

新世纪高等教育自学考试民航专业系列教材

航空运输地理 教程

主编 谭惠卓



HANGKONG YUNSHU
DILI JIAOCHENG

中国民航出版社

新世纪高等教育自学考试民航专业系列教材

航空运输地理教程

谭惠卓 主编

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP)数据

航空运输地理教程/谭惠卓主编. —北京: 中国民航出版社,
2007. 5

ISBN 978-7-80110-790-9

- I. 航…
- II. 谭…
- III. 航空运输 - 运输地理 - 教材
- IV. F56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 066691 号

责任编辑: 马瑞 朱义强

航空运输地理教程

谭惠卓 主编

出版 中国民航出版社 (010) 64290477
社址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
排版 中国民航出版社照排室
印刷 北京华正印刷有限公司
发行 中国民航出版社 新华书店
开本 787 × 1092 1/16
印张 14.5
字数 320 千字
印数 5000 册
版本 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-80110-790-9/V · 285
定价 32.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

教材编委会

主任：唐任伍

副主任：马松伟 钱启增 吴圣谷

委员：（按姓氏笔画排序）

王华春 田保华 安佳 朱敬才 李玉梅

李梅 何真 晏辉 黄传武 彭继红

出版前言

改革开放以来，中国民航业的发展十分迅猛，民航年均运输总周转量、旅客运输量、航空货邮量高位增长，成为拉动国民经济增长的朝阳产业，发展速度高于世界民航平均增幅两倍以上，成为仅次于美国的民航业大国。随着中国经济的发展，中国每百万平方公里拥有机场数量将大幅度增加，航班密度、旅客客运量等各项指标都将快速增长，中国将成为亚太地区乃至全球范围内最重要的航空市场。中国民航业的高速发展，必将带动中国民航的产业结构进行相应的调整以及对高素质人才的需求。

民航业是一个高科技、高风险、高投入的行业，由于其安全、技术的硬性要求，以及国际化和跨地域经营的特点，其用人标准相对于其他行业更加严格。具体表现在：一是专业技能要求高。航空运输业是一个资本密集型产业，从业人员必须具备能够操作各类专业设施的技能。二是安全性能要求高。中国民航需要很高的安全要求，规范化、标准化是它的灵魂，因此需要很高的管理水平。三是服务标准要求高。中国民航从业人员需要具有很强的服务意识、服务技巧和专业水准。由于国际化和跨地域经营是航空运输业固有的特点，因此，掌握和理解不同国家和地区的文化、习俗等知识，提高外语水平，是对从业人员尤其是服务人员的基本要求。民航业的上述特点，迫切要求从业人员具有较高的素质和专业水平。

目前，我国专门为民航业培养人才的正规大学偏少，每年培养出来的具有大学学历的人才远远不能满足民航业的发展需要，而有关“民航服务与管理”专业的正规教育和培训尚处于起步阶段，大多数的教育和培训仍沿用传统教育模式，不能适应民航业快速发展的需求。

高等教育自学考试“民航服务与管理”专业的设立，正是按照为中国民航业大力培养合格人才这一指导思想，在教育部考试中心和北京市自考办的领导下，在委托开考单位中国交通运输协会与主考院校北京师范大学的积极推动下问世的，根本

目的就是借助社会力量培养人才，以满足民航业不断发展的需要。

为了保证广大学员有针对性地参加培训和学习，受中国交通运输协会委托，北京师范大学、中国交通运输协会北京航空运输培训中心联合中国民航出版社共同推出了“新世纪高等教育自学考试民航专业系列教材”。这套教材的编撰工作集中了有关方面的专家，结合中国民航业的实际发展情况，既保证了本学科的专业性和知识含量，又兼顾了自学考试的特点，通俗易懂，便于自学。

由于时间仓促，这套教材还有许多不成熟的地方，我们希望通过一段时间的使用，发现问题，不断修订，不断完善。书中存在的缺点和错误，希望读者不吝赐教，我们表示衷心感谢。

教材编委会

2007年5月16日

第三版前言

《航空运输地理教程》一书创编于上世纪 80 年代中期，1989 年正式出版，1994 年再版。20 多年来，该书被中国民航管理干部学院、中国民航大学、中国民航飞行学院、北航大、南航大以及近年成立的众多民航类学院与培训机构广泛采用，销量愈万册。教学实践表明，其完整的理论体系、丰富的教学内容、鲜明的民航特点充分得到业内同行的认可，并取得良好教学效果，同时获得显著的经济效益和社会效益，并荣获民航优秀教材奖。

