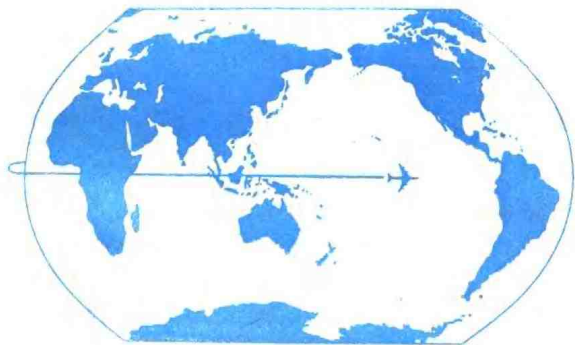


# 航空运输地理

谭惠卓 汪志远 编著



北京航空航天大学出版社

F561.9

1

# 航空运输地理

谭惠卓 汪志远 编著

1. 1. 1



北京航空航天大学出版社

**B** 706406

## 内 容 简 介

本书为综合性的航空运输地理专著，它的出版在我国尚属首次。全书含绪论共七章，主要内容有：地球与飞行的基础知识及其相互联系；航空运输的布局现状、影响因素及有关的运输理论；中国空运地理；重要国家的空运地理概况；地图与遥感在航空中的应用等。全书有插图40余幅。书中引用了国际上通用的英文地名、城市三字代码、民航机构的英文缩写以及一些术语名称。每章后附有习题。

本书主要供民航大、中专学生，民航管理干部和民航业务人员学习使用；也可供一般院校、军事院校和科研单位的有关专业人员参考。

### 航 空 运 输 地 理

HANGKONG YUNSHU DILI

谭惠卓 汪志远 编著

责任编辑 肖山

北京航空航天大学出版社出版

北京航空航天大学出版社发行科发行

魏都印刷厂印装

787×1092 1/16 印张：15 字数：380千字

1983年8月第1版 1983年8月第一次印刷 印数：2000册

ISBN 7-81013-151-0/V·018 定价：4.95元

## 序

航空运输地理作为专书出版，国内尚属罕见。在中国民航管理干部学院领导的积极鼓励和支持下，以谭惠卓同志为主，编著了这部书稿。在中华人民共和国建国四十周年之际，此书由北京航空航天大学出版社正式出版。它的问世，不仅在我国经济地理领域内增添了新篇章，而且为民航院校提供了一部适用的新教材，实在是令人鼓舞的。

《航空运输地理》一书的可贵之处，在于它能运用地理学原理，针对现代航空运输与自然条件、人文活动的多重关系，针对中国和世界航空运输网络、区划、重要空港城市及其机场分布等方面的问题和情况，作出详明的阐述和介绍。为使读者从宏观上认识飞行的时空规律，此书首先阐述了地球及其大气的运动对飞行的影响；在空运布局一章中，还介绍了有关的运输模型。这些对分析综合航空运输地理事象具有一定的理论意义。最后，还介绍了地图、遥感及其在航空中的应用。此书理论联系实际，内容丰富，图文并茂，适合于从事航空运输的工作者和民航管理干部学习、参考，并有助于交通运输地理的研究。

读过此书使我想到，航空运输地理不仅能说明现在，也应预见未来。我国是一个陆海辽阔的大国，随着社会经济的发展和国计民生的需要，发展航空运输无疑是至关重要的。仅就我国航空运输合理布局的决策而言，就很有必要有包括航空运输地理在内的各种具有预见性的科研成果作为参考依据。我多么希望祖国的航空运输事业能在党的改革开放方针指引下，更快更好地发展起来，为社会主义现代化建设服务！

一本新著的产生，决非易事。在这本书中，尽管还有些不足和有待充实之处，但这是今后努力改进的工作。任何时候，总不能要求一部著作必须达到完美无缺的时候再问世，正如婴儿出世不能要求他完美无缺一样。一本书既然有它的科学意义和实用价值，就应尽快与社会见面，发挥它应有的社会效益，并在实践中取得反馈，不断认识，不断完善。

我可算这本书的早期读者之一，以上的话不过是表达我的一些直接感受，难以成“序”。

褚亚平

一九八九年七月，于北京

## 前 言

为适应民航院校地理教学以及民航业务人员自学的需要，中国民航管理干部学院组织编写并委托北京航空航天大学出版社出版了《航空运输地理》一书。本书的出版，受到中国民航学院和民航北京、广州、上海、成都、兰州、沈阳、乌鲁木齐等地中专、技校的大力支持。中国民航总局政策研究室、体制改革委员会、统计处、运输业务处、宣传服务处、机场维护处、劳动人事处、机场设计院、广告公司、经济技术情报研究室和民航管理干部学院图书馆为本书提供了大量翔实的资料。

