

读一册书，决定人生前途  
看寥寥字，构筑学业基础



中国高等学校专业知识普及丛书

# 航空航天

赵承庆 编著



- 飞行器设计与工程
- 飞行器动力工程
- 飞行器制造工程
- 飞行器环境与生命保障工程

新时代出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

航空航天 / 赵承庆编著. —北京: 新时代出版社,  
2002.1

(中国高等学校专业知识普及丛书)

ISBN 7-5042-0661-X

I.航... II.赵... III.①高等学校—航空—专业—简介—中国②高等学校—航天—专业—简介—中国  
IV.G649.28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 086777 号

**新时代出版社** 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码:100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 850×1168 1/32 印张 7 $\frac{1}{2}$  184 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:10.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

## 编辑委员会

名誉主任 白以龙

主任 俞 信 张又栋

副主任 韩 峰 庞思勤

编 委 (以姓氏笔划为序)

王 平 王 鹏 王中发 王武宏

白以龙 张又栋 吴祈宗 庞思勤

俞 信 赵承庆 龚元明 梅凤翔

韩 峰 彭华良 惠和兴 董润安

B3P51108

## 序 言

进入新世纪,随着江泽民主席“科教兴国”战略的落实,我国的高等教育正逐步由精英教育走向大众教育阶段。我们高兴地看到,有越来越多的青年进入高等学校学习。

青年是人成长河中一个最充满激情和梦想的时期。当科学家,翱翔于未知世界,用发明造福人类;当工程师,制造宇宙飞船,建设高速铁路,让劳动使世界变样;学政治、经济、法律、管理,造福国家、服务人民;做人民教师,从事最崇高的育人工作,哪一个青年人不对进大学,实现自己的理想和抱负充满了希望……

中国的高等教育所提供的是高层次的,在宽厚基础上的专门化教育。进入大学前,对大学的学科专业有一个较清晰的了解,这为青年学生选择未来主攻方向,规划自己的未来,无疑具有关键意义。

由新时代出版社倡议,以北京市部分重点高校的教授为主,联合编辑出版的《中国高等学校专业知识普及丛书》,其编辑宗旨即在以高中文化程度、科普读物的性质定位,知识性、趣味性并重,力求用深入浅出的语言,形象生动的比喻,科学而又简明的表述,陆续系统地出版介绍我国高等学校所有学科专业。该丛书的每册大致以一至两个学科专业门类为范围,简要叙述其形成历史和发展,重点介绍现状、应用情况、研究前沿和发展方向,从而使读者能了解该专业是什么、学什么、干什么,在四个现代化进程中的地位和作用,发展前景和就业前景。书中并对该学科专业门类的主要成果和名人轶事作了生动的描述,相信这也会引起读者的浓厚兴趣。

本书的对象主要是有志接受高等教育的广大读者,特别是应届高中生,希望该系列丛书能为他们选择



专业指路导航。自然,阅读此书,对于教育工作者、家长,以及任何对我们所处世界中浩如烟海的学科专业知识感兴趣的读者,也不无裨益。

应当说,编辑出版《中国高等学校专业知识普及丛书》无论对编者或出版社而言,都是一个全新的尝试。书中难免有不足之处,诚恳地希望广大读者提出宝贵意见。

北京理工大学副校长 俞信

# 目 录

一、航空航天技术发展的历史 .....	1
1. 谈“天” .....	1
2. 说“空” .....	2
3. 从“天空”到“天”与“空”的航行 .....	2
4. 航空技术史要 .....	3
5. 航天技术史要 .....	8
二、航空航天专业的专业方向和专业特点 .....	11
1. 飞行器设计与工程专业(081501) .....	11
1) 专业介绍 .....	11
2) 专业课程设置 .....	33
2. 飞行器动力工程专业(081502) .....	59
1) 专业介绍 .....	59
2) 专业课程设置 .....	71
3. 飞行器制造工程专业(081503) .....	96
1) 专业介绍 .....	96
2) 专业课程设置 .....	98
4. 飞行器环境与生命保障工程专业(081504) .....	147
1) 专业介绍 .....	147
2) 专业课程设置 .....	150
三、航空航天专业的新技术和前沿课题 .....	188
1. 航空技术 .....	188
2. 航天技术 .....	189
3. 前沿课题 .....	190