10 多年来，中国民航的发展日新月异，为世人瞩目。中国民航在世界及国际民航组织中的地位大大提高。目前，中国已成为排名世界第二的航空运输大国，也成为国际民航组织的第一类理事国，对世界民航的发展举足轻重。中国主要的航空公司、机场也逐步跨入世界民航业中的第一方阵。为适应民航迅速发展及其对各类人才的培训需求，《航空运输地理教程》的修订与再版势在必行。

此次修改的内容主要有五项：

一是根据北京市高等自学考试的要求对原有章节进行了调整；

二是更新了民航相关统计数据；

三是增加了 100 多张图表；

四是删减了部分数理推导的内容；

五是体现了笔者近年参与的 10 多项民航最新科研成果。

本教材主要供民航服务与管理、民航运输、民航安检等专业使用，也可供民航相关专业的培训以及客货销售代理人使用。教材中的大部分章节供专科、职业教育教学使用，参考章节可供本科教学使用。

笔者为本学科创始人，从事该课程教学 20 余年，殷切希望《航空运输地理教程》一书继续为民航教育事业和相关人才的培训做出更大贡献。

中国民航管理干部学院 谭惠卓

2007 年春 北京

第一版序言

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 40 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。

《航空运输地理教程》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。这些分析综合航空运输地理事项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，就很需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。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使用价值，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

1989年7月

再版序言

《航空运输地理教程》的再次出版，令人欣慰！

5年前，《航空运输地理教程》作为我院第一本正式出版的自编教材，首开我院教材研究之先河。经过数年实践的检验，已充分显示了它的科学价值和社会效益。在今年5月我院召开的修订再版征求意见会上，来自民航院校的第一线教师一致认为：《航空运输地理教程》具有鲜明的民航行业特点；它填补了民航院校地理教学的空白；并在几年来的教学中取得了良好的教学效果，是一本非常实用的教科书。

《航空运输地理教程》一书的可贵之处，在于能把地理学的理论与航空运输的实践相结合。尤其是在航空运输布局的理论上有突破，对空运布局的要素构成、影响因素和布局原则提出独到见解，这对于航空运输的理论研究具有参考价值。该书内容丰富、文理顺畅、资料详实、图文并茂，它不但是民航院校的一本好教材，也是民航管理干部、业务人员和客货销售代理人的良师益友。

当代的科学，是全人类的一种巨大而富有成果的努力。《航空运输地理教程》是我院谭惠卓副教授博采众长，广泛收集资料提炼升华而编著的，也是他多年教学经验和科研成果的结合体。尽管他作了极大的努力，它仍如其他浩如烟海的许多著作一样，不是尽善尽美、无可挑剔，尚有待充实和完善。正如著名地理学教授褚亚平先生在第一版序言中所指出的那样，一本新著的产生就好像一个婴儿出世，不能要求他完美无缺，然而，有识之士已欣慰地看到，5年前呱呱坠地的婴儿正在茁壮成长，它被同行们所肯定并再次出版无疑证实了它的存在价值。

近年来，我院的教材建设喜上新台阶，一本本教材将脱颖而出。我殷切希望能有更多更好的著作问世，旨在帮助民航各级管理人员了解和掌握现代管理理论，能对民航企业的发展有所补益。期盼民航的科技园地百花盛开，民航的管理人才茁壮成长。这也算是我们教书人的一点心愿。

中国民航管理干部学院院长 李生宝

1994年8月

目 录

绪论	(1)
第一章 地球与飞行	(4)
第一节 地球空间及导航	(4)
第二节 地球的运动	(7)
第三节 地转偏向力与飞行偏移	(9)
第二章 时差与飞行	(13)
第一节 时差的产生及有关概念	(13)
第二节 时差计算	(16)
第三节 飞行中的昼夜长短	(28)
第三章 航空气象基础	(30)
第一节 天气基本要素及其对飞行的影响	(30)
第二节 地球的圈层结构与飞行圈层	(33)
第三节 影响起降的重要天气	(37)
第四节 影响航行的重要天气	(44)
第四章 航空运输布局	(49)
第一节 世界主要航线的分布	(49)
第二节 世界航空港的分布	(54)
第三节 世界航空公司的分布	(61)
第四节 影响空运布局的基本因素	(64)
第五节 航线结构与机场布局	(69)
第五章 中国航空运输地理	(74)
第一节 中国航空运输地理概述	(74)

