

中国大百科全书

航空 航天

中国大百科全书

航空、航天

中国大百科全书出版社

北 京

1998. 10

图书在版编目(CIP)数据

中国大百科全书/中国大百科全书总编辑委员会
—北京:中国大百科全书出版社,2002.9
ISBN 7-5000-5997-3

I. 中… II. 中… III. 百科全书—中国—现代
IV. Z227

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 072041 号

中国大百科全书

中国大百科全书总编辑委员会

中国大百科全书出版社 出版发行

(北京阜成门北大街 17 号 邮政编码:100037)

新华书店经销 长沙鸿发印务实业公司印装

开本 787×1092 1/16 印张 3336 插页 2271 字数 120,000,000

2002 年 9 月第 1 版第 6 次印刷

ISBN 7-5000-5997-3 / Z·103

定价:19800.00 元(74 卷)



中国大百科全书

中国大百科全书出版社

中国大百科全书总编辑委员会

主 任 胡乔木

副主任 (按姓氏笔画顺序)

于光远	贝时璋	卢嘉锡	华罗庚	刘瑞龙	严济慈
吴阶平	沈 鸿	宋时轮	张友渔	陈翰伯	陈翰笙
武 衡	茅以升	周 扬	周培源	姜椿芳	夏征农
钱学森	梅 益	裴丽生			

委 员 (按姓氏笔画顺序)

丁光训	于光远	马大猷	王 力	王竹溪	王绶琯
王朝闻	牙含章	贝时璋	艾中信	叶笃正	卢嘉锡
包尔汉	冯 至	司徒慧敏	吕 骥	吕叔湘	朱洪元
朱德熙	任新民	华罗庚	刘开渠	刘思慕	刘瑞龙
许振英	许涤新	孙俊人	孙毓棠	杨石先	杨宪益
苏步青	李 珩	李国豪	李春芬	严济慈	肖 克
吴于廑	吴中伦	吴文俊	吴阶平	吴作人	吴学周
吴晓邦	邹家骅	沈 元	沈 鸿	宋 健	宋时轮
张 庚	张 震	张友渔	张含英	张钰哲	陆 达
陈世骧	陈永龄	陈维稷	陈虞孙	陈翰伯	陈翰笙
武 衡	林 超	茅以升	罗竹风	季 龙	季羨林
周 扬	周有光	周培源	孟昭英	柳大纲	胡 绳
胡乔木	胡愈之	荣高棠	赵朴初	侯外庐	侯祥麟
段学复	俞大绂	宦 乡	姜椿芳	费孝通	贺绿汀
夏 衍	夏 鼐	夏征农	钱令希	钱伟长	钱学森
钱临照	钱俊瑞	倪海曙	殷宏章	翁独健	唐长孺
唐振绪	陶 钝	梅 益	黄秉维	曹 禺	董纯才
程裕淇	傅承义	曾世英	曾呈奎	谢希德	裴丽生
潘 菽	潘念之				

航空航天编辑委员会

主 任 邹家骅

副主任 (按姓氏笔划顺序)

任新民 孙家栋 沈 元 季文美 徐昌裕

顾 问 (按姓氏笔划顺序)

张 钧 周一萍 莫文祥

委 员 (按姓氏笔划顺序)

于 翹	云 铎	王希季	王南寿	叶正大	卢庆骏	任新民
刘传儒	孙家栋	李 景	李哲浩	余承业	邹家骅	闵桂荣
沈 元	张世英	张良起	张阿舟	张桂联	陈 信	陈士橹
陈芳允	季文美	周吉一	胡逸洲	赵 中	赵令诚	姜长英
姚 峻	徐乃明	徐昌裕	黄 序	黄文虎	曹传钧	曹鹤荪
梁守槃	梁思礼	屠守锷	屠善澄	董 孝	谢光选	

