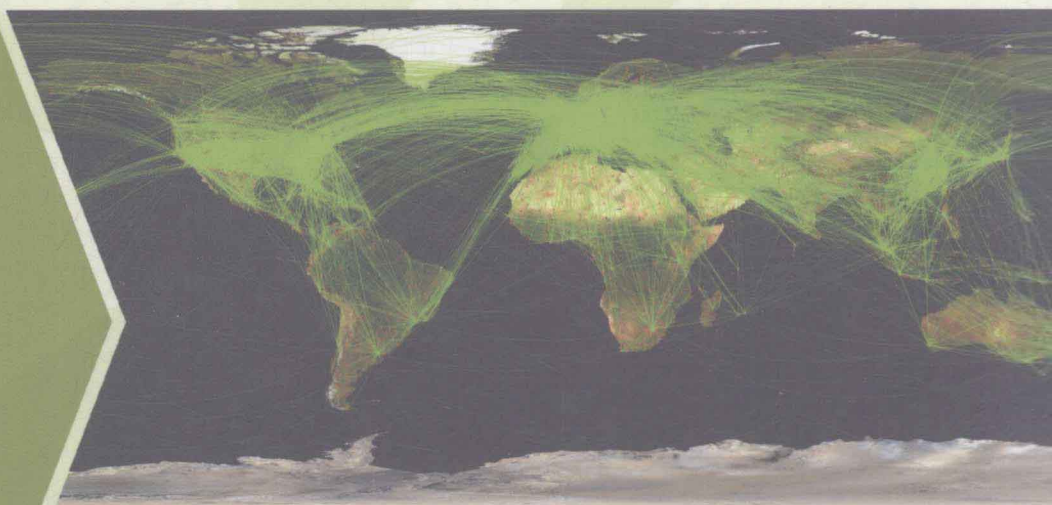


Theory and Method of
Airspace Management
空域管理理论与方法

陈志杰 著



科学出版社

空域管理理论与方法

陈志杰 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据国内外空中交通管理的空域管理技术最新研究发展动态,系统介绍了空域管理的概念内涵、工作内容及有关的理论方法。全书共7章,重点研究了空域规划设计、空域运行及分析、空域容量和安全评估等内容,并建立了空域运行场景仿真模型,深入分析了空中交通空域管理的基本方法。

本书可作为高等院校空中交通管理专业高年级本科生和研究生的教材与参考书,同时也适合从事空域管理研究及工程实践的技术人员和管理人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

空域管理理论与方法/陈志杰著. —北京:科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-031173-3

I. 空… II. 陈… III. 空中交通管理-研究 IV. V355.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 097486 号

责任编辑:余 丁 / 责任校对:刘小梅

责任印制:张 倩 / 封面设计:耕者

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 10 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012 年 10 月第一次印刷 印张: 16 1/2

字数: 319 000

定价: 65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

20 世纪 30 年代空中大规模飞行活动开始后,围绕组织实施飞行进行空域优化配置、科学规划、高效使用,已成为空中交通管理者追求的基本目标。尤其在空中交通流量急速增长的今天,一方面需通过有效配置空域资源、优化空域结构,确定出合理的空中交通管理保障方案,满足空中飞行安全性、效率性和便捷性的要求;另一方面需不断增加空域容量,缓解空域资源使用紧张,满足公共运输航空、军事航空和通用航空发展的要求。为此,本书通过系统总结空域管理的技术研究成果,力图以发展眼光,从全局视角提出新的空域管理工作思路,建立空域管理的基本理论方法和技术应用框架,为我国空中交通管理系统建设发展、构建和谐天空提供技术支持。

