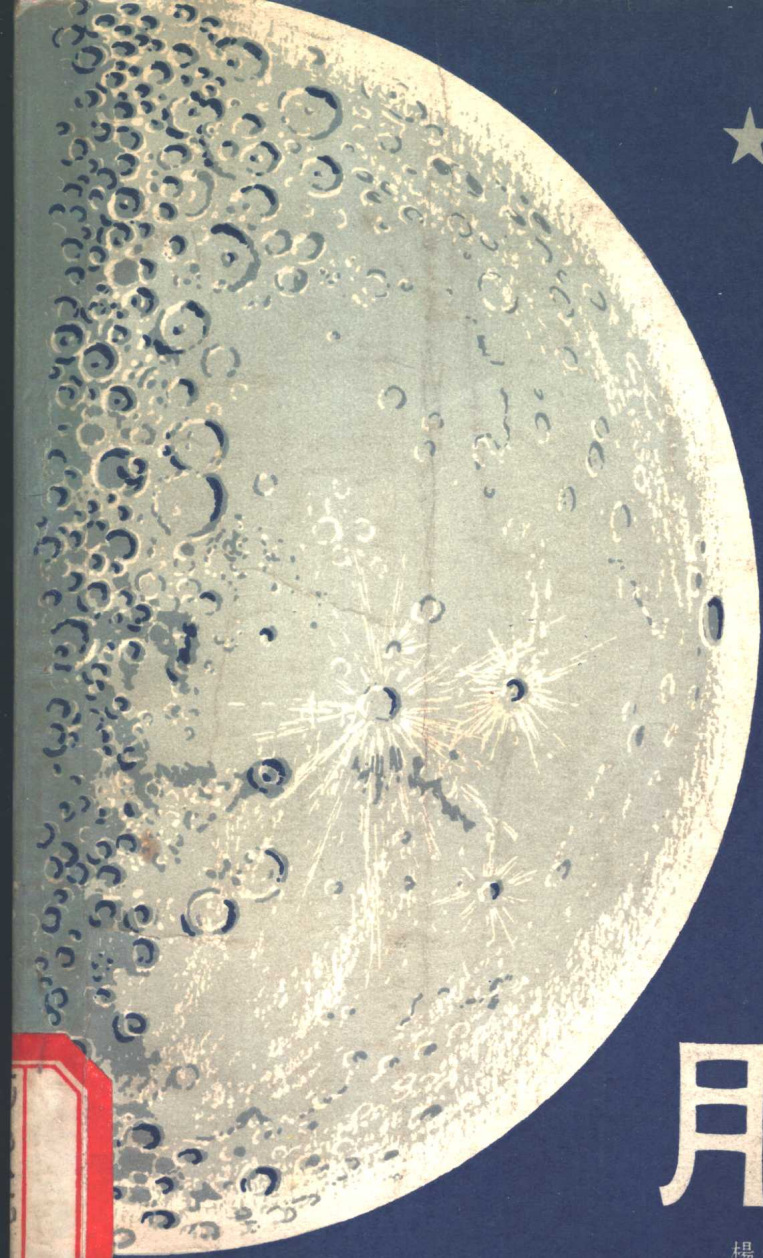




月球

楊建編著

科學普及出版社

月 球

楊 建 編 著

科 学 普 及 出 版 社

一九六五年·北京

本书提要

月球是离我们最近的天体，也是星际航行的第一个目标。天文学家正在全面地对月球进行研究。本书根据天文学的最新研究成果，比较全面地介绍了现代天文学上所了解的月球。主要内容包括月球在太阳系中的位置、月相更替、关于月球形成的争论、以及月球正面和背面的形态，还谈到了月球上的变化及其风光等。附有详细的《月球正面图》、《月球背面图》和《用作月球正面环形山名称的人名录》，可供参考。

总号：122

月 球

编著者： 楊 建

出版者： 科 学 普 及 出 版 社

(北京市西直门外郎家湾)

