

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

二十一世纪中小生素质教育文库(18)

# 趣谈天文

e-BOOK  
网络百科 中国第一

## 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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

面还有几颗不怎么亮的星，就像是猎人佩带的宝剑。你仔细看看那柄宝剑，会在那里看到一团模模糊糊的云雾，它不像是一颗恒星，所以就叫做星云。天空中用肉眼能看到的星云只有很少几个。除了这个猎户星座星云外，在仙女星座也能看到一团星云。但是用望远镜看到的星云就非常多了。

这些星云到底是什么东西呢？在历史上，人们对这个问题曾经长时期地激烈争论过。有的人说，所有的星云都不过是些气体云，都在银河系内，都是银河系的成员。另外一些人却勇敢地提出来，这些星云也和银河系一样，是由许许多多恒星组成的大集体。因为它们离得太远了，我们看不清那一颗颗暗弱的星星，所以看上去才成了模糊一片。就像天上的银河，看上去像一条白色的带子，其实是密密麻麻的恒星。

这两种观点一直争论了大约 200 年，谁也没能说服谁。一直到 20 世纪 20 年代前后，更大更精密的望远镜制造出来了，用这种望远镜在一些星云中辨认出了一颗一颗的恒星。天文学家们还测量出来几个星云的距离，结果说明了这些星云确实非常遥远。例如上面说的仙女星座星云，它离我们大约有 220 万光年，而银河系的直径只有 10 万光年，比银河系的直径大得多，所以它肯定不在银河系内。而且它里面的恒星也被天文学家辨认出来了。这就可以证明，在我们银河系外，还有很多别的恒星集体，这些恒星集体就叫做河外星系。仙女座星云就是一个河外星系。

这样说来，是不是第一种观点就完全错了呢？那也不是。有些星云又的确是银河系内的气体云。猎户星座星云就是这样，前面谈的蟹状星云也是这样。所以，你以后在书上看到或是听人讲到“星云”这个词时一定要搞清楚，究竟指的是银河系内的气体云，还是河外星系。这两种星云是完全不同的。

## 银河系的“邻居”

眼睛能看到的河外星系，除了仙女座星云外，还有两个，就是大麦哲伦星云和小麦哲伦星云。麦哲伦是 16 世纪时的一位葡萄牙航海家，他率领的船队看到了这两个星云，并首先向全世界公布，所以后来就用他的名字来称呼这两个星云。

这两个星云离我们比仙女座星云近多了。大麦哲伦云的距离是 17 万光年，小麦哲伦云是 20 万光年。它们是离我们最近的两个河外星系，所以看上去比较明亮。可惜，它们是在南半球的天空，太接近南极了，我国境内看不到。

大、小麦哲伦云都比银河系小得多，就像是紧挨着银河系的两个小“伙伴”。前面说过，大多数恒星都是两颗、三颗或更多颗聚集在一起，组成一个小集体。原来星系也喜欢成双成群地聚集在一起。银河系同大、小麦哲伦云就是聚在一起不分离的“三兄弟”。

除了仙女座星云和大、小麦哲伦云外，还有十几个河外星系也离我们比较近，它们都是银河系的“邻居”。这样一共 20 来个星系聚集成了一群。这一群里最大的两个就是银河系和仙女座星云，其余的“小弟弟”们都围绕着这两位“老大哥”。

## 人类的家园

## 好大的地球

讲台上放着一个普普通通的地球仪。白色的电镀弧形支架闪闪发光。支架里，那个正球形的“地球”上涂着各种颜色。蓝色的是海洋，其他颜色是地球上许多国家和地区。另外，还画满各种颜色的线条和符号，蓝色的曲线是河流，红色的线条是铁路，一横一点的连线表示国界，圆圈代表着一座城市……

“同学们，放在你们面前的就是大家居住的‘地球’，不过它是缩小了的地球模型。缩小比例尺是四千万分之一。也就是说，这个‘地球’上的一厘米，相当于地面实际距离 400 公里。”

地理老师说完，用眼睛把整个教室扫视了一周，最后目光落在前排一个男学生身上。

“我这里有一个皮尺，你能用它量出地球的周长和半径吗？”

这个刚上初中一年级的男孩子，熟练地运用测量和计算方法，很快就得出了答案。

“老师，地球圆周长是 4000 千米；地球的半径是 640 千米。”

听了孩子的回答，老师满意地点了点头。

“量得不错。不过，如果按照科学家精确的测量，地球的周长比 4000 千米还多一点，地球的半径比 640 千米略少一些。我们用这样简单的测量方法，当然不能量得那么准确。”

教师在黑板上迅速地写出下面一些数字：

地球半径：

平均：6371 公里，极半径：6357 公里，赤道半径：6378 公里。

地球经线周长：40 009 公里。

地球赤道周长：40 075 公里。

地球表面总面积：5 亿 1 千万平方公里。

地球体积： $1.083 \times 10^{12}$  立方公里。

地球质量： $5.976 \times 10^{27}$  克。

“我写出这些数字并不是要你们都记住，能记住大概的约数就够了。主要目的是让你们得到一个概念：地球是一个相当大的球体。”

为什么在学习地理的时候，首先要了解地球是个相当大的球体呢？

因为，只有弄清了地球的大小以后，才能正确地认识地球上各种地理现象的大小和规模。

比方说，一个大陆有多大，一个国家有多大，光背诵那些枯燥的数字，不但很难记牢，而且没有个明确的概念。可是，如果说，亚洲面积是 4400 万平方公里，约占地球表面积的 9%；我国面积 960 万平方公里，约占地球表面积的 2%，就比较容易记忆了。

又比如，一些地理现象要释放出十分巨大的能量。一次中等水平的地震——五级地震，释放的能量相当 2 万吨黄色炸药的爆炸力。地震每升一级，能量大约增加 30 倍，那么，八级地震释放的能量就大到简直无法比拟的地步了。

为什么地球能释放这么巨大的能量呢？这是由于地球自身的质量太大了。地球质量大约等于 6 后面加 21 个零那么多吨。这样重的东西，它的微小变化就会释放出巨大的能量。

喀喇昆仑山——喜马拉雅山系是世界上最高的山脉。全世界 109 座 7000 米以上的高峰，这里就有 96 座。其中珠穆朗玛峰海拔高度为 8848.13 米，是世界第一高峰。

马里亚纳海沟是世界最深的海沟，大部分超过 8000 米。其中“挑战者”深渊为 11 040 米，是海洋里最深的地方。

可是，这个最大高度和这个最大深度如果与地球半径相比，就显得非常非常的小，还不到地球半径的  $1/700$  和  $1/600$ 。

如果把这个高（深）度与广阔的地球表面相比，更显得渺小。充其量说，不过像是一块麦田里的几条低矮土埂和垄沟而已！

到目前为止，地球上有 50 多亿居民，包括不同肤色、不同语言的几百个民族，200 多个国家和地区，分布在地球的各个角落。地球就是我们人类的“家”。它不但给人类生活提供足够的空间，也给人类提供了丰富的资源，人类社会一刻也离不开地球。

当然，地球大也有大的问题。比方说，它给人类认识地球带来许多不便。就连这样一个最普通的问题——地球是个球体，也只是到了最近几百年才被人类所认识。正因为地球太大了，所以直到现在地球上还有好多科学问题仍然没有弄清楚。

#### 4600 “岁”——地球的年龄

“地球的年龄只有 4600 岁”？你们看了这个标题一定感到奇怪。

不错，地球确实只有 4600 “岁”的历史。不过，这 4600 岁中的“岁”不是一年，而是 100 万年。这就是说地球的历史有 46 亿年了。

为什么不用年来计算地球的年龄，而把“一百万年”当做一“岁”呢？

其实这也没有一个绝对的规定。因为地球的年龄太大了，为了方便，在一些教科书和科学著作中，常常用“百万年”为单位来计算地球每个地质历史时期的年龄。

比如，距我们最近的地质年代——第四纪，开始于 250 万年前，就用“两岁半”计算；而距离我们最遥远的太古代，距离今天为 24 亿年，合“2400 百岁”。

46 亿年有多长呢？为了让大家理解这个问题，我们可举出两个例子来具体地比较一下。

首先拿我国的历史和地球的历史来比较。

我国是一个大约有 5000 年悠久历史的文明古国。在这 5000 年间，经历了远古的传说时代，经历了夏、商、周、春秋、战国、秦、汉、魏、晋、南北朝、隋、唐、五代十国、宋、元、明、清十多个朝代，每个朝代往往有好几百年的历史，发生过许许多多重大的历史事件。

可是，我国的历史在地球历史上实在太短了，它只占地球历史的一百万分之一。

我们再用人类的历史和地球的历史来比较。

人类的历史也是很长的。从最早的猿人出现算起，大约有二三百万年的时间，在这段漫长的时间里，猿人靠着劳动锻炼了自己，最后演化成今天的人类。

人类的出现是地球发展历史上一件极其重要的事件，随着人类社会的发

展，地球面貌发生越来越大的变化。

可是，这二三百万年也只占地球历史的两千分之一左右。

地球的历史到底有多长，我们的头脑里可能有个概念了吧！这“46 亿年”在地球发展中具有什么意义呢？

任何事物在它发展过程中都离不开时间。没有足够的时间，事物就不能发展。这既是个哲学问题，也是个非常具体的实际问题。

比如，有人测定，中尼边境上的喜马拉雅山正以每年 1 厘米的速度缓慢上升。这个成果是我国科学工作者在青藏高原进行长期科学考察以后，得出的最新数据。

1 厘米是一个很小的很小的高度。如果把这 1 厘米的高度平均分配到一年里的每一天，那么每天上升的高度只有 0.003 厘米。可是，把这个速度放在地质历史的长河中，得出的数字准会叫人吃惊！

如果按照每年平均上升 1 厘米的速度计算，100 年上升 1 米，1 万年上升 100 米，100 万年就可以上升 1 万米！

喜马拉雅山已经形成几千万年了。当然它不是一直都在升高，上升的速度也不总是这样快，而且地面上的山体还会受到大自然的风雨、流水和冰川的侵蚀，否则喜马拉雅山真不知该长到多么高了！

这个例子告诉我们，地球上的大陆、海洋、高山、高原、盆地、河流、湖泊、冰川、沙漠……没有一样不是在漫长的地质历史中形成的。

同样，正因为有了足够长的时间，地球上的生物才能从简单的单细胞个体，形成今天几百万种的生物界。也正是因为有了足够的时间，才有了地球上万紫千红的今天。

### 给地球照个全身像

你们会举出许多例证，证明地球是个圆球：

当发生月蚀的时候，月亮上出现的黑色圆影，就是地球表面的轮廓。

人们站在岸上观看从海洋上驶进港口的船只，总是先看到船桅，然后才慢慢地看到船身，说明大洋表面原来就是一个球面。

几百年前麦哲伦环绕地球一周的航行，令人信服地证实了地球是个球体的学说。

但是，地球终究太大了，上述所有办法都不能使人们用肉眼直接看到地球的外形。因为在那个时代里，人类还没有办法使自己离开所居住的地球，再回过头来看看地球的外形。这叫做：不识庐山真面目，只缘身在此山中。

最近二三十年，科学技术飞速发展，人类已经可以把人造地球卫星或载人的宇宙飞船发射到几百公里，甚至更高的太空中。

宇航员第一次从太空中看到自己的“家”，真是兴奋极了，并通过飞船上的相机，拍下最珍贵的镜头——地球的全身像。

在宇航员视野里出现了什么呢？

他们确实确实看到一个巨大的球体。虽然严格地说，这个球体有点扁，南端还稍微向里凹下去，北端稍微突起，即所谓的“梨状体”。但是，这些细微的差别毕竟太小了，宇航员的肉眼是看不出来的。在他们眼中，地球仍然是个正球体。

