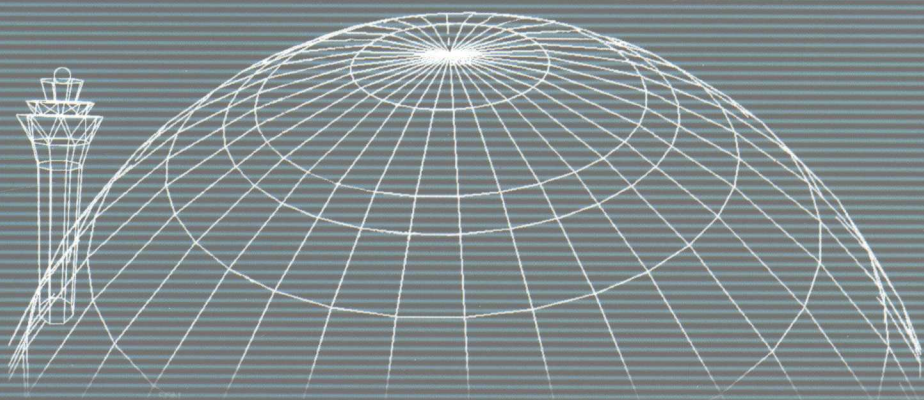
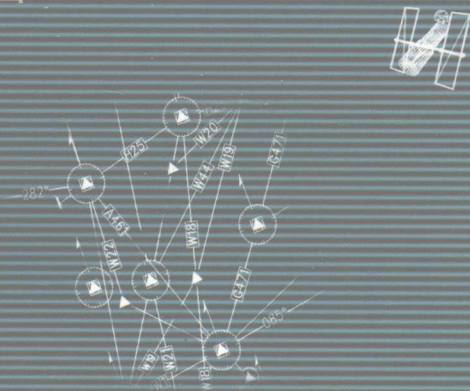
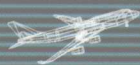




国防科工委「十五」
教材
规划

现代空中交通管理

●张 军 编著



北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

西北工业大学出版社

哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材

现代空中交通管理

张 军 编著

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 西北工业大学出版社
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书是按照北京市高等教育精品教材和国防科工委精品教材的要求编写的。内容包括：国外空管发展现状；空管通信系统；空管导航系统；空管监视系统；空中交通管理及应用；空域管理与流量管理。参考学时为48学时。

本书可作为高等工科院校本科生或研究生教材和有关教师的参考资料，也可作为工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代空中交通管理 / 张军编著. — 北京：北京航空航天大学出版社，2005.9

ISBN 7-81077-682-7

I. 现… II. 张… III. 空中交通管制
IV. V355.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第102386号

现代空中交通管理

张军 编著

责任编辑 李文轶

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083)

发行部电话：(010)82317024 传真：(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn>

E-mail: bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

开本：787×960 1/16

印张：22.5 字数：504千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数：3 000册

ISBN 7-81077-682-7 定价：30.00元

国防科工委“十五”规划教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任：张华祝

副主任：王泽山 陈懋章 屠森林

编委：王 祁 王文生 王泽山 田 蔚 史仪凯

乔少杰 仲顺安 张华祝 张近乐 张耀春

杨志宏 肖锦清 苏秀华 辛玖林 陈光祜

陈国平 陈懋章 庞思勤 武博祎 金鸿章

贺安之 夏人伟 徐德民 聂 宏 贾宝山

郭黎利 屠森林 崔锐捷 黄文良 葛小春



总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就;研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济做出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,生产和传播国防科技新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,



积极探索,锐意改革,大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影 响。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版 200 种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家、学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的 100 多位专家、学者,对经各单位精选的近 550 种教材和专著进行了严格的评审,评选出近 200 种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与技术、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、华北工学院、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入 21 世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业



走新型工业化道路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝

前 言

空中交通管理系统作为国土防空体系的重要组成部分,是国家实施空域管理、保障飞行安全、实现航空高效运输的有序运行、捍卫我国空域权益的核心系统。

随着高科技的发展,飞机自动化程度大幅度提高,空中交通流量不断增长,使各个国家的现行航行系统出现了不同程度地超载或饱和。为此,国际民航组织提出了以卫星技术为基础的全球一体化的通信、导航、监视和空中交通管理系统的概念及其基本实施方案。于1993年公布了《新航行系统全球过渡协调计划》简称为“新航行系统”,使该系统成为其成员国遵照实施的统一大系统。

