

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

趣谈天文

神奇的宇宙

地球周围大气的作用

地球周围有一层厚厚的大气，总的厚度大约有 1000 公里。这层大气对人类来说非常重要，没有它，地球上就不可能有人类，也不可能有任何生命存在。

这是因为：首先，大气给生物和人类提供了一刻都不可缺少的氧气。其次，大气能使地面上保持适宜的温度。白天，太阳照射的时候，它使阳光带来的热量均匀分散开，地面的温度也就均匀而缓慢地上升。夜晚背对太阳的时候，地面把白天吸收的热量向空中散发出去，大气又使这种散发过程缓慢地进行，地面上的温度就不会降得太低。大气的这种作用，使地面上的温度总是保持在一个适宜于人类生活的范围内。第三，大气又像一副坚韧的盔甲，使地面避免受到那些天上射来的“炮弹”的轰击。原来，太阳系里除了有行星、卫星、彗星之外，还有数不清的大大小小的石块。这些石块都和地球一样围绕太阳转。有的石块被地球的引力吸过来，它们的速度很大，有的是每秒钟十几公里，有的甚至达到每秒钟七八十公里。如果就这样撞于地表，后果将不堪设想。地球周围这层大气，使那些闯进来的石块受到强烈的摩擦，越来越热，最后就燃烧起来了。在夜晚，我们常常可以看到天空中一闪而过的流星，就是那些正在燃烧的石块。大多数石块在落到地面以前就已经烧光了，变成了气体和尘埃。

除了上述的三个本领外，大气还有一个本领，就是能吸收掉从天上来的紫外线和 X 射线。这些射线是从太阳和其他恒星、星系发来的，对生物和人体很有害。

地球大气对人类的不利因素

地球周围的大气确实有非常重要的作用，可是它也有不好的一面，它给天文学家的研究工作造成了很大的困难。

大家知道，大气能吸收天体发来的紫外线、X 射线等射线，使它们不能达到地面。只有可见光的一部分无线电波能到达地球表面。天体发来的绝大部分射线都给挡住了。

这样就给天文学的研究工作带来了困难。因为天文学家的工作，就是研究天体的各种性质，而研究天体唯一的办法就是依靠天体发来的射线。分析这些射线带来的情报，就能知道天体的各种性质。现在绝大多数射线都被大气挡在外面，成了天文研究工作中的一个大障碍。

面对这种情况，科学家们做了顽强的努力。开始时，他们把各种天文仪器用气球、火箭送到高空去，后来，又发展到利用人造卫星来进行观察测量。现在，人类已经成功地登上了月球，宇宙飞船也能飞到太阳系的各个行星近旁去考察。大气这个障碍终于被人类的智慧所突破，天体发来的全部射线几乎都能接收到，为天文学研究铺平了道路。

日全食

地球绕着太阳转，月亮又绕着地球转。有时候，月亮正好转到地球与太阳之间，把太阳遮住了，这种现象就叫日食。如果太阳完全被遮住，就叫日全食；如果只遮住一部分，就叫日偏食。

在天文学家看来，日食，尤其是日全食，是极宝贵的时机。因为在这种时候，可以进行许多平时难以进行的观察测量工作。

恒星发来的光从太阳附近经过时，由于受到太阳的引力，所走的路线会发生偏折，不再沿着原来的直线前进。按照牛顿的引力理论，可以计算出星光偏折的角度有多大。可是，在 1915 年，伟大的物理学家爱因斯坦建立了一个新的引力理论，叫做广义相对论。按照广义相对论计算出来的星光偏折的角度，比按照牛顿引力理论算出来的要大一倍。

两个理论算的结果究竟哪个对呢？只有实际测量一下，看看星光到底偏折了多少，才能断定哪个结果是对的，哪个结果是错的。可是，这种测量在平时是很难进行的，因为太阳的光芒太耀眼，星星的光根本看不到。唯一的机会就是在发生日全食的时候。

于是，天文学家们就抓紧日全食的宝贵时机来进行观测工作。办法是这样的：在日全食的时候，拍摄下太阳附近恒星位置的照片。注意，这时拍摄下来的并不是恒星的真实位置，而是星光偏折以后我们看到的恒星位置。过半年以后，地球转到了太阳和我们拍摄过的恒星之间。这时再在夜晚对那些恒星拍照，这样得到的就是恒星的真实位置了。把前后两张照片拿到一起仔细对比，看看日全食对恒星的位置改变了多少，就能算出星光经过太阳近旁时偏折的角度了。

英国天文学家爱丁顿首先在 1919 年的一次日全食时进行了上面说的测量工作。结果证明，按照广义相对论算出的星光偏折角度是正确的，而按照牛顿引力理论算的数值不对。

这件事在当时轰动了全世界。这是因为，到那时为止，牛顿的理论已经建立了大约 200 年，取得了极大的成功。而爱因斯坦的广义相对论刚刚提出几年，竟然在和牛顿理论较量时取得了胜利。后来，广义相对论还成功地经受了其他的实践检验。现在，科学家们公认，它是一个比牛顿理论更正确更先进的科学理论。

太阳上的黑子

在明亮的太阳圆面上，常常出现一些暗黑的斑点，叫做黑子。黑子的中心部分，看起来最黑，叫作本影，本影周围亮一些，但也没有光球亮。

关于黑子的产生，科学家们一般认为：它们是一种巨大的漩涡形状的气流，是由于太阳上的大气活动而形成的。就像地球上大气的运动会形成台风一样，黑子也可以说是太阳上的“风暴区”。但是这种风暴比地球上的台风要猛烈得多。12 级台风的风速不超过每秒钟 50 米，而黑子中气流运动的速度达到每秒钟 2000 米。所以，黑子是太阳上物质激烈运动的一种现象。

太阳上并不是每年都出现同样多的黑子，而是有的年份多些，有的年份少些。如果我们从某一个黑子最多的年份开始观察，就会发现在以后几年中黑子数目会逐渐减少，减到一个最少的数目后又重新增多，增到最多后又减少。黑子数目的这样一种变化规律，就像春夏秋冬四季一样循环替换，我们把它叫做周期性。黑子数目变化的周期，就是太阳活动程度强弱变化的周期。

