

探索太阳系丛书



# 月球

新疆美术摄影出版社  
新疆电子音像出版社

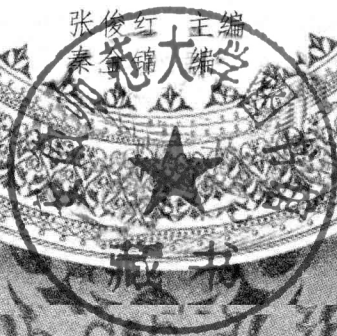
新疆美术摄影出版社  
新疆电子音像出版社



探索太阳系丛书

# 月球

张俊红 主编  
秦金钟 大编



新疆美术摄影出版社  
新疆电子音像出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

月球 / 张俊红主编. — 乌鲁木齐 : 新疆美术摄影出版社, 新疆电子音像出版社, 2012. 10

ISBN 978 - 7 - 5469 - 2940 - 8

I. ①月… II. ①张… III. ①月球 - 少儿读物 IV. ①P184 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 244423 号

探索太阳系丛书

月球

---

策 划 李贵春

主 编 张俊红

编 者 秦金锦

责任编辑 马晓慧

出版发行 新疆美术摄影出版社

新疆电子音像出版社

(乌鲁木齐市经济技术开发区科技园路 7 号 830011)

总 经 销 新华书店

印 刷 三河市燕春印务有限公司

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 13.5

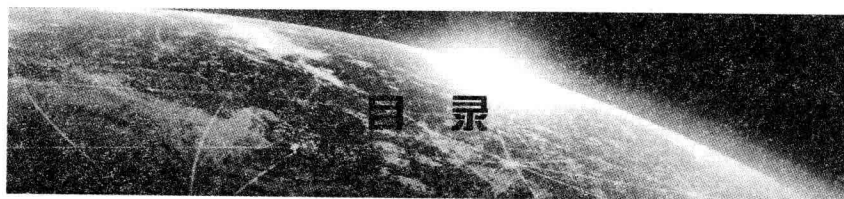
字 数 140 千字

版 次 2012 年 10 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5469 - 2940 - 8

定 价 26.80 元



## 第一章 月球风光——认识美丽的月亮..... (1)

月球是地球唯一的天然卫星 ..... (2)

月球的基本参数 ..... (3)

神秘的月面风光 ..... (4)

月球离我们有多远 ..... (6)

满脸疤痕的月面 ..... (8)

月球背面的神秘地带 ..... (8)

月球上的自然环境..... (10)

月球上的土壤..... (11)

年迈的月球火山..... (12)

月球上的陨石坑..... (13)

月球撞击坑多以人名命名..... (15)

## 第二章 月球诞生——追溯月球的起源 ..... (23)

月球的起源和演化..... (24)

月亮到底是从哪里来..... (26)

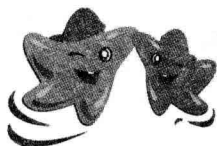
月球是地球的卫星还是伴星..... (27)

月球诞生略早于地球..... (28)

月球对地球的引潮力..... (28)

月球与地球的亲密关系..... (29)

月球的地质过程..... (31)



### 第三章 月球运动——奇妙的月相变化 ..... (33)

|                   |      |
|-------------------|------|
| 月球的同步自转.....      | (34) |
| 月球运动引起潮汐现象.....   | (34) |
| 奇妙的月食.....        | (37) |
| 奇妙的月相.....        | (39) |
| 日月食的周期——沙罗周期..... | (40) |

### 第四章 月球资源——人类资源的后备站 ..... (43)

|                   |      |
|-------------------|------|
| 月球的矿产资源极为丰富.....  | (44) |
| 月球将是人类的能源基地.....  | (45) |
| 日本瞄准开发月球海量资源..... | (47) |

