

星际之旅丛书

太阳 · 地球 · 月亮

王建华 编著

北 京
冶金工业出版社
2000

图书在版编目(CIP)数据

太阳·地球·月亮/王建华编著. - 北京: 冶金工业出版社,
2000. 5

(星际之旅丛书/崔石竹主编)

ISBN 7-5024-2524-1

I. 太… II. 王… III. ①星系 - 天文学 - 普通读物

②宇宙学 - 普及读物 IV. P15-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999) 第 73875 号

太阳·地球·月亮 王建华 编著

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 刘小峰 美术编辑 李 心 责任校对 栾雅谦

北京源海印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2000 年 5 月第 1 版, 2000 年 5 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/32; 4. 875 印张; 1 插页; 85 千字; 145 页; 1-5000 册

7. 80 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64044283

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)



太阳是太阳系里惟一能发射可见光的天体。在所有的天体中间,它是与我们居住的地球关系最密切的天体,因为它是地球上光和热的源泉。由于太阳光的照射,地面的平均温度才保持在 15°C 左右,为人类和其他生物的生存提供了条件。地球上的能源也几乎全部直接或间接地同太阳有关。例如,原始时代的森林、微生物和动物的遗骸埋在地下,经过漫长的地质作用及物理化学作用,形成了煤和石油。而植物和动物的生长是离不开太阳的,所以煤和石油其实就是几亿年以前贮藏在地下的太阳能。水力、风力也明显地同太阳有关。太阳上的许多变化过程同地球上的许多现象也有着紧密的联系。

地球实际上也是天空中的星,正像月亮或别的行星一样。它反射太阳的光而发亮,别的行星并不比地球明亮。在空间中,从远处望地球,它像一面明亮的圆轮;再远一些去看,它成了一颗星。如果在金星上看地球,它将是天空中最明亮的星。

月亮同样与地球有着密切的关系。如今人类为了揭开宇宙奥秘,不断发展空间技术,发射探测卫星,探索行星及太阳系空间,设想在月球上建立宇航基地,作为来往行星的过渡性空间站;为了白天黑夜都可以观测太阳和星星,在月球建立天文台;还要在月球上建立大型的“宇宙城”。



太阳、地球、月亮是和我们人类关系最密切的三个天体,因而本书介绍这三个天体的概况,展示了20世纪以来人类观测它们的新成果,提出了人类越解越奇的难解之谜。不过,我们相信随着科学技术的飞速发展,观测手段的更加先进,不久的将来,这些谜一定会被天文学家解开。

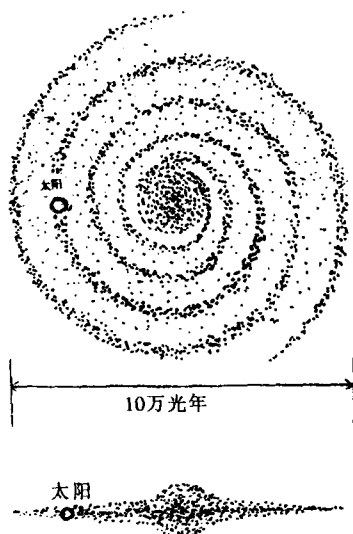


光辉灿烂的太阳

恒星世界的一员

关于太阳有许多神奇的故事,随着时间的推移天文学家揭开了一个个神秘面纱,让我们知道了太阳是离我们最近的恒星,与我们生活的地球及其卫星月亮关系最密切。太阳以它强大的引力,吸引着水星、金星、地球、火星、木星、天王星、海王星、冥王星九大行星和它们的卫星,成千上万的小行星、彗星,亿万颗流星体,无数的行星际物质围绕着它不停地运动,由此组成了太阳系。因此,太阳是太阳系的中心和主宰。在庞大的太阳系里太阳是惟一能自行发光的天体,称为恒星,而其他成员都不发光而是反射太阳光。

太阳系也仅仅是银河系中小小一员,它位于银河系的一个旋臂附近。银河系是我们所在的庞大的恒星系统,它聚集了大量的恒星和星云、星际物质等。银河系的外形



太阳是银河系中普通的一员

像一个铁饼，呈旋涡状结构，直径大约有10万光年。太阳携带太阳系位于距离中心约33 000多光年（光每秒走30万公里，光走1年的路程叫1光年，1光年约为9.46万亿公里）处，随着银河系中其他天体绕银心旋转。在广阔无际的宇宙中，除了银河系以外，还有近百亿个与银河系相似的星系，人们把它们叫做河外星系，简称星系。成千上万的星系又组成不同的星系团和更

