

SHENBIAN DE TIANWEN

身边的天文

徐振成 向继红

科普教育精品
青苹果电子图书系列

身边的天文学

徐振成 向继红 等 编著

《身边的天文学》编委会

主编 徐振成 向继红

编委 李 慧 许海威 孙 武

王全胜 陈 赞 赵正明

孙晋霞 赵明亮 凌小疆

张静宇 张仲林 张 正

前 言

天文学是一门既古老又年轻的学科，天文学的发展历史绵长而曲折，甚至成为人类不懈探索自我存在的意义。

早期天文学的建立是与人们对自然的崇拜直接相关的，为适应占卜、生产等方面的需要，人类不自觉创立并发展了早期的天文学。古代人类在仅仅拥有简单、粗糙的技术手段的情况下，积累了非常丰富翔实的天文规律和天文资料。

因为天文现象的特殊性，天文学的发展一直与迷信和人们对事物的美好想象联系在一起。从天文学被正式作为科学对待的那时开始，经历了亚里士多德、托勒密地心说——哥白尼、伽利略日心说……直到现代宇宙天文学理论的建立，其间经历了漫长而反复的过程。通过人类世代代的探索和总结，使我们对身边的生活空间及宇宙的模式有了较深刻的认识。

本书从读者熟悉的地球、日、月这几种耳熟能详的星球谈起，从不同的侧面向读者展示了壮观的天文现象和有趣的天文知识，从而使读者更加完善自己的宇宙观，拓展自己的知识面。

目 录

第一章 多姿多彩的天文景观	1
第一节 我们的家园——地球	1
一、地球的诞生	1
二、认识地球	5
第二节 地球的家长——太阳	24
一、庞大的太阳家族	24
二、日食	33
三、太阳的青春豆——黑子	36
四、太阳的怒火——日珥、耀斑和太阳风	37
五、送给地球的鲜花——极光	39
第三节 神仙伴侣——月亮	41
一、古老的传说	41
二、天狗吃月亮——月食	46
三、潮汐	49
四、征服月球	54
第四节 地球的兄弟姊妹	58
一、水星	62
二、金星	63
三、火星	65
四、行星之魁——木星	67

五、光环最美的土星	68
六、天王星	70
七、第一颗算出来的行星——海王星	71
八、流落天涯的小妹妹——冥王星	73
第五节 太空流浪汉——彗星	74
一、被冤枉的彗星	74
二、彗星撞击木星	100
三、哈雷彗星	103
第六节 昙花一现的流星	106
一、陨石	106
二、流星雨	127
三、观测流星	137
第七节 天上的传说——星座	139
一、星座“街区”的划分	139
二、二十八星宿	141
三、黄道十二宫	142
四、星座传奇	145
第八节 威胁人类文明的小行星	149
一、小行星伊卡鲁斯	149
二、其它行星	152
三、小行星的起源	157
四、小行星的好处	160
第二章 神秘的宇宙	164
第一节 你从哪里来——宇宙起源	164
一、一次大爆炸	164

二、宇宙的未来	174
三、宇宙间存在着一个反物质世界吗?	177
第二节 恒星的一生	181
一、恒星的历程	181
二、星星亮暗的等级	190
三、给恒星命名	192
第三节 宇宙中的陷阱——黑洞	193
第四节 天外来客——外星人	195
一、第三类接触	195
二、是朋友还是敌人	201
三、何处觅芳踪	210
第五节 大预言——地球的末日	223
一、五星连珠和九星会聚	223
二、歪理邪说的理论批判	226
第六节 通古斯大爆炸	231
一、通古斯大爆炸的现象	231
二、陨石说、彗星说和核爆炸说	234
三、反物质原因说	236
四、黑洞说	237
第三章 天文趣话	239
第一节 天文历法	239
一、阳历	239
二、阴历	241
三、阴阳历	244
第二节 著名天文学家	246

一、张衡	246
二、僧一行	247
三、托勒密	249
四、哥白尼	251
五、开普勒	254
第三节 天文观测	255
一、古代天文仪器	255
二、天文望远镜	258
三、实景观测	276
第四节 天文与船舶导航	282
一、船舶需要导航	282
二、船舶定位方法	284

第一章 多姿多彩的天文景观

第一节 我们的家园——地球

一、地球的诞生

1. 地球的形成

远在六十多亿年以前，那时天空中还没有光辉夺目的太阳，也没有银光皎洁的月亮，在繁星点点，夜色茫茫的宇宙空间，悬浮着一团巨大而稀薄的尘埃和气体，人们称它做星云。

组成星云的物质微粒，分布很不均匀，有的地方比较密集，有的地方较为稀疏，由于引力的作用，密集而大的微粒，便将稀疏又不断旋转的巨大“星云体”。其中心部份便逐渐收缩形成了原始太阳，在原始太阳周围的稀疏微粒，因星云的收缩，便逐渐向原始太阳的赤道面集中，由于微粒间相互碰撞和吸引，又逐渐形成了一些大小不等的团块，这此团块最后便形成绕太阳旋转的行星，其中之一便是地球，地球就这样从母体——星云中诞生了。

对地球形成的这种解释，首先是德国的哲学家康德于1755年提出，在1796年法国的数学家拉普拉斯也提出了类

似的解释。故人们把这种假说称为康德——拉普拉斯星云说。

2. 地球的演化

刚脱胎而出的地球，还是一个由固体微粒和尘埃气体混杂的疏松团块。随着岁月的流逝，这些大大小小的固体微粒，在地心引力的作用下逐渐密集于中心。疏松的团块逐渐收缩，同时温度急剧上升，混杂其中的气体因受挤压而不断从内部排放出来，逸向太空。当地球收缩到一定程度时，表面逐渐冷却、硬结形成了地壳。

随着地心引力的增加，再从地球内部喷发的种种气体，便被引力吸住，逐渐形成一层包围地球外壳的原生大气层，其成份主要是氨、甲烷和水汽等。这时地球大约已度过十亿个春秋，结束了它的幼年期而进入它多灾多难的少年时代。

在这段时期，地球内部由于放射性元素的衰变而释放出大量的热量，温度也随之而上升，导致内部物质的运行和化学分异，重的物质逐渐移向地心，轻者则移向地表，同时高温的作用下而熔融为炽热的岩浆，岩浆在地球内部巨大的压力作用下，常常沿着地壳裂缝喷涌而出，形成频繁的火山喷发和强烈地震。

伴随岩浆喷射出来的大量水汽和二氧化碳等气体，进入大气层，成为大气的成份，其中的水汽一部分上升而凝结致雨又流回地表，一部分水汽在来自宇宙和太阳的紫外线照射下，分离为氢和氧，其中氢常冲破地球引力而逃逸到太空，余下的游离氧很快便与氨作用形成氮和水，与甲烷作用又形成二氧化碳和水等。经这些分解和结合过程，终于形成了以二氧化碳为主的“次生大气”。次生大气中氧气含量很少，仍

不能具备生物的生存条件。

在地球内部物质分异中，高温的岩浆沿地壳裂隙喷发过程中，常因温度陡降而放出大量的水蒸气，冷凝后汇入低洼之处，再加上降水就构成了地球上的原始水层。

大气的出现为地球上生命出现提供了原始物质，辽阔的水体的出现又是孕育生命的摇篮，地球内部放射性元素蜕变所产生的热能和火山喷发及雷电，又为生命诞生提供了巨大的能源。

所有这些因素在漫长的时间中，历经千变万化，才迎来了最低等的原始生物的诞生。生命的出现，光合使用开始，大量的海生藻类，它们吸收二氧化碳，放出氧气，从而逐渐地改变着大气的成份。又经过若干亿年后，大气中的氧气才逐渐增多起来，而在高空的氧经过太阳辐射和闪电的作用下，离解自臭氧，聚集在高空形成臭氧层。

这时地球上便有着稀薄的大气、广阔的海洋、低级的生物和坚硬的地壳，构成了今日自然环境的“雏形”。以后又历经二三十亿年的变化，才逐渐演化成今天的繁荣景象。

3. 地球的年龄

地球有多大的年纪？这是十九世纪末以来许多科学家甚感举的问题，因此有不少的科学家采用不同的方法来推算地球的年龄，所得出的结果也不大相同。

但根据现有的资料一般认为，自地球从星云分离出来，开始聚集时算起，到现在已有约 60 亿年的历史，这叫地球的天文年龄。若以地球的原始地壳开始算起，至今大约 45 亿年，这叫地球的地质年龄。

地质年龄的推算,是在 1896 年法国物理学家亨利·贝克勒发现化学元素的放射性质和 1898 年居里夫人发现天然的放射元素后,人们根据岩石中放射性元素的衰变速度来测定岩石年龄,再根据岩石的年龄推测出地球的地质年龄。这种方法是目前测定地球岩石年龄最科学的方法。

根据这种方法人们计算出世界各地的最古老岩石的年龄一般都在 30 亿年到 40 亿年之间。如南极洲的火山岩为 40 亿年,格陵兰的片麻岩为 37 至 38 亿年,非洲和乌克兰也测到过 35 亿年的岩层,美国明尼苏达州的片麻岩为 33 亿年等。另外有人对来自宇宙空间的陨石和月岩进行测定,陨石年龄都在 45 亿岁,月岩也为 45 亿岁,月球的土壤年龄为 46 亿岁。根据以上数学推测,目前认为地球的年龄就为 46.6 岁。

用放射性同位素的方法测出的地球年龄叫绝对地质年龄。另外地质学上还经常使用地球的相对地质年龄,即地表的地质年代。地质年代是指组成地壳全部岩层从老到新所经历的时代。

人们根据岩层的顺序和古生物特点,把整个地质时代从古到今划分五个代,即太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。就好像人类整个历史分为许多朝代一样。在每个代中又划分为若干个纪,如古生代可分为寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪和二叠纪;中生代又分为三叠纪、侏罗和白垩纪;新生代又分为第三纪和第四纪。

这些纪的名称大多是以某国的一个地名民族的名称或岩层的特征来命名,如寒武纪是根据英国威尔士西部一座山的古名来命名,奥陶纪和志留纪是根据英格兰南部和威尔士的

两个古代部落名称来命名等。在每个纪中又分为若干个世。与地质年代的代、纪、世等地质时代单位相对应的地层单位分别叫界、系、统；如太古代所对应的地层单位称为太古界，与寒武纪对应的地层单位称为寒武系等。

组成地壳的地层种类繁多，要把它们按时间的先后从老到新排起来，就必须知道哪些地层较老，哪些较新。区分地层的新老关系一般是根据地层中所含的古生物化石和地层的层位来确定，前者叫古生物法，后者叫地层层序法。

因为生物是从低级向高级连续分期发展的，低级生物的化石只能存在年龄较老的地层中，较高级的生物化石只能在年龄较新的地层中找到。另外一正常的情况下，地层的位置越在下面年龄越老，越在上面的就越新，因新的地层总是在老地层的基础上沉积形成。这样就可以把地层的新老关系确定出来。按时代早晚顺序把地质年代进行编年列表，称为地质年代表。

地质年代表反映了地壳历史的发展顺序、过程和阶段，包括了地层和生物的发展阶段，也是地壳历史的自然分期。它不仅对地史和其他许多地质问题的研究起着重要作用，而且也为气象工作者研究地球古代气候或气候史提供了主要的科学依据。

二、认识地球

1. 地球的“天时地利”

地球在太阳系的大家庭中，虽然是一个很普通的成员，但在太阳系九大行星、30多个卫星和几千个小行星中，它却有“得天独厚”之处，因它无论在体积大小上，运动的周期

和距离太阳远近上，都恰到好处。这才使得地球在太阳系所有天体中，是唯独具有生命的天体。今天地球上所呈现出的优美自然环境和欣欣向荣的景象，除地球本身所具有优越条件外，还与太阳有着十分密切的联系。

首先太阳以它强大的引力，支配着地球沿一定轨道运动，同时又以它巨大的光和热，照亮和温暖着地球，地球上一切生命过程和大气中所发生的一切物理过程及天气现象，都是以太阳给予地球的光和热作为基本动力的，如大气中的气压、温、湿等气象要素的时空分布，和变幻多端的风寸雷电等天气现象，都与太阳息息相关。太阳的热量是以辐射形式传输到地球上来，由于地球是个球体，因此在同一时刻不同纬度上所接收到太阳辐射能量也不同，这就造成了地球上气候在载我上和时间上的差异，形成了不同的气候带和不同的环流系统。

其次，太阳活动所释放的短波辐射和粒子流，能使距地面高 8 至 100 千米、100 至 120 千米和 150 千米至 500 千米的三个层次的大气分子，全部或部分分离，形成了包括大气 D 层、E 层和 F 层的电离层。若太阳活动不断增强，大气分子则会进一步电离，造成大气中离子浓度增高，吸引电波性能增强，从而导致地面无线电通讯中断。特别是还会引起太阳辐射的改变，从而导致地球上天气和气候的变化。

太阳活动对气候和天气的影响，早在 180 多年前就有人进行研究，如 1801 年英国天文学家歇尔曾提出：当太阳黑子少时，地面雨量也会减少。后来又有人从资料统计中发现，地球上的降水量增减周期与太阳黑子兴衰周期一致，都是 11

年。

在我国也发现太阳黑子在 11 年周期的低值年附近时,我国常常南涝北旱的天气。太阳活动对气候的影响,现在普遍认为太阳黑子活动衰弱时,地表气温下降,气候变寒冷,黑子活跃时,气候则变暖。此外,太阳活动增强还会引起一些地区气压增加、雷暴天气频繁,还会使高层大气的温度、密度发生很大变化,从而引起人造卫星、空间飞行器和导弹等运行轨道发生变化。总之太阳和太阳活动对地球的影响,涉及到各个领域,还有待于今后不断进行探索。

2. 地球的形状

地球的形状是个旋转椭球体,这也是人所共知的事,但人们得出这样一个概念是经历了几千年的不断探索才逐渐形成。

远在周代(公元前十一世纪)我国人民根据直观的感觉,认为天是圆的,象一口倒扣着的大锅,而地是方的,象一块棋盘,即天圆地方说。后来又发展到天象圆形的半笠,地像倒扣着的盘子,即“天象盖笠,地法复盘”的新盖天说。

到了春秋战国时(公元前 770 年到 221 年),又提出了“天知鸡子,地知卵中黄”的浑天说,有了球形的概念。但明确的提出地球是个球形体,还是欧洲古希腊学者毕达哥斯,他在公元前 525 年前后便提出来了。但当时还无法证明,他只是从球形是所有几何形体中最完美的形体出发,认为地球也应该是一个完美的球形。

到公元前 350 年左右,古希腊学者亚里士多德根据月食时月球上的地球黑影是一个圆等现象,才证明了地球是个球

形体。后来在 1519—1522 年，葡萄牙人麦哲伦率领着五艘大帆船组成了一个探险队，他从西班牙海岸出发，横渡大西洋，绕过南美洲，再经太平洋、印度洋，绕过非洲，最后完成绕地球一周的航行回到了西班牙。才更进一步证实了地球非确是个球体。这时球形体的学说才得到大多数的人公认。

到十六世纪时，英国物理学家牛顿，在研究地球自转中，得出地球自转时，其线速度是由向两级减少的结果，从而推论出了地球应该是一个两极扁平，赤道略鼓动的椭球体，它的形状大体像个桔子，而不是一个圆球，同时还计算出地球的扁率为 $1/230$ ，这与现在根据人造卫星观测得出的确切数字式 298.25 相差很小。

他这一看法确遭到法国一些人的反对，因为根据他们测量和计算得出的结果恰好与牛顿推论的相反，认为地球是一个赤道收缩，两极突出的长球体，即不像桔子而像个柠檬。这样便产生一场桔子和柠檬之争。一直争论了好几十年。到 1735 年法国又组织了两个测量队，分别去赤道附近的秘鲁和北极附近的拉普兰，对地球的曲率等进行了十年测量，结果得出赤道附近的曲率明显比北极附近曲率大。有力的说明了地球是个扁球体而不是长球体。才结束了这场争论。因为法国科学家们所使用的资料有误，所以错误的得出地球像柠檬的结论。但地球的扁率很小，所以一般肉眼难看出它是个椭球，反而看起来和圆球差不多。

目前通过人造卫星的观测，发现地球的形状既不像桔子更不像柠檬，而像一个梨子。若忽略其微小差异，大体上把地球看成是个球体或椭球体，也完全是可以的。

对于地球的大小，从古到今也有不少人采用各种方法对它进行过测量，早在公元前 220 年左右，古希腊学者埃拉托色尼就测出了地球大圆的圆周长约为二十五万斯台地亚，约合现今的 39816 千米，与现在测量的 4 万千米很接近。我国在公元 723 年，由张遂和南宫说等人，曾测出地球经线一度的弧长为 351 里 80 步，约等于现在 132.2 千米，比现在测得的结果大 21 千米。

近代对地球采用了各种测量方法，如天文测量、重力测量、大地测量和人造卫星观测等，得出地球大小有关数字如下：

赤道半径 6378.160 千米

极地半径 6356.863 千米

平均半径长 6371.110 千米

体积为 10830 亿立方千米

表面积为 51000 亿立方千米

经线周期长为 40008.548 千米

赤道周长为 400076.604 千米

质量为 5983×10^{18} 克

平均密度为 5.522 克/立方米

对地球形状大小认识的准确程度，直接影响到测绘地较长是精确性，因为它是确定方向、计算面积和测量高度的基准。它对气象科学也具有重要的意义。

首先，地球有着巨大的质量，它所具有强大的引力，足以将大气层牢牢吸引住。大气分子要脱离地球引力逃散到宇宙空间去，它必须要具有 11.2 千米/秒的速度才行，但大气

中没有一种气体分子通达到这个速度。如氧分子在室温下平均速度只有 0.5 千米/秒，运动速度最快的氢分子，其速度也只有氧分子的 4 倍，要想逃离地球是不可能的。这样才使得地球穿上了一件厚厚的大气外衣。大气的存在，不仅能抵御来自宇宙流星和紫外线的侵袭，而且只有在这漂渺无影的大气屏幕上，才能欣赏到极光、霓红、华晕、云霞、雷鸣闪电和雨露风箱等奇妙的自然景象。

其次，地球的形状是个球体，这就使地球上有了昼夜之分和冷暖之别。因平行的太阳光照射在球面上，总是只有半球受光，另一半球背光，前者的地区成为白昼，后者则成为黑夜。就是昼半球上，虽然都同样被阳光照射，但在不同的纬度和不同的季节，所吸引太阳的热量和被照射的时间长短也不同，因平行的太阳光线射到地面上，与球面的交角（或称太阳高度角）大小在不同纬度也不一样，在太阳高度角大的纬度，吸引太阳热量就多，在高度角小的纬度上吸引太阳的热量就少。这样便造成热量成纬向的分布不均，从而在全球形成了不同的温度带、气压带和风带。这是形成各种天气变化和气候类型的主要原因。

第三，由于地球是个椭球体，极半径比赤道半径短 21 千米，故地表距地心的距离是随纬度的增加而减少，这就使地表的重力也随纬度增大而增大。因此不同纬度的气象站所使用的水银气压表在测定本站气压时，即使在气压相同的情况下，水银柱的示度也会因重力不同而不同，在纬度高于 45° 的地区水银柱的示度值比 45° 的地区偏小，而纬度低于 45° 的地区，水银柱的示度偏大。所以气压表读数必须进行

纬度重力订正。

3. 地球的自转

地球在运动中诞生，也在运动中成长；它的运动形式多种多样，既有明显的自转和公转，也有着微小的运动。这些运动都与气象科学息息相关，所以有必要对它们进行简要的介绍。

地球本身绕地轴自西向东的旋转称为自转，自转一周所需的时间长 23 小时 56 分 4.09 秒，自转的角速度为每小时 15° ，在赤道上自转的线速度为：

$$V_{\text{赤道}} = 2\pi R/T = 2\pi \times 6378245 \text{ 米} / 86164 \text{ 秒} = 464 \text{ 米/秒}$$

地球自转的线速度是随纬度增加而减少，不同纬度的线速度为：

$$V_{\Phi} = V_{\text{赤道}} \cos \Phi$$

式中 T 为自转周期， Φ 为纬度， R 为地球半径， V 为自转线速度。

我国大部领土位于中纬度，几乎所有国土的自转速度都比波音 747 型飞机的速度（约 965 千米/小时）快，如广州约 1664 千米/小时，上海约 1426 千米/小时，北京约 1269 千米/小时，最北的漠河也为 994 千米/小时。“坐地日行八万里”就是指赤道上地球自转的线速度，即一天运转八万里。

这样快的速度为什么人们感觉不出来呢？早在公元 200 多年以前，我们的祖先便作了回答，如古书《考灵曜》中就有“地恒动不止，而人不觉，譬如人在大舟中，闭牖而坐，舟行而人不觉也”的记载。就是说地球不停地转动，而我们却感觉不到，就好像人坐在关着窗户的大船中一样，船不停

地运动人们却感觉不出来。这主要是因为地球在运动时速度十分平稳均匀，所以才感觉不到它在运动。

虽然地球自转速度很平稳，但也有一些微小得连人或普通仪器都察觉不出的变化。这种变化早在二百多年前就有人提出过，只有未引起人们的注意，直到二十世纪初随着科学技术的发展，才证实了地球自转程度有微小的变化，发现地球自转速度在长期减慢，一天的时间逐渐在增长，大约一百年中一天的长度要增加一到二毫秒（1秒=1000毫秒），即每十万年中，一天要增长约一秒钟。

一天的时间增长了，一年中的天数相应减少。这是人们在研究热带海洋中生活的珊瑚和古代岩层中的珊瑚化石而得出。因现代的珊瑚四周体壁上生长着一道道粗细不同的环纹，而且在两条最粗（或最细）的珣纹之间，还有365条环纹，这个数字正好和现在一年的天数相同。而在距今4亿年以前（泥盆纪）和某些珊瑚化石，相邻两道最粗的环纹之间的环纹数为400条左右。说明泥盆纪时每年有400天左右，当时每天只有21小时。在石炭纪（约3.5亿年前）的地层中发现的珊瑚化石，则有385—390条生长环纹，那时一年则只有385—390天了。

根据这些事例便可推算到距今15亿年前时，地球一年可达八、九百天。地球处于原始状态时，每昼夜只有约4小时，当时地球自转角速度每小时可达 90° 。现在减慢到每小时 15° 了。引起地球自转变化的原因是很复杂的，目前还没有一致的看法，不过多数人认为是由于地球上海水潮汐运动时，对地表产生的摩擦作用，而使地球自转角动量减少。此外，

地球半径的长缩，地核的增生，大气环流的运动，冰雪的消长，洋流的活动等也会影响到地球的自转速度。

自转产生了昼夜更替，地球自西向东的旋转，使昼半球和夜半球也不断由东向西移动，因而产生了昼夜更替。昼夜更替引起了地表交换也交替进行，白天吸热增温，夜晚散热而降温，特别是这种交替周期长短适当，这样就不至于白天因吸热时间过长而使地表增太高，夜晚又不至于失热时间过长而造成严寒。

月球上之所以白天温度可上升到 150°C ，而夜晚又降至零下 180°C ，日较差达 300°C 多度，就是因昼夜更替周期太长，为 27 天 7 小时 43 分 11 秒。这样的环境不宜于生物生长的。昼夜更替也使地球上一切生命活动和气象要素具有明显的昼夜周期变化。如植物的光合作用只能在白天进行，许多动物白天休息夜晚寻食。在气象上气温一天中最高出现在白天的 14—15 时，最低出现在日出以前。气压在一天中出现的两次高约在上午 10 时、晚间 22 时和两次低值约在 04 时、14 时等。

地球自转周期是计量时间的基本单位。在世界计时系统中，是以地球自转运动周期为基本单位。虽然地球自转的不稳定性，影响了世界时的精确度，但目前还是被人们普遍使用。

同一时刻在不同经度的地方，地方时是不同的；一般说来，经度每差 15° 则时间相差 1 小时。根据时间与经度的关系，便可进行时间与经度的换算。气象上有时也需要将北京时换算为地方时或世界时。航空、航海中也常用这一关系来

确定飞机或船舶的航行位置和航向。

地球自转产生了地转偏向力。地转偏向力是法国数学家科里奥里于 1835 年提出来的，故又名科里奥里力。即地球上一切水平运动的物体，在移动时其方向都要发生偏转，若以运动物体初始方向为准，在北半球向右偏，南过意不去向左偏。力的大小与物体运动的速度和纬度的正弦成正比。

对地转偏力的理解，一般是从物体水平运动时具有惯性来解释它。物体的偏向也是相对固定不变的经纬线而言，当物体由南向北作水平运动时，若地球不自转，物体使会沿着出发点所在的经线向正北运动，但由于地球在自转，经过一定时间后，经线随地球自转已转移了，物体仍保持其原来的方向运动，对于地球上的观察者来说，此时的物体运动方向已不是正北（即不是沿经线方向），而是向右偏转了一个角度。

同样的道理，当物体从北向南运动时，其方向也会向右偏移。在南半球则相反，物体运动方向是向左偏转。在赤道上运动的物体，由于无论地球转到什么位置，物体运动向东或向西运动方向总与赤道一致，故不会发生偏转，所以赤道上地转偏向力为零。

地球偏向力是影响风向和大气环流的重要因素。因地转偏向力，在北半球：东风将会向南偏转；南风将会向西偏转；西风将会向北偏转；北风将会向东偏转等。如果没有地转偏向，大气只能形成简单的经向环流，实际上地转偏向力的存在，就会使大气环流变得复杂起来在南北半球分别形成三圈环流。在大气环流的作用下空气产生大规模的运动，在运动过程中直接影响着一地的天气状况和气候特征。

地球自转为建立地理坐标系确定了极点。在地表上自转线速度为 0 的两点称为极点，指向北极星的一点叫北极，另一点叫南极，通过地心连接两极点的轴叫地轴，垂直地轴距两极等距的大圆叫赤道，它是地理坐标的基圈，赤道将地球分为南、北两半球，赤道以北为北半球，以南为南半球，与赤道平行的小圆圈叫纬圈或称纬线，纬线批示地球上的东西方向。

在地表联接两极的大圆弧叫经线，通过英国伦敦格林尼治天文台原址的经线叫本初子午线，即零度经线，它是地理坐标的主圈。经线批示地球上南北方向。通过某地的铅垂线与赤道平面的夹角叫该地的纬度。南北纬度为 $23^{\circ}27'$ 那两条纬线分别叫南、北回归线和北回归线，南、北纬度为 $66^{\circ}33'$ 那两条纬线，分别叫南极圈和北极圈。

通过某地的经线平面与本初子午面的夹角叫该地的经度。纬度是地理坐标的纵坐标，经度为地理坐标的横坐标。用经纬度来确定一地在地图或地球仪上的位置的方法，称为地理坐标。

地球自转改变了地球的形状与重力分布。地球自转所产生的离心力以赤道最大，向两极逐渐减少，到极点为零。所以组成地球的物质，在赤道地区推离旋转中心的趋势也就越强，这就使两极的物质因趋向赤道而向外鼓出，而两极的物质因趋向向赤道而变扁平，因此形成了一个椭球体。

离心力的大小也影响了重力的分布，因地球的重力是离心力引与引力的合力，由于赤道离心力最大，其方向又与引力相反，故重力最小，重力加速度为 978.03 厘米/秒^2 ，在两

极离心力趋近于零，其方向又与引力方向垂直，重力最大，重力加速度为 983.22 厘米/秒^2 ，这就使重力随纬度的增加而增加。如一个物体从赤道移到两极其重量要增加 $1/189$ ，在两极重 10 公斤的物体，移到赤道则只有 9.947 公斤，物体重量就因离心力的影响而减轻了 35 克。

第六，地球自转产生了天体的周日视运动。早在西汉（公元前 206—23 年）时，我国就有“天左旋，地右动”和“地动则见于天象”的记载，这说明当时就已经认识到天向左旋转（即日月星辰由东向西移动），可以用地球的向右（自西向东）转动来解释；地球的自转，可从天象的变化中观察出来。这和现在所说的天体周日视运动是一回事。所谓天体的周日视运动，就是天上的日月星辰，在一天内（一恒星日）自东向西旋转一周的运动。这种运动不是天体本身的运动，而是由于地球自西向东自转运动的反映，故称为视运动。

4. 地球的公转

地球好像一个载着几十亿人口的巨型宇宙飞船，沿着自己的轨道，围绕着太阳不停地遨游于宇宙空间。地球绕太阳自西向东的运动叫公转，公转轨道为一近似正圆的椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上，故地球距太阳的距离就有远有近，地球距太阳最近时的位置叫近日点，这时的距离为一亿四千七百万千米，每年一月初地球位于近日点。

地球距太阳最远时的位置叫远日点，其距离为一亿五千二百万千米，每年七月初地球位于远日点。日地的平均距离为一亿四千九百六十万千米（即一个天文单位）。地球公转周期为一个恒星年，即 365 天 6 时 9 分 9 秒，公转角速度平均

为 $59^{\circ}18'$ /日，我国秦朝的李斯早就提出地球公转的角速度为“日行一度”，与现代测量值相比相差甚微。公转的线速度在近日点为 30 千米/秒，远日点为 29.3 千米/秒，这比现在喷气式飞机要快 40 多倍。

地球公转中具有两个重要的特点：一是地轴与公转轨道面即黄道面的夹角始终为 $66^{\circ}33'$ ，二是地轴在宇宙空间的倾斜指向始终不变。这两点是形成地球是昼夜长短变化和四季的主要原因。

地球公转引起的后果如下：

第一，地球公转引起太阳直射点和太阳高度角的季节变化。

地球公转时地轴与公转轨道面成 $60^{\circ}33'$ 的夹角和地轴倾斜方向不变，使太阳直射点（阳光垂直照射的地点）的位置和高度角随季节变化。

每年春秋分这两天，太阳直射赤道，太阳下午高度角从赤道处的 90° 向两极减少至零度，夏至日，太阳直射点已从赤道移向北纬 $23^{\circ}27'$ （北回归线），高度角从北纬 $23^{\circ}27'$ 处的 90° 向北向南减少，到北极圈减至 $23^{\circ}27'$ ，向南到南纬 $66^{\circ}33'$ 则减至 0° 。冬至日直射点则由赤道移至南纬 $23^{\circ}27'$ （南回归线），高度从南纬 $23^{\circ}27'$ 处的 90° ，向北到北纬 $66^{\circ}33'$ 减至零度，向南至南极减小到 $23^{\circ}27'$ 。

太阳直射点在南北回归线之间往返移动一次的时间，称为一回归年，长 365 天 5 小时 48 分 46 秒，比起恒星年的 365 天 6 小时 9 分 10 秒要短 20 分 24 秒。这是由于春分点每年在黄道上向西移 $50''$ 而产生的。因太阳在黄道上连续两次通过

春分点的时间间隔，正是一个回归年，即太阳在黄道上作周年视运动时，从它第一次通过春分点起，在天球上沿黄道运动一周到第二次回到春分点止的一段时间，应该是绕行了 360° ，但由于春分点向西移了 $50''$ ，所以太阳第二次回到春分时，还差 $50''$ 才到 360° ，太阳要运行 $50''$ 的角距，就还要 20 多分钟的时间，故回归年要比恒星年要短 50 多分钟。春分点西移叫岁差。

根据球面三角形的余弦公式，可导出计算任何纬度上不同日期的太阳高度角的公式如下：

$$\sin h = \sin \varphi \cos \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

式中 h 为太阳高度角， φ 为纬度， δ 为太阳赤纬， t 为太阳时角。

太阳高度角在一天中，以正午太阳当顶时最大，故一般说太阳高度角都指正午的太阳高度角，其计算公式为：

$$h_{\text{正午}} = 90^\circ - (\varphi - \delta) \quad (1)$$

$$h_{\text{正午}} = 90^\circ - (\delta - \varphi) \quad (2)$$

太阳正午位于当地天顶以南 ($\delta \leq \varphi$) 时用 (1) 式，太阳正午位于当地天顶以北 ($\delta > \varphi$) 时用 (2) 式

例：试求成都 ($\varphi = 30^\circ 40' \text{ N}$) 1 月 16 日正午太阳的高度角是多少？

解：由天文年历查得 1 月 16 日太阳的赤纬 δ 为 $-20^\circ 59'$ ，这天 $\delta > \varphi$ 故用 (1) 式求解

$$h_{\text{正午}} = 90^\circ - (30^\circ 40' + 20^\circ 59') = 38^\circ 21'$$

故 1 月 26 日正午成都太阳高度角为 $38^\circ 21'$

太阳高度角的大小是影响一地太阳辐强度的重要因素之

一，太阳高度角越大，每单位面积的辐射强度就越大，太阳高度角越小；每单位面积辐射强度也就越小。因为太阳高度角是随纬度的增加而减小的，所以太阳辐射强度也随纬度增加而减弱。

第二，地球公转引起了昼夜长短和季节的变化。

太阳直射点是随地球公转而在南北回归线间移动，直射点的移动便引起地球上晨昏线（昼半球与夜半球的交界线）的移动，晨昏线位置的变动使各条纬线上昼弧与夜弧长短发生变化，从而产生了昼夜长短的变化。

每年春、秋分，太阳直射赤道，晨昏线通过南北两极，各纬圈上昼弧等于夜弧，故全球昼夜等长。春分之后，直射点逐渐北移，晨昏线逐渐移向南、北极圈，在北半球各纬圈上昼弧逐渐长于夜弧，故昼逐渐长于夜，直到夏至直射点达到北回归线，晨昏线通过南北极圈，北半球各纬圈上达到一年中昼弧最长、夜弧最短，故这里白天最长，夜晚最短。在北极圈以北，全天均为白昼，称永昼；在南极圈以南则全天为黑夜，称永夜。

夏至后太阳直射点逐渐向南移回赤道，秋分时又直射赤道，秋分以后直射点继续南移，北半球各纬圈昼弧逐渐短于夜弧。冬至时，太阳直射南回归线，南半球各纬圈昼弧普遍大于夜弧，故也长于夜，而北半球相反，各地是一年中夜最长昼最短的时间，冬至后，直射点又转向北逐渐移向赤道，南北半球昼夜又逐渐趋向等长。

昼长=夜长可用下述方法求得：首先由公式

$$\cos t = -\tan \phi \tan \delta$$

求出 t (太阳时角), 式中 φ 为纬度, δ 为太阳赤纬 (可由天文年历中查出)。

然后将时角 t 化为时间单位, 即 t 除以 15, 最后

昼长 $= 2t$

夜长 $= 24 \text{ 小时} - \text{昼长}$

白昼的长短和太阳高度角的大小, 直接影响着太阳辐射能在地表的时空分布, 因而形成季节的更替。一年中白昼最、太阳高度角最大的时候, 也是地表吸引太阳辐能最多的时候; 气温上升成为最热的季节。相反则为最冷的季节。

就北半球来说, 夏至前后太阳直射点位于北半球, 普通昼长夜短, 吸收太阳热量时间增长, 太阳高度角增大, 单位面积吸收热量增多, 北半球进入夏季, 相反南半球则为冬季。到冬至前后, 太阳直射点位于南半球, 故北半球普遍昼短夜长, 接受太阳照射时间最短, 太阳高度角减小, 单位面积上吸收太阳辐射能量也减少, 气温下降而进入冬季, 南半球相反正是盛夏季节。在春、秋分前后, 南北半球昼夜长短和太阳高度角悬殊不大, 因而成为春、秋二季。当北半球进入春季时, 南半球正是秋季, 总之季节具有半球性。

第三, 地球公转引起了太阳的周年视运动。

由于地球自西向东绕太阳公转, 从地球上看到太阳在天球上的视位置也不断自西向东移动, 当地球在公转轨道某一位置时, 看到太阳在地球上的视位在将太阳投影到天球上的位置上。当地球公转到另一点时, 太阳则移至相应点。地球在轨道上运动一周, 看到太阳也好像在天球上运动了一周, 太阳这种运动是地球公转的反映, 故叫视运动。其周期为一

年，故称为周年视运动。太阳在天球上作周年视运动的轨道叫黄道。

第四，地球公转产生了恒星的周年视差。

地球在公转轨道上不同的位置上，去观测同一颗恒星时，发现恒星的位置有微小的位移，地球公转一周，恒星也绕黄极划出一个小圈，这就是恒星的周年视差现象。所谓视差就是观测者在两个不同位置来看同一天体的方向之差。当地球分别位于轨道上不同点时，看到天空某一恒星 M 在天球上的位置相就为不同，在天球上绕黄极划出了一个小圈。恒星视差的大小是以地球和太阳的距离 (SC) 在恒星处的张角 P 表示。一般恒星视差非常之小。如离地球最近的恒星半人马座的 α 星，它的视差为 $0.76''$ 。

5. 地球的进动和岁差

地球进动是地球的又一种运动形式，它是指地球的地轴在空间的指向在缓慢的变动，地轴方向的这种改变叫地轴的进动。地轴方向的变化是有一定周期，它绕黄极自东向西移动一周的时间是 25800 年，每年移动 $50''$ 。

地轴的进动是由于日、月对椭球体的地球，引力不平衡而产生的。日、月在宇宙间的运动轨道（黄道和白道），都与地球赤道平面有一定夹角。这样太阳和月球在宇宙中运动时，绝大部分时候都位于赤道面以南或以北。因此日、月对地球赤道两侧突出部分的引力大小存在着差异。

面对月球或太阳近侧点所受引力，比背向太阳或月球一侧的点所受引力要大。这两个不等的力便造成地球自转轴在空间缓慢地移动。当地轴从一点移到另一点时，与地轴垂直

的赤道位置也相应移动。

若将地球赤道无限扩大到天球上，则天球赤道与黄道的两个交点春分点和秋分点，位置也要发生位移，春分点也会由春分点向西移到，春分点沿黄道向西缓慢运行现象叫岁差。每年西移约 $50''$ ，约 25800 年便在黄道上运行一周。春分点每年西移不仅造成回归年每年比恒星年短 20 分 24 秒，而且使得春分一年比一年提早起来，这样就会引起季节开始时间的移动，造成气候的周期性变化。

地轴的进动使地轴北端的指向也在变动，现在是指向小熊星座的 α 星（勾陈一），所以现在勾陈一被称为北极星，但再过五千多年以后，即到公元 7500 年时，地轴北端便移向仙王星座的 α 星（天钩五），那时天钩五将成为地球的北极星了。到公元 1360 年，地轴指向又移向天琴座的 α 星（织女星），到那时北极星的桂冠将让给织女星了。

6. 地球的内部构造

人们对地球内部的探索比起对宇宙间的探索来要困难得多。目前人们只能通过矿井、地质钻探和火山喷发物质等来观察。但其深度十分有限，如世界上最深的矿井只有两千米左右；最深的钻井深度只不过 10 千米左右，这个深度仅相当于地球半径的 0.00125%。就是火山喷出的岩浆深度 20—60 千米，也仅相当于地球半径的 1%，这样深度只能说是擦破了地球一点皮而已。再深一些，就只能利用天然探测器——地震波来进行间接推测了。

因地震时产生的地震波可以穿透整个地球，根据地震波在地球内部传播速度变化，便可了解到地球内部物质的状态、

弹性和密度等情况。地震波可分为纵波（P波）、横波（S波）和面波（L波）三种。

纵波通过物质的质点是以疏密相间的方式一前一后地振动，振动方向与波传播方向一致，它能在固体和液体中通过，波速比横波快，约 5—6 千米/秒，因此地震时，纵波首先传到地震记录仪上。横波质点的振动方向与震波传播方向垂直，它与水波相似，横波只能在固体中通过，波速约 2—3 千米/秒，它只能沿地表传播。根据各类震波的特点，我们便可以地震（包括人工地震）时，所产生的地震波来分析地球内部的构造。

人们从地震波记录研究中发现，地震波在地球内部有两处地方速度有明显变化，一是在平均深 33 千米的地方，纵波波速从 7.6 千米/秒急增至 8.1 千米/秒，横波也由 4.2 千米/秒，上升到 4.6 千米/秒，说明那里便是两种性质不同的物质分界面或叫不连续面。这一界面在 1909 年首先为南斯拉夫地质学家莫霍洛维奇发现，简称莫霍面。另一处是在 2900 千米深的地方，纵波波速从 13.64 千米/秒，突然降至 8.1 千米/秒，横波则在此中断。这是在 1914 年美籍德国人谷登堡正式确定，故叫谷登堡不连续面。根据这两个不连续面便可把地球内部分为地壳、地幔和地核三层。

地壳指莫霍面以上由岩石组成的一层固体硬壳，厚度各地不一，最薄处（海洋地壳）为 5 千米，最厚可达 65 千米以上，平均 35 千米，各种矿物便埋藏在此层。主要岩石是花岗岩和玄武岩，总质量为 5×10^{10} 吨，占地球总质量的 0.8%，平均密度为 2.65 克/立方米，温度底部可达 1000℃，压力可

达 1 万多个大气压。化学组成主要是由含硅、铝的硅酸盐类组成。

地幔(中间层)位于莫霍面与谷登堡面之间,深 33—2900 千米之间的一厚层,其中 33—1000 千米一层又叫上地幔,1000—2900 千米之间又为下地幔。地幔是由一种含锰、铁和镁的橄榄石型的岩石所组成。在高温的作用下物质多呈潜柔性的可塑状态呈熔融状态存在的,是岩浆的发源地。本层质量为 4.05×10^{21} 吨,占地球质量的三分之二,密度从 3.32 克/厘米³ 到 5.66 克/厘米³,下部界面压力可达 140 万个大气压,温度随深度增加而增加,上部约为 1200—1500 ,下部可达 1500—2000 。

地核地表以下 2900 千米至地心,其中 2900—5100 千米又称外核,5100 千米至地心叫内核,主要由铁、镍物质组成,外核呈流体状,内核则为固体,质量为 1.88×10^{21} 吨,占地球质量 31.5%,压力达 300—360 万个大气压,温度 2000—3000 。

第二节 地球的家长——太阳

一、庞大的太阳家族

太阳是一个直径约 140 万千米的巨大火球,如果把地—月系统装进这个大球中去而让地球位于太阳的中心的话,那么月球离太阳边缘还有三十多万千米远,由此可以想见太阳之大。它的体积相当于地球体积的 130 万倍。

太阳的质量约为 2000 亿亿吨,如果以克做单位,那么这个数字是在 2 的后面加 33 个零,即 2×10^{33} 克,相当于地

球质量的 33 万倍。整个太阳系的总质量中，太阳就占了 99.86%。

如果把地球大气的吸引效应考虑在内，那么地球上每平方百米每分钟由太阳接收的能量是 1.95 卡。1.95 卡/分·厘米² 这个数字叫做太阳常数。由此可以算出太阳每秒钟向四面八方辐射出的总能量约为 382 亿亿亿瓦。地球保得到这总能量的 20 亿分之一，就显得生机勃勃了。

1. 太阳光球

我们日常所观察到的太阳，是一个角直径约半度大小的明光耀眼的圆盘，界限好像十分清楚。这个目视的太阳表面叫做光球。我们平时观测的太阳光，基本上都发自光球。光球层的厚度约在 100 千米到 300 千米之间。这一厚度与太阳半径 70 万千米相比，简直比苹果皮还要薄。

根据太阳总辐射能的测量结果，利用物理学定律，可以算出光球的温度约为 5800 °K (K 表示开氏温标，它的 1 度与摄氏 1 度是一样的，但零点定在摄氏 - 273 度，称为绝对零度，开氏温标通常叫绝对温标)。因为固体和液体都不可能处在这样高的温度之下，所以我们由此可知太阳只可能是一个气体球。

由于太阳大气物质不是完全透明的，我们观察太阳时，视线只能贯穿到太阳大气内一定深度。在日面中央部分，我们看得“深”一些，深处的温度高，就显得明亮；而在日边缘部分，视线相对说来就贯穿得“浅”一些，因此边缘部分显得比中央部分昏暗一些。这就是日面的临边昏暗现象。当然，这种现象肉眼是察觉不出的，只能在望远镜里才可看到。

但要注意：太阳光很强，用望远镜观测太阳时，切不可用普通目镜直接去看，以免损伤眼睛。如果望远镜不大，可以直接在目镜上装一片深黑色的玻璃；如果望远镜较大（物镜口径超过 10 厘米）。则必须使用专为观测太阳用的“太阳目镜”，或者用投影方法，在望远镜目镜的这一端安装一个投影板，使太阳成像于板上，然后观测板上的太阳相。

用望远镜仔细观测太阳，还可以看到光球上的几种现象：明亮的太阳圆面上常有一些大小不等的黑斑，叫做太阳黑子；在太阳圆面边缘常用比周围更亮的亮斑，叫做光斑；在没有黑子和光斑的地方还可以看到颗粒状结构，叫做米粒组织。它们都是太阳活动的表现。

米粒组织要在良好的观测条件下，用较大较好的望远镜才能看见。这种在周围背景下出现的无数明亮的颗粒，是光球下面存在着对流活动的表现。炽热的气流冲到太阳表面，就表现为比周围更亮的米粒；它变冷后下沉，原来的亮米粒处又变暗，但在附近又有热气流升起成为新的亮米粒。米粒的寿命平均只有 2—3 分钟，米粒的大小和间距都在千千米数上下。

2. 色球层和日冕

既然太阳是个巨大的气体火球，它就应该是迷蒙浑沌的一团，为什么我们平时看到的光球又具有整齐的边界呢？原来这是由于光球太明亮的缘故。在日全食的时候，当整个光球圆面被月球遮盖后，人们会看到黑暗的月球圆面周围出现了一个淡红色的圆圈，这正是平时看不见的太阳大气的某一层发出的光，这一层在光球外面，叫做色球层；其厚度约有

两万千米。

日全食还可看到在色球层外有银白色的晕状物，叫做日冕，它可以延伸到几百万千米之外，是一层又厚又热又很稀薄的太阳大气。在色球层上还常有若干淡红色的突出物，有的像一股烟，有的像火苗，有的作拱状，这叫做日珥。日珥是太阳活动的一种显著标志，因此对研究太阳十分重要。

色球层的温度冷热不等，约在 4000 度到 40000 度之间变化，而且是越往外温度越高。日冕的温度高达 1 百万度。为什么色球层的温度可以越往外越高？为什么日冕温度又特别高？这些问题目前还没完全搞清楚。

色球层还有一种爆发现象叫做耀斑，只能通过色球望远镜或用单色光拍照才能看到。它以一个亮斑的形式突然出现，在几分钟甚至几秒钟内面积和亮度增加到最大，然后较缓慢地减弱以至消失。95%的耀斑都出现在黑子区域，而耀斑区域内有时又出现多个日珥，这说明各种太阳活动之间是密切联系的。

我们已经知道，地球从太阳得到的能量，相当于地球上所有发电厂发出能量的十万倍，而这在太阳总辐射能量中仅占二十亿分之一！太阳这样源源不断地向四面八方发出滚滚能量洪流，亿万斯年，不舍昼夜。这决不是一般物质的化学燃烧所能解释的。十九世纪末到二十世纪初，人类对自然界的认识发生了巨大的革命。物质放射性的发现和原子内部结构的揭示，以及爱因斯坦提出著名的质量 - 能量转化公式：

$$[\text{能量}] = [\text{质量}] \times [\text{光速}]^2$$

启示人们去寻求新的太阳能量来源的解释。到本世纪三

十年代，科学家们才提出了太阳以及一般恒量能量生成的现代理论。

这个理论认为，太阳的真正能源是它的核心部分。太阳中心温度高达 1500 万度，压力相当于 3000 亿个大气压。在这样的高温高压下，物质的原子结构遭到破坏，电子被剥离了原子核。这种物质状态称为离子态。

在这样的状态下，一部分原子核可能获得极高的速度，足以克服原子核之间的电斥力而发生碰撞。碰撞的结果会使较轻的原子核合成较重的原子核，这就是我们现在熟知的氢弹释放能量的聚变反应。

在太阳中心发生的聚变反应中，四个氢原子核（质子）合成一个氦原子核，每个氢核在反应中有 0.7% 的质量转化成为能量。这样，每一克氢聚变成氦就有 0.0069 克的质量转化成 1500 亿卡的能量，这是多么惊人的转化啊！按照质能公式 $E=mc^2$ 可以算出，太阳每秒发出的能量相当于损耗质量 450 万吨，而太阳从发光到现在据统计已有 46 亿年，这漫长岁月中太阳损失的质量虽然巨大，但与目前太阳的质量 2000 亿亿吨相比，只不过占 0.03%！打个比喻，一个亿万富翁损失了三万元，仍然是亿万富翁。据科学家估计，太阳象目前这样稳定发光的寿命约为一百亿年，现在它还正是“身强力壮”的时候。我们至少还可以安享太阳能五十多亿年。

太阳，光焰夺目，温暖着人间。从古到今，太阳都以它巨大的光和热哺育着地球，从不间断。地球上的一切能量几乎都是直接或者间接来源于太阳。例如，生物的生长，气候的变化，江河湖海的出现，煤和石油的形成……，哪一样也

离不开太阳。可以说，没有太阳，就没有地球，也就没有人类。

太阳发出的总能量是大得惊人的。有人测量了地面上单位时间内来自太阳的能量。据测量，一个平方厘米的面积，在垂直于太阳光线的情况下，每一分钟接收到的太阳能量大约是 1.96 卡。换句话说，如果放上一立方厘米的水，让太阳光垂直照射，那么每过一分钟水的温度会升高 1.96 度，也就是接近两度。这个每平方厘米每分钟 1.96 卡，就叫做“太阳常数”。

有了这个准确的“太阳常数”，我们可以计算太阳发出的总能量了。我们知道，地球同太阳的距离大约是一亿五千万千米。1.96 卡这个数是在离太阳一亿五千万千米外的地球上测到的。所以，只要把 1.96 卡乘上以一亿五千万千米为半径的球的面积，就可以得出太阳发出的全部能量。

这个数值是每分钟发出五千五百亿亿卡的能量，这个能量究竟有多大呢？我们可以打一个比方：如果从地球—太阳之间，架上一座三千米宽、三千米厚的冰桥，那么，太阳只要一秒钟的功夫发出的能量，就可以把这个亿五千万千米长的冰桥全部化成水，再过八秒钟，就可以把它全部化成蒸汽。

太阳尽管发出这么巨大的能量，但是落到地球的却只有很少的一点点，因为太阳离地球太远了。实际上地球接收到的太阳能量，只占太阳发出的总能量的二十二亿分之一。正是这二十二亿分之一的太阳能量在养活着整个地球。

太阳是怎么发出这么巨大的能量来的呢？它是不是永远

这样慷慨地供应地球，永远也消耗不尽呢？人类为了搞清楚这个问题，花费了几百年的时间，一直到今天，也还在不断地进行着探索。

日常生活告诉我们，一个物体要发出光和热，就要燃烧某种东西。人们最初也是这样想象太阳的，认为太阳靠燃烧某种东西，发出了光和热。后来发现，即使用地球上最好的燃料支燃烧，也维持不了多长的时间。拿煤来说吧，假如太阳是由一个大煤块组成的，大概只要一千五百年就要烧光了。后来又想到可能是靠太阳本身不断地收缩来维持的。但是仔细一算，也维持不了多久。

一直到本世纪的三十年代以后，随着自然科学的不断发展，人们才逐渐揭开了太阳产能的秘密。太阳的确在燃烧着，太阳燃烧的物质不是别的，就是化学元素中最简单的元素——氢。不过，太阳上燃烧氢，不是通过和氧化合，而是另外一种方式，叫作热核反应。太阳上进行的热核反应，简单地说，是由四个氢原子核聚合成一个氦原子核。

我们知道，原子是由原子核和围绕着原子核旋转的电子组成的。要想使原子核之间发生反应，可不是一件容易的事情。首先必须把原子核周围的电子全都打掉，然后再使原子同原子核激烈地碰撞。但是，由于原子核都是带的正电，它们彼此之间是互相排斥的，距离越近，排斥越强。

因此，要想使原子核同原子核碰撞，就必须克服这种排斥力。为了克服这种排斥力，必须使原子核具有极高的速度。这就需把温度提高，因为温度越高，原子核的运动速度才能越快。例如，要想使氢原子发生核反应，就需要具备几百

万度的温度和很高的压力。这样高的温度在地面上是不容易产生的，但是对于太阳来说，它的核心温度高达一千多万高，条件是足够了。

太阳正是在这样的高温下进行着氢的热核反应。它把四个氢原子核通过热核反应合成一个氦原子核。在这种热核反应中，氢不断地被消耗，从这个意义上来说，太阳在燃烧着氢。但是它和通常所说的燃烧不同，它既不需要氧来助燃，燃烧后又完全变成了另外一种新的元素。

当四个氢原子核聚合成一个氦原子核的时候，我们会发现出现了质量的亏损，也就是一个氦原子核的质量要比四个原子核的质量少一些。那么，亏损的物质跑到哪里去了呢？原来，这些物质变成光和热，也就是物质由普通的形式变成了光的形式，转化成了能量。

质量和能量之间的转换关系，可以用伟大的科学家爱因斯坦的相对论来解释。那就是能量等于质量乘上光速的平方，由于光速的数值很大，因此，这种转换的效率是非常高的。用这种方式燃烧一克氢，就可以产生一千五百亿卡的能量。它相当于燃烧一百五十吨煤。太阳为了维持目前发射的总能量，每秒钟要有六亿五千七百万吨的氢聚合为氦。

听起来，这是一个很大的数字，但是对于太阳来说却是微不足道的，因为太阳的质量实在太大了，比地球的质量要大三十三万倍。而且太阳物质的化学组成和地球的很不一样，绝大部分正是太阳进行热核反应所需的氢。氢占太阳质量的四分之三以上。其次是氢燃烧后生成的氦，占五分这一左右。再其次才是几十种其它的微量元素。因此，如果太阳按目前

的速度燃烧氢，那么还足够燃烧五百多亿年呢！

人们在弄清楚了太阳的能量是怎样产生的以后，自然就联想到能不能把太阳上的这种产生能量的方式搬到地球上来呢？人们通过对原子和原子核的大量研究，终于利用热核反应的道理，制造出和太阳产生能量的方式一样的氢弹。氢弹的威力比原子弹还要大得多。

不过，目前人们还作不到把氢弱的能量很好地控制起来使用。如果有朝一日能够实现可以控制的稳定的热核反应，那么大量的海水中的氢就可以作为取之不尽的燃料。那时候，地球上再也用不着为能源问题发愁了。这样的设想并不是幻想，目前世界各国的科学家，包括我国的科学家在内，正在为实现这一宏伟目标进行着不努力，并且已经取得了一些进展。

关于太阳的巨大能量是怎么产生的，我们已经简单说明了。有人也会联想到太阳将来会怎样呢？太阳和天上的所有恒星一样，也是一颗星球。任何一颗星球都有它的生、老、死亡过程。据天文学家研究，太阳从诞生到现在，已经经过了大约五十亿年，太阳的整个寿命大约是一百亿年。所以，目前的太阳可以说正处在它的壮年期。壮年期的太阳就是依靠燃烧氢的热核反应来维持它的生命的。

我们刚才讲到，太阳把全部氢烧光，需要五进多亿年的时间，但是实际上等不到把全部氢烧光，太阳就会发生突变。太阳核心的温度会逐步升高，最后太阳会发生突然性地膨胀。那时候，地球表面上的温度会大大提高，可能要超过一千度以上。在这样的高温下，河流会晒干，生物会被晒焦，情况

严重的话，膨胀的太阳甚至会把整个地球吞掉。不过，请你不要担心，这幅可怕的情景是在五十亿年以后才会发生的。到那时，人类的聪明智慧也许能用宇宙飞船把大家送到更适宜生存的星球上去了。

二、日食

有时候，晴空万里，阳光普照，好端端的大白天，太阳忽然缺了大半块，甚至完全不见了。于是，天地呈现一片夜色，星星也出来了。可是，短短的几分钟过后，太阳又恢复了光芒，一切都和往常一样。这就是日食。

在《尚书·胤征》篇这部古书中，记载了夏朝仲康时代的一次日食。当时掌管天文的羲和家庭有个官员，因沉湎于饮酒，懈怠职守，没有预报即将发生的一次日食，而引起人们惊惶，造成混乱。国君仲康认为是严重的失职，将羲和处死。近代有人推算，这是发生在公元前二一三七年十月二十二日的一次全日食。这是目前世界上公认最早的日全食记录。

古时，还有过日食制止了一场旷日持久的战争的事。公元前五八五年，在爱琴海东岸，即现今土耳其的安纳托利亚高原，米迪斯人和吕底亚人正在交战，打得难分难解。有一天，突然发生日全食，战场顿时天昏地暗，交战者惊恐万状。双方首领都认为这是天意对他们的惩戒。于是，都一致同意解甲言和，心悦诚服的订立了永久和平契约，从而结束了这场持续五年之久的战争。这是发生在那年五月二十八日的一次日全食。

其实，日食和月食是由于日、地、月在运动过程中处于特殊的相对位置而造成的自然现象。我们知道，地球本身是

不发光的，它不停绕日旋转，背向太阳的一边就拖着一条长长的圆锥形黑影，叫地影。月球本身也不发光，它不停地绕地球旋转，并随同地球绕日运转，它的背后也拖着长长的圆锥形月影。当月球运转到日、地之间，并且三者处在或接近于处在同一直线上时，地球上被月影扫过的地区就会看到月球把太阳遮挡住一部分或全部，这就是日食现象。当月球运转到太阳和地球的背后，地球在日、月之间，并且三者也几乎在一条直线上时，月亮被地影遮没了一部分或全部，就发生月食现象。

这样，日食只可能发生在朔（农历初一），月食只可能发生在望（农历十五、十六或十七）。如果月球轨道面与地球轨道面相重合，那么农历每月的朔都有日食，望都有月食。但事实上黄白交角并不为零，而是 5° 左右。因此在大多数朔、望日里并不发生日、月食。只有当新月（朔）和满月（望）出现在黄道和白道交点附近时，日、地、月三者才近乎于一条直线，从而发生日、月食。

日食分为日偏食、日环食和日全食三种。这是与月影影锥的结构有关系的。月影影锥有本影、半影和伪本影之分。月本影是一个会聚圆锥，其特点是由太阳射向这一区域的光线全部被月球遮住，因此落进本影的观察者看到日全食。半影是一个发散圆锥，它的特点是由太阳射向这一区域的光线有一部分被月球遮住，因此这里看到太阳部分被食（偏食）；并且在半影的上半部是看到太阳的上部被食，在半影的下半部是看到太阳上部被食。伪本影的特点是由太阳中央部分射来的光被遮，但由太阳边缘部分射来的光线没有被遮，所以

