

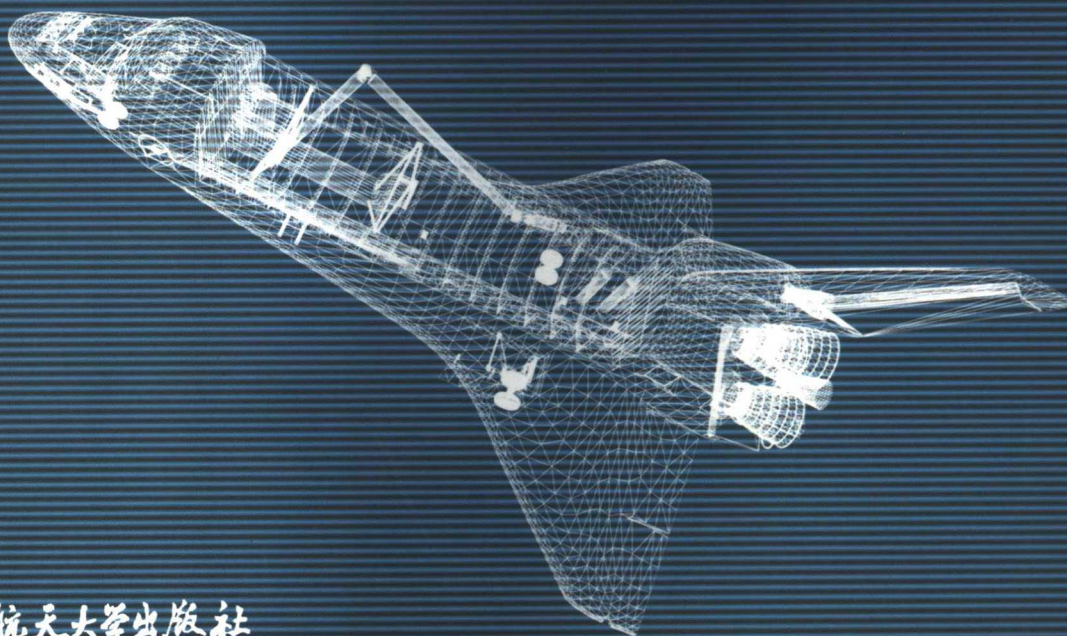
航空宇航科学与技术



国防科工委「十五」规划  
教材

# 航空航天技术概论

● 谢 础 贾玉红 主编  
黄 俊 吴永康 编



北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社

西北工业大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材·航空宇航科学与技术

# 航空航天技术概论

谢 础 贾玉红 主编  
黄 俊 吴永康 编

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 西北工业大学出版社  
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

## 内容简介

航空航天技术是当代发展最为迅速的技术,是一个国家技术先进水平的标志和综合国力的体现。本书以飞行器(航空器和航天器)为中心,阐述了航空航天领域所涉及的基本知识、基本原理和发展概况,并尽量反映航空航天技术发展的最新成果和发展动态。全书共分为6章,分别介绍了航空航天发展概况、飞行原理、动力系统、机载设备、飞行器构造以及地面设施和保障系统等方面的基本内容。书中内容力求浅显易懂,并侧重于基本概念、基本原理的阐述,是航空航天院校低年级学生的入门教材。

本书为航空航天专业高校的基础教材,供低年级各类专业的学生使用,也可供从事相关专业的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

航空航天技术概论/谢础,贾玉红主编;黄俊,吴永康编.

—北京:北京航空航天大学出版社,2005.9

ISBN 7-81077-637-1

I. 航… II. ①谢…②贾…③黄…④吴…

III. ①航空—概论②航天—概论 IV. V

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 070569 号

## 航空航天技术概论

谢 础 贾玉红 主编

黄 俊 吴永康 编

责任编辑 蔡 喆

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(100083)

