

第三届全国空管系统总体技术专家会议

论文集

国务院

空中交通管制委员会办公室

中央军委

一九九八年十一月

前 言

改革开放以来,我国航空事业迅速发展,空管系统经过“八五”和“九五”的建设,在保证空中飞行安全方面取得良好的成绩。为了进一步提高我国空管系统总体技术设计水平,吸取国外的先进技术,缩短我国空管系统技术水平与国外系统的差距,1998年11月由国家空管委办公室在南京组织召开了“第三届全国空管系统总体技术专家会议”。会议得到了民航总局空中交通管理局、天津民航学院、空军空管工程办公室、海航空管工程办公室、电子部有关研究所和工厂等有关单位的支持,使得这次会议得以顺利进行。我们仅向他们表示诚挚的谢意。

本书汇编了“第三届全国空管系统总体技术专家会议”论文共22篇,内容涉及我国空中交通管制自动化系统、空中交通流量管理和空域管理、空管一、二次雷达、空管系统的通信、导航、气象以及新航行系统总体设计技术等。由于时间仓促,对论文集排印中可能出现的错漏之处向各位作者和读者致歉。

电子工业部第二十八研究所空管总体部

1999年3月

V355-53
1001

V355-53
1001-1

编写说明



为了让更多的部门和同志了解我国空管建设、空管技术研究成果和当前空管技术的发展动态，更多地关心和支持我国的空管系统建设，充分发挥空管专家在我国空管现代化建设中的作用，我办委托信息产业部第二十八研究所收集整理第三届全国空管系统总体技术专家会议的交流论文 22 篇，内容包括空管总体技术、通信、导航、监视、空中交通管理等关键技术研究及新航行系统等诸方面，其中一部分内容反映了我国空管系统的研究成果，一部分内容是一线专家们的工作体验，内容丰富、知识面广、技术性强。论文中的观点只代表专家个人意见，仅供与空管有关的技术人员阅读参考。

空 管 委 办 公 室

一九九九年三月十六日



30801386

801386

目 录

1. 论我国实现空域管理自动化的必要性.....李顺才 (1)
2. 新航行系统的总体设计技术.....刘 兴 (3)
3. 我国空中交通管制自动化系统研究历史回顾和展望.....李显达 (8)
4. ASTEC 空管引进系统概述.....李先坤 (29)
5. 军航空管系统飞行情报联网实施研究.....郭宝华 (43)
6. 空中交通服务电报研究.....马士新 (50)
7. 建立空管总体研究中心技术方案设想.....李树林 (58)
8. 航空导航的技术进展.....邱致和 (71)
9. 空中交通管制与航空气象保障.....胡宗刚 (79)
10. 空管系统中的模拟训练系统.....马 欣 (83)
11. 空中交通流量管理的理论和方法.....徐肖豪 (90)
12. 单跑道容量估计模型研究.....胡明华、刘松 (96)
13. 在空中交通管制系统中实现双机切换时的航迹连续.....沈志冲 (106)
14. 我国空管系统通信网介绍.....付纪国 (110)
15. 用于新航行系统的卫星通信若干新技术进展综述.....吴隆恕 (129)
16. CNS/ATM 系统中的 ATN.....邱 杰 (138)
17. 多雷达和 ADS 数据融合处理.....李云茹 (147)
18. 地空 VHF 通信设备的技术特点及其发展趋势.....褚家鼐 (163)
19. 空管 VHF/UHF 电台台站建设中的电磁兼容性设计.....褚家鼐 (167)
20. 浅谈在我国部分地区实现雷达管制的基本条件.....马 欣 (171)
21. 航管一次雷达的总体设计.....王景嗣 (176)
22. 航管二次雷达及其发展.....倪仁照 (184)

论我国实现空域管理自动化的必要性

李顺才

随着我国航空事业的迅猛发展，空域是一种资源已经被越来越多的人所认识，但如何开发、利用和管理好这个资源还没有引起足够的重视，有待进一步研究和探讨。就这个问题我谈谈个人的一些粗浅看法，供在座的领导和专家参考。

一. 我国空域管理的现状

我国空域管理基本是沿用 70 年代以前的方法，概括为体制是统一管理，分别使用；管理方法是一次划成，多年不变；使用上是机械呆板，手续复杂。以上说法不是我有意夸大，事实就是如此。从体制方面讲，我国目前实行的统一管制分别指挥的管制体制，就是以空域的统一管理分别使用的体制为基础的。为了实现分别指挥，必然要在空域上截然分开，所以说空域管理的不合理来自于管制体制的不合理。从管理方法上讲，空域划分是以航空器拥有部门的要求为前提，一旦这个空域划给谁就成为该空域的拥有者，一次划成多年不变或难变。使用办法机械呆板的硬性规定，使得飞行员和管制员没有任何余地，难以应付空中发生的特殊情况，稍有变化，需要层层请示，误时误事，危及飞行安全。

二. 存在的缺陷

以上所述空域管理的现状存在很多缺陷，概括起来主要有以下几个方面：

1. 缺乏合理性

对各单位空域的需求缺乏合理性的分析论证，往往是叫的多就给的多，究竟需要多少无人评估，划给哪个单位用不用，利用率多高也无人过问，由此而造成的空域浪费现象是严重存在的。