### 第五章 月球探测——中国“嫦娥”工程 ..... (53)

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 中国第一幅月图.....        | (54)  |
| 中国人的探月构想.....       | (60)  |
| 美国人赠送中国1克月岩样品.....  | (63)  |
| 中国探月的曙光.....        | (65)  |
| 中国长达十年的探月论证.....    | (69)  |
| 中国探月的重大意义.....      | (74)  |
| 中国探月的三个阶段.....      | (79)  |
| 中国绕月探测的科学目标.....    | (83)  |
| 嫦娥一号卫星播放的歌曲.....    | (88)  |
| 嫦娥一号卫星探秘.....       | (89)  |
| 月球车是一种特殊的月球探测器..... | (93)  |
| 在月球上实现软着陆的着陆器.....  | (98)  |
| 向月球发射自动采样返回探测器..... | (101) |

### 第六章 月球探测——外国探月历程 ..... (105)

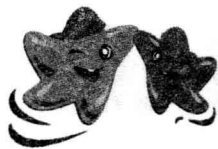
|                  |       |
|------------------|-------|
| 美国与前苏联的太空竞赛..... | (106) |
|------------------|-------|



|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 月球探测的先行者 .....                       | (108)     |
| 功败垂成的载人绕月 .....                      | (115)     |
| 在美国之前实现载人登月 .....                    | (124)     |
| 月海巡游的前苏联月球车 .....                    | (128)     |
| 月球 24 号：前苏联探月终止符 .....               | (133)     |
| 在月球上迈出人类的第一步 .....                   | (135)     |
| 美国重返月球，建设月球基地 .....                  | (138)     |
| 欧洲空间局：我们要先重返月球 .....                 | (145)     |
| 俄罗斯联邦航天发展规划 .....                    | (149)     |
| <br><b>第七章 月球漫步——“阿波罗”登月行动</b> ..... | <br>(153) |
| “阿波罗”登月计划设想 .....                    | (154)     |
| 惊心动魄的太空飞行历险 .....                    | (156)     |
| “阿波罗”载人登月圆满成功 .....                  | (163)     |
| <br><b>第八章 月球之谜——探索月球奥秘</b> .....    | <br>(167) |
| 月球四个影响较大的谜团 .....                    | (168)     |
| 月球上“质集”现象之谜 .....                    | (170)     |
| 月面为何有闪光现象之谜 .....                    | (172)     |
| 月球的背面与正面差别之谜 .....                   | (173)     |
| 月球是空心还是实心之谜 .....                    | (174)     |
| 月球上有没有水之谜 .....                      | (175)     |
| 未来人类能否移民月球之谜 .....                   | (176)     |
| 月球背离地球的一侧之谜 .....                    | (177)     |
| 月球上的智慧生命之谜 .....                     | (179)     |



# 第一章 月球风光 ——认识美丽的月亮



## 月球是地球唯一的天然卫星

月球是地球唯一的天然卫星，距地球 384401 千米。月球半径 1738 千米，相当于地球半径的 0.27，质量  $7.35 \times 10^{22}$  千克，相当于地球的 1/81。月球以椭圆轨道绕地球运转。这个轨道平面在天球上截得的大圆称“白道”。白道平面不重合于天赤道，也不平行于黄道面，而且空间位置不断变化，周期 173 日。月球在绕地球公转的同时进行自转，周期 27.32166 日，正好是一个恒星月，所以我们看不见月球背面。这种现象我们称为“同步自转”，几乎是卫星世界的普遍规律。一般认为是行星对卫星长期潮汐作用的结果。

天平动是一个很奇妙的现象，它使得我们得以看到 59% 的月面。主要有以下原因：

- (1) 在椭圆轨道的不同部分，自转速度与公转角速度不匹配。
- (2) 白道与赤道有交角。

45 亿年前，在地球诞生的同时，月球的雏形已形成。曾经由于反复撞击变热的表面冷却了。

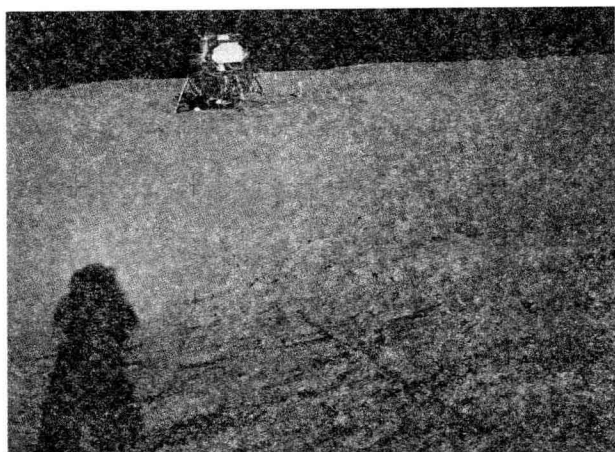
40 亿年前发生的一次大规模轰击破坏了许多原始岩石。几百万年里，火山喷涌的熔岩把更多的原始表面隐藏了起来。

