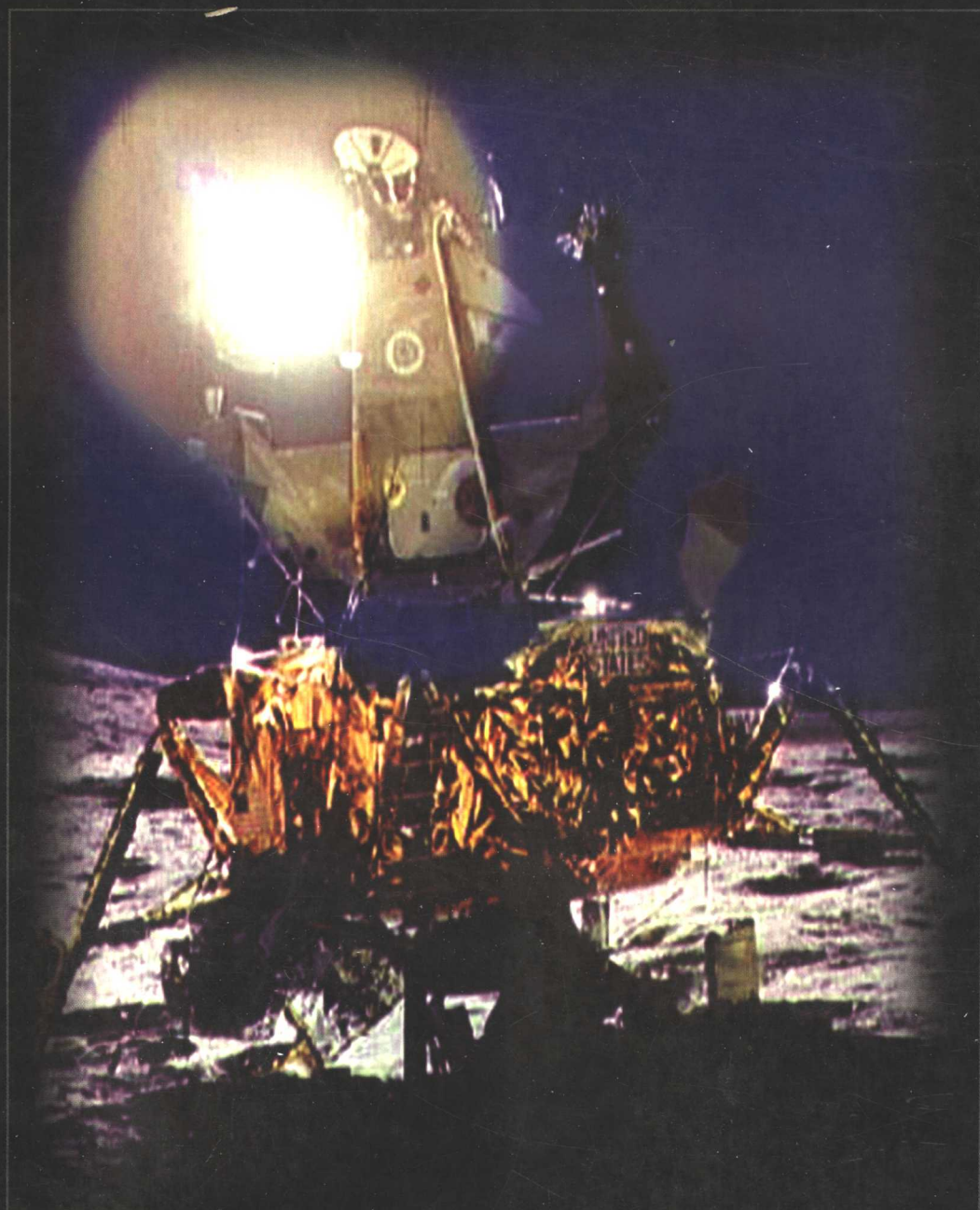




神奇的太空丛书

月 球 探 秘

中国空间科学学会 组织编写 欧阳自远 李春来 邹永廖 徐琳 著

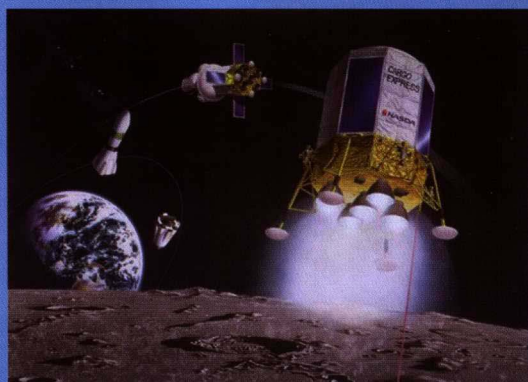


海燕出版社

月球探秘

中国空间科学学会 组织编写

欧阳自远 李春来 著
邹永廖 徐琳



海燕出版社

图书在版编目(CIP)数据

月球探秘/欧阳自远等著. —郑州:
海燕出版社, 2001.4

(神奇的太空丛书)

ISBN 7-5350-1918-8

I. 月… II. 欧… III. 月球—普及读物
IV. P184-49

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)
第50435号



- | | |
|--------|--------------------|
| ■ 策划编辑 | 余鞠华 |
| ■ 责任编辑 | 房平 |
| ■ 美术编辑 | 杨煤海 |
| ■ 整体设计 | 朱鸿年 杨煤海 |
| ■ 封面设计 | 王清健 |
| ■ 版式设计 | 杨煤海 朱鹏 |
| ■ 责任校对 | 崔念花 |
| ■ 责任印制 | 李晓莉 |
| ■ 图片提供 | 欧阳自远 李春来
邹永廖 徐琳 |
| ■ 线图绘制 | 项云超 |
| ■ 出版发行 | 海燕出版社(郑州市经七路21号) |
| ■ 印刷 | 郑州新海岸电脑彩色制印有限公司 |
| ■ 开本 | 889 × 1194 1/16 |
| ■ 印张 | 8 |
| ■ 字数 | 185千字 |
| ■ 版次 | 2001年4月第1版 |
