

翱翔九天

从人造卫星到月球探测器

张 焯 著

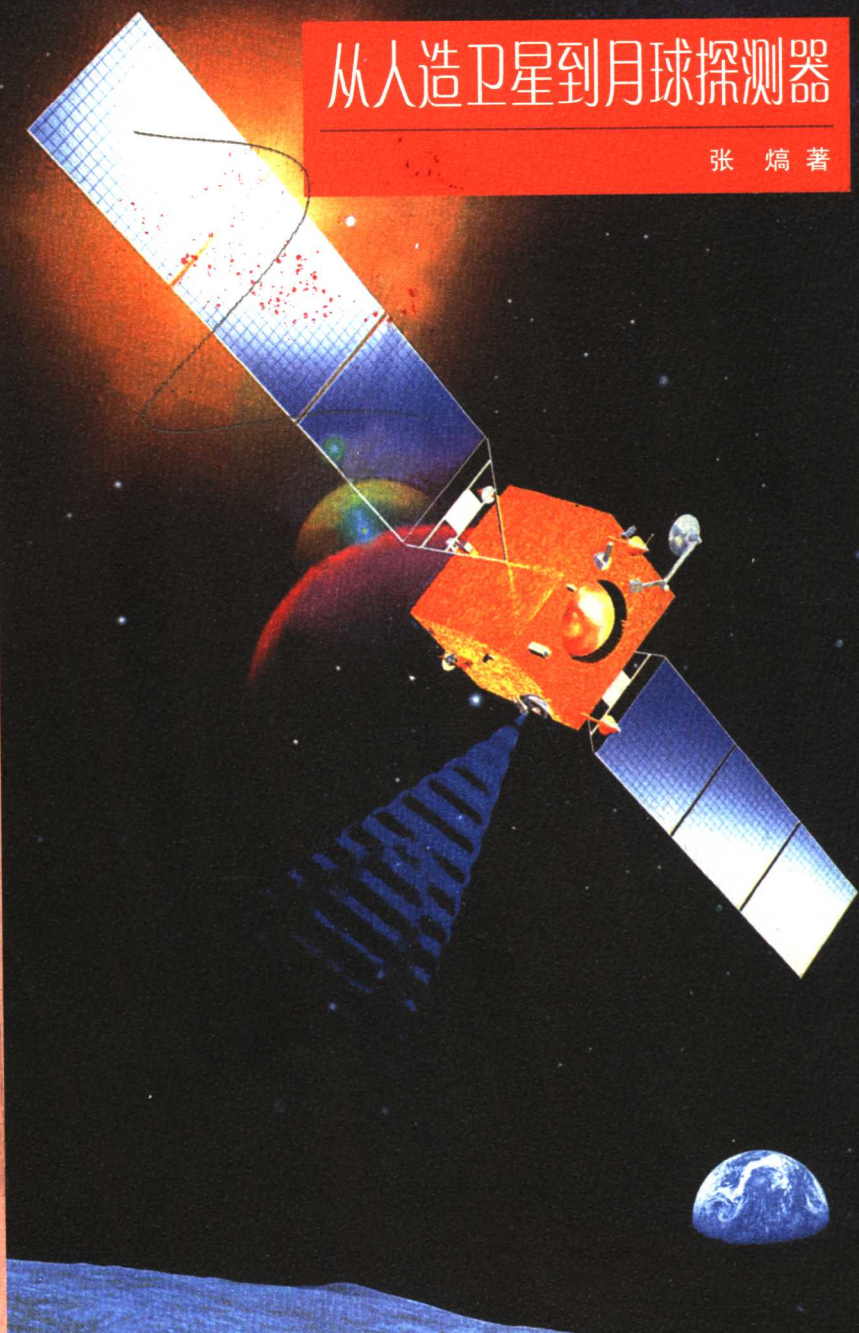
嫦娥书系

政阳自述

主编



上海科技教育出版社



嫦娥书系

主编

欧阳自远

V1/2

:4

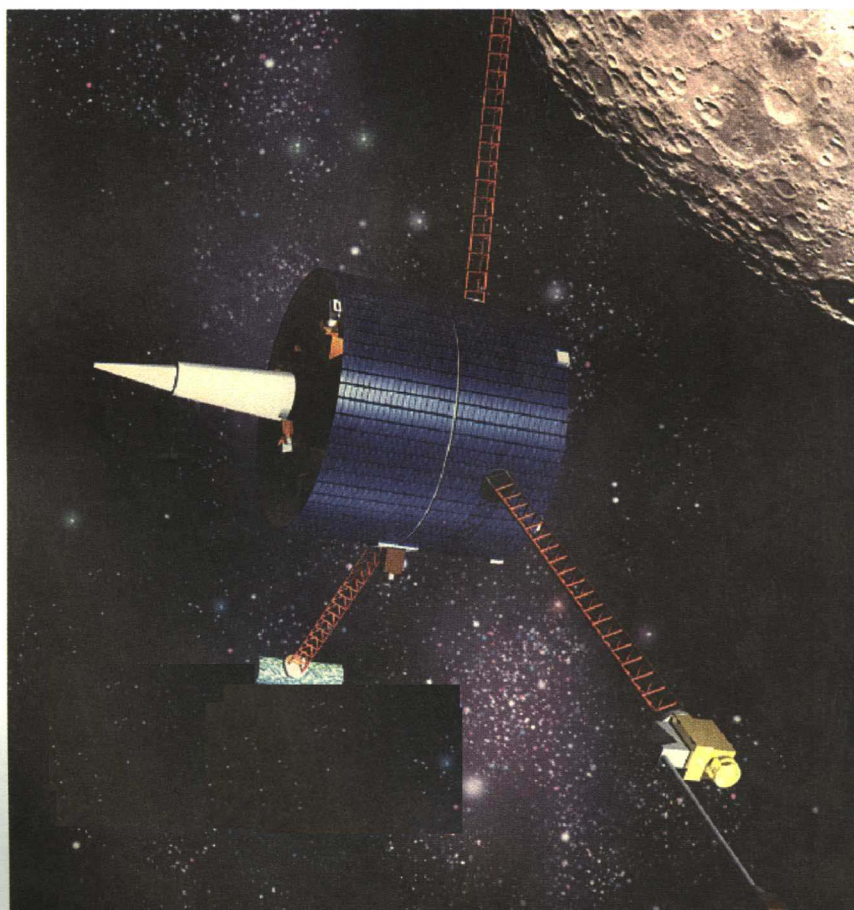
2007

翱翔九天

从人造卫星到月球探测器

张 熇 著

上海科技教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

翱翔九天:从人造卫星到月球探测器/张焯著.—上海:
上海科技教育出版社,2007.10

(嫦娥书系;4/欧阳自远主编)

ISBN 978-7-5428-4114-8

I. 翱… II. 张… III. ①人造卫星—普及读物②月球
探测器—普及读物 IV. V423.4-49 V476.3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 132507 号

嫦娥书系

欧阳自远 主编

翱翔九天 从人造卫星到月球探测器

张 焯 著

丛书策划 卞毓麟

责任编辑 卞毓麟

装帧设计 汤世梁

出版发行 上海世纪出版股份有限公司
上海科技教育出版社
