

AN INTRODUCTION  
TO AVIATION

# 新航空概论

中国航空工业集团公司组织编写



航空工业出版社



# 新航空概论

中国航空工业集团公司组织编写

《新航空概论》编写组 编

航空工业出版社

北京

## 内 容 提 要

本书作为第一本由航空工业部门组织编写的员工培训教材,不仅介绍航空器的基础知识和基本飞行原理,还介绍了系统组成和研制生产;不仅介绍单个飞行器的系统科学技术知识,还介绍了航空工业的概念,阐释航空事业的丰富内涵及其社会价值。本书在编写的过程中,力求内容出新、知识出新,在介绍经典基本知识的同时,尽力补充新知识,特别是近年来的新突破、新进步和未来发展趋势;力求构建一个比较完整的知识架构,涵盖航空工业的各个专业领域,但各章节又相对独立,员工培训时可因时选材,灵活裁剪,也便于各类读者各取所需,各得其所。

本书可作为航空工业从业人员培训、高等院校航空类专业的本科生或研究生的基础教材,还可以作为航空工业企业事业单位从业人员、军队航空专业人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

新航空概论 / 《新航空概论》编写组编. —北京:  
航空工业出版社, 2010. 4 (2010. 7 重印)

ISBN 978 - 7 - 80243 - 439 - 4

I. ①新… II. ①新… III. ①航空—概论 IV.

①V2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 132604 号

## 新航空概论

Xin Hangkong Gailun

---

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2010 年 4 月第 1 版

2010 年 7 月第 3 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 25. 125 插页: 1 字数: 585 千字

印数: 15001—25000

定价: 48. 00 元

# 序

经过 100 多年艰苦卓绝的斗争，经过 60 年奋发图强的发展，中华民族在洗刷了鸦片战争的百年屈辱后，正在实现伟大的民族复兴。航空工业作为国家战略性产业、高新技术产业，理应在这个创造历史的伟大进程中做出贡献，“航空强国”应当成为中国航空工业的历史责任和光荣使命。

人类在经过陆地文明、海洋文明的发展阶段之后，自 20 世纪以来开创了空天时代。航空工业作为现代工业文明之花，在国家工业体系中占据制高点的位置，如果不能在航空领域有所作为，就难以称其为强国——这是历史给予我们的昭示。

人类社会正在从工业社会跨入信息社会和新经济时代，在新军事变革和新科技革命的浪潮中，航空工业依然活力四射、生机勃勃。综观百年，环顾五洲，航空工业过去是、现在是、将来也必然是世界强国博弈的重要舞台。发达的航空工业是军事强国的标志，是经济强国的标志，是科技强国的标志。

落后就要挨打，崛起必遭遇制。中国正在和平崛起，机遇与挑战并存。现代航空工业对于维护国家安全，促进经济发展，带动科技进步，提升综合国力，具有不可替代的作用。中国的大国地位要求航空工业有更大的作为，而日益强大的国家经济发展，必定更加依赖于航空，也将得益于航空。中国航空工业的春天已经到来！

航空工业具有知识密集和技术密集的特征，产品的高端性与人才的高端性并存；提高航空工业的核心竞争力，最重要的是人才。由中航工业人力资源部组织编写的这部《新航空概论》，急发展所需，旨在促进人才成长，且力求出新，是一本不错的教材。愿这部教材有助于集团公司员工丰富行业背景知识，提高科技素养，也希望一切关心航空事业的读者从中获益。感谢参与编写和为此书做出贡献的专家和同志们，他们做了一件有意义的工作。

“日出江花红胜火，春来江水绿如蓝。”在民族复兴的春风里，中国航空工业将迎来更加辉煌灿烂的明天，我们应当加倍努力。



2009 年 12 月

# 前 言

经过艰辛的工作,《新航空概论》终于问世了。

这本书的编写,起因于原中国一航在进行员工培训时缺少一本适用的系统介绍航空知识的教材。我们的不少员工、特别是非航空院校毕业的新员工,缺乏航空背景知识;我们的一部分领导干部、尤其是年轻的技术领军者,渴望补充航空知识。而遍寻各种版本的“航空概论”,大多侧重于介绍飞行原理等基础知识,同我们的需求尚有一定距离。因此,人力资源部决定组织编写一本适用的教材类“航空概论”。从2007年底策划,2008年4月启动,中间经历集团公司的组织变革,编写组的同仁们艰辛工作,几易其稿,终于成书。