各分支编写组主编、副主编、成员

综 合 主 编 曹鹤荪

副主编 王南寿

成 员 金允汶

航 空 航 天 史 主 编 史超礼

副主编 赵 中 于 光

成 员 谢佐慰 何述章

航 空 器 主 编 何庆芝

副主编 王适存 林振申

成 员 卫本琦 邵 箭

火 箭 和 导 弹 主 编 屠守锷

副主编 谢光选

航 天 器	主 编	孙家栋				
	副主编	闵桂荣	侯深渊			
	成 员	张照炎				
飞 行 原 理	主 编	庄逢甘				
	副主编	杨岷生	赵震炎	陈士橹	胡海昌	
	成 员	黄明恪	黄志澄	吕学富	张云彤	
推 进 系 统	主 编	任新民				
	副主编	刘传儒	陈大光			
	成 员	傅炳辰	陈 光	王 铮		
控 制 和 导 航	主 编	梁思礼				
	副主编	郑衍杲				
	成 员	张明廉	孙承启			
电 子 技 术	主 编	蔡金涛				
	副主编	毛士艺	邹深昌	陈道明		
	成 员	刘绍球				
仪 表 和 设 备	主 编	黄俊钦				
	副主编	丁道宏	朱培申			
	成 员	孙涵芳	韩振宗			
飞行和生命保障	主 编	陈 信				
	副主编	沈尔康	贾司光			
	成 员	王恒斌	叶永华			
设计、结构、试验	主 编	黄玉珊				
	副主编	张锡纯	戚发轫	高永寿	戴晓林	
	成 员	魏其勇	诸德培			
制 造 和 材 料	主 编	杨彭基				
	副主编	徐乃明	颜鸣皋	于 翹		
	成 员	张 麟	周光垓	郑修林		
地 面 设 施 和 统 地 保 障 系	主 编	陈芳允				
	副主编	杨 桓	沈荣骏			
	成 员	郑旭东				

前 言

《中国大百科全书》是我国第一部大型综合性百科全书。

中国自古以来就有编辑类书的传统。两千年来曾经出版过四百多种大小类书。这些类书是我国文化遗产的宝库，它们以分门别类的方式，收集、整理和保存了我国历代科学文化典籍中的重要资料。较早的类书有些已经散佚，但流传或部分流传至今的也为数不少，这些书受到中国和世界学者的珍视。各种类书体制不一，多少接近百科全书类型，但不是现代意义的百科全书。

十八世纪中叶，正当中国编修庞大的《四库全书》的时候，西欧法、德、英、意等国先后编辑出版了现代型的百科全书。以后美、俄、日等国也相继出版了这种书。现代型的百科全书扼要地概述人类过去的知识和历史，并且着重地反映当代科学文化的最新成就。二百多年来，各国编辑百科全书积累了丰富的经验，在知识分类、编辑方式、图片配备、检索系统等方面日益完备和科学化。今天，百科全书已经在人类文化活动中起着十分重要的作用，各种类型的和专科的百科全书几乎象辞典那样，成为人们日常生活的必需品。

一向有编辑类书传统的中国知识界，也早已把编辑现代型的百科全书作为自己努力的目标。本世纪初叶就曾有人试出过几种小型的实用百科全书，包括近似百科型的辞书《辞海》。但是，这些书都没有达到现代百科全书的要求。

中华人民共和国成立之初，当时的出版总署曾考虑出版中国百科全书，稍后拟定的科学文化发展十二年规划也曾把编辑出版百科全书列入规划，1958年又提出开展这项工作的计划，但都未能实现。

直到1978年，国务院才决定编辑出版《中国大百科全书》，并成立中国大百科全书出版社，负责此项工作。

因为这是中国第一部百科全书，编辑工作的困难是可想而知的。但是，由于读书界的迫切要求，不能等待各门学科的资料搜集得比较齐全之后再行编辑出版；也不能等待各学科的全部条目编写完成之后，按照条目的汉语拼音字母顺序，混合编成全书，只能按门类分别邀请全国专家、学者分头编写，按学科分类分卷出版，即编成一个学科（一卷或数卷）就出版一个学科的分卷，使全书陆续问世。这不可避免地要带来许多缺点，但是在目前情况下不得不采取这种做法。我们准备在出第二版时，再按现在各国编辑百科全书一般通行的做法，全书的条目不按学科分类，而

按字母顺序排列，使读者更加便于寻检查阅。《中国大百科全书》第一版按学科分类分卷，每一学科的条目还是按字母顺序排列，同时附加汉字笔画索引和其他几种索引，以便查阅。

《中国大百科全书》的内容包括哲学、社会科学、文学艺术、文化教育、自然科学、工程技术等各个学科和领域。初步拟定，全书总卷数为80卷，每卷约120~150万字(包括插图、索引)。计划用十年左右时间出齐。全书第一版的卷数和字数都将超过现在外国一般综合性百科全书，但与一些外国百科全书最初版本的篇幅不相上下。我们准备在第二版加以调整和压缩。

《中国大百科全书》按学科分卷出版，不列卷次，每卷只标出学科名称，如《哲学》、《法学》、《力学》、《数学》、《物理学》、《化学》、《天文学》等等。

全书各学科的内容按各该学科的体系、层次，以条目的形式编写，计划收条目10万个左右。各学科所收条目比较详尽地叙述和介绍各该学科的基本知识，适于高中以上、相当于大学文化程度的广大读者使用。这种百科性的参考工具书，可供读者作为进入各学科并向其深度和广度前进的桥梁和阶梯。