2. 缺乏科学性

目前我国空域的划分缺乏科学评估，当然这里讲的主要是对安全的评估，给安全留下隐患，比较明显的反映在三个方面：一是大多数有走廊的机场仍然规定进出飞机在一个走廊内左右 5 公里的范围内进行，这个狭小的空间范围内，大小飞机你进我出，你上我下是极不安全的；二是有些航路下方划有训练空域，对这个空域的使用规定没有与航路飞行的航空器严格界定开，本身就有隐患，譬如：航路上飞行的航空器发生紧急情况要下到 4000 米以下，而训练空域内有飞行时发生了冲突如何处置。尽管条例中规定发生紧急情况时，飞行员有权进行处置，后果由飞行员负责。我认为这种责任是强加给飞行员的；三是航路两侧划的空域距航路的距离缺乏科学性，目前空军的训练空域距离两侧 10 公里外再留出 10 公里的保护区，航路的宽度左右十公里本身就不科学暂且不谈，单说留出十公里的保护区就划分空域也不科学。根据飞行规则规定：遇紧急情况飞行员自行改变高度层的方法是右转 30 度并以此航向飞行 20 公里，再平行航线上升或下降到新的高度层，

可想而知，如果飞机正好在航路中心线上飞，此种方法肯定进入了保护区，如果飞机本身就偏右，可能就要介入训练空域，显而易见空域划分与条令规定的不一致性及其存在的安全隐患。

3. 缺乏灵活性

目前我们的空域划分及使用规定非常机械呆板，空军的限制区、危险区作为长期规定印在航图上，公布的时间大部分是每天 24 小时，高度 0~18000 米，多少年都是这样。事实上很多空域都是虚设，根本不可能有如此高的利用率；高度层的使用上是某种机型不论什么情况一定要使用某一高度层，别的高度层空的也不能使用，所以造成等高度、等间隔而延误飞行。类似的规定极不科学，也完全没有必要。

造成上述问题的主要原因是不合理的体制和缺乏科学的管理手段。

三. 根据目前存在的问题，具体建议是：

1. 确定空域的划分及使用原则

为了充分开发利用空间资源，对空域的划分和使用都应确立原则，对每个单位提出的需求都要周密考虑，认真研究论证，不是谁要多少而是应该给你多少。划分和使用原则应从全局利益出发，以战争优先，涉及国家安全的设施、特殊地域优先，发展国民经济优先等原则确定划分的方法；制定和平时期与战争时期两套方案。

2. 对空域的划分和使用进行科学的评估，评估的原则首先是安全性，其次是合理性，使空域的划分首先建立在安全可靠的基础上，在这个基础上充分挖掘潜力，使空间得以充分利用，使其更好的发挥效益。首先要有一批人做这件事，还要有相应的手段。这个工作迟早要做，要把目前拍脑袋的作法逐步走上科学化。因此必须实现空域管理的自动化，在科学的基础上优中选优。

3. 空域使用要实行互为开放式，建立空域使用信息发布制度。各单位对每天空域的使用情况进行信息发布。谁的空域自己不用时可以允许别人使用，只要对方不用无须再事先请示，这样可以大大减少请示、通报的环节，使管制员集中精力调配飞行冲突，及时处置飞行员的特殊请求，以确保飞行安全为最终目的。此项工作可以在军民航信息通报中加上此内容，规定必要的工作程序。

注：李顺才，男，民航总局空管局，局长助理

通讯地址：北京市朝阳区民航总局空管局（邮编：100021）

联系电话：(010) 67318866—3191

新航行系统的总体设计技术

刘 兴

全球导航卫星系统和全球卫星通信系统的迅猛发展正在引起空中飞行体的管理和控制的革命性变化。现行航行系统正在向新航行系统迈进。国际民航组织(ICAO)制定了向新航行系统的全球协调计划。ICAO 办公室拟制了亚太地区新 CNS/ATM 系统规划。我国国务院中央军委空中交通管制委员会制定了《我国发展新航行系统总体规划》，国务院和中央军委已批准了这个总体规划。我国发展新航行系统总体规划分为准备启动阶段(2000 年以前)、开发试用阶段(2001~2010 年)和推广应用阶段(2011~2015 年)，同时规定了发展新航行系统的基本原则以及发展通信、导航、监视和空中交通管理等各分系统的指导原则、建设目标、建设步骤及技术政策等。这说明我国发展新航行系统的工作已经启动，并指出了工作原则和方针。新航行系统是国家重大的电子信息系统之一，系统的效能、安全和资源的有效使用必须进行总体论证、设计和仿真实验。本文主要论述有关新航行系统总体论证、设计及仿真等的相关技术。

一. 电子信息系统设计开发技术的飞跃

世界已经跨进信息社会，电子信息系统的设计制造正在发生深刻的变化。

1. 电子信息系统已开始由自下而上的建设演变为自上而下的建设。从信息系统的体系结构入手，进行设计和开发。

2. 在电子信息系统发展过程中，系统设计及软件开发等正在由手工作坊方式向工业化生产方式过渡。

3. 大型电子信息系统的综合(一体化)设计：原航行系统的导航、通信、监视、空管、流量管理和空域管理，都是单独设计的(或在不同时间分别设计的)，而新航行系统要求综合和一体化设计，使新航行系统的设计趋于优化。

4. 社会各行业的大型电子信息系统正在由互相隔绝单独建设向综合化一体化巨型电子信息系统发展，最有效地使用资源。在这方面最突出实例就是国家(或全球)信息基础结构(NII 或 GII)。NII(或 GII)包括了能源、金融、交通、商贸、供水、油气、生产及结算管理、军事作战等信息系统的共用基础设施。这就避免了大量的重复浪费。