这里看到环食。

由于月球和地球的距离在很大的范围内变化，最远距离和最近距离可相差四万多千米，因此月影扫过地面的情况就可分为两种情况：

第一种情况是月本影和半影同地面相交，地面上影子的重叠地区内看到日全食；影子中别的地区内看到日偏食；别处无日食。

第二种情况是月球伪本影和半影同地面相交，地面观察者看到环食或偏食。

由于月球由西向东绕地球运转和地球自转这两种运动的合成结果，月影近似地由西向东扫过地面，使日食由西向东先后发生。月本影扫过去时区域称为全食带，宽二、三百千米，长达上万千米，有时甚至只有几千米宽。全食带两亮度是比较宽阔的半影区域，那里看见偏食。

月球自西向东运转，也使得每次日食总是从月轮的西边开始被食。就日全食来说，它包括以下五个重要阶段：

(1) 月轮东边缘与日轮西边缘相切，全食开始

(2) 月轮的西边缘与日轮的西边缘相切

(3) 日月两轮中心最近

(4) 月轮的东边缘与日轮的东边缘相切

(5) 月轮的西边缘与日轮的东边缘相节，全食的全过程结束

一个完整的日全食过程可以延续两个多小时，但由于月球视圆面比太阳视圆面仅略大一点，所以真“全食”的时间一般不过 2 到 3 分钟，最长不过 7 分钟。

全食发生时，天空一片夜色，在太阳的位置上，高悬着暗黑的月轮，它的周围环绕着一圈灿烂瑰丽的光辉，那是太阳最高层的大气，叫做日冕。地平线泛起一圈朝霞般的淡红色光辉，这是阳光被日食区域以外的大气反向而形成的。

三、太阳的青春豆——黑子

在耀眼的太阳面上，有时可以看到一些黑色斑点，它们是太阳表面物质激烈运动形成的。《汉书·五行志》中载有：“河平元年，三月己未，日出黄，有黑气，大如钱，居日中央。”这是指公元前 28 年 5 月 10 日，在一个大风沙的日子里，日出时风沙遮住太阳，日光大大减暗，是黄色的。这时看到日面中央有如钱币大小的黑子。短短几句话，就把太阳黑子的形状、大小以及在日面上的位置都生动的记录下来。这是世界上最早的太阳黑子记录。我国古代有 100 多次关于太阳黑子的记载，已成为今日研究太阳活动和日地关系的最好史料。

1610 年，伽利略通过连续观测黑子在太阳圆面上的位置，首先发现黑子在圆面上是由东向西移动的，他由此猜想到太阳也有自西向东的自转。后来的进一步研究表明，太阳的确是同地球同向自转的，太阳自转轴与黄道面的垂线交成约 7° 夹角。特别是太阳自转周期并非整个太阳都一样，而是在靠近太阳赤道的地方转得快，越往两极转得越慢。在太阳赤道上自转一周需 25.2 天，而在纬度 40° 处就需 27.2 天，在纬度 80° 处的自转周期甚至长达 34 天多。从太阳这种自转方式也可以知道，太阳不可能是固体物质所组成。

太阳离我们十分遥远，太阳上的一个小黑点，实际线度

是很大的。黑子的大小不等，常成群出现。最大的黑子直径可达 20 万千米，上面可以并排放上十几个地球。这样大的黑子，往往几天甚至几个小时就经历了出现、发展和消失的历史，可以想象到太阳活动的规模是何等的壮观。根据近二百余年长期观测资料的分析，发现每年太阳黑子数目的平均值大致作周期性变化，平均周期约为 11 年左右。

它是太阳表面的一些旋涡气流，那里的温度比较低，一般只有 4000 左右，而太阳表面的温度有 6000 。这样，温度比较低的旋涡气流区，被温度比较高的太阳表面从后面衬托，就显得暗淡无光了，成为一个黑斑，这就是我们看到的黑子。仔细观测黑子，地发现它的核心部分最黑，叫黑子本影；周围要明亮一些，叫半影。黑子有时单个出现，而经常是成群出现。有的年份太阳上黑子多，有的年份比较少，平均起来以 11 年左右为一个周期，这种变化周期，称为“黑子周”。

四、太阳的怒火——日珥、耀斑和太阳风

1. 日珥

当日全食时，可以看到高出日面边缘伸到日冕中的一些形如喷泉、圆环、拱桥、火舌或者浮云、篱笆等等的爆发物就叫日珥。氦这种元素首先就是从日珥的光谱中发现的，二十多年后才在实验室中提炼出氦。日珥的大小各不相同，一般说来长约 20 万千米，高约三万千米。日珥的温度约一万度。日珥主要存在于日冕中。但下部常与色球层相连。

日珥的成因一般认为是等离子在复杂的磁场中运动造成的。但最难解释的是大部分日珥在比它稀薄得多的日冕中出

现，计算表明日冕的全部物质还不够凝聚成几个大日珥。另外，日冕温度高达一、二百万度，而日珥不过一万度。

2. 耀斑

在太阳黑子活动剧烈时，学会观测到日布猛烈的爆发现象，致使日面局部区域受到加热，闪现出一团亮斑，称为耀斑。耀斑从闪现到消失，有的只有几分钟，有的达几小时。有的以每秒几百千米的速度掠过黑子群，然后消失。一个大耀斑在短短的一、二十分钟内可以倾泻出 10^{33} 尔格的巨大能量。这相当于地球上十万至一百万次强火山爆发所释放的能量总和。耀斑出现时，往往在地球上会出现磁爆、电讯中断以及在高纬度地区看到非常明亮的极光现象。耀斑是如何产生的？它的巨大能量从何而来？这些问题至今还不清楚。

3. 太阳风

太阳风就是从太阳外层大气中不断地向四面八方发射出的高温、高速质子和电子流。太阳风的风源在日冕上。因为日冕的温度很高。其中等离子微粒的速度很大，它可以克服太阳的引力逃脱出来，向外高速运行。它吹到地球附近时，由于带电微粒流，本身、有磁场，因而对地球附近空间的磁场有很大的影响。在地球附近太阳风的速度约为每秒 450 千米，质子流的平均温度约为 15 万度。但是质子或电子的数密度很小，平均为每立方厘米只有 5 个粒子。

因此虽然太阳风的能量的温度很高，但由于数密度很小，所以单位体积内太阳风的能量还是很少的。太阳风的方向十分接近太阳半径的方向。太阳风从日冕刮出之后，吹向整个太阳系，由于随距离的增加，它的风力越来越小，它所能到

达的最远距离叫太阳风的边界，理论上失利太阳风的边界大约为 25—50 个天文单位之间。

五、送给地球的鲜花——极光

前面所说的太阳与地球的关系，主要是指由于地球相对于太阳的运动引起季节更替和昼夜长短变化等，并没有涉及到太阳本身的活动。而太阳作为地球的支配者，它的一举一动都给予地球巨大的影响。这里我们要谈的就是这种太阳活动对地球的影响。

对无线电通讯的影响：现代生活在很大程度上都依赖于无线电通讯，而地面上的无线电短波通讯是依靠地球大气的电离层反射或折射电波来传播的。太阳活动剧烈时，太阳发出的射电辐射、紫外线、X 射线等大大增强；尤其当太阳上出现大耀斑时，还会发射出强烈的射电爆发和 X 射线爆发。

这些很强的 X 射线和紫外线到达电离层后，立即引起电离层的变化，往往导致电波讯号严重衰减甚至完全消失而造成短波通讯突然中断。例如 1942 年 2 月，战争中的英国发现许多炮台上的炮瞄雷达有时突然都受到干扰。当时还以为德国使用了某种反雷达的新式武器。后经科学工作者多次研究才发现原来是来自太阳上的天然干扰。

产生磁暴和极光：在太阳大耀斑出现期间，还有抛射出大量高能带电粒子。这种带电粒子到达地球附近时，便沿地球磁场的磁力线向两极移动，产生电磁效应，干扰地球本身的磁场。这时，地球磁场发生剧烈而不规则的扰动，在地球两极附近更加厉害，指南针发生反常的抖动和偏转，这就是所谓“磁暴”现象。另外，当这些高能带电粒子从地球两极

附近冲进高空大气时，便与那里的大气分子和原子发生猛烈碰撞，从而激发出光辉，使天空中出现一幅飘荡的五光十色的银幕，景色十分美丽壮观。这就是所谓“极光”现象。

影响地面气象：太阳活动时发出的大量紫外线和带电粒子进入地球高层大气时，使大气局部温度增高，因而引起大气中能量的重新分配，改变高空气压场和气流场的形势。而高层大气的变化势必影响到对流层的天气和气候。

例如我国有些气象工作者通过分析上海地区 7—8 月温度一百年来变化曲线和太阳黑子活动的曲线，发现这一百年中夏季温度特别高的六年正好对应太阳黑子数特别少的年份；而夏季温度特别低的七年也正好对应太阳黑子数特别多的年份。又例如我国一些气象台站从分析历年逐日气温变化与太阳大耀斑出现的关系当中，发现在大耀斑出现的月份，我国气温显著增高。目前，气象工作者越来越重视太阳活动对气象上超长期预报和中期预报的影响。

太阳活动对地球上生物的生长与人的健康的影响也是很有趣的。很早就发现，树木的年轮随着太阳活动也呈现出 11 年周期的变化。某些细菌微生物对太阳活动特别敏感。人体的某些疾病，如血管梗塞和心肌炎等也似乎与太阳活动引起的磁暴有某种联系，在磁暴期间，这些疾病的发病率和死亡率相对高很多。

尤其是，人类现在已进入宇宙航天时代。在没有地球大气保护的空间环境中，必须考虑太阳活动时抛出的高能带电粒子对飞行器和宇航员的严重威胁。宇航试验一般都选择在太阳黑子数极小期间（这时耀斑也最少）进行。

第三节 神仙伴侣——月亮

一、古老的传说

1. 明月几时有

月球是地球的伴侣。它以多姿的面貌，常常陪伴着人们度过寂寞的夜晚。因此，人们历来对月亮就有特殊的情感。

“嫦娥奔月”的神话，“欲上青天揽明月”的壮志，“千里共婵娟”的祝愿，“待月西厢下”的情思，千百年来，一直扣动着人们的心弦。美丽的月亮包含着多少触发文学灵感、打开感情闸门的玄机啊！今天，月亮又成为人类足迹初到的第一个地球之外的天体。可以毫不夸张地说，神话诗歌的魅力与最亲科学考察成果如此奇妙地交织于一身的，只有月球。

当然，在天文学中是不研究关于月亮的文学的，我们只好冷峻地把月亮当成地球的一颗天然卫星来看待。前面我们已经知道，在太阳系的九大行星中，除水、金两颗内行星外，都有卫星，目前已知的共有四十多个。但月亮是属于我们的，也是离太阳最近的，这也算是它的得天独厚之外吧。

“明月几时有？把酒问青天。不知天上宫阙，今夕是何年。我欲乘风归去，又恐琼楼玉宇，高处不胜寒。起舞弄清影，何似在人间！”

转朱阁，低绮户，照无眠。不应有恨，何事长向别时圆？人有悲欢离合，月有阴晴圆缺，此事古难全。但愿人长久，千里共婵娟。”

别看苏东坡借月亮阴晴圆缺之景，抒人间悲欢离合之情，填词赋诗，是那样挥酒自如，但他对月亮圆缺变化的道理，却未必有正确的见解。

可是，和苏东坡同时代的沈括（1031 到 1095 年），对月亮相的成因却颇有研究。在他的《梦溪笔谈》里写道：“月本无光，犹银丸，日耀之乃光耳。光之初生，日在其傍，故光侧而所见，才如均；日渐远，则斜照，而光稍满，如一弹丸。”这 and 现代人们对月相的解释是一致的。月球本身并不发光。

它和地球一样，完全是靠太阳的照耀反映光亮。朝着太阳的半面是明亮的，背着太阳的半面是黑暗的。月球绕地球运转，日、地、月三者的相对位置不断变化。当月球的黑暗面完全对着我们时，就看不到它；当少部分光亮面对着我们时，只见弯月如钩；当整个光亮面对着我们时，则满月如丸。并且，为了使人信服，沈括还告诉人们一个试验，将一小球，“以粉涂其半，侧视之，则粉处如钩；对视之，则正圆（yuan 圆）。”不妨我们也效法沈括，把一个皮球半面涂上颜色，放在稍远的地方，围绕它走一圈，或“侧视之”，或“对视之”，看一看它是否会象月亮的圆缺那样变化。

2. 循环的月相

月亮不仅供人欣赏和夜间照明，而且还靠它确定农历日期以及夜间的大致时间。掌握它的变化规律，在我们日常生活中是有用的。

不月球处在太阳和地球之间的时刻，即日、月黄经相同（但日、月地不一定成一直线），此时叫做“朔”，就是农历每月的初一。这时，月球以它的国黑暗半边对头地球，并且

与太阳同出同没，当然人们就看不到它。可以，在现代天文学上，都习惯称这种看不到的月亮为“新月”。

两三天以后，月球向前运动，渐渐离开太阳。我们在地球上，开始看到月球被照亮的一小部分，有如纤细的银钩，又好似弯弯的峨眉，人们叫它“峨眉月”，但我国过去都叫它“新月”。这种新月只能在傍晚时见到。当太阳刚刚落山，一弯新月出现在距离太阳不远的西方天穹上。“黄昏独倚朱阑，西南新月眉弯。”可见新月和黄昏是联系在一起的。

又过三四天，大约是农历初七、初八前后，月球和太阳相距九十度角。太阳在西方没下，月球留在正南中天的位置，它的亮面和暗面各一半对着我们。这便是“初七、初八月半天”的“上弦月”。上弦月只能在前半夜见到，子夜时便没入西方。

上弦以后，月球和太阳的角位置，相距愈来愈远，光亮面也愈来愈多的对着地球，月亮一天天变得丰满。人们可以看到多半块月亮，便叫它“凸月”。傍晚时候，凸月出现在东南方上空，大约在凌晨三点钟左右西没。

月到十五分外明。待到农历十五、十六时，月球转到太阳的对面，和太阳黄经相差一百八十度时，月球的整个光亮面对着地球，这便是被人称为“白玉盘”的“满月”，此时叫做“望”。圆圆的满月，黄昏东升，黎明西没，彻夜相照，象征着欢乐和团圆。身临如此良辰美景，自然会引起月下人的思绪和遐想：“但愿人长久，千里共婵娟。”

满月以后，月亮开始一天天变瘦。先后又经历了凸月、弦月和峨眉月。不过，这时的弦月叫“下弦月”，出现在农历

每月的二十二三的后半夜。这时的峨眉月，我国习惯上叫它“残月”，出现在农历月份的最后几天，黎明时从东方升起，随着天光大亮的来临，渐渐消逝在白昼的阳光之中。

3. 暮伴新月宿，晓随残月行

上弦月和下弦月，新月和残月，它们的相貌都差不多，我们怎样区分它们呢？

月亮的相貌和它在天上的位置，只要我们稍加注意是可以分辨得清楚的。新月用上弦月，分别出现在傍晚和前半夜地西半边天空；残月和下弦月分别出现在黎明和后半夜的东半边天空。如果稍稍留意看一下它们的姿态便会发现，新月和上弦月的脸是朝西的，即西半边亮；残月和下弦月的脸是朝东的，即东半边亮。

如果我们在深夜，看到东南方的上空有半个亮面朝东的朋相，就可以判断它是下弦月，日期是农历月的十二或二十三前后，时刻是凌晨三点左右；当它升到正南中天的位置上，便是东方欲晓的时候。生活在海边的渔民，都很明白这些道理。过去，他们出海打鱼，白天靠观测太阳，夜间靠观测月亮来判别方向。

为了便于记忆，还把不同日期的月亮出没时间编成歌诀：“初三四峨眉月，初七初八半夜月，十五、十六两头红，十七八爬沙岗，十八九坐等守，二十当当月一更……”意思是说，初七八前半夜可以看到上弦月；十五六的月亮傍晚从东方升起，黎明的西方没下，两头都是红的；十七八的傍晚须爬上沙岗都能看到月出；十八九月亮升起得更晚些，须坐等；二十的月亮要等到一更天，即大约夜里十点左右才能看到月

出。

现在人们都有手表，很少去关心月相和时间的关系。粗心的诗人和画家，常常违背自然的真实，弄出“傍晚新月东升”，“黎明满月当空”之类的错误。在这方面，我们却应该向古人学习。譬如，过去的文人学士们，从来不会把新月和残月混为一谈。“暮伴新月宿，晓随残月行”，这是起早贪黑赶路人的经验总结；“稍稍新月偃，午醉醒来晚”，酒醉午睡，一直到黄昏新月西沉方醒；而“白露收残月，清风散晓霞”，“星斗稀，钟声歇，帘外晓莺残月”，显然这都是黎明的景色。

如果你细心观察，还会发现峨眉月的一个秘密。那就是它的黑暗部分仍然隐约可见，人们风趣地称它是“新月抱旧月”。天文学上称旧月的光辉为“灰光”。原来，这种灰光也不是月球本身发出的，它来自于地球所反射的阳光。这时若站在月球上眺望地球的话，地球的白昼基本上对着月球的黑暗面。在“满地”的照耀下，月球之夜相当明亮，甚至可以看书写字。

这不仅因为地球大于月球，而且，还因为地球有大气层，可以把百分之四十左右的入射阳光反射出去，比月球的反射能力大好几倍。所以，在月球上所看到的“满地”，要比在地球上看到的“满月”明亮得多。可想而知，我们所看到的“新月”，是被太阳直接明亮的部分；“旧月”则是被地球照亮的部分。

我们还会看到，灰光的颜色略有变化，有时呈浅蓝色，有时呈淡黄色。这和地球自转有关，当海洋主要对着月球时，灰光略显蓝色；当陆地主要对着月球时，灰光略显黄色。

4. 一个月有几天

月相由缺到圆，再由圆到缺，这样循环一个周期，叫做一个“朔望月”。它的长度是二十九点五三〇六天，即二十九天半多一点。

不过，朔望月只是月相变化的周期，而不是月球绕地球运转的真正周期。月球绕地球运转的真正周期叫做“恒星月”，长度是二十七点三二一七天。

造成逆望月与恒星月不等的原因，是由于月球绕地球运转的同时，地球还要绕太阳运转。在遥远的地方有某一颗恒星，当地球在 A 的位置时，日、月、地和某恒星都在同一方向。这恰好是望。地球和月球都在运动，当地球运行到 B 的位置时，月、地和某恒星又处在同一方向，而月球对恒星而言，已经绕地球一周，叫做恒星月。但这时地球、月球并没有和太阳在同一方向。只有再过一段时间，当地球运行到 C 时，日、月、地才处于同一方向，才是一个朔望月。显然，朔望月要比恒星月长一些。

二、天狗吃月亮——月食

1. 月食

月明星稀的晴夜，圆圆的月亮也会缺一大块，甚至变得暗淡无光。这就是月食。

过去，人们不知道日食和月食发生的原因，每当看到日月食时，都引起恐慌，认为日月失光，是很不吉利的。于是人们作出种种迷信的解释。例如，我国古代普遍认为日食是天狗吃日，月食是蟾蜍食月。所以，每逢日食或月食，人们都要敲锣击鼓，鸣盆响罐来“救日”和“救月”，以为这样可

以吓跑天狗和蟾蜍。

有一个月食扭转了战局的故事。公元前四一三年，地中海西西里岛的叙拉库斯人和雅典人交战。当时，雅典舰队正满怀胜利信心攻打叙拉库斯的港口。但是，那夜有月食发生，雅典人迷信天象，以为此时进攻不吉利，推迟攻打日期。这样叙拉库斯人有了准备的机会，加强了兵力和设防，结果把雅典人舰队打得全军覆没。

月食比较简单，只有月全食和月偏食两种，没有月环食。这是因为地球比月球大，地本影比月本影长，月球不会落进地球的伪本影内。

由于月球自西向东进入地影，所以月食是从月轮东边开始，这与日食相反。另外，日全食只有几分钟，而月全食却可延续一小时以上，这是因为在月球完全进入本影时才发生月全食，而地本影的直径是月轮直径的两倍半，月球通过地本影的时间也就比较长。在观测方面，月食和日食的最大不同是；在朝向月球的半个地球表面上，各地观测者所看到的月食情况完全一样，月食的各阶段（例如初亏、食甚、复圆等）发生的时刻也完全一样。这是由于月球本身不发光，落进地影的月轮从任何地方看都是黑暗的。

月全食时，即使月球已全部进入地本影，月光也并不完全消失，而呈现为暗弱的红铜色。这是由于日光经过地球大气的折射，其中的蓝光和紫光被地球大气吸收和散射了，而红光则被大气折射到地本影里，照到了月面。

日、月食的发生既然与月球周期性的会合旋转密切联系在一起，就不难理解日、月食的发生也具有周期性。这个周

期很早就被人们发现了，约为 6585.3 天（相当于 18 年另 11 天左右）。

就整个地球而言，一年最多可以有七次日、月食（其中五次日食和两次月食，或四次日食和三次月食），一般情况是两次日食和两次月食。

2. 日食和月食的区别

（1）发生的条件不同：日食时月球在太阳和地球之间。月食时，地球在太阳和月亮之间。

（2）种类不同：日食有全食（位于月球本影区的观测者所见），偏食（位于月球半影区的观测者可见）和环食（位于月球本影锥的延长部分的观测者可见。这个区域又叫做月球的伪本影）。而月食只有全食和偏食没有环食。当月球进入地球的半影区域时，叫做半影食月面变暗不多，人眼不易察觉。

（3）过程有所不同：因月亮自西向东运动，月亮总是先进入太阳视圆面的西边缘，所以日食总是先从太阳的西边缘开始。而月食时，月亮总是自己的东边缘先进入地影，所以月食总是从东边缘开始。

（4）日食和月食统称交食。发生交食时，太阳离黄道和白道的交点的角距不同，或叫做食限不同。太阳在交点附近 18 度时就要能有日食，而太阳要在交点附近 12 度时才可能有月食。因此一年中日食的机会多而月食的机会少。

（5）经历的时间长短不同：日全食的时间短，一般只有几分钟，最长不过 7 分钟。而月全食的时间长，可达几小时。

（6）所见光亮情况不同：月全食时，月光并不完全消失，只是亮度比平时减弱许多，通常呈铜红色。这是由于地球大

气散射阳光中的红光到地球本影中的原因。而日食时，视圆面被遮住的部分是黑暗的，日全食时就有如夜晚一般。

(7) 可见交食的区域不同：月食时，向着月球的半个地球区域都能见到，而且所见情况各地是相同的。日食则不然，日食发生时，要见区域小，能见日食的区域宽度一般只有几十千米至二、三百千米，并且有的地方见到日偏食、有的地方见到日全食或日环食。就同一地点而言，平均约三年才能见到一次日偏食，而日全食则平均要 300 多年才能看到一次。正因如此，所以发生日全食时，世界各地天文观测者都不怕遥远前去观测。

三、潮汐

1. 海上明月共潮生

到过海边的人都见过海水周期性的涨落现象，每天大约涨落两次。当海水不涨时，大片的海滩被波涛滚滚的海水所吞没；当海水退落时，岸边的礁石和沙洲又都显露出来，人们可以任意捡拾留在岸滩上五光十色的贝壳，甚至还有小鱼小蟹。古人把海水白天的上涨叫做“潮”，晚上的上涨叫做“汐”。于是，就把海水这种周期性的涨落现象统称为“潮汐”。

是谁把海水掀起又推下去的呢？过去，一般人对这个问题感到莫名其妙，认为是神妖作怪。但也确有善于从日常现象中探索大自然奥秘的人，慧心独运，洞察到潮汐和月球有关。东汉时期著名唯物主义思想家王充说过：“涛之兴也，随月盛衰。”甚至唐代张虚若（约 660 到约 720 年）在他的《春江花月夜》诗中也有“春江潮水连海平，海上明月共潮生”的诗句。

潮汐确实和月球有关，同时也和地球本身的运动有关。我们知道，星球之间互有引力。假设整个地球都被海水包围着，在月球成有引力的作用下，“水球”会被拉成象鸡蛋样的长球体。对着月球和背着月球的两点都是隆起的。就地球上某一点而言，会随着地球本身的自动运动，大约在一天里，经历两次隆起，再次低落。因此，那个地方的海水会发生两次涨落，好像地球有节奏地呼吸。

地球对着月球的一面，由于距离月球较近，所受引力较大，必然有隆起，这比较容易理解。而背着月球的那面距离月球较远，也有隆起，这又怎样解释呢？我们可以这样认为，月球对于地心的引力，是月球对整个地球的平均引力。

对着月球的一点，由于所受引力大于平均引力，海水有奔向月球的趋势，所以要朝着月球方向隆起；而背着月球的一点所受的引力，显然小于月球对地球的平均引力，海水就有背离月球的趋势，所以要朝背着月球的方向隆起。这样，便把地球弄成了长球体。如若不然，地球上背向月球的那点不是隆起的，倒真成了问题，那将意味着地球所受的各方面的力是不平衡的，地球会向月球靠拢，相互碰撞，那岂不是一场厄运！

理解潮汐的另一条思路，是从地球和月球相互转着眼。人们总是习惯地认为月球围绕地球转，其实，这种看法并不全面。正确的说法是地球和月球围绕着它们共同的质量中心（质心）互相绕转。

在它们互相绕转过程中，一方面，地球上各点要受到大小相等，方向一致，且都背向月球的“惯性离心力”的作用；

另方面，地球上各点还受到月球引力的作用，引力的方向当然都指向月球中心，而引力的大小因到月心的距离不同而不同。

很明显，就全球而言，地球所受惯性离心力与所受月球引力是均衡的，它们大小相等，方向相反，互相抵消。但具体到地球某一点，但大小不等，是不可互相抵消的。

譬如，地球上对着月球的那点，受到的月球的引力大于惯性离心力，海水会被引力掀起，形成涨潮；背向月球的那点，受到的月球引力小于惯性离心力，海水在惯性离心力的作用下，也会形成涨潮；而处于两者之间的地点，所受月球引力和惯性离心力的方向，并不在一直线上，两者力的合力是指向地心的，在它的“压迫”下，海水要下降，便形成落潮。这种促使海水涨落的力叫做“引潮力”。或者说，引潮力就是地球上某点所受月球引力与惯性离心力的合力。正是这种引潮力才把地球弄成了长球体。

2. 潮起潮落有规律

潮汐的涨落既与月球运行有关，那么，它的涨落周期也必然与月亮的出没有关。月亮在天球上不是固定的，它每天东移十三度多。就是说，它每天升起或中天的时间，要比前一天推迟约五十分钟。这样，月球围绕地球周日视运动的周期，或者说，地球对于月球的自转周期就是二十四小时五十分钟，这叫做“太阴日”。因此，潮汐的周期也是二十四小时五十分钟，所谓一日两涨两落，应该是指太阴日。

由月球引起的潮汐称作“太阴潮”。可是太阳也并不无所作为，它也会引起地球的潮汐，称作“太阴潮”。太阳的质量

远比月球大，似乎应该产生较大的引潮力。但它与地球的距离，又远远大于月地距离，未免“鞭长莫及”。因此，实际的太阳引潮力比月球引潮力要小，它们成一与二点二之比。显然，地球潮汐的主要制造者，是“近水楼台”的月球，其次才是太阳。月球是主力，太阳却是随从。太阳或者协助月球，推波助澜，使潮涨得更大，或者从中调和，使潮势减弱。

每逢朔的时候，太阳和月球位于地球的同一侧，日月合力引力大，太阳潮和太阴潮同时同地发生，便形成大潮。每逢望的时候，太阳和月球分别位于地球两边，你推我拉，两相配合，也形成大潮。因此，有“初一、十五涨大潮”的说法。

可是，每逢上弦月和下弦月时，太阳和月球，对于地球成直角方向。太阳潮的落潮和太阴潮的涨潮，同时同地发生，互相抵消，减弱潮势，便形成小潮。所以，又有“初八、二十三，到处见海滩”的说法。

这样，潮汐的规律应该是：每朔望月两次大潮，分别出现在初一和十五；每太阴日两次高潮，分别出现在月球的上中天和下中天。但实际的潮汐现象相当复杂。由于海水有一定的粘滞性和海底的磨擦作用，所以，一朔望月间的大潮往往落后于朔望时刻一天到几天；一太阴日之间的高潮也往往落后于月球上中天和下中天时刻一小时到几小时。另外，由于月球有时在天赤道以南，有时在天赤道以北，就使得地球上的潮汐周期更为复杂，有的地方一太阴日只有一次潮汐。

3. 让潮汐为人类服务

研究潮汐，掌握潮汐规律，主要目的倒不是为了欣赏，

而是因为潮汐与人们的生活和生产有密切关系。

就拿我们日常生活所必需的食盐来说吧，大多是靠潮汐得来的。在涨潮时，打开盐田闸门，让海水流入，就可以关闸晒盐了。人们不用花费多大力气，便可以晒得大片白花花的食盐。

潮汐对航海有直接关系。海员们需要知道每个地方的涨潮时间和潮差大小。因为一些海口和港口的水位较浅，大型轮船必须借助于涨潮才能通行或靠岸。修建港口或在海岸施工，也必须考虑当地的潮汐形势。为此，专业部门已根据各地潮汐数据，编制了“潮汐表”。

潮汐既然是一种大规模的海水运动现象，那么，它必然会蕴藏着巨大的能量。如何开发潮汐能，让它为人类服务，已经是人们所感兴趣的问题了。早在十八世纪就有人利用潮汐推动水磨。到本世纪初，人们又想方设法，用它充电，并设计了许多具体方案。譬如，在有大潮的海湾口建筑堤坝，并安装发电设备。当高潮到来时，使潮水带动发电机运转；落潮时，退回的潮水仍可带动发电机运转。不过，关于大规模地利用潮汐能，迄今还只是处在试验阶段。

测绘部门都以海平面作为陆地高程的依据，而平均海平面的数值又是根据潮汐记录计算而取得的。因此，人们常把某地的绝对高度叫做海拔。自一九五五年起，我国规定以青岛验潮站多年平均的黄海海面作为全国大地海拔高程的起算面。

引潮力不仅掀动海水，而且也掀动大气，形成所谓“气潮”；掀动地壳，形成所谓“际潮”。它们对人类也都有一定

影响。气潮可以诱发地震，在地震区，地震部门预报地震，也往往考虑月相。但是，月球引力对地震的影响到底有多大，还是需要研究的问题。

四、征服月球

1. 从月相谈起

肉眼观察月球，最显著的一个特点就是它从“淡扫蛾眉”的妩媚到“明镜如盘”的丰满，月相呈现周期性的变化。月球本身不发光，月光是从月面反射来的太阳光。由于月球由西向东绕地球旋转，日、地、月三者的相对位置周期性的变化，这就造成了月相的变化。月相就是月面被太阳光照射的一半中能把阳光反射到地球上的部分。月相周而复始的一个变化周期叫一个太阴月。在一个太阴月中，月相变化的次序是：新月——上弦——望（满月）——下弦——朔（新月）。在太阴月中，自新月算起的时间长度，以天数计，叫月令。如满月（望）的月令是 14 天等。

朔的前后，当月亮呈现蛾眉形态时，我们仍然可以看见月轮其余部分发出的暗淡光亮，这就是灰光。因为这时地球朝向蛾眉月的一面被阳光照射，而地球又把部分阳光反向到了月面上，所以才形成灰光的现象。这时如果站在月球上，就会看到明亮的地球圆盘高高挂在天上。

2. 月球表面

肉眼看满月，地面上明暗相同的轮廓历历在目。但我们却很难感觉到月面是高低不平的。1610 年伽利略第三者次用望远镜对准月面，一下就看出了原来那里也有高山深谷，还有许多一般的环形山。如今，宇航探测使我们对月球的了解

比以往任何时候都更清楚。

月面可分为两种主要类型的地形。一类粗糙破碎，地势较高，我们从地球上看上去显得比较明亮，这就是过去人们认为是月球上的“高山大陆”的地带，占据了月面的大部分；另一类比较平坦，从地面上看上去显得较暗，过去长期被误称为月面上的“海”。虽然“月球大陆”和“月海”这样的称呼并不十分贴切，不过称谓的关系不大，所以我们现在仍然这样说。

月球大陆和月海上布满了大大小小的环形山，从地球上用望远镜看去，直径 1 千米至 100 千米的环形山多达 30000 个。这些环形山的高度要比它们占据的范围的尺度小得多，环形山底面比周围的平面低。据分析，几乎所有的环形坑穴，大至几千千米的盆地，小至几微米的小孔，都是宇宙物体撞击的结果。

我们真要庆幸地球周围有一层厚厚的大气保护着我们，使绝大多数落到地球的宇宙物体在到达地面以前就大气摩擦产生高温而熔化了。由于月球上没有水和空气，地质变化又很缓慢，所以在月球早期历史阶段形成的月貌以及被撞击的疤痕至今如故。对于月面上一些主要的环形山、海和山脉，人们都命了名，并绘制了月面地图。这里，与其枯燥地罗列这些地名，不如观赏图片。

多少年来，人们发现月球总是只以同一面对着我们，它的另一面（另一个半球）我们在地球上是不看到的。造成这种情况的原因，是由于月球自西向东的自转周期恰好等于它由西向东绕地球“公转”的周期。这样，当月球自转过某一

角度的同时，它也绕地球“公转”过同一角度，朝向地球的一面始终朝向地球，背离地球的一面始终背离地球。直到1959年以后，人们才通过宇宙火箭和飞船拍摄到月球背面的照片，发现那里和我们看到的月面大致相仿。

“阿波罗”宇宙飞船带回的月面岩石标本表明，月岩的平均密度达每立方米三吨半，比地球上花岗岩的密度大得多。月亮的主要化学成份是氧和硅。月球上钛的含量（按重量的百分比）几乎是地球上的七倍。我们将来可以在月球上建立采矿站，为太空建设提供原材料。由于月面上没有大气，所以受太阳照射时温度高达摄氏一百多度。在月面上建设太阳能发电站也是令人神往的事情。

3. 月球的运动

月球绕地球旋转的情形，与地球绕太阳旋转的情形类似。它一边从西向东绕轴自转，一边从西向东绕地球公转。月球轨道也是椭圆，比地球轨道要扁一点，加上月球离地球较近，所以月球在近地点附近看起来就比在远地点附近稍大一点。请看下面的表。

月球轨道面与地球轨道平面（黄道面）并不重合，两者之间大约有 5° 的夹角；月球轨道通常称为白道，这个夹角就叫黄白交角。月球在天空背景上沿白道走完一圈的时候约为 $27\frac{1}{3}$ ，这是月球相地于远处恒星的运动周期，所以叫做一个恒星月。

但在这同时，地球本身也向东移动了一个角度，因此，当月球相对于恒星走了一圈（ 360° ）时，它相对于地球还没有回复到起始时的相对位置，而是还需继续向东赶上地球才

能回复原来的月相。这样，月亮完成它相对于地球的一个月相周期就比一个恒星月长，大约为 $29\frac{1}{2}$ 天，这就是会合周期。

1969 年 7 月 16 日美国东部夏令时间上午 9 点 32 分，支承“阿波罗 11 号”飞船的土星 5 号巨大火箭，在美国肯尼迪角喷吐出浓烟和橙色的烈焰，整个重达 3817 吨的飞行器飞离发射塔，挣脱地球引力，作弧形射向大西洋上空。开始了它访问月球的航程为 80 万千米的旅途。这势如山崩的飞船升空，使附近地面也为之摇动。

四天以后，1969 年 7 月 20 日美国东部夏令时间下午 10 点 56 分，宇航员阿姆斯特朗从降落在月球“静海”的“阿波罗 11 号”登月舱走下扶梯，在月球上印下了第一个人类的脚印。然后他庄严地说：“对一个人来说，这是一小步，但对人类来说，这是向前跨进的一大步。”由于现代通讯的奇迹，地球上几亿人在电视机上看到了这踏上月球的第一步，从无线电里听到了人在月球上说的第一句话。接着，宇航员们报告了这个最早为人类认识然而一直是可望而不可及的“新大陆”的现场目击观感：

“有一片平坦的平原，上边散布着相当多的五尺到五十尺不等宽度的坑穴。还有一些山脊，很矮小，可能只有二、三十尺高。以看到一座山就在我们前面的降落场附近，有这些两尺大小的有棱有角的石块，颜色深灰，表面是粉末状的，鞋头可以随便挑起来。我能在细沙一般的微粒中，看见我靴子的脚印和步态。”

两位宇航员起初小心翼翼，如履薄冰，后来就大了胆，在寂静荒凉、乱石散布的月面上漫游了两小时又二十一分钟。

他们发现自己虽然身穿笨重的白色太空服，又背着沉重的背包，行动起来还是很容易。这是因为月球重力只有地球的六分之一，三百斤的东西在那里只有五十斤了。

在这个陌生奇异的世界里，他们试验自己行动的能力，拍摄各个方向上的景色，装置科学实验仪器，搜集岩石和壤标本。还安置了一架电视摄影机，使全世界都能看到。还有一名宇航员始终驾驶着指挥船在月球上空 112 千米高处环绕月球飞行，等待两位探险家和他会合，然后重返地球。人类对月球的首次访问一共继续了二十一小时又三十七分。在这之后的三年多时间里，又有五批宇航员先后在月面上不同地点踏上月球，不过已不是人类的首访，而是“旧地重游”了。

第四节 地球的兄弟姐妹

太阳系的九大行星姊妹，按距离太阳由近到远的次序是：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。水星离太阳最近，平均距离为 0.387 天文单位，约 5709 万千米；冥王星离太阳最远，平均距离为 39.5 天文单位，约 59 亿千米；最近和最远相差 100 倍以上。最大的行星是木星，赤道 142000 千米；最小的冥王星直径只有 3600 千米左右，相差近 40 倍，体积则相差 6 万倍以上。它们虽然远近不等，大小悬殊，却都按从西向东的方向绕太阳旋转有序；除冥王星外，几乎都在同一平面内。而且木星、土星和天王星带有光环。

我们以地球轨道为界线，把位于地球轨道以内的水星和

金星叫做内行星，地球轨道以外的其余六个行星称为外行星。如果按性质是否相近来分类，那么水星、金星、地球、火星和冥王星都属于体积小、质量小、密度大、自转较慢、偏率较小的一类，称为类地行星；而木星、土星、天王星和海王星则属于体积大、质量大、密度小、自转较快、偏率较大的一类，称为类木行星。

本世纪六十年代以来，对一系列行星的无人就近考察和无人飞行器飞临行星表面的就地考察，激起了人们对行星天文学的极大兴趣。几个世纪以来，许多科学家对行星情况所作的这样或那样的推测，如今已有可能判断孰是孰非了。正如一位天文学家说的那样，现在，“行星理论家们总是怀着又是希望又是害怕的复杂心情，期待着宇宙飞船传来的每一个有关行星的新消息”。

如果让我们展开幻想的翅膀，飞到远离太阳系的地方遥望太阳的一家，便会看到它的中央是光灿夺目的太阳。在太阳周围，是一群错落有致的大行星，它们沐浴在阳光里，围绕着太阳朝着一个方向奔波不息。它们的轨道似乎在同一个平面上，而实际上，它们相互间的位置都有一个角度，最大的夹角不超过十七度。如果制作一个太阳系的模型，是可以装在扁片型的盒子里的。

离太阳最近和跑得最快的是水星。水星是个固体球，上面有环形山，但没有大气和水。在地球上看去，它总是在太阳左右不超过三十度的地方晃来晃去，并常常与太阳同时出没，所以，一般很难看到它。我国古代把周天分为十二辰，每三十度为一辰，因此我国古时候都叫它辰星。但古代西方

人认为它行动敏捷，便赋予它众神使者的称号。也有人认为它行动诡秘，象个市侩，于是又以商之神墨丘利的名字称呼它。

跑在第二圈的是雪球般的金星。它也是一个固体球。不过，在它外围有一层浓厚的大气。金星表面的大气压，几乎是地球的一百倍。可惜，它上面的大气主要是二氧化碳，温度又很高，不适宜生命生存。因为它距离地球较近，反照率很强，所以，在地球上看来，金星是天空中最灿烂的头等明星。由于它也在地球的里圈，因此，它也不会距离太阳很远。有时它在暮色中，出现在西方天空，此时谓之长庚星或太白星；有时它绕到太阳的另一边，在黎明前出现在东方天空，此时谓之启明星。因此，《诗经》中有“东有启明，西有长庚”的记述。金星既明亮，又美丽，它在希腊神话中，是爱和美神维纳斯的化身。

如果在邻近地球的某颗行星上也存在着高级智慧生命的话，那么，在他们眼里，地球将是唯一可以和金星媲美的行星，她也会荣获一个可爱的称号。

在地球的外圈头一个是火星。火星上的大气非常稀薄，大约相当地球大气的百分之一。火星的固体表面，由含铁的氧化物所覆盖，呈砖红色。在地球上看来，好像一盏橙红色的信号灯，所以我国古代叫它荧惑。在西方国家，则以战神马尔斯的名字赐给它，赞喻它是不畏战火的红色英雄。

再远一些的行星，是庄重大方的木星。近年来，太空飞船从它旁边飞过时所发回的信息表明，木星基本上不是一个固体球，它主由液氢所组成。在它的上空是浓密的大气。看

来，人类是不可能在木星表面着陆的。因为木星距离太阳较远，大约十二年巡天一周，每岁东移三十度，所以我国过去叫它岁星。但在西方，以它的光色威严不变，而被誉为裘匹特，他是古罗马的主神，又叫做大神。再外面是行动迟缓的土星。土星的构造和木星差不多，大概也是以液氢为。可见，土星只是徒有其名，上面没有一点儿土。若用望远镜看，它有一个明显的光环，好像草帽的边，因此有人风趣地称它是戴草帽的行星。由于土星距离太阳更远，以蹒跚的步伐，需二十八年才巡天一周，每岁镇守一星宿，因此我国过去叫它镇星。在古代西方，它则是象征着时间流逝和命运变幻的神；也有人称它萨都恩，是司农之神。

上述五大行星都是我们用肉眼可以直接观测的，都相当明亮，在恒星间不断移动位置，自古就称它们为行星。同时，又根据它们不同的“性格”，分别赋予神的权利和称号。

另外三颗行星，依次是天王星、海王星和冥王星，距离地球都很遥远，是有了望远镜以后才发现的。但为了遵守以神话人物命名的传统，才先后用天神、海神和冥神的名字命名。其中冥王星的名字和它的身分很相符。它距离太阳最远，好似青冥深处之神。

还需一提的是，在火星和木星之间，有一群明晃晃的小行星。目前发现并以编号命名的已有两千余颗。它们个头都不大，最大的一颗小行星，直径也只有七百多千米。显然，它们所发现的卫星还要小得多，但论地位却比卫星大一辈。它们这一群，前呼后拥，你追我赶，在大行星间奔跑，构成了特殊的小行星带。

一、水星

由于水星是离太阳最近的一颗行星，而且在地球上观测者眼中所张的角度最大不超过二十八度，使得水星常常都淹没在太阳耀眼的光辉之中而不得露面。最可能用肉眼观察到水星的时间，每年也只有几个晚上和几个早上。比如说5月1日前后，在天气晴朗的时候和天空开阔的地方，预备一幅星图，在夕阳辉耀的西天搜寻，就不难从许多较暗的星星里辨认出黄红色的明亮的水星。不过它刚刚出现，很快又融合在夕阳余辉之中，真是尊容难睹啊。因为水星老是躲躲闪闪的，害得人们对它产生过不少误解。

1974年至1975年，美国的空间探测器“水手10号”三次在离水星表面不到1000千米的地方经过，向地面送回五千多幅电视图片，初步揭开了水星的真面目：

(1) 水星表面也和月球表面一样布满了大大小小的环形山，也有平原，裂谷，盆地等地形；

(2) 水星外壳是一个良绝缘体，说明它是由多孔土壤或类似于月球表土的岩石粉末组成；

(3) 水星上没有水，大气极稀薄；

(4) 昼夜温差很大。白天太阳光直射处温度达到430℃，但在夜间这个几乎无屏蔽的表面迅速冷却到-173℃以下，昼夜温差达600度，是太阳系里周日温差最大的星球。在水星上有个半径达1300千米的盆地，它是太阳系九大行星中表面温度最高的区域；

(5) 水星也有磁场，其分布形状与地球磁场相似，也是偶极场。由于太阳风的作用，水星也有和地球类似的磁层。

水星除绕太阳公转以外，还有自转。过去一直认为水星和月球一样，其公转周期与自转周期相等。因而水星也总以一面朝向太阳。可是 1965 年，用雷达研究，首次发现水星的自转周期(以恒星为参考基准)准确地等于它的公转周期(恒星年)的三分之二。水星的公转以恒星为准的周期是 87.969 地球日，而它的自转周期为 58.646 地球日。为什么水星的自转周期稳定在公转周期的三分之二这个值，至今尚无恰当的解释。

水星自转周期是公转周期的三分之二，导致一个非常有的现象：在水星上的某点观看日出，到下一次接连又看见日出的时间间隔内(即一个太阳日)，水星已公转太阳两周，已经自转了三周(三个恒星日)。即是说在水星上要经过两个“太阳年”或三个“恒星日”才看到一次日出。可见水星上的“日”比“年”要长。

水星虽奇，但不是留人地。我们再去看看金星吧。

二、金星

1. 金星

这是一颗粒明亮而又秀美的行星，无疑是九大行星中最早被古人注意到的一个。我国诗经中的“东有启明，西有长庚”，描写的就是这象征智慧的太白金星。金星是离地球是近的一颗行星，蹶离地球最近时只有 4100 万千米。

从地球上金星，它和太阳所张的角度可大到 48° ，因此晚间金星在太阳西下以后仍可见，早晨在太阳升起以前就已挂在东方或南方，这中间的时候差达到三小时以上，不象水星那样偶尔匆匆露一面就隐退了。金星距离太阳最远的时

候，甚至白天也能用肉眼看见它。当然，金星也不会整夜都出现在星空。晚上看金星，它那眩目的光辉有如远处的灯塔，能使地面上照射的物体产生阴影；金星是天上除日月之外最亮的一颗星。但要记住，所有行星自己都不是不发光的，我们看到的是太阳光的反射。

金星的赤道半径约为地球赤道半径的 0.95，体积约为地球体积的 0.88，质量约为地球质量的 0.82，表面重力加速度约为地球的 0.88，这些都与地球十分相近。但是金星周围那连绵不断的谜一般的浓云密雾，却使人们长期也没有看到过地球的这位紧邻姊妹的真面目。

本世纪六十年代开始的对太阳系行星的航天探测，第一个对象就是这明亮而又不露真相的金星。1961 年以来，已经有十几艘考察金星的飞船上天，有的从金星近旁掠过；有的进入了金星大气；还有的接触到金星表面，并从金星表面把资料照片发回地球。结果发现：那里温度高达摄氏五百度；气压高达 90 个地球大气压，足以据人压扁；充满有毒而又富腐蚀性的气体，散发着难闻的臭味，简直是地狱！至于金星表面的高山、平原和峡谷，倒还有点象我们的地球。金星北半部有一个长 3200 千米、宽限 600 千米的在高原，比青藏高原还雄伟；最高山峰 11000 余米，比珠穆朗玛峰还高 2000 多米。

金星还是一个“太阳从西边出来”的世界。这是因为金星自转方向是从东向西的，自转一周的 243 个地球日。同时金星又从西向东绕太阳公转，周期为 225 个地球日。两种运动合成的结果，使金星上连续两次太阳西升相隔 118 个地球

日，也就是说一个金星年还不到两个金星日，可真是流年如水了。

2. 金星与地球的区别

金星是地球的近邻，其质量、密度和半径都与地球相近。但金星与地球相比，有许多显然不同之处。

(1) 金星的大气几乎全部是二氧化碳，而不是氮和氧，它的大气质量约为地球的 100 倍；

(2) 金星完全被一个由浓硫酸的水溶液组成的浓硫酸云覆盖着，而地球上的云主要是水云；

(3) 表面温度达到 477℃，比水的沸点高三百多度。而且这种高温基本上没有地区、季节、昼夜的区别，所以金星上不存在任何液态水；

(4) 自转速度比地球小很多倍，而且是太阳系内唯一逆向自转的行星；

(5) 金星上的磁场非常微弱，其强度不到地球的万分之一；

(6) 金星和水星是太阳系中没有天然卫星的行星而地球及其轨道以外的行星都是卫星；

(7) 金星上的表面高温、不存在任何液态水、严重缺氧等严酷的自然条件，当然不可能有类似地球上的动、植物存在。

三、火星

火星是第二个最邻近地球的大行星。它在夜半升上天空时，备受世人注目。更因为“火星”、“火星上有运河”之类含糊的推测，而增添了它神秘的色彩。

火星比地球小，直径只有地球的一半。但却有不少与地球相似之处；处置一周是 24 小时 37 分，一个火星日和一个地球日差不多一样长；绕太阳公转一周日是 687 个地球日，一个火星年差不多等于两个地球年；火星自转轴相对于公转轨道平面的夹角为 25 度，和地球的黄赤交角 23.5 度接近，因此火星也有四季变化，只是四季都比地球上的约长一倍罢了。

火星上也有稀薄的大气并含少量的水和氧气，但平均气压只有地球气压的千分之几；由于火星离太阳比地球无 0.5 个天文单位，那里接受的太阳辐射量只有地球的 40%，夜间温度为零下 100 多摄氏度，白天在太阳直射的赤道带气温摄氏十多度。与水星和金星相比，可以看出还是火星上的情况要接近地球得多，这就难怪人们把火星称为“小地球”，并且渴望在那里找到生命了。

火星有两个“小月亮”——它的两颗卫星“火卫一”和“火卫二”。这两颗火卫星不仅样子长得难看，既不圆也不光，而且小得可怜。“火卫一”的最大直径不超过千米，“火卫二”的最大直径还不到 15 千米。直到 1877 年，这两颗小火卫才被美国天文学家霍尔用当时口径最大的 66 厘米望远镜发现。

“火卫一”在火星赤道上空绕火星公转，转一周仅需要七个多小时，而火星本身自转一周是 24 小时多，所以“火卫一”赶在火星自转的前面，是从西方升起，在火星天空中迅速穿过，又从东方落下。“火卫二”的公转周期是 30 多小时，虽然是东升西落，但在火星天空缓慢而行，从升到落持续 60 多个小时。科学家对这两颗火星小月亮感兴趣的是：它们究

竟是被火星俘获的小行星，还是火星诞生时所造成的碎片？这对研究太阳系的起源和演化是有重要意义的。

所谓的“火星运河”，现在探测结果表明，它是密集环形山和陡峭、成行的山岳。至于火星上是否有生命的问题，1976年美国曾有两个无人自动实验站先后在火星上两个不同的地点软着陆，电视摄像机巡视了周围景观；质谱仪分析了大气成份；气体色层分析仪测定了土壤的有机物含量；新陈代谢活动探测器完成了代谢机能、气体交换和光合在这三项生物化学实验，结果表明，至少在着陆点附近是没有生命存在痕迹的。

四、行星之魁——木星

这是一颗距离太阳大约有 8 亿千米（77800 万千米）的巨大行星。在行星姊妹中，它拥有三个第一：体积之大第一，等于地球体积的 1316 倍；质量之大第一，等于地球质量的 318 倍，比太阳系里所有其他行星、卫星、小行星等大小天体加在一起还重一倍多；此外木星的卫星体积之大居太阳系之首，目前已发现的卫星共有 16 个，而其中最大的比水星还大。

木星简直象一个小型的太阳系了。而且，木星本身也是有能源的，它所发射的总辐射能比受到的太阳辐射还多一倍半。目前有的科学家甚至认为木星能源也来自热核反应。如果真是这样，那么木星就确实是个小太阳了。

木星在望远镜中呈现出它扁球的外貌，其赤道直径与极直径之比是 100 比 93，它的表面分布着黄红相间的明暗条带，原来是木星大气构成的条纹。这厚达千千米的大气包裹着木

星，使我们看不到木星真正的表面。另一明显特征是木星大红斑，其范围之大，足以容纳木星、金星、地球、火星还绰绰有余。目前的研究认为，大红斑是木星大气的一个巨大低压漩涡，类似地球上的台风。不过这个木星台风却存在好几百年了，并且还将存在下去，也不知何时才会消失。

七十年代里，美国发射了四艘探测太阳系外围空间的飞船：“先驱者 10 号”，“先驱者 11 号”、“旅行者 1 号”和“旅行者 2 号”。这些使者从地球出发，不停地飞奔，历时近两年才临近木星，随即开始紧张的工作，把成千上万张照片和许多别的资料源源发回地球，成为空间时代最丰硕的成果。当你想到无线电信号也经过了四十多分钟才从木星附近传到地面，就不由得要为人类征服宇宙的智慧而自豪了。

1979 年 3 月，当“旅行者 1 号”临近木星时，立即发现木星也有环，从木星表面伸展到 5 万千米外的地方，环的厚度不到 30 千米，这条薄环是由几十米到几百米的石块构成的。从两艘旅行得飞船拍回的照片上，人们又检测出两颗过去未发现的卫星——“木卫十五”和“木卫十六”。

飞船送回的资料还表明，在厚厚的木星大气之下，并不是一个由冰块、岩石和金属构成的固体球，而是一个巨大的旋转着的液体球。构成这个液体球的，主要是氢，其次就是氦，氦占木星的 10%。这就使得木星有可能成为太阳系原始物质的最好样本。

五、光环最美的土星

在行星姊妹中，土星以美丽的光环作装饰，一直受到天文爱好者们的偏爱。尽管自 1977 年以来又发现天王星和木星

也有环,但是土星环毕竟是用望远镜能看到的最光彩壮观的。因此,在许多天文书刊中,土星的形象可能是出现最多的。

土星是最扁的一颗大行星,它的赤道直径约 12 万千米,两极直径约 11 万千米,两者之比约为 100 比 90。土星自转一周约用 10 小时 14 分,而土星赤道带旋转快,越靠近两极旋转越慢。这表明土星也和木星一样,不是固体球。如果有一个大海能放得下这个直径十几万千米的庞然大物的话,那么它将象一条船似地浮在水上,原来土星的密度只有 $0.7/\text{厘米}^3$,比水要轻。

人们对土星的认识近年来发生了很大变化。“旅行者 1 号”飞船于 1980 年 11 月 13 日在距土星 12 万多千米的地方掠过,对土星、土星环和土星的卫星作了一次巡礼。这相当于一下子把土星拉到了比月亮还近得多的地方来仔细端详。

“旅行者”1 号和 2 号(从近距离)对土星环来了个面对面的考察。结果发现,土星环多到上千条,而不是过去争论不休的 4 条、5 条、6 条或 7 条。这许许多多的不,有的宽,有的窄,有的亮,有的暗,有的凸凹不平,有的表面光滑,有的甚至几股环扭结在一起,象是姑娘的发辫。组成环的是直径几厘米到几米的砾石和粒子。土星环还是个无线电能源,功率高达数百万瓦。

“旅行者 1 号”还发现土星的几颗不为人知的卫星。使土星成为太阳系中卫星最多的行星。有的科学家甚至阴谋预言还有可能发现几百颗土星卫星哩。土星最大的卫星是“土卫六”,直径 4828 千米,与水星不相上下,仅次于“木卫三”,是第二大卫星。“土卫六”蒙着一层很厚的大气,氮占大气成

份的 98%。在目渐高涨的探测地外生命的热潮中，“土卫六”是一个令人瞩目的研究对象。

六、天王星

太阳系是那样的宽广，地球在其中好似沧海一滴，以至生活在地球上的人们常常把太阳系的一部分误认为是这的全体。十八世纪以前，人们一直认为土星是太阳王国的封疆大臣，此外再没有别的属于太阳系的行星了。

然而，一位生于德国而移居英国的以音乐谋生的业余天文爱好者者改变了这种因袭强大的传统观念。他就是后来大名鼎鼎的“恒星天文学之父”威廉·赫歇尔。1781 年 3 月 13 日夜晩，赫歇尔用他的口径 16 厘米的望远镜对着双子座进行观测时，看见有一个淡绿色的小圆光斑，当他望远镜的放大倍率从 227 倍增加到 460 倍时，这小光斑又拉长了。开始，他也没有想到这是一颗新的行星，而是误认为一颗彗星。

可贵的是赫歇尔没有浅尝辄止。他通过进一步的观测和计算，终于证实了这是一颗比土星还远一倍，有着近首圆形的轨道，八十四年绕日公转一周的新的行星，这一发现犹如哥伦布发现美洲新大陆，引志人们极大的震动，从此开始了人类有意识探寻太阳系外围空间的新时期。

天王星的直径 4 万 7 千千米，仅次于木星和土星而位居第三。它离太阳远达 28 亿 7 千万千米，阳光要走两个半小时以上才抵达它的表面，所以这是一个远处不胜寒的地方，温度常在摄氏零下 200 度，天王星也蒙有厚厚的大气，其中主要成份是氢。但它离我们太远，很难看见大气斑纹，当然更看不见它的真面目了。不过我们这辈人可能有眼福一睹天王

量的尊容的，因为“旅行者2号”的旅程表中有一站就是天王星。

天王星的别具一格之处，是它的自转轴几乎躺在公转轨道平面上。这样，正对太阳的一极是夏季，背朝太阳的另一极是冬季。一个天王星年就只有冬夏两季相交替，各长42个地球年。

天王星不仅打破了土星作为太阳系边界的地位，而且还打破了土星独具光环的地位。从1977年到1980年，天文工作者们利用天王星在运行过程中遮掩天空背景上恒星的特殊机会对天王星进行观测，先后发现天王星有16个光环围绕。不过这些光环太暗，就是用最大的望远镜也看不见，保能在红外波段上才能看到。天王星有五颗卫星，都是1948年月以前发现的。从“旅行者”考察木星和土星的情况来看，有关天王星及其环和卫星的情况是会大大充实的。

七、第一颗算出来的行星——海王星

太阳系是一个秩序井然、纪律严明的家庭。牛顿力学揭示了这种秩序和纪律的内在规律，所以人们可以对于已发现的行星，计算出它的轨道和周期，从而知道它在什么时候，出现在什么地方。