实际上,空域管理问题的研究从 20 世纪 80 年代初开始,已在学术界引起高度关注。尤其是在空中交通流量增长到一定程度、航班大面积延误情况出现后,航空发达国家就开始不断致力于研究开发空域管理新技术,逐步形成一套行之有效的解决问题的技术方法。但是,空域系统是个复杂的、不确定的,具有维数灾的大系统,具有主权、安全、资源、环境、空战场等诸多属性特征,需综合考虑通信、导航、监视、空中交通管理能力等多方面因素,且有些因素的影响难以进行定量的准确描述,基于数学模型的空域管理控制的理论方法在处理此类情况时难以奏效,面对大规模空域网络结构优化、空域安全性评价及承载量测算等复杂问题时,需建立新思路、探讨新方法和新技术途径。同时,空域管理强调平衡各空域用户的使用需求,提供各空域用户可接受的空域规划、调整及使用方案,牵涉到空中交通管理的体制、机制等内容,与一国的空中交通管理实际情况相匹配,具有国家属地化特点,因此空域管理理论与方法在各个国家具有不同的研究侧重点。在我国航空事业快速发展的大背景下,面对促进我国空域资源管理使用从粗放型到科学化、集约化转变,实现我国由航空大国向航空强国转变的要求,研究发展具有我国特色的空域管理理论与方法具有十分重要的意义,这也是撰写本书的目的。

本书撰写在国内属于首次,研究难度大、涉及面广。在总结以往经过验证的理论方法基础上,本书努力吸取当前最新研究成果的精华。在撰写过程中得到了国家空域技术重点实验室的同事,特别是朱永文博士、唐治理博士、赵晨光博士的大力协助,同时南京航空航天大学胡明华教授、田勇副教授,中国民航大学张兆宁教授、王莉莉教授,北京华安天诚科技有限公司翟岩总经理、邓茂工程师、陈志英

工程师的帮助和指导,对保证本书的质量起到了重要作用。此外,还吸取借鉴了国内外有关专家、学者的研究成果,无论已注明或未注明的参考文献作者,在此都一并致以诚挚的感谢。

本书源于实践,归于实践,是作者多年空域管理研究成果的总结,也是我国空域管理研究的初步作品。希望借本书的出版能够为我国空管的发展略尽绵薄之力。由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

陈志杰

2011年2月于安宁庄路11号院

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 空域管理概念与内涵	1
1.1.1 空域	1
1.1.2 空域管理	4
1.2 空域管理的发展历程与趋势	10
1.2.1 空域管理发展历程	10
1.2.2 国外空域管理情况	13
1.3 空域管理研究重点与方法	15
1.3.1 空域拓扑结构	15
1.3.2 空域管理阶段	16
1.3.3 空域管理研究方法	17
1.4 本书研究内容	19
参考文献	19
第 2 章 空域管理的基础	20
2.1 基本术语	20
2.1.1 航路航线	20
2.1.2 飞行空域	26
2.1.3 高度分层	31
2.1.4 机场空域	34
2.1.5 特殊空域	35
2.2 空中交通需求预测	37
2.2.1 交通需求模型	37
2.2.2 需求预测方法	39
2.3 空中交通复杂度	46
2.3.1 复杂度计算分析	48
2.3.2 动态密度方法	49
2.3.3 几何无序性测度	52
2.3.4 交通流扰动性分析方法	54
2.3.5 交通流邻近度分析	55
参考文献	61

第3章 空域规划设计	63
3.1 概述	63
3.2 高空航路网设计	65
3.2.1 概述	65
3.2.2 设计步骤	66
3.2.3 网络分层	67
3.2.4 网络规划	69
3.3 终端区空域设计	70
3.3.1 影响因素分析	70
3.3.2 交通路径规划	71
3.3.3 网络最大流	74
3.3.4 交通流路径优化	81
3.4 过渡航路网设计	87
3.4.1 问题描述	87
3.4.2 优化函数	90
3.5 管制扇区设计	91
3.5.1 扇区划分基本原则	91
3.5.2 扇区划分技术进展	92
3.5.3 扇区优化方法介绍	97
参考文献	100
第4章 空域运行及分析	104
4.1 概述	104
4.2 空域分类运行	105
4.2.1 空域分类的内涵和外延	105
4.2.2 空域分类国际标准	107
4.2.3 分类方案评价	111
4.3 运行管理策略	113
4.3.1 运行管理模式	113
4.3.2 军民航运行协商	116
4.3.3 空域使用辅助决策	118
4.3.4 空域信息发布	119
4.4 运行性能度量	121
4.4.1 飞行流量指标	121
4.4.2 飞行密度指标	123
4.4.3 航班延误指标	123

