



权威专家推荐中学生必读知识大百科 • ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA 最新版...

这是一套培养21世纪优秀人才的百科全书，涵盖历史、地理、科学、军事等八大领域，用完善体例、海量内容、科学内证、精美图片全新诠释，融合国际最新的知识教育理念，把知识含量提升到书籍的最高先进水平，为学生建立最权威最全面的知识库。

# UNIVERSE

# 宇宙

总策划/邢涛 主编/龚勋



华夏出版社

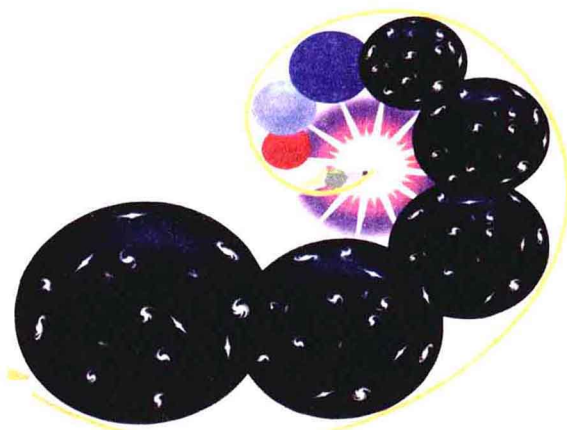
权威专家推荐中学生必读知识大百科

··· 最新版 ···

# UNIVERSE

# 宇宙

总策划 刑涛 主编/龚勋



华夏出版社

权威专家推荐中学生必读知识大百科（最新版）

# 宇宙

图书在版编目(CIP)数据

权威专家推荐中学生必读知识大百科：最新版·宇宙 / 龚勋主编. —北京：华夏出版社，2010.5

ISBN 978-7-5080-5513-8

I. ①权… II. ①龚… III. ①科学知识—青少年读物  
②宇宙—青少年读物 IV. ①Z228.2 ②P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 196982 号



出品策划：

网 址：<http://www.xinhua bookstore.com>

总 策 划 邢 涛

主 编 龚 勋

文字统筹 贾宝花

编 撰 刘冰远 袁 毅 丛龙艳

责任编辑 马利荣 周晓杰

设计总监 韩欣宇

装帧设计 赵天飞

美术编辑 安 蓉 蒋正清

印 制 张晓东

出版发行：华夏出版社

地址：北京市东直门外香河园北里 4 号

邮编：100028

总经销：四川新华文轩连锁股份有限公司

印刷：北京市松源印刷有限公司

开本：787 × 1092 1/16 印张：10 字数：170 千字

版次：2010 年 5 月第 1 版 印次：2010 年 5 月第 1 次印刷

书号：ISBN 978-7-5080-5513-8 定价：22.80 元



权威专家推荐中学生必读知识大百科（最新版）

## 宇宙

# 推荐序

学生阶段是一个人长知识、打基础的重要时期，这个时期会形成一个人的兴趣爱好，建立一个人的知识结构，一个人一生将从事什么样的事业，将会在哪一个领域取得多大的成功，往往取决于他在学生时代读了什么样的书，摄取了什么样的营养。身处21世纪这个知识爆炸的时代，面临全球化日益激烈的竞争，应该提供什么样的知识给我们的孩子们，是每一位家长、每一位老师最关心的问题。学习只有成为非常愉快的事情，才能吸引孩子们的兴趣，使孩子们真正解放头脑，放飞心灵，自由地翱翔在知识的广阔天空！纵观我们的图书市场，多么需要一套能与发达国家的最新知识水平同步，能将国外最先进的教育成果汲取进来的知识性书籍！现在，摆在面前的这套《权威专家推荐中学生必读知识大百科（最新版）》系列令我们眼前一亮！全系列分为《宇宙》《地球》《生物》《科学》《历史》《艺术》《军事》《人体》八种，分别讲述与学生阶段的成长关系最为密切的八个门类的自然科学及人文科学知识。除了结构严谨、内容丰富之外，更为可贵的是这套书的编撰者在书中设置了“探索与思考”、“DIY 实验室”、“智慧方舟”等启发智慧、助人成长的小栏目，引导学生以一种全新的方式接触知识，超越了传统意义上单方面灌输的陈旧习惯，让学生突破被动学习的消极角色，站在科学家、艺术家、军事家等多种角度，自己动手、动脑去得出自己的结论，获取自己最想了解的知识，真正成为学习的主人。这样学习到的知识，将会大大有利于我国学生培养创造力、开拓精神以及对知识发自内心的好奇与热爱，而这正是我们对学生的全部教育所要达到的最终目的！

