

小海豚科学丛书



日食与月食

高汉庭 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

日食与月食

高汉庭 著



浙江少年儿童出版社

责任编辑 陈业欣
封面设计 顾尧庐
图片复制 蔡玉斗
吴 珩

小海豚科学丛书

(天文辑)

日食与月食

高汉庭 著

浙江少年儿童出版社出版发行

(杭州体育场路 347 号)

浙江淳安印刷厂印刷 全国各地新华书店经销

开本 787×1092 1/32 印张 1.625 字数 35000

1999 年 3 月第 1 版 1999 年 3 月第 1 次印刷

该套书的条码及书号定价见盒套(全套 8 本)

序

章道义

人类即将进入一个新的世纪和新的千年——21 世纪了。21 世纪的人类社会将会有哪些发展变化,世界会变成什么样子?未来学家、社会学家、经济学家和自然科学家们为即将到来的 21 世纪描绘了一幅色彩纷呈的图画,并明确阐述了两大基本观点:一是科学技术在人类社会所处的地位越来越重要,它不仅是富国富民的第一生产力,强国强兵的神奇战斗力,大国象征的政治影响力和社会进步的首要推动力,还将深入到人们生活的方方面面,让您感觉到它无时不在,无处不有;二是人与自然必须协调发展,共存共荣。也就是说,人类不能随心所欲地去“征服自然”,更不能肆无忌惮地去破坏自然,人类必须关注和珍惜自己的生存环境,学会和自然界“和睦相处”,否则将会遭到大自然的疯狂报复与无情打击。

因此,普遍提高人们的科学技术素养,提高人对自身和自身生存环境的认识,就成为当代社会的一项十分重要的任务。一位专家说得好:21 世纪的新科技是一个浪潮,将淹没那些在这一浪潮中还没有学会游泳的人。这就是我们组织编写这套丛书的主要目的。

“小海豚科学丛书”以新世纪的第一代接班人——今天的中小學生为主要读者对象,在他们的课堂学习之外,着重给他们讲述一些有关人类自身和人与自然的科学知识。其中的生物卷,从生命的起源、生物的进化、人的由来、人的种族和民族,讲到人的身体、人为什么会生病以及人类的朋友

和敌人——微生物。目的是加深人对自身的认识，以便更好地把握自己、发展自己。地学卷从高山平川、江河湖海、泉水地震讲到地球大气、四季变化、雷电冰雹和衣食住行与气象，天文卷从宇宙、太阳、月亮、彗星和流星，讲到天空奇观、日食月食，直至地球等主要天体的运行规律及其相互关系。从这里我们可以看出，人类的摇篮——地球，在宇宙这个无边无垠的大世界中，只不过是一个小小的泥丸；地球上的人又是何等的微不足道，真可谓沧海一粟，但人类的智慧和能力又是何等的伟大，它能让您飞出地球，飞向太空，甚至超越时空的局限。作为新世纪的接班人，少年朋友应当站得高些再高些，看得远些再远些，树立更加崇高的理想境界和更加远大的志向抱负，为了人类的今天和明天，为了您，为了他，也为了我们大家作出更大的贡献！

这套丛书的作者，大多为该学科的专家或科技工作者，又多为长于写作的科普作家或编辑家。因此，科学内容大多写得深入浅出，文笔也比较简明流畅，有的还很生动有趣，读来饶有兴味。而所讲内容大多是课堂学习所少有的，是一套既适合中小学图书馆购置、又适合家庭书库收藏的中小学生学习课外读物。它对丰富少年朋友的科学知识，开阔他们的视野，提高他们的素质，启迪他们的智慧是大有裨益的。

这里要说明的是，这套丛书虽只是一些学科的入门向导，但却是基础科学的半壁江山，目的在于培养兴趣。只有当学习充满兴趣时，读书才更为有效。面对信息社会的挑战 and 知识经济时代的来临，少年朋友必须学会怎样学习和怎样思考，更新自己的观念，激活自己的思路，走在时代的最前列。让我们为此而不断努力吧！