# 一、航空航天技术发展的历史

既然要研究“航空”、“航天”专门知识,那就免不了要谈“空”论“天”。尤其是“航空”、“航天”及其相关学科、理论、技术等等。但就人类认识这些自然科学的过程而言,那是经过了漫长的、曲折的、甚至是艰辛的跋涉,才达到了今天这样相对来说是较清晰、较精辟的高度。鉴于“识古方能通今”,后面我们在论述对于本书来讲是具有特色的相关学科的基本概念、基本问题时,将适当地简要介绍一点它们的历史沿革。

## 1. 谈“天”

何谓“天”?古今中外有众多的科学家、思想家和学者,对“天”这一命题作过各式各样的描述。其中,有唯心主义学派从意识、精神的角度来描述的,也有唯物主义学派从存在、物质的角度来描述的。前者如“义理之天”、“道德之天”等等,这些本书不予论述。而后者所描述的是“自然界之天”、“客观存在之天”或“物质之天”,这些本书将简要述及,以阐明人类对“天”的认识过程,即从感性认识到理性认识,从粗略、模糊的认识到细致、清晰的认识过程。

孔子曰:“天何言哉?四时行焉,百物生焉”。

《荀子 天论》曰:“列星随旋,日月递照,四时代御,阴阳大化……是之谓天。”

郭象在《庄子注》中说:“天者,自然之谓”;“天者,乃物之总名也”。

柳宗元的《天说》曰:“上而玄者,世谓之天”;“天地、元气、阴阳都是自然现象”。

张载在《太和篇》中说:“太虚无型,气之本体”;“由太虚有天之



名”。

现代辞书一般都把“天”解释为天空。

总之,从古至今,唯物主义者认为:天和其它自然物一样,是一种物质性的客观存在。

## 2. 说“空”

一般来说,人们称“空虚能容受之处”为空间,“空空如也”即属此意。但空间有大有小,如房屋的内部空间,宇宙空间等。至于本书所论及的“空”,则是特指“天空”,即自然界之“空”,如空中,高空,领空等。

战国时期法家尸佼所著《尸子》曰:“上下四方曰宇”,此即最早的空间概念。

墨家曰:“宇,弥异所也”,“宇,蒙东西南北”。此处,“宇”是指一切具体场合的总和。这种空间观已认识到空间是有限和无限的统一。

古希腊德莫克利特提出,空间是“容纳”物质的独立实在的场所。该观点被后人称为“实体论”的空间观,它是近代机械唯物主义空间观的先驱。

## 3. 从“天空”到“天”与“空”的航行

在上述第一、二节里,好象是说“天”即“天空”,“空”亦即“天空”。二者统为一体,未加区别。这在科学技术尚未发达到能实现宇宙飞行的漫长岁月里,是必然存在的现象。那时人类是不可能给出他们的区别的。

人类在一步步迈向宇宙飞行的实践活动中,逐步认识到,在大气层内外的环境状态与飞行原理是有本质区别的。于是,若把大气层内外的空间区分开来,对我们研究它们各自的航行问题是有很大的方便之处的。由此而生的就是大气层内的空间称为“空”,大气层外的空间称为“天”。相对应地也就出现了“航空”和“航天”。此处所谓的“航空”可定义为:载人或不载人飞行器在地球大气层中的航行活动;而“航天”则可定义为:载人或不载人的航天器





在地球大气层以外的航行活动,也可称空间飞行或宇宙航行。

考虑到以地球为基地的航天活动,总有穿越大气层的航行,所以航空、航天二者既有区别又有联系。

现有科学探测的结果告诉我们,“空”和“天”之间并没有一条鲜明的界限。因而对它们的区分也就带有一定的人为性或模糊性。比如既然要确定边界,那就得有一个确定它的基准。现阶段有人提出,以星际气体密度为准来确定大气层的顶界。于是,根据人造地球卫星探测到的数据来推算,得知大气层顶界约为 2000~3000km。在大于 2000km 的高度上有总共 1000km 的容差,当然算不上精确。所以,这条边界线还有一定的人为性或模糊性。随着科学的进步,定会有更精确的边界值被人们找到。

