

主编 李 诚

世界科普经典文库

天空的奥秘 (上)

KEPUJING
DIANWENKU

内蒙古人民出版社

世界科普经典文库

天空的奥秘

上 册

内蒙古人民出版社

世界科普经典文库

责任编辑 武连生

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华东街祥泰大厦

印 刷 北京一鑫印刷有限责任公司

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 300

版 次 2006 年 12 月第一版

印 次 2007 年 1 月第一次印刷

印 数 5000 套

书 号 ISBN 7-204-08902-2/G·2438

定 价 (全 56 册):1372.00 元

如出现印装质量问题,请与我社联系。

联系电话:(0471)4971562 4971659

目 录

第一章	太阳系探秘	1
第二章	天文学的脚步	161
第三章	地球，我们共同的家园	278

第一章 太阳系探秘

●谁是太阳家族的核心

人们看到，清晨太阳从东方的地平线升起，傍晚又落到西边的地平线以下，而此时月亮正好从东方的地平线升上天空。就这样，日月星辰都是从东方升起，向西方落下。这就给人们以直观的感觉：日月星辰都围绕着地球在旋转。因此，人们认为地球是位于宇宙中心的，是固定不动的。而太阳、月亮和其他行星，都围绕地球旋转。以希腊天文学家托勒玫为代表的“地心说”，把地球绘在太阳系的中心，往外依次为月球天、水星天、金星天、太阳天、火星天、木星天、土星天、恒星天、晶莹天、最高天、净火天。他认为上帝是至高无上的，它住在净火天。

在宗教的支持下，“地心说”统治了西方 1500 多年之后，到 16 世纪，波兰天文学家哥白尼创立了“日心说”，认为太阳位于行星系的中心，地球和其他星星东升西落的现象，是由于地球不仅围绕太阳在旋转，而且同时也在自转的缘故。这样才推翻了“地心说”。

哥白尼认为，日月星辰距离地球非常遥远，如果是地球为中心，而且永远不动，只是各种星体围绕地球转动的话，那么，这些星体在一昼夜内，要跑完以光年为单位，以遥远距离为半径的圆圈，它们将用多么快的速度来完成呢？相反，如果说地球不仅围绕太阳公转，而且又在自转，地球自转一周时就会看到日月星

辰的东升西落现象。同时更为重要的是，哥白尼取得了天体运动的观测资料，经过大量艰苦的分析和研究创立了“日心说”。

1543年，哥白尼的著作《天体运行论》在德国出版了。教会认为这本书宣传邪说，将其列为禁书。当时意大利的哲学家布鲁诺坚持真理，支持“日心说”，竟被宗教法庭判处以火刑，活活烧死。物理学家伽利略支持“日心说”，坚持真理，也遭到了残酷的迫害。后来天文学家开普勒，物理学家牛顿等人，都不断证明和发展了哥白尼的学说。由于哥白尼的“日心说”很好地解释客观事实，就越来越多地流传，并且得到许多进步科学家的赞同和支持。

现在，人们已经清楚地知道，太阳居于9大行星的中心，9大行星和千万颗小行星都围绕太阳转动。它们运行的轨道并不是一个个圆圈，而是一个个的椭圆。大行星围绕太阳公转的轨道几乎都在一个平面上，但速度有快有慢。

●太阳的素质和奇观

自古以来，人们不停地在研究太阳，但是人们真正弄清楚太阳的基本状况，还是最近几百年的事情。

1. 太阳的大小

一轮红日从东方冉冉升起，把大地的景物染得彤红，此时的太阳足有磨盘那大。夕阳西下时，晚霞满天，归鸟在夕阳中朝树林飞去，此时的太阳足有一个车轮那么大。然而每当中午，烈日正正当地挂在空中的时候，它却好像只有一个碟子那么大。那么，太阳究竟有多大呢？

太阳的大小是固定的，不因为早晨、中午和傍晚而发生大小的变化，那么为什么我们看到太阳初升或西落时，都觉得比较大，而正午高悬空中却显得比较小呢？这是因为人们的视觉出现了误差。太阳东升西落时，由于地貌、地物的衬托，就显得大一

