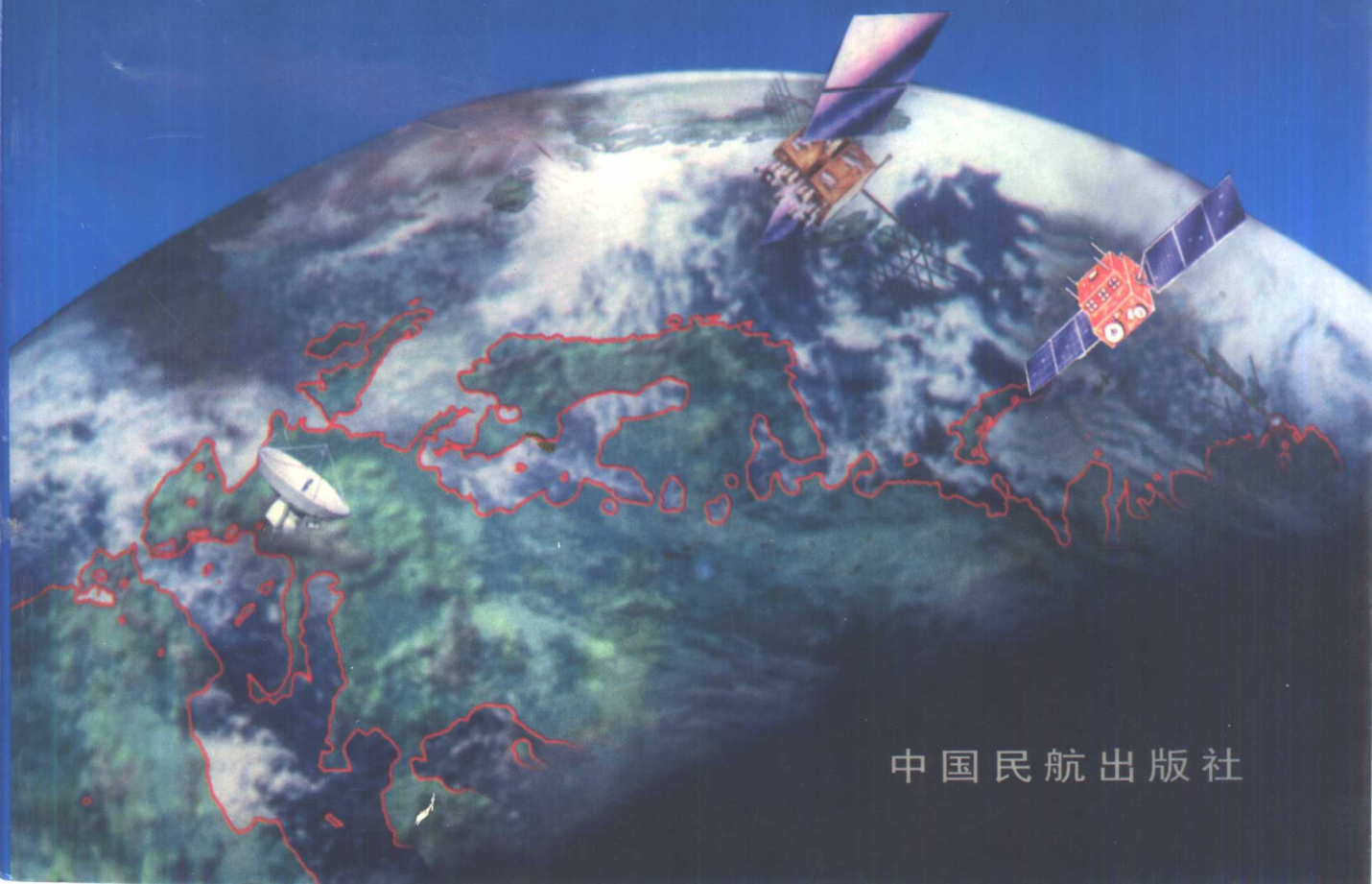


新航行系统 概论

《新航行系统概论》编辑委员会 编



中国民航出版社

新航行系统概论

《新航行系统概论》编辑委员会 编

中国民航出版社

136/2

图书在版编目(CIP)数据

新航行系统概论 / 《新航行系统概论》编辑委员会编.
北京: 中国民航出版社, 1997.12
ISBN 7-80110-198-7

I. 新…
II. 新…
III. 导航-研究-文集
IV. TN96-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 29223 号

新航行系统概论 《新航行系统概论》编辑委员会 编

出版	中国民航出版社
社址	北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼(100028)
发行	中国民航出版社
电话	64290477
印刷	天津市地矿局印刷厂
照排	中国民航出版社激光照排室
开本	787×1092 1/16
印张	20.5
字数	480 千字
版本	1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月第 1 次印刷
印数	1—2 000 册

书号 ISBN 7-80110-198-7 / V·099
定价 38.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

序 言

从 1985 年开始, 国际民航组织通过十年时间的调研和论证, 提出制订了一个全球空中航行系统——“CNS / ATM 系统”的概念, 国内专家们简称为“新航行系统”。

