

地 理 知 识 读 物

潮 汐

商 务 印 书 馆

A decorative wave pattern in white and light blue, located at the bottom of the book cover, spanning across the width of the cover.

地 理 知 识 读 物

潮 汐

上海师范大学河口海岸研究室编写

商 务 印 书 馆

在我们生活的地球上，海洋占了地球表面总面积的71%，也就是说地球表面水陆面积之比约为7:3。辽阔浩瀚的海洋，自古以来吸引着人们。伟大领袖毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”^①从“望洋兴叹”到向海洋进军，探索海洋，认识海洋和利用海洋，就是我们了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由的过程。这个过程是不断发展的，永远不会完结。

一、潮汐现象

凡是到过海边的人，都会发现：有时候海水涨到了岸边，一望无际的海面上，滚动着万顷波涛，船只往来如梭，大轮船昂然驶进海港；有时候海水却退到了离岸很远的地方，大片的泥滩、沙洲露出水面，儿童们卷起裤腿，嬉笑着在海滩上捡拾贝壳。海水一会儿上涨，一会儿下落，海水的这种涨落运动，就是众所周知的潮汐现象。

^① 转摘自《周恩来总理在第三届全国人民代表大会第一次会议上的政府工作报告》，《人民日报》1964年12月31日。

在古代,由于物质条件的限制,人们对于海洋的概念,往往只限于沿岸和近海地区,而潮汐现象又恰恰是在沿海地区最为显著。因此,在所有海水运动的现象中(包括潮汐、海流、波浪、混和等),最先被人们注意的就是潮汐。

很久以来,劳动人民通过无数次实践,发现海水的涨落变化很有规律。在我国的大部分海区,海水在白天上涨一次,接着下落;晚上又上涨一次,接着又下落。古人把白天称为“朝”,晚上为“夕”。所以,称白天海水上涨为“潮”,晚上海水上涨为“汐”。潮汐就是海水的一种周期性升降或涨落运动。

根据观测我们可以发现,从某个时刻开始,海水水位(也称潮位)不断地向上涨,这个过程称为“涨潮”。海水上涨到了最高限度,就是“高潮”。这时候,在一个短时间内,出现海水不涨也不落的现象,叫做“平潮”。平潮的时间,各个地方长短不一,由几分钟到几十分钟以至于几小时之久。平潮的中间时刻取作“高潮时”。平潮时候的潮位高度,即高潮时的潮高,就叫“高潮高”。平潮过后,海水慢慢地下落,后来愈落愈快,这个过程称为“落潮”。海水下落到了最低限度,就是“低潮”。这时候,与高潮的情况类同,在一个短时间内,海水出现暂时不落也不涨的现象,叫做“停潮”。停潮的

中间时刻取作“低潮时”。停潮时候的潮位高度，即低潮时的潮高，就叫“低潮高”。从高潮时到低潮时的时间间隔叫“落潮时”，从低潮时到高潮时的时间间隔叫“涨潮时”。高潮与低潮的潮位高度之差，则称“潮差”。从高潮至前一个相邻的低潮的潮差，称“涨潮潮差”。从高潮至后一个相邻的低潮的潮差，称“落潮潮差”。潮差因地因时而异。停潮过后，海水又慢慢地上涨，开始涨潮，接着愈涨愈快，达到高潮。这样，涨潮转落潮，高潮接低潮，……如此周而复始。海水的这种周期性升降或涨落现象就是潮汐现象的基本轮廓。

根据长时期大量的观测，我们还可以发现，潮汐的涨落现象平均以 24 小时 50 分（天文学上称为一个太阴日）为一个周期。在一个周期的时间内，最常见到的是有两涨两落，即出现两次高潮和两次低潮。在一些地方，这两次涨落彼此之间大致相同，即前一次高潮和低潮的潮差与后一次高潮和低潮的潮差大致相等，涨潮时和落潮时几乎相等（6 小时 12.5 分），称“半日潮”；在另一些地方，这两次涨落彼此之间差别很大，即两次高潮和低潮的潮差相差很大，涨潮时和落潮时不等，称“混合潮”。在一个太阴日周期内，也有一些地方，只有一涨一落，即仅出现一次高潮和一次低潮，高潮和低潮之间大约相隔 12 小时 25 分，则称“全日潮”。