那些高山、盆地会不会影响地球形状呢？也不会。我们前面已经说过，

几千米的高度在这样大的球体上根本无法被宇航员们觉察出来。

宇航员还看到，整个地球被一层浓厚的大气包围着。天空中飘浮着的云层可以证明大气的存在。有时，大气中的云层范围很大，景象十分壮观。比如，如果宇航员下面正好对准一次热带气旋（在我国叫台风），那么飘浮在空中的云层将出现一个庞大的“螺旋”，范围可以达到几百公里。

宇航员可以看到碧波万顷的海洋和各个大陆的轮廓。宇航员们说，地球曾被叫做“水球”，因为海洋的面积占地球的70%，这是千真万确的。在宇航员眼里，地球基本上被彼此相连的海洋包围着，而那些大陆只不过是漂浮在海洋中的岛屿。

人们还设计出车载人的地球卫星，专门用来测量地球。卫星里安装着各种各样的先进科学设备，可以在几百公里的高空，不停地对地球进行拍照。同时还能把这些照片变成电讯号，用无线电波传给地面接收站，最后又还原成一张张地球的照片。

这种照片拍摄的范围都很大，有一种卫星，一张照片就能照下相当于地球表面180多公里见方的面积。人造地球卫星不停地绕地球旋转，100分钟左右，就绕地球一周，18天就能把整个地球拍摄一遍。

也许，你们以为这些不载人的地球卫星的照相机，比不上宇宙飞船上宇航员的眼睛，其实不然。这些新型的照相设备不但比人的肉眼有更高的分辨力，而且能透过云层，甚至在漆黑的夜晚还能照样拍照。

这样，人类靠着自己的智慧和先进的设备，开始对地球进行更广泛、更深入的研究。

比如，上面提到过热带气旋，因为有了卫星的帮助，人类可以在它刚刚形成的时候就发现它，并且能够对它的移动速度、移动方向做出准确的预报。

长期以来，对于地球上一些自然条件极端恶劣的地区，诸如浩瀚的海洋、广阔的沙漠和难以进入的高山高原，人们对它们内部情况了解得很少。今天，有了人造地球卫星的帮助，情况就截然不同了。

比方我国的青藏高原，尽管最近100多年来，不少探险队进入这个地区，但始终没有弄清那里有多少湖泊。有的湖泊即使被发现了，位置画得也很不准确。现在，科学家们利用卫星拍下来的照片，轻而易举地找到青藏高原上所有的300多个湖泊，并且把它精确地画在了地图上。卫星照片还可以帮助人们寻找矿藏和地下水源，分析农业生产情况，在军事上，它的作用就更大了。现在，卫星的种类越来越多，探索的领域也越来越广。

## 太阳系中的小小“绿洲”

地球不是很大很大吗？这是对于人类而言，但是，对于地球所在的太阳系，它只是一个小兄弟。而太阳系在广袤无垠的宇宙中也仅仅是一个小小的“家族”。

天文学家早就测量出太阳系家族各个主要成员的大小、质量及其本身的运动规律。在太阳系的9颗行星中，地球并不是很起眼的。

论大小，它虽然比水星、金星、冥王星、火星稍大，却又远不如木星、土星、天王星、海王星的规模。

论质量，它只有木星的1/318，土星的1/95，天王星和海王星的十几

分之一。

在绕太阳运行的轨道上，地球既不像水星、金星离太阳那么近，也没有火星、木星、土星、海王星、天王星、冥王星离太阳那么遥远。

所以，不论从哪个方面来看，地球都是9颗行星中间的一颗中等水平的行星。

那么，地球在太阳系9颗行星中间有没有什么特殊的地方？

地球最大特点是，它是9大行星中唯一有生物的星球。在这个星球上有和煦的阳光、丰富的水和充足的空气，为生命的生存和发展提供了条件。在地球上的千千万万种生物中，人是最高等的生物。它能够利用自己的智慧，制造工具，从事各种生产活动。这样，地球上就出现了其他行星所没有的景象：沟渠纵横阡陌相连的原野、熙熙攘攘的城镇、马达轰鸣的工厂和矿山……因此，有人把地球叫做太阳系里的“绿洲”。

尽管一些科学家们断言，在茫茫宇宙之中，总该有存在着生命的星球，也许还有“外星人”。但是，到目前为止，他们还没有找到一颗像地球这样的星球。所以，我们还可以说，地球是迄今人类在宇宙中发现的唯一的一颗有人类生存的星球。

当然，人类得到这样的认识并不是很容易的。过去，曾经流传过不少关于外星人的传说。

拿我国来说，2000多年以前，就出现过关于“嫦娥奔月”的神话故事。月球是地球的卫星，离地球最近。每当圆月当空的时候，人们可以模模糊糊地看到月亮表面上的一些阴影，就猜测月亮上也会有人生活。现在知道，这些传说是毫无根据的。从登月的宇航员带回来的报告中，我们知道，月亮上不但没有人，就连最低等的生物也不能生存。那里没有水，没有空气，是一个完全死寂的世界。

在国外，流传得最广泛的是关于火星人的传说。自从人类发明望远镜、并用它来观测天体的时候起，人们就对火星产生了浓厚的兴趣。

在太阳系9颗行星中，火星与地球最相像。它比地球要小，同样以差不多24小时的时间自转一周。火星上也有“春、夏、秋、冬”之分，在望远镜里，人们可以观察到，随着季节的变化，火星表面的颜色也发生变化。

另外，人们还发现笼罩在火星四周的大气，火星两极堆满白皑皑的“积雪”，天空中飘动着朵朵“白云”。

一位天文学家发现，火星大地还分布着纵横交错的“河流”。他认为，这是说明有火星人存在的最重要的证据，这些河流大概是火星人自己开凿出来的“运河”。

在西方，有火星人存在的说法，影响十分广泛，小说家们竟然根据这些材料创作出不少生动有趣的科学幻想故事。其中有一个故事说，在某年、某月、某日，一群火星人突然闯入地球，竟轻而易举地把大英帝国给占领了。

现在，火星人假说已经被完全否定了。1976年8月，美国发射的“海盗号”探测器飞落到火星上，获得了十分丰富的科学资料。人们发现，火星上没有生物，更没有人。

火星外层大气不是像地球空气那样，由氮、氧等气体组成，而是一色的二氧化碳。火星两极的“积雪”不是由水冻结而成，而是低温时二氧化碳的结晶体。空中飘浮的“白云”，也是由固态二氧化碳形成的。

至于那些火星表面上的“运河”，原来是一些沟壑，根本不是什么火星

人开凿出来的。

现在可以证明，在太阳系的行星中，只有地球有生命存在。在茫茫的宇宙中是否有外星人存在，目前还难于下结论，因为这些星球离我们太远了，人类现在还没有探索的手段。

## 一张看不见的“网”

地球不但个头大，而且没边儿没沿儿，到处都是浑圆浑圆的球面。这就给表示地球上任何地点的具体位置造成了很大困难。

比如要问：“我国上海市在地球的什么地方？”

你们可能回答：“上海在亚洲的东南部，太平洋西岸，长江入海口的南边。”

尽管你们回答得这么详细，却仍然不够精确。亚洲东南部有那么大，太平洋西岸有那么长，长江口南边又有那么多的城镇，怎么能知道上海的准确位置呢？

何况，地球上许多地点附近并没有明显的标志，根本不能用在什么河流、什么山脉、什么大海附近，把它表示出来。

当一艘远洋航船在茫茫大海中航行，或者一架飞机在辽阔的天空中飞行，它们都要随时确定自己的准确位置，进而确定自己的航行方向，怎么能用前面所说的那种很不精确的方法表示它们的位置呢？

一座城市不论有多么大，有多少居民住户，邮递员总会找到各家各户的准确地址。人们先把城市分成若干区、若干街道，再把每户编上门牌号码，随便你找什么单位或住所，只要知道街巷名称和门牌号码，都能很快地找到。

科学家们也是利用类似上面的方式，设计出一套既科学、又行之有效的办法，用来确定地球上任何地点的位置。这就是地球的经纬网。

经纬网是由一组基本上互相垂直的经线、纬线构成的。其实，并没有谁真正在地面上去划出这些线条，而是科学家们通过计算，在地球仪上或者在地图上画出的假想线。

在地球仪上连接南极点、北极点的南北方向的弧线，是个半圆，叫经线，也叫子午线。所有的经线长度都相等。通过英国伦敦格林威治天文台旧址的经线叫本初经线，即零度经线，往东、往西各分180度。

在地球仪上与两极点等距离的大圆叫赤道，与赤道平行的线叫纬线，都自成圆圈，指示东西方向。赤道是最大的纬线圈，长约4万公里，被定为纬度零度，向南、向北各等分90度。从赤道到两极，纬线圈越来越小，到南北极点就成为一个点。

经度、纬度以下还可细分为“分”、“秒”。

这样，整个地球就被这张密密麻麻的网严格地分割开来，地球上任何一点，都可以用精确的经纬度值表示出来。

比如，莫斯科：东经 $37^{\circ}$ ，北纬 $55^{\circ}$ ；巴黎：东经 $2^{\circ}$ ，北纬 $48^{\circ}$ ；东京：东经 $139^{\circ}$ ，北纬 $35^{\circ}$ ；纽约：西经 $73^{\circ}$ ，北纬 $40^{\circ}$ ；开罗：东经 $31^{\circ}$ ，北纬 $30^{\circ}$ ；墨尔本：东经 $145^{\circ}$ ，南纬 $37^{\circ}$ ；新加坡：东经 $103^{\circ}$ ，北纬 $1^{\circ}$ ；布宜诺斯艾利斯：西经 $58^{\circ}$ ，南纬 $34^{\circ}$ 等等，都可以用两组简单的数字表示出它们各自在地球上的准确位置。

地球上的经纬网还有更广泛的用途。



有了经纬网的帮助，人们可以很方便地计算不同经度地方时的时差；全世界统一标准的地图，也可以利用经纬网测量和绘制出来。

总之，经纬网是一种非常有用的东西，我们一定要掌握它。

## 移山倒海的力

大多数湖泊是江河“歇脚”的地方，大海是江河汇集的场所。河水中挟带着的大量泥沙、石子，最后总要在大海或者湖泊中沉积下来，形成厚厚的沉积层。

时间慢慢地过去，在一定的温度和压力条件下，经过成岩作用，松散的沉积层又渐渐变成坚硬的岩石。地球上的石灰岩、沙岩、砾岩、页岩等，就是古代松散沉积物，经过漫长的地质历史，逐渐固结而成的，这种岩石叫沉积岩。

你们想想看，这些湖海下面的沉积层应该是水平的，还是倾斜的？

你们一定会回答：“水平的。”

这样回答是对的，因为沉积岩层本来就是水平的。但是，实际上在地球上却很难找到真正水平的岩层，许多沉积岩层都是倾斜的，有时，整整一座几百米高的高山，它的地层都是斜躺着的。这种山地，往往朝着地层倾斜方向的一侧，山坡比较平缓；而山的另一面，则是陡峭的断崖。这种山，在地理学中被称做单面山。

