



# 宇宙天文

主编 郭豫斌

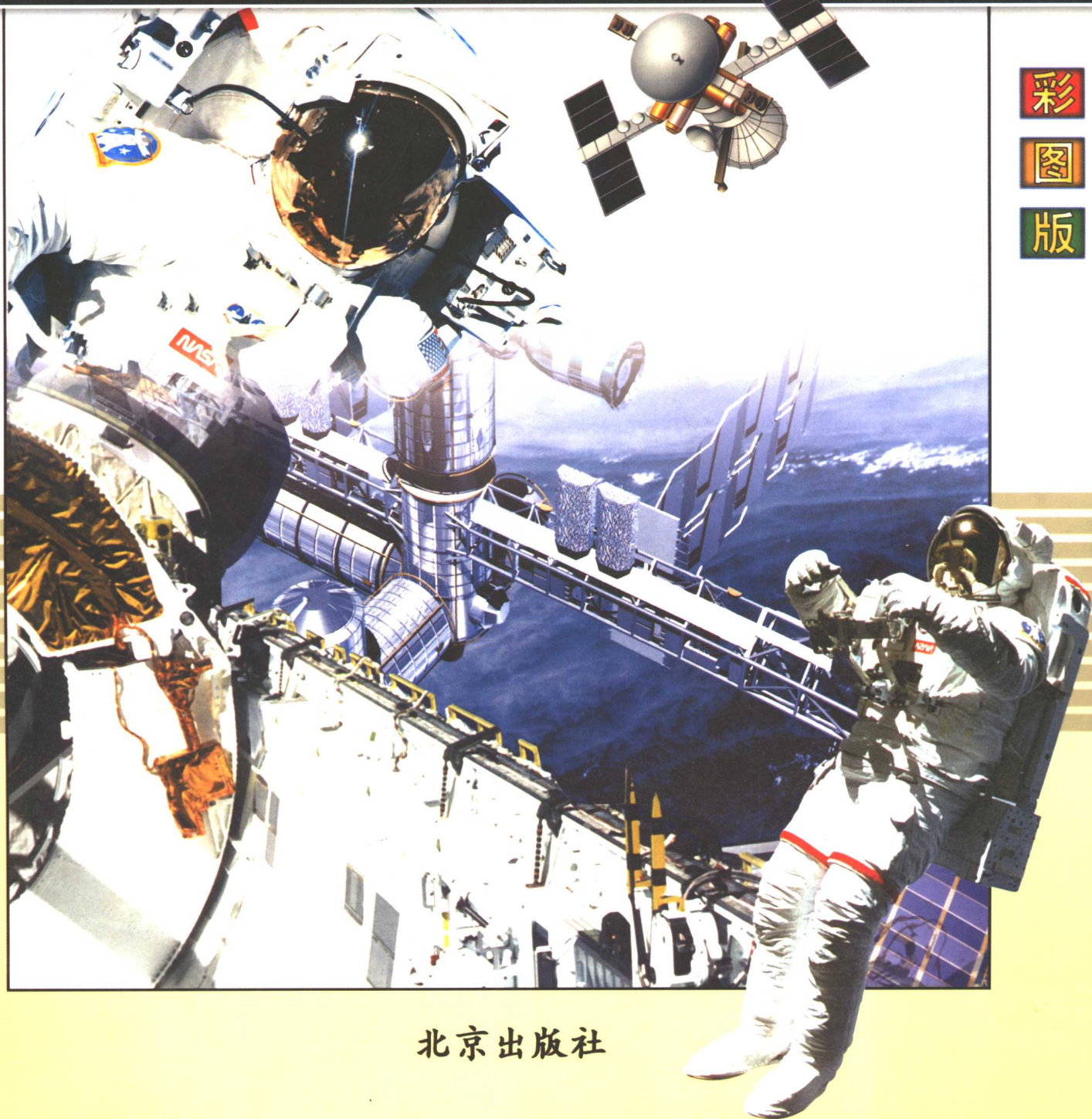


## 小博士观察手册

彩

图

版



北京出版社

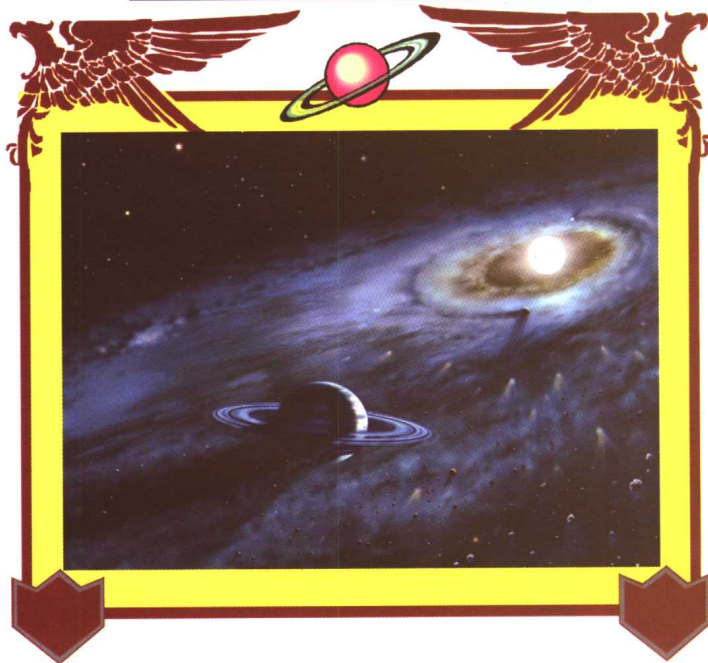


# 小博士观察手册

主编 郭豫斌



宇宙天文



北京出版社



## 图书在版编目(CIP)数据

小博士观察手册 / 郭豫斌主编. — 北京: 北京出版社,  
2003.10

ISBN 7-200-05037-7

I. 小... II. 郭... III. 自然科学—青少年读物  
IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 078368 号

总 策 划: 李胜兵

主 编: 郭豫斌

副 主 编: 传 世

编 委: 郭豫斌 常志刚 高玉林 黄艾丽 窦广利 陈荣赋 马秋玲 赵巧玲  
田剑锋 陈 奇 张国华 李一梅 朱轶群 李 春 程道安 赵世福

选题企划: 北京协力时代文化传播中心

营销策划: 北京传世文化发展中心

版式设计: 邵园园 陈小庆 马 敏 林苗苗 张静静 高 伟

封面设计: 北京华夏圣典国际广告有限公司

谨以此书献给——

温暖的家庭 睿智的父母 聪慧的孩子

知识创造财富! 知识改变命运! 知识决定未来!

## 小博士观察手册

责任编辑 杨良志 李晓波 毛白鸽

责任印制 李文宗

出 版 北京出版社

地 址 北京北三环中路 6 号

邮 编 100011

网 址 [www.bph.com.cn](http://www.bph.com.cn)

印 刷 北京外文印刷厂

经 销 新华书店

规 格 1/16(889 × 1194)

印 张 60

版 次 2004 年 1 月第 1 版

印 次 2004 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-200-05037-7/N·34

定 价 238.00 元(全十册软精装)

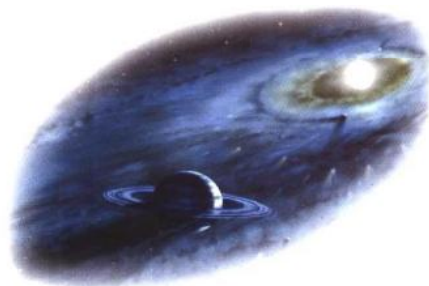
版权所有 侵权必究 印装有误 负责调换

# 宇宙天文



## 神秘浩瀚的宇宙 / 1

- 什么是宇宙 / 1
- 创世大爆炸 / 1
- 宇宙的结构 / 2
- 宇宙有多大 / 2
- 宇宙里有什么 / 3
- 宇宙的运动 / 3
- 宇宙三类基本物质 / 4
- 宇宙的四基本力 / 4
- 宇宙会不会消亡 / 5

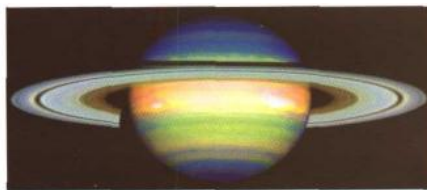


## 人丁兴旺的太阳系家族 / 6

- 太阳系概况 / 6
- 太阳系的起源和演化 / 7
- 星云说 / 7
- 俘获说 / 7
- 灾变说 / 7
- 太阳系的中心——太阳 / 8
- 太阳概况 / 8
- 太阳的结构 / 8
- 太阳的成分 / 9
- 太阳的自转 / 9
- 太阳的公转 / 9
- 太阳活动 / 10
- 太阳黑子 / 10
- 日冕 / 11
- 日珥 / 11
- 太阳耀斑 / 12
- 太阳谱斑 / 12
- 太阳光斑 / 12
- 太阳质子事件 / 13



- 太阳电子事件 / 13
- 太阳磁场 / 13
- 太阳风 / 14
- 日食 / 14
- 日震 / 14
- 太阳会不会熄灭 / 15
- 公转最快的行星——水星 / 16
- 水星概况 / 16
- 难得一见的行星 / 16
- 酷似月球的外貌 / 16
- 水星的核心 / 17
- 水星上的风光 / 17
- 水星凌日现象 / 17
- 水星近日点进动之谜 / 17
- 逆向自转的行星——金星 / 18
- 金星概况 / 18
- 金星上的风光 / 18
- 金星的圆缺变化 / 19
- 金星上的温室效应 / 19
- 金星凌日现象 / 19
- 红色的行星——火星 / 20
- 火星概况 / 20
- 火星上的风光 / 20
- 恐怖的火星尘暴 / 21
- 火星的卫星 / 21
- 火星生命探索之旅 / 21
- 自转最快的行星——木星 / 22
- 木星概况 / 22
- 液态的行星 / 22
- 五彩缤纷的木星云带 / 22
- 看不见的木星环 / 22
- 奇特的木星大红斑 / 23
- 木星上的极光和闪电 / 23
- 木星的卫星 / 23
- 最美丽的行星——土星 / 24
- 土星概况 / 24
- 土星的结构 / 24
- 比水还轻的行星 / 24
- 美丽的土星光环 / 25
- 土星的卫星 / 25