《中国教育报》副总编辑

翟博



权威专家推荐中学生必读知识大百科（最新版）

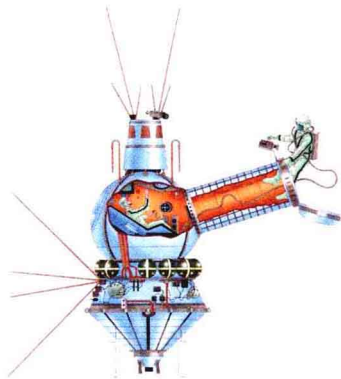
## 宇宙

# 审订序

宇宙、地球、生物、科学、人体、艺术、历史、军事，这些既涉及自然科学，又包涵人文科学、社会科学的知识门类，是处在成长与发育阶段正在形成日渐清晰的世界观与人生观的广大学生们最好奇、最喜爱、最有兴趣探求与了解的内容。它们反映了自然界的复杂与生动，透射出人类社会的丰富与深邃。它们构成了人的一生所需的知识基础，养成了一个人终生依赖的思维习惯，以及从此难舍的兴趣取向。宇宙到底有多大？地球是独一无二的吗？自然界的生物是如何繁衍生息的？我们的身体有多奇妙？科学里有多少奥秘等待解答？我们人类社会跨过了哪些历史阶段才走到今天？伟大的军事家是如何打赢一场战争的？伟大的艺术是如何令我们心潮起伏、沉思感动的？……学生们无不迫切地希望了解这一个个问题背后的答案，他们渴望探知身边的社会与广阔的大自然。知识的作用就是通过适当的引导，使他们建立起终生的追求与探索的精神，让知识成为他们的智慧、勇气，培养起他们的爱心，磨炼出他们的意志，让他们永远生活在快乐与希望之中！这一套《权威专家推荐中学生必读知识大百科（最新版）》共分八册，在相关学科的专家、学者的指导下，融合了国际最新知识教育理念，吸纳了世界最前沿的知识发展成果，以丰富而统一的体例，适合学生携带与阅读的形式专供学生学习之用，反映了目前为止国内外同类书籍的最先进水平。中国的学生们这一次站在了与世界各国同龄人同步的起跑线上。他们的头脑与心灵将接受一次全新的知识洗礼，相信这套诞生于21世纪之初，在充分消化吸收前人成果的基础上又有新的发展与创造的知识百科能让我们的学生由此进入新的天地！

美国加州大学伯克利分校博士  
北京大学副教授

武瀚章



## 前言

宇宙的广阔、美丽和神秘吸引着人们不断地去探索她，希望能揭开她的面纱。更重要的是，地球也是宇宙中的一员，了解宇宙的过程就是了解我们自己的过程，所以，对于宇宙的认识和了解已显得十分重要。为此，我们编写了这本《宇宙》。本书以通俗易懂的语言、结构严谨的知识体系向读者介绍了宇宙各方面的知识，是你了解宇宙知识、探索宇宙奥秘的重要工具书！

全书共分为三章：第一章“太阳系”从我们最熟悉的地球开始说起；第二章“外太阳系”带领读者飞出了太阳系，伸向更为广阔和深远的空间；第三章“太空探索”则把人类探索太空，向太空进军的历程娓娓道来。本书体例新颖，知识全面且脉络分明，知识点呈辞条形式，使读者一目了然，方便查询。在每一节内容之前设置了“探索与思考”栏目，通过观测与实验提出问题，让读者在阅读的同时不忘思考；在每节之后设置了“DIY实验室”，使理论与实际相结合，让读者获得知识的延伸与拓展；“智慧方舟”小栏目帮助读者检验学习效果，加深读者对本节内容的理解。同时，本书采用图文并茂的编排方式，配有近 500 幅图片，其中包括精致美观的摄影照片和插画专家绘制的手绘原理图。