大的超星系团。例如，仙女座大星云，它是距我们较近的一个星系，直径和质量都比银河系大一倍以上，由亿万颗恒星组成，呈旋涡状。目前我们能看到的最远的星系可达150亿光年，就是说我们现在看到的光是它150亿年前发来的，而那时候我们的地球还没有诞生呢！可见我们的宇宙之大。银河系中大约有1 200亿颗恒星，在这辽阔的恒星世界里，太阳只是这个世界里的普通一员。

太阳是离我们最近的、惟一一颗能观测细节、深入细



致研究,并能由此及彼间接地认识宇宙中其他亿万颗恒星,了解其他天体的起源和演化的恒星。

在浩瀚无际的宇宙中太阳是最普通的恒星,比太阳大的恒星多得不胜枚举。如猎户星座 α 星的体积超过太阳4700万倍;而武仙座 α 星竟比太阳大5亿多倍!

太阳在太阳系中却是头号庞然大物,它的直径等于地球直径的109倍,乍看一百多倍不算大,但要知道这指的是直径。如果按体积来说,太阳的体积约为地球体积的130万倍。也就是说太阳的庞大的身躯可以装满130万个地球。

太阳的身躯如此庞大,体重一定非常惊人了。没错!太阳的质量在太阳系中最大,占整个太阳系总质量的99%以上,是地球质量的33万倍,等于 1.989×10^{33} 克。正是由于太阳有这样占压倒优势的巨大质量,太阳引力才能牢牢牵制住其他天体,绕着它旋转。打个形象的比喻:一个体重50公斤的人来到太阳,体重会剧增至1400多公斤,这样体重的人,在地球上一定会被载入《吉尼斯大全》。

在恒星世界中,太阳的密度是比较适中的。它的平均密度为1.4克/立方厘米,比水重将近一半。因为太阳内部受外面气体的巨大压力,物质甚为稠密,因而太阳核心的密度高达160克/立方厘米,这比钢的密度还大出将近



20倍。

这样庞大的太阳离我们有多远呢？通过观测太阳光谱线的位移，可以让我们知道日地距离。例如，当你站在铁路旁，火车急驶而过时，你会觉得汽笛声由低沉变尖厉，又由尖厉变低沉。这就是多普勒效应。根据物理学中的多普勒效应，波源同观测者之间的相对运动会改变观测者所察觉的波长。当波源远离观测者而去时，接收到的波动好像是被拉开了，波长增加了，于是光谱线往长波方向（红端）移动。反过来，当波源朝着观测者迎面而来，接收到的波动似乎被压缩了，波长减少了，光谱线往短波方向（紫端）移动。波长增加或减少的量（即：位移）与波源的相对速度有关。如果你在不同的季节，即在地球绕日轨道的位置上拍摄恒星光谱，你就会发现谱线的波长在一年中作周期性位移。由这种位移可以算出地球绕太阳运行的速度。有了速度，可以求出一年中地球公转轨道的总长度，继而算出日地的平均距离。

细心的人会问：可不可以用雷达测距呢？当然可以。但是，因为太阳是一个气体，没有固体的反射面。我们只有把雷达发射电脉冲信号发射到金星，又因为天文学家已经精确地算出了地球到金星的距离与日地距离的比例。这样，通过用雷达测定金星的距离就可以推算出太阳到地球的距离了，所测的日地平均距离为149 597 892公



里。这种测距法是最新也是最精确的方法。

太阳与地球的距离约为1.5亿公里,这么长的路程,如果光以每秒30万公里的速度走完这段路程,需要8分18秒的时间,也就是说太阳光从太阳射到地球大约需要8分18秒。如果一个人每小时走5公里,要走3500年呢!所以《山海经》中记载的夸父追日的故事,只不过是一种美好的愿望,夸父是永远追不到太阳的。