太阳和行星彼此吸引，行星之间又彼此吸引，这种错综复杂的引力控制着行星的运行。天文学家计算行星位置时，必须考虑这些影响。这不仅是为观测者提供正确观测所必须的，而且也是检验理论是否正确的一种方法。天王星发现后，它的实测位置老是与理论计算有出入。究竟是万有引力定律的正确性值得怀疑，还是因为一个原来未加考虑的未知天体在

作祟？

英国剑桥大学 23 岁的大学生亚当斯，通过两年艰苦计算与分析同志 1845 年算出了这颗未知行星的轨道并预报了它将出现的时间、位置和亮度，请求寻找。但却未获重视。稍后，完全不知亚当斯其人其事的法国青年天文学家勒威耶也做了同样的工作，得出了同样的结论。这一次，德国柏林天文台的伽勒终于在 1846 年 9 月 23 日夜，根据勒威耶来信预告的方位和亮度找到了这颗新行星，偏差只有一度左右。

“神奇的预言神话，科学的预言却是事实。”无产阶级革命导师恩格斯把海王星的发现称作是科学上的一个勋业，他指出：“哥白尼的太阳系学说有三百年之久一直是一种假说，这个假说尽管有百分之九十九、百分之九十九点九、百分之九十九点九九的可靠性，但毕竟是一种假说；而当勒威耶从这个太阳系学说提供的数据，不仅推算出一定还存在一个尚未知道的行星，而且还推算出这个行星在太空中的位置的时候，当后来伽勒确实发现了这个行星的时候，哥白尼的学说就被证实了。”（恩格斯：《费尔巴哈与德国古典哲学的终结》）

海王星的大小与天王星差不多，但比天王星离太阳还远 1 亿 6 千多万千米，阳光要经 4 个小时才射得到它身上，因此是一个比天王星更寒冷的世界。推测它的冰外壳厚达 8000 千米，周围也蒙着厚厚的大气层。海王星绕日公转一周要 165 年左右，自被发现以来，它才走了五分之四圈呢！

海王星有两颗卫星。“海卫一”是海王星被发现后不到二十天，由英国天文家好者拉塞尔找到的，这颗卫星的大小估

计与水星差不多，是绕海王星逆向旋转的。1949 年美国天文学家柯伊伯又发现了“海卫二”，其直径估计只有数百千米。海王星离得太远，我们对它知道的情况与就寥寥如此而已。

八、流落天涯的小妹妹——冥王星

太阳系有九大行星这个概念，进入我们的意识只有半个世纪。这是因为直到 1930 年，人们才找到了流落天涯的小妹——冥王星。从预测推算到观测搜寻，不少天文工作者踏破铁鞋，先后费了几十年光阴才终于发现了它。在大行星里，冥王星是最远、最小、最轻的一个。海王星已经只有通过望远镜才能看见了，而冥王星的亮度只及海王星的六百分之一，即使在世界上最大的望远镜拍摄的照片上，它也和普通恒星毫无异样。可以想象得到，当初在搜寻它的过程中，或许有人也会感叹：“天尽头，何处有芳菲？”

冥王星离太阳的平均距离是 59 亿 4 千 6 百万千米，光行 5 个多小时，是一片永世冰冻的世界，温度为摄氏零下 240 度。一个漫长的冥王星年，等于 248 个地球年。但是它绕日公转的轨道却很奇特。一个轨道特扁，远日距离可达 70 多亿千米，近日距离却只有 40 多亿千米，相差 30 多亿千米。它在近日点附近还跑到海王星的里边去了。二是冥王星公转轨道平面相对黄道的倾角特大，达 17 试多。

1978 年发现冥王星也有一颗行星，但 1980 年进一步研究的结果表明，冥王星和它的卫星实际上是一个双行星系统。总之，关于冥王星的消息，我们知道得太少了。

第五节 太空流浪汉——彗星

一、被冤枉的彗星

1910 年初，在世界各大报纸上刊载了令人恐慌的消息，说地球将要和一颗“扫帚星”，即以英国科学家哈雷的名字命名的那颗彗星相碰撞。天文学家预言：将发生在 1910 年 5 月 19 日的这次相遇，不会对地球造成丝毫危险。但是，对于彗星的恐惧还是如此之大，以致很多人误认为“世界末日”来到了。

引某些报纸当时的几条报道是耐人寻味的。

“德黑兰 5 月 17 日讯。波斯人恐慌地等待着星期四的到来。僧侣们张贴了布告，号召信徒们举行虔诚的祈祷和斋戒。很多人都掘好了深坑，准备到星期四那天藏在里面，躲避天谴。”

“维也纳 5 月 18 日讯。在居民中，特别是在外省，发生了不可遏止的恐怖。许多人都储备了氧气。也发生了因恐怖而自杀的事件。”

终于到了 5 月 19 日。正如科学家们所预言的那样，在这天地球和哈雷彗星遭遇了，地球穿过了哈雷彗星庞大的尾部。但是“世界末日”并没有到来。1910 年 5 月 19 日的白天和夜晚同常一样，没有发生什么特别的事件，对于地球也没有留下丝毫破坏的痕迹，人们白白地虚惊一场。

天文学家们当然不会放过彗星接近地球的大好良机，他

们拍下了哈雷彗星的美好照片。

76 年后的 1985—1986 年，著名的哈雷彗星将再次飞临太阳，接近地球。今天科学昌明，人类已经进入太空时代，并且有了从天空实验室观测科霍特彗星的经验。人们不再以恐惧的眼光看待它，而是以愉快的心情期待着它的到来。因为这奇异的天象中，人们可以获得有关太阳系和生命起源的新知识，也可以再次认真核实一下彗星对地球究竟有没有影响，如果有，则可以进而了解是什么样的影响。

可以说只有少数人看见过大彗星。因为大彗星在天空中是罕见的，它的每一次出现都引起人普遍的关注。

彗星是一种形态变化多端的天体。起初，它象一粒不太亮的模糊的小斑点，出现在繁星点点的天幕上，一个不熟悉星象的人，在这时是绝对发现不了彗星出现的。

过了几天，彗星就生了显著变化。它在星星之间移动，从一个星座运行到另一个星座，同时它的体积和亮度也不断增加。

不久，彗星背着太阳的一面就出现了象一条透明而发亮的带子般的尾巴，有时还不止一条。这些尾巴随着彗星不断接近太阳而逐渐增大。在天文学家叫做彗头的中心，可以看见一颗模糊的小星点，这就是彗核。到晚上，彗星在星辰密布的太空中，就象一个奇异的发光的幽灵。

这样的景象为时不长，几天以后，彗星就明显的变行暗淡无光了，它的尾巴也逐渐变小，后来它就又变成一个模糊的小斑点，在星空中消失不见了。

在古代，人们不知道宇宙的真正构造，那时人们想象地

球是宇宙的中心，天是神所居住的地方，而彗星被认为是一种“天兆”。它常常与瘟疫、洪水和战争等大灾大难联系在一起。有些人甚至猜想在彗星里有许多被砍下的人头和血淋的短剑，于是就出现了关于彗星的迷信和恐怖的传说。

公元前 44 年，天空曾出现过一颗大彗星。古罗马人认为这就是不久前被杀害的凯撒大帝的灵魂。凯撒大帝于 3 月 15 日被暗杀，9 月 23 日罗马市民为凯撒举行追悼仪式，突然天空出现了大彗星，达 7 日之久自北向西移动。

公元 79 年，罗马皇帝魏斯巴西安得了重病。这时也正好出现了彗星。这里应该说明，彗星（comet）来源于希腊语，是“尾巴”或“毛发”的意思。因此，当魏斯巴西安听到大臣们恐惧地谈到彗星的时候，他就讥讽地说：“你们用不着为我担忧，这颗彗星要找的不是我，它是在威胁着安息国皇帝，因为他是有头发的，而我却是秃顶。”

当然，在古代也有少数几个民族不把彗星出现与人间世事联系起来，甚至还有看作是好兆头的。例如公元前 1140 年的美索不达米亚编年史的一打彗星记载是“亮如白昼，从它的身躯长出一条尾巴”，这条记载未加任何渲染，朴实客观。

迦勒底人在古代中显得出类拔萃。他们将彗星正确地理解为每隔一定时间重复出现的天体，称得上一片迷雾中的真知灼见。可惜他们的思想几乎没有在后代留下什么痕迹，在迷信的汪洋大海中淹没了古代的最高学术权威亚里士多德的解释则颇有影响，他认为彗星是与恶劣天气相联系的气象现象，是十分危险和灾难性的。这一解释赋予彗星具有造成可怕灾难的能力。一句话，彗星成了“洪水猛兽”。

据初步统计，从公元前 2300 多年以前至 1911 年，我国史书上共有 554 次彗星记载。但由于时代的不同，所用的名称并不统一，相当复杂。据研究，其中记载为“彗星”的有 256 次；记作“孛星”和“星孛”的 103 次；记为“客星”的 79 次；只记作“星”的 39 次，还有记作其它名称的，如长星、异星、蓬星、景星、妖星、瑞星、天冲……共 77 次。应该指出，这些记载不完全是彗星。一般记作彗星、孛星、星孛的，大多是彗星，而记作客星的多数是新星或超新星，其中也有彗星。记作其它名称的，恐怕是流星居多。

我国古代人民对彗星的观测十分仔细。在长沙马王堆出土的西汉初期的帛书中，有一幅十分珍贵的关于彗星的图画，它画了 20 余种彗星图像，其中有一些图像比较真实地反映了彗尾的不同形状和特征，还有的似乎画出了彗头中的彗核结构。这些显然都是人古人对彗星长期观测的结果，而观测的精细程度更是令人钦佩。据研究，这批彗星图可能是战国时代的人画的，到现在已经有 2300 余年了。

《晋书·天文志》说：“彗体无光，傅日而为光，故夕见则东指，晨见则西指。在日南北皆随日光而指，顿其芒，或长或短。”这段精彩的记载，用现在的语言说是，彗星本身并不发光，是由于太阳的照射才有光，所以傍晚看到的彗星尾巴指向东方，黎明看到的彗星尾巴则指向西方，出现在太阳南、北两面的彗星尾巴指向，也是由太阳所处的位置来决定，彗星的尾巴是长短不一的。这里不仅说明了彗星明亮的本质，而将彗尾的指向与太阳之间的关系说得清清楚楚。

彗星的分裂是较少见的现象，但人我国古代彗星记录来

看，这种现象也早为古人所注意。在《新唐书·天文志》中有一段十分详细的记载：“唐乾宁三年十月，有客星三，一大二小，在虚、危间，乍合乍离，相随东行，状如斗。经三日，而二小星没。其大星后没虚、危。”这里说的是896年一颗彗星在虚、危间分裂成一颗大的、两颗小的彗星之后的情形，写得多么形象，多么生动呀！又如“明洪武六年四月（公元1373年），彗星三，入紫微垣。”这里指的大概也是彗星分裂的现象。

1704年哈雷担牛津大学的数理教授，致力于彗星轨道的研究。他应用牛顿发明的万有引力定律把所有能找到充分观测资料的彗星轨道根数一一推算出来。1705年哈雷发表《彗星天文学》一书，阐述了1337—1698年观测的24颗彗星的轨道彼此十分相似：一颗是开普勒于1607年观测的；还有一颗便是哈雷自己观测的出现于1682的彗星。它们最接近太阳的时间分别是1531年8月24日，1607年10月16日和1682年11月日。哈雷猜想，这是同一颗彗星的三次来访。尽管日期的间隔有76年2个月和74年11个月的差异，但他认为这可能是木星和土星的引力干扰而的。他预言这颗彗星在1758年会再次回来！哈雷自知自己不能亲眼目睹这颗彗星的再次归来（他于1742年死去），于是他留下了这样的遗言：“相信后代人一定会承认这一预报是一个英国人作出的。”

对1758年彗星回归时刻的精密预报是法国数学家克雷荷作出的。在哈雷的那个时代，数学、力学的知识还不够完善。尽管他已经估计到木星的影响会推迟下一次彗星的回归日期，但他毕竟还没有办法算出这种影响的大小。然而，到

了克雷荷时代，已经有了完整的数学工具，这个问题就迎刃而解了。根据克雷荷推算，这次彗星过近日点的时间是 1759 年 4 月 13 日，但可能先后一个月的误差，理由是这颗彗星长期在人们看不见的情况下奔驰于遥远的太空之中，那里可能有我们不知道的作用力在影响着它，甚至有离太阳很远的大行星在对它起摄动作用。1758 年年底，彗星果然如期出现，到达近日点的日期是 1759 年 3 月 14 日，只比克雷荷预报的时间提早了一个月。

后人为了纪念哈雷的不朽功勋，特用他的名字来给这颗大约每 76 年就回归一次的彗星命名，这就是上文屡屡提到的哈雷彗星。

现代天文工作者认为，大多数彗星都是太阳系的成员。如果彗星是沿着椭圆轨道运行的，那么它就会绕着太阳作旋转运动，这叫做“周期彗星”，它们是太阳系的成员。如果彗星沿抛物线或双曲线轨道运行，那么它们绕过太阳之后，就扬长而去不再回返！

到目前为止所观测到的彗星约为 180 颗，其中有 670 颗（截至 1980 年 6 月）计算过运行轨道。周期在 200 年以下的有 150 颗，周期在 200 年以上的 150 颗，抛物线和双曲线轨道的 300 余颗。

彗星的运行轨道十分奇特，抛物线和双曲线轨道的彗星不说，即便是沿椭圆轨道运行的也与大行星的运行轨道大小不相同。首先，行星轨道的偏心率较小，如水星的偏心率是 0.206，地球的偏心率是 0.017，所以大行星的运行轨道接近于正圆形。而彗星轨道的偏率多数都在 0.5 以上，如哈雷彗

星轨道的偏心率是 0.967，恩克彗星的偏心率是 0.847，因此，彗星的轨道一般是又长又偏的椭圆。当然也有个别情况，如运行在木星和土星轨道之间的施瓦斯曼 - 瓦赫曼彗星（1925）和运行在火星和木星轨道之间的奥特姆彗星（1942）的轨道，都接近于正圆，除掉它们具有云雾状彗发外，与小行星几乎一样。

其次，彗星的轨道面不象大行星的轨道面那样接近于黄道面，而是成各种倾角，有的可以达到 90° ，因而天球两极区也可能出现彗星的踪迹。还有的彗星，甚至超过 90° ，如哈雷彗星的轨道倾角是 162.2° 。

第三，大行星围绕太阳运行的方向都是从西向东的。但彗星的运行方向有从西向东的，也有从东向西的。如果彗星的轨道倾角小于 90° ，那么它围绕太阳的运行方向就是从西向东的。如果倾角大于 90° ，那么它绕日的运动方向就是从东向西了，著名的哈雷彗星就是从东向西运行的。

最后一点是彗星的运行轨道不稳定。很容易受以大行星的摄动影响而有所改变。例如木星的摄动可以使长周期彗星（周期 200 年以上）变为短周期彗星（周期 200 年以下），也可以使短周期彗星变为非周期彗星。彗星公转周期在 1936 年以彭是 18 年，而在 1939—1963 年之间是 8 年，1963 年以后又恢复到 18 年。

彗星是太阳系中比较特殊的天体。肉眼可以直接看到的彗星，一般包含彗核、彗发、彗尾三部分，但这些特征不是同时出现的。在彗星远离太阳时，它只是云雾状的小斑点，人们很难发现它。当它逐渐接近太阳时，本身的尘埃和气体

被蒸发而形成彗头，彗头的中央部分就是彗核，外面包围着彗发。本世纪 70 年代初期，用火箭和人造卫星观测彗星，发现在彗发的外面还包围着氢原子构成的云，称为彗云或氢云。当彗星进一步接近太阳时，太阳的辐射压和太阳风*把蒸发出来的气体向后推，于是在彗星背向太阳的方向形成一条或数条彗尾。但是，完全具备这些结构的彗星是少数，多数彗星都比较暗，肉眼根本看不见，只有借助于天文望远镜才能观测到它们。

彗尾的形状是多种多样的，有的细而长，有的短而粗，有的呈扁形，有的呈针叶状。按其组成的成分的不同，可以分为两类：细长彗尾，主要由气体分子组成，叫气体彗尾。短粗而且弯曲的彗尾，主要由尘埃粒子组成，叫尘埃彗尾。

按体积来说，明亮的彗星是太阳系中的最“庞大”的天体。彗核直径一般约为几千米，大的达十几千米，小的只有几百米。彗核外的彗发，直径长达几十万千米，甚至大到 100 多万千米，如 1811 年出现的大彗星的彗发直径达 180 万千米，比太阳 140 直径万千米还大。彗发的体积是固定的，它随距离太阳的远近而变化。彗发外的球形彗云，直径一般约为 100 万—1000 万千米。

彗头（即彗核和彗发的总称）的体积虽然如此巨大，但只占彗星整体的一小部分。彗尾更是长得惊人！肉眼能看到的明亮彗星的尾巴，延伸在彗头之外大约 1000 万—15000 万千米之间。个别的，如 1843I 彗星的尾巴长达 32000 万千米，超过火星公转轨道的半径。

彗星的体积如此庞大，但它的质量却小得出奇。大彗星

的质量为 10^3 — 10^6 亿吨，小彗星只有几十亿吨。乍看起来数字似乎很大，但在天体中这样的质量要算是很小的了，别的不说，就拿我们居住的地球来说，其质量就比 10^3 亿吨大 600 亿倍。彗星的绝大部分物质都集中在彗核上，即便如此，那里的平均密度也只有 1 克/厘米³ 左右，有些彗核的密度可能更大些，也有一些彗核的密度或许只有 0.01 克/厘米³。至于彗核以外的部分，则多是由气体和稀薄的尘埃粒子组成，其质量一般只占整个彗星质量的 1—5% 左右，它的密度当然极为微小。根据计算，其密度不超过 10—17 克/厘米³，换句话说，只有空气密度的十亿亿分之一，简直是超真空，这是目前地球上任何实验室都做不到的。可见彗星只是一个十分空虚的庞然大物。1910 年哈雷彗星正好从太阳和地球中间经过，当彗星通过太阳圆面时，从地球上看到太阳的表面和平常一样，没有丝毫差异，甚至用最大的天文望远镜也没有找到彗经过的痕迹，这表明彗头和彗尾是何等清澈透明啊！

彗星是从哪儿诞生的？又是怎样靠近太阳的？这一直是天文界争论不休的问题。

关于彗星的起源，历来有两种相对立的看法，这就是太阳系内部起源和恒星际空间起源说。前者认为彗星来自太阳系内部：或是木星等大行星和卫星上火山喷发的一些物质形成的，或是太阳系内某两颗天体相互碰撞而形成的。恒星际空间起源说认为，彗星来自于太阳系以外，是太阳的引力把它们从恒星际空间俘获过来的。近年来，最为人们重视的是介于这二者之间的奥尔特原云假说。

荷兰天文学家奥尔特和以他为首的研究小组在本世纪

50 年代,从统计研究得出,长周期彗星轨道是半长径为 30000—100000 天文单位,因此他们认为,在离太阳很远的太阳系边缘外,有一个彗星冷储库——彗星云,也称奥尔特云。彗星云中聚集着大量彗星核,其总质量比地球质量小,它是“新”彗星频繁出现的源泉。

彗星云中的彗星长久地远离太阳,绕太阳运行一周要几百万年。由于它们处于太阳与其他恒星之间,恒星的引力摄动使一部分彗星改变运行轨道,从而进入太阳系内部。它们与大行星(主要是木星)相遇时,有一些由于受摄动影响而改变为短周期彗星——“新”彗星另一些可能被抛到太阳系以外。这就是奥尔特星云假说的主要内容。

在奥尔特研究之前,关于彗星究竟是不是太阳系成员,它们中间的一些是不是星际空间的游荡者,一直争论不休不得解决。奥尔特从彗星轨道的统计研究中发现,它们离太阳最远时大约 1 光年,比冥王星的距离还远 1000 倍,还有的彗星运行轨道略呈双曲线。

这个研究结果,很容易使人认为它们来自于太阳系之外。然而,实际情况并非如此,通过精确的计算并把大行星对彗星轨道的引力摄动和其它影响都考虑进去,那么几乎可以把所有被观测到的双曲线轨道都并到椭圆轨道。由此可以断定,差不多所有彗星都属于太阳系。

大多数彗星以数百万年的周期环绕太阳缓慢地运行,只有一些朝向太阳运行的彗星才能进入太阳系的“内腹”,也只有在这时才能被我们观测到。当彗星靠近太阳时,由于受到木星等天体的摄动影响,其轨道可能由椭圆变成双曲线,那

么它在离开太阳之后，就扬长而去不再复返的。

用电子计算机模拟计算表明，如果有恒星经过太阳系附近，它们将影响彗星的运行速度，由于它们的引力摄动，有些彗星被抛出太阳系，而另一些彗星则被抛向太阳附近，这种情况虽属罕见，平均每几百年发生一次，但这足以能解释被观测到的非周期彗星的数目。这些被掷入我们附近的彗星，在围绕太阳运行两三个星期或两三个月之后，就离开太阳，又“永远”消失在遥远的奥尔特云中了。

除了这些偶尔访问我们一次的“过客”之外，还有相当数量的周期彗星，它们经过若干年之后，会再次回归。大多数周期彗星的周期较短，约在 3—20 年之间，即上文提到的木星族彗星。论及它们的起源，似乎不大可能在靠太阳那么近的地方形成，必然存在着迫使非周期彗星进入较短周期轨道运行的机制，这种机制可能就是木星和土星等大行星的引力，这就是它们的运行周期与木、土两大行星的运行周期（木星约 12 年，土星约 30 年）相近的可能原因。

模拟计算还表明，一旦成为短周期彗星之后，由于每个彗星几年就要飞临太阳一次，所以它们的寿命就很有限了。因为每次临近太阳，彗星表面气体被蒸发，总会损失大约 0.1% 的质量，几千年后它们就将消亡，显然它们的寿命取决于它们的运转周期。此外，有时彗星过分靠近太阳，就会毁于太阳的高温之中。有一些彗星由于潮汐力的作用，彗核会分裂成碎片，这就是有些流星群的发祥地，这一点我们在第五部分中已经介绍过。有些彗星的年龄是由于恒星摄动使他们离开奥尔特云中的平静生活，象稀客一样来到我们这里，

或者是在大行星的影响下被迫作为常客来到我们这里。它们的数目和出现频率能帮助我们估计它们在奥尔特云中的总数。据计算，奥尔特云中的彗星不少于 10^{11} 颗，也就是说大约为 1000 亿颗。

彗星在奥尔特云中的演化过程，已经比较清楚了，然而关于彗星的起源仍然处在推测和假说阶段。根据我们对彗星的物质成分和结构的了解，可以认为彗星起源于 - 170℃ 以下酷寒的环境中，同时也可以认为它们从未长期暴露在高温中，这一点把它们的起源限制在远离太阳的地方。最近的观点认为，彗星起源于原始太阳星云旋转碎片，是形成太阳和大行星的稠密星际云的一部分，起先是气体分子、水、二氧化碳和其它物质。后来凝聚成硅尘微粒，以后又逐渐积累成较大的粒子。

古人把彗星看作是不吉利的象征，视为洪水猛兽，这自然是迷信、不科学的无稽之谈。但是在彗星出现前后，地球上常常出现一些异常现象，却也是事实。例如在哈雷彗星出现的前后，常伴随有酷暑、干旱、寒冷等异常气象发生。1835 年哈雷彗星回归时，世界各地出现天灾，在日本则有“天保大饥荒”出现，这是德川幕府时代最大的饥荒，饿死人口有 20 万—30 万，为此还发生了全国性的大暴乱。

1910 年哈雷彗星再次归来，在日本东京发生了明治时代最大的水灾，死者 53 人，伤者 170 人，河水淹没了 195000 户人家的房屋。这些天灾与彗星的出现，是偶然的巧合，还是确有某种联系？确实需要人们思考和研究。现在许多科学家，甚至是第一流的科学家都在从事这个问题的研究和探

讨，他们提出了各种各样的看法和假说。

关于彗星和地球的相撞问题，尤里和霍伊尔做了认真研究。尤里是美国化学家，他曾因发现重氢获得 1934 年诺贝尔奖金。霍伊尔是英国天文学家，稳恒宇宙学*的创立者。他们两人都认为，地球和彗星相撞的可能性是毋庸置疑的。

每年新发现的彗星有 4—5 颗之多，像彗星这样的天体与地球相撞几率是 $1/4$ 亿。如果每年出现 4—5 颗新彗星，那么每 8000 万年就可能与地球相撞一次，实际上每上新出现的彗星还不止这些，只不过由于它们过于暗，没有被发现而已。如果把这个因素也考虑进去，那么每年新出现的彗星至少是 4—5 颗的 10 倍，这样彗星只需要 800 万年就可能与地球遭遇一次。

地球从诞生以来，已经有 45 亿年以上的历史了，按上面所说的频率计算，那么与彗星遭遇至少已经有 560 次了。当然，这是以现代的观测资料为依据而推算出的估计数值，如果这个估数是 1 或 2，当然可以主张地球与彗星不会相撞，但现在的估算数是 500 次以上，我们不能不得出相反的结论。

彗星与地球相撞，会对地球造成什么影响呢？霍伊尔认为，它可能是地球出现冰河期的原因。这实在是个大胆假说，因此遭到了许多学者的反对。

霍伊尔认为：在彗发的中心部位有冰核，由于太阳的照射，分子被蒸发而形成彗发，又在太阳风的吹拂下形成彗尾。彗核的质量大约是 10^{18} 克左右，因彗星亮度的不同有上下 100 倍的浮动。彗核是由水、氰化氢、乙腈、二氧化碳等冻结而成，并混入尘埃。彗星也许是在原始太阳系内形成的，

也许是在星际气体中形成的，总之，它具有与此类似的成分。星际气体中尘埃占 1% 左右，彗星中尘埃的含量要稍高些。

彗核一冲入地球大气，具有马赫数大约为 100 超音速，由于冲击波而产生压缩热。当然如果考虑到有的彗星即使从太阳表面掠过也还依然存，那么冰核也许是不会完全溶化的彗星冲入地球之后，立刻把大量微粒子撒向大气层，即使是小彗星（质量在 10^{16} 克左右），1% 的尘埃也有 1 亿吨啊！如此大量的尘埃就象火山灰一样覆盖了地球，使地球所接受到的日照量急速下降，但海水的热容量很大，难于冷却，在此不断蒸发，陆地气温低，水蒸汽形成冰雹降了下来，这样陆地就很决地为河所覆盖。这个过程需要 1—2 年的时间。

以上就是霍伊尔的冰河彗星原因说的主要内容。

尤里与堆伊尔的看法恰恰相反，他认为：彗星的到来人使地球的气温升高。以哈雷彗星为例，它的运行速度相对于地球来说达到 70 千米/秒。彗星相对于地球所具有的动能是 3×10^{31} 尔格，最终这些能量应该变成热能，如果将这些能量用来加热地球大气，那么它能使地球大气升高 200 。如果彗核落入海水中，能使海水升高 1.5 。如果这些能量用于激起地球的震动，可以与 10 万年间的地震相匹敌。

万里认为，彗核如果与地球大陆相撞，由于压缩加热的作用，将产生爆炸，能量将变成地震能和热能，这样在广大的区域将出现“灼热的地狱”，生物将灭亡。幸存的生物再大量繁殖，于是就进入新的物种时代。

万里的彗星灼热地狱说和霍伊尔的冰河彗星原因说，究竟哪一个正确呢？瑞在尚无定论，也许他们的观点都有既正

确又不尽完全正确的地方。总之，他们都在试图探讨彗星对地球气候的影响。此外，霍伊尔还着重讨论了彗星对地球生命的作用，提出了地球生命起源于彗星的新颖假说。

上文中我们提到彗星核中含有氰化氢（HCN）、乙腈（ CH_3CN ）等有机物，霍伊尔认为其中甚至还含有氨基酸。这些多量的有机物在彗核的环境中，不断地进行化学演化，逐渐形成复杂的有机分子，最终形成细胞，于是生命诞生了。这就是霍伊尔的理论。

在彗星内形成的生命大概是细菌。彗星一接近太阳，表面就蒸发，其中发生生命体就被抛撒到行星际空间，有一此则落在了我们地球上，这就是地球使用的开始。以后生命又顺应地球的环境演化、繁殖和发展。

从某一点来说，霍伊尔的假说是非常有趣的。在第三部分我们曾介绍过，最近生命的地球自然发生说发生了困难，霍伊尔的假说为生命的起源问题找到了新的出路。如果彗星中发生过生命，那么这是有可能被检测出来的。同时，如果彗星至今仍然含有原始形的生命，那么就会对地球不断地产生影响。可见，探讨彗星对地球的影响是很有意义的一大课题。

大约距今 2 亿年前，最早的爬行动物开始出现在地球上。那时候地球上各地气候稳定，到处生长着象羊齿、苏铁、银杏、松柏的裸子植物。

裸子植物森林是动物的良好住所，在林木护卫之下，爬行动物迅速繁殖，种类日益增多，达到了极盛、堪称恐龙世界的黄金时代。陆地上有恐龙；水中有鱼龙、蛇颈龙、幻龙、

沧王龙等；在空中有翼龙。整个地球简直成了“龙的世界”。有的恐龙高达 30 余米，体重达 85 吨之多即使是翼龙，也比现代的直升飞机大得多，巨型皮翼伸展开来长达 6 米。总之，恐龙是动物世界中体格是魁梧的动物。然而，现在我们却不能欣赏这类动物一饱眼福了，只有到自然博物馆去观赏巨大的恐龙化石了。

这样的爬行动物不可一世地在球上称霸了 1 亿多年。但是，俗话说得好“月圆必缺”。距今 6500 万—7000 万年前，一场大灾难席卷地球。灾难使恐龙、鱼龙、翼龙都消声匿迹了。现代发现的恐龙化石达 230 多种，但没有一种保留下来。

在漫长的地球变迁史上，某种动物的消亡是司空见惯的。例如猛犸的灭绝，仅仅是猛犸这个种族消失了，但其它的诸如非洲象、印度象都遗留下来了。但是恐龙的情况完全不是这样，它是整个家族一举复灭。当然，这不是一夜之间骤然发生的事情，但的确是在一个不太长的时期内（比如说 100 万年）发生的事情。这是地球以前从来没有经历过的一件悲惨事件。

与恐龙同时灭绝的还有石菊。石菊是身長超过两米，具有巨型外壳的软体动物。在上一次大灾难中，即古生代末期（科学家们把地球的历史分为太古代、远古代、古生代、中生代和新生代五个时期，古生代末期距今大约是 2 亿年）的那次大灾难中，著名的三叶虫不见了，但石菊却幸存了下来，在海洋中继续大量繁殖。

在中生代占主宰地位的恐龙和石菊都同时灭绝了。奇妙的是在中生代不引人注目的原始哺乳类、原始鸟类和同是爬

行类的蛇、龟等动物，都经受不住了大自然的严酷摧残，顽强地生活站，默默无闻地担负着繁殖下一代动物世界的重任。

在中生代末期，地球究竟遭遇到了什么性质的大灾难呢？是什么力量把强大的恐龙王国居然消灭得干干净净了呢？真是一个耐人寻味的谜，许多人根据自己的研究和探讨，做了五花八门的解释。

有的学者提出，恐龙的灭绝归于气候的剧烈变化。在恐龙的全盛时代，地球上没有秋冬之季，常年恒热如夏，植物青翠茂盛。素食为主的恐龙，食物丰富，体魄健壮。肉食类恐龙以素食类恐龙为食粮，如鱼得水，攸哉，美哉！这样，动物与植物，素食恐龙与肉食恐龙相信为命，共同繁荣，好一派生态平衡。

但是，中生代中期以后，气候剧烈变化，由于造山运动，各地大山脉先后迭起大陆干燥，海洋加深，四季变化经纬分明。结果，到了冬季许多植物枯死了，即使在炎热的夏季，裸子植物也出现了锐减的景况。如果是普通动物，随着环境的变化改变本身的生活习惯就是了。然而，恐龙在长期温暖潮湿的气候条件下，“养尊处优”已经变得十分特殊化了，躯体庞大，即使稍稍活动一下也很困难，根本就没有寻觅新食物的能力，即使它能四下寻觅，也免不了饥寒交迫！于是，素食恐龙的毁灭已是不可避免了，随之肉食恐龙也就失去了生存的条件，走上了死亡的道路。

以上是一种解释，也有人人另外的角度探讨这个问题。有的学者认为气温低劣，使恐龙丧失了繁殖能力。

爬行动物一般是靠太阳光的热量来孵化卵的。如果整个

地球都气候低劣，卵的孵化容易失败，即使恐龙勉强被孵化出来，也容易死亡。这是导致恐龙灭绝的主要原因。

还有人提出了截然不同的看法，认为地球过暖是恐龙灭绝的原因。他们指出，雄性爬行动物的性腺对热度敏感，温度过高，就会引起不妊症，人而造成恐龙的消亡。

地球变冷也好，变热也罢，不论哪种变化都不能做出令人信服的解释。因为很难使人相信某些地区不保持适度的气温，并且海洋应该是不受影响的，为什么鱼龙也消失了呢？因此后来双出现了各种假说。

有的学者认为，在中生代末期，植物界也发生了很大变化。在中生代占统治地位的裸子植物，逐渐由被子植物取而代之。于是，恐龙的食物发生了巨大变化。长时间吃苏铁、羊齿的恐龙，突然改吃柳树和桑树之类，其苦处是可想而知的。裸子植物柔软多汁，被子植物则是坚硬的树皮。素食恐龙为了啃食坚硬的树皮，必须有锐利的牙齿，可惜这类恐龙并不具备这一“工具”。

此外，恐龙为了支撑它的庞大躯体，必须大量进食。羊齿等植物里含有羊齿油，可以起下泻的作用，所以尽管吃得多，也不会发生便秘现象。便被子植物中没有象羊齿油那样的下泻成分，因此，恐龙一旦大量食用这种植物，就会发生便秘现象，食而不便，唯有死亡。

生物硷中毒说认为，羊齿、苏铁等植物中含有大量生物硷，生物硷中含有吗啡、尼古丁、番木硷等多种有毒物质。恐龙长期以这种植物为食，体内积存了大量生物硷，从而引起中毒症状，使神经麻痹，以致死亡。

尤其到了中生代末期，地壳和气候等环境发生了剧烈变化。羊齿、苏铁等植物为了抵抗恶的环境而勉强生长，结果机体中积存了更多的生物硷。这些有毒物质大量进入恐龙肚腹，终于导致了恐龙的死亡。即使恐龙不是吃这些有害物质而直接死亡，至少这种逐渐储蓄恶劣影响，也会在子孙后代身上体现出来。如果说繁荣时期的恐龙，还能适应食物中的少量毒素，具有克服危机的能力，那么，中生代末期的恐龙已经是老态龙钟了，因而毫无抵抗能力，稍有一点有毒物质，就会影响其生命，更何况羊齿等植物中有那么多生物硷呢！

地面上阔叶林增加，空气中的氧气也大量增加。结果恐龙必须在氧气比以前多得多的空气里生活，氧气量过多，恐龙不得不以更大的速度消耗自身的能量，这样即使吃得再多，也会出现严重的营养不良现象，吸收赶不上消耗，这当然会造成恐龙的死亡。

此外，有人根据对 1883 年印度尼西亚喀拉喀托火山大喷发的观测作出了如下推测：如果与这次火山爆发相匹敌的火山爆发在 10 年内发生 10 次，那么，从火山中喷出的火山灰将遮住太阳，地面的温度平均要下降 3—5℃，如果发生 20 次，那么气温将平均下降 5—10℃。

因此，这样的现象如果在 10 年这样短促的时间内反复发生的话，对很多生物都会造成不可低估的影响。突然大幅度降低温度或生物直接死亡，或会使生物生病而降低繁殖能力，其结果就会造成整个生物种的复灭。

中生代末期是地壳变动活跃的时期，目前世界上最高的喜马拉雅山就是在这个时期形成的，此外还有欧洲的阿尔卑

斯山。在这样一个地质大动荡的时代，喀拉喀托级的火山爆发肯定会屡见不鲜。或许这就是恐龙灭绝的主要原因吧。

在探讨恐龙灭绝的各种假说中，最有趣的莫过于种族老说。正如一个单体生物有诞生、成长、衰老、死亡的过程一样，作为生物的各族也有其诞生、成长、衰老以至灭亡的过程。

生物的种族在演化发展的过程中，为了适应环境，不得不取各式各样的形态，有的形态奇特无比、难以想象。在中生代末期，身体各部位异样发展，奇形怪状的恐龙很多，这是恐龙这个种族已经老化的证据。所以，恐龙的灭亡不是地球演化史上特殊事件，而是自然演化中的必然结果。

不少人认为，恐龙的消亡是与一个新兴起的动物群——哺乳动物的竞争失败息息相关。当2亿多年以前的恐龙在地球上出现之后，哺乳动物也在脊椎动物的进化中诞生了。哺乳动物有能够保温和隔热的毛皮和脂肪组织，这使它们能够在寒冷地区生活。哺乳动物的身体上还有蒸发汗水的腺体，能排出汗水使体温降低，这样又能使它们在较高的温度环境下生活，而恐龙却没有这样的器官和机能。恐龙的身躯虽然庞大，但脑子却小得可怜，而哺乳动物的脑子不但高度分化，而且由于大脑皮层发达，高级神经活动与恐龙相比，已经占尽优势。哺乳动物的牙齿有门齿、犬齿、前臼齿、臼齿之分，取食顺官已经更加完善，这样它就能吃多种多样的食物，这一点更是恐龙望尘莫及的。另外，除了少数哺乳动物是卵生的以外，绝大多数都胎生的，用乳汁哺育后代，还有保护和“教养”幼儿的能力。而恐龙多是卵生的，不照管子，这

样哺乳动物在子孙的成活率上比恐龙要优越得多。

哺乳动物在刚刚兴起的时期，由于恐龙占据了生态圈，它们是受到抑制的，所以还处在弱小的地位。但随着哺乳动物的日益增加，竞争能力也就与日俱增了。尤其到了中生代末期，环境发生了根本性的变化。笨拙的恐龙不能从身体机能上进行根本性的改造以适应新的条件，而且，更不幸的是，有些哺乳动物还以恐龙卵为食，在哺乳类逐渐增多的情况下，恐龙卵就会被吃得一干二净，于是，恐龙不得不退出自然历史的舞台而让给新兴起的哺乳动物。

几年以前，一个标新立异的假说在苏联发表了。这个假说认为，恐龙的灭亡是一种宇宙规模的事件促成的，这种事件就是迷人的超新星爆发。

超新星爆发涉及到恒星演化的问题，为了便于读者理解问题，我们认为首先简略地介绍一下天体的来龙去脉是很有必要的。

恒星是由飘浮在宇宙中的气体和尘埃凝聚而成的。最初的气体 and 尘埃是冷的，也不会发光，后来这些物质相互粘结，而且象滚雪球一样愈来愈大，自身的引力亦逐渐增大，于是，引起收缩。收缩的结果使其中心部位压力增大，温度也逐渐升高，久而久之，当中心部位的温度超过摄氏 1000 万度时，丰富的氢原子核开始燃烧，并转化为氦原子。这种反应放出巨大的能量，使其明亮发光，于是一颗恒星就诞生了。这时恒星不再收缩，达到了平衡状态。

至于“恒星”一名的由来，完全是古人的误解，我们知道，在夜晚所看到的繁星点点，除了象水星、金星、土星、

木星等少数大行星慢游移之外，绝大多数都是恒星。它们一个个如同钉在天幕上的银钉，亮晶晶的，一动也不动。古代的人们曾经对它们观察了千百年，但是，看到的仿佛总是一切如故，没有什么变化。所以，就给它们起名叫“恒星”。其实恒星不恒，让我们接着介绍达到平衡态之后的恒星演变。

在恒星内部，核聚变反应无休止地进行，氢原子接连不断地变成氦原子，在中心部位形成氦核。氦核不断收缩引起温度升高，随着温度的升高，核聚变反应更加快了，相应的氢原子进一步增多，这样循往复，恒星内部的温度越来越高，气体压力越来越大，恒星变得非常明亮。当氢燃烧完毕时，由于平衡态遭到破坏，星体发生膨胀，而当恒星的中心部位的温度超过1亿度时，氦就开始了热核反应，并转化为碳原子，从而使恒星内部的压力增高，于是，出现了新的平衡。氦燃烧完了之后，还会发生碳转化为氧和镁，氧转化为氖和硫的一系列热核反应，这个过程中，平衡、破坏平衡几经反复，恒星内部的温度也不断升高，直至最后恒星的内部的物质全部转化为稳定的铁元素为止，这时恒星内部的温度已经高达几十亿度了，恒星再也不能达到平衡状态了，于是，恒星的晚年来临了。

像太阳这样大小的恒星，进入晚年（大约还需要50亿年）之后变得既暗小又干瘪。但质量为太阳质量数倍乃至几十倍的恒星，它们的衰亡要经过十分剧烈的转变。由于它们质量大，引力作用强，在这样情况下，恒星一旦核反应结束，向心的引力失去了它的平衡力，不再是缓慢地收缩，而是迅猛异常地坍缩。

剧烈地坍缩使核心部分压缩到密度极高的状态，同时，又向外发出强烈的冲击波，使恒星物质猛然向星际空间抛射，这就是超新星爆发。这时作为一颗恒星就结束了它的一生*。

读到这里，读者或许会问，“超”字的含意是什么呢？要回答这个问题就得先解释一下什么是新星。

新星并象它的名称那样新诞生的星。实际上它是老态的星星，平时不容易观测到，但有时它突然明亮起来，古人以为这是新诞生的星星，故而称为新星。在新星中，有的特别明亮，被称为超新星，可见“超新星”是超级“新星”的意思。新星和超新星都会逐渐变暗以至最后消失。

超新星爆发使整个星体都爆炸开来，因而非常激烈。相比之下，新星爆发的规模要小得多，只是星体的外表层被炸开。这所以有这样的差别，是因为两者的质量不同造成的。这个质量的界限大约是太阳质量的3—4倍。也就是说，太阳质量3倍以上的恒星，以大爆炸结束自己的一生，成为超新星。太阳质量3倍以下的恒星就只能成为新星。

超新星爆发的规模大约是新星的1000倍，新星每年可以发现10颗左右，而超新星数百年才能发现一颗。

在距今900多年以前的1054年，在金牛座*出现了一颗超新星，最亮时连白天都能看到，在爆发后的两年内，肉眼都可能看到。关于这颗超新星在我国和日本都有记载，其中以我国的记载最为详细。在我国的《宋会要》一书上有这样的详细记述：“嘉祐元年三月，司天临言：‘客星没，客去之兆也。’初，至和元年五月晨出东方，守天关，昼见如太白（即金星）芒角四出，色赤白。凡见二十三日。”

这次超新星爆发的遗迹，现在已经变成气体尘埃，它的形状活象一只其大无比的螃蟹，所以，叫做蟹状星云。蟹状星云的气体现在仍然以 200 千米/秒的高速度向四面八方扩散。据计算，这次超新星爆发所释放的能量是太阳能量的 1 亿倍呢！

关于超新星的知识就介绍这么多。有了超新星的知识，咱们就该回过头来具体谈一谈超新星爆发与恐龙灭绝的关系了。

苏联科学家西科罗夫斯基认为：超新星爆发是恐龙灭绝的原因。

1054 年那次超新星爆发，由于距离我们地球远达 6300 光年，所以几乎不对地球产生危害。但是，如果距离非常近，例如在太阳系近旁的 100 光年范围内，发生角蟹状星云那样的大爆炸，那么降落到地球的放射线将是现来自于宇宙的放射线总和的 10 倍，这就会对地球上的生物构成破坏性的影响。

根据西科罗夫斯基的计算，在银河系范围内几百年将发生一起超新星爆发。但是，如果将范围缩小到太阳系周围 100 光年的范围内，就是几亿年才发生一次超新星爆发。

7000 万年前，在太阳系的近旁，就发生了一次这样稀有的超新星爆发。这就是西科罗夫斯基的假说。超新星放射出大量强烈的放射线，整个地球都被污染了，生物“泡”在放射线的“雨”里，无可奈何地纷纷倒下去了。

恐龙一定非常软弱，它的身躯庞大，没有防护的能力，也不能钻进洞穴躲藏起来，只好在任凭放射线侵袭，于是机

体的细胞被破坏，患上癌症而死亡。即使不直接死亡，也会生山畸形后代，引起遗传上的变异和不妊，最终导致种族的灭绝。这种后果只要试想一下日本广岛遭受原子弹的危害就容易理解了，更何况原子弹爆炸所造成的危害与超新星爆发带来的危害相比是微不足道呢！

但是，能隐藏在地下和洞穴的生物要以少受其害。所以，巨大的恐龙灭亡了，而比较小的原始哺乳类和爬行类中的蛇、龟等地都幸存了下来。

西科罗夫斯基测量了莫斯科古生物学博物馆内的恐龙和其它爬行动物的骨骼中的放射线含量比前期高得多，这表明在中生代末期发生过使地球上的放射线爆发性增加的事件。

美国堪萨斯大学的特里和莱斯大学的塔克，就太阳第周围超新星爆发的频度，作了估算，他们指出，地球每 1000 万年就可能受到一次为目前 7000 倍量的放射线的轰击。这个频度要比西科罗夫斯基的计算结果大得多。这表明地球有被来自于宇宙的放射线“洪流”淹没的危险。

关于这个问题，西德波恩大学的厄尔本提出一种非常有趣的看法。他指出，在恐龙生存的最后阶段，它们生的卵具有非常厚的壳，这可能是一种由于变异造成的出生异常。幼恐龙脱壳而出是困难的，出生越来越小，在这种变异和其它变异的影响下，整个恐龙种族就都灭绝了。

关于地球上放射线含量爆发性增大的原因，苏联科学家波哥斯罗夫斯基有另外一种与西科罗夫斯基稍有不同的看法。他认为，7000 万年前，整个太阳系遭受到强烈的放射线“洪流”的袭击，是确定无疑的。但是，这种袭击不是由超

新星爆发引起的，而是由于太阳系从银河系中的放射性物质“流”中穿过造成的。

现在我们知道，银河系是直径为 10 万光年的巨大圆盘状的恒星集团，圆盘上有明显的旋臂。我们的太阳系位于距圆盘中心大约 30000 光年的地方，在这个位置上环绕银河系中心旋转，放置一周需要 2.5 亿年。

但是，在银河系中有从中心放射出强烈放射性物质的部分。7000 万年前，太阳系从那里通过，于是强烈的放射线袭击在地球上，使恐龙一举灭亡了。

超新星爆发说也好，放射性物质流说也好，现在都还没有什么充足的根据，因此也不能判定谁是谁非。但是，他们都是从大宇宙中去探讨恐龙灭绝的原因，因此，都不失为最富于魅力的想法。

进入 20 世纪 80 年代以来，关于恐龙灭绝的最新解释是小行星碰撞说。本书的第二部分对小行星已经作了扼要介绍。

1980 年在英国《自然》周刊和美国《科学》周刊上发表的文章中，用一个小行星碰撞地球来解释恐龙的灭绝。做这项工作是以阿尔瓦兹教授为首的、由地质学家和化学家组成的加利福尼亚大学研究小组。他们调查 6500 万年前的地层堆积物，发现铱的含量异常的高：与这个地层上下的地层相比，在新西兰达到 20 倍，在意大利达到 30 倍，在丹麦更高达 160 倍。

通常在地球表层，铱的含量是非常低的。阿尔瓦兹认为，不可能是地球的内在原因造成铱含量的异常，必须从地球以外去寻找原因。

但超新星爆发不能造成 6500 万年前地层内铱含量的异常。所以，阿尔兹从太阳系内去寻找答案。最后，他的结论是：这是小行星碰撞造成的。

他认为 6500 万年前，一颗小行星与地球相碰撞，造成环形山，同时卷起的尘埃到地球大气的平流层*，覆盖了整个地球，正象印度尼西亚的喀拉喀托火山和其它大火山爆发所造成的后果那样。不同的是，这次的云层又厚又密，以至在数年内阳光不能穿透它。青草绿叶因而不能生长，恐龙和许多绿色饲料为生的动物种族，以及其它依赖太阳光生活的有机物，都绝迹了。分析丹麦 6500 万年前的地层，发现了 9 种含有铱的贵重金属，与典型的陨石很相似。这也许可以作为小行星碰撞地球的证据。

这颗小行星的威力有多大呢？阿尔瓦兹小组对此做了估算，他们认为，这是一颗直径为 10 千米左右的小行星，小行星以 25 千米/秒的速度与地球相撞，把几千倍于本身能量的沙土尘埃抛到空中，地下留下一直径为 200 千米的坑穴。在沙土尘埃的阻挡下，射到地面的太阳光大大减弱，只有正常情况下的 $\frac{1}{1000}$ 万，形象地说，太阳只相当于满月时亮度的 $\frac{1}{10}$ 。如此天昏地暗，其威力之大是可想而知的。

1968 年诺贝尔物理学奖金获得者阿尔瓦兹提出的小行星碰撞说，为揭示恐龙灭绝的原因开辟了一条新途径。

二、彗星撞击木星

1994 年 7 月 17 日至 22 日，“苏梅克—利维”9 号彗星的 21 块彗核碎块，以每秒 60 千米的速度先后撞击到木星上。这是人类从未见过的极其罕见的天象。

1. 偶然的发现

1993 年 3 月 24 日，几位天文工作者在美国帕洛玛山天文台，通过一架口径 40 厘米的施米物天文望远镜进行巡天观测，观测的天区是天秤星座，目的是搜索接近地球的小天体。由于天气不理想，观测者对这次观测结果没抱什么希望。

但是，参加观测的卡罗琳·苏梅克女士还是认真地证认，核实观测资料。在检查中，她突然从胶片上发现一个长方形的露光影迹。这是什么？是天体？天体怎么会是长方形的呢？哪有长方形的天体呢？是观测中的失误吗？也不会。因为在前两张胶片上都有这个影迹，而且它在星空背景上有位移。

心细如丝的卡罗琳突然想到这可能是一颗彗星——一颗被“压扁”的彗星。观测者们进行了一个多小时的讨论，最后判定为彗星。但是，还需进一步证认。他们马上请求美国基特峰天文台詹姆斯·斯科特给予再观测确认。3 月 26 日，斯科特使用口径 90 厘米的天文望远镜观测，很快证实这是一颗慧核已分裂的彗星。这就是被命名为“苏梅克—利维”9 号的彗星。这一发现韧带传遍世界，引起天文学家信的浓厚兴趣。

“苏梅克—利维”9 号彗星的名字代表了三位发现者，他们是尤金·苏梅克、卡罗琳·苏梅克、和戴维·利维。这是他们合作发现的第 9 颗彗星。尤金·苏梅克是美国队地质勘探局天文部的负责人，他从 1980 年起，专门主持对近地小行星的观测和研究工作，时年 66 岁；卡罗琳·苏梅克是尤金·苏梅克的妻子，时年 65 岁，她是一位天文爱好者，对观测彗星

有极大的兴趣，有很丰富的观测经验，也有很大收获。

她从 193 年发现第一颗彗星起，到 1992 年的 10 年间共发现 32 颗彗星。其中自己独自发现 27 颗彗星。仅 1991 年一年，她就发现 9 颗彗星。27 颗和 9 颗都打破了世界记录。她被誉为“彗星老太太”。法国马赛天文台的詹·路易·庞斯，从 1801 年至 1827 年共发现 27 颗彗星。他的世界冠军记录一直保持到 1991 年。卡罗琳·苏梅克与戴维·昨维从 1980 年至 1993 年合作，共同发现 9 颗彗星。戴维·利维是一位年青的天文爱好者，也对彗星观测工作作出过很大的贡献。他除与别合作观测外，自己也发现好几颗彗星。这三位都可称为捕捉彗星的猎手。

2. 探索与预报

木星和“苏梅克—利维”9 号彗星都在天秤星座。天文学家们决心把彗木之间的关系搞个清楚。1993 年 3 月 27 日，美国夏威夷莫纳克亚天文台拍摄到这颗彗星彗核分裂成 21 块碎块的照片。此后，美国基特峰天文台和哈勃空间望远镜也都相继拍摄到同样清晰的照片。

天文学家们最拿手的好戏是根据观测数据算出彗星的轨道。计算结果表明，这颗彗星绕太阳运动的周期约 11 年。当它从木星身边穿过时，被木星引力捕获。彗木之间的关系被揭示了。那么发展的趋势如何呢？进一步计算又有新的发现。

原来这颗彗星是 1992 年 7 月 8 日离木星最近，距木星表面约 4.3 万千米。正是在这时，彗核被木星引力拉碎，彗星变成绕木星运动的一个群体。1993 年 7 月 14 日，它距木星最远，距木星表面约 5000 万千米。破碎后的彗星在空间分布

约 500 万千米。根据这种运动趋向，预计它将在 1994 年 7 月 17 日至 22 日之间，先后撞击到木星上。1993 年 5 月 22 日，美国哈佛史密松天体物理中心的科学家布莱恩·马斯登发表了上述爆炸性的新闻。

后来，约曼斯顿又进一步预报这颗彗星将撞到木星的南半球中纬度地带。这项预报引起全世界科学界的关注。它预报的虽是天文问题，但是它却是当代科学与技术的整体水平。

3. 撞击与观测

这项预报震惊了全世界，掀起了观测“彗撞木”的热潮。天文学家们纷纷做多种观测准备，有可见光，有红外，有紫外，有射电，还有空间观测，甚至把正在飞向木星的“伽利略”号探测器也调动起来观测这一撞击现象。观测条件在地球南半球最为理想。因此，天文工作者不远万里到南非、澳洲、南美，甚至到南极。

我国北京天文台、上海天文台、云南天文台和紫金山天文台等，都投入了这场空间的观测。正如预报一样，彗星 21 块破碎的彗核先后撞击在木星的南半球。撞击过程中，在木星上空出现了爆炸，形成了火球，发出了闪光，在木星大气中残留下黑斑。使天文学家们大饱眼福，目睹了一次太阳系内天体之间罕见的撞击天象，从而大大增强了人类对彗星、木星和撞击事件的认识。这次撞击事件的特点是：预报准确，撞击规模巨大，持续时间久，撞击现象清晰，给天文学家们留下许多思考和启迪，在天文学史中留下难忘的一章。

三、哈雷彗星

历次哈星雷彗星的出现都震慑人们的心灵。

公元 66 年，哈雷彗星的出现曾被看作是耶路撒冷灭亡的先兆。那一年耶路撒冷的居民不堪忍受罗马的暴政，奋起反抗但寡不敌众被罗马军包围。这时恰恰相逢大彗星出现，历史学家约瑟夫写道：“在耶路撒冷上空，火剑高悬，并且真的落了下来。”不久耶路撒冷陷落了。后世的占星家认为，这颗彗星是告诫犹太人即将灭亡的恶魔星。

公元 218 年，这颗“骇人的熊熊燃烧的星”在罗马皇帝麦克里纽斯列出现，被认为是不吉利的凶兆。

公元 451 年，哈雷彗星归来之时，欧洲正遭到匈奴人的攻击，陷入混乱。勇将阿埃迪乌斯率领的罗马与日耳曼部族的联合军在查伦一战，大破匈奴王阿提拉的军队，挽救欧洲。可是，这次战役后瘟疫在欧洲流行，夺走了许多人的生命，人们把这些灾难又归咎于彗星。

1066 年，诺曼地公爵威廉举兵攻入英格兰，和英王哈罗尔大战于英格兰的东南海岸。这年春天，海斯丁战役前五个月，正逢哈雷彗星出现，战争中哈罗尔大败，威廉在伦敦加冕称帝。所有的欧洲人都把这颗彗星看作是英格兰被征服的先兆。历史学家写道：“诺曼地人在一颗彗星的引导下入侵英国。”威廉的妻子玛特尔德织了一幅描绘这一事件的彩绣：一群安格鲁-撒克逊人手指彗星，惊恐万状，一个臣民向哈罗尔国王禀告这件事，国王在御座上吓得身子摇晃不安。这幅著名的彩绣至今仍然保存在法国巴耶城的博物馆里。英国国王在他们的王冠上铸有彗星花纹，据说是为了纪念这次海斯丁战役的耻辱。

哈雷彗星最有名的一次出现是在 1456 年，正是土耳其人

占据君士坦丁堡三年以后。欧洲人处在下列可怕的消息所造成的恐怖中，传说圣苏菲教堂已经改为清真寺，所有的基督教徒都被绞死或者遭受奴役，大家正在为基督教面临灾难而担心。1456年5月27日彗星出现了，据当时历史学家们说，那颗彗星非常大，尾巴之长横贯黄道两个宫*，换句话说长达 60° ，它金光灿烂，具有摇荡的火焰般的姿态。人们仿佛在那里看出神的怒气，它的出现增加了战争的恐怖。当时教皇卡里克斯特三世命令一切信奉基督教的王族，群力共御回教人的侵略，并叫信徒热烈地祈祷。所分颁发的诏命里其中有一条规定正午鸣钟叫人重作晚祷礼拜（以1318年约翰22世已规定晚祷。1456年又有午祷。到了1472年路易11世便把这两次礼拜固定成为习俗）。

我国天文学家张钰哲也探讨了这个问题，他认为我国最早的彗星记载可追溯到武王伐纣的年代。古书《淮南子·兵略训》中说：“武王伐纣，东面而迎岁，至共头而坠。彗星出。而授殷人其柄。”据张先生的推算，这是公元前1057年哈雷彗星出现的记录。当然，这两种说法还未得到公认。但古书《春秋》所载鲁文公十四年即公元前613年“秋七月，有星孛入于北斗”却是千真万确的，这是世界上公认的第一次关于哈雷彗星的记载。

第六节 昙花一现的流星

一、陨石

1. 陨石事件

1954 年 11 月 30 日下午，在美国阿拉巴马州西拉科伽镇，霍奇斯夫人正躺在自己家中的沙发上，悠然自得地睡午觉，突然一声巨响把她从睡梦中惊醒，一瞬间她以为是气炉爆炸或是烟筒倒塌，但冷静一看，只是一块石头滚到沙发旁边，她感到左腰很痛。原来，一块石头自天而降，凿穿屋顶、撞在收音机上弹了过来，正好打在霍奇斯夫人的左腰上。这块石头长 17 厘米，重 4.5 克，鉴定的结果表明，这是来自于宇宙的一块陨石。

