

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列

空中领航

丁兴国 杨林森 顾莹 党淑雯 编

清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列

运输机飞行仿真技术及应用

飞行人因工程

机组资源管理

飞行运营管理

民用航空法概论

空中交通管理基础

飞机系统

航空动力装置

飞机空气动力学

飞机飞行力学

飞行性能与计划

仪表飞行程序设计原理

航空机载电子设备

航空气象

空中领航

陆空通话

飞行专业英语（阅读）

飞行专业英语（听力）

飞行基础英语（一）

飞行基础英语（二）

清华大学出版社数字出版网站

WQBook 书文局泉

www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-30600-9

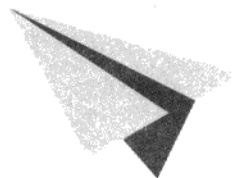


9 787302 306009 >

定价：25.00元

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列



空中领航

丁兴国 杨林森 顾莹 党淑雯 编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本理论与实践相结合的教材。全书分为三部分,共8章,分别讲述了地球知识及领航三要素、地图、速度、地标罗盘领航、无线电领航、仪表进近程序、现代导航系统、新航行系统等内容。通过学习,学生不仅能掌握基本领航技术,而且能了解到国内外最新的领航成果。本书可以作为高等院校飞行技术专业、签派专业本科生的教材,也可以作为从事飞行或签派工作的民航工作人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

空中领航/丁兴国等编.--北京:清华大学出版社,2013.1

(卓越工程师教育培养计划配套教材·飞行技术系列)

ISBN 978-7-302-30600-9

I. ①空… II. ①丁… III. ①航空导航—教材 IV. ①V249.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第266359号

责任编辑:庄红权 洪 英

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11 字 数:260千字

版 次:2013年1月第1版 印 次:2013年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:046421-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主任：丁晓东 汪泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委员：(按姓氏笔画为序)

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李毅	陆肖元	陈因达	徐宝钢	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

——飞行技术系列编委会名单

主任：汪 泓 丁兴国 郝建平

副主任：谢东来 陈力华 魏 建

委员：(按姓氏笔画为序)

卫国林	马银才	王秉良	王惠民	史健勇
石丽娜	匡江红	吴 忠	陆惠忠	范海翔
郝 勇	徐宝钢	贾慈力	隋成城	鲁嘉华



我国“十二五”发展规划的重点建设目标之一,是根据国民经济发展对民航业的要求,不断扩充与优化配置航线和飞机等资源。在民航业持续快速发展的同时,必然会使飞行专业技术人才高度匮乏。在《中国民用航空发展第十一个五年规划》中,中国民用航空局对未来20年全行业人才需求进行了预计分析,其中,“十二五”期间需增加飞行员16500人。因此,飞行技术人才的培养是推动或阻碍民航发展的关键。

与其他本科专业相比,飞行技术专业的学生除了学习掌握飞行原理、飞机系统、航空动力装置、航空气象、空中领航、机载设备、仪表飞行程序设计、空中交通管制等飞行技术的专业知识外,还需具备一定的管理能力和较高的英语水平。并且,飞行技术专业人才的培养多采用学历教育与职业教育同步实施的模式,要求同时取得学历、学位证书和职业技能证书(飞行驾驶执照)后,才有资格担任民航运输机副驾驶员。

飞行技术人才培养具有专业性强、培养难度大和成本高的特点。伴随着大型民用运输机的生产与发展,必然要求提高飞行员的学历层次。国内设置飞行技术本科专业的高等院校仅有中国民航飞行学院、中国民航大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、上海工程技术大学等几所。而且,培养学士学位飞行技术人才的历史仅二十多年,尽管积累了一定的培养经验,但适用的专业教材相对较少。

在飞行技术专业的学科建设中,上海工程技术大学飞行学院和航空运输学院秉承服务国家和地区经济建设的宗旨,坚持教学和科研相结合、理论和实践相结合。2010年,上海工程技术大学飞行技术专业被列为教育部卓越工程师教育培养计划的试点专业,上海工程技术大学被列为教育部卓越工程师教育培养计划的示范单位。为满足飞行技术专业卓越工程师教育培养的需要,上海工程技术大学从事飞行技术专业教学和研究的骨干教师以及航空公司的业务骨干合作编写了“卓越计划”飞行技术系列教材。

“卓越计划”飞行技术系列教材共20本,分别为《运输机飞行仿真技术及应用》、《飞行人因工程》、《机组资源管理》、《飞行运营管理》、《民用航空法概论》、《空中交通管理基础》、《飞机系统》、《航空动力装置》、《飞机空气动力学》、《飞机飞行力学》、《飞行性能与计划》、《仪表飞行程序设计原理》、《航空机载电子设备》、《航空气象》、《空中领航》、《陆空通话》、《飞行专业英语(阅读)》、《飞行专业英语(听力)》、《飞行基础英语(一)》、《飞行基础英语(二)》等。

