7. 简述常见宽体飞机燃油指数特征。
8. 简述常见飞机载重平衡自动化系统的功能。

第五章 飞机装载

本章提要

由于载重平衡工作涉及飞机操作众多环节，需掌握全面业务知识。交机组的载重平衡舱单，给装卸的装载通知单，发给前方站的 CPM/LDM 电报等都会用到飞机舱位标识体系、集装器、装载位置等知识；飞机各类结构载荷限制是飞机载重表的设计基础，是隐藏在背后的原理。本章将对上述知识进行重点介绍。

此外，新冠肺炎疫情期间，全球监管当局都在一定的时间段内允许使用客机进行客舱装载货物运输，相关情况本章也会进行介绍。危险品等特种货物装载的知识，也是本章要介绍的重要内容。

第一节 飞机舱位标识

为便于认知，国际航协（IATA）制定了统一的飞机舱位标识规则。飞机载重平衡工作中使用的载重平衡表、装载通知单以及拍发的载重平衡类电报，都遵循上述标识规则。在航班操作中，规范的舱位标识可以最大限度避免信息传递和理解的偏差，降低安全风险。本节主要介绍飞机客舱、货舱的常用标识方法。

一、舱位编号

飞机上，为便于认知，对各舱位或区段进行编号，并用黑色字体在显著位置标出，区别于集装器装载位置的彩色标注，以防装载差错。飞机各舱位或区段编号规则如下。

1. 双层舱位飞机

民航飞机舱位编号说明如表 5-1 所示。

表 5-1 民航飞机舱位编号说明

舱位编号	说明
1	下前货舱的前部或整个下前货舱
2	下前货舱的后部
3	下后货舱的前部
4	下后货舱的后部或整个下后货舱
5	主货舱的前部或集装箱飞机的散货舱
6	主货舱的后部
0	客舱

注：有些机型 4 舱后面被标注为 5 舱，例如 A320。

2. 单层舱飞机

从飞机后部向前，由 6 至 1 降序对货舱进行编号；前部客舱编号为 0。

二、客舱标识

1. 客舱区段的标识

客舱区段的标识从 0 开始，该数字表明这是客舱。后接一个字母，从“A”开始，按由前向后的顺序编号，以此作为客舱区段的标识。客舱标识如图 5.1 所示。

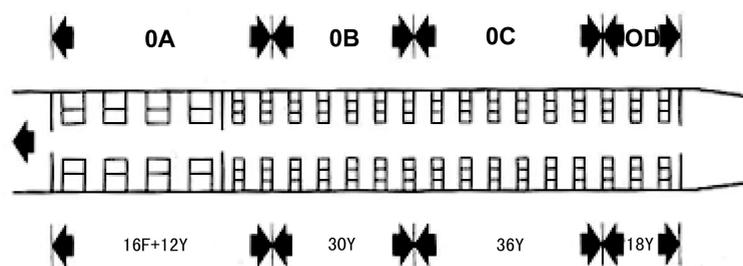


图 5.1 客舱标识

2. 按舱位等级标识

如果客舱区段与每个客舱等级的布局相对应，为了载重平衡，可以使用下列标识：

- F（头等舱客舱区段）；
- Y（经济舱客舱区段）。

客舱舱位等级标识如图 5.2 所示。

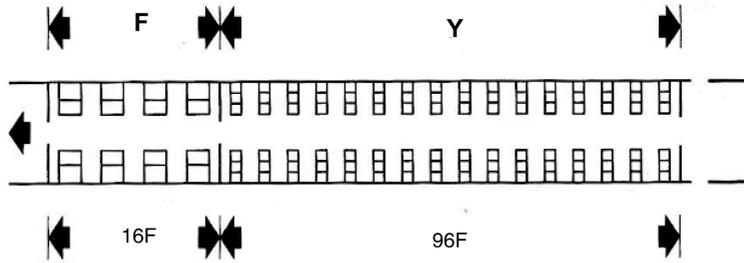


图 5.2 客舱舱位等级标识

注意：主舱之外的其他客舱区段，如波音 747 客机顶舱，应与主舱的标识结合在一起使用；如果波音 747 顶舱为经济舱旅客使用，对应位置的主客舱为头等舱旅客使用，那么为了载重平衡计算需要，都应标识为“OA”区。

三、下货舱标识

1. 下货舱分段的标识

第一个数字代表货舱的编号，第二个数字代表该货舱内的分段编号，按由前到后、从右到左的顺序编排。

飞机下货舱分段标识如图 5.3 所示。

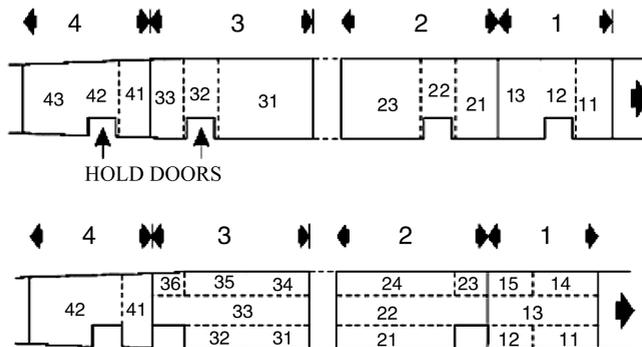


图 5.3 飞机下货舱分段标识

2. 下货舱集装器位置的标识

1) 一排仅一个集装器

第一个数字代表货舱的编号，第二个数字代表该编号货舱内前后排数。两个数字后面加个“P”则表示装载集装板的位置。如图 5.4 所示。

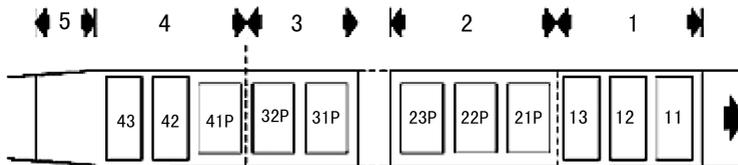


图 5.4 飞机下货舱集装箱位置标识 (1)

2) 一排有两个集装箱

第一个数字代表货舱的编号，第二个数字代表该编号货舱内前后排数。后面加个“L”和“R”则表示装载集装箱的位置处于左边或右边。如图 5.5 所示。

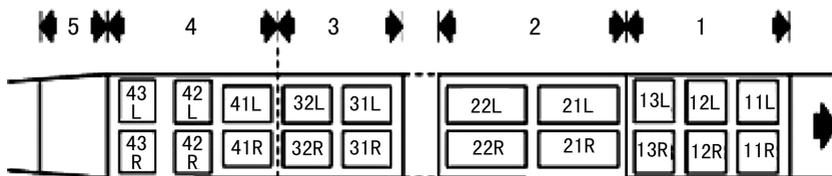


图 5.5 飞机下货舱集装箱位置标识 (2)

3) 一排有三个或更多集装箱

第一个数字代表货舱的编号，第二个数字代表该编号货舱内前后排数。第三个数字则代表横向位置，自左向右从“1”开始编号。如图 5.6 所示。

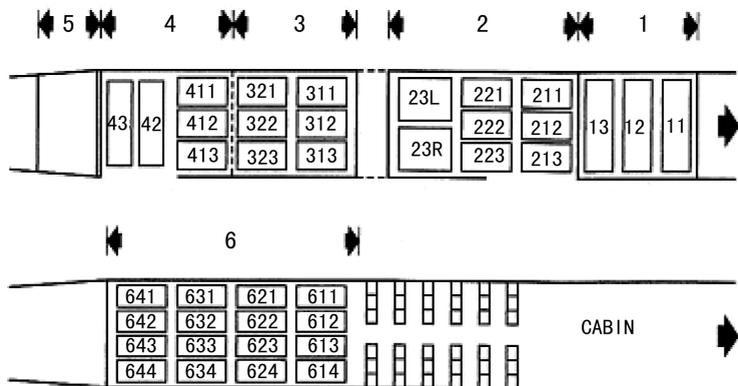


图 5.6 飞机下货舱集装箱位置标识 (3)



4) 纵向上一个集装箱占用两个位置

数字对应此排的前一个位置，后接一个字母（L 或 R）代表此排的左右位置。此排的相邻位置不可用。例如，集装设备纵向装载于 11L 位置，意味着 12L 位置不可用。如图 5.7 所示。

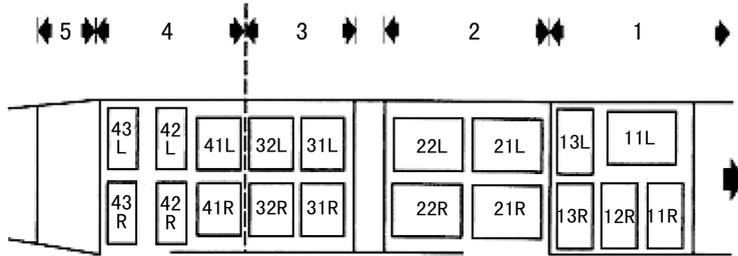


图 5.7 飞机下货舱集装箱位置标识 (4)

5) 一个集装箱占用两个或更多位置

前两个数字采用被占用区域前部位置编号，后两个数字采用被占用区域后部位置编号，后跟一个“O”（Oscar）代表浮动装载（探出）。如图 5.8 中的 1112O，代表一个集装箱占用前后 11P 和 12P 两个位置。

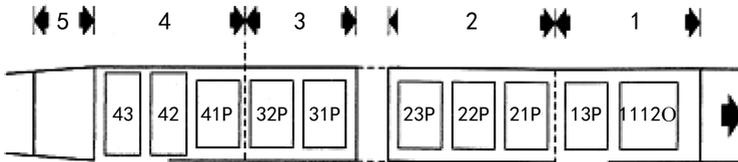


图 5.8 飞机下货舱集装箱位置标识 (5)

四、主货舱标识

1. 主货舱内排的标识

1) 全货型飞机的布局

沿机身前后使用字母标识，自飞机机头至机尾，从“A”开始标注。如图 5.9 所示。

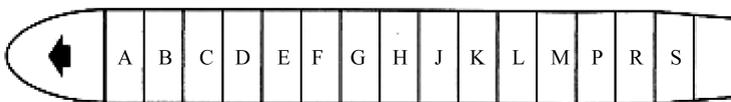


图 5.9 全货型飞机布局

2) 货—客—货型飞机的布局

沿机身前后使用字母标识，自飞机机头至机尾，从“A”开始标注，同时省略客舱所占用的那些编号。如图 5.10 所示。

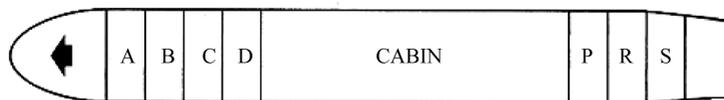


图 5.10 货—客—货型飞机的布局

3) 货—客型飞机的布局

沿机身前后使用字母标识，自飞机机头至机尾，从“A”开始标注。如图 5.11 所示。

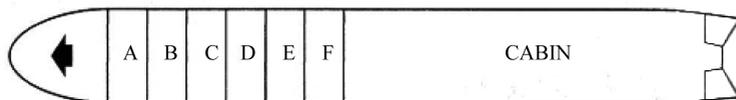


图 5.11 货—客型飞机的布局

4) 客—货型飞机的布局

沿机身前后使用字母标识，自飞机机头至机尾，从“A”开始标注，同时省略客舱所占用的那些编号。这并非强制规定，也可以在装货区域由前至后从“A”开始编号。如图 5.12 所示。

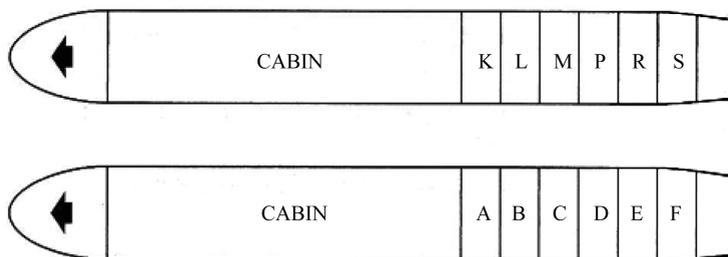


图 5.12 客—货型飞机的布局

注意：在所有的标识字母中，不得使用 I、N、O、Q、V 和 W 这 6 个字母。



2. 主货舱内集装箱位置的标识

1) 一排仅一个集装箱

使用一个字母表示集装箱所处的位置。如图 5.13 所示。

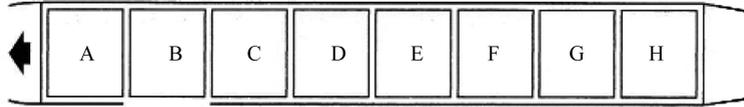


图 5.13 主货舱内集装箱位置标识 (1)

2) 一排有两个集装箱

前后方向上使用一个字母表示集装箱所处的排，后面跟一个字母“L”或“R”表示该集装箱位置处于左侧或右侧。如图 5.14 所示。



图 5.14 主货舱内集装箱位置标识 (2)

3) 一排有三个或更多的集装箱

前后方向上使用一个字母表示集装箱所处的排，后面跟一个数字表示左右方向上的位置，由左至右从“1”开始编号。如图 5.15 所示。

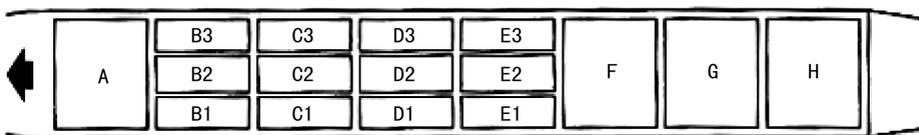


图 5.15 主货舱内集装箱位置标识 (3)

4) 在同一列，一个集装箱占用两个或更多位置

第一个字母使用集装箱前部所占排号，第二个字母使用集装箱后部所占排号，后面的字母“L”或“R”表示该集装箱位于左侧或右侧。如图 5.16 所示的 CDR 和 EGL。

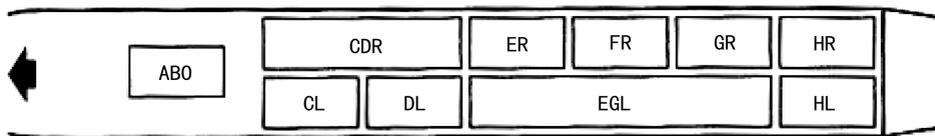


图 5.16 主货舱内集装箱位置标识 (4)

5) 同一飞机不同装载构型的组合

例如，飞机已按照上述方法对装载 A、M 型集装箱的构型进行了标注，在横向或纵向装载 R 型集装箱时就需要根据上述标注进行推算，并对所占位置进行标识。如图 5.17 所示。

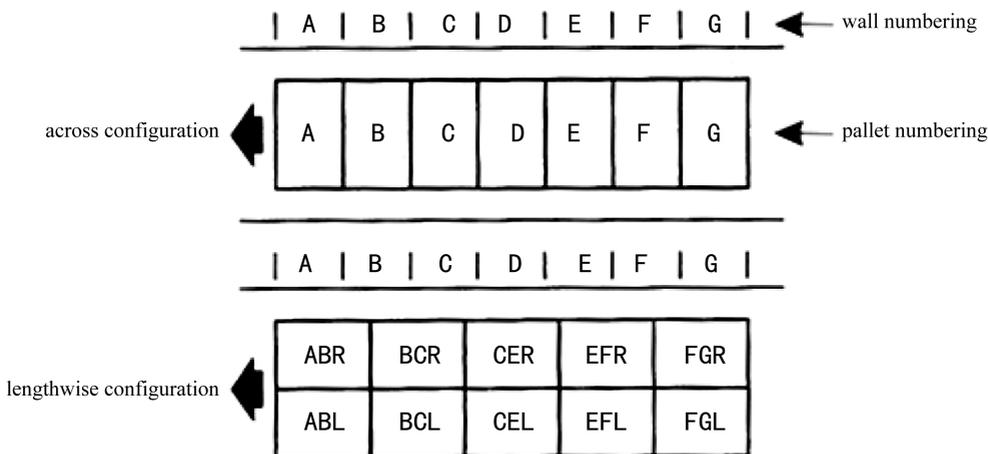


图 5.17 主货舱内集装箱位置标识 (5)

6) 主货舱前部附加位置

对于波音 747 等可从机头货舱门装货的飞机，主货舱前部存在不同组合的附加位置。这些位置从字母“A”开始编号，表示位于货舱的前部，后面跟数字表示集装箱位置。如图 5.18 所示。

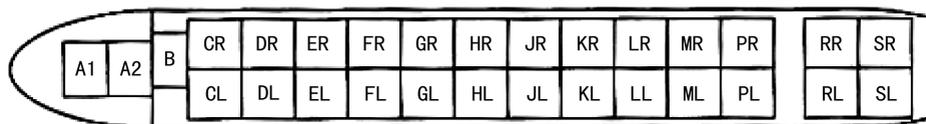


图 5.18 主货舱内集装箱位置标识 (6)



五、客机舱位编号实例

民航客机舱位编号如表 5-2 所示。

表 5-2 民航客机舱位编号

Airbus A319	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1 \quad 4 \quad 5 \end{array}$
Airbus A330/340	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1+2 \quad 3+4 \quad 5 \end{array}$
Airbus A300B	$\begin{array}{r} 0^* \\ \hline 1+2 \quad 4+5 \end{array}$
Airbus A310	$\begin{array}{r} 0^* \\ \hline 1+2 \quad 4+5 \end{array}$
Airbus A320	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1 \quad 4+5 \end{array}$
Airbus A321	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1+2 \quad 3+4 \quad 5 \end{array}$
Antonov 24	$\begin{array}{r} 5 \quad /0 \quad /6 \\ \hline - \end{array}$
ATR 42/72	$\begin{array}{r} 5 \quad / \quad 0 \quad / \quad 6 \\ \hline - \end{array}$
AVRO RJ 85/RJ100	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1 \quad 4 \end{array}$
Boeing 777	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1+2 \quad 3+4 \quad 5 \end{array}$
BAC One-Eleven	$\begin{array}{r} \text{Series } 0 \quad \text{Series } 0 \\ 200/400 \quad 1 \quad 4 \quad 500 \quad 1+2 \quad 3+4 \end{array}$
BAe146	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1 \quad 4 \end{array}$
Boeing 707	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1+2 \quad 3+4 \end{array}$

续表

Boeing 720/720B	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4}$
Boeing 727	$\frac{0}{1 \quad 4}$
Boeing 737-200	$\frac{0}{1 \quad 4}$
Boeing 737-All other models	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4}$
Boeing 747	$\frac{0^*}{1+2 \quad 3+4+5}$
Boeing 757	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4+5}$
Boeing 767	$\frac{0^*}{1+2 \quad 3+4+5}$
Convair 340/440	$\frac{5 \quad /0 \quad /6}{1}$
Convair 880/990	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4}$
CRJ 600	$\frac{0 / 6}{-}$
CRJ 700	$\frac{0 / 6}{1}$
DC-6	$\frac{5 \quad /0 \quad -}{1+2 \quad 3+4}$
DC-6B	$\frac{5 \quad /0 \quad -}{1+2 \quad 3+4}$
DC-8	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4}$
DC-9	$\frac{0}{1+2 \quad 3+4}$



续表

DC-10	$\frac{0 \quad 6^*}{1+2 \quad 3+4+5}$
DH-3	$\frac{5 / 0 / 6}{-}$
EMB 135/145	$\frac{0 / 6}{-} \quad \text{or} \quad \frac{0 / 6}{-}$
F 50	$\frac{5 / 0 / 6}{-}$
Fokker F-27	$\frac{5 / 0 / 6}{-}$
Fokker F-28	$\frac{0}{1+2 \quad 4}$
Fokker F-100	$\frac{0}{1+2 \quad 4}$
H. P. Herald	$\frac{5 / 0 / 6}{-}$
H. S. 748	$\frac{3/2 \ 5/4 \ /0 \ /6}{-}$
H. S. Trident	$\frac{0}{1+2 \quad 4}$
Ilyushin IL-18	$\frac{- \ /0 \ /6}{1+2 \quad 3+4}$
Ilyushin IL-62	$\frac{0 \ /6}{1+2 \quad 3+4}$
Lockheed L-188	$\frac{5 \ /0 \ -}{1+2 \quad 3+4}$
Lockheed Constellation	$\frac{5 \ /0 \ -}{1+2 \quad 3+4}$
Lockheed 1011	$\frac{0 \quad 6^*}{1+2 \quad 3+4+5}$

续表

McDonnell Douglas MD-11	$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 1+2 \quad 3+4+5 \end{array}$
Vickers Viscount 700	$\begin{array}{r} 5 \quad /0 \quad 6 \\ \hline 1+2 \end{array}$
Vickers Viscount 800	$\begin{array}{r} - \quad /0 \quad /6 \\ \hline 1+2 \end{array}$
YS-11	$\begin{array}{r} 0 \quad /6 \\ \hline 1+2 \end{array}$

注：1. 带“*”表示此机型未采用标准舱位标识。

2. 如使用标准体系来标识货舱、集装器位置和客舱，将会为载重平衡、装卸等飞机操作人员带来便利，也降低装错舱位的风险。

第二节 飞机结构载荷限制

飞机是一个具有一定柔韧性的结构体。在飞行过程中，根据飞机装载情况，机身会发生不同程度的扭曲，但是机身任一点的扭曲都不能超过最大的许可限制，否则将存在对飞机造成永久性损伤的风险。

一般由飞机制造商来制定机身的结构载荷限制。飞机制造商的《载重平衡手册》详细说明了飞机的装载许可限制，是飞机装载限制的权威性文件。手册中的数据反映了设计的限制并得到了民航局的核准。制造商提供的这些结构载荷限制通常不在生产环境中直接使用。为避免损伤飞机，飞机运营人的载重平衡员应根据手册制作飞机装载计划，以手工或计算机载重表的形式完成飞机各类结构载荷限制的检查工作。

需要检查的载荷限制包括：连续（线性）载荷限制、货舱载荷限制、面积载荷限制（地板承受力）、接触载荷限制、点载荷限制、不对称载荷限制、组合载荷限制、累积载荷限制和隔网载荷限制。

一、飞机结构载荷限制

1. 连续（线性）载荷限制

(1) 连续（线性）载荷限制 [Running (linear) Load Limitation] 是指飞机的地板单位长度所能承受的最大载荷。这一限制用磅/英寸 (lb/in) 或千克/米 (kg/m) 来表示。如图 5.19 所示。

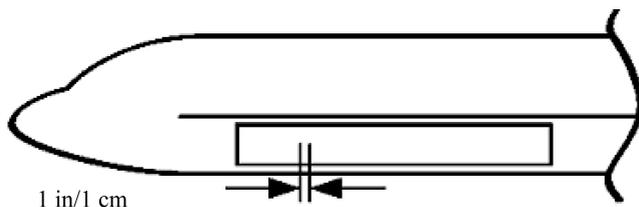


图 5.19 线性载荷限制图示

(2) 实际操作中，用这件货物的重量除以飞行方向上该件货物的长度来检查连续（线性）载荷限制。例如，如果规定连续（线性）载荷限制为 625 kg/m ，这意味着在飞行方向 1 m 的地板长度上，不能装载超过 625 kg 的物品。

如果计算的结果比限制值大，则无法进行装载，必须对货物采取额外支撑措施（加垫板）。

计算货物装机后飞机货舱地板的线性载荷时，不考虑货物实际的长和宽，只考虑货物与货舱地板接触部分的区域面积的外轮廓（最外边的轮廓线构成的区域，亦即货物的受力面积），以其在飞机货舱内顺向（飞行方向）的长度作为依据。

(3) 在符合下列条件之一的情况下，装载一件或多件重量较大的货物时，线性载荷限制没有必要进行计算检查：

- a. 区域装载的货物总重量（包括重货）低于该区域允许的最大载荷限制；
- b. 超过飞机区域载荷限制或接触面载荷限制的货物使用了垫板支撑。

2. 货舱载荷限制

货舱载荷限制（Compartment Load Limitation）是指飞机的某一个货舱所允许的最大装载量，以 lb 或 kg 表示。一架飞机的不同货舱，其载荷限制是不同的。如图 5.20 所示。

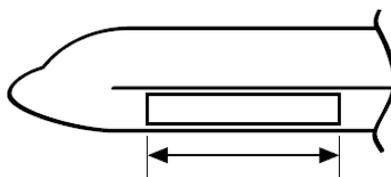


图 5.20 货舱载荷限制图

3. 面积载荷限制（地板承受力）

面积载荷限制（Area Load Limitation）是指单位面积的飞机货舱地板所能够承受的最大重量。通常以 lb/ft^2 或 kg/m^2 表示。我们管它叫作“飞机货舱地板承受力”。如图 5.21 所示。

(1) 面积载荷限制是防止装在飞机货舱地板某一区域的货物重量超过飞机货舱地板的结构承载能力（地板横梁、地板支柱、地板框架、地板甲板）。

(2) 在飞机制造商的《载重平衡手册》中通常会提供“Compartment Area Load Limit（货舱面积载荷限制）”“Uniformly Distributed Floor Loading（货舱地板均匀分布载荷）”或“Maximum Distributed Load（最大分布载荷）”，三者的意思是一样的。

(3) 假定一个货舱的面积载荷限制为 732 kg/m^2 ，表示在 1 m^2 的飞机货舱地板上，装载一件或多件货物时，所装载货物的总重量不允许超过 732 kg [不考虑货物与货舱

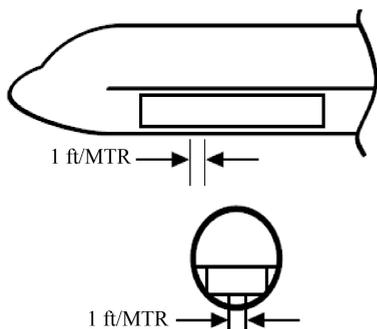


图 5.21 货舱面积载荷限制图

地板相互接触部分的面积（接地面积）以及货物的装载方向]。

4. 接触面载荷限制（接地面载荷限制）

接触面载荷限制（接地面载荷限制）（Contact Load Limitation）是指飞机货舱地板与货物直接接触部分的面积（接地面积）所允许的载荷限制，单位为 kg/m^2 或 lb/ft^2 。

（1）接触面载荷限制用于防止货物重量通过接地面积压到飞机货舱地板上以后，飞机货舱地板平面实际接收到的压力强度超过地板结构的承受力。

（2）在飞机制造商的《载重平衡手册》中，通常会提供诸如“Concentrated (foot print) Load (允许载荷)” “Contact Load Limitation (接地面载荷限制)” 或“Maximum Local Load (最大局部载荷)”，三者所表示的意思一样。

（3）假定飞机货舱的接地面载荷限制为 $1952 \text{ kg}/\text{m}^2$ ，这个限制就是货物重量通过接地面对飞机货舱压力强度的极限。

5. 点载荷限制

点载荷限制（Point Load Limitation）是为了防止单件重量较大而接地面较小的货物造成飞机货舱地板破损。

（1）点载荷限制实际就是对货物对飞机货舱地板压强的限制，使用单位为 kg/m^2 或 lb/in^2 。实际上，飞机货舱地板的承重能力非常高，正常情况下，手工操作的货物不大可能超过货舱地板载荷限制，这就是为什么点载荷限制一般不会出现在飞机制造商和承运人的手册中。

（2）但是，需要提醒的是，在货物基本预防处理程序中需要说明点载荷限制，以防止在货舱装卸货物时对货舱地板造成损坏。

（3）在处理货物时，决不允许将单件重量超过 50 kg 的货物以角着地，防止其冲击力将货舱地板损坏。如图 5.22 所示。

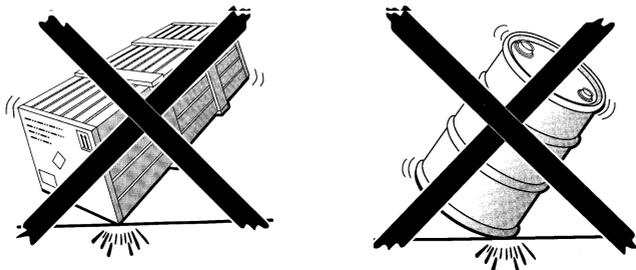


图 5.22 货物装载示例（1）



(4) 当使用撬杠移动货物时，撬杠的折弯处下面必须衬垫一定厚度的木垫板，防止撬杠的着力点将货舱地板损坏，如图 5.23 所示。

(5) 在集装板上或集装箱内操作货物时，上述要求同样适用。

6. 不对称载荷限制

不对称载荷限制 (Asymmetrical Load Limitation) 是指在货舱 (一般为主货舱) 地板单侧位置上允许装载的最大限制重量。不对称载荷限制如图 5.24 所示。

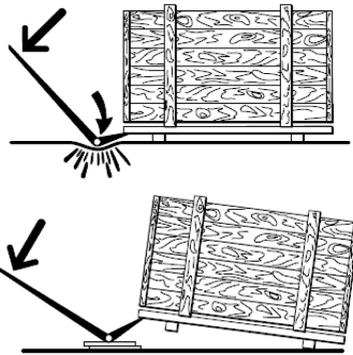


图 5.23 货物装载示例 (2)

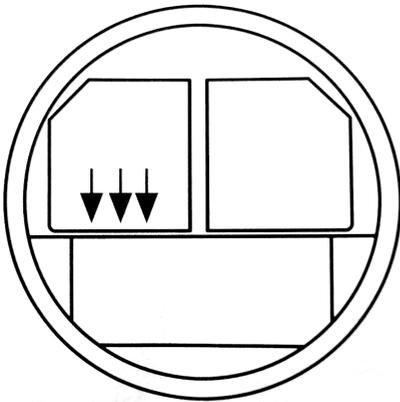


图 5.24 不对称载荷限制

(1) 不对称载荷限制是为了防止装载在飞机一侧货舱地板 (如主货舱并排两侧装载两个集装器) 上的载荷超过飞机结构的承受能力 (剪力效应超过飞机结构梁、框架和地板的承载能力)。

(2) 不对称载荷限制由飞机制造厂商在《载重平衡手册》中通过表格、图表或货舱地板线性载荷限制的形式给出。

(3) 图 5.25 是波音 777F 《载重平衡手册》中给出的主货舱不对称载荷限制图。主货舱 A 至 E、J 至 P 区域适用虚线限制，F 至 H 位置适用实线载荷限制。

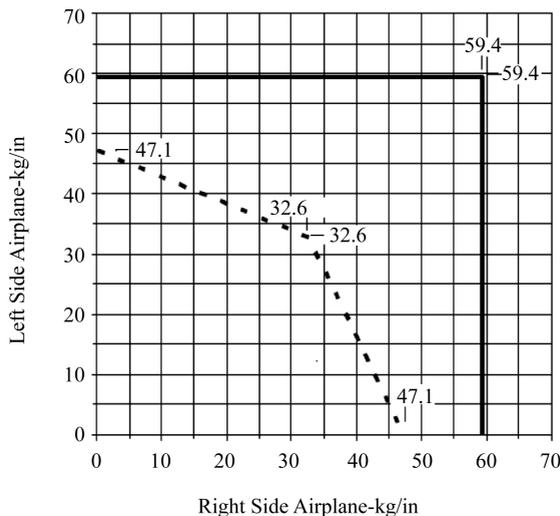


图 5.25 波音 777F 主货舱不对称载荷限制图

7. 联合载荷限制

联合载荷限制 (Combined Load Limitation) 是指在飞机一个给定的前后占位之间的分段内, 主舱和下舱联合起来可以承载的最大重量合计。

(1) 联合载荷限制是为了防止在飞机特定区域的货物重量超过生产厂商规定的机身框架和承压梁的承受力。

(2) 如图 5.26 所示, 飞机某段舱位规定的主舱的联合载荷限制为 13510 kg/m, 意味着 1 m 的机身长度上 (主货舱+下货舱) 不能装载超过 13510 kg 重的物品。将事先定义好的机身区域内的主货舱内的货物总重加上下货舱内的货物总重的方法来检查此限制。

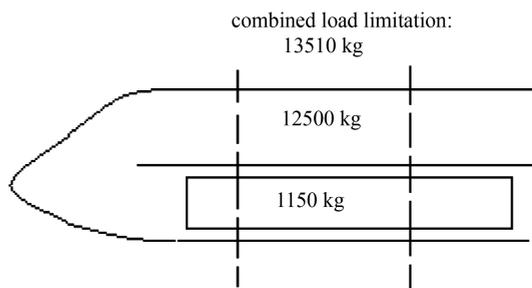


图 5.26 联合载荷限制

(3) 联合载荷限制一般小于主舱和下舱单独载荷限制之和。例如, 飞机某航段主货舱线性载荷限制为 12500 kg/m, 下货舱线性载荷限制为 1150 kg/m, 联合载荷限制为 13510 kg/m。那么, 主货舱与下货舱同时装载时最大允许为 13510 kg/m < 13650 kg/m (12500 kg/m+1150 kg/m)。

8. 累积载荷限制

累积载荷限制 (Cumulative Load Limitation) 是指在一个划定的位置 (机身前半部分或后半部分的区域) 允许装载的最大重量。如图 5.27 所示。

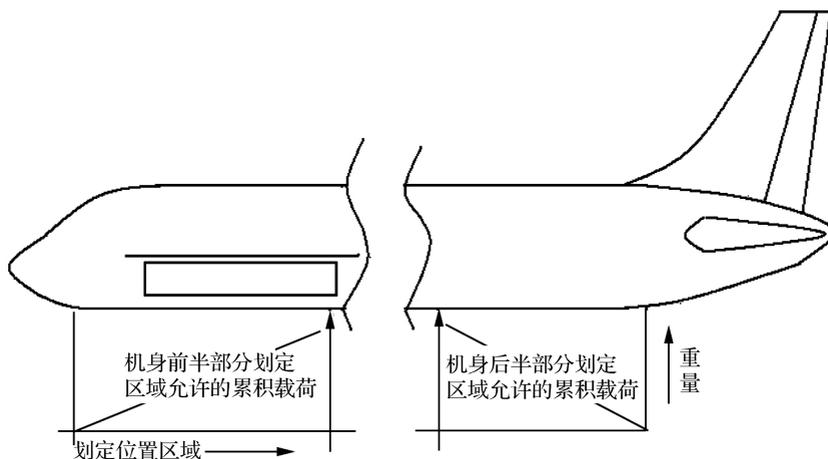


图 5.27 累积载荷限制

(1) 累积载荷限制的单位为 kg 或 lb, 其作用是防止由于划定的区域所装货物的总重量超过该区域的整体载荷限制。



(2) 累积载荷限制在飞机制造商的《载重平衡手册》中通常会提供“Cumulative Load Limitation”“Fuselage Shear Load Limitation”或“Integrated Load Limitation”。

(3) 该限制可以在飞机主货舱或下货舱相对应的区域的机身上查到。总重量必须是前面或后面相邻的两个或几个区域的累计重量。(机身前半部分由前向后, 机身后半部分由后向前。)

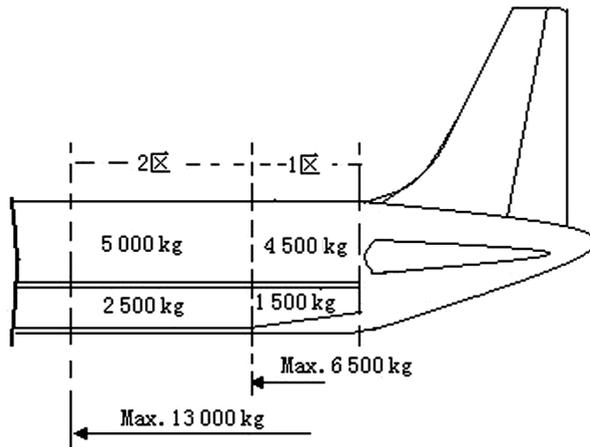


图 5.28 累积载荷限制实例

注：图中 1 区和 2 区累积重量 13500 kg，超出累积重量限制 13000 kg，需要卸下部分货物。

9. 屏障网载荷限制

屏障网载荷限制 (Barrier Net Load Limitation) 是指当货物向前或向后发生移动冲击时, 屏障网能够阻拦的最大重量。

(1) 屏障网载荷限制的单位用 kg 或 lb 表示。其作用是当货舱内的货物 (集装箱) 发生位移, 向前或向后冲击时, 能够有效地进行阻拦。屏障网必须安装在能够对机组或旅客起到保护作用的位置上 (尤其是 COMBI 型

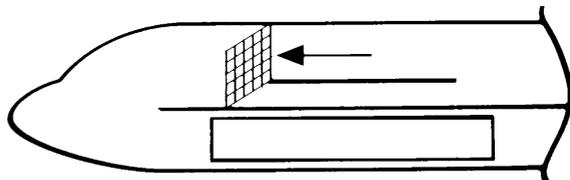


图 5.29 屏障网载荷限制实例

飞机)。屏障网载荷限制实例如图 5.29 所示。

(2) 民用飞机屏障网的载荷限制为 9 g, 即 9 倍重力加速度。

10. 横侧不平衡限制

对于宽体飞机 (一般为货机), 为保持可靠操作性, 必须考虑沿飞机中心线的左右两侧装载不平衡 (横侧不平衡)。在飞机制造厂商的《载重平衡手册》中可以查到

“Lateral Imbalance” 横侧不平衡限制。如果横侧不平衡计算结果超过限制值，则必须重新调整舱位或对起飞重量、落地重量进行削减。图 5.30 为波音 777F 横侧不平衡限制。

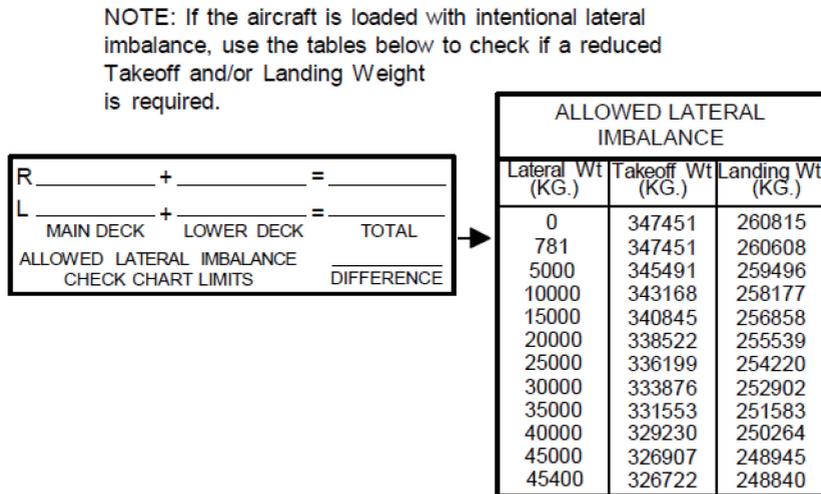


图 5.30 波音 777F 横侧不平衡限制

二、结构载荷限制的复核检查单

综上所述，由于存在大量的结构载荷限制，尤其对全货机和客货混装机来说，检查这些限制需要花费大量的时间，且相当复杂，因此在手工制作全货机或客货混装机的装载计划时，航空公司要制作“结构载荷限制的复核检查单”（可作为载重表的一部分），并且每个航班必须完成此检查单。检查单应由负责制作装载计划的人员来完成并签字。已完成的检查单必须由完成的航站存档。

第三节 航空集装器

为提高操作效率，部分飞机（一般为宽体飞机或全货机）的货舱可使用集装器装载货物、邮件和行李。因此，正确认知并配装集装器为载重平衡部门的一项重要工作。本节将介绍航空集装器的基础知识。

一、集装器的定义

1. 集装器规则

根据 IATA *ULD Regulations*（国际航协《集装器规则》），航空集装器（Aircraft Unit Load Device, ULD）是指在航空运输中所使用的集装化设备，包括集装板、集装箱



和辅助器材（网套、系留带和锁扣等）。

(1) 可预先将货物、邮件或行李等装载物按一定流向（目的地）装入标准化的集装箱内，从而实现整装整卸，提高飞机操作效率。集装箱的设计和使用，不仅可更好地处理大体积、大批量的货物运输，在运输超大、超重、温度敏感等特殊货物时也具有不可替代的优势。

(2) 集装箱被视为飞机结构中可拆卸的一部分，能装载集装箱的飞机货舱甲板上均设置有包括滚轴、滚珠、限动卡扣等在内的货舱装载系统，可使集装箱平稳地装进或卸出货舱并牢靠地固定在货舱限动系统内。

2. 注意事项

载重平衡工作中处理集装箱时应注意以下几点：

- (1) 业务载重应包含集装箱本身重量；
- (2) 所有的集装箱都应在载重平衡图表中显示出来，包括空的集装箱，运输空的集装箱时可使用标准重量；
- (3) 注意集装箱与机型的适配，特别是全货机。

3. 集装箱与集装箱

1) 集装箱

集装箱（Pallet）是根据机型要求制造的一块平面台板，将货物集中放在板上，用网罩或拱形盖板固定，装入机舱后锁定，从而实现快速装卸的目的。

集装箱在厚度上主要分两类，一类厚度不到 1 cm，主要用于运输普通货物，另一类厚度超过 5 cm，主要用于运输超重类货物。板的边缘装有固定网罩和系留带的卡槽，网罩可用绳子、皮带等打成菱形或方形网格。集装箱如图 5.31 所示。

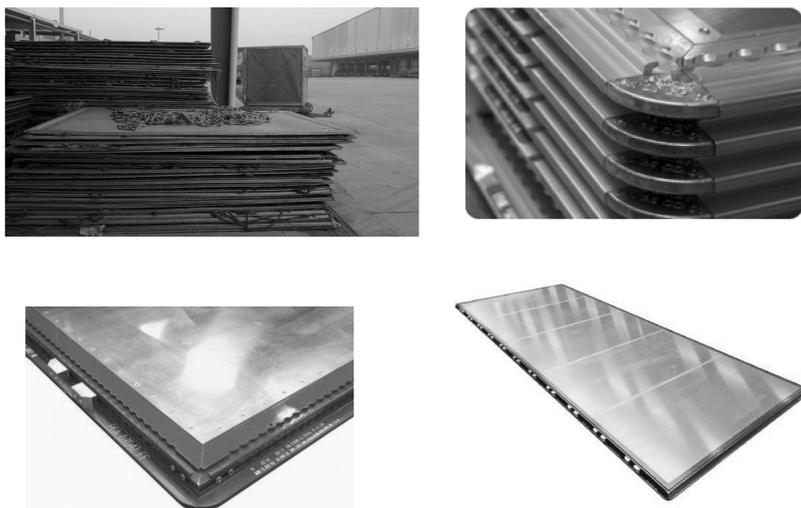


图 5.31 集装箱

2) 集装箱

集装箱 (Container) 是根据机型要求制造的一个全结构容器, 地板与集装板类似, 一侧留门, 其余三侧与顶部封闭, 可防止损害飞机。集装箱装机舱后锁定, 实现快速装卸的目的。

航空集装箱主要分为主货舱集装箱和下货舱集装箱, 其中主货舱集装箱高度超过163 cm (64 in), 是只能装在货机主货舱内的集装箱; 下货舱集装箱高度不超过 163 cm (64 in), 是可以装在宽体飞机下货舱内的集装箱, 有全型和半型两种。如图 5.32 所示。



图 5.32 集装箱

二、集装器的识别

1. 集装器的 IATA 代码识别

(1) 集装器识别代码 (ULD ID Code) 是按照《集装器规则》编制的包含集装器种类、技术规格、序列号、所属人信息的唯一识别代码。

(2) 集装器识别代码按规定格式标注在集装器上, 在仓储组装、装载控制、机坪装卸、信息传递、销售结算等环节都使用该代码进行便捷的信息交换。

2. 集装器识别代码构成

集装器识别代码由 9 或 10 个字符组成, 包含拉丁字母和阿拉伯数字, 集装器识别代码的组成和含义如表 5-3 所示。

表 5-3 集装器识别代码的结构

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
样例	A	K	E	7	0	0	5	8	C	Z
含义	种类代码	底板代码	集装器轮廓板网适配性	4~5 位序列号					所有人代码	
	类型代码									