集团公司林左鸣总经理十分关心和支持本书的编写,并亲自为本书作序。高建设副总经理具体指导了本书的编写工作。原中国一航培训部于以贵主任、中航工业人力资源部刘井宏部长、彭卫东副部长先后领导了这项工作。

本书所以定名为《新航空概论》,是想在前人所编写的航空概论的基础上出新。作为第一部由工业部门编写的航空概论,首先应能满足员工教育培训的需求,同时也希望能为其他人士提供一本快速了解航空概貌的手册类全书。因此,第一,力求内容出新,不仅介绍飞行原理,即飞行器是怎样飞起来的,还要介绍系统组成和研制生产,即飞行器是怎么工作和怎么制造出来的;不仅介绍单个飞行器的系统科学技术知识,还要介绍航空工业的概念,阐释航空事业的丰富内涵及其社会价值。第二,力求知识出新,在介绍经典基本知识的同时,尽力补充新知识,特别是近年来的新突破、新进步和未来发展趋势。第三,力求架构出新,有一个比较完整的知识架构,但各章节又相对独立,员工培训时可因时选材,灵活裁剪;也便于各类读者各取所需,各得其所;同时各章给出了一部分思考题,供员工培训时使用,以期启迪思维,聚焦热点。

全书共分为8章。第1章航空简史,回顾人类早期的航空探索,介绍军事航空和民用航空的历程,以及航空科学技术的重大成就。第2章航空器,介绍人类的飞行活动和飞行器,航空器分类与构成以及航空器的飞行环境。第3章航空基础理论,对飞行原理、空气动力学、飞行力学、结构力学和强度等基本知识作概要介绍。第4章航空动力,介绍航空动力的原理、构造、技术体系和

学科基础,以及航空动力系统工程和未来发展趋向。第5章机载系统与武器,分别对航空电子系统、飞行控制系统、机电系统和武器系统的概念、组成、演进、技术和发展展望作了介绍。第6章航空工程技术,介绍航空工程的概念与飞行器研制过程,对设计、制造、试验以及航空材料、技术基础等基本知识进行系统介绍。第7章航空工业,介绍航空工业的概念、结构、属性、特点、演进、格局、能力及其战略地位与作用。第8章航空发展展望,分别在新军事变革、新经济时代、新科技革命的大背景下,探讨军事航空、民用航空和航空科技的发展前景。

为完成本书的编写,在主管部门的领导下,成立了编写组。主要成员是:张聚恩、王旭东、赵陇、张钟林、任源博、刘宁、方昌德、许伟武、赵群力、徐德康、王钟强。参加本书编写工作的还有:刘志敏、金烈元、靳书元、杨廷善、胡晓煜、丁立铭、陈亚莉、吴蔚、鲁进军、黄铁山、赵滨生、曾天翔、张宝珍、于晓伟等。由张聚恩、王旭东完成全书的统稿工作。该书的出版得到了中航工业科技图书出版专项资助。

本书的编写得到业内外众多专家、学者的热情关怀,在全书创意、提纲形成、初稿评议、专题研讨、审定书稿等重要阶段都得到了他们的鼓励和指教。他们是:尹卓、王湘穗、周家骐、付明耀、武哲、汪耆年、王道荫、周自全、殷云浩、霍曼。在此一并向他们表示诚挚的谢意。

欢迎读者在使用本书时,提出宝贵意见。我们将认真听取,在需要时进一步修订增补。

本书结稿之时,恰逢中国航空事业百年诞辰,从1909年中国飞行始创大家——冯如的一飞冲天到2009年,恰恰是100年。过去的100年,中国航空事业从艰难中起步,奋发图强,追赶先进,让中国巨龙腾飞于世界东方。我们有理由相信,未来的一百年,中国航空志士在奋斗中搏击,开拓进取,比肩世界,一定能够为人类的航空事业做出无愧于伟大民族的贡献,也一定能在华夏民族伟大复兴的历史进程中做出辉煌业绩。

