

民航经济与技術  
参考資料



# 空中交通管制 可行性研究概要

(空中交通管制專輯)

童漢銀 編

中國民用航空局第一研究所

V355  
1003

V355  
1003-1

# 空中交通管制可行性研究概要

(空中交通管制专辑)

童汉银 编



中国民用航空局第一研究所

1991年7月  
739846

## 内 容 简 介

本书由两部分组成：第一部分为空中交通管制可行性研究的程序和方法；第二部分为航管雷达选址的程序和方法。前者介绍了进行空中交通管制可行性研究的一般内容、程序和方法，后者介绍了进行航管雷达站选址的一般程序和方法，较详细地分析了为推荐一个最佳雷达站址所需要考虑的各种因素。本书可作为从事航管工作的工程技术人员、高级工程管理人员和飞行调度指挥人员的阅读或参考资料，亦可供军用雷达选址的工程技术人员和大专院校航管专业高年级学生参考。

### 空中交通管制可行性研究概要

童 汉 银

中国民用航空局第一研究所

(北京市安外安贞大厦)

中国民航印刷厂印刷

## 前 言

随着民用航空事业的迅速发展，机场和航路变得愈来愈繁忙。早期用于飞行指挥的程序管制方法由于不能直接对飞机实施能见指挥，不再与当今繁忙机场快速度、大密度、高起落架次的飞行活动和飞机间隔愈来愈小的航路指挥相适应。今天，世界经济发达国家都广泛采用了自动化空中交通管制系统，从而充分地保证了飞行安全。同时还使机场空域和航路上的繁忙飞行活动变得既有秩序又达到了高效率。

我国民用航空事业自十一届三中全会确定改革开放路线以来，有了飞速的发展。许多新的机型不断投入航线飞行，飞行量愈来愈大，飞行密度愈来愈大，飞机飞行速度也愈来愈高。为了保证飞机在终端区机场安全起降，在航路上安全飞行，中国民航正在迅速发展与其相适应的自动化空中交通管制系统。基于这一发展的需要，本书收集了“空中交通管制可行性研究的程序和方法”和“航管雷达选址的程序和方法”两篇文章。前者为作者参加1989年3月美国Lockheed公司为我海南三亚空中交通管制中心进行可行性研究工作的一份总结，它为规划和发展空中交通管制系统提供了值得参考或借鉴的基本程序和方法；后者由作者根据美国联邦航空局运输部的“PRIMARY/SECONDARY TERMINAL RADAR SITING HANDBOOK”第三部分编译整理而成，该文不仅提供了进行雷达选址的一般程序和方法，还介绍和分析了为推荐一个最佳的雷达站址所需要考虑的各种因素。

可行性研究的最终目的就是通过调查的数据和资料进行系

统的分析，并对未来可能的发展进行预测，从而提出切实可行的空中交通管制系统结构、管制方法、管制能力及其所需配置设备的方案。这种方案不仅要求建成后的系统能满足当前实际空中交通管制工作的需要，具有足够长的生存能力（一般15~20年），还要求能与未来的发展相衔接。

不进行可行性研究，只是简单地根据需要去购置设备来建设和发展空中交通管制系统是不可取的。因为这种做法，不可能有周密而严谨的论证，很可能使系统建成后使用时，或者甚至在建设阶段就发现与实际使用不能完全适应。至于对未来进一步的发展所造成的困难可能会更大。从经济上来看，这种做法的后果还会使所投资金难以得到充分发挥，造成浪费。当然，如果可行性研究只是徒有其名，掌握的资料和数据不充分，分析方法不科学，作出的预测与实际差距很大，那么，可行性研究的结论性意见如果被主管部门采纳，也会导致同样的后果。因此，掌握必要而充分的数据和周密而严谨的科学分析方法，是可行性研究获得正确结论性方案的两个基本条件。

雷达选址的重要性是十分明显的，正确的选址可以使雷达所具有的优良特性和性能得到充分发挥。相反，由于选址不当造成的影响常常会抵消雷达性能上的优点，甚至有时不得不放弃已经建立起来的雷达站址，重新再选新址。无疑，这在时间上、经济上以及人力上都会造成极大的损失和浪费。