十几年来, 全球航空运输事业的发展, 飞机自动化程度的提高, 以及空中交通流量的迅速增长, 使原有航行系统在容量扩展和安全保障上已难以适应。在这种形势下发展新航行系统很有必要性, 并得到国际空运界的认同。新航行系统将更多地利用全球资源的有偿服务, 为此我们将广泛地开展国际合作和交流, 确保新系统对我国的适应性, 并维护我国的安全、经济和技术利益。采用新航行系统涉及到技术体制的变革, 必须谨慎地评估和选择, 我们既要采用较为成熟的技术, 也要考虑其先进性以及扩展能力, 并在运行中取得一定的经济效益。

我国在航空运输事业的发展和增长速度方面已走在世界的前列, 因此, 空管系统的技术改造和建设已势在必行。如何借国际上发展新航行系统之机, 进行空管系统的改造和建设, 使之符合我国国情并能和国际接轨, 已是我们的当务之急。

近年来, 民航总局对空管系统加大了投资力度, 在基础建设上已初具规模, 这为发展新航行系统提供了必不可少的前提。同时, 在空管“九五”建设计划和“十五”发展规划中, 适当安排了向新航行系统的过渡, 相关的项目和投资调控也逐步启动。

为了发展我国的空管系统, 必须充分了解国际民航组织推荐的新航行系统, 了解国际上的发展和动态。为了使各级领导干部、管理和技术人员学习新航行系统的一些基本知识和概念, 从不同深度和各个层次上介绍新航行系统非常必要。空中交通管理局编辑出版“新航行系统概论”一书为我们提供了便利条件。新航行系统中广泛地应用了卫星、计算机、数字通信等先进技术, 它不仅仅是民航空管的事情, 还关连到安全、飞行标准、适航、航空公司机队装备等等, 也牵动国家航空工业、电子工业、卫星工业、交通、邮电、广电、测绘等相关产业的配套发展。我希望本书能对发展新航行系统提供启示, 使广大读者都能从中获益。

中国民用航空总局副局长

鲍培德

1997 年 7 月

前言

历史上,20 世纪上半叶随着空中交通的增长,使得飞行从无管制的自由飞行,发展成为管制下的飞行,当时对空中交通只有管制而没有形成管理。随着空中交通流量的增长,地面对空中交通管制以外的服务和管理的工作不断扩展和增加。

随着我国经济的飞速发展,航空事业也出现了迅猛增长,这几年航空运输都以 20% 以上的年增长率发展,使得我国平静的天空中出现了空前繁忙的景象,这是可喜的现象,我们应当继续发展航空事业,使更多的飞机在天空飞翔。但是,如何管理好空域,如何管理好飞机的安全和有效地飞行,这是摆在空中交通管理部门面前的重要任务。

国际民航组织在 80 年代着手调研,提出了未来航行系统(FANS)概念。90 年代从政策上理论上进一步完善,并制订成可行性方案,一个“CNS / ATM 系统”全球过渡计划在 29 届大会上获得一致通过。近期已进入了实施阶段,我国也已于 1995 年启动。“CNS / ATM 系统”是国际上空中交通管理从基础设施到方法手段上较为彻底的现代化改造,可以喻为技术和体制上的革命。“CNS / ATM 系统”具有明确的目标,是一个面向未来、面向世界、面向现代化的宏伟计划。既强调了推行一种全球标准,确保全球飞行上通信导航监视的连续无缝覆盖,以及通过不同管制边界时的透明性;也强调了渐近或逐步过渡,以及根据地区特点允许保留差异和进程的不同。各个国家和地区将互相协调地发展新系统,以适应 21 世纪空中交通量的增长。

我国履行国际民航组织缔约国义务而实施 CNS / ATM 系统和我国空管系统现代化将是紧密配合进行的。我们将根据我国实情建立起中国的新航行系统,也就是根据我国空中交通分布、流动、未来需求、空域构态、现有设施规模、国家财政和资源现状等综合因素,自行规划。按自己的步骤实现自己的计划 and 目标。我们将既不生搬硬套外国的东西,也不限于发展传统的系统,既不冒进,也不守旧,以积极谨慎的态度,切实地完成航行系统现代化改造的任务。

目前正值发展新航行系统启动阶段,并不意味着立即进入全面工程实施,但是规划研究和宣传教学工作必须领先,尤其是应对国际发展作动态跟踪,开展前期预研、试验试飞、演示评估等工作。并且对设施设备和在建项目安排上,要向新航行系统倾斜,投资方向上开始转向,重点放在新航行系统中可以早期应用和早期获益的项目上。

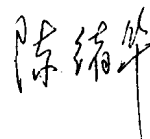
我国近年来在通信、导航、监视的基础设施建设上,成绩巨大。近年来建设项目重点放在东线交通密集地区,首先限于通信地网、陆基导航和进近设施、雷达航线覆盖和联网、三大管制中心等,陆空数据链起步不久。主要是填补了点线,但照顾不到面。我们必须看到一个长远目标,为配合国家发展内地和西部地区经济寻求解决途径。