本书在编写过程中，得到褚亚平、邬翔光、张如一等地理学教授和高峻岳、李生宝、徐冯嘉、沈承翔、何祖悦、马铭时等民航界专家的指导和关心；刘惠兰、王仲倩、曾昭奇等负责同志以及张辅云、鍾伦捷、陈尧、张海霞、万青等教师对书稿的修改提出了许多宝贵的意见；陆俊华、任爱祥、姚永春、田保华、刘永俊、田静、李信等对本书有关章节提供了资料并提出了有益的建议；在此一并致谢。

据1988年10月在京召开的“航空运输地理教材研讨审定会”的决定，书稿由谭惠卓、汪志远编写和修改。谭惠卓负责了绪论和第一、二、三、四、六等章的编写以及全书的统稿工作，汪志远负责第五章的编写工作。书中外文资料的翻译和插图的编绘由谭惠卓承担。

本书属首次出版，书中不足和疏漏之处，敬希各方指教。

编者 1989年6月

# 目 录

绪 论	( 1 )	二、内部圈层	( 25 )
第一章 地球与飞行	( 5 )	三、飞机活动圈层	( 26 )
第一节 地球空间及导航	( 5 )	第七节 影响飞行的天气	( 28 )
一、地球的空间位置	( 5 )	一、影响起降的特殊天气	( 28 )
二、太阳对地表空间的影响	( 5 )	二、影响航行的特殊天气	( 32 )
三、导航	( 6 )	三、重要天气系统简介	( 33 )
第二节 地球的运动	( 8 )	第二章 航空运输布局	( 35 )
一、地球的自转	( 8 )	第一节 世界主要航线的分布	( 35 )
二、地球自转的影响	( 10 )	一、国际航空运输协会对世界的航空 区划	( 35 )
三、地球的公转	( 10 )	二、世界国际航线的分布特点	( 38 )
第三节 地转偏向力与飞行偏移	( 11 )	三、世界主要国际航线	( 38 )
一、惯性原理	( 11 )	第二节 世界航空港的分布	( 42 )
二、自转使方向发生变化	( 11 )	一、航空港的概念	( 42 )
三、运动物体的偏转规律	( 12 )	二、空港城市的类型及其分布	( 43 )
四、水平地转偏向力	( 13 )	三、航空港及一般机场的分级	( 45 )
五、飞行偏移的计算	( 14 )	四、世界上重要的国际航空港	( 46 )
第四节 时差与飞行	( 16 )	第三节 影响空运布局的基本因 素	( 53 )
一、地方时	( 16 )	一、地理位置	( 53 )
二、理论区时	( 17 )	二、自然条件	( 54 )
三、日界线	( 17 )	三、经济条件	( 55 )
四、航班时刻的计算	( 18 )	四、政治因素	( 57 )
五、各国实际采用的区时	( 19 )	五、科技条件	( 58 )
第五节 飞行中的昼夜长短	( 22 )	六、人口条件	( 58 )
一、飞行中昼夜变化的产生	( 22 )	第四节 直接影响空运布局的相关行 业	( 60 )
二、飞行中昼夜长短的计算	( 23 )	一、旅游业及其对布局的影响	( 60 )
第六节 地球的圈层结构与飞行 圈层	( 25 )	二、对外贸易及其对布局的影响	( 62 )
一、外部圈层	( 25 )	三、劳务输出及其对布局的影响	( 62 )

