

★★★ “十二五” 国家重点图书出版规划项目 ★★★



Discovery



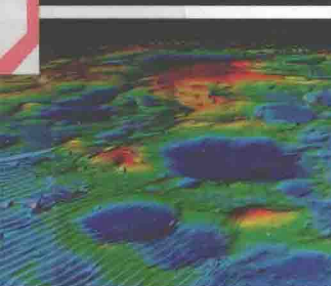
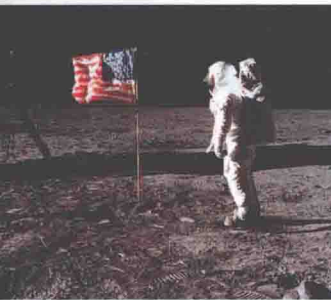
月球文化与月球探测

焦维新◎著

■ 引领孩子成长的最佳科普读物，带领大家全方位探索浩瀚而神秘的宇宙世界。

青少年

太空探索科普丛书



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

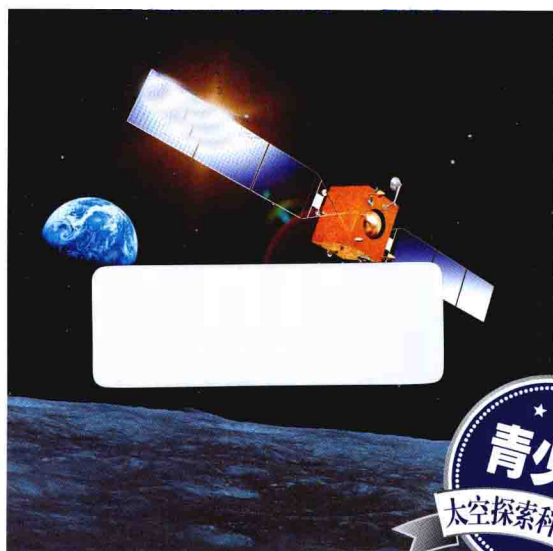
★★★ “十二五” 国家重点图书出版规划项目 ★★★

Discovery

月球文化与月球探测

焦维新◎著

- 引领孩子成长的最佳科普读物，带领大家全方位探索浩瀚而神秘的宇宙世界。



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容简介

用最新的探测成果，向读者形象地展示了月球的整体特征和区域风貌；论述了什么是月球文化、月球文化与月球探测的相互推动作用；讲述了人类早期月球探索的有趣故事，透视了新时期中国、日本、印度和美国月球探测的突出特点；结合作者自身经历，介绍了在我国嫦娥工程立项前广大科技人员关注月球探测的情况；展望了未来的载人登月、月球基地建设和月球资源开发利用的美好远景。

本书可作为广大中、小学生的科普读物，对从事深空探测的科技人员也有重要参考价值。

责任编辑：陆彩云 徐家春

责任出版：卢运霞

图书在版编目(CIP)数据

月球文化与月球探测 / 焦维新著. -- 北京：知识产权出版社，2013. 9
ISBN 978-7-5130-2309-2

I. ①月… II. ①焦… III. ①月球探索-研究 IV. ①V1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 229479 号

青少年太空探索科普丛书

月球文化与月球探测 YUEQIU WENHUA YU YUEQIU TANCE

焦维新 著

出版发行：知识产权出版社

社 址：北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址：<http://www.ipph.cn>

发行电话：010-82000860 转 8101/8102

责编电话：010-82000860 转 8573

印 刷：北京科信印刷有限公司

开 本：720mm × 960mm 1/16

版 次：2013 年 11 月第 1 版

字 数：132 千字

ISBN 978-7-5130-2309-2

邮 编：100088

邮 箱：lcy@cnipr.com

传 真：010-82005070/82000893

责编邮箱：xujiachun625@163.com

经 销：新华书店及相关销售网点

印 张：9

印 次：2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价：29.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

《青少年太空探索科普丛书》序

在北京大学讲授“太空探索”课已近二十年，学生选课的热情和对太空的关注度，给我留下深刻的印象。这门课是面向文理科学学生的通选课，每次上课限定二百人，但选课的人数有时多达五六百人。近年来，笔者加入了“中国科学院老科学家科普演讲团”，除了每年给北大学生上一个学期的课外，还随团在大、中、小学及公务员中作近百场科普讲座，广大青少年在讲座会场所洋溢出的热情，给我留下深刻的印象；学生听课时的全神贯注、提问时的踊跃，特别是讲座结束后众多学生围着我要求签名的场面，使我感受颇深，学生对于向他们传授知识的人是多么的敬重啊！