中国航空工业集团公司人力资源部

2009年12月

# 《新航空概论》 编写组

主 编：张聚恩

副主编：王旭东 赵 陇

主撰人员：任源博 张钟林 方昌德 许伟武 赵群力

徐德康 王钟强 刘 宁

参撰人员：刘志敏 金烈元 靳书元 杨廷善 胡晓煜

黄铁山 鲁进军 吴 蔚 赵滨生 丁立铭

曾天翔 陈亚莉 张宝珍 于晓伟

# 目 录

<b>第1章 航空简史</b> .....	1
1.1 探索与奠基 .....	2
1.1.1 神话与传说.....	2
1.1.2 古代中国的航空发明与发现.....	3
1.1.3 气球和飞艇的发明.....	5
1.1.4 飞机的发明.....	6
1.1.5 直升机的发明.....	8
1.2 军事航空的历程 .....	9
1.2.1 二战之前的军事航空.....	9
1.2.2 二战时期的军事航空.....	12
1.2.3 冷战时期的军事航空.....	15
1.3 民用航空的历程 .....	18
1.3.1 民用航空的定义和分类.....	19
1.3.2 民用航空业的形成时期.....	19
1.3.3 民用航空业的大发展时期.....	22
1.3.4 民用航空业全球化、大众化时期.....	24
1.4 航空科学技术的重大成就 .....	27
1.4.1 重大的里程碑事件.....	28
1.4.2 重要的技术发明与发现.....	30
思考题.....	34
<b>第2章 航空器</b> .....	35
2.1 人类的飞行活动与飞行器 .....	36
2.1.1 航空与航天.....	36
2.1.2 航空.....	36
2.1.3 航天.....	36
2.1.4 飞行器.....	36
2.1.5 航空器.....	36
2.1.6 航天器.....	36
2.2 航空器的分类 .....	37



---

---

2.2.1 按飞行原理分类	37
2.2.2 按用途分类	40
2.2.3 按驾驶方式分类	42
2.2.4 形形色色的飞机	44
2.2.5 应用越来越广泛的直升机	59
2.3 航空器的构造及组成	62
2.3.1 飞机的构造及组成	62
2.3.2 直升机的构造及组成	68
2.3.3 飞艇的构造及组成	71
2.4 航空器的飞行环境	71
2.4.1 航空活动的自然环境	72
2.4.2 航空活动的人为环境	77
思考题	79
<b>第3章 航空基础理论</b>	<b>81</b>
3.1 飞行原理	82
3.1.1 空气静力原理	82
3.1.2 空气动力的基本原理	83
3.1.3 固定翼飞机飞行原理	84
3.1.4 直升机飞行原理	85
3.1.5 扑翼机飞行原理	86
3.1.6 火箭飞行原理	86
3.1.7 空间有翼飞行器飞行原理	87
3.2 空气动力学基础	87
3.2.1 空气动力学的作用和意义	87
3.2.2 空气动力学的发展简史	88
3.2.3 基本概念和术语	89
3.2.4 空气动力学的分支发展	92
3.3 飞行力学	96
3.3.1 飞机的运动坐标系与空气动力力矩	96
3.3.2 飞机飞行中所受到的作用力	97
3.3.3 飞机的飞行性能	99
3.3.4 飞机的稳定性	104
3.3.5 飞机的操纵性	106
3.3.6 飞机的尾旋	107
3.3.7 直升机的稳定性与操纵性	108
3.3.8 飞机的飞行品质	108
3.4 飞机结构力学和强度	109