黑子大量出现，就表示太阳上的物质活动达到了高潮。黑子数目变化的周期是 11 年左右。就是说，如果从某一个黑子最多的年份算起，一直算到下一个最多的年份，前后一共是 11 年。天文学上规定，从 1755 年开始的 11 年为第一号周期。这样依次排下来，现在正处在第 22 号周期。

黑子其实并不黑，它们的温度大约为 4200 左右，比飞溅的钢花和电灯泡里钨丝的温度高得多。但是，太阳表面的温度更高，大约有 6000 。所以，黑子在周围明亮的背景反衬下就显得是黑的了。

黑子的形状很不规则，大小也很不一样。小黑子的直径大约是 1000 公里，大的可以达到 20 万公里，比地球的直径还大十几倍。

观察黑子并不困难，不一定要用望远镜，肉眼就能看到。我们的祖先用来观察太阳黑子的方法很多：有的是通过一块墨色水晶来看太阳；有的是用一块半透明的玉；还有一种方法，叫做“盆油观日”，就是在一只盆里装上油，让太阳光射到盆里，从油中的太阳影子上可以看见黑子。当然，不用任何别的东西，只用眼睛直接看黑子，不能在中午阳光强烈的时候看。可以在有薄雾的时候，或者有风沙而天色昏暗的时候去看。早晨太阳刚升起时，黄昏日落西山时，都是肉眼观察黑子的好时机。据我国的《汉书·五行志》里记载，公元前 28 年 3 月的一天早晨，太阳出来时，它的中央有一个黑斑，看上去像枚铜钱那么大。这是世界上最早的对太阳黑子的记载，比朝鲜、日本的记载早 600 多年，比欧洲的早 800 多年。

太阳黑子对地球的影响

太阳是地球上光和热的源泉，它的一举一动，都会对地球产生各种各样的影响。黑子既然是太阳上物质的一种激烈的活动现象，所以对地球的影响很明显。

当太阳上有大群黑子出现的时候，地球上的指南针会乱抖动，不能正确地指示方向；平时很善于识别方向的信鸽会迷路；无线电通讯也会受到严重阻碍，甚至会突然中断一段时间，这些反常现象将会对飞机、轮船和人造卫星的安全航行、还有电视传真等方面造成很大的威胁。

黑子还会引起地球上气候的变化。100 多年以前，一位瑞士的天文学家就发现，黑子多的时候地球上气候干燥，农业丰收；黑子少的时候气候潮湿，暴雨成灾。我国的著名科学家竺可桢也研究出来，凡是中国古代书上对黑子记载得多的世纪，也是中国范围内特别寒冷的冬天出现得多的世纪。还有人统计了一些地区降雨量的变化情况，发现这种变化也是每过 11 年重复一遍，很可能也跟黑子数目的增减有关系。

研究地震的科学工作者发现，太阳黑子数目增多的时候，地球上的地震也多。地震次数的多少，也有大约 11 年左右的周期性。

植物学家也发现，树木的生长情况也随太阳活动的 11 年周期而变化。黑子多的年份树木生长得快；黑子少的年份就生长得慢。

更有趣的是，黑子数目的变化甚至还会影响到我们的身体，人体血液中白血球数目的变化也有 11 年的周期性。

太阳的自转

如果一连几十天观察黑子，就会看出它们总是在太阳的东部边沿开始出现，接着就在太阳圆面上逐渐向西移，最后在西部边沿消失了。

这个事实可以证明太阳也在自转。太阳自东向西地转，所以它上面的黑子也就跟着从东向西移动。

不过，太阳的自转和地球的自转有一个很大相同的地方。地球是一个固体球，它自转一圈所需要的时间，地面上各个地方是一样的，都是一天。太阳自转时，它上面各个地方转完一圈的时间却是不同的，有的地方时间长，有的地方时间短。最短的是 24 天，最长的是 34 天左右。

从上面这个事实，可以知道太阳不像地球那样，作为一个固体在旋转。实际上，太阳是一个气体球。

太阳除了自转运动外，现在还正朝着织女星方向前进，速度大概是每秒钟 20 公里。它还有另外一种运动，就是绕着银河系的中心转圈子。

银河系是一个由大约 1500 亿颗恒星组成的大集体。它的形状很像两片合在一起的铜钹，中间厚、四周薄。这个“铜钹”的直径大约有 10 万光年。所谓光年，就是光在一年的时间里跑过的距离。全宇宙中数光跑得最快，一秒钟能跑 30 万公里。这样就可以算出一光年是 94 600 亿公里。

太阳不是银河系的中心，而是在离开中心大约 27 000 千光年的地方。它不停地围绕银河系中心转圈子，速度是每秒钟 300 公里，比地球绕它转圈子的速度快 10 倍。太阳虽然跑得快，但它转完一圈的时间比地球公转一圈的时间长得多，差不多要 2 亿年。

太阳的寿命

对于人类来说，宇宙中没有一天体能跟太阳相比，人类的生存和发展，归根到底是依靠太阳送来的能量。可是，太阳发出的光和热中只有二十亿分之一给了地球，其余的都白白地散到空中去了。可就这么一点点能量，却也使地球成了现在这样一个充满生气的世界了。

太阳这么巨大的能量是从哪里来的呢？它烧的是氢。用科学的话来说，太阳的能量是从这样一种反应产生出来的；每四个氢原子核合成一个氦原子核，这就叫做热核反应。热核反应放出的能量非常大，一克重那么点儿氢变成氦时，放出来的能量等于燃烧 15 吨汽油。1 公斤重的氢，抵得上几百列车煤。大家或许知道氢弹，它比原子弹的威力还要大，氢弹爆炸时发生的就是这种热核反应。

在太阳那里，“氢弹”一刻不停地爆炸，已经有 50 亿年左右了。现在太阳上的氢，继续这样爆炸下去，大约还够再用 60 亿年。

这 60 亿年过去后，全部的氢都用光了，都变成了氦。那时的太阳就会开始膨胀，一直膨胀到现在地球公转的圈子外面。大家知道，离太阳最近的行星是水星，第 2 个是金星，第 3 个就是地球。这就是说，那时的太阳会张开大口，把水星、金星、地球，还有月亮，都一个个地吞进去。那时候太阳表面的温度会比现在低，颜色发红。天文学家给这种又大又红的恒星起了名字，叫红巨星。