改革开放以来,我国民用航空运输每年平均以两位数的百分比递增,综合运输能力在全球市场中的地位日益提高,同时,空中交通体系承受着越来越大的压力,迫切需要现代化的空中交通管理系统。

现代空中交通管理系统采用现代卫星、信息、网络和自动化技术,将星基系统与现行陆基系统高度集成,构成天地空一体化的通信、导航、监视、管制系统,为我国民航飞机的全球运营提供服务。它不仅可以有效管理国家空域资源,而且能够带动众多领域发展,有着极大的拓展空间和应用前景。

本教材针对国家空中交通管理领域及其前沿需求,紧密结合国内外空管技术及相关通信、导航、监视技术的发展,以北京航空航天大学交通信息工程及控制的博士点、民航数据通信及新航行系统重点实验室近年取得的相关科研成果为主线,编撰此书。

在内容安排上,打破了传统空中交通管理相关文献中以管制流程和职能划分的格局,以现代空管通信、导航和监视技术的发展以及对空中交通管理技术的推动为主线。结合空管技术的发展和作者的科研成果,重点分析了现代通信、导航、监视与空管的关系,从而,更易于揭示现代空中交通管理变革的核心内容。



本书由张军教授主编。第1章、第3章、第5章(部分)和第6章(部分)由张军教授编写,第2章由朱衍波高工编写,第4章由黄智刚教授编写,第5章(部分)和第7章(部分)由张学军副教授编写,第6章(部分)由朱衍波高工编写,第7章(部分)由罗喜伶博士编写。此外,刘锋副教授、刘凯副教授、王钢博士后、张涛、苑喆、顾明、谭锡荆、谭光、高东岭、李宏、李忠孝、聂姝慧、张玥、任鹏、杜冰、薛瑞、胡宇滢、吴限、蒋乃欣、李建军、杨成雷、邓聪、尹佳、周庆松、黄飞年、王记丰、李渊、王晓琳、邓炜、粟杰、刘伟等研究生也参与了相关内容的编写和审核。

感谢国家空管委办公室、国家自然科学基金委、国家发改委、科技部、教育部、总装备部、国防科工委、中航第一集团、中航第二集团,空军航管部、空军装备部、民航总局、信息产业部空管办公室、北京市教委、空军雷达研究所、民航数据通信公司和北京航空航天大学等单位,对本书编写工作的大力支持。感谢北京航空航天大学张鸣瑞教授、卢伯英教授,民航空管资深专家陈锦燊高工对本书进行了审校。

本教材适用于交通信息工程领域、通信与信息技术领域的本科生、硕(博)士生,以及空管领域的专业人士、管制员、飞行员;也可供从事现代空中交通管理、天地空一体化网络及相关领域的研究人员和空管系统爱好者参考。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,诚恳地希望读者批评指正。

张 军

2005年3月28日

于北航如心楼

目 录

第 1 章 概 论	1
1.1 空中交通管理的发展.....	1
1.2 空中交通管制系统的分类.....	2
1.2.1 机场管制.....	2
1.2.2 进近管制.....	3
1.2.3 区域管制.....	3
1.2.4 程序管制.....	3
1.2.5 雷达管制.....	4
1.3 新航行系统概述.....	4
1.3.1 新航行系统的组成及特点.....	4
1.3.2 通信系统.....	6
1.3.3 导航系统.....	7
1.3.4 监视系统.....	8
1.3.5 空中交通管理系统.....	8
思考题.....	9
第 2 章 国外空管发展现状	10
2.1 典型国家的空管体制.....	10
2.2 空管技术和设施建设.....	15
思考题.....	19
第 3 章 空管通信系统	20
3.1 空管通信的特点.....	20
3.2 空管通信的体制及技术.....	21
3.2.1 空管通信的体制.....	21
3.2.2 空管数据链通信技术.....	24
3.3 空管数据链通信系统.....	28
3.3.1 甚高频数据链系统.....	28
3.3.2 卫星数据链系统.....	74
3.3.3 高频数据链系统.....	80
3.3.4 S 模式二次雷达数据链系统.....	85
3.4 ATN.....	87
3.4.1 ATN 的功能.....	87



