



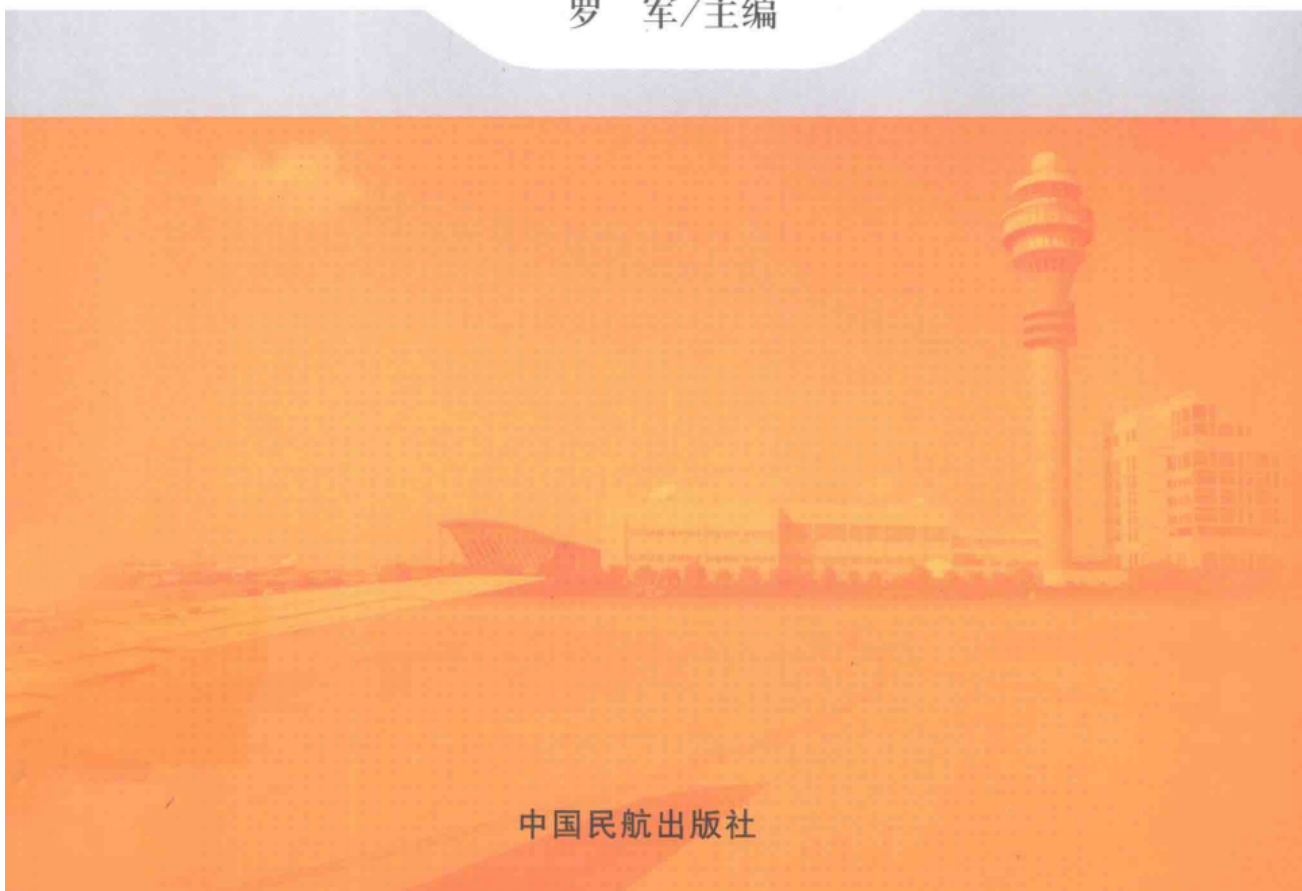
普通高等院校民航特色专业统编教材



机场管制

Aerodrome Control

罗 军/主编



中国民航出版社



普通高等院校民航特色专业统编教材

权威——民航局人事科教司组织编写；

专业——民航院校资深教授联合编撰；

实用——民航一线空管专家参与审定。



机场管制

Aerodrome Control

ISBN 978-7-5128-0090-8



9 787512 800908 >

定价：49.00 元



普通高等院校民航特色专业统编教材

机 场 管 制

Aerodrome Control

罗 军 主编

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机场管制/罗军主编. —北京: 中国民航出版社,
2012. 10
ISBN 978-7-5128-0090-8

