

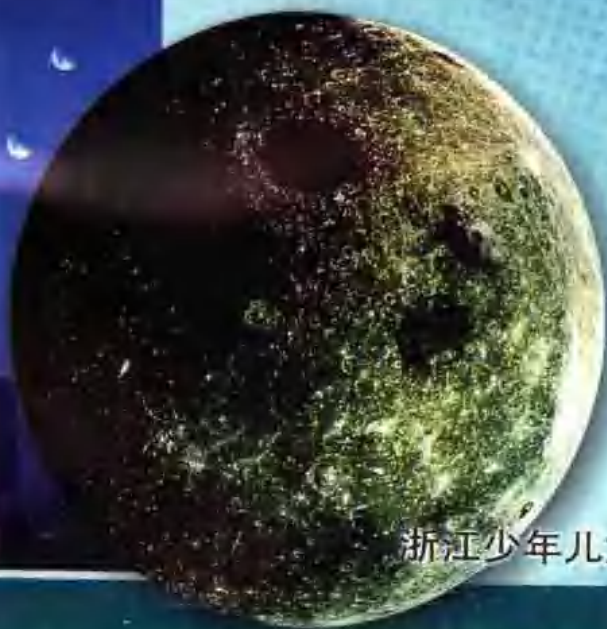


小海豚科学丛书



咫尺天涯话明月

卞德培 著



浙江少年儿童出版社

小海豚科学丛书

◆天文辑◆

主 编 章道义
副 主 编 陈天昌
本辑主编 卞德培

咫尺天涯话明月

卞德培 著



浙江少年儿童出版社



目 录

引子	1
一、小小成员,亲密伴侣	3
1. 一份特殊身份证	4
2. 太阳、月球,谁大	7
二、月球也在运动	10
1. 有规律的月相变化	10
2. 月球有自转吗	14
3. 有趣的“新月抱旧月”	15
三、月亮上有什么	18
1. 重要里程碑	18
2. 月面纵横	20
3. 环形山从哪里来	28
四、月背之谜	31
1. 像天平那样摆动	31
2. 揭开哑谜	34

3. 人类的一大步	37
五、月面风光	43
1. 缺了空气这个角色	43
2. 谁能承受如此温差	45
3. 身轻如燕,力大如牛	47
4. 地光下的思乡情	49
六、令人迷惑的变化	51
1. 月球上有雾吗	51
2. 色彩的变化	53
3. “神秘的”闪光	54
4. 环形山的消失	55
5. 是火山爆发吗	57
七、你见过“野月亮”吗	60
1. 钻到影子里去	60
2. 不会每个月都发生月食	62
3. 月食是可以预报的	62
八、明月几时有	65
1. 几个相关问题	66
2. 起源假说	68
九、重返月球	74
后记	77



引 子

你一定无数次地抬头看过月亮,也许你还记得,那是一个月明星稀的夜晚,大地被倾泻下来的月光覆盖着,银装素裹,分外宁静,引起人们无限的兴趣和遐想。

还记得当时月亮的模样吗?

它上面有的地方特别亮,有的地方不那么亮,还有好些比较暗的板块那样的东西,它们互相穿插在一起,看起来真像是月面上的花纹,说它像什么还真是有点像什么呢!

在科学不发达的时代,人们对自然界的许多现象不了解,甚至产生恐惧心理,这是不难理解的。那时,为了解释这类现象也好,为了抒发自己的感情和理想也好,世界上几乎所有的国家和民族,都流传着许多关于月亮的美丽故事和传说。我国几乎是没有人不知道的嫦娥奔月、吴刚砍伐月亮上的桂花树等神话传说,就是其中非常著名的两个例子。古人搞不清楚月亮上的那些黑影究竟是什么东西,把它们想象成了嫦娥、吴刚、白兔、广寒宫、桂花树。神话传说是很吸引人的,它们是人类文化的宝贵遗产,具有永恒的魅力。如果从科学的角度来看问题,那么,神话传说并不等于是现实,科学早已得出结论,这些人和物在月亮上是不存在的。