(上海市冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

网 址 www.ewen.cc

www.sste.com

经 销 各地新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

开 本 890 × 1240 1/32

字 数 169 000

印 张 6.75

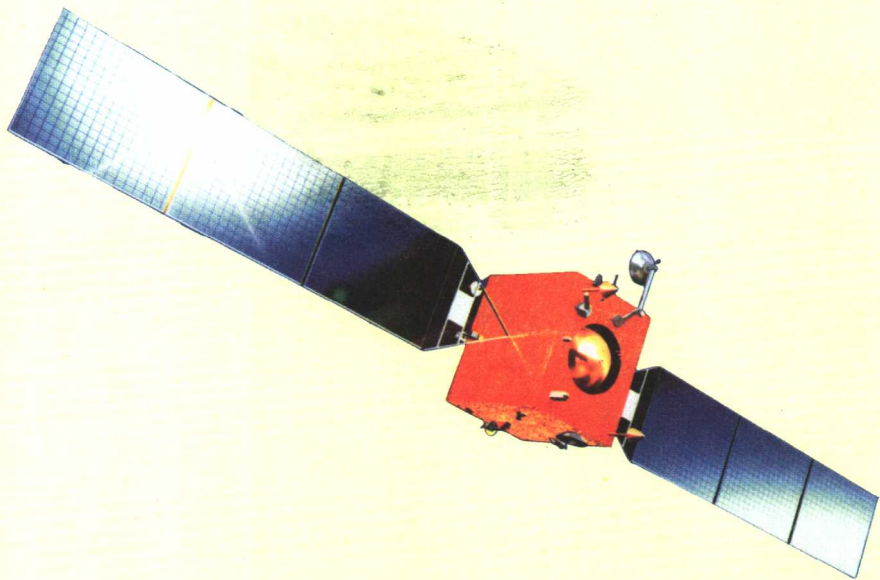
版 次 2007 年 10 月第 1 版

印 次 2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数 1-5 000

书 号 ISBN 978-7-5428-4114-8/P·15

定 价 27.00 元



■ 主编的话

21 世纪是人类全面探测太阳系的新时代。当代的太阳系探测以探测月球与火星为主线,兼顾其他行星、矮行星、卫星、小行星、彗星和太阳的探测;研究内容涉及太阳系的起源与演化,各行星形成和演化的共性与特性,地月系统的诞生过程与相互作用,生命的起源与生存环境,太阳活动与空间天气预报,防御小天体撞击地球及由此诱发的气候、生态的环境灾变,评估月球与火星的开发前景,探寻人类移民地外天体的条件等重大问题。