1938 年 9 月 29 日早晨，美国伊利诺斯州宾德镇的一位妇女。听到一物体与地面撞击的声音，她想，可能是一架飞机失事了吧，她巡视四周，并没有什么坠落的飞机，不久在离她 15 米的汽车房里找到了一块 2 公斤重的石头，经检验是一块陨石。这块陨石打穿屋顶击在一辆汽车上。这是人类史上第一次陨石砸伤汽车的事情。

陨石危及人类的事情多的很，最有名的是 1847 年 7 月 14 日发生波希米亚（在捷克斯洛伐克西部）布朗娜鸟镇的事件。那一天一块重 20 公斤的陨石砸破一位居民的屋顶，飞入正在熟睡的三个孩子的屋里，溅起的泥土飞扬在床上和被褥上，所幸的是三个孩子安全无恙。

在英国伦敦大英博物馆刊的陨石目录表中，列为第一号的是阿波陨石。这块落在日本的陨石，从字母的顺序来说，排在首位是无可非议的，但是，它还有一段有趣的故事呢！

1927年4月28日，日本茨城县稻敷郡阿波村一个叫栗山千代的五岁女孩，在院子前边玩耍，突然她的头被砸了一下，她大声大哭叫起来，家人急忙赶来，小女孩的头部鲜血直流，旁边有一块小石头。这块小石头是陨石吗？周围舆论哗然了，许多国家的天文书籍都这样介绍，大英博物馆甚至把它列为陨石目录的第一位。遗憾的是，后来的研究结果表明，这块石头并不是什么陨石，因而也就从陨石目录中把它除掉了。

然而下面这件事却是真的。1958年11月26日下午3时许，日本埼玉县大里郡冈部村，一位叫做琦正雄的农夫正在麦田耕作，忽然一声巨响，在离他2—3米的地方，落下一块小炮弹那样的东西，他慌忙跑过去一看，在表土下面70厘米的深处，有一块拳头大小的黑石头，经鉴定是陨石，重200克，被命名为冈部陨石，现在保存在东京科学博物馆里。

例如在我国，公元616年即隋大业十一年，陨石把卢明月的营房打破了，还压死了10余人。公元1512年即明正德七年，峰县陨石毁官民房屋1000多是，并且连城外的树木也烧毁了。公元1513年，丰城坠落大陨石烧了2万余家。又如公元1511年意大利米兰有一个人被陨石击毙。公元1790年法国一位农夫死于陨石之“手”。公元1825年和1871年，在印度也发生了两起类似事件。

更有甚者，是陨石与航行中的船只和飞机相撞。1907年

和 1920 年，在大西洋分别观测到两次陨石坠落在汽船近旁的事件。事实上帆船受到陨石的伤害而沉没的事件也发生过。1908 年 2 月，美国货船埃克里浦斯号从澳大利亚的纽卡尔港驶往美国的圣弗兰西斯科，行至距夏威夷 900 千米的海域，遇到大风暴，忽然一个大火球自天而降，折断船杆，击断船首，沉于海中，船员惶惶转乘救生艇逃命，漂泊 15 天才到达夏威夷，其中有数人送了命。1930 年发的希腊货船萨吉里斯号事件更为严重。该船行至地中海，突然从天上落下一块陨石，砸在船上。船身被截为两段，立即沉没，人财毁于一旦。

这些事实告诉我们，在海上突然失踪的遇难船只中，陨石击沉也是一种可能的原因。1887 年日本海军向法国订购的军舰“亩傍”号从法国开向日本，行至新加坡突然失踪了，使日本举国惊愕，这是不是也和陨石有关呢？

在大西洋西北部，有个三角海域，叫百慕大，据统计到目前为止已经有 35 艘以上的船舶、飞机在那城失事，上千人在那里失了音信。这已经成了当代一大奇迹。许多人著书立说，向这个疑谜挑战，但至今还没有得出什么结果。有些船舶意外的在这个海域遭到陨石的袭击，恐怕也是不能排除在外的原因之一吧！

西方最古老的陨石记载，恐怕是在《旧约圣经》之中。该书《约书亚记》第 10 章第 11 节有这样的记载：约书亚在征服迦南人时，自天而降的石块落入敌军营垒之，砸死的敌人比刺死的还多。又《旧约圣经·创世纪》上说，耶和华神从天上降下火焰把罪恶之城索底姆和格莫勒统统烧掉。这恐怕也是陨石所为吧？

自天而降的陨石，究竟是什么东西呢？它到底来自宇宙的何方，又是如何陨落到地面上来的呢？

不少人认为陨石和流星是同一类东西。在太阳系空间分布着千千万万大小不同的碎块，叫流星体（又称陨星），有人也把它们叫作宇宙尘埃，沿着椭圆形轨道绕太阳运行。

有时它们飞到比较近地球的空间与地球大气摩擦、生热发光，这就是流星。冲向地面的大流星，如同一个巨大的火柱，就叫火流星。大部分流星都在地球大气中燃烧完毕，但也有的流星特别大，在冲向地球的“旅途”中没有烧完，于是就落到了地球上，这就是人们看到的陨石。

但是，也有不少科学家认为，陨石和流星不是一类东西。流星是彗星核破碎的产物，而陨石则是来自于众多的小行星。

第一个证明陨石源于小行星的事件是，1947 年坠落于西伯利亚的锡霍特·阿林陨石。

1947 年 2 月 12 日上午 10 许，一块大陨石落在符拉迪沃斯托克（海参威）以北的锡霍特·阿林山脉。这是通古斯爆炸事件后 40 年的事情。大约有 100 人目睹了这一壮观场面，在蔚蓝的天空背景上，一个象满月那么大的火球，放射着象太阳那样的光芒，自北向南飞去，它一边散发着火花，一边以极快的速度横贯天空，接着是一声可怕的爆炸，巨大的烟柱腾空而起，浓烟升到 30 千米左右的高空。村子里许多人家的玻璃窗被震的粉碎。

派往现场的考察队发现，在阿林山脉的斜面上有许多坑穴，大的直径达 20 米，小的在 1 米以下，分布在 1.6 平方千米的范围内，坑的数目在 200 个以上。

科学家们推测，这次陨落的陨石是铁质的，重量在 35 吨左右。在它未冲入地球大气时是一整块，进入大气层以后，由于与大气摩擦、生热爆炸，致使破碎，散落在地面上。

阿林山脉面对日本海，那里人烟稀少，所以没造成什么伤害。据推算，如果这个陨石提早 15 分钟陨落，就会冲向日本北海道，造成惨重的灾害。

目击到这次事件的人很多，因此考察队有可能收集到有关这次陨石坠落和方向、角度等数据，由此可以推出阿林陨石在进入地球大气层之前的运动轨道。这个轨道是细长的椭圆形，远日点在火星和木星的轨道之间，近日点在地球轨道内侧。也就是说，它的轨道和小行星的运行轨道很相近，因此认为这块陨石是一颗脱离轨道、靠近地球、落入地面的小行星。

另一次事件也可以作为陨石源于小行星的证据。1959 年 4 月 7 日夜晩，捷克斯洛伐克的昂德廖菲天文台在作通常的流星观测时，正好落下一块陨石，这块陨石坠落在布拉哈市附近的菲天文台拍摄了下来，因此可以准确地求出陨石下落的速度和方向，从而求出陨石在地球大气层以外的运行轨道。计算表明，这个轨道和小行星的轨道一样，也是细长的椭圆。

为了更深入地研究，美国密斯森林天体物理研究所在美国宇航局的大力支持下，从 1964 年开始执行“大平原计划”，即在美国中部七个州内（都是大平原）设置 16 个有自动照相机的观测站，时时刻刻监视着天空。如有陨石坠落，监测网就可以立刻确认出陨石下落的速度和路线。科学家们原来估计，这个监测网一年内可以观测到 1 公斤以上的陨石一两次，

并把下落的地点精确地算定在 100 米的范围内，实际要做到这一点并不容易，几年过去了，毫无成效。

1970 年 1 月 3 日，幸运的事终于来了。那一天美国中部标准时间 20 点 14 分，一个比满月还高的火球出现在俄克拉荷马州的北部上空，向东南方向落下，冲击波的响声在 1 千平方千米的范围内都能听到。监测网的四个观测站拍摄到大火球，并从中得到如下数据：

- (1) 火球冲入地球大气层之前的速度是 14.2 千米/秒；
- (2) 火球最高点的高度是 86 千米；
- (3) 火球的最终速度是 3.5 千米/秒，其时高度为 19 千米；
- (4) 照片的曝光时间为 7 秒钟。

据此算出，陨石坠落的地点在罗斯特西底东部。1 月 9 日果然在该地找到了陨石，距离计算地点仅仅差 700 米。大平原计划获得成功。

密斯森研究所的科学家们算得的罗斯特底陨石的空间轨道也是细长的椭圆。据此，不少科学家确认，陨石的故乡是小行星。

2. 陨石的分类

陨石的流星体说和小行星说，都强调了一个方面，或许流星体和小行星都是陨石的前身，究竟如何，还需要进一步深入研究。

根据陨石的物质成分，大体上可以分为三大类。

第一类石陨石。主要由硅酸盐物质组成，完全是石头模样，密度为 3—3.5 克/厘米³。石陨石内部往往散布着许多球

粒，最大的如同豌豆，最小的如同芝麻。含有球粒结构的陨石叫球粒陨石，成分为橄榄石占 46%、辉石占 25%、铁镍占 12%、斜长石占 11%、其他矿物占 6%。另外有些不含这种球粒陨石居多，约占 86%。1976 年 3 月 8 日，在我国吉林地区降落的陨石，就是含有球粒的陨石。

第二类铁陨石。这种陨石主要由金属铁镍组成，含铁 9%，镍 8%，此外还有钴、铜、磷、硫等，外表就象一块铁，密度为 8—8.5 克/厘米³。在铁陨石中，镍的含量比地球上自然铁的含镍量高得多。在地球上自然铁中镍的含量一般在 1% 以下，最不超过 3%，而在铁镍的含量如此之高，简直可以说是一块“宇宙合金”。例如 1965 年在新疆准噶尔盆地东北的青河县境内发现的那块世界第三大陨铁，含铁 88.67%，含镍 9.27%，此外还含有钴、硫、磷、硅、铜等元素。

大多数铁陨石还有一个特殊标志：如果、把它的表面磨光，然后用硝酸或其他酸的稀释溶液浸湿，经过大约 5—10 分钟后，原来光亮的表面上就会出现一种特殊花纹：它由交叉的条带组成，呈网状，而条带又被一些发亮的狭窄细带所围绕。这种花纹是维也纳的工程师维斯台登于 1808 年首先发现的，所以叫做维斯台登花纹。这是地球上自然铁中所没有的。

第三类是石铁陨石。含有氧化铁和钠、钙、铝、铜等元素。从外表上看，就象石头和铁的混合体。在这类陨石中，硅酸盐物质和铁镍物质的含量差不多，密度为 5.5—6 克/厘米³。

上述三种陨石坠落在地面的数量以石陨石最多，占 93%；

铁陨石比较少，占 5.5%；石铁陨石最少，占 1.5%。

3. 陨石的构成

非常有意思的是，从陨石中还常常找到金刚石。1886 年 10 月 10 日的早晨，俄国西伯利亚的诺波尤莱伊村的村民看到天空的一角，突然明亮起来，一声巨响，落下两个火球，惊讶之余，他们在附近找到一大一小两块陨石。大的重 2 公斤，送到了当地的博物馆，检验发现陨石中含有 1% 的金刚石。

其后在哈萨克斯坦和西伯利亚等地也发现了含有金刚石的陨石。苏联地质学家尤利·波尔卡诺夫博士以这些事实为基础，发表了如下见解：“每年有 10 公斤的金刚石混在陨石中降落到地面。”这种来自宇宙的金刚石很小，直径只有 0.3 毫米，但大范围地散落地面。陨石里金刚石的含量平均是 2% 左右，比通常矿物里的含量为高。

陨石中的金刚石是什么时候，怎样形成的呢？这是个不解之谜。如果在与地球碰撞之间，陨石中就已经有了金刚石，那么这在考虑陨石的成因上将成为重要线索。

尤利·波尔卡诺夫博士认为，陨石的母体应和月球的大小相当，月球的半径是 1700 千米，其中心部的压力可以达四、五万个大气压。众所周知，金刚石和石墨都是碳元素单质，但是要使碳元素成为金刚石，至少需要二、三万个大气压，因此，要在陨石母体内形成金刚石，就要求母体的大小与月球相近，否则就不行。

但是，最近逐渐兴起另一种看法。从美国阿利桑那陨石坑中找到含金刚石的陨石碎片，大部分是从陨石坑边缘部分

找到的。据此，有的科学家认为，陨石中的金刚石是在陨石与地球相撞时所产生的冲击力的压力直形成的。如果这种冲击力足够大，那么也可以形成金刚石。显然在这种情况下，就没有必要非要求母体一定要有月球那么大了。

此外还有另一种见解：陨石在太空漂荡时与其他陨石相撞，这时所产生的冲击压力也能够形成金刚石。

陨石中不仅含有金刚石，更令人惊讶的是，从陨石中还找到了多种有机物，也就是生命物质一类的东西。

陨石中含有有机物，很早就有报道。例如有人报告说，从 1838 年坠落在南非科尔德博凯维尔的陨石和 1857 年坠落在匈牙利科巴的陨石中，检测出了有机物。但这些有机物是来自宇宙，还是来自陨石落地后的地球，却不得而知。

1969 年 9 月 28 日晨陨石落在澳大利亚南部的麦启逊陨石，却给问题带来了决定性的证据。很多学者作了迅速搜集，严格防止污染，对陨石的化学成分作了详细分析。1970 年生物化学家波南佩鲁马首先报告测出了甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸、缬氨酸和脯氨酸等五种氨基酸。这些氨基酸均没有光学活性，说明它们并不是出自地球的污染。1972 年有报告指出，在麦启逊陨石里先后分析了 18 种氨基酸，它们也都是非光学活性的。1973 年有报告指出，麦启逊陨石中发现的氨基酸上升到 52 种。此外在麦启逊陨石中发现了碳氢化合物、嘌呤、嘧啶等多种复杂的有机物。

1976 年 3 月 8 日，在我国吉林地区坠落的陨石中，用化学方法提炼出了各种碳氢化合物，并发现了 11 种氨基酸、叶啉、色素、异戊二烯烃等多种有机化合物。

1971 年和 1972 年先后有报告指出，美国的墨里陨石和法国的奥盖尔陨石也含有多种氨基酸。此外，从深埋于南极冰源之下的大和陨石（日本南极探险队从南极日本大和基地找到）中也发现 15 种氨基酸。南极是地球上污染最少的地区，因而从这种陨石中发现有机物，应该是十分可靠的。

氨基酸是构成蛋白质的基本物质，而蛋白质则是构成生命的最重要的成分。陨石中含有氨基酸等多种复杂的有机物，这对研究地球上生命的起源具有重要的意义。

日本电气通信大学的中川直哉大胆的提出一种新设想，生命的基本物质诞生于漂浮在宇宙的尘埃上。掺杂在宇宙尘埃上的氢等受到放射线的照射，发生反应，形成氨基酸等复杂有机物。它们随陨石进入地球，形成生命的母体。

我国是世界四大文明古国之一，不仅其他天象的记载非常丰富，就是对陨石的记载、认识和研究，也是十分杰出的。

流星体陨落到地面就是陨石。这一事实在欧洲直到 1803 年以后才为人们了解。1768 年，欧洲发现 3 块陨石，对此巴黎科学推举拉瓦锡进行研究，拉瓦锡研究后得出的结论是：“石在地面，没入土中，电击雷鸣，破土而出，非自天降。”这个结论在今天看来当然是可笑的，但在当时的欧洲，人们却信以为真。

相反，我国早在距今两千多年以前的战国时代，就已经知道陨石是天上流星陨落的，例如古书《春秋》上记载的公元前 646 年 12 “陨石于宋五”就是一个实例。成书于战国时代的《左传》明确指出：这是“陨星也”。到了汉代《史记·天官书》更明确地指出：“星坠至地，则石也。”以后，我国的

史书对陨石都有详细记载的许多详细描述。

尤其值得指出的是沈括的发现。他在他的名著《梦溪笔谈》一书中生动地记载着 1064 年常州宜兴县的一次陨石降落情景，并首次发现陨石有以铁为主要成分的铁陨石。请看他的精彩记述吧，他说：治平元年（即 1064 年），在常州，一天太阳落山的时候，天空中发出雷鸣般的声音。只见东南方向出现一颗几乎象月亮一样大的火星。一忽儿又一声巨响，飞向西南。再一震，落在宜兴县一个姓许的园子里。远近的人都看到了，火光把天空照得通亮。许家的篱笆被烧毁。不久火灭了，只见地上有一个碗口大的窟窿，很深，往下一看，星星就在里面，微微发光。过了很久，挖开那个洞，深有三尺多，找到一块圆石头，还是热的，象拳头大小，一头稍尖，颜色象铁，重量也和铁差不多。州民郑仲得到它，于是送到润州（今镇江）金山寺，用匣子保藏起来。

这里沈括对陨石的降落情况、陨石的形状、颜色、温度和重量，无不作了详细记述，成为重要的科学记录。这项记录在天文、地质、哲学及政治上都具有重价值。自此以后，史书中常有“如铁”、“如锡”的记载。这些都说明，我国古代对陨石的观测和认识都已达到了相当的水平，远远走在欧洲人的前面。

4. 陨石的研究历程

古昔堪回首，今朝尤可赞。新中国成立后，党和政府对陨石的研究工作是十分重视的。

1976 年 3 月 8 日下午 3 时许，吉林地区薄云满天，宇宙空间的一颗陨星以每秒大约十几千米的速度冲入地球大气

层。陨星和空气猛烈碰撞，剧烈摩擦，陨星燃烧，在极短的时间内形成一个耀眼的大火球，火球后面拖着一束光带，夹杂着翻滚的浓烟。

陨星从外层空间撞入地球大气层的时候，很可能是完整的一大块，在燃烧的过程中，产生多次崩裂，形成许许多多小碎块，纷纷落了下来。陨星的主体飞到吉林市北郊金珠公社上空约一、二十千米的高空时，产生猛烈的爆炸，象闷雷般的隆隆回声在天空中回荡达四、五分钟之久。

大火球爆破后，又冲出三个火球，这三个火球后来就成为吉林陨石雨中最大的一、二、三号陨石。

据统计，吉林陨石雨分布在一个狭长带状的区域内，东西长约 70 多千米，南北方向了宽的地方不超过 10 千米。就地区来说，它包括吉林市北郊、永吉县、蛟河县等一市两县，东起蛟河县天岗公社，两经永吉县江密峰公社，吉林市郊金珠、大屯、九站、孤让子公社，直至永吉县桦皮厂公社等七个公社近二十个大队。如果按照国际惯例，以陨石的主要质量分布当作椭圆的长轴来作图，那么，这次陨石雨的陨落范围达四、五百平方千米，远远超过了 1969 年 2 月 8 日降落在墨西哥阿连德地区的那次号称世界最大的陨石雨（散落面积约 260 平方千米）。

从吉林陨石雨降落到五月中、下旬为止，就收集到完整和比较完整的陨石 100 多块，总重量在 2600 公斤以上，其中最大的一号陨石重达 1770 公斤，是世界上第一大石陨石*，颇为罕见。

吉林陨石雨从陨落的范围，到陨落的陨石数量和重量，

都是一次空前的陨石雨。可喜的是，尽管“雨”区范围内有10多万人口，但没有造成人民生命财产的任何伤亡和损失。

吉林陨石雨降落后，中共吉林省委、吉林市委非常重视，迅即部署保护现场、组织调查、搜集标本。省、市有关部门很快组织调查组奔赴现场。中国科学院闻讯后，也即刻组成了由地球化学、地质、天文、力学、科学普及单位参加的联合考察组，深入现场、深入群众，一边宣传普及有关陨石的科学知识，一边搜集陨石标本，在很短的时间内，初步查清了陨石雨的分布范围、特点、规律，以及降落的陨石数量和重量，积累和综合了大量关于陨石飞行、崩裂和坠落过程中的很有价值的第一手资料。我国科学工作者，对收集到的大量吉林陨石，作了科学分析、化验、鉴定等一系列工作，取得了丰硕成果，并由科学出版社出版了一本《吉林陨石雨论文集》，这是我国第一部陨石研究专著。

在美国西部亚利桑那州科科尼诺县的沙漠地带，有一个硕大无比的坑穴，坑的直径达1200米，深180米，周围有一个30—40米高的泥边缘。整个坑穴呈现圆形，看起来仿佛象月球上的小球形山一般。现在一般人认为，这个巨大的坑穴是宇宙来造成的。美国陨石学会正式把它命名为“巴林杰陨石坑”。

造成这个坑穴的确切年代已经难以确定，但可以肯定地说它出在非常遥远的过去。附近的印第安土人从有文字记载以来，就知道它的存在了。

5. 陨石里的铁

白人第一次发现这个坑穴是在1871年，当时把它看作是

死火山而未加注意。1886 年一个叫做阿米霍的牧羊人在坑穴以西 3 千米的地方，捡到了几块铁片，他误认为是银子而喜出望外。不久一位居信在费拉得尔斐亚市的矿物标本商福特知道了这一消息，于是，他迅即赶到陨石坑附近，搜集铁片。他把搜集到的样品送到宾夕法尼亚大学化验，分析的结果表明，这些铁片中含有珍贵的金刚石。此后，福特又到陨石坑附近精心调查，在坑穴的边缘和中央，都没有发现溶岩和黑耀石等火山性生成物。

如此奇妙的铁片是从哪儿来的呢？如此巨大的坑穴又是怎样形成的呢？这些疑问引起了美国地质学界的浓厚兴趣。

1891 年美国地质学会主席、地质调查所主任调查官格布尔·基尔巴特，奔赴现场亲自考察。他是一位月球环形山的陨石成因说的倡导者，对于亚利桑那沙漠坑穴，自然也认为可能是陨石降落造成的。他推算，这块陨石的直径至少也有 170 米。遗憾的是查遍了整个坑穴，居然连一块陨石也没有找到。据此，他认为坑穴是地壳中蒸汽或其它气体喷发造成的，周围发现陨铁只是偶然的現象。由于他是一位权威学者，所以他的判断支配的整个科学界。

1902 年，也就是基尔巴特的火山说诞生后的 10 年，费拉得尔斐亚市的采矿工程师丹尼尔·巴林杰，独立地研究了这个问题。他坚持认为，这个坑穴是陨石碰撞造成的。他说：“坑穴的周围没有从地下喷出的蒸汽或其他气体。那种认为在沙漠中会有火山活动的看法，是非常可笑的。”

他在坑穴的紧外侧挖掘，结果他找到了含镍 7% 的陨铁碎片，巴林杰推测，这个宇宙的飞来物是直径 400 米、重数

万吨的大陨铁，它深深地埋藏在坑穴的底部，如果把这个庞然大物挖掘出来，那将是一笔巨大的财富。

为此，巴林杰倾其全部财产，买下了谁都认为毫无价值的坑穴和周围的土地，并创立了以他的名字命名的“巴林杰陨石开发公司”。他把自己的毕生精力和整个生涯，都花费在开掘出这块来自于宇宙的陨铁上。

如果这个坑穴是陨石造成的，那么陨石应该埋藏在哪里呢？这当然是巴林杰首先要思考的问题。为了找到答案，他在坑穴中央挖了 28 个坑。他想，坑穴是圆形的，理所当然陨石应该是以垂直或近于垂直的角度落下。但是，试钻的结果，在各式各样的岩石中没有发现陨石。到 1909 年 11 月，巴林杰开发公司已经挖掘了大量坑穴，掘进深度已达 300 米，但依然一无所获。巴林杰苦恼着，思考着……。

有一天巴林杰为了消除疲劳，解除苦闷，他拿着莱福枪走出了工作棚，他心情烦躁地向泥土中打了一枪，他定睛一看，在泥土中形成了一个小小的“环形山”于是他领悟到子弹倾斜入土中也能形成小坑，这使他联想到：“也许形成沙漠坑穴的陨石不是垂直下落的，而是象莱福枪射出去发子弹那样，倾斜飞入的。”

1919 年巴林杰在坑穴的边缘开掘了，他判断陨石是从北向南以 45° 角下落的，所以陨石应该是埋藏在南部边缘。

不出所料，在 330 米的浓度真的遇到了大量陨石碎片，巴林杰心情愉快，以为大有希望了。但在这以扣开掘工作难以进行，每前进 30 厘米就要花去 5 个小时，60 厘米就要用十几个小时！1922 年 8 月，掘进到 460 米深度时，钻头无论

如何也钻不进去了，无可奈何只得停止工作。从这里找到的金属含镍 75%。

巴林杰锐气未减，因为不管怎么说，总算取得了一些成果，于是他在坑穴的西部边缘另选地点，重新开掘。这一次很快遇到了地下水，用水泵排水，费用太大，不到几年的功夫，公司的债务达 50 万美元之多。1925 年，巴林杰陨石开发公司终于破产了。1929 年，巴林杰功业未成就，在费拉得斐亚市的自己住宅中悄悄地离开了人间，终处 69 岁。

巴林杰为开发陨石奋斗了终身，虽然他没有获得成功，但值得欣慰的是，世人对这个巨大坑穴的看法终于有所改变。基尔巴特的火山说消声匿迹了，人们普遍认识到，造成这个坑穴的原因不是在地下，而是在天上，这就是说，陨石说确立了。为了表彰巴林杰的功绩，人们把这个沙漠坑穴称为“巴林杰陨石坑”。

巴林杰死后，他的三个儿子决心承继父亲的遗志，继续向亚利桑那陨石坑挑战。他们总结经验，吸取父亲失败的教训，摒弃了盲目挖坑的办法，首先用各种探测器，进行物理探查。结果发现坑穴西南部边缘内侧异常，那里有磁力，而且磁力非常之大，这说明那里埋藏着巨大的磁体。看来，巴林杰一生梦寐以求的大陨铁，就要找到了。

巴林杰兄弟以这块陨铁为目标，从两个地方开始挖掘，但不久主遇到了极为坚硬的岩石，他们使用比父亲所在时代更先进的工具，却依然进展缓慢，每前进 10 毫米就得花费 10 小时，这真是一场恶战苦斗啊！当挖到 225 米的深度时，不得不“鸣金收兵”，因为钻头再也钻进去了。

显然，迷人的大陨铁就埋藏在这里，至少有 10 万吨重，也可能有几百万吨。由于含有镍，所以每吨大约价值 100 美元，只可惜不能将它挖掘出来，退一步说，即使开掘的坑穴到达它的底部，要想把它弄出来，只恐怕比登天还难哩！

远远望去，一座隆起的环形山就展现在眼前了，周围的岩石都发粉红色，这大概是因为岩石含铁的成分过多吧，令人感到仿佛是来到了火星世界。

众所周知，月球表面是环形山林立的世界，对于环形山的成因，历来有两种不同的看法，美国加利福尼亚大学教授、诺贝尔化学奖获得者尤里主张“月球上的麻点是陨石撞击造成的”，苏联天文学家尼古拉·柯兹雷夫则认为“月球坑穴是火山爆发形成的”。也有的学者综合两家之说，认为“首先是陨石撞击造成坑穴”。

巴林杰陨石坑酷似月球的环形山，被认为是解开月球环形山之谜的钥匙，因而十分引人注目。美国宇航局看中了这块宝地，把它作为阿波罗计划的月面着陆模拟训练场。阿波罗 11 号的宇航员阿姆斯特朗和奥尔德林，都在这里接受过严格训练，他们穿上宇宙服，在陨石坑里漫步，熟悉环形山的环境，并在地质学家的指导下，做各种各样的地质考察训练。阿波罗计划给巴林杰兄弟带来幸运。“地球上的月世界”吸引着络绎不绝的观光者。

出了博物馆，期待着的陨石坑就在眼前了。我们缓步登上它的边缘壁，举目五望，不能不被这大自然的奇观异景扣住心弦。这是个象死火山口那样的大坑穴，难怪当年基尔马特认为它是由于火山造成的呢。岩石经过几万年的太阳照射，

已经风化。边缘的坡度很缓，尤其是南壁的坡度更缓，成人上下毫不费力。坑穴的底部几乎是平坦的，中央一片白色，那是砂石反射太阳光的结果。

应该说接近四方形更为确切。从北到南的距离最大，达 1208.16 米，浓度在 170—180 米之间。最深的地是 186.03 米，最浅的地方是 174.17 米。环绕陨石坑漫步一周，大约需要两三个小时的光景。

1961 年布德皮尤提出 22500 年的说法。1962 休梅卡根据人坑穴中得到的物质的 C_{14} 检验，得出 22000 年的结论，目前科学界一般比较赞成这个结论。

由此不难想象出一幅惊天动地的奇异情景，巨大的陨铁呼啸而来，与地球大气猛烈摩擦，产生千度的高温，发出犹如太阳般的光芒。火球自北向南划破天空，以 45° 的角度坠落地面，随着轰隆巨响产生大爆炸，大地剧烈抖动，蘑菇云腾空而起，陨铁片四下飞溅到 10 千米左右的范围，形成一场罕见的“铁雨”。

由于爆炸时所产生的高温，大部分陨铁都被蒸发掉了。这就是说，巴林杰兄弟所探查的陨石坑底部，并不是那块巨大的陨铁。

对从坑穴周围找到的陨铁碎片，进行放射性测定，结果测得了陨铁的三年年龄：54000 万年、17000 万年和 1500 万年。对这差异很大的三个年龄应作何种解释呢？大致可以这样来描述这块在陨铁的来历。54000 万年以前，一次小行星碰撞使巴林杰陨石脱离母体而分道扬镳，当时它是一块很大的陨铁，此后 17000 万年前和 1500 万年前，它又第二次、第

三次与小天体碰撞，个头逐渐变小，在距今 22000 年前，这块陨铁来到了我们地球附近，在地球强大引力作用下，被迫落在亚利桑那沙漠，造成了这个举世闻名的坑穴。

巴林杰陨石研究的进展，激起了各国学者、专家们的热情和遐想。此后又发现并研究了一系列陨石坑。这些活动大大加深了人们对陨石的环形山的认识。

1921 年在美国得克萨斯州敖德萨市附近发现了陨铁，此后在这个地共找到了象火山口那样的地形，火山口直径为 162 米，边缘壁到坑穴底部的深度是 6 米，而到外部荒原的高度仅有 0.5—1 米。边缘壁的坡度非常陡峭，竟达 30° 。坑内充满了石灰岩和砂石碎片，其中很多陨铁碎片。

在得克萨斯州的伯莱翰附近，早在 1885 年就在数平方千米的面积上收集到大约 1 吨陨铁。然而直到 1933 年才在这个地方发现有长圆形的（ 17×11 米）深 3 米的坑穴，坑穴内发现了为数不少重 25 公斤的陨铁和数百片局部氧化了的铁片。

6. 陨石坑

在南美的阿根廷，有叫甘博 - 德乐 - 射罗的地方，从 1576 年起就街道有一群圆形的坑穴，其中最大的直径大约为 70 米，边缘壁高 1 米。在它们附近，发现了 1 吨以上的陨石物质。

在苏联爱沙尼亚共和国的爱塞尔岛上，有 6 个坑穴，知道这些洞穴已有 100 多年的历史，但直到本世纪 30 年代以后才对这些坑穴进行了科学研究。其中最大的一个变成湖泊，它的大小是 110×90 米，边缘壁比周围高出 6 米。1937 年在

这个区域附近，最近也有人认为它是陨石坠落造成的。

在沙特阿拉伯的卫拜沙漠中，分布着一群洞穴。当地人传说，由于居民的罪孽，天火把卫拜古城焚烧掉了。这洞穴就是寻找古城的遗迹时发现的，这座古城的城垣原来就是陨石坑的壁。在洞穴旁边发现了一些陨铁，其中最大的重 11 公斤。

澳大利亚是世界上保存陨石坑最多的国家之一，现在已经知道的有 5 个。其中最著名的是沃尔夫·克里克陨石坑，直径达 800 米。其次是于 1931 年发现的亨伯里陨石坑，这实际旧相当大的陨石坑群，大小共计 13 个，分布在 1.25 平方千米的范围内，其中最大的坑穴是卵形的，长径 200 米、短径 110 米、深度为 5 米。在这个区域里捡到 2000 多块、重数吨的陨铁。1923 年达达尔加兰日附近，发现了直径为 70 米、深 5 米的坑穴，在它周围发现了奇异的弯曲了的陨铁片。

1946 年在加拿大发现了一个大陨石坑，称为恰布陨石坑，它的直径大约为 3.5 千米，深度 500 余米。

1976 年 8 月，在澳大利亚悉尼召开的国际地质学会会议上，美国地质学家威伊波卜特博士发表了惊人的见解：“在南极大陆的极点附近，有一个直径 240 千米、深 800 米的可与月面环形山相匹敌的陨石坑。”由于这个坑穴完全被 1.6 千米厚的冰层覆盖着，所以只能用间接的办法考察，但是威伊波卜特博士认为这是世界上最大的陨石坑。证据是确凿的，因为用人工地震和引力计测的方法所得到的数据，都证明了这一点。根据博士的计算，这个陨石坑是 60 万—70 万年前一人直径 60 千米、重 130 亿吨的大陨石，以 74000 千米/秒的

速度撞击地面造成的。博士认为这一事件甚至对地球的自转速度和地轴的方向都产生了影响,卷起的尘埃遮住了太阳光,引起了气候的异常。

总起来说,目前地球上确认的陨石坑有 52 个(不包括南极陨石坑),其中美国 14 个;加拿大 14 个;南美洲 2 个;欧洲 7 个;非洲和亚洲 10 个;澳大利亚 5 个。在我国至今还没有发现陨石坑,是不是没有呢?我们只能拭目以待!

测定陨石坑的直径,可以将陨石坑分为直径超过 100 米和不足 100 米的两种。直径超过 100 米的叫爆炸型陨石坑,造成这类坑穴的陨石碎片以 4 千米/秒以上的速度撞入地球表面,热能完全转化为爆炸能,在地表形成巨大坑穴,陨石本身则完全破碎,大部分气化,所以在坑穴内部反而不容易找到陨石。

在直径不足 100 米的情况下,陨石以 4 米/秒以下的速度突入地表,撞击的结果形成坑穴,大部分陨石都埋在坑穴底部。所以,愈是小的陨石坑,愈是有可能在坑穴底部找到陨石。这类陨石坑叫做撞击型陨石坑。

苏联学者克里诺夫根据上述原则,把陨石坑分成以下三种类型:

E 型:爆炸型陨石坑(以巴林杰陨石坑为代表);

I 型:撞击型陨石坑(以达尔加兰日陨石坑为代表);

M 型:爆炸、撞击混合型陨石坑(以亨伯里陨石坑为代表)。

所谓 M 型是指在一群陨石坑中,既有 E 型的,也有 I 型的。亨伯里陨石坑就属于这个珍贵的类型。一个地方有为

数众多的陨石坑，一般认为这是陨石雨造成的。

美国学者休梅卡教授，在克里诺夫分类法的基础上，加上是不是伴随有陨石的条件，把陨石坑分为六类，这种分类法比较繁琐，在这里不作介绍了。不过，目前比较通行的还是克里诺夫分类法。

二、流星雨

1. 狮子座流星雨

1833 年 11 月 12 日，从深夜到黎明，美国东部居民看到一场空前的流星雨。在长达 7 小时时间里，从天空的一角一下子涌现出大量流星，布满天空，就如暴雨似地降了下来。有人报告说：“从清晨 5 点 45 分到 6 点这 15 分钟的时间里，在地平线附近，仅仅占全天 $\frac{1}{13}$ 的天区内，计数到 650 颗流星”。如果按照这位报告人所说的情况推算，15 分钟内全天将落下 8600 多颗流星，1 小时达到 34500 颗，持续 7 个小时就是 240000 颗啊！

海尔大学教授奥斯特德这样形容这场流星雨：“无数的流星流向四面八方，几乎没有空隙。有的比金星还亮，有的比月亮还大，宛如大片的雪花，纷纷飘落，每一个雪片就是一颗亮晶晶的流星。”

在佐治亚州有一个农场，几百名黑人看到这奇异的景象，他们恐怕地喊到：“天空起火了！”并且都紧紧地匍匐在地面上。教堂里的钟声响了，信徒们认为是世界末日来临，纷纷到教堂作祷告。

有的目击者仔细观察了流星的运动，他们发现：流星不是杂乱无章地漂落，而是从狮子座的一点辐射出来，这一点

固定不变，仅仅随着天球的周日转动而移动。这是 19 世纪最得要的天文发现之一，因为这是现代流星天文学的起点。

由于这一流星雨是从狮子座辐射出来的，所以称为“狮子座流星雨”，又叫“狮子座流星群”。

关于狮子座流星雨的另一次有科学价值的记录，保存在德国地理学家、探险家洪保德的日记里。1799 年 11 月 11 日夜晩，洪保德在南美委内瑞拉北海岸的库马纳目击到一次狮子座流星雨。他在日记中这样写道：“2 点 30 分流星最为活跃。明亮的流星从东北流过，最大的看上去比月亮的直径还大。流星的痕迹持续 7—8 秒钟，中间有象木星那样大小的核，散发着鲜明的火花，四下飞舞，成千上万的流星和火球持续降落了 4 小时之久。”

其实，狮子座流星雨远不止这两次。美国天文学家、海耳大学教授 H.A. 牛顿时于 1864 年证明，历史学家们记载的公元 902、931、1002、1101、1202、1366、1533、1602 以及 1698 年 10 次明亮的流星雨都属于这一群。最早的狮子座流星雨的记录是西班牙人作的。他们记载公元 902 年 10 月，西班牙国王临死的一瞬间，无数的星星在天空流动，犹如下雨般地降下来。我国最早的狮子座流星雨记录是在公元 931 年，据《新五代史》记载，五代后唐长兴二年“九月丙戌*，众星交流；丁亥，众星交流而陨。”

牛顿认为这个浏览群以 33 年的周期重复出现，他预言下一次出现的时间是 1866 年。果然 1866 年又有一次大的流星雨，虽然不如前两次壮观，可是在 1 小时内有人计数了 6000 余颗流星。根据天文学家道宁和斯托文的计算，由于受到木

星的土星以及天王星三大行星的摄动影响，这个流星群的主要部分离开地球 300 万千米，这样上个世纪末的那次流星雨便不会显著的出现了。事实果然如此，1899 年那次，1 小时只看到了一颗流星，稀小到如此程度，人们不能再观览宇宙的这种奇特天象，真是一大憾事。1932 年、1965 年的情况也是同样。于是天文学家们只好转移视线，云注意观测其他流星群的情景。

但是，1966 年 11 月 17 日早晨，在美国西部上空，大流星雨又重新出现。在亚利那州的上空，无以数计的流星象白烟似地漂着，有报告说，从清晨 5 点钟之后的 20 分钟内，每分钟竟计数到 2300 颗，真是盛况空前啊！美国天文界人士十分兴奋，谁都想到沉寂多年的狮子座流星雨又重新出现了呢！对此情此景议论纷纷，但重瓣出现的真正原因并没有弄清楚，显然，这与流星群运行轨道上的粒子分布情况有关系。

狮子座流星群和一度出现过的顿珀耳彗星(1866I)有关。这颗彗星的远日点距离太阳差不多等于天王星的轨道半径（即 2870 百万千米），运转周期差不多也是 33 年。1866 年意大利天文学家斯基夏帕雷里（即发现火星“运河”的那位天文学家）确认，狮子座流星群的运行轨道和顿珀耳彗星的运行轨道是一致的。

2. 雅科比尼流星雨

本世纪最有代表性的流星雨，当推雅科比尼流星雨。它在本世纪的 80 多年中已经被观测到 4 次，即 1926 年、1933 年、1946 年和 1952 年。有的科学这指出，古代记录中的公元 585 年、859 年、1358 年、1841 年和 1847 年的流星雨可

能就属于这个流星群，我国没有这方面的古代记录。

说起这人流星群的名字，显然与雅科比尼·济内尔彗星有关。这颗彗星是法国尼斯天文台的意大利籍技师雅科比尼于1900年12月20日发现的，曾被连续观测达8周之外，后来一度消失，1913年12月23日又再次被德国天文学家济内尔捕获，因而取名为雅科比尼·济内尔彗星。

1926年10月9日夜晩，英国流星观测之五梯尼和金两氏观测到一场流星雨，辐射点在天龙座 ξ 星附近。后来克隆米林和伊达德逊计算出这个流星群的运行轨道与雅科比尼·济内尔彗星的运行轨道一致。

真正的雅科比尼大流星雨出现于1933年10月9日，那一天夜晩，英国、法国、德国、俄国、波兰和西班牙等欧洲各国都看到了一场惊人的流星雨持续了3个小时，是进入20世纪以来最大的流星雨，因而不能不引起全世界人们的注目，但在美洲和亚洲没有看到这场空前盛况的流星雨。

1946年10月9日，雅科比尼流星再次出现，这次的“舞台”移到了北美。尽管当时满月当头，天空背景很亮，但每秒钟仍能计数到1颗流星，有报告说，1小时降了50万颗。美国的流星爱好者们抓住这个大好时机，进行了肉眼、照相、雷达等各种手段的观测，硕果累累，喜不胜收。

1952年仅用雷达观测到，肉眼几乎看不见。此后流星雨竟全然不见了。人们相信，流星群的运行轨道是受了木星的影响而发生了偏离。天文学家推算雅科比尼流星群会在1972年10月9日清晨再次接近地球，那时可以看到一场可观的美丽的流星雨现象。这一报道在日本引起了轰动，许多天文爱

好者做了大量准备工作，届时通宵不眠、仰望天空，为了便于观测，有的市镇连探照灯和霓虹灯都灭掉了。遗憾的是，雅科比尼流星雨并没有出现。

流星雨的预报要比日月食的预报困难得多，这是因为流星物质的分布状况十分复杂。即使利用电子计算机计算，也难免不出差错。

1826年2月27日，驻守在捷克的奥地利陆军大尉。业余天文学有比拉用望远镜捕捉到一颗彗星，他跟踪观测了两个星期，算了它的运行周期是6.6年，这颗彗星被命名为比拉彗星。其实这颗彗星在以前已经被人们观测过。1772年3月8日法国的蒙德钮用小望远镜发现了小彗星，1805年11月9日彗星探索家庞斯使用肉眼也可以看到它，天文计算表明，这三次看到的是属于同一颗彗星。

天文工作者把地球、木星和土星的摄动计算进去，推算出比拉彗星应于1832年11月26日过近日点，结果它应时而来，只比预报提早12个小时。下一次回来应该在1839年，但是这次视位置和太阳接近而未能观测到它。

再下一次，预报比拉彗星应该在1846年2月11日过近日点，可那一次，早在1845年11月就已经能够看到它了，发现彗核有个突出的部分。1846年1月13日，惊奇的现象突然发生了，比拉彗星分裂为两颗，分出的部分最初又暗又小，不久就愈来愈亮。这两颗彗星继续在空间运行，每一颗都有自己的彗核和彗发，它们之间的距离慢慢加大，到2月10日已有24万千米的距离了。近代天文学家还从来没有看见过这种彗星分裂的现象，因而曾轰动一时。

1852 年 9 月这对彗星又回来了，它们之间的距离已经增加到 240 万千米之遥。

1859 年又该能看到它了，但因和 1839 年同样的原因而没有观测到，只有等 1865 年再观测了。可是到了 1865 年，虽然天文学家把它们的位置计算得很精确，许多天文台也尽力寻找它们，但是没能发现它们的踪迹，从此以后人们再也没有找到它们，比拉彗星失踪了。

这颗分裂的彗星失踪后，留下了一件令人惊奇的事情。当地球于 1872 年 11 月 27 日穿过原来比拉彗星运行的轨道时，这天夜晚天上发生了一阵灿烂的“流星雨”，这并不是夸大的形容词，真和下雨一样地落了一来，到处都象在放节日的焰火，看上云真使人眼花缭乱，喜出望外。流星雨从这一天的 19 时开始，到第二天凌晨 1 时才停止，极盛时期是在夜里 21 时。有人估计，流星总数在 16 万颗左右。流星雨的辐射点在仙女座 γ 星附近。

3. 科学解释

比拉彗星消失了，仙女座流星雨出现了，这是怎么回事呢？它们之间有什么关系吧？当然我们不能不怀疑这是分裂的比拉彗星改头换面的重新出现。计算结果表明，与比拉彗星的运行轨道颇相一致。这样，疑问找到了答案：原来流星雨就是彗星瓦解的残骸。

彗星每经过太阳附近一次，都要变“瘦”变小，把大量比砂粒还小的宇宙尘埃抛到空间去，这些微小粒子沿着原来的彗星轨道环绕太阳旋转。如果地球接近彗星轨道，微粒子在地球的引力作用下，落入地球与大气摩擦生热发光，成为

流星雨，这就是流星雨来源的科学解释。

每年地球总是在一定的时间内穿越彗星轨道，届时就会出现美丽动人的流星雨。但是，流星物质并不是在彗星轨道上均匀的分布着，而总是成为浓密的团块状。例如在狮子座流星雨以 33 年的周期重复出现。

至于仙女座流星群的情况，回溯过去，在 1798 年、1830 年、1838 年已经被人们观测到了，那时流星处于比拉彗星之前大约 5 亿千米的地方，而 1872 年出现的流星雨则在它后面达 3 千米。所以团块流星物质沿着彗星轨道的分布至少有 8 亿千米。可见比拉彗星运行轨道的时候，在 5 小时之内总计有 40000 多颗流星出现。

1885 年以后，没有观测到大的流星雨，但每年 11 月 27 日，总有一些流星从仙女座降下来，不过一年比一年少就是了。可见比拉彗星的流星物质已经逐步地均匀散布在它的全部轨道上了。

引人入胜的流星雨，其特征是不仅数量众多，而且都是从同一个地方向落向地球，因此，从地面上看起来，流星雨是从空中一点向四外辐射的，如同火花一般。为些，浏览群通常取辐射点所在的星座命名，例如狮子座流星群、仙女座流星群、天琴座流星群等等。

另外一类流星，它们不象流星群那样成群结队的“集体活动”，而是单独地偶然出现，所以叫单个流星。又由于这类流星的出现总是零星的，彼此之间没有什么关联，时间和方向民毫无规律可言，所以，在其它天体的引力作用下，一些流星体脱离了星群。这类流星物质如果与地球相遇就会成为

偶现流星，通常人们也叫它“贼星”。

在晴朗的没有月亮的夜晚，一个目击者 1 小时可以看到 10 颗左右的单个流星，如果照此计算，从整个地球上每小时用肉眼可以看到的流星就在 2000 万颗以上，如果再乍上更暗的，一天就有数十亿颗流星进入地球大气，它们的质量大约有 20 吨左右。在一个夜晚，偶现流星出现的频率是不一样的，下半夜经上半夜出现的流星要多些，而且也明亮些，这是什么原因呢？道理很简单，因为下半夜出现的流星是同我们地球正面相遇的，或是地球追上的流星；而上半夜出现的是追上地球的流星。

我们知道，主要流星群都集中在 7 月份以后出现。那么偶现流星在一年之中出现的情况怎样呢？根据日本东亚天文学会流星科村上忠敬和藪保男的观测统计，在北半球每年 4 月偶现流星最少。9 月最多。原因何在还没有弄清楚。有关偶现流星周年变化的研究还很不充分。

英国天文学家霍伊尔认为，一般肉眼可见的流星，密度都惊人的低，差不多是水的密度的 0.05 倍，这样的流星即使是固体，也是多孔性的结构，与陨石（密度 3—4 克）和陨铁（密度 8 克左右）完全不同。许多流星体通过大气时会碎裂，并且在很低的压力下就破碎，这种现象也说明它们是由易碎的和多孔的松脆物质所组成。

4. “飞碟”现象

所谓“飞碟”是人们对那些被怀疑为宇宙人所乘坐的、飞向地球来的不明飞行物的总称，英文缩写是 UFO。近年来，有关飞碟的报道甚嚣尘上，吸引了千千万万发好奇者，其实

那些飞行物有很多就是流星，尤其是缓慢飞行的火流星，被人们误认为飞碟的可能性更大。

1976年9月5日下午7时许，“噗”的一声，一个怪物——黄色火球，出现在日本东京的上空，自东南向西北横贯而过，“啊！飞碟”，有人惊叫起来。警视厅得到110个人的报告：“瞧那奇怪的光芒，虽然不能肯定是飞碟，但大致总错不了！”人们兴奋地议论着……。

羽田机场的管理人员、首相官邸的警备人员、皇宫警察都目睹到了这个怪物。但日本国立科学博物馆的山村定男等专家断定：“从出现的时间仅两三秒钟和颜色等情况来看，这个怪物不是别的，是一年仅出现两三次的火流星。”正巧，当时在后乐园球场转播棒球比赛的电视摄象机，把这一怪物清楚地摄入了镜头，由此还算出了它的轨道，这样可以肯定那个怪物确实是一颗火流星。

但是五个之后，即1977年1月20日黎明，在还完全漆黑的东京上空，又出现了发蓝白光的不可思议的物体，它的大小如同人头，象水银灯那样发亮，从东京、大田区上空北去，向埼玉县方向缓慢飞去。目击者达100余人。“UFO”！“这恐怕是不祥之兆吧！”人们一片骚动。警视厅发出“非常警戒”的指令。防卫厅也用雷达跟踪这个来历不明的奇特物体。

大约一个小时以后，从日比谷公园派出所传出“蓝白色物体低空飞行，大概降落在皇宫的楠正成公铜像附近”的情报，巡逻车迅速驶往楠公像，警察手持电筒，仔细寻找，并没有什么怪物一类的东西。后来又传出“降落在浜离宫”的

消息，查找结果也是一无所获。非常警戒解除了。

山村定男博士判定：“这也是流星。”火流星每三四个月出现一次，这一天由于天气的关系，有时看得见，有时看不见，因此很容易被人们误认为是飞碟并引起骚动。

流星通常在非常高的天空飞行，但是肉眼看起来却象近在眼前。流星飞这常常留下白白的亮迹，叫流星余迹。流星余迹分为两类：流星本体消灭后即消失的叫短命余迹；有的流星余迹存在可达几秒钟到几分钟（也有的报告说长达几十分钟到一小时以上），叫长命余迹。前者即使是低速飞行也可以看到，后者则仅限于高速度的亮流星。长命流星余迹很容易被人们误解为飞碟。根据美国空军的飞碟调查记录，在 663 件目击事件中，有 130 件是陨石、流星，其次是气球、人造卫星碎片、飞机、探照灯等。

不习惯于空中现象的人，偶然仰视天空，往往会看到“奇妙”的东西，从而感到惊奇。近年来报刊杂志、广播电视中有关 UFO 的报道日渐增多，人们看到空中不可理解的各种现象，很容易和飞碟联系起来。

宇宙人乘飞碟来到地球，这种想象是玄妙的，但却缺乏科学根据，很多天文学家都否定飞碟的存在。在以观察星空为职业的天文学家中，很少有人报告说看到了飞碟，这是因为天文学家对于天空中的现象早以习惯，尤其是对于各式各样、丰富多彩的天象能够辩认得一清二楚。

1913 年 2 月 9 日下午 9 午时许，加拿大多伦多市民目睹到奇异的流星。在西北天空，突然出现了火红的物体，随后逐渐变大，长出长长的尾巴，宛如喷射的火箭；它不下落，而

是沿着水平方向飞行。不久，这不可思议的火球又三两成群地出现，与前面相同，也沿着水平方向飞行。

2月9日，在美国许多地方很多人也看到了这群奇异的流星，那是人们并没有把它和飞碟联系起来，可以想象在飞碟盛传的今天，如果不识天象的人们看到它，又会误认为是宇宙人乘坐的飞碟了。

三、观测流星

观测流星都用什么方法呢？大体来说有三种办法，即目视（肉眼和望远镜观测）、照相（包括光谱观测）和雷达观测。

目视观测是最原始，但也是最基本的观测方法。西方有目的地目视观测始于19世纪，当时的肉眼观测者记录流星的路径、速度和亮度，为现代流星天文学的建立奠定了基础。

目视观测通常就用肉眼直接观测，有时为特殊的目的，也用视场大、低倍率的望远镜。最简单的作法是计数观测：在流星雨出现时，以1分钟或5分钟为单位，计数在单位时间内所看到的流星数，从而获知流星雨的密度；在偶现流星的情况，以1小时或2小时为单位进行计数。这种作法既可以单人进行，也可以5—10人分别负责一部分天区的观测，而后加以综合得出今天在单位时间内的流星数。

复杂的作法是记录观测，即把流星通过的路径记入星图，并将出现的时间、持续的时间、亮度、速度、颜色、痕迹一一记入表格内，以供全面分析、研究之用。

照相观测是本世纪初发展起来的观测方法。这种方法通常是将两架同样的照相机，彼此相隔几十千米，并且对向同一天区，同时曝光，如果有一颗流星通过这个区域，那么它

就被这两架照相机同时拍下，这样可以测得流星的高度和亮度，为了测定速度，在流星象迹上记上时间标度。记时间标度的通常方法是，用旋转的快门以一定的时间间隔交替地暴露和遮挡物镜或焦平面。最适宜流星照相观测的是贝克超施密特流星照相机，它人焦距短、视场大。

雷达观测开始于本世纪 40 年代。1946 年英国的洛非尔首次用雷达方法观测到流星雨。这种观测方法主要是利用流星余迹对无线电波的散现来实现的。雷达接收到流星余迹反射的无线电波时，就会在荧光屏上出现一个亮点，或者在连续拍照的胶卷上记录下距离随时间或回波幅度随时间变化的曲线。而后经过分析研究就可以得到流星出现的数目、距离、高度、方法、速度以及流星体的质量等有关资料。流星的雷达观测方法不受昼夜、晴雨、云雾的影响，这是目视和照相观测所无法比拟的。因此，从 50 年代起，这种方法成了流星观测的主要手段。多年来的观测表明，用雷达方法发现了其他方法不能发现的许多出现于白昼的大流星雨，还排除了以前对于某些流星来自于星际空间的猜想，完全肯定了所有流星体都是太阳系成员。

古书《春秋》记载了鲁庄分七年（公元前 687 年）的一次流星雨：“夏四月辛卯，夜，恒星不见。夜中，星陨如雨。”这是关于天琴座流星雨的最早记录。有的流星记载非常详细，包括出现和消失的时刻，持续的时间，流星的数目、颜色、亮度、方位和声响等。例如在《宋书》中有一条记载说：“有流星大如桃，出天津，入紫宫（即紫微垣，详见第六章注解），须臾有细流星或五或三相续，又有一大流星从紫宫出，入北

斗魁，须臾双一大流星出贯索中，经天市垣，诸流星并向北行，至晓不可称数。”这是宝瓶座 η 流星雨的观测记录，发生在刘宋元嘉二十年二月乙未（公元 443 年 4 月 9 日，归算到现在春分点相当于 4 月 30 日）的夜晚，记述详尽，描写生动，读后使人仿佛身临其境。

第七节 天上的传说——星座

一、星座“街区”的划分

面对茫茫星海，常常使很多人望而生叹，不知该怎样认星。其实，和星星交朋友也不难。这要首先了解星区是怎样划分的。就像了解你的挚友一样，你应知道他家的住址，他家周围的环境特征。恒星天区的划分，就相当于街区的划分。

就我国看到的星座来说，可以大致先把整个可见恒星天空分成两个大星区：北极星附近的星区和天球赤道与黄道经过的星区。这两个星区以外的星区，可以在此基础上去找。比如说某星区是在北极星附近的星区和天赤道之间呢？还是天赤道或黄道以南呢？当然，就是这两个天区内，也包括许多各具特色的星区。也就是说，认星也要先定“区”，从“区”定“街道”，再从“街道”定“门牌”。

中国古代把恒星天空划分为三垣二十八星宿（xiu）。古人注意到太阳和月亮经过的黄道附近星区，就将沿黄道和赤道的天区又分成大小不等的 28 个小区，叫二十八星宿。宿就是住地的意思。月亮在绕地球运动过程中，每日从西往东经过一宿。

人们又把相连的七宿合称一像，共四像。每象有代表性的动物名称命名。它们是苍龙：角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿；玄武（龟和蛇）：斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿；白虎：奎、娄、胃、昂、毕、觜、参七宿；朱雀：井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿。二十八星宿是从角宿至亢宿开始，这和日月五星从西往东运动的方向是一致的。可见古人对恒星与日月五星的相对位置变化的认识是颇为充分的。

中国古代还把二十八星宿以久的星区划分为三垣：紫微垣、太微垣和天市垣。垣就是墙的意思。意思就是以墙围起的星区。紫微垣包括北天极附近的星区，太微垣大致包括室女星座、后发星座和狮子星座，天市垣包括蛇夫、武仙、巨蛇、天鹰等星座。

许多古老的民族都有关于恒星天空的划分方法，并给每个星区编织了生动的神话故事。随着科学的发展，对星区的划分应该统一。1928年，国际天文学联合会决定，将全天划分成88个星区，叫星座。在这88个星座中，沿黄道天区有12个星座。它们是双鱼座、白羊座、金牛座、双子座、巨蟹座、狮子座、室女座、天秤座、天蝎座、人马座、摩羯座、宝瓶座。

除此之外，北半天球有29个星座。它们是小熊座、大熊座、天龙座、天琴座、天鹰座、天鹅座、武仙座、海豚座、天箭座、小马座、狐狸座、飞马座、蝎虎座、北冕座、巨蛇座、小狮座、猎犬座、后发座、牧夫座、天猫座、御夫座、小犬座、三角座、仙王座、仙后座、仙女座、英仙座、猎户座、鹿豹座。

南关天球有 47 个星座。它们是唧筒座、天燕座、天坛从、雕具麻、大犬座、船底座、半人马座、鲸鱼座、*蜓座、圆规座、天鸽座、南冕座、乌鸦座、巨爵座、南十字座、剑鱼座、波江座、天炉座、天鹤座、时钟座、长蛇座、水蛇座、印第安座、天兔座、豺狼座、山案座、显微镜座、麒麟座、苍蝇座、矩尺座、南极座、蛇夫座、孔雀座、凤凰座、绘架座、南鱼座、船尾座、罗盘座、网罟座、玉夫座、盾牌座、六分仪座、望远镜座、南三角座、杜鹃座、船帆座、飞鱼座。