上述情况说明，广大中小学生和民众非常关注太空活动，渴望了解太空知识。正是基于这样的认识，我下决心“开设”一门中学生版的“太空探索”课。除了继续在社会上作科普宣传外，要写一部适合于中小学生的太空探索系列科普书，将课堂扩大到社会，使读者对广袤无垠的太空有系统的了解和全面的认识，对空间技术的魅力有深刻的体会，从根本上激发青少年热爱科学、刻苦学习、奋发向上，树立为祖国的科技腾飞贡献力量的理想。

我在着手写科普书之前，已经出版了四部关于空间科学与技术方面的大学本科教材，包括专为太空探索课编著的教材《太空探索》，但对于写作系列科普书这还是第一次。提起科普书，人们常用“知识性、趣味性、可读性”来要求，但真正满足这几点要求太不容易了。究竟选择哪些内容，怎样使读者对太空探索活动和太空科学知识感兴趣，掌握怎样的深度才能适合更多的人阅读，这些都是需要逐步摸索的。

为了跳出写教材的思路，满足知识性、趣味性和可读性的要求，从写科普书的开始，我就请夫人刘月兰做第一个读者，每写完两三章，就让她阅读，



并区分出三种情况。第一种情况，内容适合中学生，写得也较通俗易懂，这部分就通过了；第二种情况，内容还比较合适，但写得不够通俗，用词太专业，对于这部分内容，我进一步在语言上下功夫；第三种情况，内容太深，不适于中学生阅读，这部分就删掉了。儿子焦长锐和儿媳周媛都是从事社会科学的，我也让他们阅读并提出修改意见。

科普书与教材的目的和要求大不一样。教材不管写得怎样，学生都要看下去，因为有考试的要求；而对于科普书来说，是读者自我教育自己，如果没有兴趣，看不下去，知识性再强，也达不到教育人的目的。因此，对科普书的最基本要求是趣味性和可读性。

自加入中国科学院老科学家科普演讲团后，每年给大、中、小学生作科普讲座的次数明显增多。这个经历使我对各种文化水平人群的兴趣点、接受知识的能力等有了直接的感受，因此，写作思路也发生了变化。以前总是首先考虑知识的系统性、完整性和逻辑性，现在我首先考虑从哪儿入手能引起读者的兴趣，然后逐渐展开。科普书不可能有小说或传记文学那样的动人情节，但科学上的新发现、科技在推动人类进步方面的巨大推动作用、优秀科学家的人格魅力，这些材料如果组织得好，也是可以引人入胜的。

内容是图书的灵魂，相同的题材，可以有不同的内容。在内容的选择上，我觉得科普书应该给读者最新的、前沿性的知识。在《月球文化与月球探测》一书中，我不是从介绍古老的“月相”问题入手，而是一开头就以最新的高清晰图片介绍月球的表面特征，使读者在惊讶之余，领略到航天科技的魅力。

在创作本丛书时，我尽力在有关的章节中体现这样的思想：科普图书不光是普及科学知识，更重要的是要弘扬科学精神、传播科学品德。太空探索之路是不平坦的，技术上充满了挑战，航天员还要面对生命危险。科学家们享受过成功的喜悦，也承受了一次次失败的打击。没有强烈的探索精神，没有坚强的战斗意志，人类不可能在太空探索方面取得如此辉煌的成就。

现在呈现给大家的“青少年太空探索科普丛书”，是一套系统介绍太阳系天体、空间环境、太空技术应用等方面知识的丛书，每册一个专题，具有相对独立性，整卷则使读者对当今重要的太空问题有系统的了解。各分册的

书名是：月球文化与月球探测、揭开金星神秘的面纱、巨行星探秘、遨游太阳系、空间天气与人类社会、人类为什么要建空间站、太空资源、地外生命的 365 个问题、间谍卫星大揭秘、北斗卫星导航系统。经知识产权出版社编辑和领导的努力，这十本图书都已经入选新闻出版总署“十二五”国家重点图书出版规划项目。