值得提出的是,虽然大气层的厚度界定为 2000~3000km,但迄今人类航空技术所达到的升限仅在 100km 左右,也就是说,已有的飞机最高飞行高度大约是 100km,而且其航程较短。于是,也可以这样说,适宜于航空的大气层高度大概会是在 100km 之内,至少在目前是这样。而在一百千米至数万千米高度范围内运行的人造地球卫星,一般就称它为航天器了,而不认为它是航空器。

#### 4. 航空技术史要

##### (1) 航空的孩提时代——从理想到动力飞机升空阶段

- 我国古代人看到鸟飞行,便产生由自己飞翔的理想。由理想演绎出神话传说,其中最著名的要算“嫦娥奔月”了。
- 春秋时代,墨子和公输般曾制造过能飞的木鸟。
- 西汉出现了风筝,并曾有人扎捆上鸟羽飞行了几百步。
- 五代出现了原始的热空气气球——松脂灯。
- 宋朝出现了现代燃气涡轮的雏形——走马灯。
- 明朝有一位称为“万户”的学者,利用椅子捆绑火箭自己坐在椅子上手持两个大风筝的方式,制造过载人飞行器。为了纪念这位世界上“火箭载人”飞行的先驱,原苏联科学家把月球背面的一个环形山命名为“万户火山口”。劳动人民



还发明了“竹蜻蜓”——类同于直升机的飞行原理。

古代欧洲也出现过类似的神话传说和发明。

- 15 世纪意大利艺术家兼科学家达·芬奇曾对飞行问题作了许多研究。
- 18 世纪法国蒙高尔费兄弟制成热空气气球并飞行成功。
- 19 世纪出现了装有螺旋桨的可操纵气球——飞艇。中期还出现了滑翔机。
- 20 世纪初,美国莱特兄弟发明了第一架动力飞机,如图 1-1 所示。由它于 1903 年 12 月 17 日创造的首次飞行记录为:留空飞行时间为 59s,飞行距离 260m。

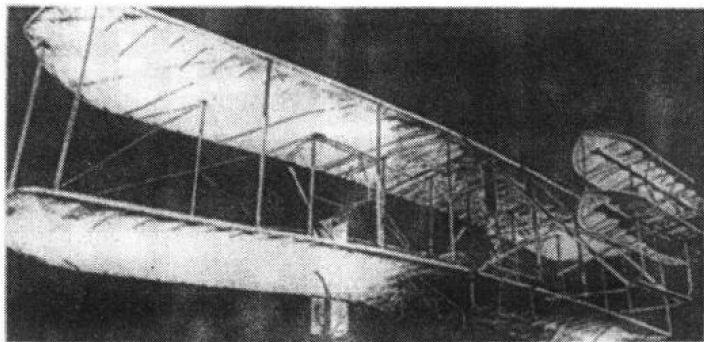
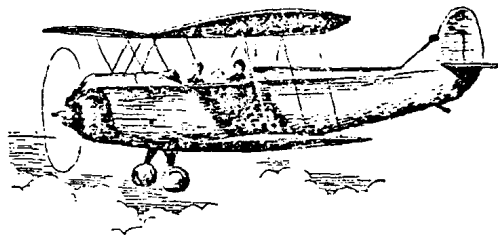


图 1-1 莱特兄弟发明制造的世界上一架  
载人动力飞机——飞行者 1 号

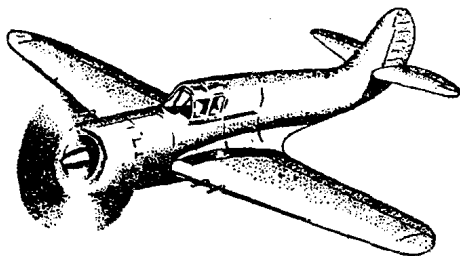
- 1909 年 9 月,美国华侨冯如在美国制造并亲自驾驶飞机获得成功。他于 1911 年回国报效祖国。次年在广州作飞机表演时,不幸失事牺牲。

## (2) 航空的青年时代——活塞发动机螺旋桨飞机阶段

- 自 1903—1918 年(第一次世界大战结束)的 15 年期间,不仅陆续发明了水上飞机和大功率活塞发动机螺旋桨飞机(图 1-2),而且在飞机上逐渐装配了枪、炮、炸弹,及时地投入军用。飞机改变了战争的面貌。
- 随着航空科技的进步,飞机性能的提高,飞机在航邮、客货