这 88 个星座大小不一,形态各异,范围最大的是长蛇座。它东西跨过 102° ,真是名副其实的“长蛇阵”。不过这个星区没什么特别亮的恒星,不怎么引人注目。其中有 45 个星座是用动物名称命名的,有飞禽,猛兽,昆虫和水中动物。还有传说中的怪兽,如人马座、摩羯座和麒麟座等。你看,多像星空动物园啊!星空就像一部巨大的天书,具体内容还有待你去阅读。

二、二十八星宿

在《西游记》中,孙悟空蒙难无法脱身时,常常念动咒语把六丁六甲及二十八宿等天神天将召来,在这些神灵的协助下,才能一次次化险为夷。

二十八星宿是中国古代的“星座”(叫“星宿”),它们公布在天赤道周围不远。在我国古代神话中,它们又是 28 个各有神通的神灵。至今,山西晋城玉皇庙和石家庄毗卢寺内还幸存着二十八宿的塑像及壁画。

二十八星宿的起源极早,至少在殷末周初(约公元前 12、13 世纪)已被确定了下来,甚至在甲骨文中都可找到有关它

的踪迹。后来古人又把二十八星宿归并为四大区，并以 4 种威武神奇的动物来命名，称为“四象”——苍龙、白虎、朱雀、玄武。每象都包括七宿。

在每年春天黄昏，古人就想象南方有一只展翅飞翔的大鸟，东边有巨龙正在飞腾，而西边的白虎则在吼叫，只有北边的龟蛇尚在地平线之下没有露面。东汉大天文学家张衡曾对此作了形象生动的描绘：“苍龙连蜷（quán）于左，白虎猛踞于右，朱雀奋翼于前，灵龟圈首于后。”

四象与二十八星宿的对应关系如下表所示。

四象	包括的星宿
（东方）苍龙	角、亢、氐、房、心尾、箕
（北方）玄武	斗、（牵）牛、（婺）女、虚、危、（营）室、（东壁）
（西方）白虎	奎、娄、胃、昂、毕、觜、参
（南方）朱雀	（东）井、（舆）鬼、柳、（七）星、张、翼、轸

二十八星宿在我国古代天文学中占有重要地位，《史记》中说：“舍者，日、月所舍。”而古代舍与宿在这儿是相通的，也就是说，它们是用来描述太阳、月亮运动的。因为月缺到月圆，正好 29 日，月亮每日差不多就向东移过一“宿”。不仅是太阳、月亮，古代描述行星运动、彗星路径，也都广泛使用二十八星宿。

三、黄道十二宫

西方相应的是黄道十二宫，现在不少星相家以此来为人

“算命”、推测祸福，甚至连一些显赫的大人物也笃信不疑。其实与天赤道是地球赤道的延伸一样，黄道实质上就是地球绕太阳的公转轨道面向天球的延伸，当然人们不会觉察到地球的运动，所见到的是太阳在球上的运动。只要每日定时观测太阳的位置，并标到星图上，它一年中在天球上绕过一圈，这就是黄道。黄道和天赤道有两个交点，分别称为春分点和秋分点。春分点是度量赤经（及黄道坐标中的黄经）的基点，其地位和作用如同地理坐标中的格林尼治那样。黄道与赤道的交角约为 $23^{\circ}27'$ ，这个不大不小的交角却造成了地球上的四季区分和五带的划分。南、北回归线的纬度正是 $-23^{\circ}27'$ 及 $+23^{\circ}27'$ ，两极圈的纬度值则是它们的余角 $90^{\circ} - 23^{\circ}27' = 66^{\circ}33'$ 。

由此可见，黄道是天球上一个很重要的基本圈，尤其在研究太阳系中的问题时，黄道的作用甚至比天赤道的还更重要。所以西方的黄道十二宫同样有着渊源的历史。

据考证，黄道十二宫最早可能起源于古巴比伦。古巴比伦的天文学家首先把黄道分为 12 段，每段正好 30° ，12 段正好与一个月对应，所以每一个月太阳位于某一段，下一个月则向东移过一段。太阳在西方是尊贵的阿波罗神，所以古巴比伦人把每一段都作为太阳的“行宫”，“这”的名字就是由此而来的。后来又经过古希腊人的加工，才逐渐变为流传至今的黄道十二宫。每一宫即以其中包含的星座名为宫名。

仔细推敲，黄道十二宫与黄道十二星座尚有区别。首先，每一宫的大小是完全一样的，都是 30° ，而实际的星座却大小相差相当悬殊。例如双鱼座东西跨 49° ，比双鱼宫要大 50%

以上，而巨蟹座只有 21° ，比巨蟹宫又小了许多。

现在流行的黄道十二宫定型于 2000 年前，其宫名几乎都是各种动物（见下表），故也常称“兽带”。巴比伦的十二宫都有各自的含意，如当时太阳到金牛宫是在 4 月底，那正是耕牛交尾繁殖的时间；双子宫是“结婚”的意思；宝瓶、双鱼则是巴比伦中多雨的季节……

黄道十二宫与它们的天文符号如下表所示。

春季三宫	夏季三宫	秋季三宫	冬季三宫
白羊宫	巨蟹宫	天秤宫	摩羯宫
金牛宫	狮子宫	天蝎宫	宝瓶宫
双子宫	室女宫	人马宫	双鱼宫

现在，太阳每年于 3 月 21 日从南半球归来到达春分点——进入双鱼宫，标志着春季伊始。到 6 月 22 日夏至，太阳位于双子宫内，说明夏季已经到来。同理，太阳到室女及人马宫时，又可看作秋冬的来临，如此周而复始循环不已。当然十二宫中的星座也各有许多动人的神话故事。例如，羊头鱼尾的摩羯座原是山林之神叫潘恩，他能歌善舞，精于乐器。有一次，主神宙斯和神后赫拉在奥林匹斯山上举行盛大的宴会，潘恩在席间吹起了悠扬的笛子，正当众神兴高采烈、觥筹交错之时，突然闯入一个顶天立地、半人半蛇的恶魔。这个巨怪有 100 个狰狞的头颅，眼睛中喷射出熊烈火，它身后还有许多妖兽在摇旗呐喊。众神对这突然的袭击毫无准备，只得仓皇而逃：宙斯化作一头牡羊、赫拉变作母牛，太阳神

变为公鸡，月神幻成小猫……潘恩就变成了半羊半鱼的怪物。事后，宙斯对他的可笑模样印象很深，于是让他升为居于重要地位的黄道星座。

为了帮助记忆这十二宫的名字次序，有人按照古代的次序编了一首朗朗上口的诗：

白羊金牛把路开，双子巨蟹相继来。

狮子室女光闪烁，天秤天蝎共徘徊。

人马摩羯挽强弓，宝瓶双鱼把头抬。

春夏秋冬分四季，十二宫里巧安排。

四、星座传奇

1. 大熊和小熊

面对正北方，便可见到两只“熊”——大熊和小熊。这两只熊对于人们认识星空具有重要的意义。

在希腊神话中，众神之父的主神宙斯执掌着极大的权力，可他又是一个专门寻花问柳的“登徒子”，见到美貌的女子，不管是仙是人，总是垂涎三尺。有次他出外巡视，发现了一个熟睡中的少女卡丽斯塔。她那如花的容貌，健美、苗条的身段，使这个主神丧魂落魄，忘却了一切。他摇身一变，他作了卡丽斯塔最好的女友——月亮女神阿尔忒弥斯去接近她，睡眼惺忪的少女哪能分辨真伪，宙斯就这样在嬉戏中占有了她。不久，卡丽斯塔怀孕并生下了一个儿子，取名阿卡斯。宙斯的不端行为很快被他妻子——神后赫拉察觉了。赫拉虽然对丈夫满腔怒火，可是可怜的卡丽斯塔变成了她发泄怨恨的牺牲品。赫拉把她抓起来后，天天对她进行辱骂拷打，尽管卡丽斯塔一再申诉哀求，赫拉还是百般折磨她。为了让

宙斯永远见不到她，赫拉最后狠毒地念咒语，使美丽的少女变成了一头粗壮咆哮着的大熊。

可怜的卡丽斯塔被粗暴地剥夺了做人的权利，但她的内心仍然是十分善良、温顺的他仍思念着自己的家乡，更想念着自己的儿子阿卡斯。这时阿卡斯已长成一个英俊少年，他十分勇敢，是个出色的猎人，很受同伴的尊敬，但他对自己的身世漠然无知。心胸狭隘的神后发现阿卡斯已长大成人，不禁又妒火中烧。她眉头一皱又想出了一条毒计：让母子俩在森林中不期而遇。卡丽斯塔见到自己英俊的儿子后，高兴极了，她忘记了自己已变成了令人畏惧的猛兽，却伸开双臂直向阿卡斯扑去。阿卡斯被这突如其来的“袭击”几乎慌了手脚，他哪里知道面前是他的生母？他赶紧向后一纵，举起了锋利的长枪，准备刺杀这头野兽。

就在这千钧一发之际，宙斯终于动了恻隐之心。为了阻止这场怪剧，他只得把阿卡斯变作小熊，并且提起二熊的尾巴飞到天上，成为天上两个重要的星座——大熊座和小熊座。但赫拉还不肯罢休，她先去央求他她哥哥海神，要他不准二熊进入海神的领地休息；同时又选派了一个猎人带着两头凶狠的猎犬座。因此，其他星座东升西落总有一段时间可没入地平线后“休息”，唯独这母子俩却永世不得安宁！尤其在纬度较高的北方，大熊星座、小熊星座永远在地平线之上。

从星图上不难看出，大熊座的范围很大，是仅次于长蛇座的第二大星座，占据天区面积 1280 平方度，包含着 125 颗可见星，最亮的 6 颗 2 等星分别称大熊 α 、 β 、 γ 、 ϵ 、 ζ 、 η 。小熊座的形状与大熊十分相像，但面积和星数都只

有“母亲”的 $1/5$ 左右。而且除了小熊 α （北极星）、 β 是 2 等星外， γ 、 ε 是 3 等星，其余的 17 颗星均在 4—6 等之间。在现代的城市中，夜晚一片灯光，常使人不能看见其全貌。

说也奇怪，无论中外，人们都很关心这两只“熊”，而且还常常把它们组成另外的图案。例如，英国古代农民把大熊座的 7 颗星看作为一张耕田的犁，而在我国则想象为一把勺子——“尾巴”是大勺的把手，并给予专门的名称——北斗。

我国自古以来一直很崇拜北斗七星，因为在我国传说中，“北斗星君”是掌管人类阳寿的大仙《三国演义》（第 69 回）中就有“赵颜借寿”的故事。正因为他们很重要，所以每颗星都有专门的星名：天枢（北斗一、大熊 α ）、天璇（北斗二， β ）、天玑（北斗三， γ ）、天权（北斗四， δ ）、玉衡（北斗五、 ε ）、开阳（北斗六， ζ ）、摇光（北斗七， η ）。利用北斗七得不难找到北极星：只要把天璇、天枢的连线延长 5 倍左右，就是北极星（勾陈一，小熊 α ）。所以人们常把天璇、天枢称为“指极星”。它们就像罗盘那样，可以为人们指出正北的方向。

2. 牛郎和织女

“牛郎织女”是我国四大神话传奇故事之一。牛郎又名河鼓二，民间俗称“扁担星”。但夏天的星空中有两条扁担：一条就是牛郎挑的一对儿女（即河鼓一与三），另一条扁担是在南边地平线上的心宿一、二、三。民间故事说，心宿二（又名大火）是备受后母虐待的哥哥，他挑的是石头，担子很重，把扁担压得很弯很弯，而弟弟河鼓二担的是没有分量的灯草……

在西方，河鼓三星的扁担属于天鹰座，牛郎为天鹰 α 。希腊神话中，这只神鹰是主神宙斯派去折磨为人类偷盗火种的英雄普罗米修斯的帮凶，它每天都要去撕破英雄人肚膛，啄食英雄的肝脏……

按亮度而言，牛郎是全天的第 11 亮星，为 0.77 等（属 1 等星），离我们约 16.5 光年，即相当于 156 万亿千米，这个距离相当于地球到太阳来回 50 万次！请勿惊讶，天文数字就是这么巨大，牛郎星实际还是我们的近邻呢！

夏季三角形的另一个顶点就是织女星。织女与牛郎相隔着一条银河（牛郎在东南，织女在西北）。认识了河鼓三星后，就可以把“扁担”延长 6 倍左右找到织女。另外还有一个标志是，在织女的右下方，有 4 颗小星*（ α 、 β 、 γ 、 δ ），大致组成了一个小小的平行四边形，传说这是织女用来编织美丽的云霞和彩虹的梭子。织女是玉皇大帝的女儿，所以这颗星很为皎俏，闪耀着令人喜爱的明亮的青白色光芒，亮度约为 0.04 等（属 0 等星），也是全天第五亮星（仅次于天狼、老人及南门二、大角）。据测定，织女与我们的距离是 26.3 光年，而它与牛郎的实际距离为 16 光年。从大小而言，织女比太阳和牛郎都大一些，织女的半径为太阳的 2.8 倍，牛郎的半径是太阳的 1.7 倍，所以牛郎织女真要配对，那真是名符其实的“小女婿”——1.60 米的姑娘与身高仅 1 米的侏儒总不太协调的。

织女是天琴座的主星 α 。天琴在希腊神话中原是太阳神阿波罗的一架七弦琴，这架宝琴奏出的乐曲使人回肠荡气、消魂失魄；它的琴声帮助希腊英雄战胜了女妖靡靡之音的诱

惑，也曾使铁石心肠的冥王大发慈悲！

夏季三角形的第3个顶点就是天津四，实际上它已在西北的天空中了。“津”者，原来含有渡口的意义。传说当年隋炀帝迁都洛阳，他曾把洛水比作天河，并命人在洛水上建造了“天津桥”，历经千年沧桑，现在那儿还留存有当年的一墩桥孔。虽然天津四的亮度已排到了第19位（约1.25等，属1等星），但因为这颗星离我们远达1630光年，几乎是牛郎距离的100倍，而看起来的亮度仅比牛郎暗0.5星等，所以可想而知，天津四实际上是颗极其明亮的恒星——它发出的光是太阳的11万倍，它的半径则是太阳的106倍。

第八节 威胁人类文明的小行星

一、小行星伊卡鲁斯

“1968年6月15日，一个星球将与地球相撞！”这耸人听闻的预报在澳大利亚、美国和苏联的学者之间，引起了一场大争论。做出这一预言的是澳大利亚悉尼大学的巴特拉教授，他在一篇科学论文中写道：“这是一颗直径1千米，质量为20亿吨的星球，只要它稍许偏离原有的运行轨道，就可能进入与地球相碰撞的路线。如果发生这类事件，那么任何大城市都会被撞得粉碎。”

对此预言立即做出响应的是美国的科学家，加利福尼亚大家的理查德逊博士，支持巴特拉教授的观点，他说：“尽管不能说这颗星球一定会与地球相碰撞，但发生这种事情的可能性很大。”

伊卡鲁斯是希腊神话故事中的一位英雄少年。他和父亲代达罗斯被米诺斯国王囚在克里特岛上，为国王建造富丽堂皇的迷宫，他们不仅辛苦，而且没有自由。为了逃出“牢笼”，父子二人用蜡做了两对大翅膀，想借此远走高飞，一次趁看管人员不留神的机会，他们悄悄地将翅膀粘在自己的两臂上起飞了。父亲富于经验，叮嘱儿子千万不要太接近太阳，但伊卡鲁斯一来由于兴奋，二来由于迷恋于太空的魅力，他不为地高飞，终于因为飞近太阳，蜡做的翅膀被火热的太阳光熔化了伊卡鲁斯坠入海、被活活消耗量死。

正如希腊英雄少年飞得太靠近太阳那样，小行星伊卡鲁斯最接近太阳时，只距离太阳 2700 万千米，这已经深入到了水星运行轨道的内侧，差不多是水星距离太阳的一半。在太阳系九大行星中最靠近太阳的是水星，但是水星与小行星伊卡鲁斯相比，那么水星就大为逊色了。

伊卡鲁斯最接近太阳时，表面温度高达 500℃ 以上，但并不会熔化，其后它逐渐远离太阳，横越金星、地球的运行轨道，飞到火星轨道外侧，到达距离太阳 29000 万千米的远方。

伊卡鲁斯围绕太阳运行一周需要 409 天，地球围绕太阳运转一周是一年，所以，每 19 年这两颗星就相会一次。也只有在这个时候，伊卡鲁斯容易被观测到。1949 年伊卡鲁斯飞近我们地球时，被发现了。1968 年它又与地球相会，这次它接近到距离地球 600 万千米的地方。

600 万千米！是月地距离的 16 倍，一般人或许感到很远，但在天文学家眼里却是近在咫尺了。而且伊卡鲁斯在靠近

太阳之前先接近水星，受到水星引力的作用，运行轨道或多或少总会有些变化，所以也许不只是 600 万千米呢！无怪乎巴特拉教授会产生某种担心哩！

伊卡鲁斯以 9 千米/秒的迅猛速度接近我们的地球，如果轨道发生偏离与地球相撞，那将是非常可怕的事情。

如果伊卡鲁斯与地球相撞，在地面上将造成直径为 1000 千米以上的巨大坑穴。这个面积大约相当于北京市面积（17800 平方千米）的 44 倍，即 783200 平方千米。在这个范围内所有的生物、建筑物，都会在一瞬间消失得踪迹全无。坑穴周围刮起狂风，发生空前规模的大地震，大地震所涉扩范围之大可想而知了。

即使伊卡鲁斯不坠落在陆地，而是坠落在汪洋大海之中，比如大西洋吧，那么它所造成的危害也相当可观：由此所产生的海浪将高达 600 米，大西洋两岸的南北美洲大陆和欧洲，都将受到巨浪的冲击，数千个城市和村镇都会被淹没。

即使伊卡鲁斯倾斜地说过地面，那么由于碰撞所产生的冲击波，可以将大树推倒，把房屋震塌，把人和汽车吹到半空中，犹如大地震和龙卷风所造成的惨景一般。

再进一步设想：伊卡鲁斯的坠落造成的爆发性冲击波传入地幔，刺激火山活动，引起一系列火山爆发，那势必酿成世界性的大灾害。

人们密切地关注着伊卡鲁斯的动向。世界各主要天文台都把望远镜对准伊卡斯。1968 年 6 月 15 日这一天终于到了。伊卡鲁斯从距离我们人类的故乡——地球 630 万千米的空间飞奔而去，地球避免了一场灾难，巴特拉教授的警告成了“一

纸空文”。

那么，巴特拉教授是不是“杞人忧天”呢？我们说，不是的。这不仅是小行星为数众多，而且表现奇异者也为数不少呢！因此，不能保证以后不再出现伊卡鲁斯这样接近地球的天体，从宇宙的规模来看，发生这种偶然事件是完全可能的，实际上过去已经发生多次了。

二、其它行星

德国柏林天文台台长波德仔细研究了已经发现的几颗行星的位置关系，发现火星和木星环绕太阳运行的轨道之间的空间过大，认定中间必定有一颗未被发现的大行星。他组织了 24 位天文学家，成立了一个行星搜索学会，他们分工负责作系统的搜查，这个工作还没有取得什么成果，就从意大利西西里岛传来了令人兴奋的消息。

1801 年元旦之夜，意大利西西里岛天文台台皮亚齐在对金牛座作通常巡天观测时，发现了一颗从来没有看到过的星星。第二天，1 月 2 日这颗星已经逆行了 4 角分，沿着这个方向一直逆行到 12 日才停止，又改为顺行。这究竟是一颗什么星呢？皮亚齐和当年发现天王星的赫歇耳一样，认为是一颗彗星，它立即将这一发现写信告诉波德。

当时还没有发明明报，信件只能用邮政马车传递，当信寄到波德手里的时候，已经是 3 月 20 日了。波德认为这就是他寻觅已久的行星，于是他立即着手观测，遗憾的是此时那颗星已经淹没在太阳的光辉之中观测不到了。

“山穷水尽疑无路，柳暗花明又一村”。德国大数学家高斯，发明了只用三次观测数据就可以定出椭圆轨道的方法，

从而算出了这颗行星的运行轨道。1801年12月31日，人们在高斯预报的方位上又重新找到了这颗星。这样第一颗小行星终于被人们发现了。它被命名为色列斯，即谷神星。

谷神星直径是700多千米，只有地球直径的 $\frac{1}{16}$ ，与其他行星相比，确实太小了，简直不象人们期待已久的行星。所以，上述的24位天文学家继续搜索。1802年3月，德国医生、天文爱好者奥伯斯，发现了第二颗小行星智神星（她是希腊神话中的智慧女神）。1804年德国天文学家哈丁顿发现了第三颗小行星婚神星。1807年奥伯斯又发现了第四颗小行星灶神星。在这以后的30多年中没有什么建树，到了1845年，柏林邮电局局长、天文爱好者亨克发现了第五颗——义神星。至此，人们才恍然大悟，原来小行星不是一、二颗，而是很多很多，它们大多数都分布在火星和木星的轨道之间，于是人们把这个区域叫做小行星带。

1891年12月20日，在小行星发现史上是个值得纪念的日子。这一天德国海德堡大学的马克斯·沃尔夫教授，首先用天文照相的方法发现了第323号小行星布鲁西亚。照相术广泛应用之后，大大加快了发现小行星的速度。沃尔夫教授本人就发现了225颗！

截至1981年6月1日，作过充分观测并已经算出运行轨道正式编号的小行星达2395颗。如果再加上仅仅观测到还没有计算出运行轨道的，那就更多了。

前面已经提到第一颗小行星是皮亚齐发现的。皮亚齐为了取悦他的保护人那不勒斯和西西里国王弗迪南三世，提议把他发现的这颗小行星命名为迪南蒂亚，这一提议被其他天

文学家们拒绝了。按照给大行星用神的名字命名的惯例，这颗星被命名为色列斯，中译为谷神星。色列斯是罗马的收获女神，又正好是西西里的守护神，她还是罗马主神朱庇特（即木星）的姐妹，这个名字真是再恰当不过了。

万事开头难。当奥伯斯发现第二颗小行星时，就不必为起名烦恼了，它被命名为帕拉斯，中名译作智神星。这位女神就是希腊神话中大名鼎鼎的帕拉斯·雅典娜，她诞生于主神宙斯头颅之中，是智慧女神，又是女战神。

第三颗用神后朱诺命名，中名译作婚神星。第四颗维斯太，中名译作灶神星。

这样就建立了以希腊罗马神话人物（限于女性）来命名小行星的习惯。对于上一世纪的天文学家来说，要从荷马、维吉尔和奥维特等人的诗作中找几个名字，不过是信手捡来。

这里不妨提一下第 12 号小行星命名的一件轶事。它叫维多利亚，是 1850 年英国天文学家海恩德发现的，他提出维多利亚这个名字，显然是为了讨好英国女王。不料这大大激怒了大西洋彼岸的美国同行，他们认为，人，即使是君王，也不能随便升入天界，他们大肆抨击海恩德的命名，弄得不可开交，直到找到一个也叫维多利亚的小神祇（罗马胜利女神），这场风波才算平息。

当小行星发现的越来越多的时候，神话中的名字就“供不应求”了。好在神仙都分身有术，于是智神星实际上就有了三个，除 2 号帕拉斯之外，还有 93 号密那发（罗马名）和 881 号雅典娜。

在神话名字还没有用完之前，就有人用城市的名字称呼

小行星了。最早的是马赛 ,用来命名第 20 号小行星马赛利亚 ,紧接着是第 21 号留提西亚 ,这是巴黎的古名。到后来 ,罗马、莫斯科、芝加哥、北京、上海……一个个城市都上了“天”。

前面说过 ,19 世纪天文学家们曾坚决反对人名上“天” ,但是后来他们都后退了。许多名人纷纷被人们“捧上了天”。这样 ,我们又可以目睹许多科学家的风采了 ,象第 662 号牛顿 (英国物理学家、天文学家、数学家 ,生于 1662 年 12 月 25 日 ,卒于 1727 年 3 月 20 日) 、第 697 号伽利略 (意大利物理学家、天文学家 ,生于 1564 年 2 月 15 日 ,卒于 1642 年 1 月 8 日) 、第 855 号纽康 (美国天文学家。1835 年 3 月 12 日生于加拿大 ,1853 年迁居美国 ,1909 年 7 月 11 日卒于华盛顿) 、第 998 号波德 (德国天文学家 ,生于 1747 年 ,卒于 1826 年) 、第 1001 号高斯 (德国数学家、天文学家和物理学理学家。

1777 年 4 月 30 日生于伦瑞克 ,1855 年 2 月 23 日卒于阿廷根) 、第 1134 号开普勒 (德国天文学家。1571 年 12 月 27 日生于符腾堡 ,1630 年 11 月 15 日卒于雷根斯堡) 、第 2001 号爱因斯坦 (划时代的大科学家 ,现代物理学的开创者和奠基人。1879 年 3 月 14 日生于德国乌尔姆镇 ,在瑞士度过青年时代 ,1914 年被邀回到德国。1940 年入美籍。1955 年 4 月 18 日卒于普林斯顿) 等等。

读者或许会问 ,我们中国人有没有发现小行星呢 ? 回答是有的。第 21125 号“中华”是我们中国人发现的第一颗 ,它是紫金山天文台台长张钰哲先生于 1928 年在美国发现的。不过 ,第一颗中国人命名的小行星却不是中华号 ,而是第 139

号“九华”，它是美国天文学家华生于 1874 年 10 月 10 日在中国发现的，他请求清王朝赐给它一个名字。后来，华生又将自己发现的第 150 号小行星起名为女娲（即传说中女娲补天的那位神话人物），以表达他对中国的热爱。顺便指出，用中国神话中的人物命名的小星只有这一颗。

在 2300 多颗编号的小行星中，有五位中国古代科学家的名字，即第 1802 号东汉天文学家张衡；第 1888 号南北朝时代的数学家、天文学家祖冲之；第 1972 号唐代天文学家、佛学家一行；第 2012 号元代天文学家、数字家、水利专家和仪器制造家郭守敬；第 2027 号北宋科学家沈括。此外，还有三位如今健在的中国天文学家，这就是第 2051 号张（中华号的发现者张钰哲先生）；第 2240 号蔡（过去 30 多年从事行星和变星观测的台北天文台台长蔡章献先生）；第 1881 号邵（多年来在美国从事小行星和彗星观测的邵正元博士）。

顾名思义，小行星是体积比较小的行星。最大的小行星是谷神星，它的角直径也只有十分之几角秒，因而用一般的测角方法不能确定大多数小行星的直径，用这种方法确定了四颗较大的小行星，近年来用辐射测量和偏振测量方法，定出了近 200 颗小行星的直径。据估计小行星的总数要在几十万颗以上，但它们的总质量只有 2.1×10^{24} 克，大约为地球质量的 $\frac{4}{10000}$ 。为了给读者一个比较具体的概念，仅将用几种不同方法测得的几颗小行星的直径列于下面：

号数 名称 直接测量 辐射测量 偏振测量

1 谷神星 770 千米 1000 千米 1050 千米

2 智神星 490 千米 530 千米 560 千米

3 婚神星 195 千米 240 千米 225 千米

4 灶神星 390 千米 530 千米 515 千米

532 大力神——170 千米 120 千米

为了形象起见，不妨将几个主要小行星和我们熟悉的月球作一番比较。

谈到星球，人们自然会想到球形，然而，小行星可不是那么规则的，观测表明，谷神星和灶神星可能是球形的，其余大多数小行星的形状是五花八门、没有规则的。例如第 1620 号是长条形的，长是宽的 4—5 倍。第 433 号爱神星是轴体，三轴的长度分别是 36、15、13 千米。小行星除了形状奇特不一之外，它们表面的反光能力也参差不齐，这说明它们的组成物质是不同的，大体说来可以分为反光能力大的石质小行星和反光能力小的碳质小行星两大类。

大行星大多有卫星，这是人所共知的事情，但是谁能想到比大行星小得多的不行居然也有卫星呢？这实在令人惊异。首先发现小行星有卫星的美国天文学家麦克马洪。1978 年 12 月 11 日第 18 号小行星梅波蔓（直径 135 千米）遮掩恒星时，也发现它有卫星，命名为 1978 (18) I，直径为 37 千米。此外，对第 6 号、9 号、129 号小行星的掩星观测表明，它们也可能有自己的卫星陪伴。看来，小行星有自己的卫星还不是稀奇的现象呢！

三、小行星的起源

联想到小行星的许多特点，人们不禁会问，小行星是怎样起源的呢？这当然是令人感兴趣的问题。

早在 1807 年，第 2 号和第 4 号小行星的发现者奥伯斯，

就提出了一种小行星起源的假说，他认为为数众多的小行星，大概是由大行星破碎而成的，即所谓破碎说。但是，他没说明破碎的原因，也不能解释不行星的轨道分布等特征。此后，人们提出了不胜枚举的各种假说，其中不少人仍然支持奥伯特的观点，例如美籍荷兰天文学家柯伊伯认为，众多的小行星是由 5—10 颗原行星碰撞破碎而成。近年来比较流行的说法是，1970 年诺贝尔物理学奖金获得者、瑞典物理学家阿尔文和苏联天文学家施米特等人的“半成品说”，他们认为在太阳系诞生初期，原始弥漫物质由于某种原因未能聚集成大行星，而只形成了半成品——小行星，这些半成品以分散状遗存至今。中国已故天文学家戴文赛也详细阐述了小行星的起源。

以上两种是小行星起源的主要理论，至于其他假说就不多作介绍了。但不论哪种假说，都还不是定论。小行星带处于水星、金星、地球、火星这类所谓类木行星之间，虽然，解开小行星诞生之谜对于理解太阳系的起源的演化，是至关重要的。

观测证明，99%的小行星都在火星和木星的运行轨道之间环绕太阳运转。但是，像伊卡鲁斯这样“无法无天”者，也是有的。这类小行星多用男性的名字命名，这大概是由于男性好动的缘故吧。

1931 年第 433 号爱神星(直径 24 千米)从距离地球 2000 万千米的空间飞过，这个距离大体相当于月地距离的 60 倍，当然没有什么危险，相反，人们利用它接近地球的有利时机，把日地平均距离即天文单位(太阳系内各行星的距离都用天文单位度量)的精确度，大大改进了一下。

1932 年发现了一颗更靠近地球的小行星，那一年它到地球的最近距离是 1000 万千米。这颗小行星被命名为阿波罗（直径 3 千米）。1936 年另一颗小行星阿多尼斯（直径 1.5 千米）又打破了这一记录，它把我们地球的距离缩小到 200 万千米。

1937 年小行星赫米斯（直径 1.5 千米）的发现，使天文学家们目瞪口呆，那一年的 12 月 30 日，赫米斯逼近到距离地球只有 64 万千米的地方，这个距离还不到月地距离（384400 千米）的 2 倍。据计算，它最接近地球时，可以达到 30 万千米，也就是说它可以从地球和月球之间通过。

按照目前的惯例，凡近日距离小于 1.67 天文单位的小行星，发现后即可命名，不必受常规约束。目前已经发现的，像阿波罗这样极为靠近地球的小行星（称为阿波罗型小行星）已达 30 多颗。当然，实际上还要多，有人估计直径在 0.7—1.5 千米的阿波罗型小行星，大约有 500—1000 颗。

阿波罗型小行星总是穿越地球运行轨道的机会，这样就很难保证它们不与地球相撞了。有人用电子计算机对这种可能性作了计算，结果是，直径 1 千米以上的每 100 万—200 万年可能与地球相撞一次。直径 10 千米以上的每 1 亿—2 亿年可能与地球相撞一次。直径 1 的天体与地球相撞所造成的破坏力，与数百万枚广岛型原子弹的破坏力相当，至少可以造成像通古斯事件那样的灾害。10 千米以上的天体一旦与地球相撞，其破坏力是不堪设想的。有的科学家认为，6500 万年恐龙灭绝的原因就是一次 10 千米左右的小行星冲撞地球造成的。

当然，如果只有 100 万年或 10000 万年才发生一次，似乎没有什么担心的必要。问题在于小行星的质量很小，稍一受大行星引力影响，运行轨道就会发生变化，因此，发生突然事件的可能性是不排除的。

为此美国宇航局的科学家们，拟定了“宇宙监视计划”。美国亚利桑那大学月球、行星研究所的汤姆·格瑞尔斯博士，设计了一种“小行星自动发现器”，这实际上是一台口径 182 厘米的反射望远镜，上面装有先进的受光仪器，它可以把绝对星等在 18 等以上的阿波罗型小行星全部找到，并能计算出它们的轨道要素和光学性能，目前这台仪器正在制造之中，预计 1985 年可以开始测。美国宇航局的科学家宣称，一旦发现有危险的天体冲向我们地球，那么就要发射载有氢弹的宇宙飞船与它接触，或是把它炸碎；或是改变它的运行轨道。可见，真正的危险在于不认识它，只要认识了，把握了它的规律，总是可以找到应急的办法化险为夷的。

四、小行星的好处

如此说来，小行星是令人望而生畏的了，其实这只是问题的一方面，另一方面是小行星对于我们人类是很有用处。

前面我们提到利用第 433 号爱神星靠近地球的机会，天文学家把天文单位的数值测得更加准确了，此外，小行星还有更多的妙用。

利用小行星测定大行星的质量，可以获得十分精确的结果。尽人皆知，行星主要是在太阳引力控制运动的，但各行星之间也有引力相互牵引，产生摄动，摄动力的大不与行星的质量成正比，所以有可能从摄动来测定行星的质量。但是，

这个方法有两个明显的困难，太阳和大行星都有大小不同的圆面，它们的中心点的位置难以确定；再者，各行星彼此吸引，相互摄动，更增加了问题的复杂性。

可是如果利用大行星对不行星的摄动来测定大行星的质量，上述两个困难便可避免，因为小行星在天文望远镜里只是个微弱的小光点，它那渺小的质量又影响不了大行星的运动，所以自 1870 年天文学家利用第 29 号小行星测出木星质量为太阳质量的 $\frac{1}{1047}$ 以来，直到今天这个数值仍巍然不动。此外，还用第 659 号小行星测定过土星的质量，用第 433 号测定水、金、火三星的质量。

观测小行星还可以得到比观测太阳、月球、大行星更精确的天球赤道的位置，这同样是因为它们在天文望远镜中呈现比较大的圆面，而小行星则只呈现一个小小的光点，所以现在世界上有十几个天文台对选定的 10 颗小行星（编号是 1、2、3、4、6、7、11、18、39、40）进行着长期观测。

近代新技术的应用，使小行星在某些天文工作领域中的作用降低了，但在空间时代的新形势下，小行星又别开生面地发挥了独特作用了。目前已经有了人造卫星型的空间站，天文学家们可以从空间上观测太阳和其他天体，但是，现在还没有环绕太阳运行的空间站。

一个直径 10 千米左右的小行星，可以说是理想的绕日运行的天然空间站，它在自己的轨道上运行到近日点（即最接近太阳的地方）附近能靠近地球，除了月球和流星之外，再没有比较容易地登上这座天然空间站或是从上面返回宇宙飞船。

随着空间科学的飞速发展，人们对开发小行星资源作了更多的美好设想，小行星含有丰富的铁和镁以及一定数量的金、钨、铱、银等贵金属，因此，小行星是难得的宇宙矿物宝库。现在世界上已经有 14 个国家的 665 位科学家对如何开发小行星资源做着认真思索。

有的科学家甚至大胆设想，要把小行星改造成恒星际宇宙飞船。众所周知，恒星之间的距离是非常遥远的，非得用光年*或更大的尺子才便于计量，比如离我们最近的恒星比邻星距离是 4.3 光年，就是说从地球到比邻星去，即使用光速也得跑 4.3 年才能到达，换句话说，比邻星发出的光得漫长的，这样，宇航员要飞向恒星，必须要求飞船是个完整的、独立的系统，以便保证在里面长期生活。

要实现人类的宇宙大迁移，即到其他星球上去定居，那就必须有一批能容纳几千人、几万人的超大型宇宙飞船，在这种情况下，恐怕小行星是再理想不过的了。也许读者会问，小行星怎么能当作宇宙飞船呢？事情是这样的，1 千米直径的小行星多的是，我们可以从中挑选合适的加以改造，把它的中心挖空，留下几百米厚的外壳。

天文台、通讯设备、连络用的小型火箭发射场等设备装在表面。其余的，诸如供给飞船动力的原子能发电站，推进飞船的引擎部分、水和空气的再生装置、化学农场、食料工场、学校、幼儿园、体育馆、剧院、居住区等等，全部安置在小行星内部。你看，小行星不是成了一个既是农村又是城市的巨大宇宙飞船了吗！在这个超型宇宙飞船中，有男人，也有女人，有老人，也有儿童，经过几个世代的飞行旅行，

就可以达到理想的目的地——适合人类长期居住的星球。说不定读者之中，或是读者的后代就有乘坐小行星的第一批旅客呢！

第二章 神秘的宇宙

第一节 你从哪里来——宇宙起源

一、一次大爆炸

1. 研究历程

长期以来，人们相信地球是宇宙的中心。哥白尼把这人观点颠倒了过来，他认为太阳才是宇宙的中心。地球和其它行星都围绕着太阳转动，恒星则镶嵌在天球的最外层上。布鲁诺进一步认为，宇宙没有中心，恒星都是遥远的太阳。

无论是托勒密的地心说还是哥白尼的日心说，都认为宇宙是有限的。才会也支持宇宙有限的的论点。但是，布鲁诺居然敢说宇宙是无限的，从而挑起了宇宙究竟有限还是无限的长期论战。这场论战并没有因为教会烧死布鲁诺而停止下来。主张宇宙有限的人说：“宇宙怎么可能是无限有呢？”这个问题确实不容易说清楚。主宇宙无限的人则反问：“宇宙怎么可能是有限的呢？”这个问题同样也不好回答。

随着天文观测技术的发展，人们看到，确实像布鲁诺所说的那样，恒星是遥远的太阳。人们还进一步认识到，银河是由无数个太阳系组成的大星系，我们的太阳系处在银河系

的边缘，围绕着银河系的中心旋转，速度大约每秒 250 千米，围绕银心转一圈约需 2.5 亿年。太阳系的直径充其量约 1 光年，而银河系的直径则高达 10 万光年。银河系由 1000 多亿颗恒星组成，太阳系在银河系中的地位，真像一粒砂子处在北京城中。

后来又发现，我们的银河系还与其它银河系组成更大的星系团，星系团的直径约为 10^7 光年（1000 万光年）。目前，望远镜观测距离已达到 100 亿光年以上，在所见的范围内，而是均匀各向同性地分布着。这说是说，在 10^7 光年的尺度以下，物质是成团分布的。卫星绕着行星转动，行星、彗星则绕着恒星转动，形成一个个太阳系。

这些太阳系分别由一个、两个、三个或更多个太阳以及它们的行星组成。有两个太阳的称为双星系，有三个以上太阳的称为聚星系。成千亿个太阳系聚集在一起，形成银河系，组成银河系的恒星（太阳系）都围绕着共同的重心——银心转动。

无数的银河系组成星系团，团中的各银河系同样也围绕它们共同的重心转动。但是，星系团之间，不再有成团结构。各个星系团均匀地分布着，无规则地运动着。从我们地球往四面八方看，情况都差不多。粗略地说，星系团有点像容器中的气体分子，均匀分布着，做着无规则运动。这就是说，在 10^8 光年（一亿光年）的尺度以上，宇宙中物质的分布不再是成团的，而是均匀分布的。

由于光的传播需要时间，我们看到的距离我们一亿光年的星系，实际上是那个星系一亿年以前的样子。所以，我们

用望远镜看到的，不仅是究竟距离遥远的星系，而且是它们的过去。从望远镜看来不管多远距离的星系团，都均匀各向同性地分布着。因而我们可以认为，宇观尺度上（ 10^8 光年以上）物质分布地均匀状态，不是现在才有的，而是早已如此。

于是，天体物理学家提出一条规律，即所谓宇宙学原理。这条原理说，在宇观尺度上，三维空间在任何时刻都是均匀各向同性的。现在看来，宇宙学原理是对的。所有的星系都并不多，都有相似的演化历程。因此我们用望远镜看到的遥远星系，既是它们过去的形象，也是我们星系过去的形象。望远镜不仅在看空间，而且在看时间，在看我们的历史。

爱因斯坦 1915 年发表广义相对论，1917 年就提出一个建立在广义相对论基础上的宇宙模型。这是一个人们完全意想不到的模型。在这个模型中，宇宙的三维空间有限无边的，而且不随时间变化。以往人们认为，有限就是有边，无限就是无边。爱因斯坦把有限和有边这两个概念区发开来。

一个长形的桌面，有确定的长和宽，也有确定的面积，因而大小是限的。同时它有明显的四条边，因此是有边的。如果有一个小甲虫在它上面爬，无论朝哪个方向爬，都会很快到达桌面的边缘。所以桌面是有限有边的二维空间。如果桌面向四面八方无限伸展，成为欧氏几何中的平面，那么，这个欧氏平面是无限无边的二维空间。

我们再看一个篮球的表面，如果篮球的半径为 r ，那么球面的面积是 $4\pi r^2$ ，大小是限的。但是，这个二维球面是无边的。假如有一个小甲虫在它上面爬，永远也不会走到心头。

所以，篮球面是一个有限无边的二维空间。

爱因斯坦终于计算出了一个静态的、均匀各向同性的、有限无边的宇宙模型。一时间大家非常兴奋，科学终于告诉我们，宇宙是不随时间变化的、有限无边的。

几年之后，一个名不见经传的苏联数学家弗利德曼，应用不加宇宙项的场方程，得到一个膨胀的、或脉动的宇宙模型。弗利德曼宇宙在三维空间上也是均匀，各向同性的，但是，它不是静态的。这个宇宙模型随时间变化，分三种情况。第一种情况，三维空间的曲率是负的；第二种情况，三维空间的曲率为零，也就是说，三维空间是平直的；第三种情况，三维空间的曲率是正的。前两种情况，宇宙不停地膨胀；第三种情况，宇宙先膨胀，达到一个极大值后开始收缩，然后再膨胀，再收缩……因此第三种宇宙是脉动的。弗利德曼的工作最初发表在一个不太著名的杂志上。后来，西欧一些数学物理学家得到类似的宇宙模型。爱因斯坦得知这类膨胀或脉动的宇宙模型后，十分兴奋。他认为自己的模型不好，应该放弃，弗利德曼模型才是正确的宇宙模型。

早在 1910 年前后，天文学家就发现大多数星系的光谱有红移现象，个别星系的光谱还有紫移现象。这些现象可以用多普勒效应来解释。远离我们而去的光源发出的光，我们收到时会感到其频率降低，波长变长，并出现光谱线红线的现象，即光谱线向长波方向移动的现象。反之，向着我们迎面而来的光源，光谱线会向短波方向移动，出现紫移现象。

这种现象与声音的多普勒效应相似。许多人都有过这样的感受：迎面而来的火车其鸣叫声特别尖锐刺耳，远离我们

而去的火车其鸣叫声则明显迟钝。这就是声波的多普勒效应，迎面而来的声源发出的声波，我们感到其频率升高，远离我们而去的声源发出的声波，我们则感到其频率降低。如果认为星系的红移、紫移是多普勒效应，那么大多数星系都在远离我们，只有个别星系向我们靠近。

随之进行的研究发现，那些个别向我们靠近的紫移星系，都在我们自己的本星系团中（我们银河系所在的星系团称本星系团）。本星系团中的星系，多数红移，少数紫移；而其它星系团中的星系就全是红移了。

按照哈勃定律，所有的河外星系都在远离我们，而且，离我们越远的河外星系，逃离得越快。

哈勃定律反映的规律与宇宙膨胀理论正好相符。个别星系的紫移可以这样解释，本星系团内部各星系要围绕它们的共同重心转动，因此总会有少许星系在一定时间内向我们的银河系靠近。这种紫移现象与整体的宇宙膨胀无关。

2. 大爆炸理论

1948年，在哥本哈根理论物理研究工作的俄裔物理学家盖莫夫等人，把核物理知识引进了宇宙学研究，认为宇宙起源于一次大爆炸，能量来源于核反应。爆炸生成的原始火球不断膨胀，并逐渐冷却下来，形成今天膨胀宇宙。

1964年，两位美国射电天文学家彭齐亚斯和威尔逊，在调试他们的天线时，发现有一些无法排除的噪声。为此，他们绞尽脑汁做了各种努力。他们检查了全部天线，清除了一切可能造成噪声的东西。彭齐亚斯和威尔逊曾发现天线上有一些鸽子粪，他俩在论文中还用文雅的语言谈到如何发现并

清除了鸽子的这些“白色分泌物”。但是，天线还是有噪声。这两位专家研究发现，此种噪声处在微波波段，属于热噪声，相当于绝对温度3度左右。

这时，美国相对论天体物理学家迪克听到了这个消息。当时他正在寻找大爆炸的余热。迪克立刻指出，彭齐亚斯和威尔逊发现的无法排除的热噪声，正是盖莫夫当年预言的大爆炸的余热。这种余热以热辐射的形式存在于整个宇宙之中。温度为3K的热辐射处于微波波段，正好被彭齐亚斯和威尔逊的射电天线所接收。由于这各辐射无处不在，所以两位射电专家不可能排除它们。

人们把彭齐斯和威尔逊发现的热辐射称为微波背景辐射或者宇宙背景辐射。由于这一发现，他们二人获得了1978年的诺贝尔物理学奖。微波背景辐射的发现，极大地刺激了宇宙学的研究。盖莫夫的预言的被证实了，宇宙膨胀的火球模型有了观测基础。人们重新研究了宇宙中氢元素的含量，即所谓氢丰度，发现大约在20%—30%左右，也与盖莫夫火球模型的预言相符。

按照现在的看法，宇宙起源于奇点，爆炸开始时温度极高，先是基本粒子的相互作用，然后逐渐降温形成原子核，再形成原子、分子，最后物质凝聚起来形成星系，生成恒星和行星。

这个宇宙是动态的，将随时间变化，不断地脉动，不可能静止。这个宇宙从空间体积无限小的奇点开始爆炸、膨胀。此奇点的物质密度无限大、温度无限高、空间曲率无限大、四维时空曲率也无限大。在膨胀过程宇宙的温度逐渐降低，

物质密度、空间曲率和时空曲率都逐渐减小。体积膨胀到一个最值后，将转为收缩。在收缩过程中，温度重新升高、物质密度、空间曲率和时空曲率逐渐增大，最后到达一个新的奇点。许多人认为，这个宇宙在到达新奇点之后将重新开始膨胀。显然，这个宇宙的体积是有限的，这是一个脉动的、有限无边的宇宙。

三维空间是平直的（宇宙中有物质存在，四维时空是弯曲的），那么这个宇宙一开始就具有无限大的三维体积，这个初始的无限大三体体积是奇异的（即“无穷大”的奇点）。大爆炸就从这个“无穷大”奇点开始，爆炸不是发生在究始在三维空间中的某一点，而是发生在初始三维空间的每一点。即大爆炸发生在整个“无穷大”奇点上。这个“无穷大”奇点，温度无限高、密度无限大、时空曲率也无限大（三维空间曲率为零）。爆炸发生后，整个“奇点”开始膨胀，成为正常的非奇异时空，温度、密度和时空曲率都逐渐降低。这个过程将永远地进行下去。这是一种不大容易理解的图像：一个无穷大的体积在不断地膨胀。显然，这种宇宙是无限的，它是一个无限无边的宇宙。

然而，要统一大家的认识，还需要进一步的实验观测和理论推敲。我们今天，仍然肯定不了宇宙究竟有限还是无限，只能肯定宇宙无边，而且现在正在膨胀！此外，还知道膨胀大约开始于 100 亿—200 亿年以前，这就是说，我们的宇宙大约起源于 100 亿—200 亿年之前。

相对论和量子论告诉我们，原始的宇宙诞生于虚无缥缈之中。在最初的 10^{-43} 秒之内，宇宙处于一片混乱的“混沌”

状态，分不清上和下、左和右、先和后，甚至分不清时间和空间。宇宙就像一锅沸腾的稀粥，充满了时空泡沫。

在膨胀过程中，时空泡沫逐渐演化成大量的“宇宙泡”，宇宙泡之间往往有隧道相连，而且隧道能不止一条。也有的隧道并不通向另外的宇宙泡，而只边通本泡的两个部分，有点像泡的“手柄”。连接不同或相同宇宙泡的这些时空隧道，被科学家称为“虫洞”。

这些宇宙泡迅速膨胀，泡内大量的真空能转化为物质能。每个宇宙泡形成一个宇宙，其中之一形成了我们的宇宙。宇宙中的物质能（粒子和辐射）进而聚集成星系，形成恒星和行星。在某些条件合适的星球上出现了生命，其中的一些生命进化成有意识、有智慧的高等生物，这些生物为自己的生存和发展而不断创造财富、积累知识。最妙的是，其中一些高等生物还会对自己提出这样的问题：世界为什么会是这个样子？自己为什么要活在这个世界上？于是就产生了科学和哲学。我们人类，就是这类高等生物中的一支。

3. 时空隧道

我们现今观察到的膨胀宇宙，只是大量宇宙泡形成的大量宇宙中的一个。我们有可能了解其它的宇宙吗？有可能到别的宇宙去旅行吗？科学告诉我们，存在这们的可能。这是因为连接各宇宙的时空隧道（虫洞），并没有由于宇宙膨胀而断掉和消失。我们有可能通过虫洞前往其它宇宙，也有可能通过虫洞接收来自其它宇宙的消息，接待来自其它宇宙的客人。

研究表明，存在两类虫洞。一类是可通过的洛伦兹虫洞，

另一类是可瞬时通过的几里得虫洞。洛伦兹虫洞可以想象为日常生活中所说的遂道。飞船可以通过它飞往其它宇宙，也可能再飞回来。洛伦兹虫洞的两个开口也可能处在同一个宇宙中。这样的宇宙，从 A 点运动到 B 点的飞船有两条路可走。一第是穿过虫洞到达 B 点，另一个不穿过虫洞到达 B 点，他们二人经历的时间一般说来不会相同。所以，当他们在 B 点相会时，这两个双生子年龄会有差别。

现今的一些研究表明，可通过的洛伦兹虫洞经过适当制备后，可以变成“时间机器”或“时光隧道”，宇航员通过它后，有的可能回到自己的过去，见到最初出发的自己。这简直不可思议！毛病出在哪里呢？今天还没有得出答案。

我们要说明，天文观测倾向于存在洛伦兹虫洞，或者存在类似的时空结构。例如，我们的宇宙中可能存在一块或几块不属于我们时空的东西，好像我们的时空被挖掉了几块，形成一些“空洞”。这样，星系 A 发出的光到达 B 点，可以有几条不同的路径。有的光线甚至可能绕“空洞”（阴影部分）转几圈之后，再到达 B 点。这些光线从 A 到 B 的路径不同，所经历的时间当然也不同。于是，B 点的观测者可以同时看到星系 A 的几个像，觉得这些像远近不同，较远的像是这些星系较早期的形象。

如果 A、B 两点附近有手柄型虫洞相连，光线可以通过虫洞到达 B 点，也可以穿越手柄型虫洞一圈或几圈后再到达 B 点。这些光线到达 B 点所用的时间不同，同样可以出现上面所谈的现象：B 点的观测者同时看到星系 A 的几个远近不同（早晚不同）的像。

在天文观测中确实看到了上述现象。天文学家在同一方位观测到了一些非常相似的星系，它们离我们远近不同，而且较远的星系显得较古老。初步研究表明，这些星系实际上是同一个，只是发出的光到达地球上走了不同的路径，用了不同的时间。这一现象可能支持了时空存在“空洞”或手柄型虫洞的设想。

现在谈谈欧几里得虫洞。这是一种可瞬间通过的虫洞。经过这种虫洞前往其它宇宙的人不需要时间，他会在眨眼间从我们面前消失，他感觉自己眨眼间处在另一个宇宙之中。其它宇宙的来客也是如此，会突然出现在我们眼前。真是“来无影，去无踪”。如果一个欧几里得虫洞并不通往其它宇宙，而是与本宇宙相通，例如连通北京的纽约，那么一个经历此虫洞的人地在瞬间从北京的天安广场消失，突然出现在纽约的摩天大楼之上，想想看，这将是多么有趣的事情，美国联邦调查局肯定会由于此人的出现而手忙脚乱。

更为有趣的是，这类虫洞还能通向我们的过去或未来。一个通过些虫洞的人在我们眼前消失之后，有可能突然出现在周武王伐纣的大军之中，或者突然出现在埃及建造金字塔的工地之上。历史学家们一定盼望能有这样的机会，穿越虫洞去访古旅行，许多考古工作会变得无比简单。只须亲自问一下周公或姜子牙（即周武王的岳父师尚父），就可以断定周武王伐纣的年代，并知道是否如《淮南子》所说，当时曾有彗星出现了。夏商周断代研究的所有困难都会迎刃而解。

通过欧几里得虫洞到未来去观光也是令人神往的事情。做这种旅游生意的旅行社一定会大发横财。

不过，我们还不要高兴得太早，这方面的研究工作才刚刚起步，至少我们现在还没有发现一个虫洞的入口工出口。这类入口和出口也许存在于白洞和黑洞之中，也许存在于其它什么地方。我们更没有找一时间机器或时光隧道。或许有一天，科学会告诉我们，根本不存在那样的机器或隧道，中间存在通往过去和未来的虫洞。

二、宇宙的未来

上面已经看到，物理学和天体物理学已能描述自大爆炸以来宇宙的发展过程。它将来会发展成什么样子？人类目前还不能给出明确的答案，只能推测有各种可能，具体地说，有两种可能性。

大家知道，宇宙有膨胀的，远处的星系正飞离地球而去。哈勃参数告诉了人们有关宇宙原始大爆炸的初期膨胀速度。因为有某种在推动它的力，所以远处的星系并不是相互分离的，而是 200 亿年前原始大爆炸抛出的物质。

由于星系间的引力，随着时间的推移，退行速度将会便慢。如果速度太慢，最终会使星系停止运动。这样星系会被毁灭吗？或者宇宙会永远膨胀吗？现在，让我们试答这两个问题。

远处星系退行速度变慢主要取决于宇宙间的质量。要计算宇宙的质量密度不准，这对阻止星系分离退行是十分有用的。这里说的质量密度为临界密度 (4.5×10^{-30} 克/厘米³)，其值取决于哈勃参量。

人们会问：宇宙中质量密度比临界密度大还是小呢？这个问题只有通过实验才能回答。人胶居住的星系的平均质量

密度约为 10^{-23} 克/厘米³。如将星际间空间考虑进去，平均质量密度 10^{-31} 克/厘米³。该值约处于临界值因数 100 范围内。然而，宇宙中还有黑色的气体云团和不是以发光量球物质形式存在的其它物质，其质量密度可用不同的方法估算出。人们认为，“黑色”物质的质量密度与闪光物质的密度一样，甚至还大一些，但要将前者的质量密度靠近临界密度是不可能的。宇宙质量密度至多只是临界密度的 1/10，也许还要低一些。

首先假设刚才的结论是正确的，事实上宇宙质量密度要比临界密度低得多。那么，在这种情况下，宇宙将会怎样变化呢？

刚开始变化不大，甚至数十亿年内还将有星系和恒星出现，只是它们变得愈来愈暗淡。恒星内核反应慢慢变弱，直至恒星熄灭。宇宙变得又冷又暗。

但这时的物质仍不断地衰变成射线，核物质愈来愈多。最后，约在 10^{32} 年以后，大部分物质解体。在 10^{40} 年后，已没有夸克，即没有核物质，原子也绝迹了。

那些不会绝迹的物体就是前面说过的黑洞。按广相对义论的说法，黑洞是静止的形体，世界空间和时间结构中的罕见物体，随着时间的推移不会发生变化，如果真是这样，是后宇宙唯一幸存的形体是黑洞。

今天，人们知道黑洞的寿命也不是永恒的。黑洞的含义不光是黑色，且能吞噬大量的物质（如一个能吸光的黑色物体，然后将光转换成热能）；但量子论认为，黑洞是“热”的，这说是说，它们不停地辐射磁射线，并丢失部分质量，

因此它始终是热的。最后达到一高温，不仅能辐射出光子，还能辐射出电子/正电子对、夸克/反夸克对，以介子或质子/反质子及中子/反中子对的方式排列。

黑洞在结束生命时也会发生爆炸，即黑洞蒸发，同时，它们所捕捉的物质以射线形式返回宇宙。

黑洞的生存期很长，约达 10^{66} 年，其质量相当于太阳的 3 倍。体积大的黑洞生存期更长。例如，一个质量与银河星系相仿的黑洞，其寿命可达 10^{100} 年。这样，人们便可明白黑洞并不是永恒的，只是它的寿命比宇宙中其他物质的寿命更长而已。

宇宙发展最后阶段是这样的，不断膨胀的宇宙充满由光子和中微子构成的逐渐变冷的射线（在宇宙中是观察不到的）。对位于宇宙中的观察者来说，他只能看到一荒凉、僻静的空间，并不时地看到远处空间的一点点闪光——黑洞爆炸。爆炸时辐射出大量的电子和正电子、质子和反质子，后者会重新变成正电子、中微子和光子，在宇宙来回飞行的正电子与电子相遇，并变成光子。

然而人们却等不到宇宙中只残留黑洞或将来再产生质量比一个星系更大的黑洞。大约到 10^{100} 年后，黑洞爆炸残留物消失，这时，宇宙将是一片安静，充满无法察觉到的冷“光”和由中微子、电子和正电子构成的弱射线，这些“冷”光将踏上永久的旅途。

三、宇宙间存在着一个反物质世界吗？

1. 反物质

宇宙是一个天然的巨大的实验室。在广阔的宇宙空间，展示着丰富多彩、复杂宏伟的物理现象。

1979年，美国新墨西哥州立大学的科学把一个有六十层楼房那么高的巨大的氦气球，放到了离地面35千米的高空。气球上装载一批十分灵敏的探测仪器，有五千磅重。气球在高空中飞行了八个小时，获得了28个“反质子”。这是在地球上的实验室以外第一次发现的反物质。科学家们认为，这一发现对宇宙学的研究将会产生深刻的影响。