本套科普丛书含有大量彩色图片，主要取自美国航空航天局（NASA）、太空网（space.com）、喷气与推进实验室（JPL）和欧洲空间局（ESA）的网站，也有少量图片取自英文维基百科全书等网站。考虑到科普书的特点，图片没有注明出处，在此对这些网站表示衷心的感谢。

焦维新

2013 年 11 月 12 日

前言：讲不完的月球故事

月球有讲不完的故事，光是月球的起源和演变，就有很多话题。但本书不准备系统地讲这些科学问题，而是着重介绍近年来人类探索月球所取得的最新成果。

从2007年开始，人类对月球的探测进入了新时期。由于科学目标明确，探测仪器先进，因此，尽管发射的卫星数量不多，但取得了以前无法获得的成果。

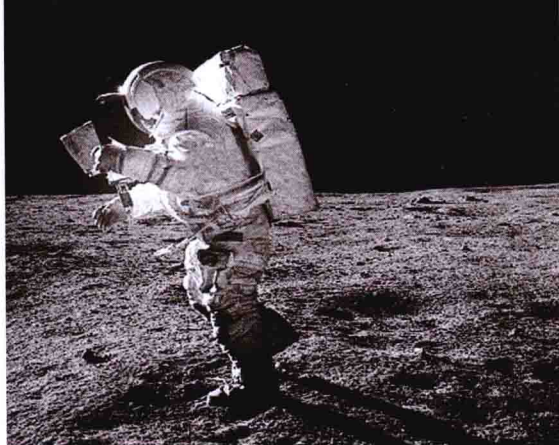
首先，从月球的整体特征谈起。目前拍摄的月球图像，可以分辨出几米的特征。我们结合这些高分辨率图像，细说月球正面、背面和南北极的特征。这些高分辨率图像确实令人震撼，看过之后，整个月球的风貌就可一目了然了。

其次，月球的局部也很有特色，美丽的虹湾、宽广的月海、连绵的高山、壮观的峡谷，如礼花绽放一样的陨石坑溅射物，还有带着神秘色彩的熔岩管。看到这些特色地区的景致，我们就会感到月球这个近邻还是蛮有特色的。

月球文化既有悠久的历史，又是一个新的话题。因为我们不会停留在历史上那些神话故事和美好的传说，而是结合当今社会的实际，深入探索这个问题，到底什么是月球文化？月球文化与月球探测有什么关系？

我们现在所掌握的月球知识，都是从以往的月球探测中获得的。要想进一步了解月球，需要进行深入的探索。在月球探测方面，我们简单地回顾了月球探测的历史，介绍了当前正在进行的探索。同时，我们还展望了未来的月球探测前景。

登月一直是中国人美好的愿望，嫦娥奔月的美好传说，已经给我们留下深刻的烙印。中华民族究竟什么时候能登上月球呢？登上月球后我们都能做些什么？在本书第六章“人类重返月球”和第八章“月球基地”中，读者可以得到答案。



第一章 月球概览 1

- 1. 全球特征 3
- 2. 局部特征 9

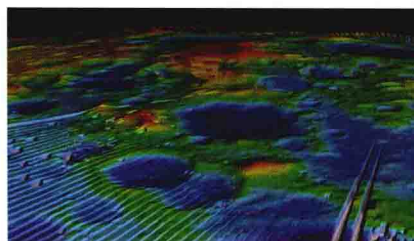
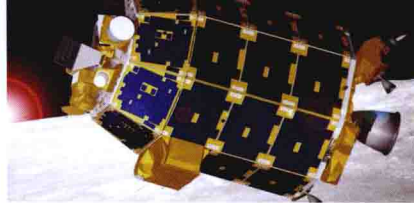
第二章 月球文化 19