(1) 第一部分: 类型代码含义 (第 1、2 和 3 位)。

第 1 位: ULD 种类, 如表 5-4 所示。



表 5-4 集装器类型

种类代码	含义说明
A	经适航审定的航空集装箱（不包括保温集装箱）
B	经适航审定的航空探板（Winged Pallet, 2003-05-01 之后生产）
D	未经适航审定的航空集装箱
F	未经适航审定的航空集装板
G	未经适航审定的航空集装板网
H	经适航审定的马厩
K	经适航审定的牛栏
L	经适航审定的可变轮廓航空集装箱
M	未经适航审定的保温集装箱
N	经适航审定的网
P	经适航审定的航空集装板
Q	经适航审定的加厚型航空集装箱
R	经适航审定的保温集装箱
V	经适航审定的车辆航空运输设备
W	经适航审定的航空发动机运输设备

第 2 位：底板尺寸，如表 5-5 所示。

表 5-5 集装器底板尺寸

底板代码	尺寸及说明
A	2235 mm×3175 mm (88 in×125 in)
B	2235 mm×2743 mm (88 in×108 in)
E	1346 mm×2235 mm (53 in×88 in)
F	2438 mm×2991 mm (96 in×117.75 in)
G	2438 mm×6058 mm (96 in×238.5 in)

续表

底板代码	尺寸及说明
H	2438 mm×9125 mm (96 in×359.25 in)
J	2438 mm×12192 mm (96 in×480 in)
K	1534 mm×1562 mm (60.4 in×61.5 in)
L	1534 mm×3175 mm (60.4 in×125 in)
M	2438 mm×3175 mm (96 in×125 in)
N	1562 mm×2438 mm (61.5 in×96 in)
P	1198 mm×1534 mm (47 in×60.4 in)
Q	1534 mm×2438 mm (60.4 in×96 in)
R	2438 mm×4938 mm (96 in×196 in)
S	1562 mm×2235 mm (61.5 in×88 in)
X	长边介于 2438 mm 与 3175 mm 之间 (介于 96 in 与 125 in 之间)
Y	长边小于 2438 mm (96 in)
Z	长边大于 3175 mm (125 in)

注：如果没有特殊说明，该类代码不包含在适航审定文件中，为承运人航班自用。

第 3 位：集装箱轮廓代码或者集装板和网适配性。

①对于集装箱，第 3 位字符为 IATA 标准轮廓代码，具体见 ULDR 第 4 章附录 A，并在第 5 章附录 E 中有详细说明。可以依据标准轮廓代码确定集装箱可以适配的机型。

②对于集装板，第 3 位字符为集装板及网限动系统构型以及板与网的适配性。

(2) 第二部分：集装器所有人自编的集装器序列号。

(3) 第三部分：所有人代码，由两个英文或数字表示的集装器所有人代码。

三、集装器最大毛重

(1) 集装器最大毛重 (Maximum Gross Weight, MGW) 是指含集装器自重的最大允许装载重量。最大毛重根据集装器具体装载位置确定，飞机机型《载重平衡手册》中会明确规定每种集装器在货舱中各个位置的最大允许重量。操作中，集装器实际装载重量不允许超过《载重平衡手册》中给出的重量限制。

(2) 集装器最大毛重根据机型《载重平衡手册》确定，随着机型变化，同一种集



装器的最大毛重不尽相同。为方便航空联运，国际航协（IATA）整理制作了最常用的集装箱通用最大毛重。该最大毛重可能与机型《载重平衡手册》中规定的重量限制不同，在《载重平衡手册》允许的前提下，集装箱实际装载重量（含自重）可以超过通用最大毛重。如表 5-6 所示。

表 5-6 集装箱通用最大毛重

底板代码	货机主货舱/kg	客机、货机下货舱/kg
A	6800	4625
B	4535	不适用
G	13600	不适用
M	6800	5100
N	3400	2550
R	11340	不适用
K	不适用	1588
L	不适用	3175
P	不适用	1225
Q	不适用	2450
S	3400	2310

四、集装箱轮廓限制

1. 集装箱标准轮廓代码

为更好地应用集装箱，国际航协制定了 IATA 标准轮廓，并用规定的代码表示，具体见 ULDR 第 5 章附录 E。依据轮廓代码，可以快速确定集装箱适配的机型。集装箱常用轮廓代码与机型适配表如表 5-7 所示。

表 5-7 常用轮廓代码与机型适配表

Aircraft Type/Configuration (see Table 2.3 for envelope)	Standard Container Contour (see Appendix 'E' above)															
	A B	C	D	E N	F	G H	J	K	L	M	P	U	V	X	Y	Z
波音 707C								•							•	•
波音 727C								•								•
波音 737C								•								•
波音 747F lower deck		•		•	•			•			•	•				
波音 747F main deck	•		•				•	•	•	•	•		•	•	•	•
波音 757PF								•							•	•
波音 767 lower deck		•		•	•			□			•					
波音 767F main deck	•						•	•		•	•				•	•
波音 777 lower deck		•		•	•			•			•					
波音 777F main deck	•						•	•	•	•	•		•	•	•	•
波音 787 lower deck		•		•	•			•			•					
L100	•							•		•	•				•	•
L1011 lower deck				•	•			•			•					
DC8F								•							•	•
DC10/MD11 lower deck		•		•	•			•			•					
DC10F/MD11F main deck	•						*	•		•	•		*		•	•
A300 lower deck		•		•	•	•		•			•					
A310 lower deck		•		•	•	•		•			•					
A300-600 lower deck		•		•	•	•		•			•					
A300C/F main deck								•		•			•		•	•
A310C/F main deck								•		•			•		•	•
A300-600C/F main deck	•						•	•		•			•		•	•
A319/A320/A321 lower deck						•										
A330/340 lower deck		•		•	•	•		•			•					
A330F main deck	•						•	•		•	•		•		•	•



续表

Aircraft Type/Configuration (see Table 2.3 for envelope)	Standard Container Contour (see Appendix 'E' above)															
	A B	C	D	E N	F	G H	J	K	L	M	P	U	V	X	Y	Z
A340-500/600 lower deck		•		•	•	•		•			•					
A380 lower deck		•		•	•	•		•			•					
AN12	•															
IL76	•							•		•	•				•	•
IL 86/96 lower deck				•	•			•			•					

注 1. •：轮廓适配对应机型（部分机型的卡扣系统可能无法稳妥固定，具体咨询承运人）。

2. □：轮廓只适用于可选的大尺寸货舱门（具体咨询承运人）。

3. *：并非所有 DC10 都适用（具体咨询承运人）。

2. 常用集装箱识别

集装箱识别表如表 5-8 所示。

表 5-8 集装箱识别表

IATA 代码	ATA 类型	底板尺寸	标准毛重/kg	最大毛重/kg (主舱)	最大毛重/kg (下舱)	标准容积/m ³ (箱)	备注
AKE	LD3	60.4 in×61.5 in	90		1588	4.2	宽体飞机
AVE	LD3	60.4 in×61.5 in	90		1588	4.2	宽体飞机
XKE	LD3	60.4 in×61.5 in	90		1588	4.2	宽体飞机
XKF	LD3	60.4 in×61.5 in	90		1588	4.2	宽体飞机
XKN	LD3	60.4 in×61.5 in	125		1588	4	宽体飞机
XKP	LD3	60.4 in×61.5 in	90		1588	4.2	宽体飞机
DPE	LD2	60.4 in×47 in	63		1225	3.4	波音 767
DPA	LD2	60.4 in×47 in	70		1225	3.4	波音 767
AKH	LD3-45	60.4 in×61.5 in	82		1134	3.5	A320 系列
YKB	LD3-45	60.4 in×61.5 in	82		1134	3.5	A320 系列
DKH	LD3-45	60.4 in×61.5 in	125		1134	3.3	A320 系列
PKC		60.4 in×61.5 in	40		1134	2.6	A320 系列
DZH		39.7 in×61.5 in	76		753	2.5	A319

续表

IATA 代码	ATA 类型	底板尺寸	标准毛重/kg	最大毛重/kg (主舱)	最大毛重/kg (下舱)	标准容积/m ³ (箱)	备注
PLA		60.4 in×125 in	120		3175	7.2	宽体飞机
PLB		60.4 in×125 in	90		3175	7.2	宽体飞机
AWD	LD11	60.4 in×125 in	176		3175	7	宽体飞机
ALD	LD11	60.4 in×125 in	176		3175	7	宽体飞机
ALF	LD6	60.4 in×125 in	175		3175	8	宽体飞机
ALE	LD8	60.4 in×96 in	108		2450	7.2	波音 767
DQF	LD8	60.4 in×96 in	123		2449	6.5	波音 767
P1P		88 in×125 in	110	6033	4626	10.5	宽体飞机
PAP		88 in×125 in	110	6033	4626	10.5	宽体飞机
PAG		88 in×125 in	110	6033	4626	10.5	宽体飞机
PAJ		88 in×125 in	110	6033	4626	10.5	宽体飞机
PAX		88 in×125 in	110	6033	4626	10.5	宽体飞机
AAK	LD7	88 in×125 in	230	6033	4626	8.7	宽体飞机
AAN		88 in×125 in	243	3000	3000	9	宽体飞机
AAP	LD9	88 in×125 in	200	6033	4626	9	宽体飞机
AAF		88 in×125 in	320		4626	12.2	宽体飞机
XAV	LD9	88 in×125 in	200	6033	4626	10	宽体飞机
P6P		96 in×125 in	130	6804	5035	11.4	宽体飞机
PQP		96 in×125 in	130	6804	5035	11.4	宽体飞机
PMC		96 in×125 in	130	6804	5035	11.4	宽体飞机
PMP		96 in×125 in	130	6804	5035	11.4	宽体飞机
AQA	10FT	96 in×125 in	255	6804		17	波音 74F
AMA	10FT	96 in×125 in	255	6804		17	波音 74F
AMJ		96 in×125 in	260	6804		15	波音 74F/M1F
AQ6	10FT	96 in×125 in	255	6804		17	波音 74F
AMD	10FT	96 in×125 in	325	6804		17	波音 74F
AMP		96 in×125 in	270	6804	5035	10	宽体飞机
PRA	16FT	96 in×196 in	360	11340		27	波音 74F/M1F
PZA	16FT	96 in×196 in	360	11340		27	波音 74F/M1F
PGA	20FT	96 in×238.5 in	430	11340		33	波音 74F/M1F
P7E	20FT	96 in×238.5 in	430	11340		33	波音 74F/M1F



续表

IATA 代码	ATA 类型	底板尺寸	标准毛重/kg	最大毛重/kg (主舱)	最大毛重/kg (下舱)	标准容积/m ³ (箱)	备注
特殊设备							
PYB		55 in×96 in	70	1814			波音 74F Q 位置
ZYR		47 in×54 in	54		1000	0.037	Val Box W/B
RAP	LD9	88 in×125 in	450	6033	4626	8	保温集装箱
RKN	LD3	60.4 in×61.5 in	250		1588	2.7	保温集装箱

3. 集装箱最大轮廓限制

装载于货舱内的集装箱轮廓与飞机货舱轮廓的最小间隔距离如图 5.33 所示。

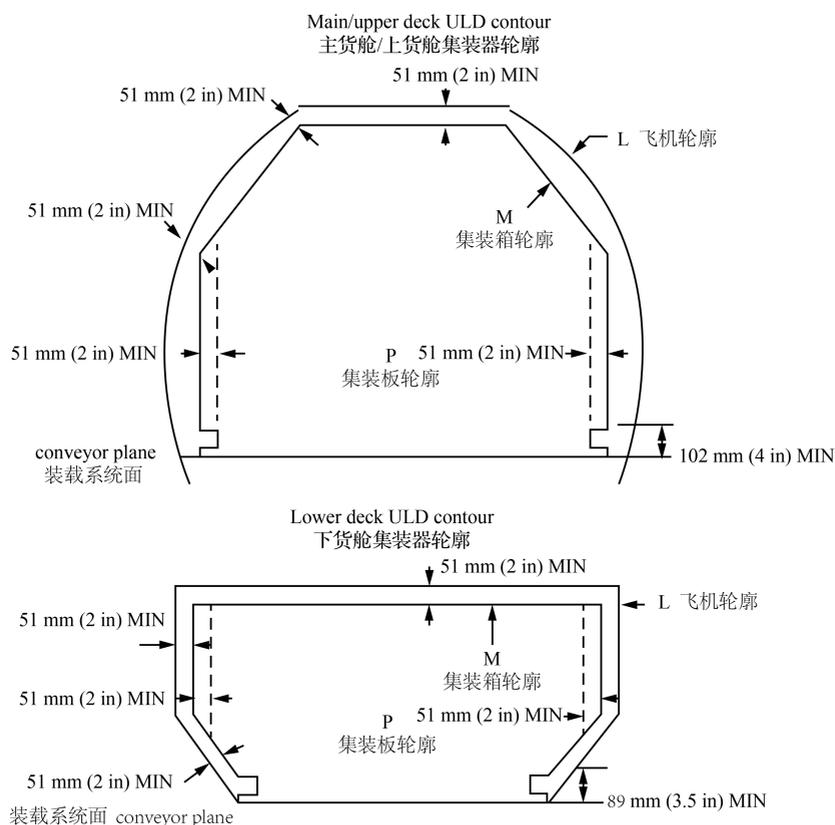


图 5.33 集装箱轮廓与飞机货舱轮廓的最小间隔距离

说明：

L：飞机货舱内壁轮廓；

M：集装箱最大允许轮廓（含所有辅助设备，与货舱壁最小距离 5 cm）；

P：集装箱板最大允许轮廓（垂直面与货舱壁最小距离为 10 cm，顶部最小距离为 5 cm，轮廓含集装箱板与装载物，不含网）。

第四节 客舱装载货物

一、客舱装载货物的背景及政策依据

1. 客舱装载货物的背景

航空业在 2020—2022 年期间受到 COVID-19 疫情的严重冲击，国内及国际航空运输市场发生显著变化，客运市场短期内急剧下降，而货运需求却爆发式增加。航空公司为应对这种短时间内的市场骤变，保障物资运输的巨大需求，在除了使用全货机和客机机腹货舱装载货物进行运输以外，还寻求利用客机的客舱以装载更多货物进行运输的可能，因此出现了使用民航客机的客舱部分运载货物的情况。

2. 客舱装载货物的政策依据

为在疫情防控工作“新常态”下，提高客机客舱内装载货物运输的安全裕度，民航局下发了《客舱装载货物运输》（第二版）（OSB-2021-05），对在客机客舱内装载货物运行的 CCAR-121 部承运人提供指导。CCAR-135 部运营人在实施相同的运行时可以参考使用。

运行安全通告（OSB）由民航局飞行标准司向行业发布，其中包含重要的运行安全信息，以及相关的推荐措施。运行安全通告有助于航空运营人在开展新型或特殊种类运行以及应对突发或紧急事件时，以最高的安全水平依法依规运行，并符合公共利益。

二、客舱装载货物的位置

1. 允许装载货物的位置

货物可装载在客舱内现有的已获批准的存放位置。这些位置包括头顶行李架、壁橱、落地式储物柜，与标有最大承载量的隔板和座椅下储物区。

2. 禁止装载的位置

禁止在厕所、机组休息区与不能将货物固定的隔板区域或其他已经明确标明不能用于装载的区域载运货物。不被许可的客舱装载如图 5.34 所示。



图 5.34 不被许可的客舱装载

3. 需要得到批准的位置

如果航空公司希望在旅客座椅上装载货物，则航空公司应获得局方对 CCAR-121 部第 121.215 条的批准。

三、客舱装载的重量与平衡控制

1. 计算机载重平衡系统

大多数计算机载重平衡系统是用来计算客舱内的荷载，如果该系统仅具备计算旅客重量的功能，建议航空公司联系系统设计方提供解决方案，调整系统以适应计算货物重量的需要。一般情况下，建议该系统设置每排的重量分配参数，以减少最终计算中的重心误差。

2. 手工制作载重平衡舱单

用于客运航班的纸质舱单如按旅客人数计算客舱平衡，在客舱运载货物的情况下，需要修改手工舱单。承运人可继续使用纸质舱单的客舱平衡分区，但应加以修改，明确载货情况的体现方式，并将客舱部分的按人数计算的方式调整为按重量计算的方式。

3. 装载通知单（Loading Instruction Report, LIR）

装载通知单也称为“装机单”，通常不包括客舱部分。因此，在 LIR “特别说明”框中详述此部分的所有信息，并提示行李架、座椅下等装载情况，避免漏卸。在做装载计划时，需保持座舱压力释放孔区域通畅。除正常信息外，LIR 还应包括以下方面的详细说明：

- (1) 每个舱位的装载量；
- (2) 座位、座位排、客舱区域和/或紧固区域的最大载荷；
- (3) 每个行李架和衣帽间的装载量和最大装载量；
- (4) 装卸的顺序。

注意：配载员应确保，只有标记特殊处理代码“CIC”（Cargo in Cabin，在客舱装载的货物）的货物才在客舱装载。

4. 航空器数据修正和配载控制

由于客舱内不载运旅客、客舱供应品减少（包括因没有旅客而减少的饮用水）等原因，将引起航空器运行空机重量和空机重心的改变。使用客舱装载货物的承运人应及时更新航空器的基础数据，保证配载准确。承运人需要对最终的载重平衡舱单进行验证，以确保运行限制得到遵守。

5. 提供给机长的文件

除舱单外，航空公司还应该向机长提供装载在客舱内的货物的详细情况报告。为便于机长识别出客舱里未装货的区域和客舱位置代码（例如 OA、OB 等），航空公司需向机长提供客舱旅客座椅布局图（Layout of Passengers Accommodation, LOPA）。

6. 配载、装载等人员的补充培训

航空公司应根据载重平衡的实施方案，对计算机载重平衡系统存在差异的操作、载重平衡舱单的变化、装载通知书新的格式等加以梳理，对额外的流程、代码及报载方式等加以补充，对载重平衡舱单制作人、监装监卸人员、装载人员及地面服务代理人员进行培训。

第五节 航空危险品装载

一、危险品概述

危险品是指在航空运输中，可能明显地危害人身健康、安全以及对财产造成损害的物品或物质。危险品运输必须遵守运输全过程中有关国家的法律、法规。

托运人及其销售代理人必须对所运输的危险品进行正确的分类，并确定每种危险品的类别、项别和危险性。

根据危险品的不同性质，危险品一共分为九大类，它们分别是：第一类爆炸品；第二类气体；第三类易燃液体；第四类易燃固体、易于自燃的物质及遇水放出易燃气体的物质；第五类氧化性物质和有机过氧化物；第六类毒性物质及感染性物质；第七类放射性物质；第八类腐蚀性物质；第九类杂项危险物质和物品，包括危害环境的物质。



二、危险品装载原则

在危险品运输的各个环节中，操作的正确性是保障安全的关键。工作人员操作危险品应遵循预先检查原则、方向性原则、轻拿轻放原则、固定原则、可接近性原则和隔离原则。

（一）预先检查原则

危险品包装件在入库、组装和装卸机之前，必须由具体负责人进行认真检查。危险品包装件在完全符合要求的情况下，才可继续进行作业，检查的标准如下：

（1）应当对装有危险品的包装件、集合包装和装有放射性物质的专用货箱进行检查，确认危险品的包装件、集合包装和装有放射性物质的专用货箱没有破损或者泄漏的迹象。

（2）装有危险品的包装件、集合包装和装有放射性物质的专用货箱在装入集装器前，应当检查是否有破损或者泄漏的迹象。

（3）装有危险品的包装件、集合包装、装有放射性物质的专用货箱和集装器在装上航空器之前，应当检查是否有破损或者泄漏的迹象。存在危险品泄漏或破损迹象的不得装上航空器。

（4）装有危险品的包装件、集合包装和装有放射性物质的专用货箱从航空器或者集装器卸下时，应当检查是否有破损或者泄漏的迹象。如发现有破损或者泄漏的迹象，则应当对航空器上装载危险品或者集装器的部位进行破损或者污染的检查。

（5）客机装载时，包括客机客舱内装载货物，应对货物标记标签及集装器挂签进行检查，避免将危险品装入客舱或将“仅限货机”运输的危险品装上客机机腹货舱。

（6）在危险品操作的过程中要注意保持标签的完整，如发现要求使用的标记或标签已丢失、脱落或难以辨认时，应根据危险品托运人申报单或其他运输文件，例如货运单上的信息，及时替换此标签或标记。该要求不适用于在收运时发现标记和标签丢失或无法辨识的情况。

（二）方向性原则

对于有方向性的标签或标记（有时还标有“THIS SIDE UP”）的危险品包装件，作业人员在搬运、存放、装卸、组装集装板或集装箱以及装机的全过程中，必须按该标签的指向使包装件始终保持直立向上。

（三）轻拿轻放原则

在搬运或装卸危险品包装件时，无论是采用人工操作还是机械操作，都必须轻拿轻放，切忌磕、碰、摔、撞。

(四) 固定原则

危险品包装件装入机舱后,为防止损坏,装载人员应将它们在机舱内固定住,以免在飞行中滑动或倾倒。同时,装载人员应固定好危险品包装件附近的行李、邮件和普通货物,防止因行李、邮件或普通货物移动而造成危险品包装件破损。危险品包装件的装载应该符合如下要求:

(1) 体积小的包装件不会通过网眼从集装箱上掉下。

(2) 散装的包装件不会在货舱内移动。

(3) 桶形包装件,难于用尼龙带捆绑固定时,要用其他货物卡紧。

(4) 用其他货物卡住散装的包装件时,必须从五个方向(前、后、左、右、上)卡紧。如果集装箱中的货物未装满(已经使用的容积不超过 2/3),应将货物固定,如图 5.35 所示。

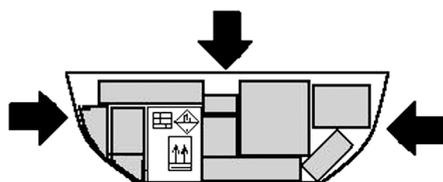


图 5.35 危险品装载示意图

(五) 货机装载的可接近性原则

(1) 装载仅限货机的危险品时,必须将粘贴有“仅限货机 CARGO AIRCRAFT ONLY”标签的一面放在最外面,保证人员能够随时看到,且危险品包装件具有可接近性。

(2) 粘贴“仅限货机”标签的危险品其装载方式应满足可接近性原则,即在出现涉及这些危险品的紧急情况时,机组成员或其他得到授权的人员能够接近和处置这些危险品;如果重量和尺寸允许时,可以将这些包装件与其他货物分开。但下列物品除外:

①装入 C 类货舱。

②装在配有火情探测、灭火系统的集装器中,该系统与民航局适航审定 C 类货舱所规定的系统相等同。

③归类为:

- a. 易燃液体(第 3 类)、Ⅲ级包装,不包括带有第 8 类次要危险性的易燃液体;
- b. 毒性物质(第 6.1 项),无第 3 类以外的次要危险性;
- c. 感染性物质(第 6.2 项);
- d. 放射性物质(第 7 类);
- e. 杂项危险品(第 9 类);
- f. UN3528——易燃液体为动力的内燃机、易燃液体为动力的燃料电池发动机、易燃液体为动力的内燃机器和易燃液体为动力的燃料电池机器;
- g. UN3529——易燃气体为动力的内燃机、易燃气体为动力的燃料电池发动机、易燃气体为动力的内燃机器和易燃气体为动力的燃料电池机器。

(3) 未粘贴“仅限货机”标签的危险品包装件或集合包装装载在货机上,无须满足危险品可接近性原则。



（六）隔离原则

1. 性质相抵触的危险品的隔离

（1）有些不同类别的危险品，互相接触时可以发生危险性很大的化学反应，称之为性质抵触的危险品。为了避免这样的危险品在包装件偶然漏损时发生危险的化学反应，必须在存储和装载时对它们进行隔离。

需要互相隔离的危险品，见表 5-9。

表 5-9 危险品隔离表

危险品标签	1 (除 1.4S)	2.1	2.2, 2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	8	9-锂电池 (见注2)
1 (除 1.4S)	注1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.1	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
2.2, 2.3	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	×
4.1	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
4.2	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—
4.3	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—
5.1	×	—	—	×	—	×	—	—	—	—	×
5.2	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	×	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—
9-锂电池 (注2)	×	×	—	×	×	—	—	×	—	—	—

注1：“×”表明装有这些类或项的危险品的包装件必须相互隔开，“—”表明装有这些类或项的危险品的包装件无须相互隔开。

注2：1.4S项、第6、7和9类（锂电池除外）无须与其他类别的危险品隔开。

（2）性质相互抵触的危险品包装件在任何时候不得相互接触或相邻放置。

（3）在仓库中存储时，应有 2 m 以上的间隔距离。

（4）装在集装箱上或在货舱内散装的情况下，可采用如下两种方式中的任何一种：

A. 将两种性质相互抵触的危险品包装件分别用尼龙带固定在集装箱或飞机货舱地板上，两者的间距至少 1 m。

B. 用普通货物的包装件将性质相互抵触的两个危险品包装件隔开，两者的间距至少 0.5 m。

2. 毒性物质或传染性物质的隔离要求

毒性物质或传染性物质不得与以下所列货物装载在同一货舱：

- (1) 动物；
- (2) 食品；
- (3) 饲料；
- (4) 其他供人类或动物消费的可食性物质。

除非以下两种情况：

A. 第六类危险品包装件装载在一个封闭的集装箱内，而食品装载在另一个封闭的集装箱内；

B. 第六类危险品包装件与以上货物分别装在不同的集装箱上，而集装箱在货舱内不得相邻放置。

三、危险品装载注意事项

(一) 装载程序及职责

(1) 操作人员应根据托运人危险品申报单，填制特种货物机长通知单（NOTOC），并通知载重平衡部门关于危险品的预配情况。

①通知方式包括但不限于电话、传真或电脑系统等。

②通知内容至少包括：

- a. 货运单号码；
- b. 运输专用名称，技术名称，UN 或 ID 编号；
- c. 危险性标签上反映的危险品类别、项别和次要危险性，一类危险品还要注明配装组；
- d. 包装等级；
- e. 对非放射性危险品应注明包装件数，如果需要还应注明每个危险品包装件的净重和毛重（UN1845 固体二氧化碳干冰注明 UN 编号，运输专用名称，类别，每一货舱的装载总重量，目的站）；
- f. 对放射性危险品应注明包装件、集合包装或集装箱的数量和类型，如果需要还应注明每个包装件、集合包装或集装箱的尺寸和运输指数；
- g. 是否仅限货机运输；
- h. 目的站名称；
- i. 如果需要还应注明承运的危险品已获得国家政府的豁免；
- j. 适用集装箱编号。

(2) 在危险品装机之前，应在装机单（Loading Instruction）上注明特殊注意事项及装载位置。

(3) 航班在经停站过站时，经停站对于过站的危险品，一般不要更改装载位置。如果必须改变危险品的装载位置，应按规定合理安排，并通知有关航站。

(4) 为了保证人员的安全和货物的完好，某些危险品与人之间，某些不同类别的危险品之间，某些危险品与其他货物之间，在存放与装载中均需隔离。具体参照 IATA



DGR 中 9.3.2 和 10.9.3 章节的内容。

（二）货机上的装载

1. 仅限货机（Cargo Aircraft Only）

（1）粘贴有“仅限货机”标签的危险品包装件或集合包装装载在货机上，必须满足下列要求之一：

- a. 装载在 C 类货舱；
- b. 装载在配备火情探测和灭火系统的集装箱中，该系统与民航局适航审定 C 类货舱所规定的系统相等同；
- c. 装载方式应满足可接近性原则，即在出现涉及这些危险品的紧急情况时，机组成员或其他得到授权的人员能够接近和处置这些危险品；在重量和尺寸允许时，可以将这些包装件与其他货物分开。

（2）当需要时，粘贴有“仅限货机”标签的包装件或集合包装应在出发前提供给机组人员进行检查。

（3）上述（1）和（2）要求不适用于下列粘贴“仅限货机”的危险品：

- a. 易燃液体（第 3 类）、Ⅲ级包装，不包括带有第 8 类次要危险性的易燃液体；
- b. 毒性物质（第 6.1 项），无第 3 类以外的次要危险性；
- c. 感染性物质（第 6.2 项）；
- d. 放射性物质（第 7 类）；
- e. 杂项危险品（第 9 类）；
- f. UN3528——易燃液体为动力的内燃机、易燃液体为动力的燃料电池发动机、易燃液体为动力的内燃机器和易燃液体为动力的燃料电池机器；
- g. UN3529——易燃气体为动力的内燃机、易燃气体为动力的燃料电池发动机、易燃气体为动力的内燃机器和易燃气体为动力的燃料电池机器。

2. 仅限货机（Cargo Aircraft Only）危险品的装载

粘贴“仅限货机”标签的危险品包装件或集合包装在货机装载时：

- （1）应优先装载在货机的 C 类货舱。
- （2）当装载在货机主货舱时，必须满足可接近原则，并遵循下列要求：
 - a. 不得组装在集装箱中；
 - b. 组装集装板时，贴有“仅限货机”标签的危险品必须码放在集装板靠近消防通道一侧，不得埋入式组装，且危险品标记标签朝外，易于识别、清晰可见；
 - c. 在主货舱装载时，应尽量靠前装载，便于机组必要时接近和处置危险品；
 - d. 监装人员应对危险品货物装载合规情况进行检查。

四、干冰的装载

（1）作为货物的冷冻剂而运输的干冰（固体二氧化碳），运输时应根据机型、飞机

通风率、包装与码放方式及装载要求等因素做好合理安排，装入货舱（包括货机的主货舱）的数量不得超过表 5-10 中的限量。

(2) 干冰不得与活体动物相邻放置。干冰对于活体动物存在两种危险性：一是放出二氧化碳气体，使动物窒息；二是降低周围温度，使动物处于低温环境。

表 5-10 部分干冰装载限量

机型	干冰装载限量/kg				
	主货舱	前货舱	后货舱	散舱	限装总量
A319/320/321	N/A	0	200		200
波音 737	N/A	180	180	180	180
波音 777	N/A	710	710	710	710
波音 777F	2650	520	520	520	2650
波音 787	N/A	470	470	470	470
A330	N/A	950	450	200	1600
A350	N/A	700	600	200	1500
ARJ21	N/A	0	70	N/A	70

(3) 飞机在经停站着陆时，都应打开舱门，以利于空气流通而降低货舱内的二氧化碳浓度。如果需要装卸货物，必须待货舱内空气充分流通后，工作人员才可进入货舱进行装卸作业。

第六节 鲜活易腐货物装载

一、鲜活易腐货物概述

鲜活易腐货物是指那些在未满足其生命周期所需的存放条件、要素或其他标准的情况下，失去其内在属性或品质并因此无法实现应有功能的物品。其包括的物品有：药品（疫苗和药品）、生物器官、生物组织、组织培养菌、生物制品、活的生物及微生物、电子元器件、手工艺品、种子、根和球茎、水果、蔬菜、肉类、鱼、海鲜、奶制品、冷藏品、鲜花、糕点和其他易受不适宜贮存条件影响的物品。此种货物一般要求在运输和保管中采取特别的措施，如冷藏、保温等，以保持其鲜活或不变质。

二、水果、蔬菜和鲜花的装载要求

- (1) 装载时应避免污染其他货物。
- (2) 装在集装板上的水果、蔬菜和鲜花应保持通风。



- (3) 避免将水果、蔬菜和鲜花放在阳光暴晒或寒冷地方。
- (4) 多层码放时不宜过高，避免底层货物受损。
- (5) 水果、蔬菜和鲜花应远离热源。
- (6) 水分较大的水果和蔬菜之间应留有足够的间隔。
- (7) 鲜花与水果不能装在同一集装器或同一散货舱内。

三、种蛋的装载要求

- (1) 装载时应参阅“货物配装禁忌表”，如，种蛋应远离毒性物质、传染性物质、活体动物、尸体、干冰、放射性物质。
- (2) 避免高温、低温和太阳暴晒。
- (3) 车辆颠簸可能造成种蛋破损，在仓库与停机坪之间地面运输时应注意保护好种蛋。

四、人体活器官和新鲜的人体血液的装载要求

- (1) 装载时远离毒性物质、传染性物质、放射性物质。
- (2) 以最早的航班运输。
- (3) 此类货物当中的有些物品需要在运输途中给予保温或冷藏，应特别注意其需要的存储温度范围。

第七节 活体动物装载

一、活体动物概述

活体动物指活的宠物、家畜类，禽类，除人类以外的灵长类，爬行、两栖类，水生物种，昆虫类以及未经驯化的哺乳动物类。

由于航空运输的快捷性、安全性，活体动物的运输在整个国际航空运输中占有非常重要的地位。活体动物不同于其他货物，对环境的变化有很强的敏感性。活体动物由于种类繁多、各具特性等因素，在运输过程中容易出现各种各样的问题。因此，工作人员一方面应多了解各种动物的特性，另一方面应严格按照运输规则来组织运输。

IATA 每年出版一期《活体动物规则》（*Live Animal Regulations, LAR*），包括有关活体动物运输的各项内容，如包装种类、操作和仓储标准等，目的是保证活体动物安全到达目的地。

二、活动物装载要求

（一）一般要求

（1）装卸活体动物时应严格按照 IATA《活体动物规则》（LAR）中的规定进行操作。

（2）装卸活体动物时必须谨慎，以确保动物和人的健康与安全。

（3）装卸作业过程中，应始终保持活体动物包装处于平稳状态。特别是装载宽体飞机散货舱的活体动物，卸机时尽量不要直接经传送带卸下飞机，应从后下货舱门卸下，避免动物因身体站立不平衡从传送带上摔下。

（4）应避免污染其他的货物。

（二）隔离要求

（1）根据动物习性，活体动物喜欢黑暗或光线暗淡的环境，一般放置在安静阴凉处。不可在高温、寒冷、降雨等恶劣天气时露天存放活体动物。

（2）盛装活体动物的容器与其他货物之间应有一定的隔离距离以保证通风。

（3）互为天敌的动物，应当隔离装载，可以装载在同一个舱位，前提是它们彼此看不到。来自不同大陆或发情期的活体动物，在装载时应进行隔离。来自不同大陆的猴子，不得装载于同一货舱内。动物不能与食品、放射性物质、毒性物质、传染性物质、灵柩、干冰等放在一起。

（4）实验动物应与其他动物分开存放，避免交叉感染。

（5）如果货物的外包装上没有专门要求或提示，活体动物在运输、仓储期间不得随意给动物喂食、喂水。

（6）经常存放动物的区域应定期清扫，清扫时应将动物移开。

（7）尽量避免活体动物与行李直接接触，以防污染行李。

（三）集装器运输活体动物的组装操作要求

（1）活体动物不能与毒性物质、传染性物质、Ⅱ和Ⅲ级放射性物质、干冰等装入同一集装器。

（2）除专用集装箱以外，不能将动物（不含冷血动物）装在集装箱中运输。装在集装板上运输的动物不能加盖苫布，防止动物窒息。

（3）即使在具有通风系统的货舱内，集装板上装载批量较大的活体动物时，也应保证同一层包装件的四周具有足够的空间通风。除使用四面通透的铁笼作为活体动物外包装外，其他材质包装件的前后或左右两个对应侧面之间的间隔距离至少应为 10 cm，以保证空气流通。上下层之间的包装件可以交错码放。

（4）使用保护性固定材料，如集装网罩进行固定，集装器底板或飞机散货舱地板上须加垫塑料布等防水材料，以防止动物的排泄物（尿液和粪便）溢出，污染集装器



和货舱。

（四）装机注意事项

（1）应将活体动物装在具备通风和温度调节系统的货舱内。各种活体动物适宜温度见表 5-11。

（2）对于进入中国的活体动物，在到达中国前的运输过程中，不得与不同种、不同产地、不同托运人或收货人的活体动物相互接触或装在同一货舱内运输。

（3）互为天敌的动物、来自不同地区的动物、发情期的异性动物不能装在同一货舱内运输。

（4）活体动物不能与食品、放射性物质、毒性物质、传染性物质、灵柩、干冰等放在同一散货舱内运输。

（5）有不良气味的小动物，仅限于少量供实验用的猴子、兔子、豚鼠以及会发出叫声的初生家禽、小狗等不能装在波音 747-400COMBI 型飞机的主货舱。

（6）装在散货舱内的活体动物应使用绳索系留固定。

（7）装卸时间应尽可能接近飞机起飞或到达时间。

（8）活体动物装机后应填写“特种货物机长通知单”（NOTOC），航班起飞前通知机长。“特种货物机长通知单”中应注明所装动物的适宜温度范围。

（9）活体动物的装载应尽量避免开货舱的报警探头，且与报警探头至少保持 10 cm 的距离。

（10）活体动物应放置在条件适宜且方便照顾的货舱位置，并尽量缩短装卸时间。

（11）活体动物容器应放置平稳，必要时应固定，防止其他货物倾覆、挤压、覆盖活体动物包装容器。

（12）在集装箱底层和集装箱上加垫塑料膜等防水材料，防止动物的排泄物污染飞机集装箱和飞机货舱，且不能堵塞活体动物容器的通风口。

（13）波音 737 系列客机活体动物装载要求如下：

①对低温敏感的活体动物宜装载在前货舱，并尽量放置在前货舱前端。

②对高温敏感或者有特殊气味的活体动物宜装载在后货舱。

③在天气炎热的情况下，活体动物宜装载在后货舱。

（14）如果航班发生延误，需将动物卸下货舱通风时，不可将动物放在机坪上。

（15）货舱内经常存放动物的区域应定期清扫。

表 5-11 各种活体动物适宜温度

动物种类		温度范围/°C	备注
家 养 动 物	猫 cat	7~24	
	狗 dog	10~27	
	松狮犬 dog (domestic, snub nosed)	10~19	
	兔子 rabbit	10~21	
	小牛 calf	12~25	
	肉牛 beef cattle	-8~25	
	乳牛 dairy cattle	-5~23	
	山羊 goat	0~25	
	马 horse	10~19	
	猪仔 (断奶的) pig (weaner)	20~26	
	成猪 (生长中的) pig (grower)	12~22	
	母猪 (怀孕的) sow (pregnant)	15~22	
	绵羊 sheep	5~20	
	鸡雏 (一日龄) chick (day-old)	14~23	
	肉鸡 chicken	0~21	
	小鸭子 duckling	15~23	
	鸭子 duck	10~29	
	小鹅 gosling	15~23	
	鹅 goose	10~29	
	野鸡雏 pheasant (一日龄)	15~24	
土耳其幼禽 Turky poult	15~23		
土耳其马 Turkey	5~19		



续表

	动物种类	温度范围/°C	备 注
野 生 动 物	匈牙利鸟 humming bird	18~29	
	波斯猫 bobcat	4~18	
	澳洲野狗 dingo	7~29	
	山狗 coyote	2~29	
	浣熊 racoon	4~27	
	棕熊 brown bear	4~29	
	小羊驼 vicuna	7~24	
	獾 badger	4~24	
	沙鼠 gerbil	10~32	
	跳鼠 jerboa	10~32	
	成年灵长类动物（非人类） Non-human primate（adult）	21~32	
	幼年灵长类动物（非人类） Non-human primate（young）	27~29	
	负鼠（北美）opossum（North American）	16~29	
豪猪（北美）porcupine（North American）	4~24		

注：动物最适宜的温度受动物年龄、种群、繁殖、换皮毛季节等因素影响。

第八节 其他特种货物装载

一、水产品运输装载规定

（一）小龙虾、龙虾、螺、甲鱼、肉蟹、贝类

1. 包装顺序

泡沫箱—瓦楞纸箱。

2. 包装要求

（1）该类货物包装上需开通气孔。最下面一排通气孔的下沿距离货物包装底部的

高度不应小于 10 cm。通气孔的直径不得大于 3 cm，每一侧面不得超过 3 个。

(2) 无水包装。

(3) 禁止在包装内使用散冰降温。如果包装内需放置冰块降温，应将冰块装入塑料袋，袋口扎紧后再放入包装箱内。或者使用矿泉水瓶装水后冻结成冰，装箱前使用吸水纸等吸水物质将矿泉水瓶子包住，防止冷凝水渗漏或流出。

(4) 泡沫箱底部应铺设吸水材料，例如吸水纸、潮湿的锯末等。

(5) 单件货物毛重以不超过 30 kg 为宜。

(6) 泡沫箱的使用标准为：箱壁厚度不应小于 3.5 cm，箱体部分无任何破损或裂口；防渗漏性能良好（渗水试验方法：泡沫箱内装水达到或超过 1/2，静态平面摆放 12 h，箱底无水分渗漏现象）。

(7) 瓦楞纸箱的抗压标准为：以单件重量 30 kg 的包装件，同类货物向上码放 3.0 m 或者 8 层高，最低一层不会发生变形或凹陷。

(8) 矿泉水瓶内的水只能装到八成，不能装满，防止冰冻后瓶体被胀破。

3. 装机规定

(1) 装机前必须对货物包装再次进行检查，发现有渗漏现象的包装件，应予拉下，停止运输。

(2) 此类货物装机时禁止侧放或倒置。

(3) 窄体飞机和宽体飞机散货舱运输时，装机前应在货舱地板上铺设足够面积的防水雨布（或塑料布）。防水雨布的四周不需要向上折起。

(二) 观赏鱼、活鱼、鳗鱼、活虾、充氧活海蟹、鱼苗、虾苗

1. 包装顺序

双层聚乙烯塑料袋（或聚氯乙烯贴布革水产袋）—泡沫箱—聚乙烯塑料袋—瓦楞纸箱；或

双层聚乙烯塑料袋（或聚氯乙烯贴布革水产袋）—聚乙烯塑料袋—泡沫箱—瓦楞纸箱。

鱼苗、虾苗类包装：在单件毛重不超过 10 kg 时，包装顺序为双层聚乙烯塑料袋—瓦楞纸箱。如果货物单件重量超过 10 kg，包装顺序为双层聚乙烯塑料袋（或聚氯乙烯贴布革水产袋）—泡沫箱—聚乙烯塑料袋—瓦楞纸箱。

2. 包装要求

(1) 带水包装。

(2) 由于带水且包装内需要充氧，因此最内层的双层塑料袋的扎口一定要严密。方法是：充完氧气后，先将袋口拧紧扎住，折回后再使用捆扎绳扎住，保证气体或水分不会发生泄漏。

(3) 此类产品只能使用单一开口的整体塑料袋，禁止使用靠热合技术做袋底封口



的塑料袋。

(4) 鱼苗、虾苗的单件货物毛重以不超过 10 kg，其他品类的单件货物毛重以不超过 30 kg 为宜。

(5) 聚乙烯塑料袋的强度标准：厚度不小于 0.025 mm 的透明或不透明袋体；塑料袋底部的接缝处封闭严密，袋内装水达到 1/2 或以上，平面摆放 12 h 后，底部应无水分渗漏现象。

(6) 泡沫箱的实验标准为：箱壁厚度不应小于 3.5 cm；防渗漏性能良好（渗水试验方法：泡沫箱内装水达到或超过 1/2，静态平面摆放 12 h，箱底无任何水分渗漏现象）。

(7) 瓦楞纸箱的抗压标准为：单件重量 30 kg 的包装件，同类货物向上码放 3.0 m 或者 8 层高，最低一层不会发生变形或凹陷。

3. 装机措施

(1) 装机前必须对货物包装再次进行检查，发现有渗漏、泄漏现象的包装件，应予以拉下，停止运输。

(2) 此类货物装机时严禁侧放或倒置。

(3) 窄体飞机和宽体飞机散货舱运输时，装机前应在货舱地板上铺设足够面积的防水雨布（或塑料布）。水产品装载完毕后，防水雨布的四周向上折起，使用粘胶带将折起部分固定在货物上。

(三) 冰冻水产品（冻鱼、冻虾、冻肉及需冷藏的动物内脏、蔬菜等）

1. 包装顺序

双层聚乙烯塑料袋—泡沫箱—聚乙烯塑料袋—瓦楞纸箱，或
双层聚乙烯塑料袋—聚乙烯塑料袋—泡沫箱—瓦楞纸箱。

2. 包装要求

(1) 无水包装。

(2) 由于货物自身属于冰冻产品，运输过程中不可避免地会发生融化，为防止运输过程中发生水分渗漏，最内层的双层塑料袋的扎口一定要严密。方法是：先将塑料袋口拧紧扎住，折回后再使用捆扎绳扎紧，保证水分不会发生泄漏。