些，而正午悬挂高空时，由于茫茫空间太空旷了，太阳就显得小多了。这种现象恰似在无边无际的大海中，一只巨大的万吨轮船也显得很渺小一样。因为海平面太大了，大船就显得太渺小了。而当大船靠岸时，它与周围的建筑物相比，就会显现出它本身的大小来。

太阳是一个巨大的天体，它比所有行星都大。它以强大的吸引力把周围的大小行星，控制在太阳系中运动。太阳的半径大约为 695980 公里，是地球半径（6371 公里）的 109 倍。太阳的体积为 141×10^8 亿立方公里，是地球体积（ 1.083×10^{12} 立方公里）的 130 万倍。如果用月球到地球的距离（384000 公里）的 75 倍作半径，画一个圆球，这就是太阳的大小。可见太阳的确是大大得惊人啊！

天文学家最近研究发现：太阳的直径存在着周期性运动，每隔 160 分钟增长 10 公里，然后收缩还原。也就是说太阳有周期性的体积膨胀和收缩现象。我国科学家万籁等人观测计算多年后指出：从总体来说，太阳半径存在着缩小的趋势，缩小的速度是每 100 年 90—150 公里。

2. 太阳的质量

组成太阳的物质比较稀疏，平均每立方厘米的太阳物质重 1.4 克，相当于水的 1.4 倍，而每立方厘米的地球物质重达 5.5 克，是水的 5.5 倍。所以太阳的质量差不多只是地球的 33 万倍。然而，太阳中心和表面的密度变化很大。太阳中心密度为每立方厘米 99 克左右，在表面处为每立方厘米 10^{-7} 克。总的说来，太阳质量大约是 2000×10^{24} 吨。这个数字是太阳系中所有行星和卫星总质量的 750 倍，占整个太阳系质量的 99.86%。

3. 太阳的光和热

太阳是非常明亮的，中午时候我们看到的太阳，相当于一盏 10000 支光的电灯放在一米远的地方。各种研究指出：太阳表面

的温度很高，高达 6000°C ，比炼钢炉中的温度还高得多。人们观察到，在如此高的温度下，太阳表面存在的各种金属都变成了蒸气。太阳中心的温度高达 2000 万摄氏度，这个温度如果同地面的物质对比一下，会觉得太阳温度是高得惊人的。在地面上，温度达到 100°C 时，水就沸腾了，炼钢时温度达到 1000°C 时，铁矿石将熔化成铁水流出，最难熔的金属钨，它的熔点也只有 3370°C ，这比起 6000°C 和 2000 万摄氏度，简直是望尘莫及。

太阳的光和热向四面八方辐射，太阳家族成员接收到光和热后，发生反射，产生一定的光热效应。地球接受到太阳的光和热很少，只是太阳放出光热的 22 亿分之一。但这些光和热对地球产生的影响却是巨大的。

太阳巨大的光和热是怎样产生出来的呢？这个问题一直到 1939 年才得到了满意的回答。原来在太阳的物质组成中，含有大量的氢和氦，氢是最轻的气体，氦是第二轻的气体。它们在太阳内部的高温之下，氢将转变成氦，同时产生大量的原子能，原子能又转变为光和热，从太阳表面散发出来，并射向四面八方。

经过科学家计算，目前太阳每秒钟要释放出 90×10^{24} 卡热量，每秒钟需要消耗 6 亿吨的氢。如果太阳全部由氢组成的话，那么还可继续放射 1000 亿年。实际上，太阳并不是全由氢组成的，因此估计，太阳还可以继续放出光和热几百亿年。现在得知，在太阳所有的 70 多种元素中，以质量而言，最多的是氢和氦，占所有元素的 98%，氢：氦 = 1：3，而其他的元素（例如碳、氮、氧和各种金属等）只占 2%。

4. 太阳的内部结构

当我们仰望天空中的太阳时，所看到的那个光耀夺目的圆盘，就是包括光球、色球和日冕的大气层。在大气层里，平常我们只能看到明亮的光球，而色球和日冕，则只能借助特殊的仪器和日食的机会才能看到。光球是由不透明的气体组成，能发出强