太阳的里里外外

如果把物质加热到数千度以上时,气体分子或原子中的电子就会脱离原子核的束缚,成为自由电子,失去电子的原子核便带了一定数量的正电荷,变成带正电的离子。这种过程称为电离。发生了电离的气体与固体、液体和气体三种状态相比,是一种性质奇特的全新的物质体态——等离子体,它排在第四位,所以也叫做物质的第四态。鉴于太阳表面的温度有5000多度,核心的温度高达1500万度,整个太阳只能是炽热的气体,更确切地说,是等离子体。对于由等离子体组成的太阳来说,要在各层次之间划出明确界线是困难的。但为了研究的方便,太阳物理学家还是大致把太阳分成几个区域进行研究。

我们把太阳分成内部和大气两大部分。太阳的内部结构可以分成三层:太阳中心是日核,也称核反应区;日

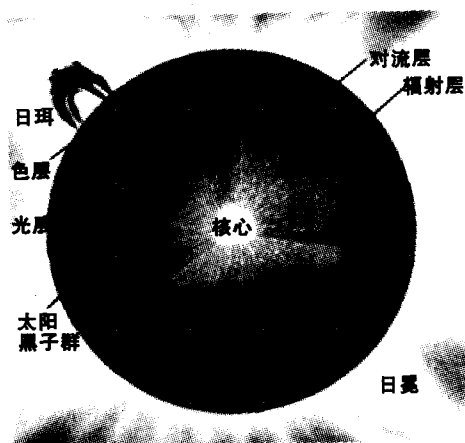


核之外是辐射层；辐射层之外为对流层。

日核 日核的半径占了太阳半径的 $1/4$ ，在那里集中了大部分的太阳质量，并产生了99%的太阳所辐射的能量。从日核产生的能量以辐射的形式向表面传输，构成了日核外的辐射层。

辐射层 辐射层的温度、密度和压力都是从内向外递减。辐射层的范围是从日核顶部的0.25个太阳半径

向外到0.86个太阳半径处。从体积上说，辐射层占整个太阳体积绝大部分。从太阳内部传出能量，主要是通过辐射形式，但这不是惟一的途径，还有对流的过程。



太阳的内部结构分成三层

对流层 对流现象主要发生在辐射层

之外，即从0.86个太阳半径向外，到达太阳大气的底部，这个区间叫对流层。这个区域里的气体经常处于升降起伏的对流状态。对流层的厚度约为几万公里，大约包括太阳物质的10%。太阳大气层里形形色色的活动现象产生

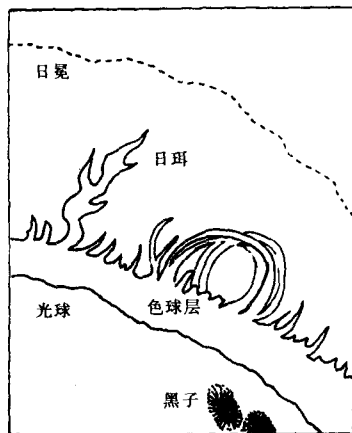


的根源很可能就在对流层。对流层是太阳内部结构的最外层。

太阳大气也可分成三层：光球、色球和日冕。

光球 我们用肉眼和普通的望远镜所看到的太阳是太阳大气的最底层或最里层，叫做光球。光球层位于对流层之外，用普通望远镜给太阳拍张日光像，你会看到太阳有一个较明晰的周围界限，太阳的半径就是按照这个界限确定出来的。这一层的

厚度约为500公里。比起太阳半径来它是很薄的一层。光球不透明，正像我们站在雾中看不到再远的地方一样，越往里看越不透明。你还可以看到太阳圆面的中间部分要比边上亮一些，这是因为我们看到的太阳圆面



太阳的大气也分三层

中间部分发出来的光是从太阳较深处发射到人们眼前的，而太阳圆面边缘发出来的光则是从太阳较浅、较冷的大气层发出的。对这一现象的观测，可以推导出光球的温度分布。光球上层的温度只有4 500多度，越往下温度越



高,到光球底层约达到6 000多度。

如果用更大的望远镜仔细观察,就会发现光球并不像镜子那样明净,上面密密麻麻地布满着颗粒状的结构,有点像撒在太阳圆盘中的珍珠,闪闪发光。而在专门拍摄的照片上,它们实在像一粒粒的大米,所以这种斑点被称为米粒组织。除了变幻无穷的“米粒”以外,光球面上最为引人注目的就是太阳黑子了。黑子指的是光球面上凹陷的黑色暗斑。