此书为爱好天文学、渴求了解宇宙知识的广大中学生朋友们提供了一个平台，我们衷心希望本书能成为广大读者朋友跨入天文学殿堂的阶梯！

# 如何使用本书

为了方便读者，现将《宇宙》的使用方法简介如下：本书共分为“太阳系”、“外太阳系”、“太空探索”三章，每一个篇章都下设若干主标题，在主标题下又分设辅标题、次辅标题和小资料，层次分明，体例新颖；除说明性文字外，还通过习题、实验、手工制作等多种形式分别阐释了本篇章的主题。本书每一个主题内容下都配有精美的图片，并附有图片名称或说明文字，使您一目了然。

## 次辅标题

对辅标题内容进一步说明的内容名称。

## 次辅标题说明

对次辅标题的文字叙述，是对辅标题内容的详细说明与佐证。



## 书眉

双数页码的书眉标示出书名；单数页码的书眉标示每一章的名称。

## 篇章名

## 主标题

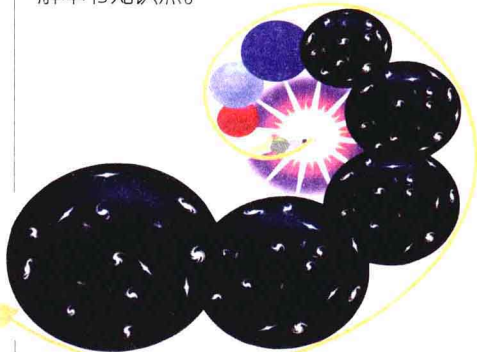
本节主要知识内容的名称。

## 探索与思考

通过生活中的观察活动和动手小实验提出思考问题。

## 主标题说明

阐述本节的主要内容，有助于了解本节知识点。



100 | 宇宙

## 太空探索

# 望远镜

· 探索与思考 ·

## 遥望天空

1. 准备 1 个放大镜、1 个三棱镜、1 架望远镜；
2. 用放大镜对准书上的字，你会看到本来很小的字变大了；
3. 用棱镜对着太阳（注意不要直视太阳），棱镜的另一端会出现彩虹；
4. 选一个没有月亮或月亮比较暗的夜晚，到山上或郊区观察星空，画下你所看到的天象，并到图书馆，看你所画下的与资料是否相似。

想一想 望远镜是依靠什么原理把遥远的天空拉近的呢？

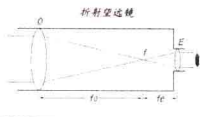
**望** 望远镜发明于 17 世纪初。人类通过望远镜拉近了与遥远星空的距离，等于是从平面跃入立体。越大的望远镜所能观测到的就越多，更令人惊叹。我们已从肉眼可见约 6 000 颗星的时期，到了现在能观察月面的起伏、太阳黑子、土星光环、各个星座等，而且我们还在借助光学仪器向更广阔、更深远的宇宙进军。



## 望远镜的原理

### 光的折射或反射

望远镜由物镜和目镜组成。接近景物的凸透镜或凹形反射镜叫做物镜，靠近眼睛那块叫做目镜。远景物的光源视做平行光，根据光学原理，平行光经过凸透镜或球面凹形反射镜便会聚焦在一点上，这就是焦点。焦点与物镜的距离就是焦距。再利用一块比物镜焦距短的凸透镜即目镜就可以把成像放大，观察者就看得特别清楚。



小天文学家正在了解望远镜。

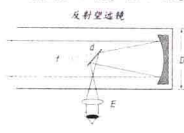
## 倍率

### 望远镜拉近物体的能力

望远镜的倍率是指望远镜在视觉上拉近物体的能力。一架望远镜的合理倍率与望远镜的口径和观测方式相关；口径大的，倍数可以适当高些，带支架的可以比手持的高些，稳定性也就越差，观察视场就越小、越暗，其带来的抖动和空气的波动对其影响也就越大。手持观测的双筒望远镜，7~10倍之间是最合适的，最好不要超过 12 倍，如果望远镜的倍率超过 12 倍，那么手持观察将会很不方便。