| ■ 印次 | 2001年4月第1次印刷 |
| ■ 印数 | 1-2 000册 |
| ■ 定价 | 80.00元 |

科学顾问：

王希季（中国科学院院士）

欧阳自远（中国科学院院士）

主编：李大耀

编委：(按姓氏笔画排序)

于喜海 王占群 王金华

叶自立 李 良 肖 佐

陈康文 欧阳自远

贾书惠 潘厚任 魏金河



序



苍茫太空，浩瀚无垠。它曾给人类带来无尽的遐想。种种神话，表达了人类对难以企及的太空的向往。

神秘的太空，人类何时能揭开你的面纱？

1957年，人类终于挣脱了地球引力的束缚，冲破地球大气的屏障，成功地把第一颗人造地球卫星送入太空，开创了人类的太空时代。

随后，各种太空飞行器相继升空，探索着太空的无穷奥秘。人类对太空的认识，也开始从探测、发现、概括逐步进入理解阶段。空间天文学、空间物理学、空间地质学、空间生命科学、空间微重力科学等新学科应运而生，构成了一个新的学科体系——空间科学。

1961年，苏联航天员加加林乘坐“东方1号”载人飞船进入太空，环绕地球飞行一圈后，安全返回地面，人类完成了首次太空旅行。1969年，美国航天员阿姆斯特朗乘坐“阿波罗号”飞船的登月舱在月面着陆，成为访问“广寒宫”的第一位人类使者。1972年，苏联成功地发射了第一座太空站——“礼炮1号”，揭开了人类在太空建立基地的序幕。1981年，美国研制的兼具运载火箭、航天器和航空器性能的航天飞机首次发射升空，为往返天地开辟了新途径。苏联于1986年发射了“和平号”空间站，经过10年的营造，于1996年在太空建成。而现今，美国、俄罗斯、欧洲空间局成员国和日本、加拿大等国正在联合研制“阿尔法”国际空间站，计划在21世纪初期完成整个空间站的建造。届时，在