如果你们到山区旅行，还会看到更为奇怪的现象。一堵高大的石壁在你面前横空直立。仔细一看，那里的地层好像是柔软的面团，被揉搓成弯弯曲曲的形状。

有时也能看到完全直立起来的岩层。这种岩层在多年风雨侵蚀下，互相裂开，直立在地上，像一道巨大的“石栅栏”。

本来是水平的岩层怎么会变成这样？究竟是什么力量，能把庞大的山体掀翻，能把坚硬的岩石揉得弯弯曲曲呢？

原来，这是孕育在地壳内部的构造力在不停地起作用。这种地球内部能量所引起的地质作用，也叫内动力作用，主要有地壳运动、岩浆作用和变质作用几种类型。地壳运动包括的水平运动、垂直运动、褶皱、断层及伴随而产生的地震，岩浆作用中的火山喷发，都能改变岩层的形状。

地壳运动有时是相当激烈的，在几十亿年漫长地质历史时期，科学家已经找出好几个这样的地壳激烈变动的阶段，地质学上称做“造山运动”。

就拿发生在1亿多年前北京附近的一次造山运动（地质学上称作“燕山运动”）来说，其激烈程度就十分可观。本来是深深的海洋，经过这次造山运动，变成了雄伟的高山。伴随着强烈的地壳运动，一系列的火山突然爆发，在地表留下大面积的火山岩。

当然，一般来说，地壳运动总是在神不知、鬼不觉的情况下，悄悄进行的。现在，科学家已经知道，地球上几乎所有地壳都在不停地、然而却是极为缓慢地运动着。它们之间有的彼此分离开来，有的互相挤在一起，有的上升为山，有的下降为谷。这种地壳的缓慢运动，只有通过详细的调查研究，才能判断它。

## 大海诞生的地方

东非大裂谷，南起莫桑比克的印度洋海岸，向北经马拉维、坦桑尼亚、扎伊尔、肯尼亚、乌干达，在埃塞俄比亚的阿法尔地区进入亚丁湾，再经红海，往北一直到西亚的死海一带，全长 6000 余公里。在平均宽度 35~50 公里的谷地两侧，陡崖壁立，高山谷底一两千米。裂谷带地壳运动活跃，火山众多，顺裂谷带分布着一连串狭长幽深的湖泊。在整个地球陆地上，再也找不到东非裂谷这样的构造线，所以有人把它称作“大地脸皮上最大的伤疤”，是地球上数一数二的自然奇观。

地面上怎么会这么长一个大裂谷呢？现在，地球科学上有一种“板块学说”。持这种观点的科学家认为，这里地壳下面的地幔上涌，使地壳变薄并向两侧裂开。随着裂谷的扩展，将在这里出现新的海洋。东非大裂谷确实在不断地扩张，据推算，近 200 万年来，平均每年要向外扩展 2~4 厘米。

东非裂谷北部的红海，是被非洲大陆与阿拉伯半岛南北夹峙着的狭长的内海。它的两岸海岸线几乎完全可以拼合起来，说明在不久前的地质时代里，红海两岸是连在一起的，后来因为地壳裂开、扩展，逐渐变成了海。

根据一些科学家的意见，世界的大洋可以按照它们发生、发展过程分成若干阶段。即所谓的胚胎海、幼年海、成年海、衰老海和残留海等。

东非大裂谷虽然已经存在 2000 多万年，但是，至今尚未形成真正的海洋，只是在地面上留下一条洼地和许多湖泊。在世界大洋的发育过程中只能属于孕育海洋时期，被称做胚胎海。

红海虽然已经形成海洋，但是它的发育还很不完善，南端的曼德海峡又窄又浅，常常因为某些原因，使红海与印度洋完全隔开。所以只能算是幼年海类型。

浩瀚的大西洋正处在朝气蓬勃、风华正茂的旺盛时期，由于大西洋不断地向两侧拉开，使得欧洲、非洲与南美洲之间的距离不断扩大。

太平洋虽然是地球上最大的大洋，但在发展阶段中却处在老年时期。科学家发现，太平洋已经不像大西洋那样“快速”地裂开，四周一些大陆正在吞噬着它的身躯。

处在欧洲和非洲大陆之间的地中海叫残留海。它也曾经有过繁荣时期。1 亿多年前，它的范围向东曾到达中亚和喜马拉雅山一线。可是，今天地中海只是一个面积很小的内海，几乎完全被陆地包围起来。在原来地中海分布的地方，有的隆起成巍峨的高山，有的留下一片低洼干燥的盆地或者湖泊。科学家们已经找到足够的证据，证明原苏联境内的里海、咸海原先就是地中海的一部分。他们预告，终有一天地中海会在地球上完全消失！

你们瞧，地球上的海洋竟和一切事物一样，也有它自己的诞生、成长、消亡的过程。

## “活”的断层

1906 年 4 月 18 日凌晨 5 点 12 分，在美国西部加利福尼亚州发生了一次美国历史上罕见的大地震。震级为 8.3 级，在 37 万平方公里的范围内都感觉到了这次地震。

这次地震的震中并不在圣弗兰西斯科市（即旧金山市），但是却使这个城市完全震毁。地震发生后，300 多人被倒塌的房屋砸死。接着又发生了无

法扑灭的火灾，大火一连烧了3天3夜，把圣弗兰西斯科烧成一片瓦砾。

这就是闻名世界的圣弗兰西斯科大地震。

美国加利福尼亚州西海岸是世界上地震发生最频繁的地区之一。在最近100多年的时间里，超过8级的特大地震就发生过两次。一些震级较小的地震几乎年年都有发生。

为什么加利福尼亚州西海岸是一个多地震的地区呢？

原来，这里有一条很长很长的地壳断裂带。它纵贯北美洲西部沿海，并且深入到太平洋中，全长足有1600多公里。科学家们称它为圣安德烈斯断层。

什么是断层呢？地壳运动会使岩层发生断裂，断裂岩层沿着断裂面发生相对移动的现象就叫断层。断层一般是岩体沿断裂面上下错动。

圣安德烈斯断层有其突出的特点。它不像常见的断层那样上下错动，而是彼此平行滑动，也就是在水平方向上的前后错动。断层的东侧向南，西侧向北，滑动的速度也很可观。1906年，圣弗兰西斯科大地震时，一次就滑动了6米，在地面上产生一条300多公里长的大裂缝。

圣安德烈斯断层引起科学家们极大兴趣。科学家们发现，这个断层一直处于不停的运动中。在多数情况下，断层的移动很慢，但移动的速度并不总是一样的，有时快一些，有时又突然慢下来。如果没有精确的测量仪器，人们用肉眼是很难发现断层移动的。科学家把这种断层移动叫“蠕动”。

在1956年，人们用肉眼看到了这种滑动现象。在那一年，一座精巧建筑在圣安德烈斯断层上的葡萄酒厂的钢筋混凝土厂房，突然发现有一条很大的裂隙。经过调查，这个建筑物的裂缝，既不是地基基础不好，也不是建筑材料质量不好或施工问题造成的。它的断裂来源于地下那条不断错动的断层。

圣安德烈斯断层上发生过许多奇怪现象。一家草栅栏突然从中间断开，铁轨发生意外的弯曲，就是那些穿过断层的移动，河道不能顺直地流动，造成非常奇怪的拐弯。

科学家们用精密的测量仪器对断层两侧进行过反复测量，最后测出，圣安德烈斯断层平均每年彼此滑动距离为10毫米。

“10毫米”，这是一个多么小的数字。但是，用地质学的观点看，这个数字是相当惊人的。圣安德烈斯断层至少已经存在1亿多年了。在这漫长的年代里，移动速度按每年10毫米算，加起来就是一个十分惊人的数字。

科学家们估计，这个断层已经相对移动了260公里！

圣安德烈斯断层的活动给地震科学家研究地震成因提供了一个难得的天然实验室。地震科学家在这个断层附近布置了许多台仪器，昼夜不停地观察着断层的一举一动，把这些现象统统记录下来，进行详细的研究，探索地震的起因和规律。

科学家们认为，地壳的运动应该是地震发生的基本根源。

现在可以这样说，地球表面的地壳各个部分总是或多或少地运动着。它们有的彼此分离，有的彼此挤压，有的相互错动。这样，地壳间就产生了十分强大的压力。

科学家们推测，地球上某一地区在地震发生之前，那里的地壳正受到日益增加的强大压力。这种巨大的压力不断地积累着、增加着。地壳压力可以引起地壳的变形：轻度的倾斜或者翘起。断裂带是地壳的薄弱部分，当地壳所受的压力达到一定限度，足以超过地层之间断层摩擦力的时候，断层就会

急剧活动，山崩地裂的地震就发生了。

## 在海底深渊中探险

强大的水下探照灯打开了，光明第一次照亮了黑暗的海底深渊。一个陌生而新奇的世界展现在两位勇敢的深海探险家的舷窗前面。

一条 30 厘米长的怪鱼，摆动着扁平的身躯，缓缓地在水中游动。它从来没有看见过身边出现的这个庞然大物——水下深潜器，所以不害怕，也不逃避，还是若无其事地游着，最后慢悠悠地把半截身子钻进海底软得不能再软的细泥里去了。

一条红色的大虾也赶来凑热闹，它竟然贴近深潜器的舷窗，像是欢迎这位深海中出现的不速之客。

在探照灯光照射下，海底一片橙黄色，堆积着亘古以来没受到过干扰的厚厚软泥，这是生活在海中的单细胞植物——硅藻留下的遗体。

整个深渊沉浸在一片宁静、安谧、黑暗的世界里。

水深指示器指示着水深：11 022 米。

水温表指示着水温：3.3 。

没有海水流动现象。

上面所讲的，是深海探险家雅·比卡德和他的助手沃尔什于 1960 年 1 月 23 日第一次向全世界报告的海底深渊中的图景。

比卡德下潜地点在太平洋上的马里亚纳海沟的最南端。1951 年，英国海军调查船“挑战者”号第一次发现了它。1959 年，前苏联调查船“勇士”号，测出这里的深度为 11 034 米，具体位置是，东经  $142^{\circ}12'$ ，北纬  $11^{\circ}20'$ 。这是人类目前发现的世界海洋中最深的纪录。

在科学技术还不够发达的年代里，海洋是人类最不熟悉的领域。因为那层厚厚的海水，挡住了人们的视线，人们很难弄清海底的真实面貌。

后来，科学家发明了新式的测深仪器，能够以最快的速度 and 足够的精确度测量大海的深浅，才渐渐弄清海底情况。原来海底也和陆地一样，是一个高低起伏、复杂多样的世界。

在茫茫大海底部有连绵的海岭，有孤立的山峰，有广阔的盆地，也有狭窄的深谷。在这些复杂的地形中间，大概要数海底深渊最引人注意了。

这些海底深渊常常连结成一条又深又陡的峡谷，就是地理学中所说的“海沟”。

世界上海沟之深真叫人吃惊。如果把世界最高峰珠穆朗玛峰（海拔 8848.13 米）放在里面，还差 1000 多米才能露出水面。

在 1 万多米的海底深渊里，海水的压力大得惊人。如果你们学过大气压力的知识，可以计算一下，1 万米以下的海水压力有多大。

告诉你们，这里的海水压力大约等于 1000 个大气压。换句话说，这里 1 平方厘米的面积上，要承受着 1000 公斤的压力。

为了战胜水下压力，胜利完成征服海底深渊计划，比卡德的潜水器采用了最结实的钢板和各种保护性设备。

在 1 万米的海底深渊里，阳光是绝对透不进去的，水温也很低。可是，在这种高压、黑暗、低温的环境中，将会是一种怎样的情景呢？会不会也有活着的生物生活呢？

现在，这些问题已经解决了。比卡德成功的探险，给我们描绘出海底深渊的生动图像，同时也告诉我们，海底深渊并不可怕，即使在 1 万米以下的海沟里仍然有各种生物生存。

如果你们在世界地形图上仔细观察地球每条海沟的分布，不难发现这些海沟的分布有一定的规律性。它们绝大多数靠近大陆，特别是岛屿的边缘。

上面提到的马里亚纳海沟就在马里亚纳群岛的东侧。另外，日本海沟在日本列岛的东侧，菲律宾海沟在菲律宾群岛的东侧，汤加海沟在汤加群岛的东侧等等。

这些现象引起科学家的极大兴趣。他们认为，这绝对不是偶然的巧合，其中必然包含着深刻的科学道理。

目前比较流行的解释是这样的：按照板块学说的理论，地壳是由若干个板块构成的，板块浮在地幔之上，总在不停地运动中。这些海沟是两个地壳板块的交接地带。由于一侧的地壳不断地向另一侧地壳移动，使得地壳发生下倾，最后插进另一地壳板块的下面。于是，在这里就产生了海沟。而海沟另一侧，由于地壳被挤压，则形成高出海面的岛屿。