### 望远镜的原理

O= 物镜 E= 目镜  
f= 焦点 f'= 物镜焦距  
f''= 目镜焦距 D= 物镜口径 d= 口径







# 目录

## 太阳系 1~53

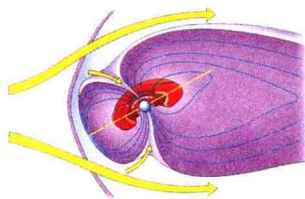
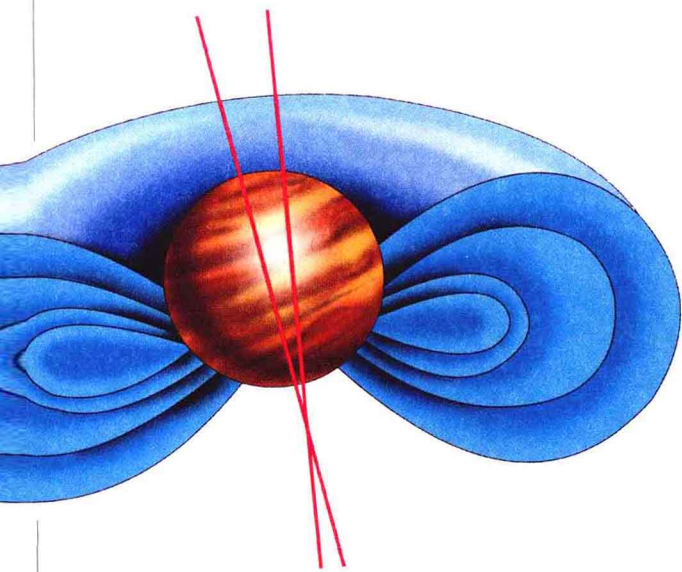
简介太阳系内八大行星的各自特征，以及除八大行星以外的其他天体的具体情况。

太阳系的起源与演变	1
太阳	4
地球	12
月球	22
类地行星	30
类木行星	38
彗星、小行星、流星	48

## 外太阳系 54~99

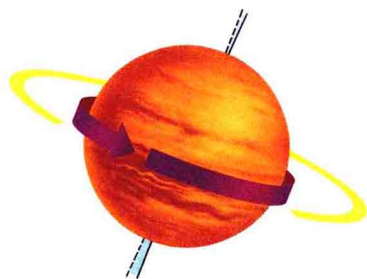
宇宙的诞生，银河系的结构，河外星系的形状，恒星的演变，星团和星云的分类，星座的方位。