发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

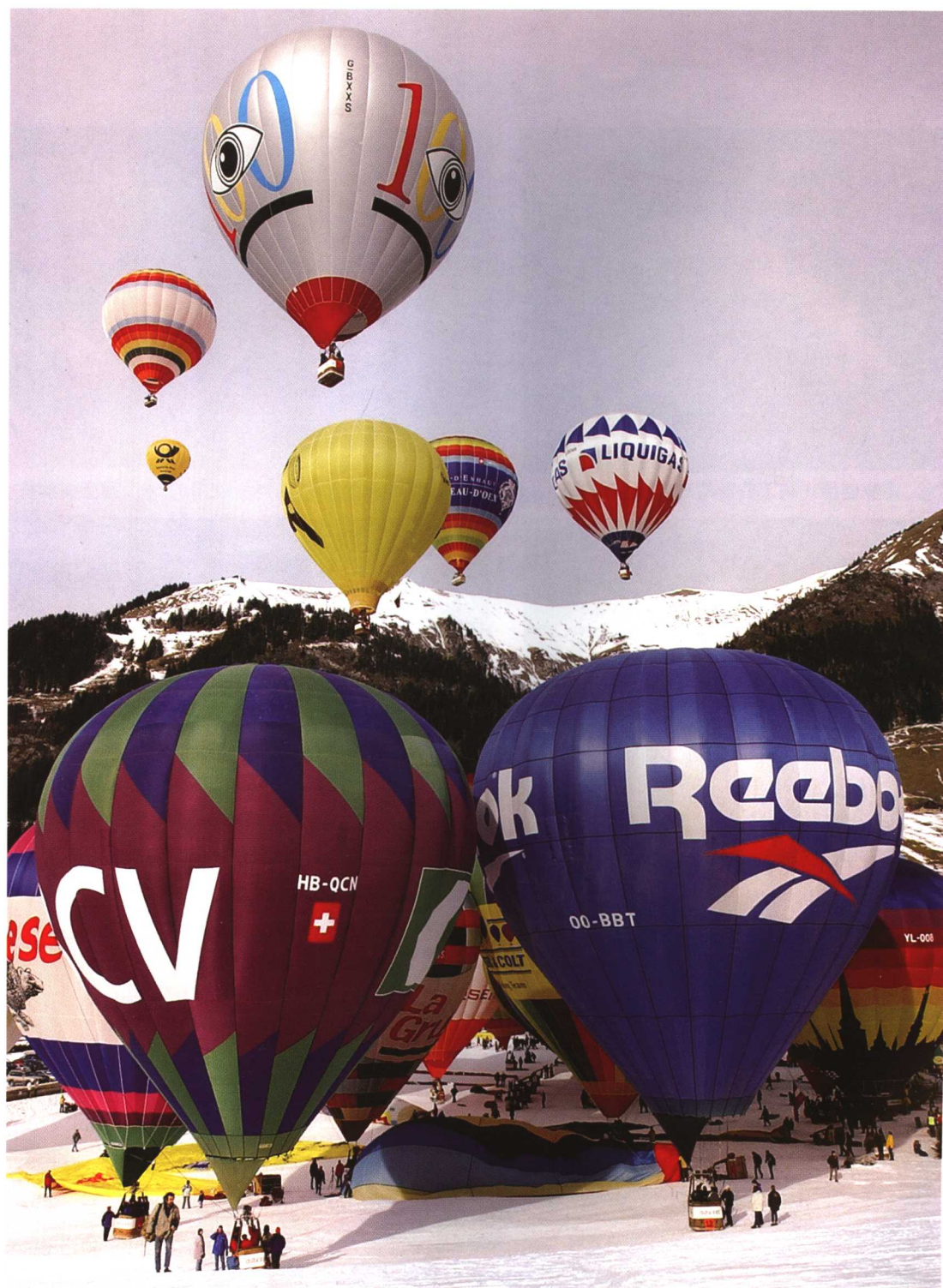
开本:787×960 1/16

印张:18.75 字数:431千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数:8000册

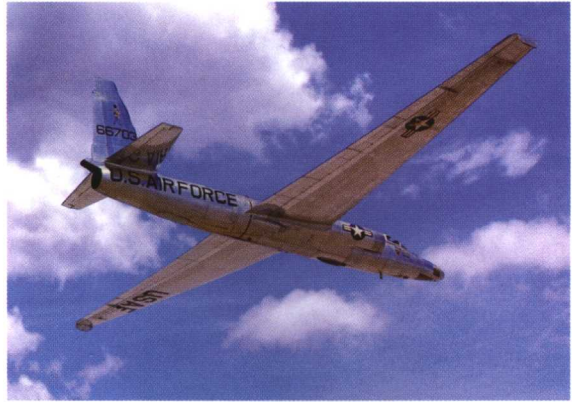
ISBN 7-81077-637-1 定价:26.00元



✈ 轻于空气的航空器——热气球表演的热闹场面



✈ 洛克西德·马丁公司的高空飞艇构想图



✈ 美国中央情报局（CIA）使用的U-2高空侦察机



✈ 飞行中的美国X-29前掠翼验证机



✈ 美国“寻路者”太阳能飞机



✈ 越战期间在北方执行地毯式轰炸的B-52重型战略轰炸机



苏联米格-21 战斗机



苏联米格-25 高空高速截击机



俄罗斯米格-29 战斗机



美国 F-4 “鬼怪” 战斗机



美国 F-15 制空战斗机



美国 F-16 轻型战斗机



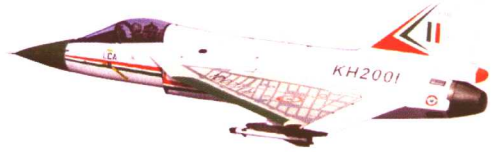
美国 F/A-18 战斗机



著名苏-27 重型战斗机



✈️ 装配中的瑞典 JAS-39 战斗机



✈️ 印度 LCA 轻型战斗机



✈️ 法国“幻影”2000-5 战斗机



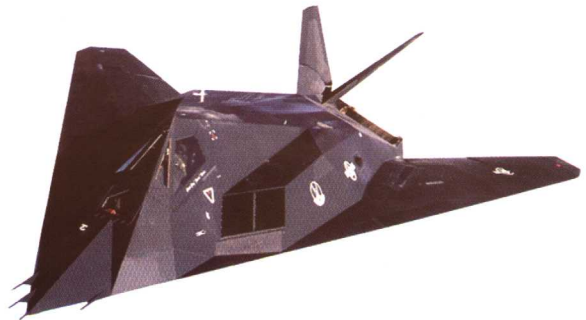
✈️ 法国“阵风”战斗机



✈️ 欧洲“台风”战斗机



✈️ 以色列“幼狮”战斗机



✈️ 美国 F-117 隐身战斗轰炸机



✈ 美国 F-22A 战斗机的生产型



✈ 世界上最大的俄罗斯安-225 运输机



✈ 俄罗斯 MiG-1.42 验证机