月球是地球唯一的天然卫星,是离地球最近的天体。自古以来,她寄托着人类的美好愿望和浪漫遐想,见证着人类发展的艰难步伐,引出了许多神话传说与科学假说。月球也一直是人类密切关注和经常观测的天体,月球运动和月相的变化不仅对人类的生产活动发挥了重大作用,还对人类科学技术的发展和文明进步产生了广泛而深刻的影响。

月球探测是人类走出地球摇篮,迈向浩瀚宇宙的第一步,也是人类探测太阳系的历史开端。迄今为止,人类已经发射 110 多个月球探测器,成功的和失败的约各占一半。美国实现了 6 次载人登月,人类获得了 382 千克的月球样品。月球探测推动了一系列科学的创新与技术的突破,引领了高新技术的进步和一大批新型工业群体的建立,推进了经济的发展和文明的昌盛,为人类创造了无穷的福祉。当前,探索月球,开发月球资源,建立月球基地,已成为世界航天活动的必然趋势和竞争热点。我国在发展人造地球卫星和实施载人航天工程之后,适时开展了以月球探测为主的深空探测。这是我国科学技术发展和航天活动的必然选择,也是我国航天事业持续发展,有所作为、有所创新的重大举措。月球探测将成为我国空间科学和空间技术发展的第三个里程碑。

中国的月球探测,首先经历了 35 年的跟踪研究与积累。通过系统调研苏、美两国月球探测的进展,综合分析深空探测的技术进步与月球和行星科学的研究成果,适时总结与展望深空探测的走向与发展趋势。在此基础上,又经历了长达 10 年的科学目标与工程实现的综合论证,提出我国月球探测的发展战略与远景规划,系统论证首次绕月探测的科学目标、工程目标和工程立项实施方案。2004 年初,中央批准月球探测一期工程——绕月探测工程立项实施。继而,月球探测二、三期工程列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020 年)》的重大专项开展论证和组织实施。中国的月球探测计划已正式命名为“嫦娥工程”,它经历了 2004 年的启动年、2005 年的攻坚年和 2006 年的决战年,攻克了各项关键技术,建立了运载、卫星、测控、发射场和地面应用五大系统,进入了集成、联调、试运行和正样交付出厂,整个工程按照高标准、高质量和高效率的要求,为 2007 年决胜年的首发成功,打下了坚实的基础。

中国的“嫦娥一号”月球探测卫星,为实现中华民族的千年夙

愿,即将飞出地球,奔赴广寒,对月球进行全球性、整体性与系统性的科学探测。为了使广大公众比较系统地了解当今空间探测的进展态势和月球探测的历程,人类对月球世界的认识和月球的开发利用前景,中国“嫦娥工程”的背景、目标、实施过程和重大意义,上海科技教育出版社在三年前提出了编辑出版《嫦娥书系》的创意和方案,与编委会共同精心策划了《逐鹿太空》、《蟾宫览胜》、《神箭凌霄》、《翱翔九天》、《嫦娥奔月》和《超越广寒》六本科普著作,构成一套结构完整的“嫦娥书系”。该书系的主要特点是:

(1) 我们邀请的作者大多是“嫦娥工程”相关领域的骨干专家,他们科学基础坚实,工程经验丰富,亲身体验真切,文字表述清晰。他们在繁忙紧张的工程任务中,怀着强烈的责任感,挤出时间,严肃认真,精益求精,一丝不苟,广征博引,撰写书稿。我真诚地感激作者们的辛勤劳动。

(2) “嫦娥书系”是由六本既各自独立又互有内在联系的科普著作构成的有机整体。其中《逐鹿太空——航天技术的崛起与今日态势》,系统讲述人类航天的艰难征途与发展,航天先驱们可歌可泣的感人故事;《蟾宫览胜——人类认识的月球世界》,系统描述人类认识月球的艰辛历程,由表及里揭示月球的真实面目,追索月球的诞生过程;《神箭凌霄——长征系列火箭的发展历程》,系统追忆中国长征系列火箭的成长过程并展示未来的美好前景,是一首中国“神箭”的赞歌;《翱翔九天——从人造卫星到月球探测器》,系统叙述中国各种功能航天器和月球探测器的发展沿革,展望未来月球探测、载人登月与月球基地建设的科学蓝图;《嫦娥奔月——中国的探月方略及其实施》,系统分析当代国际“重返月球”的形势,论述中国月球探测的意义、背景、方略、目标、特色和进程,是当代中国“嫦娥奔月”的真实史诗;《超越广寒——月球开发的迷人前景》,是一支开发利用月球的科学畅想曲,展现了人类和平利用空间的雄心壮志与迷人前景。