半日潮、混合潮和全日潮是潮汐涨落的三种类型（图1）。其实，混合潮是介于半日潮和全日潮之间的一种形式，有时它接近于半日潮类型，有时又具有全日潮特

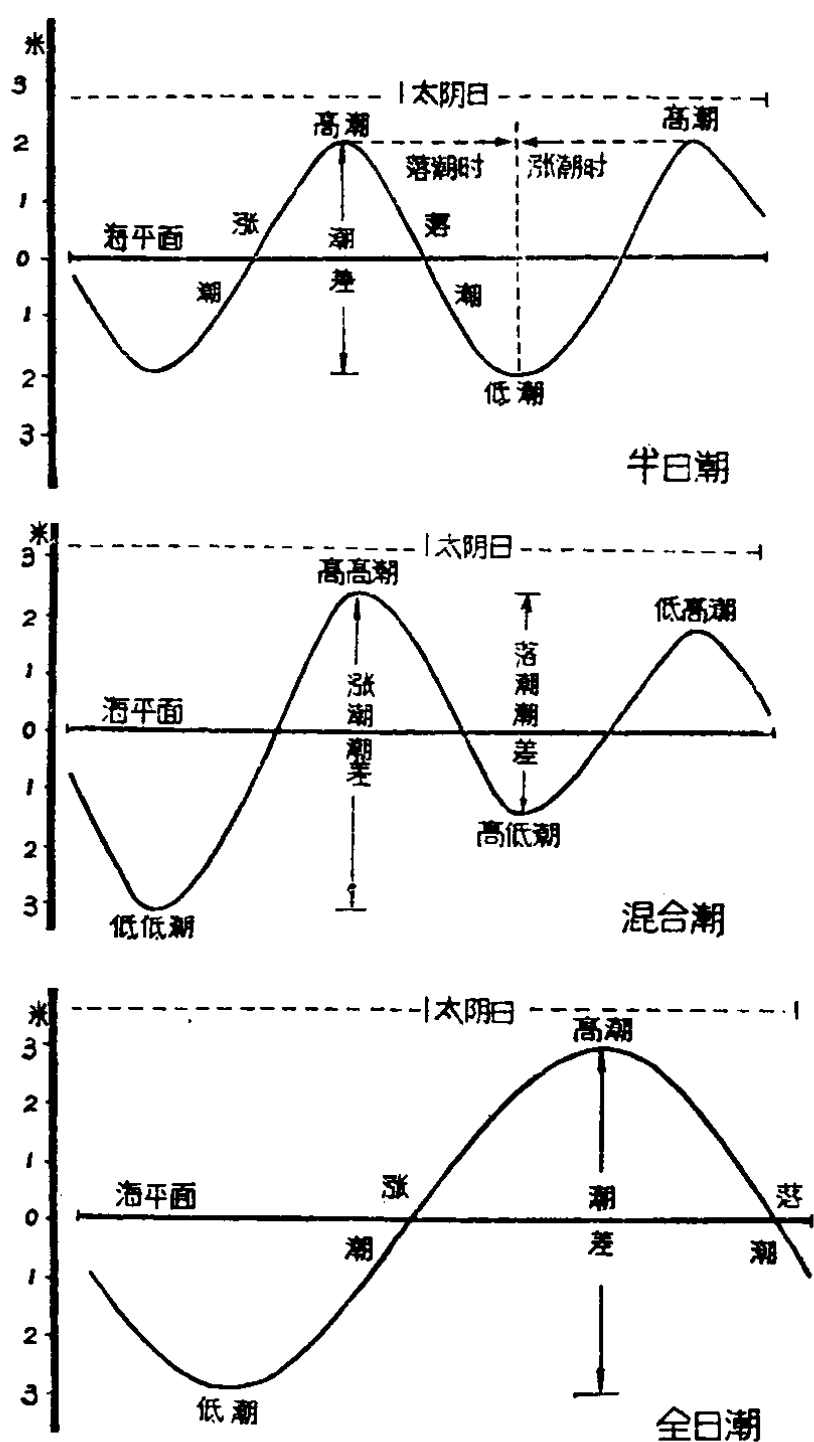


图1 潮汐涨落的三种类型

征。混合潮中一次较高的高潮称“高高潮”，一次较低的高潮称“低高潮”；一次较低的低潮称“低低潮”，一次较高的低潮称“高低潮”。

潮汐涨落不仅有半日周期和全日周期的变化，而且还有半月周期、一月周期、一年周期以及 8.85 年和 18.61 年的长周期变化等等。潮汐现象的这种周期性变化，给予潮汐预报带来极大的方便。