第五节 运输网络与合理运输	一、地理概述	(109)
..... (65)	二、航空运输现状	(110)
一、运输网络	三、区内主要空运企业	(110)
二、合理运输	四、主要空港城市及机场分布	(111)
第六节 运输模型	五、重要旅游点分布	(113)
一、交通站点的区位选择模型	第三节 华东区	(114)
二、货流运输模型	一、地理概述	(114)
三、民航运输模型	二、航空运输现状	(114)
三、区内主要空运企业	(115)	
<b>第三章 中国航空运输地理概述</b>	四、主要空港城市及机场分布	(115)
第一节 中国航空运输的国内地	五、重要旅游点分布	(117)
理环境	第四节 中南区	(118)
一、概述	一、地理概述	(118)
二、自然地理环境	二、航空运输现状	(119)
三、经济地理概述	三、主要空港城市及机场分布	(120)
第二节 中国交通运输	四、重要旅游点分布	(123)
一、新中国交通运输的发展与现状	第五节 西南区	(123)
二、交通运输业的构成分析	一、地理概述	(123)
三、交通运输布局现状	二、地形气候对航空运输的影响	(123)
第三节 中国航空运输的发展与	三、航空运输现状	(124)
现状	四、区内主要空运企业	(124)
一、新中国民航发展概述	五、主要空港城市及机场、旅游点的	
二、中国航空运输在世界上的地位	分布	(125)
第四节 中国的航空运输网	第六节 东北区	(128)
一、中国的国际航线	一、地理概述	(128)
二、中国的国内航线	二、航空运输现状	(128)
第五节 中国的机场	三、主要空港城市及机场分布	(129)
一、机场概况	第七节 西北区	(131)
二、机场布局分析	一、地理概述	(131)
三、重要机场简介	二、航空运输现状	(131)
<b>第四章 中国航空运输地理分区</b>	三、主要空港城市及机场、旅游点的	
第一节 中国的航空区划	分布	(131)
一、中国的经济区划	第八节 新疆区	(134)
二、经济区与航线网的形成	一、地理概述	(134)
三、中国航空区划的由来及演变	二、自然、经济对交通运输的影响	(134)
第二节 华北区	三、航空运输现状	(135)
一、地理概述	四、主要空港城市及机场分布	(135)
二、自然、经济对航空运输的影响		
三、航空运输现状		
四、主要空港城市及机场分布		

第九节 台湾省航空运输地理.....(136)	.....(169)
一、地理概述.....(136)	一、概述.....(169)
二、经济发展概述.....(136)	二、经济特征.....(170)
三、航空运输发展与现状.....(137)	三、航空运输.....(171)
四、航空公司简介.....(138)	四、重要空港城市.....(171)
五、机场分布概况.....(138)	第六节 巴西概况.....(173)
六、主要空港城市.....(139)	一、概述.....(173)
	二、经济概况.....(173)
	三、航空运输.....(174)
<b>第五章 重要国家的空运地理概况</b> .....(140)	四、重要空港城市.....(175)
第一节 中日航线及日本概况.....(140)	第七节 欧洲航线及欧洲概况.....(176)
一、概述.....(140)	一、欧洲航线.....(176)
二、经济特征.....(141)	二、欧洲在国际航空运输中的地位和作用.....(176)
三、交通运输.....(143)	三、欧洲的分区.....(178)
四、航空运输.....(144)	第八节 西欧航线及重要国家概况.....(180)
五、机场概况.....(145)	一、英国.....(180)
六、重要空港城市.....(146)	二、法国.....(182)
第二节 亚州其它国家概况.....(147)	三、荷兰.....(184)
一、巴基斯坦.....(149)	四、联邦德国.....(185)
二、新加坡.....(150)	五、瑞士.....(187)
三、泰国.....(151)	六、西班牙.....(188)
四、菲律宾.....(152)	七、意大利.....(188)
五、印度.....(153)	第九节 北欧航线及国家概况.....(190)
第三节 中澳航线及澳大利亚概况.....(155)	一、北欧航线.....(190)
一、概述.....(155)	二、北欧五国概述.....(190)
二、交通运输.....(156)	三、航空运输.....(191)
三、航空运输.....(156)	四、重要空港城市.....(191)
四、重要空港城市.....(157)	第十节 东欧航线及重要国家概况.....(192)
第四节 中美航线及美国概况.....(157)	一、苏联.....(193)
一、概述.....(158)	二、南斯拉夫.....(196)
二、经济概况.....(160)	三、罗马尼亚.....(197)
三、交通运输.....(160)	第十一节 中东航线及中东概况.....(198)
四、航空工业.....(160)	
五、航空运输.....(161)	
六、机场概述.....(165)	
七、重要空港城市.....(166)	
第五节 中加航线及加拿大概况.....(166)	