30 亿年前月球的表面固化了，除了一些来自宇宙的轻缓冲击外至今基本没有变化。

月球是太阳系中最大的卫星之一，约为地球体积的 1/40。它很可能成形于早期地球与火星大小的小行星相撞留下的残骸。地球与月球尽管有共同的祖先，但它们迥然不同。

地球处于不断的运动中，地质活动频繁，能够提供生命存活的环境。与之相比，既无水又无大气层的月球则完全是一个贫瘠之地。过去的 300 万年里除了偶尔冲击形成的陨石坑，几乎没有地形变化。月球表面很多地方布满了陨石坑，平坦的地方称为月海。在望远镜发明以前，人们以为这些阴暗的部分是真正的海。月海可能是远古地质活动时期喷出的熔岩形成的。月球上也有山脉，这些山脉是由



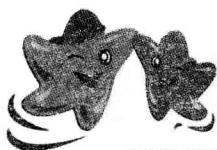


▲月球表面

撞击留下的岩石残骸形成的。月球虽然一片沉寂，但它对地球有着极大的影响。月球引力导致了地球潮汐变化，有可能还通过促成冰期的形成影响地球的轨道。但地球的引力更大，它减缓了月球的自转速度，使它的自转周期与绕地球公转周期一致。这样，从地球上始终只能看到月球的一面。

## 月球的基本参数

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| 质量      | $7.35 \times 10^{25}$ 克     |
| 直径      | 3476 千米                     |
| 体积      | $2.200 \times 10^{10}$ 立方千米 |
| 平均密度    | 3.34 克/厘米 <sup>3</sup>      |
| 月地平均距离  | 384401 千米                   |
| 近地点平均距离 | 363300 千米                   |
| 远地点平均距离 | 405500 千米                   |
| 表面积     | 1/14 的地球表面积                 |
| 黄道与白道交角 | $5^{\circ}09'$              |
| 轨道偏心率   | 0.0549                      |



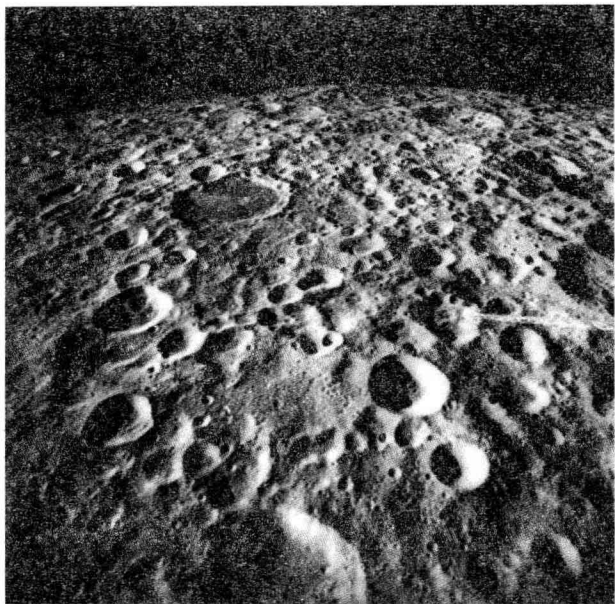
|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 赤道面与黄道面交角   | 1°32′                      |
| 赤道面与白道面交角   | 6°41′                      |
| 平均轨道速度      | 1 千米/秒                     |
| 在平均距离处满月的亮度 | -12.7 等                    |
| 表面温度        | 最高：+127 摄氏度<br>最低：-183 摄氏度 |
| 表面重力加速度     | 1.62 米/秒 <sup>2</sup>      |
| 表面脱离速度      | 2.38 千米/秒                  |
| 年龄          | 约 $4.6 \times 10^9$ 年      |