国际民航组织的 CNS / ATM 系统虽然广泛地采用了卫星技术、数据链技术和计算机网络技术等先进技术的应用,然而近期的发展日新月异,1993 年公布了 CNS / ATM 系统全球过渡计划以后至今不足四年里,又补充了一些新的可用技术,例如,高频数据链(HFDL)、还有广播式自动相关监视(ADS-B),足以说明学习和跟上形势的必要性。为了

帮助各级管理人员和技术人员全面了解新航行系统的概貌及其各个分系统内容，以利进一步规划和实施，我局组织有关专家成立了编辑委员会，选辑并编写有关材料，提供较为全面和系统的论述，希望能有助于读者对该系统的了解，有助于推动新航行系统的发展。

我建议本书作为民航系统各级空中交通管理局及所属空中交通服务部门各级人员业务学习的主要教材，也欢迎大家在关心新航行系统建设任务的思想下，提出积极和具有创见性意见，我们将广泛征集意见并开展论坛。

中国民用航空总局
空中交通管理局局长



1997年7月

说 明

1. 新航行系统是国际民航组织的通信、导航、监视和空中交通管理(CNS / ATM)系统的简称。新航行系统已于 1992 年 10 月由国际民航组织 29 届大会批准在全球民用航空界推行,逐步过渡实施,并于 1995 年 1 月 12 日由中国民用航空总局批准采纳(详见“中国民航新航行系统实施政策”)。

2. 在中国民用航空总局支持下,由总局空管局负责组织本书的编辑和出版事宜。

3. 本书选编了国内有关专家对新航行系统的论著和评述,也包括有关译文,集成《新航行系统概论》作为入门指导性材料。

4. 本概论既是有关新航行系统的概貌总论和各分系统介绍的参考资料,也是我国发展新航行系统的宣传资料。旨在推动结合我国国情并与国际接轨的新航行系统。内容主要涉及通信、导航、监视和空中交通管理的设备应用方面,对于飞行程序、适航批准和法律责任等方面未包括在内。

5. 总局空管局选定本概论作为学习新航行系统的教材,以国际民航组织规定的经典文件“国际民航组织通信、导航、监视和空中交通管理系统”和“向国际民航组织通信、导航、监视和空中交通管理系统过渡的全球协调计划”为蓝本。

6. 由于技术进步,国际民航组织在 1993 年批准了 CNS / ATM 系统后,产生了一些新的可应用技术。本概论适当地考虑了某些新技术的增补(例如 ADS-B 和 HF DL),但今后发展中仍然将会出现新的技术,我们将继续跟踪研究,在必要和可能情况下,出版续编或补充材料。

7. 本书分五章。第一章为总论,然后为系统介绍;第二章为通信分系统;第三章为导航分系统;第四章为监视分系统;第五章为空中交通管理分系统。在分系统介绍中,重点放在新技术、新设备、新体制上,在新航行系统中继续发挥作用的原有技术和设备不作介绍。本书采用文集形式,每章由数篇文章组成,每篇文章的分节和段落序号保持原著体系,并不要求统一。收集文章包括已公开刊出或未发表过的。对已刊出文章注明作者、刊名、刊出日期,对未发表文章注明作者和写作时间。

8. 由于本书为选辑不同作者的文章,对 CNS / ATM 系统所用的名词不可避免地出现同一事物分别使用了不同称谓的现象,凡非谬误者未作更动,请读者鉴别。大部分文章未作修改,个别文章已由编者略作节删或修改。随着时间的推进和形势变化,CNS / ATM 系统的某些组成方案、设备配套也发生了一些相应演变,本书有些文章编写时间较早,读者尚需跟踪新的形势,结合理解。