I. ①机… II. ①罗… III. ①机场-空中交通管制-
教材 IV. ①V355.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 218091 号

责任编辑: 杜文晔

机场管制

罗 军 主编

出版 中国民航出版社
地址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
排版 北京民智奥本图文设计有限公司
印刷 北京金吉士印刷有限责任公司
发行 中国民航出版社 (010) 64297307 64290477
开本 787 × 1092 1/16
印张 19.5
字数 436 千字
版本 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5128-0090-8
定价 49.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

民航特色专业统编教材编写委员会

主任委员：夏兴华

副主任委员：任英利 杨胜军 潘亿新 梅 亮 殷时军
何鸣寒 朱士新 董健康 陈布科 吴庆宪
马松伟

委 员：钱耿文 赵洪海 熊艳华 汪 虹 杨桢梅
李 宁 苗 旋 王志强 何秋钊 韩松臣
李 梅

民航特色专业统编教材审定委员会

主任委员：任英利

副主任委员：杨胜军

委员：钟德超 王海涛 毛红军 卫东 高岷
李梅 李永 刘远 沈敏 赖志坚
杨虎 庆峰 任仁良 杨新涅 赵廷渝
唐庆如 朱代武 丁松滨 李艳军 隋东

本书编写组成员

主 编：罗 军

主 审：赖志坚 隋 东

参编人员：王同乐 杨昌其 刘继新 钟 涵 汤新民
王剑辉 李桂毅

总 序

当前,我国民航事业呈现快速发展态势,人才需求巨大,人才缺口矛盾突出。为深入实施“科教兴业”和“人才强业”战略,进一步加快民航专业人才培养,提高人才培养质量,努力为推动民航强国建设提供更加强有力的人才保障,在院校教育方面必须十分注重教学基本建设,编写民航统编教材便是其中的一项重要工作。

民航局高度重视统编教材编写工作,为更好地推动这项工作的开展,专门组织成立了民航统编教材编写委员会和审定委员会,拟结合行业人才培养需要和民航特色专业教学特点,有计划、有重点地逐步推出一批专业核心课程教材和实验实践类教材。

系统编写出版民航统编教材在民航教育史上尚属首次,不足之处在所难免。欢迎大家在使用过程中不断提出改进意见,以便使统编教材日臻完善。

民航特色专业统编教材

编写委员会

2012 年 10 月

前 言

《机场管制》是交通运输（空中交通管制）专业学生学习机场管制专业知识的主要教材。该教材涵盖了机场管制专业基础理论知识以及机场管制的程序、方法和标准等内容。本书的编写主要参照了我国民航有关规章以及国际民航组织的相关文件，主要包括：民用航空空中交通管理规则、民用航空空中交通管制培训管理规则、民用航空空中交通管制基础培训大纲以及国际民航组织 Doc4444（第十五版）等文件。

为了便于读者学习，《机场管制》教材编写组在充分研究了“机场管制”课程教学内容的基础上，结合机场管制工作的特点，对本书的内容进行了合理的编排，力求由浅入深，突出重点，逻辑性强，密切联系实际。本书主要包含了六章的内容，绪论部分主要介绍了机场管制的产生和发展，让读者对于机场管制有个大体的认识；第一章对机场管制的运行环境进行了详细的阐述，为更好地学习机场管制的程序与方法作好铺垫；第二章主要讲述了机场管制塔台的职能及管制范围，使读者对于机场管制塔台的主要任务及职责范围有个清楚的了解；第三章主要讲述了机场管制的程序及标准，该部分是本教材的重点内容，涉及机场管制各席位具体的工作程序、管制方法和有关间隔标准。为了便于读者学习，在每一管制环节中都有具体的管制实例，并配备有中英文管制通话；第四章对跑道安全进行了介绍，主要从管制员角度讲述了如何防范跑道侵入等跑道不安全事件的发生；第五章和第六章主要介绍了复杂气象条件下以及特殊情况下机场管制的管制措施，并通过实例介绍了复杂气象条件下以及特殊情况下的管制程序及陆空通话。