一、中东航线.....(198)	第三节 地形图简介.....(215)
二、中东概述.....(198)	一、国家基本比例尺地形图.....(216)
三、航空运输.....(200)	二、地形图的数学基础.....(216)
四、重要空港城市.....(200)	三、地形图的符号系统.....(217)
第十二节 非洲航线及埃塞俄比亚概 况.....(201)	四、地形图的量算.....(218)
一、概述.....(202)	第四节 专题地图简介.....(220)
二、经济概况.....(202)	一、专题地图的地理基础.....(220)
三、航空运输.....(203)	二、专题地图的表示方法.....(221)
四、重要空港城市.....(203)	三、专题地图的编绘.....(223)
<b>第六章 地图、遥感及其航空应用</b> .....(205)	第五节 遥感概述.....(223)
第一节 地图的基本知识.....(205)	一、遥感的概念.....(224)
一、地图的基本特性.....(205)	二、遥感的系统.....(225)
二、地图的分类.....(207)	三、遥感的发展与应用.....(227)
三、地图投影与变形.....(208)	四、航片简介.....(230)
第二节 航空用图概述.....(211)	第六节 遥感在航空中的应用 .....(231)
一、地图在航空业务中的应用.....(211)	一、遥感在航空运输中的应用.....(231)
二、空运用图投影.....(212)	二、遥感在通用航空中的应用.....(232)
	三、中国通用航空概述.....(233)

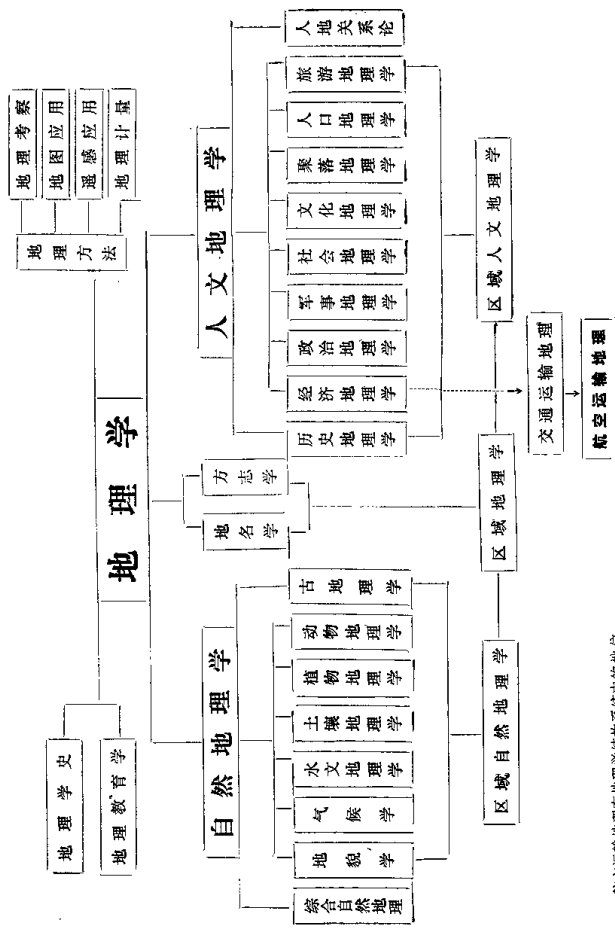
## 绪 论

地理学是研究人类生存的地理环境以及人类活动与地理环境关系的科学。航空运输是人类活动的组成部分,因而航空运输地理是研究航空运输与地理环境的关系,研究航空运输的空间分布及其发展规律的一门学科。航空运输地理作为地理学的一个分支,具有地理学的两个显著特性,即地域性和综合性。

地域指地表空间,地表是一个巨系统,是与人类有直接关系的地理环境。任何地理现象都必然要落在一定的地表空间,即有一定的空间分布。地貌、气候、资源、经济等地理要素都必须在一定的空间上反映出来,各要素之间又有着密切的联系。正是由于各地理要素特定的空间分布,才造成地区间的差异,研究地理现象的地域分异规律是地理学最显著的特性之一。航空运输的活动范围在广阔的地表空间,地面点站、空中航线都有一定的空间分布。这些分布具有规律性,并在一定程度上反映不同地区航空运输的发展水平。事实上,世界航空运输的空间分布具有很强的地域性,其区域差异十分明显。

综合性是地理学的另一显著特性。地理学在几千年的发展过程中,逐渐形成了完整的科学体系,形成了内容广泛的一门科学。现代,由于系统论、信息论、控制论等新理论的出现以及电子计算机、遥感等先进技术的广泛应用,这种综合性更为突出。地理学的知识触角涉及到地质、地震、天文、气象、海洋、古生物、地球物理、地球化学以及政治、经济、文化、交通、人口、聚落等众多的科学领域。这就要求地理学对一切具有地域性的现象进行研究,对众多的相关要素进行必要的归纳,对自然规律、社会经济规律进行综合。由于地理学与其它学科的交叉渗透,从而形成了一系列边缘学科,航空运输地理就是这种交叉渗透的产物。航空运输地理作为地理学的一个边缘学科,也具有明显的综合性。航空运输的空间分布要受到地质、地貌、气象、气候、天文等自然条件的制约,同时,又要受到政治、经济、技术、人口等社会因素的影响。航空运输还具有自身的专业知识体系,不了解这些知识,就不可能认识航空运输空间分布的形成及其发展规律。因此,航空运输地理要对各种自然的、人文的相关因素进行归纳、综合,发现和总结航空运输的分布及其发展规律,从而为航空运输的发展提供理论和实践的依据。