## 神秘的月面风光

月面上山岭起伏，峰峦密布，还有洋、海、湾、湖等各种特征名称。其实那只是早年观测者凭借想像，借用地球上的名称而已。月球表面总的特点是无水、无声、无空气，多环形山，温度变化极其剧烈。

环形山：也称月坑，是月面上最明显的特征。环形山，希腊文的意思是“碗”，所以通常指碗状凹坑结构。其中大的直径可超过100千米，小的不过是些凹坑。直径大于1千米的环形山总数33000多个，占月球表面积的7%~10%。环形山大多以著名天文学家或其他学者的名字命名，月球背面有4座环形山，分别以中国古代天文学家石申、张衡、祖冲之、郭守敬命名。月面最大的几个环形山是：南极附近的贝利环形山，直径295千米；克拉维环形山，直径233千米；牛顿环形山，直径230千米。许多环形山的中心区有中央峰或中央峰群，高达2.5千米。

月海：肉眼所看到的月面上的暗淡黑斑，它们是广阔的平原。在月球正面，月海面积约占整个半球表面的一半。已知月海共22个（包括背面），其中最大的是风暴洋，面积约500万千米<sup>2</sup>。雨海面积约90万千米<sup>2</sup>。月面中央的静海面积约26万千米<sup>2</sup>。此外，较大



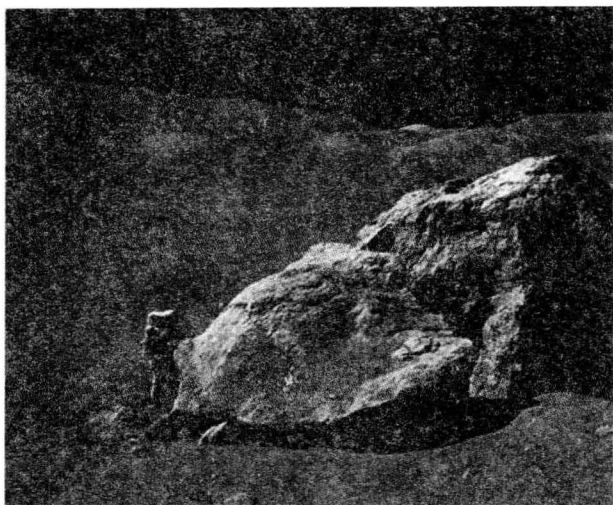
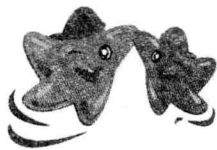
▲月球表面的环形山

的还有澄海、丰富海、危海、云海等。月海大多具有圆形封闭的特点，四周是山脉。有些月海伸向陆地称为湾，小的月海则称为湖。

月陆、山脉和峭壁：月陆是月面上高出月海的地区，一般高出2~3千米。月陆主要由浅色的斜长岩组成，反照率较高。月球正面的月陆与月海面积大致相等，背面月陆面积则大些。月陆形成的年代经同位素年龄测定为46亿年，比月海要早。月球上也存在一些山脉，大多以地球上的山名命名，如亚平宁山脉、高加索山脉、阿尔卑斯山脉等。最长的山脉长达1000千米，往往高出月海3~4千米。最高的山峰在月球南极附近，高达9千米，比地球上最高的珠穆朗玛峰还高。除山脉外，还有长达数百千米的峭壁，最长的是阿尔泰峭壁。

月面辐射纹，典型的有第谷环形山和哥白尼环形山周围的辐射纹。第谷环形山有辐射纹12条，从环形山周围呈放射状向外延伸，最长的达1800千米，满月时看得最清楚。其成因尚无定论，有人说说是火山爆发形成的；也有人认为是陨石轰击月面造成的。

