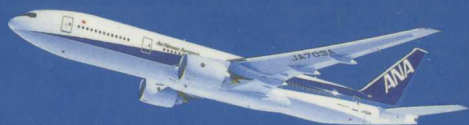


国际航空运输协会 (IATA)  
国际民用航空组织 (ICAO)



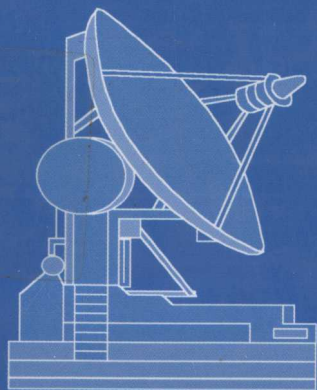
# 新航行系统

——通信、导航、监视  
空中交通管理

空军空管系统工程办公室  
国防科技大学科研部

方忆平  
梁加红

译校



蓝天出版社

V249.1/1009-1

V249.1  
1009-1

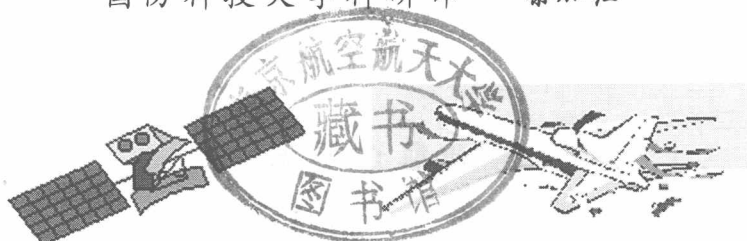
# 新航行系统

## 通信、导航、监视/空中交通管理

空军空管系统工程办公室  
国防科技大学科研部

方忆平  
梁加红

译校



200411131

国际航空运输协会 (IAIA)

国际民用航空组织 (ICAO)

200411131

# 新航行系统

通信、导航、监视/空中交通管理

方忆平 译校  
梁加红

蓝天出版社出版发行

(北京复兴路14号)

(邮政编码:100843)

电话:66983715

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

---

850×1168 毫米 32 开本 6.25 印张 156 千字

2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—2500

---

统一书号:1780158·2

# 掌握之航管技术 确保军民飞行安全

为《航管技术》题

二〇〇三年八月 邵永华

惠赠 方忆事先生 感谢！  
 承特 此致 南航图书馆 2004年4月27日

## 序 言

空军航空管制部部长



在空军司令部党委和首长的领导下,我部在航空管制理论和先进技术的学习、研究方面取得了初步成果。空军空管系统工程办公室方忆平同志与国防科技大学科研部梁加红同志密切合作,翻译了国际航空运输协会和国际民航组织出版的《新航行系统》一书,并获得了2001年度空军军事理论研究奖。现正式印发该译本,以供军内外从事航空管制工作的同志参考。

航空管制的基本职责是依据国家和军队的法律、法规,对空中活动进行管理和控制。其主要任务是防止航空器之间、航空器与地面障碍物之间相撞;维护军民航空飞行秩序和国家领空安全,保障空中交通畅通,保证飞行安全 and 提高飞行效率。航空管制技术上涉及通信、雷达、计算机和人机交互等科学领域,是典型的系统工程。现行的空管系统是依托地面雷达、通信网络实现飞行目标显示、对空指挥和飞行情报信息的交互。新航行系统是基于卫星数据和话音通信为主体、集通信、导航、监视/空中

交通管理(CNS/ATM)于一体的高新空管技术,将进一步改善空管系统的可靠性、安全性,增加空域飞行容量,全面提高航空管制能力和工作效率,因此国际民航组织向各会员国大力推荐这种先进的航空管制技术。我相信《新航行系统》译本的印发,对学习、借鉴国际先进空管技术将会起到积极的促进作用。

国务院、中央军委空中交通管制委员会对以新航行系统为主要特征的高新空管技术的研究、发展和应用高度重视。此次《新航行系统》译本印发之际,原中共中央政治局委员、国务院副总理兼国家空管委主任邹家华同志为该书亲笔题词,这既是对该项工作的肯定,也是对我们的鼓励和鞭策。我们一定要坚决贯彻国家空管委和空军党委、首长的指示精神,努力学习,扎实工作,为我国的空中交通管制现代化建设做出更大的贡献。