## 奇怪的湖泊

世界上有一种奇怪的湖泊，别看它叫湖，可是湖泊中并没有水，而是稠乎乎、热腾腾、红通通的岩浆。在巍峨的高山之巅，一个深深的大坑底部，翻腾着这样炽热的岩浆，吼声隆隆，真令人胆寒。

非洲扎伊尔东部边境上的尼腊贡戈火山顶部，就有一个这样的岩浆湖。这座火山海拔 3000 多米，正好处在东非大裂谷附近，是一个非常活跃的活火山。在最近 100 多年间，尼腊贡戈火山曾经喷发过多次，每次喷发总要流出大量炽热岩浆，沿着山坡流得很远，结果把漫山遍野的森林烧个精光。后来，火山停止了喷发，在火山顶上留下一个深深的火山口，火山口中隐藏着一个终年沸腾着的岩浆湖。

从远方眺望尼腊贡戈火山是很有趣的事情。白天，一缕缕白色的烟雾在山顶袅袅升起；晚上，则像节日里的焰火那样，放射着耀眼的光芒。

尼腊贡戈火山口样子很像一口巨大的锅，从锅沿到锅底有好几百米深。四周是圆形的陡壁悬崖，悬崖下面就是那个沸腾着的岩浆湖。

多少年来，人们一批又一批地攀上尼腊贡戈山的顶峰，从火山口边沿向下俯瞰岩浆湖壮丽而又神秘的奇景。可是，谁都不愿意爬下悬崖，到岩浆湖边看看那里究间是什么模样。

1948 年和 1953 年，一位意大利的勇敢探险家，冒着被岩浆吞没的危险，两次走进地下“魔窟”，为我们带回了极为重要的科学资料。

原来，这片稀奇的岩浆湖并不是一天到晚总是翻滚沸腾着的，它也有平静的时候。这时，湖面上相当安静，火红的岩浆表面渐渐冷却，结成一层厚厚的黑壳。

可是，平静时间并不很长。过不多久，湖面上开始喷涌出火红的岩浆，喷涌的范围越来越大，很快就掀开表面的全部硬壳。与此同时，岩浆湖上腾起浓密的烟雾，响起隆隆的吼声。

这时，原来凝结的岩壳消失了，重新被融化成岩浆，整个岩浆湖像一炉熔化的铁水。随后，岩浆湖又慢慢恢复了原来的平静。

像尼腊贡戈那样的岩浆湖，世界上还曾经有一个。它位于太平洋中的夏威夷群岛上，可是，到 1924 年，一次火山大爆发以后，这个岩浆湖忽然消失了，只留下了一个黑洞。

岩浆湖的存在说明什么问题呢？

首先，它的存在最直观地告诉我们，地壳下面确实存在着大量的炽热岩浆。虽然在火山喷发的时候，常常要涌出大量岩浆，但是，人们很难接近激烈喷发的火山，去观察岩浆流动。只有沸腾着的岩浆湖，随时都欢迎人们到它身边参观。

其次，它告诉我们，岩浆湖的出现和岩浆本身的成分有密切关系，不是所有的岩浆都能形成岩浆湖。地壳下面的岩浆成分有很大的差异。有的岩浆含二氧化硅成分多，岩浆特别粘稠，一从地下涌出，很快凝固，这种岩浆是无法形成岩浆湖的。

只有含二氧化硅成分最少的岩浆才能形成岩浆湖。这种岩浆特别稀，不容易凝固，尼腊贡戈岩浆湖的岩浆就属于这种类型的岩浆。

## 火山的相貌

你们看见过日本富士山的照片吗？富士山一向以体型漂亮闻名于世，白雪皑皑的尖峰和两侧略呈微弧形的山坡线，在晴空中显得十分美丽。日本人把富士山当成自己国家的象征。

在火山家族的“族谱”中，如果用形状进行分类，富士山属于圆锥形火山。这种火山喷发时，地下岩浆和岩石碎屑主要通过一条中心管道不断喷出来，由于岩浆的成分不同，喷发后所形成的火山锥形状也不同。这种圆锥形的山峰，叫做层状火山锥或混合火山锥。

我国也有圆锥形火山，山西省大同附近的吴天寺火山就是这种形状的火山，虽然个头比富士山要小得多，但在形态类型上和富士山同属一类。圆锥形火山顶部常常有一个很大很圆的深坑，这是火山喷发以后，留下来的喷火口遗迹。有的深坑积满雨水，形成湖泊，称为火口湖。我国东北中朝边境长白山顶上的天池就是这样一种湖泊。如果火山锥的平面形态是长圆形的，样子像个盾牌，就叫盾状火山。我国大同火山群中就有这样的火山。

太平洋中的夏威夷群岛上，有一些火山不会猛烈地喷发，炽热的岩浆只是不停地从火山口中静静地流淌出来。这种岩浆很稀，流动性大，流在地面上就像一摊一抹稀泥。岩浆冷却凝固以后，就形成一种坡度十分平缓的火山，被称做穹窿状火山。这种火山在我国也有。

如果许多大大小小、形态不同的火山聚集在一起，就组成一片丰富多彩的火山群。到火山群中旅行，可以看到各式各样的火山，我国黑龙江省德都县附近的五大连池火山群，被科学家们誉为“天然的火山博物馆”，每年总有许多专家和地理爱好者们到这里参观、游览。

五大连池火山群有 14 座大小不同的火山，分布在不到 600 平方公里的广阔平原上。由于火山喷发和岩浆流出，把这里的一条小河拦腰截成 5 段，形成首尾相连的 5 个小湖，“五大连池”就是这样叫起来的。

五大连池火山最后一次爆发在 18 世纪 20 年代，距今只有 200 多年，因此，它是我国最年轻的火山群之一。正因为年轻，每个火山的形态和各种熔岩地形都保存得相当完整，让人们很容易推测当年火山喷发时的各种情景。

好，让我们走上火山群中央的老黑山，看一看五大连池火山群的全貌吧：

老黑山的外貌属于圆锥形火山，相对高度 156 米，基本由松散的火山碎屑堆成。山北坡长满落叶松和白桦，山顶有一个 100 多米深的圆坑，坑里没有水，但陡得无法下去。站在老黑山顶瞭望五大连池火山群，只见那些坐落在平缓平原上的一座座山峦，各有不同的形态，有的如卧虎，有的像走兽，有的似笔架，有的像菌蘑，真是千姿百态，各具风姿。

弯弯曲曲的白河像一条亮晶晶的玉带从天边流来，在火山群区汇成 5 个明镜似的湖泊，又蜿蜒流向远方。

在老黑山北边不远的地方，有一对小火山，当地居民叫火烧山。因为当年火山喷发时，发生强烈的爆炸，火山口没有保存下来，整个山体被炸成两半，所以也叫“两半山”。

在火山地区，还能见到不少奇特的熔岩地形。在五大连池的老黑山和火烧山附近，到处覆盖着一色儿的青黑色熔岩。熔岩上面崎岖不平，像是一片刚刚犁过的黑色的土地，当地老百姓叫它“翻花石”。科学家们推测，这种熔岩地形是当年岩浆流动时，搅动上面已经冷凝的岩层形成的。地面上还保留着十分清晰的当年熔岩流动时的各种形态，如石鳞、石绳、石鼻、石瀑等，有一种石碟和石塔最是稀奇，有一两米高，那是当年岩浆的喷气孔。

如果有机会能到五大连池火山群去旅行，你将会学到不少有关火山方面的知识。

## 一座新岛的诞生

在日本首都东京正南方大约七八百公里的太平洋上，有一串日本所属的小岛，叫小笠原群岛。在小笠原群岛西面还有一个孤零零的更小的岛屿，叫西之岛。1973 年 5 月 30 日，一艘日本渔船正在西之岛附近的海面上打鱼。船上的渔民突然发现，在西之岛东南方不远的地方，有断断续续的水柱和白烟从平静的海面升起，再仔细看看海水，海水的颜色也和往常不同。

渔民把这个奇怪的现象报告给日本政府。第二天清晨，一架日本搜索飞机飞临西之岛上空观察。机上人员发现，在西之岛的东南方大约 800 米的地方，海水变成黄色。在黄糊糊的海水中央，不时翻滚着白色的泡沫。

搜索飞机在西之岛上空盘旋观察足足有 1 个小时。他们发现白色泡沫一会儿变小，一会儿变大，黄色变色海区一会儿变浓，一会儿变淡，这种情景恰恰反映出海底火山断断续续的喷发活动。

后来，火山喷发力量不断加强，海水变色范围一天天扩大。6 月 14 日，人们看到海面上升起了 30 多米高的烟柱。大约 1 个月以后，海面上终于挺立起两座 1 米多高的礁石。细心的日本人立刻把它拍进了镜头，作为第一次发现新岛最有力的证据。

岛礁的出现在日本引起了轰动。日本政府也表现出异乎寻常的热情。他们认为，对于国土狭小、资源贫乏的日本来讲，这个岛屿的诞生无疑是大自然的恩赐。日本渔民可以利用这座新岛为基地，开展更大规模的远洋捕捞活动。

日本的新闻界人士也是干劲十足。日本几家大报都派出得力记者准备来此采访。可是，事过 3 天，当他们乘坐飞机匆匆赶到现场的时候，非常奇怪，在茫茫大海上，根本找不到新岛的踪影！

原来，一座火山岛屿的诞生并不是一件容易的事情。首先，火山喷发物必须堆到足以超过海水深度的高度。比如西之岛附近的水深大约三四千米，就是说，火山首先要堆成一座像我国秦岭最高峰太白山那么高的山峰，才能指望形成一座岛屿。其次，还要抵抗无情海浪的破坏。或者说，只有当火山喷发物堆积的速度超过海浪破坏速度的时候，火山岛才能慢慢从水下升起。

科学家断定，那刚刚从海面长起的两处岛礁一定是被海浪吞噬了。

当然，火山喷发并没停止。9月中旬，这座“失踪”的岛屿又一次从水下钻了出来。9月14日，一艘科学考察船载着大批日本专家赶到现场，亲眼目睹了海底火山喷发的惊心动魄的情景。

开始，人们看到在翻滚沸腾的海面上，一股股黑色水柱腾空而起，水柱中挟带着大量火山灰，在高空慢慢散开，喷射高度达二三百米。海水被炽热岩浆烧沸，冒出一团团白色蒸汽，随风飘到1000多米的高空。

最初，火山在水下喷发，人们几乎听不到爆炸声，但是，当火山口钻出海平面的一霎那，立即传来了震耳欲聋的爆炸声。像几十门大炮同时开火，一颗颗赤红的火山弹在巨大喷射力量推动下，升入高空，又雨点似的飞落下来，人们看到，正是在这样激烈的连续喷发过程中，火山口由小变大，一点点长高。