当然，我们完全不必为 60 亿年后地球的毁灭而担忧。也许，在这以前人类就已经毁灭了。或者是地球上的人类早已迁移到另外一个星球上去重建家园了。他们有没有能力这样做呢？我们不知道。不过按照现在世界上科学技

术发展的速度来看，他们应该有可能具备这种能力。

恒星与行星

我们的眼睛能看到的星星绝大多数是恒星。它们都和太阳一样，自己发光发热。恒星的光看上去都有些闪烁，可是，金星、火星、木星和土星却很少如此。

原来，这是由地球周围的大气造成的。

地球周围的大气层很厚，各个地方的疏密程度不一样，越靠近地面的地方越稠密，越到高空就越稀薄。另外，大气又不是静止不动的，热空气上升，冷空气下降，总有气流在流动，这就使得各个地方大气的疏密程度时时都在变化。

光线是直线传播的。但是光从一种物质中传播到另外一种密度不同的物质中的时候，它的传播方向会改变，也就是光走的路线会发生偏折，这种现象叫做光的折射。你把一只筷子插到水里，就会看到筷子好像折成了两段，这就是一种折射现象。这是由于光在水和空气这两种不同密度的物质中传播而造成的。

恒星发来的光穿过大气层的时候，由于各个不同高度的地方大气密度不同，也会折射。同时，又由于各个地方大气的密度都在不断变动，这就使得星光偏折的方向不是一定的，而是在不断变化，一会儿左，一会儿右，一会儿前，一会儿后。这样，到达人眼睛中的星光就会一下子强，一下子弱，人就觉得恒星的的光忽明忽暗，成了一闪一闪的了。

说到这里，你可能会奇怪了，行星也和恒星一样在地球大气层外面，难道行星的光穿过大气时不折射吗？行星的光当然同样会折射，不同的是，行星比恒星离我们近得多。恒星离得太远了，看上去都成了一个光点。行星就不同，在我们看来是个小圆面。圆面上来的许多条光线，经过大气层折射以后到达你眼中时，这条弱了那条强，“东方不亮西方亮”，各条光线由于折射而造成的强弱变化互相抵消掉了。这样，你就觉得行星的光的明暗程度没有什么变化，或者虽然有点变化也不明显，所以，就看到行星不怎么“眨眼”了。

水星对物理学的发展立了大功

水星是离太阳最近的一颗行星。叫它水星，真是名不副实，因为它上面并没有水。水星的外表跟月亮很像，到处都是大大小小的环形山；没有空气，白天受太阳暴晒，温度高到 400 以上，夜晚一下子又冷到零下 200 。

可是，这么一颗死气沉沉、好像一点儿也不可爱的行星，却长时期吸引着许多天文学家 and 物理学家。它对物理学理论的发展做出的贡献可大啦！

水星和其他行星一样，也沿着椭圆形的轨道围绕着太阳转圈子。椭圆有两个焦点，太阳在一个焦点上，也就是偏一边的。椭圆有长轴和短轴，它们相当于圆的直径。很早，天文学家就发现，水星轨道的长轴方面在缓慢地转动着。水星的轨道上最靠近太阳的点叫近日点，也就是近日点在空间有小小的移动，这种现象叫做水星近日点运动。其实，地球也好，其他行星也好，都是这个样子的。只不过水星离太阳最近，运动比较明显一点，容易观测得

准确，所以科学家们就最注意它了。

这样一种奇怪的行动，是怎么形成的呢？科学家们首先是想：是不是其他行星的万有引力，使水星的椭圆轨道发生改变？但是，按照牛顿引力理论算出来的结果，把别的行星的影响都除去以后，还是和实际测量不符合。根据万有引力定律，发现了海王星、冥王星，预报日食、月食发生的时刻，都很准确，为什么用到水星运动就不灵了，是不是万有引力定律还有不完备的地方？后来又有人猜想，可能还有一颗大家都不知道的行星，由于它的引力的影响，使水星的轨道成了这个样子。甚至还有人给那颗不知道的行星起了个名字，叫“火神星”。许多天文学家不怕辛苦，努力想找到它，结果找了100多年，连影子也没有见到。水星近日点的运动，就成了一个长期解决不了的大难题。

这个难题是伟大的物理学家爱因斯坦解决的。1915年，爱因斯坦建立广义相对论以后，提出三个预言，供实验验证。第一个就是水星近日点的进动；第二个是前面已讲到的恒星光线在太阳附近偏折的现象；第三个是太阳的光线向红方向移动的现象。根据广义相对论的引力理论，算出来水星的轨道不是一个闭合的椭圆，与水星运动的实际情况符合得很好。这是广义相对论的第一个胜利。在对广义相对论的几次实验检验中，对水星运动轨道的实际观测最精确，所以，在这个问题上的检验是最严格的，这是对广义相对论的一次最有力的验证。这也证明了爱因斯坦的广义相对论比牛顿的引力理论又前进了一步。

木星究竟是行星还是恒星

木星，一般都认为它也是太阳系中的一颗行星。但是，它有些方面的特征却又与其他行星很不相同，而与恒星倒有些相似。

第一，它的个儿特别大。它的质量是地球的318倍，比太阳系里的所有其他行星、卫星、小行星等统统加在一起还大一倍半。难怪在西方国家里人们把它叫做“宙斯”，因为“宙斯”是古代希腊神话中天上的最高神的名字。

第二，现在已经发现木星有16颗卫星。这些卫星的个儿也挺大，其中有4个比冥王星还大，有两个比水星还大。木星有这么多卫星围绕着，真是神气，简直组成了一个太阳系。

第三，也是最重要的一点，木星自己能发光。一般行星本身都是不能发光发热的，只能反射太阳的光和热，所以行星的光的强弱程度是不可能超过照到它们上面的太阳光的。可是科学家们却实际测量到，木星的光比照到它上面的太阳光要强一倍半。这就说明，木星自己也能像一般恒星那样发光。