航空运输地理是一门新兴的学科,是庞大的地理科学体系中的一个小小分支。它与公路、铁路、水运、管道等其它运输地理学分支组成交通运输地理学的部门学科体系。交通运输地理学与从属于经济地理学,经济地理学又是人文地理学的一个重要分支。航空运输地理在地理学学科体系中的位置及从属关系如下图所示:



航空运输地理在地理学结构系统中的地位

可见, 航空运输地理属于人文地理学的范畴。人文地理学研究人类活动与地理环境的关系, 探讨各种人文现象的空间分布及其发展规律; 其核心理论是人地关系论。人地关系即人与环境的辩证关系。一方面人类处于主动地位, 不断改造、利用、保护地理环境; 另一方面地理环境又经常不断地影响人类活动。人文地理学的研究如果脱离了这一理论, 就失去了它的科学价值。航空运输地理作为人文地理学的分支, 也离不开人地关系论。航空运输的发展明显地受到自然环境和社会环境的制约。本世纪20年代, 限于当时的航空技术水平, 飞机尚不能飞越浩瀚的大洋和险峻的山脉。航空运输的分布局限在国内或地区内。50年代后, 随着科学技术的发展, 航空技术水平有了很大提高。今天, 飞机可飞越地面的任何天然障区, 航空运输的分布遍及世界各地。但是, 地理环境仍然经常不断地影响航空运输。恶劣的天气仍经常危及飞行安全, 地面障碍仍在一定程度上对飞行构成威胁。政治动荡、经济衰退都直接影响航空运输的发展。因此, 不尊重自然和社会发展的客观规律, 必然会受到客观环境的惩罚。而孤立地强调环境的制约作用, 不主动、积极地改造、利用客观环境, 也必然阻碍航空运输的发展。

地理学的理论与实践相结合, 为社会服务是现代地理学发展的必然趋势。航空运输地理这一分支学科的产生, 是社会实践的需要。因此, 航空运输地理又是一个应用性很强的学科。从应用的角度出发, 航空运输地理的主要内容如下:

### **一、地球与飞行概述**

航空运输的活动范围在地表空间, 地表空间与地球本身的空间位置、地球的结构、性质紧密相关。地球的运动造成了昼夜更替、四季变化, 地方时差等与飞行有关的地理现象。飞机相对于地表运动, 由此而产生飞行偏移、机上昼夜长短等特殊问题。在飞行层次中, 还会产生各种复杂的天气现象, 从而影响和制约飞行活动。

### **二、航空运输布局**

航空运输产品是旅客或货物的空间位移。飞机总是从某一航站出发, 按照规定的航路穿越某些地区或国家, 到达另一航站。为了保证飞行的顺利进行, 还必须设立管制中心、地面雷达站、维修基地等地面点站。这些点、线都必然有它们的空间分布, 从而形成运输网络。航空运输布局的形成要受到各种自然及人文因素的影响。当今世界航空运输的布局具有较明显的规律。在一定的布局条件下, 还需研究合理运输问题。

### **三、区域航空运输地理**

航空运输具有明显的地域分异规律。目前, 世界航空运输布局主要受空运大国的影响和控制。几乎所有空运大国都是经济发达国家。这些国家之间的政治、经济、文化等方面的联系基本决定了当前世界航空运输的分布状况。另一方面, 世界航空工业更被少数大国所垄断, 使航空工业的分布集中在美国及少数欧洲国家。我国自70年代以来航空运输发展迅速, 我国的航空运输将对世界航空运输布局产生一定影响。因此, 研究我国及世界重要国家和地区的自然、经济、交通, 特别是航空运输、航空工业、空港城市的地理特征是本

书的重要内容。

#### 四、地图、遥感及其航空应用

地图历来是航空运输的必备工具。随着现代管理技术的应用，空运用图的种类及数量逐渐增多。航线分布图、机场分布图、飞行图、地形图、客货流分布图等被广泛应用于客货运输、空中管制、机场建设、区域规划等方面。地图的有关知识是运输人员所必备的。

