

探索宇宙的航天技术

刘绍球
郭金基 编著

高新科技知识

普及丛书



中国科普研究所组织编撰

北京工业大学出版社

· 高新科技知识普及丛书 ·

中国科普研究所组织编撰

主编 郭正谊 周汝忠 陈浩元 王 洪

探索宇宙的航天技术

刘绍球 郭金基 编著

北京工业大学出版社

内 容 简 介

本书以大量生动的实例介绍了高科技在航天领域中的发展与应用。主要介绍了：现代火箭发射技术、航天飞机对神秘太空的探索、茫茫宇宙中千姿百态的卫星和它们对人类的巨大贡献、有趣的航天站生活、人类的登月活动，以及人类对太空其它星球的探索，集科学性、知识性、趣味性于一体，是人们了解航天技术的很好教材。

本书可供具有初中以上文化程度的干部、科技人员、教师、学生、工人和社会青年阅读。

探索宇宙的航天技术

刘绍球 郭金基 编著

北京工业大学出版社出版发行

各地新华书店经销

北京燕山印刷厂印刷

*

1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷

787×1092毫米32开本 4.5印张 100千字

印数：1~5000册

ISBN7-5639-0227-9/V·1 定价：2.80元

(京)新登字212号

序 言

唯物史观归结人类社会的进步，来源于社会生产技术的不断发展。当生产方式出现某种重大革新时，随之而来的是社会生产力的飞跃。这种不可逆转的趋势导致社会生产关系以至社会生活方式的巨大变革。人们把这种阶段性的发展誉为技术革命。历史上曾出现多次技术革命。每一次这样的革命，都把人类社会推向一个新的历史时期。铁器的出现和广泛使用，导致了奴隶社会的解体 and 封建社会的产生。蒸汽机的发明和应用出现了机器代替人力的变革，开创了工业化的机器时代，并最终摧毁了封建的生产方式，萌发了资本主义社会。电力的发明和应用，大大增强了生产结构的组合形式，朝着高生产率的方向发展，其资金积累和生产规模的扩大，使资本主义国家的经济再度高涨，形成帝国主义大国。从本世纪40年代开始，电子技术的广泛应用及电子计算机的出现，开始了扩展人脑功能的新时代，加之70年代崭露头角的生物工程，大大增强了人类控制整个生物环境为人类所用的新时期。可以说，这是一次新的更为重大的技术革命，正在把人类置身于知识与物质，能源与环境，人与机器相互为用的综合统一体中。它不但促使许多国家的经济出现腾飞，而且渗透到社会各个领域，对政治、军事、文化、教育、管理方法和生活方式，以至于思想方法都产生了巨大影响，使人类跨进了信息和智能化的新时代。

整个历史的发展表明，人类社会的进步和物质财富的丰富，越来越多地依靠科学技术的发展。时至今日，在生产技术上，经验性的工艺越来越多地被具有科学实验为依据的技

术所代替。新技术的采用出于科学实验和发现、发明是不言而喻的，以至在作为上层建筑的管理方法上，也必须有现代科学工具的辅助做出运筹和决策。邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的英明的马克思主义论点，可以说是具有时代性的。说明在当今新的技术革命方兴未艾的时候，科学技术在现代生产发展中是主导的推动力量。

在这世纪之交行将到来的时候，科学技术的发展，特别是高新技术的发展及其产业化，已成为一个国家，一个社会能否立足于世界民族之林的战略问题。它的作用和地位，不仅仅是形成新兴工业，同样重要的是用于改造传统工业，使之现代化。可以说，谁掌握运用了更多的高新技术，谁就能振兴经济，民富国强。

现代高新技术的运用，不能单纯看做是专家的事。它是一种社会化事业，需要得到全社会的理解和支持，才能顺利而有效地进行。本书的目的，就是使广大社会，特别是非专家从业者，能够获得一定的高新技术科普知识，创造有利的社会环境，从而为高新技术的社会化做出一定的贡献。

再者，高新技术是有时间性的，高新技术经过广泛运用不断转化为常规工业技术（例如彩色电视机，在初始时是高新技术，而现在的一般家用产品则已是常规工业了），随之又有新的高新技术不断崛起。因此，做为高新技术的科普读物，也必须不断充实更新，这也是对本丛书出版的一个希望。