如果真可以把木星看做是一颗恒星，那么我们太阳系里就有两颗恒星了。

但是，从其他方面来看，说木星是一颗恒星好像又有点不够格。它的个儿在行星里虽然是最大的，与太阳一比又显得太小了。它的质量只有太阳的千分之一左右，如果按恒星的标准来看也真是小得可怜了。一般恒星都是熊熊燃烧着的气体球，木星则是由液体状态的氢组成的。它虽然自己能发光，但跟一般恒星发的光比起来又弱得算不了什么了。

那么，木星究竟是一颗行星还是一颗恒星呢？看来很难把话说死，因为它跟一般行星和恒星都不一样。所以我们只好说，它应该算是一种处在恒星

和行星中间的特殊天体。

木卫——帮助人类首次测量了光的速度

现在我们知道，光的前进速度是每秒钟 30 万公里。这么大的速度是怎么测量出来的呢？科学家们为了测量光的速度，顽强地努力了好几个世纪。

第一个想要测量光速的科学家是伽利略，但是他没有成功。他设计的方法是这样的：让甲乙两人在夜里相隔一段距离面对面站着，每人都拿一盏提灯。甲首先开灯，乙一看到甲的灯光立刻打开自己的灯。甲记下从自己开灯起到看到乙的灯光为止所经过的时间。然后用甲乙之间距离的两倍去除以这个时间，就得到光的速度。

伽利略的这个方法，道理是对的。但是他没有估计到，光跑得实在太快了。就算甲乙两人相隔几公里远，光来回一趟也只要十万分之几秒钟的时间。而人的反应时间和开灯、记时动作的时间要比这长得多。所以他的方法实际上是行不通的。

但是伽利略的失败却使后来的人受到了启发。光跑得这么快，看来应该让它跑一段很长很长的距离，这样所花的时间才能测得出来。这种长距离的测量在地面上是无法进行的，只有在天上，天体之间的距离才有这么长。

丹麦天文学家罗默在 1675 年首先通过天文观察来测光速。他的观测对象就是木星的一个卫星。

木星的 16 个卫星中最大的 4 个，是伽利略最先用望远镜看到的。他把它们分别叫做木卫一、木卫二、木卫三、木卫四。木卫一绕着木星转圈子，有时候转到了木星背后，被遮住了。木卫一绕木星转完一圈的时间大约是 42 小时。看起来，木卫一应该是每隔 42 小时被木星遮住一次。有一年，罗默就按这个想法，预计 6 个月之后木卫一被遮住的时间，观测的结果与预计被遮住的时间相差了大约 22 分钟。

罗默很聪明地想到，这差的 22 分钟就是光从地球公转的那个椭圆轨道横穿过去所用的时间。一年中的某个时候，地球离木星最近。半年之后，地球转到了离木星最远的位置。在这两个时候看木卫一，木卫一的光到达地球走过的距离是不同的。相差多少呢？差的就是从地球公转的椭圆这一头到那一头的长度。用这个长度去除以那个 22 分钟，不就把光的速度算出来了吗？

罗默就这样求出来光速是每秒钟 21 万多公里。这个结果现在看来当然很不精确，但却是成功的第一步。

每 76 年来一次的“客人”

你见过彗星吗？它有一条长长的发亮的尾巴，像一把扫帚似的横挂在天空，所以它还有另外一个名字叫扫帚星。

太阳系中的彗星多极了，估计大概有 1000 亿颗。著名的天文学家开普勒说过：“彗星在天空里就像鱼在大海里那样多。”不过，绝大多数彗星太暗了，离我们也太远了，很难看到。到现在为止，人类看到过的彗星不过 15 000 颗左右。明亮的彗星就更少了，只有 20 多颗。另外，彗星的数目虽然多，质量却非常非常小，1000 亿颗彗星的质量合起来也只有地球的 1 / 10。

彗星中最有名的一颗叫哈雷彗星。它沿着一条又扁又长的椭圆形路线，

围绕着太阳转圈子，每隔 76 年左右靠近地球一次。英国天文学家哈雷，首先按照牛顿的引力理论，计算出它应该在什么时候在地球附近出现，所以后来大家把它叫做哈雷彗星。

最早看到哈雷彗星的是我们中国人。我国有部名叫《春秋》的古书写着，公元前 613 年，有颗彗星在北斗星位置上出现。这是世界上第一次对哈雷彗星的记录。后来，从公元 66 年开始，这颗彗星每次出现，我国的历史书上都一次不漏地记下来了。

这位天外来客是很守规矩的，它在 1985 年又一次来到地球附近。1986 年 4 月 11 日前后，哈雷彗星离我们只有 5300 万公里，可能你也亲眼看到了这位好不容易来的“客人”。有的国家还专门派一艘飞船去迎接，直到离彗星核只有 605 公里的地方，清楚地看到彗核是一个“肮脏的雪球”，形状像土豆。据天文学家估计，哈雷彗星还能存在 1 万年左右。

地球钻进彗尾就要发生一场灾难吗

古时候，人们认为彗星出现是灾祸的预兆，还说彗星的尾巴有毒气，如果一颗彗星来到地球附近，地球从彗星里钻过去，人就会被毒死，真是这样的吗？

先讲一个故事。1910 年 5 月，哈雷彗星来了。天文学家算出来，它的尾巴在 5 月 18 日这天扫过地球。这个消息宣布后，在欧洲一些国家引起了一片恐慌。神父们宣扬“世界末日”要来临了，许多人祈求上帝宽恕，有的人怕被毒死，竟然去自杀。那么，结果怎么样呢？这一天什么事也没有发生，平平安安地过去了。当科学家告诉大家，地球已经钻出了彗星尾巴的时候，许多人还不肯相信呢！

到底是怎么回事呢？彗星的尾巴是一些气体，拖得很长，最长的竟有 3 亿多公里。彗星尾巴里是含有一氧化碳、氰基等有毒的物质。但是，彗尾的气体太稀薄了，比地球的大气要稀薄几亿倍。彗尾中的有毒物质，比地面上的工厂里、汽车里排出的有毒气体还要稀薄得多，怎么会毒死人，造成人类的灾难呢？

