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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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：19.25 字数：431千字
2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷
印数：8 000册
ISBN 7-81077-637-1 定价：26.00元

国防科工委“十五”规划教材编委会

（按姓氏笔画排序）

主　任：张华祝

副主任：王泽山　陈懋章　屠森林

编　委：王　祁　王文生　王泽山　田　莳　史仪凯
乔少杰　仲顺安　张华祝　张近乐　张耀春
杨志宏　肖锦清　苏秀华　辛玖林　陈光[illegible]
陈国平　陈懋章　庞思勤　武博祎　金鸿章
贺安之　夏人伟　徐德民　聂　宏　贾宝山
郭黎利　屠森林　崔锐捷　黄文良　葛小春

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，

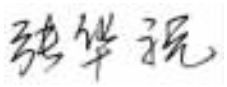
积极探索，锐意改革，大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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。



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(Kepler)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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.3 空气喷气发动机 …… 151
3.3.1 空气喷气发动机的主要性能参数 …… 151
3.3.2 燃气涡轮发动机 …… 152
3.3.3 冲压喷气发动机 …… 164
3.3.4 涡轮喷气发动机的工作状态 …… 165
3.4 火箭发动机 …… 165
3.4.1 火箭发动机的主要性能参数 …… 166
3.4.2 液体火箭发动机 …… 167
3.4.3 固体火箭发动机 …… 171
3.4.4 固-液混合火箭发动机 …… 175
3.5 组合发动机 …… 176
3.5.1 火箭发动机与冲压发动机组合 …… 176
3.5.2 涡轮喷气发动机与冲压发动机组合 …… 177
3.5.3 火箭发动机与涡轮喷气发动机组合 …… 178
3.6 非常规推进系统 …… 178
3.6.1 电推进系统 …… 179
3.6.2 核推进系统 …… 181
3.6.3 太阳能推进系统 …… 182
思考题 …… 182
第 4 章 飞行器机载设备
4.1 传感器、飞行器仪表与显示系统 …… 184
4.1.1 飞行器参数测量的基本方法 …… 185
4.1.2 主要飞行状态参数的测量 …… 188
4.1.3 大气数据系统 …… 193
4.1.4 飞行姿态角度的测量 …… 193
4.1.5 飞行器显示系统 …… 199
4.2 飞行器导航系统 …… 205
4.2.1 无线电导航系统(Radio Navigation System) …… 205
4.2.2 惯性导航系统(Inertial Navigation System) …… 208
4.2.3 卫星导航系统(Satellite Navigation System) …… 211
4.2.4 图像匹配导航系统(Image Matching Navigation System) …… 213
4.2.5 天文导航系统(Celestial Navigation System) …… 216
4.2.6 组合导航技术(Combined Navigation System) …… 218
4.3 飞行器飞行控制系统 …… 218
4.3.1 飞行器飞行操纵系统 …… 218
4.3.2 飞行器自动控制系统 …… 219
4.4 其他机载设备 …… 222

4.4.1 雷达设备 …… 222
4.4.2 近地警告系统 …… 224
4.4.3 防护和救生系统 …… 225
思考题 …… 227
第 5 章 飞行器的构造
5.1 对飞行器结构的一般要求和常用的结构材料 …… 229
5.1.1 对飞行器结构的一般要求 …… 229
5.1.2 飞行器结构采用的主要材料 …… 230
5.2 航空器的构造 …… 231
5.2.1 气球和飞艇的基本构造 …… 231
5.2.2 飞机的基本构造 …… 235
5.3 航天器的构造 …… 245
5.3.1 卫星的基本结构 …… 246
5.3.2 载人飞船的基本构造 …… 248
5.3.3 航天飞机的基本构造 …… 249
5.3.4 空天飞机的组成和飞行方式 …… 252
5.3.5 空间站功用和组成 …… 253
5.4 火箭和导弹的构造 …… 255
5.4.1 火箭的基本构造 …… 255
5.4.2 导弹的基本构造 …… 257
思考题 …… 265
第 6 章 地面设施和保障系统
6.1 飞机地面设施与保障系统 …… 266
6.1.1 机 场 …… 266
6.1.2 自动着陆系统 …… 270
6.1.3 空中交通管理 …… 272
6.2 航天器地面设施与保障系统 …… 274
6.2.1 航天发射场 …… 274
6.2.2 航天器回收区和着陆场 …… 279
6.2.3 航天测控网 …… 279
6.2.4 发射窗口 …… 280
6.3 导弹发射装置和地面设备 …… 280
6.3.1 战略弹道导弹的发射方式 …… 280
6.3.2 陆基战略导弹发射装置和地面设备 …… 282
6.3.3 海基战略弹道导弹的发射装置 …… 283
思考题 …… 284
参考文献