(3) 如果使用的是两端开口的塑料袋，底部扎口的操作顺序为：旋转拧紧—捆扎—折回—再捆扎；包装时塑料袋应反过来使用，扎口的结在包装的里面。

(4) 禁止在包装内使用散冰。如果包装内置有降温冰块，应将冰块装入塑料袋内，塑料袋口应扎紧，或者使用矿泉水瓶装水后冻结成冰，装箱前使用吸水纸等吸水物质将矿泉水瓶包住，防止冷凝水渗漏或洒出。

(5) 泡沫箱底部应当铺设吸水材料，如吸水纸、潮湿的锯末等。

(6) 单件货物毛重以不超过 30 kg 为宜。

(7) 聚乙烯塑料袋的强度标准：厚度不小于 0.25 mm 的透明或不透明袋体；塑料袋底部的接缝处封闭严密，袋内装水达到 1/2 或以上，平面摆放 12 h 后，底部应无水分渗漏现象。

(8) 泡沫箱的实验标准为：箱壁厚度不应小于 3.5 cm；防渗漏性能良好（渗水试验方法：泡沫箱内装水达到或超过 1/2，静态平面摆放 12 h，箱底无任何水分渗漏现象）。

(9) 瓦楞纸箱的抗压要求为：单件重量 30 kg 的包装件，同类货物向上码放 3.0 m 或者 8 层高，最低一层不会发生变形或凹陷。

(10) 矿泉水瓶内的水只能装到八成，不能装满，防止冰冻后瓶体被胀破。

3. 装机要求

(1) 装机前必须对货物包装再次进行检查，发现有渗漏、泄漏现象的包装件，应予以拉下，停止运输。

(2) 此类货物装机时严禁侧放或倒置。

(3) 窄体飞机和宽体飞机散货舱运输时，装机前应在货舱内铺设足够面积的防水雨布（或塑料布）。装载完毕后，防水雨布的四周向上折起，使用粘胶带将折起部分固定住。

(四) 水产品运输机坪安全操作注意事项

(1) 为防止发生不安全事件，严禁将打开状态下的塑料布带入停机坪。装卸人员可以在仓库或机坪外将塑料布折叠好，放入牵引车驾驶室或指定专人保护，带入机坪。装机时在折叠状态下由地面拿到飞机货舱内，然后展开，铺设使用。

(2) 进港航班货舱内如果使用了塑料布，卸机人员卸完货物后应在飞机货舱内将塑料布折叠好，然后拿下飞机，放入牵引车驾驶室或者指定专人看护下带回仓库。严禁将塑料布在展开状态下由飞机货舱内卸下飞机。

二、贵重物品运输装载要求

(1) 根据民航局规定，所有货物包括贵重物品不允许装在客舱或驾驶舱，只能装在货舱中运输。

(2) 贵重物品在宽体飞机上运输时，只能使用带金属门的集装箱运输。装箱时必须要有三人同时在场作业。集装箱组装完毕后必须按规定关好箱门，使用铅封封口。

(3) 规定范围以外的贵重物品货物可以使用集装板运输，与其他货物混装时，应将贵重物品装在便于操作人员监控的明显位置上。

(4) 贵重物品装在非宽体飞机的货舱中运输时，应装在货舱内明显的位置上。与其他货物混装时，不得被其他货物所覆盖。

(5) 贵重物品装机后，装机站必须派监装人员在飞机下面监护，直至飞机开始滑行。



三、灵柩运输装载要求

- (1) 灵柩必须远离动物和食品。
- (2) 灵柩尽量装载在集装板上。
- (3) 参阅“货物配装禁忌表”。
- (4) 灵柩必须在旅客登机前装机，在旅客下机后卸机。
- (5) 散装时，灵柩不能与动物装在同一货舱内。
- (6) 灵柩只可以水平放置，不可以直立或侧放。
- (7) 必要时，运送过灵柩的飞机或设备，应进行消毒后才能继续使用。
- (8) 装机前或卸机后，灵柩应停放在僻静地点，如果条件允许，应加盖苫布，与其他货物分开存放。
- (9) 在客运班机上，灵柩必须装在货舱内。在货舱内应将灵柩固定，不致因其移动而损坏飞机。装在飞机散货舱内运输的灵柩，装机时应尽量避免与其他货物混装在一个货舱内。单独装载的灵柩应当单独捆绑限动。
- (10) 灵柩与其他货物组装在一个集装器上运输时，应注意：
 - ①灵柩的上面不能码放木箱、铁箱以及单件重量较大的货物；
 - ②灵柩不能与其他货物混装在集装板上；
 - ③需要在灵柩上面装货时，灵柩的表面与货物之间应使用塑料布或其他软材料间隔，以防损坏灵柩。
- (11) 分别装有灵柩和动物的集装器，装机时中间至少应有一个集装器间隔。
- (12) 灵柩在地面停留或待运期间禁止无关人员围观或议论。

本章小结

为便于认知，国际航协制定了统一的飞机舱位标识规则，可最大限度避免信息传递和理解偏差，降低安全风险（第一节）。飞机在飞行过程中会发生不同程度的扭曲，但不能超过最大许可限制，常见限制包括连续载荷限制、货舱载荷限制、面积载荷限制（地板承受力）、接触载荷限制、点载荷限制、不对称载荷限制、组合载荷限制、累积载荷限制和隔网载荷限制（第二节）。集装器是为实现整装整卸，提高操作效率而设计的集装化设备，包括集装板、集装箱和辅助器材。为方便管理和使用，每个集装器都有编号，载重平衡员应能认知并正确配装集装器（第三节）。此外，本章内容重点介绍了客舱装载货物、特种货物等特殊运行下的装载要求。

重点难点回顾

1. 全货机舱位标识。
2. 飞机的面积载荷与接触载荷计算，即地板承受力检验。（难点）

3. 集装箱的配装。
4. 危险品装载。(重点)
5. 活体动物装载。(重点)
6. 鲜活易腐货物装载。
7. 水产品装载。(重点)
8. 灵柩装载。
9. 贵重物品装载。

讨论与研究

1. 飞机载荷检查单的设计意义。
2. 航空集装货物运输的发展。
3. 研究讨论客舱装载货物的限制。

习题

1. 解释集装器装载位置标识 11、11L、11P、C、CR、CDR 和 CER 的含义。
2. 计算地板承受力时，是使用货物接触面积还是受力面积计算？对接触面积有何限制？
3. 解释 PMC30115CZ、FLA00121MU、HMJ08145CA 的含义。
4. 活体动物运输装载时需要特别注意的问题是什么？
5. 危险品在运输过程中的装载操作原则有哪些？
6. 灵柩运输的装载要求有哪些？
7. 贵重物品运输的装载要求有哪些？
8. 鲜活易腐货物的装载要求是什么？

第六章 纸质载重平衡舱单填制

本章提要

载重平衡图的手工填制是配载员的基本功，即使在使用计算机操作的年代，仍然需要配载员掌握这一技能，以备紧急情况下的操作。载重平衡图形象具体，对初学者而言更容易理解和掌握飞机配载平衡的技能。

手工填制的航班载重平衡图纸按机型设计，每套图纸包括载重表及载重电报 (LOADSHEET & LOADMESSAGE)、平衡图 (WEIGHT AND BALANCE MANIFEST)、装机单 (LOADING INSTRUCTION)。除平衡图有折线型和指数型两种设计外，载重表、装机单的设计都比较统一。平衡图根据航空公司的机型数据和安全要求，在载量指数和平衡包线图等方面会有些区别，本章将介绍航班载重平衡图表的识别和手工填制方法以及载重平衡相关的业务电报。

第一节 载重表填制

航班的载重表反映航班飞机数据、装载数据的真实情况，是一份非常重要的随机业务文件和存档文件。手工填写载重表应根据规章要求使用圆珠笔或中性笔，保证字迹清晰可辨。修改时应使用规范方式，不得覆盖或涂抹。通常需修改的内容应用横线划掉，在备用格重写。

载重表必须按照规定的格式和要求填制，虽然不同制造厂商不同机型给航空公司使用的载重表略有差异，但基本上都遵循了国际航空运输协会《机场操作手册》AHM516 手工载重表的填写规范。

根据 AHM516 填写要求，各填写条目可能会根据运营人要求等情况出现填写差异，在以下填写规范中以 M/C/O 来标识，其中 M 代表强制要求填写，C 代表有条件的要求填写，O 代表可选择性填写。典型载重表和载重电报如图 6.1 所示。

LOADSHEET & LOADMESSAGE										Passenger aircraft						
ALL WEIGHTS IN KILOS										Date:	12					
Priority	Address(es)				Initials											
Originator	Recharge / Date / Time			Initials												
Flight	A/C Reg.			Version				Crew		Date:	12					
										Time:						
BASIC WEIGHT			MAXIMUM WEIGHTS FOR				ZERO FUEL		TAKE-OFF		LANDING					
Crew			Take-off Fuel				+ (20)		Trip Fuel		+ (22)					
Pantry			ALLOWED WEIGHT FOR TAKE OFF (lowest of a, b or c)				a		b		c					
DRY OPERATING WEIGHT			Operating Weight				+ (18)		- (19)							
Take-off Fuel			ALLOWED TRAFFIC LOAD				+ (16)		- (25)							
OPERATING WEIGHT																
Dest.	No. of Passengers				Cab Bag	Total	Distribution Weight							Remarks		
	M	A/F	CH	INF			1	2	3	4	5	6	0	F PAX	F PAD	
26	27a	b	c	d	Tr	31							38	41		
	28a	b	c	d			B	32							39	42
					C	33							40	43		
					M	34							44			
					T	35	.1/	.2/	.3/	.4/	.5/	.6/	.0/			
Total Passenger Weight			Allowed Traffic Load				+ (50)		- (25a)		64					
TOTAL TRAFFIC LOAD			UNDERLOAD BEFORE LMC				= (51)		- (51a)		64					
Dry Operating Weight			LAST MINUTE CHANGES				+ (17)		- (52)		Notes					
ZERO FUEL WEIGHT			Dest.				Specification				Cl/ Cpt		Weight			
Max. (20)			56				57				58		59		60	
Take-off Fuel			TAKE-OFF WEIGHT				+ (18)		+ (54)		Balance		Seating Cond.			
Max. (21)			Max. (21)				+ (54)		+ (54)		66		67			
Trip Fuel			Trip Fuel				- (28)		- (28)		Total Passengers		68			
LANDING WEIGHT			LMC Total				+ (55)		+ (61)		Prepared by:		Approved by:			
Max. (22)			LMC Total				+ (55)		+ (61)		69		70			

图 6.1 典型载重表和载重电报



一、表头部分 (Addresses and Heading)

载重表的第一填写部分是按标准载重电报的报头部分设计的，它反映航班配载平衡的责任部门和联系部门。由于手工配载平衡和计算机配载平衡都将再拍发一份载重电报，所以这部分有些项目在填制时可以有省略。



载重表 (1)

第一部分 表头

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
1	Priority	电报等级代号	QU/QX	C/O	
2	Address (es)	收电地址，载重报收电部门七字英文字母	CTUTZCA	C/O	可只填写到达站三字代码
3	Originator	发电地址，本站发电部门	CANTZCZ	M/O	
4	Recharge	电报拍发的委托人（付费人），填执行该航班任务的航空公司两字代码	CZ	C/O	
5	Date/time	日时组（载重电报发送时间）	120830	M/O	采用 24 小时制
6	Operators Initials	发电人代号		O/O	可以省略
7	LDM	载重电报识别代号		M/O	
8	Flight	航班号	CZ3403	M	
9	A/C Reg	飞机注册编号	B2923	M	
10	Version	飞机座位布局	Y148	M	
11	Crew	机组人数，如，驾驶舱机组数/客舱机组数	3/5	M	
12	Date Time	制表时间	15OCT13	M	当地时间

二、操作重量计算 (Operating Weight Calculation)

操作重量计算部分目的是修正飞机的基本重量，计算出操作重量，为求算飞机最大业载做准备。

第二部分 操作重量计算

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
13	BASIC WEIGHT	飞机的基本重量		C	
14	Crew	增减空勤成员重量		C	
15	Pantry	食品舱单外增减的厨房用品重量		C	
16		备用栏		C	
17	DRY OPERATING WEIGHT	操作空重（修正后的基本重量），序号第 13、14、15 项的总和		M	
18	Take-off Fuel	总加油量减去起飞前要用掉的油量		M	
19	OPERATING WEIGHT	操作重量，序号第 17、18 项的数量之和		M	

三、允许业务载量的计算 (Allowed Traffic Load Calculation)

通过计算最大业载的三个公式，求算本航班的最大允许业务载量。



载重表 (2)

第三部分 允许业务载量的计算

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
20	MAXIMUM WEIGHT FOR ZERO FUEL	最大无油重量，填写该机型技术性能规定的最大无油重量		M	
21	MAXIMUM WEIGHT FOR TAKE-OFF	最大起飞重量，填写该机型技术性能规定的最大起飞重量		M	
22	MAXIMUM WEIGHT FOR LANDING	最大落地重量，填写该机型技术性能规定的最大落地重量		M	
23	Trip Fuel	航段耗油量，即飞机从本站起飞至下一到达站航行耗油量		M	
24	ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF	允许起飞重量，使用本项 a, b, c 中最小值		M	
25	ALLOWED TRAFFIC LOAD	许可业载，第 24 项（最小值）减去 19 项		M	



四、各站的载量情况和总数（Load Information per Destination and Totals）

各站的载量情况和总数部分反映本次航班的业载具体装载情况。

第四部分 各站的载量情况和总数

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
26	Dest.	到达站	CTU	M	填写三字代码
27	No. of Passengers	过站旅客人数		C	
28	No. of Passengers	本站出发至某站旅客人数		C	
29	No. of Passengers	本站始发和过境本站的旅客总人数（第 27、28 项总和），可选格式： 1. 成人/儿童/婴儿（填 b, c, d 栏） 2. 男性旅客/女性旅客/儿童/婴儿（填 a, b, c, d 栏）	如：40/0/4 如：20/20/0/4	C	
30	Cab Bag	客舱行李重量		O	可省略
31	Total Tr	根据前站 LDM 报或舱单填写过境货邮行等总重		C	有集装设备的飞机，此栏也用于填集装器的自重
32	Total B	行李总重量		C	
33	Total C	货物总重量		C	
34	Total M	邮件总重量		C	
35	Total T	某到达站货邮行重量小计（第 31~34 项总和）		C	
36	Distribution Weight	各个舱位装载分布（包括过境和本站始发）		C	
37		各舱位装载重量小计		C	
	Remarks	备注栏			
38	PAX	旅客（过境）舱位等级占座总数		C	
39		旅客（出发）舱位等级占座总数		C	
40	. PAX/	旅客占座情况（第 38、39 项之和）		C	
41	PAD	可拉下旅客（过境）舱位等级		C	
42		可拉下旅客（出发）舱位等级		C	
43	. PAD/	可拉下旅客占座情况		C	
44		附加备注		C	
45		旅客总数		C	
46		客舱行李总数		C	可省略

续表

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
47		货邮行重量总计		C	
48		各舱位全部装载总计		C	
49		各等级占座旅客总数		C	
50	Total Passenger Weight	旅客总重量		C	
51	TOTAL TRAFFIC LOAD	实际业载		M	
52	UNDER LOAD	剩余业载 (在 LMC 之前)		M	不少航空公司按不同机型, 分别规定了剩余业载大于 0 的最小值, 防止因隐载等因素造成航班超载

五、实际重量数据的计算 (Actual Gross Weight Calculation)

实际重量数据包括实际无油重量、实际起飞重量、实际落地重量, 实际重量数据计算栏用于计算本次航班的实际无油重量、实际起飞重量、实际落地重量的数据。



载重表 (3)

第五部分 实际重量数据的计算

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
53	ZERO FUEL WEIGHT	实际无油重量, 第 17、51 项之和		M	
54	TAKE-OFF WEIGHT	实际起飞重量, 第 18、51 项之和		M	
55	LANDING WEIGHT	实际落地重量, 第 54 项减去 23 项		M	

六、最后一分钟修正 (Last Minute Changes, LMC)

当载重表已经完成后又加运或减载的旅客或货物等, 需要在最后一分钟修正栏填写。如最后一分钟修正的量在航空公司限制的范围内, 可在此栏目增减; 而当修正量超过限制, 则需要重新制表。



第六部分 最后一分钟修正 (LMC)

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
56	Dest.	到达站		C	三字代码
57	Specification	发生变更的项目		C	
58	Cl/Cpt	变更项目的等级/舱位		C	
59	+/-	变更项目的加或减		C	
60	Weight	变更项目重量		C	
61	LMC Total +/-	最后修正 (增或减)		C	
62	LMC Total Weight	最后修正总计		C	
63	LMC	最后一分钟修正		O	

七、补充信息和注意项 (Supplementary Information and Notes)



补充信息和注意项填写本次航班需要特别说明的事项，如需要特别说明的飞机修正后的基本重量 BW，修正后的基本重量指数 BI，特殊物品装载重量、件数和装机位置，特殊旅客座位、行李，飞机重心偏前或偏后提示，加尾撑杆等。

载重表 (4)

第七部分 补充信息和注意项

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
64	SI	补充信息 (自由格式)		O	
65	Notes	注意事项 (不需要在载重报显示)		O	

八、平衡与占座情况 (Balance and Seating Condition)

平衡与占座情况反映航班的平衡状态和旅客占座情况。

第八部分 平衡与占座情况

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
66	Balance	根据要求填写飞机平衡状态，如，无油重心/起飞重心/落地重心，水平尾翼配平等		O	
67	Seating Conditions	占座情况		O	

续表

序号	条目	说明	格式/例	M/C/O	备注
68	Total Passengers	(实际登机的) 旅客总数, 第 45 项 a, b, c, d 和 LMC 项的合计		O	
69	Prepared by	制表人 (配载员) 签字		M	
70	Approved by	机长签字		C	



平衡图的绘制和识读
(以波音 738 飞机为例)

第二节 平衡图填制

在前面学习飞机重心计算的内容中我们知道, 在飞机的纵轴线上设定一个基准点后, 首先根据空机重量和空机重心, 求出空机力矩; 再求出各项装载重量的力矩, 得到总力矩; 由总力矩除以总重量得到重心距离基准点的位置; 再换算成平均空气动力弦百分比 (%MAC), 就是我们需要的重心数据。

在填制平衡图时, 完全遵照这一原理。平衡图是指数法的图表化, 基准点是平衡基准点位置, 指数是力矩数的缩小数, 空机力矩被基本重量指数代替。各项装载重量的力矩数即各业载的指数。基本重量指数和各业载的指数和就是总力矩。查表隐含了总力矩除以总重量, 和换算成 %MAC 的过程。因此, 我们在填平衡图时, 实际上要完成飞机总重量的计算和总指数 (总力矩) 的计算, 以及查表 (换算成 %MAC) 的工作。

平衡图通常有折线型和指数型两种设计。每份平衡图上表明适用的机型和布局, 各种型号的飞机不可以混合使用。折线型图纸用图表形式对指数进行加法运算, 以确定飞机重心, 用调准线表示每一种装载项目的瞬间增量。指数型图纸用数字对重量和指数进行加法运算, 确定飞机重量和重心, 用指数表代替调准线。航空公司根据需要选择适用的图纸, 根据安全标准设定审定重心的范围。因此, 不同航空公司间即使是相同的机型也是不可以互换图纸使用的。

平衡图用来显示旅客、货物的分布对飞机重心的影响, 并计算飞机的重心, 它指示了飞机最终的无油重心和起飞重心的位置。配载员根据旅客在飞机客舱中的分布以及货舱中各个舱位货物、邮件、行李的重量来计算飞机的无油重心指数; 再根据油量分布对飞机重心的影响, 计算出飞机的起飞重心指数。

根据指数和相对应的重量, 配载员在包线图中找出飞机实际无油重心及实际起飞重心的 %MAC 值, 并判断重心是否在限制范围之内。航空公司飞机飞行手册提供飞机审定重量重心位置极限, 航空公司重量和平衡手册提供审定的重量重心位置极限。配载员负责确保在飞行过程中的任何阶段重心位置绝不超过审定极限, 保证重心始终在有效的包线范围内。



一、折线的绘制

以某机型为例，飞机 1 号货舱 2032 kg，3 号货舱没有装载，4 号货舱 2183 kg，5 号货舱 278 kg；客舱前舱 60 位旅客，中舱 50 位旅客，后舱 42 位旅客。则折线的绘制方法如图 6.2 所示。



折线的绘制

(以 A320 飞机为例)

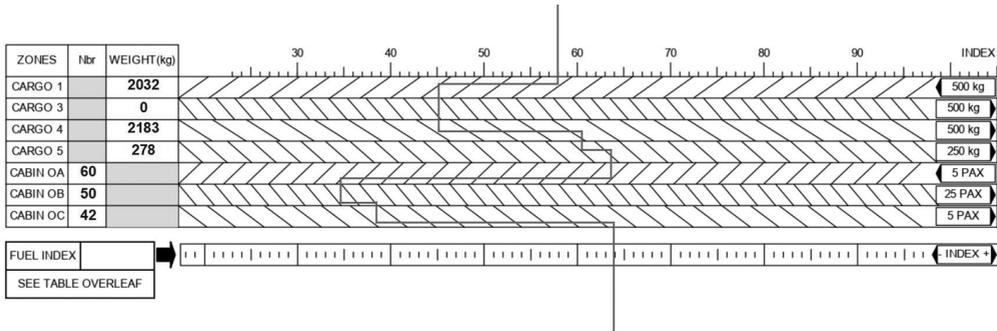


图 6.2 折线的绘制方法

折线绘制完成后，得出该航班无油重心指数约为 64。

二、指数的计算

以某机型为例，飞机 1 号货舱 2316 kg，4 号货舱 3538 kg；客舱前舱 7 位旅客，中舱 70 位旅客，后舱 73 位旅客；飞机起飞油量 11500 kg。则各舱位载量和起飞燃油重量所对应的指数的获取方法如图 6.3 所示。



指数的计算

Cabin 0A (Max. 8 Pax)		Cabin 0B (Max. 84 Pax)				Cabin 0C (Max. 84 Pax)				CPT 1 (Max. 3479 KG)		CPT 4 (Max. 3631 KG)		TOTAL FUEL LOAD (KG)		INDEX
No. PAX	INDEX	No. PAX	INDEX	No. PAX	INDEX	No. PAX	INDEX	No. PAX	INDEX	LOAD (KG)	INDEX	LOAD (KG)	INDEX			
7	-7	70	-27	73	44	2316	-19	3538	24	11500	4					
1	-1	1	0	51 - 53	-20	1 - 2	1	34 - 35	21	0 - 59	0	0 - 72	0	5000	0	
2	-2	2 - 3	-1	54 - 55	-21	3 - 4	2	36 - 37	22	60 - 178	-1	73 - 217	1	1000	0	
3	-3	4 - 6	-2	56 - 58	-22	5 - 5	3	38	23	179 - 297	-2	218 - 361	2	1500	0	
4	-4	7 - 9	-3	59 - 61	-23	6 - 7	4	39 - 40	24	298 - 416	-3	362 - 506	3	2000	0	
5	-5	10 - 11	-4	62 - 63	-24	8 - 9	5	41 - 42	25	417 - 535	-4	507 - 651	4	2500	0	
6	-6	12 - 14	-5	64 - 66	-25	10 - 10	6	43	26	536 - 654	-5	652 - 795	5	3000	0	
7	-7	15 - 16	-6	67 - 69	-26	11 - 12	7	44 - 45	27	655 - 773	-6	796 - 940	6	3500	1	
8	-8	17 - 19	-7	70 - 71	-27	13 - 14	8	46 - 47	28	774 - 892	-7	941 - 1085	7	4000	1	
		20 - 22	-8	72 - 74	-28	15 - 9	9	48	29	893 - 1011	-8	1086 - 1229	8	4500	2	
		23 - 24	-9	75 - 76	-29	16 - 17	10	49 - 50	30	1012 - 1130	-9	1230 - 1374	9	5000	3	
		25 - 27	-10	77 - 79	-30	18 - 19	11	51 - 52	31	1131 - 1250	-10	1375 - 1519	10	5500	3	
		28 - 29	-11	80 - 82	-31	20 - 12	12	53	32	1251 - 1369	-11	1520 - 1663	11	6000	4	
		30 - 32	-12	83 - 84	-32	21 - 22	13	54 - 55	33	1370 - 1488	-12	1664 - 1808	12	6500	5	
		33 - 35	-13			23 - 14	14	56 - 57	34	1489 - 1607	-13	1809 - 1953	13	7000	6	
		36 - 37	-14			24 - 25	15	58	35	1608 - 1726	-14	1954 - 2097	14	7500	8	
		38 - 40	-15			26 - 27	16	59 - 60	36	1727 - 1845	-15	2098 - 2242	15	7828	9	
		41 - 42	-16			28 - 17	17	61	37	1846 - 1964	-16	2243 - 2387	16	8000	9	
		43 - 45	-17			29 - 30	18	62 - 63	38	1965 - 2083	-17	2388 - 2532	17	8500	8	
		46 - 48	-18			31 - 32	19	64 - 65	39	2084 - 2202	-18	2533 - 2676	18	9000	8	
		49 - 50	-19			33	20	66 - 66	40	2203 - 2321	-19	2677 - 2821	19	9500	7	
						67 - 68	41	68	41	2322 - 2440	-20	2822 - 2966	20	10000	6	
						69 - 70	42	69	42	2441 - 2559	-21	2967 - 3110	21	10500	5	
						71	43	70	43	2560 - 2678	-22	3111 - 3255	22	11000	5	
						72 - 73	44	71	44	2679 - 2797	-23	3256 - 3400	23	11500	4	
						74 - 75	45	72	45	2798 - 2916	-24	3401 - 3544	24	12000	3	
						76	46	73	46	2917 - 3035	-25	3545 - 3689	25	12500	2	
						77 - 78	47	74	47	3036 - 3154	-26			13000	2	
						79 - 80	48	75	48	3155 - 3273	-27			13500	1	
						81	49	76	49	3274 - 3392	-28			14000	0	
						82 - 83	50	77	50	3393 - 3479	-29			14500	-1	
						84	51							15000	-1	
														15500	-2	
														16000	-3	
														16500	-4	

Fwd Cargo Door
121.9 cm Wide
88.9 cm High

Aft Cargo Door
121.9 cm Wide
78.7 cm High

图 6.3 指数的获取方法

获得各舱位载量和起飞燃油重量所对应的指数后，将它们填入指数计算表（见图 6.4），计算出飞机无油重心指数为 60，起飞重心指数为 64。

三、重心的绘制与读取



以某机型为例，无油重心指数为 60，起飞重心指数为 61，平衡图的绘制和识读飞机无油重量为 59766 kg，起飞（以 A320 飞机为例）重量为 73292 kg，则飞机重心绘制如图 6.5 所示，无油重心约为 30.5% MAC，起飞重心约为 28.6% MAC。

	-	+		-	+
DOI		45			
CPT 1	19				
CPT 4		24			
TOTAL	1969				
	↳ -19		↳ -		
DLI		50			
CAB 0A	7				
CAB 0B	27				
CAB 0C		44			
TOTAL	3494				
	↳ -34		↳ -		
LIZFW		60			
LITOF	⊕-	4		+/-	
LITOW		64			

图 6.4 指数的计算方法

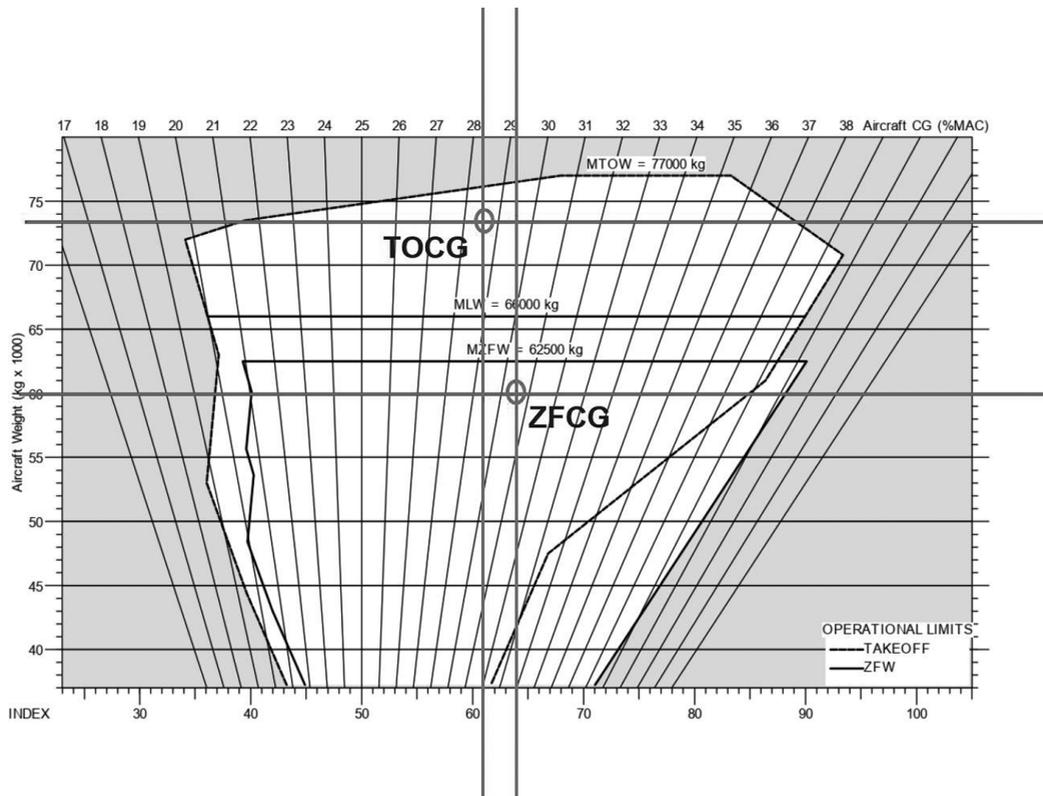


图 6.5 重心绘制方法



四、起飞配平值的确定

目前常见的飞机起飞配平值的确定方式有两种，但无论是哪种方式，均由起飞重心位置决定飞机配平值的大小。

假定某飞机起飞重心为 25.9% MAC，此时飞机起飞重心位置落在 5 和 $5\frac{1}{2}$ 两条线之间，非常靠近 5，此时飞机配平值约为 5.1，见图 6.6。



配平角的确定

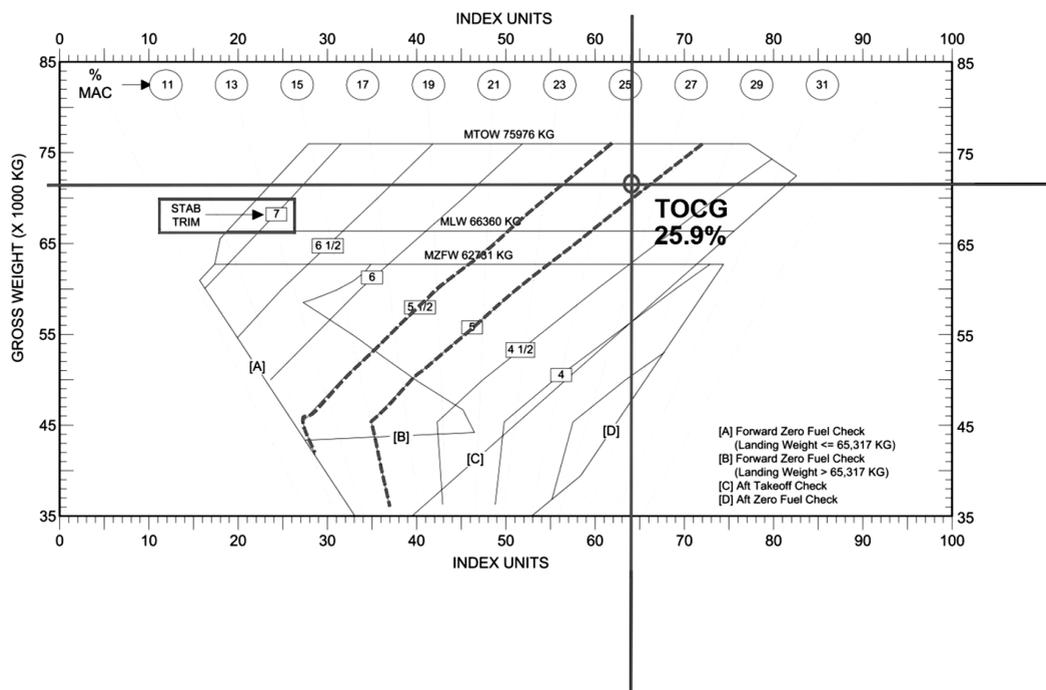


图 6.6 起飞配平值确定方法 1

另外一种配平值确定的方式如图 6.7 所示。某飞机起飞重心为 26% MAC，此时飞机起飞重心位置落在 Nose Up 一侧 0 和 1 之间，更靠近 1 的位置，此时飞机配平值约为 0.6。

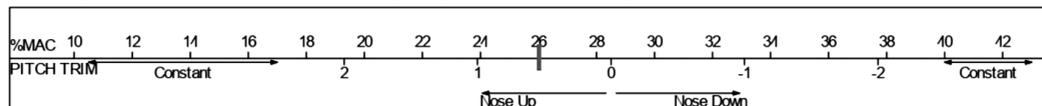


图 6.7 起飞配平值确定方法 2

需要了解的是，目前多数航空公司推行使用减推力起飞程序。减推力起飞程序是指在保证安全的情况下减少发动机的推力起飞。这种起飞程序能降低发动机的磨损，减少维护和运营成本。但在极端天气情况下，该程序是不被推荐使用的。

在使用减推力起飞程序的航班上，舱单填制中需要使用同样的方法计算 Trim 值，虽然这样手工计算出的 Trim 值会因为没考虑减推力起飞程序可能出现的灵活温度、减少功率或改变襟翼角度等因素而产生误差，但这是一个很好的避免数据风险的措施，我国民航相关咨询通告中明确要求舱单中要显示 Trim 值。

第三节 装机单填制

装机单也称装载通知单或装机指示单（见图 6.8），是装载部门进行飞机装载作业的依据。装机单由配载部门填制或认可，如有更改必须得到配载部门的认同。

LOADING INSTRUCTION		FLIGHT/DATE	A/C REG	STATION	BOEING 787-8
Fwd Hold 1 MAX 15306 KG	Fwd Hold 2 MAX 12700 KG	Aft Hold 3 MAX 10771 KG	Aft Hold 4 MAX 9525 KG	Bulk 5 MAX 2735 KG	
COMBINED HOLDS 1 & 2 MAX 25514 KG		COMBINED HOLDS 3 & 4 MAX 19132 KG			

CODES FOR CPM	INBOUND												BULK		
	DOOR								DOOR						
B BAGGAGE	T11P	T12P	T13P	T14P	T21P	T22P	T23P	T24P	T31P	T32P	T33P	T34P	T41P	T42P	BULK
BT BAGGAGE TRANSFER															
C CARGO															BULK
D CREW BAGGAGE															
E EQUIPMENT															BULK
F FIRST CLASS BAGGAGE															
L CONTAINER IN LEFT HAND POSITION															BULK
M MAIL															
N NO CONTAINER OR PALLET IN POSITION															BULK
P PALLET															
PP IGLLOO															BULK
R CONTAINER IN RIGHT HAND POSITION															
S SERVICE															BULK
T TRANSFER LOAD															
U UNSERVICEABLE CONTAINER/PALLET															BULK
V VIP BAGGAGE															
W CARGO IN SECURITY CONTROLLED CONTAINER															BULK
Y EMPTY CONTAINER OR EMPTY PALLET															
Z MIXED DESTINATION LOAD															BULK
0 FULLY LOADED															
1 1/4 AVAILABLE															BULK
2 1/2 AVAILABLE															
3 3/4 AVAILABLE															BULK

SPECIAL INSTRUCTIONS	This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including deviations recorded. The containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions.
PREPARED BY _____	LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING _____

图 6.8 波音 787-8 飞机装机单



飞机的装机单能反映飞机货舱的基本布局、舱门尺寸及各舱的最大载量和联合载量。特别是宽体飞机的货舱容积大，自动装卸程度高，对配载的要求严格。箱、板的放置位置必须符合装机指示的要求，避免飞机前后或左右装载不均。配载员必须认真填写装机单，做到装机单各舱重量与实际装载相符，装卸人员必须严格按照装机单指示装卸。

装机单一式三份到四份，留存期六个月，必要时业务袋装一份。

一、装机单式样和内容解释

装机单式样和内容解释如表 6-1 所示。

表 6-1 装机单式样和内容解释

序号	条目	说明	格式/例	备注
1	FLIGHT/DATE	航班及日期	CZ3503/12MAR	
2	A/C REG.	飞机注册号	B-2052	
3	STATION	始发站	CAN	
4	CPT 5 MAX 4082 kg			舱位最大 装载限制
5		加粗线或箭头		舱门位置
6	13P	集装箱位置	SHE/P1P70355CZ/2010/C. AVI	如不装载 填写 N 或 NIL
7	31L/31R	集装箱位置	SHE/AKE70333CZ/675/BY	
8	5/BULK	散装舱位置	SHA/400/C. AVI	
9	SPECIAL INSTRUCTIONS	特别注意事项		
10	PREPARED BY	填表人签名		
11	LOADING SUPERVISOR	装机人（监装人）签名		
12	CODE FOR CPM	代码说明		

二、装机单填写注意事项

(1) 最大载量限制。如图 6.8 所示，波音 787-8 飞机装机单中 Fwd Hold 1 MAX 15306 kg，即 1 舱单独装载的最大载重不得超过 15306 kg。同时 1 舱还有联合载量的限制。如 COMBINED HOLDS 1 & 2 MAX 25514 kg，即 1 舱和 2 舱同时装载货物时，两舱的载量之和不得超过 25514 kg。

(2) 装机单有到达 (INBOUND) 和始发 (OUTBOUND) 两部分。INBOUND 供记录过境业载, 以免在同一位置出现重复装载情况, 有时也作为修正栏使用。OUTBOUND 是供安排出港装载时使用。

(3) 表中集装箱的位置用 11, 12, 13 表示, 实际工作中, 每个位置可以装载两个 AKE 集装箱, 因此大部分飞机还会在此处标出左右位置编号, 例如 11L, 11R, 12L, 12R…… 11L 可理解成 1 号舱左 1 号箱位, 42R 可理解成 4 号舱右 2 号箱位。表中集装板的位置用 11P, 21P, 22P 表示 (有的航空公司标注 P11, P21 等), 如 11P 可理解成 1 号舱 1 号板位, 22P 可理解成 2 号舱 2 号板位。货舱中放板或放箱的位置都有限制, 表中标明放板的位置才可以放板, 不可任凭想象, 这关系到舱门尺寸和舱内空间等问题的限制。特别注意, 一块板大约占 4 个箱的位置, 放了板的位置, 不可重复安排放箱。第五舱没有箱板的代号, 是散装舱。另外, 粗线为货舱门的位置, “】【” 是集装箱卡锁及其固定方向的符号, 集装板的固定件数没有标出。

(4) CODES FOR CPM, 集装箱板报 (CPM) 的代号。

集装箱板报 (CPM) 的代号如表 6-2 所示。

表 6-2 集装箱板报 (CPM) 的代号

缩写	英文	中文
B	BAGGAGE	行李
BT	BAGGAGE TRANSFER	转港行李
C	CARGO	货物
D	CREW BAGGAGE	机组行李
E	EQUIPMENT	器材设备
F	FIRST CLASS BAGGAGE	头等舱行李
L	CONTAINER IN LEFT HAND POSITON	左手位置集装箱
M	MAIL	邮件
N	NO CONTAINER OR PALLET IN POSITION	此位置无集装箱或集装板
P	PALLET	集装板
PP	IGLOO	集装箱
R	CONTAINER IN RIGHT HAND POSITION	右手位置集装箱
S	SERVICE, SORT ON ARRIVAL	服务, 到达后分类
T	TRANSFER LOAD	转港装载
U	UNSERVICEABLE CONTAINER/PALLET	不能使用的集装箱板
V	VIP BAGGAGE	要客行李
W	CANGO IN SECURITY CONTROLLED CONTAINER	货物在安全检查过的集装箱内
X	EMPTY CONTAINER OR EMPTY PALLET	空集装箱或集装板
Z	MIXED DESTINATION LOAD	混装



续表

缩写	英 文	中 文
0	FULLY LOADED	满载
1	1/4 AVAILABLE	1/4 空间可利用
2	1/2 AVAILABLE	1/2 空间可利用
3	3/4 AVAILABLE	3/4 空间可利用

(5) LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING 装载主管或负责人签名。图 6.9 所示方框中英文大意为：本飞机已按装载指令装载完毕，并包含了记录中的偏差。集装箱、集装板和散货的网锁已按公司规定锁牢。

This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including the deviations recorded.
The containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions.

LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING: _____

图 6.9 装载人员签名

(6) SPECIAL INSTRUCTIONS 特别指令栏（见图 6.10），填写配载员和装载员注意的事项，如改变集装设备的位置、特殊物品的说明等。最后由填表人员（配载员）签名（PREPARED BY）。

SPECIAL INSTRUCTIONS

PREPARED BY _____

图 6.10 配载员签名

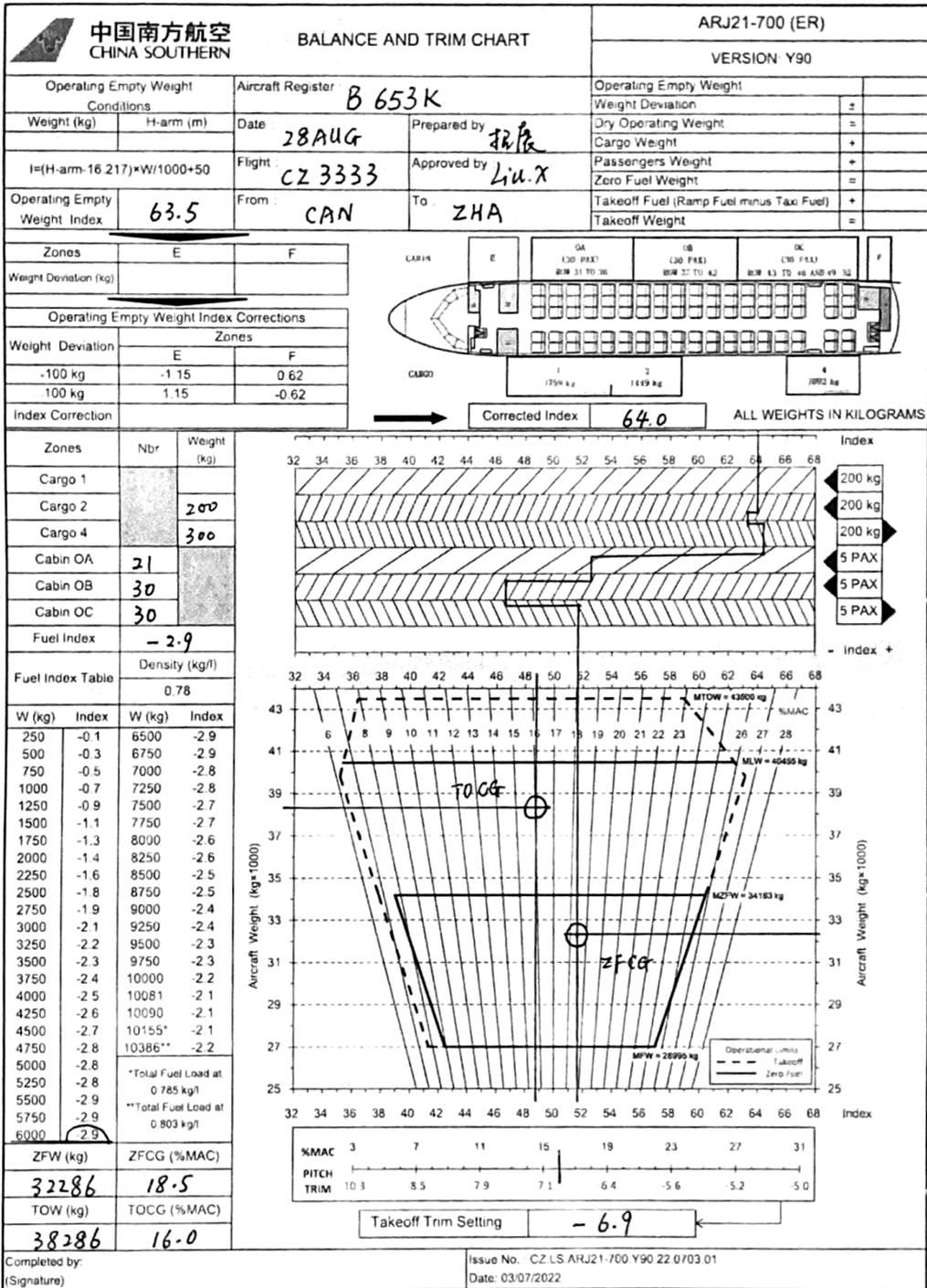


图 6.12 ARJ21-700 飞机平衡图



中国南方航空
CHINA SOUTHERN

LOADING INSTRUCTION REPORT ARJ21-700 (ER)		FLIGHT NO	A/C REG	ORIGIN	DESTINATION	DATE	EDITION NO	PREPARED BY																																												
COMPARTMENT NO 4 MAX 1092 kg MAX 1092 kg		CZ 3333	B 653K	CAN	ZHA	28 AUG	01	张展																																												
COMPARTMENT NO 2 MAX 1449 kg		COMPARTMENT NO 1 MAX 1759 kg																																																		
COMPARTMENT NO 3 MAX 3206 kg																																																				
<p>Arrival</p> <table border="1"> <tr> <td>A4</td> <td>4-4</td> <td>A3</td> <td>4-3</td> <td>A2</td> <td>4-2</td> <td>A1</td> <td>4-1</td> <td>F7</td> <td>2-3</td> <td>F6</td> <td>2-2</td> <td>F5</td> <td>2-1</td> <td>F4</td> <td>1-4</td> <td>F3</td> <td>1-3</td> <td>F2</td> <td>1-2</td> <td>F1</td> <td>1-1</td> </tr> <tr> <td colspan="22" style="text-align: center;">DOOR</td> </tr> </table> <p>SPECIAL INSTRUCTIONS</p>									A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1	DOOR																					
A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1																															
DOOR																																																				
<p>Loading instructions</p> <table border="1"> <tr> <td>A4</td> <td>4-4</td> <td>A3</td> <td>4-3</td> <td>A2</td> <td>4-2</td> <td>A1</td> <td>4-1</td> <td>F7</td> <td>2-3</td> <td>F6</td> <td>2-2</td> <td>F5</td> <td>2-1</td> <td>F4</td> <td>1-4</td> <td>F3</td> <td>1-3</td> <td>F2</td> <td>1-2</td> <td>F1</td> <td>1-1</td> </tr> <tr> <td colspan="22" style="text-align: center;">DOOR</td> </tr> </table> <p>SPECIAL INSTRUCTIONS</p>									A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1	DOOR																					
A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1																															
DOOR																																																				
<p>Departure / Loading report</p> <table border="1"> <tr> <td>A4</td> <td>4-4</td> <td>A3</td> <td>4-3</td> <td>A2</td> <td>4-2</td> <td>A1</td> <td>4-1</td> <td>F7</td> <td>2-3</td> <td>F6</td> <td>2-2</td> <td>F5</td> <td>2-1</td> <td>F4</td> <td>1-4</td> <td>F3</td> <td>1-3</td> <td>F2</td> <td>1-2</td> <td>F1</td> <td>1-1</td> </tr> <tr> <td colspan="22" style="text-align: center;">DOOR</td> </tr> </table> <p>SPECIAL INSTRUCTIONS</p>									A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1	DOOR																					
A4	4-4	A3	4-3	A2	4-2	A1	4-1	F7	2-3	F6	2-2	F5	2-1	F4	1-4	F3	1-3	F2	1-2	F1	1-1																															
DOOR																																																				
THIS AIRCRAFT HAS BEEN LOADED IN ACCORDANCE WITH INSTRUCTIONS INCLUDING THE DEVIATIONS SHOWN ON THE REPORT. ALL CONTAINERS/PALLETS AND BULK LOAD HAVE BEEN SECURED IN ACCORDANCE WITH COMPANY REGULATIONS.								PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING.		张展																																										

图6.13 ARJ21-700飞机装机单



二、波音 737-800 机型手工配载实例

波音 737-800 机型手工配载实例如图 6.14、图 6.15 所示。

AIR CHANGAN
长安航空

737-800-01 (26K, W18Y166, Winglet)

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

BALANCE AND TRIM CHART
NO. BOEING 737-800 (WINGLETS)
FLIGHT NO.: **QH2222**
DATE: **28 AUG 23**
STATION: **X1Y**
VALID FOR A/C REG.: **B915**
CREW: **3/05**

LOADSHEET & LOADMESSAGE
Passenger aircraft
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

Originator: **DLCT28X** Instruct: **DLCT28X**
Recharge / Date / Time: **QH/280710/0915** DM
Version: **W18Y168**
A/C Reg.: **85115** Crew: **3/05/1** Date: **28 AUG 23**

图 6.14 波音 737-800 飞机载重表和平衡图

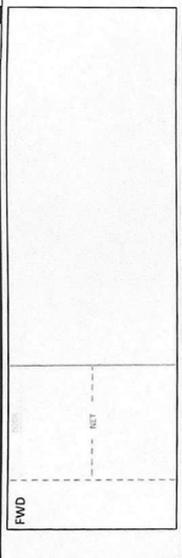
 长安航空 AIR CHANGAN	LOADING INSTRUCTION REPORT	AC REG B 5115	STATION X1Y	BOEING 737-800 W18Y108
FWD CARGO HOLD: 3479 KG MAX		AFT CARGO HOLD: 4037 KG MAX		
INBOUND				
FWD 	AFT 			
OUTBOUND				
FWD 	AFT 	LYG: B 500KG/4H LYG: C 1100KG/4H LYG: M 200KG/4H		
FWD 	AFT 	DLC: B 300KG/1H DLC: C 450KG/1H DLC: M 250KG/1H		
CODES FOR CPM B BAGGAGE TRANSFER C CREW BAGGAGE D CREW BAGGAGE E EQUIPMENT M MAIL S TRANSFER LOAD V VFP BAGGAGE Z MIXED DESTINATION LOAD		SPECIAL INSTRUCTIONS This aircraft has been loaded in accordance with these instructions, including deviations recorded. The bulk load has been secured in accordance with company instructions.		
PREPARED BY 宋焯娟 / 薛莹		DEC 2017 A D041489-CHN-TC-LIR APPENDIX LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING		

图6.15 波音737-800飞机装机单

	LOAD and TRIM SHEET	A330-343 VERSION : 28 BC-258 YC
---	----------------------------	------------------------------------

DRY OPERATING WEIGHT CONDITIONS WEIGHT (kg) : 125990 H-arm (m) : 90.0 $I = \frac{(H-arm - 38.3500) \times W}{2500} + 100$	AIRCRAFT REGISTER : B6507 DATE : 13 AUG 23 PREPARED BY : Weilan FLT Nbr : C25332 CAPT. SIGNATURE : FROM : SZX TO : SHA	DRY OPERATING WEIGHT 125990 WEIGHT DEVIATION (PANTRY) 160 CORRECTED DRY OPERATING WEIGHT = 126150 CARGO + 6730 PASSENGERS $2124 \times 175 =$ + 371700 ZERO FUEL WEIGHT = 150468 TOTAL FUEL ONBOARD (RAMP FUEL) + 2000 TAXI FUEL - 250 TAKEOFF WEIGHT = 170218
---	---	---

ZONES	E	F	G	H
WEIGHT DEVIATION (kg)			+160	

BASIC INDEX CORRECTION				
DRY OPERAT. WEIGHT DEVIATION	ZONES			
	E	F	G	H
+200 kg	-1.86	-0.98	+1.79	
-200 kg	+1.86	+0.98	-1.79	
INDEX CORRECTION	+1.43			

CORRECTED INDEX **91.43**

ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

ZONES	Nbr	WEIGHT(kg)	INDEX
CARGO 1	0		500 kg
CARGO 2	2001		500 kg
CARGO 3	7659		500 kg
CARGO 4	1470		500 kg
CARGO 5	0		250 kg
CABIN OA	6		10 PAX
CABIN OB	106		50 PAX
CABIN OC	123		10 PAX

FUEL INDEX	-2	SEE TABLE OVERLEAF
------------	----	--------------------

NOTES
VALID FOR MSNs 1814, 1815, 1818, 1821, 1826, 1846, 1852, 1858, 1885, and 1894.
UCRC installed.

***MZFW CHECK:**
If ATOW = 238000 kg
MZFW = 175000 kg
If ATOW > 238000 kg
MZFW (kg) = 175000 - (ATOW(kg) - 238000)

↓

MZFW (kg)
175000

TAKEOFF
CG % MAC 31.10

ZFW CDU INPUT
WEIGHT (kg x 1000) 115015
AIRCRAFT CG % MAC 32.14

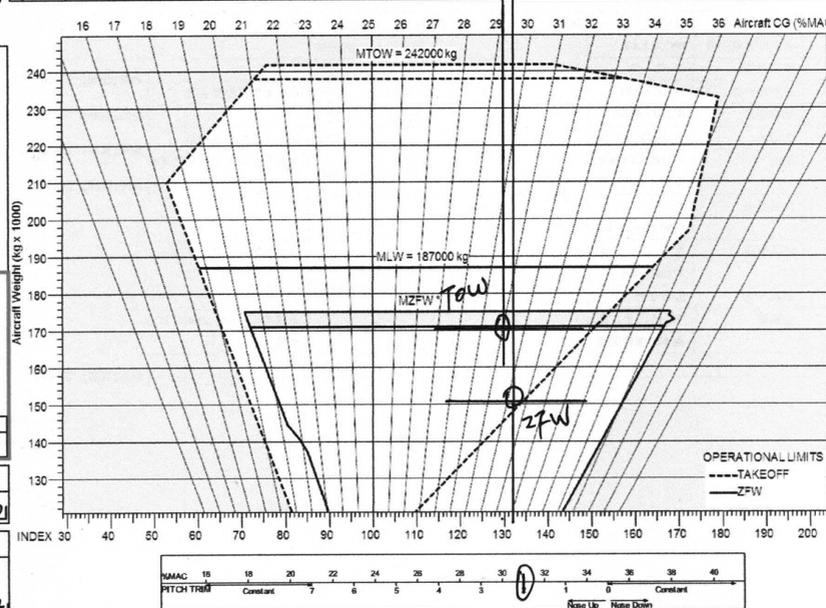


图 6.17 A330-343 飞机平衡图



WEIGHT (kg)	DENSITY (kg/l)														
	0.760	0.765	0.770	0.775	0.780	0.785	0.790	0.795	0.800	0.805	0.810	0.815	0.820	0.825	0.830
2000	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
4000	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
6000	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
8000	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
10000	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
12000	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
14000	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
16000	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+3
18000	-1	-1	-1	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+1	+1	+1
20000	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1
22000	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3
24000	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5
26000	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
28000	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
30000	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10
32000	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-12	-12	-12	-12
34000	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14
36000	-17	-17	-17	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
36500	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16
37000	-12	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10
37500	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
38000	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+1	+1	+1	+1
38500	+5	+5	+5	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6
39000	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+10	+11	+11	+11	+11	+11	+11
41500	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+9	+9	+9	+9	+9
44000	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+7	+7	+7	+7	+7	+7
46500	+4	+4	+4	+4	+4	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5
49000	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
51500	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
54000	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+0	+0	+0	+0
56500	+1	+1	+1	+1	+1	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0	+0
59000	+1	+1	+1	+1	+1	+0	+0	+0	+0	+0	+0	-1	-1	-1	-1
61500	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+1	+0	+0	+0	+0	-1	-1	-1	-1
64000	+3	+3	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+1	+0	+0	+0	-1	-1	-1
66500	+5	+4	+4	+3	+3	+3	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+0	+0	+0
69000	+7	+6	+6	+5	+5	+4	+4	+3	+3	+2	+2	+2	+1	+1	+1
71000	+9	+8	+8	+7	+7	+6	+5	+5	+4	+4	+3	+3	+3	+2	+2
73000	+10	+10	+10	+9	+9	+8	+8	+7	+6	+6	+5	+5	+4	+4	+3
75000	+9	+10	+10	+10	+9	+9	+9	+9	+9	+8	+7	+7	+6	+5	+5
77000	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+8	+8	+7
79000	+8	+8	+8	+8	+8	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+8
81000	+7	+7	+7	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8
83000	+6	+6	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+8	+8	+8	+8	+8
85000	+5	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7
87000	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+6	+6	+6	+6	+6	+6	+6
89000	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+6	+6
91000	+3	+3	+3	+3	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+5	+5	+5	+5
93000	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+4	+4	+4	+4	+4
95000	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
97000	+0	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+3	+3
99000	-1	+0	+0	+0	+0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+2
101000	-2	-1	-1	-1	+0	+0	+0	+0	+0	+1	+1	+1	+1	+1	+1
103000	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	+0	+0	+0	+0	+0	+1	+1
105000	-4	-4	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	+0	+0	+0
107000			-5	-4	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1
109000					-5	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-1
111000									-5	-4	-4	-3	-3	-3	-2
113000												-5	-4	-4	-4
115000															-5
FULL	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

图 6.18 A330-343 飞机油量指数表

中国南方航空(集团)公司
CHINA SOUTHERN AIRLINES (GROUP)

LOADING INSTRUCTION REPORT - A330-343										DEST.	DATE	AC REG	FLIGHT N°	PREPARED BY/CERT N°
ADDRESS										SHA	13 AUG	B6507	C25330	Wei Lam
ORIGIN										SZX		CPM		
COMPARTMENT N°3										SHA				
COMPARTMENT N°4														
COMPARTMENT N°1														
COMPARTMENT N°2														
MAX 16507 kg														
MAX 10206 kg														
MAX 20412 kg														
MAX 22861 kg														

Arrival										L	PWD	R		
52	43	42	41	34	33	32	25	24	23	22	21	13	12	11
B1						UCRC								
42P			41P		32P				22P		21P			11P
SPECIAL INSTRUCTIONS														
Loading Instructions														

Departure										L	PWD	R		
52	43	42	41	34	33	32	25	24	23	22	21	13	12	11
B1						UCRC								
42P			41P		32P				22P		21P			11P
SPECIAL INSTRUCTIONS														
Loading Instructions														

Departure										L	PWD	R		
52	43	42	41	34	33	32	25	24	23	22	21	13	12	11
B1						UCRC								
42P			41P		32P				22P		21P			11P
SPECIAL INSTRUCTIONS														
Loading Instructions														

THIS AIRCRAFT HAS BEEN LOADED IN ACCORDANCE WITH INSTRUCTIONS, INCLUDING THE DEVIATIONS SHOWN ON THE REPORT ALL CONTAINERS/PALLETS AND BULK LOAD HAVE BEEN SECURED IN ACCORDANCE WITH COMPANY REGULATIONS. PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING										INFORMATION CODES 0 - FULL X - EMPTY N - NO OLD AT POSITION C - BAGGAGE E - CREW BAGGAGE F - FIC BAGGAGE M - MAIL S - SORT U - US CONTAINER UCR - CREW REST				
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

图6.19 A330-343飞机装机单



TOTAL FUEL INDEX TABLE				MAIN TANKS 1 & 2 INDEX TABLE				CENTER TANK INDEX TABLE			
WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX
1000	0	25000	4	1000	0	25000	4	1000	0	26000	-12
2000	0	26000	5	2000	0	26000	5	2000	-1	27000	-12
3000	0	27000	4	3000	0	27000	6	3000	-1	28000	-13
4000	0	28000	4	4000	0	28000	6	4000	-1	29000	-13
5000	0	29000	3	5000	0	29000	7	5000	-2	30000	-13
6000	0	30000	3	6000	0	30000	8	6000	-2	31000	-14
7000	0	31000	3	7000	1	31000	9	7000	-3	32000	-14
8000	0	32000	3	8000	1	32000	10	8000	-3	33000	-15
9000	0	33000	3	9000	1	33000	11	9000	-4	34000	-15
10000	0	34000	3	10000	1	33549(a)	12	10000	-4	35000	-16
11000	0	35000	0	11000	1	34000	12	11000	-5	36000	-16
12000	0	36000	11	12000	1	35551(b)	12	12000	-5	37000	-17
13000	0	37000	10	13000	1			13000	-6	38000	-17
14000	0	38000	10	14000	1			14000	-6	39000	-17
15000	0	39000	9	15000	1			15000	-7	40000	-18
16000	0	40000	9	16000	2			16000	-7	41000	-18
17000	0	41000	9	17000	2			17000	-8	42000	-19
18000	0	42000	8	18000	2			18000	-8	43000	-19
19000	0	43000	7	19000	2			19000	-9	44000	-20
20000	0	44000	7	20000	3			20000	-9	45000	-20
21000	0	45000	7	21000	3			21000	-9	46000	-20
22000	0	46000	6	22000	3			22000	-10	47000	-21
23000	0	47000	6	23000	3			23000	-10	48000	-21
24000	0	48000	5	24000	4			24000	-11	49000	-22
				25000				25000	-11	50000	-22

TOTAL FUEL INDEX TABLE				MAIN TANKS 1 & 2 INDEX TABLE				CENTER TANK INDEX TABLE			
WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX
1000	4	48000	5	72000	-6	96000	-16				
2000	5	49000	5	73000	-6	97000	-17				
3000	4	50000	4	74000	-6	98000	-17				
4000	4	51000	4	75000	-7	99000	-18				
5000	3	52000	3	76000	-7	100000	-18				
6000	3	53000	3	77000	-8	101000	-19				
7000	3	54000	2	78000	-8	101439(b)	-19				
8000	2	55000	2	79000	-9	102000	-19				
9000	1	56000	1	80000	-9	103000	-19				
10000	1	57000	1	81000	-9	104000	-19				
11000	0	58000	0	82000	-10	105000	-20				
12000	0	59000	0	83000	-10	106000	-20				
13000	0	60000	0	84000	-11	107000	-20				
14000	-1	61000	-1	85000	-11	107491(c)	-20				
15000	-1	62000	-1	86000	-12						
16000	-2	63000	-2	87000	-12						
17000	-2	64000	-2	88000	-13						
18000	-3	65000	-3	89000	-13						
19000	-3	66000	-3	90000	-13						
20000	-3	67000	-3	91000	-14						
21000	-4	68000	-4	92000	-14						
22000	-4	69000	-4	93000	-15						
23000	-5	70000	-5	94000	-15						
24000	-5	71000	-5	95000	-16						

ITEM INDEX = (WEIGHT OF ITEM(KG)) x (ITEM C.G. - 1199.2) / (200000 KG-IN)		WEIGHT IN KILOGRAMS	
		50	100
PILOT SEAT OCCUPANT	0.2	0.3	0.4
DOOR 1 ATTENDANT	0.2	0.2	0.4
FWD CARGO CFT 1	0.1	0.1	0.2
FWD CARGO CFT 2	0.1	0.1	0.2
DOOR 2 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 3 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 4 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 5 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 6 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 7 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 8 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 9 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 10 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 11 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 12 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 13 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 14 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 15 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 16 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 17 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 18 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 19 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 20 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 21 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 22 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 23 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 24 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 25 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 26 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 27 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 28 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 29 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 30 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 31 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 32 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 33 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 34 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 35 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 36 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 37 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 38 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 39 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 40 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 41 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 42 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 43 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 44 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 45 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 46 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 47 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 48 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 49 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2
DOOR 50 ATTENDANT	0.1	0.1	0.2

图6.22 波音787-9飞机油量指数表

 CHINA SOUTHERN 中国南方航空	LOADING INSTRUCTION		FLIGHT/DATE CZ 325/27 AUG	STATION CAN	BOEING 787-9
	Aft Hold 4 MAX 12700 KG	Aft Hold 3 MAX 15873 KG	A/C REG B 1128	Fwd Hold 2 MAX 15875 KG	Fwd Hold 1 MAX 15875 KG
Bulk 5 MAX 2675 KG		COMBINED HOLDS 1 & 2 MAX 32005 KG			
COMBINED HOLDS 3 & 4 MAX 25655 KG		COMBINED HOLDS 1 & 2 MAX 32005 KG			

INBOUND 	OUTBOUND
--------------------	---------------------

CODES FOR CPM B BAGGAGE B* BAGGAGE TRANSFER C CARGO D CREW BAGGAGE E EQUIPMENT BAGGAGE F FORWARD CARGO BAGGAGE L DOWN MAIN IN LEFT L DOWN MAIN IN RIGHT M HAND POSITION N NO CONTAINER OR PALLET IN POSITION P PALLET R CONTAINER IN RIGHT R CONTAINER IN LEFT S SERVICE PALLET U UNSTOWABLE V CONTAINER/PALLET V UP BAGGAGE W CARGO IN SECURITY CONTROLLED CONTAINER Y EMPTY CONTAINER OR EMPTY PALLET Z MIXED DESTINATION LOAD 0 FULLY LOADED 1 1/4 AVAILABLE 2 1/2 AVAILABLE 3 3/4 AVAILABLE	SPECIAL INSTRUCTIONS This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including deviations recorded. The containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions. PREPARED BY <u>2ham.Z</u> LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING <u>Lee</u> JULY 2020 REVISION B APPENDIX A DP-437690-GUNINC IIR
--	--

图6.23 波音787-9飞机装机单



五、全货机 (波音 777F) 手工配载实例

全货机 (波音 777F) 手工配载实例如图 6.24 和图 6.25 所示。

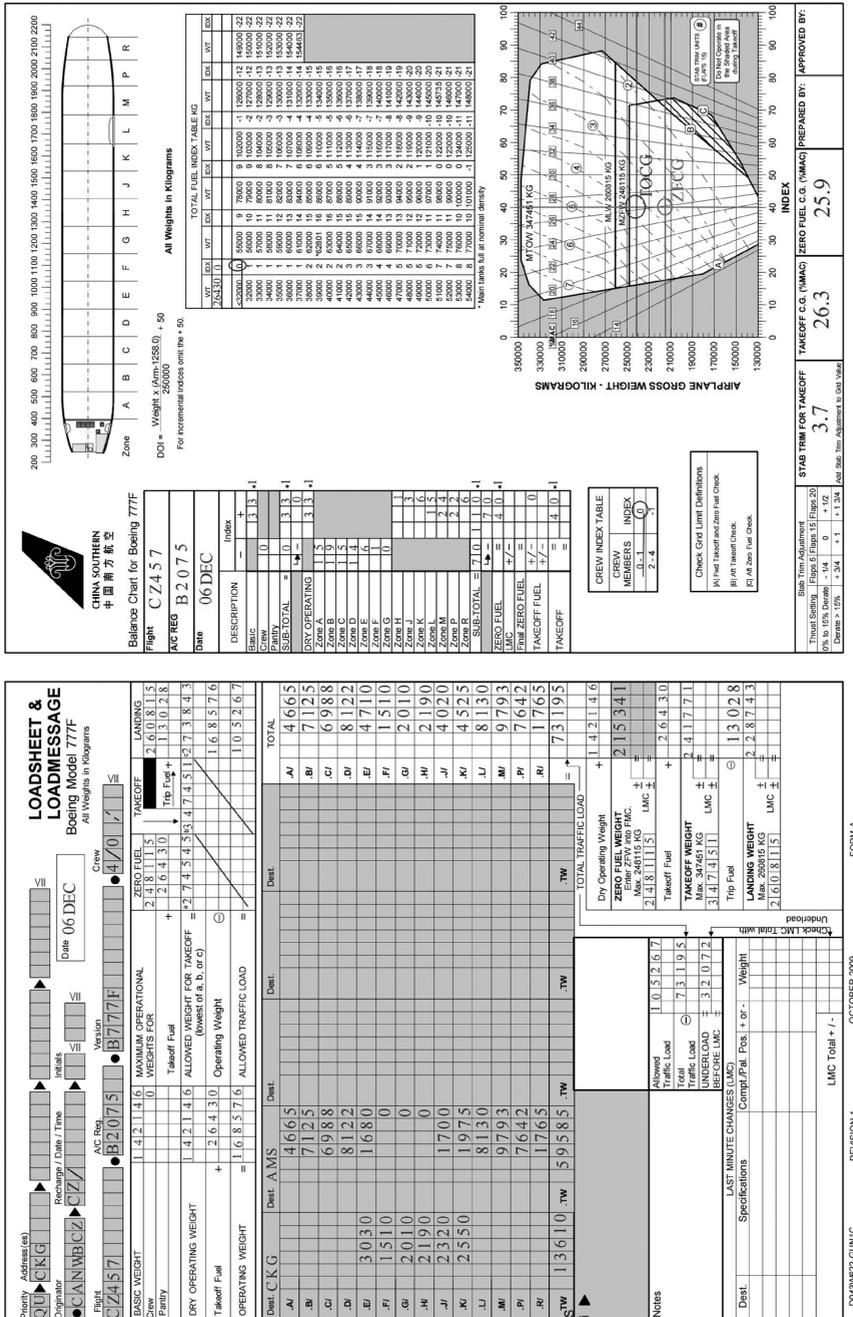


图 6.24 波音 777F 飞机载重表和平衡图

CHINA SOUTHERN
中国南方航空

LOAD DISTRIBUTION CHECK
All Weights in Kilograms (KG)

Station: **CAN** A/C Reg: **B2075** **BOEING 777F**
Flight: **CZ457** Date: **06DEC** Prepared By:

FORM B

A

AR	1820	BR	2545	GR	2735	DR	3410	ER	1550	FR	850	GR	1030	HR	1110	JR	1130	KR	1330	LR	3925	MR	3505	PR	2019	QR	1765
AL	1990	BL	1665	CL	3015	DL	3250	EL	1480	FL	660	GL	980	HL	1080	IL	1190	KL	1220	LL	2275	ML	4063	PL	4125	RL	

11L 11R 12L 12R 21L 21R 22L 22R 24L 24R 26L 26R 28L 28R 30L 30R 32L 32R 34L 34R 36L 36R 38L 38R 40L 40R 42L 42R 44L 44R 46L 46R 48L 48R 50L 50R 52L 52R 54L 54R 56L 56R 58L 58R 60L 60R 62L 62R 64L 64R 66L 66R 68L 68R 70L 70R 72L 72R 74L 74R 76L 76R 78L 78R 80L 80R 82L 82R 84L 84R 86L 86R 88L 88R 90L 90R 92L 92R 94L 94R 96L 96R 98L 98R 100L 100R 102L 102R 104L 104R 106L 106R 108L 108R 110L 110R 112L 112R 114L 114R 116L 116R 118L 118R 120L 120R 122L 122R 124L 124R 126L 126R 128L 128R 130L 130R 132L 132R 134L 134R 136L 136R 138L 138R 140L 140R 142L 142R 144L 144R 146L 146R 148L 148R 150L 150R 152L 152R 154L 154R 156L 156R 158L 158R 160L 160R 162L 162R 164L 164R 166L 166R 168L 168R 170L 170R 172L 172R 174L 174R 176L 176R 178L 178R 180L 180R 182L 182R 184L 184R 186L 186R 188L 188R 190L 190R 192L 192R 194L 194R 196L 196R 198L 198R 200L 200R 202L 202R 204L 204R 206L 206R 208L 208R 210L 210R 212L 212R 214L 214R 216L 216R 218L 218R 220L 220R 222L 222R 224L 224R 226L 226R 228L 228R 230L 230R 232L 232R 234L 234R 236L 236R 238L 238R 240L 240R 242L 242R 244L 244R 246L 246R 248L 248R 250L 250R 252L 252R 254L 254R 256L 256R 258L 258R 260L 260R 262L 262R 264L 264R 266L 266R 268L 268R 270L 270R 272L 272R 274L 274R 276L 276R 278L 278R 280L 280R 282L 282R 284L 284R 286L 286R 288L 288R 290L 290R 292L 292R 294L 294R 296L 296R 298L 298R 300L 300R 302L 302R 304L 304R 306L 306R 308L 308R 310L 310R 312L 312R 314L 314R 316L 316R 318L 318R 320L 320R 322L 322R 324L 324R 326L 326R 328L 328R 330L 330R 332L 332R 334L 334R 336L 336R 338L 338R 340L 340R 342L 342R 344L 344R 346L 346R 348L 348R 350L 350R 352L 352R 354L 354R 356L 356R 358L 358R 360L 360R 362L 362R 364L 364R 366L 366R 368L 368R 370L 370R 372L 372R 374L 374R 376L 376R 378L 378R 380L 380R 382L 382R 384L 384R 386L 386R 388L 388R 390L 390R 392L 392R 394L 394R 396L 396R 398L 398R 400L 400R 402L 402R 404L 404R 406L 406R 408L 408R 410L 410R 412L 412R 414L 414R 416L 416R 418L 418R 420L 420R 422L 422R 424L 424R 426L 426R 428L 428R 430L 430R 432L 432R 434L 434R 436L 436R 438L 438R 440L 440R 442L 442R 444L 444R 446L 446R 448L 448R 450L 450R 452L 452R 454L 454R 456L 456R 458L 458R 460L 460R 462L 462R 464L 464R 466L 466R 468L 468R 470L 470R 472L 472R 474L 474R 476L 476R 478L 478R 480L 480R 482L 482R 484L 484R 486L 486R 488L 488R 490L 490R 492L 492R 494L 494R 496L 496R 498L 498R 500L 500R 502L 502R 504L 504R 506L 506R 508L 508R 510L 510R 512L 512R 514L 514R 516L 516R 518L 518R 520L 520R 522L 522R 524L 524R 526L 526R 528L 528R 530L 530R 532L 532R 534L 534R 536L 536R 538L 538R 540L 540R 542L 542R 544L 544R 546L 546R 548L 548R 550L 550R 552L 552R 554L 554R 556L 556R 558L 558R 560L 560R 562L 562R 564L 564R 566L 566R 568L 568R 570L 570R 572L 572R 574L 574R 576L 576R 578L 578R 580L 580R 582L 582R 584L 584R 586L 586R 588L 588R 590L 590R 592L 592R 594L 594R 596L 596R 598L 598R 600L 600R 602L 602R 604L 604R 606L 606R 608L 608R 610L 610R 612L 612R 614L 614R 616L 616R 618L 618R 620L 620R 622L 622R 624L 624R 626L 626R 628L 628R 630L 630R 632L 632R 634L 634R 636L 636R 638L 638R 640L 640R 642L 642R 644L 644R 646L 646R 648L 648R 650L 650R 652L 652R 654L 654R 656L 656R 658L 658R 660L 660R 662L 662R 664L 664R 666L 666R 668L 668R 670L 670R 672L 672R 674L 674R 676L 676R 678L 678R 680L 680R 682L 682R 684L 684R 686L 686R 688L 688R 690L 690R 692L 692R 694L 694R 696L 696R 698L 698R 700L 700R 702L 702R 704L 704R 706L 706R 708L 708R 710L 710R 712L 712R 714L 714R 716L 716R 718L 718R 720L 720R 722L 722R 724L 724R 726L 726R 728L 728R 730L 730R 732L 732R 734L 734R 736L 736R 738L 738R 740L 740R 742L 742R 744L 744R 746L 746R 748L 748R 750L 750R 752L 752R 754L 754R 756L 756R 758L 758R 760L 760R 762L 762R 764L 764R 766L 766R 768L 768R 770L 770R 772L 772R 774L 774R 776L 776R 778L 778R 780L 780R 782L 782R 784L 784R 786L 786R 788L 788R 790L 790R 792L 792R 794L 794R 796L 796R 798L 798R 800L 800R 802L 802R 804L 804R 806L 806R 808L 808R 810L 810R 812L 812R 814L 814R 816L 816R 818L 818R 820L 820R 822L 822R 824L 824R 826L 826R 828L 828R 830L 830R 832L 832R 834L 834R 836L 836R 838L 838R 840L 840R 842L 842R 844L 844R 846L 846R 848L 848R 850L 850R 852L 852R 854L 854R 856L 856R 858L 858R 860L 860R 862L 862R 864L 864R 866L 866R 868L 868R 870L 870R 872L 872R 874L 874R 876L 876R 878L 878R 880L 880R 882L 882R 884L 884R 886L 886R 888L 888R 890L 890R 892L 892R 894L 894R 896L 896R 898L 898R 900L 900R 902L 902R 904L 904R 906L 906R 908L 908R 910L 910R 912L 912R 914L 914R 916L 916R 918L 918R 920L 920R 922L 922R 924L 924R 926L 926R 928L 928R 930L 930R 932L 932R 934L 934R 936L 936R 938L 938R 940L 940R 942L 942R 944L 944R 946L 946R 948L 948R 950L 950R 952L 952R 954L 954R 956L 956R 958L 958R 960L 960R 962L 962R 964L 964R 966L 966R 968L 968R 970L 970R 972L 972R 974L 974R 976L 976R 978L 978R 980L 980R 982L 982R 984L 984R 986L 986R 988L 988R 990L 990R 992L 992R 994L 994R 996L 996R 998L 998R 1000L 1000R 1002L 1002R 1004L 1004R 1006L 1006R 1008L 1008R 1010L 1010R 1012L 1012R 1014L 1014R 1016L 1016R 1018L 1018R 1020L 1020R 1022L 1022R 1024L 1024R 1026L 1026R 1028L 1028R 1030L 1030R 1032L 1032R 1034L 1034R 1036L 1036R 1038L 1038R 1040L 1040R 1042L 1042R 1044L 1044R 1046L 1046R 1048L 1048R 1050L 1050R 1052L 1052R 1054L 1054R 1056L 1056R 1058L 1058R 1060L 1060R 1062L 1062R 1064L 1064R 1066L 1066R 1068L 1068R 1070L 1070R 1072L 1072R 1074L 1074R 1076L 1076R 1078L 1078R 1080L 1080R 1082L 1082R 1084L 1084R 1086L 1086R 1088L 1088R 1090L 1090R 1092L 1092R 1094L 1094R 1096L 1096R 1098L 1098R 1100L 1100R 1102L 1102R 1104L 1104R 1106L 1106R 1108L 1108R 1110L 1110R 1112L 1112R 1114L 1114R 1116L 1116R 1118L 1118R 1120L 1120R 1122L 1122R 1124L 1124R 1126L 1126R 1128L 1128R 1130L 1130R 1132L 1132R 1134L 1134R 1136L 1136R 1138L 1138R 1140L 1140R 1142L 1142R 1144L 1144R 1146L 1146R 1148L 1148R 1150L 1150R 1152L 1152R 1154L 1154R 1156L 1156R 1158L 1158R 1160L 1160R 1162L 1162R 1164L 1164R 1166L 1166R 1168L 1168R 1170L 1170R 1172L 1172R 1174L 1174R 1176L 1176R 1178L 1178R 1180L 1180R 1182L 1182R 1184L 1184R 1186L 1186R 1188L 1188R 1190L 1190R 1192L 1192R 1194L 1194R 1196L 1196R 1198L 1198R 1200L 1200R 1202L 1202R 1204L 1204R 1206L 1206R 1208L 1208R 1210L 1210R 1212L 1212R 1214L 1214R 1216L 1216R 1218L 1218R 1220L 1220R 1222L 1222R 1224L 1224R 1226L 1226R 1228L 1228R 1230L 1230R 1232L 1232R 1234L 1234R 1236L 1236R 1238L 1238R 1240L 1240R 1242L 1242R 1244L 1244R 1246L 1246R 1248L 1248R 1250L 1250R 1252L 1252R 1254L 1254R 1256L 1256R 1258L 1258R 1260L 1260R 1262L 1262R 1264L 1264R 1266L 1266R 1268L 1268R 1270L 1270R 1272L 1272R 1274L 1274R 1276L 1276R 1278L 1278R 1280L 1280R 1282L 1282R 1284L 1284R 1286L 1286R 1288L 1288R 1290L 1290R 1292L 1292R 1294L 1294R 1296L 1296R 1298L 1298R 1300L 1300R 1302L 1302R 1304L 1304R 1306L 1306R 1308L 1308R 1310L 1310R 1312L 1312R 1314L 1314R 1316L 1316R 1318L 1318R 1320L 1320R 1322L 1322R 1324L 1324R 1326L 1326R 1328L 1328R 1330L 1330R 1332L 1332R 1334L 1334R 1336L 1336R 1338L 1338R 1340L 1340R 1342L 1342R 1344L 1344R 1346L 1346R 1348L 1348R 1350L 1350R 1352L 1352R 1354L 1354R 1356L 1356R 1358L 1358R 1360L 1360R 1362L 1362R 1364L 1364R 1366L 1366R 1368L 1368R 1370L 1370R 1372L 1372R 1374L 1374R 1376L 1376R 1378L 1378R 1380L 1380R 1382L 1382R 1384L 1384R 1386L 1386R 1388L 1388R 1390L 1390R 1392L 1392R 1394L 1394R 1396L 1396R 1398L 1398R 1400L 1400R 1402L 1402R 1404L 1404R 1406L 1406R 1408L 1408R 1410L 1410R 1412L 1412R 1414L 1414R 1416L 1416R 1418L 1418R 1420L 1420R 1422L 1422R 1424L 1424R 1426L 1426R 1428L 1428R 1430L 1430R 1432L 1432R 1434L 1434R 1436L 1436R 1438L 1438R 1440L 1440R 1442L 1442R 1444L 1444R 1446L 1446R 1448L 1448R 1450L 1450R 1452L 1452R 1454L 1454R 1456L 1456R 1458L 1458R 1460L 1460R 1462L 1462R 1464L 1464R 1466L 1466R 1468L 1468R 1470L 1470R 1472L 1472R 1474L 1474R 1476L 1476R 1478L 1478R 1480L 1480R 1482L 1482R 1484L 1484R 1486L 1486R 1488L 1488R 1490L 1490R 1492L 1492R 1494L 1494R 1496L 1496R 1498L 1498R 1500L 1500R 1502L 1502R 1504L 1504R 1506L 1506R 1508L 1508R 1510L 1510R 1512L 1512R 1514L 1514R 1516L 1516R 1518L 1518R 1520L 1520R 1522L 1522R 1524L 1524R 1526L 1526R 1528L 1528R 1530L 1530R 1532L 1532R 1534L 1534R 1536L 1536R 1538L 1538R 1540L 1540R 1542L 1542R 1544L 1544R 1546L 1546R 1548L 1548R 1550L 1550R 1552L 1552R 1554L 1554R 1556L 1556R 1558L 1558R 1560L 1560R 1562L 1562R 1564L 1564R 1566L 1566R 1568L 1568R 1570L 1570R 1572L 1572R 1574L 1574R 1576L 1576R 1578L 1578R 1580L 1580R 1582L 1582R 1584L 1584R 1586L 1586R 1588L 1588R 1590L 1590R 1592L 1592R 1594L 1594R 1596L 1596R 1598L 1598R 1600L 1600R 1602L 1602R 1604L 1604R 1606L 1606R 1608L 1608R 1610L 1610R 1612L 1612R 1614L 1614R 1616L 1616R 1618L 1618R 1620L 1620R 1622L 1622R 1624L 1624R 1626L 1626R 1628L 1628R 1630L 1630R 1632L 1632R 1634L 1634R 1636L 1636R 1638L 1638R 1640L 1640R 1642L 1642R 1644L 1644R 1646L 1646R 1648L 1648R 1650L 1650R 1652L 1652R 1654L 1654R 1656L 1656R 1658L 1658R 1660L 1660R 1662L 1662R 1664L 1664R 1666L 1666R 1668L 1668R 1670L 1670R 1672L 1672R 1674L 1674R 1676L 1676R 1678L 1678R 1680L 1680R 1682L 1682R 1684L 1684R 1686L 1686R 1688L 1688R 1690L 1690R 1692L 1692R 1694L 1694R 1696L 1696R 1698L 1698R 1700L 1700R 1702L 1702R 1704L 1704R 1706L 1706R 1708L 1708R 1710L 1710R 1712L 1712R 1714L 1714R 1716L 1716R 1718L 1718R 1720L 1720R 1722L 1722R 1724L 1724R 1726L 1726R 1728L 1728R 1730L 1730R 1732L 1732R 1734L 1734R 1736L 1736R 1738L 1738R 1740L 1740R 1742L 1742R 1744L 1744R 1746L 1746R 1748L 1748R 1750L 1750R 1752L 1752R 1754L 1754R 1756L 1756R 1758L 1758R 1760L 1760R 1762L 1762R 1764L 1764R 1766L 1766R 1768L 1768R 1770L 1770R 1772L 1772R 1774L 1774R 1776L 1776R 1778L 1778R 1780L 1780R 1782L 1782R 1784L 1784R 1786L 1786R 1788L 1788R 1790L 1790R 1792L 1792R 1794L 1794R 1796L 1796R 1798L 1798R 1800L 1800R 1802L 1802R 1804L 1804R 1806L 1806R 1808L 1808R 1810L 1810R 1812L 1812R 1814L 1814R 1816L 1816R 1818L 1818R 1820L 1820R 1822L 1822R 1824L 1824R 1826L 1826R 1828L 1828R 1830L 1830R 1832L 1832R 1834L 1834R 1836L 1836R 1838L 1838R 1840L 1840R 1842L 1842R 1844L 1844R 1846L 1846R 1848L 1848R 1850L 1850R 1852L 1852R 1854L 1854R 1856L 1856R 1858L 1858R 1860L 1860R 1862L 1862R 1864L 1864R 1866L 1866R 1868L 1868R 1870L 1870R 1872L 1872R 1874L 1874R 1876L 1876R 1878L 1878R 1880L 1880R 1882L 1882R 1884L 1884R 1886L 1886R 1888L 1888R 1890L 1890R 1892L 1892R 1894L 1894R 1896L 1896R 1898L 1898R 1900L 1900R 1902L 1902R 1904L 1904R 1906L 1906R 1908L 1908R 1910L 1910R 1912L 1912R 1914L 1914R 1916L 1916R 1918L 1918R 1920L 1920R 1922L 1922R 1924L 1924R 1926L 1926R 1928L 1928R 1930L 1930R 1932L 1932R 1934L 1934R 1936L 1936R 1938L 1938R 1940L 1940R 1942L 1942R 1944L 1944R 1946L 1946R 1948L 1948R 1950L 1950R 1952L 1952R 1954L 1954R 1956L 1956R 1958L 1958R 1960L 1960R 1962L 1962R 1964L 1964R 1966L 1966R 1968L 1968R 1970L 1970R 1972L 1972R 1974L 1974R 1976L 1976R 1978L 1978R 1980L 1980R 1982L 1982R 1984L 1984R 1986L 1986R 1988L 1988R 1990L 1990R 1992L 1992R 1994L 1994R 1996L 1996R 1998L 1998R 2000L 2000R 2002L 2002R 2004L 2004R 2006L 2006R 2008L 2008R 2010L 2010R 2012L 2012R 2014L 2014R 2016L 2016R 2018L 2018R 2020L 2020R 2022L 2022R 2024L 2024R 2026L 2026R 2028L 2028R 2030L 2030R 2032L 2032R 2034L 2034R 2036L 2036R 2038L 2038R 2040L 2040R 2042L 2042R 2044L 2044R 2046L 2046R 2048L 2048R 2050L 2050R 2052L 2052R 2054L 2054R 2056L 2056R 2058L 2058R 2060L 2060R 2062L 2062R 2064L 2064R 2066L 2066R 2068L 2068R 2070L 2070R 2072L 2072R 2074L 2074R 2076L 2076R 2078L 2078R 2080L 2080R 2082L 2082R 2084L 2084R 2086L 2086R 2088L 2088R 2090L 2090R 2092L 2092R 2094L 2094R 2096L 2096R 2098L 2098R 2100L 2100R 2102L 2102R 2104L 2104R 2106L 2106R 2108L 2108R 2110L 2110R 2112L 2112R 2114L 2114R 2116L 2116R 2118L 2118R 2120L 2120R 2122L 2122R 2124L 2124R 2126L 2126R 2128L 2128R 2130L 2130R 2132L 2132R 2134L