一般来说，在机场内或机场附近地区配置一、二次雷达时，可有3种方式供选择：一次雷达独立工作方式，二次雷达独立工作方式和一、二次雷达合装同步工作方式。三种工作方式的选择取决于机场终端区的规划和管制要求，从选择场地的角度来看，一次雷达独立工作方式所需考虑的只是对发挥一次雷达工作性能有影响的因素；二次雷达独立工作方式则是对影



响二次雷达工作性能的因素要予以考虑；一、二次雷达合装同步工作时，则应同时考虑二者受到的影响，并在选址中尽可能减少或消除其影响。在航路上配置远程一、二次航管雷达，人们最关心的是在规定的高度层上和给定的空域内，雷达所能探测到飞机目标的最大有效作用距离以及跟踪目标的连续性。另外一个不可忽视的问题是多数远程航路管制雷达常常配置在远离城市、人迹稀少的偏僻地区，还需要考虑交通是否方便，建设条件是否具备，投资是否太大，以及需要有人值守时是否适宜工作人员长期生活。

人们总是希望空中的飞行活动情况能全部地、准确地被雷达获取，然后通过计算机处理送到管制员席位的显示器上。这样，管制员便可借此掌握空中的全部飞行活动情况，实施有效的指挥。雷达选址的任务就是尽其最大努力选择一个尽可能满足上述管制要求的建站场地，避免选址不当造成的损失。

# 目 录

## 前 言

### 一、空中交通管制可行性研究的程序和方法

- (一) 可行性研究的一般程序..... (1)
  - 1. 目的和任务..... (1)
  - 2. 现场考察和收集数据..... (2)
  - 3. 数据分析和预测..... (3)
  - 4. 推荐..... (4)
  - 5. 设备选址勘测和建设要求..... (5)
- (二) 可行性研究中的有关方法..... (6)
  - 1. 流量的预测方法..... (6)
  - 2. 系统规模设计..... (12)
  - 3. 航路规划及计算方法..... (15)
  - 4. 雷达选址和覆盖距离计算..... (16)

### 二、雷达选址的程序和方法

- (一) 收集初步数据..... (19)
- (二) 预选场地..... (22)
  - 1. 选址范围边界..... (22)
  - 2. 初步调查..... (27)
  - 3. 初步调查后的分析..... (30)
- (三) 现场勘测..... (32)
  - 1. 勘测准备..... (32)
  - 2. 屏蔽剖面的测量..... (33)
  - 3. 经纬仪测量..... (35)

4. 全景照片.....	(35)
5. 其他资料.....	(37)
(四) 场地分析.....	(38)
1. 雷达屏蔽角.....	(38)
2. 雷达视线高度覆盖图.....	(44)
3. 一、二次雷达覆盖.....	(47)
4. 垂直波瓣.....	(48)
5. 假目标.....	(51)
6. 地面干扰.....	(58)
7. 正切航向线分析.....	(64)
8. 跨周期回波.....	(65)
9. 费用估算.....	(67)
(五) 最后确定雷达场址.....	(67)
1. 管制要求和运用设备.....	(67)
2. 现场勘测数据.....	(69)
3. 场地分析.....	(70)
4. 选址结论.....	(70)



# 一、空中交通管制可行性研究的程序和方法

空中交通管制系统的规划和建设是一项复杂的现代化系统工程。不管是制定全国性的空中交通管制发展规划，还是进行区域性的空中交通管制系统建设，都首先必须对其可行性进行研究。由于建设和发展空中交通管制系统需要大量的资金，同时还关系到系统建成后能否最经济和最有效地发挥其作用，从而使进行这种可行性研究变得必不可少。

本文将首先介绍进行空中交通管制系统可行性研究的一般程序，然后扼要介绍可行性研究的有关方法。

## (一) 可行性研究的一般程序

一般来说，可行性研究工作可以分为如下几个工作程序：目的和任务；现场考察和收集数据；分析数据并对未来进行预测；推荐可行的研究结果；空中交通管制设备选址勘测及其建设要求。