- 1. 月球文化的内涵 21
- 2. 月球文化与月球探测 29

第三章 月球探测回顾 31

- 1. 高峰期 33
- 2. 寂静期与恢复期 48

CONTENTS
目录



第四章 新时期的月球探测 55

1. 国外的探测活动 57

2. 嫦娥工程 72

第五章 未来的月球探测 77

1. 俄罗斯要重振航天事业 79

2. 不知美国人想干什么 83

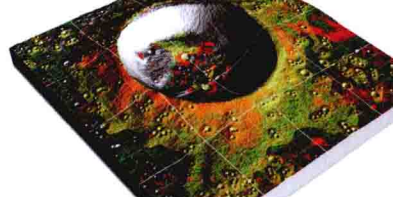
3. 日本和印度跃跃欲试 87

4. 嫦娥的任务仍很艰巨 88

第六章 人类重返月球 89

1. 人类为什么要重返月球 91

2. 未来载人登月的特点 95

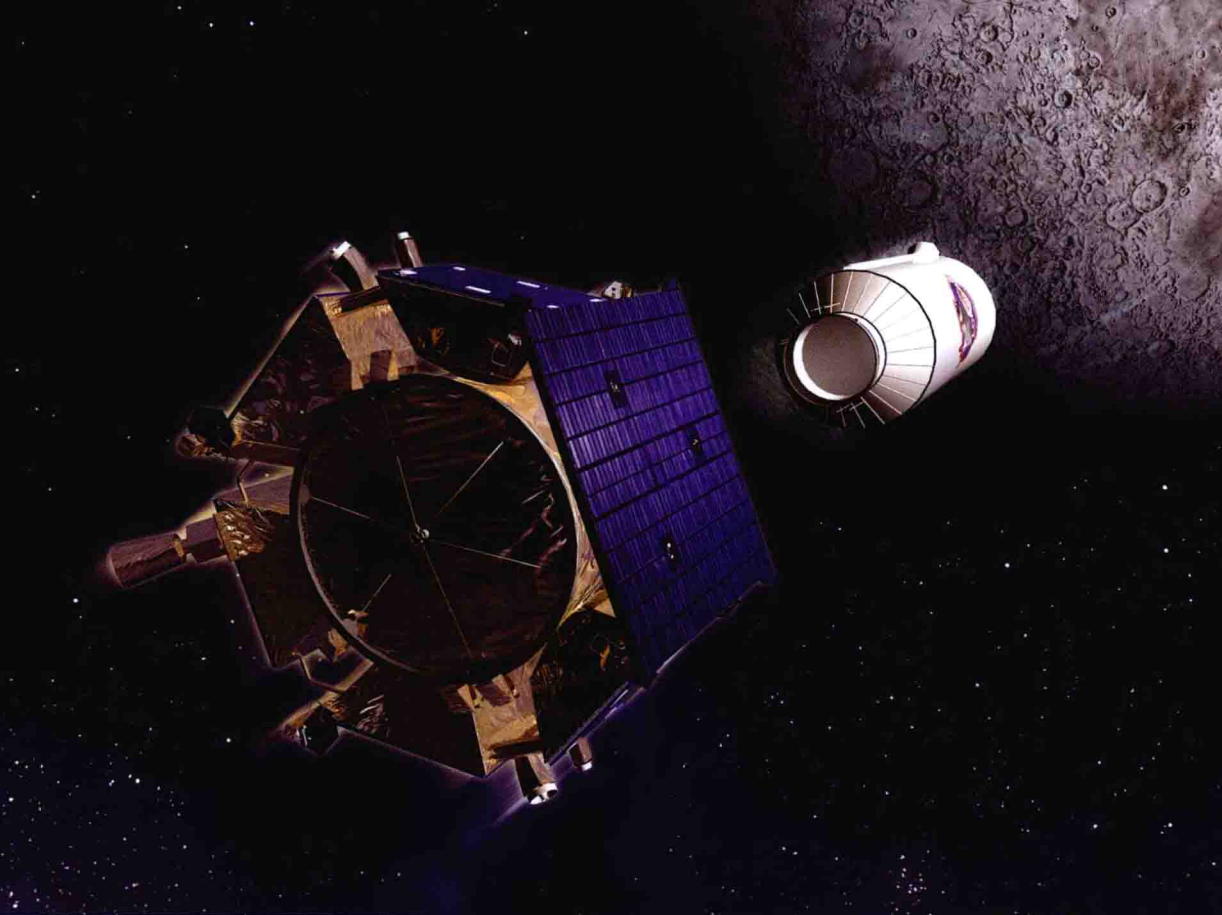


第七章 全月面着陆点 97

1. 根据科学目标选择的着陆点 99
2. 月球资源丰富区 107
3. 特殊地形地貌 109

第八章 月球基地 111

1. 为什么要建立月球基地 113
2. 月球基地的主体结构 115
3. 月球基地的辅助设施 121



第一章 月球概览

★ ★ ★ 《青少年太空探索科普丛书》 ★ ★ ★

月球文化与月球探测

1. 全球特征

1.1 正面与背面相差巨大

习惯上，人们把月球朝向地球那一面称为正面，另一面称为背面。由于月球始终是固定一面朝向地球，因此，如果不是借助于探月卫星，是不可能了解背面情况的。

现在情况变了，自 1958 年以来，人类发射了大量月球探测卫星，使我们同时获得月球两个面的知识。图 1-1 是月球的正面图，图 1-2 是背面图，这两张图是由美国月球勘察轨道器获得的。图中的颜色表示地势的高低，浅蓝和深蓝表示低洼，黄色与红色表示高原与高山。