北京市书刊出版业营业许可证出字第112号

发行者： 新华书店北京发行所

印刷者： 北京市通县印刷厂

开 本： 787 × 1092 $\frac{1}{32}$ 印张： 3 $\frac{3}{16}$

1965年12月第 1 版 字数： 49,000

1965年12月第 1 次印刷 印数： 22,730

统一书号： 13051 · 074

定 价： (2) 0.30 元

目 次

前 言	5
一 現代天文学所了解的月球	10
月球在太阳系中	10
月相——月球的盈亏圆缺	15
有多少种“月”	19
日食和月食	21
月球上有大气嗎	25
月球也有磁場和电离层嗎	28
关于月球形成的爭論	29
二 月球的正面	32
月面图和月面形态	32
月面形态的起源	40
玻璃隕石可能来自月球	43
奇异的“土壤”	44
月球的色彩	50
三 月球的背面	53
解开千古奇謎	53
月球背面形态的命名	55
月球背面和正面的差別	58
四 月球上的变化	61
奇妙的“雾”和色彩的变幻	61
突然的月面变化	62
新发现的月球火山活动	65

五 月球风光	69
月球上的天空奇景	69
月球上的气候	70
从月球上看地球	72
在月球上看月面形态	73
在丘陵和山崗的暗影里	76
運動員的新紀錄	76
六 展望未来	80
附录 用作月球正面环形山名称的人名录	87

前 言

月球是离我們最近的天体。自古以来，人类对它就有着浓厚的兴趣。在沒有发明灯火之前，在夜晚唯一可以用来照明的就是月球反射到地球上来的光亮。所以远古的游牧民族为了生产和生活上的需要，十分注意月球的圓缺变化規律。許多古代文化发达的国家都曾經以月球的圓缺变化規律为依据，制定了最早的历法——阴历。很早就有人說：“天文学誕生于月明之夜。”这句话虽然不够全面，却有一定道理。

但是，古人对于月球上的情况了解得很不够。很多国家都曾經流传过关于月球世界的神話，我国古代就有嫦娥奔月、吳刚伐桂、玉兔搗药等神話故事。这是由于古人单凭肉眼觀測，难以辨清月面上的形态，因而把月球上不同的明暗部分当成了嫦娥、吳刚、玉兔等形象。这些神話故事后来又被历代的詩人多次引入到他們的詩詞里去。

古人对于月球上的真实情况虽然了解得很不够，但对于和月球运动有关的月相的更替、月食的出现，以及月球的公轉周期等問題的研究却是相当重視的，并且积累了相当丰富的知識。我国古代学者，在这方面也曾經有过不少重要的貢獻。

我国有世界上最早的月食記錄。《詩經》是我国古代最早的一部詩歌总集。其中的《小雅》部分写着“彼月而食，則維其

常”。据推算,这次月食发生在公元前776年的8月21日。埃及最早的月食记录是《托勒玫天文集》中所记载的公元前721年2月19日的月全食,比我国这一次记录迟了55年。但是,这也还不能算是最早的月食记录。实际上,我国殷代的甲骨文中,就已经有了月食记录,但是由于已经发现的甲骨文上的日期记载得不够完备,因而无法确定发生月食的日子,但这些月食都发生在公元前十二世纪到十四世纪是无可置疑的。这才是世界上最早的月食记录。

我国古代学者对于月相的更替,也有过独到的见解。公元二世纪,东汉学者张衡(公元78—139年)在他所著的《灵宪》一书里就曾经指出:“月光生于日之所照,魄生于日之所蔽;当日则光盈,就日则光尽。”这一段话正确地说明了月球不会发光,月光是日光的反照,月球暗的部分是由于没有照到日光。月球不停地绕着地球转,当地球在太阳和月球之间的时候,月球面对地球的一面,正好全被太阳照亮,我们看到了圆圆的满月,这就是张衡所说的“当日则光盈”。而当月球转到太阳和地球之间的时候,它被太阳照亮的一面,正好背着地球,向着地球的是黑暗的一面,我们在地球上就完全看不见月球,这就是张衡所说的“就日则光尽”。在一千八百多年前,张衡就能有如此正确的见解,实在是难能可贵的。

张衡在《灵宪》一书里,还解释了月食的原理。他写道:“月光生于日之所照……当日之冲,光常不合者,蔽于地也,是谓暗虚……遇月则月食。”这就是说,上述“当日则光盈”的时候,月光常常没有了,就是因为被地球的影子遮蔽了的缘故。古人把地球的影子称为暗虚。暗虚遮蔽到月球上就会发生月食^①。

