

第一部分 宇宙环境

宇宙 一般指广漠空间和空间中各种天体及弥漫物质的总称。古代，人们把空间称为“宇”，把时间称为“宙”，用空间和时间来表达宇宙的内涵。宇宙在空间上是无边无界的，目前我们所能观察到的宇宙深处约 200 亿光年，这仅是整个宇宙的一部分。宇宙中各类天体的形成、年龄与寿命各不相同，每个天体都有它的发生、发展、衰亡的历史，但是作为总体的宇宙，在时间上是无始无终的。

宇宙是物质世界。物质的表现形态是多种多样的，有的呈广袤稀薄、无定形或不断向四周扩散的星云状态，有的呈密集的星体状态。各种星体的大小、质量、密度、温度等也各不相同。所有宇宙物质都处于不断的运动与发展中。

天体系统 宇宙间的天体在运动中，由互相吸引

和互相绕转而形成的各级系统在天体系统的不同级别中，月球和地球构成以地球为中心天体的地月系。地月系属于比它更高一级的天体系统——太阳系的一部分，太阳系的中心天体是太阳。在太阳系内，九大行星及其卫星、小行星、流星体、彗星、行星际物质都围绕着太阳运转。各大行星中，除金星、水星外，都有卫星，构成相当于地月系一级的天体系统。由几十亿甚至几千亿颗恒星以及星际气体和尘埃物质等构成更高一级的天体系统——星系。太阳系所在的银河系就是一个星系。在银河系内，一切天体都围绕着银河系中心运转。目前我们把所能观测到的银河系以外所有的与银河系类似的天体系统，称为河外星系。河外星系与银河系合起来叫做总星系，它是目前我们所知道的最高一级天体系统，也是目前人们所能观测到的宇宙范围。

总星系 是现在人们所知道的最高一级天体系统，通常指目前人们所能观测到的宇宙部分，由银河系和河外星系组成。目前人们所能观测到的数十亿个星系，其中离我们最远的估计为 150~200 亿光年。随着对宇宙认识的不断提高，空间与时间的尺度将会不断增大。总星系的范围会不断扩大。

河外星系 由几十亿至几千亿颗恒星以及星际气

体和尘埃物质等构成，占据几千光年至几十万光年空间的天体系统，简称星系。银河系以外的星系统称为河外星系。河外星系按外表形态可分椭圆星系、旋涡星系、不规则星系三大类。从椭圆星系到旋涡星系、不规则星系，一般有质量递减、气体含量增加、老年恒星数量减少的趋势。

由于银河系银道面附近高度集中的星际尘埃等散射星光，使那里星光减弱，几乎观察不到星系，离银河越远，星系出现越多。从大尺度来看，星系在各个方向上空间分布近乎均匀，但从较小尺度来看，星系分布并不均匀。星系内部的恒星，或是围绕星系核心旋转，或在绕核心旋转的同时作弥散运动。而星系作为一个整体也在运动。据观测，星系之间的距离在逐渐加大，有观点认为这是宇宙膨胀运动。

银河系 地球和太阳所在的恒星系统。其投影在天球上为明亮的、乳白色的光带 被称为银河(图 1-1)

银河系由 2000 多亿颗恒星和大量的星云与星际物质组成。如果从遥远的地方观察，整个银河系就像一个大铁饼，中间凸起，四周扁平。凸起的地方称为银核，是恒星密集的地方；四周扁平的盘状区域称为银盘。银盘中的星星分布，越靠近边缘越稀疏。外围为银晕笼

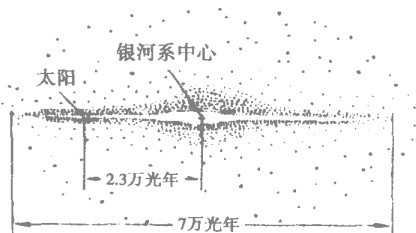


图 1-1 银河系主体部分示意图

罩，银晕近似球状分布，有一部分恒星稀疏分布在银晕中。银晕外围还有呈球状的银冕。

从银河系核心处向外伸出几条长长的旋臂。太阳就位于其中一条叫“猎户臂”的旋臂上。

银河系除了环绕中心轴自转以外，又以每秒 214 千米的速度在宇宙中不断运动着。

星云 星云是一种由星际空间的气体和尘埃组成的云雾状天体。星云中物质的密度非常低，如果拿地球上的标准来衡量，有些地方几乎就是真空。但星云的体积非常庞大，往往方圆达几十光年。因此，一般星云比太阳还要重得多。