二. 新航行系统重要的总体设计技术

世界上，航空事业正处在大发展的时期，新航行系统对最优利用时空资源和物质资源，确保飞行安全具有重大意义。下面简要论述新航行系统总体设计中的几项重要技术。

1. 新航行系统体系结构设计技术

本文建议参考美国大型电子信息系统最新总体设计技术中首先做好体系结构的设计。根据美国 IEEE STD 610.12-1900 的定义，可以把新航行系统的体系结构定义为确定新航行系统的各组成部分，它们之间的相互关系以及自始至终

指导其设计和开发的原则及指南。新航行系统体系结构可分解为三个侧面或视图,即使用视图、系统视图和技术视图。这三种视图都应包括本视图的概述、简要信息及术语词典。此外,三种视图还应分别包括以下内容。

(1) 使用视图:使用视图的定义为对完成或支持指挥管制所需要的任务、活动、要素和信息流的描述。具体内容包括对指挥管制概念的描述(包括用图形说明);对系统各节点之间的接口及信息流的描述;对指挥管制信息交换的描述,对指挥管制活动模型的描述(各种活动及其互相间输入输出的描述);对指挥管制规则模型的描述(业务准则、管制状态转移、管制事件跟踪等);对各种业务过程规则的逻辑数据模型等的描述。

(2) 系统视图:系统视图的定义为提供或支持指挥管制功能的系统和互联的描述,具体内容包括对新航行系统的组成说明及各组成部分的接口说明;新航行系统节点间及各节点内的通信的描述;新航行系统的功能描述,包括功能分解及数据流程等说明;指挥管制活动的描述;新航行系统信息交换矩阵的描述;新航行系统性能参数矩阵的说明;新航行系统对所采用的新技术及软硬件产品可获得性的预测;对新航行系统的物理数据模型(文电格式、文件结构等)的说明等。

(3) 技术视图的定义为最小一套指导系统部件及零件配置、综合集成、互相关联的规则,以保证构造系统满足规定的整套需求,具体内容包括对新航行系统新采用标准体系的概括说明,如 ICAO 标准、国家信息基础结构的信息技术标准(信息处理标准、信息传输标准、信息建模、超数据及信息交换标准、人机界面标准和信息系统安全标准等)及新航行系统专用标准等;对新标准技术的预测,包括预测即将出现的标准和准备采用新标准的时间的描述。

上述新航行系统体系结构及其使用、系统和技术视图是在国家总体规划下建设新航行系统法规。在这个基础上进行新航行系统的详细设计。

2. 新航行系统信息基础结构的设计

新航行系统信息基础结构的设计包括通信、导航、监视和空中交通管理等基础结构的设计。在新航行系统信息基础结构设计中,有些信息基础结构是利用已有的信息基础结构如 GPS、Glonass、GNSS、卫星通信以及国家信息基础结构的有关部分等;有些信息基础结构需要新建。

美国已把各种交通运输信息基础结构列为国家或全球信息基础结构的组成部分。所以新航行系统的信息基础结构的设计,首先应和国家及全球信息基础结构的设计密切结合起来,充分利用国家或全球信息基础结构的资源,还可使某些新建的新航行系统的信息基础结构为国家或全球信息基础结构提供增值业务。

新航行系统信息基础结构还应包括指挥管制功能软件(指挥管制应用软件、支持软件、数据处理软件等)、公共应用软件(报文处理、电子商务、信息分发管理、信息交换软件等)和通信及计算机基础结构(各级管制中心、通信网络等)。

新航行系统信息基础结构的设计必须符合新航系统体系结构的规定。

3. 新航行系统的信息战防御设计

信息战被定义为影响敌方信息和信息系统, 保护己方的信息和信息系统的行动。信息战的目标不仅针对军事目标, 还针对民用目标。美国把针对国家信息高速公路(国家信息基础结构)的信息战, 称为战略信息战。国家信息基础结构包括政府办公、金融、能源、交通、商贸、供水、油气、生产及军事等的信息基础结构。如果国家信息基础结构遭到严重的信息战进攻, 将使整个美国社会瘫痪。见图 1。所以, 美国提出了信息基础结构信息战(I²W)的概念。美国人非常担心在信息战进攻中全国空中交通管制系统瘫痪将是严重的灾难。美国专家认为, 在国家信息基础结构设计时就要进行信息战防御设计, 因为在国家信息基础结构建成以后再考虑信息战防御设计所需要的投资将是在国家信息基础结构设计时进行信息战设计所需投资的 10 倍以上。

新航行系统的信息战防御设计主要包括计算机、通信网络及软件的安全防护, 例如尽可能使用国产无病毒设置的硬件及软件平台、建立网络及计算机“防火墙”、开发和使用防病毒软件、对操作人员在操作前进行身份的鉴证等。对军航应考虑信息加密等措施。

