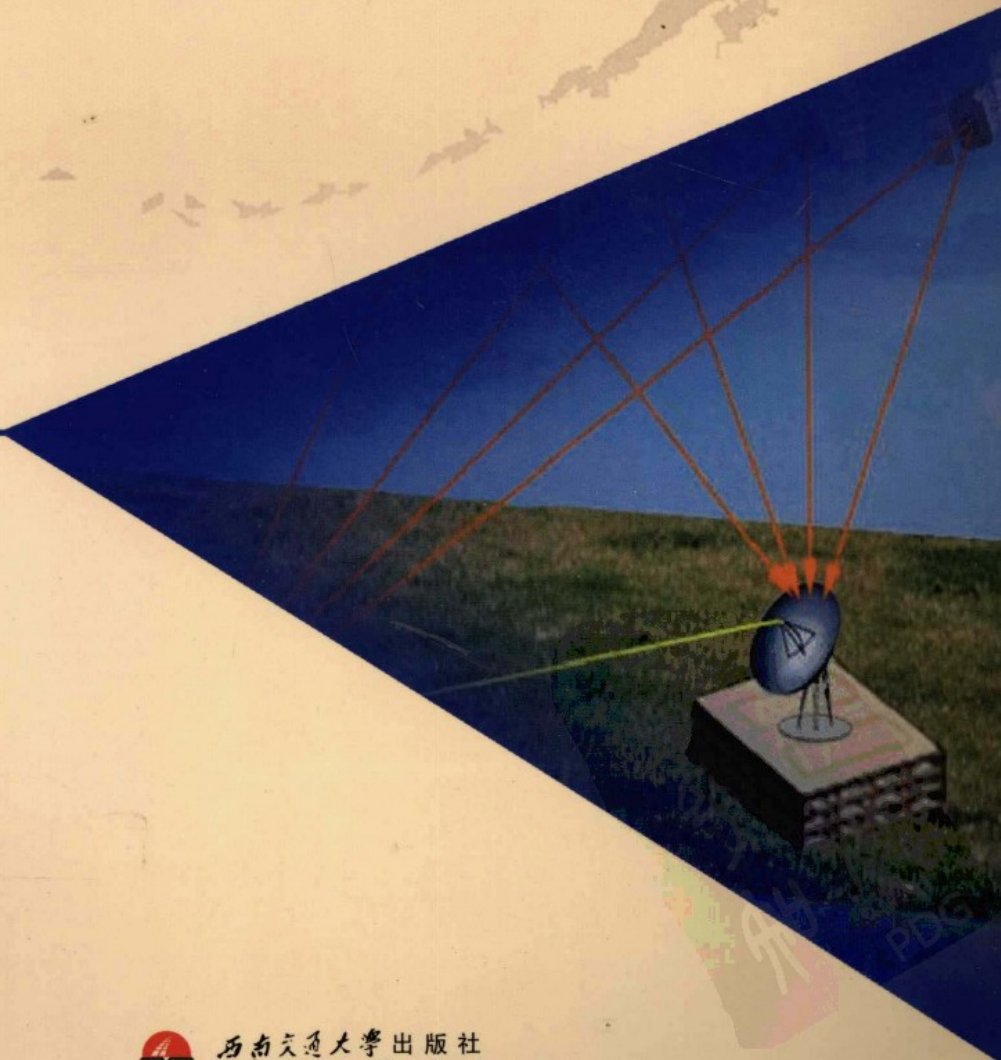


主 编 © 魏光兴

飞行技术与空中交通管理系列教材

TONGXIN DAOHANG JIANSHI SHESHI

通信 导航 监视设施



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

◎责任编辑 / 刘莉东

◎封面设计 / 朱开文

飞行技术与空中交通管理系列教材

通信 导航 监视设施



ISBN 7-81057-839-1



9 787810 578394 >

ISBN 7-81057-839-1/V·020

定价: 24.20元

飞行技术与空中交通管理系列教材

通信 导航 监视设施

主 编 魏光兴
主 审 张 焕

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 提 要

本书详细介绍了民航当前采用的通信系统、导航系统、监视系统的种类、功能及工作原理。同时也对卫星通信、卫星导航和 ADS 监视的理论及技术进行了详细阐述。

本书为空中交通管理专业、航行情报专业、飞行签派专业的专用教材,也可供航空爱好者、民航管理及飞行保障部门(通信导航雷达部门)的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信、导航、监视设施 / 魏光兴主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2004.6
ISBN 7-81057-839-1