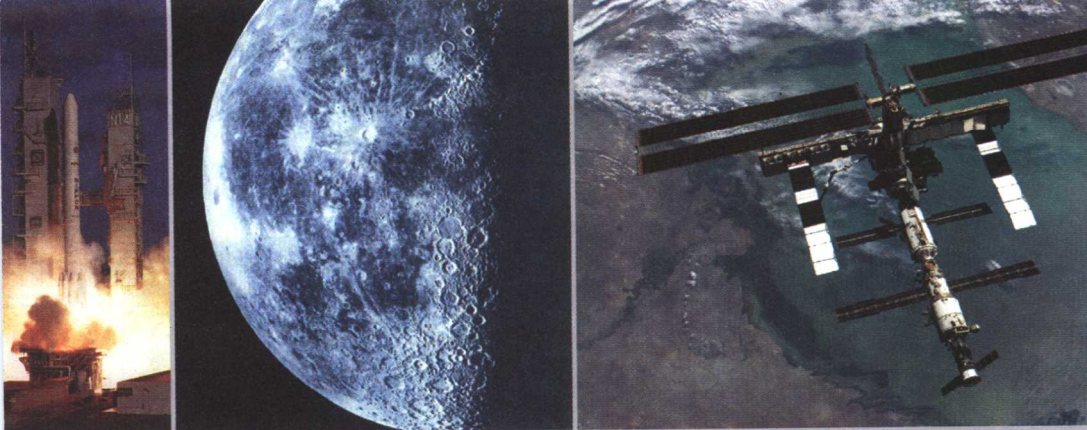
(3) “嫦娥书系”力求内容充实、论述系统、图文并茂、通俗易懂,融知识性、可读性、趣味性与观赏性于一体。

(4) “嫦娥书系”无论在事件的描述上还是在人物的刻画上,都力求真实而丰满地再现当代“嫦娥”科技工作者为发展我国航天事业而奋斗、拼搏、奉献的精神和事迹,书中还援引了他们用智慧和汗水凝练的研究成果、学术观点和图片资料。特别值得一提的是,书系在写作过程中还得到了他们的指导、帮助、支持与关心。虽然“嫦娥书系”作为科普读物,难以专辟章节一一列举他们的名字,书写他们的贡献,我还是要在此代表编辑委员会和全体作者对他们表示衷心的感谢和深深的敬意。

在这里我要特别感谢上海科技教育出版社精心的文字编辑和装帧设计,使“嫦娥书系”以内容丰富、版面新颖、图文并茂的面貌呈献给读者。我们相信,通过这一书系,读者将会对人类的航天活动与中国的“嫦娥工程”有更加完整而清晰的认识。

欧阳自远

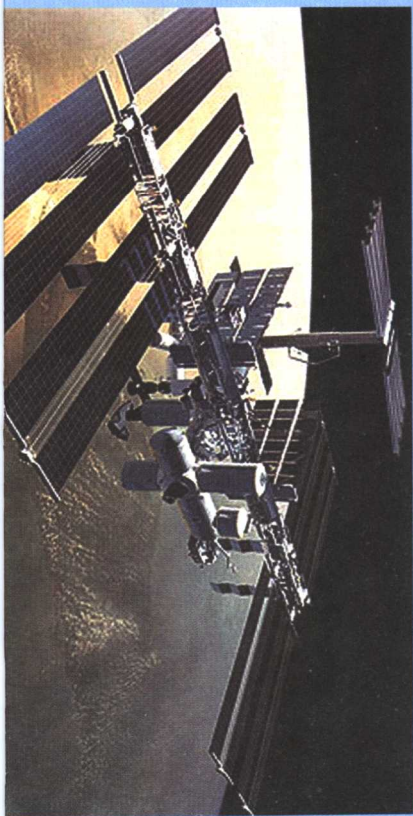
二〇〇七年十月八日于北京



嫦娥书系 ● 翱翔九天 从人造卫星到月球探测器



目 录



主编的话

第一章 航天概说

什么是“航天” / 2

人类航天的里程碑 / 3

人造地球卫星一瞥 / 18

载人航天简介 / 22

第二章 航天器的基本知识

航天器的分类和特点 / 25

航天器面临的太空环境 / 29

航天器的飞行轨道 / 36

航天工程五大系统 / 40

航天器的“解剖学” / 42

第三章 从“东方红号”到“神舟号”