3.4.1 飞机结构力学概述 .....	109
3.4.2 常用概念和术语 .....	111
3.4.3 飞机承受的载荷与结构变形 .....	112
3.4.4 飞机的结构强度计算与试验 .....	115
3.4.5 结构刚度和气动弹性力学 .....	117
3.4.6 航空声学 .....	119
3.4.7 飞机强度规范 .....	120
3.4.8 飞机的可靠性与寿命 .....	120
思考题 .....	122
<b>第4章 航空动力</b> .....	<b>123</b>
4.1 航空动力概述 .....	124
4.1.1 航空动力装置的分类 .....	124
4.1.2 航空动力装置的适用范围 .....	125
4.1.3 航空发动机的技术参数和工作状态 .....	126
4.1.4 发动机在飞机上的安装位置 .....	129
4.1.5 航空发动机的地位和作用 .....	129
4.1.6 航空发动机的研制工作特点 .....	132
4.2 原理、构造及应用概况 .....	133
4.2.1 活塞式发动机 .....	133
4.2.2 涡轮喷气发动机 .....	136
4.2.3 涡轮风扇发动机 .....	142
4.2.4 涡轮螺旋桨发动机 .....	143
4.2.5 桨扇发动机 .....	144
4.2.6 涡轮轴发动机 .....	144
4.2.7 垂直/短距起降动力装置 .....	145
4.2.8 飞机辅助动力装置 .....	147
4.3 技术体系和学科基础 .....	147
4.3.1 按工作性质划分的技术体系 .....	147
4.3.2 关于核心机和验证机途径 .....	149
4.3.3 航空动力的学科基础 .....	150
4.4 设计要求和工程管理 .....	152
4.4.1 航空发动机的设计要求 .....	152
4.4.2 航空发动机的工程管理 .....	153
4.5 航空动力的发展趋势 .....	156
4.5.1 燃气涡轮发动机技术 .....	156
4.5.2 新形态(概念)发动机 .....	160
思考题 .....	168

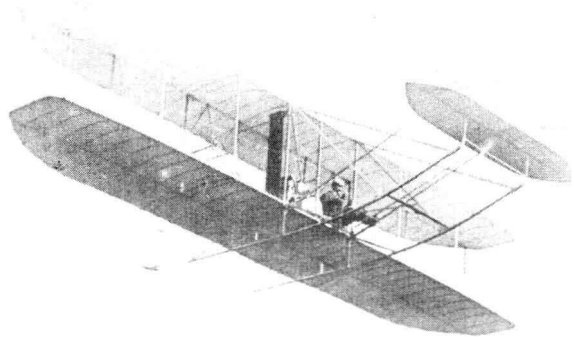
<b>第 5 章 机载系统与武器</b> .....	169
5.1 航空电子系统 .....	170
5.1.1 概述 .....	170
5.1.2 航空电子系统与设备 .....	173
5.1.3 航空电子发展展望 .....	191
5.2 飞行控制系统 .....	192
5.2.1 概述 .....	192
5.2.2 飞行控制系统和部件 .....	194
5.2.3 飞行控制系统关键技术 .....	198
5.2.4 飞行控制系统发展展望 .....	200
5.3 机电系统 .....	201
5.3.1 概述 .....	201
5.3.2 机载机电系统与设备 .....	202
5.3.3 机电系统发展展望 .....	215
5.4 武器系统 .....	216
5.4.1 航空火控系统 .....	216
5.4.2 航空武器 .....	220
5.4.3 悬挂发射装置 .....	232
5.4.4 武器系统发展展望 .....	235
思考题.....	237
<b>第 6 章 航空工程技术</b> .....	239
6.1 航空科研与飞行器研制 .....	240
6.1.1 航空科研概况.....	240
6.1.2 飞行器研制过程.....	241
6.1.3 飞行器的定型与验收.....	244
6.2 飞行器设计 .....	248
6.2.1 概述.....	248
6.2.2 气动设计.....	250
6.2.3 结构设计.....	253
6.2.4 隐身性设计.....	257
6.2.5 机动性设计.....	258
6.2.6 武器装载布置.....	258
6.2.7 保障性设计.....	259
6.2.8 安全性.....	261
6.2.9 环保性.....	262
6.2.10 经济性 .....	263
6.2.11 舒适性 .....	263