- 躺着自转的行星——天王星 / 26
- 天王星概况 / 26
- 天王星的光环 / 27
- 天王星上的极光现象 / 27
- 天王星的卫星 / 27
- 笔尖上发现的行星——海王星 / 28



- 海王星概况 / 28
- 海王星的大黑斑 / 28
- 海王星的光环 / 29
- 海王星的卫星 / 29
- 质量最小的行星——冥王星 / 30
- 冥王星概况 / 30
- 奇特的轨道 / 30
- 冥王星的卫星 / 31
- 谜团最多的行星 / 31
- 人类的家园——地球 / 32
- 地球概况 / 32
- 地球的内部结构 / 33
- 地球的大气层 / 34
- 地球的自转 / 35
- 地球的公转 / 35
- 地球上的昼夜交替 / 35
- 地球上的四季变化 / 36



- 极光 / 36
- 极昼和极夜 / 36
- 地球的磁层 / 37
- 地球的辐射带 / 37
- 地震 / 37
- 海洋潮汐 / 37
- 地球的忠实卫士——月球 / 38
- 月球概况 / 38
- 月球的内部结构 / 38
- 环形山 / 39
- 月球上的山脉 / 39
- 月谷 / 40
- 月海 / 40
- 月面辐射纹 / 40
- 月球的运动 / 41
- 月球的圆缺变化 / 41
- 月食现象 / 42
- 月球的背面是什么模样 / 42
- 行星家族中的侏儒——小行星 / 43
- 小行星概况 / 43
- 谷神星 / 43
- 智神星 / 43
- 婚神星 / 44
- 灶神星 / 44
- 爱神星 / 44
- 伊卡鲁斯星 / 44





中华星 / 44

太阳系中的不速之客——彗星 / 45

彗星概况 / 45

彗星的结构 / 45

彗星的成分 / 46

周期彗星 / 46

非周期彗星 / 46

百年一遇的哈雷彗星 / 47

彗星的家在哪里 / 47

昙花一现——流星 / 48

流星概况 / 48

流星群 / 48

流星雨 / 48

火流星 / 49

陨石 / 49

绚丽多彩的恒星世界 / 50

恒星概况 / 50

恒星的一生 / 50

星胎——恒星的孕育 / 50

原恒星——恒星的幼年 / 51

主序前星——恒星的少年 / 51

主序星——恒星的青年 / 51

红巨星——恒星的壮年 / 51

白矮星——恒星的老年 / 52

恒星的归宿 / 52

星座与星名 / 53

三垣二十八宿 / 53

八十八星座 / 54

恒星的命名 / 55

恒星的基本概念 / 55

恒星的星等 / 55

恒星的光度 / 56

恒星的自转 / 56

恒星的自行 / 56

恒星的运动 / 57

恒星的大气 / 57

恒星磁场 / 58

恒星光谱 / 58

最小的恒星集团——双星 / 59

双星概况 / 59

目视双星 / 59

交食双星 / 59

分光双星 / 59

共生双星 / 60

X射线双星 / 60

密近双星 / 60

色球活动双星 / 60

变化无常的恒星——变星 / 61

变星概况 / 61

变星的命名 / 61

脉动变星 / 61

爆发变星 / 62

星云变星 / 62

自转变星 / 62

磁变星 / 62

光谱变星 / 62

其他恒星和星体 / 63

聚星 / 63

耀星 / 63

新星 / 63

超新星 / 63

再发新星 / 64

矮新星 / 64

类新星 / 64

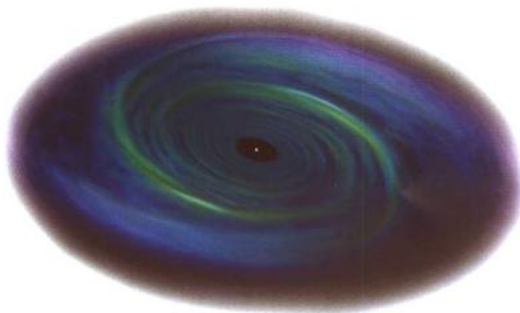
脉冲星 / 64

黑洞 / 65

星团 / 66

什么是星团 / 66

球状星团 / 66



疏散星团 / 66

“牛奶之路”——银河系 / 67

银河系基本知识 / 67

银河系概况 / 67

银河系的起源和演化 / 67

银河系的结构 / 68

银心 / 68

银核 / 68

银盘 / 68

银晕 / 68

银冕 / 68

银河系的“居民” / 69

银河系的自转 / 70

银河系的空间运动 / 70

银河系的磁场 / 70

银河系中的星云 / 71

什么是星云 / 71

亮星云 / 71

三叶星云 / 71

玫瑰星云 / 71

昴星团星云 / 71

北美洲星云 / 71

礁湖星云 / 71

暗星云 / 72

马头星云 / 72

巴纳德星云 / 72

行星状星云 / 72

指环星云 / 72

土星状星云 / 72

弥漫星云 / 73

猎户座大星云 / 73

蟹状星云 / 73

气体星云 / 74

尘埃星云 / 74

分子云 / 74

其他宇宙天体 / 75

星族 / 75



星协 / 75

星际物质 / 76

宇宙天体的家园——星系 / 77

星系基本知识 / 77

星系概况 / 77

星系的起源和演化 / 77

星系的分类 / 78

星系核 / 78

星系盘 / 78

星系晕 / 78

星系冕 / 78

星系的运动 / 79

椭圆星系 / 79

漩涡星系 / 80

棒旋星系 / 80

透镜星系 / 81

不规则星系 / 81

活动星系 / 81

巨星系 / 82

多重星系 / 82

矮星系 / 82

仙女座大星云 / 83

麦哲伦星云 / 83

星系团 / 84

什么是星系团 / 84

规则星系团 / 84

不规则星系团 / 84

超星系团 / 84

本超星系团 / 84

星系际物质 / 85

总星系 / 85

星空观测辅导站 / 86

宇宙星体的观测 / 86

太阳的观测 / 86

太阳表面的观测 / 86

日食的观测 / 86

月球的观测 / 87

月球表面的观测 / 87

月食的观测 / 87

水星与金星的观测 / 88

火星的观测 / 88

木星的观测 / 89

土星的观测 / 89

流星的观测 / 90

彗星的观测 / 90

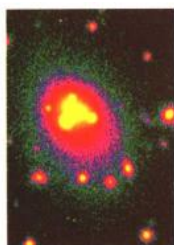
辨认四季星座 / 91

春季夜空星座的辨认 / 91

夏季夜空星座的辨认 / 91

秋季夜空星座的辨认 / 92

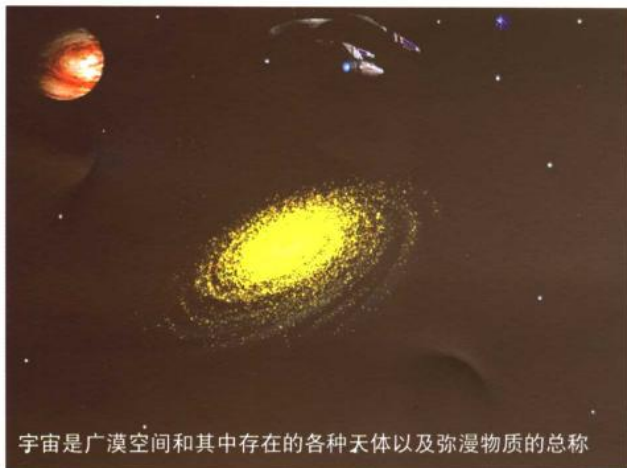
冬季夜空星座的辨认 / 92



# 神秘浩渺的宇宙

## 什么是宇宙

宇宙是天地万物的总称,是无限的空间和无限的时间的统一。“宇”是空间的概念,是无边无际的;“宙”是时间的概念,是无始无终的。通常有“观测到的宇宙”和“物理宇宙”两种说法。“观测到的宇宙”是人们用肉眼或天文仪器观测到的整个宇宙空间及其中存在的各种天体、弥漫物质的总称,即总星系。它是有边界的,这个边界就是人类所能观察到的宇宙的极限。“物理宇宙”是指从物理现象上进行解释的宇宙。它在空间上是无边无沿的,在时间上是无始无终的,处于不断的运动、发展之中。一般所说的宇宙是指物理宇宙。



宇宙是广袤空间和其中存在的各种天体以及弥漫物质的总称

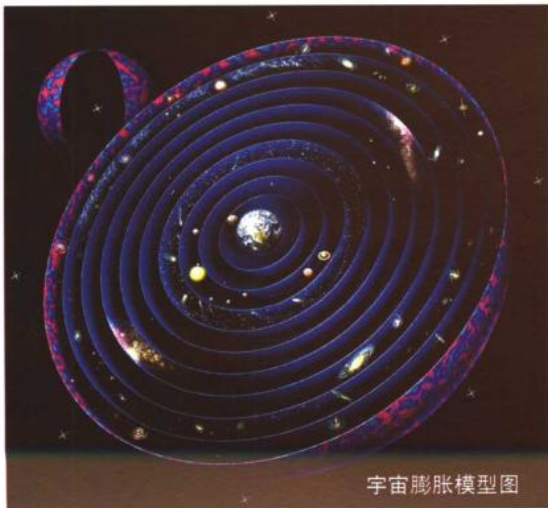
宇宙爆炸学说是比较公认的关于宇宙诞生的学说



## 创世大爆炸

千百年来,科学家们一直在探寻宇宙是什么时候形成的以及如何形成的这一问题。1929年,美国著名天文学家哈勃在研究一些星系的光谱时,发现大多数天体的光谱都出现红移现象。根据光学知识,这意味着被观测的星体远离我们而去。哈勃于是推断:宇宙中的星体在彼此远离,宇宙正在膨胀之中。哈勃的这一观点,促使后世的天文学家们提出了宇宙起源的大爆炸学说。