中国大百科全书出版社，除编辑出版《中国大百科全书》之外，还准备编辑出版综合性的中、小型百科全书和百科辞典，与专业单位共同编辑出版各种专业性的百科全书，以适应不同读者的需要。

《中国大百科全书》的编辑工作是在全国各学科、各领域、各部门的专家、学者、教授和研究人员的积极参加下进行的，并得到国家各有关部门、全国科学文化研究机关、学术团体、大专院校，以及出版单位的大力支持。这是全书编辑工作能够在困难条件下进行的有力保证。在此谨向大家表示诚挚的感谢，并衷心希望广大读者提出批评意见，使本书在出第二版的时候能有所改进。

《中国大百科全书》编辑部

1980年9月6日

凡 例

一、编 排

1. 本书按学科分类分卷出版。一学科辑成一卷或数卷,一学科字数不足一卷的,同其他学科合为一卷。

2. 本书条目按条目标题的汉语拼音字母顺序排列。第一字同音时,按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列;同音、同调时,按笔画的多少和笔顺排列。第一字的音、调、笔画和笔顺均相同时,依次按后面汉字的音、调、笔画和笔顺排列。

3. 各学科在条目分类目录之前一般都有一篇介绍本学科内容的概观性文章。

4. 各学科均列有本学科全部条目的分类目录,以便读者了解本学科的全貌。分类目录还反映出条目的层次关系,例如:

航空器.....	208
气球.....	402
飞机.....	100
军用飞机.....	331
歼击机.....	314
轰炸机.....	263
侦察机.....	571

5. 学科与学科之间相互交叉的条目,例如“铝合金”、“通信卫星”也分别在矿冶卷和电子学与计算机卷中设有条目,其释文内容分别按各该学科的要求有所侧重。

二、条目标题

6. 条目标题多数是一个词,例如“火箭”、“飞行”;一部分是词组,例如“人造地球卫星”、“航空发动机”。

7. 条目标题上方加注汉语拼音,多数条目标题附有外文名,例如 ^{daodan} 导弹(guided missile)。纯属中国内容的条目标题,如“竹蜻蜓”、“火龙出水”,一般不附外文。

三、释 文

8. 本书条目的释文力求使用规范化的现代汉语。条目释文开始一般不重复条目标题。

9. 较长条目的释文,设置层次标题。层次标题较多的条目,在释文前列有本条层次标题的目录。

10. 一个条目的内容涉及其他条目并需由其他条目的释文补充的,采用“参见”的方式。所参见的条目标题在本条释文中出现的,用楷体字排印,例如“应用卫星按用途可分为通信卫星、气象卫星,侦察卫星、导航卫星……等”;所参见的条目标题未在本条释文中出现的,另用括号

加“见”字标出,例如“从地球表面发射飞出太阳系的航天器所需的速度称为第三宇宙速度(见宇宙速度)”。

11. 条目释文中出现的外国人名、地名和组织机构名,一般不附原文。重要的外国人名在“内容分析索引”中注出原文。

四、插 图

12. 本书在条目释文中配有必要的插图。

13. 彩色图汇编成插页,并在有关条目释文中注明“参见彩图插页第××页”;在大多数彩图插页上则注明所参见的条目,如“参见中国航天”。

五、参考书目

14. 在重要的条目释文后附有参考书目,供读者选读。

六、索 引

15. 本书各学科均附有本学科条目的汉字笔画索引、外文索引和内容分析索引。各种索引前有简要说明。

七、其 他

16. 本书所用科学技术名词以各学科有关部门审定的为准,未经审定和尚未统一的,从习惯。地名以中国地名委员会审定的为准。

17. 本书字体除必须用繁体字之处以外,一律用国务院正式公布的《汉字简化方案》中的简化字。

18. 本书所有数字,一般用阿拉伯数字。

19. 本书使用一九八四年国务院正式发布的《中华人民共和国法定计量单位》并在括弧内附以原习惯采用的工程单位。书中的重量为质量的习惯称呼,千克用其同义语公斤、千米用其俗称公里表示。例如,推力为 58.84 千牛(6 吨力)、压力为 10 兆帕(约 100 公斤力/厘米²)、速度为 2 500 公里/时。