遥感是一种先进的技术手段。近20年来，遥感技术发展迅速，逐步形成了一门新兴的应用学科，并在许多科研和生产领域内显示了极大的优越性。遥感技术可为空中管制、航线开辟、机场建设提供直观、可靠的信息，为航空运输的科学研究提供先进的方法和手段。另一方面，航空遥感是通用航空的重要业务。通用航空虽不属于航空运输，但它是民用航空的重要组成部分。通用航空作为本书的参考内容简要提及。

航空运输地理具有边缘学科的双重特性，它既是地理学的分支，又是航空运输知识体系的重要组成部分。它可作为民航院校、军队院校以及普通院校有关专业的课程。航空运输地理运用地理学的基本原理和基础知识为航空业务服务，有些内容直接用于航空业务工作，因此，它属于专业基础课的范畴。不同层次、不同专业在开设此课时，对内容的侧重、取舍可因人而异，有所区别。航空运输地理还可作为民航干部、职工的培训教材，供各类短训班使用。就目前教育状况分析，大多数已有学历的民航工作人员对这方面的知识了解不够。因此无论从知识结构还是从专业的需要，学习一些航空运输地理的知识都是必不可少的。

应该指出，航空运输地理是一门新的分支学科，目前，尚处于初创阶段。从理论上说，还不够系统、完整，有待于在实践中不断充实、不断修正，使之逐步加以完善。

# 第一章 地球与飞行

航空运输是三维空间的人类活动。随着科学技术的进一步发展，空间技术已在航空领域内不断得到应用。飞机飞行层次已扩展到10多公里的高空。全球性卫星空管系统的出现，使航空活动进入了更为广阔的地表空间。地球的空间位置、地球的运动、地球大气的圈层结构、地球大气的运动都直接或间接对航空活动产生影响。在航空运输中，还产生一些飞行所特有的地理现象。本章将对有关的基础理论和基本知识作必要阐述。同时，对上述问题从理论到实践的结合上进行探讨，以解释飞行中产生的特殊现象，利于解决飞行遇到的问题。

## 第一节 地球空间及导航

### 一、地球的空间位置

地球在宇宙中，宇宙在空间上是无边无际的，在时间上是无始无终的。地球与某些星体相互联系、相互制约，并以其特定的空间位置及运动规律造就了生机勃勃、气象万千的人类生存的地理环境。

目前，人类所能观测到的所有天体系统称为总星系。总星系包括银河系及河外星系。河外星系有10亿多个与银河系类似的天体系统。银河系是一个巨大的天体系统，它的直径达10万光年。银河系由恒星、星云、星际物质共同组成。恒星是由炽热气体组成的自身发光的球状天体，具有很大的质量。由于它们的位置变化相对缓慢，似乎恒定不动，因此称为恒星。星云是云雾状天体，由气体与尘埃组成；星云体积大、质量大、密度小，一个普通星云的质量至少相当于上千个太阳。此外还有许多大小不一、形状不一的物质和稀薄的气体与尘埃，统称为星际物质。

太阳是银河系2千多亿颗恒星中的一员，太阳系由太阳、行星，卫星、彗星、流星、行星际物质共同组成。行星分九大行星及众多的小行星，地球为九大行星之一。地球在宇宙中可谓沧海之一粟。

### 二、太阳对地表空间的影响

过去对环境的理解，一般限于地表。但随着科学技术的发展，日地空间已成为人类活动的更加广阔的领域。太阳是日地空间的主宰，它是地球能量的主要来源，对于地球环境影响极大，没有太阳就没有人类。太阳是一个巨大的炽热的发光球体，它的体积是地球的130万倍，质量是地球的33万倍，是太阳系中所有行星质量之和的745倍，太阳占整个太阳系质量总和的99.86%，但它的密度很小。太阳的巨太能量来自太阳核心，它的体积占整个太阳的1/64。中心温度高达1500万度，压力达2500亿个大气压。在如此高温高压的条

件下，进行着原子核的聚变反应，四个氢原子核聚变为一个氦原子核，从而放出大量的能量。就好像有无数个氢弹不断地爆炸一样。46亿年来，太阳只损失了0.03%的质量，太阳起码还可以发出几十亿年的光和热。