张衡还算出了太阳和月球的角直径。他在《灵宪》一书里指出：“悬象著明，莫大乎日月，其径当周天七百三十六分之一。”周天等于360度，被736除得出0.489度，即29分20秒。现在我们知道，太阳的平均角直径是31分59.26秒，月球的平均角直径是31分5.16秒。可见张衡的测量误差不算大。

东汉末年我国天文学家刘洪测出了近点月^②长27.55336天，与现代测定的27.55455天竟很接近。南北朝时，我国著名的天文学家和数学家祖冲之还曾经准确地测定了交点月^③的长度为27.21223天，现代测定是27.21222天，两者也很接近。远在东汉和南北朝时代，我国天文学家就取得这样重要的成就，这实在可以使我们引为自豪的。

近代天文学对月球的研究，是从十七世纪意大利科学家伽利略用自制的望远镜观测月球之后开始的。伽利略的望远镜得以使地球上的人们看到月面的山峰和平原，从而开始了人类认识月球的新时代。照相方法发明之后，天文学家更拍摄了大量的月球照片。但是，用望远镜目视观测月球，目前和今后仍然是不可缺少的方法。因为：第一，用同样的望远镜和在同样的观测条件下，目视观测分辨细节的能力约为照相方法的三倍；第二，月面的短期变化只能通过目视观测而发现。

①在江苏省苏州，现在还保存着一块世界上最古的石刻《天文图》，这是南宋淳祐丁未年(公元1247年)所刻的，星图直径达830厘米，图下附文中有一段话：“月行于白道与黄道近交之处，在朔则日食，在望则月食。日食者，月体掩日光也；月食者，月入暗虚不受日光也。暗虚者，日正对照处。”这几句话简单扼要地说明了日食和月食的原理，可与张衡的话对照起来看。白道即月球绕地球公转的轨道，黄道即地球绕太阳公转的轨道。

②参阅第19页

③参阅第19页

多年来天文学家对月球进行了各种各样的光度測量，包括月球总亮度的測定，总亮度和月相間关系的測定，月面各部分亮度的測定，反照率的測定，月食时各部分亮度的測定，还包括月面各部分反射光的偏振和顏色的測定等等。另外，天文学家还拍摄月光的光譜，研究月光是不是純粹反射的太阳光和月球有没有一些大气。

近年来，由于射电天文学的发展，对于我们了解月球，更是提供了极为有效的方法。天文学家应用射电望远镜研究月球辐射的无线电波，得到了許多有关月球物理性质的重要資料。1946年1月，科学家第一次用雷达探测了月球，此后十几年，这方面的研究有了长足的进展。1958年起，天文学家已經能够利用电视望远镜来观测月球了，将电视望远镜对准月球时，电视机的屏幕上，就出现了清晰的月球图象，这就为更方便、更仔细地研究月球創造了条件。1959年10月7日，苏联科学家用自动行星际站拍摄了月球背面的照片。不久前，天文学家又曾經用特制的紅外線照相設備和紫外綫照相設備，摄取了許多紅外線波段及紫外綫波段的照片。随着科学的发展，我们对月球的了解日益增多，关于月球的知識也愈来愈丰富了。因为月球是离我们最近的天体，是星际航行的第一个目标，并且研究月球能更好地为人类認識宇宙和理解自然規律作出很大的貢獻，所以人們要詳細地研究它。

最近几年，科学家們还发现，可以利用月球做为反射体，进行远距离的通訊或轉播电台节目。利用月球进行无线电通訊的方法已經試驗成功了。这种通訊方法，可以不受地球电离层变动的影响，这对于无线电通訊來說，是一个极为有利的

因素。

在这本小册子里，我們把現代天文学所認識的月球作一些簡要的介紹，特別是对近年来获得的許多有关月球的新的研究成果作了介紹，由此，可以使讀者对于月球得到一个科学的了解。但是，限于篇幅，这里不可能把許多研究的細節和詳情进行介紹，为了避免枯燥起見，沒有引入公式和計算，只是把有关結果作了介紹。对于某些研究得不多和研究得不够深入的内容(例如月球内部的构造)，也沒有列入。