现分别介绍如下：

### 1. 目的和任务

进行可行性研究之前，首先必须明确研究的目的和任务。空中交通管制系统的可行性研究的目的和任务由空中交通管制主管部门提出。

空中交通管制可行性研究的主要目的就是研究“控制飞行流量（间隔），调配飞行冲突，恰当处理特殊飞行情况从而达

到提高效率，保证飞行安全”的可行性方案。为此：

首先要明确可行性研究的范围和內容，即是全国性的空中交通管制长远规划和实施方案，还是区域性的空中交通管制系统建设。然后要明确任务。全国性空中交通管制的主要任务是通过可行性研究提出一套全国性（全局性）的空中交通管制结构、空域划分、航路建设、管制方法、通信网、导航网、雷达网的建设和实施方案。区域性的空中交通管制可行性研究任务则是根据管制当局给定的管制空域，提出局部的空域结构，航路或航线建设意见，管制程序，通信、导航、航管雷达的配置要求和布局以及同邻近管制区域之间的管制移交，信息情报交换方式等。

目的和任务是进行可行性研究工作所必须明确的。因为它既是空中交通管制可行性研究的出发点，同时又是可行性研究的归宿。

## 2. 现场考察和收集数据

现场考察是可行性研究必不可少的一个重要程序，是获得许多重要资料和数据的最好途径。从一般性的资料库中得到的情况介绍和数据往往具有较低的置信度。

现场考察主要是针对与可行性研究內容有关的社会经济、地理概貌、气候条件、交通运输、人口密度、管制空域、管制手段、现有航线及飞行量等进行调查并收集数据。为了获得真实的情况和可靠的数据，必须选择合适的调查对象。社会经济、交通运输、人口密度等必须向当地所属的主管部门和主管人员进行调查了解，有关空中交通管制的现状和未来发展需求则需从当地空中交通管制主管部门或民航当局进行调查了解，并收集有关数据。

对于区域性的空中交通管制来说，下列情况和数据是必须要求在调查中获得。

(1) 当地的经济和与邻近地区或国外有关地区的经济交往;

(2) 交通运输现状和未来发展;

(3) 地理环境和城市发展规划;

(4) 当地人口和平均收入;

(5) 旅游事业现状及发展;

(6) 气候条件;

(7) 空域结构和航线/航路分布;

(8) 目前的飞行量和未来发展;

(9) 管制手段和航管设备现状;

(10) 通信线路和电力供应现状;

(11) 邻近管制区。

### 3. 数据分析和预测

数据分析和预测是可行性研究工作的深化过程, 在进行分析工作之前必须:

第一, 确定所获得数据的可信度和可用程度。为此, 对于一些可能掩盖真实情况的虚假数字或者对于分析意义不大的一些数据应去除。

第二, 所获得的数据是否充分和必要。分析时务必要有充分而又必要的数字, 否则将使分析工作无法进行。如果得不到必要的数字, 应继续进行调查, 直到获得所需数据。

空中交通管制可行性研究中, 需要重点分析的数据主要是飞机的流量。其中, 过去若干年来的飞行流量可以从有关民航当局公布的数字或档案中获得, 当前的飞行流量可以从当地的空中交通管制主管部门调查中得到。

对未来飞行流量的预测是一个复杂的、难度很大的问题, 它要求调查和预测人员对所在地区的经济状况、邻近地区的经济

环境、国家和政府对该地区的经济政策、该地区的政治环境和可能的变化趋势，以及同邻近地区或国家的经济交往程度等有较深入的了解。同时，还必须对该地区的人口、人们的经济生活、收入、旅客的成分、数量、来源进行统计和分析，并对未来旅客增长量作出预测。

有了未来的旅客数，再根据空中交通管制当局或航空公司提供的机群结构和座位率获得关于未来飞行流量的增长量，空中交通管制的规模将主要地决定于这一预测。

有4种方法可用于空中交通管制系统的分析和预测：（1）趋势分析法；（2）回归分析法；（3）市场分析法；（4）模拟分析法。由于趋势分析的方法只需对过去若干时间以来的历史和数据进行调查，容易做到，而且很快就可获得有关数据，使用计算机的程序也相当简单，因而得到了广泛的应用。