烈的光焰，所以称做光球。它的界限很清楚，太阳的直径就是根据光球来确定的。光球的厚度大约是 100—300 公里，密度很小，只相当于水密度的几亿分之一；压力也很低，只有 1% 个大气压（每平方厘米所承受的压力）。温度从外向太阳中心逐渐增加，如果我们用望远镜观察太阳，可看到圆盘边缘光线暗弱，中央部分比较光亮，太阳光几乎全是从光球发出的。

在光球之上向外伸延到大约 8000 公里至 16000 公里是色球。色球比光球的大气更稀薄，几乎是完全透明的，它没有明显的边界，平均厚度在 10000—20000 公里之间，色球的光很微弱，因而我们用肉眼很难看到它，只有在日食的时候，它在太阳周围现出粉红色的或淡红色的狭窄光环，这正是色球一词的由来。色球是气体物质剧烈扰动的地带，如果用特制天文望远镜观察，就可以看到色球有如燃烧着大火的草原，所以有人称它为“燃烧的草原”。

日冕在色球的外面，它以极稀薄的气体向外延伸数百万公里，它的亮度很微弱，还不到满月时月光的二分之一，所以很难看到它，必须在全日食的很短时间里才能观察到。日冕的密度很小，每一立方厘米内只有 10 亿至 100 亿个氢原子，是地球上大气密度的一万亿分之一。

在太阳内部，核心部分是产生能量的区域，热核反应在那里激烈地进行，巨大的能量通过辐射向外扩散，在对流区，有激烈的上下对流运动。

5. 太阳的自转

太阳上各部分物质旋转的快慢是很不一样的。在“赤道”部分，旋转周期大约是 25 天。太阳各部分旋转周期的不同，说明它的表面不是固体，都是气体物质。太阳是一个大气体星球。

●剧烈的活动

太阳每时每刻都在发生剧烈的变化，例如太阳风，以每小时 50 公里的速度，吹得凶猛异常，类似氢弹一样的爆炸大得惊人；太阳黑子、光斑、日珥等，被称为太阳活动。

1. 太阳黑子

在漫天浓雾或风沙蔽日，阳光暗淡的日子里，我们有时可以看到，在太阳表面上出现一些大小不同，形状不规则的黑色斑点，这就是太阳的黑子。太阳黑子多数是圆形或椭圆形的，有一个很黑的核心，称为“本影”，周围有一个较亮的环包围着，称为“半影”。黑子有时呈单个儿出现，有时成群出现，最大的黑子直径可达地球直径的 10 多倍。黑子的寿命很短，有的出现一天就消失了，有的出现好几个月才消失。

太阳的黑子是怎么形成的呢？我们知道，太阳表面温度为 6000°C ，中心温度高达摄氏 1500 万度以上，太阳表面密度很小，只有水的 100 亿分之一，而中心密度增大，为水的 110 倍。由于太阳内外的温度差异和密度的差异巨大，这样就引起了太阳物质的大规模运动，黑子就是太阳物质运动的一种表现。黑子是一个巨大的旋涡气流，气流速度达每秒 1000—2000 米，像是太阳表面的“风暴”。因为它的温度只有 4500°C ，比太阳表面温度低得多，所以看上去光线暗弱，而成为光芒万丈的太阳表面的黑斑。

我国对于太阳黑子很早就有大量的记载。《汉书·五行志》上有“河平元年（公元前 28 年）2 月乙未，日出黄，有黑气，大如钱，居日中”。公元前 100 年成书的《淮南子·精神训》中有“日中有浚（cun）鸟”记载，在更早的神话传说中，还有很多太阳有三趾鸟的故事。二十四史中有 100 处关于太阳黑子的记录，记载着太阳黑子出现的日期、位置、形态等。

在西方，是公元 9 世纪才开始注意到太阳黑子现象的。1607

年著名天文学家开普勒看到了太阳黑子，1610年伽里略用望远镜清楚的看到了太阳的黑子。

2. 太阳耀斑

当太阳黑子大量出现时，太阳上就会发生局部地区亮度突然增强的现象，这就是太阳的耀斑，又叫太阳的光斑。耀斑分布在黑子区域，它们在太阳边缘最为显著。耀斑好像是潜伏的火山，因为在它们存在的区域，往往会出现活动性很强的发亮的气体，高达几十万公里。耀斑的变化极快，但就整体来说，它又是比较稳定的。它往往出现在黑子形成之前，而消失又远在黑子消失之后。