火山口升出海面以后，人们才知道，原来并不是一个火山口单独活动，而是5个火山口同时喷发，这5个火山口大致可以连成一条直线，说明岩浆是沿着一条地下裂缝喷射上来的。

火山堆积物渐渐地把新岛与原先就有的西之岛连接起来。在新旧两岛相接的一侧，围成了一个小小的海湾。

新岛诞生以后，经过多次台风和巨浪的袭击，仍然屹立未动，说明这座岛屿已经真的站住了脚跟。

日本政府兴高采烈地把这座新岛标在自己的地图上，日本科学工作者带着多种科学仪器走上火山喷发刚停熄不久的滚烫的土地，观察新的生命在这座岛屿上是怎样产生和发展的；生性多缙的鲣鸟，经过多次盘旋侦察，终于认准了这里并不是一片有危险的土地，把自己的巢建在嶙峋的岩石上；风把远方土地上的种子吹来，在肥沃的火山灰里，钻出了第一个嫩芽……

## 立体的气候

你们知道地球上的“第三极”吗？也许你们会想，地球上只有南极、北极，怎么又出来个“第三极”呢？其实并不是真有个“第三极”，而是人们对像南北极地区那样寒冷的一个地方的形象叫法。这个“第三极”就是位于中国和尼泊尔边界上的珠穆朗玛峰。

珠穆朗玛峰海拔8848.13米，虽然地处接近热带的北纬28°附近，山顶上却终年狂风不息，极度严寒，即使在最热的7月，最高气温也在零下十几度，因此被人称做地球的“第三级”。

如果我们从尼泊尔境内的珠穆朗玛峰南坡向峰顶攀登，可以在不到100公里的距离内，随着海拔高度的增加，看到五六种完全不同的气候和自然景象。

在海拔2000米以下的山间河谷中，是一片亚热带、热带风光。这里气温高，降雨量也大，山岳间常常云雾弥漫，山坡上常绿阔叶林郁郁葱葱。一幢



幢石砌的房舍和庙宇掩映在青翠竹林之间。这里生长着香蕉、芒果等热带果树，农作物主要是水稻。

当海拔超过 2000 米以后，自然景象立刻发生变化。常绿阔叶林不见了，代之的是针叶、阔叶混交林，高大的铁杉树和圆形树冠的栎树是这里的主要树木。农作物中，水稻种植物渐渐少了，而玉米、小麦则渐渐多了起来。这里的气候比起山脚要冷多了，但小麦照样能够过冬。水果中以苹果、梨为最多。

再向上攀登，海拔达到 3000 米，这时山坡上长起了以冷杉为主的针叶林。冷杉是一种高大整齐的树木，外观呈暗绿色，构成一片片莽莽苍苍的林海。

这里的气温已经不允许小麦过冬了。只能在背风向阳的山坡上种植耐寒的青稞和少数蔬菜、饲料作物。

## 空间技术三十年巡礼

### 人造卫星为何能绕地球运行

人类希望揭开天空的奥秘，拜访当空的明月，探索閃閃烁烁的星斗。古往今来，这种想法绵延不断。我国民间传说的嫦娥奔月和七仙女下凡，正是古代人渴望天地间往来而编织成的美丽故事。但是，直至现代科学的建立，特别是天体力学、数学和计算机技术的发展，人类飞向太空的愿望才有了实现的可能。本世纪初，著名俄罗斯科学家齐奥尔科夫斯基大胆提出了到月亮、星际旅行的科学设想，而且提出具体实现办法，他指出，用液体燃料作推进剂的多级火箭可以实现这种宇宙航行，并推导出了著名的齐奥尔科夫斯基公式，对太空飞行做了科学的、精确的计算，为现代宇宙航行奠定了一定的理论基础。

发射人造地球卫星是星际旅行的第一步。那么怎样才能使一个物体像月亮一样成为地球的卫星？现代科学证明，这里必须满足两个条件：一是该物体应具有一定的速度；二是要有一个向心力，对于一个环绕地球运行的卫星来说，向心力就是时刻都存在的卫星重量，即地球对它的引力。靠这种向心力的作用，地球力图将卫星吸回地面。关键是卫星必须获得一定大小的速度，这个速度称做第一宇宙速度。其含义是这样的：在不考虑空气阻力的情况下，在地面将物体以每秒 7.9 公里的速度沿水平方向抛出去，它就会沿着以地球为圆心的圆形轨道运转起来。

卫星在地球引力作用下环绕地球运行的规律，符合行星在太阳引力作用下绕太阳公转的开普勒三定律和牛顿的万有引力定律。归纳起来有三点：第一，当卫星速度大于环绕速度时，其运行轨道是一个椭圆，地球位于椭圆的一个焦点上，卫星速度越大，椭圆轨道也就拉得越长、越扁；当卫星速度恰好等于环绕速度时，其运行轨道才是一个圆，地球位于这个圆的圆心；当卫星速度小于第一宇宙速度时，卫星在地球引力作用下将坠落地面。第二，卫星在椭圆轨道上运行的速度是变化的，在离地球最远的一点即远地点时速度最小；反之，在离地球最近的近地点上速度达到最大。这就是说，地球对卫星的引力，随卫星的高度增加而减小，环绕速度也相应变小。例如，离地 36 000 公里高度处的环绕速度，不再是每秒 7.9 公里，而只有每秒 3 公里。卫

星离地越高，环绕速度越小，可是发射卫星所需能量并不减少，反而增加。第三，卫星绕椭圆轨道一周的时间与短轴无关而与半长轴的  $3/2$  次方成正比。因为人造地球卫星的质量远远小于地球质量，这个数学关系是严格成立的。但是，椭圆轨道的半长轴应是卫星离地最远距离再加上地球的平均半径即 6371 公里。

如果人造地球卫星的速度不断加大，会出现什么情况？这时的椭圆轨道也就越来越长、越扁，当速度增大到某一个限度时，卫星终于摆脱地球的引力飞离地球而去，像地球一样绕太阳运行，成了人造行星。这个使卫星脱离地球而去的速度，称做第二宇宙速度，其大小是每秒 11.2 公里。如果卫星要离开太阳系，就必须克服太阳的引力。太阳的质量远比地球大，需要的脱离速度就更大。为此，除了借助地球绕太阳约每秒 30 公里的速度外，还要再加一个约每秒 16.7 公里的速度，这个速度叫做第三宇宙速度。

发射人造地球卫星，除了上面所介绍的理论外，还要考虑其他因素。地球被一层厚厚的空气包围着，其厚度大约有 1000 公里；不过离地越远，空气越稀薄，真正浓密的大气层只有几十公里。大家知道，空气会对运动物体产生阻力，物体运动速度越大，阻力也越大。人造卫星脱离火箭以后，在地球的引力场内作椭圆绕地运动，由于大气阻力，它的速度会变小，其结果是飞行高度逐渐下降；如果高度降低到进入了地球浓密大气层，和空气产生的摩擦非常剧烈，会产生几千度高温将卫星烧毁。为避免卫星过早烧毁并使它能在空间长时间运行，就必须把卫星送到离地一定的高度。人造卫星的轨道高度，根据工作需要通常在数百公里到数万公里之间。

要把人造卫星送上那么高的高度并达到环绕速度，不是一件易事。运载卫星的火箭速度是最关键的问题。所以发展威力强大的多级运载火箭，是发射人造地球卫星和其他人造天体的首要条件。

## 人造卫星靠什么升空

火箭不像一般的飞机发动机那样需要大气中的氧气来燃烧，而是自己带有燃料和氧化剂，能在真空条件下工作。因此，要把一个物体送入空间轨道，只有借助火箭，到目前为止，人造卫星和其他人造天体都是借助多级火箭作运载工具送上空间的。多级火箭能在飞行过程中不断地把工作完毕的火箭壳体抛掉，以提高飞行速度。当多级运载火箭的末级火箭之速度达到或超过第一宇宙速度，也即地球环绕速度时，人造卫星便与火箭分离进入地球轨道。

然而，运载火箭的发展却经历了相当长的时间，多级火箭的设想，在 20 世纪初就提了出来。

第二次世界大战期间，德国利用火箭技术，首先研制成功 V—2 导弹，这就把自动控制技术、无线电遥控技术和火箭技术科学地结合起来，并把火箭技术的应用推上了新的发展道路。战后，美国和前苏联又在德国 V—2 导弹的基础上，先后于 50 年代后期研制成功洲际弹道导弹，遥控和自动控制技术获得较大的发展；同时，火箭技术包括火箭发动机的性能、推力以及试验方法又有了大幅度的提高和完善。导弹武器的先期发展，为大推力卫星运载工具的发展铺平了道路并提供了技术基础。实际上，多级卫星运载工具的研究、设计、制造和试验方法，基本上和导弹武器一样。因此，可以说，多级卫星运载火箭，是在弹道导弹的基础上发展起来的，洲际导弹则是它的前身。在

洲际导弹研制成功不久，前苏联就发射第一颗人造地球卫星，这不是偶然的，因为发射卫星的运载火箭就用 P - 7 洲际导弹改装过来的 把核弹头换成人造地球卫星，置换一些有关仪器，修改一些系统。

洲际弹道导弹，由于受到作战性能要求的限制，例如它要采用可储存推进剂，因而很难应用低温混合燃料推进剂，运载能力有限，改装成卫星运载工具后，只能发射高度约 300 公里的近地轨道卫星。

卫星运载工具的研制，从此走上自己独立的发展道路，主要侧重于增大运载能力。由于它不要求储存燃料、发射准备时间不太严格，因此可用低温混合燃料作推进剂，使火箭发动机的性能大为提高，其推力可增加 50 ~ 100 %。

卫星运载工具的发展，除了燃料推进剂的改进外，在结构上也经历了变化，如多级火箭串联，由 2 级、3 级、4 级串联火箭；后来又发展串并联火箭技术，例如在第一级火箭周围捆绑一些助推火箭，以加大初级推力。现今的大推力运载工具，有能力把几十吨乃至 100 多吨的有效载荷送入地球近地轨道，把数吨重的深空探测飞船送往太阳系其他行星。

### 世界上第一颗人造卫星是哪国发射的

二次大战结束不久，满目战争疮痍的前苏联，就着手研究洲际弹道导弹和运载火箭。也许是由于战后美苏对峙、冷战浓云密布的原因，当时的苏联政府对此十分重视。然而要搞导弹和火箭，需要有资金、技术和人才，最困难的是资金。由于前苏联是二次大战中遭受战争破坏最严重的国家，损失了几乎 1 / 3 的国民财富；有 1700 个城镇和数万个乡村要重建；而且还有数百万人住在战时防空洞内，生活困苦，需要安置。因此，资金奇缺。尽管如此，当局还是拨出巨款，一定要搞导弹和火箭。他们采取的第二个有效措施，就是调集全国的资源和技术力量，保证导弹与火箭研制工作的进行，特别是集中一些权威性的专家，进行研制大推力火箭的攻关。由于俄罗斯是齐奥尔科夫斯基的故乡，不乏优秀的火箭人才，研制工作在对外绝对保密的情况下，不断取得重大进展。在各项工作取得进展的同时，加强了组织协调、技术协调的工作。当时曾正式宣布，在科学院天文委员会的范畴之内成立一个跨部门的星际通信协调委员会，以实现对其研究工作的协调和监督。这一点是十分重要的，因为搞导弹、火箭并发射卫星，是一项极复杂的系统工程，全局的技术协调，往往比研制工作更难，更费时。

