

AIR TRAFFIC MANAGEMENT



空中交通管理

李春锦 文 涇 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

空中交通管理

李春锦 文 涇 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从系统的角度描述了空中交通管理(ATM,简称“空管”)系统的发展脉络:将以陆基设备为特征的传统空管定义为“第一代空管”,以卫星等新技术为特征的空管定义为“第二代空管”,以基于性能为特征的空管定义为“第三代空管”。本书侧重未来,比较详细系统地描述了第三代空管。另外还有与空管发展相关的热门专题讨论补充。

为方便读者阅读,本书附录有下一代航空运输系统运行概念的词条解释(汉英对照)以及本书缩略语表(有缩略语全称和参考译文)。

本书适合于空管从业人员和研究生、空管爱好者以及考虑在空管方面发展的人员。

图书在版编目(CIP)数据

空中交通管理 / 李春锦,文涇编著. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5124-2192-9

I. ①空… II. ①李… ②文… III. ①空中交通管理
IV. ①V355.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第163565号

版权所有,侵权必究。

空中交通管理

李春锦 文涇 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1000 1/16 印张:16.75 字数:357千字

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷 印数:2000册

ISBN 978-7-5124-2192-9 定价:55.00元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

空中交通管理(ATM,简称“空管”)是涉及多种技术的交叉应用型技术,很多技术均有借鉴之处。本书是将系统作为主线,从系统的角度将以陆基设备为特征的传统空管定义为第一代空管,以卫星等新技术为特征的空管定义为第二代空管,以基于性能为特征的空管定义为第三代空管。本书给读者一个清晰的空中交通管理发展脉络,帮助读者从纷繁的空管资料中解放出来。

本书的重点是面向未来,详细介绍了未来(第三代)空管面临的复杂的运行环境和对多个目标的高性能要求,以及各种岗位上空管从业人员如何变革各自的角色,如何变革空管的运行模式,如何提高进行变革的服务能力,采用哪些新的运行概念和技术来支持未来的空管运行。尽管实现第三代空管的时间跨度会很长(20~30年),期间会有很多变故,但目前对未来发展的启示仍然是重要的。在实践的过程中可以不断地更新与变革直至第三代空管的实现。

本书还对空管的某些重要内容进行了讨论,讨论是对整个内容的补充,以此帮助读者加深对空管系统的理解。

附录1和附录2分别列出了下一代航空运输系统概念词汇的中英文对照和本书所涉及的缩略语,以利于读者快速查询之用。

空管涉及多种学科,内容广泛,正处于不断更新和发展之中,加之作者水平有限,难免有不当和错误之处,望读者批评指正。

空管专家李顺才先生对本书初稿进行审读并提出了宝贵的意见,在此特表致谢。

作 者

2016年3月29日

目 录

第一篇 绪 论	1
第 1 章 世界航空	1
1.1 军用航空的发展	1
1.2 民用航空的发展	2
第 2 章 国际民航组织 (ICAO)	3
2.1 ICAO 的诞生	3
2.2 ICAO 的目标	4
2.3 国际民用航空公约(芝加哥公约)	4
2.4 国际民用航空公约的附件	5
2.5 ICAO 的组成	7
2.6 ICAO 在发展 ATM 中的责任和作用	9
2.7 结 论	10
第 3 章 航空运输系统	11
3.1 简 介	11
3.2 航空运输系统的组成	12
3.2.1 航空运输系统的服务需求	12
3.2.2 航空运输系统的服务供应	12
第二篇 空中交通管理的发展	14
第 4 章 第一代空管	14
4.1 目视飞行	14
4.2 建立在陆基通信、导航和监视设备基础上的空中交通管制(ATC)的飞行	15
4.2.1 通 信	16
4.2.2 导 航	16
4.2.3 监 视	24
4.2.4 管制中心设施	25
4.2.5 空中交通管理(ATM)的初现	25

