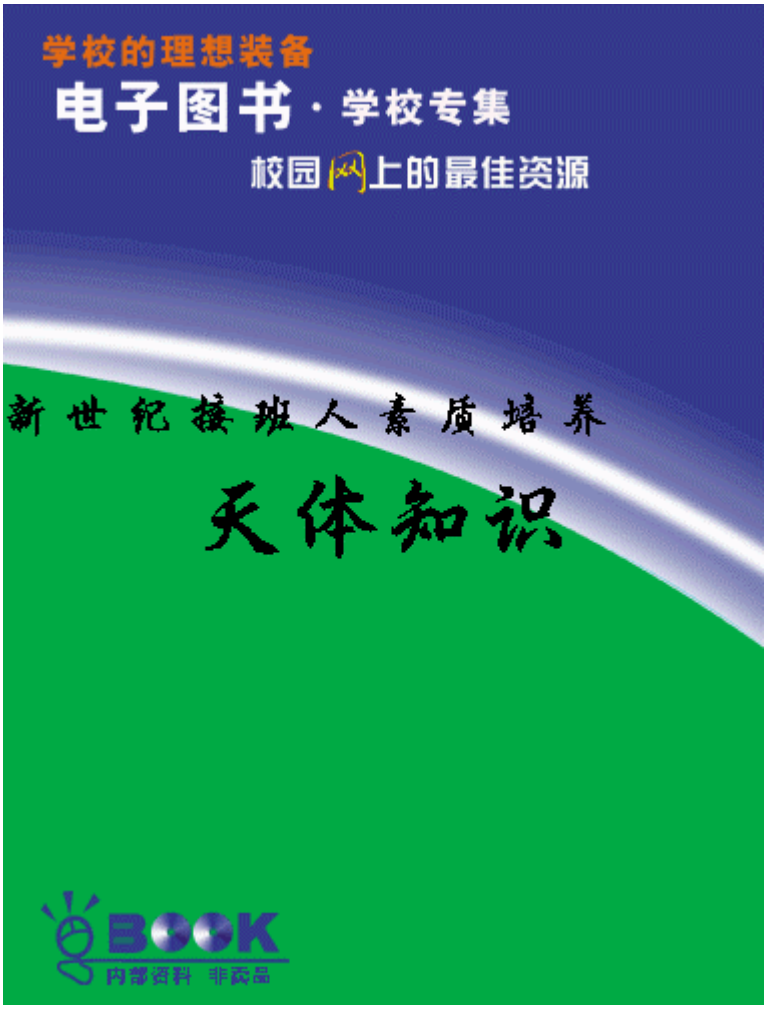
学校的理想装备
电子图书·学校专集
校园网上的最佳资源
新世纪接班人素质培养
天体知识
BOOK
内部资料 非卖品

# 新世纪接班人素质培养

# 第一章　宇宙的秘密

## 宇宙的边界

夜晚，翘首仰望茫茫星空，就是掌握了一些天文学知识的人，都会自然而然地提出这样一个问题：宇宙是有限的，还是无限的呢？换成通俗的说法就是，宇宙有没有尽头呢？

这是一个回答起来十分困难的问题。如果说宇宙是没有尽头的，那么宇宙中就应该有无限多个恒星，不论你朝天空哪个方向望去，都应该能看到无限多的恒星。尽管每一颗恒星的光很微弱，但无限的恒星的光芒合起来就会无限地亮。如果真是这样的话，地球上就不应该有黑夜，背朝太阳那一边也应该很亮。

如果说宇宙是有尽头的，那么它的外面是什么呢？其实，这样提问题本身就是荒唐的。既然你问宇宙外边是什么，就等于你已经承认宇宙有边界，否则怎么会有外面呢？

尽管这个问题难于回答，但因为它是物理学研究领域中的一个极其重要的宇宙学问题，所以历代科学家都在积极地加以探索，力争对此做出比较合理的解释来。

在伽里略和牛顿之前，许多人信奉亚里斯多德的观点，认

为宇宙是一个有限的结构，宇宙的最外层是由恒星天体构成的，因此恒星天体就是宇宙的边界，在它之外，就没有空间了。可以说，哥白尼的“太阳中心说”就是建立在这种假说的基础上的。

到了牛顿时代，科学家们开始接受无限无边的观点，即认为宇宙的体积是无限的，也没有空间边界。宇宙空问是一个三维无限的欧几里德多向空间，即在上下、左右、前后这 6 个方向上，都可以一直走下去，以至延伸到无穷远。这种无限宇宙的观点在冲破中世纪宗教神学的精神枷锁的斗争中，起过非常积极的作用，但它跟亚里斯多德的学说一样，都是没有被证明的科学假说。在牛顿的力学中，每当讨论一个有限的力学体系的运动时，总要假定可以选取的一个参考系，使引力势（相当于电学中的中势）在无限远处成为常数。如果接受牛顿的无限宇宙图像，认为物质均匀地分布在整个无限空间之中，那么，根据牛顿力学又会得到无限远处引力势必不可能为常数的结论，这就是一个矛盾。如果要保证无限远处引力势必为常数，就要放弃物质均匀分布在整个无限空间内的假设，并认为物质主要集中在我们周围的有限空间，那么无限远处虽然是常数，但物质的宇宙却仍然是有限的。因此，牛顿力学在原则上不能用于描述无限宇宙这一物理体系。

进入 20 世纪后，爱因斯坦提出了“广义相对论”的理论，他认为不应先验地假定宇宙空间必定是三维无限的欧几里德空间，因为宇宙的空间结构并不是与宇宙间的物质运动无关的。爱因斯坦给出了第一个宇宙模型，它既不是亚里斯多德的有限有边体系，也不是牛顿的无限无边的体系，而是一个有限无边的体系。所谓有限，指的是空间体积有限；所谓无边，指的是这个三维空间并不是一个更大的三维空间中的一部分，它已经包括了全部空间。实际上，有限无边的概念并不是在爱因斯坦的宇宙模型中才第一次提到。在他之前，亚里斯多德就认为大地并不是平坦无边的，而是一个球形的。实质上，这就是用有限无边的球面结构代替了无限无边的平面结构。

我们可以这样来理解爱因斯坦提出的这个有限无边的世界：假如有一只小蚂蚁在一只大球上爬行，这个球本身是有限的，但球面根本没有边界，对

于蚂蚁来说又是无限的。我们人类和这只蚂蚁一样，就生活在这样一个有限而无边的宇宙中。

在爱因斯坦之后，天文学家又提出了新的宇宙模型学说。这种学说认为，宇宙的空间尺度一直在随着时间而不断增大，也就是说，宇宙正在不断膨胀。宇宙自从诞生至今，每时每刻都在膨胀，一直没有停止过。我们已经知道，类星体是离我们最远的星星，最远的类星体大约离开我们有 100 亿光年。这个范围大致上也就是目前我们观测到的宇宙的大小。这么大的宇宙中总共有多少个物质呢？有人做过一计算，如果把所有的物质都做成太阳，那么整个宇宙内就可以有 1000 万亿亿个“太阳”，也就是在 1 后面跟 23 个零。

既然宇宙处在不断膨胀的运动中，那么它的边界每时每刻都应该有具体的位置。从这个意义上说，宇宙应该是有限的。然而，宇宙的边界又在不断地向外扩展，科学家们还无法推算出它最终将膨胀到什么程度，会不会永远膨胀下去。从这个意义上讲，宇宙又是无限的。

说到这里，我们不能不这样认为，宇宙中存在着千千万万个谜，而宇宙本身就是一个最大的谜。

## 宇宙会一直膨胀下去吗

1929 年，美国天文学家哈勃发现，河外星系普遍存在着红移现象。所谓红移，就是光谱线变长了，或者频率降低了，如果某种原子原来发射的一条谱线波长为λθ，那么从河外星系来的这种谱线波长λ总要比λθ大。红移现象说明，河外星系都在远离我们而去。也就是说，不管你站在宇宙间哪颗星 球上，都会发现所有的星星都在向四面八方飞散。

天文学家经过进一步观察发现，距离近的星系红移量小，距离远的星系红移量大，这种关系被称为“哈勃关系”。比如，离我们 5.7 亿光年的狮子星座，正以每秒 1.95 万公里速度离去；而离我们 12.4 亿光年的牵牛星座，正以每秒 3.94 万公里的惊人速度远离而去。照此推算，在离我们 100 亿光年的地方它的速度将达到每秒 30 万公里，这与光速相等。再远的地方由于光无法到达，因而人们也就观测不到了。

星星与星星之间为什么互相远离呢？按照有些科学家的解释，其原因在于宇宙膨胀。举例来说，我们所处的宇宙好比一个带斑点的气球，星星就好比气球上的那些斑点，吹气以后，气球开始膨胀，那些斑点之间的距离就会跟着变大。你不妨想象自己站在气球上的某个点上，当气球膨胀时，你就会发
现别的点会慢慢地离开你站的那个点，越来越远。如果你换到其他任何一个点上，也都会看到同样的情景。

那么，是什么力量推动宇宙在不断膨胀呢？根据宇宙大爆炸的假说，科学家们推测，在很久很久以前，宇宙是很小很小的，就像一枚鸡蛋，宇宙学家把它形象地称为宇宙蛋。这枚宇宙蛋非常热，温度可达 1 万亿度左右，所以它又被称作“原始火球”。突然某一刻，这个原始火球爆炸了，于是物质就散开了，宇宙也就由此开始膨胀，一直持续到现在。

科学家们发现，宇宙在不断膨胀的同时，又在不断降温，宇宙空间的温度已经降到了-210℃。当然，这并不是说宇宙中任何地方都是这个温度，比如，恒星上的温度就很高，有的甚至达到几万度。但是在空旷的宇宙中，这些恒星就像寒夜中的篝火一样，温度再高也改变不了周围的低温世界。

既然宇宙从诞生到现在一直在膨胀，那么人们不禁要问，这种膨胀会不会有停止的那一天呢？这也和宇宙的有限与无限一样，是一个十分有趣而又极难回答的问题。

科学家们发现，宇宙虽然一直在膨胀，但膨胀的速度却在逐渐减缓，原因在于宇宙中的物质之间存在着万有引力。这种万有引力在将互相离开的物质往回拉。在这里难以估计的是万有引力的大小。如果引力不太强，那么膨胀速度虽然在减慢，但却永远不会变为零，这样宇宙就将无限地膨胀下去。如果引力很强，那么宇宙膨胀的速度就会逐渐减小到零，到那时候，宇宙的膨胀就会停止，并且开始收缩，越缩越小。

对于宇宙膨胀的前景，有的天文学家认为，宇宙中的物质密度很小，因而引力也很弱，宇宙将无限地膨胀下去。而有些科学家却不同意这种观点，他们认为宇宙中的引力比我们知道的要大得多，足以使宇宙停止膨胀，并开始收缩。

根据计算，如果宇宙的平均物质密度小于或等于 $5\times10^{-27}$ 千克／米 3（相当于每立方米中有 3 个核子），那么，我们这个宇宙就会不断膨胀下去，星体之间的距离就会越来越远。

如果宇宙的平均密度大于 $5\times10^{-27}$ 千克／米 3，那么几十亿年以后，随着宇宙的膨胀，在引力的作用下，更多的星系将重新相互靠近，再靠近……此时，由于星体间的碰撞，星空将越来越明亮，天空也会越来越灼热。最后，所有的星体都被压缩在一个很小的范围内，这时，高温高密度所产生的巨大压强会阻止这个压缩过程的继续，从而有可能再产生一次“大爆炸”，使宇宙再度膨胀。

有的天文学家认为，宇宙从来就没有什么开端，它的物质一直就在反复地聚拢而又分开，分开而又聚拢，永无止境。这样一幅图景被称为“振荡宇宙”。

那么，宇宙的平均物质密度到底是多少呢？由于宇宙实在太大了，人们实在难以准确地测量出来，所以也就无法知道宇宙将来是不是会停止膨胀。

假如宇宙真的开始收缩了，那么又会出现什么情况呢？比如，时间是不是到那时就走到了尽头，开始往回退？随着时间的倒退，历史长河中已经发生过的一切会不会重演呢？这些深奥而奇妙的问题都在等待着青少年朋友们去探索。

## 宇宙的起源

宇宙是怎样起源的呢？这是古往今来科学家们和大多数人们无不关心的问题。关于宇宙的起源，有过许多神话传说。基督教认为是上帝创造了世界，中国古代神话则认为是盘古开天地。当然，这些神话和传说都不是科学，因而不足为训。科学家们对宇宙的起源做了种种研究，提出了许多科学假说。在这些假说中，“大爆炸”理论是宇宙学中最著名、影响最大的一种学说。

“大爆炸”学说是美国天文学家侧莫夫在本世纪中所提出的一种新的理论。它的基本观点是：宇宙曾有一段从密到稀，从热到冷，不断膨胀的过程。这个过程就好像是一次规模巨大的爆发。简单地说，宇宙起源于一次大爆炸。

大爆炸理论把宇宙 200 亿年的演化过程分为三个阶段：

第一阶段为极早期。在这个时期，爆发刚刚开始不久，整个宇宙还处于一种极高温高密的状态，温度高达 100 亿度以上，光辐射极强。在这种条件

下，生命根本不可能存在，就是地球、月亮、太阳以及所有的其他天体也不存在。在宇宙间，只有中子、质子、电子、光子和中微子等一些基本粒子形态的物质。宇宙处在这个阶段的时间非常短，短到可以用秒来计算。

第二阶段为中间期。由于整个宇宙体系在不断膨胀，结果温度很快开始下降，当温度下降到 10 亿度时，中子开始失

去自由存在的条件，它要么发生衰变，要么与质子结合成重氢、氦等元素。化学元素就是从这个时候才开始形成的。当温度进一步下降到 100 万度以后，早期形成化学元素的过程就结束了。在这一阶段，宇宙间的主要物质是质子、电子、光子和一些比较轻的原子核，光辐射依然很强，但也依然没有其他星体存在。和第一阶段一样，这个时期，没有生命，也没有太阳、地球和月亮等天体。这一阶段持续时间比上一阶段长，大约有数千年的历史。

第三阶段为稳定期。当温度继续下降到 1.2 万度时，宇宙就进入第三时期。相对于前两个时期来说，这一阶段时间最长，大约有 200 亿年的历史。人们现在仍然生活在这个时期内。由于温度的降低，辐射减退，宇宙间的主要物质是气态物质，气体逐渐凝聚成云，再进一步形成各种各样的恒星体系，这就成了人们今天扭看到的星空世界。人类所居住的太阳系就是这个星空世界的一员。

上述过程就是大爆炸理论所描绘的基本图式。

虽然大爆炸理论在刚刚提出来的时候，并没有受到人们的赏识，即使是在以后的 40 多年里，也不断受到人们的批评，但大量的天文观测事实则支持了这一观点。

第一，大爆炸理论认为所有恒星都是在温度下降时产生的，因而任何天体的年龄都应该短于 200 亿年。通过天文观测和科学计算，确实没有发现超过 200 亿年的天体。

第二，通过观测，发现河外天体有系统性的谱线红移，用多普勒效应来解释这种现象，红移就是宇宙膨胀的反映。这一点，也与大爆炸理论相符合。

第三，各种天体中的氦含量都很大，一般都为 30%左右。根据大爆炸理论，宇宙的早期温度极高，产生氦的效率也很高。

第四，根据大爆炸理论，今天的宇宙温度只有绝对温度 12 度。60 年代天文学的四大发现之——3K 微波背景辐射的发现，也有力地支持了这一点。

有了这些观测事实的支持，因而使大爆炸理论在诸多宇宙起源学说中，独占鳌头，获得了“ 明星 ”的桂冠，成了最有影响的一种假说。然而，大爆炸理论还存在着一些至今未能解决的问题，例如诸星系的起源和各向同性分布等，还有待于进一步的观测和研究，才能得出进一步的结论。

近年来，宇宙大爆炸理论一再受到冲击。一个国际天文学家小组利用哈勃太空望远镜进行测量后发现，宇宙正在迅速膨胀，其速度要比大爆炸理论所认为的还要快得多。由此推断，宇宙可能只有 80 亿年的历史，只有大爆炸理论认为的宇宙年龄的一半。而银河系中的一些恒星却要比这年老得多；银河系的历史有可能长达 160 亿年。

恒星比经宇宙还要年老，这似乎是不可想象的，但又不是不可以解释的。一种可能是对恒星的年龄估计错了，另一种可能是宇宙大爆炸理论错了，第三种可能性是存在着某种尚未揭示的力量在加速宇宙的膨胀。

美国的一些天文学家通过计算哈勃常数时也发现，宇宙要比目前估计的

年轻。哈勃常数是确定天体和星系之间距离的数字，是大爆炸理论的主要依据。利用该常数能计算出宇宙扩张的速度，并由此计算出宇宙的年龄。

这些天文学家认为，这种“年龄冲突”表明，不是目前标准的宇宙模式需要修改，就是关于恒星和银河系的演变理论需要重新审查。所以，这就需要青少年朋友们立志做一个天文爱好者，并有志于天体探测解开这个谜。

## 星际的作用

长期以来，天文学家一直这样认为，在茫茫宇宙空间，除了恒星、恒星集团、行星、星云之类的天体物质外，再也没有什么别的物质了。直到 20 世纪初，人们还认为星际空间是一片真空，后来终于发现，在星际空间充满了各种微小的星际尘埃、稀薄的星际气体、各种宇宙射线以及粒子流。

星际存在物质，最早是用光学方法发现的。1937 年，有人在恒星光谱上发现了某些分子的吸收线，因为恒星上的高温会破坏分子，所以从遥远星球上射来的光线，在传播过程中会被某种星际物质所吸收。在观测中还发现星光通过星际空间有变红的现象，这说明星际有尘埃存在。

到了 40 年代,科学家已经在恒星光谱中确认出了由星际空间中的甲川分子、氰基分子和甲川离子分子产生的光谱线。在 50 年代，随着射电天文学的发展，本来有可能发现更多种类的星际分子，但当时的科学家们普遍认为，在星际空间的物理条件下，即使能形成复杂的分子，也会立即被恒星发出的强烈紫外辐射所摧毁。

60 年代，天文学界发生了一件轰动世界的大事，那就是终于发现了星际分子。1968 年，美国的一个物理学家小组用大型射电望远镜，在银河系中心区发现了氨的分子。后来，人们又发现了水蒸气分子。它们的数量很多，在尘埃云的后面形成了体积巨大的分子云。

不久，天文学家又发现了一种比较复杂的有机分子——甲醛。在地球上，甲醛常被用来保存动物的标本和尸体。它的分布十分广泛，不仅在银河系中心区域有，在猎户座大星云和其他区域都有。此后，人们利用射电望远镜又陆续探测到更多的星际分子，其中有无机分子，也有有机分子，如羟基、一氧化碳、氰化氢、甲醇、乙醛、丙炔脂、甲胺等等。到 80 年代为止，已发现的星际分子共有 80 多种。

在这里最值得一提的是，1965 年，有人在猎户座大星云中发现羟基分子的一条谱线特别明亮，谱线宽度又非常窄，而且在短时间内强度变化很大。如果说这是由于热辐射造成的，那么辐射源的温度应为 $10^{13}$K；而从谱线宽度上看，热源的温度只有几十 K。这是怎么回事呢？后来人们从激光器的产生中得到了启发，意识到这可能是一种微波激发射，即“脉塞”现象。在星际空间中，存在着天然的微波量子放大器，它能把气体分子激发到同一个高能级，然后这些处于高能级的分子又一起回到低能级，同时放出大量光子，释放的能量极大。然而，究竟是什么力量造成大量的分子“反转”，即一起激发到高能级呢？其原因现在还不清楚。

