



欧阳自远 邹永廖 李春来 编著

月球

—— 人类走向深空的前哨站



清华大学出版社



暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

月球——人类走向深空的前哨站/欧阳自远,邹永廖,李春来编著.——北京:清华大学出版社,2002

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-302-04857-6

I. 月… II. ①欧… ②邹… ③李… III. 月球探索—普及读物
IV. V1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 006845 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 韩燕丽 宋成斌

印刷者: 北京鑫丰华彩印有限公司

发行者: 新华书店总店北京发行所

开本: 850×1168 1/32 **印张:** 5.75 **彩插:** 2 **字数:** 110 千字

版次: 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-302-04857-6/G·237

印数: 0001~5000

定价: 15.00 元

《院士科普书系》编委会(第二届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

陈佳洱 杨 乐 闵乃本 陈建生 周 恒

王佛松 白春礼 刘元方 朱道本 何鸣元

梁栋材 卢永根 陈可冀 匡廷云 朱作言

孙 枢 安芷生 李廷栋 庄品先 陈 颢

王大中 戴汝为 周炳琨 刘广均 杨叔子

钟万勰 关 桥 吴有生 刘大响 顾国彪

陆建勋 龚惠兴 吴 澄 李大东 汪旭光

陆钟武 王思敬 朱建士 郑健超 胡见义

陈厚群 陈肇元 崔俊芝 张锦秋 刘鸿亮

方智远 旭日干 周国泰 王正国 赵 铠

钟南山 桑国卫

编委会执行委员 郭传杰 常 平 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 周先路(中国科学院学部联合办公室)

白玉良(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交

人类的文明进程至少已有 6000 余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

15 世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达 14 个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打，所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了 80 多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了 50 年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用 50 年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), written in a cursive style.

1999年12月23日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题,科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言,指出科普是科教兴国的基础工程,勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识”,充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视,对提高全民族科技素质的殷切期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程,成熟一批出版一批;另一方面随着科学技术的进步和创新,不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此,《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持。对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

作者的话

在浩瀚无际的宇宙中，有两颗人类最熟悉的星体，那就是太阳与月亮。白天，太阳给我们送来温暖；夜晚，月亮则将其柔和的月光洒满人间。

晴朗的夜晚，银色的月光总是激起人们无限的遐思。古往今来，无数文人墨客赋予月亮无限的笔墨，无数青年男女给予月亮无限的信任与景仰，他们请月下老人为他们的结合做明证。古代劳动人民更是创造了许许多多关于她的美丽神奇的传说。

今天，在科学的宫殿里，月球到底是什么？它是由什么物质构成的？它是如何形成、演化的？人类是如何探测月球、了解月球的？人类未来开发与利用月球资源前景又将会是怎样的？

月球，作为地球惟一的天然卫星，它有自己的形成、演化特征，又有与太阳系中其他行星和卫星的形成与演化相似或相同的规律。月球距地球的平均距离约 384400 公里。月球直径 3476 公里，约为地球的四分之一。与地球相比较，月球几乎没有大气层，属超高真空状态；月球的表面没有液态水，也没有任何生命物质的存在，有的只是凹凸不平的山脉、平原和凹地，最为突出的是在月球表面 [布满了大大小小的撞击坑；构成月球的物质成分与地球基本相同，不同的只是各种成分的比例；与地球相似，月球也有其圈层的内部构造。

月球是人们既熟悉又陌生的天体。从 17 世纪开始,望远镜的出现,使人们能对月球作出比较详细的观察和描述,此时,人们对月球已有了轮廓性的认识。但真正对月球进行近距离探测,甚至登上月球,并亲临其境,还是从 20 世纪 50 年代末开始的。

从 1957 年 10 月 4 日,人类历史上第一个人造卫星——苏联的“人造卫星 1 号”——高速穿过地球大气层进入太空时起,人类就开始为探索与开发茫茫宇宙而踏上了漫漫的征程;从此,一个个太空探测捷报接踵而来;人类开始步入了宇宙时代。

在所有的太空探测中,最具挑战、最具影响和成果最大的当属月球的探测活动了。

1958 年,美国先后 4 次发射先驱者号系列月球探测器而未能成功,它清楚地告诉我们,探月将是一个漫长而艰难的历程。

1959 年 1 月,当苏联成功地发射了“月球 1 号”探测器并发现了月球上空的太阳风时,同样明确预示了人类最终必能征服月球。

“月球 3 号”,这个为人类首次送回月球背面照片的探测器于 1959 年 9 月在苏联的土地上冉冉上升了,它结束了在此之前月球背面不可知论的时代。

为了实现在月球上的软着陆,无论是美国还是苏联都为此付出了巨大的代价。直到 1966 年 3 月,“月球 9 号”才终于成功地在月球表面上着陆,人类在探月上又迈出了艰难的一步。

为了实现载人登月计划,20 世纪 50 年代末,一个雄心勃勃的“阿波罗”探月计划出台了。这一巨大工程先后共动员

了120所大学,2万家企业,400万人参加,耗资300亿美元(相当于1992年的900亿美元),历时近10年,终于在1969年7月使“阿波罗11号”飞船首次在月球表面登陆,使人类得以首次踏上月球。