I. 通... II. 魏... III. ①民用航空-通信系统
②民用航空-航空导航③民用航空-监测系统
IV. V24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 010864 号

通信 导航 监视设施

主编 魏光兴
主审 张 焕

*

责任编辑 刘莉东
封面设计 朱开文

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>
E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

西南交通大学印刷厂印刷

*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 13.625

字数: 329 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-839-1/V · 020

定价: 24.20 元

图书如有印装问题,本社负责退换
版权所有,盗版必究,举报电话:(028) 87600562

前 言

通信、导航、监视系统是民航生产实践中的重要保障系统，它是保证飞行正常、安全的重要手段。随着新航行系统的逐步实施，新技术得到了广泛应用；航空管理及运行手段的变革正在进行，程序化、制度化、科学化、自动化的航行系统正在形成；服务系统在航空中的地位越来越举足轻重，它的发展和进步必将给民航带来巨大而深远的影响。

《通信、导航、监视设施》是专门研讨民航当前及未来发展所采用的通信、导航、监视系统的教材，是空中交通管理、飞行签派及航行情报服务等交通运输专业的一门专业基础课。

本教材详细介绍了民航当前采用的通信系统、导航系统、监视系统的种类、功能及各系统的工作原理。同时，由于卫星技术的发展，新航行系统的逐步应用，对卫星通信、卫星导航和 ADS 监视的理论及技术也进行了详细阐述。

本教材于 1997 年开始使用，先后在交通运输专业、大改航、大改情、大改签专业试用。试用期间，广泛征求了教师和部分学生的意见，同时在教材的实用性方面，还征求了民航生产一线的专家和技术人员的意见，并详细分析了教材的反馈信息。在此基础上，重新搜集和消化了大量资料，重新研讨了该学科的知识体系和学科教学特点，对教材进行了大幅度的修订改编，并针对航空设备和地面保障系统的发展，删除了大量陈旧的内容，增加了许多新知识、新技术，使教材的内容、结构、体系更加完善，更加符合民航发展实际和发展要求。

本书共分为五章。第一章主要介绍了民航通讯、导航、监视系统，新航行系统及对民航发展的影响；第二章主要讲述了无线电信号的产生、传播和接收；第三章主要介绍了民航平面通信网络和地空通信系统、卫星通信系统，介绍了主要的数据通信网（X.25 分组交换网、帧中继 FR 网、数字数据网 DDN、异步传输模式 ATM）和中国民航数据通信系统；第四章主要讲述了民航近程导航系统和远程导航系统，包括 NDB、VOR、DME 及 ILS 系统，惯导 IRS 和卫星导航 GPS 系统，讨论了系统的工作原理和系统的性能；第五章主要介绍了民航的监视系统，包括雷达原理、一次雷达工作原理及性能参数，A/C 模式二次雷达和 S 模式二次雷达的工作原理及性能参数，自动相关监视 ADS 系统以及机载监视设备（TCAS、GPWS、EGPWS 和风切变探测系统）。

本书由中国民航飞行学院魏光兴等同志编写，其中，第一章由魏光兴编写，第二章由江波编写，第三章由张光明编写，第四章由方学东、魏光兴编写，第五章由程擎、魏光兴编写。全书由魏光兴统稿主编，张焕对全书进行了审阅。

本书在编写过程中，得到了民航西南管理局通导处、通信总站，中国民航飞行学院教务处，中国民航飞行学院空管学院，中国民航飞行学院空管中心及领航教研室的大力

支持，得到了朱代武、何秋钊、张焕的热心帮助，他们提出了不少宝贵意见，在此一并表示衷心感谢。

本书为民航交通运输专业及成人理论培训教材，由于编者资料占有不全、水平有限，书中错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 1 月于中国民航飞行学院