本书图文并茂，内容通俗易懂，前后连贯，并在每章后附有复习思考题，方便自学，可作为民航院校交通运输（空中交通管制）专业学生学习“机场管制”的教材，同时，也适合在职空中交通管制人员以及有关的航空运行、飞行保障人员学习和参考。

本书由中国民航飞行学院空管学院空管系主任罗军主编和统稿。绪论、第一章第一节、第二章、第三章第二节至第六节和第四章由中国民航飞行学院空管学院罗军、杨昌其和王剑辉编写；第一章第二节至第五节以及第三章第七节由南京航空航天大学民航学院刘继新、汤新民和李桂毅编写；第三章第一节、第八节、第五章和第六章由中国民航大学空管学院王同乐和钟涵编写。

在本书的编写过程中，承蒙民航局人事科教司、民航局空管局、中国民航飞行学院、学院教务处和空中交通管理学院等部门的领导和专家的大力支持，并提出了很好的建议，民航局空管局、民航华北空管局和民航西南空管局等单位提供了大量的资料和方便，民航西南空管局空中交通管制部部长赖志坚和南京航空航天大学民航学院空管系主任隋东副教授分别对本书进行了审定，民航西南空管局管制中心李山青同志对本书也提出了很好的建议，在此一并表示感谢！

民航空中交通管制的发展十分迅速，内容更新较快，可能会导致部分内容不能及时更新；同时，由于内容涉及范围广，编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，敬请读者批评指正。

《机场管制》编写组

2012 年 9 月

目 录

总序

前言

绪论	1
第一章 机场管制的运行环境	7
第一节 机场的基本概念和结构	7
第二节 机场标识	22
第三节 机场灯光系统及其使用	50
第四节 机场交通信号	68
第五节 机场管制的设施设备	79
第二章 机场管制塔台的职能及其管制范围	92
第一节 机场管制塔台的职能	92
第二节 机场管制塔台的管制范围	99
第三章 机场管制的程序及标准	106
第一节 机场管制运行的一般规定	106
第二节 地面管制	123
第三节 起飞管制	146
第四节 着陆管制	170
第五节 机场起落航线飞行的管制	181
第六节 单跑道多架航空器的机场管制运行	197
第七节 多跑道运行	215
第八节 塔台飞行进程单	227

第四章 跑道安全	238
第一节 跑道安全概述	238
第二节 跑道侵入	242
第五章 复杂气象条件下的机场管制	252
第一节 复杂气象条件下机场管制的一般规定	252
第二节 低云低能见度条件下的机场管制	253
第三节 雷雨条件下的机场管制	257
第四节 冰雪条件下的机场管制	260
第五节 其他复杂气象条件下的机场管制	262
第六章 特殊情况下的机场管制	266
第一节 特殊情况下机场管制的一般运行程序	266
第二节 航空器飞行能力受损情况下的机场管制	271
第三节 陆空通讯联络失效情况下的机场管制	284
第四节 炸弹恐吓及非法干扰情况下的机场管制	286
第五节 迷航或不明航空器	291
第六节 对民用航空器的拦截	293
第七节 其他特殊情况下的机场管制	295
参考文献	300

绪 论

机场是飞机起飞、降落和进行地面活动的主要场所。在许多繁忙机场，每天都有几百甚至上千架次的飞机起飞和降落。飞机在机场的有序运行，对于航空运输的安全和效率至关重要。如何维护飞机在机场运行的程序，并确保运行安全？这就离不开机场管制。