距地面 460 千米高的太空轨道上,将出现一座总质量 400 多吨、可供 6 名航天员居住的“太空大厦”。

人类步入天堂,已经不再是一个梦想。

空间科学技术已从试验阶段发展到应用阶段。被誉为太空资源的太空环境和条件正被开发和利用,给人类带来巨大的利益。

人类首先受益的是太空相对于地面的高远位置资源,各类应用卫星在太空轨道上传输着地球上的各类信息。通信卫星承担了几几乎所有国家的远距离电话业务和电视转播业务;气象卫星从大气层外监测地球上空的风云变幻,极大地提高了天气预报的准确性;导航卫星为地球上的各类目标提供了高精度的定位和测速信息;资源卫星从太空勘察地球上的各类资源,为有效地开发地球资源发挥着重要作用,如此等等,不胜枚举,其发展前景十分光明。

太空的高真空、纯洁净环境和太空飞行器中的微重力环境等也已开始为人类所利用。21 世纪将是更广泛、更深入地开发和利用太空资源并使其造福于人类的时代。

通过近半个世纪的发展,太空已成为与人类生存和发展息息相关的第四环境,这是人类文明史上一次了不起的飞跃。

中国空间科学学会组织编写、海燕出版社出版的“神奇的太空”丛书,由《太空奇观》、《奔向太空》、《太空开发》、《太空生命》、《人在太空》、《月球探秘》6 本科普读物组成。它较系统地介绍了四十多年来人类探索、研究、利用太空的历程和成就。每本书又独立成册,围绕一个方面的主题,以图文并茂的形式展示给读者。这是一套可读性很强的科普读物。通过这套丛书,读者会对神奇的太空有一个比较清晰的认识。

王大为

1998 年 6 月 21 日





目 录

月球——人类的近邻	1
月球的位置	
月球概况	
月球运动及与地球的关系	7
月球运动与历法	
月光与月相	
日食和月食	
潮汐——地球和月球的相互作用	
月球的表面特征	17
月海	
月陆	
月球撞击坑和环形山	
月溪和月谷	
月球的背面之谜	
月球表面的环境——万籁俱寂，不毛之地	
月球的物质组成和内部结构	31
月球的结构	
月球的物质组成	
月球的起源和演化	37
月球的起源	
月球的演化历程	
人类的月球探测活动	43
天文观察	
月球的空间探测	
载人登月的伟大里程	
后续的 5 次载人登月	
苏联的登月探测活动	
新的探月热潮即将到来	
重返月球	91
重返月球的目标	
月球基地和月球村的蓝图	
重返月球的序曲	
重返月球，开发月球，中国不能成为旁观者	
后记	119



月球——人类的近邻





月球——人类的近邻

每当夜幕降临,一轮明月从东方的地平线上冉冉升起,犹似天边的一面银镜,倾泻出柔和的光辉,照亮酣睡的大地。沐浴着迷人的月色,仰望星空,银灰色的月轮中似乎影影绰绰,有的阴影区像一棵参天的大树,又似一个袅袅升天的仙女,令人浮想联翩。凝视着圆缺有序、亘古不变的明月,人们寄托着无限的遐思和眷恋,深沉的思恋与柔情。多少文人骚客由此而文思泉涌,留下了无数不朽的篇章,或激昂慷慨,或深沉委婉。如北宋苏东坡在他的词中,怀着无限的情思遐想,咏出脍炙人口的佳句:“明月几时有?把酒问青天。不知天上宫阙,今夕是何年。”自古以来人们相信月球是神仙居住的仙境,广寒宫阙,仙云缭绕,因而民间一直流传着“吴刚伐桂”、“嫦娥奔月”、“玉兔捣药”等种种美丽的传说。

在科学的概念里,月球是地球惟一的天然卫星,它围绕着我们的地球奔腾回旋不息,自从它诞生40多亿年以来,从未离开过地球的身旁,是地球最忠实的伴侣。在古代,人们就注意它,遥望它,根据它“相貌”的周期性变化和运动规律计量时间、制订历法。近代,人们更懂得它在宇宙中所处的地位。它离我们最近,对我们的影响仅次于太阳,它又是人们星际航行的第一站。自古以来,人们总想揭开月球轻柔的神秘面纱,探索这个千古之谜——月球的真实面目。