运载火箭的研制成功，不仅使前苏联能够成功发射洲际导弹，而且使卫星上天成为可能。1953 年 11 月，前苏联人在日内瓦世界和平大会上宣布：“制造人造地球卫星是完全可能的”。这就预示前苏联要研制人造地球卫星以及它的运载工具，但是并未引起人们多大注意。1955 年，美国宣布要在 1957 年至 1958 年期间发射“尖兵号”地球人造卫星，当时没有人怀疑美国的能力和信心，但是，1956 年前苏联的代表在一次国际会议上又提出在“国际地球物理年”期间，将把一颗人造地球卫星送入轨道。当时没人注意这事，一些西方记者认为，这可能是一种心理宣传而已。实际上，前苏联的人造地球卫星研制工作已接近尾声，正准备把洲际导弹改装成运载工具，供发射卫星用。

1957 年 10 月 4 日，前苏联人在拜科努尔发射场用 P—7 洲际导弹改装的卫星号运载火箭把世界上第一颗人造地球卫星斯普特尼克 1 号送入轨道，开

创了人类航天新纪元。

斯普特尼克 1 号是个铝制球体，直径 58 厘米，重 83.6 千克，有 4 根鞭状天线，内装有科学仪器，用以测量 227 公里至 941 公里轨道之间的大气密度、温度和电离层的电子浓度。卫星在轨道上共运行 92 天，绕地球约 1400 圈，并在 1958 年 1 月 4 日坠入大气层烧毁。

前苏联紧紧抓住发展大推力火箭这一关键，又向着把人送上太空的目标努力。把载人宇宙飞船送入空间，要求运载火箭有把数吨重的有效载荷送入地球轨道的能力，这又是一次飞跃。

前苏联人不断增大运载火箭的推力，在发射了重 83.6 千克的第一颗人造卫星之后，短期内将发射的斯普特尼克 2 号卫星重量大幅度增至 508.3 千克，斯普特尼克 3 号则重达 1327 千克。大推力运载火箭如此快速发展过程中获得的技术窍门帮助并显著加速了载人航天飞船的准备工作。因此，前苏联在第一颗人造地球卫星发射后不到 4 年时间，在 1961 年 4 月 12 日就成功地将 4.73 吨重的东方号载人航天飞船送入地球轨道，尤里·加加林成为第一个太空人。这时，世界又一次受到震动。从此开始了人类在太空的活动。纵观前苏联的初期航天活动，给人一种比较顺利的印象。

### 美国的初期航天活动领先吗

和前苏联一样，二次大战结束后，美国也立即着手研制自己的洲际导弹和人造地球卫星。

美国拥有世界最雄厚的经济实力、最优秀的技术、最优秀的人才。二次大战结束后，美国俘获了以布劳恩为首的共 492 位德国导弹和火箭专家。他们是一些最优秀的技术人才，过去在希特勒统治下，曾在世界上首先研制成功 V—1 和 V—2 导弹，现在这些专家已为美国服务，继续从事运载火箭技术的研究工作。美国还将装满 V—2 导弹各种部件的约 300 辆货运车用船从德国运到美国。一位美国将军说，德国领先的火箭专家以及 V—2 导弹部件能使美国节约 5000 万美元和 5 年研究时间。后来在布劳恩领导下研制成功威力极大的土星 V 运载火箭，曾保证阿波罗飞船登月计划的成功。

美国对自己的优越条件充满信心，因此早在 1948 年就向全世界宣布打算发射一颗地球近地轨道人造卫星，并着手进行这项研制工作。1955 年，美国根据运载火箭及卫星研制情况又向世界宣布发射它的人造地球卫星的时间表，即在 1957 至 1958 年期间发射。1958 年 1 月，美国实现了自己的计划，将他们的第一颗人造地球卫星送入了地球轨道，卫星重量 8.3 千克。如果和前苏联的第一颗人造地球卫星相比较，美国的第一颗卫星发射时间晚了一个季度，而重量只有前苏联卫星重量的 1 / 10。给人们的一种印象是美国的成就似乎和他们的经济技术实力不相称。

在第一颗人造地球卫星发射成功之后，美国开始了水星号载人航天飞船的研制工作。然而，与前苏联的东方号飞船计划相比，美国载人航天初始阶段的水星号计划开始进行得很不顺利。例如，1961 年 5 月 5 日，即前苏联成功实现世界第一次载人航天之后的 23 天，由于小艾伦·谢泼德中校所乘的水星 3 号使用的红石号运载火箭推力不足，只作了一次直上直下的亚轨道飞行。这次飞行持续了 15 分 22 秒，全程 478 公里，最大飞行高度 185 公里。在飞行过程中，有 1 分钟时间是在失重状态下进行的，最后这艘飞船溅落于

大西洋，由直升飞机将它回收。10个星期后，弗吉尔·格里索姆上校又作了一次类似的亚轨道飞行，显得更不顺利。在座舱溅落洋面时，飞船的应急出口莫名其妙地突然炸开，海水顷刻间涌入座舱，使飞船急速下沉。幸好一架救护直升机及时赶到并放下潜水员奋力挽救，格里索姆才没有葬身海底。

美国在1962年2月20日，用宇宙神D型运载火箭，将重约1.3~1.8吨的由海军中校约翰·格林乘坐的水星号飞船送入地球轨道。飞船绕地球运行3圈，历时4小时55分23秒，然后在大西洋海面安全溅落。

虽然约翰·格林有幸成为美国太空第一人，却也历经险境。在飞船飞行当中，由于密封舱的姿态控制系统出了故障，曾迫使格林转入手控操纵。这时飞船向地面传回信号，报告格林操作失误，座舱防热罩可能与座舱分离，失去防热罩的座舱在返回大气层后将与空气产生摩擦而被烧毁。地面测控中心工作人员收到这个消息后大惊失色。后来证实防热罩没有与座舱分离，飞船发回的是错误信号，真是有惊无险。继约翰·格林之后，美国又用水星号飞船分别把3名航天员送入太空。美国水星号计划和前苏联东方号计划在1963年相继结束，同样是6人6次升空，美国完成轨道飞行的只有4人，飞行时间共53小时；而前苏联是6人完成轨道飞行，飞行时间为382小时，经历航天初期的不顺之后，美国开始走向航天科技的快速发展，很快研制出土星V运载火箭。它的总功率达2亿马力，相当于50万辆卡车的总动力，能把127吨的有效载荷送入地球轨道、50吨的有效载荷送入月球轨道，达到空前技术水平。

## 我国第一颗人造卫星的发射

中国是古代火箭的故乡，现代火箭渊源于古代火箭。宋代，我国就制成了用火药推进的世界上最早的火箭。古代火箭推进系统，是在竹筒或纸筒中装满火药，筒上端封闭，下端开口，筒侧小孔引出药线。点火后，火药在筒中燃烧，产生大量气体，高速向后喷射，产生向前推力，这就是现代火箭发动机的雏型。作为武器用的古代火箭，箭的顶端装有箭头，起杀伤作用，相当于现代导弹武器的弹头。火箭的尾端装有箭羽，起稳定飞行的作用。

我国明代，发明了一种“一窝蜂”火箭，一次能发射32支火箭，杀伤力较大，曾在战争中使用。另一种用于水战的武器“火龙出水”火箭，达到了更高的技术水平。火龙有龙头、龙身和龙尾，龙体内装有神机火箭数枚，龙体外装有4个火药筒。发射时，先点燃龙体外的4个火药筒，推进火龙飞行，继而点燃龙体内的数枚火箭，再度加速。通过多枚火箭联用和两级火箭接力，火箭可以在水面上飞行数里之遥。我国古代这种多级火箭设计思想是极有创见的。

中华民族虽然有着古代高度智慧，但在尖端技术方面，旧中国留给人们的是一片空白。我国是古代火箭的发源地，我们应该研究现代火箭技术。1956年10月18日，我国第一个导弹研究机构，即国防部第五研究院正式成立，由刚从美国回来不久的著名火箭专家钱学森任院长。把研制导弹和火箭技术作为我国高科技的一个主攻方向。1958年，在前苏联专家帮助下，我国一方面开始进行导弹研制基地和发射场的建设，一方面开始仿制前苏联P—2近程地地导弹。仿制工作的开展，加速了我国掌握导弹、火箭技术的步伐。

1960年前后，又在全国各学校挑选了几千名大中专毕业生充实国防部第

五研究院，他们满怀献身祖国尖端事业的豪情，投身到火箭技术队伍的行列中，技术队伍得到迅速扩大。但是，当我国仿制 P—2 导弹工作进入最后阶段时，前苏联撤走全部专家。由于这一突然行动，给我国导弹仿制工作造成了相当大的困难，但也从反面激发了我国导弹研制人员自力更生、发愤图强的精神。他们刻苦学习、边学边干，克服工艺技术、器材设备以及火箭燃料等方面的困难，把仿制工作继续推向前进。1960 年 11 月 5 日，用国产燃料成功地发射了第一枚仿制的导弹，于是中国有了自己的近程导弹。1964 年 6 月 29 日，我国第一个自行设计的中近程火箭发射获得成功，揭开了我国导弹、火箭发展历史上新的一页。通过中近程火箭的研制，我国年青的火箭队伍得到了很大的锻炼。

1958 年 5 月 17 日，毛泽东在党的八大二次会议上，发出了“我们也要搞人造卫星”的号召，表达了我国人民发展航天技术、向宇宙空间进军的强烈愿望和决心。1963 年，中国科学院成立了星际航行委员会，负责制定星际航行发展规划。1964 年 11 月，在国防部第一研究院一分院的基础上组建运载火箭研究院。这时，我国研究人造卫星及其运载火箭的条件已经成熟。

1965 年 1 月，钱学森上书中央提出，自前苏联 1957 年 10 月 4 日发射第一颗人造卫星以来，中国科学院和国防部五院对这些新技术都有过研究，现在看来，研制弹道火箭已有一定基础，进一步发展中远程火箭，即能发射一定重量的卫星，计划中的远程火箭无疑也有发射人造卫星的能力。1965 年 4 月，国防科委提出了 1970 年到 1971 年期间发射我国第一颗人造卫星的设想。卫星本体由中国科学院负责研制，运载火箭由当时国防部五院转成第七机械工业部负责研制。地面观测、跟踪、遥控系统以科学院为主，第四机械工业部配合研制。搞人造卫星采取由易到难、由低到高、循序渐进逐步发展的方针。

1965 年 9 月，中国科学院开始组建人造卫星设计院，正式实施我国第一颗人造卫星工程研制计划。确定卫星起点要高，在技术上要做到比苏美第一颗卫星先进。卫星入轨后要抓得住、测得准、预报及时。为保证第一颗卫星发射需要，在全国疆域内建立相应的观测网、信息传递系统和计算机控制中心。

1966 年，我国第一颗人造卫星被命名为东方红一号；运载火箭命名为长征一号，采用两级液体燃料火箭加第三级固体燃料火箭发动机组成，计划在 1970 年发射。这时“文革”风暴已经起来，为了把“文革”的干扰和影响减至最小，同时也为了把分散在各部的空间研究机构集中起来，形成拳头，实行统一领导，1968 年 2 月 20 日，中国空间技术研究院成立，钱学森兼任院长，列入军队编制，由国防科委直接领导。

1970 年 1 月 30 日，中远程火箭飞行试验成功，我国的多级火箭技术取得突破，为发射长征一号火箭奠定了基础；另外，早在 1967 年第一个卫星发射工程已经完工。1970 年 4 月 2 日，周恩来召集会议听取东方红一号卫星和长征一号火箭情况汇报。4 月 23 日毛泽东亲自批准发射第一颗人造地球卫星。