第二节	中国的航空区划	(79)
第三节	中国的国际航线	(85)
第四节	中国的国内航线	(89)
第五节	中国机场概述	(91)
第六节	中国机场分区概述	(95)
第七节	中国航空公司概述	(108)
第八节	中国航空公司分述	(112)
第六章	世界航空运输地理	(118)
第一节	世界的航空区划	(118)
第二节	北美	(122)
第三节	欧洲	(129)
第四节	亚太	(133)
第五节	中东	(138)
第六节	拉美与加勒比地区	(140)
第七节	非洲	(142)
第七章	运输网络与运输模型	(146)
第一节	运输网络与合理运输	(146)
第二节	运输模型	(150)
第三节	航空运输生产量的预测方法与数学模型	(152)
第八章	地图与遥感及其航空应用	(156)
第一节	地图概述	(156)
第二节	航空用图简介	(161)
第三节	地形图及其航空应用	(163)
第四节	遥感及其航空应用	(166)
附录 1	航空运输生产统计指标	(169)
附录 2	国家或地区的英文二字代码	(170)
附录 3	练习用图	(178)
附录 4	《航空运输地理教程》考试大纲	(194)

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科学。

地理学的发展，特别是“地理大发现”为葡萄牙、西班牙、荷兰、英国、法国、德国等西方大国的相继崛起奠定了物质基础。曾一度在欧洲地理学界盛行的“环境决定论”，为欧洲列强的殖民扩张提供了理论依据，而地图学的逐步完善则为欧洲列强的海外扩张提供了不可缺少的技术支持。

相对封闭的自然地理环境对中国古代社会经济的发展影响显著，中国“黄土文化”的形成、古代的“四大发明”、中华文明的“上下五千年”、唐代的“对外开放”、元末明初的“科技鼎盛”以及明清之后的“极盛而衰”，无一不打上地理环境影响的烙印。

地理学具有两个显著特性，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实在一定的地表空间，即有一定的空间分布。

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，逐步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。

由于地理学与其他科学的交叉渗透，从而形成了一系列边缘科学，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，也具有明显的地域性和综合性。由机场、航线、运力投放所构成的航空运输网络具有明显的地域分布特点；航空运输的空间分布既要受到地形地貌、气象气候、地质等自然条件的制约，又要受到政治、经济、技术、人口等社会因素的影响。

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、管道等其他运输地理学分支构成交通运输地理学的部门学科体系；交通运输地理学从属于经济地理学；经济地理学又是人文地理学的一个重要分支。人文地理学与自然地理学构成地理学的两大体系。

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，由此而产生了飞行偏移、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，飞机总是从某一机场出发，按照规定的航路穿越某些地区或国家，到达另一机场。为了保证飞行的顺利进行，还必须设立空管中心、导航台站、维修基地等地面点站。这些点、线都必然有它们的空间分布，从而形成航空运输网络。航空运输布局的形成要受到各种自然及人文因素的影响。当今世界空运网络布局具有明显特点和规律。

三、区域航空运输地理

航空运输具有明显的地域分布规律。目前世界航空运输布局主要受经济与空运发达国家的影响和控制。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 80 年代以来航空运输发展迅速，同时对世界航空运输布局产生巨大影响。进入 21 世纪，中国已成为名副其实的航空大国。

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、机场建设与净空管理、区域规划等方面。

遥感是一种先进的技术手段。遥感技术可为空中管制、航路设置、机场规划提供直观、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。

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。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，它属于专业基础课的范畴。

本章练习题

一、填空题

1. 地理学的两个显著特点是 _____ 和 _____。
2. 航空运输地理是研究航空运输与 _____ 的关系，研究航空运输的空间分布及其 _____ 的一门学科。

3. “地理大发现”为 _____、_____、_____、_____、法国、德国等西方大国的相继崛起奠定了物质基础。

二、简述题

1. 简述地理学的概念、研究内容。
2. 简述航空运输地理的概念及其与地理学的关系。
3. 简述航空运输地理的研究内容。

三、思考题

1. 英、法、德、美、日等经济和空运大国崛起的关键原因。
2. 地理环境对我国古代社会经济发展的影响。

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。全球性卫星导航系统的出现，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。