飞出地球,进入广袤的宇宙,是人类的梦想和夙愿,而飞向其他星球,进而征

服太阳系,必定要最先征服地球的近邻——月球,月球将最终变成人类通向其他行星乃至整个太阳系的前哨站和深空探测的基地。

月球的位置

我们生活在太阳系中。太阳系包含着太阳、九大行星及其卫星,还有无数的小行星、彗星和宇宙尘埃。太阳系中的行星根据它们的特性又划分为类地行星和类木行星。类地行星是指类似地球的行星,它主要由固体物质组成,具有固体的表面,个体较小,卫星少;而类木行星的特征与木星相似,主要由液态物质组成,表面也是被液态或气态物质覆盖,个体大、密度低、卫星多。地球只是太阳系中的一个行星,而月球又围绕着地球旋转,是地球惟一的卫星。地球和月球构成一个行星系统——地月系统,一起围绕着太阳运动。

月球概况

月球是地球的卫星,它一直围绕着地球运动。因为月球围绕地球转动的轨道不是圆,而是椭圆,它离地球最远时有406699千米之遥,最近时约356399千米,平均距离约为384403千米,相当于地球赤道长度的10倍左右。

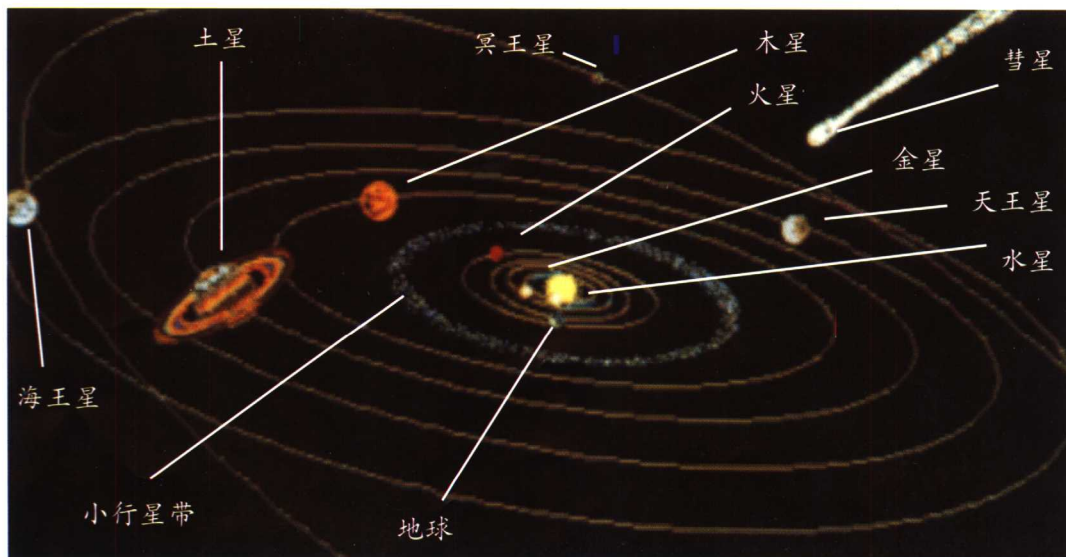
现在我们知道,月球基本上是一个圆球体,南北极处稍扁,赤道处略有膨胀,极半径比赤道半径短3000米。月球的平



均直径为 3475 千米,相当于地球直径的 27%。月球的质量为 7.35×10^{22} 千克,约为地球质量的 $1/81$ 。月球的体积只有地球体积的 $1/49$ 。月球的表面积为 3800 万平方千米,只有地球表面积的 $1/14$,相当

于中国面积的 4 倍,仅与亚洲的面积相近。月球的平均密度为 3.34 克/立方厘米,比地球的平均密度(5.52 克/立方厘米)小得多。月球表面的重力也只有地球表面的 $1/6$ 。

云南天文台的月夜



太阳系全图



(上)
太阳系九大行星及其
相对大小

(下)
克莱门汀飞船拍摄
的月球背面(和部分
正面)的假彩色图像





在太空中实拍的地球
与月球相伴的照片



月球基本数据表

与地球的距离

最近 356,399km
(221,456miles)