观测和研究星际分子，在天文学上有为重要的意义。我们知道，构成生命的基础是蛋白质，而蛋白质的主要部分就是氨基酸分子。它是一种有机分子。尽管人们还没有在宇宙中直接观测到氨基酸分子，但是科学家们在地面实验室里模拟太空的自然条件，已经用氢、水、氧、甲烷以及甲醛等有机物合成了几种氨基酸。既然

合成氨基酸的原料在星际分子云中大量存在，那么宇宙空间中也就一定存在着氨基酸分子。有了氨基酸分子，只要环境适当，就有可能转化为蛋白质，进一步发展为有机生命。

科学家们在观测中发现，由于星际云中尘埃起保护作用，星际分子才能摆脱高温恒星发出的紫外线的强烈轰击而存在下来。它们彼此进一步发生各种化学反应，就逐渐形成了由几个甚至十几个原子构成的更复杂的分子。然而，使科学家感到困惑的是，有些星际分子竟是地球环境中找不到的，甚至在实验室里也无法得到。这些地球上不存在的星际分子，在太空中起什么作用呢？它们有哪些物理、化学特性呢？这些问题还都是一个谜，等待着青少年朋友们去解开。

## 星系怎样形成的

在晴朗无月的夜晚里抬头遥望，你会看见无空中有一条乳白色的带子，这就是人们通常所说的银河。当然，它并不是真正的河，而是由 1000 多亿颗恒星组成的天体系统，在天文学上叫银河系。

在整个银河系中，太阳实在是太微不足道了，它只是银河系中一颗普通的恒星。而在整个宇宙中，银河系又显得太微不足道了。像银河系这样的星系，迄今为止人类已发现了约1210 亿个，其中离我们最远的距离达 100 多亿光年。

作为恒星的巨大集群，每个星系所包含的恒星数目各不相同。有的是几十亿颗，有的是上千亿颗，星系的形态也是千差万别。早在 1926 年，美国大文学家哈勃就提出，星系可以分成三大类。第一类是不规则星系，数量较少，外形没有什么规律。第二类是椭圆星系，约占星系总数的 60%，其中直径最大的可达 50 万光年，是银河系的好几倍，最小的直径只有 3000 光年。第三类是旋涡星系，约占星系总数的 30%，它通常有一个比较明亮的椭圆状的中央核区，从核区内向外伸出两条盘旋着的旋臂。当它们正面对着我们时，可以清楚地观测到其中的旋涡结构；如果以侧面对着地球，看上去就很像是一个扁扁的铁饼了。

对于星系人类已经做过了大量的研究和观测，但对于星系是怎样形成的这个问题，至今却很难做出准确的回答。一般认为，星系是由原星系演化而来的，原星系又是由宇宙中星系的前身物质形成的，那么这些前身物质又是从哪里来的呢？天文学家提出了一些推测，但却始终无法做出定论。

一种观点认为，星系的前身物质可能是宇宙膨胀后的弥漫物质。在引力作用下，这些弥漫物质收缩并凝聚起来。如果凝聚的区域在星系团或超星系团尺度，那么其中就有可能出现许多凝聚中心。随着密度增大，星系团尺度的物质就碎裂成星系。如果凝聚区域在星团尺度，就有可能先形成星团，再聚集成星系。在弥漫物质收缩凝聚过程中，第一代恒星就随之形成了。

这种观点似乎很容易理解，但根据有关计算结果，单靠自

身引力作用，弥漫物质无法聚集成星系那么大质量的天体。于是有人认为，星系的核心是黑洞，是它以强大的引力把弥漫物质吸引到周围形成星系。也有人认为，宇宙处于辐射时代时，由于辐射很强，会引起等离子的湍流。当宇宙进入物质时代后，大大小小的涡流相互碰撞、混合，产生了很大的冲击力，使物质成团成块，逐渐演化成星系。

另一种观点认为，星系的前身物质可能是宇宙早期的超密物质，在宇宙大爆炸的过程中，可能有一些物质延迟爆炸，称为延迟核。延迟核又称白洞，

它与黑洞正好相反，不是把一切物质都吸引进去，而是把其中的物质全都抛出来。当延迟核开始爆炸时，它的密度要比周围的物质密度大得多，抛射出来的物质就形成了星系。

## 活动星系核为什么能释放能量

许多星系都有一个密度极大的中心凝聚部分，它就叫星系核，其大小只有星系的千分之一。有的星系核比较宁静，没有猛烈的物质运动，发出的辐射也不太强，例如银河系就是这样。但是有些星系核却处在剧烈活动状态，看上去很明亮，人们把它们称为活动星系核。

活动星系核中常有高速气流喷出，炽热的气流速度有的达每秒几千公里，最高的可达每秒上万公里。有的星系核还会发生猛烈爆炸，抛出的物质有几百个乃至上千个太阳的质量。星系核的爆发是宇宙中最大的高能过程，也是星系核活

14 动形式中最剧烈的一种。

活动星系核还会发出巨大的非热辐射，其功率可达 $10^{46}$～$10^{47}$ 尔格／秒。尔格是一种功和能量的单位，1 尔格相当于 1 达国的力使物体在力的方向下移动 1 厘米过程中所作的功，而 1 达因就是使 1 克质量的物体获得 1 厘米/秒 $^2$ 加速度所需的力。已知太阳每秒钟辐射出去的能量不过 $10^{34}$ 尔格，由此可见活动星系核释放的能量是何等惊人。

活动星系核的能量是从什么过程中释放出来的呢？天文学家们在这个问题上各抒己见，提出了很多看法，各有其道理，但至今尚未形成定论。

一种意见认为，活动星系核的能量可能来自恒星的相互碰撞。一般来说，星系核是星系中密度较大的地方，那里的恒星空间密度一定非常高。大量恒星密集在那么小的空间里，彼此间一定会发生碰撞，而大量恒星的相互碰撞就有可能发出巨大的能量。

另一种意见认为，活动星系核中有许多恒星，而中等质量以上的恒星演化到晚期就有可能出现超新星爆发，而每个超新星爆发时都能释放出 $10^{51}$ 尔格的能量，如果大量恒星此起彼伏地爆发开来，放出的能量显然极其巨大。

还有一种意见认为，星系核是一个由等离子体组成的旋转球体，在星系核旋转的过程中，磁力线会发生扭曲，当方向相反的磁力线碰到一起时，就会发生类似正、反粒子相遇的湮灭现象，磁场能就会迅速转化为粒子动能，发生爆发现象。

此外，也有人认为，由于星系核密度大，引力自然也大，它可能逐渐吞噬周围的恒星，使自身的质量增值，形成一个黑

15 洞。当大量物质向黑洞中心塌缩时，引力能就有可能转化为辐射能。

与此相对应的学说认为，星系核有可能是一个白洞，它是由星前超密物质构成的。它不是像黑洞那样把一切物质都吸引进去，而是把其中的一切都向外抛射，于是就释放出巨大能量，构成了宇宙间最壮观的图景之一。

## 旋涡星系为什么有旋臂

在目前人们所观察到的星系中，以旋涡星系的开头最为有趣。从侧面看去，它很像一个铁饼，中间凸起，四周扁平，从凸起的部分螺旋式地伸展出若干条狭长而明亮的光带，这就叫它的旋臂。有的旋涡星系的旋臂卷得很紧，有的却卷得很松。天文学家哈勃把卷得紧的叫做 Sa 星系，卷得松的叫 Sc，不紧也不松的叫 Sb，这里的 S 是英语中“ 旋涡 ”这个词的第一个字母。

在旋涡星系中，绝大多数恒星都集中在扁平的圆盘内，而在旋臂上集中

了大量的星际物质、气体和疏散星团。

旋涡星系的旋臂形状就像树木的年龄一样，从中可以看出星系的年龄。旋臂越是明显松散，星系的年龄就越小。旋臂中气体充足，不久的将来就会有大批新的恒星在这里产生。银河系、仙女座星系、大熊星座等，都是发展很完整的旋涡星系，它们目前都正处于生命力旺盛的中年时期。

一般来说，在引力的作用下，星系应该是一个扁圆盘，不

16 可能形成旋涡结构。即使出现旋臂，也应该是暂时现象。在星系自转过程中，由于靠里面的恒星转动得快，外边的转得慢，星系形成不久旋臂就会缠紧。可是从银河系诞生到现在，太阳已经围绕银河中心旋转了 20 多圈，却没有发现其旋臂缠紧。这是怎么回事呢？

科学家提出了一种密度波理论，对这个问题做了很好的说明。假设有一段马路正在施工，路面上只留下一条窄窄的通道供车辆通过，那么这个地方交通就会变得格外拥挤。如果从空中往下望，就会看到这里一天到晚挤满了车辆。在旋涡星系中，旋臂就好像是正在施工的路段，这个地方恒星特别多，引力也特别强，所以不仅吸引了大星的气体尘埃，而且当恒星从这里通过时，都必然要减慢速度，使这里显得非常拥挤，远远看去就呈现出旋涡状的结构。实际上，旋臂中的恒星是在不断运动、更替的。

根据密度波理论，我们可以知道旋涡星系的旋臂是什么，但是我们却不知道为什么会出现这样的密度分布。也就是说，旋涡星系的旋臂至今还是一个等待回答的天文学之谜。

## 类星体是什么

20 世纪 60 年代天文学上著名的四大发现是：类星体、脉冲星、宇宙微波背景辐射和星际有机分子。在这些发现中，类星体的发现最为曲折而有趣。

1960 年，美国天文学家桑德奇发现，在一个名叫 3C48 的

17 天体光谱中，有一些又宽又亮的发射线，它们在光谱中的位置很奇怪，所以长达 3 年之久而始终没被人识别。1963 年，美国天文学家马丁·施米特又发现，3C273 这个天体的光谱也和 3C48 相似。他详细研究了 3C273 的光谱，结果惊奇地发现，那些奇怪的发射线原来就是普普通通的氢光射线，但它们具有非常大的红移现象。新发现的这类天体即使用大型望远镜观测，也仅仅是类似恒星的微小光点。它们的红移意味着距离极其遥远，因此，决不是银河系内的恒星。人们为它起名为“类星体”，意思是“类似恒星的天体”。现在，科学家们已发现的这类星体多达好几千个，而且总数还在不断地增加。

类星体究竟是什么呢？

多数科学家认为，类星体是星系一级的天体，它那么遥远但仍被人们观测到，这表明它的发光能力一定强大得出奇——比普通的星系要强成千上万倍。人们原先无法想象它们巨大的能量究竟来自何方，因而就把这个难题叫做类星体的“能源困难”。后来，有些科学家提出：类星体中间有一个大质量的黑洞，这个黑洞以不可抗拒的强大引力吞噬着周围的物质，同时释放出巨额的能量。如果这个假设能够成立，那么，“能源困难”问题就迎刃而解了。但可惜的是，这仅仅是一种猜想而已。

除此之外，关于类星体还有许多其他争论，其关键问题是它们究竟是否那么遥远。类星体的距离是根据它们的红移推算出来的。早在 1929 年，美国天文学家哈勃就发现，一个星系光谱红移的多少与这个星系的距离成正比，这就是著名的“哈勃定律”。星系光谱线红移的起因是运动光源的“多普勒

18 效应”，即星系都在远离我们而去。既然类星体也是星系级的天体，人们自然会猜想哈勃定律必然也适用于它们。因此，只要测量出类星体光谱线的红移量，就可以推算出它们的距离了。

但是，类星体的光谱线量真是太大了。如果用多普勒效应来解释，那么许多类星体就在以每秒几万公里、十几万公里，甚至以接近光速的巨大速度远离我们而去。这样，根据哈勃定律推算，它们的距离就应该是远达数十亿、甚至上百亿光年，正因为距离如此遥远，看起来又相当明亮，才造成了“能源困难”。所以有人怀疑：类星体是不是真的那么遥远？用巨大的退行速度来解释类星体的红移究竟是否合理？

类星体本身至今还是一个谜，它们的光谱线红移的起因就成了谜中之谜。天文学家要回答这个问题，大概得在下一个世纪了。这有待于青年朋友们的努力了。

### 类星体谱线红移的期待

在大型天文望远镜拍摄的照片上，类星体就像恒星那样是一个亮点。但类星体光谱线红移却比任何其他天体都大得多。这种大得出奇的红移是怎样造成的呢？关于这个问题，科学家们做出的回答主要有三种。

第一种观点是“宇宙学红移”理论。人类迄今所观测到的宇宙，整个都在膨胀着。这种膨胀使得宇宙中的星系彼此相互远离开来。从地球上看，它们正在以巨大的速度朝四面八
19 方往后退，退行的速度越大，星系光谱线的红移就越大。这种由宇宙整体膨胀引起的红移，称为宇宙学红移。大多数天文学家认为，类星体的红移与星系的红移一样，也是宇宙学的红移，只是类星体的退行速度比星系更快罢了。由于这种红移的大小与类星体退行的速度成正比，所以又称为“速度红移”。

第二种观点是“引力红移理论”。这种理论认为，类星体的光谱线红移的起因并不是它们正在高速离去。这也许是“引力红移”。所谓“引力红移”这个名词，是本世纪初在爱因斯坦创立广义相对论后提出来的。意思是说，处在引力场中的光源发出的光谱线会发生红移，引力场越强，红移也就越大。有的天文学家认为，类星体光谱线红移，正是因为它们处在强大的引力场中造成的。

第三种观点是“内禀红移”理论。这种理论认为，类星体光谱线的红移是类星体本身的内在性质决定的。但这种内在性质空间是什么？它是怎样造成的这样大的红移？谁也无法回答这个问题。

“引力红移”和“内禀红移”这两种理论又称之为“非宇宙学红移”理论。

目前，绝大多数的科学家认为，类星体光谱线的红移本质上是宇宙学红移，也就是由于宇宙膨胀而造成的巨大退行速度。也有一部分天文学家坚持认为这是非宇宙学红移。还有一些天文学家认为，类星系光谱线的红移，具有宇宙学红移的成份，也有非宇宙学红移的成份，它们不是势不两立，而是相辅相成的。

## 20
## 共生星的奥秘在哪

本世纪 30 年代，天文学家在观测星空时发现了一种奇怪的天体。通过光谱分析表明，它既是“冷”的，只有二三千度，同时又是热的，温度高达几

十万度。也就是说，冷热共存在一个天体上。于是，天文学界将其定名为“ 共生星 ”。几十年来相继发现了近百颗这种怪星。许多科学家为揭开共生星之谜而耗费了毕生精力，但时至今日，人们也只是对它的某些方面有所认识，仍不能彻底揭开它的全部奥秘。

最初，一些天文学家提出了“ 单星说 ”和“ 双星说 ”。

“ 单星说 ”认为，这种共生星原本是一颗属于红巨星之类的恒星，它的生成时期比较晚，密度很小，体积却要大于太阳许多，它的表面温度只有二三千度。这种恒星又具有高温的特性，这是因为它的周围被一层高温星云包围着。但是这种高温包层来自何方呢？人们却无法解释。另外，太阳算不得共生星，可太阳表面温度与它周围的包层——日冕的温度也有巨大的差别，因而高温包层的说法难以解释共生星现象。

“ 双星说 ”认为，共生星是山两颗星体组合而成的，一个是冷的红巨星，另一个是热的矮星（密度大而体积小的恒星）。但在当时的观测手段下，人们还观察不到双星共同活动的迹象。

近年来，天文学家采用可见光波段对共生星进行了大量研究，发展了原来的“ 双星说 ”。通过测量证明，不少共生星的冷星都是在有规律地运动，即环绕它和热星的公共质心做轨

21 道运行，这有利于说明共生星是双星，因而，大多数天文学家认为，共生星可能是由一个低温的红巨星和一个温度极高的小热星以及环绕在它们周围

的公共热星云包层组成。它是一种处于恒星演化晚期阶段的天体。

后来科学家们又观测到，有的共生星属于类新星，它们经常发生剧烈的活动如恒星爆发等。由此某些天文学家推测，共生星中的低温红巨星或超巨星体积不断地膨胀，在膨胀过程中，其物质不断外逸，并被邻处的高温矮星吸引，吸引的过程中产生强烈的冲击波和高温。由于它们距离我们太远，我们区分不出是两个恒星，因而看起来像是热星云包围着一个冷星。

经过发展后的“ 双星说 ”获得了很多人的支持，但它并未最后确立自己的阵地。一些科学家以至今仍未观测到共生星中的热星为理由，指出热星的存在只不过是根据共生星外部的高温而进行的一种推论而已，难以令人信服。对此，科学家们认为，今后应加强对双星轨道的测量，进一步收集关于冷星的资料，以探讨其稳定性。

总之，关于共生星的科学研究还在继续。揭开共生星之秘，对恒星物理和恒星演化的研究都有重要的意义，这显然还需要科学家们付出许多艰苦的努力。

## SS433 是什么

早在 50 年代，天文学家就曾在牛郎星附近发现了一个天体，距离地球大约 11000 光年。当时，人们以为它不过是个普

22 通的恒星，所以没有引起足够的重视。

1978 年，天文学家再次发现这个天体，并把它编入了由斯蒂克和桑杜列克两人合编的星表。由于这两个人姓的头一个字母都是 S，而这个天体在他俩合编的星表中排号 433，所以它被称为 SS433。

SS433 之所以引起了天文学家的再度重视，是因为在它的光谱中发现了许多发生很大红移和很大紫移的氢的谱线，一般来说，引起谱线移动的原因就是天体运动。红移意味着天体离我们远去，紫移则意味着天体向我们飞来，一个天体不管是向我们飞来，还是离我们而去，都是正常现象。而 SS433 的

光谱却表明，天体中有一部分物质正以每秒钟 3 万公里的速度向我们飞来，而另一部分物质却正以每秒钟 5 万公里的速度离我们而去。同一个天体以两种相反的方向运动，这是普通恒星不可能有的现象，由此使得天文学家感到大惑不解。

在 1971 年 9 月到 11 月这两个月间，天文学家又发现了一个奇异现象，SS433 的红移量和紫移量都越来越大，到了年底却又逐渐减少。经过持续观察，人们才明白它的红移和紫移具有周期性的变化。许多天文奥秘都是通过某种天体的周期特征的发现而得到揭示的，因而人们有理由相信，SS433 的这种周期性特征也可能隐藏着一些新的宇宙奥秘。

然而，至今人们还不知道 SS433 到底是什么，只能做出一些猜测。有人认为它是一个黑洞，有人则认为它是朝着两个相反方向喷发物质的天体。

## 23

## 为什么有些行星戴着光环

在太阳系中，土星被誉为美丽的天体，它戴着的光环曾被认为是不可思议的奇迹。今天科学家经过大量研究发现，在太阳系九大行星中，不仅土星戴着光环，而且木星、天王星和海王星也是戴着光环的。

在这 4 颗戴着光环的行星中，土星的光环最为壮观和奇丽。历史上首先发现土星光环的是意大利天文学家伽利略。1610，伽利略用刚刚发明不久的天文望远镜观测土星，发现它的侧面仿佛有一些什么东西。遗憾的是，直到他去世，也没有弄清楚那些东西究竟是什么玩意儿。

1655 年，荷兰天文学家惠更斯终于搞清了土星光环形状不断变化的原因：那是因为它以不同的角度朝向我们。当我们恰好从它的侧边看去时，薄薄的光环就仿佛隐而不见了。土星光环厚约 10 余公里，宽约 6.6 公里，它可以细分为几个环带，中间夹着暗黑的环缝。

1977 年 3 月 10 日，包括中国在内的许多国家的天文学家，各自观测到了一次罕见的天文现象——天王星掩恒星。观测的结果使科学家们大为惊奇：在天王星遮掩恒星之前，人们已经观测到一组“掩”，在天王星本体掩星之后，又观测了另一组类似的“掩”。造成这些“掩”的，原来是围绕着天王星的一些“光环”。这些环都极细，而且彼此都离得较远。1986 年 1 月，美国发射的“旅行者 2 号”宇宙飞船飞越天王星时，又发现了几个新的环带。现在，已经知道天王星共有 11 道环。