1998年12月26日于北京



引子	1
一、为什么会有日食和月食	3
1. 关于太阳	3
2. 地球的运动	4
3. 月亮的运动	6
4. 月亮和地球的影子	9
5. 日食和月食揭秘	10
6. 不是每个月都有日食和月食	11
二、日食追踪	13
1. 全食、偏食和环食	13
2. 日食的过程	17
3. 月影扫过的地方	21
4. 日食观测的科学意义	23
三、月食追踪	28
1. 没有环食	28

2. 钻到影子里去	29
3. 月全食时还能看到月亮吗	31
4. 有多少人能同时看到月食	32
5. 月食观测的科学意义	33
四、日食和月食的规律	34
1. 日食和月食的“季节”	34
2. 一年之中有几次	35
3. 日食和月食的周期性	38
五、怎样观测日食和月食	40
1. 肉眼观看日食的安全方法	40
2. 望远镜观测	41
3. 日食观测项目	42
附录一	44
附录二	46



引 子

晴朗的白昼，骄阳凌空，光芒四射。突然，太阳被一个黑影逐渐地遮蔽。开始时，这个黑影只是一点点，后来它不断扩大，太阳圆面被遮去的部分愈来愈大，有时候甚至整个太阳圆面完全被遮住了。当太阳被遮掩时，天空就渐渐地暗淡下来，气温也渐渐下降。当整个太阳被遮掩时，天空骤然变得昏暗，就像黑夜来临一样，明亮的星星都显露出来。这就是日食。

满月之夜，一轮明月悬挂在天空中，在这皎月当空之际，突然有一个影子跑来把圆月遮去一部分，有时甚至整个月面都沉浸在黑影之中，经过一段时间以后，月亮才渐渐地脱离出黑影，恢复到原来又圆又亮的状态。这个现象就叫做月食。

日食也好，月食也好，都是自然界的一种现象，几乎每年都有发生，并非神秘之事。过去由于科学不够发达，人们对日食和月食发生的原因不了解，因而产生了一些迷信的想法，甚至把日食和月食现象的发生与战争、饥荒、瘟疫等等灾祸联系起来，认为是不祥之兆。然而，随着社会生产实践活动的发展，科学的进步，人们不仅对日食和月食有了正确的认识，而且进一步掌握了日食和月食的规律，对日食和月食的发生时间及见食时间都做到了精确的预报。



我国古代的天文学家对于日、月食的记载和研究都有过伟大的贡献,如关于日食,《书经》中就记载有发生在公元前 2137 年 10 月 22 日的日食记录,离开现在已有近 4200 年的历史,是世界上最早的日食记录。而从历史书中还可以查到的日食记录,从公元前 720 年到 1872 年为止,就有 985 次,这么多的日食记录,也是世界上其他国家所没有的。至于月食的记录,从河南安阳挖掘出来的龟甲和牛骨上的记载中,经过推算,是在公元前一千三四百年时发生的月食的记录,距今已有三千多年,也是世界上最早的月食记载。



一、为什么会有日食和月食

日、月食发生的原因说起来是很简单的,并且这种现象的发生是有一定规律的。日、月食的发生规律和月亮、地球的运动有着密切的关系。为了说明日食和月食发生的道理,我们需要先了解一些有关太阳、地球和月亮的知识。

1. 关于太阳

太阳和我们的关系非常密切,它给我们地球以光和热,是地球上生命的源泉之一。

太阳是太阳系的中心天体,包括我们地球在内的九大行星都围绕着太阳运转。这九大行星按它们离太阳的远近排列就是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。