目 录

1 绪 论

1.1 空中交通服务系统的结构及服务区域	1
1.2 新航行系统	3
复习思考题	9

2 无线电信号基础

2.1 无线电信号的产生	10
2.2 无线电信号的传播	23
2.3 无线电信号的接收	31
复习思考题	36

3 民航通信系统

3.1 概 论	37
3.2 高频短波通信系统	44
3.3 甚高频通信系统	49
3.4 卫星通信系统	58
3.5 平面数据通信网	73
复习思考题	83

4 民航导航系统

4.1 近程导航系统	85
4.2 远程导航系统	105
4.3 导航系统显示及执行装置	130
复习思考题	139

5 民航监视系统

5.1 民航监视系统概述	141
5.2 雷达概述	143
5.3 民航一次雷达	157
5.4 精密进近雷达	158
5.5 民航二次雷达	164
5.6 自动相关监视系统	187
5.7 机载监视设备	195
复习思考题	210

参考文献	212
------------	-----



绪 论

民用航空的发展是国民经济发展的重要组成部分之一，而空管系统建设的好坏，直接关系到民用航空的安全、正常和效率。为了适应我国民航运输业快速增长的需求，一定要使空管系统的发展、建设与航空运输的发展速度相协调。对于空管系统而言，一定要提高保证飞行安全、加强空中交通流量和空中交通管理的能力；提供优质和完善的空中交通管制服务。为此，需提高空中交通管理及通信、导航、监视、气象和航行情报服务的综合保障能力。另外，空管建设应结合我国国情和现行系统结构，结合新航行系统特点和发展规划，积极采用新技术，加快空管系统的现代化进程，为新航行系统的实施，打好基础，作好准备。《通信、导航、监视设施》课程是空管、签派、情报人员很重要的一门专业基础课，本书重点介绍了民航当前及发展中的通信、导航、监视系统的种类和作用原理，以便为以后的工作奠定良好的基础。

1.1 空中交通服务系统的结构及服务区域

1.1.1 空中交通服务系统的结构

民航空管服务系统由空中交通管理系统、通信系统、导航系统、监视系统以及气象系统、航行情报系统和其他支持系统等组成。

空中交通管理系统由空中交通服务系统、空域管理系统、流量管理系统组成。

通信系统分为两类。一类是平面通信系统，它包括机场总机、机场平面移动通信、电报网、雷达数据传输网、卫星传输网、自动情报网、分组交换网和管制移交通信等；另一类是地空通信系统，它包括高频（HF）话音系统、甚高频（VHF）话音系统、甚高频数据链、S 模式数据链及卫星数据链等。

根据空域划分结构的变化、飞行流量的增长和保证飞行安全的要求，我国民航要重点加强通信基础建设，基本实现地空通信甚高频话音/数据覆盖和建成具有较强能力及较高可靠性的民航专用地面通信网络，为我国民航逐步实现新航行系统（CNS/ATM）中的全球航空电信网（ATN）打下基础。

导航系统分为终端区域导航系统和航路导航系统两类。终端区域导航系统包括无方向性信标台（NDB）、甚高频全向信标台/测距仪（VOR/DME）及仪表着陆系统（ILS）等；而航路导航系统又分为近程导航系统和远程导航系统两种。

监视系统包括终端区域监视系统和航路监视系统。终端区域监视靠一次和二次雷达监

视；而航路监视不仅依靠雷达监视，同时还采用自动相关监视。

气象系统包括气象数据信息系统、航路气象服务系统及终端区域气象系统三类。

航行情报系统分为情报信息数据系统、航路信息服务系统及终端区域信息服务系统三类。

1.1.2 空中交通服务系统的服务区域

我国空中交通的分布是东重西轻。哈尔滨、呼和浩特、西安、成都、昆明以东地区为我国的飞行繁忙地区。其中北京、武汉、广州以东地区占我国飞行总量的一半以上，而北京、长江三角洲、珠江三角洲地区又是我国飞行活动的密集区。随着上述地区飞行流量的不断增长，对空管系统必将提出更高的安全和加速流量的新要求，以雷达管制代替程序管制正在进行当中。而西部地区的飞行主要集中于国际航路和国内干线，程序管制仍将作为主要管制手段，但要逐步引入自动相关监视系统，广泛采用卫星导航和 ADS 监视方式，以辅助程序管制工作。