月亮实在是很可爱的,它是离我们地球最近的一个天体,是地球唯一的一颗天然卫星,它一遍又一遍地绕着地球



转圈子,好像卫兵那样“守卫”着地球;说它是我们的亲密伴侣,一点也不过分。

可以这么说,人类真正研究月亮的时间并不很长,充其量也不过三百来年,也就是从17世纪初望远镜发明并用来作天文观测之后开始的。在这段科学和技术发展迅速的历史时期里,一代又一代科学家孜孜不倦地研究着月亮,他们用越来越大、越来越精密的天文望远镜和各种各样的其他仪器设备,观测月亮、研究月亮,乃至派宇航员登上月亮去实地考察、收集资料等等。他们的辛勤劳动换来了今天我们对月亮认识的步步深入、越来越全面。

1969年是月亮研究史上应该重重写上一笔的一年。那一年的7月,人类千百年来飞到另一个星球上去的梦想变成了现实,两名美国宇航员乘宇宙飞船登上了月亮,有史以来第一次把人类的足迹印在了另一个天体上,实现了“零”的突破。

从60年代到现在,几十个以探测、考察、收集标本等为目的的探测器和宇宙飞船,一次又一次为我们取得了丰富的第一手资料,大大地深化了我们对月亮的理解和认识。

这本小书想给大家介绍的,就是我们既熟悉、可能又没那么熟悉的地球这个小伙伴的最新面貌。



一、小小成员，亲密伴侣

你可曾想过，我们地球的这个亲密伴侣——月亮，在宇宙空间是处于什么样的地位呢？

光芒万丈、能量无穷的太阳，是一颗自己能够发热发光的天体，天文学把这样的星球称做恒星。光是我们太阳所在的银河系里，就有一二千亿颗恒星。跟我们银河系相当的，也包含着千百亿颗恒星的其他星系，又何止亿万个呢！太阳只是数不清的恒星中极普通的一员，它是离我们地球最近的恒星，也是对地球来说特别重要的恒星，那些闪烁着的星星都是非常遥远的“太阳”。

恒星一般都有些比它自己小的天体在围绕着转，我们的太阳也不例外。在环绕太阳运动的天体中，有一类叫做行星。行星是近似球形的天体，它们的轨道一般都是椭圆形的。在我们的太阳系里，已经发现有9颗大行星，它们是：在地球绕日轨道内侧的水星和金星，接下来的是人类的老家地球，在地球外侧的是红色的火星、巨大的木星和有着美丽光环的土星，最远的3颗行星，即天王星、海王星和冥王星，是在最近这两个世纪中先后被发现的。行星本身都不会发光，它们反射太阳光而显得明亮。

环绕行星运动的天体是卫星。九大行星中除了水星和金星之外，其余7颗行星都有各自的卫星，少则像冥王星和



我们的地球那样，都各有 1 颗卫星，而木星、土星和天王星的卫星数，都在 10 颗以上。已经完全肯定了的太阳系卫星总数超过 60 颗。可见，我们的月亮只是卫星队伍中非常普通的一员。跟行星一样，卫星自己也不会发光，靠反射太阳光而发亮。

太阳、地球、月亮是三种不同类型的天体，即恒星、行星、卫星，它们又都是本类型天体中的普通成员，是与人类关系最密切的天体。

1. 一份特殊身份证

身份证，大家都是很熟悉的。为了表达一个人的身份，他的一些基本情况，包括姓名、性别、出生年月、住址等，都被简明地记录在一张纸上。同样，为了让读者扼要地了解月亮，我们不妨也为它建立一份特殊的身份证。

月 球 身 份 证

名称：月球，月亮

别名：太阴，夜光，嫦娥，素娥，玉兔，金兔，金蟾，蟾蜍，飞镜，金波，清光，婵娟，桂宫，广寒宫，清虚宫，白玉盘，瑶台镜

月球直径：3476 千米，是地球的 27%，或约 $3/11$

赤道一周：10920 千米，是地球的 27%

月球体积：220 亿立方千米，是地球的 2.03%，或 $1/49$

月球面积：3800 万平方千米，是地球的 0.074%，或 $1/14$



月球质量:7350 亿亿吨,是地球的 1.23%,或 $1/81.3$

平均密度:每立方厘米月球物质 3.34 克,是地球的 60.6%

从月球中心到地球中心:

平均距离:384400 千米,是地球半径的 60.27 倍

最大距离:406700 千米

最小距离:356400 千米

从月面到地面:

平均距离:376284 千米

最大距离:398581 千米

最小距离:348294 千米

轨道偏心率:0.0549

满月时的亮度:-12.6 等

平均视直径:31'05"

最大视直径:33'29"

最小视直径:29'23"

轨道倾角:5°8'43"

绕轴自转周期:

27.32166 日,即 27 日 07 时 43 分 11.5 秒

绕地球公转的周期(恒星月):

27.32166 日,即 27 日 07 时 43 分 11.5 秒

位相(盈亏、圆缺)变化周期(朔望月):

29.53059 日,即 29 日 12 时 44 分 02.9 秒

从黄白交点出发再回到黄白交点的周期(交点月):

27.21222 日,即 27 日 05 时 05 分 35.8 秒

表面最高温度:约 130℃



夜晚最低温度： $-170 \sim -185^{\circ}\text{C}$

这份特殊身份证中的一些项目，需要向读者交代和解释几句。

月亮的别名，可以说是很多的，主要散见于我国古代诗词、散文等文字记载中，想要列出几十个，那是没有什么困难的。这里只能列出较有代表性的一些。

月地之间距离是有变化的，偏心率 0.0549 表示它离地球最远或最近时，对平均距离各有约 5% 多一点的变化。不过，偏心率也是有变化的，这里给出的数值是它的平均值。

任何物体，月球也是这样，离得近的时候看起来大些，远的时候就显得小些，这是不用多作解释的。那么，怎么来表达看起来月亮的太小呢？天文学家们习惯用角度来表示某个天体看起来的直径，即所谓的“视直径”。在月地平均距离的情况下，月亮的视直径是 $31'$ 多，也就是略大于 0.5° 。



月亮直径只是地球的 $1/4$ 强



月亮绕着地球运动的轨道,一般称为白道,地球绕太阳运动的轨道则是黄道。白道和黄道并非一条“道”,而是两股道,它们彼此交叉,交叉角是 $5^{\circ}8'43''$,被称做黄白交角,或者说是白道对黄道的倾角。

包括月亮在内,天体看起来的亮度,或者说是“视亮度”,是用星等来表示的。大概说起来,一颗1等星的亮度比2等星要亮2.5倍多些,2等星比3等星亮2.5倍多些……这样的话,1等星就比眼睛刚能看到的6等星亮100倍。依此类推,比6等星暗的星就有7等星、8等星、9等星……比1等星更亮的可以是0等星、-1等星、-2等星……月亮的亮度随月亮圆缺变化而变化,满月时最亮,达到-12等多。

读者也许会奇怪,“身份证”里怎么出来了3种月。这没有什么可奇怪的,主要因为大家不是搞天文工作的,不了解其中原因的缘故。月亮从看起来是某颗星的位置出发,绕天空一周,又来到了这颗星的位置,这是一个恒星月,长27日多些。相对于地球来说,月亮两次来到与地球的同个相对位置时,叫做一个朔望月,需要29日多些。交点月的长短则是相对于白道、黄道交点来说的,在说到发生日食和月食现象的原因及其周期性时,牵涉到的主要是交点月问题。我们在后面还会提到。

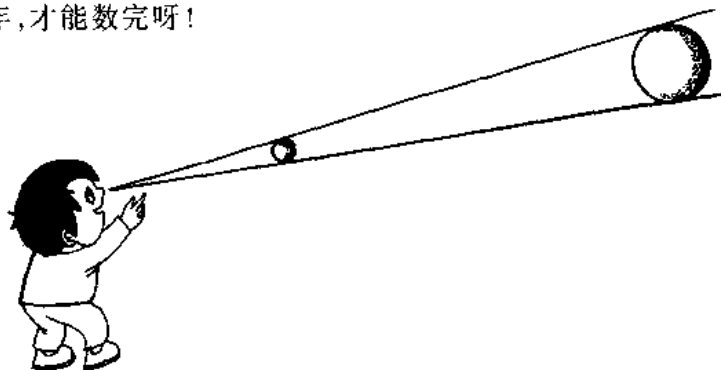
2. 太阳、月球,谁大

地球和月球谁大谁小的问题,月球身份证已明确告诉



我们,地球要比月球大得多。它们与太阳比起来,又是个什么情况呢?