最远 406,699km
(252,711miles)

平均 384,403km
(238,857miles)

直径

3475km (2160miles)

年龄

46亿年

赤道温度

127℃ (260° F)*
-173℃ (-280° F)**

周长

10,927km (6790miles)

自转周期

27天, 7小时, 43分

绕地球公转周期

27天, 7小时, 43分

昼夜长度

15个地球日(夜)

表面重力

地球重力的1/6

逃逸速度

2.38km(1.5miles)/秒

质量

地球的1/81

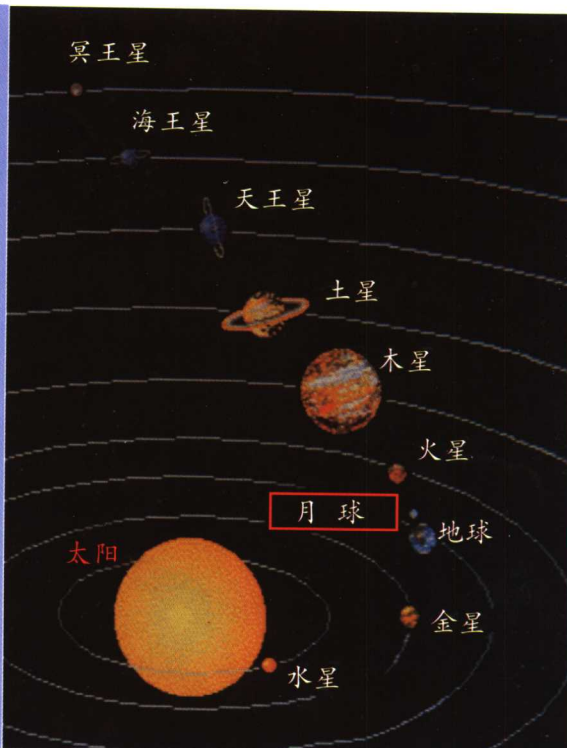
体积

地球的1/49

大气压

极低或无

*太阳在天顶时 **月球夜晚时



月球的位置和基本参数

月球的基本物理及其与地球的对比表

参数	月球	地球	比率 (月球 / 地球)
质量($C \times 10^{20}$ 吨)	0.7349	59.736	0.0123
体积($C \times 10^{10}$ 立方千米)	2.1973	108.321	0.0203
赤道半径(千米)	1738	6378	0.2725
极地半径(千米)	1735	6356	0.2730
体积平均半径(千米)	1737.5	6371	0.2727
扁率	0.002	0.0034	0.588
平均密度(千克 / 立方米)	3340	5520	0.6051
表面重力(米 / 秒 ²)	1.62	9.78	0.166
逃逸速度(千米 / 秒)	2.38	11.2	0.213
反照率	0.067	0.385	0.174
太阳辐射(瓦 / 平方米)	1380	1380	1.000
黑体温度(开)	274.5	247.3	1.110
地形起伏范围(千米)	16	20	0.800

月球运动及与地球的关系





月球运动及与地球的关系

月球运动与历法

仔细观察,我们很自然地会注意到月球在星座间的移动。月球自西向东围绕地球转动,它在星空中移动的轨迹,称之为“白道”。白道和黄道(地球绕太阳运动的轨迹)倾斜成 $5^{\circ} 8' 43''$ 的角度,因而月球总是在黄道附近的星座中徘徊。月球绕地球转一周历时27天7小时43分11.47秒,这一时间叫做“恒星月”。它是以恒星定标的,即月球从某颗恒星的近旁出发,又返回到该星附近同一位置的时间间隔。月球在自己的轨道上绕地球运行的平均速度为1.023千米/秒。

月球俗称月亮。月亮每天东升西落的运动是地球自转的反映。月亮围绕地球的转动表现于它在星座间自西向东移动,移动一周历时一个恒星月,平均每天东移 13° 。因此,月亮升起时间平均每天推迟50分钟。不过,一年四季中每年实际升起的时间是不一样长的。例如在北京,有时月亮比前一天仅迟升起22分钟,有时却比前一天晚升起80分钟。其中原因并不是月亮的运动有那么大的不均匀,而是白道和地平的交角在变化。在北京,这个角度最大可达 78.5° ,最小仅 21.5° 。月亮升起时,如果白道和地平的交角小,月亮比前一天迟升起的时间差就短;如果交角大,迟升起的时间差就长。