王大中

1993年2月28日

目 录

飞向神秘的太空

炮弹能飞出地球吗？	(1)
飞向太空的“天梯”	(3)
多级火箭争奇斗艳	(6)
中国第一条“火龙”的故事	(9)
“长征”与“风暴”火箭	(11)
一箭多星发射技术	(15)
东方明珠——西昌航天城	(17)
第一架航天飞机	(18)
人体卫星	(21)
航天飞机发射和回收卫星	(23)
华裔科学家的太空研究	(27)
独具一格的航天飞机	(29)
“暴风雪”号处女航	(31)
未来的交通工具——空天飞机	(33)

茫茫宇宙之“星”

第一颗人造卫星诞生记	(36)
千姿百态的卫星	(38)

太空“星星”有几何？	(42)
巡逻在太空的气象卫星	(44)
在太阳同步轨道上运行的卫星	(48)
太空“哨兵”	(49)
说说照像侦察卫星	(52)
窃听能手——电子侦察卫星	(56)
“驿站”与克拉克设想	(58)
三万六千公里的明灯	(62)
“孔明灯”升天记	(64)
C ³ I与通信卫星	(67)
卫星直播电视	(70)
大洋上空的“灯塔”	(72)
太空中的生物	(76)
窥测宇宙的“眼睛”——天文卫星	(78)
揭开应昌城堡之谜	(80)
太空电站	(83)
漫话卫星返回	(86)
中国的卫星飞向太空	(89)
卫星应用 前景迷人	(91)

“月里嫦娥”

开拓天疆的前哨阵地——航天站	(94)
一个试验性的航天站	(96)
从“礼炮”号到“和平”号	(98)
航天员在舱外活动之谜	(101)
漫话航天站的生活设施	(103)
飞船对接	(105)

在太空生活的片断·····	(107)
“嫦娥”奔月记·····	(108)
登月遇险记·····	(112)
让“广寒宫”造福于人类·····	(113)

太空探索

太空的“眼睛”——哈勃·····	(117)
探索火星之谜·····	(119)
再探木星·····	(121)
探望金星·····	(123)
金星探测器·····	(125)
“旅行者”太空之行·····	(127)
“旅行者”2号“采访”记·····	(128)
哈雷访地球·····	(130)
太空帆船——太阳帆·····	(131)
UFO 之谜·····	(134)

飞向神秘的太空

炮弹能飞出地球吗？

著名科幻小说家凡尔纳，写过一本《从地球到月球》的科幻小说。小说描写美国巴尔的摩城大炮俱乐部主席提议向月球发射一颗炮弹。法国三位冒险家得到这个消息后，决定乘坐在空心炮弹里，到月球去探险。后来他们虽然没有到达月球，但是却实现了沿着月球轨道旅行的梦想。

这篇小说表达了人类渴望飞出地球、登上月球的良好愿望。但是，利用小说中所描述的大炮，是绝对不可能把炮弹射出地球，更不能射到月亮周围。人类今天已经实现了飞出地球、登上月球的理想，而运载工具不是炮弹，是多级火箭。

为什么炮弹飞不出地球，也不能绕地球运行呢？关键的一点，是速度不够。

著名的物理学家牛顿早就研究过在地球上抛出一件物体的运动问题。他在《自然哲学的数学原理》一书中，提出过这样的设想：抛出去的石块，由于重力的作用，不会走直线，而是沿着一条曲线落到地面。抛出的速度越大，曲线会越平，也就是会飞行越远。因为地球是一个球体，所以当速度大到一定程度的时候，石块运行的轨迹就可能成为一条绕

地球表面的弧线，这时，石块将永远不会落到地球上，而永远绕着地球旋转。如今，这“石块”就成了绕地球运行的人造卫星。

有人曾经按牛顿的理论，设想了一种大炮。经过计算，炮弹的圆周运动速度高到每秒7.9公里，炮弹就会成为人造地球卫星。这个速度是人类进入宇宙的第一步，所以叫第一宇宙速度。