## 24

“旅行者 1 号”是 1977 年 9 月发射的，1979 年 3 月初，它从离木星大约 27.5 万公里处掠过这颗巨大的行星，发现木星也有一群细细的环。木星环厚约 30 公里,总宽度超过 6000 公里,光环与木星的中心距离约 12.8 万公里。

1989 年 8 月，“旅行者 2 号”宇宙飞船飞越海王星时，证实了海王星也有光环。海王星的光环有 5 道。

冥王星是否也有光环，现在还不清楚，但有些科学家推测它也应该有光环。

科学家们经过观测研究后发现，行星的光环主要是由无数的小碎块组成。碎块的大小可以用米做单位来量度。每个碎块仿佛都是一颗小小的卫星，在自己的轨道上绕着主体行星运行不息。

那么，这些行星的光环究竟是怎样形成的呢？

早在 1850 年，法国数学家洛希就推断出：由行星引力产生的起潮力能瓦

解一颗行星，或瓦解一颗进入其引力范围的过往天体。这种起潮力能够阻止靠近行星运转的物质结合成一个较大的天体。目前所知道的行星环就是位于这个理论范围内，其边界被称为洛希极限，是一个重力稳定性的区域。据此，科学家们对行星环的成因进行了三种推测；第一，由于卫星进入行星的洛希极限内，从而被行星的起潮力所瓦解；第二，位于洛希限内的一个或多个较大的星体，被流星撞击成碎片而形成光环；第三，太阳系演化初期残留下来的某些原始物质，因为在洛希极限内绕太阳公转，而无法凝集成卫星，最终形成了光环。

不过，对于光环的成因，科学家们目前还只能是进行猜测而已。更令他们疑惑不解的问题是那些窄环的存在，因为根



据常规，天体碰撞、大气阻力和太阳辐射都会对窄环造成破坏，使它消散在空间。究竟是什么物质保护着窄环使其存在呢？一些学者提出，一定有一些人们尚未观测到的小卫星位于窄环的边缘，它们的万有引力使窄环得以形成并受到保护。这种观点被人们后来的发现所证实，因为人们不仅在土星而且在天王星的窄环中，也发现了两颗体积很小的伴随卫星，它们的复杂运动相互作用，使光环内的物质运动也缺乏规律性，也许这正是不同的行星环具有不同的形态的原因所在。

随着研究的深入，使人们当初的一种推测——行星环为太阳系演化初期残留下来的某些物质绕行星公转而成这一观点，受到了越来越多的学者的怀疑。比如，德国的一位天体学家认为，在 1 亿年前，一颗小彗星与一颗直径 60 英里的土星卫星发生碰撞，从而形成土星环。

与此同时，人们还提出了另外一个有趣的问题：为什么土星、木星、天王星、海王星有光环，而水星、金星、火星和地球却没有光环呢？

对于神奇的行星光环，科学家们仍然不断提出新的推测和假说。然而，随着天文新发现的增多，行星光环反而显得更加神秘莫测了。

## 天狼星为什么会变色

天狼星是大犬星座中最亮的星，在整个天空中，它也是看起来比较亮的恒星之一，按其亮度可以排在第六位。它和地球相距 8.7 光年，又是离我们较近的恒星之一。



今天人们所看见的天狼星是白色的，而在古代巴比伦、古希腊和古罗马的典籍中记载的天狼星却是红色的。这是为什么呢？

有人认为，这不过是视觉假象造成的错误。天狼星接近地平线，而接近地平线的星球让人看上去，总呈现出红色，就像朝阳和落日一样。但是，德国的两位天文学家斯第劳瑟和伯格曼却对这种传统的说法提出了异议。他们查阅了公元 6 世纪时法国历史学家格雷拉瓦·杜尔主教写给修道院的训示，其中谈到了天狼星的颜色是“红色的”，而且“非常明亮”。这两位德国天文学家认为，在不同时期、不同国度的人们所看到的天狼星，都具有同样颜色，这说明天狼星一定发生过重大变化，而不会是他们全都犯了视觉错误。

那么，天狼星发生过什么重大变化呢？1844 年，德国天文学家贝塞尔发现，天狼星在天穹上移动的轨迹是波纹状的，而不是像其他恒星那样沿着直线前进。贝塞尔认为，这种现象说明天狼星实际上是个双星，它们之间的相互引力使得天狼星一边旋转一边前进，所以看起来才像沿着波纹状的路线移动。

当时，人们还无法观测到天狼星的那个伴星在哪里。直到 1862 年，美国天文学家克拉克在检验用当时最大透镜（直径为 47 厘米）做成的望远镜的性能时，才在明亮的天狼星旁边发现了一个微弱的光点，它正好在预先推测的天狼星的伴星的位置上。这一发现证实了贝塞尔的预言。

天狼星的伴星是一个白矮星，它的表面温度很高，约为 23000℃，因而呈白色或蓝白色，但是由于体积很小（其质量比太阳大，可半径比地球还小），所以光度很小。在天文学上，这

27 种光度很小的恒星被称为“ 矮星 ”，而白色的矮星就是“ 白矮星 ”。天狼星本身亮度非常微弱，它的颜色是由其伴星起主导作用的。

从现有的星球演变理论得知，白矮星是天体中一种变化较快的巨星，它的前期阶段是红巨星，那时候其核心温度可达 1 亿度，当然是相当明亮的。随着它的内部燃料逐渐耗尽，它就暗了下来。这个过程大约需要几万年的时间。

如果天狼星的伴星处在红巨星阶段时，在它的照射下，大狼星当然会在人们眼中变成又红又亮的星。随着它变成白矮星，天狼星也就会跟着改变颜色。假如真是这样的话，那么天狼星伴星的演变速度就不能不令人大为吃惊。仅仅在 2000 年左右的时间，它就从红巨星变成了白矮星，这在恒星演化史上是绝无仅有的。如果说这种情况不会发生，那么天狼星又为什么会改变颜色呢？很显然，这个问题还有必要进一步探讨下去。

## 东汉末年出现的“ 客星 ”究竟是什么星

我国古人早就对星空做过长期而仔细的观察。他们发现，天上的星星并不总是那么多，有时候会突然冒出来一颗从未见过的星，好像一个陌生的客人，于是就叫它“ 客星 ”。在天文学上，把这种新出现的恒星叫“ 新星 ”。

其实，新星并不是新诞生的。它们本来比较暗，后来由于某种原因突然爆发增亮，才被人们发现。新星的光亮往往会在几天之内增高成千上万倍，然后又慢慢暗下去。有些新星

28 爆发时亮度会增加到原来的 1000 万倍以上，天文学上把这种星叫做超新星。目前天文学家已经观测到了几百颗超新星，在银河系中已确定的有 4 颗，它们在我国的史书中都留下了记载。

在我国的《后汉书》中还记载了另外一颗“ 客星 ”，它是公元 185 年 12 月 7 日（汉灵帝中平二年）出现的。从史书提供的生动描述来看，这颗星非常明亮，还能发出五色毫光，好像有半张桌子那么大，地面上的人用肉眼就能看得清清楚楚，而且在空中保留了很长一段时间。

根据这些描述，很多天文学家都认为当时爆发了一颗超新星，所以才会产生这样明亮的光线。如果真是这样的话，那么就应该能在茫茫天际中找到它的残骸。超新星爆发后，一般可以产生两种不同的结局；一种是恒星物质完全分崩离析，恒星本体不再存在，只有星体碎片向四面八方飞迸出去；另一种是恒星抛射掉了它的大部分物质，剩下的部分坍塌成密度极高的天体，如白矮星、中子星等。但不管是哪一种结果，都应该是有迹可寻的。可是天文学家经过长期的观测，却始终没有找到它的踪影。另外，对于地球附近超新星爆炸进行理论计算，也与上边描述的那个现象的发生时间不相符合。

那颗汉代“ 客星 ”到底是什么星呢？为了解开这个千古之谜，德国和台湾的两位学者进行合作，对有关史料重新进行了研究。他们发现，《后汉书》中的记载的那颗“ 客星 ”用了几个月的时间，才跨越了天空中数个星座的距

离，而不是在原地一动不动。从这一点上来考虑，那颗“客星”更像是一颗彗星，而不像其他天体。

有关专家认为，这一新的说法有助于解开汉代“客星”之



谜，但是否可以就此作出定论，还为期尚早。

## 彗星是从哪里来的

宇宙空间中有许多彗星，但绝大多数是小彗星，大彗星只有少数几个。大多数彗星又都是沿着又扁又长的椭圆轨道环绕着太阳运行，每隔一段时间才能来到距离太阳和地球较近的地方，比如，著名的哈雷彗星要每隔 76 年左右的时间才会来太阳身边一次。因此，居住在地球上的人类，要想用肉眼看到彗星，机会是很难得的。

尽管如此，天文学家对于彗星的研究却一直没有停止。他们发现，彗星的体积虽然很庞大，但却只是一团稀薄的气体。它的中心部分称作彗核，是由比较密集的固体质点组成的。周围云雾状的光辉叫彗发。彗发与彗核合称彗头。后面长长的尾巴叫彗尾，呈扫帚状。它是在彗星接近太阳时，受到太阳和太阳光的压力形成的，因而总是背着太阳的方向延伸出去。

从彗星的结构可以看出，决定它的性质的部分是它的彗核，而彗核是从哪里来的呢？显然，知道了彗核的起源，也就知道了彗星的起源。

早在 1950 年，荷兰天文学家奥尔特就提出了一个有名的假设，在太阳周围存在着一个巨大星云团（后来被命名为奥尔特云），它就是一个彗星库，里边有上亿个很小的固体状彗星核。在过往恒星的引力作用下，奥尔特云就向太阳系内部馈射彗星。



在奥尔特之前，天文学界已经对彗星的起源讨论了好几个世纪，有人认为它是太阳系的一部分，也有人认为它来自星际空间。奥尔特的假说提出后，似乎解决了这个问题。根据目前掌握的资料来看，没有任何彗星的轨道是明显地来自太阳系之外。这个事实也说明了彗星不大可能来自星际空间。

奥尔特的假说虽然为很多天文学家所接受，但这个假说是否完全正确，目前还不得而知。同时，新的研究结果也在不断丰富和改变人们对奥尔特假说的认识。

按照奥尔特的推测，恒星的引力作用改变了奥尔特云外部彗核的运动轨迹，从而可以连续不断向太阳系内射入彗星。但是很多天文学家逐渐意识到，可能还存在着一种能量更大的作用掠走了奥尔特云外端的彗星。70 年代，射电天文学家发现银河系中存在着一种分子云，它的直径达 300 光年，质量为太阳的 100 万倍。当太阳系相对银河系中心产生位移时，必将引起奥尔特云外端散落大量彗星。据推算，在太阳系演化过程中，这样的碰撞发生过 10－15 次，每一次碰撞都导致奥尔特云的体积减少 1／10。

如果真是这样的话，那么太阳系中的彗星要比现在多得多，而实际情况却不是这样。这是为什么呢？有的天文学家推测太阳系在获得新彗星的同时，也失去了现存的部分彗星，从而使奥尔特云的体积几乎长期不变。也有的天文学家推测，太阳系在以高速运动时，不可能捕获新的彗星，只有当它运动极其缓慢时，彗里才有可能坠入太阳的引力“陷阱”。

还有的天文学家指出，除了分子云以外，还应该考虑到银河系的引力作用。太阳位于银河系的较边缘处，在那里恒星与气体形成了一个平面圆盘。当太阳穿越银河系空间时，将

31 相对于该圆盘平面上下浮动。上浮时，作用于奥尔特云底部的圆盘拉力较强，就可以将彗星拉出。

彗星的起源是天文学界一个古老的课题，虽然至今还没有得出圆满的答案，但在研究过程中所取得的一些成果，却对理解太阳系及银河系具有重要的作用。

## 为什么会出现彗星雨

考古学家在对化石资料的分析中发现，地球上的物种曾经遭受过周期性的毁灭。对于这种大毁灭的原因，很多学科的专家们都提出了各自不同的意见，而其中天文家的意见最令人瞩目。他们认为，大量的彗星好象下雨一样周期性地洒落和撞击地球，由此造成了生物的普遍灭绝。

如果说确实存在着这种周期性的替星雨，那么它又是怎样形成的呢？天文学家们对此展开了激烈的争论，虽然至今仍未统一意见，但提出了以下 3 种主要学说。

第一种是太阳伴星说。这一派的代表人物是戴维斯、马勒等。他们认为，太阳有一个看不见的伴星，叫做复仇女神，它以 2600 万年的周期绕着太阳进行公转。当它周期性地运行到离太阳最近的地方，奥尔特云中的彗星核就会在它的扰动下纷纷坠落。据推测，这种扰动每次能将上亿颗彗星送入太阳系，其中有几十个彗星可能与地球相撞。

这种说法虽然不能说没有道理，但太阳存在伴星的猜测至今也没有得到明确证实。

第二种学说认为，冥王星以外还有一颗行星绕着太阳公
32 转，当它的轨道与奥尔特云相交时，许多较小的彗星就会在它的带动下飞向地球。和第一种说法一样，第十颗行星的存在与否如今得不到证实。而且有许多专家认为，即使存在第十颗行星，它能否产生上述作用也很值得怀疑。

第三种是太阳跳跃运动说。这种学说认为，太阳在绕着银河系运行时，并不总是水平运动，而是像旋转木马那样时起时伏。当太阳穿过银河系平面天体最密集的区域时，奥尔特云中的彗星就会在引力的作用下飞向太阳系。

总的来说，这一派的学说最为诱人。因为太阳系每隔 3300 万年左右就要穿越银道面一次，而根据很多学者的估计和推算，地球上生物灭绝的周期也在 2600～3300 万年左右，这二者正好相近。此外，地球上陨击坑记录所显示出的周期，也差不多与此接近。这些都从侧面说明了最后这一派学说有可能是正确的。

## 彗星与地球上的生命有什么联系

早在远古时期，我们的祖先就曾把彗星与瘟疫、洪水以及死亡联系在一起，把彗星的出现看作是灾难的前兆。当然，在今天看起来这些观点都是荒诞可笑的。可是，随着科技的发展，人类观测宇宙的视野不断拓宽，科学家们又重新开始考虑，彗星与地球上的生命到底是否存在某种联系呢？

大家知道，生命的起源问题一直困惑着人类。不少科学家推测生命起源于地球之外，其中更有一些人坚持认为彗星就是生命的发源地。这种学说的代表人物是英国著名科学家
33 霍依尔，他认为“ 彗星携带并遍及宇宙地分发生命 ”。当然，他也承认彗星能传播瘟疫等病素，可他争辩说，彗星含有产生和维持生命所必需的各种元素，并且彗核具有放射性，从而提供了一个温暖的“ 水塘 ”，生命就是在这样一个适宜的“ 水塘 ”中从基本元素开始发展起来。

霍依尔的学说在几个方面遭到了非难。首先，为了保卫生命形式免受酷寒和真空的伤害，这个温暖的“水塘”必须是绝缘的，被几公里厚的保护层所密封，可是谁也保证不了这一保护层的稳固性，并且事实上，人们常常观测到彗星会莫名其妙地分裂。所以有人认为，这种暖“水塘”能长期存在直至生命形成，实在难以想象。其次，即使这种暖“水塘”能够长期存在，但彗星上的能源十分缺乏。在彗星深处没有光，除了少量显然不利于生命的放射性之外，别无其他能源，怎么可能产生生命呢？

基于以上原因，当代彗星研究的权威人士惠普尔对此学说深表怀疑，但他不否认彗星可能对构成生命的元素做过贡献，并且认为我们人体中的某些元素也来源于彗星。他是从太阳系演化的角度来考虑这一问题的，认为彗星在产生其他行星时留下大量残余物质，由于引力的摄动而进入地球。但是这一观点的正确性却无从证实。

近来，又有科学家从另外的角度来考虑彗星与地球上生命的联系。根据确切的科学资料表明，地球在 6500 万年以前遭到过一次毁灭性的撞击，使大量的生物灭绝，其中包括恐龙。由此许多科学家认为，这种撞击是由彗星造成的，并且有资料表明这种撞击是周期性的，正是“彗星雨”周期性地洒落和撞击地球导致地球上大量生物的灭绝。



对于这一学说，科学家们争论的焦点在于彗星雨的机制方面。一种观点是“太阳伴星说”，认为太阳有一颗看不见的伴星，它以 260 万年为周期绕太阳公转。当它周期性地运行到离太阳最近的地方时，奥尔特彗星云系中的彗星便在太阳伴星的干扰下纷纷向太阳系坠落，据估计，其中可能有几十个彗星与地球相撞。

另一种观点是“太阳跳跃运动说”。这一派认为，太阳在银河系中运转时并非水平运动。而是像旋转木马那样时起时伏。于是，当太阳穿过银河系中彗星云密集区时，大量彗星便会在引力作用下飞向太阳系。

那么，究竟是彗星带来了地球上的生命，还是彗星的撞击导致了地球生物的灭绝呢？科学家们至今还无法取得一致意见。



## 第二章　太阳家族的秘密

### 行星概况

### 在中心的是地球还是太阳

太阳，是太阳系中的中心天体，家族中的所有成员都簇拥着它，围绕它旋转。这已是人人皆知的常识。然而在天文学史上，曾把太阳摆在不公正的位置上，降贵屈尊地成为地球的附属品。当时人们认为地球是宇宙的中心，人是天之骄子，天上所有的日月星辰都在围绕着地球而旋转，这就是“地心说”的基本内容。无论在东方还是在西方，世界各民族对宇宙的最初观念，都认为地球是宇宙的中心。

“地心说”表现了人类对宇宙的认识还只停留在表面现象上。这本来无可厚非，这类情况是自然科学研究中经常出现的。然而在中世纪欧洲，封建教会却利用这个错误的理论，来维持教会的统治。教会宣称：谁要怀疑“地心说”，谁就是大逆不道、亵渎神灵，应按异教徒论处。教会的干预，严重地束缚了人们的思想，使中世纪天文学的发展受到禁锢。“地心说”蒙上了宗教色彩，在天文学上占据着绝对的统治地位。

中世纪末期以后，随着人类生产活动的巨大发展，特别是



环球航海的成功，促进了天文学的进步。

波兰天文学家哥白尼通过对天体的长期观测和总结前人的经验，撰写了一部崭新的天文学著作《天体运行论》。为了避免遭受宗教势力的打击，哥白尼直到临终前才同意出版此书。1543 年《天体运行论》正式出版了。在这本书中他向世人宣告：我主张地球是动的，它只不过是一颗行星，在所有的行星之间，太阳傲然主镇，高踞于王位，统治着像围绕膝下的子女一样的众行星。哥白尼的理论把太阳放到了应有的位置，太阳处在宇宙的中心，地球只不过是运动着的一颗行星，其他的天体均围绕着太阳运行。哥白尼创立了新的宇宙的结构理论——“ 旧心体系 ”，给宗教神学以沉重的打击，引起了一场重大的宇宙观革命。

按照“ 日心体系 ”理论，地球和其他行星围绕太阳旋转，这是它们的“ 真实运动 ”。天上的太阳、行星似乎在围绕地球转动，这只不过是一种视觉效果。我们看太阳和行星东升西落，似乎在围绕着地球转动，其实，这是我们地球运动的反映。哥白尼的“ 日心体系 ”理论，为建立科学的太阳系概奠定了基础，从此天文学首先迈入了现代科学的大门。

“ 日心说 ”在客观上动摇了教会的封建统治，自然遭到当时宗教法庭的严厉打击。1600 年 2 月 17 日，意大利的青年神甫乔尔丹诺 · 布鲁诺由于大胆、热情地宣传哥白尼的学说，被活活的烧死在罗马的百花广场上。布鲁诺在宣传“ 日心说 ”的同时，还提出自己的见解。他认为每颗恒星都像太阳一样，是巨大而炽热的火球，在它们周围可能也有行星绕转。在如此之多的恒星、行星系统中，根本不存在宇宙的中心。他基本上描述了一幅无穷宇宙的图景。