民航空管系统分为总局空管局、地区空管局、航站空管部门等机构。有 8 个飞行情报区，27 个高空管制区，28 个中、低空管制区，1 个终端区及 140 多个机场塔台管制区。

1.1.3 现行航行系统的状况及存在的弊端

对于当前的航行系统，其通信（C）、导航（N）和监视（S）系统随各地的实际情况各有不同。地空通信主要采用 HF 话音通信、VHF 话音和低速数据链通信；HF 话音通信主要用在边远陆地区域，地面与飞机之间的通信；VHF 话音通信主要用在地面与飞机、飞机与飞机之间的通信，在交通高密集区域和主要航路使用比较广泛。在导航方面，航路导航设备主要有 NDB、VOR/DME、INS/IRS（惯性导航系统/惯性基准系统）、GPS（全球卫星导航系统）等；终端区域主要采用 ILS 作精密进近，也用 VOR/DME、NDB 作非精密进近。监视系统主要采用雷达监视，其中有一次雷达和二次雷达；另外，通过话音报告位置的人工相关监视也在某些区域使用。

目前中国民航的空中交通管制服务系统取得了很大的进步，到 2000 年底，服务设施有：雷达方面 拥有 50 套空管雷达、39 套管制中心设施及 41 套塔台管制设施。

导航方面 拥有用于机场和航路导航的配套 VOR/DME 设备 176 套、NDB 设备 400 余套、装备了 ILS 的设备 143 套。

通信方面 建成了覆盖全国 140 个机场的以卫星通信网（VSAT）和数字数据网（DDN）为基本传输层，以帧中继层的平面通信网络；建成了 210 个甚高频通信站，实现了东部地区 6 600 m 以上区域的甚高频覆盖。同时，建成了为保证飞行安全和民航安全生产的通信网络。

航行情报方面 建成了包括 1 个主中心、7 个分中心、22 个远端接点在内的航行情报自动化服务网络。

气象方面 建成了包括 1 个主中心、6 个分中心、53 个远端接收终端设施在内的气象数据库和分布于全国 121 个机场的 72 部气象雷达、98 套卫星云图接收设备的气象预报系统。

新航行系统方面 建成了基于 ADS 技术的跨欧亚航路和分布于全国主要航路的网络，完成了卫星导航航路检测系统、卫星导航精密进近系统、航空卫星移动通信系统项目的试验。

空中交通管制保障能力方面 在我国飞行最繁忙的北京、上海、广州大三角航路上,已经实现了从 150 km 的飞行间隔,缩短到在雷达监控下的 75 km 间隔。在北京、珠海地区,实现了雷达管制,航路飞行间隔缩小为 5 n mile、终端区缩小为 3 n mile,有效地提高了飞行流量。

随着飞行流量的日益增加,当前的通信、导航和监视系统,越来越不能适应民航发展的需要,它们在多个方面都制约着民航的发展。存在的主要缺点是:

① 精度低,可靠性差。

② 很难以统一方式运作。

③ 通信采用话音而缺少空地数字数据交换系统,主要表现为:速度慢,易出错,业务种类受限制。

速度慢 利用话音传送 200 个字符约需 30~40 s,占用信道时间比较长。目前空中交通繁忙地区,VHF 频率资源已显得紧张,话音通信限制了 VHF 频率资源利用率的提高。

易出错 话音通信主要在机组人员、管制员及航务管理人员之间进行,长时间的飞行和讲话都易使人疲劳,加上各国、各地语言口音不一致,可能产生听不懂、听不清或说错、抄错的情况。

业务种类受限制 某些计算机数据不便由人口述,飞机上所利用的地面数据库信息,也不便由话音通信来实现。

④ 现行的通信导航监视(CNS)很难适应飞机架次及流量的增加。

1.1.4 对新航行系统的总体要求

当前的航行系统,存在弊端,已越来越不适应民航的发展,需要变革。其对新航行系统的总体要求为:

① 用新技术适应未来航行的需要,提高系统容量。

② 覆盖海洋、边远地区和高高度,实现全球无缝隙的覆盖。

③ 采用数字式数据交换,改善质量,提高空管自动化水平,促进航空安全。

④ 提高空管的灵活性,从程序管制过渡到设备监视下的管制,使空域的利用动态化。

⑤ 扩展监视的作用,在保证安全的前提下缩小飞行间隔,提高空域的利用率。

⑥ 提高精密定位能力,有利于实现区域导航和四维导航,扩展航线距离短而快捷的直飞航线,扩大飞行自由度,节约飞行时间和燃油。

⑦ 适应各种环境,包括不同空域环境、不同交通密度、不同机载设备、不同地面设备,并能适应多样化用户,以及全球飞行时跨区或飞越国境时的实用性。

1.2 新航行系统

1.2.1 新航行系统的产生

国际民航组织(ICAO)基于对未来商务交通流量的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、容量和效率不足的问题，1983 年提出了在飞机、空间和地面设施三个环境中利用由卫星和数字信息提供的先进通信（C）、导航（N）和监视（S）技术。由于当时有些系统设备仍在研制中，尚不具备所需运行条件，ICAO 将该建议称为未来航行系统（FANS）方案。随着各种可用 CNS 技术的日臻成熟，人们愈加注重由新系统产生的效益，同时意识到在实现全球安全有效航空运输目标上，空中交通管理（ATM）是使 CNS 互相关联、综合利用的关键。ATM 的运行水平成为体现先进 CNS 系统技术的焦点。基于这一发展新航行系统的思想，20 世纪 90 年代初期，ICAO 将 FANS 更名为 CNS/ATM 系统。有关系统实施规划、推荐标准和建议措施等指导性材料的制定进一步加速了新航行系统的实施。1998 年，ICAO 全体大会再次修订了全球 CNS/ATM 实施规划，其内容包括技术、运营、经济、财政、法律、组织等多个领域，为各地区实施新航行系统提供了更具体的指导。CNS/ATM 系统在航空中的应用将对全球航空运输的安全性、有效性、灵活性带来巨大的变革。新航行系统使民用航空进入了新的发展时代。

1.2.2 新航行系统的组成

新航行系统由通信（C）、导航（N）、监视（S）和空中交通管理（ATM）四部分组成。通信、导航和监视是基础设施，空中交通管理是管理体制、配套设施及其应用软件的组合。

新航行系统是一个以星基为主的全球通信、导航、监视加上自动化的空中交通管理系统；从新技术利用上说，主要是卫星技术 + 数据链技术 + 计算机网络技术的应用，系统的关键问题是卫星应用问题，ATM 的关键问题是数据化、计算机处理及联网问题。

通信（C）系统 对于通信，最关键的在于数据的双向传输，尤其是飞机与地面的通信。传输途径有：航空移动卫星通信（AMSS）、VHF 话音/数据链通信、二次雷达 S 模式数据链通信、HF 话音/数据链通信。飞机的电子设备之间，地面各个单位、部门之间，都通过航空电信网（ATN）连接。这样，在不同的空/地、地/地通信网络端用户之间可提供无间隙的数字交换。

导航（N）系统 逐步引入区域导航能力（RNAV），并使其符合所需导航性能（RNP）标准。采用全球导航卫星系统（GNSS）来提供全球覆盖，并用于飞机航路导航和进离场、进近着陆。差分卫星导航系统（DGNS）将逐步取代 ILS、NDB、VOR、DME 将逐步退出导航领域，保留惯性导航（INS/IRS）并发展与卫星组合的导航系统。

监视（S）系统 二次雷达（SSR）保留使用，尤其在交通高密度区域内；在其他区域，特别是在海洋空域和边远陆地区域内，将采用自动相关监视（ADS），这样可以为那些只有很少或没有监视服务的区域提供综合监视信息。