3.4.2	ATN 的特点	87
3.4.3	ATN 的组成	88
3.4.4	ATN 的应用	100
3.4.5	ATN 的服务质量	103
3.4.6	我国 ATN 的发展	106
3.5	中国民航甚高频数据链技术的应用与发展	106
3.5.1	甚高频数据链的建设	107
3.5.2	甚高频数据链的应用	110
3.5.3	甚高频数据链的发展	115
3.5.4	CPDLC 应用	117
	思考题	124
第 4 章	空管导航系统	125
4.1	GNSS	125
4.1.1	导航的发展	125
4.1.2	卫星导航和 GNSS 的基本概念	127
4.1.3	典型的卫星导航系统	129
4.1.4	卫星导航在空管应用中的问题	131
4.2	卫星导航中的差分技术	133
4.2.1	差分技术的基本概念及工作原理	134
4.2.2	差分技术应用于飞机进近和着陆	137
4.3	卫星导航中的完好性监测	140
4.3.1	完好性监测的措施及实现	140
4.3.2	欧洲的静地重叠卫星完好性监测方案	144
4.3.3	中国民航 GNSS 完好性监测方案	145
4.4	卫星导航增强系统	152
4.4.1	地基增强系统	152
4.4.2	星基增强系统	154
4.4.3	空基增强系统	155
4.4.4	陆基区域增强系统	155
4.5	GNSS 在空管导航中的应用与发展	156
4.5.1	GNSS 在空管导航中的应用	156
4.5.2	GNSS 在空管导航中的发展	158
	思考题	161
第 5 章	空管监视系统	162
5.1	雷达监视原理	162
5.1.1	雷达原理	162
5.1.2	利用雷达的空中交通管制	166



5.2 自动相关监视系统	171
5.2.1 ADS 系统原理	172
5.2.2 中国民航基于甚高频数据链的 ADS 系统	186
5.3 ADS 与雷达数据融合处理	188
5.3.1 ADS 信息处理	189
5.3.2 航迹处理的卡尔曼滤波算法	190
5.3.3 目标跟踪系统中的状态融合估计	200
5.3.4 民航 ATC 系统中的数据融合	202
5.3.5 ADS-SSR 数据融合模型	202
5.3.6 多 SSR 目标状态融合估计	205
5.3.7 ADS 目标跟踪	206
5.3.8 ADS-SSR 融合算法	207
5.3.9 ADS-SSR 融合数字仿真	208
5.4 广播式自动相关监视系统	210
5.4.1 ADS-B 的定义	210
5.4.2 与其他监视方式的对比	210
5.4.3 ADS-B 技术现状	211
5.4.4 ADS-B 支持的应用	212
5.4.5 ADS-B 可传送信息的类型	212
5.4.6 ADS-B 报告	213
5.4.7 支持 ADS-B 的数据链技术	215
5.4.8 移动自主网技术对 ADS-B 支持的分析	219
5.4.9 ADS-B 支持下的冲突检测技术实现	221
思考题	223
第 6 章 空中交通管理及应用	225
6.1 飞行计划数据处理	225
6.1.1 飞行计划来源	225
6.1.2 飞行计划的基本内容	225
6.1.3 飞行计划的实施过程	226
6.2 雷达数据处理	229
6.3 空中交通管理的综合信息处理	239
6.3.1 空中交通管理的综合信息	239
6.3.2 综合信息处理的各主要子系统	241
6.4 区域管制中心	251
6.4.1 区域管制中心的组成及功能	251
6.4.2 区域管制中心的特点	253
6.4.3 区域管制中心实例——中国民航三大区域管制中心的建设	255