宇宙大爆炸学说的主要观点是:宇宙是由大约150亿年前发生的一次大爆炸形成的。在大爆炸发生之前,宇宙内的所有物质和能量都聚集到了一起,并浓缩成一个体积很小的点,这个点温度极高,密度极大。约150亿年前它发生了大爆炸,大爆炸使物质四散出击,宇宙空间不断膨胀,温度也相应下降。在大爆炸后的1秒钟,宇宙的温度降到约100亿℃,这时的宇宙是由质子、中子和电子形成的一锅基本粒子汤。这锅汤逐渐变冷,当温度降到10亿℃时,核反应开始发生,生成各种元素。这些物质的微粒相互吸引、融合,形成越来越大的团块,并逐渐演化成星系、恒星和行星,在个别天体上还出现了生命现象。最后,能够认识宇宙的人类诞生了。



宇宙膨胀模型图

### 有趣的宇宙年历表

天文学家们根据宇宙大爆炸理论,将150亿年的宇宙大爆炸历程浓缩在一年里,编成了一个宇宙年历表:

1月10日,大爆炸,宇宙诞生;5月1日,银河系形成;9月9日,太阳系产生;9月14日,地球问世;9月24日,地球上出现原始生命;12月12日,绿色植物开始生长;12月26日,哺乳动物诞生;12月31日零时22分30秒,原始人类诞生;12月31日零时23分46秒,北京猿人开始用火。



星系群



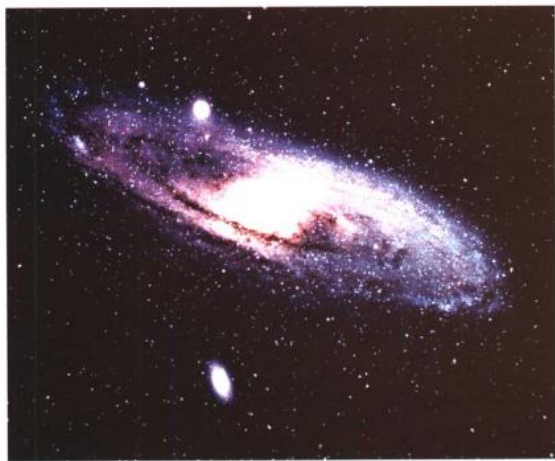
星系团



不规则星系

## 宇宙的结构

宇宙的结构如何？从广义上讲，宇宙无边无垠，没有终极。我们知道，距离地球最近的最大天体系统是太阳系。太阳系之外是银河系。银河系由无数恒星系组成，银河系中像太阳系这样的恒星系约有2000亿个。整个银河系像一块大铁饼，中间厚，边缘薄。太阳系就位于这个扁铁饼的外侧边缘。银河系之外是河外星系即星系。整个宇宙类似银河系的河外星系很多，它们都是巨大的恒星集团，现已观测到的就有上千亿个。星系形态丰富多彩，主要有三个类型：椭圆星系、漩涡星系、不规则星系。十几个、几十个甚至成百上千个星系又组成了庞大的星系团。星系团按形态又分为规则星系团和不规则星系团两种。银河系和河外星系又合称为总星系，它是目前人类观测所能及的宇宙极限。整个宇宙，就是由上述的星系、星团、总星系等组成，基本上呈多重旋转结构。这就是宇宙的总体结构。



宇宙中的一个漩涡星系——仙女座的直径约为16万光年

## 宇宙有多大

宇宙究竟有多大？对于这个问题，到目前为止，科学家们还不能给出一个准确的答案。人们只能说：宇宙无限大。我们知道，地球的半径是6371千米，地球可说是够大的了。但比起太阳来，它又显得微不足道了，要有130万个地球，才能抵得上一个太阳那么大。你可能要说，太阳真大啊！可是，在银河系中，像太阳这么大的星球至少有1000多亿颗，而且还有许多比太阳大得多的巨星和超巨星呢！在银河系之外，有10亿多个与银河系类似的恒星系统——河外星系，它们距离地球约200亿光年。但河外星系还只是无限宇宙中的一个小小的部分，在它们之外，还有更多更遥远的在望远镜里看不到的星系，所有这些星系又统统居住在一个更大的总星系里面。那么总星系又有多大呢？科学家们目前还无法计算出它的边缘。但即使科学家们找到了总星系的边界线，也仍然无法到达宇宙的尽头，因为在总星系的外面，还有别的星系和天体，只是人类目前还无法发现它们。宇宙是如此的巨大，充满了无穷的奥秘，随着科学技术的发展，人类对宇宙范围的认识将会不断扩大。

### 光年——宇宙量天尺

在浩瀚的宇宙中，几亿千米甚至几万亿千米根本不算什么远距离，为此科学家们引进了“光年”这个概念。光是传播速度最快的物质，光每秒钟要走30万千米，光年是指光在一年中所走的距离，1光年为94605亿千米。距离太阳最近的一颗恒星，以光速得跑4.2年，而宇宙中恒星之间的距离，往往是几万光年甚至几十万光年，你说宇宙大不大呢？



宇宙神秘的面纱正在被人类一层层揭开

## 宇宙里有些什么

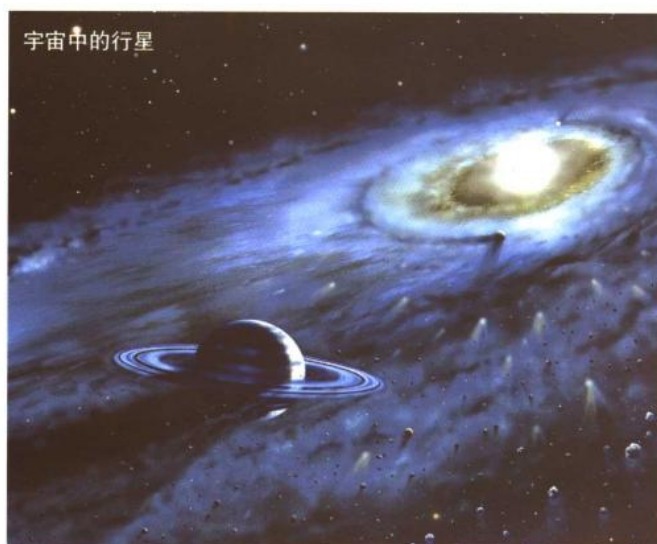
在宇宙空间，弥漫着形形色色的物质，如恒星、行星、气体、尘埃、电磁波等，它们都在不停地运动、变化着。距离我们最近的天体结构是太阳系。人类居住的星球叫地球，它是太阳系中的9大行星之一。太阳系的中心是太阳，在太阳的周围依次环绕旋转着9颗行星：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。在这9大行星的周围，也分别环绕旋转着一些卫星，共有40多颗。此外，在太阳系中还有许多的小行星和各种各样的彗星以及大小不等的行星际物质——流星。

在晴朗的夜空，我们可以看到许多闪闪发光的星星，这些星星大部分是恒星。在银河系中，大约有2000亿颗恒星。恒星有许多种，如体积庞大的巨星和超巨星、身材矮小的矮星、亮度变化不定的变星等。除恒星外，在宇宙中还有一种由气体及尘埃组成的像云雾状的天体——星云。在银河系内的星云称为河内星云，在银河系外的星云则称为河外星系或星系，它们其实是和银河系相类似的天体。这种星系，目前已发现有10亿个以上。在没有恒星和星云的空间里，还充满着一种叫星际物质的介质。

科学家们在宇宙里还发现了一种被称为“黑洞”的物质，据说黑洞的物质密度特别大，以致它无法发出光也无法反射光。另外，在宇宙里还可能存在一些目前人类所无法解释的东西，如反物质、暗物质、飞碟UFO……宇宙是有限的，人类对宇宙的认识也是无限的。随着科学技术的不断进步，人类将会揭示这些神秘物质的庐山真面目，并将发现更多的奇妙的天体。



繁星点点的星空仅仅是宇宙的一小部分

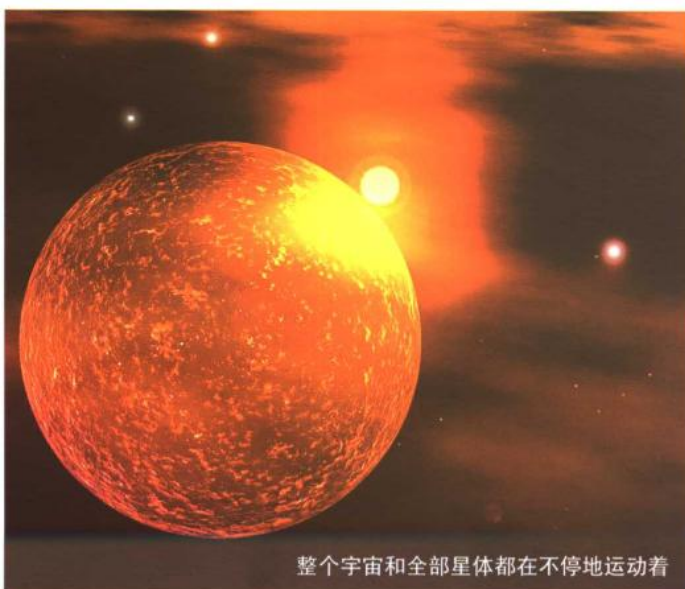


宇宙中的行星

## 宇宙的运动

宇宙自形成之日起就一直处于不断的运动变化之中。正如行星有自转和公转一样，恒星也有自转和公转，而星系也是在不停地作快速的旋转，因此整个宇宙也必然在作不停的运动和变化。科学研究证明，地球过去和现在的运动速度、轨道和形状是不同的，北斗七星几万年前的形状和现在的形状也不同，这些都说明了宇宙在进行不停的运动和变化。

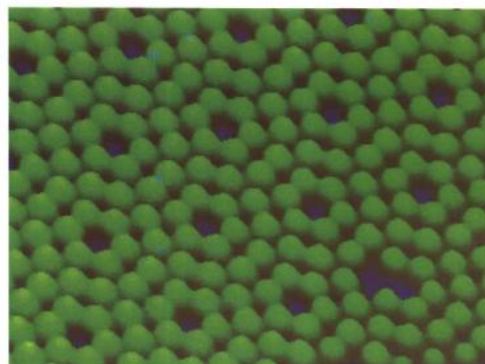
天文观测表明，远方的银河系正远离我们。这说明宇宙正在不断地膨胀着，宇宙间绝大多数星系都在飞离我们而去。从时间上来说，“大爆炸宇宙论”认为，宇宙总是周而复始地从诞生到消亡，再诞生，再消亡，我们现在的这个宇宙只是从过去到未来的无限多的宇宙中的一个而已。因此宇宙从运动上来说是不停膨胀的，而从时间上来说则是循环的，只不过这个循环的周期很长而已。