二〇〇三年九月于北京

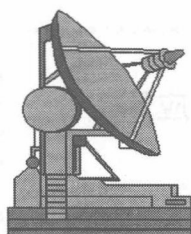
# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一部分 应用指南.....              | 1  |
| 第一章 空中交通管理 .....            | 3  |
| 第二章 通信 .....                | 6  |
| 第三章 导航 .....                | 12 |
| 第四章 监视 .....                | 15 |
| 第二部分 系统手册 .....             | 19 |
| ANS 手册简介 .....              | 20 |
| 缩写词表 .....                  | 22 |
| 第一章 现行航行系统〔ANS〕 .....       | 25 |
| § 1.1 现行 CNS/ATM 系统概述 ..... | 26 |
| § 1.2 空中交通服务〔ATS〕近观 .....   | 27 |
| § 1.3 现行航行系统的缺点 .....       | 29 |
| § 1.4 现在的问题.....            | 31 |
| 第二章 国际民航组织和新航行系统 .....      | 33 |
| § 2.1 新航行系统第一阶段特别委员会.....   | 33 |
| § 2.2 新航行系统第二阶段委员会.....     | 34 |
| 第三章 新航行系统 .....             | 36 |
| § 3.1 通信.....               | 36 |
| § 3.2 导航.....               | 41 |

|             |                      |            |
|-------------|----------------------|------------|
| § 3.3       | 监视                   | 46         |
| § 3.4       | 空中交通管理               | 51         |
| <b>第四章</b>  | <b>新航行系统的经济性</b>     | <b>57</b>  |
| § 4.1       | 航空与全球经济              | 57         |
| § 4.2       | 实施新航行系统的意义           | 58         |
| § 4.3       | 新航行系统的效益             | 58         |
| § 4.4       | 新航行系统的费用             | 62         |
| § 4.5       | 成本效益分析               | 69         |
| <b>第五章</b>  | <b>向全球系统的过渡</b>      | <b>71</b>  |
| § 5.1       | 全球计划                 | 72         |
| § 5.2       | 过渡方针                 | 77         |
| § 5.3       | 实施机制                 | 80         |
| <b>第六章</b>  | <b>未来飞行情况</b>        | <b>82</b>  |
| § 6.1       | 航空公司                 | 83         |
| § 6.2       | 空中交通管理服务供应商          | 86         |
| § 6.3       | 结论                   | 89         |
| <b>第三部分</b> |                      | <b>91</b>  |
| <b>缩写词表</b> |                      | <b>96</b>  |
| <b>第一章</b>  | <b>简介</b>            | <b>104</b> |
| § 1.1       | CNS/ATM 及其优点         | 104        |
| § 1.2       | 进行成本/效益分析的原因         | 110        |
| § 1.3       | 经济可行性的衡量             | 111        |
| § 1.4       | CNS/ATM 的全球经济评估      | 113        |
| § 1.5       | CNS/ATM 在国家及地区水平上的评估 | 115        |
| <b>第二章</b>  | <b>可选系统的构造</b>       | <b>116</b> |
| § 2.1       | 简介                   | 116        |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| § 2.2 空域类型及系统发展状况 .....                   | 116        |
| § 2.3 CNS/ATM 设施结构举例 .....                | 119        |
| § 2.4 递增成本的概念 .....                       | 123        |
| <b>第三章 关于政策和制度上的假设 .....</b>              | <b>125</b> |
| § 3.1 简介 .....                            | 125        |
| § 3.2 国家和地区政策 .....                       | 125        |
| § 3.3 关于转移速率的假设 .....                     | 126        |
| § 3.4 国家、服务提供者和航空公司三者之间的经济联系<br>.....     | 127        |
| <b>第四章 净现值(NPV)分析 .....</b>               | <b>130</b> |
| § 4.1 方法概述 .....                          | 130        |
| § 4.2 交通需求和飞行器数量 .....                    | 133        |
| § 4.3 CNS/ATM 装备的开支 .....                 | 136        |
| § 4.4 从第三方购买服务 .....                      | 143        |
| § 4.5 在当前技术装备上的费用 .....                   | 147        |
| § 4.6 飞机经营者的效率收益 .....                    | 153        |
| § 4.7 乘客时间的节约 .....                       | 157        |
| § 4.8 其它收支 .....                          | 158        |
| § 4.9 现值方法的成本效益总结 .....                   | 159        |
| § 4.10 净现值 .....                          | 164        |
| <b>第五章 问题与应用 .....</b>                    | <b>166</b> |
| § 5.1 简介 .....                            | 166        |
| § 5.2 成本回收 .....                          | 167        |
| § 5.3 通信、导航、监视/空中交通管理和微波着陆系统 ...<br>..... | 167        |
| § 5.4 敏感性分析 .....                         | 170        |
| § 5.5 地域差异对经济的影响 .....                    | 173        |
| § 5.6 实现途径的选择 .....                       | 174        |