第 5 章 第二代空管	26
5.1 新航行系统(FANS)的出现	26
5.2 FANS 的具体表示和特点	26
5.3 卫星通信、导航、监视(CNS)和空中交通管理(ATM)技术	27
5.3.1 通信	27
5.3.2 导航	28
5.3.3 监视	29
5.3.4 空中交通管理(ATM)	30
5.4 结 论	31
第 6 章 第三代空管系统	33
6.1 基于性能空管(ANS/ATMS)的提出	33
6.2 对第三代空管系统的期望	33
6.3 第三代空管的运行概念及组成	35
6.3.1 运行概念	35
6.3.2 空中交通管理系统(ATMS)组成	36
6.4 第三代空管的主要特征——基于性能的空中交通管理系统(ATMS)	39
6.4.1 所需 ATMS 性能(RASP)	39
6.4.2 所需总系统性能(RTSP)	39
6.4.3 性能需求的内在层次	40
第三篇 第三代空管运行展望	43
第 7 章 面临的运行环境和挑战	43
7.1 空中交通流量	43
7.2 空域用户的多样性	43
7.3 结 论	46
第 8 章 运行模式的变革	47
8.1 协同合作的运行模式	47
8.1.1 关于协同空中交通管理(C-ATM)	47
8.1.2 关于机场运行和规划的协同合作	47
8.1.3 关于安保和防御空域运行的协同合作	47
8.2 基于航迹的空域和运行	48
8.2.1 四维航迹(4DT)的定义和属性	49
8.2.2 四维航迹(4DTs)在综合的基于航迹运行(TBO)中的应用	50
8.2.3 航迹管理	51
8.2.4 间隔管理(SM)方法	51

8.2.5 基于航迹的航空器程序	53
8.2.6 基于航迹运行的航路和巡航	54
8.2.7 基于航迹运行(TBO)的进/离场	55
8.3 空域和运行	57
8.3.1 传统空域和运行	57
8.3.2 非传统空域和运行	57
8.4 机场场面和塔台运行	58
第9章 责任和角色的变革	59
9.1 人与自动化的责任和角色的变革	59
9.2 飞行运营者的责任和角色的变革	61
9.3 空中航行服务提供者责任和角色的变革	63
9.4 安全者与安保的角色	67
第四篇 服务与变革	68
第10章 机场运行和基础设施服务	68
10.1 概 述	68
10.2 未来机场空侧运行面临的变革	68
10.2.1 采用综合的机场场面和停机坪交通管理系统	69
10.2.2 提高空侧的管理功能	69
10.3 机场建设观念的变革	71
10.3.1 机场保护	71
10.3.2 建设高效、灵活和快速响应能力的机场系统	72
10.3.3 对区域系统进行综合规划	73
10.3.4 优化机场设计	75
10.3.5 为机场系统规划提供信息服务	76
第11章 设施联网服务	78
11.1 概 述	78
11.2 网络使能信息共享服务	78
11.2.1 地面网络服务	79
11.2.2 空—地网络服务	79
11.2.3 空中航行服务提供者(ANSP)的设施和基础设施服务	80
11.2.4 航空器数据通信链路	80
11.2.5 基础设施管理服务/服务质量(QoS)	82
11.3 任务支持服务	83
11.4 小 结	83

11.4.1	概 述	83
11.4.2	期待的变革	83
11.4.3	可预期的重大变革	84
11.4.4	缺点和问题	85
11.5	展 望	86
11.5.1	大数据	86
11.5.2	云计算	87
11.5.3	云计算在空中交通管理(ATM)中的应用	89
第 12 章	共享态势感知(SSA)服务	98
12.1	简 介	98
12.2	气象信息服务	98
12.2.1	简 介	98
12.2.2	气象信息运行	99
12.2.3	气象信息服务	101
12.2.4	小 结	103
12.3	健壮的定位、导航、授时(PNT)服务	103
12.3.1	PNT 简介	103
12.3.2	定位服务	103
12.3.3	导航服务	103
12.3.4	授时服务	103
12.3.5	PNT 的组成	104
12.3.6	PNT 小结	104
12.4	监视服务	104
12.4.1	简 介	104
12.4.2	主要的监视服务	105
12.4.3	监视服务的组成	105
12.4.4	小 结	107
12.5	飞行计划填写和飞行数据管理服务	107
12.6	流量战略和航迹冲突分析服务	108
12.7	共享态势感知航空信息服务	109
12.8	地理空间信息服务(GIS)	110
第 13 章	环境管理服务	112
13.1	简 介	112
13.2	未来环境运行的重要变革	113
13.2.1	航空系统环境管理系统(EMS)的变革	113