色球 光球再往上的太阳大气称为色球层,它几乎是完全透明的,没有明显的边缘,平均厚度在数千公里到二万公里之内。只有在日全食之前和之后的几秒钟,日轮边缘出现明亮的粉红色的闪光,这闪光使得色球成了肉眼可以看到的层次。

平时人们用肉眼看不到太阳色球,是因为地球大气中分子以及尘埃粒子散射了强烈的太阳光,形成了我们在白天所见到的“蓝天”。而太阳色球却完全淹没在蓝天背景里了,所以只有当日全食来临,明亮的太阳光球被挡住的瞬间,人们才能看见色球在月亮边缘出现。在没有发生日全食的情况下,要使用太阳色球望远镜(它那特制的滤光片只让色球发出的单色光通过)才能看到色球。

用色球望远镜我们可以看到一个熊熊燃烧的火球。



它的颜色通红,边缘不像光球那样清晰整齐,而是布满细小的“火舌”,像无数的针插在上面,称它为针状物。除针状物外,在玫瑰色的太阳边缘,人们可以看到许多突出的火焰喷泉,称为日珥。还可以看到谱斑以及耀斑爆发等太阳活动。

色球有个反常增温现象,近几年来这种现象被认为是由于对流层中产生的一些波动向外传播时,把内部能量带出来的结果。

日冕 色球以上的太阳大气,也就是太阳外层大气,称为日冕。平时人们是无法看到日冕的,只有在日全食时才能见到。日冕蔚为壮观,银白色光芒呈羽毛状,好像太阳戴着一顶帽子。

日冕的形状随黑子的周期而变化,在黑子数极大值期间,形状比较整齐,呈圆形。在黑子数极小值期间,日冕的形状是扁圆形,两边沿赤道向外延伸,极区有羽毛状光芒。

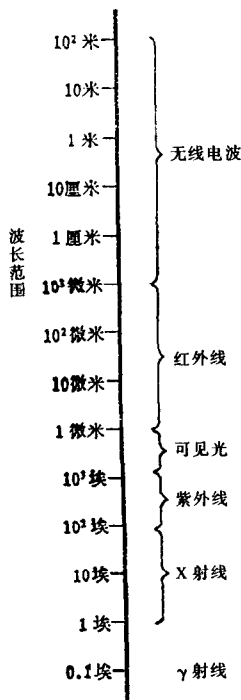
日冕延伸范围很大,达几个太阳半径。一个太阳半径大约是70万公里。延伸几个太阳半径,就是说太阳最外层的大气可达几百万公里。日冕中的物质密度较低,温度高达一二百万度,日冕实际上是一团炽热的极稀薄的等离子体。直到1931年法国默东天文台的青年天文学家李奥发明“日冕仪”后,天文学家们才可以在没有日全食的时



候进行日冕观测。

太阳光谱

太阳发射的灿烂光芒就像是忠实的信使，给我们传来了丰富多彩的信息。因此，接收、分析和解释太阳的光是研究太阳的首要任务。



可见光只是整个电磁波谱中的一小部分

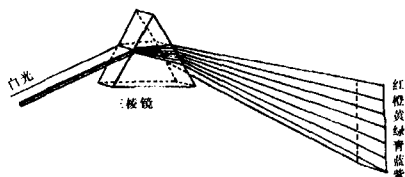
光具有波动和微粒两种性质，就传播的方式来说，光是一种电磁波；但它所输送的能量却凝聚成一颗颗光子。我们一般所说的光只是可见光，即是眼睛所能感觉的光波。实际上，可见光只是整个电磁辐射中的一小部分。除可见光外，还有长波的红外线和无线电波，以及短波的紫外线、X 射线、γ 射线等。天文学家正是通过太阳辐射的性质以及物质对辐射的影响，来研究太阳的物理状态和化学成分的。