9. 由于编者理解、知识范围和业务水平上的限度,尚有遗漏、不足或欠妥之处,欢迎读者指正。

《新航行系统概论》编辑委员会

1997 年 6 月

新航行系统概论

编辑委员会名单

主任委员: 陈绪华

副主任委员: 周阿荣 苏兰根

委 员: 段和明 毕心安 吕小平 杨世崇
李惠彬 程延文 周其焕 周卓轲
薛文安 陈惠萍 何鸣寒

执行编辑: 周其焕 陈惠萍 尹 萍 秦 智
黄 斐 宫峰勋

目 录

第一章 总 论	(1)
1. 迎接航行系统革命的到来	(1)
2. 新航行系统概要	(3)
3. 国际民航组织新航行系统有关工作的介绍	(11)
4. 国际民航组织推动新航行系统的实施	(14)
5. 中国民航新航行系统(CNS / ATM)实施政策	(18)
6. 我国民用航空空中交通管理系统的发展	(22)
7. 中国民用航空空中交通管理系统的发展现状与未来	(28)
8. 协调一致 共同努力 实施新航行系统	(33)
9. 国际民航组织 CNS / ATM 系统的近期进展	(36)
第二章 通 信	(43)
1. 民用航空移动业务通信系统概要	(43)
2. 国际民航航空移动通信研究简介	(52)
3. 从航空固定电信网(AFTN)到航空电信网(ATN)	(54)
4. 开放式系统互连规程结构与航空电信网络规程结构	(61)
5. 中国民航航空电信网及其发展	(66)
6. 论中国民航信息基础设施的建设	(70)
7. 论 AFTN 向 ATN 过渡的实施	(75)
8. 航空卫星通信技术	(79)
9. 航空卫星移动业务的发展概貌	(95)
10. 走向空地通信自动化的开端——中国民航甚高频 地空数据通信网	(98)
11. 高频数据链在航空移动通信上的应用	(101)
第三章 导 航	(106)
1. 中国民航新航行系统卫星导航系统实施技术政策	(106)
2. 中国民航新航行系统进近着陆系统实施技术政策	(113)
3. GPS 的发展历程和技术概貌	(117)
4. GLONASS 的发展历程和技术概貌	(122)
5. 从 GPS / GLONASS 演进到 GNSS	(129)
6. 卫星导航的差分和增强应用	(137)
7. 卫星导航接收机的定位工作原理	(144)
8. 全球采用统一的世界大地测量坐标系 WGS-84	(153)
9. 美国克林顿总统的全球定位系统政策指令	(158)
10. 美国 GPS 民用政策概貌	(165)
11. 应用卫星导航所产生的法律问题	(171)

12. 全球导航卫星系统规划与实施法律框架	(174)
13. 全球导航卫星系统法律与技术专家组第一次会议情况介绍	(179)
第四章 监 视	(183)
1. 建立中国自动相关监视系统探讨	(183)
2. 自动相关监视概述	(186)
3. 实现自动相关监视基础上的空中交通管制	(200)
4. 关于在我国开展的空/地 ADS 试验	(204)
5. 二次监视雷达的进展	(210)
6. 自动相关监视(ADS)和广播式自动相关监视(ADS-B)	(214)
第五章 空中交通管理	(219)
1. 加强国际合作实现空中交通管理现代化	(219)
2. 中国民用航空空中交通管制的“七五”、“八五”和“九五”	(220)
3. 新航行系统的空中交通管理	(223)
4. 新航管理论和技术的应用与我国空中交通服务的发展	(227)
5. 适应民用航空运输发展需要加速实现空中交通管制现代化	(232)
6. 关于我国空中交通管制建设问题的探讨	(236)
7. 如何把好空管安全防范关口	(241)
8. 论管制工作的致错问题	(245)
9. TCAS 应用后的管制环境	(252)
10. 空域管理中的军、民航协商机制	(257)
11. 经我国领空的新欧亚航路的规划问题	(263)
12. 试论我国空中交通流量管理问题	(266)
13. 欧洲空管及安全监督近况	(269)
14. 美国的空中交通管制	(275)
15. 俄罗斯的空中交通管制系统	(277)
16. 英国新空中交通管理系统发展动向	(279)
17. 从亚太地区飞行流量发展分析采用新航行系统的收益	(281)
18. 航线结构和区域导航	(286)
19. 空域航路和所需导航性能	(292)
20. 灵活分配和使用空域实行空域三级管理	(297)
21. 民航气象技术政策	(300)
22. 民航气象服务现状与展望	(302)
23. 推行航行情报定期颁发制势在必行	(305)
24. 航行情报与飞行安全	(309)

第一章 总 论

迎接航行系统革命的到来

从 1996 年到 2000 年这五年对中国的空中交通管理事业来说,是十分关键的五年,它的成败、工作的好坏,将对未来中国空管事业的发展起决定作用。

大家知道,目前国际上普遍使用的空中交通管制方法、标准和程序都是从 30 年代开始,逐步发展改进形成的,它基本上是依靠地面通信、导航设备以及机载设备,配合完成飞行和空中交通管制任务的,这种方法已使用 60 多年,是一种有效的方法。但是它存在着不可克服的缺点,如海洋、高山地形等限制,在这些地区设置地面设备是不太可能的。随着卫星技术的发展,使用卫星技术进行通信/导航/监视已成为可能,并能解决使用地基系统的缺陷问题。

从 1984 年开始,国际民航组织成立专门委员会,对使用卫星技术进行通信/导航/监视试验,从理论上、实践上开展试验研究,到目前已进入使用实施阶段。这是航行领域的一场革命,将废除几十年惯用的老设备、老方法,采用全新的体制、方法、标准,这一革命不是在某一地区、某些国家使用,而是全球行动,世界各国都要按新的概念、新的要求进行运行。这一革命,不仅是体制上、方法上的改革,而是对每一个国家、有关组织和航空公司、飞机制造厂商的,财政上也是一笔很大的付出。

1992 年国际民航组织第十次航行会议,通过了实施新航行系统计划,为确认采用新航行系统奠定了基础。目前世界上五大洲已分别制订了实施新航行系统的过渡计划,有的国家已在某些项目上进行了实施。总之,到 2015 年旧的陆基系统的通信/导航/监视设备将被淘汰,卫星技术和其他新技术应用将成为新航行系统的主要成分。因此,这一全球性的革命行动,将为航空事业的发展作出重要贡献。