13.2.2	空域环境运行的变革	114
13.2.3	机场规划和运行的变革	115
13.2.4	航空器设计和技术的变革	116
13.3	环境管理系统的政策和能力	116
13.3.1	政策	118
13.3.2	关于改进运行的建议	119
13.3.3	分析工具	120
13.3.4	技术	120
13.3.5	科学/度量参数及指标	121
13.4	环境管理的保障措施	121
第 14 章	性能管理服务	122
14.1	简介	122
14.2	重要的性能管理变革	122
14.3	性能管理服务	123
第五篇	专题讨论	125
第 15 章	安全与安全管理	125
15.1	概述	125
15.2	保障系统安全的方法	125
15.3	安全风险管理的	127
15.3.1	概述	127
15.3.2	安全风险管理的	127
15.3.3	风险管理措施	128
15.3.4	风险表述	129
15.4	安全等级(LS)	129
15.4.1	安全与容量	129
15.4.2	安全与安全增益	130
15.4.3	安全等级(LS)	131
15.5	利用安全层概念进行系统的安全设计	132
15.5.1	空中交通管理系统(ATMS)的层概念	132
15.5.2	设计空中交通管理系统(ATMS)安全的层概念法	132
15.6	飞行间隔与间隔标准	133
15.6.1	飞行间隔	133
15.6.2	间隔标准	133
15.6.3	间隔评估	134

第 16 章 空域系统	142
16.1 概 述	142
16.2 空域系统的长远发展目标——“自由飞行”	143
16.2.1 “自由飞行”的来历	143
16.2.2 “自由飞行”概念的发展	144
16.3 实现“自由飞行”	145
16.3.1 造成当前空域系统低效和延误的因素	145
16.3.2 “自由飞行”概念如何去掉空域系统延误和低效根源	146
第 17 章 空 域	153
17.1 空域的概念	153
17.2 空域的分类	153
17.2.1 国际民航组织(ICAO)的空域分类	153
17.2.2 美国的空域分类	154
17.2.3 其他国家的空域分类	156
17.3 空域的发展	157
第 18 章 机场上的尾流与间隔	160
18.1 第一种类型的尾流	160
18.2 第二种类型的尾流	166
18.3 尾流对平行跑道的的影响	166
第 19 章 飞行管理系统(FMS)	168
19.1 前 言	168
19.2 飞行管理系统(FMS)的发展	168
19.3 飞行管理系统(FMS)的组成	169
19.4 飞行管理系统(FMS)的功能	171
19.4.1 飞行管理计算机系统的故障检测和告警	172
19.4.2 推力管理系统(TMS)	172
19.4.3 控制显示单元(CDU)	172
19.4.4 性能管理	172
19.4.5 直接运营费用(DOC)的计算	172
19.5 飞行管理系统(FMS)的应用	173
19.5.1 简介	173
19.5.2 飞行计划	173
19.6 结束语——FMS 和 ATM	175
第 20 章 基于性能的导航(PBN)	178
20.1 概 述	178