反动宗教的倒行逆施，并没有把科学家吓倒，反而有越来越多的科学家想证明“ 日心说 ”的正确性。在 1609 年制成了望远镜的意大利天文学家伽利略，首次用望远镜观测天空，发现月亮表面和地球一样崎岖不平，既有大块平坦的地区，也有不少陡峭的山脉和环形山。1610 年，伽利略在观测金星时发现，金星是被太阳照亮而发光的星体，它也像月亮那样时圆时缺，变化着自己的形象。因此金星是围绕太阳旋转的行星。伽利略的一个个发现，有力地支持了哥白尼的日心学说，引起反动教会的极大恐慌。教会多次把伽利略召到罗马受审，强迫他不再以任何方式、言语或著作去支持、维护或宣传“ 日心说 ”。从 1633 年起，伽利略被判终身囚禁，不幸于 1642 年逝世。这就是轰动世界的“ 伽利略事件 ”。几百年来，这一事件一直受到文明国家的科学家和爱好正义的人们的谴责。直到 1908 年欧洲教会才做出决议为伽利略冤案平反。宣布：伽利略在 17 世纪 30 年代由于天文观受到教会审判而遭磨难是不公正的。虽然为伽利略平反迟了几百年，但由此充分证明：真理的力量是不可抗拒的！伟大的科学巨匠伽利略是不朽的！

太阳是太阳系的中心，太阳系中的所有天体都围绕太阳旋转，这一观念已植根于我们现代人心中。

## 行星为什么围绕太阳旋转

哥白尼时代，人们通过对行星的实行观测，发现它们围绕太阳旋转，这其中的原因，直到 17 世纪牛顿发现万有引力定律，才得到圆满的答案。太阳的引力不仅使行星围绕它旋转不停，而且还决定了行星旋转的速度和它到太

阳间的距离。

我们知道，地球有引力，所以向空中抛出的任何物体都会
38 落回到地面。而质量比地球大 30 多万倍的太阳，它的引力是地球难以比拟的。它巨大的引力，牢牢地束缚着它家族中的所有成员。太阳的引力，要迫使行星向它靠拢，同时行星不停地旋转又具有远离太阳的趋势，这两种作用的结果，使行星与太阳保持一定的距离。九大行星分布在太阳系空间，就像和睦相处的兄弟，各自占据自己的位置，有规律地运动着。如果哪一个跑累了，想停下来歇一歇，它不久就会坠落到太阳上面，化为灰烬。如果哪一个跑得高兴了，加快了速度，它就会逐渐远离太阳，孤苦伶仃地跑到星际空间去漫游。事实上，九个兄弟都是听话的乖孩子，它们总是有条不紊地在各自的轨道上围绕太阳旋转。

牛顿万有引力定律，揭示出天体之间这种看不见的吸引力——万有引力，它使天体之间互相吸引，保持在一起。

牛顿是 17 世纪伟大的科学家，他在数学、物理、天文学上都作出了巨大的贡献，成为近代科学的象征。人们尊敬牛顿，崇拜牛顿。牛顿自己却说：“如果说我看得远，那是因为我站在巨人的肩上的缘故。”

牛顿一生都在不断地探索，开辟新的领域。然而他并不满足已取得的成绩。他在晚年时说“我知道世人怎么看我，但是我看我自己只不过是个在海边玩耍的小孩，一会儿拾起一颗比普通的更光滑的石子，一会儿又捡到一个比普通的更美丽的贝壳，真理的汪洋大海就在我面前，而我却完全没有发现它。”

## 39
## 行星运动的规律

行星在围绕太阳旋转时，在天球*上划出一定的轨道，
以往的天文学家认为这种轨道呈圆形。
17 世纪初，天文学家开普勒在研究火星运动时发现，火
星有时距离太阳远些，有时距离太阳近些，这说明火星的运行
轨道并不是圆形。开普勒决心找出火星及其他行星的运行规
律。他耐心、仔细地研究了火星在天球上年复一年的运动，面
对大量的、枯燥的天文数字反复计算，毫不气馁。他曾这样激
励自己：“我的团队溃败了，但我又召集新兵去作战。”尽管当时他所在国家奥地利国势混乱，他仍把全部精力投入到对火
星的研究上。一年又一年过去了，开普勒忍受着疾病和贫困
的折磨，一刻也没有停止过“战斗”。他花费了将近 20 年的时
间，终于发现了行星运动的三大定律，揭开了行星世界的秘
密。
根据开普勒第一定律，行星在太阳附近空间里运行的轨
道是椭圆形的，太阳位于椭圆的一个焦点上。因此行星在绕
日运行时，有时离太阳远些，有时离太阳近些，每个行星轨道
都是椭圆的，太阳位于一个焦点上。根据开普勒第二定律，行
星在其轨道运行时，它的速度时刻都在变化着。当它离太阳
最近时（这一点叫近日点），速度最快，当它离太阳最远时（这一点叫远日点），速度最慢。开普勒第三定律确定了行星椭圆
形轨道半长轴和公转周期的关系。

* 天球：在天文学上利用我们对天空直观的视觉印象，保留一个假想的球而，作为一种辅助工具，用来确定天体在天空中的直观的分布和运行情况。这个球面在天文学上叫天球。



开普勒行星运动三大定律，描绘了行星在天球上的运动景象，第一次把行星在天球上的真实运动展现在人们面前。

## 行星的分类

几千年前，我们祖先就注意到，在镶嵌着无数珍珠似的星空上，有五个比较亮的特殊星星，它们在相对位置基本不动的恒星之间游来游去，故称它们为行星。这就是众所周知的水星、金星、火星、木星、土星。以后天文学家又发现了天王星、海王星、冥王星。英文行星一词源于希腊文，原意为“ 流浪者 ”，指行星在天上漂游的行为。

九大行星，虽然都是太阳的子女，但是它们的相貌、个体各不相同。有的像受宠的孩子，挨在太阳身旁，享受过多的光和热；有的则被“ 驱逐 ”到遥远的冰冷荒漠，只得到一点太阳的余热；有的外貌是个庞然大物，不可侵犯，其实却像个面包，虚软得很，据现代科学家所能获得的资料表明：在太阳系中，唯有地球上存在着“ 生物机体 ”。地球因此被称为“ 绿色的摇篮 ”。

根据行星的各种特性，天文学家把行星分成二类或三类。首先介绍三类分法：

一类和地球相似，称它们为类地行星。它们包括水星、金星、地球和火星。类地行星体积较小，半径从 2000 公里到 6000 公里，平均密度大，为水的 4～5.5 倍，看起来很敦实。它们自转速度较慢，一般自转周期都在一天以上，卫星较少。水星、金星没有卫星，地球只有一颗卫星，火星有两颗小得出奇的卫星。由于它们离太阳较近，表面温度很高。

另一类行星因为特别大，故称为巨行星。它们是木星、土



星、天王星、海王星。它们特点是体积大，半径分别为 2.5、2.6、6.0、7.1 万公里。密度小，只有水星的 0.7～1.6 倍，样子很臃肿。自转一般较快。卫星较多，木星和土星就带有 39 颗卫星，由于它们远离太阳，因此表面温度较低。

冥王星独具一格，因为在体积上它与类地行星属同类，但又位于巨行星轨道外面的高度偏心轨道上，因此自成一类。该行星非常小，是九个行星中最小的一颗。表面温度非常低。

根据行星离太阳的远近，把行星又可分成两大类：内行星和外行星。

内行星包括：水星、金星、地球和火星。它们的轨道彼此相对地紧挨着，而且都距离太阳较近。内行星也就是我们上面介绍的类地行星。

外行星包括：木星、土星、天王星、海王星和冥王星，它们的运行轨道直径要比内行星大许多倍。

行星的分类并不是固定不变的。不同的天文学家有不同的分法。例如有的天文学家把天王星、海王星、冥王星分为一类。但内行星也就是类地行星自成一类，看来所有的天文学家的意见是一致的。

## 行星的公转与自转

我们生活的地球上，一年有着四季的变化。春天，万物复苏，田野上绿草如茵；夏天，万物葱郁，大地生气盎然；秋天，金风送爽，庄稼地里一片丰收景象；冬天，北国冰封，雪花飞舞，大地披上银装。这一年四季的变化，

正是由于地球在其轨道上环绕太阳运动的结果。我们把行星这种绕日运动称为公转。



早晨，太阳从东方冉冉升起，拉开了一天的序曲，傍晚，夕阳西下，黑夜的帷幕将降临大地。这种白天和黑夜的变化，是由于地球绕自己的轴旋转的缘故。我们把行星这种绕自己的轴的旋转称为自转。

所有行星自转的同时又在绕日公转。对地球来说，在绕日运行轨道上公转一周所用的时间定义为一年，一次完整的绕轴自转所用的时间定义为一天。正如人们所预料的。行星绕日运行的轨道愈大，运行周期愈长；轨道愈小，周期愈短。例如，冥王星公转一周需要 248 个地球年（248×365 天），而水星环绕太阳一周只有地球所需时间的 1／4。行星自转周期都不适合这种距离关系。金星自转周期很慢，它自转一次要用地球上的 243 天，也就是说，金星上的一天相当于我们地球上的 8 个月。而木星上的一天则是地球日的一小半，木星比地球自转还要快。如果我们到木星上去旅行，就会感觉到：“一天过得真快。”木星、土星、天王星、海王星自转周期十分相似，均在 10～24 小时之间。其中木星、土星的自转周期为 10 小时左右。一般来说，行星质量越大，自转越快。

地球自转方向是“朝东”的，这就是说，赤道上的一点在向东行进。如果我们想象自己在地球以外的太空中，处于地球北极正上方一点，那么看起来地球的自转方向是逆时针的。从这同一点观看地球太阳的公转方向也是逆时针的。此外月球也以相同的方向绕地球转动。天文学家把这种逆时针方向的旋转定为“顺行”；与此相反，顺时针方向的旋转定为“逆行”。从北方观测，所有的行星都遵循逆时针方向在绕日轨道上运行，也就是它们的公转方向是一致的。行星的公转轨道都是一些偏心率不大的椭圆，而且九大行星的公转轨道面几



乎接近在同一平面上。只有最里面的水星和最外面的冥王星例外。它们与轨道平面交角分别为 70° 和 17°。行星的自转方向则有差异。九大行星大多是正向自转，也就是顺行。只有金星反向自转，即逆行。而天王星几乎是躺在它的公转轨道面上侧向自转。

自转情况已知的卫星，月球、火卫（1、2）、木卫（1～4）和海卫 1 都是顺行自转。自转周期与绕行星公转周期相等。

## 各个行星的简况

我们按着行星到太阳的距离，从近到远依次对各个行星加以介绍，看一看九大行星的各自风貌和自然景观。

### 水星

水星是离太阳最近的一颗行星，距太阳平均为 5800 万公里，大约只有地球的 1／5。水星很小，只比月球大一点点，这颗行星与我们地球相比，不过是个侏儒。水星赤道直径大约为 4900 公里，质量只有 $3.3\times10^{26}$ 克，大约是地球的 54%，密度为 5.46 克／厘米 $^3$。它的表面引力也很小，只有地球的 4／10。

在太阳强大引力作用下，水星围绕太阳运行的速度很快，其公转周只有 88 天。水星的自转速率很慢，自转一周要 58.6 天。由于水星离太阳最近，且自转周期又长，因此水星面向太阳的半个球面，会烤得剧热，可达到 412 ℃，锡和铅都可以熔化。对比之下，背离太阳的黑暗面，温度则降低到-150

℃以下。可以说，水星是太阳系中非常热和非常冷的行星。



要仔细观察水星的表面是比较困难的。首先，由于水星紧靠太阳，大多数时间眩目的阳光把水星遮住了。其次它较小。再次当它出现在夜空时，位置很近于地平线，它反射来的光线要经过很厚而不稳定的地球大气。因此关于水星表面的情况直到本世纪才有一个粗略的图像。

水星上只有非常稀薄的大气，其密度还不足地球大气的 3‰。在水星极期稀薄的大气中，似乎存在一种雾状的、轻而松散的白色云雾。这飘渺的烟雾是什么？目前还不清楚，这很可能是种尘埃。

水星虽名为“水”，可是目前还没有证据表明，在水星的大气、表面或内部含有水或水蒸气。由于水星朝阳面温度很高，因此估计水星表面不可能有水分子存在。

水星的外貌很像月球，布了大大小不的环形山。用望远镜观测水星，会发现水星表面有一些明斑和暗斑，形状不固定，也没有清晰的轮廓。

水星是太阳系中第四个最亮的行星。在古代它又叫辰星。

## 金星

金星是一颗美丽的行星，看上去晶光耀眼，亮度仅次于太阳和月亮。在我国古代，当它在黄昏出现时，人们把它叫做“长庚星”，而在黎明前出现时，又称作“启明星”。

金星的赤道直径为 12100 公里，很接近于地球的大小，约为地球的 95%。它的平均密度为 5.26 克／厘米$^3$，这也与地球很相近。金星上的重力几乎与地球一样。金星的质量为 $4.9\times10^{27}$ 克，约为地球质量的 4／5。因此人们常把金星当做地球



的孪生兄弟。金星比其他任何行星都接近于地球，两天体最小间距大约有 4200 万公里，最大距离约有 2.6 亿公里。

谁都知道一天要比一年短得多，其实这只不过是我们在地球上形成的概念。金星上的一天就比一年还长。原因是金星围绕太阳运行的周期（一年）比它的自转周期（一天）还要短。金星公转周期是 225 天，而自转周期是 243 天。在金星上每天太阳都是由西方升起，由东方落下。它的自转方向和我们地球正好相反。

金星虽然是我们地球最近的邻居，但金星周围有一层浓密的不透明的大气，里面云雾弥漫，给金星披上了一层金色的厚纱，使我们看不到这近邻的真面目。

近十几年来，地球上相继地发射了十来个金星探测器，并且成功地在金星上着陆。根据送回的资料表明：

金星的表面是高低不平的。平原（即低洼地）占金星表面的 20%，大部分地区为高原。山地约占金星表面的 10%。金星表面的环形山不多，已发现的两个却非常大，其直径都在 600～700 公里之间。金星上有一条巨大的峡谷，谷长 1400 公里，宽 280 公里，深有 5 公里。这是金星的独特之处。

金星上的大气非常浓密，其密度竟达地球大气的 60 倍。大气中的主要成份是二氧化碳，约占 95%。其次是氮，占 2%～3%。氧和水汽很少，只占 1%。由于大气中含有大量的二氧化碳，当太阳辐射通过大气层，射入金星表面后，受激发的大气辐射出的红外线，却穿不过以二氧化碳为主的大气层，把热量散射出去。结果，使金星表面温度不断升高，竟高达 480℃之多。金

星大气在各纬度上，都以同样的速度自东向西旋转，其速度为每秒 100 米，四天旋转一周。浓密的大气，还

46 经常发出闷雷似的隆隆声，这说明金星的大气中有放电现象存在。

金星上完全缺水，这就排除了存在地球上所发现的任何形式的生命的可能性。金星虽具有恶劣的环境，但如果人类位于黑暗的那面而且有适当的防护，免于受到很高的气压和可能的强风袭击，那还是能够生存一段很短时间的。

金星距离太阳约 1.1 亿万公里，除了水星，它是离太阳最近一颗行星。在古代金星又叫“ 太白 ”。

## 地球

我们的地球有辽阔葱绿的原野，浩瀚澎湃的海洋，蜿蜒曲折的河流，巍巍高耸的山峦，明媚如镜的湖泊。在阳光沐浴下，万物生长，生气勃勃。同时在大地上，高楼矗立、灯火辉煌、机器轰鸣、车水马龙……创立了地球人的灿烂文明。地球是哺育我们人类的摇篮，是我们栖息的地方。让我们了解一下地球的特点吧。

1969 年飞登月球的美国宇航员在回首地球时，看到我们地球是淡蓝色的圆形球体，很像一颗美丽的巨型宝石。它的上面镶嵌着彩云和大陆，陆地被海洋环抱着。现代科学测量表明，地球实际上是椭圆球体，即扁球形的。它的赤道半径为 6378.14 公里，它的极半径比赤道半径短 21 公里。

地球公转的轨道是一个近似于圆形的椭圆，人们把它叫做“ 黄道 ”。地球公转及太阳直射点的变化产生四季更替。公转一周的时间为一年，约 365 天 5 小时 48 分 46 秒。地球自西往东自转，太阳因此也总是从东方升起，造成昼夜交替。自转一周为一天，约 23 小时 56 分。地球与太阳的平均距离为 1.

4749 亿万公里。

地球的质量为 $5.976\times10^{27}$ 克，大致为 60 万亿吨。地球的平均密度为 5.517 克／厘米 $^3$，大约是水的密度的 5.5 倍。

围绕地球表面的是厚厚的大气层。它的范围远达 2000 公里以上。大气层是保护我们人类的天然屏障，大量的紫外线、X 射线等对人体有害的光辐射，都在经过大气层时被吸收，只有少量的到达地面。同时，每年撞到地球上来的数以千吨计的星际物质与大气摩擦生热，绝大多数在大气中燃烧化为灰烬。如果没有大气层，这从大而降的陨石将成为家常便饭，我们将随时提防着“ 炮弹 ”的袭击。

大气层的主要成份是由氮、氧、氢、二氧化碳和水蒸气组成。厚厚的大气层分有许多层次，不同的层次，组成的物质不同。大气层随着高度的增加，气体密度愈加稀薄，并逐渐向星际空间过渡。大气层的质量很小，不到地球质量的百万分之

大气层对于我们人类来说非常重要。近年来，大气层中的臭氧含量在减少，引起各国科学家的密切关注。如何保护大气层中的臭氧层（它能够吸收大量的紫外线），已成为科学家们研究的新课题。

## 火星

火星光辉明亮而不闪烁，红橙橙的像个火焰球，因此在点点繁星的夜空中，我们很容易就能辨别出火星来。因为火星带有血红色，西方人又称它为“ 战神 ”。在中国古代，它又叫“ 荧惑 ”。

火星是我们地球的又一近邻、它以一个明显的椭圆轨道
48 围绕太阳公转。近日点离太阳 2.07 亿万公里，离太阳最远时达 2.49 亿万公里。火星在这样的轨道上运动与地球之间的距离变化很大，最近时只有 5500 万公里（火星在近日点发生的冲为大冲，大冲时离地球最近）。这时是观测火星的最好机会。最远时达四亿公里左右。

火星的赤道直径为 6800 公里，约为地球的一半。火星的公转周期为 687 天，自转的周期是 24 小时 37 分。火星质量很小，只有地球的 11%。火星表面上的温度，在白天时赤道可能有 25℃，而在夜晚时可能降低到—80℃。

火星上的大气层很稀薄，大气中的主要成份是二氧化碳，其次是氢气，在大气的最高层上还发现了原子氢和氧。大气中的水蒸气含量是极少的，与地球大气比较几乎是微不足道的。

1877 年，意大利天文学家斯基伯雷宣布：火星上有人工开凿的“运河”。既然有人工开凿的运河，当然火星上就有人了。从此，关于火星人的传说流传了近一个世纪。随着科学的新发现，关于“火星人”的传奇便慢慢消沉下去。但火星上是否有植物，或者更低级的地衣之类的生命存在呢？1976 年美国发射的两颗宇宙飞船“海盗 1 号”和“海盗 2 号”飞落火星表面，进行实地考察，结果表明：虽说火星土壤里有少量的水，而且比地球南极土壤似乎更活泼些，但毕竟没有生命存在，甚至连曾经有生命存在的痕迹一点也没有。