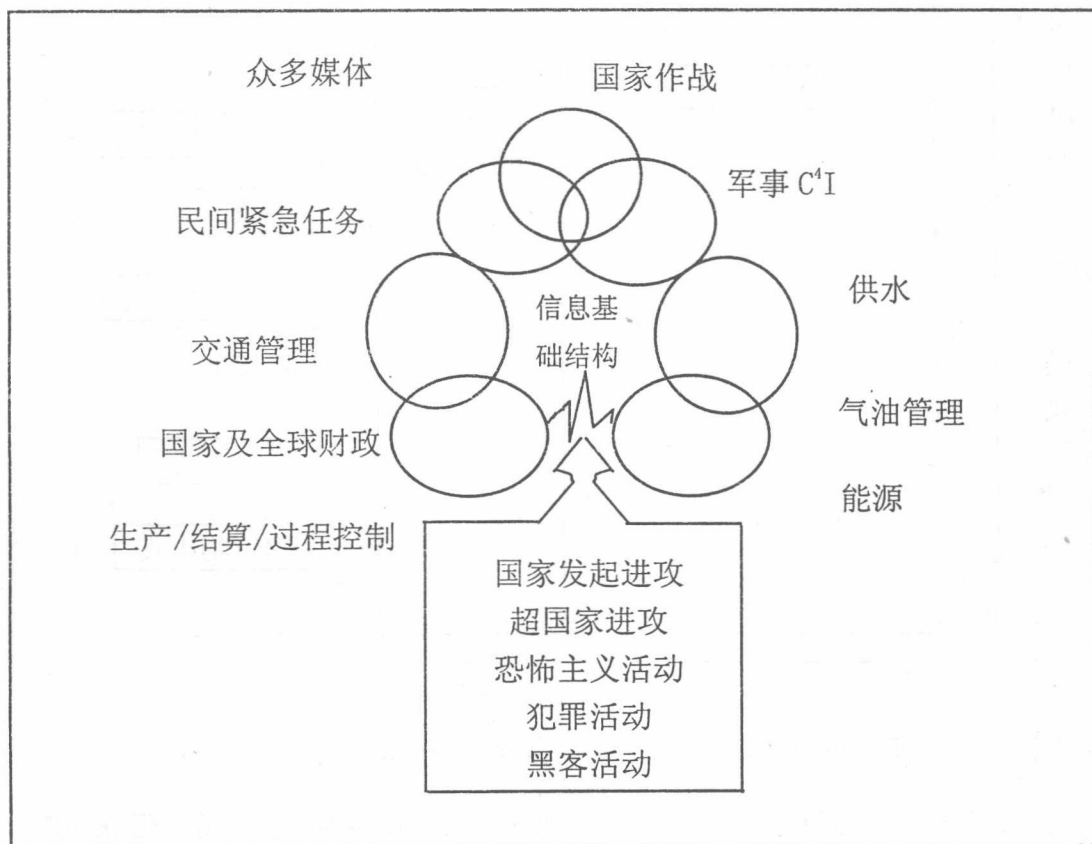


图 1 国家对信息基础结构的依赖性及脆弱性

4. 新航行系统的生存能力设计

在信息战和远程精确制导武器打击中，将出现非线性战争，没有前方后方，军用设施和民用设施之分，战略行动和战术行动之间界线也变得模糊。

对于全国规模的新航行系统来说，生存能力十分重要。生存能力不仅包括人为因素，还包括自然和技术因素，见图 2。由于新航行系统的监视手段首先基

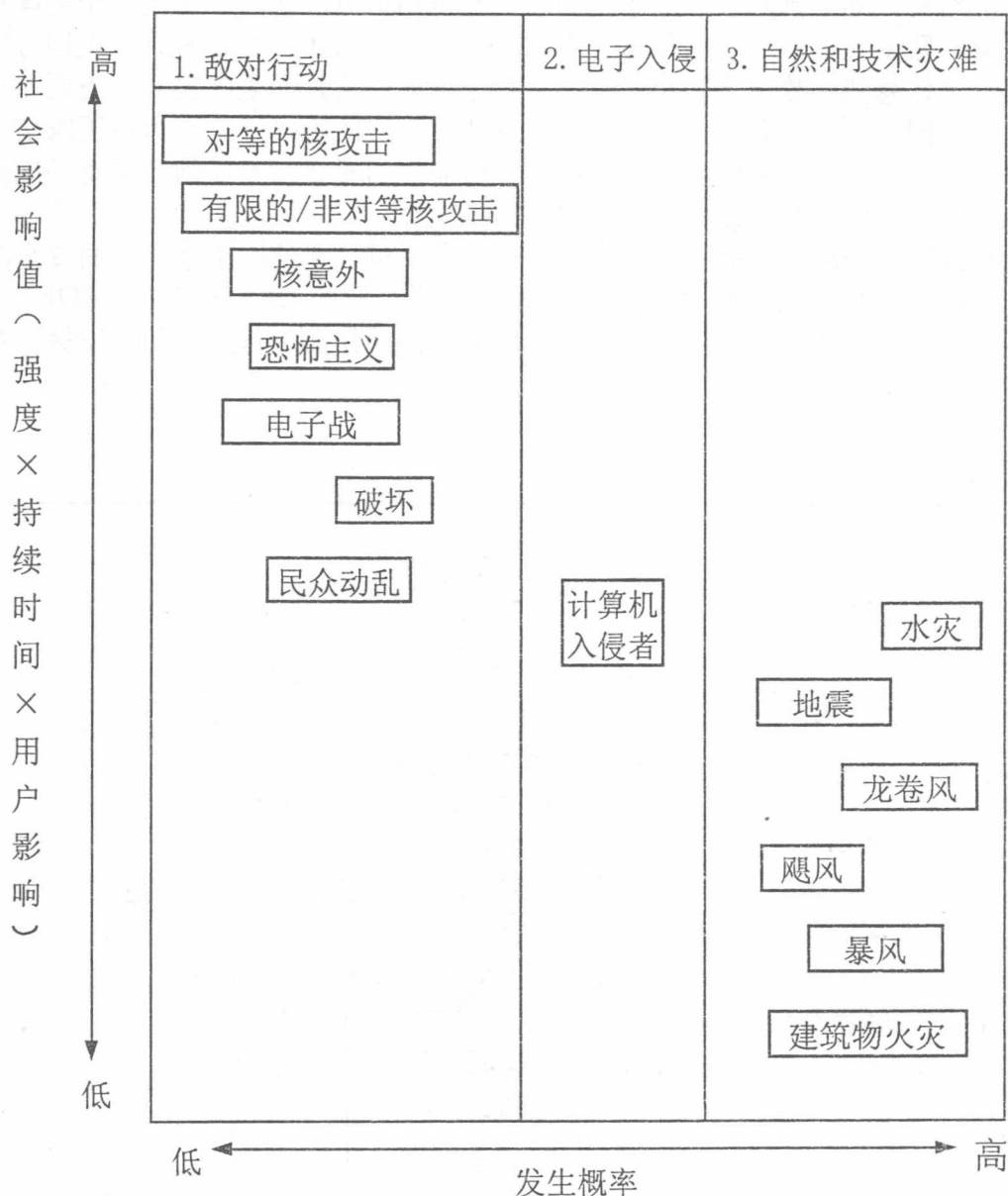


图 2 全国规模的大型信息系统生存能力的可能因素及发生概率

于 GPS 及 Glonass。而 GPS 及 Glonass 均为美俄军方所控制。在美国不但联邦航空局 (FAA) 认为使用国防部的 GPS 系统是不牢靠的，就是美军方都担心美国部队越来越离不开 GPS 的危险，因为 GPS 不是万无一失的。即使是未来由 ICAO 组织

发射的全球导航卫星系统(GNSS), 该系统同样会受到干扰或发射假延时信号的欺骗。通信卫星是更容易被干扰的。所以, ICAO 把 S 模式单脉冲雷达作为未来航行系统的通信和监视手段, 特别是在高密度航行区更为重要。只有集中式信息搜集和处理, 而无分布式信息搜集和处理更加危险。正确的设计是两者均有之, 可以互相弥补。

从图 2 中可以看出, 生存能力可分为抗物理毁损能力、抗电子干扰能力和抗信息入侵能力。在新航行系统生存能力设计中, 要考虑集中和分布相结合; 通信、导航、监视及空中交通管理(管制中心等)均应有多种手段互相备用设计原则。

新航行系统的可靠性和可维性设计大家比较熟悉和重视, 但可靠性和可维性不属生存能力的范畴。系统可靠性是在规定平时条件下系统能完成规定功能的能力。而系统生存能力是在规定威胁条件下, 系统能完成规定功能的能力。这说明对新航行系统的生存能力和可靠性都要有最好的设计。

5. 其他大家熟悉的总体设计技术这里不做赘述。

三. 新航行系统的技术开发工作