空中交通管理（ATM）系统 空中交通管理系统是新航行系统的一个重要组成部分，是构筑在通信、导航和监视系统之上的管理系统，是配套设施及其应用软件的组合。其目的是使航空器运营者按其计划的时间起飞和到达，并在不降低安全水平的情况下，以最小约束的方式，按其满意的飞行剖面飞行。根据空中交通管理系统实现功能目标的不同，空中交通管理系统可分为空中交通流量管理（ATFM）系统、空域管理（ASM）系统和空中交通服务（ATS）系统。而空中交通服务系统又可分为空中交通管制（ATC）、航行情报服务（FIS）、告警服务（AL）等，见表 1.1。

表 1.1 新旧航行系统的比较

	现行航行系统	新航行系统
通 信	VHF 语音 HF 语音	VHF 语音/数据 AMSS 语音/数据 SSR S 模式数据链 ATN HF 语音/数据 RCP
导 航	NDB VOR/DME ILS INS/IRS 气压高度	RNP/RNAV GNSS DGNSS INS/IRS MLS 气压高度
监 视	PSR SSR A/C 模式 语音位置报告	ADS SSR A/C 模式 SSR S 模式 RMP
空中交通管理	ATC FIS AWS	ASM ATS ATFM A/C RATMP

1.2.3 新航行系统的特点

1.2.3.1 新航行系统是一个完整的系统

新航行系统由通信、导航、监视和空中交通管理组成。实际应用中，虽然存在独立的可用技术和设备性能规定，但从完成安全、有效飞行任务的总目标意义上来看，其中的通信、导航和监视系统以硬件设备和应用开发为主，空中交通管理则以数据综合处理和规程管理运行为主。通信、导航、监视和空中交通管理之间相辅相成，在科学管理方法指导下，高性能的硬件设备能为实现 ATM 目标提供可靠的手段，为空中交通高效率运行提供潜能。不论是现在 ATC 的目标，还是今后全球 ATM 的目标，都是依赖于当时可用技术和设备能力提出来的。新航行系统将各种可靠的手段（通信、导航、监视等）和方法（程序、法规等）有机地综合在一起，实现一致的和无缝隙的全球空中交通管理。在实施空中交通管理的过程中，将各分系统的高性能都体现在 ATM 的效益上，使空中交通在任何情形下都有条不紊。

1.2.3.2 新航行系统是一个全球一体化的系统

新航行系统满足国际承认和相互运行的要求，对空域用户以边界透明方式确保相邻系统和程序能够相互衔接。适用于广大用户和各种水平的机载电子设备。随着新航行系统不断完

善而产生的所需总系统性能（RTSP）的概念，将对总系统在安全性、规范性、有效性、空域共享和人文因素方面作出规定。RTSP 成为发展新航行系统过程中普遍应用的系列标准，它指导各国、各地区如何实施新系统，以保证取得协调一致的运行效果，使空中交通管理和空域利用率达到最佳水平，从而实现全球一体化 ATM 的目标。

1.2.3.3 新航行系统是一个以滚动方式发展的系统

总观 ICAO 开始提出的 FANS 方案和其后再讨论制定的 CNS/ATM 实施方案，在新航行系统组成中，一方面，分系统成分发生了一些变化；另一方面，ICAO 还先后增加了所需性能的概念。具体包括：所需导航性能（RNP）、所需通信性能（RCP）、所需监视性能（RMP）、所需空中交通管理性能（RATMP）和在这些性能综合条件下的所需总系统性能（RTSP）。由此可见，ICAO 的工作方式已经从在新系统中使用什么设备的选择上转向注重制定所需性能标准上来。根据对已经颁布的 RNP 规定的理解和应用结果，RNP 概念的应用实现了 ICAO 的预期目的。所需性能概念体现了 ICAO 发展航行系统的战略思想，即面对今后交通流量的持续增长和新技术的不断涌现，在完善各种性能要求，并在所需性能指导下，为各国、各地区提供广泛的新技术应用空间和发展余地。在标准化管理模式下，新航行系统会不断地吸收新技术、新应用，并使其向更趋于理想模式的方向发展。应该说，今天的新航行系统仍然方兴未艾。

1.2.3.4 新航行系统是以卫星为基础的综合系统

新航行系统主要依赖的新技术可以表示为：卫星技术 + 数据链 + 计算机网络 + 自动化。其中，卫星技术和数据处理技术从根本上克服了陆基航行系统固有的而又无法解决的一些缺陷，如覆盖能力有限、信号质量差等。计算机应用和自动化技术是实现信息处理快捷、精确及减轻人员工作负荷的重要手段。