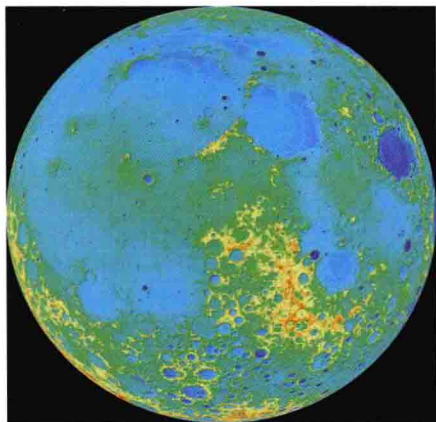


图 1-1 月球正面

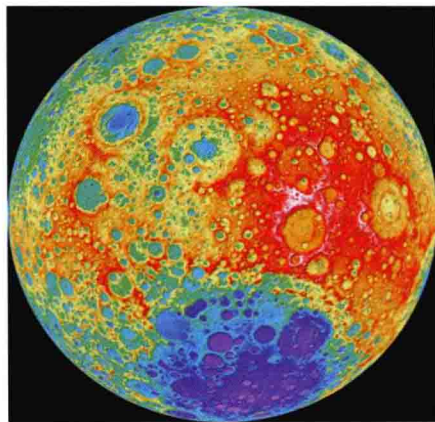
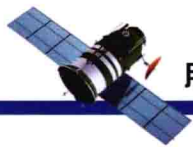


图 1-2 月球背面

从这两张图我们可以清楚地看出正面和背面的特点：正面的大部分区域地势平坦、低洼，只有少量的高原；月球背面则崎岖不平、高山林立，然而在南极附近却出现一个巨大的凹地。我们可以用两句话概括月球表面的特征：

正面：表面平坦，地势低洼，酷似一片大海。

背面：崎岖不平，高山林立，像是青藏高原。



1.2 北极与南极大体相同

图 1-3 是月球勘察轨道器拍摄的月球北极图像，宽度大约 600km，纬度范围是北纬 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。图 1-4 给出北极的光照情况。由于月球的自转轴相对于轨道平面倾斜 2° ，因此一些比较深的陨石坑底部终年见不到阳光。从图 1-3 可看出，月球北极地区的陨石坑密度是很高的，有些陨石坑也相当大。

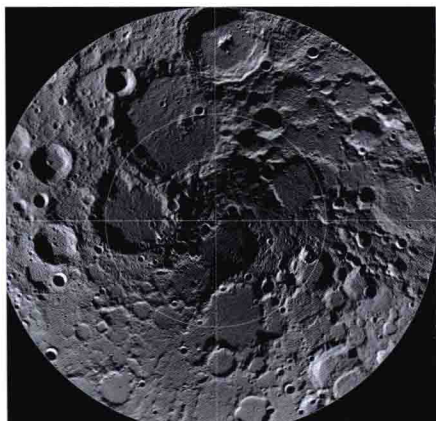


图 1-3 月球的北极

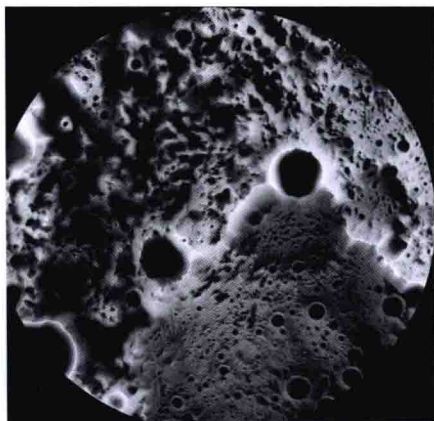


图 1-4 月球北极光照情况

印度发射的月球探测卫星“月球初航 1 号”携带了美国研制的小型合成孔径雷达，利用这个雷达，发现在月球北极地区的 40 多个小陨石坑中含有水冰，如图 1-5 所示。这些坑的直径在 $1 \sim 9\text{km}$ ，估计水冰总含量至少 6 亿吨。图 1-5 中的红圈表示新的陨石坑，绿圈表示不规则陨石坑。