整个宇宙和全部星体都在不停地运动着

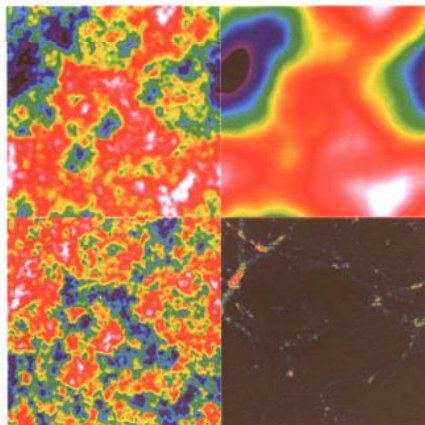
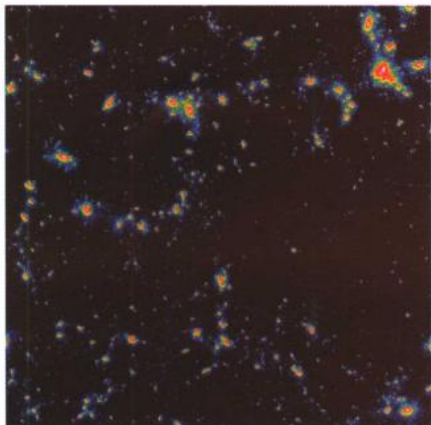
## 宇宙三类基本物质

经过世界上著名的物理学家和天文学家多年的研究发现，宇宙中所有的物质是由三类基本粒子所组成的。第一类基本粒子包括电子、电子中微子、夸克、下夸克，它们共同组成了平常的物质；第二类基本粒子是“奇”和“杰夸克”，它们只有在原子击破器和宇宙射线中才能找到；第三类基本粒子是底夸克和尚未检测到的顶夸克、T轻子和T中微子。这一发现对于宇宙学、天文学及物理学研究具有深远的意义。



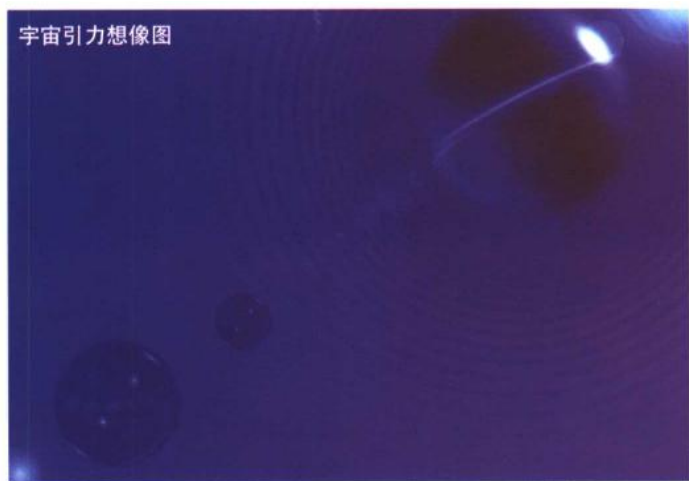
宇宙内部硅原子的图像排列模型

宇宙是由许多种基本粒子组成的，它们不停地运动变化着。



## 宇宙四种基本力

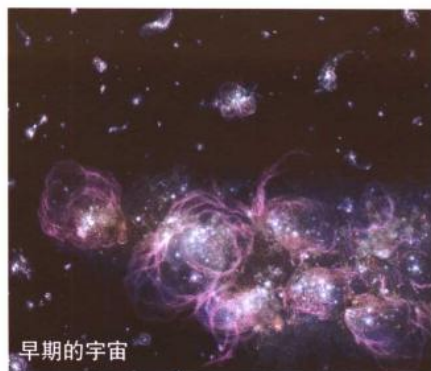
宇宙引力想像图



宇宙间存在四种基本力，即引力、电磁力、强核力和弱相互作用力。这些作用力是由一团叫“规范玻色子”的粒子带来的，它们在构成物质的粒子之间相互交换。引力是任何有质量物体之间的相互吸引力，它既能将星系结合起来，又能引起一根针下落。两个物体的质量越大、相互越靠近，它们之间的引力就越强。电磁力是带电荷粒子或具有磁矩粒子通过电磁场传递着相互之间的作用力，携带电磁力的粒子叫光子，它也是产生光线的粒子。强核力存在于一个原子的原子核内，它把原子内的中子和带正电荷的质子结合在一起，载有强核力的粒子叫做胶子。弱相互作用力是由W粒子和Z粒子传递的，它能引起放射性衰变。物理学家们认为引力、电磁力、强核力、弱相互作用力是相互关联的，它们之间相互作用，共同支配着宇宙。

### 宇宙“初冬”曾有“雪花”弥漫

21世纪初，科学家们指出，宇宙的第一个“冬天”就有雪花飞舞。但这种“雪花”不是我们现在在冬天所见到的雪花，而是固态氢气，当时薄薄的氢雪可能弥漫了整个沉寂而又黑暗无边的宇宙。科学家们认为，宇宙的第一个“冬天”是黑暗年代结束前的一小段时间，当时宇宙的年龄还不到10亿年。宇宙中的氢元素在膨胀时温度变得很低，形成了弥漫于宇宙的氢雪。当恒星出现后，它们发射的紫外线就使得氢雪不复存在，代之而来的就是充满光线的宇宙“春天”。



早期的宇宙



现在的宇宙仍在不断地膨胀

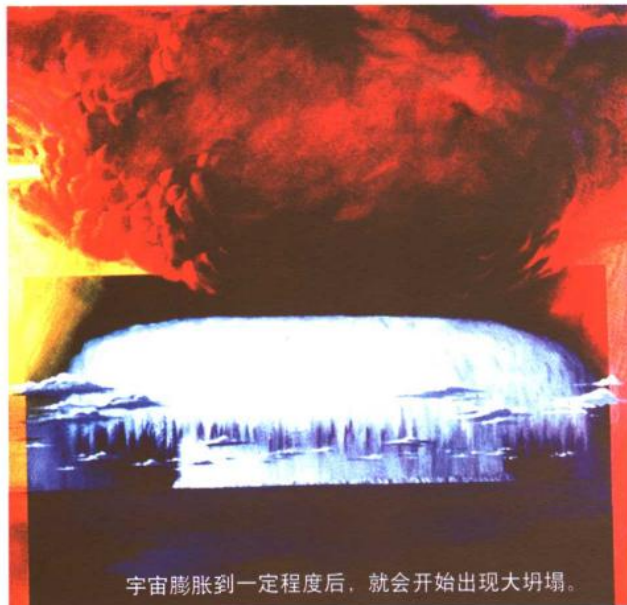
## 宇宙会不会消亡

对于宇宙最终会不会消亡这一问题,科学家们的意见并不一致。一种观点认为万物无永恒,宇宙将会消亡;另一种观点认为宇宙不会消亡,宇宙有始无终,将会无限膨胀下去。

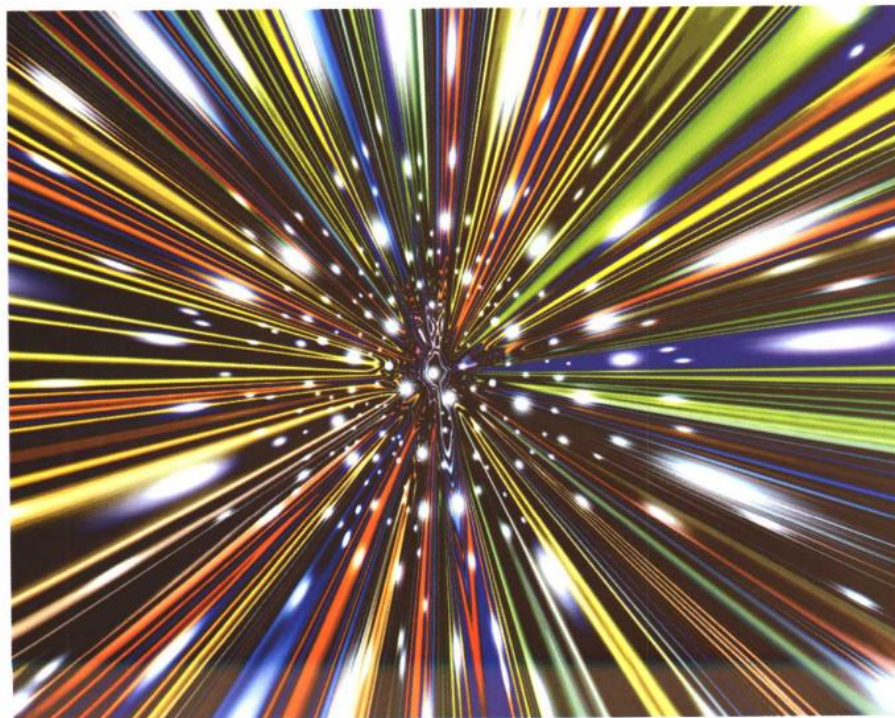
持“宇宙灭亡”论的人认为,根据大爆炸理论,宇宙最终的命运将取决于两种相反力量的持久而激烈抗衡的结果。一种力量是宇宙的扩张力,另一种力量是宇宙中所有星体之间的相互引力。如果引力足够强大,使得扩张处于停顿状态,那么宇宙就注定要爆炸,最终会在一团火球中消亡,从而造成与大爆炸相反的“大坍塌”。如果引力不够强大,扩张占优势,则宇宙又将会变得令人难以忍受地又暗又冷,各星系内的星球最后形成黑洞、黑矮星或中子星,在1万亿年后,宇宙死亡。

持“宇宙不灭”论的代表人物是英国著名理论物理学家斯蒂芬·霍金。霍金认为宇宙最初像粒碗豆悬浮于无时间的真空,豌豆状的宇宙在大爆炸前的瞬间经历了被称为“暴胀”的极其快速的膨胀过程。霍金推断:宇宙有始而无终,将会无限地膨胀下去,而不是像一些天文学家所说的那样,膨胀到一定程度后就会在引力作用下收缩而趋于消亡。

宇宙的膨胀和坍塌说明了事物发展的普遍规律



宇宙膨胀到一定程度后,就会开始出现大坍塌。



阅读

考考你

1. 说一下你对宇宙的新认识。
2. 说一说宇宙里都有些什么东西?
3. 宇宙的基本力有哪几种?
4. 宇宙是怎样诞生的? 科学家对宇宙的未来有什么看法?