本书在写作中曾得到南京大学天文系主任戴文赛教授的指导，还曾得到席泽宗同志的帮助，謹此表示衷心的感謝。

一 現代天文学所了解的月球

月球在太阳系中

我們先来認識一下月球在太阳系中的地位。从图 1 可以清楚地看出：太阳是整个太阳系的中心。在太阳的周围，九大行星沿着各自的軌道环绕着它旋轉。我們的地球就是其中的一颗。环绕着行星旋轉的天体，称为卫星。月球就是地球的唯一的一颗卫星。其它行星大多数也有卫星；木星的卫星最多，有十二个。因为在图上画出来太挤了，所以沒有画上。另外，太阳系中还有小行星、彗星和流星，等等，在图上也沒有

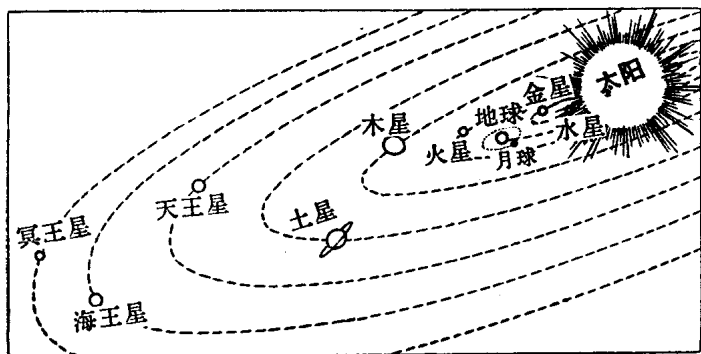


图 1 月球在太阳系中的位置

画出来。在太阳系里,只有太阳是个能够自己发光的天体,行星和卫星是不会发光的^①,它们的光辉都是太阳光的反射。太阳是炽热的气体球,而行星和卫星等等,都是象地球一样的固体球(它们的大小、质量等等都不相同),所以太阳和月球是完全不同的两类天体。

我们再来看看月球的大小。月球的平均直径是 3,475.8 公里。这究竟有多大呢?我们可以把它和地球比较一下。地球的平均直径是 12,742 公里,比月球的直径约大 4 倍,只要看一下图 2,对于地球和月球的相对大小,我们就清楚了。

已经知道月球的直径,我们就可以根据数学中计算球面积的公式算出月球表面面积是 3,800 万平方公里,这相当于地球表面面积的十四分之一,比亚洲的面积还略大一些。向着地球的月面几乎就等于南美洲的全部面积。月球的体积是 220 亿立方公里,相当于地球体积的四十九分之一。天文学家还算出月球的质量等于地球的八十一分之一,即 7,350 亿吨。以体积去除质量就可以求出密度。月球的平均密度是水的密度的 3.34 倍。地球的平均

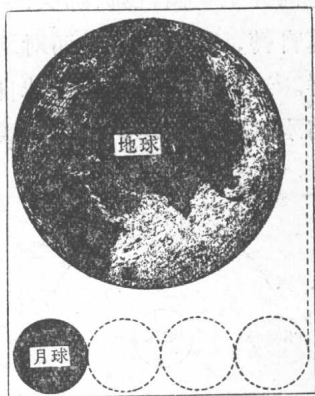


图 2 月球和地球比大小

^①1946年以来不断有人提出:因为太阳的紫外线,X射线和质子流的轰击月面,月球自己也发光,但只是月面某些区域有发光现象,并不是整个月面都自己发光。各个区域的发光强度有大有小,大的达该区域反射的太阳光的 25%,小的只有 3%,但是和整个月面反射的太阳光比较起来,还是很微弱的。

密度是水的 5.52 倍，所以月球的平均密度等于地球平均密度的百分之六十，这表明月球内部不象地球这样有一个很紧密的核心。

我們的地球，是在一刻不停地环绕太阳旋轉，每轉一周就是一年。这称为地球的公轉。与此同时，地球每时每刻都在自西向东繞軸轉动，每轉一次就是一昼夜。这称为地球的自轉。月球也不停地环绕着地球旋轉，这是月球的公轉。月球公轉一周等于地球上 27.3 天。那么，月球也有自轉嗎？有，不过月球的自轉很特別——月球自轉一周的周期，正好等于月球公轉一周的周期。