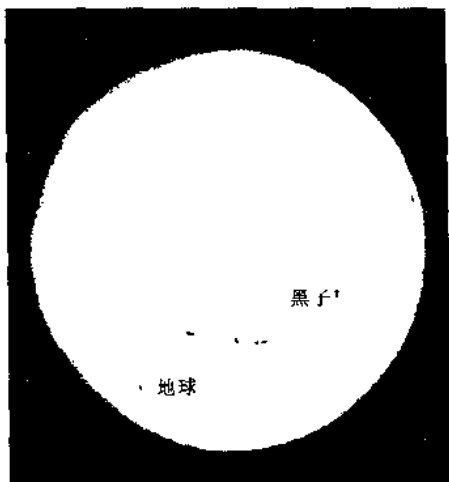
太阳是一个比地球大得多的高温气体球(准确地说叫高温等离子体*)。它的直径大约有 140 万千米,是地球直径的 109 倍。它的体积是地球体积的 130 万倍。它的表面温度超过 6000 摄氏度,中心温度高达 1000 多万摄氏度。

太阳的外部分为三层。里面的一层叫光球,厚度约 500

*一般指电离的气体,由离子、电子及未经电离的中性粒子组成,呈电中性。



千米。光球外面的一层叫色球,厚度约2000千米。色球层物质稀疏透明,它的颜色偏红,所以人们管它叫色球层。色球层上面的一层,也就是太阳最外面的一层,叫日冕,即太阳最外层的大气,它能向外延伸600万千米左右。色球和日冕的密度都很稀薄,比地球



太阳与地球大小

上的空气还要稀薄得多,因此人们能透过日冕和色球看到光球。我们平时所见到的太阳光基本都来自光球,也就是说照亮地球的基本上是光球。色球和日冕的光非常暗弱,在通常情况下是看不到它们的。

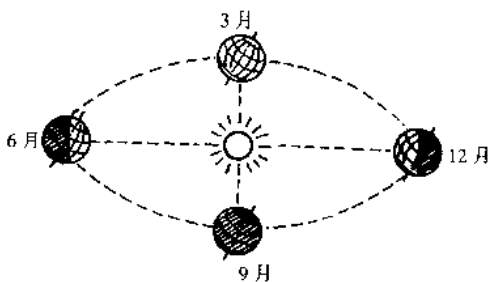
2. 地球的运动

我们的地球是一个自身并不发光的球体,它被太阳照射时,面对太阳光的半个球面就是白天,背着太阳光的另外半个球面就是黑夜。地球不断地绕着自己的轴(地轴)自转,每自转一周就是一天。由于地球不停地自转,地球上就有白



天和黑夜的交替。

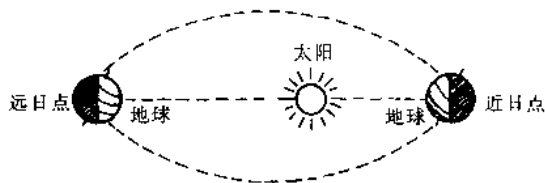
地球不但绕着地轴自转,而且又在不停地围绕着太阳公转,公转速度几乎达到了每秒 30 千米。地球绕太阳公转一



地球的公转

周需要 365 天 5 时 48 分 46 秒,这个时间就是我们平常所说的一年,天文学上称之为回归年或太阳年。

地球绕太阳运转的轨道是一个和圆形差不多的椭圆形。



近日点和远日点

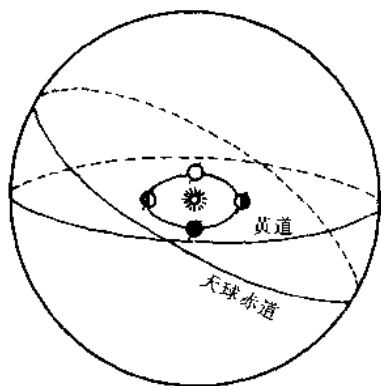
太阳并不在椭圆

圆的中心位置,而是位于这个椭圆的一个焦点上。因此,在地球围绕太阳公转的过程中,它和太阳的距离就会有时近一些,有时远一些。在每年的 1 月初,地球运行到离太阳最近的一点,这个点叫近日点,在近日点,地球和太阳的距离为 1.471 亿千米;在每年的 7 月,地球运行到离太阳最远的一点,这个点叫远日点,在远日点时,地球和太阳的距离为 1.521 亿千米。地球和太阳之间的平均距离为 1.496 亿千米,在天文学上把这个日地平均距离称为一个天文单位。