航 空 航 天

沈 元 任新民 季文美 孙家栋

航空与航天是 20 世纪人类认识和改造自然进程中最活跃、最有影响的科学技术领域，也是人类文明高度发展的重要标志。

航空指飞行器在地球大气层内的航行活动，航天指飞行器在大气层外宇宙空间的航行活动。人类在征服大自然的漫长岁月中，早就产生了翱翔天空、遨游宇宙的愿望。在生产力和科学技术水平都很低下的时代，这种愿望只能停留在幻想的阶段。虽然人类很早就做过种种飞行的探索和尝试，但实现这一愿望还是从 18 世纪的热空气气球升空开始的。自从 20 世纪初第一架带动力的、可操纵的飞机完成了短暂的飞行之后，人类在大气层中飞行的古老梦想才真正成为现实。经过许多杰出人物的艰苦努力，航空科学技术得到迅速发展，飞机性能不断提高。人类逐渐取得了在大气层内活动的自由，也增强了飞出大气层的信心。到了 50 年代中期，在火箭、电子、自动控制等科学技术有了显著进展的基础上，第一颗人造地球卫星发射成功，开创了人类航天新纪元，广阔无垠的宇宙空间开始成为人类活动的疆域。

航空航天事业的发展是 20 世纪科学技术飞跃进步，社会生产突飞猛进的结果。航空航天的成果集中了科学技术的众多新成就。迄今为止的航空航天活动，虽然还只是人类离开地球这个摇篮的最初几步，但它的作用已远远超出科学技术领域，对政治、经济、军事以至人类社会生活都产生了广泛而深远的影响。

人类活动范围的飞跃

人类为了扩大社会生产活动，必然要不断开拓新的天地。人类活动范围，经历了从陆地到海洋，从海洋到大气层，从大气层到宇宙空间的逐渐扩展的过程。人类活动范围的每一次飞跃，都大大增强了认识和改造自然的能力，促进了生产力的发展和社会的进步。

人类为了实现腾空飞行的理想，曾经历了一段艰难曲折的道路。中国西汉时期的飞人试验、中世纪欧洲人的跳塔扑翼飞行和其他先驱者的勇敢尝试屡遭失败，使人们认识到简单模仿动物，特别是鸟类飞行的做法并不能使人升空。飞行探索遂转向研究轻于空气的航空器。1783 年，法国蒙哥尔费兄弟的热空气气球和 J.A.C. 查理的氢气气球相继升空成功，实现了人类自古以来的“凌云之志”，标志着人类在征服天空的道路上迈出了第一步。性能优于气球、飞行方向可以操纵的飞艇随之获得发展。轻于空气的航空器存在升力小、阻力大、飞行速度慢等缺点，不能实现便捷的飞行，人们转而探索重于空气的航空器。18 世纪产业革命后对汽车用内燃机和船用螺旋桨的研究，为重于空气的航空器提供了动力基础。在 G. 凯利、O. 李林达尔等航空先驱对滑翔机和空气动力作用的初步研究之后，美国莱特兄弟制造成功世界公认的第一架飞机，并在 1903 年 12 月 17 日实现了人类首次持续的、有动力的、可操纵的飞行，开创了现代航空的新纪元。

20 世纪上半叶相继发生了两次世界大战，航空的发展首先对战争产生了重大影响。从 1909 年起，一些国家政府就注意到飞机的军事用途，相继成立了航空科学研究机构。在第一

次世界大战中,飞机开始得到大规模使用,出现了执行不同军事任务的机种。在20~30年代,飞机完成了从双翼机到张臂式单翼机、从木布结构到全金属结构、从敞开式座舱到密闭式座舱、从固定式起落架到收放式起落架的过渡,飞机的升限、速度提高了2~4倍。而发动机功率则提高了5倍,航空工业逐渐成为独立的产业部门。第二次世界大战引起了航空工业的第二次大发展,参战飞机数量剧增,性能迅速提高,空军发展成为对战争全局有重要影响的一个军种。飞机气动外形的改进、燃气涡轮发动机和机载雷达的应用,改变了飞机的面貌。战后喷气技术迅速发展,军用飞机广泛采用喷气发动机。随着超音速空气动力学、结构力学和材料科学的进展,飞机突破了“音障”和“热障”,飞行速度达到2~3倍音速,进入了超音速飞行时代。变后掠机翼和垂直起落技术的成功为变后掠翼飞机和垂直起落飞机的发展创造了条件。直升机也得到发展和广泛应用。在两次世界大战间隙中发展起来的民用航空运输也有了很大增长,从50年代起,喷气式旅客机逐渐取代了螺旋桨旅客机。随着低耗油率的高涵道比涡轮风扇发动机的产生,70年代初出现了大型宽体高亚音速喷气式旅客机和货机,飞机载重量大大增加。飞机成了国民经济和人民生活不可缺少的交通工具。人类从模仿鸟类飞行开始,已发展到能比任何鸟类飞得更高、更快、更远。