试试你的眼力——从开阳星谈双星

天空中灿烂的群星里，最容易识别的要算是北斗七星了。那七颗星晶莹明亮，排列成一个水勺的形状，又像裁缝用的旧式熨斗。在西方国家里，把它们包括在一个大的星座里，叫做大熊星座。

这个熨斗柄上的第二颗星，我国古代把它叫做开阳星。乍看起来它是一颗单独的星。但是，在没有月光的晴朗夜晚，你仔细看看，如果你的眼力好，就会看到它的近旁还有一颗暗淡的小星。据说，古代有些国家在征兵时，还用能不能看到那颗暗星来测验士兵的眼力哩！

像这样一对相互靠得很近的恒星，在天文学上就叫做双星。肉眼能看见的双星很少，一共也只有几对。可是在望远镜里看到的就多极了，到现在已经发现了 7 万多对。有趣的是，用望远镜来看开阳星和它旁边的暗星，才知道它们还挺复杂！原来，他们不只是一对双星，开阳星本身就是一对双星，那个暗星也是一对双星。后来又进一步看出来，开阳星自己的那一对星都还

不是单颗的星，其中有一个本身又是一对双星，另外一个竟是三颗挨得很近的星。这样算起来，开阳星和它旁边的暗星，一共是七颗星。原来，北斗七星里还藏着这么一群小七星呢！

你可不要以为天空中双星少数的。恰恰相反，在银河系的恒星中，单颗的才是少数，大约还不到恒星总数的 $1/4$ 。大多数恒星都交了“朋友”，组成双星或者更多颗星的小集体。

双星中的每一颗星，都受到另外一颗星的万有引力。它们就这样你拉着我，我拉着你，在天空中互相绕着转圈子。除了太阳以外，全天空最明亮的恒星是天狼星，它旁边还有一个眼睛看不见的小伙伴，组成一对双星，它们也在那里互相绕着转圈子，每 50 年转完一圈。天狼星的质量是太阳的两倍多一点。那个看来又暗又小的伙伴质量可不小，比太阳还略微大一点。

聋哑少年揭开了“魔星”的秘密

在英仙星座有一颗奇怪的星，我国古代叫它大陵五。它怪就怪在亮度会明显地变化，有时变暗，有时变亮。大概古代的阿拉伯人已经发现了它的这个特点，因此把它叫做“魔星”，意思是说它像魔鬼一样变化不定，难以捉摸。

揭开“魔星”秘密的是英国一位年轻的天文爱好者，名叫古德里克。他不幸天生聋哑，而且一生很短，只活了 21 岁。但是，他却对天文学的发展做出了重要的贡献。他长期坚持观察大陵五。1782 年 11 月 12 日夜晩，他看到这颗星逐渐暗了下去，当暗到只有平常亮度的 $1/3$ 时，又重新亮了起来，一直恢复到最亮的样子。

古德里克当时还不满 18 岁，却对自己的观察结果做出了一个很大胆也很正确的解释。他想，大陵五旁边一定还有一颗暗得看不见的星，这对双星在绕着转。当那颗暗星转到大陵五和地球之间的时候，就把大陵五遮住了一部分，使它变暗了。但是不会被完全遮住，所以不会变得完全看不见。那颗暗星转过去后，大陵五就又亮了起来。这情形就跟日食、月食的情形是一样的。这种能够互相遮掩的双星，天文学上又有个专门的名字，叫做交食双星。

为什么恒星会有各种不同的颜色

天上的星星，除了有明有暗以外，颜色也各不相同，有的泛红，有的泛黄，有的泛白，有的泛蓝。大多数恒星的顏色，要用专门仪器来测定，肉眼很难分清楚。但是，有些亮星的颜色是容易看出来的。比如，天狼星和织女星是白色的，离我们最近的一颗恒星南门二是黄色的。猎户星座有 7 颗亮星，其中 6 颗是蓝白色的，还有一颗叫参宿四，是红色的。天蝎座中最亮的一颗星叫心宿二，颜色很红，像火星那样，所以又有个名字叫大火。

为什么恒星会有各种不同的颜色呢？

在炼钢炉里，钢水是蓝色的。出炉之后，钢水的温度慢慢降了下来，颜色也逐渐变黄、变红，最后凝成黑色的钢锭。钢水颜色由浅变深的这个过程，也就是温度由高变低的过程。

同样的道理，恒星有不同的颜色，也是因为它们的表面的温度不同。红色星的温度是最低的，只有 $2600 \sim 3600$ ，黄色星是 $5000 \sim 6000$ ，白色星

有 7700 ~ 11500 ，蓝色星温度最高，有 25 000 ~ 40 000 。

我们的太阳是颗黄色星，这个情况可非常要紧。假如太阳是颗红色星，整个地球上就会都像南、北极那样一年到头冰雪覆盖。假如太阳是颗蓝色星呢？地球上的一切东西就都会被烤焦。在这两种情况下，人类恐怕都没法生活。

钢水颜色的变化是那样明显，那样快，恒星的颜色是不是也会变化呢？正是这样。恒星都不是恒定不变的，它们同人的出生、长大、衰老、死亡一样，也有从产生到灭亡的演化过程。所以，不光是颜色会变，其他各方面的特征也都会变。

但是，恒星的一生是很长很长的。拿太阳来说，它的寿命大概有 100 多亿年。这样，恒星的颜色变化非常缓慢。不要说在一个人的一生中，就是在人类有文字记载的几千年历史上，也很难发现这种变化。

不过，我们很幸运，能够知道有一颗星，就是前面提到的参宿四，它的颜色确实变化了。有什么证据呢？这又得感谢我们的祖先——中华民族的勤劳智慧的前辈。

我国古代把恒星的颜色分为五种，就是白、红、黄、苍（就是青色）和黑（就是暗红色）。每种颜色都选定了一颗星作标准。把别的恒星拿来跟这五颗标准星比较，就能定出它们的颜色了。选作黄色标准的星，就是参宿四。我国古代一部很有名的历史书《史记》上对这些都记载得很清楚。《史记》是在 2000 多年前写的，这说明那时的参宿四颜色是黄的。可是，我们今天看到这颗星的颜色却明明是红的。这就证明，2000 年中，它的颜色确实变了，由黄色变成了红色。