二、与潮汐有关的天文常识

“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”^①我国古代的劳动人民早已发现潮汐和月球运动之间的密切关系，并利用月球来推算潮水的涨落。随着科学的发展，人们更清楚地认识到：潮汐现象是与天体引力有关的，而且随着地球与月球、太阳的相对位置的变化而变化。因此，要了解潮汐的成因及其变化规律，就必须先掌握一些与潮汐有关的天文常识。

天 球

我们站在地球上，举目遥望无边无际的天空，总会

^① 《矛盾论》，《毛泽东选集》人民出版社 1964 年版，第 276 页。

觉得天空好象是一个巨大的蔚蓝色的半球高耸在地平面上。白天的太阳、夜间的繁星和月球,似乎都嵌在这个半球上。无论人们站在地球表面的任何地方,总好象站在这个圆球的中心,这样的一个假想的球面,就称为“天球”。这个圆球的印象所以会产生,是由于我们的眼睛不能分辨那些天体离我们近一些,那些离我们远一些。因此,就不自觉地认为:一切天体跟我们的距离都相等,并且想象它们都分布在圆球表面上,至于观测者则总是位于圆球的中心。

虽然人们很早就知道天体的距离彼此相差很大,但科学上仍然保留这个假想的圆球来帮助我们确定天体在天球上的位置。

赤 经 和 赤 纬

为了表示物体在地球上的位置或天体在天球上的位置,我们可以给它们一个“座号”。通常,表示地球表面上物体位置的“座号”是“地理座标”。同样,我们可以在天球上选取类似于地理座标的“天球座标”来测定月球、太阳等天体在天球上的位置。

天球座标有很多种,潮汐学中常用的是赤道座标,其要素为:赤经和赤纬。这两个要素的选取法类似于地理座标中经度和纬度的选取法。为易于了解天体赤

经和赤纬的选取法,先介绍一下经度和纬度的选取法。

我们设想,地球是绕着一根轴自转的(图2)。这根轴和地球面相交的两点,就是“北极”和“南极”。在地球表面垂直这根轴画一个圆圈,使圆圈上的每一点离开两极的距离都相等,这个圆圈叫做“赤道”。赤道把地球分成南北两个半球,它们之间的分界面就是赤道面。有了这两“点”一“面”,我们就可以为地球建立座标了。

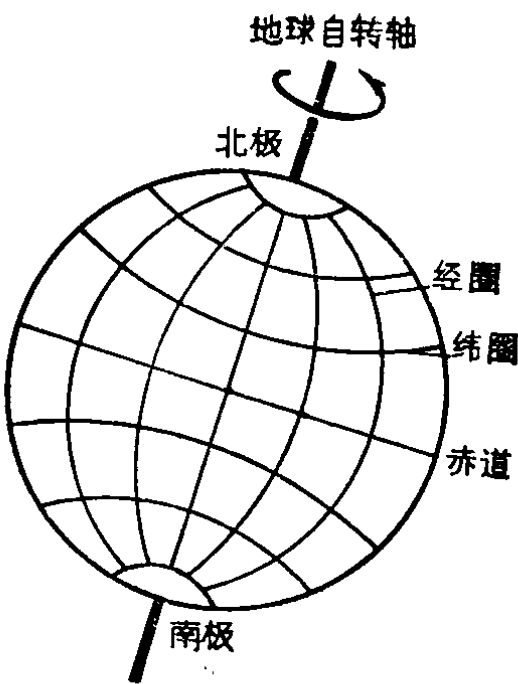


图2 地球上的经圈和纬圈

连接地球两极的大圆圈叫经圈(亦叫子午圈),经圈有很多个,它们都会聚在北极和南极。如果在地面上画上若干个经圈,样子就有点象是桔子的果瓢。平行于赤道的圆圈叫纬圈,纬圈中以赤道为最大,越近两极纬圈越小。国际上规定,经度取通过英国格林威治天文台的子午圈为起点,向东为东经,向西为西经,从 0° 到 180° 。纬度以赤道为 0° ,向北为北纬,向南为南纬,各从 0° 到 90° 。