4.4.4	空域利用率	125
4.4.5	飞行安全指标	125
4.4.6	管制工作负荷	126
4.4.7	经济性指标	129
4.4.8	空域网络度量	130
4.5	运行效益分析	134
4.5.1	基本分析准则	134
4.5.2	指标层次结构	135
	参考文献	139
第5章	空域容量评估	140
5.1	概述	140
5.1.1	基本概念	140
5.1.2	国内外研究概况	141
5.1.3	评估方法	143
5.2	机场容量评估	144
5.2.1	概述	144
5.2.2	单跑道容量模型	144
5.2.3	双跑道容量模型	153
5.2.4	多跑道容量模型	158
5.2.5	滑行道容量评估	159
5.2.6	停机坪与登机门容量评估	160
5.2.7	机场容量曲线	163
5.3	终端区容量评估	165
5.3.1	概述	165
5.3.2	航段容量限制	166
5.3.3	转弯点容量限制	169
5.3.4	交叉点容量限制	170
5.3.5	终端区容量模型	173
5.3.6	空地联合容量评估	174
5.4	航路容量评估	177
5.4.1	概述	177
5.4.2	基于平均飞行速度的容量模型	178
5.4.3	不允许超越情况下的容量模型	179
5.4.4	允许超越情况下的容量模型	181
5.5	扇区容量评估	182

5.5.1	概述	182
5.5.2	扇区容量评估方法	182
5.6	区域容量评估	187
5.6.1	概述	187
5.6.2	航空器运行特征	188
5.6.3	空中交通冲突	188
5.6.4	区域拥塞传播分析与区域容量计算	189
	参考文献	192
第6章	空域安全评估	194
6.1	概述	194
6.2	安全评估法	195
6.2.1	因果模型评估法	195
6.2.2	碰撞风险评估法	199
6.2.3	人因可靠性分析法	204
6.2.4	雷达模拟机验证法	207
6.3	评估指标体系	209
6.3.1	定性指标体系	209
6.3.2	定量指标体系	212
6.4	评估工作内容	213
6.4.1	系统描述	213
6.4.2	危险源识别	215
6.4.3	风险评估	220
6.4.4	风险缓解	222
	参考文献	223
第7章	空域仿真建模技术	227
7.1	概述	227
7.1.1	空域仿真研究内容	227
7.1.2	空域仿真发展现状	228
7.2	空域建模技术	230
7.2.1	建模关键技术	230
7.2.2	空域建模方法	231
7.3	飞行流生成建模	234
7.3.1	机型随机分布	234
7.3.2	飞机间隔时间	235
7.3.3	速度随机分布	235

7.4 飞行航迹预测建模	236
7.4.1 航迹预测分析	236
7.4.2 起飞段航迹模型	239
7.4.3 航路段航迹模型	241
7.4.4 降落段航迹模型	246
7.5 冲突探测与解脱建模	249
7.5.1 冲突探测模型	249
7.5.2 冲突解脱模型	250
参考文献	252