20世纪人类空间探测史上最伟大的创举莫过于载人登月。1969年7月16日,美国当地时间上午9时32分,载着指令长阿姆斯特朗、登月舱驾驶员奥尔德林和指令舱驾驶员柯林斯的“阿波罗11号”在美国佛罗里达州肯尼迪宇航中心庄严上升,经过75小时49分的太空跋涉到达月球轨道。然后由驾驶员柯林斯继续驾驶指令舱绕月飞行,而阿姆斯特朗和奥尔德林则乘坐登月舱成功地降落在月球正面的“静海”平原上。7月21日上午11时56分,当第一个踏上月球的阿姆斯特朗,面对着沉寂、荒凉和起伏不平的环形山时,他说了永载史册的一句话:对个人来说是一小步,但对人类来说却是一大步。

阿姆斯特朗和18分钟后也踏上月球的奥尔德林摘下他们所携带的金属纪念碑上的蒙罩,朗读上面的铭文:

1969年7月,行星地球上的人类首次登上月球。

我们是全人类的代表,我们为和平而来……

2小时30分钟的月面活动过后,阿姆斯特朗和奥尔德林返回到登月舱,并于25日1时50分顺利回到地球。

这就是当时美国总统尼克松所称的、创世以来世界史上最伟大的一周。

“飞到月亮上去”这个人类几千年来的梦想终于实现了,这是人类智慧和勇气的反映,也是人类创造力的体现。

在跨入21世纪的今天,当我们回首人类探月历程时,我

们为人类在探月征程路上所创造的辉煌感到自豪,而更重要的是展望未来月球资源的开发与利用的前景。

1989年7月20日,在纪念“阿波罗11号”登月20周年时,美国总统布什宣布了重返月球的新的太空计划:

“我作出长期的承诺:第一,在即将到来的10年里,在90年代里我们努力的目标是自由号太空站,这是我们太空努力中关键的一步;然后,在新的世纪,我们要重返月球,重返未来,而且这一次要呆下去。然后踏上通向未来、通向另一个行星的旅程,载人奔向火星。”

一个“又快、又好、又省”的新的计划与探月征程开始了。

1994年1月25日,发射了“克莱门汀号”。带着新的任务,“克莱门汀”号绕月球运行了70天。它不但探测了月球上铁、钛的分布特征,还发现在月球南极撞击坑永久阴影区可能有水冰的存在。这一意外的发现,再次掀起了新一轮探月热潮。

带着探测月球上资源和确立未来月球基地与“地球村”位置的任务,1998年1月5日人类又发射了“月球勘探者号”。

与此同时,美国、日本、欧空局、俄罗斯都相继出台了未来月球探测的一揽子计划。“重返月球、建立地球村”将是21世纪人类共同的目标。

飞出地球、开发与利用月球资源、建立月球上人类居住村庄已不再是“我有一个梦”了。

欧阳自远

2000年9月

目 录

1 月球素描	1
1.1 在月球上,您需要空气面罩	2
1.2 月球,一片荒芜的世界	5
1.3 月壤,脚下的土地	19
1.4 月球上,有最古老的岩石	27
1.5 月海岩石,一个蕴涵着丰富矿产资源的宝库 ..	32
1.6 月球的内部世界	35
1.7 月球的总体化学成分	40
1.8 月球的起源与演化	42
2 艰难的探月历程	51
2.1 空间时代的开端	51
2.2 两雄争霸	55
2.3 漫漫探月路	60
2.4 历史的回眸	85
2.5 探月的初步成果	88
2.6 重返月球的提出背景	91
3 重返月球	95
3.1 历史的必然	96

3.2	真正的活力	100
3.3	探月浪潮新序曲	104
3.4	“新盛世”探月计划	112
3.5	未来趋势——走国际合作之路	119
3.6	新探月序幕已经拉开	120
3.7	留给子孙的一份厚礼	123
4	建立地球村	124
4.1	人类智慧的火花	124
4.2	建设者与拓荒者的心声	127
4.3	基地的建设——拓荒阶段	128
4.4	“地球村”并非“海市蜃楼”	134
5	迎接挑战	135
5.1	历史的怀念	135
5.2	月球的呼唤	137
5.3	中国岂能成为旁观者	138
附表	月球探测年表	154

1

月球素描

我感佩的不仅是宇宙的宏大古老，更心折于在浩瀚无际的宇宙中，刚阳的太阳与柔和的月光所组构成的日夜轮回之奇妙；我赞叹的不仅是古往今来文人墨客赋予月亮的笔墨，更臣服于当代科学家在探索宇宙、探测月球上的心智。

在探索人类生存的家园——地球的奥秘的同时，别忘了它惟一的子女——月球。

——题记

曾几何时，当仰望那深邃而神秘的蔚蓝色的天空时，人们曾经坚信，这神秘的蔚蓝色描绘着整个宇宙，它是宇宙的本色。