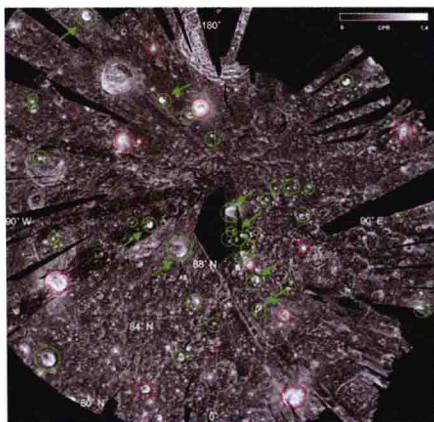


图 1-5 月球北极含有水冰的陨石坑

图 1-6 给出月球南极地形图，图 1-7 是南极光照情况。与北极类似，一些较深的陨石坑底部终年不见阳光。

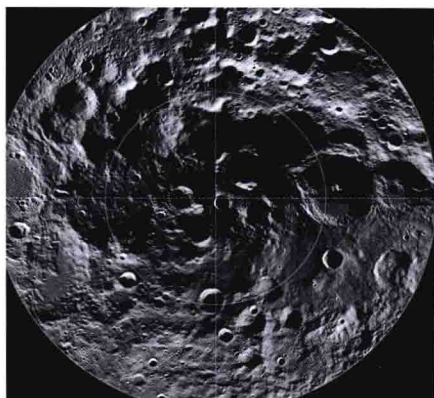


图 1-6 月球的南极



图 1-7 月球南极光照情况

图 1-8 给出南极附近的著名陨石坑。2009 年 10 月 9 日，美国发射的“月球陨石坑观测与遥感卫星”（LCROSS）撞击到卡比尤斯陨石坑，根据对撞击抛射物的分析发现，陨石坑挥发物中水的含量为 $(5.6 \pm 2.9)\%$ ，此外还有硫化氢、氨和二氧化碳等。

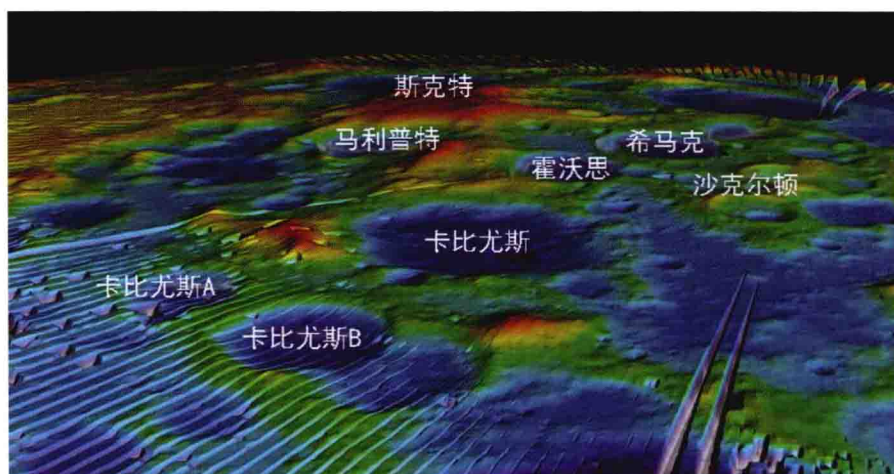


图 1-8 南极附近的著名陨石坑

1999 年 7 月 31 日，美国的月球勘探者卫星在完成月球的探测任务后，撞击到希马克陨石坑，本来希望发现水冰的迹象，但一无所获。

南极的温度虽然很低，但日夜温度变化不大，这一特点说明，南极地区



适合人类未来建立月球基地。美国计划将沙克尔顿和马利普特陨石坑作为月球基地的候选点。

1.3 公转与自转周期相等

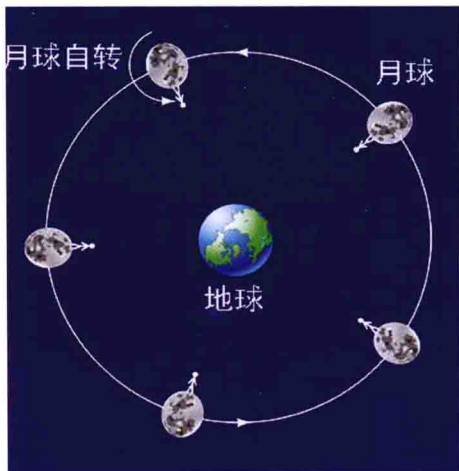


图 1-9 月球公转与自转示意图

月球的轨道很接近圆形（偏心率约 0.0549），到地球的平均距离约 384 000km，大约为 60 个地球半径；最小距离为 363 000km，最大距离为 405 000km。