太阳耀斑的出现，对地球环境会产生巨大的影响，例如指南针开始剧烈晃动、失灵，无线电波中断、气温、气压和大气环流发生变化，形成恶劣的气候等。

3. 日珥

在太阳边缘上，还可看到玫瑰红色的突出部分，它可高达几十万公里，有云朵状、流烟状，龙卷状、树林状等形状，这就是日珥。它是由白色的发光质构成的，它的运动速度很大，有时每秒钟可达400公里。

按照日珥的形状、运动和其他特征，分为宁静日珥（形状变化迟缓，有时能存在一个月以上）、激动日珥（发光物质构成不断激动的细流）、爆炸日珥（突然爆发，以每秒几百公里的速度升腾起来）。日冕日珥（日冕所在部分所出现的日珥）等等。

日珥的温度约为5000℃左右。

●太阳的运动

“日出东方隈，似从地底来，历天又复人西海”、唐代著名诗人李白这几句诗，形象地描述了太阳每天东升西落的自然现象。现在我们知道，太阳每天东升西落现象是由于地球自转而产生

的，称为太阳的周日视运动。此外，地球还以每秒 30 公里的速度绕太阳公转，公转一圈为一年。与此相应地，我们可以看到在一年的不同时间里，太阳在天空中的位置是不同的。由于地球公转引起太阳位置在恒星背景上的变化称为太阳的周年视运动。太阳的周年视运动不像周日视运动那样容易直接被人们感觉，需要经过较长的时间观测才能发现。简单的方法是：在每天傍晚或早晨可以看清星星的时候，观测最接近太阳的那些星座，经过一个月或两个月以后，就可以发现原来最接近太阳的那些星座不见了，而被另外一些星座所代替，这说明太阳已经在恒星背景上有了移动。

1. 太阳的自转

由于太阳离地球比较远，又是一个炽热耀眼的天体，人们用眼睛很难看清它的容貌和细节，因此，太阳的自转运动占人是看不清楚的。到 1609 年，伽利略用望远镜观测太阳，发现太阳黑子缓缓地在太阳表面移动，才知道太阳也在不停地自转。现在，还可以通过日珥、谱斑等，在日面上的移动或从太阳东西边缘光谱线的多普勒效应来证实太阳的自转。伽利略当时就指出：太阳旋转一周需 25 天。这同近代天文学家观测的结果基本一致。但是，太阳是一个气态球体，它的自转周期在不同纬度带上是不同的，观测表明：太阳赤道附近转得快，自转一周约 24 天。随着纬度的增加，太阳自转逐渐减慢（自转周期较长），到极区约 34 天转一圈。太阳的这种运动一般称为较差自转。

太阳的自转速度在太阳内部的不同层次里也是不同的，一般是越往里自转速度越快。近年来，以艾萨克为首的英国伯明翰大学的一个研究小组，在特纳里夫岛的特德天文台，对太阳连续观测 28 天，得出了以下结论：太阳核心的旋转比表面快得多。天文学家们普遍认为，太阳年轻时的自转比现在快得多，后来由于它不断地向外抛射太阳风粒子，使表面的旋转减慢了，只有核心

保持了初始的转速。

2. 太阳的公转

银河系内的天体都绕着银心旋转，太阳也带着它的家属绕着银河系的质心——银心作公转运动，它的公转很像地球绕太阳的公转。据天文学家的观测和研究表明：太阳绕银心旋转的轨道并不是正圆，而是偏心率 e 很小的椭圆。目前各天文学家给出的太阳公转轨道的偏心率尚不一致，一般认为 $e=0.1$ 左右。当前太阳处在近银心点（太阳轨道离银心最近的一点）不远的地方。

太阳绕银心公转的速度很大。但由于太阳公转的轨道是椭圆，因此，它处在轨道的不同位置时，运动速度是不同的。当前太阳公转的速度 v_0 一般认为在 220—250 公里/秒之间，约是地球公转速度的 8 倍。