然而，普通火炮炮弹的速度只有每秒几十米，距离第一宇宙速度的差距大着哩！所以，炮弹是不会变成人造卫星的。

人们只能利用火箭，但是靠单级火箭，还是难以实现航天的目的。就单级火箭而言，它使用化学推进剂作为火箭的动力，即使采用最好的推进剂，最轻的结构材料，在最理想的情况下，最大的速度只能达到每秒7公里，还是达不到第一宇宙速度。何况，为了脱离地球，实现太阳系内的旅行，还需要更高的速度，如至少要达到每秒11.2公里（即第二宇宙速度）；为了脱离太阳系，到外星系去旅行，速度要高到每秒16.6公里（即第三宇宙速度）。所以用火箭实现宇宙航行还要采取别的措施，不能靠单级火箭。齐奥尔科夫斯基在他的论文《利用喷气装置探测宇宙》中，提出一个著名的公式，使这一难题迎刃而解了。

这个公式指出，提高火箭最大速度的关键是喷出燃气的速度，它与消耗多少推进剂有关。也就是说，火箭起飞时的总质量以及推进剂烧完后火箭的质量越小越好。这就启发了人们，要是把两个火箭串联起来，待一个火箭推进剂用完以后，连这枚火箭壳体一起扔掉，火箭的质量不是可以大大减小了吗？不也就是可以争取到更大的速度了吗！这就是多

级火箭的思想。

多级火箭类似于接力赛跑，一级燃烧完毕，点燃二级；二级燃烧完毕，再点燃三级；……，用这种方法，就可以把卫星（或其他航天器）送上太空，或绕地球运行，或飞向其他星球。

把卫星送上太空的另一种手段是航天飞机。从1981年航天飞机升空以来，已有50多颗卫星由航天飞机送上太空，其中大部分是地球静止轨道卫星。

飞向太空的“天梯”

晴朗的夜晚，当我们仰望满天星斗的夜空时，往往能看到一些移动得比较快的星星，它们就是人造地球卫星。卫星靠什么上天的呢？是运载火箭。目前世界各国的运载火箭种类繁多，它是现代科学技术之光。

火箭是我国最早发明的。早在宋代，我们的祖先就制造了世界上第一枚火箭——原始固体火箭。随后，把火箭当作武器，用于攻打敌营。公元1232年宋军抵抗元军的开封府之战，是历史上用火箭作战的最早记录。1377年我国出现原始并联式火箭——“神火飞鸦”。1621年兵书中记载了串联式多级火箭——“火龙出水”。1500年我国的一位勇士万户作了首次航天尝试，他把当时最大的47枚火箭捆绑在椅子下边，企图“登天”，可惜试飞失败了。1883年俄国齐奥尔科夫斯基首先提出用液体作推进剂的多级火箭方案。从此，人类冲破了原始固体火箭的束缚，从采用固体推进剂转向液体推进剂这一历史性变革，促使了现代火箭的诞生。

1942年，现代火箭V-2试验成功。这枚火箭长14米，重13

吨，射程320公里，它是现代大型运载火箭的鼻祖。在第二次世界大战期间，德国制造了3 000枚 V-2火箭。1944年9月，德国向英国伦敦就发射了一千余发，引起了英国的惊慌，这是作战史上使用火箭最多的记录。

美国、苏联在德国 V-2火箭的基础上发展了自己的运载火箭。1957年10月4日，苏联用捆绑式火箭发射了第一颗人造地球卫星。1961年4月，苏联“东方”号运载火箭把第一名航天员加加林送上天，终于实现了人类遨游太空的宿愿，这一创举，开辟了人类航天史的新纪元。

运载火箭是现代科技之花，它通常由几个单级火箭组成。连接形式一是串联式，二是并联式，三是串并联组合式。串联式运载火箭各级头尾相接；并联式各个火箭捆绑在一起；串并联组合式大多数下面级并联，上面级串联。整个运载火箭分为箭体结构、动力装置和控制系统三大部分。

箭体结构有仪器舱、液体推进剂箱、尾段或尾翼。液体推进剂箱占了整个运载火箭的绝大部分。它既是盛推进剂的容器，又起运载火箭壳体的作用，承受飞行期间的载荷。为减轻箭体结构重量，设计师们采用各种新技术，由电子计算机进行箭体结构设计，用计算机选取最佳设计方案，最合理地分配箭体各部分重量和位置。制造箭体各部分时，采用新材料和新工艺，铣掉箱内壁的表面金属，成为网格形箱壁，再焊接成箱体。发射通信卫星的运载火箭的第三级箱体，常装载高能低温推进剂（如液氧和液氢）。对于低温箱体，需采用绝热技术来减少推进剂的蒸发。