航天不同于航空,飞行器在极高真空的宇宙空间以类似于自然天体的运动规律飞行。实现航天首先要寻找不依赖空气、有巨大推力的运载工具。这种工具就是火箭。中国是火箭的发源地,公元12世纪就在战争中使用火箭。20世纪初,以K. Θ. 齐奥尔科夫斯基、R. H. 戈达德和H. 奥伯特为代表的航天理论先驱者阐明了利用火箭进行航天的基本原理,描绘了现代液体火箭的设想。1926年戈达德首先研制成功世界上第一枚液体火箭。在一些国家陆续成立了火箭学会,开展理论研究和小型液体火箭的研制工作。在第二次世界大战期间,纳粹德国集中力量研制大型液体火箭,并于1942年10月成功地进行了A-4火箭(即以后的V-2火箭)的发射试验,为战后发展大型导弹和航天运载工具奠定了基础。1957年8月和12月,苏联和美国分别发射成功洲际导弹。1957年10月4日,世界第一颗人造地球卫星由苏联发射成功,它标志着人类活动范围的又一次飞跃。1961年4月12日,苏联Ю. А. 加加林乘“东方”1号飞船进入太空,人类实现了遨游太空的理想。1969年7月20~21日,美国N. A. 阿姆斯特朗和E. E. 奥尔德林乘“阿波罗”11号飞船登月成功,创造了人类涉足地球以外另一个天体的纪录。从60年代以来,为科学研究、国民经济和军事服务的各种科学卫星与应用卫星获得很大发展,并取得显著的效益。70年代后各种卫星向着多用途、高可靠、长寿命、低成本的方向发展。载人航天活动为认识宇宙、开发和利用太空提供了条件,并为在太空建立永久性的航天站奠定了基础。80年代可以重复使用的航天飞机的出现,为人类提供了理想的航天运载工具,使航天活动进入一个新的阶段。空间探测获得了丰硕的成果,先后有12人登上了月球。无人的空间探测器已在金星和火星着陆,还探测了太阳系大多数行星,有的还将飞出太阳系。在不到30年的时间内,航天技术取得了划时代的成就,成为世界新技术革命的一个重要组成部分。

现代科学技术的结晶

航空技术和航天技术都是高度综合的现代科学技术,它们以基础科学和技术科学为基础,集中应用了20世纪许多工程技术新成就。力学、热力学、材料学、医学、电子技术、自动控制、喷气推进、计算机、真空技术、低温技术、半导体技术、制造工艺学等都对航空航天的进步发挥了重要作用。这些科学技术在航空航天中的应用中互相交叉和渗透,产生了一些新学科,使航空

和航天科学技术形成了完整的体系。航空航天不断提出的新要求，又促进了这些科学技术的进步。

莱特兄弟对航空的一个重大贡献是在飞机设计中应用了空气动力学原理。后来航空技术的每一项成就，多与空气动力学的进展有关。空气动力学的机翼理论和边界层理论为早期飞机性能的改进指出了方向。所有通过大气层的飞行器都要利用风洞实验来确定它们的空气动力外形和空气动力特性。亚音速、跨音速和超音速空气动力学的发展，取得了后掠翼和面积律的一系列成果，在飞机采用涡轮喷气发动机后突破了“音障”，实现了超音速飞行。在耐热和防热材料发展的基础上，高超音速空气动力学和气动热力学为飞机突破“热障”和再入大气层的飞行器的防热设计指出了方向。气动热力学和发动机气动力学也是航空发动机和火箭发动机的重要理论基础之一。飞行器结构力学和强度理论，对飞行器的性能和经济性都有重大影响。分析空气动力和飞行器相互作用的气动弹性力学，成功地解决了曾引起飞机多次事故的颤振问题。大气层飞行动力学已经成为研究在空气动力等外力作用下飞行器运动规律的科学，成为各类飞行器设计的理论基础之一。而天体力学则为研究航天器的运动奠定了理论基础。

推进系统是飞机和火箭的心脏，是决定它们性能的重要因素。活塞式航空发动机的发展提高了早期飞机的飞行速度；在叶轮机械的效率大幅度提高的基础上出现的涡轮喷气发动机，使飞机的飞行速度得以超过音速；高性能的涡轮风扇发动机降低了耗油率和发动机噪声，使得巨型旅客机有可能投入航线飞行。与飞机相比，火箭发动机对航天器运载火箭的性能影响更大。液体火箭发动机性能的提高，对成功地发射第一颗人造地球卫星起了重要的作用。只有在研制成功大推力的助推发动机和高性能的液氧液氢发动机之后，才有可能成功地进行载人登月飞行。高性能的固体火箭发动机促进了战略导弹和战术导弹的发展。航天飞机助推用的固体火箭发动机，单台推力已超过 10 兆牛（约 1 千吨力）。随着能源的不断开发，利用核能、太阳能的各种发动机将在航空航天活动中得到更广泛的应用。