第五节 载重平衡业务电报

拍发和接收运务电报是配载平衡工作接收数据和报送数据的重要手段，采用 SITA 格式的电报语言，简洁明了，是全世界民航通用的交流文字，识读和拍发电报是载重平衡人员的基本功。本节将介绍配载平衡工作需要处理的几种电报。

一、一般规定

载重平衡工作处理的电报有很多种类，日常主要包括载重电报和集装箱板布局报两种。其主要用途是将航班的基本信息通报到达站及经停站，以使有关部门预先了解航班信息，提前做好准备工作。对电报的基本要求有：

- (1) 电报应如实反映航班信息，包括最后一分钟修正内容；
- (2) 电报应按规定格式编发；
- (3) 电报应在航班起飞后 5 min 内拍发；
- (4) 载重电报和集装箱板布局报的等级均为 QU 级（急报）。

二、载重电报

(1) 载重电报（LDM）的内容参照载重表各项数据，包括最后一分钟修正。其内容是让航班沿线各站预先得知该航班基本数据和实际旅客人数、实际业载及各货舱装载情况。收电地址包括航班经停站和到达站的载重平衡部门和其他相关部门。



业务电报——LDM

例：

1	QU SHATZMU SHAVTMU CANUF CZ BJSTDCA
2	• CANTZCZ CZ/121606
3	LDM
4	CZ3503. B2811. C8Y192.4/7
5	— SHA. 193/2/1. T4380. 1/380. 2/1500. 3/2000. 4/500. PAX/8/187. PAD/0/0
6	SI
7	BW 48561 BI 46.5
8	SHA FRE 3500 POS 500 BAG 380 TRA 0 BAGP 35
9	PRIORITY BAG IN H4

电报解释如下。

第 1 行：收电地址，SITA 标准七字地址，如 SHATZMU 表示东航在上海的 TZ 部门。

第2行：“·”后跟发电地址，发电日时组及发电人代号。

第3行：电报识别代码（报文代号）（LDM）。

第4行：航班号、飞机号、座位布局、机组人数。

第5行：目的地、旅客人数、货舱装载总重量、各货舱装载重量、旅客舱位等级人数、可以拉下的旅客人数。

第6行：附加信息 SI，内容为须补充说明的信息。

第7行：飞机基重，飞机基重指数。

第8行：其他，无固定格式，一般以简语及英文表达。

第9行：其他说明：优先行李放第4舱。

(2) 客机 LDM 电报实例：

```
LDM
CZ383/04. B2029. 777-300. 4/16/0
-DXB. 310/27/4. T32989. 1/7474. 2/13128. 3/6865. 4/4676. 5/846
. PAX/26/12/299. PAD/0/0/0
SI
DOW 169049 DOI 37.44
DXB C/ 24202 M/ 177 B (NO/WT) /358/ 5962
EQUIP 0 TRANSIT (C/M/B/E) 0 (0/0/0/0)

PRIORITY BAG
BF AKE73291CZ/AKE76683CZ IN 42L/R
BT AKE75996CZ IN 36R
```

(3) 货机 LDM 电报实例：

```
LDM
CZ2573/04AUG23. B2073. 4/0. CANAMS
-AMS . A/5370 . B/5631 . C/8960 . D/7341 . E/7552
. F/5564 . G/5588 . H/5643 . J/7754 . K/6780
. L/9585 . M/7495 . P/4395 . R/2240 . TW89898. 0
```

三、集装箱板布局报

(1) 集装箱板布局报（CPM）为航班各站提供集装箱板分布信息和箱板利用情况。包括飞机货舱各集装箱板位置、外形代号、编号、箱板所属重量、到达站等信息。



业务电报——CPM



例：

1	QU SHATZMU SHAVTMU CANUF CZ BJSTDCA
2	• CANTZCZ CZ/121606
3	CPM
4	CZ3503. B2052. C24Y356. 4/15
5	—11P/N
6	—12P/N
7	—13P/SHA/P1P0116CZ/1830/C
8	—21P/N
9	—22P/N
10	—23P/SHA/P6P0221CZ/2300/C
11	—31L/N —31R/N
12	—41L/N —41R/N
13	—42L/SHA/AKE70023CZ/890/BY —42R/N
14	—43L/N —43R/N
15	—44L/SHA/ALF70035CZ/1400/C —44R/N
16	—5/SHA/400/C. AVI
17	SI

电报解释如下。

第 1 行：发电地址，SITA 标准七字地址，如 SHATZMU 表示东航在上海的 TZ 部门。

第 2 行：“•”后跟发电地址，发电日时组及发电人代号。

第 3 行：电报识别代码（报文代号）（CPM）。

第 4 行：航班号、飞机号、座位布局、机组人数。

第 5~16 行：位置/到达站/箱板编号/重量/品名（利用状况代码）。

第 17 行：附加信息 SI，内容为须补充说明的信息，无固定格式，可自由填写，一般以简语及英文表达。

(2) 货机 CPM 电报实例和解释：

CPM
CZ457/16MAR. B2072. 4/0. CAN-CKG-AMS……航班号、日期、飞机号、机组、航段
. CKG/15121……到第一站点重量
. AMS/78677……到第二站点重量
. TW/93798……总重量
M/D Right Side……主舱右侧

—AR/PMC31779CZ/1492/AMS/Q4/C……位置、ULD 号、重量、卸机站、轮廓代码、类型

—BR/PMC32773CZ/805/AMS/Q5/C

—CR/PMC32454CZ/1474/AMS/Q5/C. IND AFT 25……后部内凹 25 cm

—DR/PMC40196CZ/3915/AMS/Q5/C. OHG FWD 15……前凸 15 cm

—ER/PMC32266CZ/3725/AMS/Q5/C

—FR/PMC30566CZ/3980/AMS/Q5/C

—GR/PMC41381CZ/3930/AMS/Q5/C

—HR/NIL……留空

—JR/PMC30989CZ/2500/AMS/Q5/C. CNTR LOAD OHG FWD 20 AFT 10……中央装载，前凸 20 cm，后凸 10 cm

—KR/PMC30292CZ/2890/AMS/Q5/C. IND FWD 20……前端内凹 20 cm

—LR/PMC30450CZ/2512/CKG/Q5/C

—MR/PMC32819CZ/1935/CKG/QM/C

—PR/PMC40847CZ/1890/CKG/Q4/C

—R/PMC31104CZ/1470/CKG/Q6/C. AVI……活体动物

M/D Left Side

—AL/PMC31275CZ/1530/AMS/Q4/C

—BL/PMC31360CZ/579/AMS/QM/C

—CL/PGA07549FF/2785/AMS/Q5L/C

—DL/PGA07549FF/2785/AMS/Q5L/C

—EL/PMC32533CZ/2035/AMS/Q5/C

—FL/PMC30363CZ/5314/AMS/Q5/C

—GL/PMC32001CZ/2790/AMS/Q5/C

—HL/NIL

—JR/PMC30989CZ/2500/AMS/Q5/C. CNTR LOAD FWD 20 AFT 10……中央装载，前凸 20 cm，后凸 10 cm

—KL/NIL

—LL/PMC33026CZ/3060/CKG/Q5/C

—ML/PMC41301CZ/2670/CKG/Q5/C

—PL/PMC33030CZ/3782/CKG/Q4/C

L/D CENTER

—11P/PMC32842CZ/795/CKG/QL/C

—12P/PMC33252CZ/1097/CKG/QM/C. ELI……锂电池

—13P/PMC41382CZ/1180/CKG/QL/C



—21P/PMC30868CZ/1287/AMS/QM/C
—22P/PMC31188CZ/1285/AMS/QM/C
—23P/PMC40856CZ/1295/AMS/QM/C. PER……鲜活易腐货物
—31P/PMC30374CZ/2255/AMS/QL/C
—32P/PMC31643CZ/1385/AMS/QM/C
—41P/PMC30431CZ/1620/AMS/QM/X
—42P/PMC30495CZ/1610/AMS/QM/C
—BLK/520/AMS/C

SI: ALL WEIGHTS IN KGS, ALL DIMENSIONS IN CMS……所有重量以千克为单位, 所有尺寸以厘米为单位

SI: ZFW = 230941, ZF INDEX = 45, ZF C. G. = 28……无油重量, 无油指数, 无油重心

SI: TOW = 338371, TO INDEX = 41, TO C. G. = 27.6……起飞重量, 起飞指数, 起飞重心

SI: STAB TRIM = 5.4……起飞水平安定面配平值

SI: TAKE OFF FUEL 107430, TRIP FUEL 94598……起飞油量, 航段耗油量

四、油量电报

油量电报是用于确认航班加油信息的电报。与飞行计划中的油量不同, 油量电报反馈真实的加油情况, 用于航班的载重平衡控制。以下是3个航班油量电报的实例:

(1) 实例1: CZ3111 航班

WGTMSG 04082023082844 B2099 CZ3111 04AUG2023 CAN PKX KGS
MTOW = 351534 MLDW = 251290 FUEL = 32000 BURN = 15655 TXOF = 660
TXIF = 660

(2) 实例2: CZ465 航班

WGTMSG 04082023080747 B20EN CZ0465 04AUG2023 STN FRA KGS
MTOW = 329326 MLDW = 260815 FUEL = 28400 BURN = 7821 TXOF = 330
TXIF = 330

(3) 实例3: CZ451 航班

WGTMSG 03082023152623 B223G CZ0451 03AUG2023 PVG AMS KGS
MTOW = 347451 MLDW = 260815 FUEL = 107500 BURN = 90601 TXOF = 825
TXIF = 825

五、常用术语和简语

常用术语和简语如表 6-3 所示。

表 6-3 常用术语和简语

缩写	英 文	中 文
AOG	Spare Parts required for Aircraft on Ground	航材
AVI	Live Animals	活体动物
BAL	Ballast hold loaded	压舱物
BED	Stretch installed	安装在客舱的担架
BEH	Stretch hold loaded	装在货舱的担架
BIG	An item loaded on two or more pallets or which, due to its size or weight, requires special handling equipment for loading and off-loading	超长大件物品
CAO	Dangerous Goods Cargo Aircraft	只限货机的危险品
CAT	Cargo Attendant on Cargo Aircraft	货机押运员
COM	Company Mail	公司邮件
CSU	Catering equipment and food supply not used on flight	非机上所用餐饮设备和食品
DHC	Crew positioning to/from duty not directly in the operation of the flight, which are occupying passenger's seats	不参与飞行的机组人员占用旅客座位
DIP	Diplomatic Mail	外交信袋
EAT	Foodstuffs for human consumption other than meat and fish/seafood as specific handling codes are designated for such codes	除去有商品代号的肉类和鱼类/海产品
EIC	Equipment in Compartment	货舱设备
ELD	Extra Load Devices	额外装载设备
FIL	Undeveloped Film/Unexposed Film	未冲洗胶卷
FKT	Flight Kit	飞行备件箱
HEA	Heavy Cargo above 150 kg per piece	单件超过 150 kg 的重货
HEG	Hatching Eggs	种蛋
HUM	Human Remains in Coffins	尸体
ICE	Dry Ice	干冰



续表

缩写	英 文	中 文
LHO	Live Human Organs/Blood	活器官/血浆
MAG	Magnetized Materials	磁性物质
MOS	Miscellaneous Operational staff other crew, who perform functions relating to the flight and occupy passenger seats	占用旅客座位与该航班有关的民航内部员工
NIL	No items loaded or manifested	无
OBX	Obnoxious dead load that produces strong offensive odour	发出强烈异味物品
OHG	An item loaded on one or more pallets that overhangs positions other than those on which it is loaded	装载在倒悬位置的物品
PAD	Passengers not entitled to a firm booking who may be off-loaded at a station en route to their ticketed destination in order to accommodate joining passengers who have higher priority	有可能被拉下的旅客
PEA	Hunting trophies skin hide and all articles made from or containing parts of species listed in the cites	毛皮制品
PEF	Flowers	鲜花
PEM	Meat	肉类
PEP	Fruits and Vegetables	食品和蔬菜
PER	All perishable cargoes other than flowers, meat and fish/seafood as individual handing codes are designated for such codes	除去有商品代号的所有易腐性物品
PES	Seafood/Fish for human consumption	食用海产品和鱼类
RCL	Cryogenic Liquids (refrigerated liquefied gases)	超低温液体
RCM	Corrosive	腐蚀性物品
RCX	Explosive 1.3c	1.3c 易爆物品
REX	Normally Forbidden Explosive (1.1, 1.2, 1.3 with a few exceptions, 1.4F, 1.5 and 1.6)	一般禁运物品
RFG	Flammable Gas	易燃气体
RFL	Flammable Liquid	易燃液体
RFS	Flammable Solid	易燃固体

续表

缩写	英 文	中 文
RFW	Dangerous when wet	遇湿自燃物品
RGX	Explosive 1.3K	1.3K 易爆物品
RIS	Infections substance	传染性物质
RMD	Miscellaneous Dangerous Goods	杂项危险品
RNG	Non-Flammable Non-Toxic Gas	非易燃无毒气体
ROP	Organic peroxide	有机过氧化物
KG	千克 (kg)	1 千克 = 2.2046226 磅 (lb) 1 磅 = 0.45359237 千克 (kg) 1 厘米 = 0.3937 英寸 (in) 1 英寸 = 2.53995 厘米 (cm) 1 立方米 = 35.3147 立方英尺 (ft ³) 1 立方英尺 = 0.028 立方米 (m ³)
LB	磅 (lb)	
M	米 (m)	
FT	英尺 (ft)	
IN	英寸 (in)	
CU M	立方米 (m ³)	
CU FT	立方英尺 (ft ³)	
SQ M	平方米 (m ²)	
SQ FT	平方英尺 (ft ²)	
C. G	重心	
FWD	前/前货舱	
AFT	后/后货舱	
MIN	最小	
MAX	最大	

本章小结

配载平衡图的手工填制是配载工作人员的基本功。配载平衡图分机型设计，每套图纸包括：载重表 (LOADSHEET & LOADMESSAGE)、平衡图 (WEIGHT AND BALANCE MANIFEST)、装机单 (LOADING INSTRUCTION)。业务电报是一种重要的信息传输方式，具有稳定、信息量大、表达格式世界通用的特点，拍发和识读业务电报是配载员需要具备的能力。



重点难点回顾

1. 指数型平衡图的填制。
2. 集装设备飞机的平衡图填制。（难点）
3. 折线型平衡图的填制。

讨论与研究

1. 手工配载平衡的误差分析。
2. 业务电报识读。

习题

配载平衡下列航班（单位：千克）：

(1) B-5468 飞机（波音 737-800）执行航班 CZ3107，从广州飞北京。本次航班使用标准机组，航班的业载：旅客 7/142 人，行李 1111，货物 4043，无邮件。

(2) B-6059 飞机（A330/300B）执行航班 CZ310，从北京飞香港。本次航班使用标准机组，航班的业载如表 6-1 所示。

表 6-1 航班的业载

项目	人数/件数	重量/kg	板/箱编号	板/箱自重/kg
旅客	204. 1. 0 (C12Y192. 1. 0)			
邮件	80	300	BULK	
行李	25	350	AKE00016CZ	125
	30	300	AKE00017CZ	125
	40	380	AKE00019CZ	125
	20	250	AKE00020CZ	125
货物	90	1200	PMC00011CZ	110
	114	1343	PMC00016CZ	110
	145	1712	PMC00023CZ	110
	84	707	PMC00037CZ	110

表 6-2 机型油量表

航段	机型	耗油/kg	起飞油量/kg
CAN-PEK	A319	6842	10499
	A320	7195	11487
	A321	8532	13130
	A330	15616	25031
	A380	32293	59817
	波音 737-300	7343	11721
	波音 737-700	6834	10975
	波音 737-800	7543	12061
	波音 757	10038	16129
	波音 777-200	17263	27697
	波音 777-300	20241	31905
	波音 787-8	13561	22080
	PEK-HKG	A319	8693
A320		8960	12487
A321		10284	15143
A330		20042	32327
A380		39669	68395
波音 757		12498	17606
波音 777		20644	32360

注：以上数据仅作参考。

表 6-3 飞机数据

ACFT	A/C	CONF	DOW	DOI	CREW	MTOW	MLW	MZFW
A319	B-6183	C8Y114	41508	51.28	2/5	70000	62500	58500
A320	B-2347	C8Y144	43844	54.58	2/6	73500	64500	61000
A321	B-6683	C12Y167	48922	38.72	2/7	89000	75500	71500
A330	B-6059	C24Y234	121984	106.46	4/12	23300	182000	170000
A380	B-6139	F8C70Y428	290816	88.36	4/22	569000	391000	366000
波音 737-300	B-2930	Y144	33112	38.74	4/4	61234	51709	48307
波音 737-800	B-5468	C8Y156	42881	45.67	4/6	73255	65317	61688
波音 737-700	B-5252	C8Y112	39861	45.47	4/6	70080	58059	54657
波音 757	B-2823	F8W30Y152	59641	45.5	4/8	108862	89811	83460
波音 777-200	B-2058	F24C53Y207	146007	41.08	4/16	286897	208652	195044

第七章 计算机配载平衡

本章提要

随着航班业务量增大，工作要求高，安全保障压力增大，航空公司需要更科学和规范的管理，现代机场也需要提高服务水平，为旅客提供优质的服务。计算机配载平衡系统能更好地集成数据、集中管理，并具备预警功能，是对现代化航空运输业的技术支持，在很大程度上替代手工操作。本章将以中航信配载控制系统 LDP 为例，介绍计算机航班配载平衡的概况和操作实例。

第一节 计算机配载平衡系统介绍



计算机离港系统介绍

一、计算机配载平衡系统的发展

计算机配载平衡系统是通过计算机技术，对航班开展重量与平衡控制，确保飞机在任何阶段和状态都保持重量不超过最大值，飞机重心在安全范围内，实现安全运行。

我国民航的计算机配载工作可追溯到 1988 年，当时的中国民航计算机信息中心（以下简称中航信）通过引进和吸收国外技术，开发了计算机离港系统，也被称为主机系统。其中，配载平衡是主机系统的三大部分之一，通过自动化的方式，解决了传统手工画图配载程序复杂、容易产生错误的问题，提高了配载的准确度和效率。2000 年前后，以我国三大航为首，配载工作进入集中配载的新发展阶段，航空公司引入中心配载模式，陆续开发航空公司自建载重平衡系统或引进外航载重平衡系统（如中国南方航空的 Loading Plan System，海外航空公司常用的 AMADEUS）。

中航信主机配载系统，在很长一段时间里服务国内 40 多家航空公司，业务支持国内所有机场，是计算机载重平衡系统的主流选择。主机配载系统“稳定性”好，但“易用性”较差，在数据集成化和预警智能化方面无法支撑。而且，由于系统基础仍然源于国外产品，其在安全和系统维护方面成本较高。面对市场对载重平衡系统的需求，



中航信在打造新一代 PSS 旅客信息服务系统规划中，将配载系统作为新一代 PSS 的重要子模块开展建设。

2017 年，新一代配载控制系统 LDP 完成开发。2019 年下半年，中国航信新一代配载系统正式在东航投产。随后，该产品向南航、深航、山航、川航等航空公司以及全国机场进行推广。截至 2023 年 6 月，国产配载系统已有 40 多家航空公司客户，累计在 150 余个机场运行，全面取代中航信原主机配载系统。

中航信主机配载系统如图 7.1 所示。

```

CFSU:CA0983 /04JUN19 PEK LAX A/C B2035 ETD 2100 GATE E28
LCWS - LLSP - B777-300ER DATE/TIME: 03JUL/23:42:49 140906190414
STATUS - FLT: C CKI: C FUEL: N CGO: CONF F8J42Y261
WEIGHT ACTUAL KG ACTUAL MAXIMUM MINIMUM FWD AFT
THRU 000000 PAYLOAD 042074 62498 TOW 17.28% 40.05%
CARGO 027642 ADJ OEW 172886 ZFW 11.40% 38.81%
BAGS 003107 / 0186 ZFW 214960 235384 LAW 12.57% 39.32%
PSGRS 011325 / 149 FUEL STD 111376 131800 001000 907 95470
MAIL 000000 TOGW LNS 326336 346760 -0004.46
RANGE F 000/008 J 000/042 Y 000/261
TO PWR/FLAP 00 LNDG FLAP 00 WX TO RWY ALT RWY
HLD1 HLD2 HLD3 HLD4 HLD5 TRIM 6.1 31L-
AFT LIM 000000 000000 000000 000000 000000 A TOMAC 22.18 % 0036.37
FWD LIM 000000 000000 000000 000000 000000 A ZFMAC 20.37 % 0040.83
ACT LOAD 4597 13263 6518 4670 1701 A DLMAC 16.89 % 0035.25
REM LOAD 10709 13495 15138 5534 2381 A LDMAC 21.04 % 0040.83
CGO SPECIAL HNDLG:
REMARKS: NONE
    
```

图 7.1 中航信主机配载系统

二、配载控制系统 LDP 介绍

本章以中航信配载控制系统 LDP（以下简称 LDP 系统）为例讲解计算机载重平衡的操作。LDP 是英文 Load Planning 的缩写，是中国民航旅客信息服务系统中的一个应用模块，供航空公司、机场配载工作人员使用。中航信配载控制系统不断改进，并针对不同企业个性化开发和设计，本章内容是基于 2024 年 7 月的系统版本。

配载控制系统 LDP（Load Planning）是面向全球航空公司、机场及地面代理的智能化配载解决方案。它拥有数字化先进技术，可通过云平台模式，全面支持航空公司实现全球集中统一配载，为航空公司提供基于大数据的智能化配载系统，能够有效帮助航空公司提高运行效率、降低运行成本，为航空公司构筑航班安全稳定运行的基石。

三、LDP 系统登录简介

(1) 在日常的航空公司与各机场的工作过程中，新版的 LDP 系统与旧版的 DCS (Departure Control System) 通过指令登录注册不同，它需要配载员输入用户名、密码和验证码之后，才能点击“登录”，进入 LOAD BALANCE 中（见图 7.2）。

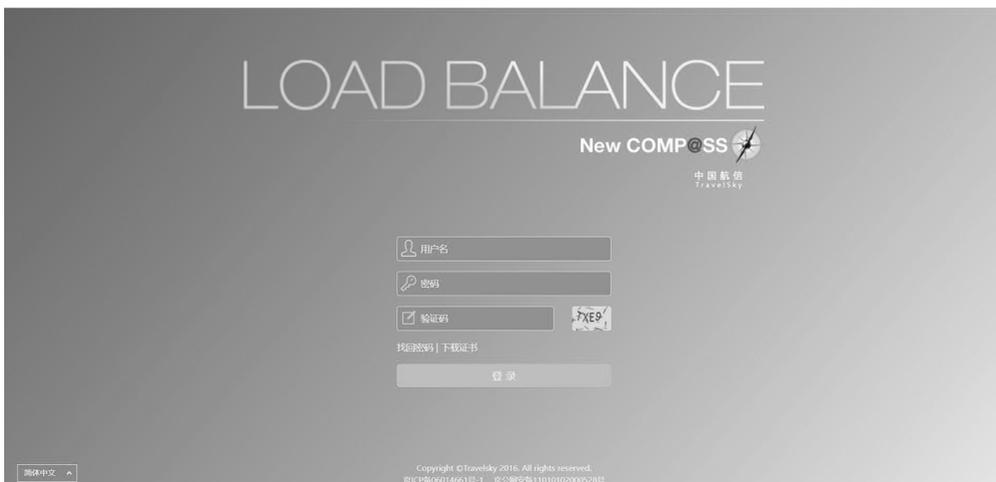


图 7.2 登录 LDP 系统

(2) 首次登录需变更初始密码。变更密码的规则为每 6 个月变更一次，配载员完成变更后重新登录方可继续使用（见图 7.3 与图 7.4）。

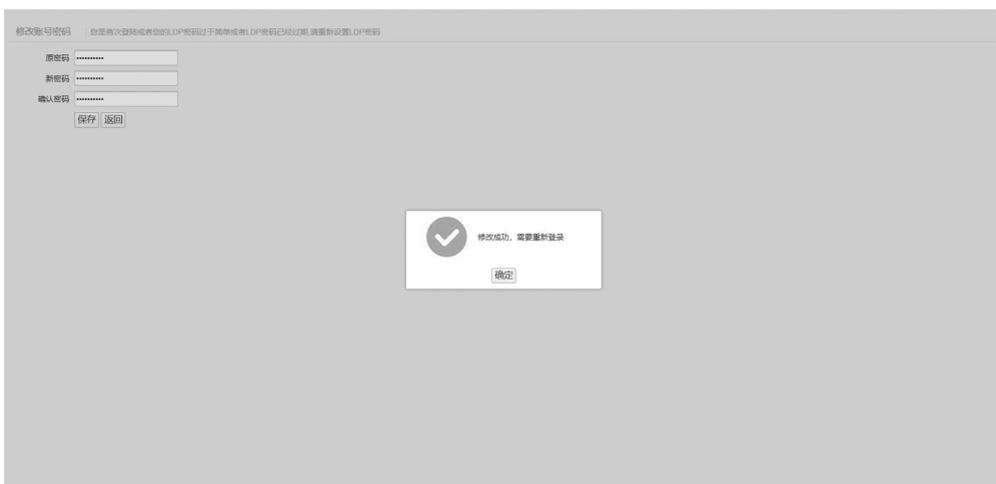


图 7.3 LOAD BALANCE 密码修改界面



图 7.4 LOAD BALANCE 欢迎界面

(3) 找回密码与解除锁定：在 LOAD BALANCE 界面（见图 7.2），点击“找回密码”，进入“密码找回”界面。输入用户名、邮箱、手机号、验证码，点击“确定”，见图 7.3，新密码会发送至用户邮箱，在找回密码后系统自动解除账号锁定。如果登录认证方式中包括手机号，则找回密码时手机号必填并进行校验；如果登录认证方式中不包括手机号，则找回密码时手机号非必填、不进行校验。

第二节 电子舱单



电子舱单

采用 LDP 系统配载平衡，系统将以电子格式输出装载表，被称作电子舱单，配载员可打印后手工签名；电子舱单也可接收操作人员电子签名，通过电子传播的方式发给机组确认，无须打印。电子签名无疑能大量节约为航班送舱单的成本，而选择采用手工签名或电子签名取决于航空公司运行安全审计的水平。运行安全符合国际航协审计要求的航空公司可采用电子签名的方式，并可开展远程中心配载等运行模式，既节约成本，又提升航班配载质量。

电子舱单遵循 IATA AHM517 和 AHM518 标准格式，如图 7.5 所示。

一、电子舱单范例解释

电子舱单范例如图 7.5 所示，表 7-1 给出了电子舱单范例的解释。

1.	CAAC-CZ	LOADSHEET	CHECKED	APPROVED	EDNO	
2.	ALL WEIGHTS IN KG				02	
3.	FROM/TO	FLIGHT	A/C REG	VERSION	CREW	DATE TIME
4.	CANXIY	CZ3201/25MAY	B2822	C8Y192	4/6/0	26MAY13 0834
			WEIGHT	DISTRIBUTION		
5.	LOAD IN COMPARTMENTS	9647	1/1000	2/3000	3/3000	4/2647 0/0
6.	PASSENGER/CABIN BAG	12863	171/1/0	TTL	172	CAB 0
7.	MAX TRAFFIC PAYLOAD	24123	PAX	4/168		
8.	TOTAL TRAFFIC LOAD	22510	BLKD	0/2		
9.	DRY OPERATING WEIGHT	59337				
10.	ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL	81847	MAX	83460	L	ADJ
11.	TAKE OFF FUEL	13900				
12.	TAKE OFF WEIGHT ACTUAL	95747	MAX	108862		ADJ
13.	TRIP FUEL	7900				
14.	LANDING WEIGHT ACTUAL	87847	MAX	89811		ADJ
15.	BALANCE AND SEATING CONDITIONS			LAST MINUTE CHANGES		
16.	DOI	47.27	DLI	55.39	DEST	SPEC CL/CPT + - WEIGHT
17.	LIZFW	64.88	MACZFW	29.81		
18.	LITOW	73.07	MACTOW	32.03		
19.	LILAW	66.88	MACLAW	30.20		
			DLMAC	25.92		
20.	STAB TO	3.1	MID			
21.	SEATING					
22.	OA/28	OB/96	OC/48			
23.	UNDERLOAD BEFORE LMC	1613	LMC TOTAL	+ -		
24.	LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC					
25.	BW	59497	KGS	BI	46.07	
26.	TZFW/XIY	59337	KGS			
27.	LDM					
28.	CZ3201/25. B2822. C8Y192. 04/06					
29.	-XIY. 171/1/0. 0/T9647. 1/1000. 2/3000. 3/3000. 4/2647					
30.	. PAX/4/168. PAD/0/0					
31.	SI					
32.	BW	59497	BI	46.07		
33.	XIY FRE 8773 POS 9 BAG 865 TRA 0 BAGP 78					

图 7.5 电子舱单范例



表 7-1 电子舱单范例的解释

序号	内 容	解 释
1	CAAC-CZ	航空公司
	LOADSHEET	舱单
	CHECKED	制表人
	APPROVED	机长签名
	EDNO	打印份数
2	ALL WEIGHTS IN KG	重量单位
	02	第 2 次打印版
3	FROM/TO	航段：广州至西安
	FLIGHT	航班号：CZ3201/25MAY
	A/C REG	飞机注册号：B-2822
	VERSION	座位布局：C8Y192
	CREW	机组：4/6/0，驾舱/客舱/附加机组
	DATE	打印日期
	TIME	打印时间
5	LOAD IN COMPARTMENTS	货舱货行邮装载总重 9647 kg，分别：1 舱 1000 kg，2 舱 3000 kg，3 舱 3000 kg，4 舱 2647 kg
6	PASSENGER/CABIN BAG	旅客/行李，旅客 12863 kg，171/1/0 人，客舱行李 0
7	MAX TRAFFIC PAYLOAD 24123 PAX 4/168	最大业载：24123；最大座位：4/168
8	TOTAL TRAFFIC LOAD	实际业载：22510 0/2
	BLKD	不开放座位：0/2（Y 舱 2 个不开放座位）
9	DRY OPERATING WEIGHT 59337	修正后的基本重量（操作空重）：59337
10	ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL	实际无油重量：81847
	MAX 83460	最大无油重量
	L	航班最大业载通过最大无油重量的公式计算而得
	ADJ	手工书写调整值
11	TAKE OFF FUEL	起飞油量：13900
12	TAKE OFF WEIGHT ACTUAL	实际起飞重量：95747
	MAX 108862	最大起飞重量

续表

序号	内 容	解 释
13	TRIP FUEL	耗油：7900
14	LANDING WEIGHT ACTUAL	实际落地重量：87847
	MAX 89811	最大落地重量
15	BALANCE AND SEATING CONDITIONS	平衡和占座情况
	LAST MINUTE CHANGES	最后一分钟修正
16	DOI 47.27	修正后的基重指数
	DLI 55.39	航班死重量重心指数
	DEST	最后一分钟修正数据到达站
	SPEC	修正变更项目
	CL/CPT	变更项目等级/舱位
	+ -	变更项目加或减
	WEIGHT	变更项目重量
17	LIZFW 64.88	无油重量指数
	MACZFW 29.81	飞机无油重心平均空气动力弦百分比
18	LITOW 73.07	起飞重量指数
	MACTOW 32.03	飞机起飞重量平均空气动力弦百分比
19	LILAW 66.88	落地重量指数
	MACLAW 30.20	飞机落地重量平均空气动力弦百分比
	DLMAC 25.92	死重量重心平均空气动力弦百分比
20	STAB TO 3.1 MID	配平格 3.1，居中
21	SEATING	旅客座位分布
22	OA/28 OB/96 OC/48	OA 区 28，OB 区 96，OC 区 48
23	UNDERLOAD BEFORE LMC	最后一分钟修正前剩余业载
	LMC TOTAL + -	最后一分钟修正总量
24	LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC	补充信息
25	BW 59497 KGS	修正后的基本重量
	BI 46.07	修正后的基本重量指数
26	TZFW/XIY 59337 KGS	过站（西安）无油重量
27~33	LDM	LDM 电报报文



二、电子舱单输出实例

电子舱单输出实例如图 7.6 所示。

CAAC-CZ				AGENT:	88888
L O A D S H E E T		CHECKED		APPROVED	EDNO
ALL WEIGHTS IN KG					02
FROM/TO FLIGHT	A/C REG	VERSION	CREW	DATE	TIME
PEK CAN CZ3102/25DEC13	B2725	A4F24Y200	3/14/0	27DEC13	2231
	WEIGHT			DISTRIBUTION	
LOAD IN COMPARTMENTS	9824	1/1748	2/4596	3/1875	4/1605 5/0 0/0
PASSENGER/CABIN BAG	16846	224/1/1		TTL	226 CAB 0
MAX TRAFFIC PAYLOAD	38102	PAX	4/24/197		
TOTAL TRAFFIC LOAD	26670	BLKD	0/0/2		
DRY OPERATING WEIGHT	122923				
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL	149593	MAX	161025	L	ADJ

TAKE OFF FUEL	23605				
TAKE OFF WEIGHT ACTUAL	173198	MAX	227930		ADJ

TRIP FUEL	12990				
LANDING WEIGHT ACTUAL	160208	MAX	172365		ADJ

BALANCE AND SEATING CONDITIONS				LAST MINUTE CHANGES	
DOI	52.06	DLI	45.59	DEST SPEC	CL/CPT + - WEIGHT
LIZFW	58.40	MACZFW	24.55		
LITOW	62.40	MACTOW	25.81		
LILAW	59.39	MACLAW	24.76		
		DLMAC	17.32		
FULL THRUST, FLAPS 5		STAB TO	3.1	MID	
SEATING					
OA/16	OB/108	OC/101			
UNDERLOAD BEFORE LMC	11432			LMC TOTAL + -	
LOADMESSAGE AND CAPTAINS		INFORMATION BEFORE LMC			
BW 122843 KGS	BI	52.06			
TZFW/CAN 122923 KGS					
LDM					
CZ3102/25DEC13.B2725.A4F24Y200.03/14					
-CAN.224/1/1.0.T9824.1/1748.2/4596.3/1875.4/1605					
.PAX/4/24/197.PAD/0/0/0					
SI					
BW 122843 BI 52.06					
CAN FRE 8219 POS 0 BAG 1399 TRA 206/0/0/0/206 BAGP 92					
PRIORITY BAG IN 41L/AKE72670CZ					
TRANSIT BAG IN 41R/AKE78683CZ					
=					

图 7.6 电子舱单输出实例

三、电子舱单货舱装载部分实例

电子舱单货舱装载部分实例如图 7.7 所示。

装载通知单		重量单位	千克	A330-320M		2022-08-15 19:48:04									
始发站	PKX	航班号	CA1302	注册号	B-3207	起飞日期	15/08/22								
到达站	PKX	机型	A330-320	座位数	559	起飞时间	19:30								
航班号	PKX 2 11	V 276	C 3207	M 559	B 906										
本单的特别业务说明	PKX AVI/70H														
本单的特种货物说明															
本站变更位置说明															
站址变更位置说明															
CPY 3 - 4 (联合重量 18197)	CPY 1 - 2 (联合重量 22803)														
CPY 4 最大重量 18206	CPY 3 最大重量 9729	2987	CPY 2 最大重量 22812	CPY 1 最大重量 18206											
SH	41L	42L	43L	34L	33L	32L	26L	25L	24L	23L	22L	21L	13L	12L	11L
PKX	PKX	PKX					PKX	PKX							PKX
C	BF	BY					M	C							C
10KG	300KG	300KG					550KG	2437KG							850KG
AVI	AKE	AKE	N	N	N	N	PAG	PMC							PMC
	12478	21454					2474	65789							24576
	CZ	CZ					CZ								CZ
	N	N	N	N	N	N									
	300KG	300KG													
	AKE	AKE													
	14794	14794													
	CZ	CZ													
	43R	42R	41R	34R	33R	32R	26R	25R	24R	23R	22R	21R	13R	12R	11R

图 7.7 电子舱单货舱装载部分

第三节 LDP 平衡操作

配载控制系统 LDP 相较于传统的 ETERM 主机配载系统，不再使用烦琐的指令，减少了人为失误的因素，通过可视化图形界面为配载员提供航班信息和配载数据，配载员通过节点式简易化、智能化操作就可完成预配、航班监控、结算等全程配载工作。相较于原主机“黑屏” ETERM 系统处理多个航班需要切换操作的特点，LDP 系统可以在一个界面同时直观关注多个配载航班，大大提高配载工作效率，更有助于在航班高峰期最大化地保证飞行安全。以下以两个模拟航班为例，简单介绍机场载重平衡代理人使用 LDP 的配载操作。LDP 工作界面如图 7.8 所示。

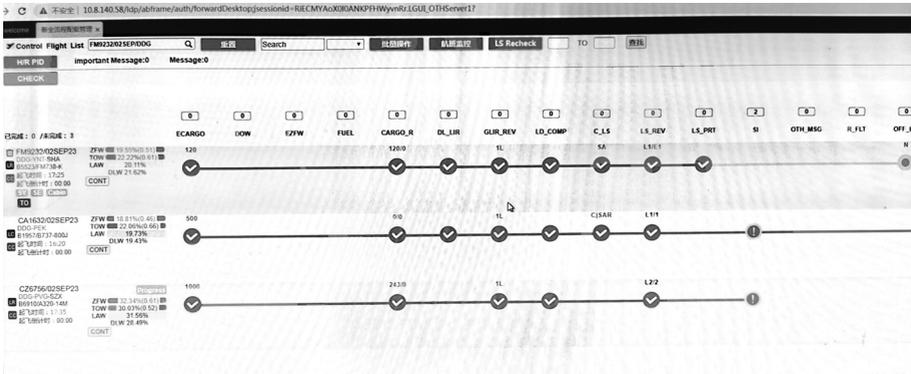


图 7.8 LDP 工作界面



一、单程航班始发站操作

以 CZ3218 航班为例，操作见图 7.9 至图 7.14。CZ3218 航班航程为 XIY—CAN，目前航班正在 XIY，等候起飞。

Step 1: DOW/FUEL 两节点数据均由航空公司后台导入，节点变绿，接收成功，如图 7.9 所示。其中，值机系统接收了旅客数据（包含成人/儿童/婴儿）与行李数据（包含行李件数/重量）后，直接同步到 LDP 系统中，无须人工操作。

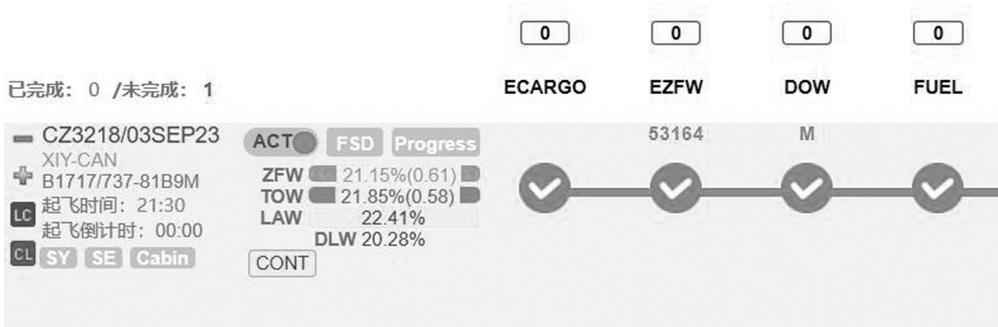


图 7.9 LDP 工作界面（一）

Step 2: 在 CARGO_R 节点，导入货运部门提供的货邮数据并完成接收。在图 7.10 中，某航班的代理人正在录入货运数据，然后释放并报给航空公司，实施中央配载和航班监控。

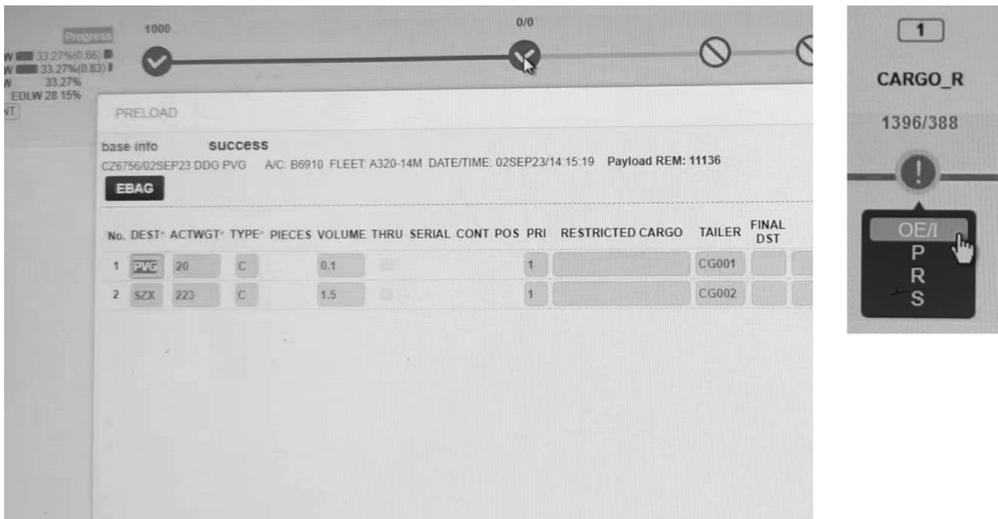


图 7.10 LDP 工作界面（二）

Step 3: 在 DL_LIR 节点, 分配货舱舱位并制作装机单, 见图 7.11; 装载通知单如图 7.12 所示。安排货物的装载是配载员的核心工作之一, 配载员根据货物情况, 需要考虑货物中危险品的隔离、货舱对特种货物装载的限制、卸载的优先要求等因素, 并确保装载安排满足重心要求。对于集装设备类型的飞机货舱, 还需要考虑飞机对集装设备的限高、限重, 以及飞机锁扣要求等。

DEAD LOAD

base info success
CZ3218/03SEP23 XIY CAN A/C: B1717 CONF: J4W18Y150 FLEET: 737-81B9M

Submit -AutoLoad- EST BAG V ACT EST

Payload REM: 7185 PRE WEIGHT: 0 CancelLoadConfirm Copy SY SE

ZFW 9.89%	21.15%(0.61)	28.43%
TOW 10.54%	21.85%(0.58)	30.13%
LAW %	22.41%	%
DLW 20.28%		

CPT4	CPT3	CPT2	CPT1
0	340	414	0
667	3437	2256	809
4H	3H	2H	1H
	CAN B [1](0) 340 BAG01	CAN C 3 304 0943C 03M CAN M [3](0.5) 20 1061M MAL/01M	CAN C [3](0.8) 90 1291C 01M

图 7.11 LDP 工作界面 (三)

中国南方航空 CHINA SOUTHERN	重量单位 千克	737-81B9M	2023-09-03 19:24:21
始发站	到达站	航班号	注册号
XIY	CAN	CZ3218	B1717
起飞日期	起飞时间	版本号	
03SEP23	2130	01	
业载汇总	CAN J 4 W 10 Y 104 C 394 M 20 B 600		
过站变更位置说明			
CPT 3 - 4 (联合限重 4444)		CPT 1 - 2 (联合限重 3475)	
CPT 4 最大限重 667	CPT 3 最大限重 3777	CPT 2 最大限重 2670	CPT 1 最大限重 809
货邮总重 0	0	414	0
4H	3H	2H	1H
N	CAN/B/600KG	CAN/C/304KG/0943C 03M CAN/C/90KG/1291C/01M CAN/M/20KG/1061M/MAL 01M	N

图 7.12 LDP 输出的装载通知单 (CZ3218 航班)