試看图 3，我們設想当月球在 1 的位置时，在面對地球的方向插上一面紅旗，那么，当月球公轉到 2 的位置时，由于月球自轉，紅旗正好也面對地球了，在 3 和 4 的位置上也是这样。这就是說，由于月球自轉周期正好等于公轉周期，紅旗将永远对着地球。換句話說，也就是月球永远只以一面对着地球（这一面我們称为正面）。

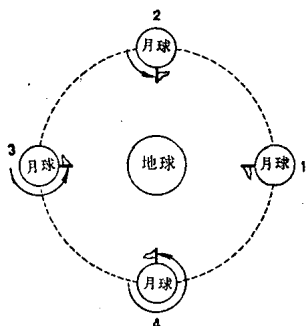


图 3 月球繞地球公轉一周，正好也自轉一周

月球自轉周期和公轉周期正好相等，据天文学家推測，早在几十亿年前，月球还在熔融状态时就发生了，它是地球的吸引力引起的潮汐作用的必然結果。我們現在已經知道：地球上海水的潮汐是月球的吸引力造成的。既然月球的吸引力可以造成地球上的潮汐，那么，



图 4 月球两面隆起部分的成因

地球的吸引力作用于月球时，同样可以引起这种现象。因此，我们可以推想出，如果在遥远的过去，月球的自转要比现在快得多的话，那么，地球的吸引力也会使月球上产生潮汐。地球上现在观测到的最高的涨潮是在加拿大的芬地湾，高达 18 米，可以想象，由于地球的质量等于月球质量的 81 倍，吸引一定要大得多，这种比月球引力大得多的地球吸引力，作用于熔融状态的月球时，就会使它的两面产生隆起部分。为什么地球的吸引会在月球两面产生隆起部分呢？由图 4 可以看出：月球面对地球的点 1，因为离地球较近而受到地球的引力最大；相反地，月球背对地球的点 2，因为离地球较远而受到地球的引力最小；位于点 3 和 4 的月球熔融物质为了保持平衡，就向两边流去，这就形成了两个隆起部分。但是，熔融物质有粘滞性，隆起部分并不是立刻产生的，而是要在月球转过了一个角度以后才产生。这样，地球对隆起部分的引力又要它转向地球，转动方向正好与月球自转方向相反，这种作用就是潮汐摩擦作用，它使得月球的自转周期逐渐变慢，一直到其中一个隆起部分永远面对地球为止，这时候月球的

地球的吸引力作用于月球时，同样可以引起这种现象。因此，我们可以推想出，如果在遥远的过去，月球的自转要比现在快得多的话，那么，地球的吸引力也会使月球上产生潮汐。

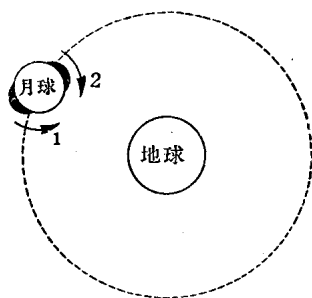


图 5 月球自转周期等于公转周期的原因

1, 月球自转方向；2, 地球对月球隆起部分的引力造成的旋转方向

自轉周期就等于公轉周期了。

由上述看来，既然月球的隆起部分面对着地球，在这个方向上的月球直径也应该大一些，事实的确如此。不过这种伸长非常微小，只有 0.36 公里，也就是說，只有月球直径的万分之一左右。

現在讓我們来看一下月球和地球的距离。我們已經知道，月球是离地球最近的天体。可是，它离开地球究竟有多远呢？这个距离，直到十八世紀才被測量出来。近年来，科学家們又用雷达精确地測量了地球和月球的距离，得到的月球中心和地球中心的平均距离是 384,404 公里，这相当于地球半径的 60 倍，或相当于九次环球旅行的行程。为什么說是平均距离呢？因为月球环绕地球旋轉的軌道形状，严格說来不是圓形而是橢圓形的，所以月球在軌道的不同位置上和地球的距离是不同的，已經測出月球中心和地球中心的最远距离是 406,700 公里，最近距离是 356,400 公里，两者相差 50,300 公里。这个数值不能算小，由于这个距离上的差别，我們看到的月球的大小是不同的：当月球离地球最近时，我們看起来就較大；当月球离地球最远时，我們看起来就較小；两次看到的月球視直径相差百分之十二，也因而造成两次看到的月球視亮度相差約百分之三十。