20.2 所需导航性能(RNP)	179
20.2.1 沿预定航迹的飞行能力	179
20.2.2 机载性能监测和告警功能	181
20.2.3 具备 RNP 能力航空器的导航设备配置	181
20.2.4 概念和应用	182
20.2.5 一般规定	183
20.2.6 空域与 RNP	183
20.2.7 RNP 运行	184
20.2.8 RNP 小结	185
20.3 区域导航(RNAV)	186
20.4 结束语	186
第 21 章 交通告警和防撞系统(TCAS)	188
21.1 TCAS 的基本原理	188
21.2 TCAS 的开发和实施过程	188
21.3 结 论	189
21.4 TCAS-II 和 ADS-B 组合监视防撞系统	190
21.5 二次监视雷达	191
第 22 章 自动相关监视(ADS)	193
22.1 ADS 概述	193
22.2 ADS-A/C(寻址/合同式 ADS)	194
22.3 ADS-B(广播式自动相关监视)	197
22.3.1 ADS-B 概述	197
22.3.2 ADS-B 系统功能	199
22.3.3 ADS-B 系统组成	203
22.3.4 ADS-R(二次/再次广播式 ADS)	212
22.3.5 ADS-B 的运行要求	212
22.3.6 ADS-B 数据精度和完好性评估	213
22.3.7 ADS-X	215
22.3.8 ADS-B 实施所面临的挑战与发展	216
22.4 结束语	217
附 录	218
附录 1 下一代航空运输系统运行概念的词汇(汉英对照)	218
附录 2 缩略语	241
参考文献	251

第一篇 绪论

本篇重点介绍与空中交通管理密切相关的内容:世界航空的发展、国际民航组织(ICAO)和航空运输系统,描述了空中交通管理的需求背景。

第1章 世界航空

关于世界航空的起源有不同说法。本书从美国人莱特兄弟于1903年12月17日驾驶他们制造的“飞行者”1号试飞成功讲起,这是因为“飞行者”1号是人类历史上第一个重于空气的、有动力的、可以操纵的、可以持续飞行的航空器,被公认为航空器发明的开始,在世界航空史的伟大标志并永久地载入了世界航空史册。

1.1 军用航空的发展

两次世界大战带来了航空业的快速发展。有专家说,世界大战将和平时期用25年所能做到的事在几年之内就完成了。

世界上第一次空战发生于第一次世界大战的1914年10月,到1918年第一次世界大战结束时,许多国家都建立了专门的航空研究机构和工业,生产出20多万架航空器和20多万台发动机,航空器的性能也有了显著的提高。

如果说第一次世界大战的空军只是初登战争舞台的话,那么第二次世界大战的空军就是大显身手。有关资料表明,仅1942年至1945年,交战双方就生产了60多万架航空器,而且航空器的性能越来越优越。

第二次世界大战后,世界航空发展进入快车道。由于涡轮喷气发动机和涡轮风扇发动机的出现,在20世纪60年代涌现出大量超声速航空器。之后的10年中,由于带有加力装置的或配备推力矢量喷管的涡流喷气发动机的出现使航空器的飞行性能又有大幅度提高,从而涌现出大量的高机动性航空器。从20世纪80年代开始,航空进入了航空器的高机动性时代,同时还因配备了先进的航空电子设备,使航空器的性能又进一步得到提升,代表性的航空器有F-22、F-35、苏-37等。

1.2 民用航空的发展

第一次世界大战后,大量为战争服务的航空器和驾驶员转向民用,1919年法国和英国相继成立了自己的航空公司,还组建了“国际空中航行委员会(International Commission for Air Navigation, ICAN)”,很快形成了以欧洲为中心的联系各国的航空网,所以,1919年被认为民用航空的开始之年。