除了绕地球公转外,月球本身还在自转。月球自转的周期恰好等于它绕地球公

转的周期,也是27天7小时43分11.47秒,因此,任何时间,我们在地球上永远只能看到月球的一面,另外半个球总是背向地球,羞于见人。由于月球的天平动,累积起来,人们从地球上可以观测到月球整个表面的59%。这是由于月球的轨道是一个倾斜的椭圆形轨道,它在不同的轨道位置面向地球的一面稍有不同的缘故。

既然月球永远只以一面面向地球,如果不假思索,可能以为这表明月球不自转。其实不然。为了说明这个现象,我们可以想像在月面上某点画一垂直于表面的箭头。如果月球不自转,在月球绕地球运行的过程中,箭头始终指向空间同一方向,这样我们就可以很容易地发现,月面的各部分将依次朝向地球,我们应该能看到月球的背面。所以,只有在月球的自转和绕地球转动的周期相等、方向相同(都是反时针方向)的情况下,月球才能永远以同一面朝着地球。如果月球按顺时针方向自转,即使和绕地球转动的周期相等,在地球上也能看到月面的各部分。因此,月球自转一周的时间,等于一个恒星月,而月球上的一昼夜等于一个朔望月。

“月球绕着地球转动”,这句话其实不太严格。实际上,月球和地球都是围绕着地月系统的质量中心转动。地月质量中心到地球中心和到月球中心的距离之比等于两者质量的反比率,可以计算出,它应位于地球的内部,离地心约4671千米,但离月球中心有379729千米之遥。因此月球虽然不是围绕地心,但仍然是围绕地球在



克莱门汀飞船拍摄到月球正面镶嵌图

旋转。

由于月球自转,因此在月球上也像地球一样有白天和黑夜之分。月球自转一周的时间等于一个恒星月,因此月球上一天(一个昼夜)的时间大约相当于地球的1个月。月球任何一个地方一个白天的时间相当于地球的近14天,黑夜的时间也大致相当于地球的14天。

月球和地球的周期性运动导致地球上气象、气候、天象、地物景象等周而复始有规律地出现,自古以来,人们就以此为参照和根据,制定时间单位,这就是所谓的日历和月历。

大家知道,以地球绕太阳公转一周作为一年的历法称为阳历,以月球绕地球一周作为一月的历法称为阴历,兼顾月球和地球运行而制订的历法称为阴阳历,或称为夏历、农历。农历对人类的生产和生活

一直发挥着重要的作用。中国仍在使用的夏历(农历)是一种结合月球和太阳运动的阴阳历,其历月的长度就是根据月相的循环制定的。

中国古代人民利用日、月运行的规律制订过多种历法,对人类发展做出了杰出的贡献。为适应农牧业发展的需要,中国历史上曾制订过100多种历法。在殷墟出土的甲骨文里就有关于古历的记载,表明中国早在3000多年前就已制定了历法。《尚书尧典》记载“暮三百有六旬有六日,以闰月定四时成”,说明当时已经知道一年有366日,并且还设置了闰月。公元5世纪南北朝时期,中国伟大的数学家祖冲之创制了新的历法——大明历,并改进了闰法,首先在制历中把岁差计算在内。元朝郭守敬创立的“授时历”,所采用的平均历年与世界通用的公历相同。