在信息战威胁的时代, 新航行系统的一切技术设备和系统全靠外国是危险的。应急少量引进是需要的, 但不能全部引进及长期引进。90 年代初日本的空管系统的技术水平与中国相当, 但日本的国策是空管系统全部立足本国, 日本东京羽田机场一部二次雷达可靠性不够, 采用两部互为备份。我国虽不能采取全部立足国内, 但必须为国产化创造条件。2001~2010 年为新航系统的开发试用阶段。但如从现在开始抓紧技术开发, 例如 S 模二次雷达及应答机、自动相关监视(ADS)、自动化 ATC 等, 到了 2010 年这些产品达不到成熟水平, 其结果还是全部购买外国的。美国西屋公司曾花多年时间开发 S 模式二次雷达。计算机和软件应采用国产的, 因此, 国产的计算机和软件也应尽早开发。

建议开发机载 ADS 及 S 模式二次雷达应答机一体化设备, 并可与全球导航系统、通信卫星系统、S 模式二次雷达、VHF 和 HF 互联。

为作好新航行系统总体设计工作以及空中交通管理系统的开发工作, 应进行建模和仿真工作。通过建模和仿真加速新航行系统的设计、试验和试用工作, 并能保证新航行系统是二十一世纪高质量的系统工程, 还可节省大量投资。

以上论述仅供参考, 有不妥之处, 请领导和专家指正, 不胜感谢。

注: 刘兴, 男, 电子工业部第二十八研究所, 原所长, 顾问, 研究员

通讯地址: 南京市 1406 信箱

邮编: 210014

联系电话: (025) 4432341-2227

我国空中交通管制自动化系统研究历史回顾和展望

李显达

本文以较大的篇幅回顾和展望了管制中心自动化系统和空管一、二次雷达的研制情况,文中未包括平面通信和导航设备的研制情况,回顾历史是为了总结过去,争取把未来的事办好一些,展望未来是要认清形势,明确奋斗目标,坚定信心,加倍努力去争取更大的成绩。

由于收集的资料不多,加之本人水平有限,肯定文中有许多不准确或错误之处,欢迎同行们批评指正。

1 历史回顾

为了适应军、民航事业的发展,我国从 70 年代初期就开始安排空中交通管制系统有关单项设备的研制,到今天为止已有 20 多年历史,经历了三个阶段,目前正处在第四阶段之中。

1.1 第一阶段(“六五”以前即 70 年至 84 年)