✈ 美国 C-5A “银河” 运输机



✈ 美国 E-3 “望楼” 中空指挥预警机





➤ 背负航天飞机的美国波音 747 飞机



➤ 俄罗斯“卡”-50 武装直升机



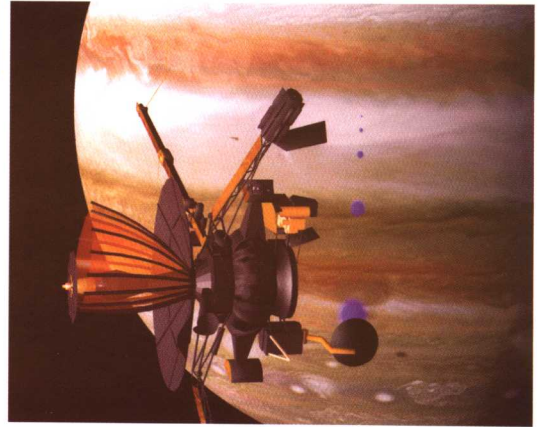
➤ 美国 AH-64 “阿帕奇” 武装直升机



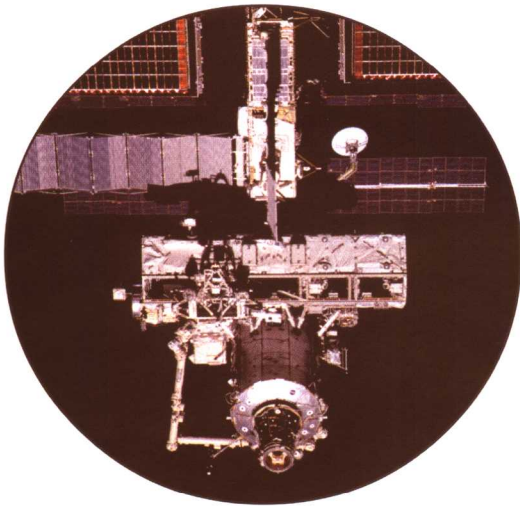
➤ 美国海军未来的无人作战飞机



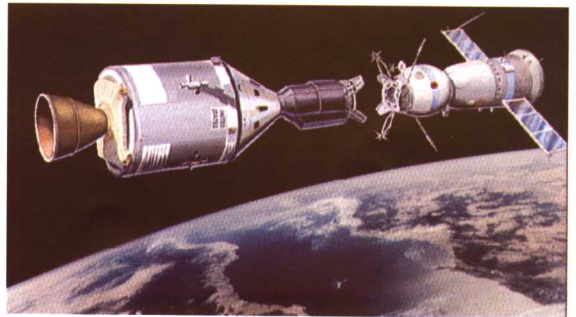
俄罗斯“联盟”TMA-2 火箭



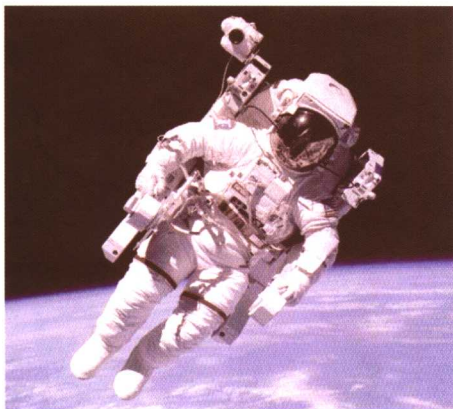
美国“伽利略”木星探测器



国际空间站



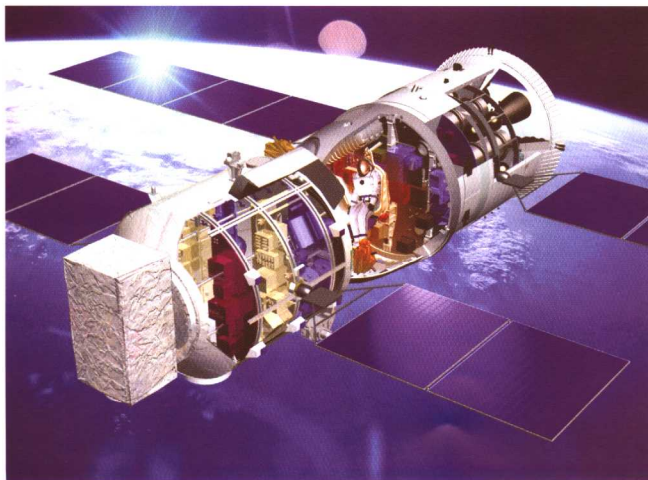
“阿波罗”号与“联盟”号对接



第一次无系留空中行走的美国航天员



在“神舟”5号载人飞船中工作的中国航天员杨利伟



“神舟”5号飞船结构图



航天员登上月球



# 总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就;研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济做出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,生产和传播国防科技新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,



积极探索,锐意改革,大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影响。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版 200 种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家、学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的 100 多位专家、学者,对经各单位精选的近 550 种教材和专著进行了严格的评审,评选出近 200 种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与技术、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、华北工学院、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入 21 世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业



走新型工业化道路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝



# 前 言

航空航天技术是高度综合的现代科学技术。它综合运用了基础科学和应用科学的最新成就和工程技术的最新成果,是20世纪以来发展最迅速、应用最广泛、对人类社会生活影响最大的科学技术领域之一。

航空航天技术是一个国家科技先进水平的重要标志,是力学、材料科学、电子技术、控制理论、推进技术及制造工艺等技术的综合体现。对航空航天院校的学生来说,了解航空航天领域所涉及学科的基本知识、基本原理及发展概况,对开拓视野、扩大知识面以及今后的学习和工作都是很有帮助的。

本书首先介绍了航空航天技术的发展概况,以期让读者首先对航空航天的发展历程和最新成果有一个全面的了解;在此基础上,分别对飞行器的飞行原理、动力系统、机载设备、构造以及地面设施和保障系统等方面的基本知识、基本原理进行了介绍。书中内容力求浅显易懂,并侧重于基本概念、基本原理的阐述,适合于各个专业背景的读者阅读。