真空技术和低温技术的发展，对低温推进剂在火箭上的应用、研制高性能火箭发动机以及航天器的热设计都有着关键性的作用。

医学对航空航天的发展有着十分重要的作用。研究人对航空航天特殊环境的适应性和医学保障的航空航天医学，是航空航天生命保障技术的医学基础，它的发展保证了人在航空航天活动中的安全和高效率的工作。

电子技术、自动控制、计算机与航空航天密切相关。这些技术应用于飞行器的通信、导航、制导、控制、侦察、预警、遥感等方面，大大提高了飞行器的性能。在飞机上应用先进的微电子技术、自动控制和计算机技术，使飞机实现了主动控制和机载电子系统小型化、综合化、数字化，提高了飞机的机动飞行、目标捕获、识别和跟踪、自动火力控制以及全天候飞行等能力。在火箭上采用高精度惯性器件、先进的计算机和制导方法，使火箭的制导精度有了很大的提高。航天器采用多变量控制、最优控制等先进控制技术和计算机，使航天器能够完成复杂的姿态控制、轨道控制等任务。计算机辅助设计和制造使飞行器设计和制造发生了重大变化。对航天器实施跟踪、测量和控制的航天测控系统复杂而庞大，且多是具有信息反馈的实时控制系统，需要应用先进的电子技术、自动控制、计算机以及系统工程的原理进行设计。计算机是航空工程和航天工程中最重要技术工具。从民用航空的订座系统到多功能、大信息量和高度自动化的航天测控系统，无不依赖计算机。航空航天要求采用高速度、大容量的大型计算机。它要求电子设备、计算机的体积小、重量轻、可靠性高和寿命长，又促使电子元器件和计算机向小型化和

微型化的方向发展。航空航天的需要是推动电子技术、自动控制和计算机技术飞速发展的主要动力之一。

20 世纪以来,航空工程和航天工程的规模日益扩大,工程技术的复杂程度越来越高。一架大型飞机由数十万个零部件组成,涉及许多企业的各种工序,只要存在一处隐患,就可能危及数百名乘客的生命安全,为了保证可靠性和提高经济效益,需要做大量的协调和管理工作。60 年代参加美国“阿波罗”载人登月工程的有上百个科研机构,二万多家企业。制造的元器件多达几百万个。研制这样复杂的工程系统所面临的难题是:怎样把比较笼统的初始要求(例如使航天员安全登上月球并返回地面)逐步变为成千上万个工程任务的参加者的具体工作;怎样把这些工作最终组合成一个技术上合理、经济上合算、研制周期短、协调运转方便的实际工程系统。这样复杂的工程系统涉及大规模复杂社会劳动的组织协调和管理,需要有一套严密而科学的组织管理方法,即系统工程的方法。航空航天为系统工程的发展和应用提供了实践机会,它也是应用系统工程的最早和最大的收益者。航空航天开拓的系统工程思想对人类社会的生产活动也产生了重要影响。

对社会进步的重大贡献

航空航天的发展虽然与军事应用密切相关,但更为重要的是人类在这个领域所取得的巨大进展,对国民经济的众多部门和社会生活的许多方面都产生了重大影响,改变了世界的面貌。

航空的发展大大改变了交通运输的结构,飞机为人们提供了一种快速、方便、经济、安全、舒适的运输手段,国际航班已经代替了远洋客轮,成为人们洲际往来的主要工具,密切了世界各国的交往。国内航班在一些国家更多地代替了铁路客运,加快了边远地区的开发。大型喷气式客机和通信卫星被认为是信息社会的两个重要支柱。在工业方面,飞机还广泛用于空中摄影、大地测绘、地质勘探和资源调查;在农业方面,飞机用于播种施肥、除草灭虫、森林防火以及环境保护。这一切对传统生产方式的变革产生了深远的影响。