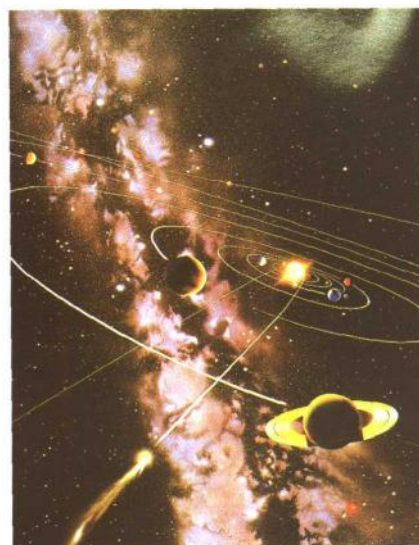
宇宙的最终命运究竟如何? 目前科学家们还难以给出肯定的答案。大多数人认为宇宙不会消亡,将一直膨胀下去。但却又存在很多不确定的因素,其中之一就是恼人的“暗物质”问题。暗物质本身不发光,但却可以产生引力效应。目前还没有人知道暗物质究竟是什么。在暗物质得到确认之前,只依据我们现在所能看到的一切来预测宇宙的未来,就会存在着太多的不确定性。

# 人丁兴旺的太阳系家族

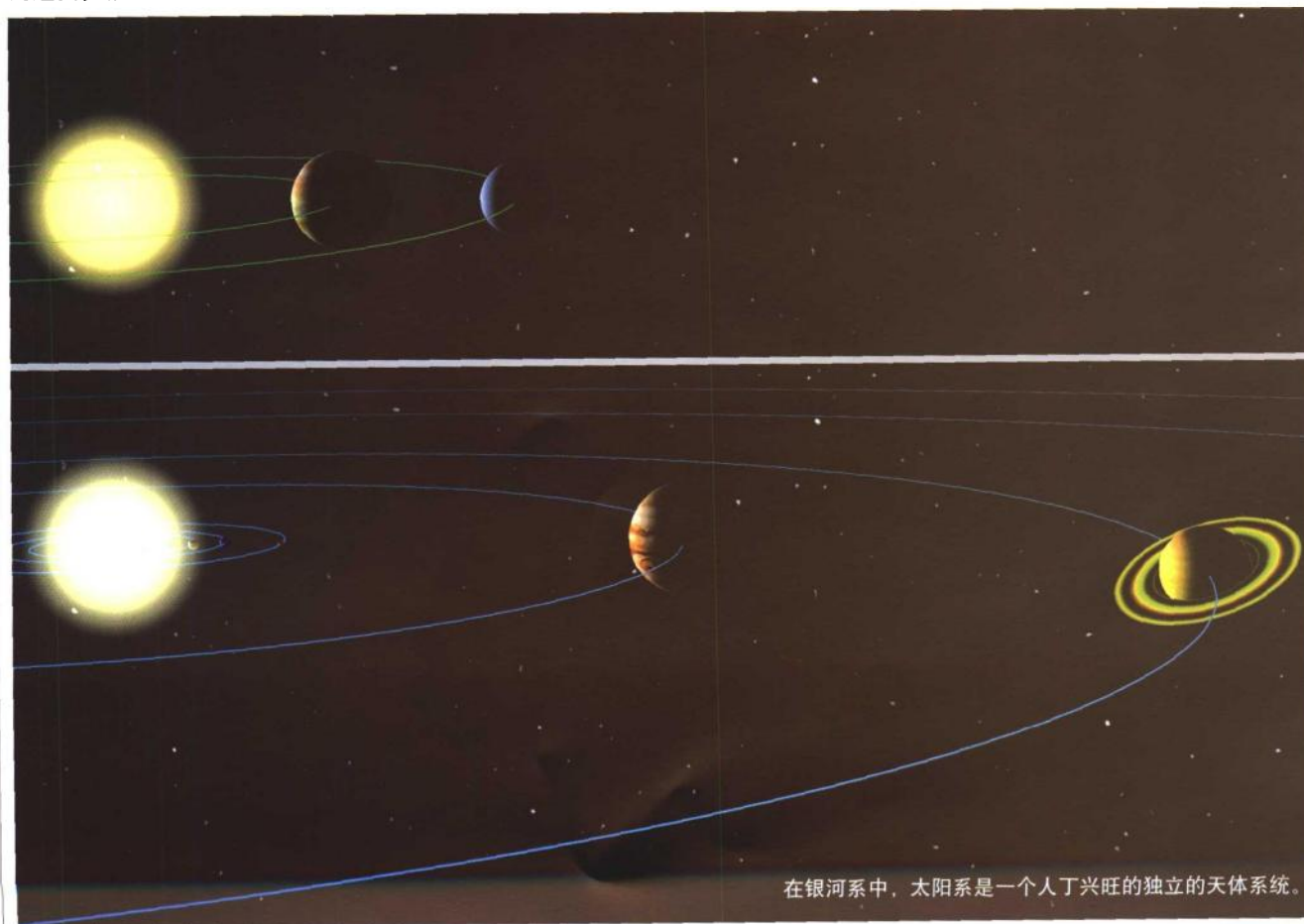
## 太阳系概况

太阳系是由太阳、大行星及其卫星、小行星、彗星、流星体和行星际物质构成的天体系统。太阳是太阳系的一家之主，它位于太阳系的中心，质量占太阳系总质量的99.86%。太阳是太阳系中惟一能够自身发光的恒星，其他天体要靠反射太阳光而发亮。太阳系中的九大行星，按距离太阳的由近到远的次序排列，依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。九大行星按性质不同可分为三类：类地行星，包括水星、金星、地球、火星，体积和质量较小，平均密度最大，卫星少；巨行星，包括木星、土星，体积和质量最大，平均密度最小，卫星多，有行星环；远日行星，包括天王星、海王星、冥王星，体积、质量、平均密度和卫星数目介于前两者之间，天王星和海王星有行星环。九大行星都在接近同一平面的椭圆形轨道上，朝同一方向绕太阳公转。太阳的自转方向与行星的公转方向相同。多数大行星的自转方向与公转方向相同，只有金星相反。除水星和金星外，其他大行星都有自己的卫星。

数量众多的小行星、流星体和形状特殊的彗星也是太阳系的重要成员。此外，在行星际空间还弥散着稀薄的气体 and 尘埃，它们大都集中在黄道面附近，反射太阳光，形成黄道光。太阳系是银河系中的一个成员，它不是银河系的中心，更不是宇宙的中心。太阳位于银河系的北半部，距离银河系中心约3.3万光年。它以每秒250千米的速度绕银河系中心运动，大约需2.5亿年才能绕银河系中心一周。



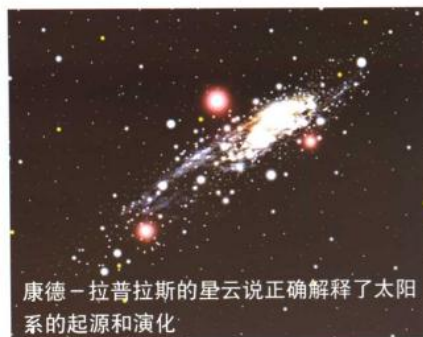
太阳系鸟瞰



在银河系中，太阳系是一个人丁兴旺的独立的天体系统。

# 太阳系的起源和演化

太阳系的形成至少有46亿年，这一点已被世人所公认。然而，关于太阳系的成因尚属探讨中的问题。太阳系由何而来？至今已有50多种不同的学说或假设，就其实质而言，大致可归结为以下几类。



康德-拉普拉斯的星云说正确解释了太阳系的起源和演化

## 星云说

星云说又称康德-拉普拉斯星云说，是最早的科学的关于太阳系起源和演化的学说，1755年、1796年分别由德国哲学家康德和法国天文学家拉普拉斯独立提出。这种学说认为，太阳系在形成之前是一团巨大、炽热、转动着的原始星云。这团原始星云由大小不等的固体微粒组成，由于冷却，星云逐渐收缩。在中心引力和离心力的共同作用下，星云变成扁平盘状，一部分微粒留下形成一个绕中心转动的环。星云中心形成太阳，周围的环境凝聚成各个行星和其他卫星之类的小天体。

20世纪中叶，随着现代天文学和物理学的发展，产生了现代星云说。现代星云说的主要观点是：太阳系原始星云是巨大的星际云瓦解的一个小云，一开始就在自转，并在自身引力作用下逐渐收缩，中心部分形成太阳，外部演化成星云盘，以后星云盘又形成行星。目前，现代星云说存在着不同学派，这些学派之间还存在着许多差别，有待进一步研究和证实。



康德塑像

## 俘获说

俘获说首先由前苏联科学家施米特于1944年提出，以后英国的埃奇沃思、彭德雷以及印度的米特拉等人，也相继提出了类似的观点。这种学说认为太阳在星际空间运行中，遇到了一团星际物质，由于太阳的引力作用将这团星际物质俘获了，以后这些物质逐渐形成行星和卫星。提出俘获说的一个主要出发点是为了说明太阳系角动量的异常分布，但计算表明，俘获的概率是极微小的，而且仍无法解释不变平面及大到 $62^\circ$ 的交角等问题。