月球的自转和围绕地球公转的周期相同，都是 27 天 7 小时 43 分钟，这称为“同步旋转”，因此从地球上看来，月球总是以同一半球朝向地球。图 1-9 给出月球公转与自转的示意图。

1.4 大小与质量远低地球



图 1-10 航天员在月球表面跳跃式前进

月球的平均半径为 1738km，是地球半径的 27.28%，体积为地球体积的 2%。月球的质量仅为地球质量的 $1/81.3$ ，表面重力加速度大约是地球的 $1/6$ 。也就是说，如果一个人的体重是 60kg，那么到月球上他的体重就变为 10kg，变得身轻如燕。如果在地球上体育成绩一般，在月球上说不定会打破世界纪录呢。但实际情况并不是这样，人类已经习惯了在一个重力加速度环境下生活，如果真到 $1/6$ 重力加速

度的环境，都不知怎么走路才好。如乘阿波罗飞船到达月球表面的航天员，在月球表面上是以双脚跳跃的形式行走的，见图 1-10。

1.5 表面与近月环境恶劣

月球基本没有大气，表面气压仅为地球大气压的 10^{-14} ，只有用专门的仪器才能测量出如此微小的压强。大气的主要成分是氢、氦、氖和氩，其中氢和氖以及 90% 的氦来自太阳风；其余的氦和 ^{40}Ar 来自放射性衰变；大约 10% 的氩是 ^{39}Ar ，来自太阳风。

由于没有大气层的调节作用，月球表面日夜温差很大，白天平均气温可达 107°C ，夜间平均气温降低到 -153°C 。图 1-11 和图 1-12 分别给出月球白天和夜间的温度分布。

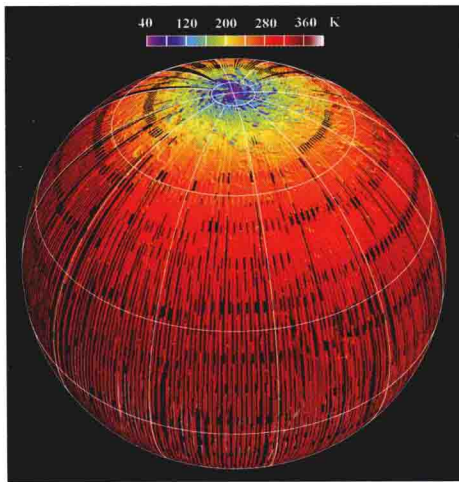


图 1-11 月球白天的温度分布

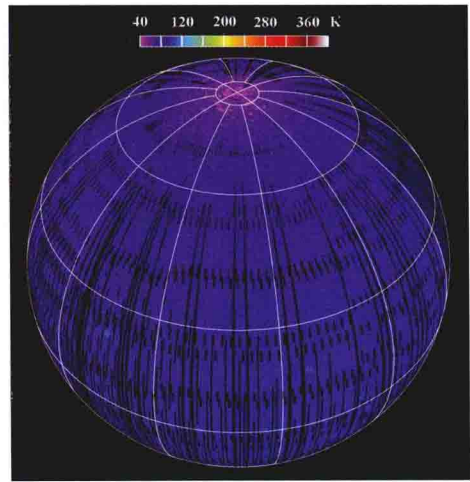


图 1-12 月球夜间的温度分布

月球没有明显的磁场存在，但月球的岩石有极微弱的剩磁，这表明月球可能曾经有过较弱的全球性偶极磁场（天文学专有名词），但这个磁场大约在 36 亿~39 亿年前就消失了。由于没有强磁场，太阳风粒子可以直接打到月球的表面，使得月球表面 具有很强的辐射。另一方面，由于太阳风可以直接到达月球表面，这样，太阳风粒子可以沉积在月球表面的粉尘（也称月壤）中。