系列教材以理论和实践相结合作为编写的理念和原则,具有基础性、系统性、应用性等



特点。在借鉴国内外相关文献资料的基础上,坚持加强基础理论,对基本概念、基础知识和基本技能进行详细阐述,能满足飞行技术专业卓越工程师教育培养的教学目标和要求。同时,强调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,实践上海工程技术大学建设现代化特色大学的办学思想,凸显飞行技术的专业特色。

系列教材在编写过程中,参阅了大量的中外文参考书籍和文献资料,吸收和借鉴了现有部分教材的优势,参考了航空运输企业的相关材料,在此,对国内外有关作者和企业一并表示衷心的感谢。

受编者水平和时间所限,书中难免有错误和遗漏之处,敬请读者提出宝贵意见,不足之处还请同行不吝赐教。

上海工程技术大学 汪泓

2012年1月



随着我国民航业的快速发展,我国航空企业对飞行员的需求量逐年增加。空中领航是飞行技术专业必须掌握的一门技术,主要内容涉及地球和地图知识、领航的方法、领航的设备及领航的实施,是一门专业性强、注重理论与实际相联系的课程。同时,通信技术的发展大大推动了领航技术的前进,新的领航成果层出不穷。因此,我们需要一本既能提高理论知识、培养实践能力,也能获取新知识的教材。

本书以中国民航局要求和私照、商照、仪表等级、航线运输等考试相关内容为出发点,简明、系统地阐述了领航的基本概念、原理和方法以及当前我国的领航技术,并结合具体实例进行讲解,以培养学生实际操作能力。同时,针对学生在完成理论学习后赴国外进行实际飞行训练的状况,在编写过程中还参考了国外原版教材。

全书共分8章,分别讲述了地球知识及领航三要素、地图、速度、地标罗盘领航、无线电领航、仪表进近程序、现代导航系统、新航行系统等。本书在内容广度和深度上,兼顾知识的系统性、逻辑性,力求结构合理,理论性和实用性并重。

本书作为飞行技术专业“卓越工程师教育培养计划”的内容之一,由上海工程技术大学组织编写。在编写的过程中,本书得到了多家单位和个人的大力支持,特别是上海航空公司运行总监谢进一、上货航副总经理陆远来和北京航空航天大学飞行学院王惠民教授,他们为教材的撰写提供了大量宝贵的资料和意见。同时,教材中的部分图片由上海工程技术大学飞行学院学生制作。在此,谨向上述单位和个人表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错漏等不足之处,恳请专家和读者给予批评指正。

编者

2012年12月



第1部分 领航基础知识篇

第1章 地球知识及领航三要素	3
1.1 地球概论	3
1.1.1 地球上的经线和纬线.....	3
1.1.2 地球上的方向和距离.....	4
1.1.3 经度和纬度.....	5
1.1.4 地理坐标.....	6
1.1.5 地球的形状.....	6
1.1.6 地球磁场.....	6
1.2 航线与航向	8
1.2.1 航线.....	8
1.2.2 航向.....	9
1.3 高度.....	10
1.3.1 垂直位置的表示	10
1.3.2 修正海平面气压/标准大气压的适用区域.....	12
1.3.3 高度的测量	13
1.3.4 缩小垂直间隔标准	13
1.4 时间.....	15
1.4.1 地方时与世界时	15
1.4.2 区时	15
1.4.3 法定时	15
1.4.4 日界线	16
1.4.5 日出、日没、天亮、天黑时刻.....	16
本章小结	19
复习与思考	19



第2章 地图	21
2.1 地图三要素	21
2.1.1 地图比例尺	21
2.1.2 地图符号	22
2.1.3 地图投影	22
2.2 常用地图投影	24
2.2.1 墨卡托投影	24
2.2.2 兰勃特投影	25
2.2.3 极地投影	25
2.3 航图分幅、编号和拼接	26
2.3.1 百万分之一世界航图的分幅和编号	26
2.3.2 五十万分之一和大比例尺航图的分幅和编号	27
2.4 杰普逊航图简介	28
2.4.1 机场图	29
2.4.2 标准仪表进场图	31
2.4.3 标准仪表离场图	33
2.4.4 仪表进近图	33
2.5 地图作业	36
2.5.1 航图的选择和拼接	36
2.5.2 图上作业	36
本章小结	37
复习与思考	38
第3章 速度	39
3.1 空速	39
3.1.1 空速的种类	39
3.1.2 空速的测量	40
3.1.3 相对速度计算	41
3.2 风对飞行的影响	43
3.2.1 气象风和航行风	43
3.2.2 三种运动	43
3.2.3 飞机在风中的航行情形	43
3.3 航行速度三角形	44
3.3.1 基本概念	44
3.3.2 求解航行速度三角形	45
本章小结	46
复习与思考	46