月面上月海都为月球内部喷发出来的大量熔岩所充填，某些月



▲月陆、山脉和峭壁

海盆地中的环形山也被喷发的熔岩所覆盖，形成了规模宏大的暗色熔岩平原。因此，月海盆地的形成以及继之而来的熔岩喷发，构成了月球演化史上最主要的事件之一。

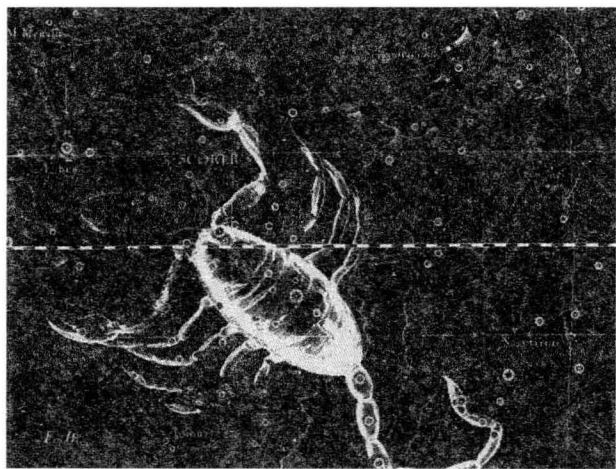
## 月球离我们有多远

与测量恒星的距离不同，早在远古时期，希腊的天文学家就准确地测量了月球距地球之距离。伊巴谷希腊最伟大的天文学家，生于奈西厄（今土耳其西北部伊兹尼克）。他在亚历山大受过教育，他在爱琴海的罗得岛上建立了他的观象台，并发明了许多用肉眼观测天象的仪器，这些仪器后来一直沿用了1700多年。伊巴谷继承了阿利斯塔克测量太阳和月亮大小和距离的研究。他不仅使用了阿利斯塔克的月食方法，还测定了月亮视差。当我们移动自己的位置时，就会发现与远处物体相比近处物体位置的变化明显，这就是视差。通过测量月球相对于星星的位置，就能测出月亮的视差，并计算出其距离。他发现该距离为地球直径的30倍，这个数值基本上是正确的。如果我们用现代天文测定地球的赤道径计算的话，月地距离为



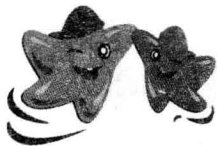
382688 千米，仅仅同今天精确测量值（384401 千米）相差 0.45%，可以说是非常准确的，如果伊巴谷不具备一定的三角学知识，是难以确定此视差值的。所以有人认为伊巴谷是三角学的奠基人。

在望远镜发明之前，长达 1900 年的时间里，月球是人们所知道的距地球距离的唯一天体。因为在没有任何其他天体像月亮离地球这么近，有靠肉眼可以测量的视差。公元前 134 年，伊巴谷在天蝎座里观察到一颗新星，他未能在以前的观测记录中找到这个星体。这是一个重要事件，今天我们都知道平常用肉眼观察不到的某些星体，只有在偶尔爆发、突然变亮时才能被看见。但在古代，人们坚信天体是永恒不变的。伊巴谷认为以前的观测并不系统，可能有遗漏，所以他不能轻易地说这个星体的出现就证明天体是在变化着的。



▲天蝎座

于是，他决定绘制一份所有亮星的精确标有连续位置的星图，以便以后的天文学家不再遇到类似的困难。为了绘制这份星图，伊巴谷根据每个星体的纬度和经度，标出它的位置。以此类推，用同样方法可以标出地球表面任意一点的位置。当然，我们知道早于伊巴谷一个多世纪狄西阿库斯就已经把纬度用在地图上了，不过是从伊巴谷开始，经纬度才成为地图上井井有条的坐标格，而且一直沿用到今天。伊巴谷绘制星图过程中还导致另一个重要的发现，那就是岁差，但关于发生岁差的原因，那时还不能正确解释，只有到了



1800 年后的牛顿来解释了。伊巴谷还是第一个根据星的亮度将星划分为几个等级的人。他把天空中最亮的 20 颗星定为一等星，然后以光亮度依次递减为二、三、四、五等。第六等星的亮度刚刚能用肉眼观察到。这种分等体系一直保持到今天。