(a)



(b)

图 1-2 活塞发动机螺旋桨飞机

(a)第一次世界大战时期(双翼机);(b)第二次世界大战时期(单翼机)。

运输等方面都迅速地得到了发展。

### (3) 航空的壮年时代——喷气式飞机时代

- 德、英等国从 20 世纪 30 年代开始研制喷气式发动机。1939 年德国制造了世界上第一架亚声速涡轮喷气式飞机。
- 1947 年美国用液体火箭推进的研究用飞机,首次突破声障<sup>①</sup>, $Ma$  数(飞机速度与当地声速之比,也称马赫数)达到了 1.015。实战用喷气战机于 1953 年首次超过了声速。
- 1954—1955 年,美、苏相继发展成功两倍声速的战斗机。
- 1956 年,美国三角翼超声速轰炸机完成了试飞。
- 60 年代,美苏相继发展成功三倍声速的战斗机。此外,美

① 声障——高速飞行器的速度增加到接近声速时,飞行器前方的空气因来不及散开而受到压缩,密度、温度突然增加,阻碍飞行器向前飞行,这种现象叫做声障。



国还发展了一种垂直/短距起落的强击/侦察机。

- 从 20 世纪 70 年代至今,世界各主要航空国家发展了一系列军用机。如美国 F-16“战隼”战斗机(图 1-3),它在全球享有盛誉,是最先进的超音速( $Ma2.0$ )战斗机之一,也是第三代喷气式战斗机的典型代表。又如,美国 80 年代研制定型的高亚声速远程隐身战略突防轰炸机 B-2(图 1-4),在它身上集中了许多先进技术,可算是近代航空最新成就的代表之一。再如,俄罗斯的苏-27(图 1-5)是新一代全天候重型歼击机,其性能可与美 F-16 媲美,有些性能还优于后者。

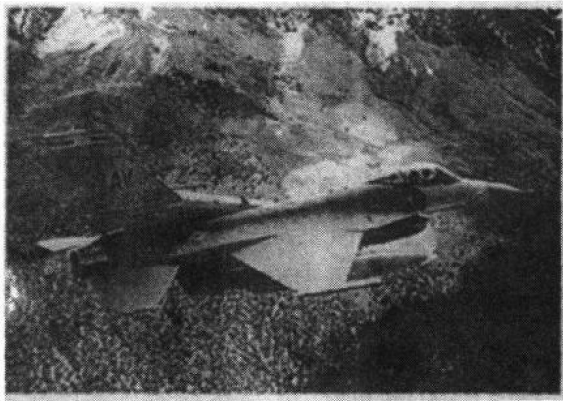


图 1-3 美 F-16“战隼”战斗机

- 伴随着军用飞机的发展,民用航空得到了长足的发展,超音速客机也已经出现。
- 除飞机外,有一部分完全航行于大气层内的导弹,若从科学技术的角度来看,其技术是非常类同于航空技术的。

#### (4) 近代中国航空史要

旧中国工业落后,航空事业亦然。清王朝至灭亡时也未建立什么航空工业。北洋军阀政府 1913 年在北京设立了南苑航校,并附设了一个飞机修理厂。军阀混战时期,军阀们各自为营,开设航校,其共同特点是,一切仰仗外国。至国民党政府统治时期,为达