星云的形状千姿百态。有的星云形状很不规则，呈弥漫状，没有明确的边界，叫弥漫星云；有的星云像一

个圆盘，淡淡发光，很像个大行星，所以称为行星状星云。

一般星云都十分暗弱，按位置和发光性质的差异，星云又可分为暗星云和亮星云两种。暗星云是一种不发光的星云，人们所以还能看见它，是由于暗星云本身掩蔽了天空背景射来的星光。银河中的许多暗区，正是由于暗星云存在的缘故。亮星云是一种发光的星云，它中央有一颗温度很高的恒星辐射出强烈的紫外线，星云吸收后再转换成可见光辐射而发光。

从星云和恒星演化的角度看，星云和恒星有着“血缘”关系。恒星抛射出的气体会成为星云的一部分，而星云物质在引力作用下可能收缩成为恒星。在一定条件下，它们是可以互相转化的。研究星云对探索恒星的形成、星前物质和星际物质的成分等，都有极为重要的意义。

太阳系 由太阳、九大行星及卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质组成的天体系统。（图 1-2）

太阳是太阳系的中心天体，太阳的质量占太阳系总质量的 99.87%。太阳巨大的引力，使太阳系中其它的天体都绕着太阳公转。整个太阳系又围绕银河系中心运转。

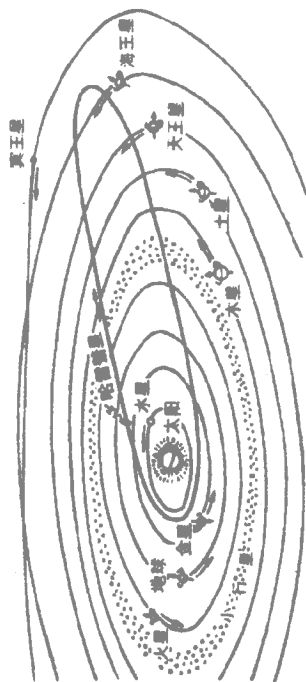


图1-2 太阳系模式图

九大行星是太阳系中的主要成员，九大行星以距太阳由近及远排列，依次是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。除水星和金星外，其它行星都有卫星绕转，现在已确知九大行星中的自然卫星共有 64~66 颗。在太阳系中还有几十万颗小行星，已编号有 2 000 多颗，它们主要集中在火星和木星轨道之间。太阳系中，已发现有 1 600 颗彗星和数量众多的流星体。

地月系 由地球与月球组成的天体系统。地球是地月系的中心天体。地球与月球共同围绕着它们的公共质心运转，但地月系质心离地心约 4 671 千米，环绕地月系公共质心与环绕地心运转的椭圆轨道相差不大。因此，通俗的说法是月球环绕地球运转。

天体 宇宙间各种物质的集聚状态。银河系和河外星系的自然天体主要有恒星、星云以及星际物质等。太阳系中的自然天体主要有太阳、行星、卫星、彗星、流星体以及行星际物质等。自然天体还包括宇宙间的红外源、射电源、X 射线源和 γ 射线源等。在天空中运行的人造卫星、宇宙火箭、宇宙飞船、航天飞机、天空实验室等属于人造天体。

天体间距离的计量单位 常用的计量天体距离的

单位有天文单位、光年等。

天文单位 以日地距离作为 1 个天文单位。1 天文单位 = 14 959.8 万千米。天文单位用 A 表示。

光年 光在真空中一年所走的距离。光速每秒为 299 792.46 千米，1 光年 = 94 605 亿千米 = 63 240 天文单位。光年可缩写为 ly 或 l.y.)。