明确了地理座标的选取法，天球座标的选取就不难理解了。

设想把地轴向南北无限延伸，那末与天球就有二个相交点，我们称之为“北天极”和“南天极”。这就是我们需要的两“点”。把地球赤道面无限地扩大，这就是我们需要的“天球赤道面”。有了对应于地球两“点”一“面”的天球上的两“点”一

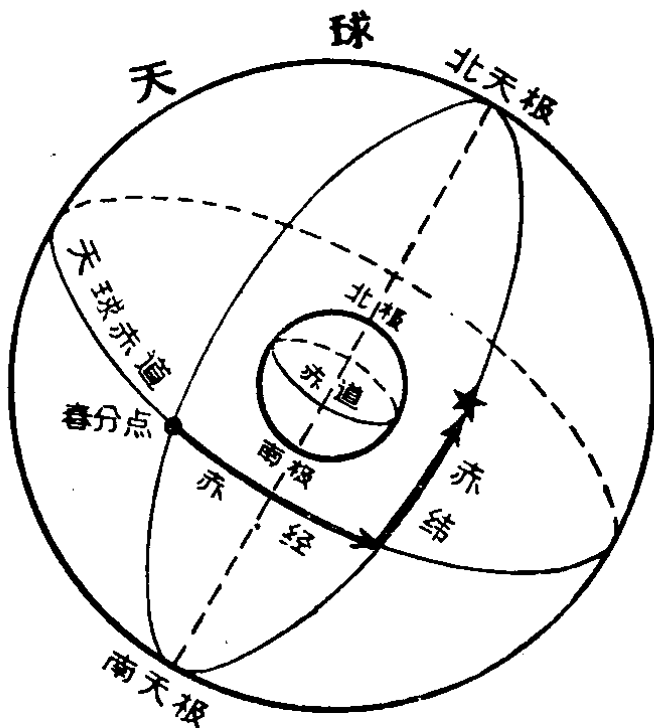


图 3 赤经和赤纬

“面”，我们就可以象地理座标那样来建立天球座标了。很明显，通过天球两极的大圆是天球上的经圈——“赤经圈”，和天球赤道面平行的圆圈是“赤纬圈”（图 3）。赤经从春分点（下面有说明）向东算起，从 0° 到 360° 。赤纬以天球赤道为 0° ，向北为正，向南为负，均从 0° 到 90° 。赤纬愈大，就是离天赤道平面的距离愈大。

从后面的叙述中将会看到，月球赤纬的变化对潮汐的变化有着深刻的影响。

黄道和白道

众所周知，月球是地球的一颗卫星。月球一方面在自转，同时环绕地球在公转。地球是太阳系中的一颗行星。它和其他行星一样，除本身绕地轴自转外，还带着它的伴侣——月球不停地绕太阳公转。

在天文学上，将天体运动所经过的路线叫做轨道。这轨道与飞机的航线一样，是看不见摸不着的。我们将月球绕地球公转的轨道叫“白道”，地球绕太阳公转的轨道叫“黄道”（图 4）。