1.2.3.5 新航行系统实施采取先辅后主、先易后难的原则

先辅后主 在走向新航行系统的进程中，必然有新老系统并存的过渡期。初期，新系统在运行中起辅助作用，即在功能上发挥补充能力的作用。后期，除少部分优秀的现行系统作新系统的备份外，新系统成为空中交通管理的主角。随着人们对新航行系统体系认识 and 理解的加深，新技术的渗透将使新系统逐步平稳地取代现行系统。

先易后难 新系统先在对陆基设备影响小的地方或环境实现应用，那些对陆基系统产生较大影响的场合迟后慎重解决。例如，目前在洋区 ICAO 已经使用了 RNP 概念进行航路设计，而在大陆，RNP 航路也是先在偏远地区使用。

1.2.4 新航行系统对空管体系的影响

1.2.4.1 新航行系统对空管体系的变革

人类对空间技术的研究，解决了一些在陆地环境下无法解决的问题，卫星技术的应用也是人类文明史发展的重要标志。卫星技术可用性的提高是陆基航行系统向星基航行系统转变

的关键。卫星通信技术在电视广播领域也得到了广泛的应用，经历了从租用、购买转发器开始，到自主发射卫星，使用专用转发器的发展过程。卫星通信技术也从娱乐、日常生活发展成为能以多种速率、多种方式传输多种数据，并应用于各个领域。在实现陆基通信方式困难的地方，卫星通信技术已经成为重要的依赖手段。与现行陆基导航系统相比，全球导航卫星系统具有高精度、多功能、全球性等优点，解决了航路设计受限于地面设施的问题，也为远距离或跨洋飞行提供了实时定位导航手段。当基本卫星导航系统与可靠的增强系统结合后，可将其用于全部飞行阶段。在建设具有相同规模和同样保证能力的常规空管系统所需经费方面，星基空管系统已向陆基空管系统提出了挑战。

1.2.4.2 国家空管系统向全球一体化空管体系转变

在现行航行系统环境下，由于各国空中交通管理设施的能力不同，管制方法和管制程序以及在空域利用和最低间隔标准问题上缺乏一致性，因而对飞机的有效飞行增加了额外限制。在发展空中交通管理系统的过程中，国家与国家之间很少合作，使飞机不能有效发挥先进机载设备的能力，特别是现行航行系统缺乏全球覆盖性、规范性和有效性的共同基础。现行航行空中交通服务的安全水平仅限于某些空域范围，还不具备全球性的安全水平。这些都是现行系统无法满足未来交通增长要求和空域用户需求的原因。现行条件下，随着空中交通运输量的持续增长，空域的不连续性和国家航行系统的不一致性，会妨碍有限空域的最佳利用。

新航行系统中一体化的 ATM 能够使飞行员满足其计划的离港和到达时间，在最小的限制和不危及安全情况下保持其优选飞行剖面。为此，需要空域和国家空管系统的部件、程序具有协调性和标准化，以国际统一的 ATM 标准和程序全面开发新航行系统技术。

新航行系统中的功能系统具有全球覆盖的特点，机载和地面设备之间相互联系和数据交换功能的兼容性保证了总系统能一致有效工作。飞机无论在境内还是跨国飞行，都将获得全球一体化航行系统所提供的无缝隙空域管理的标准服务。

1.2.4.3 空中交通管制向自动化方向转变

空中交通管制工作由复杂任务组成，要求管制员具有较高的技能和灵活应变的能力，如对空域的洞察力，可用信息的处理、推理和决断的独特能力。全球一体化 ATM 所显示的安全性、空域高容量和飞行有效性的要求，在管制员发挥其特有能力的同时，还要利用自动化手段改善管制工作效率。在航行数据采集处理、动态空域的组织、飞行状态的预测、解决冲突建议措施的选择过程中，自动化系统的快速解算能力将获得更及时、更准确的结果，帮助管制员自动进行空中交通活动的计算、排序和间隔，获得更直接的航路，以便在有限的空域内建立有效的飞行流量。同时，各种信息多途径自动有效的传输，极大地减轻了管制员的工作负荷。