我们称这一阶段为国内研制与引进、吸收相结合的阶段。

有代表性的项目是:

1.1.1 单项设备研制

在国家有关部门的支持下,760 厂于 1974 年研制成功 66-1A 型地一空通信电台,84 年完成国内第一代双频段对空电台技术鉴定。

783 厂于七十年代初完成空管二次监视雷达样机研制,并先后在首都机场、虹桥机场进行了有关试验。

1.1.2 空军特调系统的研制

受空军原航行局的委托,原四机部 28 所于 70 年至 74 年完成了航行局特调室自动化管制系统的研制,通过该系统在现场近两年的试运行证明:系统设计的多雷达数据处理、飞行冲突探测和显示等有关软件原理可行,并达到了设计要求,但由于系统中所配置的设备采用的国产元器件质量问题,致使系统运行不稳定,可靠性较差,不能满足连续 24 小时运行要求,难以承担值班,故于 74 年终止系统运行。通过对该套系统的研制,培养了一批从事空管自动化系统研制的技术人才,为后来的研制工作创造了条件。

1.1.3 协助空军和民航从法国引进空管系统

经周恩来总理批准,空军原航行局从国外引进几套空管系统设备以解决当时军、民航的急需,为了完成好这次引进任务,从 74 年开始由原四机部有关厂、所派技术专家和军航专家一道组成了空管系统考察小组先后赴荷、英、法三国进行考察,通过对考察中收集到的材料分析,最后确定从法国汤姆逊-CSF 公司引进空管设备。由于引进技术工作需要,在北京成立了由 28 所牵头,14 所、38 所、720 厂、738 厂、783 厂、784 厂等单位派技术人员参加的系统服务大队,其主要任务是:协助空军引进办公室拟制好引进系统总体技术方案、技术合同、负责技术协调、接受外商培训、负责工厂验收,为民航引进系统进行现场安装和恢复,直至部分关键技术的消化、吸收等等。通过该项目的引进,不仅解决了京、沪航线上的急需,而且吸收了当代国际上先进的航管技术,培养了一批

懂得空管知识且有专业特长的技术人材，为引进系统后期的现场维护、适应性修改和“七五”期间研制国产空管1号、2号系统打下了坚实的基础。

1.2 第二阶段（“六五”～“七五”即84年至91年）

我们称这一阶段为研制雷达管制系统配套设备和空管1号、2号系统阶段。在这一阶段中，原国家经委将空中交通管制系统列为国家重点投资类科研攻关项目，其代表性的项目是：

1.2.1 一批主要系统配套设备相继研制成功并投产

720厂研制了远程航路一次监视雷达，784厂研制了终端近程一次监视雷达，783厂研制了空管二次监视雷达，760厂研制了双频段塔台和指挥地一空通信电台，28所研制了塔台高亮度光栅扫描显示器、管制中心自主式大管面随机混合和综合显示器及部分系统接口设备等。

1.2.2 研制空管1号系统和空管2号系统

在原国家经委和原雷达局民品处的大力支持下，由28所负责系统总体设计，管制中心系统研制和系统集成，由783厂提供二次雷达，784厂提供一次雷达，完成了独立远程二次雷达航路（含塔台）管制系统（简称1号系统）的研制和一、二次雷达采用合装体制的终端进近（含塔台）管制系统（简称2号系统）的研制。其中1号系统于90年5月6日在济南张庄机场现场通过了国家鉴定，并获得了军、民航空管技术专家和长期从事管制员工作的行家们的好评，大家一致认为：空管1号系统的研制成功，填补了我国空管自动化系统的空白，并在主要技术性能上达到国际上同类产品八十年代初期的技术水平，获得了原国家经委颁发的技术开发优秀成果奖和原国务院重大装备办公室颁发的重大装备一等奖，空管2号系统于92年安装到杭州笕桥机场运行，至今还担负值班任务。它们在协助管制员指挥调度飞机安全飞行，处理飞机危险接近和劫机事件中发挥了重要作用。

1.3 第三阶段（“八五”期间即91～95年）

我们称这一阶段为重大科技项目攻关和批量研制军航管制中心系统及开发新的雷达管制系统阶段。有代表性的项目是：

1.3.1 完成国家重大科技攻关项目10余项

原国家计委、经委把军航“八五”空管建设中的关键设备：区域管制中心、分区管制中心和机场管制中心、磁记录设备、空管气象雷达等列为“八五”国家重大科技攻关项目，仅28研究所就承担了11个子项目，从93年3月开始至96年1月止，用了不到三年的时间，完成了全部项目的技术攻关，并于96年1月30日通过了国家验收，其中区域管制中心的攻关项目被评为国家“八五”科技攻关重大成果，获原三部委（计委、国家科委和财政部）颁发的科技攻关重大科技成果证书，上述攻关项目的完成为批量向军航提供管制中心系统打下了坚实的技术基础。

1.3.2 向空、海军批量提供三级（区域、分区、机场）管制中心系统

在国务院、中央军委空管委办公室（以下简称国家空管委办公室）的大力支持下，在空、海军空管办公室的帮助和大力协同下，电子部第28所、空军第二研究所等有关单位于92至96年先后同空、海军签定了提供××套三级不同

规模管制中心系统的研制合同，从 96 年开始，上述管制中心分期分批运往现场安装，到 99 年一月份安装完毕。这些系统都卓有成效地应用了“八五”科技攻关重大成果，并采用了当代世界先进的空管技术，例如分布式、开放型系统总体结构、光栅体制的大管面多色显示器、先进的图形软件和友好的人—机界面等，系统设备配置齐全，功能完善，在主要技术性能上接近或达到国际上同类系统的先进水平。