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| § 5.7       | VHF 和 Mode S 之间的选择 .....      | 175        |
| <b>第六章</b>  | <b>可选的经济计算方法 .....</b>        | <b>178</b> |
| § 6.1       | 简介 .....                      | 178        |
| § 6.2       | 成本效率分析 .....                  | 178        |
| § 6.3       | 最小成本分析 .....                  | 179        |
| § 6.4       | 快速法 .....                     | 179        |
| § 6.5       | 偿还期 .....                     | 183        |
| § 6.6       | 使用价值分析 .....                  | 184        |
| <b>附录 1</b> | <b>CNS/ATM 带来的效率的提高 .....</b> | <b>185</b> |
| <b>附录 2</b> | <b>参考文献 .....</b>             | <b>186</b> |
| <b>后 记</b>  | <b>.....</b>                  | <b>188</b> |



——新航行系统——

通信、导航、监视/空  
中交通管理

## 第一部分

# 应用指南



国际航空运输协会

国际民航组织

## 未来航行系统 CNS/ATM 的应用

- 将加强世界范围内空运系统的可靠性、安全性、容量和效率。
- 为运营者和空中交通服务者提供可论证的经济效益。
- 能逐步发展,首先满足本地和地区的需要。
- 有许多方式适合不同的需要。
- 正在许多国家和地区进行。
- 其目标是在世界范围内于 2010 年内完成。
- 使用 ICAO 的概念和受到 ICAO 签约国的认可。
- 包括更新传统的空中交通管制系统和提供更自动化的、基于航天卫星技术新的通信、导航、监视系统,建成一个集成化的全球空中交通管理系统。
- 利用加强的功能将改善空中交通管理
  - 通信
  - 导航
  - 监视
- 要求应用的步骤
  - 本地的、国家的、地区的和国际民航管理者
  - 飞机运营者
  - 通信服务提供者
  - 卫星组织
  - 制造商
- 通常是逐步采用,但有时是同时的或优选的

# 第一章 空中交通管理

说明:标明 CAA 是有关民航管理,标明➤➤是有关飞机运营者,许多步骤是同时标明 CAA 和➤➤。

## 应用步骤

### 探索阶段

#### CAA ➤➤ 1 了解空中交通管理的组成部分

**K2** FANS CNS/ATM 使空中交通管理综合了有关通信、导航和监视领域大量的物体和规则。应用空中交通管理的第一步包括对各种可用选项的理解,这些都阐述在起始工具包中。

#### CAA ➤➤ 2 鉴别经济代价和效益

**K3** 应用 FANS CNS/ATM 没有一个最佳的办法。但是,利用可能的分析工具帮助,每一个航空管理局和航空器运营者能决定和比较不同技术应用的代价和效益。这些工具被设计成很容易地使用。

#### CAA ➤➤ 3 考虑地区协作安排

对邻国或其它国家的已有或计划设施的协作使用,能导致出容易和更有效代价的应用。灵活和创造性的革新是关键的因素。所有合理的、可能的步骤都应开发。需要为新的内部组织安排的任何结果均应决定。

#### CAA ➤ 4 探索支出的回收

用户的什么费用(新的或增加的)才是需要的? 怎样的结构才是最有效的? 即使在这个早期阶段,在航空管理者和航空器运营者之间的协商是非常有益的。

#### CAA ➤ 5 试验计划的过渡

尽管提供新的服务是 FANS CNS/ATM 的基本利益,使过时的设备有序、及时、分阶段地被新技术所淘汰是过渡计划的一部分。分阶段地淘汰而不是替换,被新技术淘汰的设备所节省的资金将成为新阶段的资源。另外,为了形成最终决策而需要的开发步骤将在这个过渡性计划中完成。

### 决策阶段

#### CAA ➤ 6 有关应用的决策:改进支出和效益分析

K3 这是关键的一步。随着目前开发信息的积累和协作的完成,为制定决策已有了一个坚实的基础。实现多样化系统的决策应最好包括预期的效益协定和时间表(至少是临时过渡性的)。它应是一个正规的和公开的约定。