航天技术与其他科学技术相结合开创了许多新的技术途径,它们直接服务于国民经济的众多部门,产生了巨大的经济和社会效益。卫星通信具有通信距离远、容量大、质量好、可靠性高、灵活机动等优点,已成为现代通信的重要手段。80 年代初期,国际卫星通信网已承担三分之二的洲际电信业务和几乎全部洲际电视传输业务。卫星广播可以对广大地区的公众直接进行电视广播,使电视广播技术发生根本性的变革。卫星通信能够把分散的电子计算机设备联成全国或国际的信息网络,大大发挥计算机系统的效用。卫星通信和卫星广播对幅员辽阔、经济比较落后的国家是最经济、最有效的通信和广播手段。卫星导航引起了导航技术的重大变化,实现了全天候、全球、高精度导航定位,应用于舰船导航、海洋调查、海上石油钻探、大地测绘、搜索营救等方面。气象卫星提供的云图和其他气象观测资料对于提高气象预报的精度,特别是对台风等灾害性天气预报有很重要的作用,给国民经济许多部门带来很大好处。地球资源卫星是普查地球资源的最迅速、最有效、最经济的工具,可应用于调查地下矿藏、海洋资源、水利资源,协助管理农、林、牧、渔业,监视自然灾害和环境污染等方面。一颗地球资源卫星每年获得的收益约为卫星研制和发射费用的十几倍。

航空技术和航天技术不仅给国民经济各部门带来直接经济效益,而且通过新技术、新产品、新材料、新工艺以及新的管理方法向国民经济各部门推广和转移,带来了十分可观的间接

经济效益。

航空航天为科学研究的发展作出了重要贡献。在很长时间内,人类对自然界的认识全部来自在地球表面进行的生产活动和科学研究。航空技术为人类提供了从空中观察自然界的条件。气球是最早进行对地观测、大气探测的空中运载工具。飞机可以在上万米的高空对地球进行大面积观测。航天揭开了从太空观测、研究地球和整个宇宙的新时代。人造地球卫星刚一上天就发现了地球辐射带。接着,各种科学卫星和空间探测器发现了地球磁层、地冕、太阳风,基本上了解了它们的结构及其相互影响,测量了太阳系大多数行星的大气参数、表面结构和化学成分;在宇宙中发现了大量的X射线、 γ 射线和红外天体,发现了极高能量的粒子以及可能是“黑洞”的天体。载人航天实现了人在太空的天文观测,并且送人登上了月球,进行实地考察。通过航天活动获得的有关地球空间、行星际空间、太阳系和遥远宇宙天体的极其丰富的信息,大大更新了人类对于地球空间、太阳系和整个宇宙的认识,推动了天文学、空间物理学、高能物理学、生物学的发展,形成了一些新的学科分支。装有各种遥感器的航天器已经成为观测和监视地球物理环境的有效工具。卫星气象观测、卫星海洋观测、卫星资源勘测等新技术推动了气象学、海洋学、水文学、地质学、地理学、测绘学的发展,产生了卫星气象学、卫星海洋学、卫星测绘学等一系列新的学科分支。载人航天器为人类创造了一个具有众多特殊环境条件(极高真空、微重力、超低温、强太阳辐射)的天然实验室,可借以开展物理、化学、生物、医学、新材料、新工艺等综合研究工作。例如,在微重力条件下,可以研制和生产高纯度大单晶、超纯度金属和超导合金以及特种生物药品等。

航空技术和航天技术用于军事使军事装备和军事技术发生了根本的变化。飞机用于战争,使战争开始从平面向立体转化。飞机在战争中可以执行拦截、侦察、轰炸、攻击、运输和救护等任务,用飞机和直升机执行空投和空降已成为机动作战的主要途径。各种电子干扰飞机实行电子干扰和反干扰,是现代进攻和防御作战中不可缺少的手段。各种喷气式军用飞机、火箭和导弹成为保障国家安全的重要武器。战略轰炸机、洲际导弹和核潜艇等战略武器构成核威慑力量。卫星侦察具有侦察面积大、速度快、可定期或连续监视一个地区,不受国界和地理条件限制等优点,已成为现代作战指挥系统和战略武器系统的重要组成部分。军用通信卫星、军用导航卫星、军用测地卫星、军用气象卫星等都有重要军事意义。由侦察卫星、军用通信卫星、军用导航卫星以及空中预警和指挥飞机构成的侦察、通信、导航、预警和指挥系统,是国家现代防务系统的“神经中枢”。

20世纪以来,航空航天工业是发展最快的新兴工业。全世界从事航空航天工业的科技人员和工人,总数达几千万。在一些发达国家中,航空航天工业已经成为国民经济中重要的产业部门。航空航天工业是典型的知识和技术密集型的工业。航空航天工业的发达程度,已经成为衡量一个国家科学技术、国防建设和国民经济现代化水平的重要标志之一。