我们是地球上的居民,既然地球绕太阳公转,我们本身



就随地球一同运动,因此我们感觉不到地球的公转运动,但是却可以通过太阳每年在各星座间的移动将地球绕太阳公转的这一千真万确的事实反映出来。人们经过长期的观察,发现太阳每年在星空中依次通过 12 个星座,一年以后,太阳又回到原来起始的星



黄道

座里。这看起来好像太阳在绕地球转圈子,实际上这是地球绕太阳公转的一种反映。这和火车中的人感觉不到火车在飞快前进,而是看到火车两旁的房屋、田野、树木等在迅速后退的道理是一样的。太阳在天球各星座间所绕行的这条路线,我们把它叫做黄道。黄道并不是地球的真正轨道,而是地球轨道面延伸后和天球相交的大圆圈。

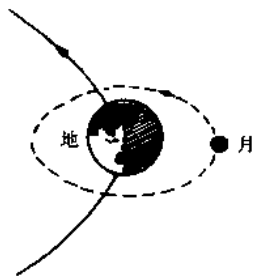
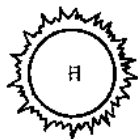
3. 月亮的运动

月亮是月球的通称,是地球唯一的天然卫星,它和地球一样,本身并不发光,因反射太阳光才被我们看见。

月球的半径只有 1700 多千米,大约是地球半径的四分之一。月亮也有自转和公转,自转一周大约是 27.3 天,而它绕地球公转一周的时间也是 27.3 天,因此它总是以同一



的半个球面对着我们地球，地球上的人们只能看到它的半个“面孔”，直到人造卫星上天以后，人们把探测器发射到绕月球飞行的轨道上，才对月球另外



太阳、地球和月亮的运动

那半个球的庐山真面目有所了解。

月亮绕地球运转的轨道也是一个椭圆，所以月球有时离地球近些，有时离地球远些。它们之间的平均距离约为38.4万千米。月球绕地球运行的时候，它在天空背景上经过的路线叫做白道，白道与黄道并不重合，而是相交成一个不大的角度，称为黄白交角，平均值是 $5^{\circ}9'$ 。月球的这个公转周期(27.3天)称为恒星月，除此之外，还有一种是以月面盈亏周期来计算的，称为朔望月。

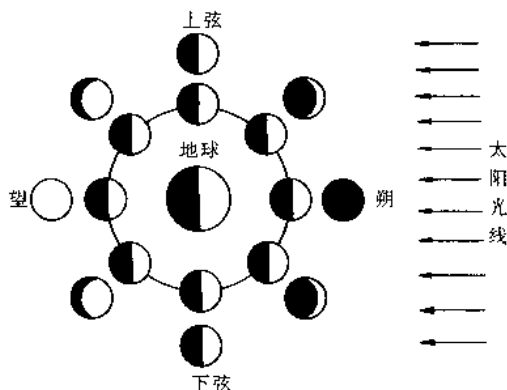
经常观测月亮，我们便发现月亮有圆缺变化，有时呈圆形，有时呈半圆形，有时呈镰刀形，面有时又变得无影无踪。月亮的这种变化，也叫月相变化，它的周期为29.53日，比恒星月长两天多。

形成月亮的圆缺变化的有两个因素：一是月亮本身不发光，只有被太阳照射的一面才有光亮；二是当月亮不停地绕地球公转时，太阳、地球和月亮这三个星球的相对位置不断地发生变化，从地球上所看到的月亮被太阳照射的明亮部分就会产生规律性的圆缺变化。这从右图中就可以看出