第 2 部分 基本领航技术篇

第 4 章 地标罗盘领航	49
4.1 地标及其定位	49
4.1.1 地标的分类	49
4.1.2 按地标确定飞机位置	50
4.2 推算预达时刻和飞机位置	51
4.2.1 推算预达时刻	51
4.2.2 推算飞机位置	51
4.3 目视离场入航	54
4.4 检查航迹	55
4.4.1 方向检查	55
4.4.2 距离检查	56
4.4.3 全面检查	57
4.5 修正航迹	58
4.6 航线下降	61
本章小结	63
复习与思考	63
第 5 章 无线电领航	64
5.1 无线电基础理论	64
5.2 无线电领航元素	65
5.3 无线电领航的基本原理	67
5.3.1 进入预定方位线	67
5.3.2 向台飞行	68
5.3.3 背台飞行	70
5.3.4 无线电定位	71
5.4 NDB-ADF 导航	72
5.4.1 NDB-ADF 导航设备简介	72
5.4.2 NDB-ADF 导航	75
5.5 VOR 导航	80
5.5.1 VOR 导航设备简介	80
5.5.2 VOR 导航	83
5.6 DME 导航	86
本章小结	88
复习与思考	88



第 6 章 仪表进近程序	89
6.1 仪表进近程序的分类	89
6.2 仪表进近程序的结构	90
6.3 仪表进近的有关标准	92
6.4 三种程序机动飞行简介	93
6.4.1 等待航线飞行	93
6.4.2 反向程序	98
6.4.3 沿 DME 弧飞行	100
6.5 仪表着陆系统	102
6.5.1 组成	102
6.5.2 工作原理	104
6.5.3 ILS 进近	106
6.5.4 ILS 反航道进近	107
本章小结	107
复习与思考	107

第 3 部分 现代导航技术篇

第 7 章 现代导航系统	111
7.1 惯性导航系统	111
7.1.1 系统简介	111
7.1.2 常用坐标系及其相互转换	112
7.1.3 惯性测量器件	116
7.1.4 基本原理	119
7.1.5 基本组成	122
7.2 卫星导航	123
7.2.1 系统简介	123
7.2.2 基本组成	123
7.2.3 导航电文	125
7.2.4 基本原理	126
7.3 组合导航系统	127
本章小结	129
复习与思考	129
第 8 章 新航行系统	130
8.1 通信系统	132
8.1.1 数据链通信	133
8.1.2 卫星通信	137

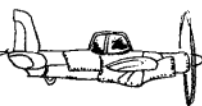


8.1.3 航空电信网	137
8.2 导航系统	139
8.2.1 缩小的最小垂直间隔	140
8.2.2 所需导航性能的区域导航	141
8.2.3 卫星导航的增强应用	146
8.2.4 微波着陆系统	148
8.3 监视系统	150
8.3.1 空中交通警戒与防撞系统 TCAS II	150
8.3.2 离散选址信标系统	152
8.3.3 自动相关监视——广播模式 ADS-B	154
8.3.4 增强型近地警告系统	155
本章小结	158
复习与思考	158
参考文献	159

第1部分



领航基础知识篇



地球知识及领航三要素

关键词

经线 (meridian)

经度 (longitude)

大圆航线 (great circle)

航向 (heading)

磁航向 (magnetic heading)

磁差 (variation)

高 (height)

飞行高度层 (flight level)

地方时 (local mean time, LMT)

纬线 (parallel of latitude)

纬度 (latitude)

等角航线 (rhumb line)

真航向 (true heading)

罗航向 (compass heading)

罗差 (deviation)

高度 (altitude)

时间 (time)

协调世界时 (coordinated universal time, UTC)

领航活动是以地球表面为参考进行的,因而需要对地球知识有所了解。同时,所有的领航活动无外乎涉及航向、高度和时间,这三个要素与速度一起被称为领航的四大要素。作为一名飞行员,了解和掌握地球知识和领航要素,将有助于后续课程内容的学习。

1.1 地球概论

1.1.1 地球上的经线和纬线

大地是一个球体,称为地球。作为太阳系八大行星成员之一,地球环绕太阳运动,同时绕轴自转。地球的自转轴叫地轴。地轴通过地心,它同地面相交的两个端点是地球的两极,分别叫做地理北极和地理南极。

为了地理定位的需要,人们设置地理坐标系。根据两条直线相交于一点的原则,点的位置可以用纵横两线相交来确定。于是,人们假想在地球表面有许多纵横交叉的线,即纬线和经线。

纬线意即横线,经线则是竖线。平面上的直线,到了球面上就成了弧线。所以纬线和经线都是地球上大大小小的圆。在几何上,任何圆都代表一定的平面,因此,球面上的圆都可