Step 4: 在 C_LS 节点, 制作舱单并打印纸质舱单, 还要进行舱单复核。输出的纸质舱单见图 7.13。



L O A D S H E E T		CHECKED	APPROVED	EDNO
ALL WEIGHTS IN KG				01
FROM/TO FLIGHT	A/C REG VERSION	CREW	DATE	TIME
XIY CAN CZ3218/03SEP23	B1717 J4W18Y150	3/6/0	03SEP23	2109
LOAD IN COMPARTMENTS	WEIGHT	DISTRIBUTION		
PASSENGER/CABIN BAG	754 1/0 2/414 3/340 4/0 0/0			
MAX TRAFFIC PAYLOAD	8412 110/4/1	TTL 115 CAB 0		
TOTAL TRAFFIC LOAD	16351 PAX 4/10/100			
DRY OPERATING WEIGHT	9166 BLKD 0/1/18			
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL	43134			
TAKE OFF FUEL	52300 MAX 61688	ADJ		
TAKE OFF WEIGHT ACTUAL	12267			
TRIP FUEL	64567 MAX 73255	ADJ		
LANDING WEIGHT ACTUAL	6435			
BALANCE AND SEATING CONDITIONS	58132 MAX 65317 L	ADJ		
DOI 46.55 DLI 45.50	DEST SPEC	LAST MINUTE CHANGES		
LIZFW 47.61 MACZFW 21.15	CL/CPT + - WEIGHT			
LITOW 50.23 MACTOW 21.85				
LILAW 51.17 MACLAW 22.41				
FLAPS 1 AND 5	DLMAC 20.28			
SEATING	STAB TO 5.4 MID			
OA/4 OB/52 OC/58				
UNDERLOAD BEFORE LMC	7185	LMC TOTAL + -		
LOADMESSAGE AND CAPTAINS INFORMATION BEFORE LMC				
EW 43214 KGS BI 46.55				
TZFW/CAN 43134 KGS				
LDM				

图 7.13 LDP 系统输出的纸质舱单（CZ3218 航班）

Step 5: 在 C_LS 节点，上传电子舱单至 ACARS 系统，如图 7.14 所示。

已加载: 0 / 未加载: 1		MESSAGE HISTORY CZ3218/03SEP23 XIY CAN A/C: B1717 CONF: J4W18Y150 FLEET: 737-81B9M							
CZ3218/03SEP23 XIY-CAN ✈ B1717/737-81B9M ✈ 起飞时间: 21:30 ✈ 起飞前1小时: 00:00	ACTE	OPT	PREVIEW	TYPE	ADDRESS	OPT	RECHECK	HISTORY	STATUS
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> HX <input type="checkbox"/> IATA	<input checked="" type="checkbox"/>	LOAD SHEET		<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	LOAD SHEET	33822	<input type="checkbox"/>	Recheck	History	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> HX <input type="checkbox"/> IATA	<input checked="" type="checkbox"/>	ACARS		<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	ACARS	CANKCCZ	<input type="checkbox"/>		History	

图 7.14 LDP 工作界面（四）

Step 6: 通过 ACARS 系统将电子舱单上传至机组。

Step 7: 飞机起飞 5 min 内派发下行报文。

二、过站航班操作

以 CZ6756 航班为例，操作内容见图 7.15 至图 7.22。CZ6756 航班航程为 DDG—PVG—SZX，目前航班已抵达 PVG，等候继续起飞。

Step 1: DOW/FUEL 两节点数据均由航空公司后台导入，节点变绿，接收成功，如图 7.15 所示。其中，值机系统接收了旅客数据（包含成人/儿童/婴儿）与行李数据（包含行李件数/重量）后，直接同步到 LDP 系统中，无须人工操作。

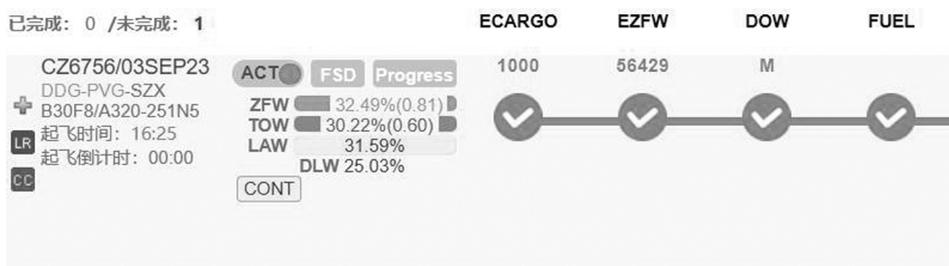


图 7.15 LDP 工作界面（五）

Step 2: 在 CARGO_R 节点，导入货运部门提供的货邮数据并完成接收。在图 7.16 中，某航班代理人正在录入货运数据，然后释放并报给航空公司，实施中央配载和航班监控。

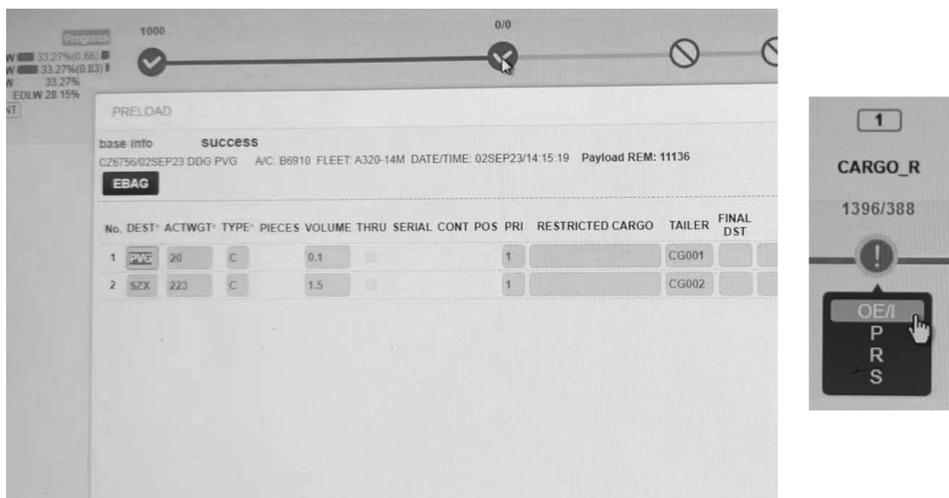


图 7.16 LDP 工作界面（六）

Step 3: 在航班搜索栏输入 CZ6756/03SEP23/DDG，调取 PVG 段航班信息，查看航班释放状态，R_FLT 节点变绿，表示航班释放完成，如图 7.17 所示。

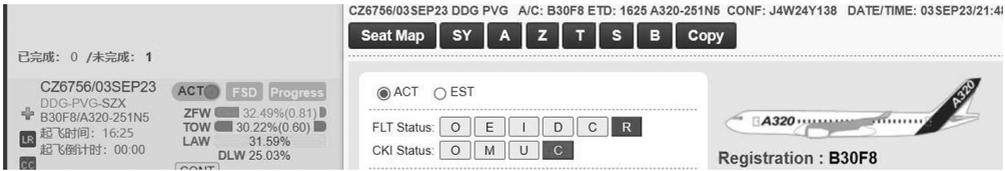


图 7.17 LDP 工作界面（七）

Step 4: 在 DL_LIR 节点，分配货舱舱位并制作装机单，如图 7.18 和图 7.19 所示。

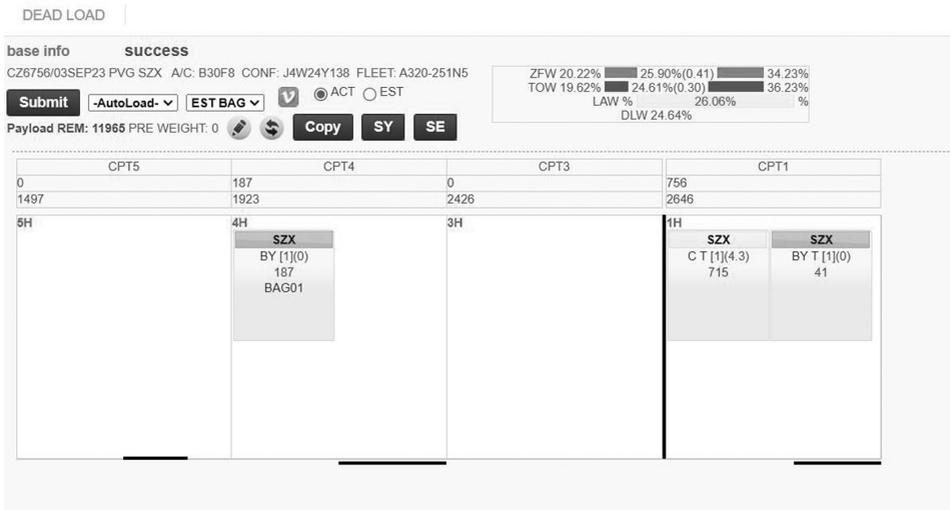


图 7.18 LDP 工作界面（八）

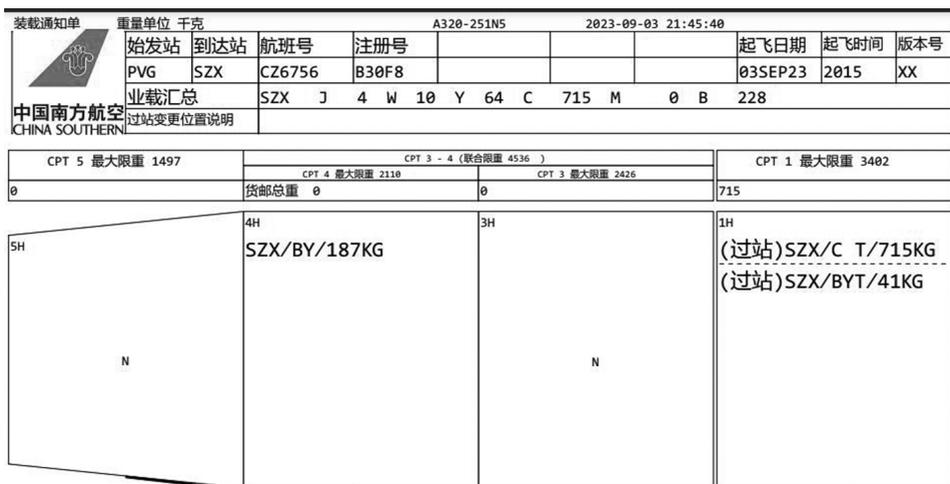


图 7.19 LDP 输出的装机通知单（CZ6756 航班）

Step5: 在 C_LS 节点, 制作舱单并打印纸质舱单, 还要进行舱单复核, 如图 7.20 所示。

```

L O A D S H E E T                CHECKED                APPROVED                EDNO
ALL WEIGHTS IN KG                01

FROM/TO FLIGHT                A/C REG VERSION                CREW                DATE                TIME
PVG SZX CZ6756/03SEP23        B30F8 J4W24Y138                2/6/1                03SEP23 2146

WEIGHT                DISTRIBUTION
LOAD IN COMPARTMENTS                943 1/756 3/0 4/187 5/0 0/0
PASSENGER/CABIN BAG                5514 72/3/0                TTL 75 CAB 0
MAX TRAFFIC PAYLOAD                18422 PAX 4/10/61
TOTAL TRAFFIC LOAD                6457 BLKD 0/1/39
DRY OPERATING WEIGHT                45028
ZERO FUEL WEIGHT ACTUAL        51485 MAX 64300                ADJ

-----
TAKE OFF FUEL                8362
TAKE OFF WEIGHT ACTUAL        59847 MAX 77000                ADJ

-----
TRIP FUEL                4412
LANDING WEIGHT ACTUAL        55435 MAX 67400 L ADJ

-----
BALANCE AND SEATING CONDITIONS                LAST MINUTE CHANGES
DOI 52.80 DLI 49.34 DEST SPEC CL/CPT + - WEIGHT
LIZFW 51.97 MACZFW 25.90
LITOW 49.06 MACTOW 24.61
LILAW 52.50 MACLAW 26.06
                DLMAC 24.64
                STAB TO 1.7 MID

SEATING
0A/28 0B/28 0C/19
    
```

图 7.20 LDP 系统输出的纸质舱单 (CZ6765 航班)

Step 6: 在 C_LS 节点, 上传电子舱单至 ACARS 系统, 如图 7.21 所示。

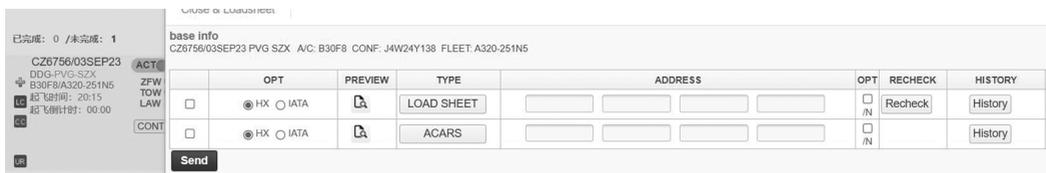


图 7.21 LDP 工作界面 (九)

Step 7: 通过 ACARS 系统将电子舱单上传至机组。

Step 8: 飞机起飞 5 min 内派发下行报文, 如图 7.22 所示。

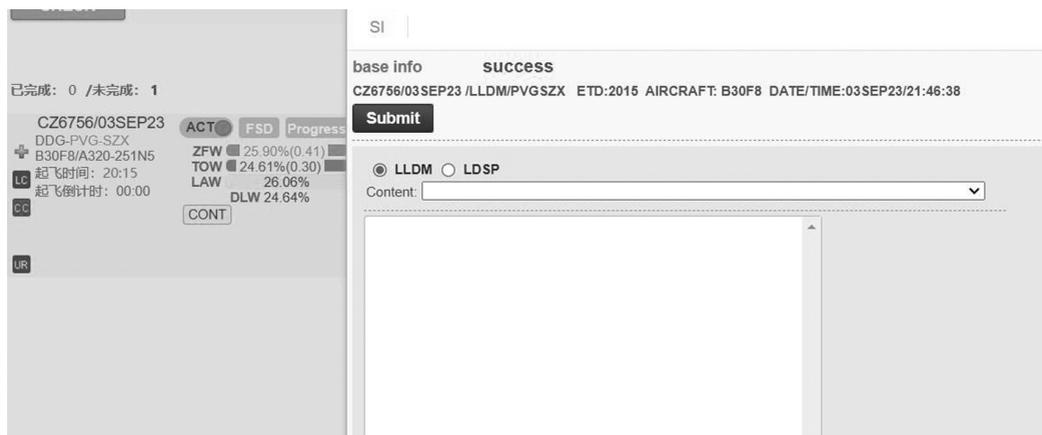


图 7.22 LDP 工作界面（十）



计算机配载实例
——准备航班



计算机配载实例
——预配航班



计算机配载实例
——结束航班



计算机配载实例
——最后工作

总结：

配载员使用载重平衡系统对航班进行载重平衡控制，可以提高效率，提升准确率。无论选择何种辅助系统，开展本地配载或异地集中配载都需要注意以下工作：

(1) 选择配载或监控的航班，核对或修订航班数据。常见的修正项有机组、航材、供应品等的重量和指数，也有根据飞机的性能参数或天气、跑道等条件，或由性能工程师计算后，增加限制数据。对系统中静态数据的修正，很多航空公司设定了专岗，属于载重平衡的管理控制岗。

(2) 接收航班的无油重量和指数，对货物数据进行预配。这时需要考虑货物的体积、重量、种类等情况，如危险品的舱位限制、隔离要求。货物如有不同的到达站，还应考虑舱门位置，配合装卸顺序等。对于集装设备的飞机，还应了解货舱的限制，分配好板箱的装载位置等，使装载方案更加科学合理。这项工作如果是异地集配的方式进行，是由运营人的配载部门或配载中心完成。当地代理根据与航空公司的协议完成对应的任务。装卸人员将按照配载员提供的装载方案开始装载。

(3) 在航班值机截止办理登机手续后，已完成值机的旅客，值机系统会将接收的旅客人数和行李重量同步至 LDP 系统。但旅客的情况有时会比较复杂，常见的有非标准体重的团体旅客需要按公司手册规定修正他们的重量，或者机旁交运行李要修正，

或者出现登机口的人数调整、升舱等情况，配载员要迅速反应，了解前面课程学习的最后一分钟修正的要求和流程。

(4) 在接收旅客和行李的过程中，随时监控航班装载情况。通常航班是先装货再上客，装载过程容易出现地面超包线事故，常见的原因是货物装载过程中的不平衡或旅客上机过程中的分布不平衡（旅客下机过程也容易出现这类风险）。对于熟练的配载员，还应考虑进一步提升配载的精细度，使重心安排更节油、更有利于飞行驾驶和操作，装载安排更适合搬运顺序等。

(5) 在航班各项装载数据接收确认后，配载工作进入最后检查和打印舱单的阶段。这个阶段需要确认本次航班的数据都准确无疑、重心在规定的范围内。我国民航要求载重平衡舱单完成交叉检查，很多单位实行双人复核制度，制单人和复核人都要在打印出的纸质舱单上签名。在流程和签名方式上，我国各航空公司要求有差异，配载员务必按照规定的流程和要求完成，避免风险。

(6) 舱单打印后有多种方式交机长审核。人工交付的，由专人递交机长签名。我国大部分航空公司实施电子舱单上传，节约了人力和时间，是远程航班配载的必要手段。机长应按公司手册的要求完成电子签名或符合标准的应答。没有机长签名反馈的舱单是不能生效的。

(7) 舱单完成后，系统能自动拍发航班载重电报和板箱分布电报。如需手动拍发，应在航班出发后 5~10 min 内完成。这时一个航班的配载工作正式结束。

本章小结

离港系统（Departure Control System, DCS）是一种在国际航空运输业中最广泛应用的先进计算机自动化生产管理系统，是对现代化航空运输业的技术支持（第一节）。配载平衡（LDP）是离港系统的一个子系统，由一系列指令来完成航班的配载平衡工作（第二节），课程要求学习始发站和中途站的配载平衡业务，本课程选取了单程始发航班和中途站航班两种典型操作进行讲解（第三节）。

重点难点回顾

1. LDP 新配载系统的特点和概况。
2. LDP 新配载系统为航空公司和机场提供的管理和功能。
3. LDP 新配载系统给航空公司以及代理人提供的服务。
4. LDP 新配载系统的工作流程。
5. 计算机配平的操作步骤以及各指令功能的应用。



讨论与研究

1. LDP 新配载系统对航空运输业发展的影响。
2. 使用 LDP 新配载系统，对提高航空公司生产效率的意义。
3. 民航旅客（行李）运输的基本流程。
4. 民航货物（邮件）运输的基本流程。

习题

1. 简述离港系统的特点及工作流程。
2. 简述航班配载平衡常用的操作指令格式。
3. 以当天 CZ3101 为例，写出在 LDP 新配载系统中航班配载平衡的操作过程。
4. 完成航班 CZ3613、CA1316 计算机配载平衡模拟操作。

第八章 配载不正常情况的处理

本章提要

配载是保障民航飞行安全的重要工作之一，在配载工作中，时常会遇到一些不正常情况，诸如航班超载、重心不符、航班返航等，本章将介绍配载不正常情况及处理方法。

第一节 配载不正常情况及处理

一、超载

1. 超载的发生

- (1) 由于实际业务载重量超过飞机的最大业载，发生超载现象；
- (2) 由于临时调整飞机，调整后飞机的最大业载不能满足原飞机的载量，发生超载现象；
- (3) 由于当时机场气温、场压、风向等气象原因限制飞机的最大起飞重量的因素发生变化，将导致飞机的最大业载发生变化。

2. 超载的处理

发生超载现象后应按下列顺序拉下适当的载量，把重量控制在规定范围内。

- (1) 先货后邮，需要拉下货物、邮件时应及时通知货运部门，由货运部门选择拉下货物、邮件的种类。
- (2) 行李，在无货物、邮件可拉下时，先拉下逾重行李、普通行李、转机行李，被拉下的行李应由最早的航班运出。
- (3) 旅客，在无货物、邮件、行李可拉下时，拉下旅客。拉下旅客的顺序为：
 - ①本站始发，持优惠票的航空公司职员；
 - ②无订座记录的旅客；



配载不正常情况
处置程序（一）



- ③享受较低优惠票价的旅客；
- ④持“经济舱等级”全票价的旅客；
- ⑤乘机航段最短和无续程航段的旅客。

二、重心不符合要求的处理

(1) 倒舱位。从重心偏出方向的货舱内卸下适量货物、邮件或者行李，装入重心另一方货舱内。

(2) 卸货。当货舱满载无法倒舱位时，可从重心偏出方向的货舱内卸下适量的货物、邮件或者行李。

(3) 调换旅客座位。

(4) 加压舱物或者压舱油（一般适用于小型飞机，如 EMB145 等）。

采用倒舱位的方法调整重心位置时，因为各个货舱的位置是固定不变的，所以在某两个货舱之间倒货的重量与指数及飞机重心位置的变化量是成正比例的。因此，若知道两个货舱之间每倒出单位重量货物时飞机重心位置的变化量，根据飞机现在的重心位置和理想的重心位置之差，即可计算出需要倒舱的货物量。

例题：某飞机倒舱时重心变化情况如表 8-1 所示。

表 8-1 某飞机倒舱时重心变化情况

每倒 100 kg 货物	重心变化
货舱 1→货舱 2	0.1% MAC
货舱 2→货舱 3	0.3% MAC

结算时计算出飞机的重心为 18.7% MAC，配载人员认为过于靠前，希望将飞机重心调整至 20.2% MAC。试制订倒舱方案。

解：

需要调整的重心变化量为

$$20.2\% \text{ MAC} - 18.7\% \text{ MAC} = 1.5\% \text{ MAC}$$

货舱 1→货舱 2 时需要倒货的重量为

$$\frac{1.5\% \text{ MAC}}{0.1\% \text{ MAC}} \times 100 = 1500 \text{ kg}$$

货舱 2→货舱 3 时需要倒货的重量为

$$\frac{1.5\% \text{ MAC}}{0.3\% \text{ MAC}} \times 100 = 500 \text{ kg}$$

货舱 1→货舱 3 时需要倒货的重量为

$$\frac{1.5\% \text{ MAC}}{(0.1+0.3)\% \text{ MAC}} \times 100 = 375 \text{ kg}$$

具体采用哪个方案需要根据各货舱现有货物量和操作方便而决定。

三、临时调舱处理程序

在舱单制作完成后，收到监装通知货舱有变动，按如下程序进行处理：

- (1) 立即向有关部门（商务调度）通报该情况；
- (2) 记录监装通知的时间，与监装核实实际装载情况；
- (3) 重新填制装机单，再次与监装核对装舱情况；
- (4) 重新制作舱单。

四、航班过站时业载不足处理

首先正常接收本站出发旅客，同时按照下列程序操作：

- (1) 拉下本站货物、邮件；
- (2) 联系航空公司签派是否能够提供更大的业务载重量；
- (3) 联系上站货运配载，拉下适量过站货物、邮件。

五、返航航班保障程序

航班在飞行途中，由于受到天气变化、突发事件、空中交通管制、禁航或飞机故障等原因，不能到达预定的经停站或目的站，飞机返回始发地降落，称为返航。

- (1) 当接到有关部门（商务调度）通知航班返航后，及时关注航班动态。
- (2) 如通知航班下客，及时开放航班，方便旅客退票或改签；和机组或航空公司联系索要航班油量（个别航空公司需要主动索要油量，如川航、上航）。
- (3) 当接到有关部门通知航班可以上客时，配载部门及时关闭航班，重新制作舱单。
- (4) 如更改航程，手工建立航班，按新的数据进行结载，有中断行程旅客，按照值机人员提供的信息修改舱单。
- (5) 送舱单时严格执行复核制度，与登机口、机组核对人数。

六、备降航班保障程序

航班备降是指由于天气或机械故障等原因航班临时降停在非预定的经停地点。

- (1) 当接到有关部门（商务调度）通知备降航班后，及时了解



配载不正常情况
处置程序（二）



备降航班机型，如配载人员无授权的，应及时通知场站代办，要求航空公司总部做异地配载。

(2) 如有该机型授权的，飞机落地后及时到备降飞机上取舱单，按原舱单信息手工建立航班。

(3) 请现场帮助落实飞机起飞油量等相关数据，及时做好该航班的预配工作。

(4) 按照备降航班舱单信息及时结载，如有中断行程旅客，按照值机人员提供的信息修改舱单。

(5) 当接到有关部门通知可以起飞时，与值机服务人员核实旅客人数，与监装核对舱位信息后制作舱单。

(6) 送舱单时严格执行复核制度，与登机口、机组核对人数。

七、离港系统发生故障的保障程序

离港系统发生故障，可以转为本地备份系统处理程序：

(1) 与中航信核实系统故障原因，询问故障时间，如果故障时间超过 5 min（时间依据各机场实际情况制订），与航信沟通断开连接，改为本地办理乘机手续；

(2) 报告当日值班经理和商务调度部门，并说明系统故障原因及处理方法；

(3) 通知值机离港系统发生故障，转为备份；

(4) 航班转为本地备份系统并通知值机可以办理乘机手续，记录时间；

(5) 值机结载后，按照结载数据手工绘制平衡图，严格执行双人复核制度；

(6) 及时与监装核对舱位、重量等信息，与登机口、机组核对人数；

(7) 航班起飞 5 min 后拍发 LDM 报。

离港系统发生故障，不可以转为本地备份系统处理程序：

(1) 与中航信核实系统故障原因，询问故障时间，如故障时间超过 5 min，配载准备手工绘制舱单；

(2) 上报商务调度和值班经理，并告之处理方法；

(3) 立即联系中航信索取各航班的预计旅客人数及已经办理的旅客人数、行李件数和重量，并做详细记录，及时告知值机旅客座位发放区域；

(4) 迅速准备手工舱单并向航空公司签派或机组核实各飞机的基础数据；

(5) 与监装核对舱位、重量等信息；

(6) 根据值机最后结载的实际人数、行李件数、重量和货邮重量手工绘制舱单，严格执行双人复核制度；

(7) 与登机口、机组核对人数；

(8) 航班起飞 5 min 后拍发 LDM 报。

八、舱单与实际装载不符

(1) 按照实际装载情况重新更新舱单数据，重新评估起飞重心、无油重心和落地

重心位置；

(2) 向机组提供修正后的舱单数据供机组使用；

(3) 如果出现重心出包线等特殊情况，需要立即报告运控部门启动紧急程序，力争让飞机在落地重心包线范围内安全降落。具体可以参考本章第二节的案例处置情况。

九、飞机中央油箱故障与非标准燃油

(1) 飞机中央油箱故障。通常是指中央油箱燃油无法抽空完全使用（或者故意留部分中央油箱油量作为压舱油等情况），这个时候就出现了非标准燃油程序，需要调整燃油指数。一般情况下，标准燃油程序是先使用中央油箱直至用空，然后使用机翼主油箱。中央油箱油量无法用空，那么剩余的中央油箱油量需要当作压舱油（物）来处理，计入飞机无油重量和无油指数（可通过机型《载重平衡手册》查找中央油量对应数量燃油对应的 BA 等数据来计算对应指数值）。

(2) 左右主油箱实际油量不一致。这需要机务人员或机组人员在飞机系统中进行左右油箱互导，尽量使其左右油量一致，如果因故障等原因无法调整一致，需要查找机型《载重平衡手册》对起飞和落地重量进行限制（限载）以确保安全。

十、飞机机械故障

飞机机械故障可能会导致飞机额外限载（可能限制最大起飞重量、最大无油重量或最大落地重量），也可能限制部分舱位无法装载特殊货物等情况，具体以签派部门或机务部门给出的实际限制为准，载重平衡部门要根据上述限制进行操作，避免出现超出限制的情况。

十一、货舱集装器卡扣失效或缺失

载重平衡部门如接到装卸或机务等部门报告飞机货舱卡扣（或称卡锁）等限动系统失效或缺失等情况，应按《载重平衡手册》查找该机型相应位置对应类型集装器卡扣等限动系统失效或缺失限载数据，决定该位置需要减载、使用系留带额外系留（直接固定货物或集装器至货舱卡槽），甚至要留空不可装载。

图 8.1 和表 8-2 分别显示了波音 777 机型后下货舱 M 型集装器（PM 板或 AM 箱型等）各限动方向卡扣数量以及卡扣丢失或失效后对应的限载数据。例如 42P 位置，垂直限动作用的卡扣一共有 22 个，若 13~22 个卡扣起作用的话不用限载，仍然可以达到 5102 kg。若起作用的卡扣剩 12（含）个以下，才需要留空不能装载；前后续动作用的卡扣各有 6 个，3 个以上有效不用限载，2 个以下需要留空。

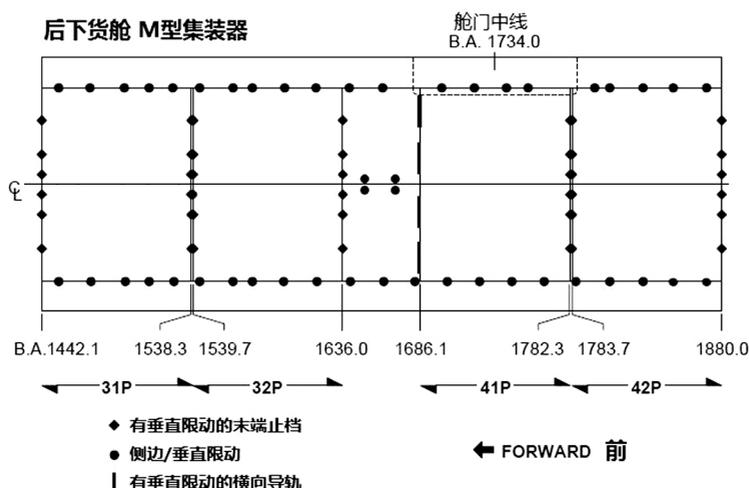


图 8.1 波音 777 机型后下货舱 M 型集装箱各限动方向卡扣数量

表 8-2 波音 777 机型后下货舱卡扣失效限载表

限动缺失/失效情况下的最大允许装载重量 (kg) —— 下货舱M型集装箱					
限动系统		集装箱板位			
限动方向	有效卡扣数量	31P	32P	41P	42P
最大装载重量		6350	5102	5102	5102
垂直	21~22	6350	5102		5102
	17~20	6350	5102	5102	5102
	16	6069	5102	5102	5102
	15	5828	5102	5102	5102
	14	5588	5102	5102	5102
	13	5343	5102	5021	5102
前	12	0	0	0	0
	4~6	6350	5102	5102	5102
	3	6350	5102	4173	5102
	2	0	0	4154	0
后	1	0	0	0	0
	6	6350	5102	5102	5102
	5	6350	4250	5102	5102
	4	6350	3401	5102	5102
	3	6350	2549	5102	5102
左	2	0	0	0	0
	5	6350	5102		5102
	4	5102	5102	5102	5102
	3	3828	3828	3828	3828
	2	2549	2549	2549	2549
右	1	0	0	0	0
	5	6350	5102		5102
	4	5102	5102	5102	5102
	3	3828	3873	5102	3828
	2	2549	2512	4399	2549
1	0	0	0	0	

飞机货舱卡扣系统分为两个部分，侧面卡扣和前后卡扣。当出现卡扣失效时，需从前、后、左侧、右侧和垂直方向，每个限制方向单独评估，对比每个方向上的最大重量限制，并采用最严格的限制作为该位置的最终限重结果。

十二、舱单重心与飞机计算重心差异

航班起飞前，机组人员在飞机机载飞行计算机（FMC）中输入起飞重量和起飞重心 MAC% 可以计算出起飞配平值（STAB TRIM）值，并与舱单进行核对，如果出现差异，需要考虑如下情况并与机组协调分析处理：

- (1) 舱单计算错误（一般是手工舱单人工读 STAB TRIM 值差错），计算机配载系统通过起飞重量和起飞重心 MAC% 值可以直接解算出 STAB TRIM 值（与 FMC 相关计算公式），一般不会出错；
- (2) 是否使用减推力起飞；
- (3) 是否选用标准起飞襟翼角度；
- (4) 其他特殊情况。

第二节 载重平衡差错处置实例



配载事故分析

某日，某航空公司指挥中心接到北美 B 站紧急通知，因该站地面操作代理差错导致××123 航班漏算过站空集装箱 4 叠，重量约 12 t，请求紧急处置。

一、事件经过

航班××123，机型波音 777F，航段 A—B—C，B—C 航段实配货物 20 t，全部装载在主货舱，另有 A 站配运的空集装箱 4 叠 12 t 调回 C 地，装载在后下货舱。因信息传递失误，B 站载重平衡代理漏算过站空板，同时 B 站装载部门也未履行清舱制度，未发现后下货舱装载的空板，导致飞机以错误的平衡数据起飞。

指挥中心接到通知后，立即责成相关部门核实实际装载情况，要求载重平衡中心测算载重平衡差错并提出处置建议。中心根据实际装载情况测算飞机起飞重心尚未出包线，但落地重心和无油重心已出包线后界，建议在出包线前备降，调整飞机装载情况。

指挥中心研究后采纳载重平衡中心建议，通知机组修正机载计算机配平数据后，指挥机组选择合适机场备降，从而成功阻止了差错恶化，避免了可能导致的严重后果。

二、差错分析

载重平衡中心按照实际装载情况进行测算后，发现漏算 12 t 重量，导致货物指数



误差 24（实际为 37，错算为 13），无油重心出后界，预计的实际落地重心也出界。具体见图 8.2、图 8.3 和图 8.4。其中，包线图 A 线为起飞、无油和落地重心允许前界，B 线为起飞、落地重心后界，C 线为无油重心后界。

载重平衡中心修改装载信息后，通过模拟飞机剩余油量的方式，选择合适的落地时机，尽量让飞机在落地重心包线范围内备降落地。

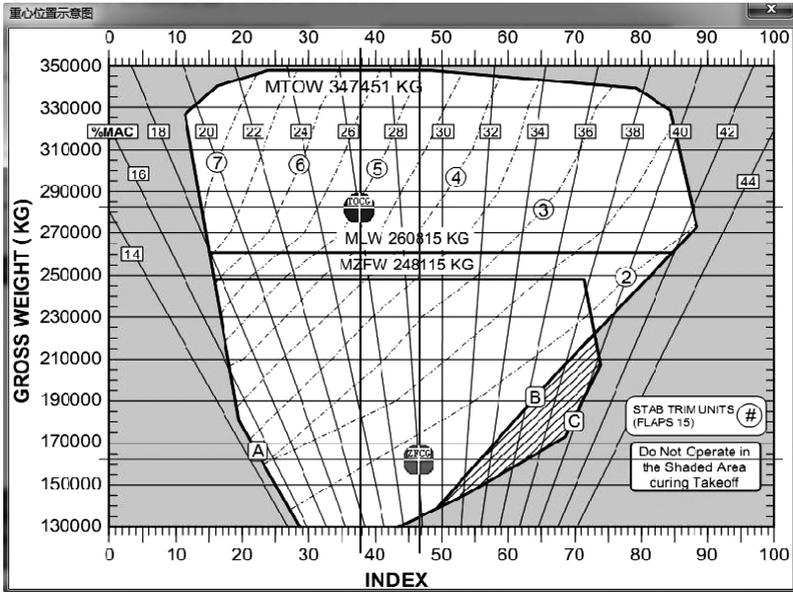


图 8.2 B 站代理提交机长签字的平衡舱单包线

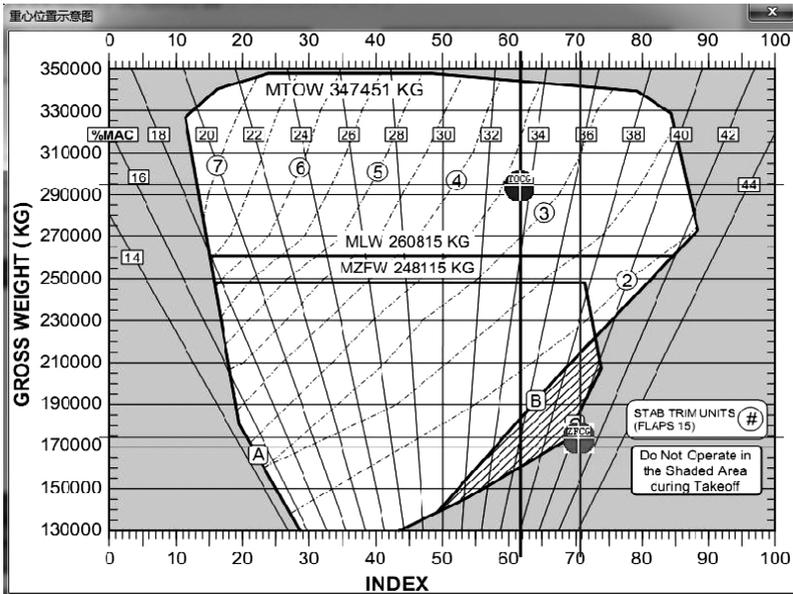


图 8.3 航班实际平衡舱单包线（补算 12 t 空板）

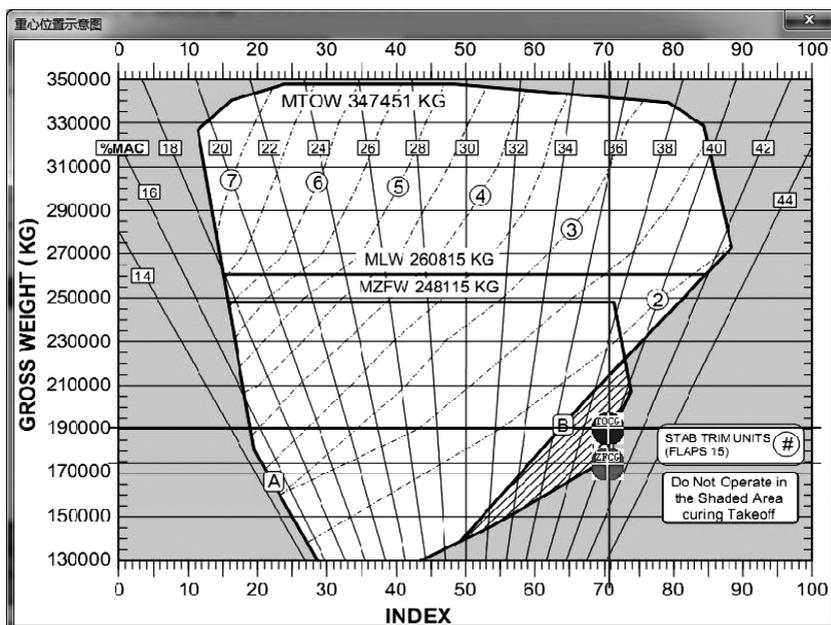


图 8.4 预计实际落地和无油重心（补算 12 t 空板）

测算结果为飞机剩余油量在 88~75 t 时最佳（见图 8.5 和图 8.6），飞机的实际重心处于落地重心运行包线范围内，可以安全落地，并将该建议提交至指挥中心。该机平均油耗 7 t，从剩余油量 88 t 至剩余 75 t 大约飞行时间为 2 h，签派中心可以按此来选择备降机场并通知机组实施。

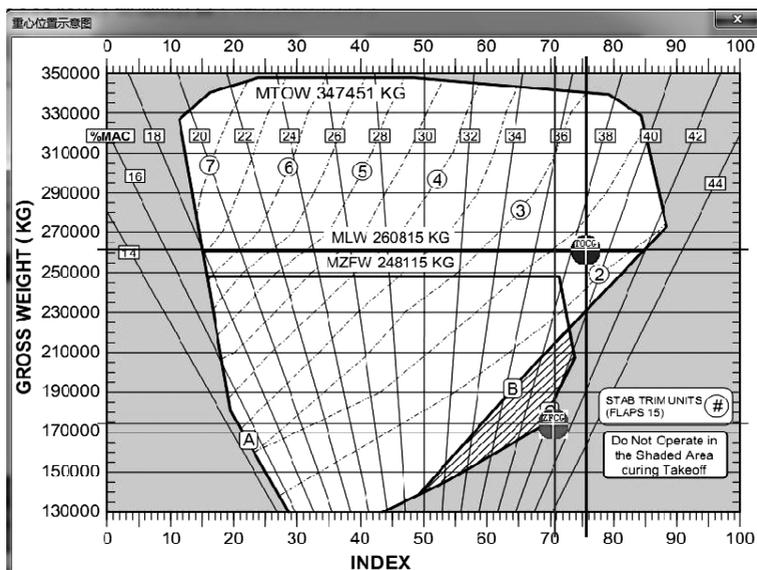


图 8.5 剩余油量 88 t 时飞机实际重心

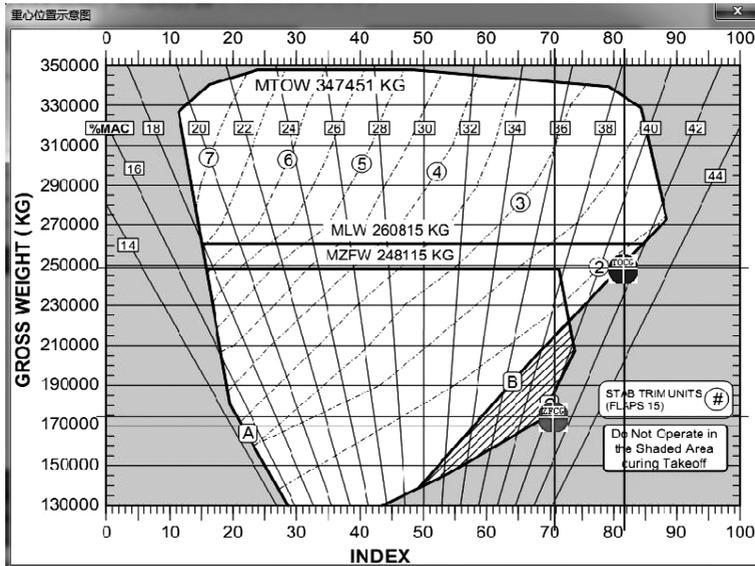


图 8.6 剩余油量 75 t 时飞机实际重心

第三节 载重平衡工作中的安全风险

在上述内容中，我们介绍了载重平衡工作中的突发情况及不安全事件的处理。实际上，载重平衡工作同飞行安全密切相关，在日常工作开展中，我们要重视载重平衡工作全流程的安全风险管理，规范的载重平衡工作应能在保证安全的前提下最大限度地利用飞机的运载能力，这也是安全、经济营运的重要保证。航空公司及其代理人需明确各相关部门、岗位的职责，建立符合规章要求的业务流程和管理制度，完善载重平衡风险防控体系。同时，在运行条件发生重大变化时，航空公司及其代理人应重新梳理工作流程和风险点，完善风险评估和管控工作。本节内容以咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）附录六为基础，介绍载重平衡工作中安全风险管理的要求。

一、规范业务流程和管理制度

载重平衡的工作方式具有多样性，业务流程涉及人员范围广，信息交互流程复杂，数据来源渠道广，增加了错误发生的可能性，因此需要建立完善的业务流程和管理制度进行风险的规避和控制。

航空公司及其代理人的业务流程应当满足《大型飞机公共航空运输承运人运行合

格审定规则》(CCAR-121-R8) 以及其他相关规章中对于载重平衡工作的要求。各航空公司需要依据规章中的相关条款,以“流程要求检查表”的形式(航空公司及其代理人可以根据自身情况对表的内容进行调整)完成工作流程符合性检查,对业务流程和管理制度进行修改,如表 8-3 所示。

表 8-3 流程要求检查表示例

序号	流程要求	检查	规章依据
1	该流程能否确保运营人为保证安全和质量提供了足够的资源(人力和物力)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
...			
5	流程是否需要确认货物重量的精确性	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 此条不适用	
6	<p>流程是否需要在起飞前的配载单上包括以下信息:</p> <p>(1) 飞机、燃油和滑油、货物和行李、旅客和机组成员的重量。</p> <p>(2) 该次飞行的最大允许重量,该最大允许重量不得超过下述重量中最小的重量;</p> <p>a. 对于拟使用跑道,考虑到跑道气压高度和坡度以及起飞时的风和温度条件的修正值之后的最大允许起飞重量;</p> <p>b. 考虑到预期的燃油和滑油消耗,能够符合适用的航路性能限制的最大起飞重量;</p> <p>c. 考虑到预期的燃油和滑油消耗,能够在到达目的地机场时符合批准的最大设计着陆重量限制的最大起飞重量;</p> <p>d. 考虑到预期的燃油和滑油消耗,能够在到达目的地机场和备降机场时符合着陆限制的最大起飞重量。</p> <p>(3) 按照批准的程序计算的总重量。</p> <p>(4) 按照批准的能够保证重心处于批准范围之内的计划,对该飞机实施装载的证据。</p> <p>(5) 旅客的姓名,除非该内容由合格证持有人以其他方式保存</p>	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 此条不适用	121.697
...			
13	<p>流程是否能够确保实施补充运行的合格证持有人在其运行手册中规定专门人员负责;</p> <p>文件副本应满足第 121.700 (d) 款的要求,并且确保相关文件原件或副本应在主运行基地保存 3 个月</p>	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 此条不适用	121.700 (e)
14	流程是否按照规章的要求计算旅客和行李的重量	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 此条不适用	
15	<p>配载工作流程包含相关内容以证明:</p> <p>①已经按照装载单和图表恰当装载;</p> <p>②在飞行剖面的全部阶段都不会超过相关的装载配平的限制</p>	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 此条不适用	
...			