6.5 CNS/ATM 管制工作站系统	257
6.5.1 CNS/ATM 工作站的需求	258
6.5.2 CNS/ATM 工作站的组成	258
6.5.3 CNS/ATM 工作站的运行环境	260
6.5.4 ADS 在 CNS/ATM 工作站中的应用	261
6.5.5 CPDLC	264
6.5.6 CNS/ATM 工作站中的其他功能模块	267
思考题	268
第 7 章 空域规划管理与流量管理	269
7.1 空域规划管理	269
7.1.1 空域规划管理的基本概念	269
7.1.2 空域容量	277
7.1.3 空域容量的优化方法概述	290
7.1.4 空域规划管理的发展趋势	290
7.2 空中交通流量管理	292
7.2.1 流量管理系统的组织和功能	295
7.2.2 各国空中交通流量管理系统的发展	300
7.2.3 流量管理问题	302
7.2.4 地面等待策略	305
7.3 地面等待策略问题的模型及算法	306
7.3.1 降落容量受限的 GHPP 模型分析	306
7.3.2 降落容量受限的 GHPP 模型回溯算法	310
7.3.3 起降容量相互影响的 GHPP 模型分析	311
7.4 空中交通流量管理系统实例	319
7.4.1 国外流量管理系统	319
7.4.2 中国的空中交通流量管理系统的建设	325
思考题	333
附 录 英文缩略语中文释义表	334
参考文献	339



第 1 章 概 论

1.1 空中交通管理的发展

在航空活动开展的初期,由于飞机数量和飞行次数都很少,人们尚未建立空中交通管理的概念;随着商业飞行的开展,航空运输涉及的范围越来越广,为了安全和高效起见,要求飞行活动能按照一定的规则来组织进行,这就是空中交通管理。

第 1 阶段是在 20 世纪 30 年代以前,当时飞机的飞行距离最多只有几百千米,而且只能在白天天气好的情况下飞行,因此只需按照目视的原则制定了目视飞行规则。在飞行密度大且繁忙的机场,由一个管理人员进行管理,以确保空中交通的安全有序运行。当时的管制员只是用红旗和绿旗来控制飞机的起飞和降落,但由于这种方式受天气和黑夜的影响,所以很快就由信号灯取代了旗子,处于机场最高位置的塔台也随后建立起来。

第 2 阶段是 1934~1945 年期间,在 1934 年前后,诞生了载客量在 20 人以上、飞行速度达到 300 km/h 的飞机,机身和机场都装备了无线电通信和导航设备,管制员通过无线电和驾驶员相互通话,可使驾驶人员在看不到地面的情况下也能确定飞机的位置和姿态,从而增加了飞行的安全性。但是,由于更加频繁的飞行活动,目视飞行规则已经难以满足需要;因此,各航空发达国家纷纷成立了空中交通主管机构,制定了使用仪表进行安全飞行的规则,并建立起全国规模的航路网和相应的航站、塔台、管制中心或航路交通管制中心。这些管制中心的任务就是接收各航站发来的飞行计划,再根据驾驶员的位置报告将其填写在飞行进程单上,然后确定飞机间的相互位置关系,发布指令,实施管理,这种管制方法通常称为程序管制。以程序管制为核心的空中交通管制(ATC)在这一时期形成。

第 3 阶段出现在 1945 年至 20 世纪 80 年代,二次世界大战带来了航空技术的飞跃性进步,随着飞机航程的加长,载客量的大幅增长,以及速度的增加,迫切需要一个组织能把全世界的航空法规国际标准化。于是,1945 年成立了国际民航组织(ICAO)。这个时期空中交通管理有两个重要的进展:一个是在 20 世纪 50 年代中期,开始把战时发展起来的雷达技术应用于空中交通管制领域,随后出现了二次雷达系统,可以在管制员屏幕上显示出飞机的位置、呼号、高度、速度等参数,再加上陆空通话系统的发展,促使重要的地区用雷达管制取代了传统的程序管制。随着雷达覆盖面的不断扩大,目前雷达管制已经成为空管的一个重要手段;但是雷达费用较高,因此在海洋上空和陆地上的一些偏远地区和不发达国家,程序管制仍是空中交通管制的主要手段。另一个大的发展是仪表着陆系统(ILS)的出现,ILS 系统使用无线电信号引导