动力装置包括火箭发动机和液体推进剂输送系统。常用的化学推进剂有固体和液体之分。固体火箭发动机的比推力（说明火箭性能的特征量）要比液体的低。可是其结构简

单、可靠性高，因此多用作通信卫星的远地点发动机，或作第一级的助推器。液体火箭发动机是运载火箭的主要动力装置，通常总是把高能量的推进剂（如液氢、液氧等）用于上面两级或只用于第三级，以使运载火箭具有更大运载能力，及时把卫星送上地球同步轨道，或将载人飞船送至更高的轨道上。大型运载火箭需大量的推进剂。给火箭加注推进剂，采用计算机进行控制，实现加注自动化。在众多的发动机中，氢氧发动机是世界上只有极少数国家才掌握的先进技术，现在我国也掌握了。它是一种高能液体火箭发动机，是发射同步轨道通信卫星的有力工具，具有比推力特别高等优点，它的研制成功标志着液体火箭技术的一次新的突破。如果运载火箭上面级使用氢氧发动机，那么与使用同样推力的一般液体火箭发动机比较起来，其发射卫星的重量可以提高50%左右。

运载火箭的控制系统包括制导系统、姿态控制系统以及地面测试系统、瞄准发射系统、电源设备等。控制系统像飞机的驾驶员，可以“操纵”运载火箭，以便把卫星、飞船等有效载荷送到预定位置。计算机技术飞快发展，微处理机的广泛应用，为火箭控制系统提供了良好的控制器件，计算机已“进入”了运载火箭体内，成为运载火箭控制系统的重要部件之一，它担负着信息处理、信息转换及传输等重要任务。火箭飞行一旦偏离了预定轨道，计算机便会及时地提供误差信息，对错误的飞行轨道进行修正，以保证运载火箭按正确的轨道准确无误地进入预定的位置。1984年4月8日我国发射的通信卫星，经过几天的长途跋涉，在东经125度的赤道上空定点成功。它汇集了现代化的科学技术，其中包括新工艺、新材料和计算机技术。

多级火箭争奇斗艳

从1942年V-2火箭试射成功至今，弹指一挥间，火箭从单级到多级，从输送小卫星到登月飞船……。特别是近一二十年来，航天活动非常活跃，为发射载人飞船、地球静止通信卫星及航天站，各国相继研制成功各种类型的大型运载火箭。如美国的巨型火箭“土星”5号；苏联*的“上升”号、“东方”号和“质子”号火箭；欧洲的“阿里安”火箭；日本的N火箭和H火箭；我国的“长征”号运载火箭等。一般说来，运载火箭的大小，取决于火箭所携带的有效载荷和飞行轨道。同样的飞行轨道，有效载荷（如卫星、飞船等）愈大则火箭愈大，同时其起飞重量也愈重；如有效载荷不变，那么飞行轨道愈高，则起飞重量愈重（见下表）。

运载火箭的运载能力表

飞行任务	起飞重量(吨)	运载火箭的级数	有效载荷(吨)
轨道高度 500公里	55	2~3	0.25~0.5
轨道高度 500公里	110	2~3	0.9~2
地球同步轨道 35 860公里	120~180	3 加远地点发动机	0.7~1
载人登月	2 800	4	6.5

用于发射登月飞船的巨型火箭“土星”5号，由三级组成，第一级用液氧、煤油作推进剂，第二、三级用液氧、液

* 本书中苏联均指前苏联。

氢作推进剂。起飞重量为2930吨，推力为34 000千牛，直径为10米，长度为110米，运载能力低轨道为137吨，登月轨道为48.8吨。“土星”5号火箭从1961年至1972年底，先后6次把12名“嫦娥”送到“广寒宫”，在“广寒宫”共停留了300多小时，对“广寒宫”进行了科学考察，带回月球物质368公斤。

有“欧洲之光”美称的“阿里安”火箭，初出茅庐，就要与美国航天飞机分庭抗礼，1984年8月一举成功地发射了两枚地球同步通信卫星，使“阿里安”火箭荣耀一时。

阿里安是希腊神话中阿里亚娜的转译。阿里亚娜是古希腊国王的公主，她把魔力和线团交给雅典王子，帮助王子除掉地下迷宫的恶魔，从而解救了雅典人民。欧洲人用阿里安给火箭命名，表明了他们征服宇宙的决心。