火星表面 2／3 为红色地区。它表面的岩石与褐铁矿很相似，因此呈现红色。岩石含量最丰富的元素是铁（14%）、硅（15%～30%）、钙（3%～8%）、和铝（2%～7%）。岩石形状大小不一，从卵石到巨砾。许多岩石都有棱角，有许多呈现出地
49 球沙漠中常见的风磨石的风蚀形式。

火星上大气比较稀薄，因此表面非常干燥，经常尘埃骤起，狂风大作，大量的黄色泥沙铺天盖地，经久不息。这就是火星上有名的尘暴。

占火星表面 1／3 的地区，为暗青色区域，它的颜色随着火星季节的不同而变化。春天来时，这些斑点的颜色就变深了，以后逐次暗淡下去。

火星上有好些深色的斑纹，这些斑纹看起来就像人工开拓的运河。其实这些网络只是一些黑色物质的粗糙排列。由于火星上也存在与月球上一样的环形山谷、圆形山谷，高度差为 12～15 公里，于是有人认为这种黑色网络正是由这些峡谷连成的。

火星表面上除了这种链状峡谷外，还有大量的裂缝，它们突然地出现，迅速地形成。另外，火星上还有巨大的喷口火山，它的喷口迅速地在扩大。

火星景观中最奇异的是极冠，白色的极冠由一层薄薄的二氧化碳冰的表面覆盖层组成。每个极冠的大小都经历着剧烈的季节性变化，在冬季期间极冠大大膨胀，在夏季收缩为一小块面积。

火星是一颗正在活动与演化着的特殊行星，从地质年代来说，它比地球年轻得多。

火星有两个很小的卫星。火卫一绕火星公转周期只有 7 小时 39 分，比火星自转速度快得多，因此在火星上看这颗卫星将从西方升起，而落于东方。火卫二走得就很慢了，公转周期约为 30 小时，每次出现在火星地平面之上的时间可长达 66 小时。

## 50
## 木星

木星是太阳系中最大的一颗行星，它的赤道直径约为 14.2 万公里，约为地球直径的 11 倍。木星体内足可容下 1300 个地球。木星虽然是个庞然大物，但它的质量却只有地球的 318 倍，它的平均密度只是水星的密度的 1.3 倍。木星表面的重力是地球表面重力的二倍半。木星表面温度十分低，大约有 -140 ℃。在古代，木星又叫“ 岁星 ”。

木星的大气层非常之厚，大约有 13000 公里，主要成份有氢、氨和甲烷等。木星距离太阳平均只有 7.79 亿万公里，它离地球最远时达 9.65 亿万公里，离地球最近距离为 6.27 亿万公里。木星围绕太阳公转的周期是 12 年。它的自转速度很快，自转周期为 9 小时 50 分。

木星很扁，这是由于木星自转特别快所造成的。高速的旋转，使赤道带物质具有很大的离心力，从而使赤道隆起。木星各处的自转速度不一样，赤道上最快，纬度愈高的地区自转速度愈慢。木星没有固体表面，是一颗气质性行星。

用望远镜观测木星，可以看到一些和赤道大致平行的明暗相间的条纹。这是由于迅速自转而产生的大气流所致。

木星上最引为注目的是位于其南热带的椭圆形大红斑，其长轴达 2 万多公里，短轴也有 1 万多公里。它是 1877 年首次被发现的。大红斑成为木星美丽的标志。目前大红斑仍旧非常明显，只是它的大小、形状及颜色略有改变，位置也有些变化。大红斑具有周期性变化的特点。有时复现，有时就隐没下去，只能看到它暗淡的背影。大红斑不是固定不动的，它像一股巨大的旋风在大气中按逆时针方向旋转。



人们对大红斑做了种种猜测，有的认为它是固体或木星大气中的半固态浮状集结物；有的又认为它是固态氨和钠的混合物，但目前还没有定论。

木星还有一个最显著的特点，就是它是一个会发光的行星。我们知道恒星才会自己发光，行星不会发光，它们靠反射阳光才被我们看到的。但木星却非属此例，因为从木星上辐射出的能量比它从太阳那儿吸收的全部能量要大得多，约大 2 倍。根据木星发光这一事实，有人提出这样一个设想：木星也算是一颗恒星，它和太阳构成一个双星系统，是太阳的一颗暗伴星。太阳强大辐射能量的来源，在于其内部的热核反应，那么木星的中心处也有热核反应吗？目前还没有找到证据。木星为什么发光，至今还是一个谜。

木星有 16 颗卫星，它们和木星构成了一个小“ 太阳系 ”。如果我们到木星上去旅行，我们将看到的是 16 个“ 月亮 ”。这 16 个卫星大小不一。有 4 个很大，直径分别为 5181 公里、5149 公里、3717 公里、3138 公里，其中 2 个比水星还大。

这 4 颗卫星又叫伽利略卫星，因为它们首先是由伽利略在 1610 年发现的。当时伽利略把望远镜对准了木星，发现在木星淡黄色的圆面附近有 3 个光点，有时亮点竟达 4 颗卫星，它们变幻着位置。经过反复观察，伽利略断定：它们是绕木星旋转的 4 颗卫星。

其实最早发现的木星卫星的人是中国的甘德。那时还是战国时期，没有望远镜。天文学家甘德在观测木星时，隐约看见木星的旁边有一颗亮度很弱的星星。这颗星有时在木星的左侧，有时在右侧，经过反复观测计算，发现它真是一颗木星的卫星。由于这颗卫星比水星还大，因此当年甘德凭肉眼就
 看到它了。

# 土星

土星是太阳系中第二颗大的行星，它的赤道直径约为 12 万公里，为地球的 9 倍。土星的体积是地球的 740 倍，但土星的质量却只有地球的 95 倍。土星的密度是九大行星中最小的一个，只有水密度的 0.7 倍。如果有一个汪洋大海能放下土星的话，土星将像一个大皮球漂浮在水面上，因为它的密度比水还小。

土星与太阳的平均距离为 14.3 亿万公里。公转周期需要 29.5 年。

土星比木星还要扁，之所以如此，一方面由于土星自转得很快，自转周期大约是 10 小时 14 分,另一方面是由于它上面气体所占的比例更大的缘故。和木星上样，土星赤道处自转最快，高纬度区域自转周期略长些。土星也是一颗气质性行星。

土星上也有大气流所形成的赤道平行的暗带，但不如木星那么明显。土星大气主要由氢、氨和甲烷组成。土星的平均温度为-145℃。

土星最为显著而美丽的标志是它的外围有明亮的光环，这使土星在望远镜里看起来很美。

土星光环很宽，但却很薄，沿着赤道围绕在土星四周。光环无一处和土星相接，仿佛悬挂在空中似的。整个光环共分七圈，包含三个主环和四个暗环。三个主环中最外面的一圈，叫外环，其外缘直径达 274000 公里，环宽 15500 公里。中间一圈叫中环，因其最亮，所以也叫亮环。亮环和外环之间有一个
535000 公里的空隙。中环宽为 25000 公里。中环里面是内环，也叫沙环。内环和中环之间没有明显的间隙。1969 年，在土星内环里面又发现了一圈。只是由于它非常暗，又靠近明亮的土星，所以很难观测到它。第五个光环，在外环的外面，它延伸到土卫四旁边。第六个光环在土卫五和土卫六之间。第七个光环在最外面，其外缘还未观测到。土星光环宽度惊人，但是厚度实在太薄了，只有 15～20 公里。几个光环都在围绕土星旋转，但它的转速不一，外环最慢，中环快些，内环最快。如果能站在土星上看那美丽的光环，外环自东向西旋转，而中环和内环，却自西向东旋转，景观一定很有趣。

土星的光环位于赤道平面上，由于土星自转轴与它的轨道平面保持一定的倾斜角度，所以我们平时看土星光环，只有当太阳光照亮土星光环时才能看到。我们在地球上看土星光环，它的形状是不断变化的，有时很宽很亮，有时很窄，有时连一点痕迹也没有。

土星光环既不是陆地，也不是什么液体和气体，而是由无数平均值不到 1 米的小冰块组成，它们的总质量不到月球的 1%。由于它们对太阳光反射能力很强，因此在地球上看上去就成为一条美丽的光环了。

土星有 23 颗卫星。最大的一颗卫星土卫六，直径达 4 千 8 百多公里，比我们的月球还大。其余卫星都较小，已知详细数据的达 17 颗。

土卫六是一颗非常神秘的卫星，它上面有一层很厚的大气，和我们地球上的大气层一样厚，但它的主要成份却和地球大气完全不同，主要是由甲烷和氢气组成的。土卫六的大气层和地球早期的大气层极其相似，因此科学家们设想：在太阳
54 系中除地球之外，土卫六极有可能是又一个生命的摇篮。

土星自己也会发光，不过它自身辐射的能量比木星小得多。在中国古代，土星又叫“镇星”或“填星”。

## 天王星

在发明望远镜之前，人们只发现了除地球之外的前面叙述的 5 颗行星。直到 18 世纪末，天王星才被发现。发现天王星的人，是一位业余天文爱好者，他的名字叫威廉·赫歇耳。威廉·赫歇耳从小对星空就有着浓厚的兴趣，常在业余时间钻研天文学。他坚持自己磨制望远镜镜头，据说，他曾经接连磨制 200 多个镜头，才从中选出一个合格的。功夫不负有心人，1781 年他用自己安装的望远镜发现了天王星。鉴于他的重大发现，英国国王乔治三世授予他年俸 220 英镑，还为他提供观测设备和经费。

天王星是第二个具有光环的行星。在望远镜里天王星呈现出小小的淡绿色圆面，在赤道区域有几条明暗相间的条纹。

天王星的赤道直径约为 51800 公里，为地球的 3.8 倍。天王星的密度很小，只有水的 1.24 倍。天王星的质量是地球的 15 倍。表面温度非常低，大约有-210℃。

天王星到太阳的平均距离为 28.8 亿万公里，公转周期为 84 年，自转周期为 24 小时左右。

天王星的形状和木星、土星一样，非常扁。天王星也是气质性行星。

天王星大气中，几乎所有的氨都已冻结，而甲烷则占有优势地位。

天王星有一个特别的地方，就是它在围绕太阳公转时，自
55 转轴几乎就在公转轨道面上，所以，看上去它好像是躺在那儿公转。因此，在天王星上一年四季变化得很大，几乎整个行星表面都有被太阳直射的机会。只是每季特别长，大约要 20 年。

天王星的光环，其环带分成 16 个环，均为封闭环，主要由冰、铁物质组成。光环里的气体物质极其稀薄。

天王星有 5 个卫星，它们的直径分别从 321 公里到 2896 公里之间，它们与天王星的距离从 122300 公里到 585774 公里。当天王星的某一极对着我们时，我们可以看到这些卫星在近似圆形的轨道上运转。

## 海王星

海王星是如何发现的呢？人们在对天王星的研究中发现：天王星的轨道与其他行星有所不同。其他行星的轨道与人们计算的轨道甚相符合，但天王星却总是偏离计算的轨道。于是有人提出在天王星外面可能还有一颗大行星。在 1841－1846 年间英国的亚当斯和法国的勒维耶几乎是同时算出这颗新星的位置。

亚当斯在英国剑桥圣约翰学院读书时，对天王星的运动就发生了兴趣，并努力寻找引起天王星行动失常的新行星。1845 年他终于算出这颗神秘行星的质量、轨道以及在天空中的位置。他把自己的计算结果寄给了英国格林威治天文台台长。遗憾的是，这位台长是个迷信“权威”的人，把亚当斯的研究成果放进了抽屉里面。

几乎在这同时，1846 年法国的勒维耶也整理出他的计算结果，并预告了这颗未知行星的位置。柏林天文台一位名叫
56 加勒的研究者按照勒维耶的预告，在星空中发现了这颗太阳系中的第八颗行星——海王星。

海王星的发现，轰动了当整个科学界，它是第一个由理论计算来确定其位置的行星。

海王星的大小和天王星差不多，它们好像是两个孪生兄弟，因为它离我

们更远，在大望远镜里仅呈淡绿色的小圆斑。

海王星的赤道直径与天王星相当，为 49500 公里，为地球的 3.4 倍。海王星的质量约为地球的 17 倍，它的平均密度是水密度的 1.6 倍。海王星的轨道与太阳的平均距离为 45 亿公里。它的公转周期为 165 年，自转周期为 15 小时 48 分左右。海王星距离太阳是如此遥远，因此在海王星上所见到的太阳比在地球上所见的要小 30 倍，在那里，太阳只是一颗用肉眼刚可以看到的星星。

海王星也是一颗气质性的行星，它的表面温度为一 210℃。海王星的大气层主要由甲烷组成，没有发现氨的踪迹。

海王星的卫星只有 2 颗。其中海卫一很大，直径大约 4900 公里，是太阳系中比较大的一颗卫星，其表面上空有稀薄的大气。另外一颗卫星的轨道偏心率很高。

## 冥王星

发现海王星后，人们以为天王星的运行规律该由海王星的作用解释清楚了。但后来精确的观测表明，天王星的运行轨道仍然与计算轨道存在着偏差，而且海王星的运行轨道也不正常。是不是海王星外还有一颗未知的行星？

1915 年，美国著名的天文学家洛威尔对这颗未知行星的
57 质量和它的轨道作出预言。此后洛威尔进行了多年的观测，但一无所获。

1929 年，年仅 23 岁的美国青年汤博踏入了洛威尔天文台，他的任务就是寻找海外行星。

当时有人建议用照相方法来寻觅这颗未知行星。浩大的天空，什么能照完呢”正在为难时，德国一家仪器公司发明的“闪视比较仪”给汤博很大帮助。这种仪器是专门用来发现两张同一天区的底片有何不同的。汤博把预定的天区划分成许多小块，然后用望远镜依次对一小块一小块的天区照相。这项工作颇似“大海捞针”。但汤博以惊人的耐心和毅力努力工作，对大约 2 万多上嫌疑点多次拍照反复对照比较。1930 年 2 月 18 日，汤博终于发现了海外行星——冥王星。

冥王星在大望远镜里呈微黄的色彩。它的直径大约为 3200 公里左右，是九大行星中最小的一颗。它的密度只有水的 1.51 倍，质量为地球的 0.0024 倍。

冥王星围绕太阳运行的轨道与太阳的平均距离是 59 亿公里。它的公转周期为 248 年，而自转周期大约是 6 天。冥王星对太阳的平均距离是太阳系行星中最远的一颗。但是冥王星轨道的偏心率很高，又由于冥王星的轨道与海星轨道交叉，因此它在近日点附近时就不是太阳系最外围的行星，在其沿轨道运行中，大约有 1／6 公转周期的时间，它比海王星更接近太阳。

由于冥王星距离太阳极其遥远，所以它的表面都为冻结的气体所覆，而成为一个冻结的行星。

到目前为止，人们普遍认为冥王星是太阳系最外面的一颗行星，因此冥王星有太阳系门神之称。



冥王星只有一颗卫星，其直径为 1650 公里，是一颗同步卫星。

前面我们介绍了太阳系的九大行星，在冥王星外还有没有未发现的新行星呢？现代天文学家应用万有引力定律，考虑天体在太阳引力和银河系中心引力作用下的运动状况，从理论上得出太阳系的引力范围 4500 天文单位，作

用范围 6 万天文单位，而且目前九大行星的范围只有引力范围的 1.1%。

另外，发现了海王星、冥王星之后，计算得到的天王星位置还是不能和观测值完全相符。因此有一定的理由可以预言，在冥王星外肯定存在大行星。也有人持反对意见。

随着现代化观测手段的更新，也许有一天太阳系又会增加新的成员，我们怀着极大热情，期待着“新伙伴”的到来。

## 众多的小行星

提起小行星的发现，这还要归功于提丢斯——波德定则。

1766 年，德国一位名提丢斯的天文爱好者，根据一些书籍的行星数据，发现书籍的六大行星与太阳的距离似乎有一定的规律性。说起来，这很像是在做数学游戏，提丢斯提出：取一数列：0，3，6，12，24，48，96，192，……然后将每个数加上 4，再除以 10，就可近似地得到以天文单位（即日距离）表示的各个行星与太阳的平均距离。

后来，柏林天文台以长约翰·波德觉得这一发现很有意义和价值，他于 1772 年改进并公布了这个定则。这就是“提丢斯——波德定则”。



根据这个定则，可以写成下面的算式：

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 | 0.3 | 0.6 | 1.2 | … | 4.8 | 9.6 |
| ＋0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| 0.4 | 0.7 | 1.0 | 1.6 | ？ | 5.2 | 10.0 |
| 水星 | 金星 | 地球 | 火星 | 木星 | 土星 | |

当时人们根据这一定则发现，其中缺了一项（2.4＋0.4=2.8），于是人们猜想在火星与木星之间可能还有一颗大行星未被发现。从此许多天文学家和天文爱好者企图在空中找到这颗新星。

天文学家的辛勤劳动没有白费。1801 年元旦，意大利天文学家皮阿齐在距离太阳 2.77 天文单位处，即火星和木星之间，发现了一颗行星。天文学家以为第五颗行星找到了，所以立即给它取了个天神的名字——谷神星。

然而，进一步观测表明，谷神星虽然居于行星的位置上，但比起其他行星来它实在太小了，谷神星的半径只有 500 多公里，还不到地球卫星——月球的 1／4，因此人们又给它另起了一个名字，叫小行星。

一年多以后，天文学家又发现了一颗小行星，取名为智神星。智神星的直径约有 490 多公里，比谷神星还要小。1804 年发现了婚神星，1807 年又发现了小行星中最亮的一颗——灶神星……源来在火星和木星轨道之间不只是一、两颗小行星，而是一群小行星。到目前为止，人们已经发现的小行星（指确定了轨道的）共有 2000 多颗，而实际上小行星多极了，竟有 4 万多颗。小行星到太阳的平均距离为 2．8 天文单位，这和提丢斯——波德定则推算出来的结果完全相合。



中国科学院紫金山天文台的科学工作者们，在这方面作了大量的工作。他们共拍摄了 6400 多张照片，确定了 4000 多颗小行星的位置，发现了 300 多颗小行星。同时，他们还对 30 多颗小行星进行光电测光，确定了它们的自转周期。

小行星，顾名思义，主要特点是个儿小。小行星的直径一般从几公里到几十公里。最大的小行星谷神星直径为 1000 公坦克。智神星、灶神星的直径

分别为 490、380、190 公里。小的小行星，大小和巨大的陨石差不多。小行星的形状很不规则，只有几颗大的呈圆球状，其他很像是岩石的碎块。

大部分小行星分布在火星和木星的轨道之中。自转周期 2～16 小时，公转周期 3～6 年不等。轨道近于圆形。但也有个别小行星轨道非常特别，它们的轨道是一个非常扁的椭圆形，偏心率很大。

此外，在地球轨道附近，木星轨道附近，甚至土星和天王星轨道之间也发现有小行星，还发现几颗小行星带有卫星。小行星质量总和等于地球的万分之四，而且质量越小的，数目越多。

天文学家认为，小行星大概是一个爆发行星的碎片，这些碎片在行星爆发后的几千万年内，由于天体间的各种力学作用，它们就形成为目前小行星的运行状况。此外也有可能是一些从未结合在一起的小物体。至今人们对小行星的起源问题众说纷纭。

## 61
## 彗星

彗星有个奇特的外貌，前面有个闪着白光的头，后面拖着一条时长时短的尾巴，发出血红的或者灰白色的光芒。当它出现在夜空时，看起来像一把扫帚横挂在天上，所以它的别名又叫扫帚星。

过去由于人们不了解彗星的本质，每当彗星突然降临在星空之中，人们就担惊受怕，认为它是一种不祥的预兆。其实，彗星的突然出现，不久又一下子消逝，是由于彗星的运转周期比较长，我们看到它的机会少一些而已。总之，彗星的出现不会给人类带来任何灾祸。