第 1 章 绪 论

空中交通管理一般分成空中交通服务、空中交通流量管理和空域管理。空域管理依据管制服务能力和飞行需求,对空域结构进行科学规划,提供空域资源配置方案,并通过相应的技术手段、制度等保障空域安全、高效使用,关注的重点是空域系统的性能,即承载航空器的容量。流量管理根据飞行需求和空域资源配置方案,对飞行流量进行优化调配,充分挖掘空域容量潜力,提高空域资源利用率,重点关注于飞行效率。空中交通服务根据空域资源配置方案和飞行流量调配方案,为飞行活动提供安全的间隔保障服务、情报服务、告警服务等,重点关注于飞行安全。本书研究的空域管理重点在空中交通管理领域。

1.1 空域管理概念与内涵

1.1.1 空域

为深刻理解空域管理内涵,有必要探讨空域基本概念。在物理学上,空间分成空气空间和外层空间。空气空间通常称为空域,是环绕地球的大气空间,是航空器活动的主要场所。与此相对应的是外层空间,也称宇宙空间或太空。空气空间分为两大类:一是各国领土之内的陆地和水域之上的空气空间,即国家领空;二是国家领土之外的陆地和水域之上的空气空间,也称公空。根据现代航空法的规定,在空气空间实行领空制度,一个国家对其领空享有完全的和排他的主权。同时,空域具有诸多的自然属性和社会属性,其中自然属性是在自然力作用下,空域形成的固有物理、化学特性,空域的社会属性特征表现为人类对空域资源的占有、分配、使用及相关的制度安排,这也是空域区别于空间的根本属性。同空域日常使用最密切相关的属性,主要有主权、安全、资源、环境、空战场属性^[1]。

1. 空域自然属性

(1) 总量的不确定性与使用量的相对确定性

由于空域使用范围的上限可不断延伸,就数学角度而言,空域总量是不确定的。空域不像矿藏等资源,随着时间的累积,自然力的作用,可以增加或减少。尽管空域使用上限没有明确,但人类技术能力所达到的使用范围,在相当长时间内是确定的,而且各国领空有主权界线,各国对空域的使用量相对确定,全球可使用

的空域总量也相对确定。因此,随着空中飞行密集程度的增加,空域资源使用紧张将是必然的,在有限的空域总量基础上,围绕空域结构和运行方式的优化调整,将成为空域管理工作的一项常态化任务,且不断反复持续下去。

(2) 使用过程的可再生性

航空器飞过某一空域,即完成了对空域的使用过程,该空域仍保持原有的资源特性,可再生使用,而且空域总量并无损耗。但是,航空活动不可能在同一时刻占用同一空间位置,只能在保证安全间隔后才能再生利用,因此空域是有条件的可再生资源,重复利用的过程必须遵循时序规则。这就决定了空域使用的过程,是一个使用次序不断优化调整的过程,是一个围绕需求的迫切性和重要性进行使用次序迭代安排的过程。从这个意义上说,空域使用应该是灵活多变的,应根据使用对象的不同配置空域,诸如飞行使用空域、对空射击使用空域、空防保护空域、公共安全保护空域等,应在满足空域使用的时空条件下实施空域使用方式的灵活配置,实现尽可能地减少空域使用限制、增大空域容量,满足各类使用者的实际需求。

(3) 不可储存性与不可替代性

空域以其特殊的形态存在,闲置过程并不造成空域资源的损耗,也不存在这一时刻不用储存至下一时刻更多使用的可能。但是,由于各地区运输航空、军事航空、通用航空等的发展不平衡性,空战场规划的实际要求等,使得空中飞行流量分布呈现不均衡性,常常造成某时段、某空间的空中交通拥挤,而其他时段或其他空间的闲置现象。此时,就需要对空中飞行流进行优化配置,实现空域容量同飞行流量的匹配,实现空中交通运行效率的最大化,而这一切的根源,正是由于空域的不可存储性与不可替代性所决定的^[2]。

2. 空域社会属性

(1) 主权属性

实际上,空中交通管理领域讲的空域特指航空器飞行的空间,该空间在物理范围上同一个国家领空具有重叠性,从而决定了空域具有主权属性,且该属性决定了空域归国家所有,要求制定统一的空域管理法规和政策,制定统一的空域开发、使用及控制计划等。其中:

① 领空所有权。具体指国家享有占有、使用、收益和支配本国空域的权利。在双边航空运输协定中,国家有权决定给予其他国家的航空权主体某些空中航行的权利,但任何国家航空权主体不得擅自对他国的空域主张占有和管理。根据所有权绝对的要求,任何人、任何机构都没有权利支配国家的空域,且一国只能通过国内立法行使空域的支配权。

② 领空管辖权。根据一国领空不受他国侵犯的原则,为维护国家领空主权、

国家安全和公共安全,依据属地化原则对本国和外国航空器的非法活动及航空器上的犯罪、侵权或者其他的违法犯罪行为,进行管辖治理和适用本国法律。外国航空器未经一国主权机关授权或者许可,不得在地面国领空飞行和降落,对非法入境的外国航空器可采取必要措施,如拦截、迫降、驱逐等。为了空防安全和军事的需要,国家有权设立空中限制区和禁区,限制或禁止航空器在空中飞行。

③ 空域管理权。为维护正常的空中航行秩序,每个国家基于国家主权都有权制定自己国家的航空与空域的法律及规章制度并强制执行,无论是本国还是外国的航空器,在一国领空飞入、飞出或者降落,必须严格遵守当地关于航空器飞行和运转的现行法律和规章。

实际上,空域从军事角度看,是国家空防行动的潜在主战场,空战场规划必然对国家空域的使用作出一定安排及约束^[3]。从维护国家主权的需要看,仅把空域看成资源,把空域开发利用看成资源的开发利用,忽视了空域的主权属性,是片面、不准确的。因此,依据空域的主权属性,需要在空域管理中准确把握好平时空域使用与战时的自然延伸关系。从世界范围看,各国无论采取何种形式的空中交通管理,一个共同特征就是由军队承担保卫国家领空、主导国家空域的管制,这是平战转换顺利实施的重要保证。平时空域使用中,日常军事战备训练飞行时刻与航空运输飞行、通用航空飞行交织在一起,实现军民航有机融合、和谐使用国家空域,必定成为各国空域管理者追求的基本目标,因此在空域管理研究中,必须从有利于维护空中秩序、有利于空域资源最大化利用、有利于平战转换的角度,正确处理好空防安全稳定与空域资源利用的关系,空战场规划与地面机场建设、航路航线划设的关系。

(2) 管理属性

从空域使用角度看,必须制定相应的管理策略,才能实现空域资源的优化配置和空域安全、经济、高效和公平的使用。其中:

① 安全性。空域管理的安全性,包括国家安全、公共安全和航行安全。其中航行安全涉及航空器、航空法规、航空管制和空中交通管理设施设备等。保障空中航行安全是由众多复杂系统共同完成的,其自动化水平越高采用的技术就越复杂,在提高航空运行效能的同时也带来潜在的航行安全隐患,且这种趋势随着系统的复杂性增长而增加。航空运行也处在时间、空间的不断变换中,影响安全的不可预料因素很多,这就要求安全管理必须具有良好的动态响应能力。实际上,空域管理在重视航行安全的同时,应该考虑到空域使用的国家安全和公共安全。从这个角度上,常依据国家安全和公共安全的需要,将空域划分为限制使用空域和公共活动空域,限制使用空域是指不对公众飞行活动开放的专属空域,包括空防保护区、禁区、限制区、危险区、军事训练空域、特殊专用空域等,这些空域通常是与国家安全和公共安全密切关联的。公共活动空域是指社会公众能够按照一系