### 决策后阶段

#### CAA ➤ 7 制定明确的开发步骤

现在开始着手进行协作安排,并引入费用计划,更精确地计划过渡措施。

#### CAA ➤ 8 获取新的系统

K4 下一步是对新设备的获得、安装、试验和行动。

#### CAA ➤ 9 开发操作程序

只有且只有操作程序被通过后,FANS CNS/ATM 才能提

供其效益。许多国家已经开始开发基于 FANS CNS/ATM 概念的不同的飞行阶段的新程序。它包括在不同气象和地理条件下的 FANS CNS/ATM 航路,“直接航路”和进近程序。

早期的 FANS CNS/ATM 应用是最可能在海洋和遥远的陆地进行。那里有最大的收益和最少的改变。

改变程序必须为飞机运营者提供明显的经济效益以证明更新其飞机费用的正确。同样地,空中交通服务提供者也必须看到效益。在最佳经济效益的方式下,每次飞行操作过程的灵活性是最重要的准则。这将包括减少间隔标准。通过使用 FANS CNS/ATM 所提供的更有效的通信、更精确的导航和及时的飞机监视,将带来更大的安全性,这是改进性能的基础。海洋和遥远陆地航路以外航路的新程序亦应使用相同的标准予以设计,以减少运营费用和提高安全性。

#### CAA ➤ 10 人员培训

航空管理局和飞机运营者需开发必要的培训程序以执行新的操作程序。

### 最后阶段

#### CAA ➤ 11 新系统投入使用

最后一步是使用新的设备和提供新的服务,并应用新的操作程序。

## 第二章 通 信

本文的通信是指飞行员和空中交通管制员之间、机载航空电子设备和地面空中交通管理系统之间的语音和数据交换。

### 应用步骤

#### 基本步骤

#### CAA ➞ 1 了解通信需求

**K2** 通信是把 FANS CNS/ATM 各部分联系在一起的纽带。及时和精确的通信是复杂的航空运营的绝对要素。现在海洋和其它偏远地区的主要限制是缺乏好的通信。即使在高度发达的地区,为履行空中交通服务功能,更好地使用数字通信来改变空中交通管制和操作程序的缓慢进程,它限制了航空的效率和增长。

已有的空中交通服务使用甚高频(VHF)和高频(HF)语音通信和人工操作程序。但是,飞机运营者将非常先进的、可靠的自动化数据通信设备应用于其它方面。FANS CNS/ATM 进一步的认识到,连续增长的航空要求为空中交通服务提供高效、智能和灵活的数字、数据通信。这样,FANS CNS/ATM 预期到从已有的语音转换到可靠的自动化数字通信的过渡(在过渡期内,VHF 和 HF 语音容量可能需要扩大)。由 FANS CNS/ATM 技术提供高水平

的成就,取得经济效益、扩大容量和加强安全,没有数据链通信是不可能的。

## CAA ➤ 2 区分 FANS CNS/ATM 通信因素

FANS CNS/ATM 能使用已有的和新的通信媒体(无线电频谱和技术)。在陆地设备可行的地区,数字式数据通信适中的选择仍然是 VHF。它们迄今一直被使用,已经证实,VHF 数据链能提供有效和高效率的服务,它现可能用于世界的大多数地方。

卫星现已提供了覆盖全球范围(除极地外)内的数据和语音通信。国际移动卫星公司(Inmarsat)可为空中交通服务提供足够可用的、综合化的通信服务。(Inmarsat 是一个非盈利的跨越 77 个国家的国际组织,为国际移动卫星通信提供空间段设备)。高质量和可靠的卫星通信服务将在海洋和偏远地区替代高频(HF)语音通信(说明:空中交通服务提供者可为所需要的服务签订合同,而不是在卫星通信或 VHF 数据链业务中投入资金)。

在一些地区,空中交通服务提供者和飞机运营者的需求因 S 模式数据链可能满足要求,例如,在飞机和航空站之间的双向数据通信使用 S 模式二次监视雷达的询问器和应答器。

## CAA ➤ 3 航空电信网络的预测

航空电信网络(ATN)将是未来全球航空数字通信系统。ATN 将提供地面与地面之间、地面与空中机载设备之间的无缝隙连接。它将从卫星、VHF、S 模式和其它 ATN 依附的媒体中选择贮存的信息。大多数设计和开发的工作已经完成。但是,相关标准和设备均没有完全成熟,当国际标准和潜在的经济效益仍存在时,ATN 的应用将进行下去。

向 ATN 的转换开始于扩展使用已有的空一地 and 地基数字