## 灾变说

灾变说认为太阳系的形成是宇宙中某种偶然的巨变的结果。最早的灾变说是由法国动物学家布丰在1745年提出的。他认为太阳比行星先形成，太阳形成后，曾经有一个彗星“掠碰”到它，使太阳自转起来，同时碰出一些物质形成行星。19世纪末~20世纪四五十年代，大约出现过20多种不同的灾变说，它们大都用两颗或三颗恒星的彼此接近或碰撞这样的偶然事件来解释太阳系的起源。其中最著名的是英国天文学家金斯于1916年提出的潮汐说。金斯设想当另一颗恒星接近太阳时，在太阳表面产生了潮汐隆起物，正面的隆起物很大，被经过的恒星拉出形成一个长条，进而集成成各个行星。灾变说中的偶然因素是其主要弱点，这些学说已基本被否定了。



最早提出灾变说的动物学家布丰



哥白尼

## 哥白尼的日心说

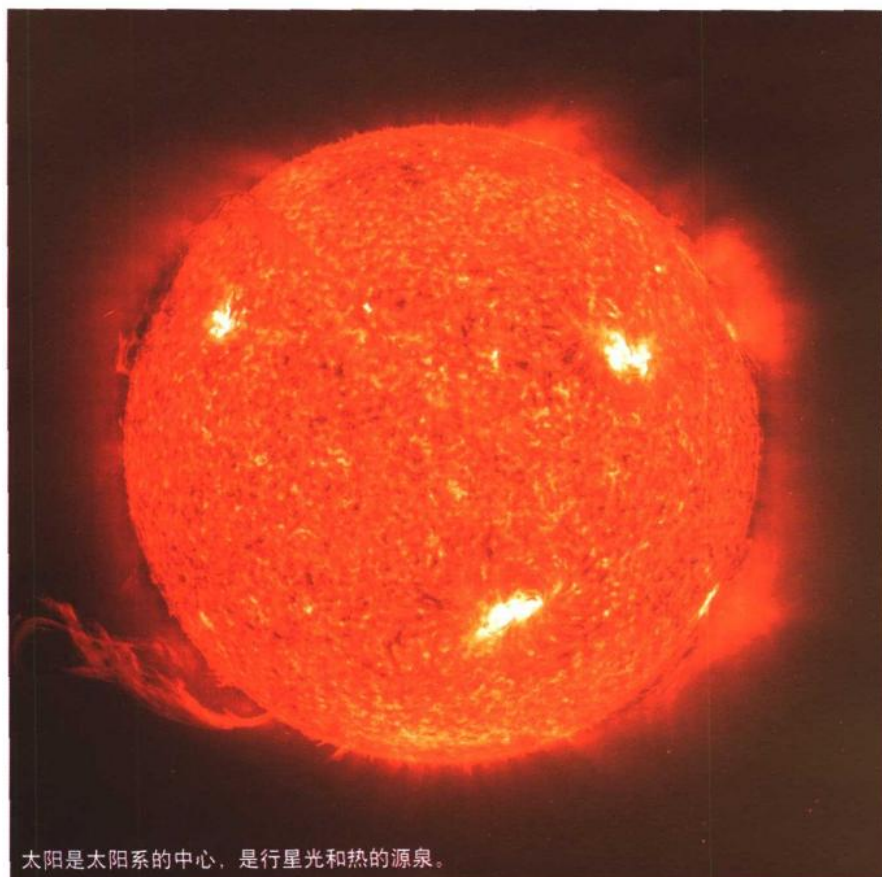
在古代，人们由于认识水平有限，一直认为地球是宇宙的中心。古希腊的托勒密提出的地心说，把地球绘在太阳系的中心，并认为整个世界是由上帝在主宰着。地心说得到了宗教的支持，统治了西方1500多年。到了16世纪，波兰天文学家哥白尼创立了日心说，认为太阳是太阳系的中心，地球和其他行星都在围绕太阳运动，从而推翻了地心说。但哥白尼的日心说却被教会列为异端邪说，宣传日心说的意大利人布鲁诺被罗马教会活活烧死，支持日心说的伽利略也遭到了迫害。但科学是不可战胜的，随着时代的进步，日心说最终得到了世人的公认。

# 太阳系的中心——太阳

## 太阳概况

太阳是太阳系的中心天体，是能够自身发热发光的炽热的气体星球。它是太阳系里惟一的一颗恒星，也是离地球最近的一颗恒星。太阳位于银河系的对称平面附近，距离银河系的中心约33000光年，它一方面绕着银心以250千米/秒的速度旋转，另一方面又相对于周围恒星以19.7千米/秒的速度朝着织女星附近方向运动。太阳的直径为139.2万千米，是地球的109倍；体积为141亿亿千米<sup>3</sup>，是地球的130万倍；质量约是地球的33万倍。太阳的表面温度约6000℃，中心温度超过1500万℃，它释放出的大量的能量是行星的光和热的源泉。

太阳的自转非常缓慢，而且不同纬度处自转的周期不同。在赤道上，自转一周要25天，而两极附近自转一周需35天。太阳的寿命估计为100亿年，目前已度过了约50亿年，正处于稳定而旺盛的中年时期。



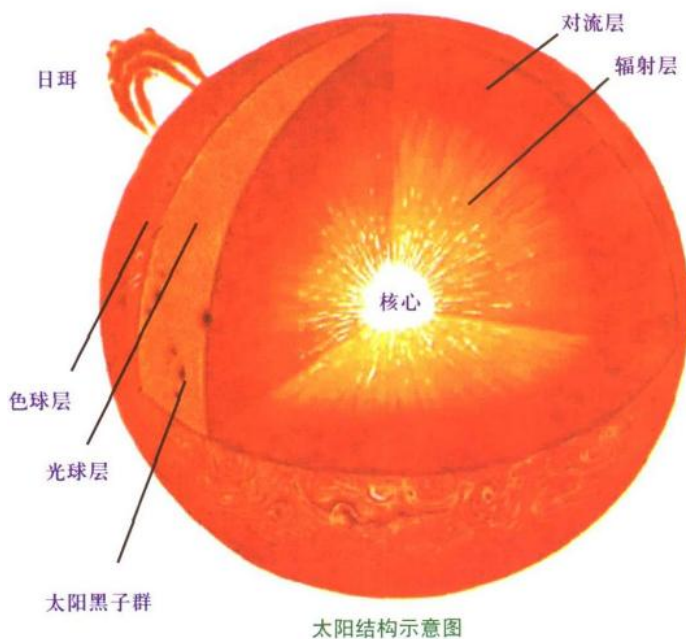
太阳是太阳系的中心，是行星光和热的源泉。

## 太阳的结构

整个太阳的结构由内向外可分为核心区、辐射区、对流区和大气层区。

核心区是太阳巨大能量的源泉。其温度高达1500万℃，压力相当于2500亿个大气压。在这里发生着核聚变，每秒钟有7亿吨的氢被转化成氦，核聚变产生的能量要经过几百万年才能到达太阳表面。辐射区的气体温度和压力比核心区的略低，这里的粒子发生频繁碰撞，使得在核心区产生的能量要经过很久才能穿过这一层到达对流区。对流区中的大量气体以对流的方式向外输送能量，其能量传递速度比辐射区的要快得多。

太阳的大气层从内到外又可分为光球、色球和日冕三层。光球层厚约5000千米，我们所见到的太阳可见光，几乎全是由光球发出的。在光球表面分布着米粒状的气团——米粒组织，此外还分布着太阳黑子、光斑及白光耀斑。从光球表面到2000千米高度为色球层。在色球层有谱斑、暗条和日珥，还时常发生剧烈的耀斑活动。日冕层气体非常稀薄，但温度极高，可达200万℃以上。这样高的温度使气体获得克服太阳引力的动能，形成不断发射的较稳定粒子流，称为太阳风。在日冕中有大片不规则的暗黑区域冕洞。日冕在太阳活动的极大年接近于圆形，在太阳活动的宁静年则呈椭圆形。



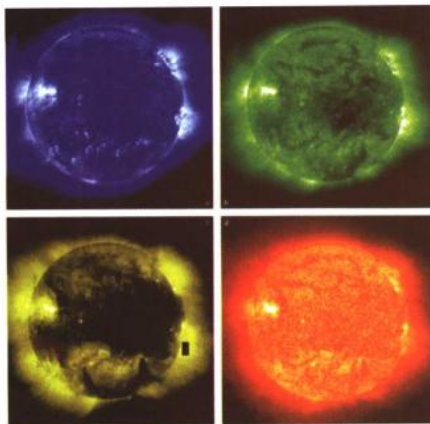
太阳结构示意图

太阳闪烁着七彩光



### 太阳为什么会发光?

太阳的发光并不是一般人所想像的燃烧,而是变成高温的物质与氧结合后发出来的热,是靠原子能来发光的。太阳的核心区温度高达  $1500\text{万}^{\circ}\text{C}$ , 压力有  $2500$  亿个大气压。在这样的高温、高压条件下,产生核聚变反应,每秒钟有  $7$  亿吨的氢被转化成氦。核聚变反应产生巨大的能量,以辐射的方式由太阳内部传到太阳表面,再发射到宇宙空间。于是就产生了我们所看见的太阳发光现象。



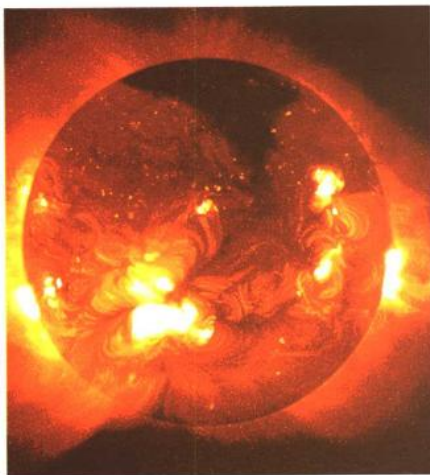
这四幅太阳照片是在不同元素谱线及不同波段上拍摄的

## 太阳的成分

科学家们通过对太阳光谱的分析,了解到太阳大气的化学组成情况。其中含量最丰富的元素是氢,其次是氦、氧、氮和碳及其他金属和非金属元素。按质量计,氢占  $71\%$ , 氦占  $26.5\%$ , 其他元素占  $2.5\%$ 。已经确定存在于太阳大气中的化学元素约有  $69$  种,它们在地球上都能找到。目前人们还无法探测太阳内部的情况,但一般认为太阳内部与太阳大气的物质组成相差不大。