来。

图中表示太阳光的方向在右侧,内圈表示月亮在公转轨道上的不同位置,它被太阳照射的半个球面是亮的,另外的半个球面则总是暗的。外圈则表示



月相变化

月亮在公转轨道上不同位置上所呈现出来的相应的月相变化。

当月亮在新月位置上时,它正以黑暗的半球对着地球,我们便看不到月亮,这时恰是农历每月的初一,即朔日;大约七八天后,月亮运行到上弦的位置上,它的亮面和暗面各有一半对着地球,我们便看到半个明亮的月亮,即上弦月,这时恰是农历每月的初七、初八;再过七八天,月亮又运行到满月的位置上,它被太阳照亮的一面正对着地球,我们便看到一轮圆月,即望月,这时恰是农历每月的十五、十六;再过七八天,月亮运行到下弦的位置上,它的亮面和暗面又各有一半对着地球,我们又看到半个明亮的月亮,即下弦月,这时恰是农历每月的廿二、廿三;月亮继续绕地球运行,当它再回到新月位置时,又是朔日了,也就是说,月亮又以黑暗的半球对着地球,因此我们又看不到它了。月相的这种变化,循环不息,周而复始。如上所述,月亮连续两次呈现同样



的月相所经历的时间——29 天 12 小时 44 分 2.8 秒,就是一个朔望月。

4. 月亮和地球的影子

前面已经说过月球和地球本身都是不发光的天体,它们在太阳光的照射下,在背着太阳光的一面就会有阴影。这一点很好理解,就像我们人走在太阳光底下的时候,身体后面老是拖着一条影子一样。由于月亮和地球都是球体,而且它们都比太阳小,所以在太阳光照耀下,月球和地球的影子都呈圆锥状,并有本影和半影之分。

另一方面,由于月亮、地球在运行的过程中,它们与太阳的距离不断变化,因此月影的长度和地影的长度也不是面定的。

月亮本影长度约为太阳与月亮的距离的 $1/400$ 。日月距离越大时,月亮本影就越长;日月距离越小时,月亮本影就越短。据计算,月亮本影最长可达 379871 千米,最短为 367229 千米。月亮本影的平均长度为 373543 千米。

由于地球直径比月亮的直径大 4 倍,所以地球的本影也约比月亮的本影长 4 倍。地球本影最长可达 1406705 千米,最短为 1360463 千米,平均为 1383538 千米。

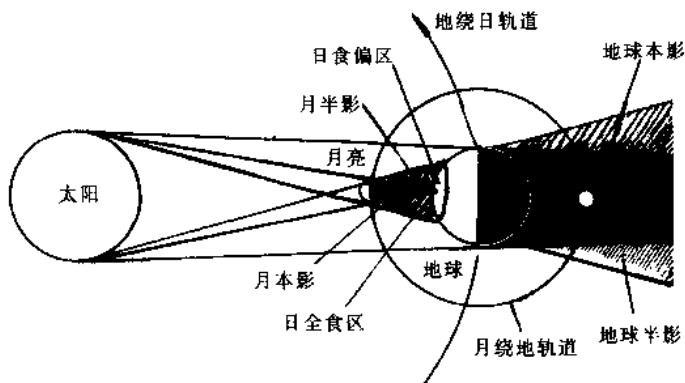


5. 日食和月食揭秘

在我们了解太阳、地球、月亮的有关知识之后,就可以进一步弄清楚日食和月食是怎样形成的道理了。

在每个朔望月中,当月亮运行到太阳和地球之间,也就是朔日的时候,这时如果太阳、月亮、地球这三个天体正好位于或接近位于同一直线上,在太阳光的照射下,月亮背向太阳的一面是黑暗的,月亮的影子就会伸展到地球表面,被月影扫过的地带和地区,人们便可以看到太阳圆面被月亮遮掩,这就是日食现象发生的基本道理。

同样,在每个朔望月中,当月亮运行到望的位置时,这时地球位于太阳和月亮之间,如果这三个星球正好或接近位于一条直线上时,月亮就会进入地球的影锥之内,地球背



日食和月食原理