参宿四这颗星的质量很大，大约是太阳的 20 倍。科学家们按照现代的恒星演化理论算出来，这么大的恒星从黄色阶段变到红色阶段，正好要 2000 年左右的时间。这跟我们祖先的观察记录很符合。

一颗肉眼可以看到的变星

恒星一生的演化过程，总的说来是非常缓慢的。它们的颜色啦、亮度啦，还有别的特征的变化，一般都很难觉察出来。但是，并不是说恒星一生中什么时候都是这样。当它们进入了自己的晚年阶段，也就是到了快要灭亡的时候，它们常常会变化得快些、明显些。就拿亮度来说吧，有些到了晚年阶段的恒星，可能在几十年内，甚至短到一天的时间内，就能看得出发生了变化。人们把这种亮度会明显变化的恒星，就叫做变星。

请注意，这里说的变星，是亮度真正变化了，而不是有一个别的星遮住了它的光亮。所以它跟前面说的交食双星是不同的。

在鲸鱼星座有一颗有名的变星，名字很难念，叫做 α 藁增二。它的亮度变化得很厉害，最亮的时候跟那颗指示方向的北极星一样亮，暗的时候人眼完全看不见。

天文学家已经测量出来，它的亮度变化的周期是 331 天，也就是 11 个月的样子。在 11 个月内，有 4 个月的时间肉眼可以看见它。这颗星在 1980 年的 8 月底、9 月初时变到最亮。从这个时候开始算，以后每隔 11 个月左右它又会变得最亮。如果你也想亲眼看看它，那你就在它最亮的时候去找吧。找到以后，只要你坚持观察，你还能看到它渐渐变暗，一直到完全消失。

你一定会问，这颗星的亮度为什么会这样有规律地变化呢？原来，它的体积在不停地变化，一下子膨胀，一下子收缩，就像人呼吸时胸部一起一伏一样。它的体积胀大时就显得亮，体积缩小时就显得暗。看来这颗星真是到了晚年，老得不行了，得了“气喘病”，在那里喘着粗气呢。

“量天的尺子”

有些变星，亮度变化的周期没有 α 藁增二那么长。比如在仙王星座里有一颗变星，名叫造父一，它的亮度变化一次只要 5 天多的时间。这颗变星也是那位有志气、有能力的聋哑天文学家古德里克发现的。后来就把像这颗星那样，亮度变化周期比较短的变星叫做造父变星。造父变星的亮度变化一次的时间，短的只要一天半，最长的也不过 80 天。

造父变星有一个非常宝贵的特性，就是发光本领越强，亮度变化的周期越长。好比一个身体健壮的人，呼吸得平稳、缓慢。而发光本领差的造父变星，就好比是呼吸急促、喘个不停的病人，所以它们的亮度也就变化得快了。

什么是发光本领？原来，我们的眼睛看到的恒星亮度，并不是它们的真正亮度。这是因为，我们看到亮度是跟距离有关系的。一颗亮星，如果离得远，看起来反而比一颗不那么亮却离得近的星还暗些。所以，要比较恒星的真正亮度，就得想法使它们有一个共同的测量标准来比较。这样比出来越亮的恒星，发光本领才越强。

利用造父变星的这种特性，就可以确定出它们离我们的远近。比方说，有两颗造父变星，我们观察到它们的亮度变化周期一样长，那么它们的发光本领一定是一样强，真正亮度也一定是相同的。如果我们看到它们的亮度不相同，那就说明它们的距离不一样。根据我们所看到的亮暗程度，就可以计算出它们的距离远近。

更重要的是，如果在某一个天体的集体中有造父变星，那么，只要确定了造父变星的距离，也就等于知道了那个集体中其他天体的距离，因为它们和那颗造父变星相隔都不远。比如说，在银河系外面还有千千万万个银河系，它们都叫做河外星系。只要在一个河外星系中找到了造父变星，就可以利用它把那个星系的距离走出来了。

在天文学的研究工作中，测定天体与我们的距离是一个最基本的问题，可又是一个最困难的问题。我们在地面上能用尺子来量两点之间的距离，可是我们不可能运用这种办法去量一个天体离我们有多远。而造父变星却提供了一种巧妙的办法，能帮助我们测量出天体的距离。所以，它们也就得了一个好听的名称，叫做“量天的尺子”。

天空中的“螃蟹”

我国古代关于超新星的记录资料，同样也是世界上最丰富最准确的。人类有史以来观察记录到的所有超新星，我国的历史书上没有漏掉一颗。这些超新星中最有名的一颗是在 1054 年出现的，关于它，有一个漫长而又有趣的故事。

公元 1054 年，那是我国的北宋朝代。有一天早晨，东方天空中的天关星附近突然出现了一颗非常亮的星。它光芒四射，白天看起来像全天空最亮的

金星那样明亮。这样一连亮了 23 天才开始变暗，但是肉眼仍然能看到。一直过了将近两年，它才消失掉。宋代的天文学家把它叫做“客星”。它也的确是星星大家庭里一位来了又走的客人。

这位客人走后，大约 700 年中，没有人再看到过它。一直到 18 世纪时，有个英国人有一次用望远镜观察天空，就在这颗亮星曾经出现过的位置上，看到了一团模模糊糊的气体云，样子活像一只张牙舞爪的螃蟹。后来有人给它起了名字，就叫蟹状星云。不过起初大家也没怎么注意它。

有意思的是，又过了几十年后再来看时，发现这团气体云膨胀了，“螃蟹”还越长越大呢。后来，天文学家们又进一步测量出了气体云膨胀的速度。这个速度可真是大，每秒钟 1300 公里。知道了膨胀速度，再把气体云的大小测量出来，就可以算出它是在什么时候开始膨胀的了。这样算出来这只“螃蟹”是在 800 年以前开始膨胀的。这正好跟那颗亮星出现的时间——1054 年非常符合。看来，这团气体云就是那颗超新星爆发后留下来的。