恒星 由炽热气体组成的、能自己发光的球状或类球状天体。太阳是离地球最近的恒星，其次是半人马座比邻星，它与地球之间的距离为 4.22 光年。由于恒星离地球遥远，人们用肉眼觉察不到它们在天球上的位置变化 因此古代人称为“恒”星。实际上恒星在不停地运动，如太阳就以每秒 250 千米的速度绕银河系中心运转。恒星是宇宙中最基本的天体之一。目前，借助天文望远镜可看到几十万到几百万颗以上的恒星，估计银河系中约有 2 000 亿颗恒星。在无月的晴夜，一般在一定的地点，用肉眼可看到约 3 000 颗恒星。不少距离很近的恒星，彼此相互绕转组成恒星集团，如两个恒星相互绕转的为双星，估计双星占全部恒星的 1/3。三至五颗恒星的集团为聚星。十颗以上乃至几百万颗的恒星集团为星团。

多数恒星大气的化学组成中以氢、氦为最多，其次

是氧、碳、氮、氦等。恒星的质量差异并不大，最大的约为太阳的 120 倍，最小的约为太阳的百分之几，大多数在 0.1~10 个太阳质量之间。不同颜色的恒星反映出它们表面温度的不同，蓝白色的恒星温度可达几万度，像太阳一般黄色的恒星约 6 000 度，红橙色的恒星约 2 000~4 000 度。

按不同特性，恒星可分成众多的种类。如按光度可分超巨星、巨星、亚巨星、矮星、亚矮星、白矮星等。超巨星是处于演变发展初始阶段的恒星，一般是光度大、直径大、密度小。如有的超巨星光度可达太阳的 200 万倍，直径为太阳的几百或几千倍，达几亿千米；密度有的仅是水的密度的百万分之一，不及地球表面空气密度的千分之一。白矮星、中子星、黑洞是处于演变发展末期阶段的恒星，一般是光度小、直径小、密度大。有的白矮星光度仅是太阳的几十万分之一，几乎完全由中子构成。密度比白矮星更大、有短周期脉冲辐射的中子星（快速自转的也叫脉冲星），直径只是太阳的几万分之一，仅几千米，而有的密度可达水的密度的几万亿倍。黑洞是理论上预测的特殊天体，光度等于或接近零，密度极大，具有强大吸引力，可使包括光子在内的一切粒子都被吸进而不能外逸。

一般认为，恒星是由星云凝缩而成的，当中心温度高达 700 万度以上，开始发生氢聚变成氦的热核反应时，星云不再收缩，成为一颗正常的恒星，初期为超巨星。氢燃烧完毕后，恒星内部收缩、外部膨胀，演变成表面温度低而体积大的红巨星，并可能发生脉动。最后，一部分恒星发生爆炸，外部壳层快速向外膨胀，逐渐扩大而成稀薄的星云，核心压缩成中子星一类的恒星，并趋向消亡。

太阳 太阳是太阳系的中心天体，是距离地球最近的一颗恒星。太阳的质量为地球的 33 万倍，体积为地球的 130 万倍，直径为地球的 109 倍（约为 139 万公里）。但是，在浩瀚无垠的恒星世界里，太阳只是普通的一员。

太阳是一个炽热的气体球，表面温度达 6 000 K，内部温度高达 1 700 万度。太阳的主要成分是氢和氦。按质量计，氢约占 71%，氦约占 27%，还有少量氧、碳、氮、铁、硅、镁、硫等。

太阳内部从里向外，由产能核心区、辐射区和对流区三个层次组成。光热的能源——氢聚变为氦的热核反应，就在产能核心区中进行，能量通过辐射、对流等方式传到太阳表层，最后主要表现为从太阳表层发出

的太阳辐射。

太阳表层习惯上称为“太阳大气”由里向外，它又分为光球、色球和日冕三层。

光球 是太阳表面极薄的一层，厚度只有 500 千米，表面温度约为 6 000 K，太阳光基本上是从这里发射出来的，我们平时看到的太阳就是这一层。光球表面有一些黑斑点，叫做太阳“黑子”。

色球 是太阳大气的中间层，平均厚度为 2 000 千米，它的密度比光球还要稀薄，几乎是完全透明的。色球的温度高达几千至几万度，但色球发出的光只有光球层的几千分之一，平时我们无法直接看到它，只有在日全食时或用色球望远镜观测才能看到。当发生日全食，即太阳光球被月球完全遮掩时，在暗黑月轮的边缘可以看到一钩纤细如眉的红光，这就是太阳色球的光辉。色球层的某些区域，在短时间内有突然增亮的现象，叫做耀斑，又叫色球爆发，它能释放出巨大的能量。