“东方红号”系列 / 45

“实践号”系列 / 49

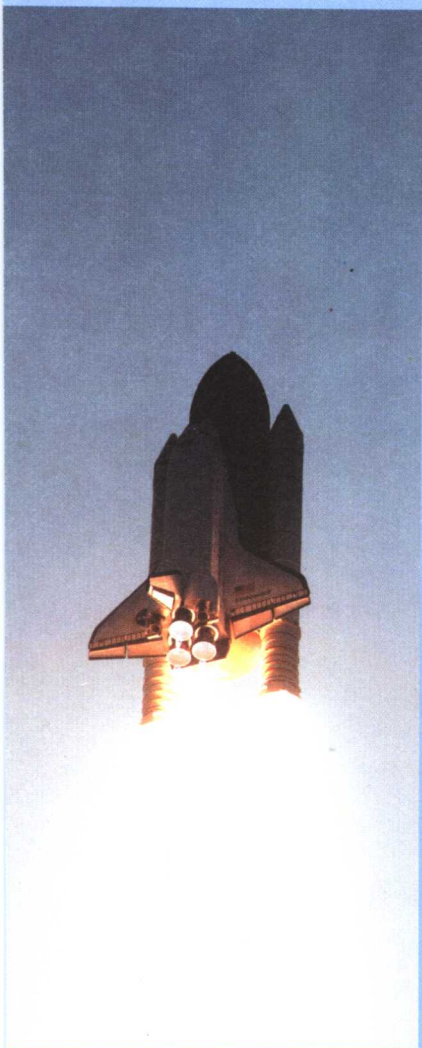
资源卫星 / 50

“风云号”气象卫星 / 52

地球空间“双星计划” / 54

“北斗号”导航试验卫星 / 56

“神舟号”飞船 / 57



第四章 访问月球的使者

人类探测月球的历程 / 61

无人月球探测器 / 63

“阿波罗计划”梗概 / 79

第五章 绕月探测

月球探测工程系统 / 89

月球探测器的环境特点与类型 / 92

绕月探测的飞行程序 / 95

绕月探测器 / 102

中国开展绕月探测的技术难点 / 106

第六章 月球着陆与巡视探测

软着陆和自动巡视 / 113

月球软着陆飞行 / 115

月球着陆区的选择 / 121

科学探测仪器 / 124

月球软着陆探测器 / 125

月面巡视探测器 / 135

月球/行星探测车构型 / 139

第七章 月球自动取样返回探测

什么是自动取样返回 / 151

自动取样器 / 152

回家的路 / 156

取样返回探测器 / 159

爱肯盆地取样返回计划 / 164

第八章 月球探测的未来

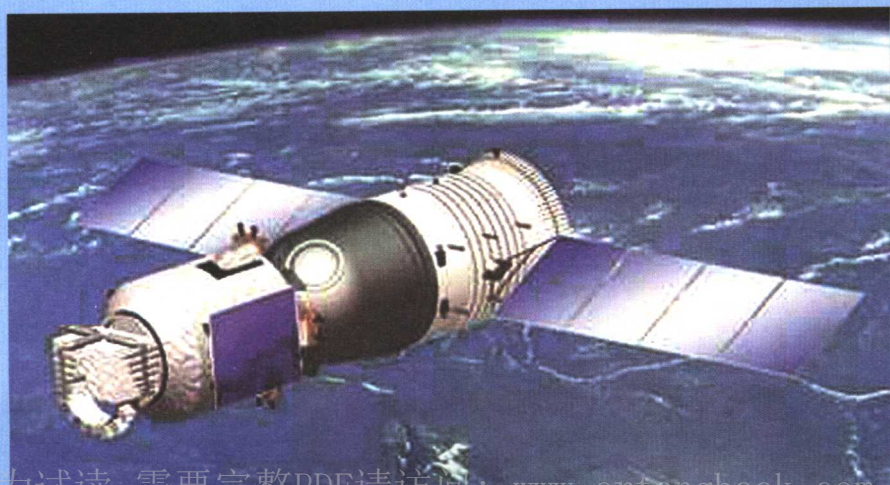
建立月球基地 / 168

月球基地工程系统 / 175

建设月球基地的关键技术 / 177

载人登月 / 180

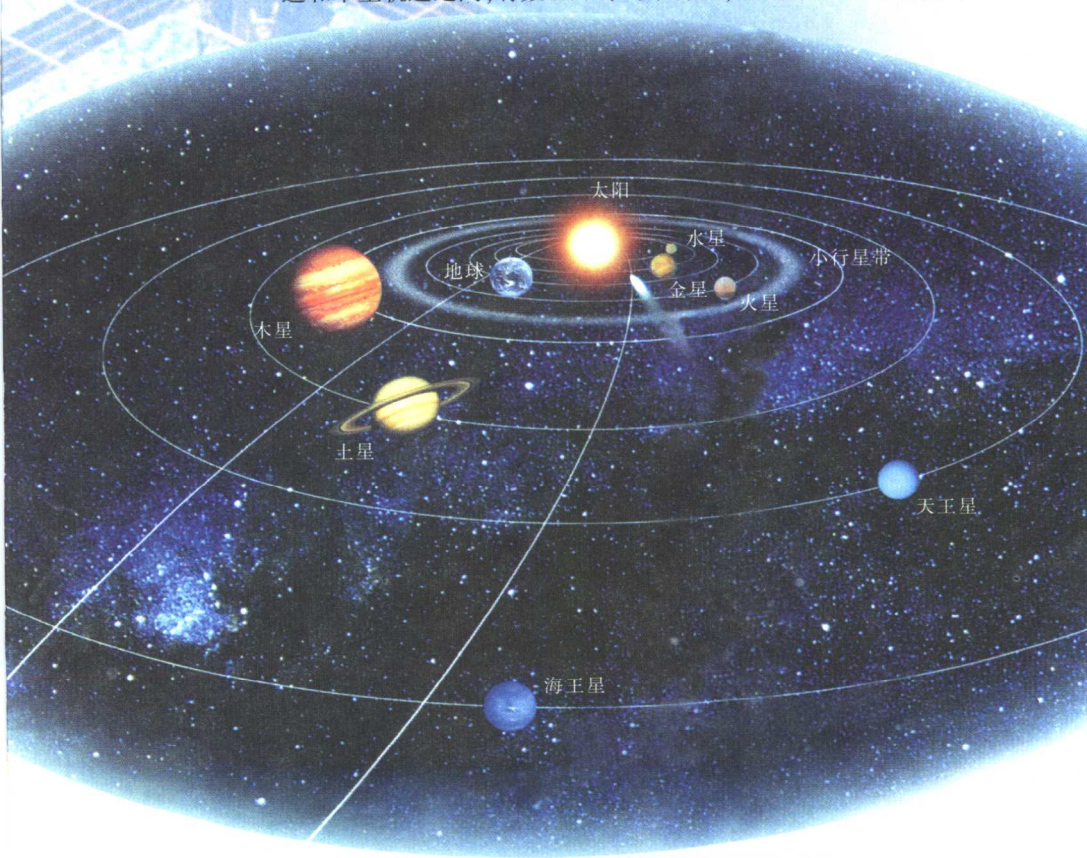
附录 迄2007年9月世界各国发射的
月球探测器概况 / 192



第二章 航天概说