太阳是银河系 2000 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。行星分八大行星及众多的小行星，地球为八大行星之一。国际天文学联合会（IAU）于 2006 年 8 月作出决议：将冥王星从九大行星中剔除，改称矮行星。剔除后经典八大行星为：

水星—金星—地球—火星—木星—土星—天王星—海王星
地球在宇宙中可谓沧海之一粟。

二、太阳对地表空间的影响

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层、色球层和日冕层三层。

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。光球表面有一些暗色斑点，称太阳黑子。黑子处温度比周围低约

1500°。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。其厚度有几千公里，主要为太阳大气，呈玫瑰色，温度高达几万度。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。

太阳黑子与耀斑的活动周期相同。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。此外，日冕层由于远离太阳中心，又有 100 万度的高温，因此大量的高能带电粒子流，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，当然也对地球空间产生影响。

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，主要有三方面的影响：一是在南北两极地区上空形成五彩斑斓的极光；二是可能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；三是可能扰乱地球的磁场引起磁暴，使磁针不能正确指示方向。这对地面无无线电设备的正常运行以及高空飞行都会造成一定干扰。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，人们仅靠目视判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。导航的实质是确定运动物体所在的经纬度位置。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，编制了天文年历。在天文年历中，月球每隔 10 分钟定出一组高度和方向的数据，而其他天体每隔 1 小时定出一组数据。在需要确定经纬度位置时，用仪器测出月球和有关天体的高度和方向，然后用测得的数据与天文年历上给出的数据进行对比、计算，从而确定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，也就无法实施天文导航。在这种情况下，只有通过无线电导航和卫星导航。

2. 无线电导航

无线电导航仍是目前最主要的导航方式。

无线电波是电磁波的重要组成部分，它以电磁波的形式在空间传播。不同波长和频率的无线电波具有不同的特性，它们在大气中的传播线路和能力亦有所不同。根据频率的大小可以将无线电波划分为以下不同波段：

甚低频 (VLF)	30 KHz 以下
低频 (LF)	30 ~ 300 KHz
中频 (MF)	300 ~ 3000 KHz
高频 (HF)	3000 KHz ~ 30 MHz
甚高频 (VHF)	30 ~ 300 MHz
特高频 (UHF)	300 ~ 3000 MHz

不同波段的无线电波在导航通信中的功能与作用也不同。甚低频 (VLF) 具有低传播衰减特性，可进行远距离的信息传播，在飞行上主要用于奥米伽 (Omega) 导航。低频 (LF) 和中频 (MF) 具有全向辐射的特征，主要用于无方向导航台 (NDB) 和自动测向接收机 (ADF)。高频 (HF) 无线电波通过电离层的反射进行传播，它是进行远距离通讯的基本频段。甚高频 (VHF) 和特高频 (UHF) 无线电波发射至电离层时没有反射，因而具有测距导向等功能，主要用于测距仪 (DME)、仪表着陆系统 (ILS)、微波着陆系统 (MLS)、甚高频全向信标台 (VOR) 等导航和通讯设备中。

现代民航飞机的起飞爬升、航路巡航、进近着陆都可以通过各种数字化的无线电导航通讯设备，及时准确地指示飞机在空间的经纬度位置、高度、速度等信息。迄今为止，几乎所有的导航设备都是以无线电的传播为基础的。

无线电波的信号传输对于现代导航系统具有非常重要的作用。即使在最先进的卫星导航系统中，也不可能离开无线电信号的传输。

民航对飞机飞行的导航可分为航站导航和航路导航，主要空管及导航设备有：

(1) 空中交通管制设备

- 1) ASR 一次雷达、ASDE 场面监视雷达、ARSR 航路监视雷达；
- 2) SSR 二次雷达。

(2) 航站的进近着陆引导设备

- 1) PAR 精密进近雷达，提供辅助引导；
- 2) NDB 低频无向信标台，提供相对方位引导；
- 3) VOR/DME 甚高频全向信标台/测距仪，可提供准确方位和相对距离；
- 4) ILS 仪表着陆系统 (俗称盲降)，提供进近着陆引导。

(3) 航路导航设备

目前航路导航主要由导航台站引导，其主要设备为 VOR/DME 甚高频全向信标台/测距仪，它可提供准确方位和相对距离，可为飞机定位。

以上设备设施统称为路基导航设施，未来可能将被卫星导航系统的星基导航设施所取代。

3. 卫星导航

卫星导航是 20 世纪 70 年代以来出现的新的导航方式，它首先在航海中得到应用，