列明示的规则和程序申请使用,享有使用权和飞行服务权的空域,这些空域通常被社会公众理解为开放空域。

② 经济性。重点表现为使用价值与投入可增值上,通过向空域使用者提供空域保障服务,实现了空域资源向各种使用价值的转化,体现出空域使用价值特征。但是,由于空域所属地区在经济发展水平、空中航行活动竞争程度等方面存在差异,保障空域使用所需投入的劳动和资金、提供服务的数量和质量也就存在差异,使得空域使用价格具有很强的地租价格特性,比较明显的例子,如繁忙机场、繁忙航路上的航班运营费相比其他地区要高一些。需要说明的是,空域的安全性和经济性,从形式上讲是一对相互影响、相互制约的矛盾,如果一味追求空域的经济性,必然要求将国家领空范围的空域全部配置成公共开发空域,提高全部空域使用的自由度,但这必然是以降低空域使用的国家安全、公共安全为代价的。

③ 效率性。空域使用过程中应维持集体协调行为,实现空域资源的优化配置,提高空域资源使用效率,实现空中飞行的直飞程度,推进节能减排,降低单位公里飞行的能耗,促进航空事业的普及和发展。实际上,空域的效率性同空域管理所处的发展阶段及自动化保障系统的能力密切相关,效率性的体现取决于对空域使用配置的合理性,空域使用后的及时释放及再分配、再使用的时敏性。

④ 公共性。空域属于国家和社会全体公民所有的资源,是国家经济社会发展和国防建设的公共资源,不属于任何个人或团体,或组织、部门所拥有,必须为整个社会服务,为公众服务,社会成员都有权加以利用。因而,空域的公共性是其社会制度安排的重要依据,在空域管理中,要清醒地认识到空域的公共性,满足不同类别的空域使用。一般社会公众对空域的需求主要体现在运输航空、通用航空上,为此应实现公民享有空域的平等使用权,但是此类使用权是相对的,必须在优先确保公共安全、国家安全的前提下进行空域的平等使用。

(3) 技术属性

为保障空域管理工作的有效开展,必须建立复杂的系统性标准,包括对空域运行的各类综合性要求。实际上,空域区别于空间的根本特征,是其在物理空间上定义了系列标准和系统运行的软硬件框架集合,包括人员、设施、设备、法规、制度等的综合要求,使其具备复杂的技术属性。因此,在空域管理中基于空域的技术属性要求,应统筹规划空域使用的航空通信、导航着陆、监视、机载航电、空中交通管理、航空气象等设施设备建设,开发空域的相关服务操作概念,制定技术标准与规范,建设各类空管运行保障设施设备,才能保障空域使用的安全和效益,确保空域得到安全、合理、充分、有效的利用,从“空尽其用”中获取最大效用。

1.1.2 空域管理

管理是伴随人类社会和社会组织的产生而出现的一种活动,空域管理是伴随

人类航空活动、空域开发利用等活动的开展,逐渐形成的一种公共管理行为,与一个国家的主权、社会行政关系、管理组织模式、技术发展水平和空域属性等密切相关。从这个关系出发,可以深入分析空域管理相关联的其他一些概念与内涵。

1. 基本概念

一般来说,空域内的各种行为活动大致划分为三个层次,即空域防卫、空域管理和空域使用。空域防卫依据国家领空主权原则,对领空及其周边一定界限内的空域进行防卫控制,保卫国家领土、领水、领空的完整和安全,使其不受外部力量侵犯。空域管理是指对空域行使主权的行為表现,包含对空域的支配权和使用控制权,支配权的重点是对空域进行资源使用配置、结构规划,使用控制权的重点是对空域日常运行进行控制、维护空域使用的公共安全和秩序。空域使用是指围绕国家经济社会发展、国防建设需要和社会公众需求,对空域资源进行开发利用,包括空战场规划、军事训练飞行、运输航空飞行、通用航空飞行以及人工影响天气、航天发射等的空域使用。