超新星的爆发是那样猛烈，把原来恒星的大部分物质，甚至是全部物质，都给炸得粉碎，成了气体和尘埃，并且向四面八方飞散开去。所以在人们看来就成了一团不断膨胀的气体云。原来的恒星毁灭了，它们在壮烈的爆发中结束了自己的一生。而爆发所形成的气体和尘埃又可以作为产生新的恒星的材料。

是“小绿人”在给我们发电报吗

在英国，曾经流传过一个“小绿人”的故事。说是在某一个遥远的星球上，生活着一种人。可能是由于那个星球的万有引力很大，他们被吸得紧紧的，个子都长不高。也可能是由于那个星球上的文明已经高度发达，那里的人不需要进行多少体力劳动，所以他们的身体就退化了。不管是怎样吧，反正是那种人的个子很矮小。另外，他们也不像地球上的人这样，要依靠一些动物植物作食物来生存。他们的皮肤就和树叶一样是绿色的，所以能够像植物那样，通过光合作用，吸收恒星的光的能量。也就是说，那种人不需要吃东西就能生活。因为那种人个子小，皮肤绿，所以就叫他们“小绿人”。

1967 年 10 月，在英国的剑桥大学，一位年轻的女研究生，名字叫乔斯林·贝尔，正在用一架射电望远镜进行天文研究工作。有一天晚上，她的仪器突然接收到了一种很奇怪的无线电信号。这种讯号时起时伏，断断续续，是从太阳系以外的遥远空间发来的。贝尔继续观测，发现这种讯号每天晚上都重复出现，而且总是出现在天空中同一个位置，这个位置是狐狸星座。可是在这个位置上，以前从来不知道有任何能够发出无线电信号的天体。

乔斯林·贝尔的老师东尼·休伊什也研究了 this 奇怪的现象。他们发现仪器收到的讯号，原来是一连串很有规则的脉冲。脉冲是什么呢？就是一种很短促的讯号，一下一下地突然出现，又突然停止，就像人的脉搏跳动一样。这些脉冲讯号每隔一秒多钟出现一次，两个脉冲之间间隔的时间非常准确、非常稳定，真像是一架电台在那里发讯号。休伊什和贝尔就把他们发现的这些“电台”叫做“小绿人一号”、“小绿人二号”……

是不是真有“小绿人”在给我们发电报想建立联系呢？仔细分析一下就知道，这是不可能的事。因为休伊什他们发现的“电台”不是一个，他们在天空中别的位置上又找到了几个，这些“电台”都在发出又准确又稳定的无

线电脉冲。哪里会有这样的巧事：好几个星球上的人同时给我们地球上的人发电报呢？而且，无线电通讯专家也曾经仔细研究过那些脉冲讯号。查来查去，那些讯号不过是一连串简单讯号的重复。那里面不包括任何意义，根本不像是有智慧的人发出来的电报。

这样，休伊什就肯定，那些讯号是一种自然现象，是由一种我们以前不知道的天体发出来的。这种新天体后来就被取名叫做脉冲星。

休伊什他们的发现公布以后，全世界的天文学家和物理学家都很感兴趣，许多天文台也都来寻找新的脉冲星。到 1978 年时，已经找到 300 多颗了。前面说的蟹状星云的中心，就有一颗脉冲星。

天空中飞快旋转的“探照灯”

脉冲星怎么会发出那么有规则的脉冲来的呢？

原来，这种天体发光跟太阳不一样。太阳表面上到处都发光，我们看上去就成了一个光亮耀眼的圆面。脉冲星也发光，不过那种光是眼睛看不见的无线电波，或者别的射线，是从它两侧相对应的两块很小的地方发出来的，就好像是两边装了两盏探照灯。别的地方是发不出光来的，所以就都是暗的。

脉冲星也在不停地自转。在自转的时候，它们的“探照灯”扫过天空。如果有一束电波或是两束电波全都对着地球的方向扫过，我们的仪器就接收到一次或两次无线电波；过去之后，就什么也接收不到了。这样，我们就觉得它们好像是在一下一下地发讯号，脉冲就是这样形成的。就好像一座灯塔，有两个窗口向外放射灯光，灯塔不停地转动，我们看到那灯光好像在一闪一灭一样。

脉冲星的自转要比太阳快得多。贝尔他们发现的第一颗脉冲星，是每隔一秒多钟接收到一个脉冲讯号；也就是说，这个脉冲星只要一秒多钟就自转一次。蟹状星云中心的那颗脉冲星转得更快，它的两个脉冲之间间隔的时间只有 $1/30$ 秒。

高度压缩的中子星

科学家们进一步研究了脉冲星的本质，结果弄清楚，原来它们是由挤得紧紧的中子组成的。也就是说，脉冲星实际上是中子星。

物质都是由原子组成的。原子分为原子核和电子两个部分。原子核在原子的中心位置，电子围绕着原子核旋转。原子核很小，它的半径只有原子半径的十万分之一；不过，原子的质量几乎全部集中在原子里，所以，原子就好像是一个小太阳系，里面是空空荡荡的。原子核又由两种更微小的粒子组成，一种叫质子，一种叫中子。在原子核里，质子和中子紧密地挤在一起。

中子星由于全是一个紧挨一个的中子，所以它上面的物质就非常密了。究竟密到什么程度呢？我们知道，组成地球的物质每一立方厘米大约是 5 克重的样子，而中子星上一立方厘米的物质有多重呢？几亿吨、甚至几十亿吨重。你看相差多少！

中子星是怎么来的呢？原来，中子星跟前面说的超新星爆发大有关系，它们就是在超新星爆发时形成的。大多数超新星爆发的时候，原来的恒星整个被炸得粉碎，全部物质都变成了气体和尘埃。但是，也有一些超新星爆发

的时候，只炸掉了原来恒星的外层物质，原来恒星中心部分的物质留了下来。由于异常迅猛的坍缩，造成巨大的压力，把原子核里原来在核外的电子，几乎全部挤到原子核里，和核里的质子结合成了中子。这时候，恒星中心的物质主要是中子了，就形成中子星。蟹状星云就是这样，那一团正在膨胀的气体云，就是被炸开了的恒星外层物质。星云中心的那颗脉冲星，就是一颗超新星爆发后留下来的中子星。