现代天文学家们估计，太阳系中有 1000 亿颗彗星，由于绝大多数的彗星离我们太远，人们很不容易看到。到目前为止，人类看到过的彗星不过只有：1600 颗左右。彗星中最著名的要算哈雷彗星了，它不仅拖着一条长长的明亮的尾巴，而且还是第一个被预言要回来的周期彗星。1682 年，当哈雷彗星出现的时候，天文学家哈雷就密切注意着它。哈雷发现 :这颗彗星的轨道与 1607 年、1531 年出现的彗星轨道很相似。这使他想到这三颗彗星可能是同一彗星的三次出现。哈雷认为，这颗彗星是以 76 年为一个周期，沿着很扁的椭圆轨道围绕太阳公转的。他预言，这颗彗星将于 1758 年再次出现。1742 年哈雷去世后，法国一位名叫克雷洛的数学家根据哈雷的预言，运用牛顿万有引力定律进行计算，判断这颗彗星出现的时间要推迟一些。1759 年 3 月，这颗明亮的大彗星终于又出现
62 了。人们为了纪念天文学家哈雷，把这颗彗星命名为“ 哈雷彗星 ”。1910 年哈雷彗星出现了极为壮观的天象。这一天还戴着一条面纱似的白带，在天空中缓缓而行，它的头部已经栽下地平线了，但它的长尾巴还拖在我们的头顶上。当这颗彗星走到太阳和地球之间，离地球只有 2400 万公里时，它的尾巴却长达 2500～3000 万公里，地球无可奈何地在哈雷彗星的尾巴里穿行了几小时。

我国对哈雷彗星曾做过最早的记载。史书《春秋》中曾有：公元前 613 年，鲁文公十四年“ 秋七月有星孛（彗星）入于北斗。 ”现代天文学家根据它的轨道和时间判断此星孛即哈雷彗星。

大部分彗星都不停地围绕太阳沿着很扁长的轨道运行。循椭圆形轨道运行的彗星，叫“ 周期彗星 ”。公转周期一般在 3 年至几世纪之间。周期只有几年的彗星多数是小彗星，直接用肉眼很难看到。不循椭圆形轨道运行的彗

星，只能算是太阳系的过客，一旦离去就不见踪影。大多数彗星在天空中都是由西向东运行。但也有例外，哈雷彗星就从东向西运行的。

彗星本身是不会发光的，早在我国晋代，我国天文学家就认识到这一点。《晋书·天文志》中记载，“彗本无光，反日而为光”。彗星是靠反射太阳光而发光的。一般彗星的发光都是很暗的，它们的出现只有天文学家用天文仪器才可观测到。只有极少数彗星，被太阳照得很明亮拖着长长的尾巴，才被我们所看见。

彗星由彗头和彗尾组成。通常彗头都有几万、几十万、甚至几百万公里那么大，彗尾就更大了，最普通的彗尾也要有几
63 百万、几千万公里，最大的甚至有几亿公里之巨，它的身躯如此庞大，内部却异常空虚。只有头部的核心（称为彗核）里才有少量的尘埃、冰、甲烷、氨和二氧化碳冻结成的结晶物，其中绝大部分都是冰冷的气体。彗星的质量小得惊人，通常不到地球质量的几百万分之一，有的只有地球的几十亿分之一。可以想象，彗星的密度非常之小，只有地球大气的 23 万分之一。这样小的密度，比起我们所能抽得的真空还要空得多。因此彗星几乎就是“视若无物”。如果一颗最大的彗星物质按地壳的密度构成，把它放在地面上只不过是一座小山丘的大小。难怪前面提到的，地球穿过彗星的尾巴，人们没有一点异样的感觉。

彗星，并不总是拖着大尾巴，当它远离太阳的时候，表现为一个小小的斑点。只有当它走近太阳附近时，气体被蒸发，才长出一条尾巴来。同是彗星在每次经过太阳时，彗尾一次次地形成和消失，也使彗星本身渐渐消耗，因此很多彗星都逐渐在“消瘦”，它的“容光”也逐渐在衰失。

有的彗星很有稳定，有时会发生分裂，甚至全部瓦解，形成流星体。1845 年，当天文学家在观察比拉彗星到来时，比拉彗星突然分裂成两颗了。以后它们逐渐彼此远离。1852 年，这对彗星又回来时，他们之间已经隔开了 240 万公里。1872 年当地球穿过这颗彗星轨道时，天上下了一场名符其实的“流星雨”。

彗星经常徘徊在温度低至-238℃的远离太阳的太空区域中，在这种温度极低的冷冻区里任何化学作用都不会发生，所以彗星的面目也就难于改变，而带有许多早期太阳系的信息，它是研究太阳系起源问题的重要资料。于是每当一颗彗
64 星“驾临”时，举世的望远镜都要转向它，天文学家这时就要忙一阵子了。

## 流星与陨石

夏夜的星空，我们常会看见一条弧形的亮光，像是一支亮剑划破长空，飞闪而来，这就是流星。

流星数量相当多，估计全地球一昼夜间就有几千万万个流星闯入地球的大气层。哪儿来的那么多流星啊？原来，在星际空间里，布满了无数小而暗的尘粒和物体，我们称为流星体。

当流星体闯入地球大气层时，由于它们运动速度非常大（达到 13～70 公里／秒），沿途和大气分子发生的碰撞便非常猛烈，于是在这种碰撞中流星体就燃烧、发光并汽化。这就是我们所见到的流星。有的流星体在穿过大气层时，还会发生爆炸，分成许多碎片，这时我们不但可以见到流星有一条很亮的尾巴，还能听到雷鸣般的响声，我们称这种流星为火流星。这种流星的质量都非常大。

一般情况下，流星是一个一个地单独出现的，但有的时候，可以同时看到许多流星，就像节日的焰火，刹那间，从天空的某一点一下子迸发出来，构成壮丽的天象。这样的现象我们称为流星雨。流星雨是由于流星群和地球相遇而发生的。

流星群是太阳系中各种小天体因碰撞、碎裂而成的一群小物块。它们沿着同一轨道运行，形成了流星群。此外有的流星群和彗星很有关系，它们是由于彗星瓦解过程中抛出的

65 尘粒而而逐渐形成的。至今已发现的流星群有数百个。

一般流星体都很小，直径为 0.1 厘米到 10 厘米不等，质量从几毫克到几百克，也有少数流星体特别大，个别的可大到几百吨。

流星体在穿过地球大气层时，一些没有完全燃烧掉而落到地面上的，我们就叫陨石。陨石有大有小，最小的只有 0.16 克，而大的可有 60 吨。大部分流星体在穿过大气层时都已焚化掉，只有一小部分落到地球表面。

1908 年,有一颗巨大的陨石落到西伯利亚原始森林。在爆炸中心周围 100 公里的范围内，树木像成排竖立的骨牌一般，一株一株地倒下去，160 公里外的人被震倒。更远处的火车司机赶紧刹车，因为他看见前面西伯利亚的大铁路的铁轨翘起来抖动着。科学家们估计，这颗陨石重量约为 100 万吨。可惜它在撞击中已化为尘埃。

按陨石的化学成分，可把它们分为三类：

第一类几乎完全是镍铁合金的铁质陨石，其化学组成主要是铁。

第二类是石质的陨石，其组成大多是硅酸盐物质，主要是橄榄石和辉石。

第三类是中间型陨石，由石铁质组成，铁、镍和硅酸盐等矿物大致各占一半，还有少量的其他元素。在这种陨石中，金属都分散在石头里。

地球每年都要遭受到小行星、彗星、流星体以及星际尘埃物质的撞击。每次撞击，都要留下这些物体的残骸——陨石或尘埃。天文学家估计，这些微小的撞击，大约每年要给地球增加 400 万吨物质。如果自从地球形成以来一直如此，那就

66

等于地球的整个表面铺上了一层厚约 10 尺的外皮。原来我们耕作的泥土，竟来自古老的星尘。

## “温柔”的月亮

行星的卫星是环绕行星运动的固态物体。地球的卫星只有一个——月球。月球是离我们最近的天体，也是我们至今了解最多的星球。

### 温柔天边月

天边一轮明月，遥望似一面银镜。满月的夜晚，夜幕刚刚垂临，它便从东方冉冉升起，倾泻着柔和静寂的光辉，照亮着酣睡的大地。

月亮是地球的侣伴。自从它诞生 40 多亿年以来，它就围绕着地球回旋不息。千百年来它和我们人类生活休戚相关。现在，人们更懂得它所处地的地位，它离我们最近，对我们的影响仅次于太阳而列第二，它又是人类星际航行的第一站。

月球围绕地球运转的轨道（又叫白道）是个椭圆，它离地球最近时为 356400 公里，最远时 406700 公里。平均距离为 384400 公里。这个距离与其它天体相比可谓近在咫尺了。

我们仰望天边明月，总会看到月球呈现出不同的形状。有时呈镰刀形的

一勾弯月，有时是半圆形的弦月，有时又像一面圆镜。我们把月球这种视圆面的变化，称之为月相。

难道“人有悲欢离合”，月球就会有“阴晴圆缺”吗？不是



的。原来月球自己不会发光，全靠反射太阳的光，才使我们看到它的相貌。月球在围绕地球旋转时，处在轨道的不同位置上，由于被太阳照亮的部分不同，就造成了不同的月相。古代诗人常用月亮的圆缺变化，抒发心中的离愁别绪。

当月球转到地球和太阳中间的时候，我们看不到月球的朝阳面，即天空中看不到月亮，这时候叫做朔（新月），随着月球沿轨道过来，我们也渐渐看到月球的朝阳面，于是天空中就出现一钩弯弯的月牙。到月球转过 1／4 轨道路程时，我们就可以看到半个圆饼式的月亮，称之为上弦月。上弦以后，明亮的部分继续扩大，月亮变得越来越圆。当月球和太阳分居地球的两侧，遥遥相对时，我们就会看到圆圆的满月，这就叫做望。满月之后，月亮又逐渐变缺，经过下弦月、残月，又回到朔上。

细心观测者会发现，明月升起或落下的时间不是固定不变的。由于月球的公转，月亮升起的时间每天都要迟 50 分钟左右。

月球围绕地球旋转一周，历时 27 日 7 时。由于月球不仅绕地球转动，而且陪伴着地球围绕太阳运行，因此月相变化的周期等于 29 日 12 时。我国仍在使用的夏历（农历），其历月的长度就是根据月相的循环。

平常我们总是说：“月亮绕着地球转动”，这句话其实不太严格。实际的情形是月球和地球都绕着地月系统的质量中心转动，地月系统质量中心的位置，它处在地球内部，离地心 4671 公里，离月亮中心 379729 公里。

月球总是以同一面对着地球，是不是月球没有自转？原来月球公转和自转的周期相同，因此我们就只能看到月球的



一面风光了。

月球的直径有 3476 公里，稍大于地球直径的 1／4。月球的体积是地球的 1／49，月球的平均密度为水密度的 3.3 倍，它的总质量为 $7.35\times10^{25}$ 克，大约是地球质量的 1／81。月球可以说是地球一个不小的伴侣，因此有些人把地球与月球看做是一个双星系统。

## 日食与月食

骄阳当空，万里无云，眩目的日轮突然被蒙上一块阴影，于是黑夜骤临，气温下降……满月的夜晚，一轮明月有时会慢慢地残缺下去。这就是古人所说的“天狗吃月亮，蟾蜍食月”的日食、月食的现象。

其实日月食的原理很简单。当月球从太阳和地球之间通过时，月球遮断阳光，月影扫过地面，天空变得黑暗，于是产生了日食。日食必发生在朔日，即农历的初一。平均每年发生的日食为 3～4 次，一年里至少会发生 2 次，最多可达 4 次。但是就某一个地区来说，并不每年都可以看到日食，因为日食发生时，只在月球影子覆盖的狭窄地区可以看见。

日食有三种类型。当整个太阳圆面都被月球遮住时，发生日全食，当太阳圆面只有一小部分或大半个月球遮住时，发生日环食。在日环食时，在暗黑的月轮外面，留下一圈耀眼的光环，很是好看。”

日全食是一种非常壮观的天象。这时，天空一片夜色，在太阳位置上，高悬着暗黑的月轮，紧靠月轮的周围，有一圈玫瑰色的光环，在这光环外有一片羽毛状的白色光芒。此外，在

69 远方的地平线上，还会出现一圈朝霞似的淡红色光辉。

当月球转到太阳的对面，即日、地、月三者的位置恰好或几乎成一条直线时，月球处在地球的投影之中，使月面照不到阳光，这就形成了月食。

月食每年大约发生 1～2 次，也有可能发生 3 次，而大约每隔 5 年，就会有 1 年是没有月食的。月食必出现于望日，即农历的十五或十六。

当月球部分地方进入地球的阴影时，就产生月偏食。当月球全部进入地球阴影时，就产生月全食。因为月球比地球小，月球只能落进地球的阴影里，所以没有月环食。

月全食时，月球的光辉并不完全消逝，只是亮度比平时减弱很多，呈铜红色。

## 万籁静寂、不毛之地

皎洁的明月，比起地球来想必更富于诗意。嫦娥奔月、吴刚伐桂的神话吸引着多少人的心啊！几千年来，那里成了人们所向往的“仙境”。“月光如水水如天”，诗人吟诵的明月更富有感情。然而今天人们已经了解到月球的真正面目，它并不是人们想象中的“仙境”，而一个荒凉、坎坷的世界。月球上没有大气，更没有水，根本不存在生物或生物留下的痕迹，一片死气沉沉。由于没有大气的保护，月面上昼夜温差很大，中午时可高达 127℃，而黎明前又下降到—183℃。

月球表面和地球表面一样，既有峰峦峻峭的山地和巨大的旷野，也有高原和洼地。月球表面的 60%是山地，其余的则是辽阔的旷野。

70

用望远镜观看月球，很容易看见月面上有许多大小的圆圈，它们星罗棋布占月面的很大面积，这就是环形山。环形山的外貌像地球上的火山口，但大得多。环形山的直径大小不同，最小直径仅一公里到几公里，大部分的直径右达 100～200 公里。最大的卡拉维环形山直径有 236 公里，可以把葡萄牙

这样一个国家装进去。环形山的结构非常有趣，中间是一块相当平坦的圆形空地，外围有一个高高的环形岩壁。在一些大的环形山中，圆形的空地中央又常有一个或几个环形山。估计月面环形山大约有 20 万个。

月面上环形山是怎样形成的呢？目前流行的解释是：大的环形山是由陨石碰撞形成的，小的环形山是月球上火山爆发的产物。

月夜，用肉眼可以看到月球上较大的阴暗区域，这就是“月海”，较小的则称称为“湾”、“湖”、“沼”。月面上的海，是徒有虚名，滴水不含。它们其实是较平坦的比周围低洼的大平原。这些海的形状各异，有的呈圆形，有的则很不规则，其中最大的“风暴洋”占有 500 万平方公里的面积。“海”面都被砂砾或尘埃所覆盖。

月面上山脉较少，最大的亚平宁山脉，蜿蜒长达 6400 公里。月球上最高的山峰高达 9000 米，完全可以和地球的山脉相比高。

月面上还有许多黑暗的、窄而弯曲的线条，称为“月谷”。月谷是月面上深而窄的缝隙，像地球上的峡谷。有一条月谷长达 240 公里。月谷有的异常平直，有的则蜿蜒曲折。

在满月时，还可以看到月面上从环形山辐射出来的、美丽而明亮的辐射条纹。它们能穿过山系、海、月谷和环形山，可

71 延伸到 1 千多公里以外。一般认为，辐射条纹是火山爆发时喷射物所形成的。

月球背面（背离地球的那一面），和月球正面（朝向地球那一面）相差不多，只是海面积较少，环形山较多。



# 第三章 恒星

## 恒星的概况

### 恒星的名称——星座的奥秘

夜晚人们在户外观看星星，常常谈论着有关它们的种种传说，什么“天上一颗星，地上一口丁”，天上的星星是神仙，地上的名人是天上的神仙下凡等等。现在我们知道，天上的星星不是神，也不是人，它们是一种天体，我们给它取名叫“恒星”。恒星的恒是相对行星的“行”而言。意思是它们在天空中的相对位置是固定不变的，不管经过几十年、几百年，也难以看出它们的变化来。

恒星是什么？直到近 40 年来，人们才给它以科学的定义。恒星和太阳一样，都是自身发光发热的天体，是庞大的热核反应气体球。在它们的表面，有着种种的活动，喷射出巨大的火焰。在太空中，它们聚集成难以想象的浩大体系——星系。恒星有的比太阳大，有的比太阳小，之所以在我们看来仅仅是一个个小光点，那是由于它们离我们太远的缘故。其实它们都是一个个大大小小的太阳。天空中的星星除行星、彗星、流星而外，绝大部分都是恒星。



用肉眼去观察星空，实际上我们所能见到的星星是很有限的。一个人在同一时刻只能见天空的一半，另一半在地平线以下，我们是看不见的。据统计，在没有月光而又晴朗的秋夜里，眼力最好的人能看到近 3 千颗星星。在一年四季中，整个天空可以看见 6 千颗星星。用望远镜观察星空，星星的数目就大大地增加了。用普通双筒望远镜，在整个天空中可看见 5 万颗以上的星星。若用现代最大的望远镜观察星空，看到的星星则数以亿计，远比地球上的人口还多。

天上的星星，初看上去，似乎是纷乱无序、任意排列的。要想把它一一鉴别，似乎是做不到的事情。然而仔细观察，我们会发现它们是有章可循的。如北极星，它永远准确地指示着北方。它离北天极不到 1°。北斗七星，形状如同大勺子或倒着的“？”，在一年四季中它围绕北极星回旋。如果把天空中较近的星星用线连接起来，它们则形成不同的图案，有的象动物，有的象用具。古代天文学家把一群群的亮星，按照想象的形状分为一个个星座。每个星座都有各自的名称。在我国有三垣四象二十八宿之分。这在《史记·天官书》中有详细的记载，估计它们起源于周秦以前。

三垣是北天极*近周围的三个区域，即紫微垣、太微垣、天市垣。四象分布于黄道和白道近旁，环天一周。每象各分七段，称这“宿”，共计二十八宿。它们是：

东方苍龙之象**含角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿；

*北天极：天球好象绕着一根轴线作周日旋转，这根轴线叫天轴、天轴在天球上的两个端点，分别叫北天极、南天极。北天极在北极星附。

**东方苍龙之象：古人觉得东方七宿连接起来的开头像传说小的龙，故以龙命名。以下类似。



南方朱雀之象，含井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿；

西方白虎之象，含奎、娄、胃、昂、毕、觜、参七宿；

北方玄武之象，含斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿；

“宿”有宿舍的意思，故二十八宿又有称为二十八舍的。月亮沿着白道向西移动，大致每天停留在一个“宿”里。

在外国是用希腊神话故事中的人物、野兽、神怪的名称来称呼星座的。例如仙后、仙王、猎户、金牛、仙女、英仙、飞马。鲸鱼等等。也有用件物来命名的、如天秤、圆规等。目前国际上公认全天星座为 88 个。这些星座有 29 个在天球赤道”以北，46 个在天球赤道以南，13 个跨在天球赤道南北两旁。

有了星座的划分，我们找起星星来，就方便得多了。例如北斗七星在大熊座，北极星在小熊座，织女星在天琴座。每个星座都包括许多星，其中最亮的星古人都给起了名字。在我国如天狼、老人、南门二、织女、大陵五、天津一等等。在国外也有专门的名称。但是星星太多了，不可能给每颗星都起一个名字。因此在天文学上按星座恒星的亮度大小的顺序用希腊字母α、β、γ……来命名。例如大犬座里最亮的天狼星叫做大犬座α星，次亮的称为大犬座β星，大陵五称为英仙座β星，大家熟知的织女星称为天琴座α星。当希腊字母不够用时就用数目字来代替。例如天鹅座 61 星。一些较暗的恒星还用星表中的编号来区别，例如 M31 指的就是梅雨叶星第 31 号星。