飞机在能见度很低的情况下着陆,有力的保障了航班的准点率和提高了飞行的安全性,同时也使航空运输进一步摆脱了天气的限制。

第4阶段从20世纪80年代后期开始,这一时期的主要进展是电子技术的飞速发展、计算机在机载设备和空管地面设施上的广泛应用以及卫星系统在空管中的应用。由于航路流量越来越大,造成机场和航路的拥挤,所以要充分利用航路,就要求实时地对整个的航路网和航行的大系统进行管理。卫星通信和定位技术的成熟,使得驾驶员、管制员和各种有关单位、决策机构可以实时地了解飞机的准确位置并进行通信,因而在大范围对空中交通进行管理有了实现的可能。在80年代提出了空中交通管理(ATM)的概念,以取代空中交通管制。空中交通管制的目的只保证一次航班从起飞机场经航路到达目的地机场的间隔和安全,而空中交通管理则着眼于整个航路网的空中交通的通畅、安全和有效运行。因此空中交通管制仅为空中交通管理的一个重要组成部分。卫星和计算机网络技术在空管系统的应用,使整个空管系统和正在飞行的飞机组成一个可以实时处理的自动信息交换系统,因而可以在大范围内使空中交通按照总体的调度和安排顺利进行。从1985年开始,ICAO根据新技术的发展,组织了对未来航行系统(FANS)的研究和规划,标志着空中交通管理进入了一个新的发展阶段。

1.2 空中交通管制系统的分类

空中交通管制的主要任务是对飞机从起飞到着陆的全过程进行管理和控制;防止飞机与飞机、飞机与地面障碍物相撞,确保飞行安全;维护空中交通秩序,提高飞行时间和空间的利用率。按照管制范围的不同,可将空中交通管制系统分为3部分,即区域管制、进近管制和机场管制;按照管制手段的不同,又可将空中交通管制系统分为程序管制和雷达管制。

在机场范围内起落航线上为飞行提供的管制服务称为机场管制,由机场管制塔台提供服务。这个区域主要使用目视飞行规则,管制的对象多是目视可见的飞机。对按照仪表飞行规则在仪表气象条件下起飞或降落的飞行所提供的服务称为进近管制,由进近管制室或终端控制中心提供该服务。航空器进入航路后,其空中交通管制服务由区域管制中心提供。

在雷达被引入空中交通管制之前,管制主要是通过按照规定的程序通过无线电通信来完成的,因此称之为程序管制。在引入雷达后,管制员的感知能力和范围都有了提高,并能及时精确地识别飞机位置,虽然在间隔距离上、情报的传递上有了很大的改进,但是在基本程序上并没有太大的变化,因此程序管制是整个空中交通管制的基础。

1.2.1 机场管制

机场管制服务由机场管制塔台提供,管制员也称为塔台管制员。他们主要靠目视来管理飞机在机场上空和地面的运动。近年来,机场地面监视雷达的使用使管制员的工作质量和效率有很大提高。



机场管制服务的范围包括:航空器在机场管制区的空中飞行;航空器的起飞和降落;航空器在机坪上的运动。防止航空器与地面车辆、地面障碍物或其他航空器发生碰撞。较大的机场塔台通常把任务分为两部分,分别由机场地面交通管制员和空中交通管制员负责。

机场地面交通管制员负责管制跑道之外的机场地面(包括滑行道和机坪)上所有航空器的运动。在繁忙机场的机坪上可能同时有几架飞机在运动,此外还有各种车辆、行人的移动,地面交通管制员负责给出飞机发动机启动许可、进入滑行道许可。对于到达的飞机,当飞机滑出跑道进入滑行道后,由地面管制员安排飞机运行至停机坪。

机场空中交通管制员的责任包括对飞机进入跑道后的运动以及按照目视飞行规则在机场控制的起落航线上的飞行实施交通管制。其任务是给出起飞或着陆的许可,引导在起落航线上准备起飞或者着陆的飞机,并且安排飞机的起降顺序,安排合理的飞机放行间隔,以保证飞行安全。