## 太阳的自转

太阳自转是太阳绕轴自旋的运动,太阳自转方向与地球自转方向相同。由于太阳是一个炙热的气体球,它的自转与地球等天体有很大的差别。太阳自转速度随日面纬度的变化而改变,在赤道区自转最快,自转一周约需  $24$  天,随着纬度的增加,太阳自转速度逐渐减慢,在两极附近自转一周约需  $34$  天。太阳自转速度在太阳内部的不同层次里也是不同的,一般越往里自转速度越快。通常取日面纬度为  $17^{\circ}$  处的自转速度为太阳自转的恒星周期,为  $25.38$  日,这一地方相对于地球的自转周期称为太阳自转的会合周期,为  $27.275$  日。在观测太阳黑子时使用后者为依据。



太阳不仅自转,而且还绕着银河系公转。

### 太阳为什么会东升西落?

太阳为什么每天总是从东方升起,到西方落下?其实,这是由于地球由西向东自转,所以我们看的太阳、月球和天上的星星就从从东方升起而从西方落下。太阳从东方升起到西方落下,再从东方升起的这段时间,我们就称为一天。

## 太阳的公转

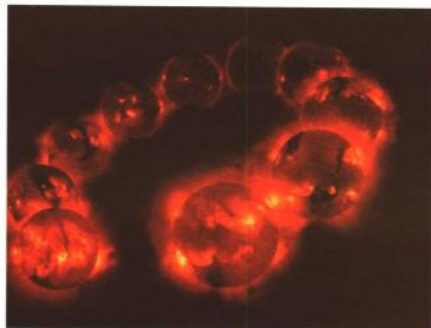
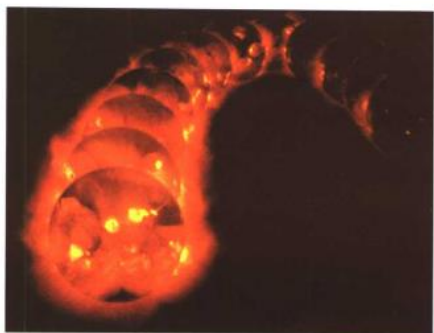
太阳的公转是指太阳绕银河系的质心——银心所作的运动。太阳的公转与地球的公转非常相似。太阳绕银心旋转的轨道并不是正圆,而是偏心率  $e$  很小的椭圆。目前天文学家们给出的太阳公转轨道的偏心率尚不一致,一般认为  $e$  为  $0.1$  左右。当太阳处于靠近银心点(太阳轨道离银心最近的一点)不远的地方,太阳的公转速度很大。由于太阳的公转轨道是椭圆,因此,它处在轨道的不同位置时,公转速度是不同的。当前太阳公转的速度约为  $220\text{千米/秒} \sim 250\text{千米/秒}$ ,是地球公转速度的  $8$  倍。

### 谁发现了太阳的自转现象?

$1609$ 年,伽利略用天文望远镜观测太阳时,发现太阳黑子缓缓地在太阳表面移动,据此,他认为太阳是在不停地自转着。伽利略当时指出太阳自转一周需  $25$  天,这同近代观测的结果基本一致。现在,人们可以通过日珥、谱斑等在日面上的移动,或从太阳东西边缘光谱线的多普勒效应来证实太阳的自转。

伽利略像





太阳活动由盛至衰十分明显，图为太阳活动周期示意图。

## 太阳活动

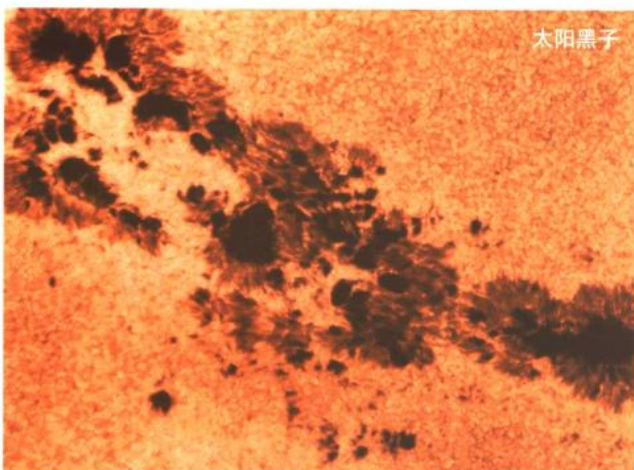
太阳活动是太阳大气里一切活动现象的总称，主要包括太阳黑子、耀斑、光斑、谱斑、日珥和太阳射电变化等。它们是由太阳大气中的电磁过程引起的。太阳活动的周期一般为11年。太阳活动强烈时，太阳紫外辐射、X射线、高能粒子辐射等显著增强，并在地球上引起极光、磁暴和电离层扰动等现象。

## 太阳黑子

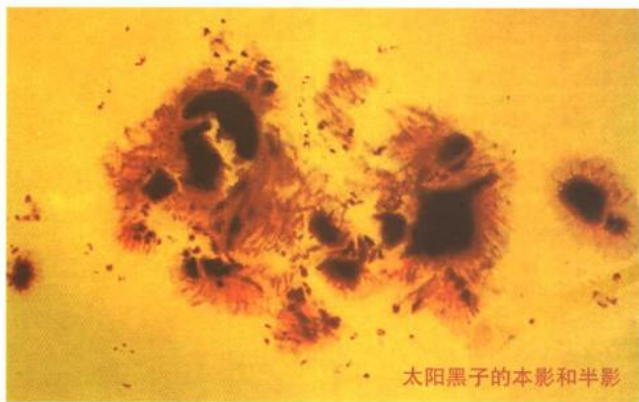
黑子是太阳光球上经常出没的暗黑斑点，是太阳活动的基本标志。黑子是一个巨大的漩涡气流，气流速度高达2000米/秒，它的温度只有4500℃，比太阳表面温度低得多，因而在明亮的太阳光球的反衬下显得黑暗。

黑子偶尔单个出现，但多为成对或成群出现，每个黑子群由几个或几十个黑子组成。黑子群一般有两个主要黑子，按太阳自转方向，位于西侧的称前导黑子，东侧的称后随黑子。前导黑子大都出现较早，消失较晚，面积也较大。典型的黑子由本影和半影组成，本影是黑子的核心，半影是黑子周围较亮的环。本影范围约2000千米，寿命不超过1分钟。半影中有一种半影波，产生于本影的边缘，以20千米/秒的速度向黑子以外奔驰。黑子的形状各异，大小也相差很多，小的直径约1000千米，大的直径可达20万千米。黑子的寿命长短不一，短的只有几小时，长的可达一年多，平均为几天到几十天。数目明显的以11年为周期变化，称为太阳黑子周期。

太阳黑子在日面的分布随纬度的变化而改变，主要出现在赤道两旁且平行于赤道的宽为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的带状区域内。每个黑子周期开始时，黑子一般都出现在纬度约 $\pm 15^{\circ}$ 处，而在黑子周期快要结束时，黑子在 $\pm 8^{\circ}$ 处消失。黑子在日面东西方向的分布也不均匀，任何时候看到的日面东半边的黑子总比西半边多，这可能是由于太阳自转引起的视觉效应。黑子是日面的磁场最强的区域，大黑子群的出现会对地球产生影响，发生磁暴、电磁层扰动和引发极光。

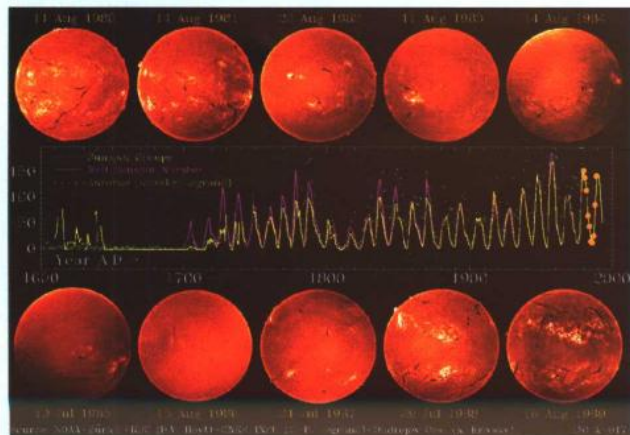


太阳黑子



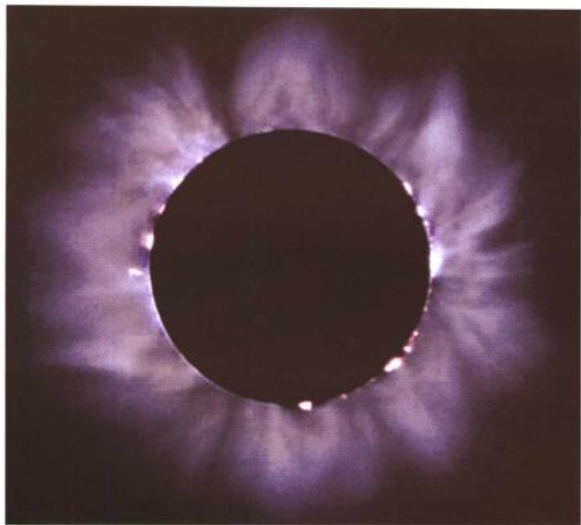
太阳黑子的本影和半影

天文学家对太阳黑子周期的研究图



### 太阳黑子周期是谁发现的?

太阳黑子周期是由德国人施瓦布于1843年首先发现的。施瓦布从1826年开始对太阳进行观测，他想发现当时许多天文学家都在寻找的火神星。到1843年，他虽然没有找到火神星的踪影，但却意外地发现太阳面上的黑子数呈周期性地变化着，周期大约是11年。施瓦布的发现没有立即得到重视，直到1848年，瑞士天文学家沃尔夫也发现太阳黑子具有11.1年的平均周期时，施瓦布的发现才得到了人们的认可。



日全食时拍摄到的太阳日珥和日冕



太阳日冕

## 日冕

日冕是太阳大气的最外层。日冕的物质极为稀薄，只有地球高层大气密度的百万分之一，主要由质子、高度电离的离子和高速运动的电子组成。日冕的温度高达 200 万℃，比下面的光球高得多。日冕分为内冕和外冕两部分。内冕的范围包括从色球