机场管制是一种服务，即机场管制服务（Aerodrome control service）。其主要目的是确保机场内和机场附近的空中交通的安全，并促进空中交通有序和迅速地流通。空中交通管制服务（Air traffic control service）包括机场管制服务、进近管制服务和区域管制服务，其中机场管制服务是最早出现的空中交通管制服务。机场管制服务同机场密不可分，它是在机场出现后而逐步产生，并随着人类航空活动的发展而得到发展和完善。

在飞机诞生之初，飞机的起飞和着陆仅凭一片绿色的草地就可以实现。今天，我们追根寻源，虽然还存有争议，但普遍认为美国马里兰的学院公园机场是“世界最古老的机场”，它是在1909年由威尔伯的建造者建立的。欧洲的第一个机场是1910年在德国出现的，这个机场使用的是一片划定的草地，由几个人管理飞机的起飞和降落，使用简易帐篷来存放飞机。

在机场产生之初，并无所谓机场管制，机场交通都是在无人管制的状况下进行的，机场交通的安全主要是靠机场交通的参与者遵循“观察和避让”的原则来实现的。在当时，一方面，由于科技的限制，无法提供进行机场管制所必须的通讯等设备；另一方面，机场的交通量较低，交通密度小，发生冲突的几率较低，同时，由于航空器飞行速度慢，而且飞行通常是在昼间能见度较好的情况下进行的，当发生冲突时，航空器驾驶员有足够的时间进行观察和避让。

早期的机场与当今的机场大不相同，几乎没有机场规划有真正的跑道。用于航空器起飞、着陆的只是由草皮或煤渣铺垫的一块矩形的场地。在飞越机场上空时，航空器驾驶员首先需要观察风向、当地交通和跑道的情况，然后自行决定着陆方向。在进近和着陆过程中，航空器驾驶员一方面忙于观察其他航空器，判断着陆的优先次序，同时还得操纵自己的航空器尾随其他航空器飞行，合理调整与前面航空器的间隔，以保证在自己的航空器着陆之前，前面的航空器已经降落、刹车减速并脱离跑道。此外，航空器驾驶员还需要不断扫描机场地面活动区域，以判断是否有航空器在准备起飞，以免造成起飞和着陆之间的冲突。为了减少起飞或着陆滑跑距离，航空器通常是逆风起降，在有风的

日子，大部分航空器都是以同一方向起飞或着陆，但在静风的日子，这些航空器驾驶员就随心所欲地选择自己的起降方向，使得机场内的交通较为混乱，安全问题成了越来越令人担心的问题，若不引入空中交通管制来维护安全和秩序，航空事故将在所难免。

最早用于管理航空器在机场进行起飞和降落的方法是通过旗语进行的，具体来说，就是让一名负责该机场空中交通指挥的人员站在一个较为显著的位置，通过使用不同颜色旗帜来与航空器驾驶员进行联络。当挥动绿旗时，表示航空器驾驶员可以按计划进行起飞或降落，当挥动红旗时，航空器驾驶员就必须在原地等待或避让。第一个雇用这种类型的机场交通管理人员的机场是美国密苏里州圣路易斯机场。1929 年，圣路易斯机场雇佣了阿奇·里格（Archie League）作为该机场的交通管理员，他也成为了史上第一个空中交通管制员（如图 1 所示）。在当时，阿奇·里格的管制设备就是一对彩色的旗帜，工作场所只是一辆装有雨伞的独轮手推车和一把沙滩椅。



图 1 第一个空中交通管制员—阿奇·里格（Archie League）

使用旗语来管制机场空域内航空器的起降，虽然可行，但还是有许多明显的缺陷。由于管制员通常站在跑道头来指挥，对于进近着陆的航空器驾驶员来说，很难在空中观察到管制员的位置。对于管制员来说同样存在这样的问题，当指挥多架航空器时，管制员无法了解航空器驾驶员是否准确收到他所发出的指令。当天气不好的时候，这一问题更加突出。

为了改善这些问题，人们用灯光信号枪取代了管制员的彩旗。管制员可以通过使用灯光信号枪这种设备发出一束狭窄的高密度彩光来指向特定的航空器（如图 2 所示）。灯光信号枪配备有瞄准具，可以使管制员准确地将光束瞄准在一个特定的航空器上。这种灯光信号枪还配备了不同颜色的镜片，管制员可以通过调整镜片来改变光的颜色。