1.2.2 进近管制

进近管制是针对按仪表飞行规则起飞和着陆的航空器所实施的管制,主要负责飞机的离场进入航线和进近着陆。进近管制是塔台管制和航路管制的中间环节,这个阶段是事故的多发区,因此,进近管制必须做好与塔台管制和航路管制的衔接,必要时还要分担他们的部分工作。进近管制向航空器提供进近管制服务、飞行情报服务和防撞告警。由于进近管制的对象是按仪表飞行规则飞行的飞机,因此进近管制是依靠无线电通信和雷达设备来监控飞机的。进近管制的范围称为进近控制区,它下接机场管制区,上接航路管制区。由于交接的需要,这几个区域之间有重叠的部分,进近管制的范围大约在机场 90 km 半径之内,高度为 5 000 m 以下。

1.2.3 区域管制

飞行在航路上的航空器由区域管制中心负责提供空中交通管制服务,每一个区域管制中心负责一定区域上空航路、航线网的空中交通管理。区域管制所提供的服务主要是针对飞行高度 6000m 以上的在大范围内运行的航空器。

区域管制员的任务是根据飞机的飞行计划,批准飞机在其管制区内的飞行,保证飞行的间隔,然后把飞机移交到相邻空域,或把到达目的地的飞机移交给进近管制。在繁忙的空域,区域管制中心把空域分成几个扇面,每个扇面只负责特定部分空域或特定的几条航路上的管制。区域管制员依靠空地通信、地面通信和远程雷达设备来确定飞机的位置,按照规定的程序调度飞机,保持飞行的间隔和顺序。

1.2.4 程序管制

程序管制方式对设备的要求较低,不需要相应监视设备的支持,其主要的设备是地空通话



设备。管制员通过飞行员的位置报告分析、了解飞机间的位置关系,推断空中交通状况及变化趋势,向飞机发布放行许可,指挥飞机飞行。

航空器起飞前,机长必须将飞行计划呈交给报告室,经批准后方可实施。飞行计划内容包括飞行航路(航线)、使用的导航台、预计飞越各点的时间、携带油量和备降机场等。空中交通管制员将批准的飞行计划的内容填写在飞行进程单内。当空中交通管制员收到航空器机长报告的位置和有关资料后,立即同飞行进程单的内容进行比较,当发现航空器之间小于规定垂直、纵向和侧向间隔时,立即采取措施调配间隔。这种方法速度慢、精确度差,为了保证安全,需要对空中飞行设置很多限制条件,例如,当机型相同的两架飞机处于同航路、同高度时,它们之间需要 10 min 的飞行时间间隔。这就造成在划定的空域内所能容纳的航空器较少。这种方法是我国民航管制工作在以往很长一段时间使用的主要方法。

当雷达失效时,该方法也在雷达管制区内使用。但随着民用航空事业的迅速发展,飞行量的不断增长,中国民航加强了雷达、通信、导航设施的建设,并协同有关部门逐步改革管制体制,在主要航路、区域已实行先进的雷达管制。

1.2.5 雷达管制

雷达管制员根据雷达显示,可以了解本管制空域雷达波覆盖范围内所有航空器的精确位置,因此能够大大减小航空器之间的间隔,使管制工作变得主动,管制人员由被动指挥转变为主动指挥,提高了空中交通管制的安全性、有序性、高效性。

目前在民航管制中使用的雷达种类为一次监视雷达和二次监视雷达。一次监视雷达发射的一小部分无线电脉冲被目标反射回来,并由该雷达收回加以处理和显示,在显示器上只显示一个亮点而无其他数据。二次监视雷达由地面询问机和机载应答机配合而成,采用的是问答方式。地面二次雷达发射机发射 1 030 MHz 的询问脉冲信号,向机载设备发出询问;机载应答机在接收到有效询问信号后,产生相应的频率为 1 090 MHz 的应答信号向地面发射。地面二次雷达接收机接收到应答机信号,经过计算机系统处理后获得所需的各种信息,并在显示器上显示出标牌、航班号、高度和运行轨迹以及一些其他的特殊编号。

1.3 新航行系统概述

1.3.1 新航行系统的组成及特点

基于对未来商务交通量增长和应用需求的预测,为解决现行航行系统在未来航空运输中的安全、容量和效率不足等问题,ICAO 于 1983 年提出在飞机、空间和地面设施三个环境中,应用由卫星和数字信息提供的先进的通信(Communication)、导航(Navigation)和监视(Surveillance)技术,即 CNS 技术。由于当时有些系统设备仍在研制中,尚不具备所需运行的条