我们看到的太阳，是太阳表面的大气层，它从里到外可分为光球、色球和日冕三层。光球层在太阳表面，只有500公里厚，温度约6000多度，我们接收到的太阳光主要来自这层。光球表面有一些黑点，称太阳黑子。黑子处温度比周围低约1500度。黑子随年份不同有多有少，每隔11年黑子要增多一次。光球层之外为色球层。厚度有几千公里，主要为太阳大气，呈玫瑰色，温度约几万度。色球层在某些部位，有短时间内突然增亮的现象，这种现象称为耀斑。它的活动周期与太阳黑子相同。色球层中，有时还会有红色火焰喷出，高达几十公里，这一现象叫日珥。色球层之外，有一个空气稀薄、完全电离的巨厚气体层，叫日冕层。日冕层内部气温高达100万度。

太阳黑子与耀斑周期相同，当黑子增多时耀斑也活动频繁。耀斑发出的能量极大，短短几分钟内，它能发出相当于100亿颗百万吨级氢弹的能量，发出极强的无线电波和大量射线，并能到达地球。另外，日冕层由于远离太阳中心，又有100万度的高温，因此大量的带电粒子流，高速飞逸到星际空间，我们称这种粒子流为太阳风。太阳风有时能吹遍太阳系的各个角落，当然也对地球产生影响。

以上这些无线电波、大量射线及带电粒子流进入地球大气层后，往往会破坏和扰乱地球大气中的电离层，致使无线电短波通讯暂时中断，同时，还能扰乱地球的磁场引起磁暴，使磁针不能正确指示方向。这对于地面雷达的正常运行以及高空飞行都会带来一定困难。但这些现象持续时间不长，影响时间短。

### 三、导航

导航是轮船和飞机正常航行的必不可少的技术手段。最初，人们仅靠目视辨别地表物体来确定航向。指南针的出现为古代航海提供了方便。后来，人们掌握了太空中一些天体的准确位置和运行规律，于是利用仪器对天体进行观测，从而确定航向。随着科学技术的进步，无线电技术、空间技术、电子计算机等先进技术逐渐在导航、通讯、监控等方面得到应用，大大提高了导航的准确性，使轮船和飞机在全球的海、空领域内自由航行。目前，导航的方法有三种：天文导航、无线电导航和卫星导航。

#### 1、天文导航

天文导航通过对天体高度和方向的观测来确定飞机所处的位置。在某一时刻，对地球上不同的地点来说，天体有不同的高度和方向。人们根据天体运行的时空规律，编制了航空年历。在航空年历中，月球每隔10分钟定出一组高度和方向的数据，而其它天体每隔1小时定出一组数据。飞机在需要确定位置时，用仪器测出有关天体的高度和方向，然后用测得的数据与航空年历上给出的数据进行对比、计算，从而确定飞机此时所处的经纬度位置。再对照目的地的经纬度，就可以确定航向。显然，这一方法要受到天气条件的制约。当空中能见度较差时，就无法对天体进行观测，也就无法进行天文导航。在这种情况下，只有通过地面雷达和卫星导航。

## 2、无线电导航

主要指地面雷达的导航。由飞机接收地面雷达站发出的无线电信号，根据地面台站的经纬度位置以及飞机与台站的相对位置，来确定飞机所处位置的经纬度，从而进行导航。在一定波长范围内，无线电波可以穿越大气而不受天气条件的制约。它是目前主要的导航方式。迄今为止，几乎所有的导航系统都以地面无线电设备为基础，如全向信标、测距仪、一次和二次雷达、仪表着陆系统、甚高频陆空通讯等。但这些系统的覆盖范围、准确性、可靠性尚有缺陷。随着航空运输的迅速发展，对地面设备的数量与质量的需求不断增加。与此相适应，地面导航系统的数目不断增多。尽管如此，仍不能满足需求，航路拥挤、导航水平较低仍是突出的问题。为了适应航空运输迅速发展的需求，全球性的卫星导航系统即将诞生。

## 3、卫星导航

卫星导航是近20年出现的新的导航方式，它首先在航海中得到应用，航空方面的应用正在探索之中。人造卫星有固定的运行轨道，在一定时刻有一定的位置和覆盖范围，地球同步卫星则总是停留在地表某处的上空。卫星可以接收和发射飞机、轮船发出的信号，并与地面的交通管制中心及机场进行联系，从而进行导航。由于卫星距地表远，所以覆盖范围大。一个导航卫星往往与几十个地面雷达站的作用相当。卫星除了导航外，还可以起通讯、监视等作用。因此，卫星导航具有较大的发展潜力。但是到目前为止，全球性的卫星导航系统仍未在航空运输中付诸实施。国际民航组织在1983年组成了一个未来航行系统（FANS）特别委员会。研究包括卫星系统在内的导航技术、经济等方面的问题。几年的研究表明，对全球范围的导航、通讯、监视来说，运用卫星系统是最理想的方案。1988年，该组织已拟定了一份为期25年的全球的通信、导航和监控系统的改造方案。近几年来，美、苏等空运大国正从事卫星导航系统的研制工作。