应该指出的是，分析和预测是一项统计科学，它不同于精确的数学公式或物理学定律，它不可能像数学公式和物理学定律那样一旦给出，其结果就准确无误。分析和预测只是给出一种趋势，一种必然性，它不仅与所获得的统计数据 and 所使用的方法有关，还与上述所提到的一些环境因素有关，这些环境因素常常是非定量的，难以预料的。还应提及的是，进行可行性研究的个人或群体对其研究结果起有重要作用，因为他们的个人素质、倾向性、使用的方法和假设都不尽相同。

#### 4. 推荐

在完成可行性研究的调查、数据分析和对未来发展可能性的预测后，可行性研究进入实质性阶段，即向空中交通管制主管部门提出关于空中交通管制系统的结构、规模、能力和所需设备配置乃至人员编制的推荐。

进行这种推荐，有两个原则是必须遵循的：

第一，最好地满足建成后的使用要求，有相当长的生存能力，并与未来发展在技术上能衔接。

第二，经济上，能以最合理的投资完成工程建设，并在设备运行中的维持和维修费用最经济。

推荐的空中交通管制系统应包括如下内容：

- (1) 管制空域的边界描述；
- (2) 航线和航路的分布，建议的航线和航路、飞行高度、位置报告点；
- (3) 雷达管制的覆盖范围和非雷达管制区域；
- (4) 雷达管制扇面的划分和与邻近管制区的交接方法；
- (5) 区域管制和进近管制之间的移交；
- (6) 进近管制和塔台管制之间的移交；
- (7) 设备的配置及要求：
  - 雷达的类型、数量和特性；
  - 管制中心显示器的数量和特性；
  - 进近管制室显示器的数量和特性；
  - 塔台管制显示器要求；
  - 导航设备的类型、数量和特性；
  - 通信手段、设备和技术要求。

在进行区域管制中心可行性研究时，一般来说，只有在提出进近管制和塔台管制建设要求时，才予以考虑。因为进近和塔台管制可以列入机场建设的可行性研究之中。

### 5. 设备选址勘测和建设要求

可行性研究的最后阶段就是根据推荐，对所需配置的设备进行选址勘测，提出建站、设备布局、人员编制和建设要求。

需要进行选址的设备：

- (1) 一、二次雷达站址的勘测和建设要求；



(2) VOR/DME站址的勘测和建设要求;

(3) 通信设备、收发信台的选址和建设要求。

区域管制室、进近管制室和塔台管制设备应提出设备布局意见和要求。

人员编制意见主要是根据需要提出航行管制和设备使用, 维修技术人员的编制定额数。附属人员的编制可根据各地区特点安排。

## (二) 可行性研究中的有关方法

空中交通管制可行性研究中, 涉及到如下若干研究方法:

(1) 流量的预测方法; (2) 确定系统规模的方法; (3) 航路建议及计算; (4) 雷达和导航设备覆盖计算。

现分别介绍如下:

### 1. 流量的预测方法

流量和管制空域范围是确定系统规模的两个主要方面。通常, 管制空域的范围由空中交通管制当局规定。因此, 流量成为可行性研究的重要内容, 需要通过调查收集数据和分析这些数据, 然后作出预测。基本的方法是首先要求获得若干年来旅客进出所在地区和飞越该地区的年度流量, 并对未来发展进行预测, 然后将其换算成飞行流量, 最后对高峰时间的飞行量进行估计。

作为一个例子, 例如海南三亚区域管制中心, 由于该地区缺乏航空旅客年度数据资料, 这里采取了类比的方法从全国旅客人口总数中取其百分比, 国外旅客数也包括在其中。

1970年以来, 我国国内外航空旅客调查资料数据及增长的平均百分数如表1。

表1 我国航空旅客增长情况

年 份	人 数 (千人)	百分比 (%)
1970	220	—
1975	1 390	45.0
1980	3 430	20.0
1981	4 010	16.9
1982	4 450	11.0
1983	3 910	12.1
1984	5 540	41.7
1985	7 470	34.8
1986	9 960	33.3
1987	13 100	31.5
1988 (估计)	17 000	29.8