知道了太阳绕银心公转的当前速度 V_0 及它的轨道偏心率 e ，就可以估计太阳绕银心公转一周的周期，这个周期一般称为银河年 P_e ，估算银河年 P_e 公式可采用：

$$P_e = 2\pi R_a / v (1 - e)$$

由于不同学者对 e 和 v_0 的采用值不同，因此，银河年 P_e 的数值也不尽相同，一般认为 2.6 亿年至 3 亿年之间比较妥当。科学家普遍认为太阳的年龄在 50 亿年以上，因此，太阳已经绕银心公转了 19 圈左右。

3. 太阳相对于周围恒星的运动

恒星在天球上看来好像不动，不过，这仅仅是由于它们距地球非常遥远所造成的假象。我国唐代的天文学家一行，曾把他测量的恒星位置与汉代测量的位置相比较，发现有变化，但未作出解释。过了 1000 多年，英国的哈雷发现大角、天狼和毕宿五这三颗亮星位置有明显的移动，后来称为恒星自行。恒星太阳同其他恒星一样，相对于周围恒星在移动，速度约 20 公里/秒。

●未来的红巨星

太阳已经 50 亿岁了。它度过了漫长的前半生，已经进入中年前期。现在，它容光焕发，华光四射，率领太阳系成员在银河系中遨游。据天文学家估计，太阳的寿命是 100 亿岁。也就是说，太阳还能活上 50 亿岁。

那么，太阳将怎样度过它的后半生呢？50 亿年以后，它将变成什么样子呢？

太阳的中年时期是一个相对稳定的阶段。太阳内部蕴藏着大量的氢，这些氢是维持太阳生命的“粮食”。太阳内部是一个高温和高压的地方，在那里正在进行着热核反应，四个氢原子核聚变为一个氦原子核。热核反应进行的时候，释放出大量的能量。于是，太阳放出强烈的光和热。由于氢聚变为氦的反应，进行得比较缓慢，因此，太阳的中年时期比较长，占了它一生中的绝大部分时间。

热核反应所产生的巨大能量，使太阳大气处在剧烈的热运动中。太阳大气的热运动，产生了向外的压力，这个压力叫做辐射压。它是一种向外排斥的力。

太阳上除了这种排斥力以外，还有因为自身收缩而产生的引力。它是一种向内的，跟排斥力方向正好相反的力。太阳一生的变化，就是因为这两种力不断变化而造成的。现阶段，太阳上的这两种力势均力敌，处在相持的情况下。因此，太阳既不膨胀，也不收缩，光度变化也不大。虽然太阳上面局部地区在发生各种各样的活动，例如黑子、耀斑、日珥等活动，而且活动的规模和释放出的能量比地球上最猛烈的火山爆发还要强几十万倍，每年要抛射出大量的物质。但是这些活动都不足以引起太阳的严重创伤，无损于太阳的光辉。

太阳的这种稳定局面，虽然能维持一个很长的时期，但终于

有一天要被打破而踏上通向死亡的道路。

经过天文学家计算，太阳内部靠近中心的地方，温度最高，压力也最大，氢聚变为氦的热核反应主要在中心。因此，越接近太阳的中心，氢越早消耗完毕。这样，在中心部分就形成一个由氦组成的核心，叫做氦核。这个氦核随着热核反应的进行不断增大。这时候，太阳结构开始发生了变化：中央是一个氦核，外面是正在燃烧着的由氢组成的壳层，再外面是还没有燃烧的由氢组成的壳层。那时候，太阳中心的温度只有 1500 万摄氏度，密度只有每立方厘米 100 克，温度和压力都不够高，不能使氦发生反应。因此，氦核形成以后，太阳中心部分已经不产生能量了。内部没有能量供应，向外的斥力减弱，斥力和引力之间的平衡遭到了破坏，引力逐渐地大于斥力，占了上风。计算表明，当氦核的质量占整个太阳质量的 10%—15% 的时候，太阳内部物质就要进行一番调整，核心部分在引力作用下收缩。

氦核收缩的时候，要释放出大量的能量。这些能量一部分使氦核升温，另一部分就输送到外壳。外面的太阳大气得到从里面送来的热量以后，受热膨胀，表面积迅速增大。这种里面收缩，外面膨胀的过程进行得很快。外部热量的增加赶不上表面积的增长。因此，太阳表面每单位面积发出的热量反而比以前少。这时候，太阳的表面温度降低，但是因为整个太阳的体积增加，所以太阳的光度仍然很大。到那个时候，太阳已经变成一颗表面温度比较低、颜色偏红、体积很大、平均密度很小、光度很高的星。由于个儿大，发出的又是红光，所以叫做红巨星。