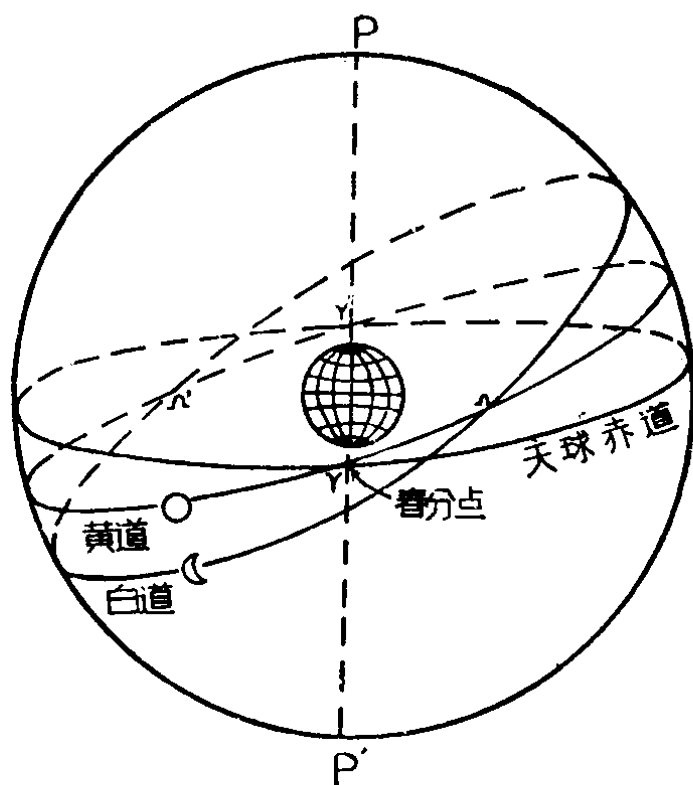


图 4 黄道和白道

通过白道作一个平面为“白道面”。通过黄道的一

个平面为“黄道面”。黄道面与赤道面并不平行，两者间有一个平均值为 $23^{\circ}27'$ 的夹角。黄道面与白道面亦不平行，两者间的夹角稍小一些，平均值为 $5^{\circ}09'$ 。这些角度虽不大，但对潮汐的变化却有重大的影响。

黄道与赤道相交于相对应的两点：太阳由赤道之南到赤道之北时所经过的点称“春分点 (γ)”。太阳由赤道之北到赤道之南时所经过的点称“秋分点 (γ')”。黄道与白道亦相交于相对应的两点：月球由黄道之南到黄道之北时所经过的点称“升交点 (Ω)”。月球由黄道之北到黄道之南时所经过的点称“降交点 (Ω')”。

太阳在阳历 3 月 21 日左右经过春分点，这时太阳赤纬为零，以后慢慢增大；在 6 月 21 日左右的夏至点到正的最大值，达 $23^{\circ}27'$ 。过了夏至太阳赤纬就逐渐减小，在 9 月 23 日左右到达秋分点，再成为零。秋分点后太阳赤纬成为负，在 12 月 22 日左右的冬至点到负的最大值，达 $23^{\circ}27'$ 。总而言之，太阳赤纬在春分和秋分时为最小，在冬至和夏至时为最大。

由于太阳和其他行星的引力作用，黄白交点在不停地沿着黄道从东向西即逆着月球本身运动的方向移动。月球绕地球公转一周，交点约移动 $1^{\circ}30'$ ，每年约移动 20° 。因此，经过一个月之后，月球并不正确地回到原来的位置。严格地说，月球每一次公转是沿着

新的途径。如果把月球连续转动的路线画出来，很象一束绕得很好的线圈。经过 18.61 年 (6793 天) 交点在黄道上旋转一周后，白道又回到以前的位置，因此 18.61 年是潮汐长周期变化的一个重要周期。

太阳日和太阴日

地球自转一周所需要的时间，称为一“日”。由于自转的起算点不同，有恒星日、太阳日和太阴日等等，各种日的长短不等。

要了解太阳日和太阴日必须先懂得什么叫上中天和下中天。天体通过观察者子午圈的时刻称“中天”。每个天体每天通过观察者子午圈两次，故一天中有两次中天。一次通过观察者的头顶即地面上的子午圈称“上中天”。另一次经过观察者脚底即地面下的子午圈称“下中天”。

如果我们选择太阳中心为地球自转的起算点，那末，太阳中心连续两次经过头顶(脚底)即连续两次上(下)中天所需的时间便是一个“太阳日”。如图 5 所示，由于地球在自转的同时，还要绕太阳公转，因此地球上 A 点(太阳下中天)自转一周(360°)后，还要多转一个角度(约 $59'$)到达 A' 点，才出现第二次太阳下中天。地球从 A 点自转 360 多度到达 A' 点的时间间隔

就是一个太阳日。地球在轨道上的运动是不等速的，一年中各个太阳日并不相等，有长有短。天文学上取一年的太阳日的平均值为“平太阳日”。我们平时所说的一日就是指一个平太阳日，即 24 小时。