茫茫太空中，我们人类栖息的地球宛如微不足道的沧海一粟。在太阳系中，地球是一颗中等大小的行星(图 1-1)。地球以外的世界是怎样的，那里是否也生存着和我们一样的生命？那里有着怎样

图 1-1 太阳系的主要天体——太阳和它的 8 颗行星。在火星轨道和木星轨道之间，有数以万计的小行星，它们构成了“小行星带”





的宝藏在等待我们去开发利用？从遥远的古代起，我们的祖先就开始思考这些问题了。一个个美丽的神话传说，寄托了人类对未知世界的憧憬与梦想。

只有现代航天技术的出现，才使人类走出地球、走向太空，数千年前的梦想才逐渐转化成为现实！

什么是“航天”

根据《中国大百科全书·航空航天卷》的定义，“航天”是指“载人或不载人的航天器在太空的航行活动”。广义地说，“航天”是指人类探索、开发和利用太空——包括地球以外的形形色色的天体——的活动；狭义地说，航天是一门技术，是用于探索、开发和利用太空的高技术。

航天不同于“航空”。航空是人类在地球大气层中的飞行活动，航天则指在地球大气层以外的宇宙空间开展的活动。

航天活动可按不同标准划分为不同的领域：

按活动主体可划分为人造（地球）卫星、载人航天和深空探测。人造地球卫星一般包括应用卫星和科学技术试验卫星两类，它们围绕地球运行在高度一百多到几万千米的轨道上。载人航天是指有宇航员参与的飞船、空间站或航天飞机等飞行活动。深空探测一般是指航天器飞行在不以地球引力场为主引力场的轨道上的航天活动，例如月球探测、火星探测等。

按活动性质可划分为空间技术、空间应用和空间科学。空间技术主要是指以验证航天技术为主的航天活动，如技术试验卫星；空间应用主要是指利用航天器直接服务于人类的生产生活，比如通信卫星、遥感卫星等；空间科学指利用航天技术开展科学研究，例如月球探测、行星际探测等。