天狼星的小伙伴

发生超新星爆发，形成中子星，这是晚年恒星的一条生活道路。但是，并不是所有的恒星都得走这条路，只有那些质量比较大的恒星才是这样。质量比较小的恒星就不会发生超新星爆发，而是变成另外一种也很特别的天体，叫做白矮星。

天空中除太阳之外，最亮的恒星是天狼星。它不是一颗单独的星，旁边还有一位小伙伴，和它组成一对双星。这位小伙伴太暗了，肉眼根本看不见。可是它的温度却很高，大约有 1 万度，颜色也是白的，和天狼星的颜色一样。既然是这样，为什么它又非常暗呢？这是因为它的个儿太小了。它的表面积只有天狼星的万分之一，虽然它温度很高，发白光，但是它发出来的光总的说来还是很少的，所以就显得很暗了。根据这位伙伴颜色白、个儿矮小的特点，就给它起个名字叫白矮星。

天狼星的小伙伴是人类发现的第一颗白矮星。到现在为止，这种星已经被找到 1000 多颗了。银河系中没有发现的白矮星还有很多，估计有几亿颗或者几十亿颗。

白矮星的质量大小不一样，最大的差不多是太阳的一倍半，小的大约是太阳的一半。但是大部分白矮星的个儿却比地球还小。所以白矮星上的物质也是很密的，一立方厘米的物质有 200 公斤重。个儿虽然小，却长得结结实实。

白矮星再往后，会慢慢冷下去，温度越来越低，颜色也越来越暗，最后会变成黑色，不发光了，再也无法看见。这时候，我们就不应该再叫它白矮星，而应该叫黑矮星。一颗恒星变成了黑矮星，它的一生就真正完结了，留下一具尸体，在宇宙空间飘荡。

前面说过，我们的太阳 60 亿年后会变成一颗红巨星，它在红巨星这个阶段将停留 10 亿年的时间。然后它会收缩、变小，成为一颗白矮星。再过 10 多亿年，它就成了黑矮星。这就是太阳的整个后半生所要走的道路。

黑暗的无底洞

根据科学家计算，一个物体只要有每秒钟 7.9 公里的速度，就可以不被地球的引力拉回到地面，而在空中绕着地球转圈子了。这个速度，叫第一宇宙速度。如果要想完全摆脱地球引力的束缚，到别的行星上去，至少要有每秒钟 11.2 公里的速度，这个速度，叫第二宇宙速度。也可以叫逃脱速度。这个结果是按照地球的质量和半径的大小算出来的，就是说，一个物体要从地面上逃脱出去，起码要有这么大的速度。可是对于别的天体来说，从它们的表面上逃脱出去所需要的速度就不一定也是这么大了。一个天体的质量越是

大，半径越是小，要摆脱它的引力就越困难，从它上面逃脱所需要的速度也就越大。

按照这个道理，我们就可以这样来想：可能有这么一种天体，它的质量很大，而半径又很小，使得从它上面逃脱的速度达到了光的速度那么大。也就是说，这个天体的引力强极了，连每秒钟跑 30 万公里的光都被它的引力拉住，跑不出来了。既然这个天体的光跑不出来，我们当然就看不见它，所以它就是黑的了。光是宇宙中跑得最快的，任何物质运动的速度都不可能超过光速。既然光不能从这种天体上跑出来，当然任何别的物质也都休想跑出来。一切东西只要被吸了进去，就不能再出来，就像掉进了无底洞，这样一种天体，人们就把它叫做黑洞。

我们知道，太阳现在的半径是 70 万公里。假如它变成一个黑洞，半径就得大大缩小。缩到多少呢？只能有 3 公里。地球就更可怜了，它现在半径是 6000 多公里，假如变成黑洞，半径就得缩小到只有几毫米。哪里会有这么大的压缩机，能把太阳、地球缩得这么小呢！这简直像《天方夜谭》里的神话故事，黑洞这东西实在太离奇古怪了。但是，上面说的这些可不是凭空想象出来的，而是根据严格的科学理论得出来的。

原来，黑洞也是由老年的恒星变成的。前面说过，质量比较小的恒星，到了晚年，会变成白矮星；质量比较大的会形成中子星。现在我们再加一句，质量更大的恒星，到了晚年，最后就变成黑洞。所以，总结起来说，白矮星、中子星和黑洞，就是晚年恒星的 3 种变化结果。

现在，白矮星已经找到了，中子星也找到了，黑洞找到没有？也应该找到的。主要因为黑洞是黑的，要找到它们实在是很难。特别是那些单个的黑洞，我们现在简直毫无办法，有一种情况下的黑洞比较有希望找到，那就是双星里的黑洞。

如果双星中有一个是普通的恒星，另外一个黑洞，虽然我们看不见黑洞，但却能从那颗看得见的恒星的运动路线分析出来。这是什么道理呢？因为，双星中的每一个星都是沿着椭圆形路线运动的，而单颗的恒星不是这样运动。如果我们看到天空中有颗恒星在沿椭圆形路线运动，却看不到它的“同伴”，那就值得仔细研究了。我们可以把这颗星走的椭圆的大小、走完一圈用的时间，都测量出来。有了这些，就可以算出来那个看不见的“同伴”的质量有多大。如果算出来质量很大，超过了中子星可能有的质量，那就可以进一步证明它是个黑洞了。

在天鹅星座，有一对双星，名叫天鹅座 X—1。这对双星中，一颗是看得见的亮星，另一颗却看不见。根据那颗亮星的运动路线，可以算出来它的“同伴”质量很大，至少有太阳质量的 5 倍。这么大的质量是任何中子星都不可能有的。当然，除这些以外还有别的证据。所以，基本上可以肯定，天鹅座 X—1 中那个看不见的天体就是一个黑洞。这是人类找到的第一个黑洞。

另外，还发现有几对双星的特征也跟天鹅座 X—1 很相似，它们里而也可能有黑洞。科学家们正在对它们做进一步的研究。

两种完全不同的星云

冬天的夜晚，很容易看到猎户星座。它有 7 颗很亮的星；上面两颗像是猎人的肩膀，下面两颗像是膝盖，中间三颗就是一条闪闪的腰带了。腰带下