“阿里安”由三级火箭组成。第一、二级用氧化二氮和偏二甲肼作推进剂，第三级用液氧和液氢作推进剂。火箭起飞重量210吨，起飞推力2 400千牛，直径3.8米，长度47.4米。“阿里安”火箭于1979年试验成功，1982年开始商业性发射。

“阿里安”火箭是由欧洲空间局的10多个参加国联合研制的，它汇集了欧洲新技术、新材料和新工艺，是欧洲现代科学技术的结晶，“阿里安”火箭有三种改进型，它能发射包括地球同步卫星在内的各种航天器，其中“阿里安”3型具有一次把双星送入地球同步轨道的能力。

苏联除研制成功了发射载人飞船的火箭外，还在研制比美国“土星”5号还大的运载火箭。人们称这种火箭为超级运载火箭。1969年6月苏联试图用推力约50 000千牛的超级运载火箭，把几十吨重的有效载荷送往月球轨道，可惜这枚超

级火箭在发射台上爆炸了。1971年6月与1972年11月，苏联再次进行超级火箭试验，在试验中遇到种种技术难关，迫使苏联暂停试制超级火箭。“礼炮”号航天站及“联盟”号飞船的发射，为研制超级火箭积累了丰富的经验。后来，苏联又开始研制超级火箭，发射了“暴风雪”号航天飞机。

苏联还准备把超级运载火箭作为地球与月球之间的交通工具，此外还计划发射载人登月飞船及载人登外星球的活动。为此，苏联发射了大量的载人飞船，以进行近地太空的开发和利用，然后在月球建立活动基地，最后实现载人火星飞行。苏联还通过“礼炮”航天站来考察长期生活在太空对人体所带来的影响，研究长期失重环境下尚未解决的工农业方面的科学技术问题。1979年，苏联让两名航天员在航天站生活了185个昼夜；1988年，另外两名航天员在“和平”号航天站生活了366天，创造了在太空中连续飞行时间最长的世界记录。

我国从60年代开始研制运载火箭，1970年用自己研制的运载火箭发射了第一颗人造地球卫星。之后，我国又研制了系列运载火箭，用一枚火箭把三颗卫星送上天，将有效载荷送到万里之外的太平洋预定海域。1984年4月又把地球静止通信卫星送上预定位置。至1992年6月底，我国用自己的系列火箭发射了各种类型的卫星共达31颗。

我国将根据国民经济发展的需要，发射各种实用卫星，如通信广播卫星、地球资源卫星、气象卫星、测地卫星、导航卫星等。

从第一颗人造地球卫星上天至今，世界上许多国家先后发射了各种卫星、载人飞船、航天站、航天飞机。航天活动已在经济上、军事上带来明显的效益，也为科学技术的发展

提供了大量资料，它涉及各科学技术领域，上至天文，下至地质；小至细胞，大至河外星云。几十年来的航天活动已证明，航天事业推动了科学技术的发展，促进了国民经济的繁荣。人们并不满足于目前已经取得的成果，在继续发射各种实用卫星，如广播卫星、科学实验卫星、资源探测卫星等；发射各种探测飞船，探索地球及各行星的奥秘，发展航天飞机的运输事业，建造永久性或半永久性的航天站，探索宇宙工厂、宇宙农场的经营和开发。在太空研制各种工业原料和产品，在航天站种植粮食、蔬菜以供航天员享用，让宇宙空间造福于人类。

中国第一条“火龙”的故事

难忘的年代，激动人心的时刻。1970年4月24日，太空传来了悠扬的“东方红”乐曲，人们欢呼跳跃，我国自己研制的卫星发射成功了！

中国本来是火箭的故乡，早在宋代初期，我国就研制了世界上第一枚火箭——原始火箭。可惜，由于封建统治者的腐败，火箭技术得不到应用和发展，而苏联和美国首先把卫星送上天了。怎么办？

从50年代中开始，中国决定研制现代火箭。1956年10月8日，中国第一个研究机构——国防部第五研究院（简称国防部五院），正式宣布成立，火箭专家钱学森任院长。万事开头难。国防部五院成立之初，由于没有一个老机构作基础，完全是平地起家，一切从头搞起，因此，所面临的困难是巨大的。研究火箭（导弹），在我国是创举。面对这崭新又复杂的技术，在既无图纸、资料，又无仪器设备的情况下开展工