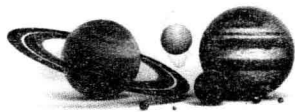
## 满脸疤痕的月面

从地球上望去，月球是一个明亮而又美丽的星球。其实月球是一个死寂不毛的天体，没有任何生物存在。虽然 17 世纪时天文学家们误认为其上有海，但月球既没有大气层，也不存在水，月球表面上只有千疮百孔的坑。月球的面孔除了天文学家可从望远镜中得以看到外，人们于一个半世纪前第一次给她绘制了画像和拍照，令普通人也能瞻仰其尊容。德国天文学家比尔自己建造了一个天文台。他同梅德勒合作，经过 8 年，600 个夜晚的观测，于 1836 年绘制成当时最详尽的月球表面图——《月面图》。该图首次采用分象限画法，详细显示月面形象，1837 年，又补充发表一卷载有 148 个环形山和 830 座山峰的测量数据。在 1878 年施密特的著名月面图出版以前，比尔和梅德勒还曾于 1830 年出版过描述火星的明暗区域，在当时也属创举。1850 年美国天文学家邦德同其子 G. P. 邦德一道首创用达盖尔银版照相术拍摄清晰可见的月球照片和织女—（天琴座）的照片，1857 年第一次洗印出清晰可见的月球照片。

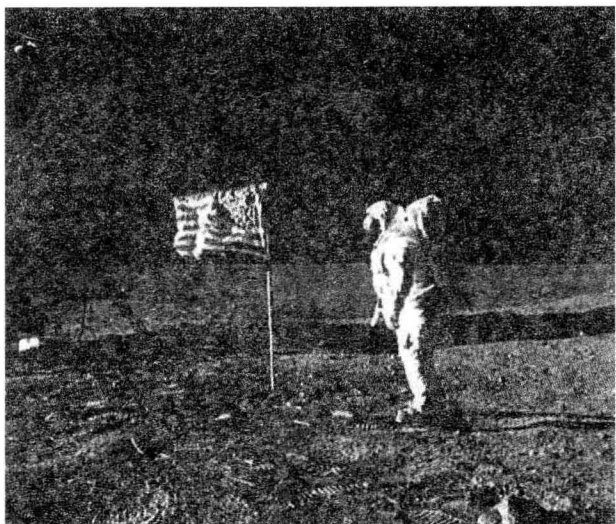
## 月球背面的神秘地带

月球背面由于远离地球，一直是一片不为人知的神秘地带。那么，月球的背着地球的一面是什么样子呢？靠在地球上观察，那是永远无法揭示的。为此，曾有人推想，月球背向地球那面可能和对着地球这面不大一样，甚至可能有生物存在。

1959 年 10 月 4 日，前苏联发射“月球 3 号”——自动行星际



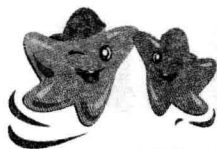
站，经过两天半的飞行，于10月6日，自动行星际站离月球中心约7900千米，这时自动行星际站开始绕向月球背面。从此人类第一次见到了月球背面的真面貌，揭开了这个千古之谜。1968年，乘坐“阿波罗”8号的宇航员第一次直接观测到月球背面的情况。



▲ “阿波罗”8号宇航员登月

月背90%左右的地方是山地，环形山很多，存在很多巨大的同心圆结构。比起正面来，月背的地形异常凹凸不平，起伏更加悬殊。月背的颜色比正面稍红稍深些，大概由于两个半球上山区机“海”的面积相差较多的缘故。月球背面的结构和正面差异较大。月海所占面积较少，月背上完整的“海”只有两个，占月背总面积的10%还不到，叫莫斯科海和理想海。莫斯科海长约290千米，宽约209千米。最长和最短的月球半径都位于背面，有的地方比月球平均半径长4千米，有的地方则短5千米，如范德格拉夫洼地。该洼地位于月背南半球，平均直径约209千米，平均深度4千米。令人感兴趣的是，据探测这里的磁场比周围地区强5倍。月背面未发现“质量瘤”。背面的月壳比正面厚，最厚处达150千米，正面月壳厚度只有60千米左右。