6.2.12 飞行器设计的发展趋势 .....	264
6.3 航空制造 .....	265
6.3.1 概述 .....	265
6.3.2 航空制造的技术特点 .....	266
6.3.3 航空制造的关键技术 .....	268
6.3.4 现代制造工程 .....	272
6.4 航空材料 .....	274
6.4.1 概述 .....	274
6.4.2 主要结构材料 .....	276
6.4.3 主要功能材料 .....	279
6.4.4 新型航空材料 .....	280
6.5 飞行器试验 .....	284
6.5.1 概述 .....	285
6.5.2 地面试验 .....	285
6.5.3 飞行试验 .....	291
6.6 航空技术基础 .....	297
6.6.1 航空计量 .....	297
6.6.2 航空测试技术 .....	299
6.6.3 航空标准化 .....	300
6.6.4 质量管理与可靠性 .....	303
思考题 .....	306
<b>第7章 航空工业</b> .....	<b>307</b>
7.1 航空工业综述 .....	308
7.1.1 航空工业的概念 .....	308
7.1.2 航空工业的体系结构 .....	309
7.1.3 航空工业的属性 .....	310
7.1.4 航空工业的特点 .....	311
7.2 航空工业的社会价值 .....	312
7.2.1 航空工业的军事价值和国防意义 .....	312
7.2.2 航空工业的社会经济价值 .....	314
7.2.3 航空工业的社会文化价值 .....	316
7.2.4 航空工业的国际政治价值 .....	316
7.3 航空工业的演进 .....	317
7.3.1 航空工业的萌芽阶段 .....	317
7.3.2 航空工业体系的形成 .....	317
7.3.3 航空工业快速发展和持续扩张 .....	318
7.3.4 世界航空工业的转型 .....	320

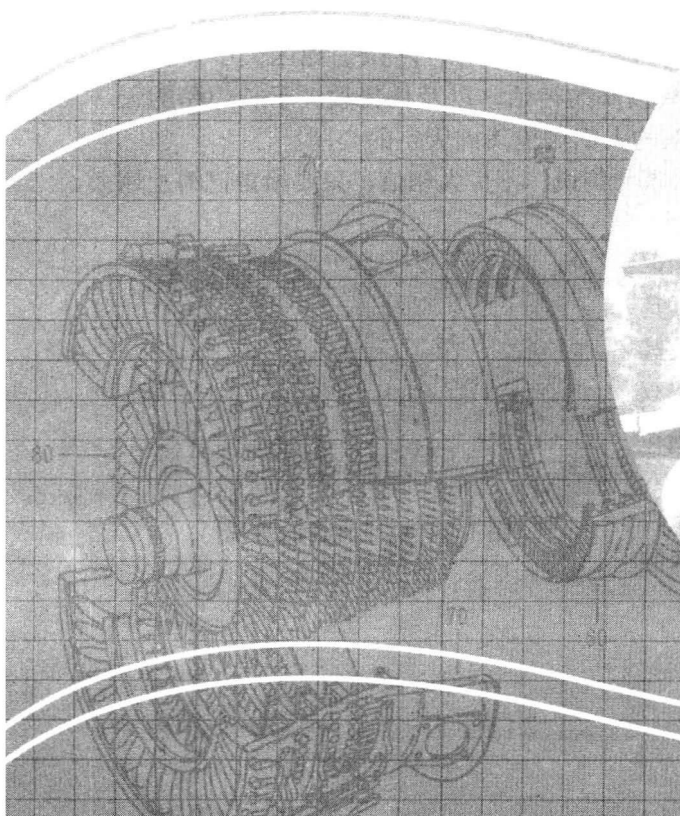
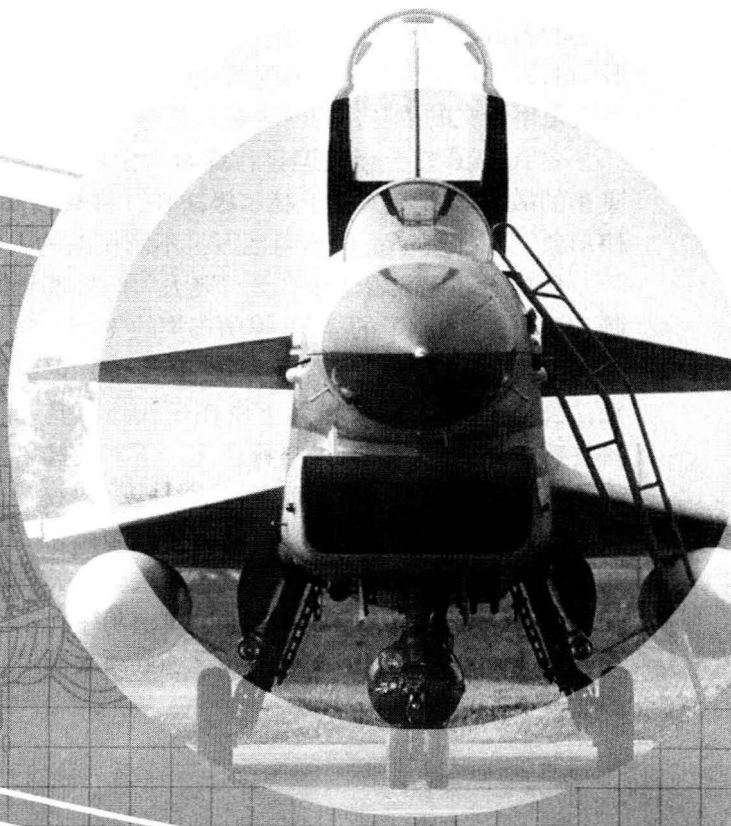
---