1933年2月8日,美国波音公司成功试飞了自己设计制造的B247航空器,并被世界公认为现代民航客机之祖。

第二次世界大战期间航空技术的发展突飞猛进,为战后民航的大发展奠定了坚实的基础。二战后最早出现的民用新机型为美国道格拉斯公司的DC-4和洛克希德公司的“星座”。1954年5月15日波音707(B707)原型机首飞成功,1958年开始投入航线使用。B707是第一代喷气式客机,被认为是商业航空运输最成功的干线客机之一。它把民航运输带进了一个新的发展阶段。此后,20世纪60年代相继出现了多个第二代喷气客机,代表机型有美国的B727、DC-9,英国的“三叉戟”,苏联的“伊尔62”。20世纪70年代又出现了以B747为代表的宽机身第三代喷气客机,B747是于1970年1月投入航线使用的。20世纪70至80年代又出现了号称新宽体客机的欧洲“空中客车系列飞机(A300)”,美国的DC-10和前苏联的“伊尔86”,以及20世纪80年代后出现的B757、B767、A310、A320、A330、A340、A380、伊尔96和安72等。

英法两国合作研制的“协和”号超声速飞机于1976年1月21日正式投入航线运行,创造了多个惊世之举。但由于油耗量大、航程短、噪声污染严重、运营成本高等多种因素,“协和”号飞机于2003年10月宣布退役,给世人留下了诸多遗憾。

1968年2月投入使用的B737的传统型号有B737-100/200/300/400/500这五种,从1993年1月开始使用多种新技术之后又设计制造出新一代的B737-600/700/800/900这四种型号,使B737成为民用航空器中最大的家族。波音公司在B737系列之后,又先后推出了B757、B767、B777和B787。

近几十年来航空器的迅速发展,特别是民用航空器的迅速发展,使其安全性、经济性、舒适性都有了很大的提高,这一切都源自航空器的设计采用了复合材料、降低了发动机油耗和机载航电设备的更新换代。

第 2 章 国际民航组织(ICAO)

2.1 ICAO 的诞生

在 1903 年莱特兄弟第一次成功地飞行了有动力的重于空气的航空器以后,重于空气的航空试验活动迅速发展,最终将航空器发展成为主要的运输工具,航空器可以一次飞越多个国家和地区,从而带来了诸多需要协调的技术、经济和法律方面的问题,然而所有这些问题都不是哪一个国家的政府所能解决的。

1903—1910 年期间召开了几次国际会议,试图解决一些法律上的问题,主要是要解决航空器穿越国界的问题。1910 年法国政府邀请了 21 个欧洲国家(实际上只有 18 个国家参会)在巴黎召开的会议,其目的是研究与欧洲有关的空中航行法律问题。会议试图起草一个空中航行公约,尽管最后未能形成一个有效的确定性文件,但对未来空中航行公约的重要原则勾画出了一个框架,并在会议上通过。

1919 年是民用航空运输具有历史意义的一年,这一年伦敦和巴黎之间建立了第一个商业服务,两次穿越大西洋并创造了一些历史性记录。然而与国际民航有关的更重要的事件是创立了“巴黎和会的空中航行委员会(the Aeronautical Commission of the Paris Peace Conference)”,从而最终导致了《国际空中航行公约》的出现。公约含有 43 个条款,内容涉及管理空中航行的一般原则,包括航空器的国籍、航空器进入缔约国领空的放行,同时还包括了为发展航空和处理民用航空上的分歧以及其他技术、运行和组织方面的问题所有缔约国制定的一般协议。此外,公约中还提到了有关国际空中航行委员会(ICAN)的保障设施。在以后的几年里,ICAN 把协调政府和工业部门之间的工作,以及将自己打造成为一个公认的航空当局作为自身的建设重点。同时公约还采纳了在 1910 年巴黎会议上形成的所有原则。

尽管 ICAN 树立了一个非常有用的目标,但从未真正地在世界意义上处理过任何国际民航问题。包括美国在内的西半球的一些国家于 1937 年在利马开会,试图在 1928 年在哈瓦那起草的《泛美空中航行公约》之下建立第 2 个国际民用航空机构——美洲航空委员会,但未能实现。

随着 1939 年第二次世界大战的爆发,尽管航空客货运输发展很快,但其角色仍然是次要的国际运输工具,然而沿着战争航线的军事飞行却促使航空器成为世界运输系统的主要组成部分。战时的合作排除了许多政治上的障碍,但是如果将战时的成果用于国际民用航空仍然还有很多政治上和经济上的障碍必须克服。下面就是其