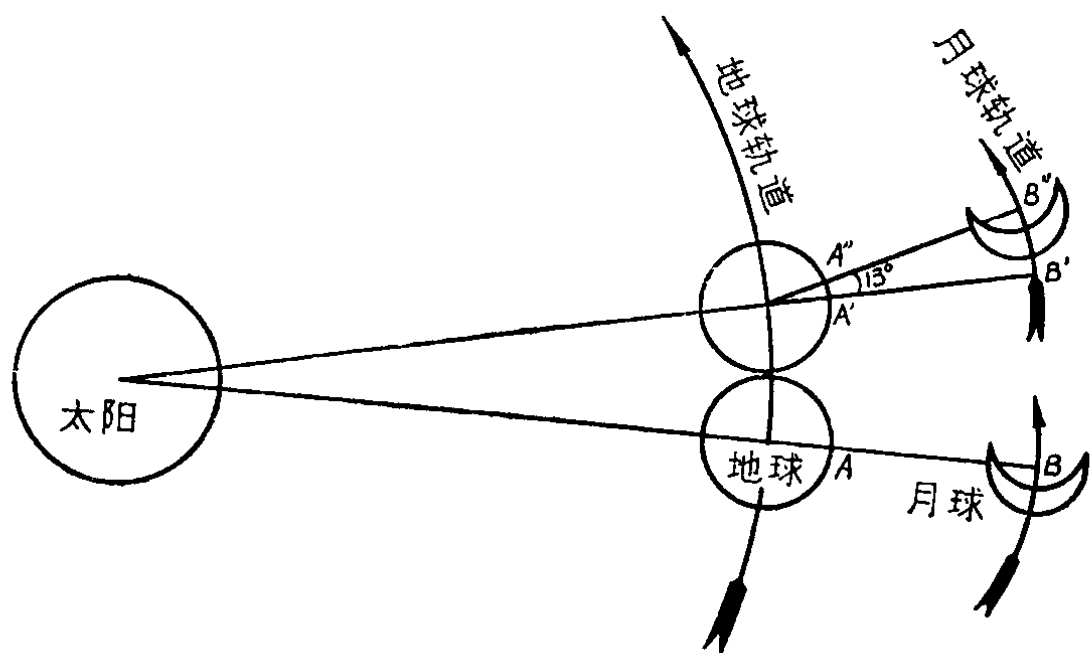


图 5 太阳日和太阴日

如果我们选择月球中心为地球自转的起算点，那末，月球中心连续两次上(下)中天所需的时间称为一个“太阴日”。因为月球公转的速度比地球公转的速度快，在地球自转一周后，月球在公转轨道上转移了约 13° 。因此，地球上 A 点(月球上中天)自转一周 (360°) 后，还要多转约 13° 到达 A'' 点，才出现第二次月球上中天。地球从 A 点自转到 A'' 点的时间间隔就是一个太阴日。显然太阴日要比太阳日长些。地球每自转

1°, 大约不到 4 分钟, 所以多转 13°, 需时约 50 分钟, 因此一个太阴日的时间应为 24 小时 50 分。因为每天月行迟后约 50 分钟, 所以高潮或低潮出现的时间后一天比前一天也要推迟约 50 分钟左右。

月 相

月球是个不发光的天体, 它仅能反光。所以月球在任何时候都是向着太阳的一面是光明的, 背着太阳的一面是黑暗的。月球绕着地球运行, 地球上所看见的月球的光明部分和黑暗部分的形象, 随着地球、月球和太阳三者的相对位置而不同。这种不同的形象即月球的圆缺变化就称为“月相”。这从图 6 中可以看得很清楚。图中太阳光从右边射来, 外圈表示月球在公转轨道上的不同位置(它总是一面亮, 另一面暗), 内圈表示在各个位置上, 从地球上看到的月相。

月球不停地绕地球旋转, 当它转到地球和太阳中间的时候, 它被太阳光照亮的那一半, 正好背着地球, 向着地球的是黑暗的一半。这一天我们在地球上完全看不见月球, 叫做“朔”或“新月”, 也就是夏历每月的初一。