---

7.4 当代世界航空工业格局 .....	321
7.4.1 当代世界航空工业概览 .....	321
7.4.2 美国的航空工业 .....	322
7.4.3 俄罗斯的航空工业 .....	323
7.4.4 几个欧盟国家的航空工业 .....	324
7.4.5 加拿大和巴西的航空工业 .....	327
7.4.6 日本、印度及其他国家的航空工业 .....	328
7.5 中国的航空工业 .....	329
7.5.1 中国航空工业的发展 .....	329
7.5.2 当代中国航空工业的基本实力 .....	334
7.5.3 中国航空工业发展面临的形势和挑战 .....	336
7.6 航空工业与大国地位 .....	340
7.6.1 大国和大国崛起 .....	340
7.6.2 航空工业是强国博弈的舞台 .....	341
7.6.3 发展航空工业是大国崛起的必然选择 .....	343
7.6.4 航空强国——中国航空工业的责任 .....	345
思考题 .....	346
<b>第8章 航空发展展望 .....</b>	<b>347</b>
8.1 新军事变革和军事航空的未来 .....	348
8.1.1 新军事变革和新作战理论 .....	348
8.1.2 未来的空中作战样式 .....	350
8.1.3 未来空中力量的发展 .....	352
8.1.4 未来的军用飞行器 .....	355
8.2 新经济时代和民用航空的未来 .....	359
8.2.1 新经济时代与民用航空市场 .....	359
8.2.2 民用飞机技术发展展望 .....	363
8.2.3 民用飞机发展的有关问题 .....	366
8.2.4 未来民航运输的新概念 .....	369
8.3 新科技革命与航空科学技术发展 .....	371
8.3.1 新科技革命与航空科技的战略地位 .....	372
8.3.2 影响飞行器发展的关键航空技术 .....	373
8.3.3 对未来航空发展有可能产生革命性影响的若干前沿技术 .....	379
思考题 .....	386
<b>参考文献 .....</b>	<b>387</b>



# 第1章 航空简史



飞机是 20 世纪最伟大的发明之一，以飞机诞生为标志，人类社会开创了航空新纪元。在 100 多年的时间里，航空器及航空活动深刻地改变了社会活动风貌，改变了人们的时空观、战争观，有力地推动了科学技术的发展，极大地提高了社会运转效率。航空，与社会生活密切相联；航空，与国家利益息息相关。

人类已经走过的航空之路，是一条不断超越自我的发展之路，也是一条充满坎坷的探索之路。了解航空发展的历史，对于航空从业者来说是必不可少的，因为透过历史我们可以吸取经验、认识规律、获得启发，进而更好地面向未来，更好地服务于航空事业。今天，人类社会正在由工业时代进入信息时代，恢弘的时代背景为航空事业的发展提供了新的舞台，也为我们反思历史提出了新的要求。