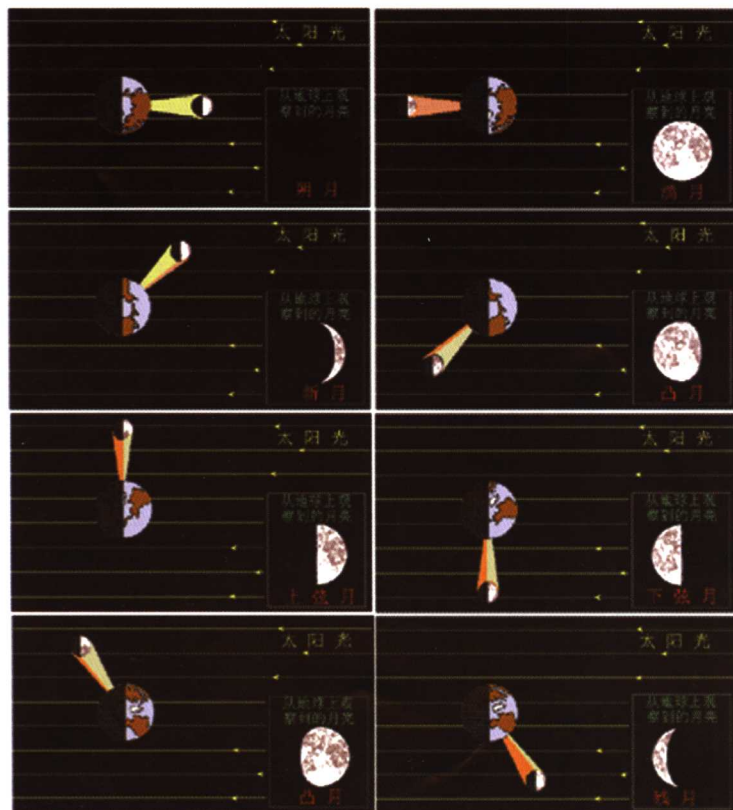
月球(绕地球)运动的轨道参数

半长轴(千米)	384403
近地点距离(千米)	356399
远地点距离(千米)	406699
公转周期(天)	27.322
朔望周期(天)	29.53
平均轨道速度(千米/秒)	1.023
轨道倾斜(度)	5.145
轨道偏心率	0.0549
恒星旋转周期(小时)	655.728
赤道倾斜(度)	6.68
离开地球的速度(厘米/年)	3.8

月光与月相

月球是天空中除太阳之外第二明亮的星体,但实际上月球本身并不会发光,全靠太阳照亮,反射太阳光。月球迎着太阳的半个球是亮的,背着太阳的半个球是暗的。又因日、地、月三者的相对位置随着月球绕地球运行而变化,在地球上看到月球

月相成因图



的角度不一样,月球就有了各种圆缺形状,即月相的更替,所谓“月有阴晴圆缺”。月球位于日、地之间时叫做“朔”,月球暗的半个球朝向地球,我们看不到它。朔之后的一两天,镰刀状的新月在傍晚西方的天空中露面,凸面向着落日的方向。以后月球相对于太阳逐渐向东移动,亮的部分日益扩展。五六天以后成了半圆形,这时的月相称为“上弦”,日落时月球在天子午线附近。再经过7天,便到了“望”(满月),月球与太阳遥遥相望,我们看到的是——一轮明月,于傍晚东升,在晨曦中西落,将黑夜照耀得如同白昼一般。满月以后,圆轮的西部日益亏缺。到“下弦”时,呈半圆形,月球到半夜才升起。和上弦月相反,下弦月是东边半个圆被照亮。下弦以后,半圆继续亏缺,成为黎明前挂在东方天空的一丝残月。它愈来愈接近太阳,终于跑到和太阳相同的方向,朔又来临了。

月相变化的周期——“朔望月”,并不等于恒星月,而比恒星月长些,等于29天12小时44分2.78秒。原因在于月球不仅绕地球转动,而且陪伴着地球围绕太阳运行。因此,月球绕地球转动的真正周期乃是恒星月,而不是朔望月。

每当月球呈镰刀状出现在天边的时候,我们仍能看到月球圆面的其余部分显现微弱的光辉。这光辉来自地球反射的太阳光,称为“灰光”。若从月球上回首眺望地球,地球也同样有圆缺的变化,而且总是和月相相反。月球处于朔附近时,地球正是望的前后。地球能把入射阳光的40%反射出去;而月球的反射本领差得多,只能反射7.3%。因此,月球上的“满月”能把月球上的夜晚照得亮堂堂的,比地球上的月夜亮得多。

月球表面没有大气,近于真空状态,阳光直照月表。因此月球的天空一团漆黑。