日冕 是太阳大气的最外层，厚度达几百万千米。这层大气更为稀薄，发光性比色球还要弱得多，只有在日全食时或用特制的日冕仪才能看到。日冕的温度高达 100 万度，日冕离太阳表面较远，受到的引力较小，它的高温使一些高速运动的带电粒子挣脱太阳引力的

束缚而奔向行星际空间。如此形成的带电粒子流，好像是从太阳吹出来的一股“风”，人们称为“太阳风”。

太阳活动 光芒四射的太阳，表面看去显得平静而安详，但实际上，太阳（特别是表层）局部的活动、爆发十分频繁，有时还相当剧烈。这就是日益引人注目的太阳活动。

主要的太阳活动有光球上的太阳黑子、光斑，色球上的耀斑、日珥，日冕上的太阳风等。

太阳黑子 是最基本、最明显的太阳活动现象。一般认为，太阳黑子实际上是太阳表面一种炽热气体的巨大旋涡，它的温度大约比光球其他区域低 1500 度 (K)，亮度低于周围的光球，看上去像一些暗黑色的斑点，因此叫它太阳黑子。观测表明，太阳黑子数目呈周期性变化，平均周期为 11 年。太阳黑子是太阳活动的主要标志，其他太阳活动如光斑、耀斑、日珥、太阳风等，几乎都与黑子的多少有关，黑子多时，其他太阳活动也增多增强。所以，太阳黑子的周期也就是太阳活动的基本周期。地球上的气候、水文、植物生长等现象，常常与太阳黑子周期密切相关。

耀斑 是最剧烈的太阳活动现象，一般指发生在太阳色球层（也可能在太阳色球至日冕过渡层）的太阳

大气不稳定的过程中，即色球层的某些区域在短时间内有突然增亮的现象，是太阳活动的主要标志之一，也称太阳色球爆发。耀斑在几秒到十几分钟的短时间内，能释放出巨大的能量，引起局部区域瞬时加热和各种电磁辐射、粒子辐射而突然增亮。一般以增亮面积超过 3 亿平方千米的才称为耀斑。有的耀斑中会出现直径为 3 000~6 000 千米的特别明亮的耀斑核。耀斑核是在高能电子穿透色球时产生的。耀斑活动的平均周期约 11 年。耀斑释放出的高能带电粒子和射电能对地球产生一系列影响，如使地球产生磁暴、出现极光等。

太阳活动对地球的影响 太阳活动时产生的强辐射和粒子流，到达地球，会影响地球上的磁场、电离层，产生极光等自然现象，并对地球的大气温度、大气环流、降水变化以及地震等产生重大的影响。

1. 对地球气候的影响。太阳活动与地球上气候变化之间的因果关系，目前虽未查明，但从统计资料分析，二者存在着必然的联系。例如，世界许多地区降水量的年际变化，与黑子的 11 年周期有一定的相关性，有的地区在黑子增多时降水多，呈正相关。有的地区在黑子减少时降水多，呈负相关。

2. 对地球电离层的影响。耀斑爆发时发射的电流

波进入地球电离层，会引起电离层的扰动。此时在电离层传播的短波无线电信号会被部分或全部吸收，从而导致通讯衰减或中断。

3. 对地球磁场的影响。地球上存在着磁场。当太阳活动增强时，太阳大气抛出的带电粒子流，能使地球磁场受到扰动产生“磁暴”现象，使磁针剧烈颤动，不能正确指示方向。

4. 产生“极光”现象。太阳大气所抛出的高速带电粒子流，冲进地磁南、北极附近高纬度地区的高空大气层，被地球磁场捕获，同稀薄大气相撞，产生的光带或光弧称为“极光”。在夜空中，极光呈淡绿、粉红和红色等。