中一些最普遍的问题：

- 商业权问题。
- 制定一个国家的航空公司飞入或飞越其他国家领空的协议。
- 将和平时期飞越国界时可能出现的法律上和经济上的冲突最小化。
- 为了维护和继续使用战时建立起来的航行设施,还需要做哪些工作。

随着第二次世界大战的即将结束,以上问题变得越来越突出。在这个时期,世界上许多国家和地区修建了机场并拥有一定数量的飞行员和其他航空人员,但唯独缺乏空中交通管制为其服务。为适应民航形势的发展,1944年11月在美国芝加哥召开了52个国家参加的国际会议,讨论了未来国际民用航空问题,并产生了“国际民航公约(芝加哥公约)”。1945年成立了临时性国际民航组织(Provisional International Civil Aviation Organization, PICA0),1947年PICA0被国际民航组织(ICAO)所取代。1947年ICAO理事会主席同联合国秘书长签订协议,并依据协议ICAO变成了联合国的一个专门机构,同时也成为联合国大家庭的一个成员。

2.2 ICAO 的目标

芝加哥会议上为ICAO制定了如下目标：

《国际民用航空公约》第四十四条 目的

国际民用航空组织的宗旨和目的在于发展国际航行的原则和技术,并促进国际航空运输的规划和发展,以：

- 一、保证全世界国际民用航空安全和有秩序地发展；
- 二、鼓励为和平用途的航空器的设计和操作技术；
- 三、鼓励发展国际民用航空应用的航路、机场和航行设施；
- 四、满足世界人民对安全、正常、有效和经济的航空运输的需要；
- 五、防止因不合理的竞争而造成经济上的浪费；
- 六、保证缔约各国的权利充分受到尊重,每一缔约国均有经营国际空运企业的公平的机会；
- 七、避免缔约各国之间的差别待遇；
- 八、促进国际航行的飞行安全；
- 九、普遍促进国际民用航空在各方面的发展。

2.3 国际民用航空公约(芝加哥公约)

ICAO最成功之处就是向着标准化和程序统一所开展的工作,这是过去70年来民用航空取得成功的最根本原因之一,因为统一才促进和改善了飞行。

公约中争论最大的地方是涉及一个国家的航空公司在两个其他国家机场之间飞

行时的营运权问题,综合考虑之后,会议提出了两个独立的协定:一个是《国际航班过境协定(International Air Service Transit Agreement, IASTA)》;另一个是《国际航空运输协定(International Air Transport Agreement, IATA)》。《国际航班过境协定》规定了前两种自由,并为所有缔约国提供了如下权利:

第一条 第一节

每一缔约国给予其他缔约国以下关于定期国际航班的空中自由:

- (一)不降停而飞越其领土的权利;
- (二)非运输业务类降停的权利。

《国际航空运输协定》第一条 第一节 规定

每一缔约国给予其他缔约国以下关于定期国际航班的空中自由:

- (一)不降停而飞越其领土的权利;
- (二)非运输业务类降停的权利;
- (三)卸下来自航空器所属国领土的客、货、邮的权利;
- (四)装载前往航空器所属国领土的客、货、邮的权利;
- (五)装卸前往或来自任何其他缔约国领土客、货、邮的权利。

上面的《国际航空运输协定》第一条 第一节(一)、(二)与《国际航班过境协定》中的相同,后面的权利被称为:第三种自由、第四种自由、第五种自由。上述两个协定俗称为“两大自由协定”,共规定了五种自由。这些自由非常复杂,在国家之间出现了很多难题,这些难题往往都是一些具有潜在倾向的政治问题。正因为如此,所以仅有很少最初的缔约国留在《国际航空运输协定》的组织里,其结果是“相互交换商业性营运权”的协定主要还是通过双边谈判决定。