人类航天的里程碑

在人类近 50 年的航天活动历程中,已经发射了 5000 多个航天器,其中有 700 多个至今仍在轨道上工作。本节讲述的,是一系列里程碑式的重要事件。

宇航之父 今天,人类借助航天飞机、宇宙飞船实现了在太空遨游的梦想。许多人为实现这一梦想进行了艰辛的探索。在这些人中,人们不会忘记被尊称为“宇航之父”的俄罗斯-苏联科学家齐奥尔科夫斯基(Константин Эдуардович Циолковский,图 1-2)。正是他在 19 世纪末醉心研究宇宙航行问题,提出了关于人造卫星和宇宙飞船的最早构想,提出了火箭在自由空间中运动的基本原理,并推导出描述火箭在重力场中运动所能达到的最大速度的数学公式,这就是具有奠基意义的齐奥尔科夫斯基公式,简称齐氏公式。这个著名的公式以非常简洁的形式表明,提高火箭速度的关键不在于增大火箭的尺寸和质量,而在于提高发动机的喷气速度以及火箭在一定条件下尽可能多地添加推进剂。这一公式为火箭和宇航的发展奠定了理论基础。此后齐奥尔科夫斯基进一步提出了研制“宇宙火箭列车”——即多级液体火箭实行宇宙航行的构想,并且培养造就了

图 1-2 苏联于 1986 年发行的纪念邮票“齐奥尔科夫斯基”。他有一句至今鼓舞着我们的名言:“地球是人类的摇篮。但是人类不会永远生活在摇篮里,他们不断地争取着生存世界和空间,起初是小心翼翼地飞出大气层,然后便是征服整个太阳系。”



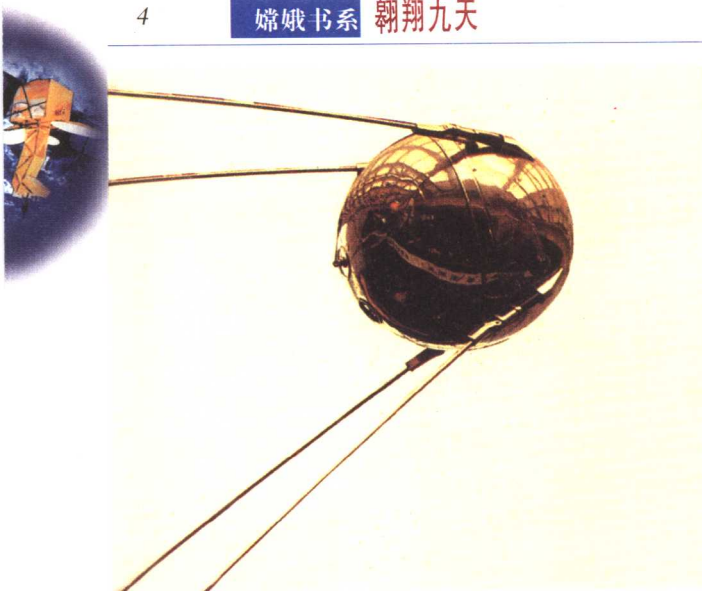


图 1-3 苏联于 1957 年 10 月 4 日发射的“人造地球卫星 1 号”

一代成就卓著的航天探索者。

第一颗人造地球卫星 1957 年 10 月 4 日,在苏联哈萨克荒漠一个小小的角落,一枚火箭顶部载着一颗直径只有 58 厘米的铝制圆球,奇迹般地升上了太空。这个圆球就是人类发射的第一颗人造地球卫星——“人造地球卫星 1 号”。人造地球卫星在俄语中称为

спутник,读音如“斯布特尼克”,因此“人造地球卫星 1 号”有时也被音译为“斯布特尼克 1 号”(图 1-3)。这颗卫星重 83.6 千克,装着一只化学电池、一只温度计、一台双频率的小型发报机和 4 根鞭状天线。尽管这颗“小星”在天空不过逗留了 92 天,但它却“推动”了整个地球,具有划时代的重大意义。“人造地球卫星 1 号”标志着人类航天实践活动的开端,人类从此开始了走出地球、大踏步地挺进太空的时代。

月球探测 月球是距离地球最近的天体,也是夜空中最明亮的天体。人类开始航天活动之初,就已经把目光投向了 38 万千米以外的月球。从 1959 年开始,苏联发射了多个月球探测器。“月球 1 号”探测器(图 1-4)第一次近距离掠过月球,获得了在距月球约 5000 千米远处拍摄的照片。“月球 3 号”探测器史无前例地绕到了月球背后,它发回的照片使人类第一次看到了月球背面被陨星撞击得满目疮痍的景象。“月球 9 号”探测器(图 1-5)首次在月球上软着陆,拍

回第一批月球的全景照片,获取了月表的物理化学特性数据,人类真正确信月面也是固态的。美国也相继发射了“徘徊者号”、“勘测者号”和“月球轨道器号”探测器到月球考察,为载人登月奠定了坚实的基础。

1970年,苏联的“月球车1号”在月面行驶,考察了月面10.7千米路程内的情况,实现了人类的第一次月面自动巡视。1973年,苏联的第二辆月球车在月球上行走了37千米。