那么，反物质是怎么回事呢？

所谓反物质，是和物质对立的一个概念。现在我们知道，物质是由构成的，原子的中心是原子核，原子核又包括质子和中子；原子的外面是围绕原子核放置的电子。原子核里的质子带正电荷，电子带负电荷；它们所带的电量是相等的，但是一千八百四十倍。

本世纪初有一些科学家，提出了这样一个奇怪的问题，就是携带正电荷的质子同携带负电荷的电子的质量相差这么悬殊，是很不相称的，会不会有另外的粒子，它们所带的电量相等而符号相反的，例如，一种粒子的质量同质子相等，可是带的是负电，另一种粒子的质量同电子相等，可是带的是正电呢？这个想法可以看作是反物质概念的萌芽。

到了1928年，英国青年物理学家狄拉克，在探讨相对论量子力学的时候，从理论上提出了可能存在带正电荷的电子。这种新的粒子，除了电荷同电子相反以外，一切性质都和电

子完全相同。1932年，美国物理学家安德逊在实验室里发现：一束 γ 射线变成了一对粒子，其中一个粒子是电子，另一个和电子的质量相同，但是电荷相反。这后一个粒子就是狄拉克从理论上所预言的正电子。1955年，美国物理学家西格雷等人在高能质子同步加速器中用人工方法获得了反质子，这是质量同质子相等可是带负电荷的粒子。

现在，我们知道每种粒子都有相应的反粒子。

有趣的是，粒子和反粒子碰到一起的时候，会转化成电磁辐射。物理学家把这个过程叫做正、反粒子的“湮灭”效应。所谓湮灭效应，是指当一种基本粒子跟它的反粒子相遇的时候，两个粒子一块儿“消失”，转化成其他种基本粒子的现象。

从反粒子人们自然想到反原子。比如，一个质子同个带负电的电子相结合，就形成了一个氢原子。那么，一个反质子和一个正电子相结合，不是会形成一个反氢原子吗？反氢原子又可以结合成反氢分子。这样，反粒子就可以构成各种反元素、反分子。这种由反粒子构成的物质就叫做反物质。

2. 对称宇宙学

在我们的地球上，是很难找到反物质的，因为它一旦出现，就会以处存在的普通物质所湮灭。可是，在广漠无垠的宇宙空间，就可能有由反物质构成的天体，甚至不可能有由反物质构成的“反生物”。正是从这种大胆的设想出发，有人进一步提出：宇宙是由等量的物质和反物质构成的。这种观点就是被叫做“对称宇宙学”的基本观点。

所谓对称宇宙学是本世纪六十年代初由瑞典物理学家阿

尔文和克莱因首先提出来的。他们提出了这样的假设：银河系以及人们现在所能观测到的全部河外星系，原来是一个无比庞大而又非常稀薄的气体云，它由等离子构成。这种等离子体既包含粒子，又包含反粒子，所以是一种“双等离子体”。

如果这个假设成立的话，对称宇宙学就可以描绘出一幅总星系的演化图像，就是说在尤有引力的作用下，双等离子体云开始缓慢地收缩。最初，云内的密度很小，粒子和反粒子相遇的机会很微小，因此湮灭效应可以忽略不计。但是，随着收缩的继续进行，云的密度逐渐增大，这时候，粒子和反粒子的碰撞越来越频繁，湮灭过程也就越来越显著。

在湮灭的过程中，可以释放出以辐射能为主的巨大能量。当云继续收缩到一定程度，湮灭产生的辐射压力超过了云自身的引力的时候，就停止收缩并且开始膨胀。据估计，从收缩到膨胀的转折，大约是在一百亿年前发生的。在这之前，原始云中已经有大量的星系凝聚出来，它们随着总体的膨胀而四散飞奔，一直持续到今天，成为我们现在所观测到的膨胀宇宙，也就是总星系。

等离子体云为什么会膨胀呢？对称宇宙学认为这是由湮灭过程所产生的辐射压力而引起的。从一定意义上说，这也是一种“爆炸”，我们不妨把它叫做“辐射爆炸”。我们知道，现代宇宙学的一个主要学派——大爆炸宇宙学，假定有一个高温、超密的“原始爆火球”，它不断地膨胀，好像一次大爆发一样，从密到稀，从热到冷地演化成今天的宇宙。但是，这个原始火球是怎么达到这么密集的程度，大爆炸宇宙学却无法解释。对称宇宙学则从另一个角度提出了新的思路。对

称宇宙学还提出，通常所说的宇宙膨胀只表示我们的总星系在现阶段膨胀；此外，还可能其它的总星系，它们或许也处在膨胀或者收缩之中。

如果上面的说法能够成立的话，那么在宇宙的某些区域，比如在我们银河系之外，甚至在银河系内，可能就有反物质世界。我们知道，类星体是六十年代发现的一种新型天体。如果它们确实离我们十分遥远，那它们具有的惊人的能量的来源，就无法用热核反应解释。但是，物质和反物质的湮灭这种高效的产能过程，它的效率比热核反应要高一千倍。于是，阿尔文和克莱因推测，类星体的能量如果是湮灭过程提供的，那么，类星体的巨大能量之谜也就可以解开了。

对称宇宙学虽然具有很大的魅力，便是也有一些难题它还解答不了。首先，物质和反物质怎样才能不再会合呢？还有，怎样才能判断哪些天体是反物质，哪些天体是正物质呢？科学家们虽然经过多方面的摸索，至今还没有得出令人满意的答案。

当然，确定宇宙空间到底有没有反物质，最令人信服的办法是直接探测反物质。原来，科学家们认为反物质本身是很不稳定的，即使在总星系诞生的时候曾经有过大量反物质，可是到今天也已经衰变得所剩无几了。1978年8月，欧洲的一些物理学家曾经成功地分离并且储存了三百个反质子达85个小时之久。这就表明，反粒子的寿命比原来设想的要大得多。不久前美国科学家又发现了星际空间的反物质流，这表明，作为反物质主要形式的反质子是稳定的，它们可以在宇宙空间存在千百万年之久。

对称宇宙学是现代宇宙学的一个学派。十多年来，这理论只在少数宇宙学家中间进行探讨，多数人对它不很陌生。特别是宇宙空间究竟有没有反物质，过去一直没有找到直接的证据。今天，人们终于捕捉到星际空间的反物质流。有人认为，这就为对称宇宙学提供了初步的支持。

现代宇宙学的学派是很多的，争论也很热烈。科学上的分歧和争论，是由认识运动的规律所决定的。观点和资料，现象和本质，片面和全面，相对和绝对，这些矛盾着的双方，贯穿在认识运动的始终。现代宇宙学将在争论中继续向前发展。

第二节 恒星的一生

一、恒星的历程

1. 恒星

晴朗的夜晚，仰望苍穹，只见满天都是闪烁着的星星。如果这时天空中没有月亮，那么我们能看到的星星就会更多。在我们能用肉眼看到的满天星斗之中，除了金星、木星、水星、火星、土星这五颗位置经常发生移动的行星之外，其余的就全都是恒星了。这些恒星离我们非常非常遥远，它们和太阳一样，自己能发光发热，所以人们常把它们叫做远方的太阳。

说到这里，也许有人会问：“这远方的太阳离我们到底有多远呢？看上去，它们不是就在我们的头顶上吗？”是的，看起来这些“远方的太阳”就在我们头顶上，可实际上，它

们和我们的距离却远得难以想象。除了太阳以外，离我们最近的一颗恒星是比邻星，它离我们也有 4.22 光年。一光年就是光在一年之中走过的距离，它大约等于十万亿千米。所以，比邻星虽然是我们的邻居，你想去作客向南方拜访那可不容易。

你想想，它远在 4.22 光年以外，打个电报，无线电波就得在太空中飞上四年零三个月才能到那儿；八年半以后才能收到回电。如果乘坐宇宙飞船，以每秒 16 千米多的速度，直飞比邻星，那就需要飞上八万年才能到达。

在亿万颗恒星中，比邻星是除了太阳之外离我们最近的恒星，那些远的恒星离我们有几千光年、甚至几万光年。而比它们更远的恒星，却还是多得数也数不清。目前，利用现代威力最强大的射电望远镜已经能够探测到大约一百亿光年的宇宙深处。但是，如果要问最远的恒星离我们究竟有多少光年呢？这是难以回答的。因为目前我们观测所及的范围，只是一小部分，不管一颗恒星离我们多么遥远，总还有无数的星星比它更为遥远。

满天的星星看上去都是一个一个光点，它们的大小差别是很大的。就拿太阳这颗恒星和其它恒星做个比较吧！我们知道太阳的直径是 139 万千米，有的恒星的直径却要比太阳大上一千倍以上，体积也就比太阳大好几十亿倍。在目前已经发现的一些大恒星中，有一颗名叫“柱六”的，就比太阳的体积大 90 亿倍左右。如果把太阳放在柱六这颗恒星的中心，那么就连木星的轨道都还在它的肚皮里的呢。如果有一架喷气式飞机，以每小时两千千米的速度从柱六这颗恒星的中心

往外飞。要一刻不停地飞上 80 年，才能飞到这个星球的边缘。

有的恒星个儿又特别小，甚至比地球、月亮还要小。最小的恒星是中子星，它们的半径只有十来千米。连地球也要比它的体积大了两亿多倍呢。

恒星的大小虽然相差那么大，可它们的质量却差得不很多。我们知道，太阳的质量大约是两千万万万亿吨，最重的恒星，也只比太阳重百十倍，而最轻的恒星，又只比太阳轻几十倍。既然恒星的大小差得那么多，为什么体重又相差得很少呢？这是因为有些恒星是在摆“空城计”，它们看起来很大，实际上里面很空虚，其构成物质比空气还要稀薄得多，所以体重就轻了。而中子星，却长得特别结实，在这种恒星上，火柴盒那么大小的一块物质竟有 20 亿吨重。当然，这样的东西，在地球上是不找到的。

恒星一般都发光。光正是恒星向我们通风报信的“密码电报”。它的“密码”就是星光的颜色。我们知道恒星的颜色和它的温度有密切关系，温度不同，所发出的光的颜色也就不一样。在炼钢铁时候，随着钢水温度的逐步升高，它的颜色就会发生有规律的变化：开始是红色，以后随着温度的不断升高，它就从红色变到橙黄色，再到黄色、白色以至蓝白色。把这些原理应用到恒星上去，我们就可以根据星光的颜色来估计它们的表面温度。恒星的温度是大不相同的，即使我们用肉眼观察，也可以看出恒星有蓝、黄、红等等各种不同的颜色。

如果我们让天文望远镜收集到的星光通过一个胡角形的玻璃棱镜，它们就会分解成一条红、橙、黄、绿、青、蓝、

紫等不同颜色组成的彩带，这种彩带就叫光谱。各种恒星的光谱是不同的。对光谱进行仔细的分析，可以帮助我们精确地确定恒星的颜色与温度之间的关系，并且进而推算出恒星的温度来。不同的恒星，光谱可以有很大的差别。例如，有的星以发射蓝色光为，因而呈蓝色，被叫做蓝星；有的星又以红色光为主，因而呈红色，被叫做红星。这就表明恒星的表面温度大不一样。蓝白星表面温度很高，大约是摄氏二万五千度到四万度；白星比蓝白星的温度低一些；红橙星又比黄星、黄白星的温度低；红星的表面温度最低，约只有二、三千度。近年来，人们应用红外技术进行观测，又发现了不少主要辐射红外线的红外星。这类恒星的表面温度比一般恒星低得多，只有一千多度，甚至只有几百度。

“恒星”，顾名思义就是不变的星永恒的星。人们在古时候以为，每一颗恒星在天空上的位置是永恒不变的，所以不同的恒星在天空中的相对位置也是固定不变的。这到底对不对呢？

从表面上看来，恒星之间的相对位置在天空中确实是固定不变的。天空中的主要恒星都可以用想象中的线条连续成一定的几何图形，这些图形就叫星座。目前，天文学家们把整个天空一共划成 88 个星座。在中国古代，人们很早就觉得在织女星附近那颗比较暗一些的星星，似乎构成一个织布用的梭子的形状，因此民间就将它们称为“梭子星”。牛郎星和它两侧近旁的两颗星，大体上正好在一条直线上，它们好像是一条扁担，所以民间就将它们称做“扁担星”。古代的“梭子星”，到今天还象一个梭子；古代的“扁担星”，到今天还

象一根扁担。这样看来，恒星尽管不停地东升西落，但是它们之间的相对位置，却似乎真是固定不变的。

然而，恒星的相对位置难道真的固定不变吗？当然不是。我们说恒星不变、不动，指的是在短时期内用肉眼观察时，完全看不出它们的变动。实际上，许多恒星都运动得很快，速度可以达到每秒钟几千米、几十千米、甚至几百千米。既然恒星跑得那么快，为什么又看不出它们在天上飞跑呢？这还是因为恒星离我们实在太遥远了。大家都有这样的经验，远处的火车虽然跑得很快，但一远，看起来就仿佛开得很慢了；同样的道理，我们用肉眼就没法看出恒星的运动。但是，用精密的天体测量仪器观测一段时间，天文学家们就会发现这些恒星确实是在运动着的。

恒星不但在运动，而且也在不断地变化，不过大多数恒星变化得比较慢罢了。但是也有一些恒星，在不太长的时间里，亮度就有发比较明显的变化，这些星叫“变星”。还有的星，原来很暗，后来因为某种原因，突然发生爆发现象，一下子就亮了几百倍、几千倍、甚至几十万、几百万倍。这时在天空中就好像突然冒出了一颗新的星星一样，于是，人们就把他们叫做“新星”。还有些恒星，爆发的规模比新星还要大得多，爆发时它们的亮度一下就增加了几千万倍，甚至上亿倍，这种星就叫做“超新星”。例如，我国宋朝时就曾经记录了一颗非常著名的超新星，它于公元1054年突然爆发，亮得白天都能看得见，过了二十三天才逐渐暗淡下去。

从以上简单的介绍可以知道，恒星世界确实是瑰丽多次，丰富多采的。

大多数恒星，比如我们的太阳，亮度看上去始终没有什么变化。但是空中也有一部分星星的亮度有时又会突然发生变化。那些在不太长的时间内光度就有较明显变化的星星称之为“变星”。一般变星的亮度变化并不十分明显，不足以引起肉眼的注意。

人们还记录到一百多颗这样的星：它们本是一些光度很小的矮星，可是一旦爆发，亮度就会在一天到几百天之内突增几万倍、几百万倍及至上千万倍，就好像一颗新的恒星突然出现在天幕之上，然后又慢慢暗淡下去。这就是所谓“新星”。最近出现的一颗明亮的“新星”是1975年8月出现在天鹅座的。它的亮度增加了1千多万倍，相当于18个星等！肉眼很容易看到，最亮时为2等星。

还有爆发规模比新星更大的“超新星”，光度变化可达1亿倍以上。最著名的一颗超新星记载于我国古书《宋会要》上，大意是：公元1054年6月，有一颗“客星”（超新星）出现在天关星（金牛座 ζ ）附近，白天也能看到，象金星那样光芒四射，颜色红而发白，持续23天。后来逐渐暗淡下来，但在两个左右的时间内都还能看到，直到1056年4月才隐没。司天监的报告认为这是客人已经离去。实际上，“客人”并没有走，它当初爆发时，曾以每秒1000千米的速度向外抛射出一个巨大的气体壳层，这气壳又一直膨胀至今，这就是著名的“蟹状星云”。研究恒星的光度及其变化，对于了解恒星的内部构造以及恒星的生长老死（演化）都十分重要。

2. 恒星的诞生、成长和衰亡

大多数天文学家观察分析认为，恒星是由弥漫物质形成

的。恒星由形成、发展到衰亡，一般要经过以下几个阶段。

(1) 引力收缩阶段

悬浮于宇宙空间的弥漫物质不均匀，形成一块块的星际气体云。星际云的密度超过一定限度时，由于自身引力的作用而开始收缩，逐渐形成团块。在收缩过程中引力能转化为热能，内部的温度和压力相应升高。在引力作用下星云逐渐由团块变成球状体（已经观测到了球状体）。这时看上去这块天体似云非云，似星非星。

当进一步收缩时，更多的引力能转变为热能，温度进一步升高。当升到几百度时就开始向外发出红外线辐射成为红外星。这就是正在形成中的恒星。在收缩过程中红外星温度进一步增高，压力逐渐增大，当核心的温度增至 80 万度以上时内部开始了热核反应。不同质量的恒星收缩到这一状态所需的时间不同。如太阳要 7500 万年，而质量只有太阳的十分之二的恒星则要 17 亿年。在引力收缩阶段向内的引力总是比向外的压力占优势。

(2) 主星序阶段

由于收缩，当恒星内部的温度升高到 700 万度时，开始了氢聚变为氦的热核反应，核反应放出巨大能量，强大的光和热产生从内向外的巨大压力增高到引力完全相平衡的地步。这时恒星的光和热辐射完全来自热核反应，多余的能量以发光的形式向外释放。这时恒星停止了收缩，恒星演化到了主星序阶段。

不同质量的恒星演化进入主星序时位置是不同的。质量越大位置越高，即光度越大，表面温度越高。由于恒星中氢

的含量极为丰富，所以氢聚变为氦的热能反应可以维持很长一段时间。有些低光度、小质量的恒星停留在主星序上的持续时间可长达几千亿年甚至万亿年之久。恒星在主星序阶段是一生中最长的阶段也是最稳定的阶段。我们的太阳正是这类恒星的典型代表。它应停留在主星序阶段级 100 亿年，到目前已停留了 50 亿年之久。

（3）红巨星阶段

在恒星内部，越是接近中心区域，氢越先燃烧完转变成氦。所以在中心处形成一个氦核，氦核周围是正在燃烧的氢。随着时间的推移，氦核越变越大。但该阶段的氦没有达到燃烧的条件，因此不能产能，是温的。由于氦核越来越大，本身向内的引力也就越来越大，势必超过氦核向外的辐射压力。因此到一定的时候氦核就要收缩。收缩释放的引力能中一部分使氦核升温，另一部分转移至外部，使外部膨胀。

这就形成了内缩外胀的状况。由于外部的膨胀热能的散失大于其补充，因而表面温度降低。这时恒星便脱离主星序而向红巨星演化。（现阶段著名的红巨星有心宿二、参宿四等）。太阳将来演化到红巨星阶段将停留 10 亿年。到那时金星将被太阳的巨大体积和高温吞掉。我们的地球表面温度将比现在高 2 - 3 倍，海水将全部烧干，那时的地球将不再适宜人类生存。不过这样的事情将发生在几十亿年以后。

氦核进一步收缩的结果，温度和压力都进一步的升高。当中心温度超过一亿度，密度超过 10 万克每立方厘米时，氦就开始燃烧，进行氦聚变为碳的热核反应，同时释放出大量的能量，使向外的压力增大。这时向外的压力可与氦核向内

的压力相平衡，恒星又较稳定了。这就是红巨星阶段。

质量较大的主序星则变成红超巨星。这时，恒星便进入它的垂暮之年。我们的太阳一旦到了红巨星阶段，它的体积将会大到把地球轨道都能吞进去！

（4）衰亡阶段

红巨星和红超巨星虽然已经是恒星的风烛残年，但也并没有停止活动。红巨星阶段中心处氦的燃烧十分猛烈，当氦燃烧完后，由它聚变成的碳在一定的条件下又开始燃烧，产生聚变反应。这样，由较轻元素取变为比之更重的元素的热核反应一个接着一个地进行下去。

当恒星内部的氢燃料和氦燃料全部消耗殆尽时，恒星将因强大的引力而再次逐渐收缩，直到核心部分的压力能与引力相抗衡为止。这种过程虽很缓慢，但它仍能使恒星外壳加速膨胀。这样演变的结果就产生“晚年恒星爆发”。经过爆发，抛射出大量星际物质的同时，分离出来的外壳成为气体星云，残存的内核可能就变成一颗密度大、体积小、光度小的白矮星。

有的恒星在耗尽氢和氦之后，中心温度已高达几十亿度，在这样的高温下，某些物理过程会进行得更剧烈而引起恒星的突变，这可能就是某些新星或超新星爆发的原因。有些天文学家认为，突变性爆发后残存下来的恒星内核，如果质量小于太阳，就变成白矮星；如果残骸的质量在太阳质量的2倍左右。那么这个残骸就将猛烈收缩成密度大得惊人的中子星。

中子星又叫脉冲星，本世纪三十年代就有人从理论上预

言了它的存在。到 1967 年，通过射电望远镜果然发现了它。这是一种体积非常小（半径约几十千米），密度大得惊人（每立方厘米约有一亿吨重）的奇特天体。中子星还具有自转极快、磁场极强等许多地面上难以想象的极端的物理性质，目前已成为天体物理学家们研究的中心之一。

如果恒星衰亡后的残骸质量大于太阳质量的 2 倍，那么它的密度将会比中子星更大，使引力变得极强，强到能把光线都拉住，变成一种名叫“黑洞”的天体。黑洞的体积之小、密度之大，说来令人瞠目。打个比方，如果地球能变成黑洞，那就得把地球压缩成一个小皮球。你能想象一个和地球一样重的小皮球吗？它的密度大到每立方厘米有几百亿吨重！这时它内部的任何物质，包括光，都逃不出强大的引力，统统被锁在这个漆黑的墓穴之中。既然黑洞不发任何光，又怎么“看得见”它呢？天文学家推测黑洞对于周围物质也是有巨大引力的，当周围带电物质被黑洞拉进去时，会发出强大的 X 射线。因此，在天空中的强大的 X 射线源附近，就可能存在着黑洞。

二、星星亮暗的等级

恒星的实质是一大团自身发光的炽热气体所构成的天体。全地球人们总计可以用肉眼看见 6000 多颗。如用望远镜则可以看见千千万万颗。恒星实际上并不恒，它们也是在不停地运动变化着。只是因为离我们太远，在短期内，比如几年，几十年内我们都感觉不出它们间相互位置的变化。

面对满天繁星，对初学认星的人说，最大的感受是星星明暗差异甚大。天文学家们就把恒星的亮暗分成许多等级，

这种等级的名称叫星等。星等是表示天体相对亮度的数值。它是天体光度学的重要内容。星越亮，星等数值越小；星越暗，星等数值越大。我们知道，看起来光的明暗，一方面与光源的发光强度有关，另一方面和光源与观测者的距离有关。因此，我们凭直观感觉表示的星等叫视星等，它反应的是天体的视亮度。

早在公元前 2 世纪，古希腊有一位天文学家叫喜帕恰斯，他在爱琴海的罗得岛上建起了观星台。他对恒星天空十分熟悉。一次，他在天蝎座星座上发现一颗陌生的星。凭他丰富的经验判断，这颗星不是行星，但是前人的记录中没有这颗星。

这是什么天体呢？他决定绘制一份详细的恒星天空星图。经过顽强的努力，一份标有 1000 多颗恒星精确位置和亮度的恒星星图终于在他手中诞生了。为了清楚地反应出恒星的亮度，喜帕恰斯将恒星亮暗分成等级。他把看起来最亮的 20 颗恒星作为一等星，把眼睛看到最暗弱的恒星做为六等星。在这中间又分为二等星、三等星、四等星和五等星。

喜帕恰斯在 2100 多年前奠定的“星等”概念基础，一直沿用到今天。到了 19 世纪中叶，由于光度计在天体光度测量中的应用，发现从一等星到六等星之间差五个星等，亮度相差约 100 倍。也就是说，一等星比六等星亮约 100 倍。一等星比二等星亮 2.512 倍，二等级比三等星亮 2.512 倍，依此类推。

当然，现在对天体光度的测量非常精确，星等自然也分得很精细。把比一等星还亮的定为零等星，比零等星还亮的定为 1 等星，依此类推。同时，星等也用小数表示。比如，

太阳的亮度为 - 26.7 等星，满月为 - 12.7 等星，金星最亮时为 - 4.2 等星，全天最亮恒星——天狼星为 - 1.46 等星，老人星为 - 0.72 等星，织女星为 0.03 等星，牛郎星为 - 0.77 等星。

在晴朗而又没有月亮的夜晚，出现在我们面前的恒星天空中，眼睛能直接看到的恒星约 3000 颗，整个天球能被眼睛直接看到的恒星约 6000 颗。当然，通过天文望远镜就会看到更多的恒星。中国目前最大的光学望远镜，物镜直径 2.16 米，装上特殊接收器，它可以观测到 25 等星。美国 1990 年 4 月 24 日发射的绕地球运行的哈勃空间望远镜，可以观测到 28 等星。

星等又分为目视星等、照相星等、光电子星等、绝对星等。这些是恒星履历表中的重要研究内容。

三、给恒星命名

天文学家们对灿烂的恒星天空“管理”有序，在恒星户口的规范档案中，第一项就是恒星的名字。

“人”是总概念，“恒星”也是总概念。具体的人要有名字，具体的物也要有名字。天上的恒星也都有名称吗？毋庸置疑，每颗恒星也有名字。只有这样，才能具体地观测、分析和研究它们。当然，所谓名称，正如你我的名字一样，仅起代号的作用罢了。

中国古代早就给明亮的恒星起了专门的名字。这些恒星名字可以归纳为几种类型：根据恒星所在的天区命名，如天关星、北河二、北河三、南河三、天津四、五车二和南门二等；根据神话故事的情节来命名，如牛郎星、织女星、北落

师门、天狼星和老人星等；根据中国二十八星宿命名，如角宿一、心宿二、娄宿三、参宿四、和毕宿五等；根据恒星的颜色命名，如大火星（即心宿二）；还有根据古代的帝王将相官名来命名等。

上述恒星都是比较引人注目的亮星，它们是恒星中的“大人物”。然而它们在恒星中仅是极少数。除此之外，暗弱的恒星是多数，这些是“小人物”。早在 1603 年，德国业余天文学家拜尔就注意到前人对恒星命名有“偏见”。这位律师职业的业余天文学家吁请天文学家们注意这个“平等待遇”问题。

他建议恒星的代号名称是：每个星座中的恒星从亮到暗顺序排列，以该星座名称加一个希腊字母顺序显示。如猎户座 α （中名参宿四）、猎户座 β （中名参宿七）、猎户座 γ （中名参宿五）、猎户座 δ （中名参宿三）……如果某一星座的恒星超过了 24 个希腊字母，就用星座名称后加阿拉伯数字。如天鹅座 61 星，天兔座 17 星等。当然，随着科学的发展，天文工作者也还有其他系列的命名方法。如今，大望远镜和新的观测技术不断涌现，被观测的恒星越来越多，天文学家们就像管理户口一样，将它们一一登记入册。你想找哪一位，就像查户口一样，可以先从“户口簿”上把它们找到，再通过天文望远镜和它们想见。

第三节 宇宙中的陷阱——黑洞

黑洞是三倍以上太阳质量的老年恒星塌缩的归宿。它是一个极强的引力吸引中心。就连跑得最快的光被它吸引信住

后也跑不出来。因此它是一个完全黑的看不见天体。广义相对论预言：如果一个质量大于在个太阳质量的恒星，当它的核燃料消耗尽以后，就将坍缩成为黑洞。如果恒星质量不超过 1.2 个太阳质量时，就会塌缩成白矮星。如果恒星的质量不超过 1 - 3 个太阳质量范围时，就会塌缩成中子星。白矮星和中子星已经被观测到了。但是黑洞却还在寻找之中。黑洞最显著的特征是存在一个被称为“视界”的表面。这个表面是一种理想的单向膜，它只准一切物质进入表面，而不准出来。因此一切物质一旦被吸引而进入“视界”，就如坠入无底洞一样，再也出来不了。

黑洞既然连光（电磁波）都发射不出来，人们永远也看不见它，那怎么去寻找它呢？当然，如果是孤立存在的一个黑洞，那我们的确很难发现它。

现在认为要探寻黑洞应该在双星系统中去找。如果黑洞和另外一颗恒星搭配在一起形成双星，由于它们相距很近，在黑洞的强引力作用下，从这颗一般恒星中跑出来的物质就要坠入黑洞，当它们撞在黑洞这个密度极大的物质上时，就会发出 X 射线。

我们可以用仪器去探测这种 X 射线，从而发现黑洞的存在。目前认为最有可能是黑洞的天体是在天鹅星座的位置上，那里有个双星系统而且是个 X 射线发射源，叫天鹅 X - 1，而且它的质量经测定是大于五个太阳质量。因此这是一个合乎条件的黑洞后选者。另外许多人相信在 M87 星系的中心有一个巨型黑洞，其质量为太阳的五十亿倍。还有人提出在我们银河系的中心也有一个质量为太阳的一亿倍的大黑洞。但

是黑洞的存在至今还是个谜，它仍然还只是一个理论预言而没有完全证实的天体。

第四节 天外来客——外星人

一、第三类接触

1. 火星之谜

1938年10月30日，星期天。美国哥伦比亚广播公司（CBS）在晚上8—9点这段黄金时间里，向全国播放了根据英国著名科幻小说作家威尔斯的代表作《大战火星》改编的同名广播剧。广播剧脚本的作者是奥逊·威尔斯，美国人，与威尔斯同姓。

恐怖的闹剧终于达到了顶点。大批信徒集中到教堂，祈求上帝的保护。脸色吓得铁青的妇人嚎啕大哭：“世界的末日到了。纽约就要完全毁灭，死亡和破坏即将临头，不久这里也要成为废墟了。”

在新泽西州、纽约州、康涅狄格州，为了安抚慌乱逃跑的群众，不得不出动本州的正规部队。这场骚乱直到第二天中午以后才完全平息下来，由此可以想象，这是何等的规模啊！

这天夜晚，在全美国，收听广播的人有600万，其中至少有120万人相信这是真的，陷入恐怖。而临时加入骚乱行列的人就更多了。

他们中的一些人，广播剧刚刚听到一半，就神情不安、祈求神的保佑，哭泣吵闹，为了躲避火星人的攻击而四处奔

跑。有的人跑去援救爱人；有的人与恋人告别；有的人向亲友打电话、询问亲朋的安危。随着恐惧的漫延，即使没有听广播剧的人也闻讯紧张起来，这真是群众性的歇斯底里大发作啊！

当时连远在太平洋沿岸的圣弗西斯科，也风传“奇异的火星自天而降，入侵美国，纽约已完全被破坏，火星正向西部进军”的消息。很多青年人纷纷向警察局打电话、电报，询问志愿部队的组成情况，表示自己一定要把入侵者抵御在家门之外。

关于生命的故事，要算火星上最多。因为火星与地球有许多相似之处，所以人们认为火星也是生命的温床。我们知道，火星和地球一样，也有白天与黑夜的交替，而且每昼夜仅仅比地球上的一昼夜多 37 分钟。要是那里也生活着有智慧的生的话，他们也会过着日出而作，日落而息的规律生活，只是他们每天的作息时间稍比地球上从容一些而已。

火星的自转轴的倾斜角度和地球的相近，因此，在那里也有春、夏、秋、冬的四季更迭，两极地区也是冰天雪地的世界（天文学上称之为极冠）。此外，火星的运动轨道比地球距离太阳稍远一些，所以它上面得到的太阳能为地球上的 40%，故那里的气候要寒冷一些，也就是说，冬天比地球上更冷，夏天比地球上更凉爽，似乎是避暑胜地，对生命无多大妨碍。火星上也有大气，生命可以在那里自由地呼吸。

火星上的大气洁净，所以在我们地球上用天文望远镜观测、研究它的表面，要比其它大行星来得详细。近百年的地面观测、分析和研究，似乎很支持火星上具有生命的说法。

运河、城镇、火星人在星际战争是上世纪末到本世纪初，对火星观察的头等新闻。1877 年意大利天文学家、米兰天文台台长斯基帕雷里利用 21 厘米的天文望远镜，发现火星表面有些细线条，它们彼此交叉，并且在交叉点的地方呈现近似圆形的“绿洲”。斯基帕雷里在惊奇之余，把这此线条称为“水道”。不久在译成英文时，被误译为“运河”。这样，在关火星运河的说法就传开了。

美国外交官、业余天文学家洛韦尔对斯基雷里的发现特别倾心。他在 1894 年—1916 年全部身心都投入了对火星的研究。他倾其家产，在亚利桑那州旗杆镇建立了一座拥有 61 厘米的大型天文望远镜的天文台，专门为观测火星之用。洛韦尔及同事，在长期的观测研究中，获得了有关火星的大批资料。洛韦尔的观测主宰了“运河”系统是规则的几何形状，他执意认为，这些运河是火星上的工程师们建造的，是火星居民们有高度技术水平的确凿证据。按照洛韦尔的意见，火星上的运河是火星将两极积雪所融化的水引向各处的灌溉系统。他甚至计算出火星运河落差系统的功率，超过了地球上涅加尔瀑布所产生的功率的 4000 倍。他还认为运河交叉的圆点可能是火星建筑的城市。洛韦尔的这些看法，在他所撰写的《生物居住的火星》和《火星及运河》两书中比比皆是。

在洛韦尔的鼓吹之下，火星说法甚嚣尘上。广大的天文爱好者为之悠然神往，不止一次地提出用各种方法和火星联系。与此同时，不少以火星人为题材的科学幻想小说应运而生，作者们口吐大雁，编写出许多离奇的故事，其中最

为曲型的当推英国作家、科幻小说之父威尔斯绘声绘色地描写火星入侵英国的情况。

来自火星的飞船降落在伦敦郊外，几个形状长得和乌贼差不多的怪物和英国军队展开一场大战。这结凶恶的“火星”能够放出一种“热光”，任何东西被这种“热光”一照，立刻被烧成灰烬，他们几乎毁了整个英国，没有任何武器能够打败他们。最后，还是由于火星人的身体对地球上的细菌缺乏抵抗能力，因而在很短的时间内，全都患疾病自行消灭了。奥逊·威尔斯的广播剧就是根据这个历史背景，也许就不难理解为什么那场广播剧会引起那么大的骚动了。

科学家是老实人，他们不相信几根细线条会导致星际战争。许多天文学家用了比洛韦尔更高明的天文望远镜，看到比运河更为精细的结构，但就是没有发现运河。一时火星的运河热冷了下来，便火星的生命假说却经久不衰。从本世纪20年代起，苏联科学家季霍夫对火星的颜色作了详细的研究，发现它随着季节的变化而发生明显的变化。他霍夫认为这是火星植物随着季节的变化而干枯和繁荣的结果。正如本书第五部分所提到的甚至到50年代末，苏联天文学家谢克洛夫斯基还提出“火星的两颗卫星都是火星发射的人造卫星”的看法，他认为火星至少在古代就已经有了高等动物。

2. 接触火星

真正彻底揭开火星之谜的是在人类进入太空时代以后。自60年代起到70年代中，美国和苏联总计发射了10多艘火星飞船，带着火星究竟有没有生命这个基本问题，对火星进行了多次考察。美国水手号拍了分辨率高达百米的火星照片。

海盗号更于1976年7月20日和9月23日两次光顾火星宝地，发回令人感兴趣的情报。综合所得的资料，基本上回答人们普遍关心的问题。

火星的运河是什么呢？现在已经查明不是高等生物构筑的灌溉系统。所谓运河，实际上是排列成行的环形山或规模庞大的峡谷。

火星极冠的本质又是什么呢？原来它们是冰冻的二氧化碳，即干冰。南极冠的照片使人们能清楚地辨认出环形山的轮廓线，从而证明极冠的冰层并不算厚。至于火星上的颜色随季节而变化，那是因为火星尘埃的移动而不是由于季节的变化。

关于人们最关心的火星上有没有生命的问题，经过多次考察和火星上所做的取土化验表明，诸如植物、动物和火星人等高等生物，可以肯定回答：一律没有。而是否有低等生物存在的问题，还有待于进一步探索和研究。

拍得的大量火星照片清楚地告诉我们，火星表面并不比月球好多少。火星上没有江、河、湖、海，而象地球上的大沙漠那样干燥，陨石坑、火山口、环形山比比皆是，满目荒凉，毫无生气。火星上面有时候会发生强风并引起巨大的尘爆。1971年和1973年的两次大尘爆，曾使火星上尘土弥漫，一连好几个星期昏错不见天日。火星环境虽然恶劣，但也不能就此否定它有低等生命存在，因为我们地球上的撒哈拉大沙漠也有生命的踪迹。

火星的大气成分如何，也很重要，因为它能帮助我们判断火星上有没有生命存在。火星大气层几乎全为二氧化碳所占

据。氮的成分小于 1%，氧的成分小于 0.1%，水蒸汽的含量仅为地球上含量的 $\frac{1}{1000\text{万}}$ ，另外还有少量的一氧化碳。火星大气的气压很低，表面气压为 6.1 毫巴，小于地球大气的 $\frac{1}{100}$ 。这种气压在地球上只有到几万米高空才会出现。火星上的水在这样的气压下，大致在零度时就沸腾了，它不可能以液态的形式存在。

火星上的温度对于生命倒是有缘。它表面的温度和地球相近。仲夏季节，在火星过道上正午时的温度为 27℃，这个温度是凉爽宜人的，12 小时以后的半夜时分，温度下降到 -50℃ 左右，看来只要具备取暖设备，人类也可习惯，不过是春夏秋冬在一天之内都领教了。两极地区的温度是 -80—-130℃。这样的温度不说微生物能够忍受，连恒温动物鸭子之类的水禽也不惧怕。

火星上到底有没有生物真是难下定论啊！为了弄清这个问题，美国两艘海盗号宇宙飞船 1976 年在火星上软着陆，进行生物探查实验。两艘飞船的着陆地点，都选择在估计水分较多、生命存在的可能性较大的地方。

飞船上仪器从火星表面取土样，用 C^{14} 作示踪原子实验，并用气相分析分光仪寻找有机化合物的痕迹。实验结果表明：土样在实验期间发生了某种变化，但还无法完全肯定这种变化是由于土壤中的微生物的新陈代谢造成的，抑或是土壤中某种化学过程的结果。不过，从这两艘飞船所得到的结果来看，火星上存在生命的可能性是非常微小的。

二、是朋友还是敌人

1. 有关的奇闻

“飞碟”究竟是什么？有些人认为，“飞碟”是“外星人”的飞行器，他们来自宇宙某个角落。有些想象力丰富的人进而把它与神奇的“百慕大三角区”之谜等联系起来。近年来，西方世界还时有一些 UFO 上“外星人”劫持地球人的惊人消息传出。

百慕大三角区又被称为“魔鬼三角区”，它位于大西洋的西部区域，大致可以用一个三角形来表示，其三个顶点分别是百慕大群岛、波多黎各岛和佛罗里达半岛。在这个边长约 2000 千米的海域中，曾有无数的船只、飞机遇难，许多事故神秘莫测，至今未弄清原因。

飞碟“问世”之后，它们二者很自然地被人扯在了一起，使这两个本来就很神秘的问题更加扑朔迷离，成为谜中之谜。

美国有个飞碟研究专家，名字叫雷德蒙·福勒，他在 20 世纪 70 年代曾撰写了一本争议颇大的离奇古怪的书——《震惊科学界的安德烈森事件》。书的副标题是“一起飞碟劫持地球人的案例。”该书报道了发生在 1967 年 12 月 23 日圣诞节前两天的一个突发事件，地点在美国马萨诸塞州北部的一个名南阿什伯纳姆的小城镇。那天白天，丈夫詹姆斯出了车祸被送进了当地医院。傍晚，妻子贝蒂·安德烈森与孩子们刚吃过晚餐，一批“外星人”不期而至。他们可以随心所欲地穿墙越壁，登堂入室，使人猝不及防，也无从躲藏。他们轻而易举地把这个 31 岁的妇女带到了飞碟内，对她反复进行了长时间的种种“体格检查”。他们有能力控制被劫持者的大脑，

因此不怕她暴露秘密，故带她参观了他们的“王国”，但在最后释放时，又抹掉了她头脑中有关的记忆……

类似的消息还有不少。1984年，南斯拉夫一个名叫塞戈维克的生物学家发表了一篇奇文，文章中披露了一则耸人听闻的消息。1984年9月的一天，有个飞碟突然发生事故，坠落在苏联西伯利亚一个海港附近。前苏联人火速赶到事故现场，从飞碟中抢救出了9个外星人。这些离奇的外星人从外表很难辨认性别。他们全身都长满了细细的鳞片似的角质物，身体与我们地球人的孩童有些雷同，可头上都没有嘴巴。不久其中一个女性的外星人要分娩了，前苏联医生为她接了生。她产下了一个重1755克的“婴儿”。这小生命身高一尺，脚和手臂状的肢体只有3只。他的小头颅酷似蜥蜴，眼睛小而黑，脸上没有鼻梁，只有一个呼吸孔。整个皮肤呈淡蓝色，上身覆盖着厚厚的鳞片。前苏联科学家每小时对他观察4次，并作了详细记录。后来婴儿死了，医生们又对他进行了医学解剖。这位外星人母亲在分钟后数分钟即已恢复了体力，而对婴儿的死亡丝毫没有露出哀伤……

1988年，一位巴西科学家声称，他于6月9日在亚马逊河流域的一个原始森林中，发现了已神秘失踪了很多年（最长一位失踪于1926年）的一群人，他们来自地球各个不同地方，年龄小到6岁，大到85岁，大约有600个之多。他十分肯定，这些人曾经被飞碟上的外星人绑架过。虽然当时看来他们都很健康，但其中有几十人的前额上都被切开做实验的疤痕。后来这些人被巴西政府遣送到一个附近城市中的军营内接受问话，但他们对往事噤若寒蝉，不敢吐露真情。这个

科学家的结论是：这些被害者曾被劫持到另一星球上，接受他们的医学实验，或者充当他们的奴隶，甚至被迫在外星人动物园中展出。他们所以不敢回答军方人员的问话，是因为怕透露消息后会被害身死。

秘鲁的星际研究所所长说得十分肯定。他在《我们认识的其他世界的人》一书中声称，在他 26 年的工作中，证实的外星人多达 86 种。法国人类学家诺贝德博士的话更加耸人听闻，他认为大约在 8000 年前，外星人来到了地球，并与我们地球上还未开化的人类交配，从而使人类的进化在那时出现了一个大飞跃。博士还说，时至今日，地球上大约有一半人仍具有外星人的某些特征——眼珠通常为绿色或淡褐色，面容优美，头发金色或红色，坐骨较宽，体型较为单薄，理解力强，反应敏捷……

前苏联的惊人消息特别多。在 1988 年比利时召开的一次国际科学会上，前苏联的一位天文学家披露说，前苏联发往金星的宇宙飞船发现，金星表面上有着两万个城市的遗迹。它们呈车轮的形状排列，中间的轮轴可可能是早先最繁荣的大城市，周围则有一个庞大的公路网系统，把它与两万个城市联在一起……

1993 年，法国一家报纸更是“语不惊人死不休”，他们“披露”说，“外星人”一直在严密监视白宫，美国首脑人物的一举一动都在他们的掌握之中，1992 年克林顿总统就职典礼上，一些警犬因为“听”到了人类不能察觉的超声波，所以对一团白云狂吠不已，这白云就是外星人的把戏。美国明知此事，可也因技不如人，只得无可奈何，隐忍不发。日本

矢追纯一在《外星人的秘密》一书中干脆就认为，肯尼迪是被“外星人”巧妙谋杀的，其原因是因为肯尼迪准备公开“外星人”的秘密。

2. 且看闹剧几时休

“外星人”是最能吸引人的话题，美国几本类似的科幻电影都曾轰动一时，创造过票房价值的记录。1997年美国新墨西哥州沙漠边缘的罗斯维勾小镇，就在7月8日搞了一个“外星人坠落50周年”的纪念活动，着实使这个名不见经传的偏僻之地大大风光了一番，10万多人从四面八方蜂涌而来——尽管有关当局早在10多天前已公开澄清了当年坠毁的不是“外星人”的飞船，只是美国空军用于监测前苏联进行核试验的军用飞球，那个“外星人尸体”只是一具“机器人”。可狂热的人们就是不相信，并咬定是政府还在“掩盖事实真相”，于是纪念活动还是热热闹闹……

正是人们对“外星人”情有独钟，所以才使各种闹剧有其土壤：1987—1988年“月球轰炸机”闹得沸沸扬扬；1989年前苏联的权威机构也发播了一则有关“外星人”光临的消息，沃罗涅什市许多人证实，3个身高3米多的小头“外星人”在他们的一个公园中旁若无人地散步……一时间，“外星人热”席卷了许多城市。结果如何呢？一个庞大的多学科科学家组成的联合调查组，经半个多月的认真考察，结论是：“没有任何有可能不明飞行物降落于此的迹象。”

1995年9月保加利亚也有一出闹剧：三个自称一直与“外星人”有密切联系的妇女，通过各种渠道宣称，几天后——9月11日中午11时，8艘外星人的飞船将光临她们的城市——

—鲁萨的机场。她们号召大家应及早去欢迎他们，她们甚至还给总统写了信，希望国家元首去主持这个有重大意义的欢迎仪式。

真是“三个女人一台戏”，经她们花言巧语的鼓动，那日的确有不少想先睹为快的人一大早就风尘仆仆向 22 千米外的机场赶去，3000 多男女老少有的捧着美丽的花束，有的举着欢迎的条幅和小旗，有的身背着照相机、摄像机和录音设备，有人为抢占“有利位置”，在拂晓前就直到了那儿。

几千人顶着烈日骄阳，又热又渴地等到了 11 时半，那三个女人仍然还言之凿凿说，“外星人”从不食言，迟迟未到的原因是机场跑道上军用飞机在降落。又一个小时后，她们又说因为总统没有到场，使“外星人”觉得受到了轻慢，她们正在做工作……

一直捱到下午一点多钟，望眼欲穿的“外星人”仍杳如黄鹤，饥肠辘辘的人们才知道受了愚弄，当他们气愤地要找 3 个女骗子“算账”时，却再也见不到她们的身影了——原来，当地警察见势不妙，为防止出现不测，他们早就悄无声息地把这 3 个女带离了现场。

1995 年还有一个闹剧也不能不提，那就是在西方轰动一时的一部《解剖外星人》的录相带，短短几个月内，使它获得了 1000 多万美元的巨额利润。

它所描述的正是前面所说搞 50 周年纪念的罗斯维尔 UFO 事件。影片中医生们正在解剖这次 UFO 坠毁中死亡的那个“外星人”，看上去它的身长在 1—1.3 米间，体重不过 18 千克左右，外表与人十分相似，但相对说来，头颅的比例

很大，眼睛也是大而微微突出，鼻孔却很小，嘴巴更细如一条细线，口腔内没有牙齿，但有如牙床般的坚硬部分，没有下腭，舌头也很小。3 个手指纤长，其中有一指与其他两指的方向不一，显然起着大拇指的作用，但它的指间有蹼；身上没有肚脐及性器官，故难以辨别它的性别。皮肤的细胞中竟含叶绿素……

该录相带也曾传入我国广州等沿海城市，可毕竟这时人们已有所思考，所以好奇一阵后并未当真，无论海内外，都没出现以往歇斯底里的狂热，仅是昙花一现而已。

当时英国《泰晤士报》曾一针见血指出：“片中的那个‘外星人’太像一个弱智加弱能的地球人了”，并认为“这是以地人为蓝本的、毫无想象力的抄袭”。看完该片的一个广州大学生也很不以为然，认为该片“未免把生物进化看得太简单化了”。

有些闹剧虽然当时也会像模像样，引来不少观众和一定的轰动效应，但是“假的毕竟是假的”，不久便会露出破绽，无不草草收场。

但是也千万别小看这类把戏，有时还真有不可思议的“魔力”，1977 年 3 月 7 日美国南加州圣迭戈一幢高级住宅中，39 人集体自杀，横尸遍地，事后调查表明，这些“天堂之门”邪教徒相信，在海尔 - 波普彗星的后面有个飞碟，他们的灵魂要与此飞碟相会……

由此可见，研究飞碟，用科学战胜迷信，揭露伪科学，是世界各国科学家义不容辞的神圣职责。

3. 把飞碟击落下来

飞碟问题也没有国界，几乎全人类都对此怀有强烈的兴趣。据统计，目前世界上有三分之一国家都在研究这个扣人心弦的问题，已经出版过的有关专著多达 350 余种，形形色色的杂志和刊物更是不计其数。我国现在也有一本专门的杂志《飞碟探索》，还有一个民间学术研究团体“中国 UFO 研究会”。

美国是飞碟的“发源地”。当初，有人怕它威胁国家安全，所以早在 1948 年，美国空军就组织了一个专门的特别委员会，集中精力作广泛调查研究，着力收集世界各地发生的有关飞碟的目击报告，并把它归档，称之为“蓝皮书计划”。

在强大的舆论压力下，美国政府于 1952 年 7 月及 1966 年 2 月两度成立了专门的科学小组，对 UFO 问题进行深入的、全面的研究。两次调查研究得到的结果大体相同，即至少有 90% 以上的“事件”都可以用天文、气象、生物、地质或者其他自然现象、人类活动予以解释。耐人寻味的是，这个科学结论却受到了群众的冷淡，他们不欢迎对探索飞碟的热情泼冷水。而且，还有一些科学家或工程师至今还坚持认为，至少有一部分飞碟是“外星人”的杰作。

激烈而无休止的争论促使美国空军于 1968 年再次倡议进行联合调查，于是一个拥有 37 位著名科学家的调查研究会应运而生。一年之后，他们发表了经国家科学院严格审查过的一份报告——《不明飞行物的科学研究》。报告对 59 起较著名的飞碟事件进行了全面研究，作出了明确的结论：坚决摒弃“天外来客说”。1969 年 12 月，美国空军终止了这个“蓝

皮书计划”。

事实上，只要不抱偏见和先入为主的态度，几乎所有的飞碟事件都可找到说明。用科学家的话来说，就是可以把飞碟归结为地球范围内的事情。科学完全可以把它“击落”到现实世界的地面上来。

请看一例。1977年9月20日拂晓时分，前苏联西北部的彼得罗所沃兹克市内，有许多早起的居民都见到了一个发亮的物体在他们头上盘旋不止。其形状特别古怪，与其说是碟状，倒不如说像一只大海蜃。不多一会，它又变成了一个发亮的半圆形，中间呈红色，边缘为白色，一直持续10—12分钟，使当地居民惶惶不安……

西方记者很快把此消息发到了世界各地。美国的许多报刊上纷纷撰文，有的冠以“UFO于前苏联西北方出现，同一物体还出现在芬兰”等标题，一时闹得沸沸扬扬。前苏联的一些UFO专家争相出来表演，一个说：“据我所知，这是来自外层空间的一艘宇宙飞船进行的侦察活动。”另一个则肯定它“是载有智力高于地球人的机组人和乘客的飞碟”。

但是后来的研究表明，它不是什么神奇的东西，而是苏联的间谍卫星“宇宙955号”。苏联正是在那天凌晨3时58分，从普列谢茨克发射场把它送入高空轨道的。

1980年9月13日，在辛辛那提召开的一次UFO讨论会上，美国一个飞碟专家拿出了两张惊人的照片——一个30多年前的“天外来客”在飞行器坠毁时的情况，据说那是发生在1948年7月7日的事情。一个奇特的空中飞行物于14时29分坠毁在靠近美国的墨西哥境内。根据飞碟专家当时的

雷达测定，它在不足 1 小时内飞行了 4000 千米。在那时，人类任何飞行器的时速不超过 1000 千米。它坠毁后继续焚烧了差不多 12 小时。外壳已被炸毁，所有可燃物也早烧光，但舱中却有一个焦化了的尸体。“他”身高 86 厘米，但颅与身体的比例显得很大，两个眼睛更大得异常，视野似乎可达 180° ，身体其他各部也和人类明显不同。飞碟专家认为，这理所当然是遇难的“天外来客”。当时美国空军拍了 500 多张照片，对此严格保密。外面则流传美国保存着 44 个“外星人”尸体的传闻。

后来这两张照片被送到许多专门机构作了鉴定，结果却令那些飞碟专家们发气恼。原来这是一只试验用的猴子。美国在 1948 年 6 月—1949 年 6 月实施了“海尔默斯”计划，用二次大战中俘获的德国 V - 2 火箭进行动物试验，那些火箭上装的均是“来齐斯”猴。美国政府后来也证明了这件事情。

尽管飞碟事件多如牛毛，仅美国已达五六万起，但仔细研究却可发现，它们不外乎以下几类原因：

(1) 人造器械。如人造卫星，运载火箭，飞机，按照灯光，军事目的的习行器，照明弹，高空气球，降落伞……它们在特定条件下都可能被人误认为飞碟。

(2) 地质现象：地球断层结构的压电效应，地震光，地震云等等，很多被人误作为飞碟事件加以报道了。

(3) 天文现象：流星雨，火流星，彗星，金星，木星，还有极光，都有可能被夜间飞行员看作“UFO”。

(4) 大气现象：类似夜光云，闪电，尘暴，幻日，幻月，

以及海市蜃楼等，都会被一些人与“飞碟”硬扯在一起。

(5) 生物原因：蝴蝶、候鸟群在穿越大气层中的电场时，有时会被充电百发出神秘的光芒。美国一些专家已证明，美国在 1965—1968 年间的飞碟事件中，不少就是蝴蝶群迁徙造成的。

(6) 照相底片的瑕疵，雷达的假象，也可以使一些人上当。

(7) 心理或生理上的某些疾病缺陷，幻觉，错觉，会使一些人忘乎所以，甚至自欺欺人。

(8) 某些希冀一鸣惊人、名扬四海之徒，他们不异制造假象，以一些特技镜头来招摇撞骗……

正因为如此，所以 20 世纪 70 年代末，当美国总统建议航空航天局恢复研究“飞碟与外星人”时，遭到了拒绝。他们明确声明：“这徒然是浪费时间和金钱。”当然，飞碟问题至今还吸引着世界广大群众，而且事实上也确有那么几例“特殊事件”一时还难以说明。但是有一点是可以肯定的：严肃的科学家都不会随便把“飞碟”现象与宇宙人去挂钩。

三、何处觅芳踪

1. 地外文明知多少

从上面分析的五要素来看，宇宙中生命应当是普遍存在的。哪怕恒星附近存在各种文明的几率仅仅只有十亿分之一（即十亿颗恒星中只有一颗像太阳那样，周围有了文明），那么十亿个星系，每个星系平均几千亿颗恒星，这样算来，整个宇宙中将可能拥有几千亿个文明世界。这难道不是一个庞大的天文数字吗？

有人以我们银河系为例，来进行较为认真的估算。设银河系中有 3 千亿颗各类恒星（这是星系的平均星数），估计有 25% 的恒星类似太阳，自转较慢，具有行星系统。这样，银河系内就有行星系统 750 亿个。但行星系统与可能滋生生命的“生物圈”并不是一回事。考虑到只有大约 1.7% 的行星系统有这样的资格，则可算出，银河系中具有如“地球型”的生态圈是 13 亿个。接着他又估算出，其中不到一半的行星上可能已经有了生命，具有了陆地生命的又只有其中 $2/3$ 左右——4.16 亿个。有某种文明的星球则可能多达 3 亿多个。再进而考虑到人类演化所需的时间和文明能保存的期限，现在在银河系中具有类似今天人类那样的 I 型文明数是 32500 个。

当然这仅是一家之言，不同人的估计可能差别很大。例如另一个美国天文学家萨根就认为，银河系中的文明星球为 100 万个。如果它们的分布是均匀的，这样每两个文明世界的平均距离约为 100—1000 光年之间。

那么地外生命和地外文明藏身在何处呢？我们怎能找到有关它（他）们的行踪呢？天文学提供的线索是：这行星（系统）所绕的恒星不能是早型星，因为早型星的温度太高，辐射中紫外线太强，也不能是晚型星，因为晚型星能量不足，可能不够生物进化所需的亿万年时间；更不能是忽冷忽热、忽强忽弱的变星、会剧烈爆发的新星；当然也不能是双星或多合星，因为在聚星系统或双星系统中，行星的轨道不能稳定不变，时间一长，它们不是掉到某一恒星上化作烈火，就会被不规则的“摄动力”抛出系统，在茫茫的太空中流浪。最好，是如太阳那样稳定的 F、G 型恒星。这颗恒星在银河

系中还应有一个长期稳定的空间环境，它绕银心转动的轨道应近于圆形，不能是一个偏心率很大的椭圆。

再说行星本身，要能滋生出生命也不是件容易的事。像木星、金星那样的行星，即使有什么宇宙孢子落于上面，等待着它的也是死亡。具体地说，行星孕育和发展生命的条件是：首先它不能太小，如水星、月球、冥王星那样的行星状天体，质量太小，无法产生足以拉住大气的引力，也就不会有大气圈，生命当然无法在那儿驻足；但也不能太大，因为质量很大的行星有强大的引力，使它的“原始大气”不会散逸，这样大气的主要成分是氢、氦、甲烷、氨等，它只能产生原始生命，而无法进化到高级生命，当然也谈不上什么文明了。

其次，这颗行星离恒星的距离应适中：太远，能量不够，表面温度太低；太近了则不仅太热，而且又会受到很大的潮汐作用，同样对高级生命十分不利。

第三，行星的轨道应当比较稳定，近乎圆形。如果像彗星那样扁长的轨道，与恒星若即若离，恒得也不会给它恒这和足够的光热去繁衍生命。

这样看来，不管估计的数字是多少，至今还无一个确切的“候选人”，我们仍不知道在什么地方才可找到它（了）们。

2. 第一对“和平使者”

在 20 世纪 60 年代，人类所发射的探测器都不能达到第三宇宙速度，因而无法挣脱太阳引力的束缚，经过十年的努力，事情才有所突破。1972 年 3 月 2 日与 1973 年 4 月 5 日，美国分别发射了“先驱者”10 号及 11 号两艘飞船（主要用

于探测木星及土星),但它俩同时也是第一次飞出太阳系的人类的“和平使者”。它们重量不大,各重 259 千克。上面的能源是原子能电池——放射性同位素热电发生器。因为要远离太阳,所以不能使用太阳能电池。飞船的抛物面天线口径为 2.7 米,它通过自控器能把天线始终对着我们地球。这两艘飞船第一次穿过了曾使一些天文学家忧心忡忡的小行星带,对木星与土星的探测则曾轰动一时 1983 年 4 月 25 日,“先驱者 10 号”已越过了当时冥王星的位置(冥王星在 1979—1989 的十年中位于近日点附近)。同年 6 月 13 日,它又越过了海王星的轨道(当时有人认为它已飞出了太阳系,实际上不确切)。虽然这时它的速度已从每秒 13.6 千米降到了 11.4 千米,但仍比炮弹还快 10 倍。