当时，管制员可以在一个被称为塔台的四周用玻璃围住的房间内使用灯光信号枪。

早期管制员使用的灯光信号枪的信号类似于彩旗系统。红光指向航空器表明让空中的航空器继续盘旋或地面航空器停止滑行,绿光指向航空器表明飞行中的航空器可以着陆,地面的航空器可以起飞。大多数繁忙的机场都建有管制塔台,并配备了灯光信号枪。管制塔台设置在机场内最高建筑物的顶部,塔台管制员可以全面监视整个机场和周围空域,他们不再需要站在跑道旁,忍受风吹雨打。大多数的管制塔台至今仍使用灯光信号枪,当管制塔台或航空器的无线电通讯失效,或航空器上没有无线电设备时,可以使用灯光信号枪作为通信工具。

尽管灯光信号枪对于空中交通管制彩旗系统来说是一个改进,但仍然存在一些严重的缺陷。当航空器进入机场上空时,驾驶员往往忙于操纵航空器以至于不能持续关注灯光信号枪信号的变化。因此,当驾驶员正在进行别的操作或精力分散时,驾驶员可能无法注意到管制员发送的信号。在恶劣的天气条件下,由于空气中的颗粒灰尘和湿气容易使光束扩散和折射,可能导致无法有效地使用灯光信号枪。此外,灯光信号枪主要用于管制员发指令给驾驶员,而驾驶员没有办法通过灯光信号枪与管制员进行通信,管制员也不能确定驾驶员是否接受或准确地领悟灯光信号枪信号。



图2 灯光信号枪

随着科技的进步,许多现代化的技术应用到了空中交通管制领域。第一个现代化的空中交通管制塔台诞生于美国俄亥俄州的克利夫兰机场,克利夫兰市在老机库顶上建了一个管制塔台,并安装了无线电发射和接收设备。通信发射器是15瓦的无线电设备,允许管制员与航空器驾驶员在一个约15英里的距离范围内进行语音通信。通过使用这种原始的无线电设备,空中交通管制员可以直接和配置适当的航空器驾驶员进行通信。另外,驾驶员可以对这些指令进行回复,并主动与管制员进行通信。该系统允许管制员向配备了无线电设备的航空器驾驶员发出管制指令、天气信息、机场着陆条件等信息。无论昼夜,也不管气象条件好坏,语音通讯能持续进行。

在当时,管制塔台还保留了灯光信号枪,一方面,可以使管制员与没有配备无线电设备的航空器驾驶员进行通信;另一方面,灯光信号枪还作为机场管制塔台或航空器在通讯设备故障的情况下的备份通信工具。通过站在机场最高的建筑物上,管制员可以对机场区域和从进近到着陆区域进行全面的监视,并对即将进场或离场的航空器发出正确的排序指令。此后,各国大多数的繁忙机场都效仿克利夫兰机场建造了配备无线电设备的空中交通管制塔台,如图3所示。

1919年后,随着国际航空运输的发展,航线网遍及欧洲各主要城市,机场开始大量兴建。其后,受到两次世界大战的刺激和推动,机场的建造和运行日趋规范和科学,



图3 美国印第安纳波利斯的斯波特机场塔台

今天我们在机场常见的指示标志和助航设施就在那个时期应时而生。在战争之后，各国投入大量人力物力，纷纷将战时的军事机场改建为方便旅客搭乘飞机的交通港。经过几十年的发展，机场越来越完善，由过去的简易跑道发展到混凝土浇注的跑道系统。今天，机场早已不再只是衔接航线的中转站，它们已经成为一个个或大或小的航空核心枢纽，机场管制塔台更是成为了这些枢纽运转的核心，担负着维护机场交通安全和秩序的重任。图4显示的是美国菲尼克斯天空港机场的塔台。