中国民航积极参与新航行系统的研究、试验、实施,派出了很多专家参与国际民航组织的各种专家小组活动,并制订了我国的分阶段向新航行系统过渡的实施计划。我们要做好充分准备,有计划、有步骤地过渡,逐步淘汰陈旧设备,到 2015 年使新航行系统在中国全面应用,完成航行系统的改造任务。

“九五”期间,是空管建设重要的五年,也是向新航行系统过渡的关键五年。首先要继续使用和发展陆基航行系统,完成民航飞行任务,在开展航行系统项目试验的基础上,逐步规划向新航行系统过渡的软硬件建设任务。据预测“九五”期间我国民航运输量每年以 20% 的速度增长,如何安全、有效地保证这高速增长,是空管工作的首要任务。由于我国的空中交通管制事业起步较晚,基础设备落后,空管体制、人员素质、规章制度、管理环境都存在不少问题,空中交通管制服务水准离国际标准尚有较大差距。

我国地处亚洲东部，是联接欧亚两洲航空路线的重要通道，是亚洲地区枢纽所在地，我国的空中交通服务工作好坏直接影响到国际国内航空业的发展，因此实现空中交通管制现代化，是满足日益发展的航空运输需求的重要条件，从目前的飞行活动量来分析，这种靠“程序管制”的办法，在有的机场、航路不能保证飞行安全，有时会出现延误、取消等不正常飞行情况，所以要下大力气把目前较通用的雷达管制实行起来，实施雷达间隔，增加飞行流量，确保飞行安全。

经过“八五”期间的努力，我国在雷达项目上投资大约 10 亿人民币，已在除宁夏、青海、西藏地区外的省会机场和干线机场装备了雷达；在地空通信方面基本保证了京-沪-穗三角区内航路中高空飞行和其他国际航路 7 000 米以上飞行的甚高频通信覆盖，这些空管设施建设，为我国空管现代化打下了基础，为“九五”建设提供了丰富的再建设经验。“九五”空中交通管理系统规划的总体目标是建立一个适应国民经济和民用航空发展的，符合国际标准的，安全、高效的空中交通管理系统。首先要理顺空管体制，划分好军、民航空飞行区域，努力实现一个空域一家管制的原则。要调整空域和航路，完善现有的 25 个区域管制中心，逐步过渡到 10 个区域管制中心，并拟先在北京、上海、广州建设新的自动化航路管制中心；在北京、上海、广州、珠海、西安、成都、武汉等 7 个飞行繁忙地区建立终端管制中心，在 13 个飞行繁忙机场建立进近管制中心。地空通信实现全国航路甚高频话音通信覆盖；管制单位之间建立可靠话音通信和数据通信，在雷达建设方面实现在我国东部地区雷达覆盖、西部地区逐步实现以地空数据链为基础的自动相关监视。

在完成常规空中交通管制系统建设的同时，“九五”期间，应启动新航行系统的建设工作，首先，要继续从宏观上制定、调整我国的新航行系统过渡计划；第二要继续制定和完善执行新航行系统的政策和规章，从法律上、制度上、规章上做好保证工作；第三要研究开发新航行系统在中国实施的软件工作，利用卫星进行通信／导航／监视。很多系统是利用信息、传输信息、处理信息的工作，因此必须结合中国的空域环境、中国的空管规章、标准、程序来编制软件，使新航行系统能真正在中国运行。例如，自动相关监视系统的应用，不能照搬外国的，从飞机上发下的数据和信息，航空公司用什么、怎样用，空中交通管制部门用什么、怎样用等等，都需要我们去收集数据，根据需要编制出自己的软件，所以任务是相当繁重的。

“九五”期间是中国民航开始建设新系统关键的五年。在这五年期间，国家将投资数十亿元人民币的资金，加速空中交通管制现代化的建设，我们要吸取以往的教训，除了增加必要的硬件设施联网、配套外，还应确立适当的规章制度，重视系统软件建设。空管建设不仅是局部地点的设备配套、系统化，而且是与全国宏观决策、体制选择、发展阶段性相适应的系统改造工程。

展望中国的空中交通管理事业，发展前途广大，任重道远。我们要认真做好“九五”发展规划，吸取外国先进经验，引进先进技术，特别是在雷达管制和新航行系统方面的技术。我们要做好新旧体制转换工作，分期分批淘汰旧系统，逐步推广使用新系统，把航行系统的改造进行得稳妥、有序，使我国的空中交通管理工作提高到新的水平，迎接 21 世纪的到来，为我国全面实施新航行系统而奋斗。