“先驱者 11 号”的结构与 10 号大体相同。它在 1974 年 12 月 3 日到达木星时,巧妙地利用了木星的强大引力而猛地一个急转弯,实现了飞向土星的计划,所以“先驱者 11 号”也是第一颗同时探测两颗外行星的飞船。正因为它走了一段“弯路”,所以直到 1986 年它还只走到天王星的轨道附近。但毫无疑问,它最后也将进入茫茫的恒星际空间。

“先驱者”作为最早飞出太阳系的人类使者,当然也有遇上“宇宙人”的可能。不管这种机会多么渺茫,但科学家还是极珍惜这个寻找“知音”的机会,所以在这两艘飞船上都放置着一块镀了金的铝片。

这块特制的金属片并不大,它宽 15 厘米,长 23 厘米,上面图案的设计者是美国天文学家萨根。镀金铝片上包含了丰富的信息:它右半边最醒目的位置上是两个站立着的裸体

男女，不言而喻，这表示了飞船的发射者——地球上的人类。男女的大小是据飞船上的天线——图上男女身后的弓形的相对比例而绘制的。这个弓形还包含着这样的意义：它表示人类已掌握了光学知识，懂得凸透镜聚光的原理。镀金铝片的左半部中央有醒目的 14 根射线，它巧妙地表示了当时已知的 14 颗脉冲星与太阳的距离及方位。左上方的两个小圆圈表示人类的化学知识——氢分子由两个氢原子构成。画面上最下面的一排大小不一的圈点象征着太阳系，它还标出了飞船的出发点——地球。总之，小小的画面上包含着人类所知的天文、物理、化学、数学等知识。希望有朝一日，飞船被某一个星球上的“宇宙人”截获，待译出这些信息后，他们能顺藤摸瓜地找到我们地球上来。

由于这种机会不多，所以“金属名片”可以称得上是人类制造的寿命最长的产品——它能在宇宙中保存几亿至几十亿年！

两艘“先驱者”在 80 年代已越过了海王星的轨道（1998 年 6 月 13 日及 1998 年 9 月），现在经历 20 多年的奔波，都已耗尽了自己的能源，“先驱 10”在 1997 年 3 月时已离我们 100 亿千米之外，这么遥远的距离光也得运行 9 个小时。31 日科学家已切断了与它的联系。须知它原设计的寿命只有 21 个月！现在却工作了 25 年！先后接受了 10 万多个指令，发回了 1260 亿单位信息……据算在 35 万年后，它会走入罗斯 248 的范围。“先驱 11”经过 22 年的风雨后，甚至比“先驱 10”更早，于 1996 年“寿终正寝”，目前它正了无声息地朝着天秤座的方向而去。

3.“地球之音”响彻太空

“先驱者”风尘仆仆上路了，但谁都明白，它真能遇见“宇宙人”的希望是极其微小的，哪会有这样如意的事呢？科学家们自不甘心。凑巧的是，1982年正好有两次百年不遇的“九星联珠”的大好机会，所以，美国航空航天局的科学家以巧妙的构思实施了“旅行者”计划，发射了“旅行者1号”和“旅行者2号”两艘飞船。它们“一船多星”，能同时探测木星、土星、天王星、海王星、卫星系统及更遥远的行星际空间。这是两艘完全相同的探测器，外形是十边形环状结构。直径3.7米的高增益抛物面天线始终对向地球。另外还有个长达13米的可以伸缩的玻璃钢网架，顶部装着两台测定磁场的专用仪器。发射时飞船总重约为2吨，但上天后仅有816千克，其中11类仪器共重113千克，造价高达3.5亿美元。

两艘“旅行者”飞船像一对“先驱者”那样，在探测了几个行星之后最终也将飞出太阳系。由于恒星的距离实在太遥远了，所以“旅行者1号”要在银河系中游荡147000多年，才可能遇上第一颗恒星，而2号飞船或许要等待更长时间，约30万年才到达天狼星的疆域。谁能等到这一天呢？所以人类希望出现“万一”——或许在漫漫的旅途中会遇上其他星球上高度文明的探测器。

为了应付这种情况，美国科学家在两艘飞船上都预先放上了“礼物”——《地球之音》，包括一架特殊的电唱机（一个瓷唱头，一枚钻石唱针）及一张喷金的铜唱片。唱片的直径为30.5厘米，可以放两个小时。《地球之音》包含了地球

上各种有典型代表意义的信息。它音像并茂，以图像编码信号形式，把可以表示人类起源文明发展的 116 幅照片都记录到了唱片上，这些经过精心选择的照片有：地球的全貌，美国肯尼迪火箭发射中心，芭蕾舞《天鹅湖》等等。其中有两张与我国有关：一是雄伟的长城《八达岭》，一是欢乐的家宴场面。在那张特殊的唱片上，还精心录制了有关地球和人类起源、发展的各种信息，有 35 分钟是各处自然的声音（如风声、雨声、雷电声、流水声以及鸟鸣虫啾等动物声音），27 支世界名曲（包括我国一首古曲《高山流水》），还有 55 种不同语言的向“宇宙人”的问候话（我国有 4 种：普通话、广东话、厦门话、及苏州话）。此外，还有一段联合国秘书长口述的录音及美国总统卡特签署的电报，电报前有这样一段文字：“‘旅行者’探测器是由美国制造的。地球上已经有 40 多亿人，我国是其中之一，拥有 2 亿 4 千万人口。我们人类虽然还分成许多国家，但它们正在迅速地变为一个单一的文明世界。我们向宇宙发出的这份电文，它大概可以存在到未来的十亿年，到那时候，我们的文明将发生深刻的变化，地球的表面也可能有巨大的改变。”

联合国前秘书长瓦尔德海姆的录音大意则是这样的：“作为联合国的秘书长，一个几乎包括了地球上所有人类的 147 个国家和组织的代表向你们（指“宇宙人”）表示敬意。我们走出我们的太阳系来到宇宙空间，只是为了寻求和平与友谊。我们知道，我们的星球和全体人类，只是浩瀚宇宙中的沧海一粟，正是带着这种善良的愿望，我们采取了这一步骤。”

《地球之音》所录的乐曲都是世界各时期、各地区的名曲，它们浩如烟海，如何筛选却费了设计者很多心思。我国古筝演奏的古典乐曲《高山流水》如何会被选中的呢？设计者之一周文昌（哥伦比亚大学教授）介绍说：“它抒发了人为大自然深深陶醉的情感。它在耶稣以前就有了，从孔子在世时代起，《高山流水》就已成为中国文化的一部分，把这首乐曲送到太空中去吧，它会替你讲述很多中国的事情。”

由于采取了许多特殊的保护措施，这套不同凡响的《地球之音》，即使在十亿年后放出来仍然嘹亮如新。我们当然希望它能早些遇上高度文明的“宇宙人”。这样，他们一定可以把它译制成他们的语言，并顺着《地球之音》提供的信息，早日与人类缔结联结宇宙的“太空情谊”。

如今它们也越过了海王星的轨道（1989 及 1990 年），实际上已越过了九大行星的区域。据算“旅 1”要在 14.7 万年后才能邂逅恒星的机会，而“旅 2”则在公元 4200 年时可能会碰上巴纳德星，30 万年后则又能与天狼星相会……当然这是我们多少代后子孙的事了。

4. 第一份发向太空的电报

科学家绞尽了脑汁，才使四个人类的“专使”一一踏上了征程。可是它们能遇上“知音”的可能性非常小。所以，为了寻求太空中的知音，人们还在积极地另觅蹊径。

首先人们最易想到无线电波，它们的传播速度是每秒 30 万千米，比飞船快 2 万倍。所以倘若邻近的恒星上真正发展起了高度文明，它可以使人们在几十年（而不是几万、几十万年）内得到确切的回音。

1974 年 11 月 16 日，在世界最大的射电望远镜——阿雷西博 305 米的镜盘换面典礼上，天文台用它向 M13 球状星团发出了一份独特的“电报”。这份电报以 2380 兆赫的频率（波长 12.6 厘米）向太飞去，信息为 1679 “比特”。电报持续了 3 分钟。在发射时，波束所含的有效能量，约为全球总发电功率的 10 倍。在发射束方向上，其信号竟比太阳亮 1000 万倍。所以阿雷西博天文台的天文学家说：“在这三分钟内，我们是银河系中最亮的星。”光凭这一点，就使我们值得自豪的了。

这份独特的电报，当然不能用地球上哪个国家的语言，谁知道“宇宙人”是什么模样、使用什么语言的呢？所以科学家们最后采用的是计算机语言，电码全部是“0”与“1”，由它们组成特定的数字，再变成有确切意义的图像或信息。这 1679 个数字组成了一幅幅奇妙的画面，它包含了许多天文学、数学、化学、生物学、人类学的知识，从上到下大致可翻译如下：

“这是我们怎样从 1 数到 10 的记数法；

“这是我们认为最重要而又很有趣的几种原子；

氢、碳、氮、氧及磷等；

“这是我们把这些原子混合起来的化合方法，它们组成了很重要的分子；胸腺嘧啶、腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶以及一个含有交变碳酸化合物和磷酸盐的长链；

“这是把那此块状结构的分子放在一起组成的脱氧核糖核酸长分子，它是一个双螺旋体，含有大约 43 亿个链；

“这是一个形态笨拙的动物（即人——笔者），但他很重

要，这种动物长 14 个波长（1.76 米）或 5 英尺 9.5 英寸；

“这表示在我们的恒星周围的第三个行星上，有 40 亿左右这样的动物；

“这表示太阳系有九个行星，四个大的在较外面，尽头最末的一个也很小；

“这表示发送这份问候电报的射电望远镜，其直径为 2430 个波长（305 米）或 1004 英尺。”

你们的忠实的朋友

人们相信，数学是任何“文明人”所必须掌握的科学，只有用数学才有希望来与“宇宙人”交流思想和信息。所以，这样的“电报”一旦被“宇宙人”截获，他们就会有办法破译出如上的信息，并且加法炮制地给我们发出热情洋溢的“回电”，继而进行友好的往来。

这封电报是朝着球状星团 M13 发出的，因为当时它正处于阿雷西博大天线的正方（它只能发向天顶附近）。我们知道 M13 大约含有 30 万颗恒星，所以这要比向某一颗单个恒星发电报更有希望。只要 M13 中有一颗（30 万分之一）星附近有了高度文明，我们的努力就不会白费了。当然这儿也有美中不足之处，因 M13 离我们很远，大约为 24000 光年，所以即使真有“回电”发回，那到达地球已是 48000 年后的事了。

5. 旷日持久的奥兹玛计划

其实早在 1959 年，科学家们已经在讨论与“宇宙人”的通讯问题了。美国康奈尔大学的物理学家莫里森等人指出，与地外文明接触交流最简单有效的办法是用无线电通讯。对

我们人类而言，既可发射，也可接收、检索“地外发明”发来的电波，因此从20世纪60年代开始，“SETI”（即“寻找地外文明”的英语缩写）工作即拉开了序幕。

第一次接收“外星人”信号的实验称为“奥兹玛”计划。1960年4月8日，美国把一个巨型天线对向了鲸鱼 τ ，这颗星离我们11.9光年，是过去人们寄予希望的恒星，可是“听”了很长时间一无所获。几天后，他们把天线转向了波江 ε 星，它离地球10.7光年，也是当时认为比较有一希望的一颗星。在监听了大约200个小时后，曾发现其中有8个很强的脉冲信号，使他们一时很为激动。不过后来他们弄清楚了，这些奇特信号可能是人类自己发出的，它们来自某个军事基地的雷达试验。当然，也有少数科学家在“可能”上大做文章，认为还不能排斥是“地外文明”信号的可能。

在美国实施奥兹玛计划之后，不少国家也陆续加入了探索外星人的队伍。

1972年，美国开始实行“奥兹玛”计划，由两个大学联合观测了700颗恒星。这些星的距离都在80光年之内。这次使用的仪器十分灵敏，接收机内有384个信号通道。几个月后，他们从中检测出了一些无法解释的“自转突变”信号，甚至有10颗恒星有第二次这种“自转突变”，引起了人们较大的兴趣。

1973年，苏格兰有个天文学家与其他人合作，声称他们“译”出了一个来自波江 ε 星发来的电文。他们对其中的“密码”作了以下的解说：

AB——从此处出发；BC——我们的家在波江 ε 星；

CDE——这是一对双星；FG，GH——我们住在七个行星中的第六个行星上；

CH，GH，JKL——请对向这一点；EM——从太阳向外计算顺序；

FEG，GN——是两个中较大的一个星；

HO，OP——我们的行星有 1 个卫星，我们的第四颗行星有 3 颗卫星，我们的第一、三颗行星则各有 1 颗卫星；

GQ，QR——我们的实验室此时正在你们的卫星（月球）轨道附近；

.....

这则故事的真实性如何，多数人有很大的怀疑。

1977 年 8 月 15 日，美国俄亥俄州大学天文台又收到了一个奇怪的信号，而且持续了相当长一段时间。当时观测者在记录纸带上那个信号的旁边写下了“WOW”三个字母，从此人们就以 WOW 来命名这件事。天文学家迪克逊等认为：“它不是自然的，而是人工的信号，它不会来自我们地球上。”然而，这个 WOW 以后再也没有重现过，这使人们对它的可靠性疑窦重重，弄得难辨真假了。

1983 年 1 月在波士顿召开的一次 SETI 会议上，加州大学的天文学家小组报告了他们的工作，也引起了人们极大的关注。他们用直径 26 米的射电望远镜在 35 天内曾接收到 10 个神秘的射电信号——它们是从 4000 个信号中层层筛选后剩下的，所以可能有朝一日被人们破译出有意义的句子.....

话又得说回来。尽管几十年来许多国家为探索外星人投入了大量的人力物力，但严格地说，还没有取得确凿有用的

结果。我们必须面对严酷的现实：我们的射电望远镜灵敏度还是极低的，可供人使用的射电频率有亿万条通道。在一无所知的情况下去碰运气，真比大海捞针还难得多。再说，地球上人类自己发出的各种电波已经喧闹不已，宇宙中的噪声更会把微弱的“文明信号”全淹没。而且，地球或太阳在银河系中一点也不显眼，不一定会引起“宇宙人”的注意，他们或许根本想不到发电报来邀请我们去加入“银河系俱乐部”。所以，获得成功的机会是微乎其微的。

尽管如此，人类还是坚韧不拔地努力着。1982年，国际天文学联合会已决定把 SETI 列为第 51 个工作委员会。1986年，美国航空航天局郑重宣布，他们将联合苏联、澳大利亚、加拿大、法国、德国、荷兰等七个国家，一起对银河系进行长时间的搜索，对向的目标是整个银河系，全计划将于 2000 年结束……

另外，在美国哈佛大学保罗·霍洛威茨领导下，从 1985 年起实施了“META”(太空多通道分析)计划，以 800 多万个频率去探测太空，1992 年在美国航天局推动下，规模更大的“META-2”正式启动，它又称“凤凰计划”，该计划历时 20 年，计划每年耗 50 亿美元。由于采用了更先进的新型仪器和计算机技术的迅速发展，使原先要用 30 年才处理得完的资料，现在只要区区 3 分钟就可得到结果！

经过这几年大海捞针式的搜查，人们已从中筛选出了来自银道面的 37 个特殊信号。可很遗憾，与 WOW 一样，它们都只出现了唯一的一次，所以还有许多疑问。

霍洛威茨认为，如最后分析的结果是否定的，那就是说

至少在 20 光年的范围内 ,不会有任何低级文明 ,更不用说“宇宙人”了。

尽管这方面的工作困难重重 ,但是人类寻求“知音”

第五节 大预言——地球的末日

一、五星连珠和九星会聚

在星空背景上出现一、两颗明亮的行星 ,比如光彩多目的金星、巨大的木星、红色的火星等 ,那是司空见惯的事情 ,人们谁都不以为然。但是 ,水、金、地、火、木、土、天王、海王、冥王九大行星一起出现于天空之中 ,而且都在太阳的一侧 ,却是罕见的天象。1982 年上半年就有这么难得的两次聚会机会。

1982 年 1 月下旬 ,九大行星开始处于太阳同一侧的 180° 范围之内 ,此后 ,它们所构成的扇形区域愈来愈小 ,于 3 月 10 日达到最小值 96° 左右。3 月上旬之后 ,由于水星、金星、地球等内行星 (称在地球绕日运行轨道之内绕日运转的水星和金星为内行星) 运动较快 ,扇形角稍有增加 ,但也只有 100° 。5 月中旬 ,九大行星再次团聚到一个不太大的天区之内 104° 。此后 ,它们就各奔东西 ,扇形角也愈来愈大了。

对于这种罕见的天象 ,科学家议论纷纷 ,报纸、杂志和电台等无不广为报道。早在 1974 年 9 月 16 日美国《新闻周刊》就载文报道 :“1982 年太阳系的全部九颗大行星将在太阳的同一侧排成一线 ,就象一队天上的卫兵列队接受检阅。”

与此同时，英国《自然》杂志地球物理学编辑格里宾和美国宇航局戈达德空间中心的研究人员普莱席曼声称：1982年九大行星排除可能会突然刹住地球的自转，导致世界上一些地区发生大地震和大火山爆发，从而使地球遇到一系列摧毁性事件。这种耸人听闻的说法一出笼，立刻遭到了许多有见识的科学家的鞭笞和反对。

美国加州理工学院著名地震学家里希特认为，这种推测“纯粹是伪装的算命，近乎纯粹的幻想。”该院地震实验室主任安德森则认为，那种预示不过是“一个又一个推论的堆砌。”比利时天文学家吉恩·米尤斯则写成专文，对格里宾和普莱席曼的观点逐一驳斥。

尽管如此，危言已经在人们心目中留下了阴影。随着1982年的到来，人们对这种奇异的天象更加关注。向各有关天文台、天文馆和其它一些天文资料收藏机构索取有关可能出现灾害的资料的人越来越多。

美国《科学新闻》向美国最大的三家天文台——基特峰国家天文台、加州理工学院帕洛马天文台和里克天文台索取有关资料，询问有关情况。在我国，情况也相类似，询问的信件从全国各地飞向各有关天文台、站和北京天文馆等单位，不少人对1982年地球的存亡和人类的命运深表忧虑。

九大行星真的会排成一条直线吗？九星会聚可能对我们地球造成怎样的影响呢？这是人们普遍关心的重大问题。因此，我们将介绍行星运动的基本规律入手，谈谈有关九星联珠的普通知识，讨论这种罕见的壮丽天象对地球可能产生的影响。

当了解了九大行星的运动规律之后，我们就可以进一步谈一谈所谓五星联珠和九星联珠的壮丽天象了。那么什么是“联珠”现象呢？这种提法源于古代，而后来又有所演变。

早在 3100 余年以前，在我国的《竹书纪年》这部书中就有“五星聚于房”的记载，也就是说五大行星相继各占一宿而联成一线的现象叫五星联珠，而到清代则修改为五星在 45° 范围内，都称为五星联珠。

1962 年 2 月 5 日，天空中出现过一次非常罕见的天象。五大行星和太阳、月亮都出现在同一个方向上，这一天正好是春节，月亮的圆面遮掩了太阳发生了日食。在我国古代，天象叫“日月合璧、五星联珠，七曜同宫。”

由此可见，五星联珠是相对于地球而说的（即以地球为坐标系中心）。九星联珠则不然，它是相对于太阳而说的，我们把以太阳为中心的九大行星在一个不大的扇形开区内一字排开、连成一串的现象，类似地球为九星联珠。这种罕见的壮观天象大约隔 179 年才出现一次，上次是 1803 年，再上次是 1624 年，而下一次的类似机会却相隔得特别长，须等到公元 2357 年。真是盛会易散不易聚啊！

1982 年 3 月，九星聚会，我们从地球上看到的是八大行星位于太阳西侧不远的天空部分，它们分别在室女座、天秤座、天蝎座、人马座、摩羯座、宝瓶座，午夜前后它们相继从东方地平线升起。八大行星中，天王星、海王星和冥王星要用比较大的天文望远镜才能看到，而水星很容易被太阳的光辉淹没，从而不易看到。所以，九星联珠之际，用肉眼比较容易看到的是金星、火星、木星、土星四颗。

二、歪理邪说的理论批判

1974 年英国的格里宾和美国的普莱席曼两人合作出版了《木星的效应》一书。在书中作者认为 1982 年九大行星排成一条直线，由此造成的引力失调将会使加利福尼亚发生强烈地震。

《木星的效应》发表后不久，在科学界就引起了轩然大波，招致一场激烈的争论。许多国家的科学家、包括普莱席曼所在的美国宇航局的同事，纷纷发表文章，反驳他们的论点。其中反驳最有力的是比利时天文学家尤恩·米尤斯。

米尤斯认为 格里宾的一些提法是完全站不住脚的，1982 年行星不会成一条直线，即使成一条直线，也不会给太阳活动带来任何影响。由行星所引起的太阳表面潮汐几乎完全可以忽视。他把格里宾等人的理论归结为以下几点：

(1) 行星对太阳有起潮力，当九大行星位于太阳同一侧、并且排列成一条直线时，起潮力达到最大；

(2) 这个最大的起潮力将引起太阳黑子的急剧增加；

(3) 太阳黑子地增多在很大程度上可能使太阳耀斑增多；

(4) 太阳耀斑一多，立即有更多的带电粒子冲击地球大气层；

(5) 这些带电粒子将异乎寻常地使地球上大气团不规则运动；

(6) 巨大气团的异常运动，将会影响地球的自转速度；

(7) 地球自转速度的变化，最后将诱发地震活动。

米尤斯认为，这地现象在各个阶段发生的几率本来就很

低，而保持这一系列联系的几率几乎等于零。

首先是九大行星排列成一条直线的问题。天文学家计算了九大行星的日心黄经即从太阳看行星所在方向和春分点所在方向之间的角度)，结果发现，从 1981 年到 1983 年这一时期内，九大行星即使分布在太阳同一侧的扇形区域内，也不可能排成一条直线。

以 1982 年 3 月 10 日这一天来看，尽管所成的扇形角最小。各行星的黄经值却分别为：水星为 261° 、金星为 197° 、地球为 168° 、火星为 180° 、木星为 211° 、土星为 197° 、天王星为 241° 、海王星为 264° 、冥王星为 205° 。从太阳来看，它们只不过分布在 96° 扇形区域里。同年 5 月 16 日九大行星再度相聚，这时水星日心黄经为 200° 、金星为 304° 、地球为 234° 、火星为 211° 、木星为 216° 、土星为 200° 、天王星为 242° 、海王星为 265° 、冥王星为 205° ，扇形角有 104° ，也不在一条直线上。

行星齐集太阳一侧，会不会大大增加太阳的起潮力呢？起潮力的增加是否会引起太阳黑子增多呢？答案是否定的。行星对太阳的起潮力，大略地可以由以下公式求出： $F = 2GMr/R^3$ 。式中 G 为引力常数， M 是起潮天体的质量， r 是太阳半径， R 为起潮天体到太阳中心的距离。

从这个公式中可以看出，起潮力的大小同起潮天体的质量成正比，与天体到太阳距离的立方成反比。有人作了计算，在九大行星中，对太阳潮汐起主要作用的角色是金星、地球和木星，如果把地球的起潮力大小定为 1，金星则为 2.15，木星为 2.26，土星为 0.11，天王星和海王星分别为 0.002 和

0.0006，冥王星的效应极其微小，可以忽略不计。实际上这时所有行星起潮力引起的太阳潮汐的高度不超过 1 毫米，完全可以忽略不计。

既然第一个论点的实际情况是，行星的起潮力微乎其微，可以忽略不计，那么第二个论点也就自然不能成立了。现在，再让我们来看看事实。有人查阅了历史文献，也作了否定的结论。例如 1804 年 10 月 11 日那一天，四颗大质量的行星，即木星、土星、天王星和海王星在太阳一侧成扇形排列，扇形角只有 48° ，这一年是太阳活动比较剧烈的一年（称为太阳峰年），但黑子相对数（表示黑子活动强弱，如数目、面积的一处指标）只有 47.5。而上一个太阳峰年是 1816 年，这一年黑子相对数却仅仅为 45.8。

看来行星聚会与太阳黑子多少没有什么关系。因此，1982 年行星聚会时，太阳黑子不大可能发生突然的异常变化，即使有特殊的变化，也不一定与九星聚会有必然的联系。

第三和第四个论点，单独来说是真实的。但必须指出，太阳耀斑（或叫太阳爆发）每年都有，不是九星联珠的 1980 年，我国天文台就观测到了好几次大的太阳爆发，有的还使短波通讯中断了一些时间。

第五个论点，太阳活动会引起大量气团的意外活动，这还从来没有被证实过。即使气团有些异常活动，也不会对球的自转产生显著影响，怎么会因此而触发地震呢？而且地震的触发不能仅仅考虑外因，事实上主要原因应该是地球内部物质的运动。

至此，可以认为格里宾和普莱席曼的立论是完全站不住

脚的。应该指出的是,《木星的效应》两位作者之一的格里宾已经在 1980 年 6 月号的《奥秘》杂志中,明确声明“该书(《木星的效应》)现在已经证明是错误的。”这样,他就撤回了原来的观点。

有一种说法,九星联珠不仅会影响地球自转,甚至会使地球突然临时“停车”,因而造成大混乱。这显然是海外奇谈。在各种天体中,对地球的起潮居主导地位的是月球,其次是太阳。

月球和太阳对地球的起潮力随着它们的相对位置的变化而有所不同。当新月或满月时,太阳、月球和地球位于同一条直线上,它们的起潮力彼此相加,所以地球上出现的潮汐在初一或十五达到最大。

这种现象月月都有,并没有引起人们的耽心。1982 年行星聚会虽然确实会使行星的起潮力增加,但究竟会增加多少?是否会增加到地球产生破坏性影响的程度?为了回答这个问题,我们先把行星起潮力和月球、太阳的起潮力作一个比较,下表列出了它们对地球起潮力的数值:

行星起潮力和月球、太阳起潮力比较

起潮天体	质量(克)	距离(厘米)	起潮力(达因)	占行星总起潮力总和百分比
金星	4.8×10^{27}	4.18×10^{12}	5.68×10^{-9}	87.3%
木星	1.9×10^{30}	6.28×10^{13}	6.55×10^{-10}	10.0%
火星	6.4×10^{26}	7.80×10^{12}	1.15×10^{-10}	1.8%
水星	3.3×10^{26}	9.21×10^{12}	3.62×10^{-11}	0.5%

土星	5.6×10^{29}	1.28×10^{14}	2.3×10^{-11}	0.4%
天王星	8.6×10^{29}	2.72×10^{14}	3.68×10^{-13}	
海王星	1.0×10^{29}	4.35×10^{14}	1.06×10^{-13}	
冥王星	1.5×10^{25}	5.75×10^{14}	6.99×10^{-18}	
总合			6.50×10^{-9}	
月球	7.3×10^{25}	3.84×10^{10}	1.10×10^{-4}	
太阳	1.9×10^{33}	1.50×10^{13}	5.00×10^{-5}	

从上表可以看出，行星起潮力中最大的是金星，它的起潮力大约占有行星起潮力总和的 87%，但它和月球、太阳的起潮力比较，却只有月球起潮力的 $\frac{0.5}{10000}$ 。如果九大行星在同一条直线上，所有行星的起潮力叠加起来也只有月球起潮力的 $\frac{0.6}{10000}$ 。它们对地球的影响，只不过是使海水上升 0.04 毫米，地壳隆起 0.008 毫米，而月球的起潮力却能使海水上升将近 1 米，使地壳隆起大约 20 厘米，两相比较，实是小巫见大巫太微不足道了。可见，说九星联珠会使地球突然刹车，纯属无稽之谈。

关于格里宾的由于九星联珠或九星聚会的影响，1982 年要发生强烈地震的预言，前面我们已经对此作了批驳，现再做进一步的分析。

我国科学工作者，对我国历史上丰富的地震记载做了统计分析，他们的研究结果有力地否定了格里宾的论点。

我国有丰富而详细的地震历史资料，经过认真整理，已经编出自公元前 780 年以来的地震记录总表。这结难能可贵的史料可以验证，九星联珠的年分是否的地震有对应关系。

我国学者认为，自公元前 780 年到现在，已经发生过十几次九星联珠，而华北地区和陕甘宁地区发生过的 125 次 6 级以上的大地震中，与九星联珠的年分相对应的只有 1624 年一次，这一年河北滦县发生了一次 6.25 级的地震。甘肃古浪发生了一次 6 级地震。自公元 1000 年以来，我国大陆部分发生过 11 次 8 级以上的大地震，但没有一次是发生在九星联珠之年。所以，从我国历史资料来看，可以较为肯定地说，九星联珠的地震没有必然联系。

另外，据不完全统计，1803 年（九星联珠年）前后，全世界的地震活动并没有出现异常现象。自 1904 年开始有比较可靠的地震仪器的记录资料以来，即使是全世界地震活动异常强烈的时期（1950—1964 年），也看不出几次特大地震与九大行星运行位置的变化有何瓜葛。

第六节 通古斯大爆炸

一、通古斯大爆炸的现象

通古斯地处苏联西伯利亚中部，那里有一望无际的森林，叶尼塞河的支流中通古斯卡河从那里穿流而过。谁会想到在人烟稀疏、交通不便的通古斯，竟然发生了一次古怪离奇的天火呢！

发生在 1908 年 6 月 30 日，大约七时左右，在东方天空的一角，突然出现了一个比太阳还亮的巨大火球，发出“霹雳啪啦”的古怪声音，拖着长长的烟尾巴，以迅雷不及掩耳之势冲向地面。

人们被这奇异的景象惊得目瞪口呆、六神无主。说时迟，那时快，在人们还来不及思考这是怎么回事的瞬间，那赤热的球体，从距离交易场所几十千米的密林上空猛然炸裂开来，一个巨大的火柱冲天而起，随即变成黑色的蘑菇云，同时强劲的暴风带着灼人的热气扑面而来，许多人被这强劲的热浪倒在地，爬都爬不起来了。

一位牧民这样说：“我站在家门口，突然东方的天空裂成两块，令人目眩的光亮物，以大得吓人的势头飞了过来。这光亮物宛如巨大的火球，那出现火球的一面天全都变得通红，我全身灼热，觉得好像是身上的衬衫着了火。接着大地摇动，我被抛到空中，又被砸到一棵大树干上，我的手生疼。在我模糊的意识中，我听到了可怕的巨响，就好像有千百个雷同时落了下来。我注意到，落下火球的森林起了大火，冒起滚滚浓烟。爆炸之后，可怕的鸣声和震耳欲聋的轰隆声，持续了很久很久。”

据说在火球爆炸之际，在通古斯密林南方 800 千米的地方，有一列伊尔库茨克开出的火车，正奔驰在西伯利亚的铁道上，突然那震耳欲聋的轰隆巨响，把旅客们吓拉惊惶失措，他们几乎被冲击波从座位上抛开。车轮发出刺耳的声音，车身在轨道上猛烈地摇晃着。司机发现前面的轨道也在晃动，于是，他果断地来了个急刹车。

根据记载，在 400 千米的范围内，强劲的暴风席卷了屋顶，推倒了墙壁。在 1000 千米左右的范围内，人们都可以听到那巨大的爆炸声。在 1500 千米左右的范围内，人们都看到了火球的坠落。这个范围有多大呢？

爆炸迫使大气激烈的震动，这种震动向四面八方传播，一个小时之后，相距 970 千米的伊尔库茨克就测到了；4 小时 40 分钟之后，5000 千米以外的德国波茨坦测到了。而且，这种微气压的振动，在 30 小时之后再次传到波茨坦，就是说，它环绕地球转了一周。欧洲、美国的地震仪，毫无例外地记录到了地震波。地磁仪的记录表明，地磁也发生了扰动。

原来在爆炸的瞬间，从巨大的火柱上冒出滚滚云雾，风载着云雾，四下扩散，不仅在通古斯的上空，还到达欧洲和非洲的上空，在阳光照耀下发出绚丽的光辉。从那一天夜晚起，人们还看到了更奇异的现象，在夜晚要以读书看报，甚至可以拍摄照片。这种奇异景持续了四个星期之久。

天空被厚厚的云层所覆盖，尽管下了雨，却异常明亮，在户外可以读小字号的报纸。这是个没有月亮的夜晚，云彩是黄绿色的，有时变成蔷薇色，光艳照人，我有生以来还是第一次看到这种奇怪现象。

爆炸平息之后，通古斯牧民从惊恐中恢复过来，又回到密林之中寻找饲养在那里的鹿群。结果他们看到的是一幅爆炸后的凄惨景象：原来葱绿挺拔的落叶松和红松都被折得七零八落，横倒在山坡上，一棵巨大的红松被连根拔起，抛在了一边；在烧毁的树木残迹中，有无数被烧焦的驯鹿的尸体。据统计，在那可怕的发生大爆炸的一瞬间，有 60000 株树木以爆炸地为中心，呈放射形的倒在地上，还有 1500 头驯鹿送了命。

阿·库利克教授就是其中著名的一位，他从矿物学的特殊角度出发，认为这个火球一定是来自宇宙的陨石。

二、陨石说、彗星说和核爆炸说

通古斯的上空曾经发生过一次莫明奇妙的大爆炸，这是勿容置疑的事实。专家们一致认为：爆炸的位置在密林上空 5 千米的地方，其能量与千万吨级的氢弹相当。那么，这次爆炸的原因究竟是什么呢？

如果象库利克教授考虑的那样，是巨型陨石的下落，那么总该有陨石坑啊！退一步说，即使陨石在空中爆炸的，那么也应该有陨石碎片散落在地上，更何况是这样一次空前的大爆炸呢！

既然找不到陨石，甚至连碎片也不见踪影，自然人们对陨石原因说产生了怀疑，并归纳出陨石所不能解释的问题：

- (1) 找不到陨石碎片；
- (2) 没有陨石坑；
- (3) 产生高压的地下水；
- (4) 出现夜光云。

今天，在苏联科学家中间比较倾向性的意见是，把这次天火归之为一个彗星核的爆炸。

“1908 年 6 月 30 日的早晨，一个不太大的彗星核以 40—60 千米/秒的速度冲入了地球大气层。构成彗星核的物质与浓密的大气猛烈摩擦，产生高温。不到几秒钟，彗星核变成了火球，在几千米的高空爆炸。由此产生的冲击波，把方圆 2000 平方千米范围内的树木全部推倒了，使 1500 头驯鹿死亡。”

根据苏联天文学家瓦西里·费森科夫的计算，这颗彗星环绕太阳运行的周期是 50 年，彗星核的直径大约为 150 米，

作为彗星，这不算大。彗星核主要是由各种冰冻的气体组成，此外，还有铁、镁等金属物质。它的密度非常小，一经与地球大气摩擦，就立即产生高热，从而蒸发，燃烧，引起爆炸。

这时冲击波所产生的破坏力，每平方米高达 3 吨，其热度足以使爆炸中心发生火灾。爆炸产生的大量气体尘埃升向高空，随风飘荡，四下散落，致使在世界各地发生奇特的白夜现象。而彗星本身物质的大部分都蒸发成气体，只有极其微小的部分作为细小的颗粒，落在地面上。所以，在现场既找不到陨石碎片，也看不到陨石坑。

彗星原因说还获得了一个物质证据，即在距离爆炸中心 40—80 千米的地方，发现有直径为 30—50 毫米的尖形金属颗粒。这种金属颗粒含镍 10%，是典型的流星物质，可以认为这是构成彗星核的、象宇宙尘埃那样的物质。如果这种推断符合事实的话，那么这种首次落入地球的彗星物质，具有极高的科学价值。

支持这种观点的人很多。1978 年捷克天文学家卢勃·克雷萨克提出，通古斯天体可以是几千年以前从恩克彗星分裂出去的一个碎块。恩克彗星是一颗暗弱的周期彗星，自 1786 年发现以来，每次回归的亮度都是有所减弱，这说明正在分崩离析。据估计，最近 1000 年中，恩克彗星在太阳系中撒布的大小大碎块，超过了其他彗星的碎块总和。通古斯天体可能就是恩克彗星的碎块之一。

当然，持反对意见的人也不少，比如苏联莫斯科大学的基盖尔博士就提出了如下的反对理由：

第一，这颗彗星即使再小，在它归回太阳时，也不可能

不被天文学家们发现；

第二，到目前为止，地球已经数次从彗星的尾部通过，但这和通古斯爆炸完全不同，不发生夜天光的地磁骚扰；

第三，地球和彗星核正面碰撞的机会是很少的，根据计算，这种相撞的机会是 5000 万年才可能有一次。如果说这次通古斯事件是彗星核的爆炸，实在是太偶然了。

三、反物质原因说

在陨石说、彗星说和核爆炸说都不能圆满解释这一事件的情况下，一些科学家想在理论物理学和天体物理学领域中寻找答案。随着这两门学科日新月异的发展，一些新奇的假说相继出现，反物质原因说就是其中的一个。

早在 20 世纪 30 年代，诺贝尔奖金的获得者，英国物理学家 P.A.W.迪拉克就推测，在宇宙中存在着反物质。科幻小说家则把这种设想作为创伤素材，写入自己的作品。后来在美国伯利克和其他设有强大的核粒子加速装置的科学家他也进行简单的逻辑推理：难道在宇宙中就不会有自由浮动的原子存在吗？

在这些原子中，粒子带的电荷相反，也就是说，这是一些带正电的粒子（即正电子）围绕着一个带负电的核运动着的原子，而不是像地球上常见的那种带负电的粒子围绕着一个带正电的核运动的原子。只要反物质的一个微小颗粒跟地球上的任何一个物本相遇，那么二者就会在刹那间同时化为乌有，并释放出比氢弹爆炸大千百倍的能量。

按照某些物理学家和天文学家的观点，反物质理论可以用来解释很多迄今为止无法解释的自然现象。

1974 年春，在华盛顿召开的美国物理学会年会上，加拿大国立数学研究所的 B·B·辛哈博士对通古斯事件就作出了这样的解释：“降落在西伯利来的陨石是来自银河系之外的反物质陨石。”根据他的意见，在广阔的宇宙的某些部颁存在着由反粒子组成的反物质世界，这些反物质以超光速运动着。通古斯事件就是来自反物质世界的不满 30 克的反粒子陨石，在 $\frac{1}{2000}$ 秒的时间里穿透地球大气层，在极为接近地球表面的地方产生的大爆炸。

反物质说可以解释为什么通古斯大爆炸，能使几十千米范围内的树木横倒但在现场却找不到任何碎片。但是，反物质说也有明显的漏洞，这就是，如果是反物质陨石，那么它本应一旦与地球大气接触，就会立即发生爆炸，绝不会等到距离地球表面 5 千米的地方才发生爆炸。可见反物质说也不能令人满意。

四、黑洞说

杰克逊和瑞安两位博士假定有质量为小行星那样大小的黑洞。一般情况下，黑洞的直径是几十千米，这是由数倍于太阳质量的物质压缩而来的。据此可以推算出，小行星质量大小的黑洞，它的直径不足 1 厘米，就像一颗微小的石榴籽。

这两位博士认为正是这处微小黑洞闯入地球大气层，来到了通古斯上空，每秒达几十千米，冲击波使周围的温度高达 10000—100000，黑洞周围的空气发出深蓝色的火焰。据目击者报告，他们所看到的也正是蓝色火球。这或许可以作为这种假说的证据吧！

根据计算，小洞是沿着 30° 角的路线闯入地球的，通过

地球的内部，从北纬 40° — 50° 、西经 30° — 40° 的大西洋中穿出。由于岩石坚硬，所以在地下没有产生冲击波，当然也就不会留下任何痕迹，但是，当它冲出地球时，应在海洋和大气中产生冲击波。两位博士指出，如果能找到当时这方面的记录，那么这种记录就可以成为黑洞假说的有力证据。

20 世纪 70 年代英国剑桥大学理论物理学家史蒂芬·霍金教授提出了一处估计，认为宇宙中黑洞的数量不少于 10 亿颗，其体积大到如同太阳，小到如同尘埃。这些大大小小的黑洞也许早在宇宙大爆炸时就已经形成了。所以发生地球与小黑洞相遇的事不是完全不可能的，只是这种机会太少了，根据计算，10 万年左右才可能发生一次。认为通古斯事件是黑洞造成的，这不能令人信服。

第三章 天文趣话

第一节 天文历法

古今中外历法的名目甚多。大体上可以归纳为三种：阳历、阴历、和阴阳历。

一、阳历

尼罗河是埃及的母亲河，是埃及文明的发源地，早在公元前 4000 年，古埃及人为了农业生产活动的需要，观察天狼星在清晨出现在东方地平线上的时候（也就是与太阳差不多同时升起），就预示着尼罗河将要泛滥。古埃及人把这一天定为一年的第一天。从而古埃及人创造了人类最早的太阳历，定一年为 365 天。这说明古埃及人对天象和物候早已进行了大量的、准确的观察才得出这个结论。我们现在称为白羊星座和狮子星座的星座名称，就是从古埃及开始的。

巴比伦人对星空观察得非常详细，并在泥板上作了记录。现在沿用的黄道 12 个星座名称，都是公元前 2000 多年，主要由埃及和巴比伦人起死回生名称。他们还将 1 天分成 12 个小时，1 小时为 60 分钟，1 分钟为 60 秒。将一周天分为 360 度。星期的概念也是巴比伦人首先使用的。

印度的天文学起源也很早。他们很早就创立并使用了阴阳历的历法。为了研究太阳和月亮在天空中的运动，他们将黄道附近的天区分成 27 等分，叫 27 宿。

人人都离不开天文历法。

天文历法中日、月、年的概念和整个人类文明社会紧密地联系在一起。历法就是根据地球自转、地球绕太阳公转和月球绕地球运动等天文现象变化的规律，安排日、月、年和节气的法则。这些法则的根本问题是要符合天象，符合人们的生活习惯。因此，我们说天文历法是严格的。

历法的渊源可以追溯到人类的早期历史。我们祖先早在新石器时代，已能根据正午太阳高度的变化，测出一年的长度，并逐渐认识到太阳在众恒星背景中也是周而复始、万古奔波的。这就是天文历法的渊源。我国古籍《尚书·尧典》中就有关于夏代以前，帝尧的天文官用星象定四季的记载。其中载有：“日中星鸟，以殷仲春”；“日永星火，以正仲夏”；“宵中星虚，以殷仲秋”；“日短星昴，以正仲冬。”意思就是说，当人们在黄昏时的南方天空看到“鸟”、“火”、“虚”、“昴”这些星时，正是春季、夏季、秋季和冬季的中间月份。《尚书·尧典》还有：“期三百有六旬有六日”。意思就是一年有 366 天。可见，我国远在 4000 年前就有了如此精确的历法常识。

日、月、年是历法中的三个计量单位，也是代表三种天文现象的特征。日复一日，月月一样，年年如此。日，这是历法中最基本的单位，以地球自转形成昼夜交替为依据。一般以太阳、恒星或天球上某一假想点作为计量天球周日视运

动的起算点。因此，在天文学中就有不同“日”的单位。如恒星日、真太阳日和平太阳日。一般说来，月作为历法计量单位，可以分两种情况。一种是像公历那样，将历年长度人为地分为12个时段，即时12个月。月的长度分为28（或者29）、30、31个平太阳日。另一种是以月亮绕地球运动为基础的时间计量单位。在历法中用的是朔望月。也就是月亮圆缺的变化周期。这个周期平均长为29.53059日，也就是29日12时44分3秒。年是历法中最重要的时间单位。天文学中的年也有好多种，历法是用的回归年。它以地球绕太阳运动的周期为计量单位的基础。回归年的平均长为365.2422个平太阳日，也就是365日5时48分46秒。由此可见，朔望月和回归年虽然都是制历的基础，而实际生活又不能完全按朔望月和回归年的长度安排日。因为它们都不是日的整数倍。调解这种关系是制历的任务。

二、阴历

阴历，它的特点是月的平均日数要以朔望月为基础，也就是要符合月相的变化。一年为12个月，大月为30日，小月为29日。其中有6个大月，6个小月，全年共354日。可是一年12个朔望月共长为 $29.53059 \text{ 日} \times 12 = 354.3671$ 个平太阳日。这样，一年就比12个朔望月短0.3671日，3年就短约一天。为此，每3年就设置一个闰年。凡闰年就在12月末加一日，一年为355日。阴历每年比回归年短约11日。因此，阴历的最大缺点是与四季寒暑无关。显而易见，这种历法对生活水平生产，特别是对农业生产极不方便。现在，世界上除了伊斯兰教国家由于宗教关系仍在使用阴历外，其他国家

早已不再使用阴历了。阳历以一个回归年长度为依据，它的月数和月所包含的日数都是人为规定的，没有任何天象依据。现在世界上大多数国家通用的公历，就是属于阳历。关于现行公历的演变说来话长。这里要包含人们对天象观测精度的逐步提高和编制历法的理论和方法不断完善的历史性进步，又反映了统治阶级炫耀权术，为自己树碑立传、毫无科学道理的随心所欲。我们现在应用的公历是 1582 年，罗马教皇高利颁布招待的，因此，叫《格里历》。它是在《儒略历》基础上进行改革的历法。它纠正了《儒略历》在 1257 年中累积的 10 天误差，使天象与历法统一。同时，重新设置置闰方法。将《儒略历》中每 400 年有 100 个闰年和 300 个平年，改为每 400 年中有 97 个闰年。消除了《儒略历》中 400 多 3 天的误差。这样一来，《格里历》历年长为 $(365 \times 400 + 97) \div 400 = 365.2425$ （日），比回归年仅长： $365.2425 - 365.2422 = 0.0003$ （日），约合 26 秒。400 年中累积误差为 0.12 日。即 2 小时 53 分，约 3320 年差 1 日。如果我们的后代一直沿用这个历法，那么到大约公元 5000 时，他们就得修正它了。应该说，尽管《格里历》还有误差和月的日数不齐等不足之处，但是它历年长度的精度比较高，又有很长时期的历史连续性的基础，因此，逐渐被世界上绝大多数国家先后采用。我国于 1912 年采用公历。但是，当时不用公元作为纪元。新中国成立后，于 1049 年改用公元作为纪元，并普遍采用了公历。阴阳历是我国人民传统的历法，具有悠久的历史。阴阳历的日、月、年都具有天文道理。它的月象阴历以朔望月为基础，完全符合月相。它的年平均长度像阳历一样，以回归

年为标准，完全符合四季的交替。全年 12 个月，平均为 354 日或 355 日，比回归年长度短了约 11 日，3 年约差 33 日。为了使历年平均长度接近回归年，每 3 年要设置一个闰年，闰年加 1 个月，该年为 13 个月。我国古代早在公元前 600 年的春秋时代，就发现在 19 阴历年中加入 7 个闰月，就可以使阴阳历的历年平均长度更接近回归年。也就是说，在 19 年中应有 12 个平年（每年有 12 个朔望月）和 7 个闰年（每年有 13 个朔望月）。

$$12 \times 12 + 3 \times 7 = 235 \text{ (朔望月)}$$

$$235 \text{ (朔望月)} = 23.53059 \times 235 = 6939.6887 \text{ (平太阳日)}$$

$$19 \text{ (回归年)} = 365.2422 \times 19 = 6939.6018 \text{ (平太阳日)}$$

两者在 19 年中只差 0.0869 日，约合 2 小时 5 分 8 秒。当然，具体的置闰要根据实际天象计算结果来安排。这就是历法中很著名的 19 年 7 闰法。它把朔望月与回归年很好地协调起来，是具有很高精度的历法。我国比古希腊天文学家默冬发现这个周期要早 160 多年。

新中国成立后，中国科学院紫金山天文台一直担负着我国的历算工作，不仅编制供民用的历法，还编算《中国天文年历》、《天文测量简历》和《天文普及年历》等，供天文、大地测量、航海、航空和国防等方面应用。

登封观星台位于河南省登封县告城镇，是元代杰出的天文学家郭宗教敬创建的。这个台分两部分：台身和石圭。台身高 9.45 米，中间的窗口有一横梁；台身正北有一卧在地面上的石圭，石圭长 31.196 米。每当正午，横梁被太阳照射投出的影子就落到正北方的石圭上。一年中，冬季正午太阳位

置低，横梁影子投在石圭上长。相反，夏季正午太阳位置高，横梁影子投在石圭上就短。我们聪明的祖先，就是根据这个立竿见影的科学道理，测得一年中影子最长的日子，定为冬至日，影子最短的日子为夏至日。这样，就能得到一个太阳年的日期，定出二十四节气。台子、横梁和石圭就组成了观测日影的科学仪器。因从石圭上量出横梁影子的长短，石圭也被称为“量天尺”。

北京古观象台在北京火车站东北方向，原建国门城墙上，位置显赫，建筑高耸，古朴大方。它是明代正统年间（1436—1449年）兴建的，是我国明清两代国家级的天文台，已有550多年的历史，是世界上现存最完整的古观象台之一。在城墙上保存有8架造型精美、刻度准确的青铜铸造的观天仪器。这8架天文仪器是：黄道经纬仪、赤道经纬仪、天体仪、地平经仪、象限仪、纪限仪、地平经纬仪和玑衡抚辰仪。

中华民族特色的天架天文仪器：浑仪、浑象、简仪。浑仪是直接用来观天象的，而浑象则类似今日的天球仪，即用来演示星空中恒星之间的位置关系和可见关系，属于表演性的教学仪器。

三、阴阳历

阴阳历是为了调和太阴历和太阳历，兼顾月亮和太阳而编定的历法。我国目前仍在通用的夏历（农历）就是一种阴阳历。在夏历中，每月的日期与月相变化相照应，而每年的寒暑节气照顾着太阳。年和月这个单位，各有确定的天文意义；又以特殊的置闰方法和协调历年长度与回归年长度，使它们相合。

夏历中每年一般全 354 天，分 12 个朔望月；采取 19 年 7 闰、闰年 13 个月，全年 384 天。这样，夏历的历年长度和回归年的长度每年就只差 0.0046 天，即约 40 秒。所以节气在夏史中不会有较大偏离。可见夏历与阴历是两种不同的历法。

我国夏历的最大特点是设置二十四节气。所谓节气，是指太阳在黄道上作周年视运动时所处的不同位置，因此也相应表示出了四季寒暑的变化，以及人间安排农事活动的节奏。自春分点起，把黄道分为 24 等分，第 15° 为一节气，共二十四节气。这样，节气就实际上是属于阳历的，所以它们在阳历中的日期比较固定。

我国历法中还有一些为群众所习用的规定，如“数九”和“三伏”。数九说明冬季寒冷的程序。从冬至日起，每九天为一段，依次叫一九、二九、三九、……，一直到九九。冬至过后，虽然大气直接从太阳光中得到的热量开始逐日增加，但由于地面温度还没有降到最低，所以气温总的说来还要继续下降。直至“三九、四九”，即阳历一月九日至二十六日这段时期，地面温度降到最低，气温也相应达到最低。因此最冷的时候不在冬至而在“三九、四九”。

三伏的日期是按节气日期并配合我国特有的干支记日来决定的。夏历规定，夏至后第三个庚日为“初伏”，第四个庚日为“中伏”，立秋后第一个庚日为“末伏”，合称“三伏”。它反映夏季炎热的程度。与最冷不在冬至而在“三九、四九”一样的道理，最热也不在夏至而在“三伏”。夏至过后，虽然大气直接从太阳光中得到的热量开始减少，但由于热量的积

累，地温仍在升高，气温也随之升高；直到一个月后的“三伏天”，即阳历七、八月之交的一段日子气温才升到最高。夏历的这些特点，反映了我国劳动人民注重生产实践的优良传统。

第二节 著名天文学家

一、张衡

张衡（公元 78 - 139 年），字平子，河南南阳人。他出身一个大官僚地主家庭，祖父曾作过四川一地的太守，到张衡时家庭已没落了。张衡自幼勤学，到十六七岁时就游历了陕西，以后又到当时的京都洛阳，入太学读书，研究文学和科学。他对科学和文学都显示出过人的天才和兴趣，而对作官谋职位却十分淡漠。他的座右铭是：“不患位之不尊，而患德之不崇，不耻禄之不伙，而耻智之不博。”当时朝廷执政的大将军邓骘很惊叹他的才华，几次召他做官，都被他拒绝了。

张衡通过刻苦学习和研究，精通天文、历算和器械制造的工艺学，这为他以后作出杰出贡献奠定了基础。公元 115 年，他就任太史令，主管天文历法。就任之后两年，他制出了用来观测天象的仪器——浑天仪。这架浑天仪是铜铸的，内有几层圆圈分别代表地球、太阳、月亮等的轨道以及其他一些天文标识，仪器有南北两极，分全球为 365.25° ，布置二十八星宿等所有星辰，用水滴计时器使它自行转动，用以模拟天空日月辰的运动。这架仪器相当精确，运转起来同实际现象一点不差。为了说明浑天仪的用法，他写了《浑天

仪图注》和《漏水转浑天仪注》。可惜晋代战祸连年，东晋以后，浑天仪不知去向了。

张衡不仅发明了重要而先进的仪器，而且写下了天文著作《灵宪》。在书中有我国最早的星图。据他统计，地平线上的星共有二千五百颗，这同我们今天用肉眼直接能看到的星星数量是一致的。他还说明了夏季昼长夜短和冬季昼短夜长的道理。并指出月亮自身不是发光体，我们看到的月亮是被太阳照亮的部分。他认为每当阴历月初，月这处于太阳和地球中间，月亮被太阳照亮那部分背对着地球，人们就看不到月亮了。他这样解释月亮的盈亏现象，是完全符合科学的。

二、僧一行

最早使用科学方法测定子午线长度的，是著名的天文学家僧一行（公元 683—727 年）。

僧一行原姓张，名遂，是唐初王公的后代。他从幼时起就博览群书，尤其喜欢研究天文和历法。年轻时为了学习知识，曾长途跋涉到浙江天台山国清寺去请教算法。很快他就成为颇有声望的学者。

女皇武则天当政时，她的侄儿武三思威焰显赫，不可一世。武三思听说张遂博学多才，便千方百计地要把他网罗到自己门下。张遂素知武三思为人，不肯与他为伍，但他深知这样做的利害，为了躲避武三思迫害，便出家当了和尚，取法名为一行。

唐玄宗即位以后，于开元五年（公元 717 年）召僧一行到首都长安，让他主持修订历法。在修订历法的过程中，僧一行为了测量日月星辰的位置和运行，先后制成了黄道铜仪

和浑天铜仪等天文仪器。黄道铜仪是用来测量日、月和星辰在轨道上的坐标位置，浑天铜仪是个模拟的天球运动模型，上面以周天为象，布列星宿。用水冲击下面的轮子，仪器旋转，每昼夜自转一周，表明天上星宿出没和运动情况。另外，仪器上还装有一套龄轮，用来带动两个木人。一个木人每一刻钟击一次鼓，另一个每两小时敲一次钟，这些动作都是自动完成的。可以说这就是世界上最早的天文钟表。

僧一行用这些仪器重新观测了 150 多颗恒星的位置，发现与古书上记载不相符合。这说明恒星在天球上的位置不是永远不变的，恒星也在运动。这一观测事实，英国天文学家哈雷在 1718 年也发现了。

为了改革历法，僧一行和其他一些天文学家朝廷测量日影的工作。他们在河南省四个地点测量北极高度和日影长度，还测了这四地的距离。根据测量结果，僧一行抛弃了古代的错误结论，得出北极高度差 1° ，南北距离为三百五十一里八十步。这个数据就是地球子午线一度的长。化成现在的单位，子午线一度长 129.22 千米。按现代测量是 111.2 千米。这个测量的误差比较大，但它是世界上第一次子午线长度的实测。它把地理纬度测量和距离结合起来，既为制订新历法创造了条件，又为后来的天文大地测量打下了基础。在僧一行以前，古希腊的天文学家也曾于公元前 3 世纪和公元前 1 世纪进行过两次确定子午线的工作，但他们并没有经过实地测量。所以僧一行的工作是开创性的。现在，他的名字已列入世界文化名人之册。

僧一行的成就不仅仅在于他第一次测量了子午线，他还

主持修订成功了《大衍历》。中国的历法起源很早，上古时代不好考证了，仅从成文历法就有从周朝末年到汉朝初年的四分历，这个历法确定了一年为 365.25 日，大致与希腊当时的历法相当。东汉末年，人们认识到四分历误差太大，又进行了修改，提高了精度，到南北朝时的祖冲之，又制定出大明历，确定一年为 365.2428 日。这在当时是相当精密的，以后五六百年里没有超过它的。僧一行修订的大衍历，主要特点是经过反复推算，确定了二十四个节气的准确时间，基本上符合天文实际。而在这以前，人们是平均分配的方法，把一年等距地分为十二份，由此来确定节气。这与地球和太阳运行的实际并不完全相符。大衍历比较汉武帝以来的 23 家历法都更为精密，是当时世界上先进的历法。唐朝时日本来中国的留学生很多，有位叫吉备真备的留学生，回国时把大衍历带了回去，日本的历法也照大衍历制订了。

三、托勒密

托勒密生于公元 90 年，死于公元 168 年。他的一生没有传记留下来，因而大部事迹已经无从考查了。有人根据“托勒密”是当时埃及皇族之称这一点，认为他是埃及的贵族，但这是不足为据的。因为当时托勒密这个称呼如我们的姓齐一样变通，谁能认定汉代姓刘的就一定是汉光武刘秀的亲族呢？托勒密是集以前天文学的大成者。他的《天文大全》一书综合了亚里斯多德、阿波罗尼乌斯等一系列学者的全部地心说（认为地球是宇宙的中心）的观点，建立了最完整的地心宇宙体系。