1970 年 4 月 24 日，我国第一颗人造地球卫星东方红一号发射成功，揭开了我国航天活动的序幕，宣告我国也进入了航天时代，成为继苏美法日之后世界上第 5 个独立自主发射人造卫星的国家。卫星为多面球体，重 173 千克，用 20.009 兆周的频率，播送《东方红》乐曲。

我国第一颗人造卫星发射成功，全面考核和验证了卫星、火箭、发射场、地面测控网各大系统的有效性和协调性，是我国航天技术发展史上一个大突破。我国第一颗人造卫星虽然比前苏联发射世界上第一颗人造卫星晚了 13 年，但毕竟是在我国这样一个经济技术比较落后的国家里，完全依靠自己的力量实现的，显示了勤劳勇敢的中国人民的智慧和力量。

## 我国取得了哪些航天技术成就

发射系列返回式遥感卫星。70 年代初期我国发射的第一、二颗卫星，集中代表了我国航天活动的初期水平。接着我国航天工作者就开始向更高目标前进，研制比第一、二颗卫星重 10 倍，技术更复杂的返回式遥感卫星获得成功，这是我国航天技术发展史上又一重大突破。到 1992 年 8 月 9 日，我国共发射 13 颗返回式遥感卫星，成功率达到 100%。

研制返回式遥感卫星是很不容易的，需要解决一系列复杂的技术问题，从运载工具来说，要研制具有更大推力的精确制导的大型火箭，保证把卫星准确地送入预定轨道。长征二号是我国专用于向地球低轨道发射重型卫星的两级运载火箭，返回遥感卫星均是用它发射的。例如，1992 年 8 月 6 日，我国第二代返回式科学试验卫星就是用长征二号运载火箭发射的，它包括卫星在内全长约 38 米，起飞质量达 232 吨。从卫星来说，为了完成对地观测任务，需要研制技术要求很高的空间遥感仪器；卫星在运行中必须保持高精度的姿态，并按预定程序准确无误地工作。要使卫星从轨道上安全返回地面，除解决一般卫星的技术问题外，首先必须突破卫星调姿、制动、防热、软着陆、标位及寻找等技术难关。例如，要有制动（反推）火箭发动机，使卫星有脱离原运行轨道的能力；要解决回收舱再入大气层的气动力和防热问题，研制耐高温材料；要有安全可靠的回收系统，并在一定区域内部署空中、地面互相配合的回收队伍；要在更长的运行弧段之内对卫星进行精确的测量、跟踪，并根据实测轨道参数对卫星上装设的程序控制数据进行必要的控制和管理，为此要建立更大范围、更多功能的地面测控网。

返回式卫星的用途主要有 3 个方面。一是作为观测地球的空间平台。由于卫星飞得高，“看”得远，视角大，能做到反复、大范围对地面及大气层进行观察，获取遥感资料，并带回地面进行处理分析，供国民经济各部门使用。二是作为微重力试验平台，在空间进行各种科学实验，生产、制造地面难以获得的材料、物品。实验结果证明，返回式卫星所具备的微重力实验条件优于航天飞机。我国返回式卫星多次为国内国外用户提供了搭载服务，都获得满意结果。三是卫星返回技术是发展载人航天必须掌握的技术，因为航天员总要返回地面的。发展卫星返回技术，将为载人航天打下技术基础。因此，返回式卫星在世界各类航天器中占有重要地位。目前全世界只有美国、前苏联和我国掌握了卫星回收技术。

发射系列地球同步通信卫星。向地球静止轨道进军，发射地球同步通信卫星，是我国航天科技工作者为自己定下的又一重大奋斗目标。要把通信卫星送到高度为 35 860 公里的地球静止轨道，首先要研制一种运载能力比现有火箭大得多的新型运载火箭，长征三号就是我国用于向地球静止轨道发射通信卫星的运载火箭。它的一、二级利用了我国远程液体燃料火箭的成果，第三级采用高能低温燃料，这是一个新技术领域。由于低温燃料带来的一系列

复杂技术问题，第三级低温火箭的研制成为整个卫星通信工程的关键。特别是低温火箭发动机，攻关历时 7 年，经过 100 多次试车，走过了艰难历程，终于获得成功。1983 年 8 月长征三号火箭全系统试验成功，为发射地球静止轨道卫星创造了最重要的条件。

东方红二号卫星，是我国第一颗试验通信卫星，由于卫星工作寿命长，卫星定点、定向均有更高要求，星上各系统仪器研制技术难度都很大，星上远地点固体火箭发动机要求有很高的可靠性。经过几年的技术攻关，我国科技工作者成功地闯了过来。1983 年，东方红二号卫星进入了总装测试阶段。

由于卫星通信工程的火箭、卫星、发射场设施都是新研制的，为了检验三大系统的协调性，1984 年 1 月 29 日，先行发射了一颗试验卫星，进入了一条远地点高度为 6480 公里的椭圆轨道，进行了通信、广播和电视传输等技术试验，取得重要成果，为发射试验通信卫星提供了经验。

1984 年 4 月 8 日，长征三号运载火箭把我国第一颗试验通信卫星送入了大椭圆过渡轨道，远地点固体火箭发动机成功地把卫星送入准静止轨道。4 月 16 日，也就是从发射日起，只用了 8 天时间，就把试验通信卫星成功地定点在东经 125 度赤道上空，表明我国卫星测控技术达到了相当高的水平。卫星定点后，各地面通信台站同卫星成功地进行了通信、广播、电视传输试验。试验表明，卫星转播的图像清晰，色彩鲜艳，音质也很好。试验通信卫星的研制和发射，其规模之大、技术之复杂、组织之严密，在我国航天史上是空前的，标志着我国航天技术有了新的飞跃，并使我国成为世界上少数几个能独立发射同步定点卫星，掌握先进的低温火箭技术的国家。从 1984 年 4 月 8 日至今，长征三号运载火箭已成功地将 6 颗实验通信卫星和实用通信卫星送入地球同步轨道，其中包括举世瞩目的亚洲一号通信卫星。在外层空间唯一的地球静止轨道上，我国的人造卫星占据了自己应有的轨道位置，是我中华民族的骄傲。我国地地同步通信卫星的发射，满足了广播电影电视部、水电部、新华社、总参等通信单位预定的电视广播、电话、传真等通信业务的需要。目前我国卫星转发器的波束已能覆盖全国，除开出两套中央电视台节目、两套教育电视台节目外，还为新疆、云南、贵州和西藏各开了一套地方电视节目。为此，直径为 3 至 6 米的电视接收站已有 2 万人。另外还开出了 30 路中央人民广播电台节目，以及人民银行专用的卫星通信线路。

长征四号火箭发射气象卫星。长征四号是我国研制的一种具有多功能发射能力的三级运载火箭，自 1988 年 9 月到目前为止，长征四号已经成功地将两颗风云号气象卫星送入轨道。这是两颗经过极地的太阳同步轨道卫星。

长征二号捆绑式运载火箭投入国际商业服务。我国成功研制了大推力捆绑式长征二号 E 型火箭，它以长征二号的一级火箭为芯级，捆绑了 4 枚小的助推器加大了初级推力，能将 9.2 吨有效载荷送入低轨道，是我国目前运载能力最大的一种火箭，也是世界上大型商用火箭之一。它的起飞质量 460 吨，起飞推力 600 吨。1992 年 8 月 14 日清晨 7 时，在万众瞩目之下，长征二号 E 捆绑式火箭在我国西昌卫星发射中心点火起飞，成功地把美国休斯公司制造的大吨位、大容量新一代澳大利亚卫星澳赛特 B<sub>1</sub> 送入了预定轨道，表明我国已具有发射重型卫星的能力，并正式进入国际商业服务市场。

长征二号捆绑式火箭还具有较强的潜在发射能力，它配上国产的固体顶级火箭，可将 3.37 吨重的卫星直接送入离地面 3600 公里的地球同步转移轨



道，很适合“澳星”这一重量级的各类通信卫星的发射。如果配上氢氧顶级火箭，它可将4.8吨重的卫星直接送入地球同步转移轨道，其运载能力为长征三号火箭的3.2倍，能满足更大重量级的国际通信卫星的发射服务需要。

长征二号捆绑式火箭还可对小型低轨道通信卫星进行群射，每次能发射7至9颗小型通信卫星。专家分析，用两年时间就可为国际用户组网式发射由近百颗低轨道卫星组成的卫星通信系统，因而在国际市场上具有广阔的发展前景。我国的发射服务正逐步获得国际宇航技术界、商业界、保险界和投资界的承认与好评。

### 阿波罗登月探险计划是怎样实现的

迄今为止，阿波罗登月是历时最长、规模最大、投资最多、最富传奇性的人类对太空的探险行动。早在1957年就开始设想阿波罗登月计划，经过若干年科学、技术和财政支持的多方面综合论证，1961年5月25日，美国正式宣布实施该项计划。历时10年多时间，于1972年12月底阿波罗登月计划结束。参加阿波罗登月计划的，除美国航空航天局宇航中心外，先后有120所高等学校、20000家工厂、400多万人，耗去资金250亿美元。

在执行阿波罗登月计划的10年时间里，共进行了17次飞行试验，包括6次无人亚轨道和地球轨道飞行、1次载人地球轨道飞行、3次载人月球轨道飞行、7次载人登月飞行（其中6次成功，1次失败）。

阿波罗重50吨、高25米，装在高85米的土星V运载火箭上，合成高度达110米，相当于一座36层现代化大楼的高度。飞船由3部分组成。指挥舱高3.6米，最宽处近4米，约有一辆旅行车大小；服务舱长7.3米，内装飞船主要发动机、电源、水、氧以及仪器设备；登月舱高6.9米，直径9.2米，重约16吨，分上升和下降舱段两部分。土星V火箭由三级组成。第一级火箭工作2.5分钟，可使飞船速度达每秒2.7公里。飞船飞到离地60公里高度时，第一级火箭脱落后坠入海洋中。接着第二级点火，第二级火箭点火后工作约6分钟，飞船速度可达每秒6.8公里，当飞行高度达180公里时，第二级火箭脱落，第三级火箭接着点火，工作约2分钟，即起飞后12分钟，飞船速度达到每秒7.9公里的第一宇宙速度。进入地球轨道后，第三级火箭再启动工作约5分钟，使飞船达到每秒10.9公里的第二宇宙速度。这时飞船逸出地球飞往月球。若干小时后，飞船与第三级火箭脱离，靠惯性飞行约3天进入月球轨道。当飞船飞至距地球约32万公里时，它受地球和月球的引力正好抵消，速度降到最低。在这之后月球的引力影响逐渐增加，当飞船速度增至每秒12.2公里时，制动火箭降低速度，进入月球轨道。由于月球围绕地球公转原因，月球从飞船发射时的位置转过约30多度。飞船进入月球轨道后，2名准备登月的航天员从指挥舱进入登月舱。登月舱与指挥舱脱离并开动下降发动机。离月面20.4公里时，用自动控制降落器控制降落；离月面2公里时，进行盘旋，选择登月位置；在降落点上空150米时，以每秒0.9米的速度下降，在月球的探险活动结束后，航天员再爬上登月舱准备返航。航天员控制推力1.6吨的上升发动机点火，使上升舱段以下降舱段作发射台发射起飞，飞行4分钟进入16~83公里的月球轨道，逐步接近指挥舱并最后完成和它的对接。航天员进入指挥舱后，抛掉登月舱，并开动服务舱发动机使飞船获每秒2.4公里的速度，脱离月球轨道，开始返回地球。离地球约640公里时，