从上述分析中,可以看出空域管理活动包含的内容很广,涉及国家空防的空域管理、国家空中交通的空域管理、对空射击与航天发射的空域管理、重要目标(如核电站设施)空中防护的空域管理、空战场空域管理等。而空中交通管理中的空域管理,实质上只是国家空域管理的一个重要组成部分,其概念是基于航空运输体系发展提出的,是从服务运输航空、军事航空、通用航空等飞行衍生出的空域资源使用组织管理,涉及部分空域资源的使用,并通过空域规划、运行、使用、监督、评估等活动,对有限的空域资源进行优化配置,维护国家空域的权益和飞行秩序。

空中交通管理的空域管理中,管理者应向航空器拥有者、空中交通服务提供者和机场当局等提供可使用的空域,最大限度满足他们对空域的使用要求,最大限度实现空域使用产生的增值效益。其中,与空中交通服务部门的关系中,管理部门应充分了解他们的工作程序和方法,了解空中交通服务的技术发展和应用状况,了解其对利用空域提供空中交通服务的实际需求。同时,空中交通管理部门应将空中交通服务的情况,诸如飞行流量、管制指挥及其他意见和建议等及时反馈给空域管理部门,以便更好地管理空域,方便其提供空中交通服务。与航空器拥有者的关系中,管理部门应充分了解航空器运行的特点和程序,了解航空器拥有者对空域使用的实际需求。同样,航空器拥有者应将空域的实际使用情况、意见和建议等及时反馈给空域管理部门,以便及时调整空域结构,更方便航空器使用。与机场当局的关系中,应从空域与机场的共生关系出发,离开了机场支持,空域的使用价值得不到充分体现。同样,离开了空域支持,机场也不可能完全运行。最后,管理部门应密切关注其他方面的空域用户需求,如航天发射、无人机飞行、

人工影响天气等。不仅仅需要关注这类用户在使用空域时影响到空中交通的飞行安全,还应统筹考虑到如何更方便地向他们提供空域,满足他们的实际要求,实现天空的和谐使用。

2. 空域管理目标与原则

空中交通管理的空域管理作为社会管理的一种行为方式,在基于国家空防安全、公共安全的需要作出对飞行空域合理、充分的使用安排,促进空中航行安全,有序开展的同时,必须对空域使用者合法权益进行保护,维护空域使用秩序和提供良好的法制环境。因此,空中交通管理的空域管理总体目标是最大限度地满足各类飞行的空域使用要求,实现有限空域资源的安全、高效、经济、公平地利用,加快航空通行率。对应四项基本管理原则。

(1) 行政管理原则

国家法律规定空中交通管理的空域管理主管部门应对空域实行有效管理,尽可能地满足各类空域用户的实际需求,且管理过程中的法律、经济与科技等手段均通过该主管部门批准实施。同时空中交通管理的空域管理具体内容必须交由各级管理职能部门去完成,这样才能在国家法律和政策的指导下实现对空域资源的有效控制。各级管理职能部门应从当地实际出发,根据经济社会发展要求和军事需求,对空域使用进行协调、组织和监管。

(2) 法规管理原则

法律是空中交通管理的空域管理根本依据,不仅规定了空域行政管理的机构和职责,还具体规定了空域管理的措施内容、权限和执法者。必须制定完善的空域使用的法律、法规和健全的监督机制,才能将空域可持续利用纳入有序法制轨道。目前,世界各国的空中交通管理的空域管理都是基于一套完备的法规标准体系开展有依据的管理活动,如美国的《联邦航空法》、《联邦航空条例》等。

(3) 经济管理原则

从经济学意义上讲,空域效益一般指以最小的稀缺资源成本得到最大的社会福利总量。具体包含两层含义:生产效率,指生产单位将得到的空域资源在时空上有效组合,以最小的耗费创造最多产出;配置效率,指全社会以优化的资源配置获得较好的增值。空中航行使用的空域资源应在国家安全、公共安全的基础上,按照对经济发展和社会福利总体效益要求进行配置,并可利用经济手段作为杠杆调节空域资源的使用。