本书由北京航空航天大学谢础和贾玉红主编,第1章和第6章由黄俊编写,第2章和第3章由贾玉红编写,第4章和第5章由吴永康编写。全书由贾玉红统稿,谢础审定。本书几乎囊括了所有广泛应用的现代飞行器,涉及面广。本书编写过程中,参考了大量国内外文献资料和兄弟院校的有关教材,在此谨对原作者深表感谢。

本书涉及到科学技术的很多领域,鉴于编者的水平有限,难免有不当之处,恳请读者予以批评指正。

编 者

2004年8月于北京航空航天大学

# 目 录

## 第 1 章 航空航天发展概况

1.1 航空航天的基本概念 .....	1
1.1.1 航 空 .....	1
1.1.2 航 天 .....	2
1.1.3 航空与航天的联系 .....	2
1.2 飞行器的分类、构成与功用 .....	3
1.2.1 航空器 .....	3
1.2.2 航天器 .....	7
1.2.3 火箭和导弹 .....	10
1.3 航空航天发展概况 .....	11
1.3.1 航空器发展概况 .....	12
1.3.2 航天器发展概况 .....	21
1.3.3 火箭和导弹发展概况 .....	24
1.3.4 航空航天在国防和经济建设中的地位与作用 .....	27
1.4 我国的航空航天工业 .....	29
1.4.1 我国的航空工业 .....	29
1.4.2 我国的航天工业 .....	37
1.5 航空航天技术现状及未来发展趋势 .....	46
1.5.1 航空航天技术现状 .....	46
1.5.2 航空航天技术的未来发展趋势 .....	56
思考题 .....	63

## 第 2 章 飞行环境及飞行原理

2.1 飞行环境 .....	64
2.1.1 大气环境 .....	64
2.1.2 空间环境 .....	66
2.1.3 国际标准大气 .....	67
2.1.4 大气的物理性质 .....	68
2.2 流动气体的基本规律 .....	71
2.2.1 相对运动原理 .....	72
2.2.2 流体流动的连续性定理 .....	73
2.2.3 伯努利定理 .....	73
2.2.4 低速气流的流动特点 .....	75
2.2.5 高速气流的流动特点 .....	75





2.3 飞机上的空气动力作用及原理 .....	77
2.3.1 平板上的空气动力 .....	77
2.3.2 机翼升力的产生和增升装置 .....	80
2.3.3 飞机阻力的产生及减阻措施 .....	83
2.3.4 风洞的功用和典型构造 .....	87
2.4 高速飞行的特点 .....	92
2.4.1 激波和波阻 .....	92
2.4.2 临界马赫数和局部激波 .....	97
2.4.3 超声速飞行的空气动力外形及其特点 .....	98
2.4.4 超声速飞机和低、亚声速飞机的外形区别 .....	107
2.4.5 超声速飞行的“声爆”与“热障” .....	108
2.5 飞机的飞行性能及稳定性和操纵性 .....	111
2.5.1 飞机的飞行性能 .....	111
2.5.2 飞机的机动性 .....	114
2.5.3 飞机的稳定性 .....	116
2.5.4 飞机的操纵性 .....	121
2.6 直升机的飞行原理 .....	123
2.6.1 直升机旋翼的工作原理 .....	123
2.6.2 直升机的布局特点 .....	124
2.6.3 直升机飞行性能 .....	126
2.6.4 直升机的操纵性和稳定性 .....	126
2.7 航天器飞行原理 .....	129
2.7.1 开普勒(Keppler)三大定律 .....	129
2.7.2 航天器的轨道方程与宇宙速度 .....	130
2.7.3 轨道要素和卫星轨道 .....	132
2.7.4 轨道摄动和轨道机动 .....	135
2.7.5 航天器发射入轨 .....	139
2.7.6 环月登月轨道和星际航行轨道 .....	140
2.7.7 航天器姿态稳定与控制 .....	142
思考题 .....	144

### 第3章 飞行器动力系统

3.1 发动机的分类及特点 .....	146
3.2 活塞式航空发动机 .....	148
3.2.1 活塞式发动机的主要组成 .....	148
3.2.2 活塞式发动机的工作原理 .....	149
3.2.3 活塞式发动机的辅助系统 .....	150
3.2.4 航空活塞式发动机主要性能指标 .....	150