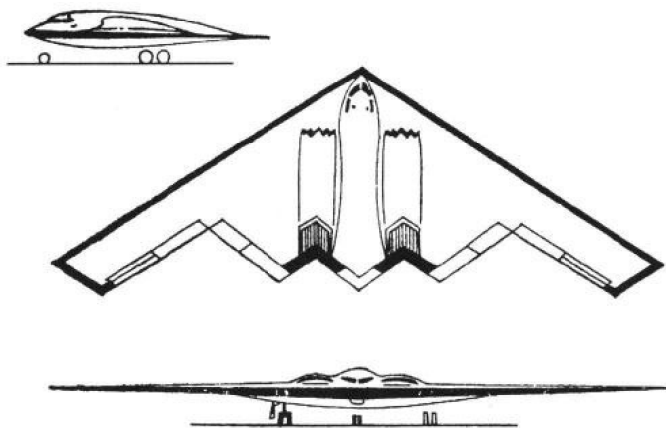


图 1-4 美 B-2 远程隐身战略突防轰炸机外形图

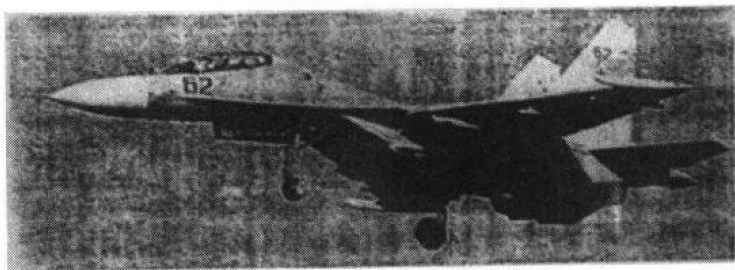


图 1-5 俄罗斯第三代战斗机的典型代表苏-27 制空战斗机

到反共目的,建立航校,训练飞行员,但飞机、器材依然靠进口。

在共产党领导的解放区内,1946 年建立了第一所航空学校。1947 年还创建了人民空军。新中国成立后,人民空军和航空事业蓬勃发展,迅速进步。50 年来,我国航空工业从无到有,从小到大,从修理仿制到自行研制,从军到民,逐渐建立了门类齐全的航空工业体系。迄今又取得了举世瞩目的巨大成就。早在建国初期的抗美援朝战争中,人民空军战绩卓越,立下了不朽的功勋。在经常性的国土防空作战中,击落了不少入侵敌机,保卫了祖国神圣的领空。如今,我国已拥有了很多类型的可以说是门类基本齐全的作战飞机。

民航方面,目前我国已开辟了数百条国内航线,数十条国际航



线。已经组成了一个国内和国际的航空网。尤其是在航空工业、航空科研方面,我国已经有了一定规模的、比较完整的体系。更可喜的是,自1954年我国自行制造出第一架初级教练飞机以来,又能设计生产很多类型的比较现代化的军用和民用飞机。只要奋发图强,坚定不移地走自己的路,不久的将来,中国一定能成为世界航空强国。有志航空事业的年轻人,快参加到这个队伍中来吧。

## 5. 航天技术史要

### (1) 古今航天史要

假若把“空”、“天”分开来说,那么航天技术史就要比航空技术史短多了。

- 假若把火箭的发明时间看作是航天技术史的开端,则这个时间就是我国宋开宝三年(公元970年)。同年五月,宋兵部令史冯继升等进上火箭法,并进行了试制试验。
- 1883年,俄国宇航之父齐奥尔科夫斯基就阐明了火箭可以在宇宙空间中飞行的原理。他的一生为宇宙航行作出了巨大贡献。
- 20世纪初,法国的E皮尔垂、美国的R.H.哥达德和法国人H.奥伯特是另外几位航天理论和火箭设计的先驱者,为航天事业建立了很大功勋。
- 1942年,德国发明了V-2弹道式导弹,V-2火箭堪称是现代火箭的蓝本。
- 1957年10月4日,苏联成功发射了世界上第一颗人造地球卫星,开创了人类航天的新纪元。
- 1961年,苏联Ю.А.加加林乘宇宙飞船进入太空,并安全返回,创立了世界载人航天的新记录。
- 1969年,美国N.A.阿姆斯特朗和E.E.奥尔德林乘“阿波罗”飞船登月成功,人类首次涉足地球外的星球。它们在完成了一系列预定科研工作后,安全返回地球。
- 1981年,世界上第一架垂直起飞、水平着陆、可多次重复使

用(外贮箱除外)的美国航天飞机“哥伦比亚”号试飞成功,它综合展示了现代科技的许多重大成果,它本身又是航空与航天技术的综合产物。

- 从 70 年代初到 80 年代末,苏美还多次发射了无人空间探测器,开拓了星际空间的科学研究。
- 迄今为止,世界各国总共发射了数千枚多种类型的航天器。人类既然已经走进了宇宙的大门,就将继续深入到它的各个院落里去。有志探索宇宙的人们,航空航天事业正张开双臂迎接你的到来。