## 1.1 探索与奠基

本节回顾人类早期航空探索与奠基的过程。人类的飞翔之梦是与生俱有的，是在摆脱蒙昧的过程中自然形成的，因此，人类的航空探索可以追溯到远古时期。本节从古代神话与传说入手，介绍古代的航空发明与发现、气球和飞艇的发明、飞机的发明，以及直升机的发明等内容。

### 1.1.1 神话与传说

人类飞行的梦想萌生于远古时代。空中翱翔的雄鹰，美丽的飞鸟与蝴蝶，甚至天上飘浮的白云，都足以唤起人们对飞行的向往。《诗经》曰：“天命玄鸟，降而生商。”在商朝，我们的祖先自认为是玄鸟的后代，并且以玄鸟为民族的图腾。河南安阳作为商朝的都城，不仅是甲骨文的故乡，同时也是人类航空文化的发祥地。

古代中国关于夸父追日、嫦娥奔月的传说（见图 1-1），阿拉伯地区关于飞毯、飞车的故事，古希腊关于赫尔墨斯神、带翼骏马的神话，以及基督教关于长翅膀的天使形象，都体现了古代不同地区、不同民族的人们渴望飞向天空的心愿。

历史上还记载着许多有关“飞人”的故事与传说。不少人相信，只要给自己缚上翅膀，装扮成“大鹏”的样子，模仿鸟类的飞行，就可以“乘风起舞”。据《汉书·王莽传》记载，公元 19 年，皇帝王莽下令在民间招募具备特殊本领的壮士，某人自称会飞，王莽让其表演，这位勇士用飞禽的羽毛做成翅膀绑在双臂之上，从高处跃下，滑翔了数百步的距离才落到地面。在古代西方这种尝试也有很多。大约在 1020 年，一位名字叫奥里弗的英国男子，在一次飞翔冒险行动中居然滑翔了 200 多米的距离。



图 1-1 嫦娥奔月的传说

## 1.1.2 古代中国的航空发明与发现

公元前 3000 年至公元 15 世纪被称为“古代”。尽管在古代世界上许多民族和国家都有一些重要的航空发明与发现，但由于中国古代尤其是中古以后的综合国力长期领先于世界各国，科技水平最为发达，同时中华文明又是世界上唯一不间断延续至今的古文明，中国古代的航空发明与发现代表了人类当时的最高水平。因此，研究古代的航空问题，以中国古代为主要线索，是符合历史事实和学理逻辑的。

### 1.1.2.1 木鸟和木鸢

战国时代公输般曾用木材和竹子制成木鸟，纵飞上天。《韩非子·外储篇》称墨子也曾制作过木鸢。汉代科学家张衡制作木鸟的事，在《后汉书·张衡传》中有记载。

### 1.1.2.2 风筝

中国早在汉代就发明了风筝，唐朝赵昕的《息灯鹞文》说汉代大将韩信发明了风筝，而宋朝《事物纪原》说韩信曾利用风筝测量距离，可见风筝最早是用来为军事服务的。英国的航空权威性著作《航空发展史》也确认风筝起源于中国。

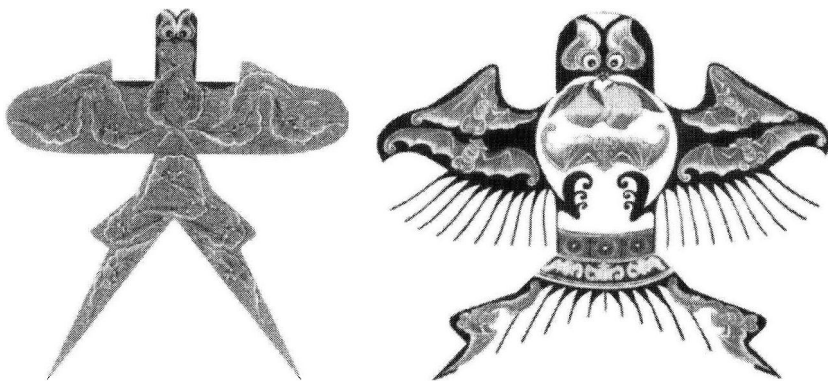


图 1-2 中国风筝

早期的风筝用丝绸和竹子制作，唐朝以后风筝逐渐演变为玩具，造纸术的发展为风筝的普及创造了条件。风筝实际上是一种重于空气的飞行器，它与人类飞行探索有着密切的关系，它向人们证明，除像飞鸟、昆虫那种扑翼的方式以外，采用合理的固定翼面，也可以实现飞行。1804 年英国的凯利曾用风筝作为机翼制成一架滑翔机，用绳牵引起飞。俄国的莫扎伊斯基和美国的莱特兄弟，都曾用放风筝的方法来研究他们的飞机。