宇宙的演变	54
银河系	64
河外星系	70
恒星	76
星团和星云	86
星座	92



### 范艾伦带

范艾伦带有效地抵御了强烈的太阳风，对地球表面起屏障作用。关于地球详见第12~21页。



### 土星

土星是太阳系八大行星之一，它最大的特征是有美丽的土星环。关于类木行星详见第38~47页。

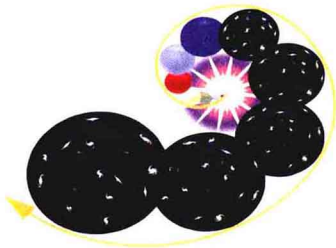


### 哈雷

英国天文学家哈雷发现了哈雷彗星，并预测了哈雷彗星的回归时间。关于彗星详见第48~53页。

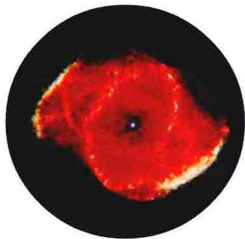
## 宇宙大爆炸

科学家们认为宇宙起源于一次大爆炸，并且自爆炸以后至今仍在不断膨胀。关于宇宙的演变详见第54~63页。



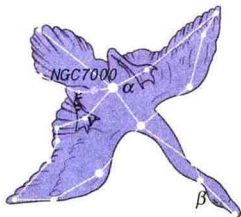
## 猫眼星云

猫眼星云因形似猫眼而得名，其明亮的中心天体可能是双星。关于星云详见第86~91页。



## 天鹅座

天鹅座有明亮的“北十字”、色彩鲜明的“天空宝石”和北美星云。关于星座详见第92~99页。



## 太空探索 100~149

火箭的用途，人造卫星的种类，空间站的发展，载人航天的历程，各探测器的工作情况，望远镜的意义，宇宙中是否存在其他生物的思考。

望远镜	100
天文台与天文馆	108
火箭	112
人造卫星	118
太空探测器	126
载人航天	132
空间站	142
宇宙生命	146



## 人造卫星

人造卫星上装有各种仪器，以保障它正常工作及运行。关于人造卫星详见第118~125页。



## 航天飞机

航天飞机包括了轨道飞行器、气闸舱、外贮箱和固体火箭助推器等部分。关于航天飞机详见第132~141页。

## 太阳系

# 太阳系的起源与演变

· 探索与思考 ·

## 太阳的引力

1. 按照太阳系中各个天体的大小，以特定的比例选择最小的天体——冥王星的代替品，你可以选择1枚图钉，或者选择1个乒乓球，当然也可以选择1个苹果；
2. 依据天体的体积，按照从小到大的顺序，严格按比例选择相应的替代品。水星、火星、金星、地球、海王星、天王星、土星、木星，不要嫌麻烦；
3. 选择1个可以按比例替代太阳的东西，屋子里没有，可以去屋外找找看。这时，你会发现找到一个太阳是多么的费力。

想一想 为什么太阳能把八大行星吸引在自己的周围？

**说** 到天文学，首先要说的肯定是太阳系。因为我们生活在这个已知宇宙中最特殊的恒星系中，它给我们的生活带来的影响是无法估算的。太阳是宇宙中一个特殊的天体，这是因为它不仅拥有八大行星，还使其行星上孕育出了生命。太阳系中不仅包括太阳和八大行星，还包括行星的卫星、小行星、彗星以及各种星际物质。有关太阳系的形成，一直存在着三种假说：星云说、撞击说和遭遇说。

## 太阳系的早期

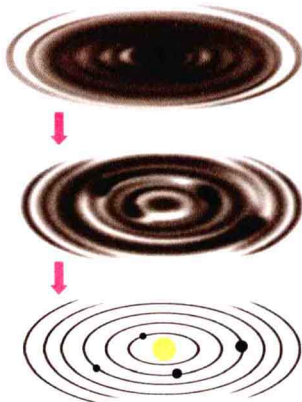
### 太阳系和众行星的出现

早期的太阳星云崩溃后，中心不断升温并压缩，热到可以使灰尘蒸发，以至使它变为了一颗质子星，大多数气体逐渐向里移动，增加了中央原始星的质量。也有一部分在自转，离心力使它们无法往当中靠拢，逐渐形成一个绕着中央星体公转的“添加圆盘”，并向外辐射能量，慢慢冷却。气体逐渐冷却，使金属、岩石和离中央星体远处的冰浓缩到微小粒子。灰尘粒子互相碰撞，又形成了较大的粒子。这个过程不断进行，直到形成大圆石头或是小行星。