续表

序号	流程要求	检查	规章依据
19	流程是否要求个人能够胜任其与安全有关的职责	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

注：摘自咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）附表 6-1 流程要求检查表。

二、完善的风险防控体系

根据民航局在咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中的建议，航空公司及其代理人在载重平衡工作中的风险防控工作主要包括以下要求。

（1）航空公司及其代理人根据自身实际情况，完善配载平衡风险防控体系；或者将其纳入航空公司及其代理人已有的风险防控体系。

（2）完善的风险防控体系主要包括以下内容：

- ①风险防控的政策和目标；
- ②风险防控的程序和过程记录；
- ③与风险防控的程序和过程相关的人员、职责及权限；
- ④风险的监控机制；
- ⑤建立安全自愿报告系统。

（3）航空公司及其代理人应按照咨询通告要求，在其公司手册中加入载重平衡工作的风险控制内容并持续更新。

（4）航空公司及其代理人需要对其工作流程进行分析，以科学的方法完成风险点识别工作，建立载重平衡的风险点识别机制，并持续更新和完善。

（5）建立人员培训机制。载重平衡工作相关人员需要参加风险防控和安全管理的相关培训。

三、风险防控工作的实施

1. 评估工作开展的触发条件

当运行条件发生重大变化时，航空公司及其代理人应重新梳理工作流程和风险点，补充与完善风险评估和管控工作内容。其具体包括以下方面：

- （1）新机型、新航线进入航空公司及其代理人运行。
- （2）与上次风险评估相比，机队规模增长达到下列规模（百分比或者数额限制）：
 - ①机队规模小于 20 架的航空公司及其代理人，新增航空器数量达到 6 架；
 - ②机队规模大于等于 20 架的航空公司及其代理人，新增航空器数量达到 20%。
- （3）航空公司及其代理人的运行流程或安全管理体系或者风险防控体系发生较大

的变化时。

(4) 载重平衡的主要技术管理人员发生离职、转岗等事件时。

2. 管理人员的要求

管理人员是确保航空公司及其代理人运行安全的关键力量，负责航空器载重平衡的风险防控工作。载重平衡管理人员需要每年至少参加一次安全管理或风险防控等相关培训，不断提高风险防控意识。

3. 载重平衡代理工作的安全责任

航空公司及其代理人可以将载重平衡的具体工作委托给代理人承担，但安全风险的监管责任仍属于航空公司及其代理人，且应该完善对代理人的监管机制。

本章小结

本章通过案例介绍了载重平衡工作日常风险防控的知识和突发情况、不安全事件的处理知识。本章介绍了 12 种配载工作常见的不正常情况及处置方案，几乎涵盖了近年来配载岗位发生过的不正常事件，总结了处置的经验和教训，是配载员严谨工作作风的集中反映（第一节）。通过一个差错事件事后处置的经典案例，介绍航空公司运行、签派、配载中心及其代理人的密切配合，并综合应用了所学的重量、重心控制的知识（第二节）。民航局咨询通告《航空器重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）的相关内容，为载重平衡工作的安全风险管理提供较好的思路（第三节）。载重平衡是民航安全运行的重要环节，必须以对安全隐患“零容忍”的态度做好工作。严谨、细致、遵章守规是一名合格配载员的职业操守。

重点难点回顾

1. 超载及超载的处理方法。
2. 重心不符合要求的处理（难点）。
3. 返航航班、备降航班的保障处理程序。
4. 离港系统发生故障时的保障处理程序。
5. 机组反馈舱单与飞机计算不符的处置程序。

讨论与研究

1. 如何避免航班超载现象的产生？
2. 结合第六章所绘制的配载平衡图，总结差错原因。



习题

1. 简述航班超载的处理方法。
2. 简述航班重心点过于靠前的处理方法。

参考文献

- [1] 大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则 (CCAR-121-R8) . 2024.
- [2] 航空器重量与平衡控制规定 (AC-121-FS-135) . 2019.
- [3] 客舱装载货物运输 (第2版) (OSB-2021-05) . 2021.
- [4] 王可, 肖艳平, 刘志强. 重量平衡与飞行计划 (第2版) . 成都: 西南交通大学出版社, 2020.
- [5] Aircraft Weight and Balance Handbook (FAA-H-8083-1) .
- [6] BOEING 747, 777, 767, 737, 757. Weight and Balance Control and Loading Manual.
- [7] AIRBUS A330, A340, A319, A320, A321. Weight and Balance Manual.
- [8] AIRBUS. Getting To Grips With Weight and Balance.
- [9] IATA. Airport Handling Manual.
- [10] IATA. ULD Regulations.
- [11] 中国航信 LDP 用户手册 (V4. 2. 21) .

附 录

附录 1 各航空公司最后一分钟修正限额

附表 1 各航空公司最后一分钟修正限额

航空公司	机型	修正限额
中国南方航空 股份有限公司	MTOW<30 t	<101 kg
	30 t <MTOW<100 t	<500 kg 或 5 人
	100 t <MTOW<200 t	<1000 kg 或 5 人
	MTOW<200 t	<1500 kg 或 5 人
海南航空 股份有限公司	波音系列	± 5 人或 360 kg
	319	± 5 人或 360 kg
中国东方航空 股份有限公司	319/320/321/737	± 5 人或 300 kg
	EMB145	± 100 kg
	CRJ200	± 100 kg 或 OC 区 ± 4 人
上海吉祥航空有限公司	319/320	± 5 人或 500 kg
奥凯航空有限公司	737 系列	± 5 人或同等重量货邮行
	MA60	± 2 人或同等重量货邮行
北京首都航空有限公司	319	± 5 人或 360 kg
	西部航空湿租飞机	± 5 人或 375 kg
深圳航空有限责任公司	737/319/320	± 5 人或 375 kg
上海航空有限公司	波音系列	± 350 kg
	CRJ200	± 150 kg
中国联合航空有限公司	737 系列	± 350 kg
中国国际航空 股份有限公司	737-300/700/800	± 5 人或 375 kg
幸福航空有限责任公司	MA60	± 1 人或 100 kg
天津航空有限责任公司	190	± 3 人或 216 kg
	145	± 1 人或 72 kg

注：以航空公司现行标准执行。

附录 2 航空公司载重平衡图纸

附表 2 航空公司载重平衡图纸

编号	机型	页码
附件 2	波音 737-800 载重平衡图	220
附件 3	波音 787-8 载重平衡图、装机单	221~223
附件 4	A320-214 载重平衡图	224
附件 5	A330-343 载重平衡图、装机单	225~226
附件 6	波音 767-300 载重平衡图、装机单	227~228
附件 7	波音 747-400 载重平衡图、装机单	229~232
附件 8	波音 777-200 载重平衡图、装机单	233~235
附件 9	波音 777F 载重平衡图、装机单	236~237

WEIGHT AND BALANCE MANIFEST

BOEING 787-8



FLIGHT: _____ A/C REG: _____ DATE: _____

Door 1	Seating	Door 2	Seating
Zone	Ob	Zone	Ob
Door 3	Seating	Door 4	Seating
Zone	Ob	Zone	Ob

Food Hold 1
MAX 1520 KG
MAX FWD-HOLD 1 + FWD-HOLD 2
MAX 2511 KG

Food Hold 2
MAX 1700 KG

Food Hold 3
MAX 1071 KG
MAX FWD-HOLD 3 + FWD-HOLD 4
MAX 1912 KG

Food Hold 4
MAX 1025 KG

BALANCE CONDITION

ITEM	WEIGHT	CG
DRY OPERATING WEIGHT		
TOTAL TRAFFIC LOAD		
ZERO FUEL WEIGHT		
MAX	1 6 1 0 2 5	
TAKE-OFF FUEL		
TAKEOFF WEIGHT		
MAX 27930		
TRIP FUEL		
LANDING WEIGHT		
MAX 17295		

REMARKS

STAB SET _____ UNIT _____

C.G. at TOW _____ %

C.G. at ZFW _____ %

APPROVED BY: _____

PREPARED BY: _____

FINAL PAX _____

AD & CH _____

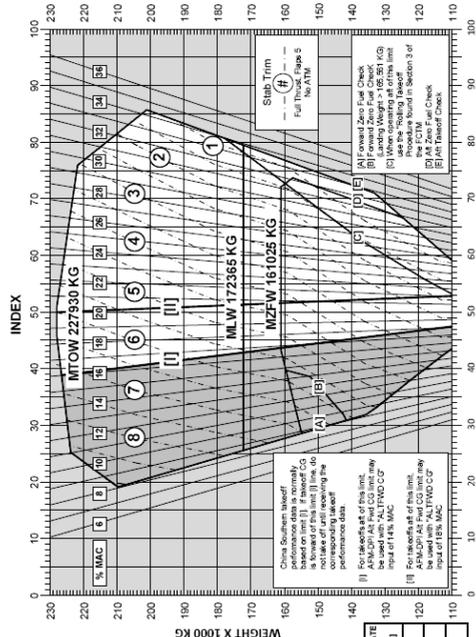
INF _____

LOAD IN FWD CPT	INDEX CORR	LOAD IN MID CPT	INDEX CORR	LOAD IN AFT CPT	INDEX CORR	LOAD IN BULK CPT	INDEX CORR	PAX IN COIL	INDEX CORR
0 - 270	0	0 - 319	0	0 - 200	0	0 - 155	0	0 - 2	0
271 - 811	-1	320 - 597	1	201 - 602	1	156 - 466	1	3 - 7	-1
812 - 1352	-2	598 - 1296	2	603 - 1093	2	467 - 878	2	8 - 11	-2
1353 - 1894	-3	1297 - 1995	3	1094 - 1584	3	879 - 1490	3	12 - 15	-3
1895 - 2435	-4	2000 - 2697	4	1495 - 1986	4	1090 - 1400	4		
2436 - 2976	-5	2704 - 3401	5	1991 - 2482	5	1401 - 1711	5		
2977 - 3517	-6	3408 - 4105	6	2488 - 2979	6	1712 - 2023	6		
3518 - 4058	-7	4112 - 4809	7	2994 - 3485	7	2024 - 2334	7		
4059 - 4600	-8	4816 - 5513	8	3491 - 3982	8	2335 - 2646	8		
4601 - 5141	-9	5520 - 6217	9	3998 - 4489	9				
5142 - 5683	-10	6224 - 6921	10	4505 - 5006	10				
5684 - 6224	-11	6928 - 7625	11	5012 - 5513	11				
6225 - 6766	-12	7632 - 8329	12	5519 - 6020	12				
6767 - 7307	-13	8336 - 9033	13	6026 - 6527	13				
7308 - 7849	-14	9040 - 9737	14	6533 - 7034	14				
7850 - 8390	-15	9744 - 10441	15	7040 - 7541	15				
8391 - 8932	-16	10448 - 11145	16	7547 - 8048	16				
8933 - 9474	-17	11152 - 11849	17	8054 - 8555	17				
9475 - 10016	-18	11856 - 12553	18	8561 - 9062	18				
10017 - 10558	-19	12560 - 13257	19	9068 - 9569	19				
10559 - 11100	-20	13264 - 13961	20	9575 - 10076	20				
11101 - 11642	-21	13968 - 14665	21	10082 - 10583	21				
11643 - 12184	-22	14672 - 15369	22	10589 - 11090	22				
12185 - 12726	-23	15376 - 16073	23	11096 - 11597	23				
12727 - 13268	-24	16080 - 16777	24	11603 - 12104	24				
13269 - 13810	-25	16784 - 17481	25	12110 - 12611	25				
13811 - 14352	-26	17488 - 18185	26	12617 - 13118	26				
14353 - 14894	-27	18192 - 18889	27	13124 - 13625	27				
14895 - 15436	-28	18896 - 19593	28	13631 - 14132	28				
15437 - 15978	-29	19600 - 20297	29	14138 - 14639	29				
15979 - 16520	-30	20304 - 21001	30	14645 - 15146	30				
16521 - 17062	-31	21008 - 21705	31	15152 - 15653	31				
17063 - 17604	-32	21712 - 22409	32	15659 - 16160	32				
17605 - 18146	-33	22416 - 23113	33	16166 - 16667	33				
18147 - 18688	-34	23120 - 23817	34	16673 - 17174	34				
18689 - 19230	-35	23824 - 24521	35	17180 - 17681	35				
19231 - 19772	-36	24528 - 25225	36	17687 - 18188	36				
19773 - 20314	-37	25232 - 25929	37	18194 - 18695	37				
20315 - 20856	-38	25936 - 26633	38	18701 - 19202	38				
20857 - 21398	-39	26640 - 27337	39	19208 - 19709	39				
21399 - 21940	-40	27344 - 28041	40	19715 - 20216	40				
21941 - 22482	-41	28048 - 28745	41	20222 - 20723	41				
22483 - 23024	-42	28752 - 29449	42	20729 - 21230	42				
23025 - 23566	-43	29456 - 30153	43	21236 - 21737	43				
23567 - 24108	-44	30160 - 30857	44	21743 - 22244	44				
24109 - 24650	-45	30864 - 31561	45	22250 - 22751	45				
24651 - 25192	-46	31568 - 32265	46	22757 - 23258	46				
25193 - 25734	-47	32272 - 32969	47	23264 - 23765	47				
25735 - 26276	-48	32976 - 33673	48	23771 - 24272	48				
26277 - 26818	-49	33680 - 34377	49	24278 - 24779	49				
26819 - 27360	-50	34384 - 35081	50	24785 - 25286	50				
27361 - 27902	-51	35088 - 35785	51	25292 - 25793	51				
27903 - 28444	-52	35792 - 36489	52	25799 - 26300	52				
28445 - 28986	-53	36496 - 37193	53	26306 - 26807	53				
28987 - 29528	-54	37200 - 37897	54	26813 - 27314	54				
29529 - 30070	-55	37904 - 38601	55	27320 - 27821	55				
30071 - 30612	-56	38608 - 39305	56	27827 - 28328	56				
30613 - 31154	-57	39312 - 40009	57	28334 - 28835	57				
31155 - 31696	-58	40016 - 40713	58	28841 - 29342	58				
31697 - 32238	-59	40720 - 41417	59	29348 - 29849	59				
32239 - 32780	-60	41424 - 42121	60	29855 - 30356	60				
32781 - 33322	-61	42128 - 42825	61	30362 - 30863	61				
33323 - 33864	-62	42832 - 43529	62	30869 - 31370	62				
33865 - 34406	-63	43536 - 44233	63	31376 - 31877	63				
34407 - 34948	-64	44240 - 44937	64	31883 - 32384	64				
34949 - 35490	-65	44944 - 45641	65	32390 - 32891	65				
35491 - 36032	-66	45648 - 46345	66	32897 - 33398	66				
36033 - 36574	-67	46352 - 47049	67	33404 - 33905	67				
36575 - 37116	-68	47056 - 47753	68	33911 - 34412	68				
37117 - 37658	-69	47760 - 48457	69	34418 - 34919	69				
37659 - 38200	-70	48464 - 49161	70	34925 - 35426	70				
38201 - 38742	-71	49168 - 49865	71	35432 - 35933	71				
38743 - 39284	-72	49872 - 50569	72	35939 - 36440	72				
39285 - 39826	-73	50576 - 51273	73	36446 - 36947	73				
39827 - 40368	-74	51280 - 51977	74	36953 - 37454	74				
40369 - 40910	-75	51984 - 52681	75	37460 - 37961	75				
40911 - 41452	-76	52688 - 53385	76	37967 - 38468	76				
41453 - 41994	-77	53392 - 54089	77	38474 - 38975	77				
41995 - 42536	-78	54096 - 54793	78	38981 - 39482	78				
42537 - 43078	-79	54800 - 55497	79	39488 - 39989	79				
43079 - 43620	-80	55504 - 56201	80	39995 - 40496	80				
43621 - 44162	-81	56208 - 56905	81	40502 - 41003	81				
44163 - 44704	-82	56912 - 57609	82	41009 - 41510	82				
44705 - 45246	-83	57616 - 58313	83	41516 - 42017	83				
45247 - 45788	-84	58320 - 59017	84	42023 - 42524	84				
45789 - 46330	-85	59024 - 59721	85	42530 - 43031	85				
46331 - 46872	-86	59728 - 60425	86	43037 - 43538	86				
46873 - 47414	-87	60432 - 61129	87	43544 - 44045	87				
47415 - 47956	-88	61136 - 61833	88	44051 - 44552	88				
47957 - 48498	-89	61840 - 62537	89	44558 - 45059	89				
48499 - 49040	-90	62544 - 63241	90	45065 - 45566	90				
49041 - 49582	-91	63248 - 63945	91	45572 - 46073	91				
49583 - 50124	-92	63952 - 64649	92	46079 - 46580	92				
50125 - 50666	-93	64656 - 65353	93	46586 - 47087	93				
50667 - 51208	-94	65360 - 66057	94	47093 - 47594	94				
51209 - 51750	-95	66064 - 66761	95	47600 - 48101	95				
51751 - 52292	-96	66768 - 67465	96	48107 - 48608	96				
52293 - 52834	-97	67472 - 68169	97	48614 - 49115	97				
52835 - 53376	-98	68176 - 68873	98	49121 - 49622	98				
53377 - 53918	-99	68880 - 69577	99	49628 - 50129	99				
53919 - 54460	-100	69584 - 70281	100	50135 - 50636	100				

THE LAST NUMBER IS THE MAX ALLOWANCE

MAX TTL LOAD
1+2 = 28514 KG
MAX TTL LOAD
3+4 = 19132 KG

ALL WEIGHTS IN KILOS





TOTAL FUEL INDEX TABLE									
WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX	WT - KG	INDEX
1000	0	25000	5	48000	6	72000	-5	96000	-16
2000	0	26000	5	49000	5	73000	-6	97000	-16
3000	0	27000	6	50000	5	74000	-6	98000	-17
4000	0	28000	6	51000	4	75000	-7	99000	-17
5000	0	29000	7	52000	4	76000	-7	100000	-18
6000	1	30000	8	53000	3	77000	-7	101000	-18
7000	1	31000	9	54000	3	78000	-8	102000	-18
8000	1	32000	9	55000	2	79000	-8	103000	-18
9000	1	33000	11	56000	2	80000	-9	104000	-19
10000	1	*33788	12	57000	2	81000	-9	105000	-19
11000	1	34000	12	58000	1	82000	-9	106000	-19
12000	1	35000	11	59000	0	83000	-10	107000	-19
13000	1	36000	11	60000	0	84000	-10	107323	-19
14000	1	37000	10	61000	0	85000	-11		
15000	2	38000	10	62000	-1	86000	-11		
16000	2	39000	10	63000	-1	87000	-12		
17000	2	40000	9	64000	-2	88000	-12		
18000	2	41000	9	65000	-2	89000	-13		
19000	2	42000	8	66000	-3	90000	-13		
20000	3	43000	8	67000	-3	91000	-14		
21000	3	44000	8	68000	-4	92000	-14		
22000	3	45000	7	69000	-4	93000	-14		
23000	4	46000	7	70000	-4	94000	-15		
24000	4	47000	6	71000	-5	95000	-15		

ADDITIONS AND DEDUCTIONS INDEX TABLE

ITEM INDEX = (WEIGHT OF ITEM(KG)) x (ITEM C.G. - 1079.2)/(200000 KG-IN)

	WEIGHT IN KILOGRAMS				
	50	59	75	80	100
FLIGHT DECK OCCUPANT	-	-	-	0.4	-
DOOR 1 GALLEY	-	-	-	-	0.4
DOOR 1 ATTENDANT	-	0.2	-	-	0.3
FLIGHT DECK CPT 1	-	-	-	-	-
PASSENGER IN DO	-	-	0.2	-	-
DOOR 2 ATTENDANT	-	0.1	-	-	0.2
DOOR 2 GALLEY	-	-	-	-	0.2
FWD CARGO CPT 2	0.1	-	-	-	0.2
PASSENGER IN OB	0.1	-	0.0	-	-
DOOR 3 ATTENDANT	-	0.1	-	-	0.2
AFT CARGO CPT 3	0.1	-	0.2	-	0.2
PASSENGER IN OC	0.1	-	-	-	0.1
AFT CARGO CPT 5	0.2	-	-	-	0.3
AFT CARGO CPT 6	0.2	-	-	-	0.3
DOOR 4 GALLEY	-	-	-	-	0.3
DOOR 4 ATTENDANT	-	0.2	-	-	0.4

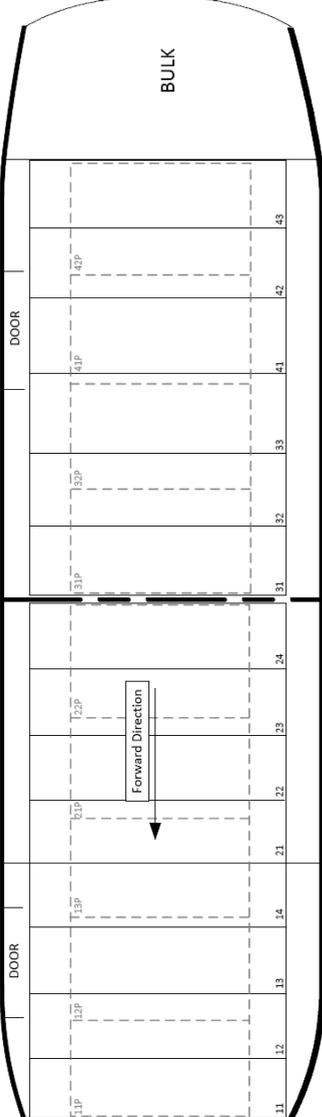
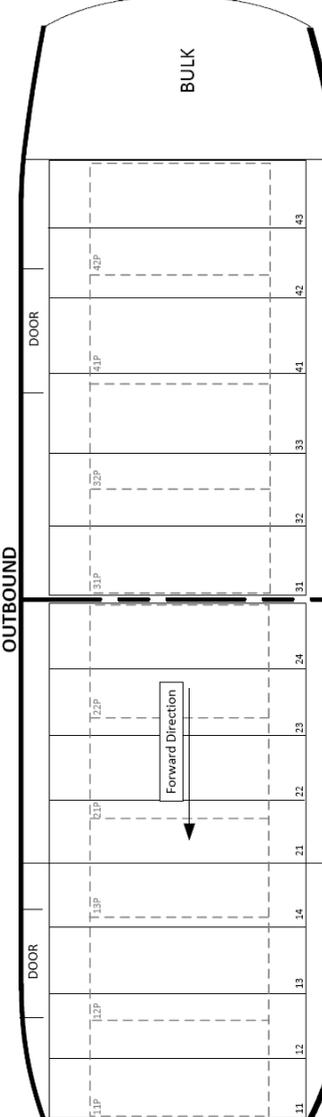
This table gives the index increment for specified load changes.

Note that the signs of items added are on the left, and the signs for items deducted are on the right.

ORIGINAL RELEASE

APPENDIX A

DD432680-GUNICA-A JUNE 2012

 <p>CHINA SOUTHERN 中国南方航空</p>	LOADING INSTRUCTION		FLIGHT/DATE	A/C REG	STATION	BOEING 787-8
	Fwd Hold 1 MAX 15306 KG	Fwd Hold 2 MAX 12700 KG	Aft Hold 3 MAX 10771 KG	Aft Hold 4 MAX 9525 KG	Bulk 5 MAX 2735 KG	
COMBINED HOLDS 1 & 2 MAX 25514 KG		COMBINED HOLDS 3 & 4 MAX 19132 KG				
<p>CODES FOR CPM</p> <p>B. BAGGAGE BT BAGGAGE TRANSFER C. CARGO D. CREW BAGGAGE E. EQUIPMENT F. FIRST CLASS BAGGAGE L. CONTAINER IN LEFT HAND POSITION M. MAIL N. NO CONTAINER OR PALLET IN POSITION P. PALLET PP. I.G.L.O.O. R. CONTAINER IN RIGHT HAND POSITION S. SERVICE T. TRANSFER LOAD U. UNSERVICEABLE CONTAINER/PALLET V. VIP BAGGAGE W. CARGO IN SECURITY CONTROLLED CONTAINER Y. EMPTY CONTAINER OR EMPTY PALLET Z. MIXED DESTINATION LOAD</p> <p>0. FULLY LOADED 1. 1/4 AVAILABLE 2. 1/2 AVAILABLE 3. 3/4 AVAILABLE</p>						
<p>INBOUND</p>  <p>OUTBOUND</p> 						
<p>SPECIAL INSTRUCTIONS</p> <p>This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including deviations recorded. The containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions.</p> <p>PREPARED BY _____ LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING _____</p>						
<p>May 2013 Revision A</p> <p>00432680-GUINC-1</p>						



飞机载重平衡 (第三版)

中國東方航空公司
China Eastern Airlines

A320 - 214
LOAD SHEET AND LOAD MESSAGE

ADDRESS		ORIGINATOR		LDM		FLT/DATE		A/C REG.		DATE:		CREW	
												PILOT	
												C/FUEL	
BASIC OPTS WT		INDEX		MAXIMUM WT		ZERO FUEL		TAKE-OFF		TRIP FUEL		LANDING	
CORRECTIONS		+		-		ALLOWED WEIGHT FOR		TAKE-OFF FUEL		TAKE-OFF FUEL			
DRY OPERATING WEIGHT		+		-		(LOWEST of a, b, or c)		OPERATING WEIGHT		OPERATING WEIGHT			
TAKE-OFF FUEL		+		-		ALLOWED PAYLOAD		LOAD DISTRIBUTION		LOAD DISTRIBUTION			
OPERATING WT		+		-		TOTAL WEIGHT		1 3 4 5 0		F Y B C M		REMARKS	
NO. OF PSGR		DEST		ADULT		CHILD		INF		TOTAL WEIGHT			
PSGR WT		T		T		T		T		T			
TOTAL PAYLOAD		T		T		T		T		T			
DRY OPERATING WT		T		T		T		T		T			
ZERO FUEL WT		T		T		T		T		T			
TAKE-OFF FUEL		T		T		T		T		T			
TRIP FUEL		T		T		T		T		T			
LANDING WT		T		T		T		T		T			
LAST MINUTES CHANGES		DEST		NO. OF		CLASS		B.C.M.		HOLD		ALLOWED PAYLOAD	
TOTAL PAYLOAD		+		-		TOTAL PAYLOAD		TOTAL PAYLOAD		TOTAL PAYLOAD			
DRY OPERATING WT		+		-		UNDERLOAD		UNDERLOAD		UNDERLOAD			
ZERO FUEL WT		+		-		CAPTAIN		CAPTAIN		CAPTAIN			
TAKE-OFF FUEL		+		-		PREPARED BY		PREPARED BY		PREPARED BY			
TRIP FUEL		+		-									
LANDING WT		+		-									

PLANFORM CHART: A320-214-038

BALANCE CHART A320-214

Service Areas: SERVICE AREA (8 PAX), CNA (8 PAX), CABIN (66 PAX), OCC (84 PAX)

CARGO COMPARTMENTS: MAX = 3400KG, MAX = 4500KG, MAX = 14975G

DOH: Max = 18,800/DOH = 50, 1000

ZONES	NO	WEIGHT (kg)	INDEX
CARGO 1		500 KG	
CARGO 3		500 KG	
CARGO 4		500 KG	
CARGO 5		200 KG	
PSG COMP OA		5 PAX	
PSG COMP OB		10 PAX	
PSG COMP OC		5 PAX	

MAC vs AIRCRAFT WEIGHT (kg x 1000) graph showing limits for ZFW, ZFCG, ZCG, and TOW. Key values: MTOW = 77050KG, MLW = 64500KG, MZFW = 51000KG.

WEIGHT (kg)	INDEX
3000	2
15000	-2
30000	1
45000	-1
60000	0
75000	-1
90000	-2
105000	-3
120000	-4
135000	-5
150000	-6
165000	-7
180000	-8
195000	-9
210000	-10
225000	-11
240000	-12
255000	-13
270000	-14
285000	-15
30000	2
15000	-2
30000	1
45000	-1
60000	0
75000	-1
90000	-2
105000	-3
120000	-4
135000	-5
150000	-6
165000	-7
180000	-8
195000	-9
210000	-10
225000	-11
240000	-12
255000	-13
270000	-14
285000	-15

CAUTION: WHEN THE IS LOWER THAN 75% MAC THE BASIC PERFORMANCE MUST BE CORRECTED:
 - LDG: Minus CG correction on LDG speed and distance.



LOADING INSTRUCTION REPORT - A330-343				CPM	ORIGIN	ADDRESS	FLIGHT N°	AC REG	DEST.	DATE	PREPARED BY/CERT N°:	
BULK COMPARTMENT N°5 MAX: 3468 kg		COMPARTMENT N°3 MAX 12686kg (containers) / 13878kg (pallets 88") / 15309kg (pallets 96") MAX: 18507 kg		MAX 19044kg (containers) / 18504kg (pallets 88") / 20412kg (pallets 96")		COMPARTMENT N°2 MAX 19044kg (containers) / 18504kg (pallets 88") / 20412kg (pallets 96")		COMPARTMENT N°1 MAX 9522kg (containers) / 9252kg (pallets 88") / 10206kg (pallets 96")				

Arrival																	
53	52	43L	42L	41L	34L	33L	32L	31L	26L	25L	24L	23L	22L	21L	13L	12L	11L
		43R	42R	41R	34R	33R	32R	31R	26R	25R	24R	23R	22R	21R	13R	12R	11R
		51											DOOR				
		L FWD R										DOOR					

SPECIAL INSTRUCTIONS

Departure																	
53	52	43L	42L	41L	34L	33L	32L	31L	26L	25L	24L	23L	22L	21L	13L	12L	11L
		43R	42R	41R	34R	33R	32R	31R	26R	25R	24R	23R	22R	21R	13R	12R	11R
		51											DOOR				
		L FWD R										DOOR					

SPECIAL INSTRUCTIONS		INFORMATION CODES
THIS AIRCRAFT HAS BEEN LOADED IN ACCORDANCE WITH INSTRUCTIONS, INCLUDING THE DEVIATIONS SHOWN ON THE REPORT ALL CONTAINERS/PALLETS AND BULK LOAD HAVE BEEN SECURED IN ACCORDANCE WITH COMPANY REGULATIONS. PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING		B - BAGGAGE C - MAIL I - MAIL S - SORT D - CREW BAGGAGE E - CREW BAGGAGE F - CREW BAGGAGE J - PRIORITY BAGS N - NO IUD AT POSITION P - TRANSFER T - TRANSFER U - US CONTAINER UCRG - CREW REST
		0 - FULL X - EMPTY 1 - 1/2 VOLUME AVAILABLE 2 - 1/4 VOLUME AVAILABLE 3 - 3/4 VOLUME AVAILABLE

SHANGHAI AIRLINES LOADSHEET & LOADMESSAGE

ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

BASIC WEIGHT

Operator: _____ RECHARGE DATE/TIME: _____ INITIALS: _____

Flight: _____ AIR REG: _____ VERSION: _____ CREW: _____ DATE: _____

Destination: _____

NO. OF PASSENGERS: _____

NO. OF BAGS: _____

NO. OF CHAIRS: _____

NO. OF LIMBS: _____

MAXIMUM WEIGHTS FOR

Take-off Fuel: _____

ALLOWED WEIGHT FOR TAKE-OFF (Lowest of a,b,c): _____

Operating Weight: _____

ALLOWED TRAFFIC LOAD: _____

TOTAL TRAFFIC LOAD: _____

UNDERLOAD Inherent LMC: _____

OPERATING WEIGHT: _____

WEIGHT DISTRIBUTION

DEST.	M	E	C	Bag	Colb.	Pcs	Remarks
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	
B						0	
C						0	
M						0	
T						0	



上海航空公司波音 767 型飞机装载通知单 SHANGHAI AIRLINES BOEING 767 LOADING INSTRUCTION

BOEING 767-308ER



航班: FLIGHT NO. 日期: DATE 由: FROM 往: TO 起飞时间: DEPARTURE TIME: 备注 MEMO

到达站 ARRIVAL 货物 CARGO 邮件 MAIL 行李 BAGGAGE

CPT 1 MAX 10204 KG	CPT 2 MAX 10204	CPT 3 MAX 9792 KG	CPT 4 MAX 7344 KG	CPT 5 MAX 2329KG
CPT 1&2 (COMBINED MAX 17723 KG)		CPT 3&4&5 (COMBINED MAX 15641 KG)		CPT 4&5 (COMBINED MAX 8901 KG)

CODES FOR CPW	BAGGAGE	TRANSFER	CREW	EQUIPMENT	HAND POSITION	MAIL	NO CONTAINER	PALETTE	PP	R	S	T	U	V	W	X	Z	O	1	2	3	CPT		
																						12L	12R	
11R	12R	21R	22R	31R	32R	33R	34R	41R	42R	43R	44R	45R	46R	47R	48R	49R	51R	51L	51R	51L	51R	61R		
11L	12L	21L	22L	31L	32L	33L	34L	41L	42L	43L	44L	45L	46L	47L	48L	49L	51L	51L	51L	51L	51L	61L		
11R	12R	13R	14R	21R	22R	23R	24R	31R	32R	33R	34R	41R	42R	43R	44R	45R	46R	47R	48R	49R	49R			
11L	12L	13L	14L	21L	22L	23L	24L	31L	32L	33L	34L	41L	42L	43L	44L	45L	46L	47L	48L	49L	49L			

特殊要求: SPECIAL INSTRUCTIONS:	集装箱限重: HEIGHT LIMITATION FOR CONTAINER	160cm
可载最大容积 MAXIMUM VOLUME (m³)	CPT 5	12.2
满载重量 FULLY LOADED	CPT 182	47.0
舱位 AVAILABLE	CPT 384	47.6
114 可用 114 AVAILABLE	CPT 122	177W x 175H
112 可用 112 AVAILABLE	CPT 122	340W x 175H
314 可用 314 AVAILABLE	CPT 122	96W x 114H
货舱地板最大负荷 MAXIMUM LOADING FOR CARGO COMPARTMENT FLOOR		732KG/m²
集装箱限重 HEIGHT LIMITATION FOR CONTAINER		160cm
制表人: PREPARED BY:	审核人: APPROVED BY:	装载负责人: LOAD SUPERVISOR:



飞机载重平衡 (第三版)

DF-806

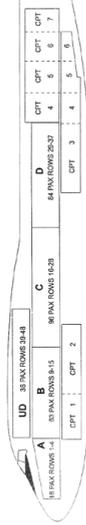
WEIGHT AND BALANCE MANIFEST

747-400

ALL WEIGHTS IN KILOGS



FLIGHT: AIC REG: DATE: 54 PAX ROWS 26-27 54 PAX ROWS 16-28



BALANCE CALCULATION

ITEM	WEIGHT	DOI	CPT 1	CPT 2	CPT 3	CPT 4	CPT 5	CPT 6	CPT 7	DLI
DRY OPERATING WEIGHT										
TOTAL TRAFFIC LOAD										
ZERO FUEL WEIGHT LMC										
MAX										
TAKE-OFF FUEL										
TAKE-OFF WEIGHT LMC										
MAX										
TRIP FUEL										
LANDING WEIGHT LMC										
MAX										

REMARKS:

FINAL PAX: AD & CH INF

STAB SET UNIT

C.G.at ZFW %

C.G.at TOW %

APPROVED BY:

PREPARED BY:

THE LAST NUMBER OF EACH CPT/CAB IS THE MAX ALLOWANCE

CPT 1	CPT 2	CPT 3	CPT 4	CPT 5	CPT 6	CPT 7	CAB	INDEX CORR
0-188	0-285	0-454	0-275	0-217	0-182	0-147	0-147	0-2
180-567	286-856	455-1364	276-827	218-651	183-546	148-442	148-442	3-8
568-945	857-1429	1365-2274	828-1379	652-1085	547-911	443-798	443-798	9-14
946-1323	1430-1999	2275-3163	1380-1930	1086-1520	912-1276	737-1031	737-1031	15-20
1324-1701	2000-2574	3164-4093	1931-2482	1521-1954	1277-1640	1032-1326	1032-1326	21-26
1702-2079	2575-3142	4094-5003	2483-3034	1955-2389	1641-2005	1327-1620	1327-1620	27-32
2080-2457	3143-3713	5004-5972	3035-3586	2390-2823	2006-2369	1621-1915	1621-1915	33-38
2458-2835	3714-4284	5973-6922	3587-4137	2824-3257	2370-2734	1916-2041	1916-2041	39-44
2836-3213	4285-4856	6923-7732	4138-4689	3258-3691	2735-3098	2181-2306	2181-2306	45-49
3214-3591	4857-5427	7733-8641	4690-5241	3693-4126	3100-3463	2505-2630	2505-2630	50-55
3592-3969	5428-6000	8642-9551	5242-5792	4127-4560	3464-3828	2869-3094	2869-3094	56-61
3970-4347	6001-6572	9552-10461	5793-6344	4562-4995	3829-4193	3184-3439	3184-3439	62-67
4348-4725	6573-7144	10462-11370	6345-6896	4996-5429	4154-4517	3439-3694	3439-3694	68-73
4726-5103	7145-7716	11371-12280	6897-7447	5429-5862	4518-4881	3694-3949	3694-3949	74-79
5104-5481	7717-8288	12281-13190	7448-7999	5863-6296	4882-5245	3949-4204	3949-4204	80-85
5482-5859	8289-8860	13191-14100	7999-8550	6297-6730	5246-5609	4204-4459	4204-4459	86-91
5860-6237	8861-9432	14101-15010	8551-9102	6731-7164	5609-5972	4459-4714	4459-4714	92-97
6238-6615	9433-10004	15011-15920	9103-9654	7165-7598	5972-6335	4714-4969	4714-4969	98-103
6616-6993	10005-10576	15921-16830	9655-10206	7599-8032	6336-6700	4969-5224	4969-5224	104-109
6994-7371	10577-11148	16831-17740	10207-10758	8033-8466	6701-7064	5224-5479	5224-5479	110-115
7372-7749	11149-11720	17741-18650	10759-11310	8467-8900	7065-7428	5479-5734	5479-5734	116-121
7750-8127	11721-12292	18651-19560	11311-11862	8901-9334	7429-7792	5734-5989	5734-5989	122-127
8128-8505	12293-12864	19561-20470	11863-12414	9335-9768	7793-8156	5989-6244	5989-6244	128-133
8506-8883	12865-13436	20471-21380	12415-12966	9769-10202	8157-8520	6244-6499	6244-6499	134-139
8884-9261	13437-14008	21381-22290	12967-13518	10203-10636	8521-8884	6499-6754	6499-6754	140-145
9262-9639	14009-14580	22291-23200	13519-14070	10637-11070	8885-9248	6754-7009	6754-7009	146-151
9640-10017	14581-15152	23201-24110	14071-14622	11071-11504	9249-9612	7009-7264	7009-7264	152-157
10018-10395	15153-15724	24111-25020	14623-15174	11505-11938	9613-9976	7264-7519	7264-7519	158-163
10396-10773	15725-16296	25021-25930	15175-15726	11939-12372	9977-10410	7519-7774	7519-7774	164-169
10774-11151	16297-16868	25931-26840	15727-16278	12373-12806	10411-10844	7774-8029	7774-8029	170-175
11152-11529	16869-17440	26841-27750	16279-16830	12807-13240	10845-11278	8029-8284	8029-8284	176-181
11530-11907	17441-18012	27751-28660	16831-17382	13241-13674	11279-11712	8284-8539	8284-8539	182-187
11908-12285	18013-18584	28661-29570	17383-17934	13675-14108	11713-12146	8539-8794	8539-8794	188-193
12286-12663	18585-19156	29571-30480	17935-18486	14109-14542	12145-12578	8794-9049	8794-9049	194-199
12664-13041	19157-19728	30481-31390	18487-19038	14543-14976	12579-13012	9049-9304	9049-9304	200-205
13042-13419	19729-20300	31391-32300	19039-19590	14977-15410	13013-13446	9304-9559	9304-9559	206-211
13420-13797	20301-20872	32301-33210	19591-20142	15411-15844	13445-13878	9559-9814	9559-9814	212-217
13798-14175	20873-21444	33211-34120	20143-20694	15845-16278	13879-14312	9814-10069	9814-10069	218-223
14176-14553	21445-22016	34121-35030	20695-21246	16279-16712	14313-14746	10069-10324	10069-10324	224-229
14554-14931	22017-22588	35031-35940	21247-21798	16713-17146	14747-15180	10324-10579	10324-10579	230-235
14932-15309	22589-23160	35941-36850	21799-22350	17147-17580	15181-15614	10579-10834	10579-10834	236-241
15310-15687	23161-23732	36851-37760	22351-22902	17581-18014	15615-16048	10834-11089	10834-11089	242-247
15688-16065	23733-24304	37761-38670	22903-23454	18015-18448	16049-16482	11089-11344	11089-11344	248-253
16066-16443	24305-24876	38671-39580	23455-24006	18449-18882	16483-16916	11344-11599	11344-11599	254-259
16444-16821	24877-25448	39581-40490	24007-24558	18883-19316	16917-17350	11599-11854	11599-11854	260-265
16822-17199	25449-26020	40491-41400	24559-25110	19317-19750	17351-17784	11854-12109	11854-12109	266-271
17200-17577	26021-26592	41401-42310	25111-25662	19751-20184	17785-18218	12109-12364	12109-12364	272-277
17578-17955	26593-27164	42311-43220	25663-26214	20185-20618	18219-18652	12364-12619	12364-12619	278-283
17956-18333	27165-27736	43221-44130	26215-26766	20619-21052	18653-19086	12619-12874	12619-12874	284-289
18334-18711	27737-28308	44131-45040	26767-27318	21053-21486	19087-19520	12874-13129	12874-13129	290-295
18712-19089	28309-28880	45041-45950	27319-27870	21487-21920	19521-19954	13129-13384	13129-13384	296-301
19090-19467	28881-29452	45951-46860	27871-28422	21921-22354	19955-20388	13384-13639	13384-13639	302-307
19468-19845	29453-30024	46861-47770	28423-28974	22355-22788	20389-20822	13639-13894	13639-13894	308-313
19846-20223	30025-30596	47771-48680	28975-29526	22789-23222	20823-21256	13894-14149	13894-14149	314-319
20224-20601	30597-31168	48681-49590	29527-30078	23223-23656	21257-21690	14149-14404	14149-14404	320-325
20602-20979	31169-31740	49591-50500	30079-30630	23657-24090	21691-22124	14404-14659	14404-14659	326-331
20980-21357	31741-32312	50501-51410	30631-31182	24091-24524	22125-22558	14659-14914	14659-14914	332-337
21358-21735	32313-32884	51411-52320	31183-31734	24525-24958	22559-22992	14914-15169	14914-15169	338-343
21736-22113	32885-33456	52321-53230	31735-32286	24959-25392	22993-23426	15169-15424	15169-15424	344-349
22114-22491	33457-34028	53231-54140	32287-32838	25393-25826	23427-23860	15424-15679	15424-15679	350-355
22492-22869	34029-34600	54141-55050	32839-33390	25827-26260	23861-24294	15679-15934	15679-15934	356-361
22870-23247	34601-35172	55051-55960	33391-33942	26261-26694	24295-24728	15934-16189	15934-16189	362-367
23248-23625	35173-35744	55961-56870	33943-34494	26695-27128	24729-25162	16189-16444	16189-16444	368-373
23626-24003	35745-36316	56871-57780	34495-35046	27129-27562	25163-25596	16444-16699	16444-16699	374-379
24004-24381	36317-36888	57781-58690	35047-35598	27563-28096	25597-26030	16699-16954	16699-16954	380-385
24382-24759	36889-37460	58691-59600	35599-36150	28097-28530	26031-26464	16954-17209	16954-17209	386-391
24760-25137	37461-38032	59601-60510	36151-36702	28531-28964	26465-26898	17209-17464	17209-17464	392-397
25138-25515	38033-38604	60511-61420	36703-37254	28965-29398	26899-27332	17464-17719	17464-17719	398-403
25516-25893	38605-39176	61421-62330	37255-37806	29399-29832	27333-27766	17719-17974	17719-17974	404-409
25894-26271	39177-39748	62331-63240	37807-38358	29833-30266	27767-28200	17974-18229	17974-18229	410-415
26272-26649	39749-40320	63241-64150	38359-38910	30267-30700	28201-28634	18229-18484	18229-18484	416-421
26650-27027	40321-40892	64151-65060	38911-39462	30701-31134	28635-29068	18484-18739	18484-18739	422-427
27028-27405	40893-41464	65061-659						