(4) 科技管理原则

科学技术是实施空中交通管理的空域管理策略重要手段,空域管理的信息系统辅助作用正日益突出,由目前的自动化系统逐步发展,演进到智能化系统。从微观管理角度出发,科学技术可以为节约资源、保护资源、提高资源利用效率提供

有效的途径。

3. 空域管理基本内容

空中交通管理的空域管理围绕空中航行需求,对空域特征进行提取和分析,设计与优化航路航线网、军事空域、管制空域等,对空域申请使用进行批复,对通信导航监视台站进行保障能力分析,测算空域系统性能、容量及安全性等级等。归纳起来讲,内容包括空域规划设计、空域运行管理和空域评估监督三个方面。

(1) 空域规划设计

空域规划通过优化空域各类静态要素的布局与配置,构建空域网络体系,建立合理的空中飞行秩序,在保证飞行安全前提下,最大限度增加飞行流量。空域规划设计影响因素,如图 1.1 所示。其中空域网络由点、线和面组成,线表现为航路航线及飞机进离场程序,点表现为线路的交叉点、机场等,面表现为各类特殊使用空域,如军事训练空域、空中限制区、空中禁区等。根据空中交通需求并依据节点重要程度,建立空域网络层次划分模型,将国家空域划分成枢纽主干航路网、区域干线航路网和区域支线航路网三个层次,各层次航路网以及高空航路网与终端区飞行程序之间设置各类过渡航路,航路网之外划设各类特殊用途空域,并通过机场吞吐量、飞机起降架数、运量及运输周转量等指标,来衡量空域网络性能。

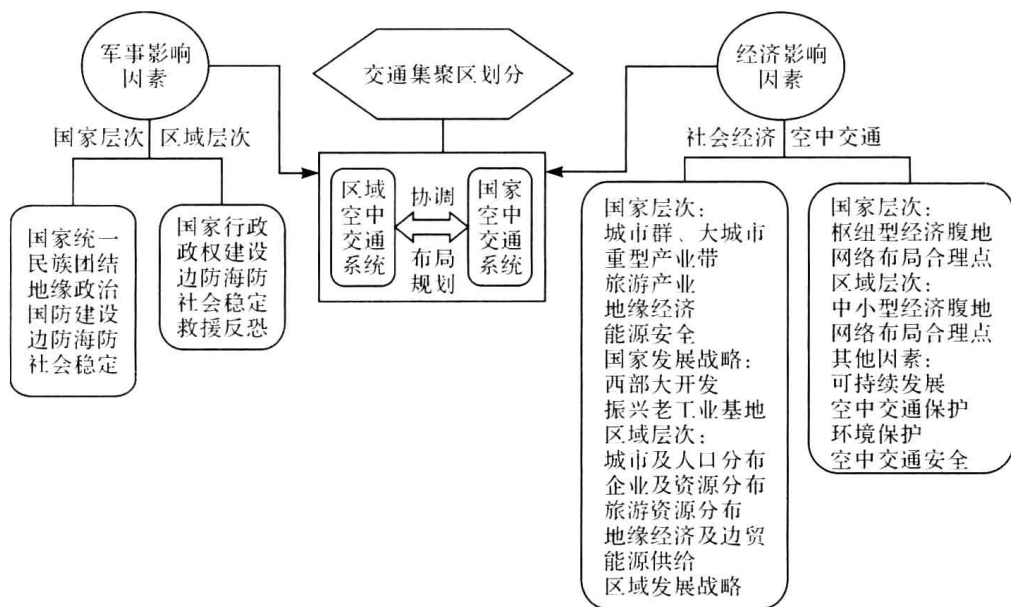


图 1.1 空域规划设计的考虑因素

设计空域网络要着重解决布局的适应性、结构的合理性、运行的效率性和安全的可靠性这四大基本问题。网络的拓扑结构是各种空中交通方式的线路、节