1.3.3 研制空管 3 号、空管 4 号系统

为了满足中国民航空管建设市场的需要，在原国家计委和经委的大力支持下，在三高一接轨（高技术起点、高可靠性、高速度、同国际民航组织颁发的有关技术标准接轨）的设计思想指导下，由第 28 研究所、14 研究所、38 研究所联合研制空管 3 号和空管 4 号系统，其中 28 研究所负责总体设计，管制中心系统的研制和系统集成，14 研究所提供 MSSR 二次雷达，38 研究所提供 PSR 一次雷达，目前正在进行系统集成。系统中所采用的技术同研制的军航管制中心系统相比，在关键技术和设备上又上了新的台阶，例如系统中配置的二次雷达采用固态单脉冲与 S 模式兼容的体制，系统配置的一次雷达采用固态全相参体制，并配有独立的气象录取设备，管制中心系统硬件平台选用工作站并采用客户/服务器工作方式。支撑软件选用 Unix 操作系统、X—Window 图形软件、Motif 人—机界面软件，计算机本地网选用了 100 兆 bit/s FDDI 光纤网等，这些技术和设备都是当前少数西方发达国家例如美国，用来更新现行管制系统所采用的技术和设备，空管 3 号和空管 4 号系统的研制成功，将标志着我国自行研制的空管系统在主要技术性能上达到当代国际上同类系统的先进水平。

1.4 第四阶段（“九五”期间即 96 年至 2000 年）

我们称这一阶段为加强系统顶层设计，为国家空管装备建设全面提供服务阶段。主要有代表性的项目和服务内容是：

1.4.1 确定总体技术单位，拟制“九五”全国空管系统总体技术方案及有关技术标准和规范。

“九五”期间是我国现行空管系统全面建设时期，也是启动新航行系统建设的准备时期，在“八五”建设的基础上，国家又投资近 X 亿元用来全面进行现行空管系统的建设。空管装备建设是国家高科技领域一项大而复杂的系统工程，它不仅涉及到上万台套空管设备，而且也涉及到许多单位要参与到该工程建设中来，其设备量之大、技术覆盖面之广、参加单位之多是我国空管建设史上前所未有的，如何搞好该项工程的建设是摆在国家空管委办公室面前的头等大事，国家空管委办公室领导高瞻远瞩，从系统工程特点出发，抓住了要搞好该工程建设的关键环节，那就是首先要由一个系统技术总体单位负责系统顶层设计，提出系统总体技术方案，制定好统一的有关技术标准和规范，只有这样，才能在技术上保证空管建设规划的实现，才能实现全国空管系统联网发挥整体效能，为此，国家空管委办公室于 1996 年 1 月下达了【1996】空管字第 32 号通知（以下简称《通知》），通知中明确了第 28 研究所为全国空管系统技术总体单位，并提出了总体单位的十项任务，第 28 研究所为了贯彻落实通知精神，立即在全所范围内进行了动员，选拔了 20 余名长期从事系统总体、雷达、通信、

计算机网络、显示、软件等方面研究、具有高、中级技术职称和多年系统工程实践经验的技术骨干，以他们为核心，成立了全国空管系统总体部，负责空管总体技术工作。为了更好地集中全国空管技术力量做好总体工作，经国家空管委办公室批准，从全国军、内外有关单位选聘了 20 多名具有长期从事空管装备研究和使用经历，并积累了丰富经验的专家和教授担任总体部的技术顾问，形成了空管总体工作智囊团。两年多来，空管总体部在国家空管委办公室和原电子部空管办公室的指导下，在空管专家和军、民航用户单位的帮助和密切配合下，在 28 所领导高度重视和直接领导下，较好地完成了国家空管委办公室下达的各年度任务，到目前为止，已拟制了下述文件并经国家空管委办公室批准颁发执行。

——全国空管系统“九五”总体技术方案

- 第一部分：军航空管系统总体技术方案
- 第二部分：军、民航联网方案
- 第三部分：民航空管系统总体技术方案

——军航空管系统“九五”主要设备采购需求指南

——军航空管系统联网一期工程实施方案

——空中交通管制系统雷达数据传输规范

——军航飞行情报传输规范

目前正在拟制或即将拟制的技术文件有：

——军航空管系统管制中心功能规范

——军民航之间飞行计划与动态通报规范

——军航空管系统联网二期工程技术方案

——军航空管系统管制中心功能考核测试规范

空三所受国家空管委办公室委托完成了：

——全国空管系统卫星通信网总体技术方案

1.4.2 实施军航系统联网一期工程和联网二期工程

军航空管系统联网在“九五”期间的后两年将要全面展开，它关系到军航空管系统能否发挥系统整体效能的一件大事。为了分阶段，有步骤地做好联网工作，根据工程建设进展的实际情况，将联网工程分为两期进行：

第一期联网范围：主要限制在军航“八五”建设的管制中心之间，其中“1-2-2”试点工程的联网正在进行中，并取得了阶段性成果。

第二期联网范围：除“九五”建设的管制中心之间互连外，还包括“九五”建设的管制中心同“八五”建设的管制中心之间的互连网，这其中既有国内几家单位提供的管制中心系统，也有从国外几家公司引进的管制中心系统，工作量之大，涉及面之广，可能碰到的技术难点之多足够引起有关单位高度重视的，深信在国家空管委办公室的指导下，空管总体技术单位同设备提供厂商和用户三家之间密切配合，是能够圆满完成任务的。