天文学上为了工作和实用的需要，把星的位置记录下来，编成星表。我们从这些星表中可以查出一颗星的方位、距离、

*天球亦道：大球赤道是天球上的一个大园，它把天球分成了相等的两半。

75 运动和各项物理性质等。天上恒星的位置是用赤道座标来标示的+38°41’（ 1 小时等于 15°）。

世界上最早的星表是我国战国时代的石化星经，载有 120 多颗星。在西方则有希腊天文学空喜帕恰斯编的星表（公元前 130 年），有 1 千多颗星。望远镜发明以后，看到的星星就更多了。如波恩星表包括 324，00 颗星。目前由全世界 20 多个天文台共同制作了全天星表已经完成，名曰：“照相天图星表”，载有 300 多万颗星。

## 恒星的运动——恒星不“恒”

如果你熟悉了天空中的星星，那么你可以每天晚上观测一下，那些星星的相对位置是否有所变化。结果一定会使你失望，因为它丝毫没有变化。恒星这个“恒”字，起得似乎颇有道理。它们的位置即使过上几百年，也是很能看出有什么变化的。那么恒星实际上是不是运动着的呢？回答是肯定的。恒星在运动，而且是在飞快地运动。我们之所以看不出它们位置的变化，只是由于它们离我们实在太远的缘故。正如由你前面驶过一列火车，你觉得它的速度是如此之快，有飞奔的感觉。可是当你站在远处的山顶观察它时，情况就不一样了，你感觉到火车就好像是在爬行，像个蜗牛。

我国古代的观测者，曾注意到恒星的运动。公元前 8 世纪我国唐朝天文学家张遂利用观测恒星运动的仪器——黄道游仪，发现恒星在运动。他是第

一个发现恒星运动的人。到了现代，天文学家们发现，用黄道游仪这类古天文仪器，在几十年里要想测出遥远的恒星的运动，几乎是不可能的事情。

76 张遂测出的恒星新座标，是地球岁差*造成的。

真正测量出恒星的运动是在 18 世纪。1718 年英国天文学家哈雷，这个捕捉彗星的能手，他在把 1712 年编的星表与 1～2 千年前的天文学爱喜帕恰斯和托勒玫测定的恒星位置进行比较时发现，天狼、毕宿五、大角和参宿四这几颗亮星的位置有了变化。有的在作了岁差改正之后，仍有半度位置移动。哈雷认为这不可能是古希腊天文学家的测量误差，因为几位彼此独立进行观测的天文学家所得的结果都相近。哈雷也因此提出：恒星本身都在天球上缓慢移动，这被称为恒星的“ 自行 ”。后来经过许多人的再三测量，证实恒星的确在空中运动着。恒星恒定不动的观念被打破了，它们就像在广阔的大海中起了锚的船只那样自由地航行了。

恒星在不断地运动，太阳也应当在不停地行驶了。那么怎样才能测出太阳本身的运动呢？我们谁都乘过车，当我们乘车沿马路快速行驶时，我们会发现道路前面两旁的树木会向两边闪开，而道路后面两旁的树木则向中间迅速靠拢。前面提到的发现天王星的威廉·赫歇耳天在研究太阳本身的空间运动时想到了这个现象，于是他决定查一查哪个方向上的恒星有四下散开的迹象，而哪个方向上的恒星有互相会聚的迹象。他通过当时书籍的为数不多的恒星自行的资料，推算出太阳本身确实在运动，其运动方向指向武仙座入星附近。与今天的测量结果相差不到 10 ° ，作为最早的观测结果，应该说是相当好的了。

自从照相术用于天文之后，测定恒星位置的变化就容易

*岁差：由于太阳和月亮引力对地球的作用，使地轴地黄道轴的周围作圆锥型的运动，同时使春分点以每年约 50 秒的速度移行。

77 得多了。天文台里使用专门设计的照相望远镜，拍下了星空每一区域的照片。建立玻璃底片的“ 图书馆 ”。要知道某个恒星的位置的变化，只要把前后相隔几十年同一天区的照片拿来对照就行了。恒星在天球上位置的移动，叫做恒星的“ 自行 ”。以每年多少角秒来表示。由于恒星太远，它每年变化的位置实在太小了，所以自行极小。现在已经测量了 20 万颗恒星的自行。而通常肉眼所见的星的自行只有 0.1 或更小。

恒星运动的方向、速度各不相同。例如牛郎星和织女星，它们分别以每秒 26 公里和 14 公里的速度朝地球飞来，有的星则离地球而去。恒星跑得那么快，为什么我们看不出？原因在于恒星间的距离太远了，使得恒星间相对运动的路程显得微不足道。

恒星都以那样飞快的速度运动着，有没有发生过碰撞呢？一般地讲它们绝少有碰撞的机会。不过在天文史上的确也发生过一次，那是 1955 年，地球上所有的天文台都收听到传自宇宙的一声巨响，后来调查发现：这正是天鹅座中两个星群在一万万年前发生的碰撞。

恒星除自行外，恒星本身也都在自转。有的恒星在其赤道区域上，自转的速度可达每秒 200 公里。

恒星除了运动外，近 10 年来，人们使用光电测量新方法，检测出恒星的光度也发生微小的变化，绝大多数恒星光度的变化都在千分之几星等，非常细微。一般的望远镜是探测不到的。

## 恒星的距离——牛郎、织女永无相会

仰望星空，那些天幕上闪烁的星星距离我们都非常遥远，

78 其遥远的程度远不能用地球上、甚至太阳系上的尺度来度量。

实际上，人类所要探索、研究的对象是一个无穷无尽的宇宙。所谓无穷，用科学的语言来说，就是我们可以任意假定一个我们认为最大的数，而无穷却比它还大；在时间的长河里，既没有起点，也没有终点。所以，即使我们只对宇宙的某个局部的有限范围进行测量，也需要采用特殊的长度来作测量单位。光的速度，是我们目前知道世界上最快的速度，它在 1 秒钟内的行程可达 30 万公里。这个速度可以绕地球赤道走七周半，够快的了，可是用这个速度去量度恒星间的距离，却仍然像我们以毫米作单位去测量某段路程一样，在计算上使人感到极不方便，近乎幼儿园的小孩玩“ 搬家家 ”的游戏。因此测量恒星间距离我们采用“ 光年 ”作单位。所谓光年就是光在一年内所走路程的长度。1 光年的距离约等于 9 万亿公里。离我们太阳最近的恒星半人马座α星，距离太阳 4.2 光年，这大约是日地距离的 30 万倍。

早在四百多年前，现代天文学家的鼻祖哥白尼就认为，恒星离我们比太阳离我们要远得多，他试图在相隔 6 个月的两段时间内测定出同一颗恒星的方位，以便计算出这颗恒星的距离。他所用的方法，即是我们通常所用的测量远方距离的三角测量方法。

要想知道你家离学校有多远，这好办，你可以用尺子或脚步实际地测量一下。可是当你面对一个远距离的目标，你不想走过去，或者是有东西挡住，你过不去时，要想测量它离你有多远，你就可以运用三角测量方法了。这个方法很简单，首先在你身旁选择一段基线 AB，作为测量目标选择一点 C。AB 的长度可以量出，再分别用角尺测量出 A 到 C 点和 B 到 C 点
79 的角度。利用三角公式就可以算出你到 C 点（目标）的距离了。这个方法广泛地运用于测量工作。尤其是在战争中，炮击敌方阵地前，经常使用。科学家们把“ 尺子 ”量到了月亮，这已是 40 万公里的距离了；17 世纪又量到了火星，进而推算出太阳到地球的距离。于是这把尺子伸到了 1 亿多公里的地方。如果现在运用行星运动定律，我们还能测量到远在几十亿公里外的行星距离，人类的认识范围一下子扩大了，扩大了好几十倍。

用这个方法能不能测量其它恒星间的距离呢？应当说是行得通的。测量月亮的距离，我们是用地球的半径作为测量的基线（AB），但是对遥远的恒星来说，这条基线是不够的。地球绕日公转的轨道直径为 3 亿公里，以它来作基线，真是太合适不过了。人们只要在相隔半年的两个日子里，分别观测同一颗星，如果这颗星很近的话，它的位置必定在更远的恒星背景上有所移动。这个移动的角度，便是恒星的视差位移。象测量月球的距离一样，只要测出 A 点和 B 点分别到 C 点的角度，已知 AB 的长度，利用三角公式即可算出恒星的距离。因此可以说，测出恒星的视差，就能算出恒星的距离。

在哥白尼时代，人们就深知这个原理，由于仪器过于落后，连哥白尼本人也没有很好的测量出恒星的视差。你不要小瞧这个问题，对它的探索，花费了科学家近乎 3 个世纪的时光。由于恒星离我们太遥远，视差是很难测量出来的。它的难度相当于测量 20 公里之外的一枚 5 分硬币所张的角度。直到 1837 年，新的望远镜送到人们手中，人们才第一次成功地用三角视差测量法定出恒星的距离。这个经历了 3 个世纪未能攻克的难关，是在三个地方由三位天文学家攻克的。他
80 们是德国的贝塞尔、英国的亨德逊和俄国的斯特鲁维。贝塞尔选取了自行

最大的恒星——天鹅座 61 星作为观测对象 ;亨德逊选取了比较亮的半人马座α星（中国名叫南门二）；斯特鲁维选的是织女星。这三颗星离地球都比较近，很容易测出它的视差来。测出视差，我们就很容易计算出恒星离我们的距离来。到现在，已经用这种方法测定出经 1 万颗恒星的距离。我们所熟知的牛郎星和织女星与我们的距离分别是 16 光年和 27 光年，而它们之间距离为 14 光年。可见他们相距是如此之遥远，即使他们双双乘坐现代化火箭去相见，也不能年年七夕相会。更不用说牛郎还肩挑着一双儿女，徒步“鹊桥”了。看来他俩只得永远地“连年”相思。哎！神话中的遗憾氛围只好代代相传了。

尽管如此，三角测量方法仍有限度，对于更遥远的天体，如超过 2～3 百光年的距离时，它就毫无办法了。于是人们又想出其他的方法把量尺伸向更远的宇宙空间。

其中最重要的方法是根据造父变星测量恒星的距离。大部分恒星的亮度是不变的（相对来说），但有少数恒星的亮度有周期变化，有时明有时暗，变化周期大多在 1 天到 50 天之间。这种变星的典型是仙王座 S 星，我国古时候叫它“造父一”，因而和这颗星同类型的变星获得了造父变星的称号。天文学家根据造父变星的光变周期推导出恒星的距离。由于造父变星都是光度大的星，比太阳的光度大至几百倍甚至几万倍，即使在遥远的地方，甚至在银河系之外一些星系内的造父变星也能观测到。因而利用造父变星不仅可以测量银河系内恒星的距离，更重要的是测量出一些星系的距离。造父变星就好像是太空中孤岛上特殊的灯塔，以变幻的光芒为讯号，向



天文工作者暗示孤岛的距离。造父变星测量方法，把我们的视线带人到银河系之外的宇宙。

恒星距离的测量，是 19 世纪天文学上的重大成就，也是天文史上的重要里程碑。恒星的距离是研究恒星的重要资料，在这个基础上，我们才能进而了解恒星的光度、质量、大小等其他性质；才能进一步探明天体系统的种种结构。

## 恒星的大小——巨人与矮子

地球上的人类身高若相差 1 倍，就已使人惊奇不已，然而天上的星星，其大小的差别才真达到了惊人的程度。在本阳系中，地球与太阳在直径上相差 109 倍，这是行星与恒星的差异，这算不了什么。在宇宙中，即使是在恒星之间，由于它们所处的环境以及它们发展阶段的悬殊不同，其大小的差别以数 10 亿倍来计算的。恒星依光度的大小，我们把它分为两类。光度大的 0 型、B 型星及红巨星，其光度比太阳要大千倍、万倍堪称星界的“巨人”。而红矮星、白矮星则处在另一个极端，它们和太阳相比，显得暗淡无光，被喻为恒星界的“矮子”。

人的高矮是靠身高来区别的，恒星的大小有无差异呢？换句话来说，怎样才能测得恒星的大小呢？这个问题，是古人所思虑不到的。只有到了现代，随着科学技术和人类探测宇宙的不断发展，人类才真正研究起这个问题来。恒星距离的测量、恒星光谱秘密的揭示，为测得恒星的大小提供了可能。

为了测量恒星的距离已经使天文学家费了九牛二虎之力，要测量恒星的大小就更加困难了。因为它们离人类实在太远了。太阳和月亮是我们能直接看出圆面的天体，它们的



视角直径（即直径对人眼所张的角度），大约为半度左右。人眼的分辨本

领是有限的，再远的行星，人眼就无法看出它的圆面了。金星离地球紧近时约有 1 分的张角，就已超出人眼的分辨能力。望远镜可以增加人眼的分辨能力。通过不大的望远镜，我们可以看到金星的圆面，它和月亮一样，也有盈亏变化。最远的冥王星在大望远镜里，尚能见到小小的圆面（最大角直径约为 0″22）。利用望远镜上附装的测角仪器，可以测出它圆面的角直径。

可是，恒星离我们太远，角直径大小。即使用最大的望远镜去看，也只是一个个光点。使用高倍率的目镜，以增大放大的倍率，除了星象变得模糊以外，依然看不出什么圆面来，难道真的无能为力了吗？不！人类探索的天性不是这样的。

第一次直接测量恒星直径工作是本世纪二十年代完成的。美国著名物理学家迈克耳孙和天文学家皮斯根据光的干涉原理，设计了一具干涉仪。它和 2.5 米的望远镜装在一起。这个干涉仪有 6 米长的钢架，架子两端各有一个可以自由滑动的平面镜。星光经过它们的反射后到达望远镜里发生于涉，这时可以看到带有细的干涉条纹的圆面。移动两面平面镜，达到一定距离，这些干涉条纹就会消失。记下这个距离，再根据干涉理论就能算出恒星的角直径来。测得恒星的角直径，又知道它跟地球的距离，就能算出恒星的线直径来。

织女星的距离为 8.1 秒差距（1 秒差距等于 3.26 光年），经过计算，我们知道它的直径为太阳的 3 倍。天上有一些红色的、热度并不高的庞大恒星，它们的直径一般都比太阳大数十倍到数百倍。猎户座的参宿四的直径就至少是太阳的 300 多倍，如果把太阳系装入参宿四的躯体，那么从太阳到火星以 83 内的行星都是在其躯壳内运行。

但是这颗巨星想参加恒星间的体积比赛，还不够资格。现代天文学家发现武仙星座 α 星的直径竟是太阳的 20 万倍，其体积则超过太阳的 8 万亿倍。如果我们把地球比做一粒米的话，太阳就像一颗人头，而这颗星却有半个香港那么大。还有更大的星，如剑鱼座 S 星的直径比太阳要大 1400 万倍，由于球体的体积与直径的三次方成比例，按此计算，这颗巨星的肚子里可以装进 30 万万个太阳。其差异该有多大！

但是在宇宙中，太阳也不算是恒星的“侏儒”。比太阳小的矮星为数更多，红矮星的直径只有太阳的几分之一到几十分这一。白矮星就更小了，它的直径最小的只有太阳的 1／300，也就相当于地球的 1／3，小虽小，但它们本身也发光发热，因此还在恒星之列。

由此可见，巨星和矮星个儿相差之大，比鲸鱼和跳蚤的身躯差别还要大。

## 恒星的质量——火柴盒的怪事

就像医生给人检查身体一样，天文学家除了给星星测量距离、大小以外，还要给星星测量体重。听起来，这似乎是难以想象的事情，既然恒星离我们那么远，个子又那么大，什么样的秤能量出他们的体重呢？别着急，科学家总是能琢磨出办法来。

在太空中，有一类名为双星的星，它们整天成双成对地在一起转悠。测量了有关双星的运动的足够数据后，应用万有引力定律和行星运动定律，就可以把每一颗星的质量计算出来。那么恒星质量之间的差别是否也像它们体积之间差别那

 么大呢？完全出乎你的意料，它们质量上的差别并不很大。一般恒星的质量和太阳差不多。大部分在太阳质量的 0.4 到 4 倍之间。它们最大的质量不

超过太阳质量的 100 倍左右，最小的质量也不低于太阳质量的几十分之一。

恒星的质量是一个颇为重要的物理量。恒星的质量，如果太小，小于太阳质量的 0.7 倍的话，它的内部就难以发生热核反应来维持它发光发热，它就不成为恒星了。反之，如果恒星的质量过大，这样大、这样重的家伙，在天球上又不断地运动，恒星本身也就没有什么力量能保持原状，只好分离瓦解了。所以恒星的质量深刻地反映了物质世界的量变、质变规律。

知道了恒星的体积和质量后，我们就能够计算出它们的密度。其公式为 D＝M／V。D 是密度，M 是质量，V 是体积。太阳的平均密度是 1.4 克／厘米 $^3$，地球为 5.5 克／厘米 $^3$。一般的恒星，密度差异也不大。可是对于巨星和矮星来说，由于它们体积差异的悬殊，其密度的差异也非常惊人。

白矮星是体积极小的星。天狼伴星是第一颗发现的白矮星，它的半径只有太阳的 1／45，体积为太阳的 1／90，000。可是其质量和太阳却差不多，因此其密度即是太阳的 9 万倍，即天狼伴星的密度为 126 千克／厘米 $^3$。如果在小小的火柴盒里装满了这种物质，它会有 3 吨重。呵，你能拿得动吗？它得用吊车拉，用卡车运了。这还不算最大的，有一种白矮星，体积只有地球那么大，而质量却比太阳还要大几倍，它的平均密度，大到近乎神话的地步，是水密度的数千万倍。打个比喻说，如果取一小指头大小的这种物质拿到地球上来，它就可以达到几十吨重，须用火车车皮才能载得动。一个 100 多斤重的人，

85 到子白矮星上，就会变成几十万吨重！几十万吨的重力，立刻就要把他压成一片薄饼。

自然界里竟有如此巨大密度的物质，简直是令人咋舌不已，难以相信。连天文学家也感到意外。可是测量、计算—一经过检验，并没有错误。因此，人类不得不相信，在宇宙中，确实存在着如此高密度的物质。现代物理学家根据原子结构理论，对它作了很好的说明。

另一方面，巨星的身躯异常庞大，而质量却仅比太阳大几倍，其密度极低。红巨星的平均密度只有水的 1／100。更有甚者，只有水的 1 亿分之一，比地球上的空气还要稀上几万倍！它们仅是一团庞大、稀薄而又炽热的气体球。

## 恒星的温度和亮度

在日常生活中，一块熔化了的金属或合金，其温度是非常高的。但这比起恒星的表面温度来还差得很，要与恒星内部的温度相比，则更是微不足道了。

恒星表面温度可以从 1600℃到 100000℃。而恒星的内部温度则在摄氏 1000 万度以上。恒星的温度可以分为好几种类型：

O 型：30000～50000℃以上；
B 型：20000℃左右；
A 型：10000℃；
F 型：8000℃；
G 型：6000℃；
K 型：4000℃；
M 型：2000℃左右；



跟太阳温度的测量一样，人们通过恒星的颜色来测量它的表面温度。精

确的测量方法可以采用光谱分析的方法。原来各类型恒星都发射自己独特的光谱，并且在光谱带的不同位置，各种光谱线发射的能量也是不同的，其中某一波长的能量将达到最大值。恒星的温度愈高，最大值的波长就愈短；反之温度愈低，波长就愈长。它们这问存在着简单的比例关系。因此只要从光谱分析中找出这个具有最大发射能量的波长来，那么恒星的表面温度就可容易地计算出来。恒星的温度不同，它们的光的颜色也就不同。下表就是它们之间的关系：