MAXIMUM PALLET LOAD PER SIDE							
1				2			
4858	4858	6600	2390	4858	4858	5750	1560
4900	4798	6700	2248	4900	4702	5800	1375
5000	4656	6800	2106	4950	4517	5850	1190
5100	4515	6900	1965	5000	4333	5900	1005
5200	4373	7000	1823	5050	4148	5950	820
5300	4231	7100	1681	5100	3963	6000	635
5400	4090	7200	1539	5150	3778	6050	451
5500	3948	7300	1398	5200	3593	6100	266
5600	3806	7400	1256	5250	3408	6150	81
5700	3665	7500	1114	5300	3223	6168	0
5800	3523	7600	973	5350	3039	CLEAR DOOR OPENINGS	
5900	3381	7700	831	5400	2854	DOOR	H × W (CM)
6000	3240	7800	689	5450	2669	MAIN DECK	340 × 304
6100	3098	7900	548	5500	2484	FWD HOLD	264 × 167
6200	2956	8000	406	5550	2299	AFT HOLD	264 × 167
6300	2815	8100	265	5600	2114	AFT BULK	111 × 119
6400	2673	8200	123	5650	1929		
6500	2531	8287	0	5700	1745		

MAXIMUM UNIT LOAD DEVICE LIMITS					
SIZE	CPT 4	CPT 5	CPT 6	CPT 7	LOWER HOLD
PALLET 88 × 125	6168	6168	6803	2041	4626
PALLET 96 × 125	6168	6168	6441	2041	5034
PALLET 96 × 240	—	11339		—	—
CONTAINER 60 × 61	—	—	—	—	1587
CONTAINER 60 × 125	—	—	—	—	3175

747-400



 AIR CHINA	LOADING INSTRUCTION		A/C REG	STATION	BOEING 747-400B
	FLIGHT/DATE 3 8927 3 14870 3 24832 3 40764 4 12429 4 22006 4 31486 4 47804 CPT 7 MAX 2041 KG CPT 8 MAX 11074 KG CPT 5 MAX 11428 KG CPT 4 MAX 11428 KG CPT 3 MAX 15875 KG CPT 2 MAX 15875 KG CPT 1 MAX 8877 KG				
SPECIAL INSTRUCTIONS <div style="font-size: 48px; font-weight: bold; text-align: center; margin: 10px 0;">747-400</div> PREPARED BY: _____					
ARRIVAL					
DEPARTURE					
This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including the deviations recorded. The containers/pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions.					
LOAD MASTER SIGNATURE: _____					
3 40764 4 47804 3 24832 3 40764 4 47804 3 24832 3 40764 4 47804 CPT 7 MAX 2041 KG CPT 8 MAX 11074 KG CPT 5 MAX 11428 KG CPT 4 MAX 11428 KG CPT 3 MAX 15875 KG CPT 2 MAX 15875 KG CPT 1 MAX 8877 KG					
MAX 27215 KG FOR MAIN DECK					
MAX 27215 KG FOR MAIN DECK					

WEIGHT AND BALANCE MANIFEST

BOEING 777-2J6

ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS

FLIGHT: _____ A/C REG: _____ DATE: _____

F12 C49 Y253

FORWARD CARGO HOLDS			AFT CARGO HOLDS			PASSENGER COMPARTMENTS		
CPT 1	CPT 2	CPT 3	CPT 4	CPT 5	CPT 6	CAB 0a	CAB 0b	CAB 0c
MAX = 15308	MAX = 17778	MAX = 11112	MAX = 12700			No. PAX	No. PAX	No. PAX
LOAD (KG)	LOAD (KG)	LOAD (KG)	LOAD (KG)	LOAD (KG)	LOAD (KG)	INDEX	INDEX	INDEX
0 - 142	0 - 244	0 - 363	0 - 203			0 - 1	0	0
143 - 427	245 - 735	364 - 1090	204 - 612			2 - 5	-1	1
428 - 712	736 - 1225	1091 - 1817	613 - 1021			6 - 9	-2	8 - 13
713 - 997	1226 - 1715	1818 - 2544	1022 - 1430			10 - 13	-3	14 - 19
998 - 1283	1716 - 2205	2545 - 3271	1431 - 1838			14 - 17	-4	19 - 23
1284 - 1569	2206 - 2695	3272 - 3998	1839 - 2247			18 - 21	-5	24 - 28
1570 - 1854	2696 - 3187	3999 - 4725	2248 - 2655			22 - 25	-6	29 - 33
1855 - 2139	3188 - 3677	4726 - 5452	2656 - 3064			30 - 33	-8	40 - 44
2140 - 2424	3678 - 4167	5453 - 6179	3065 - 3473			34 - 37	-9	45 - 49
2425 - 2709	4168 - 4658	6180 - 6906	3474 - 3882			38 - 40	-10	50 - 55
2710 - 2994	4659 - 5149	6907 - 7633	3883 - 4291			56 - 60		60 - 64
2995 - 3279	5150 - 5639	7634 - 8360	4292 - 4699			65 - 70		70 - 74
3280 - 3564	5640 - 6129	8361 - 9087	4700 - 5107			71 - 76		75 - 79
3565 - 3851	6130 - 6620	9088 - 9814	5108 - 5516			77 - 81		80 - 84
3852 - 4136	6621 - 7111	9815 - 10541	5517 - 5925			82 - 86		85 - 89
4137 - 4422	7112 - 7601	10542 - 11271	5926 - 6334			87 - 92		90 - 95
4423 - 4707	7602 - 8091		6335 - 6742			93 - 97		96 - 100
4708 - 4993	8092 - 8582		6743 - 7151			98 - 102		101 - 105
4994 - 5278	8583 - 9072		7152 - 7559			103 - 107		106 - 110
5279 - 5563	9073 - 9563		7560 - 7968			108 - 113		111 - 116
5564 - 5848	9564 - 10054		7969 - 8378			114 - 118		117 - 122
5849 - 6134	10055 - 10544		8379 - 8788			119 - 123		123 - 127
6135 - 6419	10545 - 11034		8789 - 9198			124 - 127		128 - 131
6420 - 6705	11035 - 11524		9199 - 9608					
6706 - 6990	11525 - 12015		9609 - 10018					
6991 - 7275	12016 - 12506		10019 - 10428					
7276 - 7561	12507 - 12996		10429 - 10838					
7562 - 7846	12997 - 13486		10839 - 11248					
7847 - 8131	13487 - 13976		11249 - 11658					
8132 - 8417	13977 - 14467		11659 - 12068					
8418 - 8702	14468 - 14958		12069 - 12478					
8703 - 8987	14959 - 15448		12479 - 12888					
8988 - 9273	15449 - 15938		12889 - 13298					
9274 - 9558	15939 - 16429		13299 - 13708					
9559 - 9843	16430 - 16919		13709 - 14118					
9844 - 10129	16920 - 17409		14119 - 14528					
10130 - 10414	17410 - 17899		14529 - 14938					
10415 - 10700			14939 - 15348					
10701 - 10985			15349 - 15758					
10986 - 11270			15759 - 16168					
11271 - 11556			16169 - 16578					
11557 - 11841			16579 - 16988					
11842 - 12127			16989 - 17398					
12128 - 12412			17399 - 17808					
12413 - 12697			17809 - 18218					
12698 - 12982			18219 - 18628					
12983 - 13268			18629 - 19038					
13269 - 13554			19039 - 19448					
13555 - 13839			19449 - 19858					
13840 - 14124			19859 - 20268					
14125 - 14409			20269 - 20678					
14410 - 14694			20679 - 21088					
14695 - 14979			21089 - 21498					
14980 - 15264			21499 - 21908					
15265 - 15549			21909 - 22318					

THE LAST NUMBER IS THE MAX ALLOWABLE

LOAD (KG)

CPT 1	CPT 2	CPT 3	CPT 4	CPT 5	CPT 6	CAB 0a	CAB 0b	CAB 0c
0 - 141	0 - 243	0 - 362	0 - 202	0 - 141	0 - 203	0 - 18	0	0
142 - 424	244 - 734	363 - 1091	203 - 611	142 - 424	204 - 612	19 - 85	1	1
425 - 707	735 - 1224	1092 - 1818	612 - 1020	425 - 707	613 - 1021	86 - 92	2	2
708 - 990	1225 - 1714	1819 - 2545	1021 - 1429	708 - 990	1430 - 1838	93 - 99	3	3
991 - 1273	1715 - 2204	2546 - 3272	1430 - 1839	991 - 1273	1839 - 2247	100 - 106	4	4
1274 - 1556	2205 - 2694	3273 - 3999	1839 - 2248	1274 - 1556	2248 - 2655	107 - 113	5	5
1557 - 1839	2695 - 3186	3999 - 4725	2248 - 2656	1557 - 1839	2656 - 3064	114 - 120	6	6
1840 - 2122	3187 - 3676	4726 - 5452	2656 - 3065	1840 - 2122	3065 - 3473	121 - 127	7	7
2123 - 2405	3677 - 4166	5453 - 6179	3065 - 3474	2123 - 2405	3474 - 3882	128 - 134	8	8
2406 - 2688	4167 - 4656	6180 - 6906	3474 - 3883	2406 - 2688	3883 - 4291	135 - 141	9	9
2689 - 2971	4657 - 5146	6907 - 7633	3883 - 4292	2689 - 2971	4292 - 4699	142 - 148	10	10
2972 - 3254	5147 - 5636	7634 - 8360	4292 - 4699	2972 - 3254	4699 - 5107	149 - 155	11	11
3255 - 3537	5637 - 6126	8361 - 9087	4699 - 5108	3255 - 3537	5108 - 5516	156 - 162	12	12
3538 - 3821	6127 - 6616	9088 - 9814	5108 - 5517	3538 - 3821	5517 - 5925	163 - 169	13	13
3822 - 4082	6617 - 7106	9815 - 10541	5517 - 5926	3822 - 4082	5926 - 6334	170 - 176	14	14

WEIGHT

ITEM	WEIGHT
DRY OPERATING WEIGHT	
TOTAL TRAFFIC LOAD	+
MAX FUEL WEIGHT	
MAX LMC (1/2)	
TAKEOFF FUEL	+
TAKEOFF WEIGHT	
MAX ZFW	
TRIP FUEL	-
LANDING WEIGHT	
MAX LITOW	

MAX TTL LOAD
1+2 = 30617 KG
MAX TTL LOAD
3+4 = 22226 KG

FINAL PAX
AD & CH
INF

C.G. at ZFW
%

C.G. at TOW
%

STAB TRIM SET
UNIT

PREPARED BY:

APPROVED BY:

Do not operate in this region during takeoff

DOH3W620-BE1JC-4, May 2001



WEIGHT AND BALANCE MANIFEST

BOEING 777-2J6

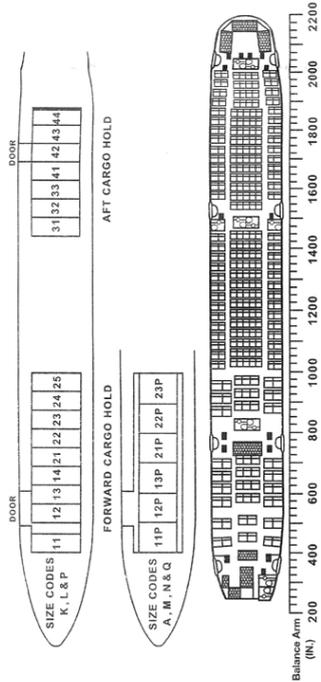
ALL WEIGHTS IN KILOGRAMS



% MAC = Balance Arm (IN.) - 1174.5 (IN.) X 100
278.5 (IN.)

INDEX UNIT = Weight (KG.) X [Balance Arm (IN.) - 1258.0 (IN.)]
For Dry Operating Index ADD +50.0
200000 (KG.-IN.)

REMARKS:



MITOW = 247207 KG MLW = 201848 KG MZFW = 190508 KG

WEIGHT (KG)		INDEX UNIT		WEIGHT (KG)		INDEX UNIT	
1000	0	33000	1	65000	8		
2000	0	34000	1	66000	8		
3000	0	35000	1	67000	7		
4000	0	36000	2	68000	7		
5000	0	37000	2	69000	7		
6000	0	38000	2	70000	6		
7000	0	39000	2	71000	6		
8000	0	40000	3	72000	5		
9000	0	41000	3	73000	5		
10000	0	42000	3	74000	4		
11000	0	43000	4	75000	4		
12000	0	44000	4	76000	3		
13000	0	45000	5	77000	3		
14000	0	46000	5	78000	2		
15000	0	47000	6	79000	2		
16000	0	48000	6	80000	1		
17000	0	49000	7	81000	1		
18000	0	50000	8	82000	0		
19000	0	51000	8	83000	0		
20000	0	52000	9	84000	-1		
21000	0	53000	10	85000	-1		
22000	0	54000	11	86000	-2		
23000	0	55000	11	87000	-2		
24000	0	56000	12	88000	-3		
25000	0	56326*	13	89000	-3		
26000	0	57000	12	90000	-4		
27000	0	58000	12	91000	-4		
28000	0	59000	11	92000	-5		
29000	0	60000	11	93000	-6		
30000	1	61000	10	94000	-6		
31000	1	62000	10	95000	-6		
32000	1	63000	9	96000	-6		
33000	1	64000	9	97000	-6		
* WING TANKS				87398			
FILL							

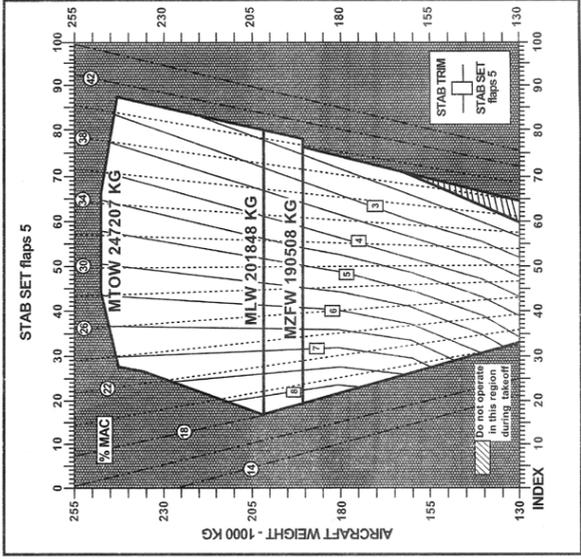
MAXIMUM UNIT LOAD DEVICE LIMITS (KG.) Containers			
ULD TYPE/ DIMENSIONS	SIZE CODE	All Positions	Positions 25 & 31**
Container (80.4" X 47.0")	P	1224*	
Container (80.4" X 61.5")	K	1587	2336
Container (80.4" X 125.0")	L	3175	4762

* This unit load device is not certified for all positions.
Tiedowns are required.
Refer to document D043W320-9EJ1 for details.

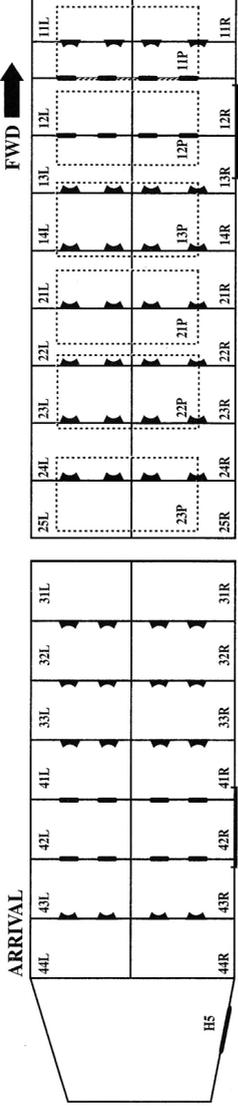
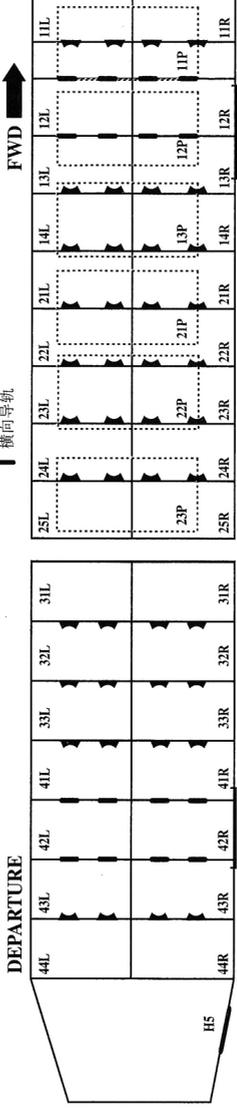
MAXIMUM UNIT LOAD DEVICE LIMITS (KG.) Pallets/Half Pallets			
ULD TYPE/ DIMENSIONS	SIZE CODE	Positions 11P-22P	Positions 23P
Pallet (88.0" X 125.0")	A	4676	5102
Pallet (96.0" X 125.0")	M	5102	6350
Half Pallet (96.0" X 61.5")	N	2449	3719

Tiedowns are required.
Refer to document D043W320-9EJ1 for details.

CLEAR DOOR OPENINGS	
HEIGHT (IN.) X WIDTH (IN.)	AFT BULK
64.0" X 101.9"	64.0" X 67.0"
	44.0" X 33.2"



DF-802

 AIR CHINA	LOADING INSTRUCTION		FLIGHT/DATE	A/C REG	STATION	BOEING 777-200
	CPT 5 MAX 4082 KG	CPT 3 & 4 (COMBINED 22226 KG)	CPT 1 & 2 (COMBINED 30617 KG)			
	CPT 4 MAX 12700 KG ₆		CPT 3 MAX 11112 KG	CPT 2 MAX 17778 KG	CPT 1 MAX 15308 KG	
<p>CODES FOR CPM</p> <p>B BAGGAGE BT BAGGAGE TRANSFER C CARGO D CREW BAGGAGE E EQUIPMENT F FIRST CLASS BAGGAGE L CONTAINER IN LEFT HAND POSITION M MAIL N NO CONTAINER OR PALLET IN POSITION P PALLET PP IGL00 R CONTAINER IN RIGHT S SERVICE T TRANSFER LOAD U UNSERVICEABLE V VIP BAGGAGE W CARGO IN SECURITY CONTROLLED X CONTAINER Y EMPTY CONTAINER OR EMPTY PALLET Z MIXED DESTINATION</p> <p>LOAD</p> <p>0 FULLY LOADED 1 1/4 AVAILABLE 2 1/2 AVAILABLE 3 3/4 AVAILABLE</p>						
<p>ARRIVAL</p>  <p style="text-align: right;">FWD →</p>						
<p>DEPARTURE</p>  <p style="text-align: right;">FWD →</p>						
<p>注：↑ 单面卡锁 ┃ 横向导轨</p>						
<p>SPECIAL INSTRUCTIONS</p> <p>This aircraft has been loaded in accordance with these instructions including the deviations recorded. The containers/ pallets and bulk load have been secured in accordance with company instructions.</p> <p>本飞机已按装载指令单装载完毕。实际装载情况包括记录中的偏差。集装箱、板及散舱的网锁已按公司规定锁牢。</p> <p>LOADING SUPERVISOR OR PERSON RESPONSIBLE FOR LOADING: _____</p> <p>装机负责人或其授权人签字: _____</p> <p>PREPARED BY: _____</p>						



CHINA SOUTHERN
中国南方航空

BOEING 777F

Air Weights in Kilograms (KG)

Station: _____ A/C Reg: _____

Flight: _____ Date: _____

Prepared By: _____

LOAD DISTRIBUTION CHECK

All Weights in Kilograms (KG)

Zone	A		B		C		D		E		F		G		H		J		K		L		M		P		R	
	AR	BR	BL	12L	12R	21L	21R	23L	23R	25L	25R	FL	FR	GL	GR	HL	HR	JL	JR	KL	KR	LL	LR	ML	MR	PL	PR	RL
Main Deck	151-186	0	187-198	0	235-238	0	1-297	0	429	0	1-425	0	1-468	0	1-1056	0	598	0	175-176	0	-1-271	0	1-230	0	171-172	0	151-149	0
	470-783	-2	559-600	-2	687-1144	-2	693-1488	-2	1276-2125	-2	2032-3720	-2	4485-7445	-2	8923-14850	-2	1786-2878	-2	1117-1860	-2	214-1355	-2	626-1041	-2	517-860	-2	449-746	-2
Lower Loads	1097-1609	-4	1303-1874	-4	1903-2060	-4	2094-2878	-4	2077-2926	-4	5209-6996	-4	10417-13392	-4	20653-33484	-4	5358-5637	-4	2665-3348	-4	1599-2440	-4	1459-1875	-4	1500-1893	-4	1545-1642	-4
	2037-2349	-7	2419-2790	-7	2977-3434	-7	3070-4444	-7	5525-5277	-7	9873-11160	-7	1779-6929	-7	4037-5680	-7	7739-8929	-7	4037-5680	-7	2709-2125	-7	2709-2125	-7	2239-2282	-7	1842-1540	-7
Zone Totals	2997-3289	-10	3535-3596	-10	4360-4807	-10	5655-6529	-10	8078-8628	-10	15967-18269	-10	30825-32976	-10	59690-6564	-10	10965-12588	-10	63253-70938	-10	10965-12588	-10	35426-3966	-10	32621-3271	-10	22339-2337	-10
	3907-3916	-12	4279-4650	-12	5296-5725	-12	6946-7440	-12	8778-10588	-12	14137-14850	-12	28104-31106	-12	52523-55525	-12	85879-92881	-12	46379-52881	-12	85879-92881	-12	25924-26014	-12	20646-20656	-12	16464-16983	-12

CHECK ULD / BULK LIMITS

IN TABLES BELOW

MAIN DECK CHECK FOR UNRELEASED LOWER DECK LOADING

MAIN DECK TOTAL	LOWER		CHECK POSITION	
	80 X 125	60 X 125 OR 120 X 140	12P	A.B.C
1105	222	268	12P	A.B.C
1000	308	354	21P	C.D
900	394	440	23P	D
800	480	526	31P	J,K
700	566	612	32P	K
600	652	698	41P	M
500	738	784	42P	M
400	824	870	CHECK POSITION	ULD
300	910	956	11	A.B
200	996	1042	12	A.B
100	1082	1128	13	B
0	1168	1214	14	B.C
	1254	1300	21	C.D
	1340	1386	23	D
	1426	1472	24	D.E
	1512	1558	25	E
	1598	1644	26	E
	1684	1730	31	J,K
	1770	1816	32	J,K
	1856	1902	33	K
	1942	1988	41	K,L
	2028	2074	42	L
	2114	2160	44	M

MAXIMUM ULD LIMITS - MAIN DECK

SIZE (IN)	POSITION			
	A.E	F.H	J.K	R
80 X 125	582	602	682	323
60 X 125	492	512	592	257

* 752 X 63 available with bolsters

BASIC LOWER DECK LIMITS*

SIZE (IN)	WEIGHT	
	225	275
80 X 125	1534	1834
60 X 125	1034	1234
LD120 X 140	534	734
BULK	274	474

* Additional capacity available - see tables to the right.

MAIN DECK MAXIMUM ULD UNWEIGHTED LOAD LIMITS

A.B.C.D.E	LOAD		M.S.P.
	COMPOSITE	OPPOSITE	
1000	418	418	2000
900	332	332	1800
800	246	246	1600
700	160	160	1400
600	74	74	1200
500	-12	-12	1000
400	-98	-98	800
300	-184	-184	600
200	-270	-270	400
100	-356	-356	200
0	-442	-442	0

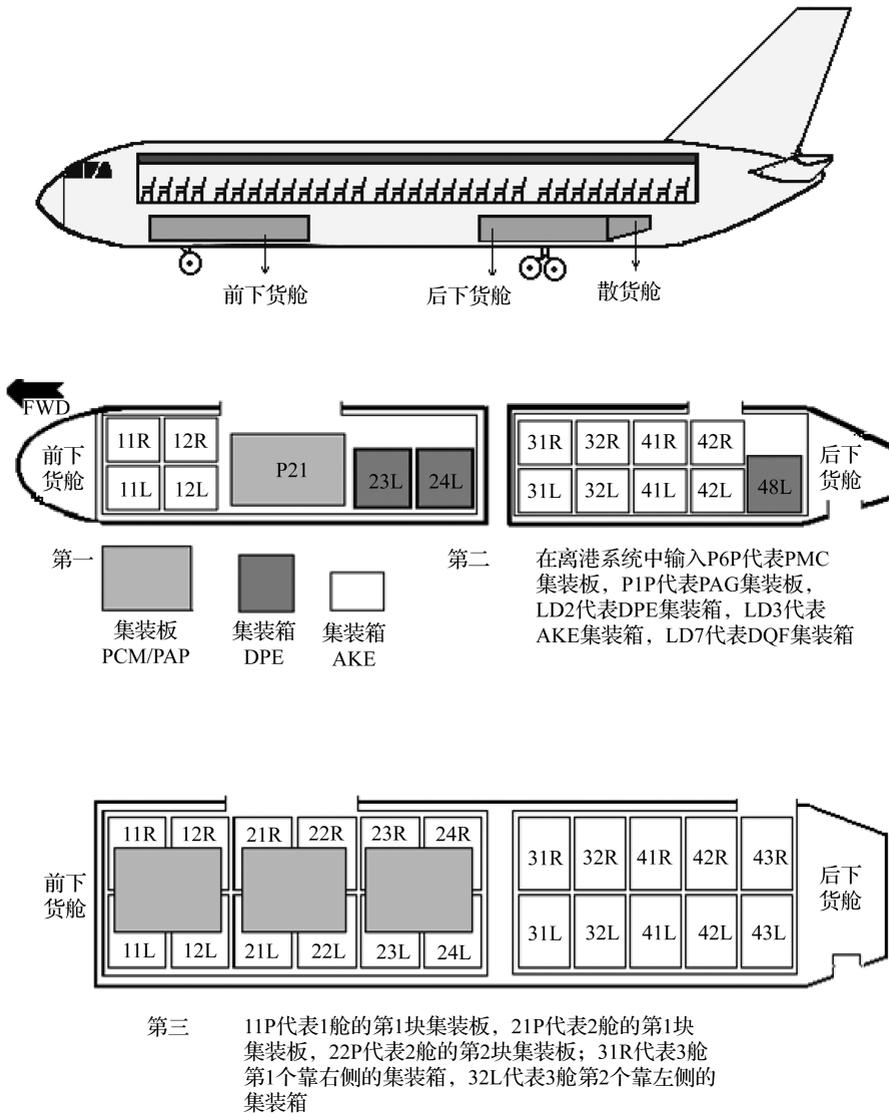
ALLOWED LATERAL TARED WEIGHTS (KG)

W	W	W	W	W
0	70	140	210	280
347761	308615	269469	230323	191177
345481	299969	260823	221677	182531
343201	291323	252177	213031	173885
340921	282677	243531	204385	165239
338641	274031	234885	195739	156593
336361	265385	226239	187093	147947
334081	256739	217593	178447	139301
331801	248093	208947	169801	130655
329521	239447	200301	161155	122009
327241	230801	191655	152509	113363
324961	222155	183009	143863	104717
322681	213509	174363	135217	96071
320401	204863	165717	126571	87425
318121	196217	157071	117925	78779
315841	187571	148425	109279	70133
313561	178925	139779	100633	61487
311281	170279	131133	91987	52841
309001	161633	122487	83341	44195
306721	152987	113841	74695	35549
304441	144341	105195	66049	26903
302161	135695	96549	57403	18257
299881	127049	87903	48757	9611
297601	118403	79257	40111	955
295321	109757	70611	31465	949
293041	101111	61965	22819	893
290761	92465	53319	14173	837
288481	83819	44673	5527	781
286201	75173	36027	-3129	725
283921	66527	27381	-11983	669
281641	57881	18735	-22777	613
279361	49235	10089	-33571	557
277081	40589	2343	-44365	501
274801	31943	-13213	-55159	445
272521	23297	-23907	-65953	389
270241	14651	-34701	-76747	333
267961	6005	-45495	-87541	277
265681	-2651	-56289	-98335	221
263401	-11345	-67083	-109129	165
261121	-22139	-77877	-119923	109
258841	-32933	-88671	-130717	53
256561	-43727	-99465	-141511	-3
254281	-54521	-109999	-152305	-47
252001	-65315	-120593	-163099	-91
249721	-76109	-131187	-173893	-135
247441	-86903	-141781	-184687	-179
245161	-97697	-152375	-195481	-223
242881	-108491	-162969	-206275	-267
240601	-119285	-173563	-217069	-311
238321	-130079	-184157	-227863	-355
236041	-140873	-194751	-238657	-399
233761	-151667	-205345	-249451	-443
231481	-162461	-215939	-260245	-487
229201	-173255	-226533	-271039	-531
226921	-184049	-237127	-281833	-575
224641	-194843	-247721	-292627	-619
222361	-205637	-258315	-303421	-663
220081	-216431	-268909	-314215	-707
217801	-227225	-279503	-325009	-751
215521	-238019	-290097	-335803	-795
213241	-248813	-300691	-346597	-839
210961	-259607	-311285	-357391	-883
208681	-270401	-321879	-368185	-927
206401	-281195	-332473	-378979	-971
204121	-291989	-343067	-389773	-1015
201841	-302783	-353661	-400567	-1059
199561	-313577	-364255	-411361	-1103
197281	-324371	-374849	-422155	-1147
195001	-335165	-385443	-432949	-1191
192721	-345959	-396037	-443743	-1235
190441	-356753	-406631	-454537	-1279
188161	-367547	-417225	-465331	-1323
185881	-378341	-427819	-476125	-1367
183601	-389135	-438413	-486919	-1411
181321	-399929	-449007	-497713	-1455
179041	-410723	-459601	-508507	-1499
176761	-421517	-470195	-519301	-1543
174481	-432311	-480789	-530095	-1587
172201	-443105	-491383	-540889	-1631
169921	-453899	-501977	-551683	-1675
167641	-464693	-512571	-562477	-1719
165361	-475487	-523165	-573271	-1763
163081	-486281	-533759	-584065	-1807
160801	-497075	-544353	-594859	-1851
158521	-507869	-554947	-605653	-1895
156241	-518663	-565541	-616447	-1939
153961	-529457	-576135	-627241	-1983
151681	-540251	-586729	-638035	-2027
149401	-551045	-597323	-648829	-2071
147121	-561839	-607917	-659623	-2115
144841	-572633	-618511	-670417	-2159
142561	-583427	-629105	-681211	-2203
140281	-594221	-639699	-692005	-2247
138001	-605015	-650293	-702799	-2291
135721	-615809	-660887	-713593	-2335
133441	-626603	-671481	-724387	-2379
131161	-637397	-682075	-735181	-2423
128881	-648191	-692669	-745975	-2467
126601	-658985	-703263	-756769	-2511
124321	-669779	-713857	-767563	-2555
122041	-680573	-724451	-778357	-2599
119761	-691367	-735045	-789151	-2643
117481	-702161	-745639	-799945	-2687
115201	-712955	-756233	-810739	-2731
112921	-723749	-766827	-821533	-2775
110641	-734543	-777421	-832327	-2819
108361	-745337	-788015	-843121	-2863
106081	-756131	-798609	-853915	-2907
103801	-766925	-809203	-864709	-2951
101521	-777719	-819797	-875503	-2995
99241	-788513	-830391	-886297	-3039
96961	-799307	-840985	-897091	-3083
94681	-810101	-851579	-907885	-3127



附录3 集装箱飞机装载

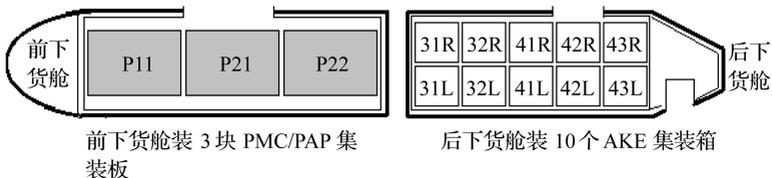
一、标示简介



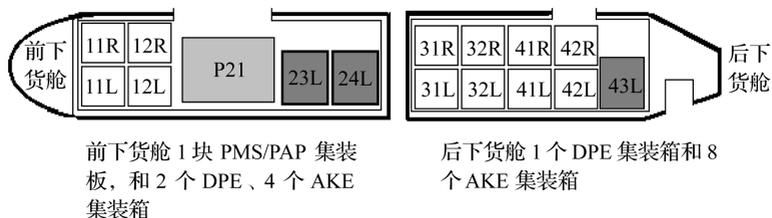
二、部分宽体飞机装载集装器布局简介

1. 波音 767-200

第一种布局



第二种布局

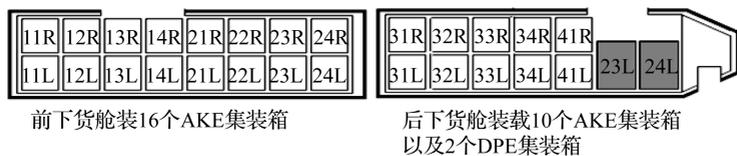


2. 波音 767-300

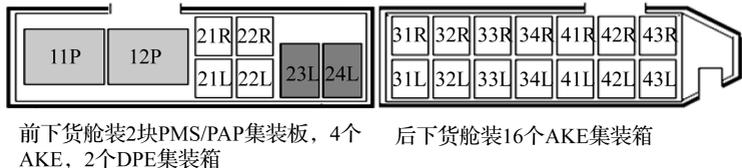
第一种布局



第二种布局



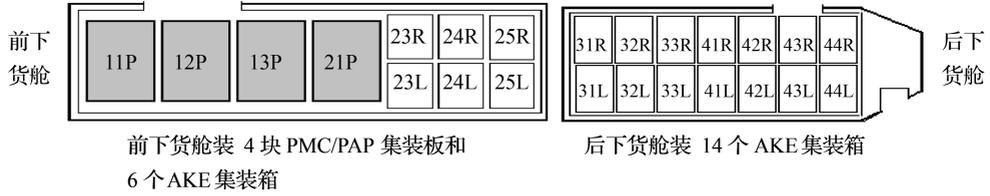
第三种布局



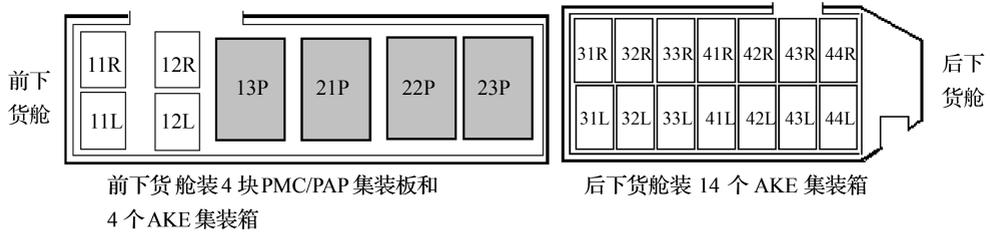


3. 波音 777-200

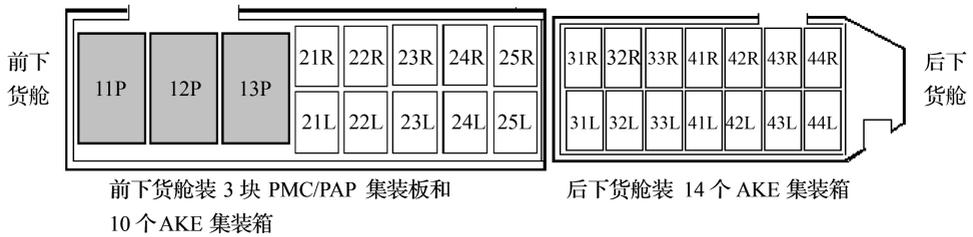
第一种布局



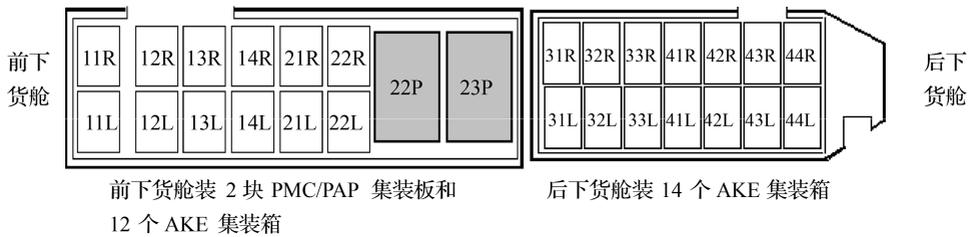
第二种布局



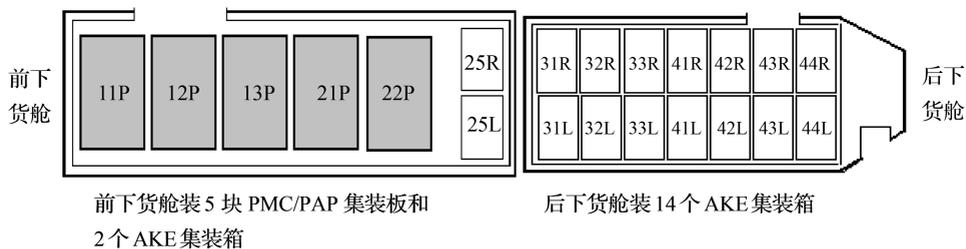
第三种布局



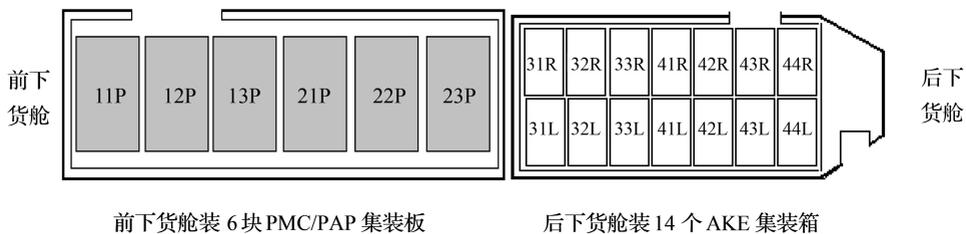
第四种布局



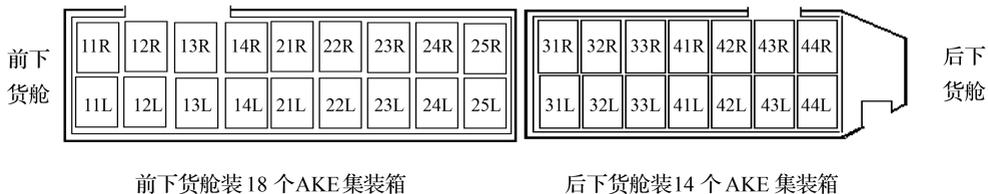
第五种布局



第六种布局



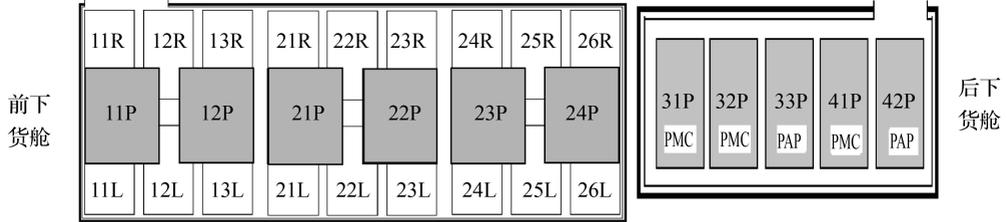
第七种布局





4. A340-300

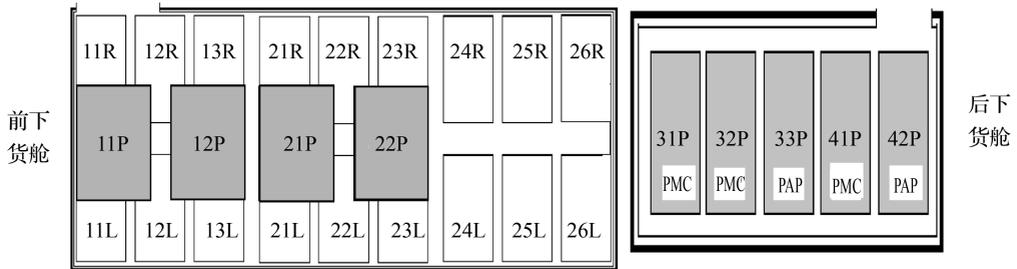
第一种布局



前下货舱装 18 个 AKE 集装箱，或
者 6 块 PMC/PAP 集装箱板

后下货舱装 3 块 PMC 集装箱
和 2 块 PAP 集装箱板（PAP 板
只得在 33P 和 42P 位置）

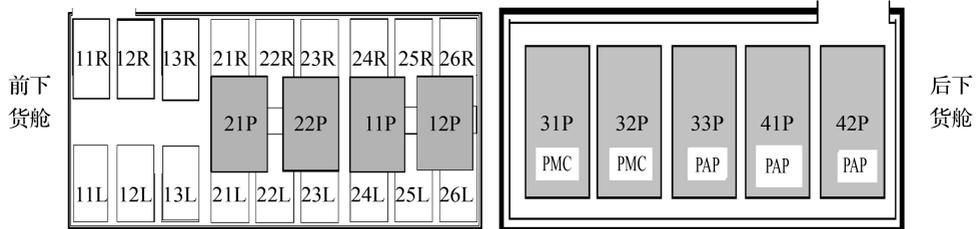
第二种布局



前下货舱装 4 块 PMC/PAP 集装箱和
6 个 AKE 集装箱

后下货舱装 3 块 PMC 集装箱
和 2 块 PAP 集装箱板（PAP 板
只得在 32P 和 33P 位置）

第三种布局



前下货舱装 4 块 PMC/PAP 集装箱和
6 个 AKE 集装箱

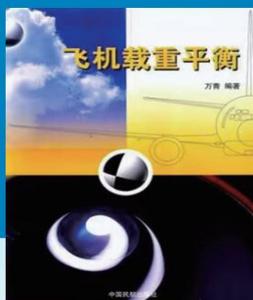
后下货舱装 2 块 PMC 集装箱
和 3 块 PAP 集装箱板（PAP 超过
2 个时装舱位置不受限制）

责任编辑：杨玉芹
责任校对：李 焯
视频编辑：郭 麟
封面设计：李士勇

—— 内 容 简 介 ——

飞机载重平衡是民航运输业务的一个重要环节，所有收运的旅客、货物等，要通过载重平衡工作进行运载的安排。本教材专注于配载员的工作所需要的知识和技能，以零基础的学生为使用对象，对照民航局咨询通告《航空重量与平衡控制规定》（AC-121-FS-135）中对配载员初训和复训的要求，设计和编排了本教材的内容。全书共分八章内容，具体包括飞机基础知识、飞机重量控制、飞机平衡控制、飞机系统、飞机装载、纸质载重平衡舱单填制、计算机配载平衡和配载不正常情况的处理。

本教材针对民航运输服务专业学生和一线业务操作人员进行内容编排，可作为民航配载人员岗前培训教材使用，也可作为航空物流、民航地面服务等专业的教材使用。



本教材第一版获评“中国民航优秀教材奖一等奖”
本教材第二版获评“‘十二五’职业教育国家规划教材”

做民航教材出版的领军者
做民航文化学术的传播者

中国民航出版社教材编辑部
联系电话：010-64294885
E-mail: minhangbook@sina.com



中国民航出版社
微店



中国民航出版社
淘宝店

ISBN 978-7-5128-1262-8



定价：49.00元