## 有关太阳系诞生的三种假说

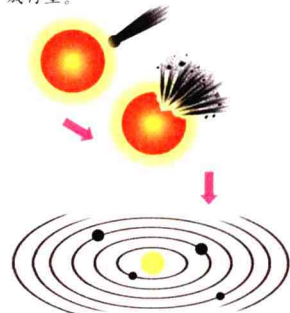
### 太阳系的诞生

有关太阳系的起源的学说大致分为三种。目前已基本确定，太阳和行星都是同时期的相同物质所形成。



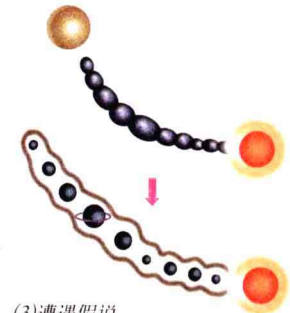
#### (1) 星云说

旋涡状星云冷缩后其转速加快，使外圈的物质相继分离，凝聚成行星。



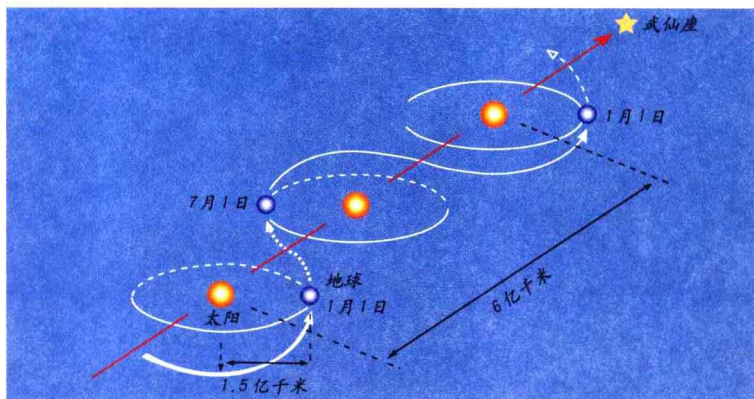
#### (2) 撞击假说

彗星等其他天体和太阳相撞后，它们的残骸渐成行星。



#### (3) 遭遇假说

其他天体通过太阳附近，吸引出太阳内部物质形成行星。



太阳系的运动

## 行星的形成

### 旷日持久的演进

在宇宙中当一颗新生恒星周围存在碟状宇宙尘埃物质时,这些尘埃物质在漫长时间中逐渐聚集起来,形成一个个较大的陨石块。当这些陨石块之间发生碰撞并融合到一起后,相应便会激起大量尘埃和岩石碎块。经过长时间的逐步演进过程,最终才会形成一个早期行星系统的雏形,而那些尘埃和恒星周围的尘埃也会逐渐消失。

## 太阳系的探索与研究

### 科学研究的演变

人类从1959年开始不断地通过空间探测器等进行空间探测,研究太阳系。目前主要集中在月球和火星的探测以及小行星和彗星的探测上。对太阳系的长期研究,分化出了这样几门学科:太阳系化学、太阳系物理学以及太阳系内的引力定律和太阳系稳定性问题。

## 太阳系的运动

### 旋转和远离的过程

太阳系是银河星系的一部分。太阳系移动速度约为220千米/秒,2.26亿年绕银河系转一周。太阳系中的八大行星都在差不多同一平面的近圆轨道上运行,朝同一方向绕太阳公转。除金星以外,其他行星的自转方向和公转方向相同。彗星的绕日公转方向大都相同,多数为椭圆形轨道,一般公转周期比较长。另外,整个太阳系还在远离银河系,它们朝着武仙座的方向不停地飞行。

## 日心说

### 划时代的天文学革命

日心说是波兰天文学家哥白尼于1515年左右提出的关于天体运动的学说。哥白尼认为,地球只是引力中心和月球轨道的中心,并不是宇宙的中心;所有天体都绕太阳运转,宇宙的中心在太阳附近;地球到太阳的距离同天穹高度之比是微不足道的;在天空中看到的任何运动,都是地球运动引起的,等等。

## 哥白尼

尼古拉·哥白尼(1473~1543),波兰伟大的天文学家,日心说的创立者。1512年,哥白尼定居在弗劳恩堡,弗劳恩堡城墙中的平台成为哥白尼的天文观测台,他自制了三分仪、三角仪、等高仪等器具。哥白尼的毕生成果是其巨著《天体运行论》,讲述了地球的运动和宇宙的构造,驳斥了托勒密的地球是宇宙中心的理论。该学说虽然具有一定的局限性,但在当时却推动了天文学的根本变革。

弥留之际的哥白尼



## 其他行星系

### 太阳系的兄弟姐妹

寻找太阳系以外的太阳系,是许多天文学家毕生的目标。自1992年天文学家发现首个别的行星系开始,至今已发现几十个行星系,但是详细材料还是很少。对这些行星系的发现和研究,依靠的是多普勒效应,测试恒星的周期性变化,以此推断是否有行星存在,并且计算行星的质量和轨道。但这也只能发现大行星,像地球大小的行星就找不到了。

## 太阳系主要天体表

下表的数据都是相对于地球的值：

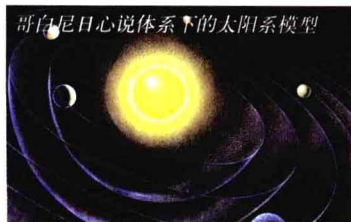
	 太阳	 水星	 金星	 地球	 火星	 木星	 土星	 天王星	 海王星	 冥王星
天体距离 (天文单位)	0	0.39	0.72	1.00	1.5	5.2	9.5	19.2	30.1	*39.5
赤道直径	109	0.382	0.949	1.00	0.53	11.2	9.41	3.98	3.81	0.24
质 量	333 400	0.06	0.82	1.00	0.11	318	95	14.6	17.2	0.0017
轨道半径	—	0.38	0.72	1.00	1.52	5.20	9.54	19.22	30.06	39.5
公转周期 (年)	—	0.241	0.615	1.00	1.88	11.86	29.46	84.01	164.79	248.5
自转周期 (天)	27.275	58.6	243	1.00	1.03	0.414	0.426	0.718	0.671	6.5