第 1 章　航空航天发展概况

1.1　航空航天的基本概念

人类为了扩大社会生产，必然要开拓新的活动空间。从陆地到海洋，从海洋到大气层，再到宇宙空间就是这样一个人类逐渐扩展活动范围的过程。航空航天是人类拓展大气层和宇宙空间的产物。经过近百年来的快速发展，航空航天已经成为 21 世纪最活跃和最有影响的科学技术领域，该领域取得的重大成就标志着人类文明的高度发展，也表征着一个国家科学技术的先进水平。

1.1.1　航　空

航空是指载人或不载人的飞行器在地球大气层中的航行活动。航空必须具备空气介质和克服航空器自身重力的升力，大部分航空器还要有产生相对于空气运动所需的推力。

翱翔天空是人类很久以来的梦想，但直到 18 世纪后期热气球在欧洲成功升空，这一愿望才得以实现。20 世纪初期飞机的出现，开创了现代航空的新篇章。空气动力学是航空技术的科学基础，航空技术的每一项成就都离不开空气动力学的进展。

航空按其使用方向有军用航空和民用航空之分。

军用航空泛指用于军事目的的一切航空活动，主要包括作战、侦察、运输、警戒、训练和联络救生等。在现代高技术战争中，夺取制空权是取得战争胜利的重要手段，也是军用航空的主要活动。军用航空活动主要由军用飞机来完成，军用飞机可分为作战飞机和作战支援飞机两大类。典型的作战飞机有战斗机（又称歼击机）、攻击机（又称强击机）、战斗轰炸机、反潜机、战术和战略轰炸机等。作战支援飞机包括军用运输机、预警指挥机、电子战飞机、空中加油机、侦察机、通讯联络机和军用教练机等。除固定翼飞机外，直升机在对地攻击、侦察、运输、通信联络、搜索救援以及反潜等方面也发挥着巨大的作用，已成为现代军队，特别是陆军的重要武器装备。

民用航空泛指利用各类航空器为国民经济服务的非军事性飞行活动。根据不同的飞行目的，民用航空分为商业航空和通用航空两大类。商业航空指在国内和国际航线上的商业性客、货（邮）运输；这类运输服务主要由国内和国际干线客机、货机或客货两用机以及国内支线运输机完成。通用航空指用于公务、工业、农林牧副渔业、地质勘探、遥感遥测、公安、气象、环保、救护、通勤、体育和观光游览等方面的飞行活动；通用飞机主要有公务机、农业机、林业机、轻型多用途飞机、巡逻救护机、体育运动机和私人飞机等。直升机在近海石油勘探、海陆紧急救援、短

途交通运输和空中起吊作业中也发挥着独特的作用。

1.1.2 航　天

航天是指载人或不载人的航天器在地球大气层之外的航行活动，又称空间飞行或宇宙航行。航天的实现必须使航天器克服或摆脱地球的引力，如想飞出太阳系，还要摆脱太阳引力。从地球表面发射的飞行器，环绕地球，脱离地球和飞出太阳系所需要的最小速度，分别称为第一、第二和第三宇宙速度，是航天所需的三个特征速度。我国著名科学家钱学森认为人类飞行活动可以分为三个阶段，即航空、航天和航宇。他认为航空是在大气层中活动，航天是飞出地球大气层在太阳系内活动，而航宇则是飞出太阳系到广袤无垠的宇宙中去航行。