我们说,太阳比地球大得多,比月球就更大了。说得再具体一点的话,那就是:太阳的直径有 139 万多千米,是地球直径的 109 倍,是月球直径的 400 倍。如果比较一下三者的体积,数字就更惊人:太阳体积是地球的 130 万倍强,是月球的 6300 多万倍。数字尽管很大,可能超过我们的想象,但这是事实,是科学家们精心研究的结果,不会有差错。打个譬喻来说,如果你能收集到 6300 多万个不管多大的球,请你一个一个地数一下,即使你每秒钟能数一个,一天 24 小时不吃饭、不休息、不睡觉不停地数,你也得数上整整两年,才能数完呀!



小而近和大而远的两个东西,看起来一般大

这么大的一个太阳,看起来跟月亮差不多大,其道理跟我们日常生活中的经验是一样的,即一个物体远看时显得小,近看时就比较大。月球直径 3476 千米,说明它是一个不大的星球,在地球人看来,它显得很大,好像跟太阳差不多大,完全是因为它离地球非常近的缘故。光线一秒钟可以



行进约 30 万千米，月亮光从月亮出发来到地球上，只需要 1.2 ~ 1.3 秒的时间，而太阳光则需要 499 秒，你看，两者与地球的距离有多大的差别！事实上，太阳直径是月球的 400 倍，可是它比月球离我们也远了差不多这些倍！我们可以得出这样的见解：都是在平均距离的时候，看起来太阳要比月球大一点点，如果月球离地球正好是比较近的时候，而太阳离我们又正好是比较远的时候，情况就会反过来，也就是，我们看到的月亮就会比太阳略大一些。少年朋友们，不知道你们有没有意识到这后一种情况是非常重要的，正是因为月球有时看起来比太阳要大一些，这时发生日食的话，月球有可能把太阳全挡住，我们才有机会看到壮丽的日全食现象。

前面说过，月球的质量不大，是地球的 $1/81.3$ ，只是太阳的 $1/27000000$ 强，尽管如此，如果我们用大家熟悉的地球上的一些事物与之进行比较的话，也将是很惊人的。假定某个特大港口每秒钟可起航 10 艘大船，每艘船可装载 10 万吨的货物，那么，要装完像月球物质一样多的货物，这个港口得不停地工作 230 年以上。



二、月球也在运动

月亮的模样天天在变,有时是细细的月牙,有人说它像弯弯的镰刀,有时是半个月亮,有时是一轮明月。这些,我们大家都已经习以为常了。如果进一步问:为什么月亮会有这种变化呢?能够圆满地答准确的人恐怕就不多了。

1. 有规律的月相变化

月亮模样的这种变化,叫做盈亏变化,用通俗点的话可以说它是圆缺变化,正规的名称则是位相变化或月相变化。月相的变化是很有规律的,可想而知,造成月相变化的原因也一定是很有规律的。

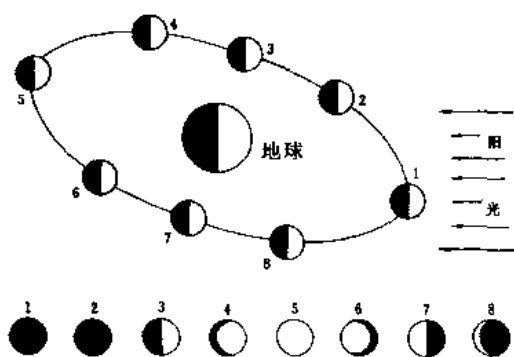
前面讲过,月球和其他行星的卫星一样,自己是不会发光的,柔和的月亮光实际上只是被月球表面反射回来的太阳光。从月球绕着地球转这个事实,从对月光进行光谱分析的结果,都可以说明这一点。当月球一刻不停地绕着地球转圈子时,它和太阳、地球的相对位置在不断地变化,这对月亮来说是无所谓的,因为它自己不发光,转到哪里都是向着太阳的那个半球被照亮,另外半个月球是在黑暗之中;可是,对于地球上的观测者来说,就不是那么回事了,根据