引自“民航经济与技术”1996 年，第 5 期 作者 陈绪华

新航行系统概要

1 系统概念的形成、批准和实施

国际民航组织(ICAO)鉴于近期至下一个世纪初全世界所有地区民航客流量和空中交通将有持续和巨大的增长,根据预测,在2010年内世界空中旅客运输的年均增长率将近6%。而现行的民用航空通信、导航、监视和空中交通管理系统存在着明显的缺陷和局限性,将不能适应日益增长的空中交通流量和新型飞机航速航程扩展的需要。如何适应21世纪全球民用航空的需求和满足新的要求,已成为航空界20世纪末研究的重大课题;同时,随着航天和计算机技术的突破性进展,为建立全球新型的航行系统提供了技术基础。为此,国际民航组织于1983年底成立了一个未来空中航行系统(FANS)专门委员会。该委员会经过近5年的努力,1988年5月在FANS第4次会议上提交了一份总结报告,建议国际民航组织采纳主要基于卫星技术的全球新通信导航监视/空中交通管理系统(CNS/ATM系统,即FANS系统),并提出了一个未来25年内在全球协调逐步实施的基本方案。该建议得到了国际民航组织航行委员会的认可,认为有必要继续完善和研究如何在全球协调实施的问题,为此,在1990年国际民航组织又批准成立了FANS第二阶段专门委员会(简称FANS/II),负责制订FANS系统的实施计划和过渡安排。然后于1991年FANS系统的概念和基本方案在国际民航组织的第10次航行会议上一致通过,并于1992年10月得到ICAO第29届大会批准。

FANS/II专门委员会在1993年的第4次会议上宣布完成了历史使命,从而全球转入实施未来航行系统的阶段,同时,认为既然已进入实施阶段,不再是“未来”的系统,所以改称为“国际民航组织的CNS/ATM系统”,简称“新航行系统”。此次会议公布了两个典范性文件,一是“新航行系统”总论,一是带有时间进程的“新航行系统全球过渡协调计划”,用以指导今后实施阶段的工作。这样,新航行系统已成为国际民航组织历史性的法定的未来航行系统,ICAO全体成员国将遵照执行。

1994年10月国际民航组织又临时成立了一个实施新航行系统工作班子,由国际民航组织主要成员国民航当局高级领导参加,讨论了今后的实施策略,并对组织、法律、经济、规章诸方面的建设作了安排。1995年5月成立了一个CNS/ATM系统实施委员会,该委员会是今后指导新航行系统实施的ICAO最高机构。其任务是审议实施新航行系统全球和地区的过渡协调计划以及监督协调新系统在全球各国、各国际组织和工业界的实施和推进。

1995年10月国际民航组织第31届大会决议,责成理事会尽快组织召开一次实施新航行系统的全球大会,讨论与实施新航行系统有关的财政、组织、合作、法律和规章问题。

在过去的十几年中,许多国家投入了大量人力和财力,对新航行系统进行了多方面的

论证和试验。有的国家已经开始了向新航行系统过渡的实际步骤，一些国家正在制定本国的过渡计划。从国际发展总的趋势看，当前，已进入在局部地区建设和发展新航行系统的试验和演示阶段。

2 新航行系统的发展目标及过渡方针

2.1 发展目标

新航行系统所要达到的目标是：

- (1) 利用新技术适应未来航行的需求，提高系统容量；
- (2) 对海洋和边远地区形成连续无间隙的覆盖；
- (3) 实现数字式数据交换，改善信息传输管理，提高空中交通管理自动化，创造灵活、高效的空中交通环境；
- (4) 提高管制的实时性、应变性，获得更好的动态空域，从程序式管制过渡到战术性管制；
- (5) 扩展监视作用；在保证安全的情况下减小飞行间隔，更有效地利用空域；
- (6) 提高精密定位能力，有利于实现区域导航和四维导航，扩展短捷直飞航线，扩大飞行自由度，节约飞行时间和燃料；
- (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，不同地面设施，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适应性。

2.2 过渡方针

新航行系统适用于全球的民用航空，新旧系统之间的过渡时间为1990~2010年，所采取的方针为：循序渐进，平稳过渡，逐步更新替换，保留地区特点，新的引进繁殖，旧的择优利用、改进或自然淘汰。这里强调对新系统的引导，强调全球协作和协调，既有新系统明确的发展方向和统一标准，也有供选余地。

3 新航行系统的构成及特点

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、导航和监视系统是基础设施，空中交通管理是管理体制、配套设施及其应用程序的组合。

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的系统。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。新航行系统所采用的新技术有：一是卫星技术利用，从陆基通信、导航、监视系统逐步向星基通信、导航、监视系统过渡，早期阶段先用星基系统作为陆基系统的补充，后期除少数陆基设备作星基系统的备用外，大部分陆基设备将淘汰撤离，逐步以星基系统为主；二是数据链的开发利用，实现空-地、地-地可靠的数据交换，并进一步实现空-空数据交换；三是系统的数字化、计算机处理及联网。星基系统是保证空中交通形成全球连续无缝通过的有效手段，数据链和计算机联网是空中交通管理高度自动化的前提，也是保证空中交通安全有序的同时减轻驾驶员和管制员工作负担的有效手段。

3.1 通信系统

3.1.1 未来通信系统的成分

(1) 引进卫星通信, 至少先在世界大部分地区实现数据和语音的卫星通信能力, 在卫星通信能覆盖极区以前, 保留高频 (HF) 通信。根据近期对高频数据链的试验, 认为高频数据链尚能利用。