从毕达哥拉斯以后，在一些科学家的心中有一种地球环

绕太阳运动的想法。但当时的老百姓不相信地球是不动的，而是太阳和星辰们环绕它运动。托勒密面临着选择：究竟地球是不是宇宙的中心。他没有闭上眼睛下结论，而是确实进行了观察。从公元 127 年的第一次天文观察到公元 151 年的最后一次，这期间历时 24 年。通过观察他认为，地球不是平面而是圆的，没有任何东西支持在它的下面，因此它是悬在空中的，至于为什么会悬在空中不“掉”下去，他无解释。显然，这是托勒密正确的结论。但是托勒密又认为，地球是不动的，是宇宙的中心，太阳和星辰在绕地球转。他支持了亚里斯多德的观点。如果托勒密只是这样说了也许不会有那么大的影响，不幸的是这个结果是在观察的基础上，进行一系列假设和理论经证明的最终结论。这就是最糟的。一各科学上观点如果没有理论的证明和观察现象证实，它的影响决不会很大，而给出理论证明又辅以论正是这样。在他以前，天文观测资料表明，太阳和行星运行具有明显的不均匀性。按照匀速运动计算出的火星位置与实际观察有时竟相差 20 天之多。这样大的误差使那些杰出的大科学家任何假设都难以解释。托勒密开始修正原来的天文学体系，提出了新的假设。他想出了一些奇特的圆圈和透明的星体，将天分成 7 重，7 重天之外是恒星天，所有的恒星都镶嵌在这个天球上绕地球旋转。恒星之外还有一层最高天，即原动天，这便是诸神所在。所有的天层都受原动天推动而绕地球而地球旋转。托勒密自己也觉得阳及其他星辰是不会以那么快的速度在 24 小时之内就绕地球旋转一圈的，但他认为这些星辰只要嵌在“天”上，随着天转动，问题就解决了。托勒密为我们画出

的天图是一个个的“轮”，大圈和小圈，复杂极了，但他的这些圈圈画出来以后却对当时的天文观测事实提供一套更加令人满意的解释。这样，一个由亚里斯多德提出的武断的理论，又经过托勒密复杂的“证明”，便被当作不可动摇的真理固定下来。

四、哥白尼

1499年，哥白尼26岁时，任意大利罗马大学的天文学教授。这个富有才智的年轻人，在天文学课上，起初向学生讲授1350年前的一个名叫托勒密的希腊天文学家提出的旧理论“整个宇宙围绕着地球旋转”。虽然在哥白尼的心里一直怀疑这一理论，但当时的课本又都是这些内容。他感到，这个理论简直是一派胡言乱语，对许多问题都没有解释清楚。为什么根据观察所得知的星辰移动的速度不同于日月？为什么有的星体似乎在空中游移不定？会是托勒密的理论有差错吗？如果有差错，怎能再继续教下去？一连串的问号在他的头脑中产生。

接着，他深入研究这个问题，哥白尼发现在他之前已经有些有识之士怀疑过托勒密的理论。他们认为太阳是宇宙的中心，而不是地球。但是他们中间没有一个人能够拿出令人信服的证据来。结果，托勒密的理论就被教会以及当时的多数思想家作为正确的理论了。

可是，如果那些持怀疑态度的人是对的话，将会怎样呢？那能解释所有使哥白尼伤透脑筋的问题吗？他为了进一步深入钻研天文学，毅然放弃了教学工作，当上了牧师。心里想干这种工作会使自己有充分的空闲时间进行学习，没料到，

他却比过去更加繁忙起来。

哥白尼受命主管波兰一个小山村弗洛恩堡的教堂。他既当牧师，主持教堂的宗教仪式，又当医生，照顾教区内所有的病人。而且还当发明家，设计了一首水坝及一座磨坊，把水从两英里（3.2186 千米）远的山下洒流中引进村民的家里。他为波兰政府制订了一套新的货币制度。另外，为了帮助教会记录圣日，他还编制了一本极为精确的日历。

对大多数人来说，要干这许多事情，就得把全部的时间都用上，可是哥白尼却令人惊异，他竟能挤出时间来研究他心爱的天文学。由于当时还没有发明望远镜，他只能依靠自己的肉眼来观察天体的运动。他居住在教堂的塔楼上，把书房屋顶开了几条缝隙。当他在黑暗中坐在书房里时，就能看到星体横过这些缝隙，于是，他便把星体在空中的位置记录下来，并用图表表明它们正在按多快的速度移动。

哥白尼对他所观察的每一事物，都有精确的记录。运用数学公式来解释和推导自己观察的结果。他开始一点一滴地收集事实根据，花费了近 40 年的时间，才完成了研究工作。当他结束研究时，已经以有力的事实证明托勒密的理论——地心说是错误的。

哥白尼说，事实真相是：太阳是宇宙的中心，地球是围绕太阳旋转的一颗行星。“行星”这个词来源于一个含意为“漫游者”的拉丁词“planet”。除地球外，还有其他的行星。它们也围绕太阳旋转。当时哥白尼知道的就有 5 颗：水星、金星、火星、木星、土星。另外人们知道的三颗行星：天王星、海王星、冥王星是自那以后很久才发现的。

哥白尼学说的要点之一是：当地球围绕太阳一年旋转一圈时，它同时又以自己的轴线为中心迅速地旋转着，这根轴线是他想象的——穿过地心，犹如插入棒糖里的一根小棍。当地球上人们这面靠近太阳时，则处在白天；当这一面转而北向阳光时，则处在黑夜。这种自转一圈需要 24 小时——一天一夜的时间。那么月亮呢？哥白尼不得不在一件事上赞同托勒密的观点：当地球围绕太阳转时，月亮的的确是围绕地球旋转的。

哥白尼创立的“太阳中心说”，绝不是异想天开，也不是偶然的发现，而紧数学和观测为武器，用科学实验的方法，不顾教廷的迫害，花费了毕生的精力。哥白尼的太阳中心说，修正了几个世纪以来一直为人们所接受的一些谬误，从科学上推翻了托勒密的地球中心说，给神权统治以沉重的打击，从神学的束缚下解放了自然科学。与此同时，为我们的现代天文学奠定了基础。

哥白尼写了一本书阐述他的发现，但多年来一直把它锁在书桌里。他知道人们会嘲笑他的“别出心裁”，说他是疯子。他还知道，教会是正式赞同古老的托勒密学说的，作为一个牧师，不应该同教会唱反调。就这样使他的揭示天体运动真理的巨著一直沉睡在书桌里。

直到 1543 年，当他年事已高，行将就木时，他才最终下决心出版这本著作——《天体运行论》。该书的一册印刷本送到他的床头时，他已经不能清楚它对世界具有重大的贡献了。

然而，在当时神权统治下的社会氛围中，科学真理的诞生谈何容易。神学是不甘心失败的。罗马教廷的宗教裁判所，

宣布太阳中心说是大逆不道的异端邪说，哥白尼也受到了种种迫害。这场斗争持续了 300 多年，直到 19 世纪 20 年代，教廷才取消了刊印出版哥白尼著作的禁令。在此前后，经过无数科学家的努力，他的学说得到科学的证明，也有了更进一步的发展。

太阳中心说既是时代的产物，就必然受到时代的局限。哥白尼认为太阳是整个宇宙的中心，并且固定在空间，静止不动。对太阳系以外的恒星系统还没有什么认识。但是，太阳中心说的创立，仍然是人类认识史上的一次伟大的革命，它标志着近代天文学发展起点，可并不是人类对宇宙认识的最后真理。随着社会生产活动的发展，人类对宇宙的认识在不断深化。

五、开普勒

17 世纪初期，正当伽利略使哥白尼学说声威大振之时，欧洲大地上传出了一条特大新闻：德国天文学家约翰内斯·开普勒发现了行星运动的三大定律，使哥白尼创立的“日心说”从科学上向前推进了一步。

1619 年，正当世界历史迈出不可抗拒的一步的时候，科学也向前推进了一个阶段。德国乃至欧洲爆发了流血战争，宗教战争一进行持续着，科学和神学的斗争也时刻没有停止。正是这年，开普勒著成《宇宙谐和论》。这部著作凝聚着他 10 多年的心血，以及长期繁杂的计算和无数次失败。它不仅是第一次系统地论述了近代科学的法则，而且也完成了古典科学的复兴。它标志着天文学发展到了新高峰，使开普勒创立的行星运动的第三定律（周期定律），即行星绕太阳公转运

动的周期的平方与它们椭圆轨道的半长轴的立方成正比的理论得以问世。同时，它也宣告了宇宙的和谐和世界的和平，是一部反对战争和热爱科学的伟大思想作品。

开普勒创立的行星运动的三大定律，使天文学进入到一个新的阶段，为牛顿发现万有引力定律打下了基础。

然而，这位伟大科学家一生是在经济困苦和操劳跋涉中度过的。1630年11月15日，他在贫病交困中寂然死去。在他墓前的石碑上写道，“我欲测天高，现在量地深。上苍赐我灵魂，凡俗的肉体安睡在地下。”这是开普勒离开世间前写的两行诗。

第三节 天文观测

一、古代天文仪器

1. 悠久的观星台址

黄河中下游一带孕育了中国古代璀璨的文化，因此，我国古代观测天象的台址也以这一带居多。它们的名称很多，如灵台、瞻星台、司天台、观星台和观象台等。日本学者菱内清在《中国科学的传统与特色》一书中说：“在欧洲，国立天文台17世纪末才出现……唯独在中国，皇家天文台存在了几千年，不因改朝换代而中断。”现今保存最完好的就是河南登封观星台和北京古观象台。

登封观星台位于河南省登封县告城镇，是元代杰出的天文学家郭守敬创建的。这个台丙两部分：台身和石圭。台身高9.45米，中间的窗口有一横梁；台身正北有一卧在地面上

的石圭，石圭长 31.196 米。每当正午，横梁被太阳照射投出的影子就落在正北方的石圭上。一年中，冬季正午太阳位置低，横梁影子投在石圭上长。相反，夏季正午太阳位置高，横梁影子投在石圭上就短。我们聪明的祖先，就是根据这个立杆见影的科学道理，测得一年中影子最长的日子，定为冬至日，影子最短的日子为夏至日。这样，就能得到一个太阳年的日期，定出二十四节气。台子、横梁和石圭就组成了观日影的科学仪器。因从石圭上量出横梁影子的长短，石圭也被称为“量天尺”。在台子上面，夜晚还可以观星象。这个观星台于 1961 年被国家定为重点保护文物。

北京古观象台在北京火车站东北方向，原建国门城墙上，位置显赫，建筑高耸，古朴大方。它是明代正统年间（1436—1449 年）兴建的，是我国明清两代国家级的天文台，已有 550 多年的历史，是世界上现存最完整的古观象台之一。在城墙上保存有 8 架造型精美、刻度准确的青铜铸造的观天仪器。这 8 架天文仪器是：黄道经纬仪、赤道经纬仪、天体仪、地平经仪、象限仪、纪限仪、地平经纬仪和玑衡抚辰仪。在八国联军侵略我国时，这些稀世珍宝曾被德国帝国主义和法国帝国主义抢走。直到第一次世界大战后，它们又重新回到祖国。新中国成立不久，北京古观象台就进行了重修，并被开辟为供中外观众参观的胜地，列为国家重点保护文物。

2. 中华民族特色的天文仪器

除了前面介绍的登封观星台和北京古观象台上的天文仪器之外，还要介绍更有中华民族特色的三架天文仪器：浑仪、浑象、简仪。

（1）浑仪

在北京的中国历史博物馆序厅里，一边放着浑仪模型，一边放着浑象模型。这足以说明它们在中国科学文化史中的地位了。浑仪是我国古代天文观测沿用最久的仪器之一。它最早制造于战国中期至秦汉之际，后来历代都有改进。现保存下来的浑仪是明代正统二年（1437年）建造的，已有500多年的历史。现存于南京紫金山天文台。

（2）浑象

浑仪是直接用来观天象的，而浑象则类似今日的天球仪，即用来演示星空中恒星之间的位置关系和可见关系，属于表演性的教学仪器。我国现在还保存两个浑象，也称为天体仪，一个在北京古观象台，另一个在南京紫金山天文台。

（3）简仪

这是元代天文学家郭守敬创造的。郭守敬全面地研究了浑仪，他取浑仪之长，避浑仪之短，“师古而不泥古”。他把浑仪的结构简化，摒弃一些不必要的结构，故称为简仪。使用简仪观测起来更方便，更合理，更科学。它比丹麦天文学家第谷发明的同类仪器要早300多年。更值得一提的是，简仪把浑仪中的地平坐标和赤道坐标分成独立的结构，从而使简仪中的赤道坐标装置基本与现代天文望远镜中的赤道装置一致。但是，这要比天文学望远镜的赤道装置早约400年。现在保存在南京紫金山天文台的简仪，是明代正统二年（1437年）制造的。明清两代天文学家都用它在北京古观象台进行观测。

二、天文望远镜

1. 望远镜的发展简史

天文望远镜是观测天体的重要手段,可以毫不夸大地说,没有望远镜的诞生和发展,就没有现代天文学。随着望远镜在各方面性能的改进和提高,天文学也正经历着巨大的飞跃,迅速推进着人类对宇宙的认识。

从第一架光学望远镜到射电望远镜诞生的三百多年中,光学望远镜一直是天文观测最重要的工具,下面就对光学望远镜的发展作一个简单的介绍。

(1) 折射式望远镜

1608年,荷兰眼镜商人李波尔赛偶然发现用两块镜片可以看清远处的景物,受此启发,他制造了人类历史第一架望远镜。

1609年,伽利略制作了一架口径4.2厘米,长约1.2米的望远镜。他是用平凸透镜作为物镜,凹透镜作为目镜,这种光学系统称为伽利略式望远镜。伽利略用这架望远镜指向天空,得到了一系列的重要发现,天文学从此进入了望远镜时代。

1611年,德国天文学家开普勒用两片双凸透镜分别作为物镜和目镜,使放大倍数有了明显的提高,以后人们将这种光学系统称为开普勒式望远镜。现在人们用的折射式望远镜还是这两种形式,天文望远镜是采用开普勒式。

需要指出的是,由于当时的望远镜采用单个透镜作为物镜,存在严重的色差,为了获得好的观测效果,需要用曲率非常小的透镜,这势必会造成镜身的加长。所以在很长的一

段时间内，天文学家一直在梦想制作更长的望远镜，许多尝试均以失败告终。

1757 年，杜隆通过研究玻璃和水的折射和色散，建立了消色差透镜的理论基础，并用冕牌玻璃和火石玻璃制造了消色差透镜。从此，消色差折射望远镜完全取代了长镜身望远镜。但是，由于技术方面的限制，很难铸造较大的火石玻璃，在消色差望远镜的初期，最多只能磨制出 10 厘米的透镜。

十九世纪末，随着制造技术的提高，制造较大口径的折射望远镜成为可能，随之就出现了一个制造大口径折射望远镜的高潮。世界上现有的 8 架 70 厘米以上的折射望远镜有 7 架是在 1885 年到 1897 年期间建成的，其中最具有代表性的是 1897 年建成的口径 102 厘米的叶凯士望远镜和 1886 年建成的口径 91 厘米的里克望远镜。

折射望远镜的优点是焦距长，底片比例尺大，对镜筒弯曲不敏感，最适合于做天体测量方面的工作。但是它总是有残余的色差，同时对紫外、红外波段的辐射吸收很厉害。而巨大的光学玻璃浇制也十分困难，到 1897 年叶凯士望远镜建成，折射望远镜的发展达到了顶点，此后的这一百年中再也没有更大的折射望远镜出现。这主要是因为从技术上无法铸造出大块完美无缺的玻璃做透镜，并且，由于重力使大尺寸透镜的变形会非常明显，因而丧失明锐的焦点。

（2）反射式望远镜

第一架反射式望远镜诞生于 1668 年。牛顿经过多次磨制非球面的透镜均告失败后，决定采用球面反射镜作为主镜。他用 2.5 厘米直径的金属，磨制成一块凹面反射镜，并在主

镜的焦点前面放置了一个与主镜成 45° 角的反射镜，使经主镜反射后的会聚光经反射镜以 90° 角反射出镜筒后到达目镜。这种系统称为牛顿式反射望远镜。它的球面镜虽然会产生一定的象差，但用反射镜代替折射镜却是一个巨大的成功。

詹姆斯·格雷戈里在 1663 年提出一种方案：利用一面主镜，一面副镜，它们均为凹面镜，副镜置于主镜的焦点之外，并在主镜的中央留有小孔，使光线经主镜和副镜两次反射后从小孔中射出，到达目镜。这种设计的目的是要同时消除球差和色差，这就需要一个抛物面的主镜和一个椭球面的副镜，这在理论上是正确的，但当时的制造水平却无法达到这种要求，所以格雷戈里无法得到对他有用的镜子。

1672 年，法国人卡塞格林提出了反射式望远镜的第三种设计方案，结构与格雷戈里望远镜相似，不同的是副镜提前到主镜焦点之前，并为凸面镜，这就是现在最常用的卡塞格林式反射望远镜。这样使经副镜反射的光稍有些发散，降低了放大率，但是它消除了球差，这样制作望远镜还可以使焦距很短。

卡塞格林式望远镜的主镜和副镜可以有多种不同的形式，光学性能也有所差异。由于卡塞格林式望远镜焦距长而镜身短，放大倍率也大，所得图象清晰；既有卡塞格林焦点，可用来研究小视场内的天体，又可配置牛顿焦点，用以拍摄大面积的天体。因此，卡塞格林式望远镜得到了非常广泛的应用。

赫歇尔是制作反射式望远镜的大师，他早年为音乐师，因为爱好天文，从 1773 年开始磨制望远镜，一生中制作的望

远镜达数百架。赫歇尔制作的望远镜是把物镜斜放在镜筒中，它使平行光经反射后汇聚于镜筒的一侧。

在反射式望远镜发明后的近 200 年中，反射材料一直是其发展的障碍：铸镜用的青铜易于腐蚀，不得不定期抛光，需要耗费大量财力和时间，而耐腐蚀性好的金属，比青铜密度高且十分昂贵。1856 年德国化学家尤斯图斯·冯·利比希研究出一种方法，能在玻璃上涂一薄层银，经轻轻的抛光后，可以高效率地反射光。这样，就使得制造更好、更大的反射式望远镜成为可能。

1918 年末，口径为 254 厘米的胡克望远镜投入使用，这是由海尔主持建造的。天文学家用这架望远镜第一次揭示了银河系的真实大小和我们在其中所处的位置，更为重要的是，哈勃的宇宙膨胀理论就是用胡克望远镜观测的结果。

二十世纪二、三十年代，胡克望远镜的成功激发了天文学家建造更大反射式望远镜的热情。1948 年，美国建造了口径为 508 厘米望远镜，为了纪念卓越的望远镜制造大师海尔，将它命名为海尔望远镜。从设计到制造完成海尔望远镜经历了二十多年，尽管它比胡克望远镜看得更远，分辨能力更强，但它并没有使人类对宇宙的有更新的认识。正如阿西摩夫所说：“海尔望远镜（1948 年）就象半个世纪以前的叶凯士望远镜（1897 年）一样，似乎预兆着一种特定类型的望远镜已经快发展到它的尽头了”。在 1976 年前苏联建造了一架 600 厘米的望远镜，但它发挥的作用还不如海尔望远镜，这也印证了阿西摩夫所说的话。

反射式望远镜有许多优点，比如：没有色差，能在广泛

的可见光范围内记录天体发出的信息，且相对于折射望远镜比较容易制作。但由于它也存在固有的不足：如口径越大，视场越小，物镜需要定期镀膜等。

（3）折反射式望远镜：

折反射式望远镜最早出现于 1814 年。1931 年，德国光学家施密特用一块别具一格的接近于平行板的非球面薄透镜作为改正镜，与球面反射镜配合，制成了可以消除球差和轴外象差的施密特式折反射望远镜，这种望远镜光力强、视场大、象差小，适合于拍摄大面积的天区照片，尤其是对暗弱星云的拍照效果非常突出。施密特望远镜已经成了天文观测的重要工具。

1940 年马克苏托夫用一个弯月形状透镜作为改正透镜，制造出另一种类型的折反射望远镜，它的两个表面是两个曲率不同的球面，相差不大，但曲率和厚度都很大。它的所有表面均为球面，比施密特式望远镜的改正板容易磨制，镜筒也比较短，但视场比施密特式望远镜小，对玻璃的要求也高一些。

由于折反射式望远镜能兼顾折射和反射两种望远镜的优点，非常适合业余的天文观测和天文摄影，并且得到了广大天文爱好者的喜爱。

2. 现代大型光学望远镜

望远镜的集光能力随着口径的增大而增强，望远镜的集光能力越强，就能够看到更暗更远的天体，这其实就是能够看到了更早期的宇宙。天体物理的发展需要更大口径的望远镜。

但是，随着望远镜口径的增大，一系列的技术问题接踵而来。海尔望远镜的镜头自重达 14.5 吨，可动部分的重量为 530 吨，而 6 米镜更是重达 800 吨。望远镜的自重引起的镜头变形相当可观，温度的不均匀使镜面产生畸变也影响了成像质量。从制造方面看，传统方法制造望远镜的费用几乎与口径的平方或立方成正比，所以制造更大口径的望远镜必须另辟新径。

自七十年代以来，在望远镜的制造方面发展了许多新技术，涉及光学、力学、计算机、自动控制和精密机械等领域。这些技术使望远镜的制造突破了镜面口径的局限，并且降低造价和简化望远镜结构。特别是主动光学技术的出现和应用，使望远镜的设计思想有了一个飞跃。

从八十年代开始，国际上掀起了制造新一代大型望远镜的热潮。其中，欧洲南方天文台的 VLT，美、英、加合作的 GEMINI，日本的 SUBARU 的主镜采用了薄镜面；美国的 Keck I、Keck II 和 HET 望远镜的主镜采用了拼接技术。

优秀的传统望远镜卡塞格林焦点在最好的工作状态下，可以将 80% 的几何光能集中在 0.6 " 范围内，而采用新技术制造的新一代大型望远镜可保持 80% 的光能集中在 0.2 " — 0.4 "，甚至更好。

下面对几个有代表性的大型望远镜分别作一些介绍：

(1) 凯克望远镜 (Keck I, Keck II)

Keck I 和 Keck II 分别在 1991 年和 1996 年建成，这是当前世界上已投入工作的最大口径的光学望远镜，因其经费主要由企业家凯克 (Keck W M) 捐赠 (Keck I 为 9400 万美

元，Keck II 为 7460 万美元）而命名。这两台完全相同的望远镜都放置在夏威夷的莫纳克亚，将它们放在一起是为了做干涉观测。

它们的口径都是 10 米，由 36 块六角镜面拼接组成，每块镜面口径均为 1.8 米，而厚度仅为 10 厘米，通过主动光学支撑系统，使镜面保持极高的精度。焦面设备有三个：近红外照相机、高分辨率 CCD 探测器和高色散光谱仪。

像 Keck 这样的大望远镜，可以让我们沿着时间的长河，探寻宇宙的起源，Keck 更是可以让我们看到宇宙最初诞生的时刻。

（2）欧洲南方天文台甚大望远镜（VLT）

欧洲南方天文台自 1986 年开始研制由 4 台 8 米口径望远镜组成一台等效口径为 16 米的光学望远镜。这 4 台 8 米望远镜排列在一条直线上，它们均为 RC 光学系统，焦比是 $F/2$ ，采用地平装置，主镜采用主动光学系统支撑，指向精度为 $1''$ ，跟踪精度为 $0.05''$ ，镜筒重量为 100 吨，叉臂重量不到 120 吨。这 4 台望远镜可以组成一个干涉阵，做两两干涉观测，也可以单独使用每一台望远镜。

（3）双子望远镜（GEMINI）

双子望远镜是以美国为主的一项国际设备（其中，美国占 50%，英国占 25%，加拿大占 15%，智利占 5%，阿根廷占 2.5%，巴西占 2.5%），由美国大学天文联盟（AURA）负责实施。它由两个 8 米望远镜组成，一个放在北半球，一个放在南半球，以进行全天系统观测。其主镜采用主动光学控制，副镜作倾斜镜快速改正，还将通过自适应光学系统使红

外区接近衍射极限。

(4) 昴星团(日本)8米望远镜(SUBARU)

这是一台8米口径的光学/红外望远镜。它有三个特点：一是镜面薄，通过主动光学和自适应光学获得较高的成象质量；二是可实现0.1"的高精度跟踪；三是采用圆柱形观测室，自动控制通风和空气过滤器，使热湍流的排除达到最佳条件。此望远镜采用Serrurier桁架，可使主镜框与副镜框在移动中保持平行。

此望远镜将安装在夏威夷的莫纳克亚，从1991年开始，预计9年完成。

(5) 大天区多目标光纤光谱望远镜(LAMOST)

这是我国正在兴建中的一架有效通光口径为4米、焦距为20米、视场达20平方度的中星仪式的反射施密特望远镜。它的技术特色是：

把主动光学技术应用在反射施密特系统，在跟踪天体运动中作实时球差改正，实现大口径和大视场兼备的功能。

球面主镜和反射镜均采用拼接技术。

多目标光纤(可达4000根，一般望远镜只有600根)的光谱技术将是一个重要突破。

LAMOST把普测的星系极限星等推到20.5m，比SDSS计划高2等左右，实现107个星系的光谱普测，把观测目标的数量提高1个量级。

3. 射电望远镜

1932年央斯基(Jansky, K. G)用无线电天线探测到来自银河系中心(人马座方向)的射电辐射，这标志着人类打开

了在传统光学波段之外进行观测的第一个窗口。

第二次世界大战结束后，射电天文学脱颖而出，射电望远镜为射电天文学的发展起了关键的作用，比如：六十年代天文学的四大发现，类星体，脉冲星，星际分子和宇宙微波背景辐射，都是用射电望远镜观测得到的。射电望远镜的每一次长足的进步都会毫无例外地为射电天文学的发展树立一个里程碑。

英国曼彻斯特大学于 1946 年建造了直径为 66.5 米的固定式抛物面射电望远镜，1955 年又建成了当时世界上最大的可转动抛物面射电望远镜；

六十年代，美国在波多黎各阿雷西博镇建造了直径达 305 米的抛物面射电望远镜，它是顺着山坡固定在地表面上的，不能转动，这是世界上最大的单孔径射电望远镜。

1962 年，Ryle 发明了综合孔径射电望远镜，他也因此获得了 1974 年诺贝尔物理学奖。综合孔径射电望远镜实现了由多个较小天线结构获得相当于大口径单天线所能取得的效果。

1967 年 Broten 等人第一次记录到了 VLBI 干涉条纹。

七十年代，联邦德国在玻恩附近建造了 100 米直径的全向转动抛物面射电望远镜，这是世界上最大的可转动单天线射电望远镜。

八十年代以来，欧洲的 VLBI 网 (EVN)，美国的 VLBA 阵，日本的空间 VLBI (VSOP) 相继投入使用，这是新一代射电望远镜的代表，它们在灵敏度、分辨率和观测波段上都大大超过了以往的望远镜。

中国科学院上海天文台和乌鲁木齐天文站的两架 25 米射电望远镜作为正式成员参加了美国的地球自转连续观测计划 (CORE) 和欧洲的甚长基线干涉网 (EVN), 这两个计划分别用于地球自转和高精度天体测量研究 (CORE) 和天体物理研究 (EVN)。这种由各国射电望远镜联合进行长基线干涉观测的方式, 起到了任何一个国家单独使用大望远镜都不能达到的效果。

另外, 美国国立四大天文台 (NARO) 研制的 100 米单天线望远镜 (GBT), 采用无遮挡 (偏馈), 主动光学等设计, 该天线目前正在安装中, 2000 年有可能投入使用。

国际上将联合发展接收面积为 1 平方千米的低频射电望远镜阵 (SKA), 该计划将使低频射电观测的灵敏度约有两个量级的提高, 有关各国正在进行各种预研究。

在增加射电观测波段覆盖方面, 美国史密松天体物理天文台和中国台湾天文与天体物理研究院正在夏威夷建造国际上第一个亚毫米波干涉阵 (SMA), 它由 8 个 6 米的天线组成, 工作频率从 190GHz 到 850GHz, 部分设备已经安装。美国的毫米波阵 (MMA) 和欧洲的大南天阵 (LAS) 将合并成为一个新的毫米波阵计划——ALMA。这个计划将有 64 个 12 米天线组成, 最长基线达到 10 千米以上, 工作频率从 70 到 950GHz, 放在智利的 Atacama 附近, 如果合并顺利, 将在 2001 年开始建造, 日本方面也在考虑参加该计划的可能性。

在提高射电观测的角分辨率方面, 新一代的大型设备大多数考虑干涉阵的方案; 为了进一步提高空间 VLBI 观测的角分辨率和灵敏度, 第二代空间 VLBI 计划——ARISE (25

米口径)已经提出。

相信这些设备的建成并投入使用将会使射电天文成为天文学的重要研究手段,并会为天文学发展带来难以预料的机会。

4. 其它波段的望远镜

我们知道,在地球表面有一层浓厚的大气,由于地球大气中各种粒子与天体辐射的相互作用(主要是吸收和反射),使得大部分波段范围内的天体辐射无法到达地面。人们把能到达地面的波段形象地称为“大气窗口”,这种“窗口”有三个。

光学窗口:这是最重要的一个窗口,波长在 300—700 纳米之间,包括了可见光波段(400—700 纳米),光学望远镜一直是地面天文观测的主要工具。

红外窗口:红外波段的范围在 0.7—1000 微米之间,由于地球大气中不同分子吸收红外线波长不一致,造成红外波段的情况比较复杂。对于天文研究常用的有七个红外窗口。

射电窗口:射电波段是指波长大于 1 毫米的电磁波。大气对射电波段也有少量的吸收,但在 40 毫米—30 米的范围内大气几乎是完全透明的,我们一般把 1 毫米—30 米的范围称为射电窗口。

大气对于其它波段,比如紫外线、X 射线、 γ 射线等均为不透明的,在人造卫星上天后才实现这些波段的天文观测。

(1) 红外望远镜

最早的红外观测可以追溯到十八世纪末。但是,由于地球大气的吸收和散射造成在地面进行的红外观测只局限于几

个近红外窗口，要获得更多红外波段的信息，就必须进行空间红外观测。现代的红外天文观测兴盛于十九世纪六、七十年代，当时是采用高空气球和飞机运载的红外望远镜或探测器进行观测。

1983 年 1 月 23 日由美英荷联合发射了第一颗红外天文卫星 IRAS。其主体是一个口径为 57 厘米的望远镜，主要从事巡天工作。IRAS 的成功极大地推动了红外天文在各个层次的发展。直到现在，IRAS 的观测源仍然是天文学家研究的热点目标。

1995 年 11 月 17 日由欧洲、美国和日本合作的红外空间天文台 (ISO) 发射升空并进入预定轨道。ISO 的主体是一个口径为 60 厘米的 R - C 式望远镜，它的功能和性能均比 IRAS 有许多提高，它携带了四台观测仪器，分别实现成象、偏振、分光、光栅分光、F - P 干涉分光、测光等功能。与 IRAS 相比，ISO 从近红外到远红外，更宽的波段范围；有更高的空间分辨率；更高的灵敏度（约为 IRAS 的 100 倍）；以及更多的功能。

ISO 的实际工作寿命为 30 个月，对目标进行定点观测（IRAS 的观测是巡天观测），这能有的放矢地解决天文学家提出的问题。预计在今后的几年中，以 ISO 数据为基础的研究将会成为天文学的热点之一。

从太阳系到宇宙大尺度红外望远镜与光学望远镜有许多相同或相似之处，因此可以对地面的光学望远镜进行一些改装，使它能同时也可从事红外观测。这样就可以用这些望远镜在月夜或白天进行红外观测，更大地发挥观测设备的效率。

(2) 紫外望远镜

紫外波段是介于 X 射线和可见光之间的频率范围，观测波段为 3100—100 埃。紫外观测要放在 150 千米的高度才能进行，以避免臭氧层和大气的吸收。第一次紫外观测是用气球将望远镜载上高空，以后用了火箭，航天飞机和卫星等空间技术才使紫外观测有了真正的发展。

紫外波段的观测在天体物理上有重要的意义。紫外波段是介于 X 射线和可见光之间的频率范围，在历史上紫外和可见光的划分界限在 3900 埃，当时的划分标准是肉眼能否看到。现代紫外天文学的观测波段为 3100—100 埃，和 X 射线相接，这是因为臭氧层对电磁波的吸收界限在这里。

1968 年美国发射了 OAO - 2，之后欧洲也发射了 TD - 1A，它们的任务是对天空的紫外辐射作一般性的普查观测。被命名为哥白尼号的 OAO - 3 于 1972 年发射升空，它携带了一架 0.8 米的紫外望远镜，正常运行了 9 年，观测了天体的 950—3500 埃的紫外谱。

1978 年发射了国际紫外探测者 (IUE)，虽然其望远镜的口径比哥白尼号小，但检测灵敏度有了极大的提高。IUE 的观测数据成为重要的天体物理研究资源。

1990 年 12 月 2—11 日，哥伦比亚号航天飞机搭载 Astro - 1 天文台作了空间实验室第一次紫外光谱上的天文观测；1995 年 3 月 2 日开始，Astro - 2 天文台完成了为期 16 天的紫外天文观测。

1992 年美国宇航局发射了一颗观测卫星——极远紫外探索卫星 (EUVE)，是在极远紫外波段作巡天观测。

1999 年 6 月 24 日 FUSE 卫星发射升空，这是 NASA 的“起源计划”项目之一，其任务是要回答天文学有关宇宙演化的基本问题。

紫外天文学是全波段天文学的重要组成部分，自哥白尼号升空至今的 30 年中，已经发展了紫外波段的 EUV（极端紫外）、FUV（远紫外）、UV（紫外）等多种探测卫星，覆盖了全部紫外波段。

（3）X 射线望远镜

X 射线辐射的波段范围是 0.01—10 纳米，其中波长较短（能量较高）的称为硬 X 射线，波长较长的称为软 X 射线。天体的 X 射线是根本无法到达地面的，因此只有在六十年代人造地球卫星上天后，天文学家才获得了重要的观测成果，X 射线天文学才发展起来。早期主要是对太阳的 X 射线进行观测。

1962 年 6 月，美国麻省理工学院的研究小组第一次发现来自天蝎座方向的强大 X 射线源，这使非太阳 X 射线天文学进入了较快的发展阶段。七十年代，高能天文台 1 号、2 号两颗卫星发射成功，首次进行了 X 射线波段的巡天观测，使 X 射线的观测研究向前迈进了一大步，形成对 X 射线观测的热潮。进入八十年代以来，各国相继发射卫星，对 X 射线波段进行研究：

1987 年 4 月，由前苏联的火箭将德国、英国、前苏联、及荷兰等国家研制的 X 射线探测器送入太空；

1987 年日本的 X 射线探测卫星 GINGA 发射升空；

1989 年前苏联发射了一颗高能天体物理实验卫星——

GRANAT，它载有前苏联、法国、保加利亚和丹麦等国研制的 7 台探测仪器，主要工作为成象、光谱和对爆发现象的观测与监测；

1990 年 6 月，伦琴 X 射线天文卫星（简称 ROSAT）进入地球轨道，为研究工作取得大批重要的观测资料，到现在它已基本完成预定的观测任务；

1990 年 12 月“哥伦比亚”号航天飞机将美国的“宽带 X 射线望远镜”带入太空进行了为期 9 天的观测；

1993 年 2 月，日本的“飞鸟”X 射线探测卫星由火箭送入轨道；

1996 年美国发射了“X 射线光度探测卫星”(XTE)，

1999 年 7 月 23 日美国成功发射了高等 X 射线天体物理设备(CHANDRA)中的一颗卫星，另一颗将在 2000 年发射；

1999 年 12 月 13 日欧洲共同体宇航局发射了一颗名为 XMM 的卫星。

2000 年日本也将发射一颗 X 射线的观测设备。

以上这些项目和计划表明，未来几年将会是一个 X 射线观测和研究的高潮。

(4) γ 射线望远镜

γ 射线比硬 X 射线的波长更短，能量更高，由于地球大气的吸收， γ 射线天文观测只能通过高空气球和人造卫星搭载的仪器进行。

1991 年，美国的康普顿(γ 射线)空间天文台(Compton GRO 或 CGRO)由航天飞机送入地球轨道。它的主要任务是进行 γ 波段的首次巡天观测，同时也对较强的宇宙 γ 射线源

进行高灵敏度、高分辨率的成象、能谱测量和光变测量，取得了许多有重大科学价值的结果。

CGRO 配备了 4 台仪器，它们在规模 and 性能上都比以往的探测设备有量级上的提高，这些设备的研制成功为高能天体物理学的研究带来了深刻的变化，也标志着 γ 射线天文学开始逐渐进入成熟阶段。CGRO 携带的四台仪器分别是：爆发和暂时源实验 (BATSE)，可变向闪烁光谱仪实验 (OSSE)，1Mev—30Mev 范围内工作的成象望远镜 (COMPTEL)，1Mev—30Mev 范围内工作的成象望远镜 (COMPTEL)。

受到康普顿空间天文台成功的鼓舞，欧洲和美国的科研机构合作制订了一个新的 γ 射线望远镜计划 - INTEGRAL，准备在 2001 年送入太空，它的上天将为康普顿空间天文台之后的 γ 射线天文学的进一步发展奠定基础。

5. 空间望远镜

我们知道，地球大气对电磁波有严重的吸收，我们在地面上只能进行射电、可见光和部分红外波段的观测。随着空间技术的发展，在大气外进行观测已成为可能，所以就有了可以在大气层外观测的空间望远镜 (Space telescope)。空间观测设备与地面观测设备相比，有极大的优势：以光学望远镜为例，望远镜可以接收到宽得多的波段，短波甚至可以延伸到 100 纳米。没有大气抖动后，分辨本领可以得到很大的提高，空间没有重力，仪器就不会因自重而变形。前面介绍的紫外望远镜、X 射线望远镜、 γ 射线望远镜以及部分红外望远镜的观测都都是在地球大气层外进行的，也属于空间望远镜。

(1) 哈勃空间望远镜 (HST)

这是由美国宇航局主持建造的四座巨型空间天文台中的第一座，也是所有天文观测项目中规模最大、投资最多、最受到公众注目的一项。它筹建于 1978 年，设计历时 7 年，1989 年完成，并于 1990 年 4 月 25 日由航天飞机运载升空，耗资 30 亿美元。但是由于人为原因造成的主镜光学系统的球差，不得不在 1993 年 12 月 2 日进行了规模浩大的修复工作。成功的修复使 HST 性能达到甚至超过了原先设计的目标，观测结果表明，它的分辨率比地面的大型望远镜高出几十倍。

HST 最初升空时携带了 5 台科学仪器：广角/行星照相机，暗弱天体照相机，暗弱天体光谱仪，高分辨率光谱仪和高速光度计。

1997 年的维修中，为 HST 安装了第二代仪器：有空间望远镜成象光谱仪、近红外照相机和多目标摄谱仪，把 HST 的观测范围扩展到了近红外并提高了紫外光谱上的效率。

1999 年 12 月的维修为 HST 更换了陀螺仪和新的计算机，并安装了第三代仪器——高级普查摄像仪，这将提高 HST 在紫外 - 光学 - 近红外的灵敏度和成图的性能。

HST 对国际天文学界的发展有非常重要的影响。

(2) 二十一世纪初的空间天文望远镜

“下一代大型空间望远镜”(NGST)和“空间干涉测量飞行任务”(SIM)是 NASA“起源计划”的关键项目，用于探索在宇宙最早期形成的第一批星系和星团。其中，NGST 是大孔径被动制冷望远镜，口径在 4—8 米之间，是 HST 和 SIRTf (红外空间望远镜)的后续项目。它强大的观测能力

特别体现在光学、近红外和中红外的大视场、衍射限成像方面。将运行于近地轨道的 SIM 采用迈克尔干涉方案，提供毫角秒级精度的恒星的精密绝对定位测量，同时由于具有综合成像能力，能产生高分辨率的图象，所以可以用于实现搜索其它行星等科学目的。

“天体物理的全天球天体测量干涉仪”(GAIA)将会在对银河系的总体几何结构及其运动学做全面和彻底的普查，在此基础上开辟广阔的天体物理研究领域。GAIA 采用 Fizeau 干涉方案，视场为 1° 。GAIA 和 SIM 的任务在很大程度上是互补的。

(3) 月基天文台

由于无人的空间天文观测只能依靠事先设计的观测模式自动进行，非常被动，如果在月球表面上建立月基天文台，就能化被动为主动，大大提高观测精度。“阿波罗 16 号”登月时宇航员在月面上拍摄的大麦哲伦星云照片表明，月面是理想的天文观测场所。建立月基天文台具有以下优点：

月球上为高度真空状态，比空间天文观测设备所处还要低百万倍。

月球为天文望远镜提供了一个稳定、坚固和巨大的观测平台，在月球上观测只需极简单的跟踪系统。

月震活动只相当于地震活动的 10^{-8} ，这一点对于在月面上建立几十至数百千米的长基线射电、光学和红外干涉系统是很有利的。

月球表面上的重力只有地球表面重力的 $1/6$ ，这会给天文台的建造带来方便。另外，在地球上所有影响天文观测

的因素，比如大气折射、散射和吸收，无线电干扰等，在月球上均不存在。

美国、欧洲和日本都计划在未来的几年内再次登月并在月球上建立永久居住区，可以预料，人类在月球上建立永久性基地后，建立月基天文台是必然的。

对于天文和天体物理的科研领域来讲，空间观测项目无论从人员规模上还是经费上都是相当可观的，如世界上最大的地面光学望远镜象 Keck 的建设费用(7000—9000 万美元) 只相当于一颗普通的空间探测卫星的研制和发射费用。并且，空间天文观测的难度高，仪器的接收面积小，运行寿命短，难于维修，所以它并不能取代地面天文观测。在二十一世纪，空间观测与地面观测将是天文观测相辅相成的两翼。

三、实景观测

1. 观测太阳黑子

如果有可靠的减光措施，可以通过望远镜直接目视。外行人总以为只有这样观测才心满意足。其实，这样观测并没有实际意义。如果以此作普及教育性的观测，千万要慎重。

照相观测：大致可分两种类型；直接拍摄物镜的焦点像和在投影屏上拍摄目镜的局部放大像。

直接拍摄物镜的焦点像：也就是把目镜取下，接上照相机的机身。这时，天文望远镜的物镜就相当于该照相机的长焦距镜头。这样的拍摄很简单，稍有摄影常识的人就能做。但是，要注意下列问题：这是物镜的焦点像，太阳光极其强烈，一定要事先加好减光装置；焦距一定要调好。要知道，光凭眼睛调还不够，因为目视和感光是有所差异的，要进行多

次实验找出最佳值；要搞清楚焦点像的直径有多大。一般说来，太阳焦点像的直径，是该望远镜焦距的 $1/100$ ；露光时间。这要看你的减光措施、天气状况、太阳的地平高度和所用底片面定，要进行实验；拍出的结果要以大黑子的清晰结构和太阳的临边昏暗层次为判据；千万注意机身不要漏光。为此，应在机身前加一块挡光板，遮住太阳的直射光；通过照相机要监视日面的宁静度，以日面边缘最整齐时，定为最佳拍摄时间。

在投影屏上拍摄目镜的局部放大像：也就是使太阳观测物体的光通过物镜和目镜，将太阳像投影在一个屏上，把机身放在屏上，让所要拍摄的黑子投到底片上。请注意以下几点：要在目镜出射光孔上加黄色滤光片；不要加拍摄焦点像时的减光装置；拍照时，仍然要以太阳投影像的边缘宁静度为依据；可能的话，用黑布将目镜到投影屏部分及观测者都一起包起来，减少散射光。

投影观测：就是观测投影屏上的太阳像。往往有人以为这种太阳像不如直接目视观测。其实，这是真实的光球像，而且是放大像，光球上面的黑子、光斑和米粒组织均可见到。同时，可以几个人同时看，这是进行普及教育的最好观测手段。它和照相观测相比，也有不少优越之点，比如，投影观测可见到的一些小黑子，照相观测则很难照到。投影观测还需注意以下几点：投影屏处在主镜光轴投影处，并与光轴垂直；太阳投影像的大小要根据望远镜物镜口径、所用目镜焦点距和目镜到屏的距离来决定。对一般小型天文望远镜来说，不要选用高倍目镜，太阳投影像直径在 10 厘米左右为宜。如

果太小的话，小黑子不容易见到，甚至偶极黑子被看成单独的黑子。如果投影像过大，日面像迅速减暗，黑子和其他结构反而不清楚了。我国太阳联系观测的投影像直径为 17.4 厘米；根据太阳投影像的尺寸，做一张“太阳黑子观测”图；将图夹在屏上，使太阳投影像投在图纸的圆内并对整齐；观测前，要把图上的东西线和太阳视运动的方向调一致。调的方法是先选一个小面清楚的黑子，放在东西线上，把镜子固定住，如果该黑子一直在东西线上移动，说明方向一致，如果偏离了，就要调整图的位置。如果没有理想的黑子，用日面边缘与东西线外切法也可以；调好东西线以后，就要寻找黑子，边看边记黑子的群数、个数、形态和位置等；寻找完了，要把投影像和图对齐，开动跟踪装置；描绘黑子时，要用比较硬的铅笔，削的尖一点，先轻轻地钩出本影和半影的轮廓，点出小黑子的形态和位置；描绘时要迅速，手不要压屏，头不要碰目镜；一定要如实记录，绝不能凭空想像随意虚构，不可追求艺术效果；观测开始要记时刻，观测完了再看时刻，取整个观测时段的一半作为观测时刻；正南的太阳观测基本上选择在每天上午 8 点到 9 点之间。当然，如果这时天气不好，另找其他时间也可；要根据观测要求做好全面记录。

目前，正规的天文观测只重视黑子观测。关于光斑观测，可以在拍摄全日面像时获得，也可以在观测黑子投影图时，同时用红铅笔描出光斑轮廓。关于火粒组织，可以用照相方法观测，但往往不容易拍摄出好的结果。

2. 月球观测

(1) 观测内容的选择

因为月球的条件特别有利，所以观测项目十分丰富。

月面整体结构的观测；月球正面结构千姿百态，有 19 个月海可见。每个月海各具特色。绵延着 15 个著名的山脉，它们巨峰突起，怪崖峥嵘，环形山更是比比皆是。

月相变化的观测：从月牙到皓月，一直倍受天文爱好者的青睐。对月面明暗交界区域的观测是饶有情趣的。在一年中，月面上每个区域要被明暗界线扫过 25 次，也就是要产生 25 次不同角度的阳光照射。

月面局部区域的特殊观测：比如雨海环境的观测，对科希峭壁的观测，对哥白尼环形山、第谷环形山、阿里斯塔克环形山以及它们的辐射纹的观测等等，奇情异景，跃然入镜。

月球天平动的观测：由于月球天平动的影响，月球在南北方向上（即上下方向）有 $\pm 6.7^\circ$ 的变化，就像是在抬头和点头。在东西方向上（即左右方向）有 $\pm 7.6^\circ$ 的变化，又像是在跳摇摆舞。因此，我们从地球上看到整个月面的 59%。长期的目视观测你会亲有所感，长期的照相观测，你可以获得月面这种奇妙的留影。

月球视直径变化的观测：由于月球轨道是椭圆的，它和地球的距离总在变化之中，从地球上看到月球视直径也是在 $29' 22''$ — $33' 26''$ 之间变化，凭肉眼绝对感觉不出，但是，从月球过近地点和远地点的照片对比中，可以明显地反映出来。如果你的天文望远镜物镜焦距是 1000 毫米，那么，月球像的直径是在 8.4—9.6 毫米之间变化。

月球“灰光”的观测：所谓灰光，就是在弯弯的月牙时，太阳没有照到的月面部分也依稀可见，这是由于地球反射的太阳光照到月面上的缘故。

月食和月掩的观测：如果你掌握了月球的一般光学观测，好么，遇到这两种天象时，你就完全可以得心应手地观测了。

（2）观测方法的选择

从观测项目可以看出，主要观测的是月面形态。为此，这里只介绍目视观测和照相观测。

目视观测：目的是认识月面环境，了解特殊结构，进而绘制月面图。什么样的月相最适宜目视观测呢？人们往往迷恋于满月的多姿，陶醉于它柔和的光辉。其实，这时通过天文望远镜观测，它光强刺眼，细节完全不清。目视观测最好的日子是弦月前后。这时月光妩媚，立体感很强，月面就像石膏艺术品一样，呈现在观测者面前。

目视观测用多大的放大倍率目镜呢？选择目镜主要考虑两点：其一，选择适当的放大倍率，而不是越大越好，我们知道，眼睛对目镜视场内细节的分辨本领约为2角分。如果你要观测月面1角秒的细节，必须把它放大到2角分以上才行，也就是要选用放大120倍以上的目镜，从衍射理论看，只要能看清天体的衍射斑，望远镜就算发挥了最大本领。要想再追求高倍率也无济于事。而且，由于大气抖动，要想看清0.2角秒以下的细节，那是根本不可能的。观测月球最好的放大率为有效口径的1.5—3倍的数值。显然，望远镜的有效口径越小，选用的放大率也相应的要低。其二，放大率越高，视场越小，视场越暗。一位月面学家说得好：“对月球的

观测，清晰比大小更有价值。”因此，每次观测前，根据观测目的，选用几种目镜试一试，然后从中再定。

如果要绘图，首先应定比例尺，画出预定的月轮，绘出月面中央子午线和东西线。有条件的还要算出（或查出）月球的球面位置：月球自转轴的方向角 P ，通过视面中央子午线的经度 L_0 ，视面中心的纬度 B_0 绘制时，要从靠近月轮中心区的特征开始。对一些重要细节结构，就用测微器测出位置和大小。

目前天文学家已编制出几种月面详图。天文爱好者们通过自己的观测对月面的认识会更深刻，更有意义。

照相观测：只要有一般摄影常识，通过天文望远镜进行照相观测是不成问题的。照相观测可人为两类：全月面照相和局部放大照相。

关键是要弄清月亮在底片上成像的尺寸。这与所有望远镜的焦距有关。即有关系式： $d=2F \cdot \tan \theta / 2$ ， d 为底片比例尺； F 为物镜焦距，以毫米表示 θ 为月亮在天球上的角直径，大约为 30 有分。若你的望远镜物镜集距为 1000 毫米，则在焦平面处的月亮直径约 9 毫米。南京天文仪器厂生产的 120 折反向望远镜的物镜焦距为 1500 毫米，则月亮在底片上的直径约 13 毫米。

不同月相的曝光时间是不一样的。一般说来，在天气较好，月亮的地平高度在 20 度以上的情况下。

往往有人以为满月的面积是弦月的两倍，亮度自然也是两倍。实际上决不是这样简单的比例关系。测量表明，满月亮度是弦月亮度的 12 倍左右。

这里只讲了一般的情况，关键还是通过自己的实践，多练习，多总结，逐步摸索经验，提高水平，不断积累成果。

第四节 天文与船舶导航

一、船舶需要导航

船舶天文导航也叫做天文航海，它的主要任务是利用太阳、月亮和星星来测定船舶在海上的位置。

在茫茫大海上航行的船舶，是要经常测定船位的。航船好比行军，为了要到达行军的目的地，首先要知道我们现在的位置，才能确定前进的方向和路线。同样的道理，船舶在海上，为了要航行到预定的目的地，也必须知道航船当时的所在位置，才能确定正确的航线。

在海上因为有风浪和水流的影响，常常会使船只在航线上发生偏差，另外，海面下又可能有暗礁和各种障碍物，所以船舶驾驶员必须经常地测定航船的船位。根据测到的船位，分析所处环境是不是安全，是不是偏离了预定的航线，必要的时候修正航向，才能保证船舶安全准确地到达目的地。

对于在海上生产的渔轮来说，测定船位还有一种专门的用途。渔轮在海上随着鱼群的活动，不但经常要从一个渔区转移到另一个渔区，还要记录下生产的地点、时间、水文气象和鱼获量等资料，作为以后分析资源、探索鱼群和进行生产的依据。如果渔轮没有准确的船位，它所提供的渔情资料也就没有什么参考价值了。所以测定船位是驾驶员十分重要的一项工作内容。

船舶在近海岸航行的时候测定船位，可以利用沿岸的山头、岛屿等目标。当船舶远离了海岸，岸上的目标看不见了，茫茫大海，一望无际，这时候要测定船位就只有利用无线电和天文的方法。无线电的方法在使用上比较简单，不受天气的影响，但是需要依赖导航的设施，容易受到干扰和破坏。天文导航的方法比较麻烦，并且要受天气的影响，但是设备简单，不受外界人工设施的限制，两种方法并存，可以互相弥补不足，取长补短。所以，一个船舶驾驶员既要熟练掌握无线电导航技术，也要熟练掌握天文的导航技术。

我国是航海事业发达很早的国家，天文导航技术在我国有悠久的历史。根据史料记载，我国劳动人民很早就会应用天文方法来导航了。早在一千六百年以前，东晋法显和尚在他所著的“佛国记”中就记录了公在公元411年到414年间，由印度海回国途中，我国船队应用天文导航的情况，他写道：“船航于海上，大海弥漫无边，不识东西，唯望日月星宿而进”。

北宋人朱或所著的《萍洲可谈》里也记录着当时的船舶驾驶员在海上驾驶船舶的方法是“夜则观星，昼则观日”。十五世纪初，郑和率领当时世界上最大的船队七下西洋的时候，利用星星来导航的情况在明史中有比较详细的记载，说明我国当时的天文导航技术已有相当的水平。

从世界范围来说，天文导航技术随着生产和远洋航海事业的发展而不断地得到革新，到十八世纪中期，先后制成了比较准确的测角仪器六分仪和计时仪器天文钟后以，船舶的天文定位方法获得了很大改进。

二、船舶定位方法

下面就来谈谈现代船舶是怎样利用天文方法来测定船位的：大家知道，如果在陆地上，我们用仪器测量附近一根电灯杆从地平到杆顶的夹角，按照所测到的这个角大小，就可以换算出我们同电灯杆的距离。在地面上如果以电灯杆为中心，以求得的距离为半径划一个圆，我们的位置就必定是在这个圆的某一点上。这个圆在航海上叫做船位圆。

如果同时观测到两个目标的距离，作出两个船位圆，由于我们的船位将同时处在这两个圆上，所以这两个圆相交的一个交点，就是我们船的位置。同样的道理也可以用在天上的目标，例如用太阳来测定船位，假如我们把太阳和地球中心用一根直线联接起来，这根直线同地面的交点叫做太阳在地球上的投影点，从投影点到太阳的直线也可以比作是一根很长很长的电灯杆。

如果我们用仪器测量出水面到太阳之间的夹角，经过换算就可求得从太阳投影点我们之间的距离。因此，在地球上以太阳投影点为中心，以测量到的距离为半径划一个圆，我们的船位就一定在这个圆的某一点上，这个圆就叫做天文船位圆，如果同时测量两个目标，划出两个天文船位圆，它们相交的交点，就是船位了。这是天文导航测定船位的基本原理。

在实际工作中，根据天上目标同地面目标的不同特点，不须进行一些具体的处理。首先，因为太阳和地面上固定的目标不同，太阳每天东升西落，它的位置时刻在变动着，在不同的时间里观测，太阳投影点即船位圆中心的位置也就不

相同，所以，在测定船位的时候，还必须根据观测的世界时间，也就是格林威治时间，从天文台和国家航海部门每年编印出版的航海天文历书中查算出当时太阳的位置。第二，因为天文观测得到的距离，比观测地面目标所得到的要大得多，通常都有几千海里，也就是船位圆的半径有几千海里，好比我们的船在东海

航行，而太阳投影点可能在印度洋，因此必须用几千海里的半径把船位圆弧从印度洋划到我国的东海上，这实际上是很困难的，即使能划出来，误差也会过大，不能满足航海定位的需要。

为了解决这一问题，人们采取了另外的方法：比方一只船在东海上航行，我们就在东海海区内，先任意选定一点来作为基准点，然后计算出这个基准点和太阳投影点之间的距离，假如是 3000 海里，而按照前面说的用仪器测量到航船同太阳投影点的实际距离假定为 3010 海里，两者相差为 10 海里，这说明从所选择的基准点到船位圆的距离就是 10 海里。

因此，只要从基准点根据 10 海里的距离和太阳投影点的方向就能把天文船位圆的一段加油弧划出来，这一小段圆弧就叫做天文船位线。航船的位置，就在这条船位线的某一点上。如果同时求得两条天文船位线，它们的交点也就是船位了。这就是现代船舶天文定位所通用的原理和方法。

根据上面说的方法测算一个船位，一般需要使用三、四本表册，查表二十来次，还要抄录和运算成百个数据，是比较麻烦和费时间的。前几年，大连水产学院海洋鱼业系的同志，从实际出发，在前人经验的基础上，研究制定出了《中国

海区简易天文定位法》,它主要是根据天文定位的有关原理和太阳、星星的运行规律,结合我国海区的地理条件,编制出一套专供定船位使用的《中国太阳船位线表》和《中国恒星船位线表》。在测定船位的时候,只要根据日期和观测的北京时间,从新编的《船位线表》中直接查取表列数据,然后根据实际测量的数值和表列数值的差数,就可以划出船位线。

用这个方法来测定船位,不需要计算太阳投影点的位置,不需要计算基准点和投影点之间的距离,工作量大约只有原来的 $1/5$ 到 $1/4$;它也不需要查看航海天文历等每年更换的表册,而是一本表可以一直有到公元二千年;这方法比较显明简易,不涉及较复杂的天文学概念,只要有初小文化程度的船员就能学会和掌握它。经理论分析和近三千次的实际检验表明,新方法的误差比原来方法的还小。所以,它和原来方法比较,具有快速简便,易学易懂,精确度较高和一表可多年使用等优点。

天文定位的一个主要缺点和困难,是它的步骤繁琐、计算复杂,测算一个船位花费的时间太长。所以过去在渔轮中很难普及使用。现在这个新方法,主要是将结果数据表册化,省略了在海上定位时的大量运算工作。这一新方法,不仅对我国渔轮适用,还对在我国及邻近海区活动的其它船只也是适用的。

自从电子计算机问世以来,世界船舶天文导航技术已出现了新变化。测定天文船位的十分繁复的查表运算工作可由电子计算机来完成。因为天文定位的计算步骤比较复杂,如果用通用计算机根据航海天文历和有关数据来分步计算,它并

不比目前使用的查表计算方法简便和节省时间。

所以最近世界上有的国家如日、美、西德等已开始采用天文导航专用计算机，它们同样是根据上述天文定位的基本原理、基准点和投影点的球面距离、船位线及其交点等方面的计算，最后显示出所测到的船位的经度和纬度。当前国外几种型号的天文导航专用计算机在使用上的繁简程度也不尽相同，但将来必然是向更简化的方向发展。目前我国有关部门亦已把天文导航计算机列入研制计划，到将来专用计算机能在渔轮上普及的时候，我国渔轮的天文导航工作就可以采用专用计算机来更简便地进行了。