目前，空中交通管制将以渐进方式引进自动化系统，利用计算机和有关软件协助管制员完成部分任务。应当明确，实现自动化的空中交通管制方式并不等于完全取代管制员。在实际应用中，受各种随机因素和不可预见事件的影响，飞机不可能也不总是按其预定计划运行。因此，自动化的空中交通管制方式仍然需要发挥管制员特有的能力和灵活性特点。

1.2.5 中国民航实施 CNS/ATM 情况简介

中国民航总局已批准颁布了“中国民航新航行系统（CNS/ATM）实施政策”，主要包括实施政策、主要措施和技术政策三部分。实施政策主要包括：中国民航承诺在我国实施和运行 CNS/ATM 系统，并改造现有的空管系统，使之平稳地过渡到全球协调发展的 CNS/ATM 系统，确定了 6 条总的指导原则和 7 条专业性指导原则。采取的主要措施有：采用全球一体化的空地和地地网络通信系统，提供基本低速数据到高速数据以及话音的多功能能力；采用全球导航卫星系统 GNSS，逐步要求飞机在一定空域内具备 RNP 能力；采用自动相关监视技术，利用空地数据和仿真雷达技术或作为备份；灵活有效地利用空域，增强飞行安全和预测性，增大空中交通流量，减少航班延误。技术政策包括：确立了以卫星为基础的通信系统和确定了 VHF 数据链通信网络的技术政策；确立了采用和发展 GNSS 的技术政策，包括逐步发展 WAAS 广域增强系统和引入 RNP 概念；确立了境内航路和越洋航路上 ADS 工程实施的技术政策；确立了自动化和系统集成研究方向，并制定了新的 ATS 程序。

我国民航在 1990 年 5 月就成立了 FANS 小组，国家空管委对 FANS 也给予了高度重视，多次召开 FANS 研讨会。新航行系统在测绘领域、测量领域、航空导航领域、军事领域等方面都得到了广泛的应用。

根据我国民用航空的建设规划，航行系统的逐步试验工程和实施按三个阶段进行。

第一阶段（1996—2000 年，“九五”计划）：

- ① 分阶段建立和逐步完善全国数据通信网络。
- ② 利用现有卫星导航系统，在我国东北和西北航路进行 ADS/GNSS 试验工程。
- ③ 制定相关新航行系统的技术规范、标准、程序，加强人员培训，使系统软件逐步达到新航行系统初始运行的条件。

④ 研究和论证在我国建立航空卫星移动系统的可行性和前期工程。

⑤ 开发和建立我国航路卫星导航初始监视监测系统。

⑥ 在中、小型机场进行 DGNSS 非精密进近和着陆的试验工程。

第二阶段（2001—2005 年）：

① 建立 ADS/GNSS 航路。

② 采用 RNP/RNAV 概念进行空管系统的规划和建设。

③ 建立航空 GES 站和航空卫星移动通信系统。

④ 建立我国航空电信网（ATN）。

⑤ 制定我国新航行系统建设和运行的认证许可和审定制度。

⑥ 建立空域结构优化管理和计算机设计系统。

⑦ 建立全国流量管理及运行系统。

第三阶段（2006—2010 年）：

① 采用新航行系统的标准和规范，逐步更新通信、导航和监视设施。

② 建立区域导航和所需导航性能、所需通信性能环境，应用星基设施和技术，逐步采用新航行系统航路和空域运作。

③ 完善和健全新航行系统各子系统的建设和集成。

④ 逐步走上规划、建设、服务及用户相互协调和共同发展的良性循环轨道。

复习思考题

1. 目前, 民航空管服务系统由哪些分系统组成?
2. 简述民航空交通管制系统的服务区域及各部分的职能。
3. 民航通信、导航、监视系统由哪些分系统组成?
4. 现行航行系统为什么要实行变革?
5. 试述 CNS/ATM 的组成及变革方案。
6. 试述 CNS/ATM 的特点。
7. 试述 CNS/ATM 对空管体系的变革。
8. 简述中国民航实施 CNS/ATM 的情况。