遨游宇宙是人类在征服自然的过程中产生的愿望。20 世纪 40 年代初期，大型液体火箭的成功发射奠定了现代航天技术的基础。约二十年后，苏联航天员加加林乘“东方”1 号飞船进入太空，人类终于实现了遨游太空的伟大理想。火箭推进技术是航天技术的核心。

航天实际上也有军用和民用之分，但世界各国在宣传自己的航天工业时都主要强调其商业或民用潜力。

占领和控制近地宇宙空间已经成为西方军事大国争夺军事优势的新焦点。在美国、俄罗斯等国已发射的航天器中，具有军事用途的超过 70％。用于军事目的的航天器可分为三类：军用卫星系统、反卫星系统和军事载人航天系统。军用卫星主要分通讯卫星、气象卫星和侦察(间谍)卫星三种。反卫星系统包括反卫星卫星、定向能武器和动能武器。激光武器、粒子束武器和射频武器等属于定向能武器；动能导弹、电磁炮和电热弹等属于动能武器的范畴。军事载人航天系统分为空间站、飞船和航天飞机、空天飞机等，空间站可用作空间侦察与监视平台、空间武器试验基地、天基国家指挥所、未来天军作战基地等。20 世纪 80 年代美国提出的所谓“星球大战”计划就是以永久性载人空间站为空间基地而部署的。

航天的民用潜力也是非常巨大的。空间物理探测、空间天文探测、卫星气象观测、卫星海洋观测、卫星广播通讯、卫星导航、遥感考古、太空旅游和地外生命探索等都是航天的重要应用领域；微重力环境下完成的各种化学、物理和生物实验成果是航天为人类文明与进步所做的直接贡献。

1.1.3 航空与航天的联系

航天不同于航空，航天器是在极高的真空宇宙空间以类似于自然天体的运动规律飞行。但航天器的发射和回收都要经过大气层，这就使航空航天之间产生了必然的联系。尤其是水平降落的航天飞机和研究中的水平起降的空天飞机，它们的起飞和着陆过程和飞机非常相似，兼有航空与航天的特点。航空航天一词，既蕴藏了进行航空航天活动必需的科学，又包含了研制航空航天飞行器所涉及的各种技术。从科学技术的角度看，航空与航天之间是紧密联系的。

航空航天技术是高度综合的现代科学技术。力学、热力学和材料学是航空航天的科学基



础；电子技术、自动控制技术、计算机技术、喷气推进技术和制造工艺技术对航空航天的进步发挥了重要作用；医学、真空技术和低温技术的发展促进了航天的发展。上述科学技术在航空和航天的应用中相互交叉和渗透，产生了一些新的学科，使航空和航天科学技术形成了完整的体系。

航空航天的发展都与其军事应用密切相关，人类在该领域取得的巨大进展也对国民经济和社会生活都产生了重大影响，甚至改变了世界的面貌。航空航天科学技术已成为牵动其他高新技术发展的动力之一，航空航天工业仍然是国民经济建设和发展中的阳光产业，航空航天产品是附加值很高的高新技术产品。

1.2　飞行器的分类、构成与功用

在地球大气层内、外飞行的器械称为飞行器。按照飞行器的飞行环境和工作方式的不同，可以把飞行器分为三类：航空器、航天器、火箭和导弹。在大气层内飞行的飞行器称为航空器，航空器靠空气的静浮力或靠与空气相对运动产生的空气动力升空飞行。主要在大气层外空间飞行的飞行器称为航天器，航天器在运载火箭的推动下获得必要的速度进入大气层外空间，然后在引力作用下完成类似于天体的轨道运动。火箭是以火箭发动机为动力而升空，可以在大气层内或大气层外飞行的飞行器；导弹是一种飞行武器，弹体带有战斗部，依靠制导系统控制其飞行轨迹。从动力装置和飞行范围看，火箭和大部分导弹更接近于航天器，所以本章后面的部分内容把火箭和导弹归属于航天的范畴。