目前提出的卫星系统主要有两种方式，即自动信赖监视式系统（ADS）及合作独立监视式系统（CIS）。前者适用于中等密度以下的飞行区，后者适用于高密度飞行区。

自动信赖监视式系统由机上导航设备向卫星传送位置、高度等信息，卫星再通过其数据频道向地面的交通管制中心传送信息。交通管制中心也通过卫星与机场进行信息的传送。由于信息从飞机上的导航设备发出，因此飞机上现有的较先进的设备可继续发挥其功效。必要时，飞机仍可与原通讯范围内的交通管制中心及机场取得联系。因此该方法较为切实可行。

合作独立监视式系统通过多个卫星对飞机监视，由地面监视中心的计算机处理获得飞机的位置、高度等准确信息。地面监视中心经多个卫星中继，与这些卫星覆盖范围内的飞机、机场传递信息。该系统较为复杂，使用卫星较多，容量较大，在北美、欧洲等高等密度飞行区可充分发挥其功效。以上两种方法并非互不相容，卫星系统在一定的组态下，既可提供信赖式服务，又可兼顾独立式服务。

一个完整的卫星系统能为全球所有的飞行区域提供可靠的服务。它能对地球上任意一



点提供高精度定位，可以引导飞机在没有复杂导航设备的跑道上进行非精密进近着陆。卫星系统可以使机载设备简化，飞机上只需要装上通用的卫星接收设备，就可以在全球的任何位置与空中和地面保持联系。目前正在研制的卫星系统主要有：NAVSTAR (GPS)、NAV SAT和GLONASS。

GPS是美国军用的全球定位系统，也是目前宣传最多、竞争较强的卫星系统。按目前的计划，它由24颗卫星组成，分6个轨道面，每个轨道面上至少有3颗卫星运行。它基本上可以覆盖全球，但在某些区域的某些时段内出现服务不连续问题。一般情况下，飞机可以在任何地点同时接收6颗卫星发出的信息。该系统可提供±100米的定位及速度、高度、时间等信息，它将于90年代初期投入使用。美国宣布粗测码可供民间免费使用，使它成为对民航具有高度吸引力的候选系统。

NAV SAT是欧洲空间局(European Space Agency)正在研究的民用导航卫星系统。它由18颗卫星组成，有7条运行轨道，其中12颗分别处于6条高偏心轨道上，另外6颗在赤道上空地球同步轨道上。目前，该系统仍处于研究阶段。

GLONASS为苏联军用卫星系统，它由24颗卫星组成，其中包括3颗备用卫星。该系统可提供±100米的定位，对飞行速度的测量误差为每秒15厘米，对时间的测量误差不超过1微秒。自1982年以来，苏联已陆续发射了实验性卫星，并取得较为满意的实验效果。预计在1990年先布署10~12颗卫星，1995年完成整个卫星系统的布署。

从目前的技术、经济条件来看，任何一个卫星系统都将付出较大的投资。但是，从长远来看，卫星系统将逐步取代所有常规的无线电导航系统，避免使大量的人力物力用于复杂的地面导航设备及机械设施。因此，整体看来，卫星系统的使用具有一定的经济效益。卫星系统在导航、通讯、监控等方面的应用已为期不远。

## 第二节 地球的运动

宇宙中的一切天体都在运动，地球也在运动。这种运动是有规律的，并且对自然环境和人类活动产生巨大的影响。由于地球的运动才产生了昼夜更替、地方时的差异、运动物体的偏转、四季变化和昼夜长短等现象和问题。而它们与航空运输的活动是紧密相关的。深入了解地球运动的规律及其影响是必要的。

### 一、地球的自转

#### 1、自转方向

地球一刻不停地由西向东旋转，从北极上空俯视地球，呈逆时针方向旋转，相反，从南极上空望去，则呈顺时针方向旋转。

#### 2、自转周期

地球自转一周的时间是23小时56分4秒，即一个恒星日。恒星日是地球相对于遥远的恒星(除太阳外)自转一周所用的时间。而地球相对于太阳自转一周的时间为24小时，称