根据这些数据,绘制成曲线,然后采用趋势分析法即可获得今后15年旅客数量的趋势曲线,如图1所示。其中1\*为趋势的最高值,2\*为趋势的下限值。由此,可以得出2010年前每五年旅客增长数的预测值,如表2。

表2 航空旅客增长预测值

年份	最高值 (千人)	百分比 (%)	下限值 (千人)	百分比 (%)
1990	24 000	18.8	24 000	18.8
1995	60 000	20.0	50 000	15.8
2000	130 000	16.7	100 000	15.0
2005	260 000	15.0	175 000	11.9
2010	450 000	11.6	280 000	9.9

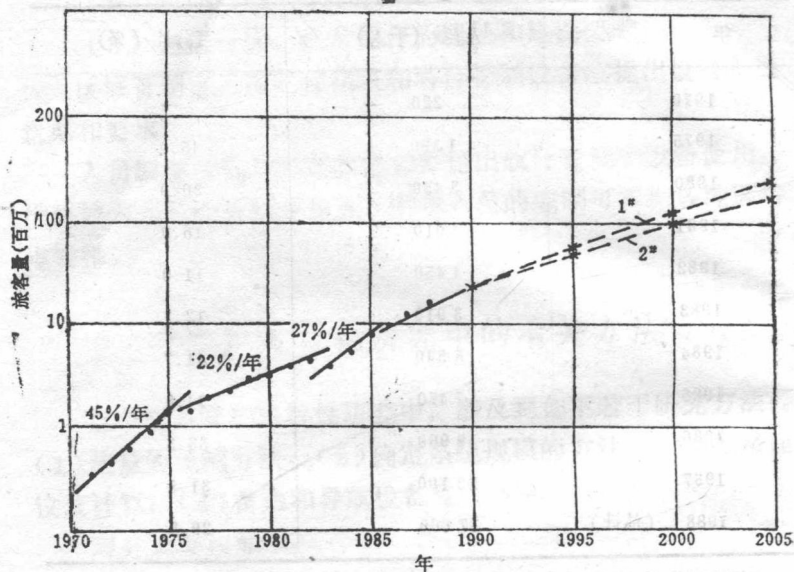


图1 我国航空旅客增长曲线

对于海南区域，分别以全国总旅客人数的1.9%、1.9%和2.3%来估计1986年、1987年、1988年的海南旅客人数，于是得到表3。

表3 海南旅客人数

年份	全国旅客人数(千人)	海南旅客人数(千人)	百分比(%)
1986	9 960	188.5	1.9
1987	13 100	253.6	1.9
1988	170 000	393.3	2.3

由此表可以得到海南到2010年每5年的旅客增长数，如表4。

表4 海南旅客增长量

年份	全国 (10 <sup>3</sup> 人) 高/低	海南 (10 <sup>3</sup> 人) 高/低	百分比 (%) 高/低
1990	24 000/ 24 000	600/ 550	2.5/2.3
1995	60 000/ 50 000	1 500/ 1 150	2.5/2.3
2000	130 000/100 000	3 300/2 300	2.5/2.3
2005	260 000/125 000	6 600/4 000	2.5/2.3
2010	450 000/280 000	11 600/6 700	2.6/2.4

同时，还须考虑未来香港/台湾和国外旅客到海南的数量，如表5。香港/台湾的旅客数是根据我国提供的数据，国外旅客数是一个估计数。

表5 港、台和国外旅客数

年份	港/台旅客		外国旅客	
	高/低 (10 <sup>3</sup> 人)	百分比 (%) 高/低	高/低 (10 <sup>3</sup> 人)	百分比 (%) 高/低
1995	235/185	17.0/14.1	130/130	31/31
2000	480/325	15.4/11.9	400/285	25.2/17
2005	850/530	12.1/10.3	1 000/510	20.1/12.3
2010	1 300/800	8.9/8.6	2 200/840	17.1/10.5

有了上述关于海南的国内、香港/台湾和外国旅客预测数据，即可获得相应的航班数和平均飞行架次，如表6、表7和表8。