1.2.1　航空器

任何航空器要升到空中，都必须产生一个能克服自身重力的向上的力，这个力叫做升力。航空器要在空中长时间自由的飞行还必须具备动力装置产生推力或拉力来克服前进的阻力。根据产生升力的基本原理不同，航空器分为轻于同体积空气的航空器和重于同体积空气的航空器两大类。前者靠空气的静浮力升空，又称浮空器；后者靠与空气相对运动产生升力升空。按照不同的构造特点，航空器还可进一步细分，如图 1－1 所示。

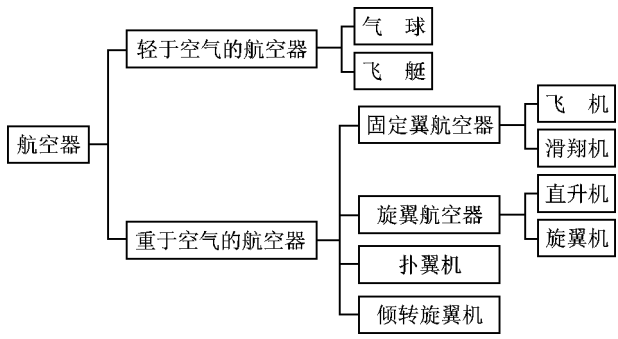


图 1－1　航空器分类

1. 轻于空气的航空器

轻于空气的航空器包括气球和飞艇，它们是早期出现的航空器。

气球一般无推进装置，主体为气囊，气囊下面通常有吊篮或吊舱。按照气囊内所充气体的种类，气球可分为热气球、氢气球和氦气球等，如图 1－2 所示为用于进行科学考察的热气球。按气球升空后有无系留装置可分为自由气球和系留气球两类。气囊一般用浸胶织物或塑料薄膜等柔性材料制造而成，必须具有足够的强度和气密性。气囊的功用是充装密度比空气小的气体，使气球在空气中产生浮力而升空。气囊下面的吊篮或吊舱一般由轻质材料制成，用于放置仪器设备或乘坐人员。气球可用于气象、空间和地面探测、通讯中继、体育或休闲运动等领域，也可用于军事侦察和监视。



图 1－2　热气球

飞艇安装有推进装置，可控制飞行。根据结构形式的不同，飞艇可分为软式、硬式和半硬式三种。飞艇一般由艇体、尾面、吊舱和推进装置等部分组成。艇体的外形呈流线型以减小航行时的阻力，内部充以密度比空气小的氢气或氦气，以产生浮力使飞艇升空。软式和半硬式飞艇的艇体形状靠气囊内的气体压力维持。飞艇的尾面包括安定面和操纵面，用来控制和保持飞艇的航向、俯仰和稳定。吊舱位于艇体的下方，通常采用骨架蒙皮式结构，用于人员乘坐、装载货物或压舱物、安装仪表设备和发动机等。飞艇的推进装置一般由发动机、减速器和螺旋桨构成。通过改变艇体内的气体量、抛掉压舱物、利用艇体和尾面的升力，或者改变推力或拉力的方向均可控制飞艇上升和下降。飞艇曾经广泛用于海上巡逻、反潜、远程轰炸和兵力空运。随着飞机的出现，飞艇的功用转变为商业运输，在现代广告业发挥着重要作用。如图 1－3 所示为我国“浮空四号”充氦飞艇。



图 1－3　飞　艇



2. 重于空气的航空器

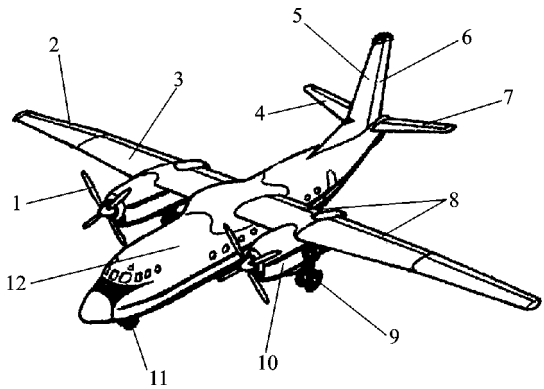
重于空气的航空器靠自身与空气相对运动产生的空气动力升空飞行。常见的这类航空器主要包括固定翼和旋转翼两类，另外还有像鸟飞行一样的扑翼航空器和新近出现的倾转旋翼航空器。