月背严格来说没有明显的山脉，不过莫斯科海四周海岸、一些



环形山环壁和线状地形勉强也可以说成山脉。

## 月球上的自然环境

月球表面没有大气，没有水分，温度变化剧烈，月球上缺乏生命存在的必要条件。虽然在月球物质中已发现有机化合物，但没有任何证据表明存在有生命能力的有机体。

月面重力加速度只及地面的  $1/6$ 。人若来到月球，体重将减为原来的  $1/6$ ，会感到身轻如燕。人们花同样的力气，便能举起比地面上重 6 倍的东西。月球的微弱重力，使它不能保持大气。人们在望远镜里看到清晰的月轮，便证明了这一点。飞船登月实地考察也证实，月球上只有极微量气体，其密度不及地面大气密度的一万亿分之一，主要成分是氦和氩。因为重力小，月面逃逸速度就小，只有 2.4 千米/秒（地面逃逸速度是 11.2 千米/秒），氧和氮气分子的运动速度在常温下就能超过这个速度。假如月球曾经有过大气的话，它必定不断地失去自己的大气。由此可知，月球没有大气绝非偶然，并且，可以推断，一切质量较小的天体，也不会有大气。

在一个没有大气的世界里，充满着寂寞与荒凉。登月的宇航员形容月球世界“有一种自成一格的荒凉之美”。在那里，声、光和热等物理效应，与地面上迥然不同：

没有大气，声音得不到传播。月球世界万籁俱寂，听不到一点声音。没有大气对光的散射作用，月球上不见蔚蓝色的天空，也没有迷人的晨昏蒙影，即使在白天，天空也是一片漆黑。星星不会闪烁，但不分昼夜地出现在天空。

没有大气，无法保持水分，因为水总是要蒸发为水汽，然后逃逸到行星际空间。因此，月球上没有风云变幻，不见雨露霜雪，也不会出现雷电和彩虹。总之，月球天空没有人们所熟悉的“天气”变化。

由于得不到大气和水分的调节，加上月球上昼夜漫长，月面的温度变化十分剧烈。白天，在太阳直射下，温度可高达  $130 \sim 140^{\circ}\text{C}$ ；





日出前可降至  $-173^{\circ}\text{C}$ 。根据月食时对月面温度的测量结果表明，月球进入地球本影后，1 小时内温度便可降低  $150^{\circ}\text{C}$ 。这说明，月面物质的热容量很小，不像是由岩石组成的。登月考察证明，月球表面含有一层平均约 10 厘米厚的细沙粒层。

## 月球上的土壤

月球的表面并非没有土壤覆盖，实际上，到处都覆盖着厚层的岩屑和玻璃质物质，被称之为月壤。月球上月壤和地球上风化剥蚀作用形成的土壤概念是不同的，月壤是由细至尘埃大到沙，甚至大砾石的物质组成的。在月海中，月壤的厚度一般为  $2 \sim 10$  米，月陆中月壤的厚度稍大些，可以达到 20 米。月壤中的岩屑主要由各种不同形状和结构的玄武岩和斜长岩组成。月壤中的角砾主要有玄武岩岩屑和玻璃质胶结物两部分组成。此外，在月壤中还有一定比例的球粒陨石。

月壤中岩屑的来源主要是因撞击而破碎的月岩和陨石，它们是构成月壤的主要成分。月岩由于热胀冷缩的长期作用自身发生崩解以及月球上火山爆发的火山灰和岩石碎屑也是月壤的来源之一。月壤样品经分析后发现，其中含有大量地球上稀有的金属钛；另一些硬金属，如锆、铌、铍的含量也很丰富。

月壤中含有丰富的气体（如氢、氦、氖、氩、氮等）资源，尤其是核聚变燃料氦-3 含量极为丰富，为能源发展提供了新思路。月球几乎没有大气，无磁场，太阳风在月球表面的通量高达  $3 \times 10^8$  厘米<sup>2</sup>/秒。月壤中 80% 以上的氦-3 富集在粒度小于 50 微米的颗粒表面，含量为  $(0.4 \sim 15) \times 10^{-9}$  克/克，且随深度的分布较稳定。初步估算，月壤中氦-3 的资源总量可达 100 万 ~ 500 万吨。建设一个 500 兆瓦的 D-氦-3 核聚变发电站，每年消耗的氦-3 仅需 50 千克。月壤中的氦-3 具有巨大的开发利用前景。月壤中氦-3 的开发利用，还可提取多种气体的副产品。现在全球能源的需求，统统加起来，大约每年需要的氦-3 的量是 100 吨。中国全年发电量大约需要 8 吨，