\*1930年以后冥王星被国际天文学联合会正式确定为行星，但在2006年国际天文学联合会上又被“开除”出行星行列。

## 提丢斯—波得定则

## 局部成立的行星分布规则

18世纪后期，德国天文学家提丢斯和波得提出了一个关于太阳系行星分布的一个定则，这就是提丢斯—波得定则。定则的主要内容是：如果把地球到太阳的距离设为1天文单位，取得0, 3, 6, 12, 24, 48, 96……这么一个数列，每个数字加上4再用10来除，就得出了各行星到太阳实际距离的近似值。在天王星发现及以前的时间里，这一定则较好的说明了一些问题。但是，随着海王星和冥王星的发现，这一定则就不再是人们信赖的法则了。



## • DIY 实验室 •

## 实验：行星的形成

准备材料：黏土、一些大小不同的小石子(或玻璃球)、一个洗脸盆、软尺

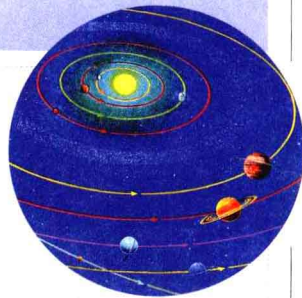
实验步骤：在院子里做。将黏土倒入脸盆中，和成稀粥状，要保证稍有黏性；将小石子抛向脸盆，使得盆内的泥浆能够被撞击出来，溅落在院子里；再换几个角度，用不同的石子和不同的力气试试；用软尺测量一下溅落在院子里的泥浆和脸盆之间的距离。

原理说明：脸盆里的泥浆代表着太阳，小石子代表着路过太阳的高速飞行的天体。撞击假说认为，行星是由太空中的天体撞击太阳形成的，而且八大行星不是一同诞生的。由于被高速飞行的天体撞击，太阳的一部分物质被抛洒在太空，经过漫长的演变形成行星。

## • 智慧方舟 •

## 选择：

- 太阳系中质量最小的行星是？  
A. 火星 B. 天王星 C. 水星 D. 金星
- 太阳系中，已知密度最小的行星是？  
A. 土星 B. 木星 C. 海王星 D. 水星
- 哥白尼是哪国人？  
A. 德国 B. 意大利 C. 英国 D. 波兰
- 提丢斯—波得定则适合于哪个以内的行星？  
A. 火星 B. 天王星 C. 海王星 D. 木星



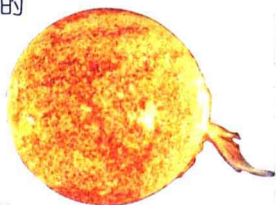
# 太阳

·探索与思考·

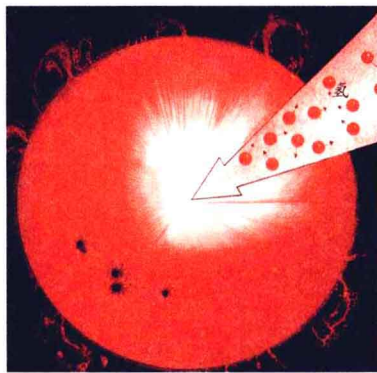
## 太阳的光和热

1. 把双筒望远镜夹在铁架台上；
2. 在一张20厘米宽、28厘米长的薄硬纸板上剪一个洞，以便盖在双筒镜上；硬纸要盖住一个镜片，另一个镜片可以让光线穿过；硬纸板要扎牢；
3. 用望远镜在白纸上呈现一个太阳的像，而硬纸板会在白纸上形成阴影。调节焦距，前后移动白纸，直到白纸上呈现出一个清晰的太阳的影像。伸手让太阳的影像落在手上，会有灼热的感觉。

注意：千万别用眼睛直接看太阳，这样会灼伤你的眼睛！



想一想 太阳是怎样发光发热的呢？



太阳通过核聚变发光发热。

## 太阳的成分

### 内部元素及比例关系

目前太阳的成分中，氢占了大约75%的质量，而氦则占了约25%。在太阳核心中的氢正逐渐转变成氦，但这种转变十分缓慢。太阳核心的情形非常惊人，温度高达约  $1.5 \times 10^7$ ℃、压力是  $2.5 \times 10^{11}$  个大气压，其组成“气体”（严格来说是气体离子，即电浆）的密度因而被压缩成水的150倍。