我国机场管制的发展历程同样与机场的产生和发展密不可分。我国早期第一批机场的兴建，都无一例外地受到了战争的刺激和推动。在抗日战争以前直至20世纪40年代初期，我国空中交通数量较少。1942年4月滇甸战事开始，抗日外援物资要靠飞越驼峰的中印空运。中国航空公司受国民党政府委托，办理中印空运。中印空运的起点为印度东北阿萨姆邦汀江

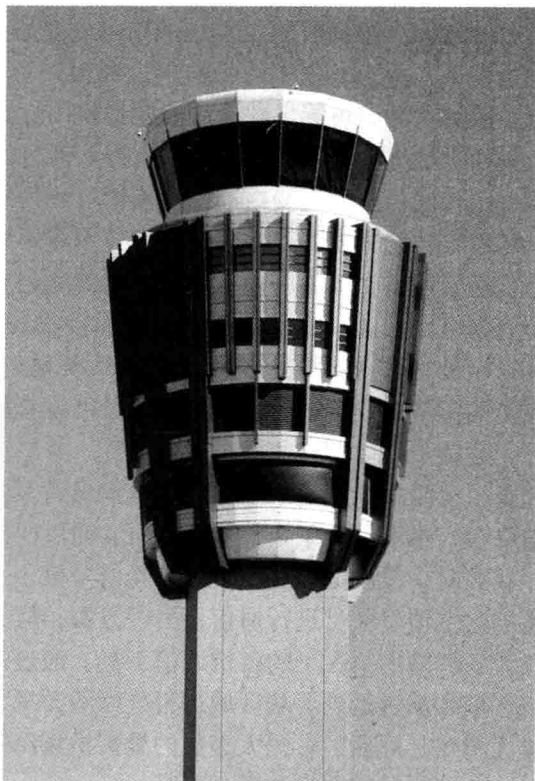


图4 菲尼克斯天空港机场的塔台

机场及其附近约十个机场。中国航空公司于 1942 年 5 月使用汀江机场，开始执行汀江—昆明航线货运飞行，后来在汀江西南 8 nm 处的巴里江（BALIJIANG）建立另一机场，作为基地，并在该机场装设了塔台，利用无线电指挥飞机。在巴里江装设的那个机场塔台便是我国装设的第一座塔台，中国民航的机场管制由此起步。

从新中国的建立到 20 世纪 80 年代，我国的空管设备基本是“一张标图桌、一部电台、一部电话”，采用的是纯“手工”作业方式的程序管制方式来对航空器实施管制指挥。随着飞行流量的增长和飞机性能的不断提高，空中环境日趋复杂，飞行矛盾日渐突出。为改善重点地区“听不见、看不到、连不上”的问题，从 1973 年开始，在周恩来总理等中央领导的直接关怀和决策下，先后从法国等国引进了较先进的空管自动化设备，部署在京沪航路沿线，从而使管制员可以直观地从雷达显示器上看到飞机的航迹，明显提高了空管的管制能力和水平。随着我国民航的发展，机场管制塔台也配备大量先进的空管自动化设备，安全和效率均大幅度提升。以北京首都机场为例，每天的起降架次由 20 世纪 70 年代的 50 多架次提高到现在的 1500 多架次。图 5 显示的是北京首都国际机场的管制塔台。

20 世纪末，在国际民航领域掀起了一场堪称是跨越式的技术革命，其核心就是新航行系统（CNS/ATM）。国际民航组织（ICAO）也经过多年的研究论证，确定将在 21 世纪全球范围内逐步实施新航行系统。新航行系统以新的体制和方式对空中交通管理产生深远影响，它在管理和技术层次方面解决了现行航行系统在未来航空运输中的安全、容量和效率不足问题。新航行系统提出在飞机、空间和地面设施的三个环境中利用由卫星和数字信息提供的先进的通信（C）、导航（N）和监视（S）技术。在新航行系统中，有一种很有影响力的新思想—ADS-B（Automatic Dependent Surveillance-Broadcast），即自动相关监视—广播式，它是未来实行自由飞行的技术基础。ADS-B 技术也为机场场面监视与管理系统的发



图 5 北京首都国际机场管制塔台

对机场管制而言，有计划地更新