誰都知道，我們看到的太阳和月球是差不多大小的。但是，实际上太阳的直径是 139 万公里，而月球的直径只有 3,476 公里，也就是說，太阳直径約是月球直径的 400 倍。那么为什么看起来它們的大小却差不多呢？这是由于太阳和月球距离地球远近不同。从图 1 可以看出太阳离地球比月球离地球的

距离要远得多，天文学家早已测出太阳和地球的距离是1亿5千万公里，正好差不多是月球和地球的距离的400倍。太阳和月球直径相差约400倍，距离地球远近也相差约400倍，所以，我们在地球上看起来，月球和太阳就好像差不多大小了。

月相——月球的盈亏圆缺

有时，天边出现一弯眉月，它是新月还是残月？我们该怎样来判别呢？有时，一轮明月高悬天空，象个明亮的圆盘。天文学家把这种月球的盈亏圆缺，叫做月相更替。我们要判别新月还是残月，要了解月球为什么圆缺，就需要知道产生月相更替的原因。

古代的巴比伦人以为月球是一个半面发光、半面黑暗的球。他们以为：当月球发光的半球朝向人们时，就看到满月；当月球黑暗的半球朝向人们时，就看不到月球；而在这两者中间的情况时，就看到各种不同的月相。我们知道，月球是自己不会发光的，所以巴比伦人的看法是不对的。

我国古代学者早就注意到了月相的更替变化，并且正确地解释了产生月相更替的原因。宋代学者沈括，在他的《梦溪笔谈》一书中，就曾经谈到：“日月之形如丸。何以知之，以月盈亏可验也。月本无光，犹银丸，日耀之，乃光耳。光之初生，日在其旁，故光侧而所见才如钩，日渐远则斜照而光稍满。”沈括还用一個涂上白粉的球做了实验。在《梦溪笔谈》里，他又写道：“如一弹丸，以粉涂其半，侧视之，则粉处如钩；对视之，则正圆。此有以知其如丸也。”这种解释和现代天文学上的解

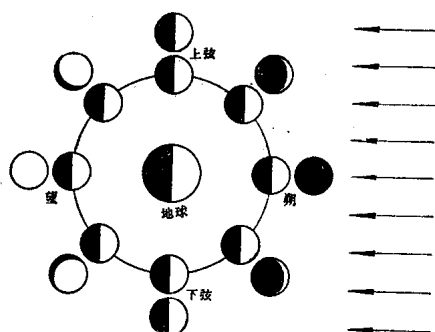


图 6 月相的更替 (内圈球体表示月球和地球及阳光方向的相对位置, 外圈球体表示在地球上所看到的月相)

释是一致的。

既然月球本身不发光, 只是由于反射了太阳光, 才使我们能够看到它, 因此, 当月球绕地球公转的时候, 它和太阳、地球的相对位置时常改变, 从地球上看起来, 月球就有了盈亏圆缺的变化。

我们从图 6 就很容易看清楚这种月相变化的原因。当月球恰巧转到地球和太阳之间的时候, 也就是当月球以照不到太阳光的黑暗半球向着我们地球的时候, 我们就看不见它, 这时的月相就叫做“朔”。

朔以后两三天, 月球沿着轨道逐渐转过来, 太阳光逐渐照亮它向着地球的这半球的边缘部分, 于是我们在天空中就可以看到一钩弯弯的月牙, 形状象蛾眉, 所以这时的月相常常叫做“蛾眉月”。在习惯上也叫做“新月”。

这以后, 月球继续转过来, 月球的明亮部分逐渐增大, 等

表 1 朔、上弦、望、下弦出没时间

月 相	大 约 出 没 时 间
朔	与太阳同时出没
上 弦	在太阳出没后 6 小时
望	在太阳出没后 12 小时
下 弦	在太阳出没后 18 小时