开制动发动机，离开轨道，飞向溅落区，抛掉服务舱，进入稀薄大气层，在南太平洋上溅落，由航空母舰上的直升飞机进行搜索打捞工作。

1969年7月16日，载着3名航天员的阿波罗11号载人飞船，史无前例地启程飞往月球，开始执行人类首次对月球的冒险探测行动。经过长途跋涉，飞行约38万公里的距离，5天后的7月21日，阿波罗11号终于飞抵月球轨道。人类的两位使者，航天员阿姆斯特朗及其同伴奥德林要进入登月舱，开始驾驶登月舱进行登月下降。另一名航天员则驾驶指挥舱继续绕月球轨道飞行，在进行科学考察的同时，和登月舱的同事保持通讯联系，一旦登月活动发生意外或危险，负责救援。好在一切顺利，登月舱在月球的静海着陆。指令长阿姆斯特朗首先爬出舱门，站在5米高的小平台上，面对这陌生、荒凉和神秘的月球，举目四望片刻。不知他此时此刻怀着怎样的心情，他先伸出左脚，一步一步地爬下扶梯。这时全世界数亿人围坐电视机前观看了这一轰动全球的登月创举。只见阿姆斯特朗的左脚小心翼翼地首先触及月面，而右脚还停留在登月舱上。当他发现左脚陷入月面很少后，才鼓起勇气将右脚也踩上月面。就这样，阿姆斯特朗作为地球人类的使者，首先登上了月球表面。随后同伴奥德林也踏上了月球，为纪念这伟大的有意义的探险行动，两位使者在月球上安放了一块金属纪念牌，上刻“1969年7月，地球人在月球首次着陆处，我们为人类和平来到这里”。他们在月面停留21小时18分钟，进行了一系列实地月球考察，然后带上采集的月球土壤和月岩标本，启程返航。他们搬动登月舱的控制器，炸开爆炸螺栓，使上升发动机点火，起飞升入月空，登月舱进入月球轨道，航天员从登月舱顶端的光学观察窗可以在对接时观察指挥舱，用调节高度和方向的小型变轨发动机调节飞行轨道，使其逐渐接近指挥舱。然后通过仪器使登月舱对准指挥舱，以每秒7.6厘米的速度实施并完成对接。两位航天员带着月球样品及其他物件，费力地爬过连结通道，回到指挥舱和指挥舱驾驶员会合，然后抛掉登月舱，使它撞击在月球上并进行一次月震试验。启动服务舱发动机，飞船获得每秒2.4公里速度后，逸出月球轨道，正式进入返回地球航程。7月24日，飞船安全溅落在南太平洋上，从而完成了人类历史上的首次登月探险任务。

阿波罗登月飞行共进行7次，参加的航天员共21人，其中有12人登上月球。登月航天员的平均年龄40岁左右。其他几次登月飞行的时间是：阿波罗12号的飞行是从1969年11月14日至24日，在月球的风暴海降落；13号的飞行从1970年4月11日至17日，因故障中途返航，未能登月；14号的飞行从1971年1月31日至2月9日，在月球的薄拉莫勒地区降落；15号的飞行从1971年7月26日至8月7日，在月球的亚平宁山哈得利峡谷降落；16号的飞行从1972年4月16日至27日，在月球的迪卡尔高地降落；17号的飞行从1972年12月6日至19日，在月球的曹拉斯利特罗山脉降落，它历时12天又14小时，为飞行时间最长的一次。

阿波罗登月，除考察外，还在月球上建立了核动力科学站；驾驶月球车进行活动；采集的月岩月土标本达400千克，都带回地球做进一步科学分析。

阿波罗登月的成功，无疑具有伟大的科学和技术意义，因为它是人类第一次离开地球而到达别的天体，是人类向太空渗透的新里程碑，是一次飞跃。在人类向太空继续渗透、探索宇宙的奥秘时，月球还将成为桥头堡。登月的成功，也为人类开拓新的疆域，开发利用月球创造了条件。

阿波罗登月计划完成之后，美国决定在以后的几十年内不再进行。这样，

为登月飞行研制的精良技术设备，其中包括土星运载工具、飞船和许多实验设备就不再需要了，这一事件曾引起各种议论。至于美国为什么要做出这样的决定，则是一个谜。

## 月球真的美吗

从地球望月亮，美妙绝伦；似水月光倾泻大地，一片银辉，为赏月者送来一片柔情。古往今来，有多少诗人为之倾倒；又有多少文人挥笔著华章。美丽的月球，真的美吗？为科学地弄清它的真貌探索其奥秘，多少年来，无数科学家贡献了毕生精力。

大多数人对月相很熟悉。当月球处在地球和太阳之间的轨道上时，我们只能看到一道弯弯的月亮，它叫新月；两星期之后，月球运行到地球的另一侧，我们看到满月。不用望远镜，我们也可以看到月球表面上的亮区和暗区。通过各种探测手段，包括飞船对月球摄影和月岩分析，科学家告知我们说，亮区是由陨石冲击所撞碎的火成岩碎石块组成的；暗区是固化了的熔岩流，它是在亮区形成后很久，从内部流出来的。亮区称为月陆，暗区较低称做月海。

阿波罗飞船登月时，航天员在月面上安放了一个月激光反射器。科学家从地面对它发射激光脉冲，脉冲到达月球后经该反射器反射后回到地面，经历约 2.5 秒时间。因为激光脉冲的速度和光速一样，每秒钟行走 30 万公里，这样科学家便算出月亮和地球之间的平均距离是 384 000 公里，但是月球绕地运行轨道不是整圆，实际距离的变化为这个数值的 5%。

科学家已经弄清楚，月球上既没有大气，也没有水。原因是月球质量小，引力太弱，留不住它们。月球上的物体摆脱它的引力飞向太空的脱离速度，远比物体脱离地球的速度要小，只有每秒 2.4 公里。气体分子运动的平均速度只要大于逃逸速度的  $1/5$ ，即每秒 0.48 公里，就会迅速飞散到宇宙空间去。实际上，在摄氏零度的氢、氦和氮等气体分子的平均速度均大于每秒 0.48 公里。因此，月球上不可能存在这些气体。由于没有大气保护，受太阳照射时月面温度很高，可达摄氏 127 度，所以也不会有水，因为如果有水，就会化成水汽逃逸。当然，在月球的两极，异常寒冷和阴暗，水以冰的形式存在是有可能的。

月球上没有水和空气，就不可能有任何生命存在。事情确实如此，当阿波罗飞船的航天员登上月面时，没有见到地球上的那种绿色，没有河流，没有声音，更无地球上的鸟语花香。整个月球世界毫无生命气息，在深黑色的天空衬托下呈现出一片令人恐怖的荒凉和死寂，全无地球人们赏月时的那种柔情和美丽，月亮不过是由岩山构成的荒球。

但是，月球上也确有地球没有的景观，如能登月欣赏一下月球天空，从那里观看宇宙会毕生难忘。例如从月球上看太阳东升西落就同地球上大不一样。因为月球自转比地球慢许多，它的“一昼夜”长达 27.32 地球日。这样，太阳升落也很慢，从日出到中午要经过 180 多个小时。而且月球周围无大气遮隔，看到的太阳比地球上要明亮千百倍，是地球人无法想象的真正的大火球，它高悬天空，似乎不动地缓缓移向天心。在烈火照耀下，温度不断升高，正午时分达到摄氏 127 度。如果你不穿上具有生命保障系统并能抗高温的太空服或者不躲在登月舱内，身体中的水分很快就会蒸发掉。过中午后，又要

经过 180 多个小时方见日落，温度也不断回跌。日落后，长达两星期左右的漫漫长夜开始了，月面温度可降到摄氏零下 183 度，确实是高处不胜寒了。在夜空中，能见到一轮硕大无比的“明月”在极慢移动，这就是反射着太阳光的地球，其亮度比在地球上见到的月亮要明亮许许多多倍，光线柔和似水，真像个小太阳。

月亮上的另一奇观是到处是环形山，也就是大大小小的陨石坑。因为没有空气保护，在月球存在的 45 亿年左右的时间里，流星体常以巨大的力量撞击月面，产生了无数环形山，它的大小随流星体质量而有所不同。应用各个飞船拍摄的月球照片，科学家已鉴别出大约有 30 万个直径大于 1 米的环形山。这种陨石坑所抛出的破碎岩石应当在离原陨石坑一定距离的地方落下来。这样，月球表面应是由大量破碎岩石组成的。事情确实是这样，航天员登陆月面，发觉自己站在一层称为浮土的碎石上面。又由于月球上没有风雨侵蚀，各种各样的环形山以及浮土能长期保存下来。

月球在一个近于圆形的轨道上绕地球运行，其速度为每秒 1.02 公里，绕地一周的时间正好等于它自转一周的时间，因此月亮老是以同一面朝向我们。从月球作用于它附近的飞船的万有引力，科学家算得月球质量是地球质量的 1.2%。从精确测定的月球角(约半度)大小，又可算得月球半径是 1738 公里，这样，又可以计算出月球一系列其他数据，即其表面积是地球的 1/14，体积是地球的 1/49，重力是地球的 1/6。

### 月球对人类有什么意义

经过 30 多年的空间探索，齐奥尔科夫斯基的预言得到了证实：“人类不会永远停留在地球。”为了把人类的活动舞台扩展到其他星球，为了利用空间并造福人类，月球必然是人类瞩目的第一个星球，研究、开发月球对人类有很多好处？

月球上有丰富的矿产。航天员登月时，已经发现月球上有极大储量钛及其他矿产。利用月球矿产，可以非常便宜地制造航天飞行器硬件，而且从月球发射物体要比从地球发射容易许多，因为月球引力远比地球引力小，又无空气，航天器离月球无须克服空气阻力。例如，从月球发射一个同高度近地轨道的有效载荷所需总能量比在地球上发射同样重量所需能量小 20~30 倍；又如航天飞机的载荷只占整个发射重量的 1.5%，如果用同样的运载工具从月球发射，其有效载荷可占总发射质量 50%。一旦月球获得开发，月球能作为人类飞往其他行星的理想基地。

若在太阳系内建立大型太空站，或太空居民点，开发月球资源以供需求是最经济的途径。有许多人预言，去太空居住和生产是人类活动的下一个主领域。当太空侨居区出现时，不可能再依赖地球上的经济支持和物资供应，而必须建造空间生产基地，利用地球以外资源发展工业，月球是提供这种资源的宝库。

阿波罗登月探险还发现，月球上的岩石含有氧化物。以这种形态存在的氧元素被还原出来后，可以供给月球上的居民利用，这就为在月球上建立基地和居民点，提供了氧源。月球上无空气，其重力也不大，仅为地球的 1/6，又是发展月球工业的极好场所。可以利用月球的资源就地加工生产各种材料和设备，以支持空间站和太空工厂的建设。

从天文学角度考虑，地球日益严重的污染，影响天文观测。月球背面提供了最佳天文观测位置，因为那里总是背离地球，可以完全隔开上述干扰。在月球上还可以进行月球和行星科学、天文学、物理学、化学、生命科学等多种科学研究。

研究月球也是唯一的揭开早期地球史奥秘的关键，这方面的知识不仅有科学意义，而且有实际的重要性。例如，在研究矿物构造过程中，高度真空和微重力因素使得有可能在物理学、化学、生物学和其他科学进行唯一性实验。

综上所述，月球对人类的未来有重大意义。当然，要在月球创建居住地和基地，还有许多问题和困难需要解决，并且要大量投资。但开创空间时代30余年的成功使人们确信，月球注定会成为人类活动的地方，随着空间技术的改进以及在空间制造硬件便宜，投资也不会太大；如果进行国际合作，每个国家分担的费用更不会高。科学家预言，在下一到二个世纪，月球基地必将成为人类生存和发展的新疆域。