### 1.1.2.3 竹蜻蜓

历史学家认为，公元前 3 世纪中国就出现了看似简单、其实包含了飞行基本原理的飞行玩具——竹蜻蜓。将竹蜻蜓竖起来就像直升机，如果把它横放便是螺旋桨。竹蜻蜓对世界航空发展的贡献是举世公认的。大约在公元 18 世纪，竹蜻蜓作为玩具传到了欧洲，欧洲人管它叫“中国飞陀螺”。它奇妙的垂直升空原理被欧洲人作为一种航空器进行研究，许多航空先驱者都是从竹蜻蜓中悟出了一些重要航空原理。竹蜻蜓的发明表明，那时的中国人已经认识到了翼型、迎角等参数会给飞行物体的升力带来很大的影响。



#### 1.1.2.4 走马灯与燃气涡轮原理

根据史料分析,在公元1000年前后中国人发明了走马灯,众多古籍与古诗词都有关于走马灯的描述。在走马灯的顶部装有平放的叶轮,下燃蜡烛或灯,热气上升冲动叶轮旋转,这是现代燃气涡轮原理的原始应用。

#### 1.1.2.5 松脂灯

相传五代时,莘七娘随夫人入闽作战,曾以竹篾制成长方形灯架,外蒙以纸,底盘上燃以松脂,当灯内充满热气即扶摇直上,用做军中信号。松脂灯又称孔明灯、天灯。松脂灯靠热气浮升的原理,与航空热气球完全相同,比世界上第一个热气球——法国蒙哥尔费热气球要早800多年。

#### 1.1.2.6 陀螺和平衡环

在公元前30—50世纪仰韶文化时期的出土文物中,就有陶制陀螺,它最初以玩具形式出现,高速旋转时可直立不倒。西汉丁缓发明卧褥香炉,在镂空的铜炉内安装平衡环架,内吊一香炉碗盛满香料,置于床褥中香气四溢,不管香炉怎样滚动,碗内香料绝不外洒。这种形式的香炉历代均有,出土屡见。唐代称为“镂空银熏炉”,清代称为“铜熏炉”。

#### 1.1.2.7 喷气推进的火箭

古代中国在发明了火药之后,在1163—1189年间发明了多种烟火,如“地老鼠”和“走线流星”等,其基本原理与现代的喷气式飞机和导弹相同。此后出现多种靠反作用力推进的古代火箭。明将戚继光抗击倭寇入侵时,火箭已是常用的武器,明朝重要军事著作《武备志》中记述了种类繁多、性能各异的火箭,其中“神火飞鸦”(见图1-3)是现代火箭的雏形,“火龙出水”是二级火箭的雏形,“飞云沙筒”体现了火箭回收的思想。



图1-3 中国明代的“神火飞鸦”

以上列举,目的不是“钻到古代发明中寻找现在的自信”,只想说明一个事实:中华民族曾经为人类科技进步做出过巨大贡献。同时也提醒大家,古代的辉煌是我们祖先的荣耀,近代中国科技严重落伍,在航空领域尤其突出,自飞机发明100多年来,中国人在航空科技领域留下的足迹实在太少了。

在古代,世界其他民族和国家也做出过许多重要贡献。公元前287年出生的希腊科学家阿基米德,一生在数学、力学、天文学方面取得了重要成就,他发现的阿基米德原理揭示了流体浮力的本质,为气球、飞艇等航空器的发明奠定了重要的理论基础。意大利文艺复兴时期的画家兼科学家达·芬奇曾发明了“空气螺旋桨”,他将关于飞行的思考写成《论鸟的飞行》一书,他曾勾勒出扑翼机(见图1-4)、滑翔机、直升机和降落伞的草图,其中不少是符合科学规律的。