月球继续朝前转。到初七、八时, 太阳落山, 月球已经在头顶, 到了半夜, 月球才落下去。这时, 被太阳

照亮的月球，恰好有一半给我们看到，这就是“上弦”。

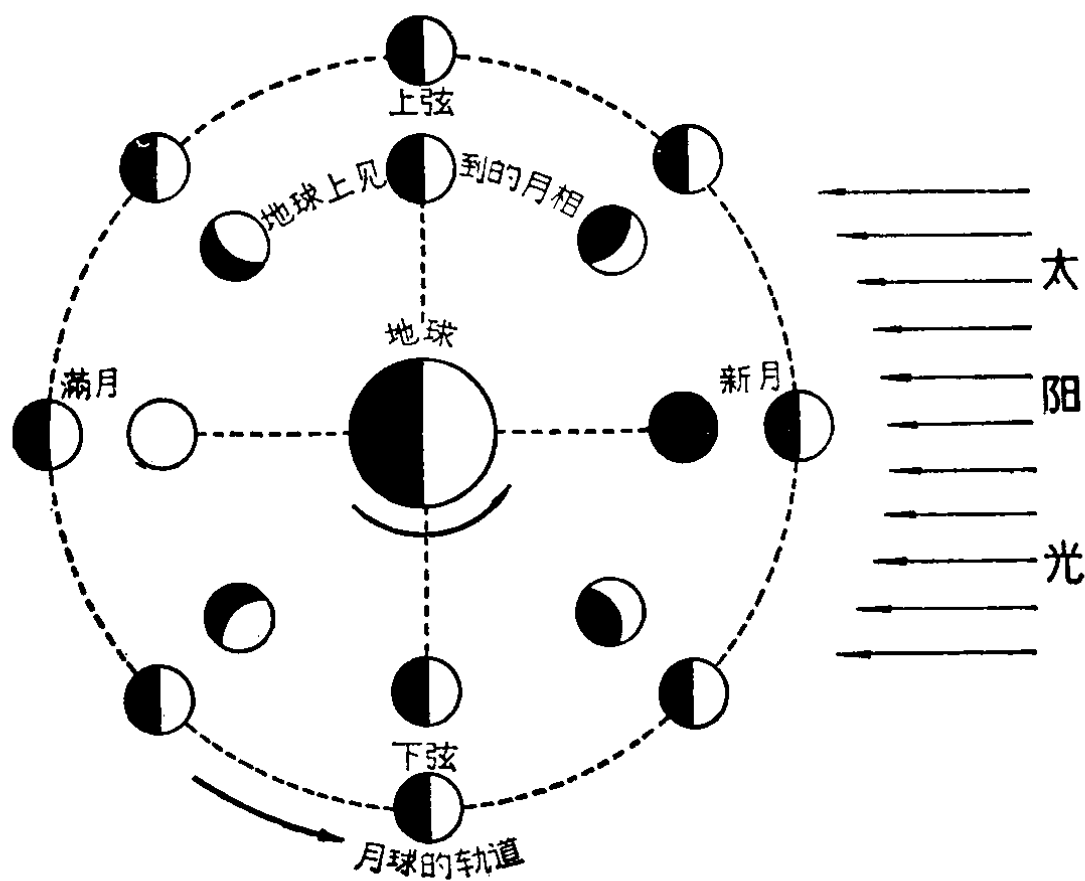


图 6 月相

再过七、八天，到了夏历十五、十六，月球转到地球的另一面。这时地球在太阳和月球的中间，月球被太阳照亮的那一半正好对着地球。我们就看到圆圆的满月，叫做“望”或“满月”。此时由于月球正好在太阳的对面，太阳在西边落下，月球才从东方升起，到月球落下，太阳又要从东方上升了。

满月以后，月球上升还是一天比一天迟，亮的部分也一天比一天小，到夏历廿三时，满月亏去了一半，而

且半夜才升上来,这就是“下弦”。

快到月底的时候,月球又将运行到地球和太阳中间。在日出之前不久,残月才由东方升起。到了下月初一,又是新月,开始新的循环。

月球从新月或满月的位置出发,再回到新月或满月的位置所经历的时间就是一个“朔望月”,即 29.53 平太阳日。

从最近的新月起,计算到某时刻止所经过的日数,称为“月龄”。它是自 0 到 29.5 的一个数。我国夏历的日期实际上便是月龄的近似数。知道了月龄便可知道月相,也可以近似地计算月球的中天时刻。

三、潮汐是怎样产生的?

毛主席指出:“中国是世界文明发达最早的国家之一”,^①我国古代劳动人民通过无数次实践认识到:潮汐现象和月球运行关系十分密切。在我国悠久的历史上,曾经有过许多著作对潮汐现象进行过研究,正确地指出了潮汐的成因和变化等。那么,究竟为什么潮汐现象和月球运行有着密切关系呢?要回答这个问题,

^① 《中国革命和中国共产党》,《毛泽东选集》人民出版社 1964 年版,第 586 页。