2.4 国际民用航空公约的附件

一个航空器在一次飞行中可能会飞越许多国家的领空,而各国的语言和法律又不相同,所以为了飞行,国家间必须在技术上、经济上和法律上有一个统一的国际标准和协议,而且使航空器能自由、安全、有效地运行。国际标准的成功使用意味着要用适当的导航设备和其他设施把国际航路串联在一起。从这个意义上讲,建立覆盖航空各个领域的国际标准和措施是取得国际合作成功的关键。ICAO 自然就是这样一个实施航空国际合作的机构,如图 2-1 所示。

图 2-2 所示为 ICAO 附件及其同 ICAO 技术部门的关系图。

国际标准和措施都写进了芝加哥公约的 18 个附件中,涵盖了以下主题:

- 附件 1 人员执照颁发 (Personal Licensing)
- 附件 2 空中规则 (Rules of the Air)
- 附件 3 国际空中航行的气象服务 (Meteorological Service for International Air Navigation)

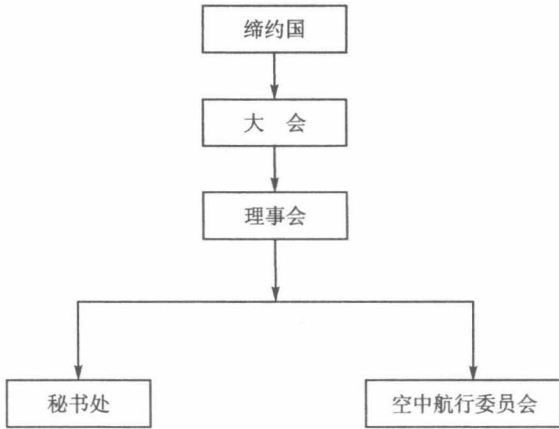


图 2-1 ICAO 组织机构图

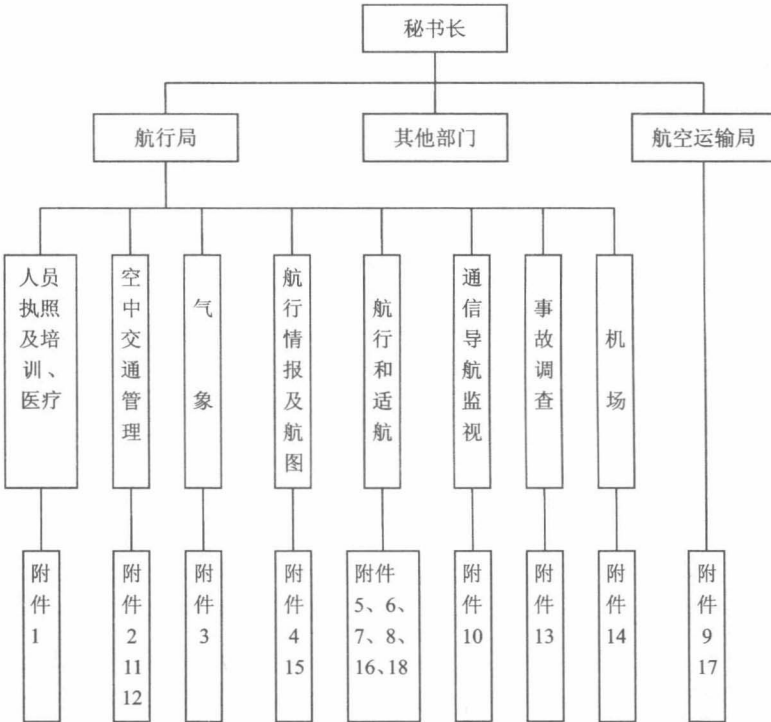


图 2-2 ICAO 附件及其同 ICAO 技术部门的关系

- 附件 4 航图 (Aeronautical Charts)
- 附件 5 空中和地面运行中所使用的计量单位 (Units of measurement to be used in Air and Ground Operation)
- 附件 6 航空器的运行 (Operation of Aircraft)。注：附件共包括商用运输、