位置的不同,就看到月亮的不同位相。

我们可用图来形象地说明月亮圆缺变化的原因。

假设太阳光是从图的右方射过来的,左侧月亮绕地球轨道上的8个月亮,表示月亮的8个代表性位置。从地球上看见它们时,它们是什么模样呢?



月相变化示意

当月球转到位置1的时候,它恰好处在地球和太阳之间,月亮明亮的那个半球冲着太阳,照不到太阳光、即黑暗的半球向着地球的白天部分。在地球上的白天那里,虽然月亮是在天上,但它黑暗无光,根本就看不到它;地球上夜晚地区的天空中,根本就没有月亮,自然谈不上看得见看不见。天文学称这时候的月亮和它的位置为“朔”,这时的月亮也叫“新月”。根据历法上的安排,朔一定是在农历初一那天。

朔之后两三天,因为月球在绕地球转的轨道上已前进了一点,到达位置2附近,月亮亮半球的边缘有那么一点点地球上可以看到了,在地球观测者看来,这亮的部分弯弯的像是镰刀的形状,习惯上称它为“娥眉月”。

月球不断地在轨道上前进,它转向地球的明亮部分越



来越大,我们看到的月亮亮面也越来越大。在朔之后的七八天,月球在轨道上处在位置3的时候,呈现在我们面前的月亮是半圆形的,叫做“上弦”,这是观测月亮好时机的开始。上弦时,月亮在太阳东面 90° ,它明亮面的圆边向西冲着太阳,这一点是不难理解的。

上弦之后,可以说月球渐渐转到地球的另一侧去了,它被太阳照亮的那个半球也越来越多地转向地球。我们就看到月亮的亮面一天比一天大起来,一天比一天圆起来,明显地感觉到月亮一天比一天



上弦月

亮起来。根据这段时期里月亮形状的特点,我们习惯上称它为“凸月”。

月亮转到了位置5的时候,它被太阳照亮的那个半球,正好也全部对着地球。这时地球上的人看到了月亮的全部亮面,或者说看到了一个圆圆的月亮,叫做“满月”或“望月”。望,按理来说似乎应该是在农历每月的十五,事实上可不是如此,农历的一年12个月里面,望在十五的一般也就是两三个月,多数是在十六,有时甚至是在十七。

从望到朔,月亮亮面一步步缩小,缩小的步伐刚好与从



朔到望的情况相反。月球在位置 6 时，圆缺情况和在位置 4 时基本一样，只是凸的方向刚好反过来。月球在位置 7 的时候是下弦，我们看到的又是半圆的月亮，只是下弦时，月亮是在太阳以西 90° ，它明亮面的圆边向东冲着太阳。

经过位置 8 时的残月之后，月亮的明亮部分已剩下不多了，并继续缩小直到完全看不见。当月亮重新回到位置 1 的时候，一轮月相变化宣告结束，下一轮的变化又正式开始了。月相变化就这样一轮接着一轮、一个周期又一个周期有规律地周而复始、往复无穷。

月亮从朔到朔或者从望到望的周期，平均是 29.53059 日，叫做一个朔望月。朔望月大体有 13 小时左右的变化。农历每个月的天数是以朔望月为基础确定下来的，天数自然得取整数，于时规定大月 30 日，小月 29 日。为了与朔望月的平均长度相对应，农历有时一连几个月都是大月，或者连续几个月。

上面主要说的是月球绕地球的公转。位相变化与公转现象有着密不可分的关系。月球的另一种运动是自转，让我们来看看它是如何自转的。



下弦月