层顶部到离太阳表面 0.3 个太阳半径处；外冕位于内冕外侧，延伸到行星际空间，可达几个太阳半径，甚至更远。日冕的形状同太阳活动密切相关，在太阳活动极大年大致呈圆形，并有很长的喷流射向远方；在太阳活动极小年则收缩变扁，在赤道区域向外突出。日冕的精细结构包括冕流和极羽、冕洞、日冕凝聚区等。冕流是比背景日冕明亮的延伸结构，是日冕磁场不均匀分布的结果。极羽是比背景日冕亮的羽毛状延伸结构，出现在日面的两极区域。冕环是在日冕中不同高度处形成的或被激活的环状结构。冕洞是日冕中的一些辐射很弱、亮度比周围小得多的区域。日冕凝聚区是日冕的内冕中电子密度比周围大的区域，是光球和色球中局部活动区在日冕中的延伸。



太阳日冕分为内冕和外冕两部分

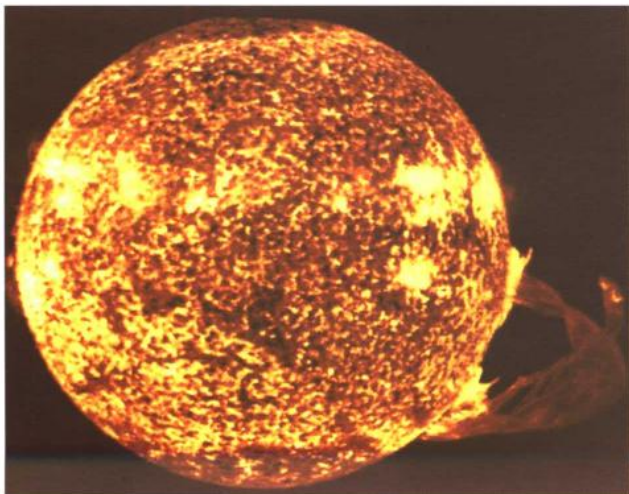
## 日珥

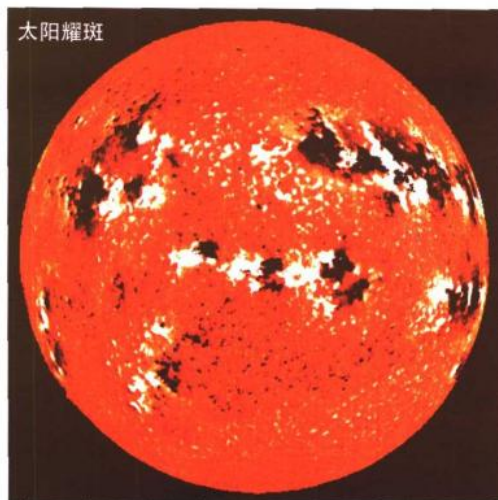
日珥是升腾在日面边缘的一种太阳活动现象，主要存在于日冕之中，下部常与色球相连。日珥由白色的发光物质构成，它的温度约为 5000℃，比光球暗弱得多，平时被地球大气散射的太阳光淹没，只有在日全食时或使用太阳分光仪等仪器才能观测到。

日珥大体上可分为四类：宁静日珥，变化缓慢，寿命较长，有时可达一月以上；活动日珥，由宁静日珥变化而来，运动速度较快，多为环形，抛出的物质最终仍落回日面；爆发日珥，活动最激烈的一种，有时运动速度可达 1000 千米/秒；冕形日珥，貌似浮云，是一种比较特殊的日珥。

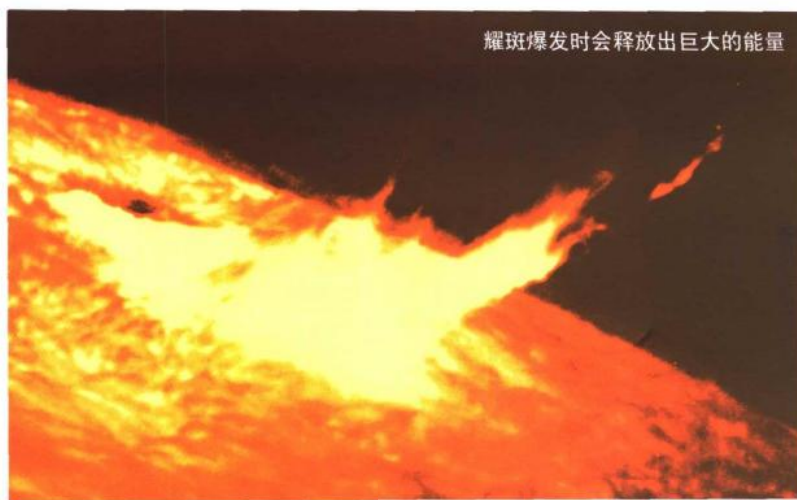
典型的日珥长约 20 万千米，高约 3 万千米，厚约 0.5 万千米，内部有很复杂的精细结构，并有自己的磁场。日珥在日面的不同纬度处都有可能出现，但主要分布于低纬区。低纬区的日珥分布与黑子分布相似，随 11 年的太阳活动周期不断漂移，高纬区的日珥不漂移，主要存在于 45°~50° 范围内。

太阳日珥的爆发（右下角）





太阳耀斑

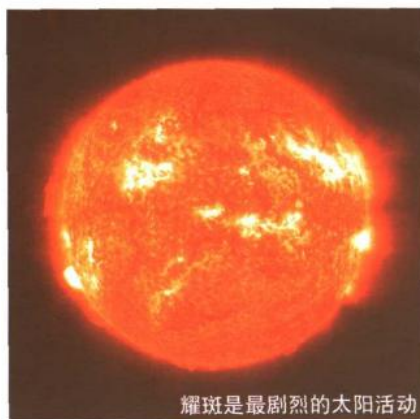


耀斑爆发时会释放出巨大的能量

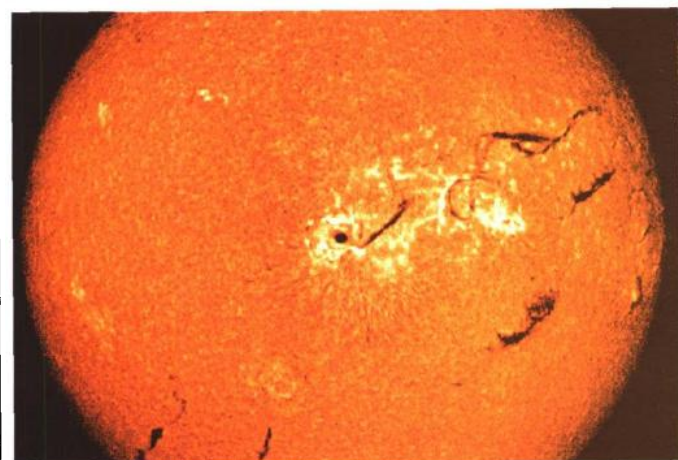
## 太阳耀斑

太阳耀斑又称太阳光斑、色球爆发，是日面局部区域释放的能量急剧增加的现象，是一种最剧烈的太阳活动。耀斑一般发生在色球层中，与太阳黑子关系密切，常出现在大黑子或黑子群附近，寿命从几分钟到几小时不等，亮度上升迅速，下降较慢。特别是在太阳活动极大年，耀斑出现更为频繁且强度变强。

耀斑爆发时释放出相当于10万~100万次强火山爆发的总能量，或相当于上百亿枚百吨级氢弹爆炸的总能量。耀斑在爆发过程中还发射各种各样的辐射，除可见光外，有紫外线、X射线和伽玛射线，有红外线和射电辐射，还有冲击波和高能粒子流，甚至有能量特高的宇宙射线。这些射线会危及宇航员的生命安全和空间设备的正常运转，并可在地球上引发磁暴、极光和短波通讯中断等地球物理效应。



耀斑是最剧烈的太阳活动



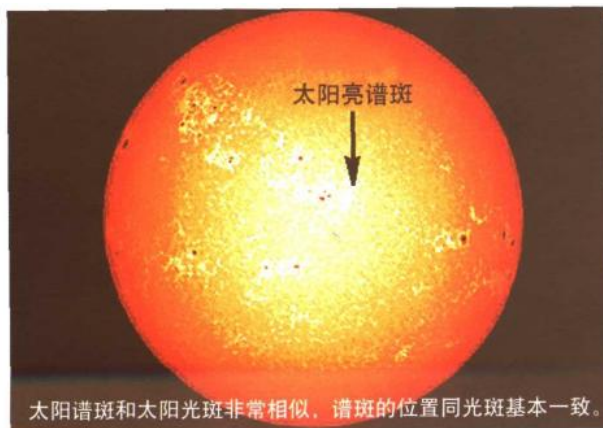
太阳光斑

## 太阳光斑

光斑是太阳光球层上比周围更明亮的斑状组织。它的平均温度比周围高100℃左右，亮度大10%。光斑常出现在太阳表面的边缘，很少在太阳表面的中心区露面。大多数光斑与黑子关系密切，它们由明亮的纤维组成，宽5000~10000千米，长50000千米，大致垂直于赤道分布。少部分光斑与太阳黑子无关，活跃在70°高纬区域，略呈圆形，面积比较小，直径约2300千米。光斑的平均寿命约为15天，较大的光斑寿命可达3个月。光斑同黑子一样，也具有11年的活动周期，但纬度活动范围比黑子宽15°左右。光斑向外延伸到色球层便成为谱斑。

## 太阳谱斑

谱斑是太阳色球层中的活动现象。利用色球望远镜或太阳单色光观测镜，可看到太阳单色像上有大块的增亮区域，有时也可观测到一些暗黑的区域，前者称亮谱斑，后者称暗谱斑。谱斑与光斑出现的位置基本一致，位于光斑上面，实际上是光斑在色球层中的延续。但光斑只能在日面边缘观测到，而谱斑在日面的大部分区域都可观测到。谱斑的形状、结构和亮度经常变化，大小从几千千米到几十万千米不等，寿命可长达几千个太阳自转周期。谱斑与黑子有密切的联系，多位于黑子群附近，一般比黑子早出现而晚消失。黑子多时，谱斑也较多、较大、较亮。



太阳亮谱斑

太阳谱斑和太阳光斑非常相似，谱斑的位置同光斑基本一致。