中国的航空航天事业

中国是世界文明古国。中国古籍中记载了许多与飞行有关的神话、传说和绘画。“嫦娥奔月”是人类最古老的登月幻想。鲁班制作木鸟、西汉时期的滑翔尝试和列子御风的想象,说明古代中国人民已想到利用空气浮力和空气动力升空飞行。现在仍在使用的帆、舵、风车等是古人在长期生产活动中利用风力和水力制造的生产工具。中国的风筝和火箭是世界公认的最古老的飞行器,走马灯的原理和现代燃气涡轮的工作原理基本相同,竹蜻蜓则是螺旋桨和直升机

的雏形。这些发明和创造显示了古代中国人民出众的智慧和才能。灿烂的中国古代文化和其他国家的古代文明,共同孕育了现代航空航天技术的萌芽。

在近代,中国人民也为航空航天的发展作出了自己的贡献。世界上第一架飞机诞生之后,中国许多仁人志士为振兴中华而热心发展航空事业。从1887年华蘅芳制造中国第一个氢气气球到1949年这一段时间里,尽管条件极端困难,中国的航空事业还是获得了一定的进展。一些杰出的中国科学家在空气动力、火箭技术、燃烧理论等方面所作的卓有成效的研究,推动了有关学科领域的发展,为中国争得了荣誉。

中国航空事业的蓬勃发展是从中华人民共和国成立之后开始的。1951年成立了航空工业管理局,随后组建了飞机、发动机和材料工艺等研究机构。1954年制造出第一架教练机(初教5),1956年试制成功第一架喷气式歼击机(歼5),1958年小型多用途运输机(运5)投入使用,同年又自行设计了初级教练机(初教6),1959年第一架超音速喷气式歼击机(歼6)飞上了蓝天,实现了从修理到制造、从生产螺旋桨飞机到喷气式飞机、从仿制到自行研制的转变。1960年建立的中国航空研究院,从事飞机、发动机、仪表、电器、附件、电子设备和航空武器的设计研究;开展了空气动力、结构强度、燃气涡轮、风洞技术、生命保障、材料工艺、导航和控制以及飞行试验等方面的应用研究。中国航空工业形成了科学研究、生产和教育相结合的工业体系,培养了近20万各种专业人才。60年代后,全天候高空高速歼击机和低空性能优越的强击机已装备部队,新型飞机日益增多。中国已能生产各种型号的歼击机、轰炸机、强击机、直升机、运输机、侦察机以及战术导弹,为空军、海军提供了军事技术装备,满足了民航事业的部分需要,并向世界上一些国家出口。

中国民用航空随着国民经济的发展和对外交往的扩大,形成了以北京为中心的航空运输网,开辟了200多条国内、国际航线,对发展国民经济和方便人民生活发挥了重要作用。专业航空为农业、林业、牧业、渔业、探矿、救灾、海上油田和环境保护等提供了广泛的服务。中国人民解放军空军和海军航空兵部队拥有训练有素的飞行人员和先进的技术装备,承担着保卫祖国领空安全和支援国家建设的光荣任务。

中国航天事业是在50年代中期开始的,1956年,中国制定了12年科学发展远景规划,把火箭和喷气技术列为重点发展项目。同年建立了第一个导弹、火箭研究机构,1958年把发射人造地球卫星列入国家科学规划,组建机构开展空间物理学研究和探空火箭研制工作,并开展星际航行的学术活动和实验设备的筹建工作。中国航天事业在创业之初经历了经济上、技术上的种种困难,经过艰苦奋斗,终于在1960年2月发射成功第一枚探空试验火箭,同年11月又发射成功第一枚自制的运载火箭,1964年6月发射成功自行研制的第一枚运载火箭,在60年代后期又研制成功中程和中远程运载火箭,为中国航天事业的发展奠定了基础。中国于60年代中期制定了研制和发射人造地球卫星的空间计划。1968年组建了中国空间技术研究院。1970年4月24日,中国第一颗人造地球卫星“东方红”1号发射成功,使中国成为继苏、美、法、日之后世界上第五个用自制运载火箭成功地发射卫星的国家。1971年3月3日发射成功的第二颗人造地球卫星向地面发回了各项科学实验数据,正常工作了8年。1975年11月26日首次发射成功返回型人造地球卫星,中国成了继美、苏之后世界上第三个掌握卫星返回技术的国家。1980年5月,向南太平洋发射大型运载火箭取得成功,1981年9月20日首次用一枚大型运载火箭把三颗空间物理探测卫星送入地球轨道,1982年10月从水下潜艇发射运载火箭成功。1984年4月8日,发射了一颗对地静止轨道试验通信卫星“东方红”2号,