日食 地球和月球都是不发光的的天体，它们在太阳的照射下，在背向太阳的一面拖着一条长长的影子。

当月球运行到太阳和地球之间时，如果太阳、月球和地球三者正好位于或接近同一条直线，月影就一直延伸到地球表面，被月影扫过的地带和区域，便能看到日食现象。那遮住太阳的黑影就是月球。月球在农历的每月初一（也就是朔日）运行到太阳与地球之间，所以日食必定发生在朔日。但并不是每逢朔日都有日食发

生。因为月球轨道面与地球轨道面之间有 5° 度左右的夹角，以致在大多数的朔日，月球虽然处于太阳和地球之间，但这三个天体并不在一条直线上。日食可以分为日全食、日偏食和日环食三种。不同类型的日食主要与日、地、月三者的距离和近似成一线的程度及观测者所处的位置有关。在日食时，有时观测者可能在月球的本影范围内，这时可观测到日全食，即太阳全部被月球遮住。有时观测者可能在月球的伪本影（本影的延长部分）范围内，这时可观测到日环食，即月球不能完全遮住太阳，在太阳边缘剩下一圈光环。有时观测者可能在月球的半影（受到一部分太阳直接射来的光）范围内，这时可观测到日偏食，即太阳的一部分被月球遮住。有时观测者可能位于本影和伪本影交界附近，这时可观测到日全环食，即日食发生的开始或最后阶段可看到日环食，中间可看到日全食。

日全食过程可分为初亏（月球与太阳两圆面刚刚相接触 即日偏食开始）食既（初亏后约 1 个小时，月球和太阳两圆面相内切 即日全食开始）食甚（月球与太阳两圆面中心最近时）、生光（月球与太阳两圆面第二次内切，即日全食结束，从食既到生光最长不超过 7 分钟，一般仅 $2\sim 3$ 分钟）复圆（生光后约 1 个小时，月

球与太阳两圆面第二次外切，即日偏食结束）五个阶段。日环食可分初亏、环食始、食甚、环食终、复圆五个阶段。日偏食只有初亏、食甚和复圆三个阶段。

日食的周期约为 18 年零 11 天。全世界每年最多可发生 5 次日食，最少也要发生 2 次日食。根据 1902~2500 年日食的统计与预测，每世纪平均发生日偏食 82.5 次，日环食 82.2 次，日全食 67.2 次，日全环食 4.8 次，共计 236.7 次。对于某一确定地点来说，平均每三年左右就可看到一次日偏食，平均 300 多年看到一次日全食。

太阳辐射 指太阳以电磁波的形式向宇宙空间放射能量的统称。太阳辐射的主要波长范围是 0.15~4 微米。其中，波长在 0.4~0.76 微米之间的可见光区占太阳辐射总量的 50% 波长大于 0.76 微米的红外线区占 43% 波长小于 0.4 微米的紫外线区仅占 7% 左右。由于太阳辐射中最强的部分集中在波长较短的可见光部分，一般把太阳辐射称为短波辐射。（图 1-3）

太阳辐射能只有二十二亿分之一到达地球。

太阳常数 指在日地平均距离条件下，在地球大气上界、垂直于太阳光线的 1 平方厘米面积上，1 分钟内接受到的太阳辐射能量。它等于 8.16 焦耳/平方厘

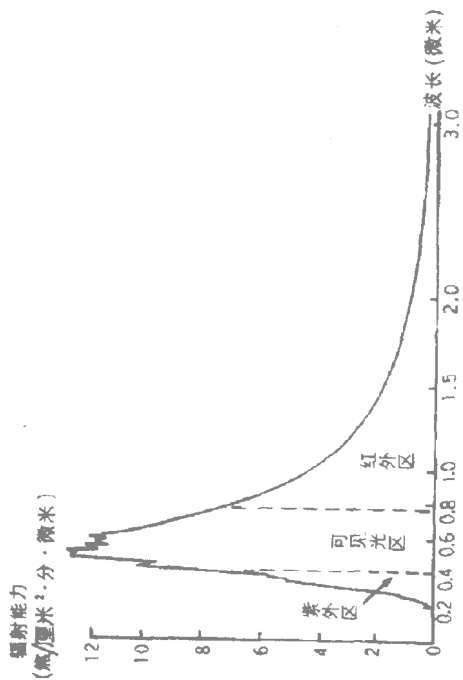


图1-3 太阳辐射能随波长的分布图