(1) 固定翼航空器

固定翼航空器包括飞机和滑翔机。

飞机是指由动力装置产生前进推力或拉力，由固定机翼产生升力，在大气层内飞行的重于空气的航空器。飞机由机体结构和功能系统组成。按飞机的发动机不同，又有喷气飞机和螺旋桨飞机之分。

飞机机体结构通常包括机翼、机身、尾翼和起落架，如果发动机不安装在机身内，那么发动机短舱也属于机体结构的一部分。如图 1－4 所示为螺旋桨飞机的主要部件。机翼是飞机产生升力的部件，机翼后缘有可操纵的活动面，外面的叫做副翼，用于控制飞机的横向运动；靠近机身的称为襟翼，用于增加起飞着陆时的升力。机翼内部通常装有油箱，机翼下面可外挂副油箱或各种武器，部分飞机的起落架和发动机也安装在机翼下。机身用来装载人员、货物、设备、燃料和武器等，也是飞机其他结构部件的安装基础。尾翼是平衡、安定和操纵飞机飞行姿态的部件，通常包括垂直尾翼和水平尾翼两部分，方向舵位于垂直尾翼后部，用于控制飞机的航向运动；升降舵位于水平尾翼后部或全动式水平尾翼，用于控制飞机的俯仰运动。起落架由支柱、缓冲器、刹车装置、机轮和收放机构组成，用于飞机停放、滑行、起飞和着陆滑跑。



1—螺旋桨；2—副翼；3—机翼；4—水平安定面；5—垂直安定面；6—方向舵；
7—升降舵；8—襟翼；9—主起落架；10—动力装置；11—前起落架；12—机身

图 1－4　飞机的主要部件

飞机的功能系统一般包括动力装置、燃油系统、操纵系统、液压冷气系统、人机环境工程系统、电气系统、通讯导航与敌我识别系统、军械和火力控制系统等。飞机动力装置的核心是发动机，用于产生飞机前进的动力，以此克服飞机与空气相对运动时产生的阻力，现代飞机一般采用喷气发动机或活塞发动机。

滑翔机是指没有动力装置的重于空气的固定翼航空器。滑翔机可由飞机拖曳起飞，也可用汽车等其他装置牵引起飞。动力滑翔机装有小型辅助发动机，不需外力牵引就可以自行起飞，但滑翔时必须关闭动力装置。无风情况下，滑翔机在下滑飞行中依靠自身重力的分量获得前进动力，这种损失高度的无动力下滑飞行称为滑翔；如存在上升气流，滑翔机就可以实现平飞或升高，称为翱翔。滑翔和翱翔是滑翔机的基本飞行方式。现代滑翔机主要用于体育运动。滑翔机一般由狭长的机翼、光滑细长的机身及尾翼组成，如图 1－5 所示为一架用于竞赛或表演的滑翔机。



图 1－5　滑翔机

(2) 旋翼航空器

旋翼航空器包括直升机与旋翼机。

直升机是指以航空发动机驱动旋翼旋转作为升力和推进力来源，能在大气中垂直起落及悬停并能进行前飞、后飞、侧飞和定点回旋等可控飞行的重于空气的航空器。直升机由机身、起落架、动力装置、旋翼系统、操纵系统和其他机载设备组成。机身与飞机机身类似，用于装载人员、货物、武器和设备等。轻型直升机一般采用滑橇式起落架，多数直升机采用轮式起落架。直升机动力装置一般采用涡轮轴发动机或活塞发动机，用于驱动旋翼旋转，以产生升力与控制直升机飞行姿态的分力。按照旋翼反作用扭矩的平衡方式，直升机可分为四种形式：单旋翼带尾桨式直升机、双旋翼共轴式直升机、双旋翼纵列式直升机和双旋翼横列式直升机。图 1－6 为我国制造的单旋翼带尾桨式直升机——直 9。直升机的应用几乎已经遍及军用和民用各个领域，武装直升机已经成为现代战场上的“坦克杀手”。但与飞机比较，直升机速度慢、航程短、使用成本高。



图 1－6　直 9 直升机

需要全本请访问www.ertongbook.com