太阳变成红巨星的时候，体积大得可以把水星都吞下去。它的光度将要比现在的太阳大几倍。我们地球上的气温将升高好几倍。那时候，我们的地球也就变成了一个人类无法居住的可怕的星球了。

太阳在红巨星阶段，大约要维持 10 亿年。

氮原子核聚变为碳原子核的热核反应不断进行，中心部分逐渐地变成一个碳核，等到碳核增大到一定大小的时候，又一次发生外面膨胀，里面收缩的过程。太阳再一次剧烈变动。这种核反应在太阳内部一个接着一个地进行。当碳核收缩，中心温度升高到 6 亿摄氏度的时候，碳开始热核反应，聚变为氧。碳聚变过程更快，只要一万年就结束。

碳聚变反应完了以后，中心温度升高到 20 亿摄氏度的时候，氧发生热核反应，聚变为氖，氧的热核反应进行得更快，只要一年时间。

这样的反应一直到形成铁才停止。停止的原因是：物质密度太大，气体的性质发生了变化，气体收缩的时候，温度不再升高。

太阳进入红巨星阶段以后，随着热核反应一个接一个地进行，不断发生变化，时而膨胀，时而收缩，很不稳定。最后，中心温度升高到 60 亿摄氏度，内部会射出大量的中微子，把大量的能量带走，剩下的能量在一千秒钟里用完。这时候，太阳遭受了一次巨大的灾难，引力失去了平衡力。在强大的引力作用下，太阳内部迅猛地坍缩。

坍缩的时候，会发出强烈的冲击波，冲击波使太阳发生一次爆炸，把外壳猛烈地抛向星际空间。在外壳被抛向星际空间的同时，内部物质在巨大的引力下坍缩，变得很密，体积缩得很小，温度升得很高，发出强烈的白光。这时候，太阳已经变成了另一种星体。由于它个子矮小，又发生白光，所以叫做白矮星。

太阳变成白矮星以后，内部不再进行热核反应，靠冷却来发光。大约经过十亿年后，能量用完了，太阳将变成一颗不发光，冷冰冰，又矮又小的黑矮星，黑矮星就是太阳的结局。

至于黑矮星将怎样变化下去，天文学家只提出了一些猜测性意见，一种可能是粉身碎骨，成为星际物质，弥漫在星际空间，

成为形成下一代恒星的原料；另一种可能是它重新吸积周围的星际物质，重新燃烧起来，死而复生。

总之，太阳的后半生将走一条从红巨星，经过爆发，到白矮星、再到黑矮星的道路，最后消失。

●离太阳最近的行星

水星是太阳系天体中距离太阳最近的行星。我国古代称水星为“辰星”。从地球上看去，它仿佛总在太阳两边摆动，由于太阳光的掩护，平时人们很难看到它的容颜。

1. 哥白尼的遗憾

相传，杰出的波兰天文学家哥白尼在临终的时候，眼睛直瞪瞪地望着窗外。他的夫人问他：

“您是放心不下《天体运行论》的出版？”

哥白尼摇了摇头，还是瞪着双眼。

“是不是惦记内行星的位相（行星在一定位置上的图像）尚未得到证实？”

哥白尼闭了一只眼睛，用一种几乎听不见的声音喃喃地说道：“我想看看水星。”

原来，为天文事业奋斗了一生的哥白尼，始终没有看见过水星，以致抱恨终天。这个传说也许有虚构和夸张的成分，但是水星难得一见却是千真万确的。

水星是太阳系9大行星的“老八”，直径只有4878公里，比月球略为大一点。它离我们最近时也比月球远200多倍，所以在我们的眼里，水星不过是一个小而又小，而且很微弱的亮点。

水星不易看到的主要原因在于：它好像一个怕羞的“姑娘”，老是在“母亲”的身边躲躲藏藏。有时跑到太阳的身后，使我们根本就看不见它；有时跑到太阳的前面，淹没在强烈的阳光里。只有当它跑到太阳的两旁，并且离得最远的时候，我们才能观察