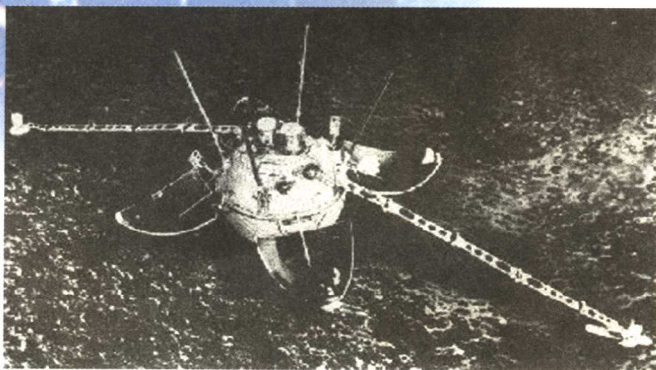
1998年,美国“月球勘探者号”探测器进行了环月考察,证实了月球上存在丰富的矿藏和氦3资源,还推断月球两极存在储量达上亿吨的水冰,为人类开发月球带来了福音。截止到2006年,人类已进行了100多次月球探测,实现了月球的掠飞、环绕、着陆、巡视、取样返回及宇航员登月探测,获取了大量关于月球的科学成果和工程实践经验。

火星探测 火星是距离地球最近的外行星,也是和地球最相近的一颗行星。探索火星一直寄托着人类移居另一个星球的梦想。苏联于1962年11月发射



图 1-4 苏联于1959年1月2日发射的“月球1号”探测器

图 1-5 苏联于1966年1月31日发射的“月球9号”探测器



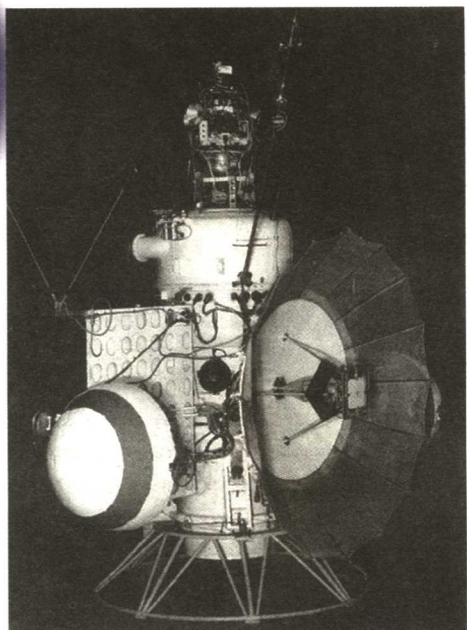


图 1-6 苏联于 1962 年 11 月 1 日发射的“火星 1 号”探测器

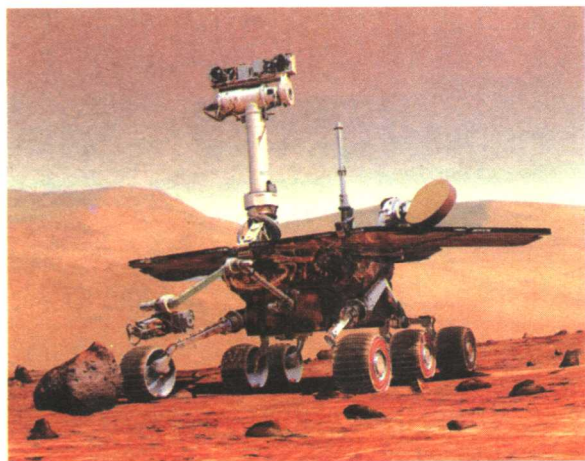


图 1-7 “勇气号”火星车。“机遇号”和它宛如一对孪生兄弟

了第一个火星探测器“火星 1 号”(图 1-6), 标志着人类的太空活动已开始从地球附近向整个太阳系扩展。

1975 年, 美国的“海盗号”着陆器成功着陆火星表面, 使人类第一次看到了这颗红色行星的真实面目。目前, 人类已发射将近 40 个火星探测器, 美国的“勇气号”与“机遇号”火星车(图 1-7)更是“超期服役”地在火星表面驰骋, 为人类进一步开发利用火星收集了大量资料。

迄今为止, 人类所发射的探测器已探测了太阳系中所有的八大行星, 其中有的已经越出海王星的轨道, 前往银河系中更遥远的星际空间。这些探测活动极大地拓展了人类对宇宙的认识, 促进了科技的飞速发展。

第一次载人飞行

1961 年 4 月 12 日, 苏联在 9 次无人飞船试验后, “东方号”运载火箭承载着“东方 1 号”飞船(图 1-8), 载着 27 岁的苏联空军少校尤里·加