### (2) 当代中国航天史要

在发展航空工业的基础上,我国于 1956 年开始了喷气推进和火箭技术的研究。我国的火箭导弹技术迅猛发展。1960 年我国



图 1-6 我国自行研制的中程地地弹道导弹



成功发射了战术地地导弹。1964年,我国自行研制的中程地地弹道导弹(图1-6)发射成功,它标志着中国的航天事业从此走上了独立研制的道路。

1970年我国自行设计制造的中远程战略地地导弹发射成功。在此基础上,紧接着成功发射了我国第一颗人造地球卫星“东方红”1号。1984年,我国成功发射了第一颗对地静止轨道试验通信卫星“东方红”2号。1986年、1988年、1990年等年份,又多次成功发射了同类的实用通信卫星。直至1999年11月20日,我国“神州号”载人宇宙飞船第一次无人飞行试验发射并回收成功为止,我国不仅早已成了核大国,而且现在也已成了航天大国。我国发射航天器所用的长征系列运载火箭的整体外形如图1-7所示。

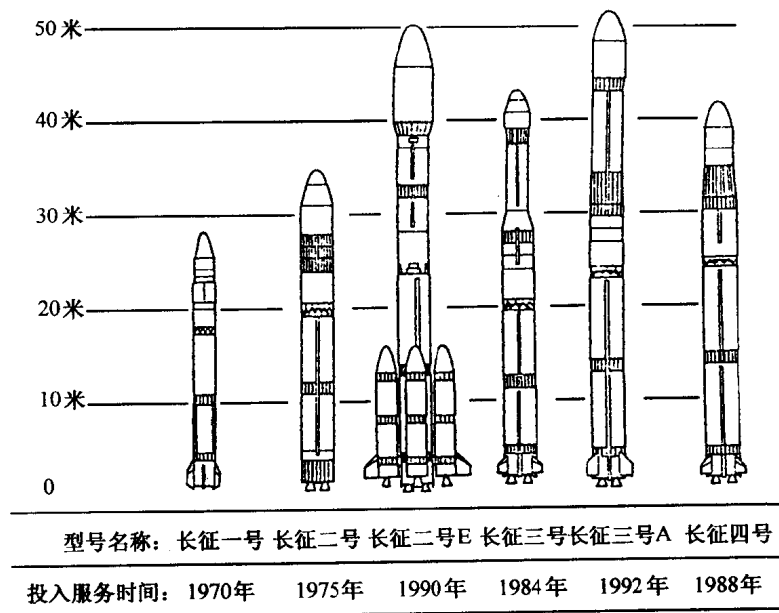


图1-7 长征系列运载火箭

只要我们继续发扬“自力更生,艰苦奋斗,大力协同,无私奉献,严谨务实,勇于攀登”的航天精神,我国的航天事业就会很快跃居世界最前列。



## 二、航空航天专业的专业方向 和专业特点

### 1. 飞行器设计与工程专业(081501)<sup>①</sup>

#### 1) 专业介绍

[本介绍引自中华人民共和国教育部高等教育司《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》(1998年颁布)。]

**业务培养目标:**培养具有较好数学、力学基础知识和飞行器工程基本理论及飞行器总体结构与强度分析、试验能力,能从事飞行器(包括航天器与运载器)总体设计、结构设计与研究、结构强度分析与试验,并有从事通用机械设计及制造的高级工程技术人员和研究人员。

**业务培养要求:**本专业学生主要学习飞行器设计方面的基本理论和基本知识,受到航空航天飞行器工程方面的基本训练,具有参与飞行器总体和部件设计方面的基本能力。

毕业生应获得以下几方面的知识和能力:

- ① 掌握飞行器设计的基本理论、基本知识;
- ② 掌握飞行器结构设计的分析方法;
- ③ 具有飞行器设计的基本能力;
- ④ 熟悉航空航天飞行器设计的方针、政策和法规;
- ⑤ 了解航空航天飞行器设计的理论前沿、应用前景和发展动态;
- ⑥ 掌握文献检索、资料查询的基本方法,具有一定的科学研究和实际工作能力。

---

<sup>①</sup> 081501 为国家颁布的专业代码。下同。