(2) 保留并发展甚高频 (VHF) 通信作语音及某些数据通信, 用于陆地和终端区。

(3) 采用二次雷达 (SSR) 的 S 模式数据链, 在空中交通高密度空域和终端区供空中交通服务 (ATS) 用。

(4) 建立航空电信网 (ATN), 将地面数据通信和空地数据通信融为一体, 将上述各种种子网交联后, 在相应的计算机系统之间进行高速的数据交换。

3.1.2 业务种类

通信系统包括航空固定业务 (平面通信) 和航空移动业务 (空地通信)。航空固定通信业务 (AFS) 由航空固定电信网 (AFTN) 来完成, 包括话音通信和数据通信。国际民航组织认为各国应建立完善的航空固定电信网, 新航行系统主要强调发展航空移动业务 (地空通信)。

3.1.2.1 航空移动卫星业务

航空移动业务除地空高频和甚高频通信外, 应发展航空移动卫星业务 (AMSS)。航空移动卫星业务工作于分配给它的专用频段, 利用卫星中继站进行数据和语音通信。鼓励多用户共享一个系统。采用开放式互联 (OSI) 建立航空电信网, 在此网络中, 航空移动卫星业务子网可以和其他空地通信子网络互补交联工作, 并且可以在不同卫星系统之间交替使用。对兼容系统可以用较为简单的公共的机载电子设备工作。航空移动卫星业务由空间段 (卫星转发器)、机载收发机 (飞机地球站 AES)、地面地球站 (GES) 和地面网络组成。在全球几十个 INMARSAT 地面站中已有 14 个开辟了航空移动卫星业务。目前分配给航空移动卫星业务的专用频率在每个方向上只有 10 兆赫, 即上行 1 545~1 555 兆赫和下行 1 646.5~1 656.5 兆赫。同时在频谱问题上和海事、陆用之间争议很大, 都想扩展自己的频谱, ICAO 正在争取不再缩减航空专用频谱。

3.1.2.2 航空电信网

为促进空中交通管理的自动化, 通信上应发展数据通信, 使各种数据通信子网 (例如航空移动卫星通信数据链、甚高频通信数据链、二次雷达 S 模式数据链) 以及地面计算机系统的各子网互联成一体, 建立航空电信网。其优点是使整体的航空电信网在设计、管理和对每一个子网的控制十分灵活, 而每个子网又很容易实现其网络环境中的各种应用, 可以区分安全通信和非安全通信并按航空电信要求建立优先等级。各种空地通信的数据均能连接到地面空中交通管制计算机系统和民航当局、航空公司、航空通信单位的计算机系统, 并可按规定地址, 在这些计算机系统中进行端到端的连接和高速数据交换。

目前符合新航行系统的甚高频数据链尚未建立起来。原有的航空无线电公司 (ARINC) 的通信选址报告系统 (ACARS) 是面向字符的, 为航空公司营运服务, 接入公共通信网络, 不具备对航空安全通信的保证和优先等级, 它和航空电信网络不兼容, 将来不能进入航空电信网。而新航行系统的数据链面向位, 主要为空中交通管制服务, 能进入航空电信网。当前过渡的办法是利用 ARINC-622 规范将航空器通信选址报告系统 (ACARS) 改造成为一种过渡系统, 暂时

利用，直到新航行系统的航空电信网和面向位的数据链建成。

3.2 导航系统

3.2.1 未来导航系统的成分

(1) 逐步引进区域导航 (RNAV) 能力，并使其符合所需导航性能(RNP)。

(2) 全球导航卫星系统 (GNSS) 将提供全球覆盖的导航，作飞机导航和非精密进近。

(3) 微波着陆系统(MLS)或差分全球导航卫星系统(DGNSS)将取代仪表着陆系统(ILS)，用作精密进近和着陆。

(4) 自动定向仪(ADF)及其无方向性信标台(NDB)、全向信标(VOR)、测距仪(DME)将逐渐退出。

(5) 奥米加(OMEGA)导航和罗兰(LORAN-C)导航将消失。惯性导航将保留并发展，发展组合导航。

3.2.2 区域导航

为适应灵活的航路结构，国际民航组织提出了区域导航的概念。区域导航的计算由机载计算机承担，大型飞机由飞行管理计算机来实现，通用航空飞机上的导航计算机，可与导航接收机结合在一起。

未来导航系统将基于机载区域导航能力的可利用性。区域导航功能将根据国际民航组织提出的所需导航性能标准逐渐引入。“所需导航性能”这个新概念替代原应用于北大西洋和北加拿大空域的“最低导航性能规范(MNPS)”这个概念。所需导航性能的定义可以概述为：在指定空域和航路内，装备各种导航系统（或设备）的飞机在规定概率上能够保持在指定轨迹的允许偏差以内的能力。所需导航性能和最低导航性能规范之间的区别在于所需导航性能适应在空中交通管制具有足够监视能力的空域内采用。当引进卫星通信、卫星导航、雷达监视或 / 和自动相关监视(ADS)系统后，所需导航性能不仅可以逐渐取代最低导航性能规范，并可在各个空域和航路上实现。