1.4.3 继续向军、民航用户批量提供性能价格比好的空管装备

“九五”期间，继续向军、民航用户提供性能价格比好的空管装备是国内诸厂、所一件大事，必须在总结“八五”提供空管装备经验的基础上，在认真

继承“八五”成熟的空管技术的同时，积极稳妥地吸收当代国际上先进的空管技术，在“九五”全国空管总体技术方案的指导下，进一步提高系统的可靠性、稳定性、可用性和商品化程度。确保所提供的空管装备的质量比“八五”提供的空管装备的质量有新的提高。

1.4.4 协助军、民航用户搞好空管装备的引进工作，通过引进，消化、吸收有关先进技术，进一步提高国产系统的技术水平。

1.4.5 空管装备国内提供厂、所，应对所提供的空管装备建立技术服务保障体系，做到全寿命、优质服务。

1.4.6 加速空管3号系统和空管4号系统的研制，尽早提供民航使用，并积极争取民航航路第二期改造任务。

1.4.7 积极做好准备参与民航“九五”空管建设各项招标活动，力争成为中标者或中标者的合作伙伴。

1.4.8 在完善现有航空通信系统电台的同时，积极发展与完善天线共用系统。

1.4.9 开展航空电讯网(ATN)关键技术研究，发展ATN网络技术。

1.4.10 开展新航行系统总体技术和关键技术研究

——开展适合我国装备的CNS/ATM系统基本性能、运行标准和程序的研究。

——开展VHF、S模式、卫星和HF数据链在空管领域的应用研究，选择最佳适合我国空管领域应用的通信数据链。

——开展ADS工作站基本性能的仿真试验，研制适合我国西部和东部地区航路上运行的ADS工作站。

——开展ATM总体技术研究，进行空域管理和飞行流量管理专题仿真试验，研制第一套ATM基本型系统。

2 空管系统研究成果简介

在国家非常有限的投资情况下，国产空管系统经过上述几个阶段的发展，尽管速度不快，但无论在单项设备还是在管制中心系统研究等方面仍取得了一大批成果，不少成果已提供军、民航使用，产生了良好的社会效益和一定的经济效益，归纳起来有以下方面：

2.1 单项设备

——VHF、UHF对空电台

——SSR雷达、MSSR雷达

——常规PSR雷达和全相差固态PSR雷达

——一、二次雷达联合录取器

——塔台高亮度显示器

——管制中心随机扫描混合显示器

——管制中心随机扫描综合显示器

——智能通信控制器和线路分配器

——管制中心内部语音、数字记录和重演设备

——管制中心内部无线和有线语音通信控制设备

——雷达管制员工作席

——塔台管制员工作席

——飞行情报编辑席

2.2 军航管制中心系统

——区域管制中心系统

——分区管制中心系统

——机场管制中心系统

2.3 民航管制系统

空管 1 号系统

空管 2 号系统

2.4 管制员训练系统

民航管制员培训系统

军航管制员培训系统

2.5 其它

民航塔台监视系统

为民航系统配套用的有关设备

图例：国内研制的空中交通管制系统（见图 1），管制中心系统主要技术性能图（见图 2—图 6），部分单项设备主要技术性能图（见图 7—图 10）

3 国内批量提供空管系统装备的条件已具备

所谓条件具备主要从以下几方面来说的：

3.1 国家的需要

3.1.1 “九五”军、民航对空管装备需求量大

我国经济持续快速增长，极大地促进了我国航空运输事业的发展，并带动了与之相适应的现代化空管装备的全面建设，国家“九五”期间投资近 X 亿元用于军、民航空管装备的建设，从而为国内空管装备的研制和生产提供了广阔的市场，市场靠竞争去争取，竞争能激发厂、所的拼搏进取精神，只要把着眼点放到努力提高产品的质量上，国产空管装备不仅可以争取国内市场一定的份额，而且还有可能打入国际市场。“七五”、“八五”期间那种外汇到了家门口，转眼又被别人拿走的使人痛心的局面，在“九五”期间不能让它再全面重演了。

3.1.2 国家已将空管系统列入“九五”重大装备项目

国家高度重视国内空管装备的研制，不仅将它列入“九五”十项重大装备项目当中，而且还给有关单位投资一定额度的空管系统研制技术改造费，用来改造落后的研制和生产环境条件，以适应当前国内、外市场的需要，与此同时还组织有关所、厂对部分空管关键技术进行攻关，使产品在主要技术性能上接近和达到国际上当代同类产品的技术水平，这些举措不仅可增加国内空管装备的研制和生产能力，而且还会使产品在质量上有较大提高，满足用户对产品的质量要求。

3.1.3 以国内为主研究空管装备符合国情

国家和中央有关领导早就指出：从长远来看，我国空管现代化装备建设必须立足于国内为主，这句话的含义可以从两方面理解。第一，我国不仅有广阔的领空，而且又是一个设防国家，建立独立自主的防空手段（C³I 系统）才有可能使制空权牢牢地掌握在自己手里，空管系统是 C³I 系统的补充手段，和平时期为繁荣国民经济而担任保障空中运输安全的角色，战争时期它就成为 C³I 系统的一个重要组成部分，协同 C³I 系统完成战备任务，鉴于它与 C³I 系统有如