星色/表在温度

蓝/40000℃～℃25000℃

蓝白/25000～12000℃

白/115000℃～7700℃

黄白/7600℃～6000℃

黄/6000℃～5000℃

橙/4900℃～3700℃

红/3600℃～2500℃

恒星的亮度和它的温度有着密切的关系。用肉眼我们就能区分出恒星间的不同亮度，古代人类按照这种光亮程度的不同，将星光分为 6 个等级。1 等星最亮，而 6 等星最暗。每等星间亮度相差 2.25 倍，1 等星和 6 等星间在实际亮度上相差 100 倍。

你见过探照灯吗？它有人那么高，它那强烈的圆柱形的光束可以照射到数公里之外，把在夜空中飞行的飞机照得一清二楚，真是亮得耀眼。你也一定见过夜晚在树丛中飞舞的萤火虫，在它的尾部有一个小小的光点，弱到只能照亮它自

 己，可说是暗淡得很。探照灯和萤火虫，一个亮，一个暗，两者所发出的光度相差真是太大了。然而在恒星世界里，不同恒星光度差别之大，比起它们来，实在有过之而无不及。你们相信吗？请往下看，你们就会自己得出结论来。

望远镜发明以后，通过望远镜，人们看到了许多肉眼所见不到的微暗星晶，而且其亮度间的差别可区分得更加细致。于是人们发明仪器来测量星星的亮度，并将亮度的等级划分扩大到小数和负数的范围。按照这种等级划分，满月时月亮的亮度为—12.6 等星，晴天的太阳为—26.8 等星。除了太阳外，天空中最亮的星光是天狼星，它是—1.6 等星。太阳和天狼星比较，虽然它们之间只相差 25.2 个等能，但实际上它们之间的亮并相差 120 亿倍。天文家用现代望远镜能看到的最暗的星是 20 等星，若用拍照的方法则可看到 23 等星。

上述的亮和星等是不计星体远近的，这是我们在地球上了望恒星时所表现的亮度，所以叫视星等。但实际上，有些看来极亮的星未必是发光很强的，只是由于它离我很近的缘故。同样有些看来很暗的星却可能是发光很强的星，只是由于它们距离我们很远造成的。这样的道理，我们在日常生活中也常见到的。例如晚上，当我们在一个城市的大街上漫步时，可以看到由近及远的一盏盏街灯。看起来，近灯比远灯亮。能否说近灯真的比远灯亮呢？当然不能。实际上它们的亮度是一样的，之所以看起来亮度不同，仅仅是因为距离不同而已。因此天文学家为了比较星体本身发出的光度，便假定把全部星星都放在一个同等的距离（3.26 光年）上，从而定出它们本身光度和绝对

星等。按绝对星等来计算，太阳只是一颗肉眼刚可见到的微弱星星，它属于4.8 绝对星等。而天狼星却属

88 于 1.3 绝对星等，所以它的本身光度比太阳大 25 倍。

天空中有一些恒星的本身光度可以比太阳大数十万倍。当把太阳和参宿七放在上述同一距离上，太阳看起来相当于一个 5 等星，原来貌不出众的参宿七却要比太阳亮 5 万多倍。这不算什么，天空里还有比太阳光度大 50～100 万倍的星，如剑鱼座中的 S 星及天蝎座中的 Gl 星。但另一方面，天空中最暗恒星的本身光度却只有太阳的 550 万分之一（绝对星等为 19.2），如果把它放在太阳的位置上，那么它也不会比满月亮多少。可见天空中，本身光度最高和最暗的星差别是多么悬殊啊！说它们是探照灯和萤火虫还真挺贴切的。

## 恒星的起源

天文学家们在研究了各种类型的恒星的情况之后，提出了一些恒星起源的假说，其中有代表性的两种观点分别为：一是星云说，二是超密说。

星云说认为，恒星物质团是由星际间的弥漫物质经过长期的凝聚形成的。利用近代望远镜，天文学家在星云的照片上，发现其中有些气体一尘埃物质团正在分裂成许多云雾状的凝块，这些凝块的质量很小，亮度暗弱，形成时间只有几万年，因此这被认为是恒星的胚胎。由这些恒星物质团产生出数十个数百个成群的新生恒星。超密说认为：恒星和星云物质都是由超密物质转化而来的。当超密物质发生爆炸，一些物质形成恒星，一些微小的物质就扩散到星际空间形成星云。现在人们比较倾向于星云说。

89

## 恒星的演化

恒星的生命历史，是一个难度非常大，而又非常吸引人的科学题目。

自然界的一切动物和植物包括人类，都要经历诞生、成长、衰老、寿终的生命过程，天上的星星会是怎样的呢？

时间一年一年地过去，我们看不出天空诸星有什么变化。原来恒星的生命不是以十年、百年来计算的。人的短暂的一生如何能够观察恒星的整个生命过程呢？看来这个问题还相当困难啊！事实上，问题也没有难到不能解决的程度。要研究恒星的生命过程，不一定要活得和恒星寿命一样长。天上的星星很多，它们的年龄各不相同，有的星只有几千年；有的则有如太阳一样已经活了 50 亿年；还有些星，年纪更大，已经老态龙钟了。所以我们只要研究这些处于各个发展阶段的星星，同样也能揭示出恒星的起源和演变的过程。正如我们要了解人的一生的发展状况，没有必要非要看到一个人从生到死的全过程，只要考察许多不同年龄阶段的人的情况，就可以出人一生的发展规律。

研究恒星的出生、成长、衰亡的过程的科学叫作恒星演化学。

## 恒星的结构和能源

恒星比生物大得多，但恒星的结构却远没有生物复杂。生物都由细胞组成，细胞本身的结构就很复杂，而组成细胞的

90 更小物质客体——蛋白质分子的结构就更复杂了。动物小如麻雀，但也‘五脏俱全”、而每一个内脏，无论是心脏或肝脏，其结构都非常复杂。天体却不是这样，天体的结构要比生物简单得多。恒星都是气体球，密度、温度、压力都从外向里增加，离恒星中心同样距离处，密度基本上一样，温度和压力基本上一样，甚至化学组成也基本一样。一般来说，恒星的各种物理参量

的分布基本上是球状对称的，这给研究带来了很多方便。当然也有例外，破坏这种球状对称的因素，主要是对流。对流把里面较热较密的物质带到外面来，把外面较冷稀疏的物质带到里面去。

研究太阳和恒星的结构和演化，最主要的手段，就是分析它们所发出的辐射。通过观测研究，获得了恒星的光度、表面温度、质量、半径、磁场强度、自转情况以后，运用物理规律和数学方法可以推算出恒星内部各种物理参量的分布情况，进而可以了解恒星的结构。恒星都在一定时间内处于相对稳定状态，吸引和排斥这两个对立面处于相对平衡中。吸引的主要因素是自吸引，即恒星各部分之间的万有引力作用；排斥的主要因素是热运动所产生的气体压力，此外还有辐射压力、湍流压力、自转所产生的惯性离心力等等。对恒星来说，如果吸引超过排斥，成了矛盾的主要方面，则恒星收缩；相反如果排斥成了矛盾的主要方面，则恒星膨胀。

恒星的能源是和恒星的结构密不可分的，只有在解决能源问题以后，结构问题才能得到解决。一直到本世纪 30 年代末期，人们才确定了太阳和恒星的主要能源是它内部进行着热核反应。不断的热核反应，使恒星能够长久地释放着大量的能量——光和热。

## 91
## 赫罗图的演化意义

19 世纪末，在恒星光谱分类法提出来以后，人类的注意力就从太阳系移到了恒星世界。天文学家赫兹普隆和罗素根据恒星的光度和表面温度绘制一张恒星分布图。恒星在赫罗图上不是均匀的散布，而是集中在几条带上。90%的星落在从左上至右下的“主星序”上，位于主星序上的星称为主序星。落在图右上方的星光度很大，它们是“巨星”和“超巨星”，左下角有光度很小的“白矮星”。赫罗图的发现，把恒星的演化过程较好地表现了出来。虽然当时罗素并没有正确地解释出这张图，但他关于恒星演化的观点被人们所接受。

图上某一颗星，如果它是“没有生命的”，它的光度和温度将永不变动，它在图上的位置就会固定不变；相反，若它是“活的”，随时间流逝，它应当成长和变老，它的光和热应该有变化，于是它在图上的位置就开始有所移动，从而在赫罗图上走出它一生所经过的路径来。

恒星的演化过程大致可以分成引力收缩、主序星、红巨星阶段，再以后它们可能经历了脉动或爆炸阶段，最后演变成白矮星、中子星或黑洞。

现代恒星的演化理论已经能计算恒星的演化过程。我们可以根据一颗星的质量和化学组成，按物理学的规律，在计算机上算出这颗星在何时应有什么样的光度和温度。把结果画在赫罗图上，就能得出一条理论上的恒星演化过程。从实际的观测来看，至少在红巨星阶段以前，计算的结果还是比较可靠的。

要把恒星演化的一生彻底描绘清楚，是一个非常困难的
92 事情。概括地说起来，恒星的演化过程像一个原料加工厂。开始时它把氢加工成氦，后来又把氦加工成碳和氧，以至铁或更重要的元素。下面介绍一下恒星和各个发展阶段。

（一）引力收缩：恒星演化的第一阶段就是引力收缩阶段。星云在自身引力作用下开始收缩，由于星云密度低，引力占压倒优势，物质几乎是向中心自由降落。就像高山的瀑布源源不断。在几万年到上万万年的时间内密度

递增了十多个数量级。内部温度升高，排斥这个矛盾方面逐渐成为可以和吸引相比拟，当排斥和吸引这两个对立面接近于平衡时，星云就转变成“恒星”。开始发射出红色的光芒。

（二）主序阶段：恒星继续不断地收缩，使温度不断增高，当温度升高到 700 万度以上，氢聚变为氦的热核反应开始“点火”，恒星停止收缩，处于力学平衡状态。此时恒星便演化到“主序阶段”。不同质量的恒星进驻主星序的不同部位。它们在主星序上将驻留的时间分别为：1 千万年、7 千万年、1 百万年和 1 万亿年。这是恒星一生中最安定的、停留最长的时期。现在太阳的年龄为 46 亿多年，停留在主星序上，它还要在此居住 50 亿年才会转到另一个演化阶段。曾经有人担心，有一日太阳将会熄灭掉，到那时，世界的末日就会来临。现在我们知道，这未免是杞人忧天，担心过头了。

（三）红巨星阶段：当恒星的中心温度上升到 1 亿度以上时，氦原子核聚变成～个碳原子核的又一种方式的热核反应“点火”了，恒星变成了红巨星。这时星球的外壳急剧膨胀，体积增大，表面温度降低，恒星在赫罗图上从主星序向右方移动，到红巨星阶段。即使有一天，太阳变成了红巨星，天文学家预计它将在红巨星阶段停留 10 亿年时间，以它那庞大的体

93 积发出的更多的光和热，地球上的居民几乎无法生活。到那时人类可能已经有能力迁出太阳系，到别的星球上找到更合适的生活基地了。

（四）恒星的爆发：演化后期的恒星，很大一部分还经过爆发阶段，称为“超新星”。所谓新星，实际上并不真是一颗新的星。它们原来是一颗肉眼看不见的亮度很微弱的天体，只是由于一段时间内突然发亮，才引起人们的注意。新星和超新星都是指恒星爆发，但超新星比新星爆发更猛烈，它改变了恒星和性质。当它爆发时，向外抛射出大量的物质中间只留下爆炸的残骸——一个个裸露的中子，形成“中子星”。中子星是超新星爆发后剩余的稠密物质。

超新星爆发是如何发生呢？我们知道一头大象，几吨重，之所以能稳稳地站在那儿，是因为有一副骨架支撑着，若没有这副骨架，大象就要瘫在地上。恒星内部的轻元素（氢、氦）全部用完以后，新的新核反应聚合成更重的元素，当到了铁元素形成以后，再继续聚合成更重要的元素，一直到超铀，这其间恒星不能释放能量，反而要从外界吸热，一下子恒星就像没了骨架的大象一样迅速”塌缩”，塌缩到一定程度中心物质承受不住强大的压力，就发生爆炸。

（五）恒星演化到最后阶段：恒星演化到晚期，核能源全部枯竭，形成白矮星。白矮星靠散发体内剩下的热能而发光，逐渐冷却，成为小而暗淡的星。白矮星是正在走向死亡的星。白矮星大约冷却 10 亿年左右，就转化为不发光的黑矮星。

中子星的表面温度从几十万度开始冷却，经过几亿年时间降到几百度。当中子的压力不足以抵御引力，星体继续收缩，而且星体可能永远压缩下去，变成甚至比原子还小的小

94 球，到了这个阶段，它就变成了看不见的“黑洞”。

白矮星、中子星、黑洞被认为是恒星的归宿。

综上所述，我们大致了解了恒星一生的演化过程。恒星也将如我们人类一样，生生死死、一代代延续下去。有人根据太阳的重元素含量推测，它可能已经是第二代或第三代星了。当你每天用铁锅煮、做菜时，你是否能够想

象，这些铁可能是已经经历了两代恒星的漫长的生活历程之后，才来到地球上，才成为与你朝夕相处的器具哩。



## 第四章　美丽的银河

### 美丽的银河

当人们知道天上的星星，都是一个个大大小小的太阳时，于是便有人提出众多的星星在天空里有可能组成一个很大的系统。曾以发现天王星而驰名于世的赫歇耳，首先开始了这方面工作，——研究恒星在空间分布的情况。他在望远镜里一个个地数着星星，计数了 117，600 颗星之后，他画出一张恒星系统结构图。据此人类获得第一幅银河系的结构图像，证实了比太阳系更高一级的天体系统——银河系的客观存在。这一发现是人类认识宇宙进程中一个重要里程碑。

赫歇耳所描绘的银河系，太阳位于银河系的中心。1918 年沙普利开始研究这个问题，他发现近百个球状星团在空间分布呈圆球状，这个圆球的中心正好在人马座方向上。他联想起人马座那段银河最亮最密集的现象，因此，他断定：太阳并不在银河系的中心，银河系的中心应该在人马座方向上。从而修正了赫歇耳的论断。

今天人们对银河系的情况了解得更多了。银河系是由众多的恒星、星团及其他天体组成的一个十分庞大的天体系统。假如我们到宇宙的某个星体上，再回首眺望银河时，我们就能



看到一个从未见过的奇景。只见一个金碧辉煌、形状扁平的大圆盘，在天空的一角里闪耀着光芒，仿佛一只水晶盘内盛满了无数晶莹可爱的夜明珠一样。这个扁平的圆盘，是银河的主体，称为“银盘”。银盘内的星比盘外要密得多。盘中央厚度为 1 万光年。边上较薄为 5 千光年（在太阳处）。银盘的直径约 8 万光年。这个盘子有多大啊！简直难以想象。在银盘中心，众星密集，谓之银核，银河系 80%的质量都集中在这一部分。在银盘外面，球状星团及少许恒星稀疏地点缀在它的四周，形成一个球形空间——银晕。银晕的直径为 10 万光年。在银晕之外还有一个由稀薄气体组成的银冕。

近年来天文学家发现，银河系属旋涡星系在圆周的核心外面，它伸出几条弯曲的“旋臂”缠绕在核的四周。太阳系正位于其中一条旋臂的边缘上，离银河系中心 33000 光年远。

整个银河系围绕其核心轴旋转，但各处旋转的速度各不相同，近中心的地方快，而离中心愈远的地方愈慢。太阳绕行一周大约需 2.5 亿年，而运行的路程长达 20 万光年。

银河系中的星星至少有 1000 亿颗，整个银河系的总质量大约是太阳质量的 800 亿倍。

太阳系位于银河系中心边缘半径的 3／5 处，我们在地球上看到的是银河系的侧面，因此银河系就呈现为一条带状态的银河了。

### 庞大的星城

银河系好比是一个辽阔无比的巨大星城。在这个神奇的



区域里，居住的是无数闪闪发光的星球。它们有的是晶莹明亮、五彩缤纷的各类恒星；有的是忽明忽暗的变星；有的是突然爆发、光辉夺目的新星和超新星；还有的是大大小小的星团，奇形怪状的星云。在这个庞大的静寂的星城里，它们有的单独行走，有的三五成群地游荡，也有的成千上万步

伐一致地在空间飞驰。它们各行其事，有条不紊。

前面我们介绍的几种星的类型，主序星、红巨星、超新星、白矮星以及变星，它们在银河系都存在，我们把它们叫作普通的恒星。

我们都听说过“后羿射日”的神话，说是在远古时代，天空中曾经出现过数颗太阳。这在太阳系中属于神话，但在恒星系统里确有其事。下面我们介绍一下双星、三合星、聚星。双星：两颗恒星挨得很近，构成一个小系统，互相绕转。三合星：由三颗很近似的恒星组成。聚星：由五、六颗挨得很近的恒星组成，构成一个系统，据估计双星和聚星约占恒星总数的 2／3。如果有一天，我们到双星系统去观光，将会看到：天刚破晓，一轮橙红色的“太阳”冉冉升起，一切物体都被照亮。过了一会儿地平线上又升起另一颗“太阳”。它们在天空里竞相争辉，大放异彩。如果我们到聚星系统去观光，那就会看到更多的太阳了。双星、三合星、聚星它们在银河系中大量存在。

天空中还有一些恒星总是喜欢聚集在一起，就像在同一个舞台唱大戏一样，自成一群，这就是所谓的星团。银河系中有许多星团，其中分为两种类型。一是疏散星团：它的成员有数十到数百个，它们的运动方向是一致的。只是成员间星的类型差别很大，有矮星、有巨星。同时它们所组成的形状也很不规则。二是球状星团：包含着数千颗至数万颗恒星，其中且

98 有不少变星。这些成员像黄蜂出巢一组成一个球团。

除了两种星团而外，天空里还有一种叫作“星”的恒星集团。它包含有几十颗到几百颗恒星，这些星的光谱型大致相同，具有相同的物理性质，它们稀稀拉拉地分布在一个球形空间里。星协是一种很不稳定的恒星集团。星协的成员好像从某一地点诞生出来，并且向四面八方扩散，最后和其他星混在一起而瓦解掉。星协的发现，证明了恒星可以成批诞生。

白天太阳光辉灿烂，夜晚众星星莹明亮，月光分外皎洁。这自然给人一种真空透明的感觉。其实不然，我们所看到的天空（星际空间），不是“虚空”，而有极为稀薄的气体和尘埃充满其中。我们把气体和尘埃总称为星际物质。星际气体主要由氢气组成，其他元素占的比例很小。尘埃的组成可能是冰或铁的小颗粒，也可能是石墨品体。它们的直径只有万分之一毫米，非常小。星际物质在银道平面附近比较集中。星际物质比我们实验室里的真空还要稀薄不知多少倍。所以我们用肉眼看见是感觉不到的。

如果用望远镜观测银河，还会看到一些云雾状的天体，它们就像天空中的朵朵云彩，因此给它们取名为“星云”。星云有亮星云和暗星云，顾名思义，一个是发光星云，一个是不发光星云。还有一种很小的行星状星云。在小型望远镜里，它们发现淡绿色的光。如果使用较大望远镜，可以看见在一些行星状星云的中心有一颗小星，犹如画龙点睛，十分好看。星云也是由气体和尘埃组成的，但它的密度比星际物质大得多。

以上我们大致地介绍了银河系的成员。太阳系是银河中的一员，在偌大的星城里，太阳只不过是沧海一粟。我们不得不惊叹银河系的宏大。但它并不是整个宇宙，还不足以叹为

99 观止。本世纪以来，随着天文学的发展，人类的眼界已超过银河系的领域，进入到更遥远的宇宙空间。让我们看一看银海外的无数“银河”吧。那里有

更为壮观的景象。

100