3.2.3 全球导航卫星系统

对于导航的选择，FANS 委员会从独立导航（利用全球导航卫星系统 GNSS）和非独立导航（利用无线电测位卫星服务系统 RDSS）两者中选定了前者。认为全球导航卫星系统具有高可靠性和全球覆盖的完整性，用户主动定位符合民航的唯一导航手段的要求。后者由地面中心定位，用户被动，不能实时连续定位，缺乏安全服务的频谱保护，并且在某些通信渠道上有可能饱和，因此，不符合飞机导航的要求。

目前已在空中运行的导航卫星系统（星座），有美国的全球定位系统（GPS）和俄罗斯全球导航轨道卫星系统（GLONASS），GPS 和 GLONASS 都属于 GNSS，可以选用。这两种卫星系统很相似，都是中高度圆周轨道上平均分布若干卫星，各系统分别各有 24 颗卫星，主要为本国军事服务，有密码的高精度信号供军用，非密码的低精度信号供民用。GPS 早已布满 24 颗卫星，GLONASS 也已于 1996 年初布满。两者民用码的定位精度相似，水平误差 100 米以内，垂直误差 150 米以内，均可以满足航路导航和非精密进近。GPS 在前期使用中已表明了它是卓越的系统，目前地理勘测、精密测量、陆地、海上移动用户和航天定位都已在用。

3.2.3.1 GPS

1993 年 12 月美国国防部宣布 GPS 已达到初始运行能力, 联邦航空局(FAA)宣布 1993 年开始, GPS 可作为飞机的补充导航手段使用, 1995 年 4 月美国空军已宣布 GPS 达到全运行能力, 今后将逐步作为主要导航手段。太平洋岛国斐济也已宣布正式采用 GPS 作航空使用。其他像加拿大、澳大利亚、德国和意大利等国家也都已陆续宣布将 GPS 用于补充导航。目前, 航空 GPS 应用更进一步的研究开发工作正在积极安排和进行。美国 FAA 于 1994 年 6 月宣布建立全美国的广域增强系统(WAAS), 这是对 GPS 进行监测和增强的系统, 建成后可以从技术上解决完好性报警问题, 提高可用性, 并可把精度提高到 I 类精密进近的要求。此外, 本地差分 GPS 和伪卫星的增强技术都在试验中, 有可能把精度提高到 II / III 类精密进近着陆的要求。同时, FAA 已宣布取消发展微波着陆系统(MLS)的计划。

美国对 GPS 民间使用的政策为: (1)GPS 的标准定位服务(即民用—CA 码)可以提供国际民间使用, 但采用故意的降精度措施(即选择可用性 SA), 使民用精度限于水平 100 米, 垂直 150 米以内。最近(1996 年 3 月底), 克林顿总统宣布, 美国将在 10 年内取消降精度的 SA 措施。(2)从 1993 年开始的 10 年内不向用户收费。(3)在可以预见的未来不中断服务, 如果中断服务至少提前 6 年通知, 这种中断服务必须由总统下令。

3.2.3.2 GLONASS

1995 年 3 月, 俄罗斯联邦政府宣布了一项 GLONASS 面向民用的有关法令, 确认了 GLONASS 的初始运行能力。1996 年 1 月 18 日达到 24 颗工作卫星加 1 颗备用星的满星座运行, 标志着 GLONASS 星座的建成。

早在 1991 年, 俄罗斯联邦政府首先明确了 GLONASS 的民间使用政策: GLONASS 的标准精度通道(即民用码)可供国际上民间使用, 不带任何限制, 不采用降精度措施; 从星座完全布满后 15 年内(从 1996 年起算)不向用户收费。

3.2.4 GNSS 的过渡计划

即便如此, 多数国家在航空上仍然不敢使用 GPS, 这是由于下列原因:(1)对军方控制的系统, 政治上不放心;(2)只按补充导航手段使用没有经济价值, 不能作单一导航使用, 也不好作长期规划, 并缺乏法律保障;(3)故意的降精度措施是否会扩大, 卫星故障或信号超差时不能及时报警, 即缺乏完好性监测, 技术上也不放心。

为此, 国际民航组织认为: 先使用 GPS/GLONASS 作为过渡, 从长远上民间仍需投建一个国际管理的民间 GNSS 系统。ICAO 为此提出了向未来的 GNSS 演进的“体制进程”策略, 将采取如下五个步骤:

- (1) GPS 或 GLONASS;
- (2) GPS 和 GLONASS;
- (3) GPS/GLONASS 加静止卫星上的导航功能重迭;
- (4) GPS/GLONASS 加某些民用 GNSS 卫星;
- (5) 民用 GNSS 星座。

目前, 国际移动卫星组织(INMARSAT)正在筹建第三代静止卫星作导航功能的重迭, 今年 4 月初, 已经发射了首颗具有这种功能的卫星。此外, 欧洲联盟的策略与之对应, 划分为两个阶段: 第一阶段称 GNSS-1, 建立对 GPS/GLONASS 的监测和增强设施(即建立欧洲的广域增强系统)。第二阶段称 GNSS-2, 由欧洲发起筹建发射导航用卫