1672年，牛顿做了一个简单的，但却具有划时代意义的实验。他在大学的一间宿舍里，让一束光从窗洞射进来，并穿过一块三棱镜，发现

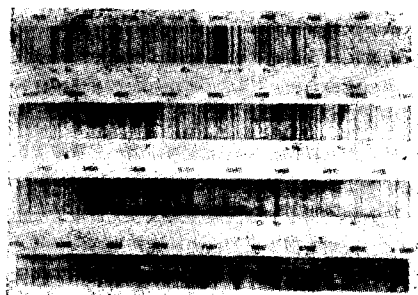


原来的一束白光扩展成一条美丽的彩带,依次显示出红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等七种颜色。这就是太阳光谱。牛顿的棱镜分光实验告诉我们,白光是由上述几种颜色的光混合而成的。各色光的波长不同,例如红光的波长大约是650纳米,紫光只有400纳米左右($1\text{纳米} = 10^{-6}\text{毫米}$)。各种物质反射或吸收不同波长的光,因此它们会有不同的颜色。至于三棱镜之所以

能分光,是由于各种波长的光在棱镜里的折射情况不同,在穿入棱镜后就分道扬镳,各走各的路了。自从牛顿发现太阳光谱后,许多学者又继续进行研究。有人发现,太阳光谱并不单纯是一条连绵不断的光带(称为连续光谱),而是在光带上叠现出许多暗黑的细线(吸收谱线)。1814年,



三棱镜把白光分成七色光



太阳光谱片断

德国光学家夫琅和费第一次用摄谱仪成功地拍摄了太阳光谱。他发现在拍摄的太阳光谱连续彩带上还布满了暗



线,并将每一条暗线的位置做了标志,但是对这些暗线还不能加以解释。到19世纪末,已经拍摄到十几米长的太阳光谱,共有26000条暗线。1859年,基尔霍夫成功地解释了太阳光谱。

利用太阳光谱只能研究太阳的大气,而很难了解太阳内部的情况。研究太阳连续光谱,可以定量地推算出太阳的温度、密度等,还可以知道它们随高度的分布。研究夫琅和费线的意义更大。因为各种元素的原子、分子、离子都有自己的特征谱线,如果把成千上万条夫琅和费线的来龙去脉查清楚,就可以知道太阳大气的化学成分。它不仅定性地告诉我们太阳上有哪些元素,还能定量地让我们了解每种元素有多少。现在,已经在太阳上找到了69种元素,这些元素在地球上都存在。在各种元素中,氢占多数,就质量说,氢占太阳物质的78.4%,氦占19.8%,品种繁多的金属和其他元素总计只有1.8%。研究谱线的轮廓,可以测定太阳大气中的温度、压力、物质流动速度、电磁场强度等,了解形形色色太阳活动的特征。除此之外,利用太阳光谱还可以发现太阳的周期性振荡、探索太阳大气中一些元素的同位素,测定太阳的重力造成的谱线红移……,总之,太阳光谱可算是一个丰富多彩的宝藏,为我们提供了越来越多的太阳信息。



第1章 能量与体温

太阳每天向地球无私地输送光和热,我们尽情享受着温暖和充足的阳光,免费使用着太阳提供的巨大能量。那么太阳的能量有多大?它的体温又是多少呢?

科学家花去几十年的时间,最终测定在地球大气外面正对着太阳的1平方厘米大小的面积上每分钟接受到能量约为8.23焦耳,合1.97卡(平均值)。这个数值叫太阳常数。这个能量可使1.97克的水温度增加1度。看来,这个数字似乎不大,但不要忘记这是在地面测得的数据,它不能直接代表太阳发出的热量。因为太阳远在一亿五千万公里之外,能量又是射向四面八方的。不过可以根据地球上测得的数值,算出太阳每秒钟释放出的总能量是 3.8×10^{33} 尔格,等于 3.8×10^{26} 焦耳的热量。这个数字大得实在惊人。太阳虽然做出如此惊人的贡献,但是地球上只能接收到这些能量的22亿分之一。就是这微乎其微的能量,也足以使地球上万物生长了。就是这微乎其微的能量,一年也相当于100亿亿度电的能量,比全世界总发电量要大几十万倍。

太阳是一个炽热的大火球,不断发出巨大的能量,它的体温究竟有多高呢?人类早就想知道太阳到底有多热,只是苦于科学技术水平低,一直没有进展。直到18世纪,