太阳是处于太阳系中心的巨大恒星体，是太阳系中的老大哥，主要由炽热的气体组成。它发光发热，抚育着所有太阳系中其他的天体，其中当然也包括居住着我们人类的地球。巨大的太阳是人类最为关注的天体，因为它与人们的日常生活息息相关。但是，相对于浩瀚的宇宙来说，太阳也只不过是一颗极其普通的恒星。它不仅需要自转，也要围绕着银河系中心公转。

## 太阳的结构

### 洋葱式的内部结构

太阳和其他众多的恒星一样，是个气态的球体，并没有界限分明的表面。天文学家把发出强烈白光，而光线无法穿透的球面作为太阳的表面，给了它一个特别的名称叫光球层(photosphere)，并以光球层为分界，把太阳的结构分成内部结构与大气结构两大部分。太阳的内部结构由内到外可分为核心、辐射层、对流层三大部分。核心是产生核聚变反应的地方。太阳核心约占总质量的50%，占太阳半径的10%，却是太阳99%的能量来源。大气结构由内到外分为光球、色球和日冕三层。

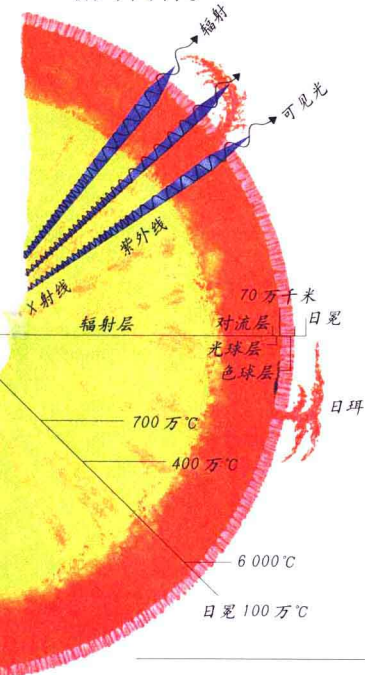




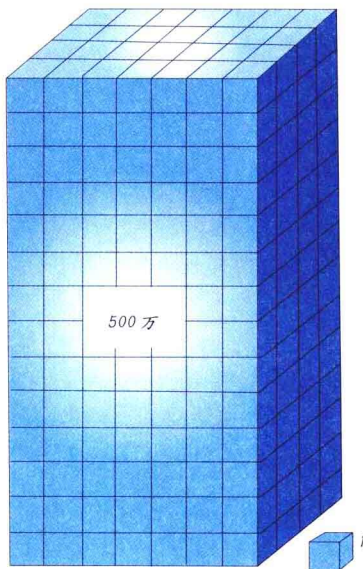
## 日核

### 太阳的核心

日核是产生核聚变反应之处，是太阳的能源所在。太阳核心的压力为地球大气压力的  $2.5 \times 10^{11}$  倍，温度估计约为  $1.5 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{C}$ ，是氢进行质子-质子热核熔合的反应区。核心物质的密度为  $150\text{g}/\text{cm}^3$ ，远高于铁的密度  $7.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。太阳核心经过核反应，氢核聚变产生大量的光和热。氢核聚变的主要过程有质子-质子链与碳氮氧循环两种。



### 核聚变反应与化学反应的比较



1克的氢，经核聚变反应与与化合反应，所获得能量之比约为  $5\,000\,000:1$ 。可见核聚变反应可得能量有多大。

### 由化学反应可得能量

空气	约3.4万卡/克	
天然瓦斯	约2万卡/克	
液化石油气	约1.2万卡/克	
灯油	约1.2万卡/克	
喷射燃料	约1万卡/克	
瓦斯	约1万卡/克	
煤	约8000卡/克	
木炭	约7500卡/克	

核聚变反应与化学反应

## 太阳的能量

### 长时间的燃烧与释放

太阳的能量输出功率为  $3.86 \times 10^{26}$  瓦，如此庞大的能量是来自于核心的核聚变反应：每秒钟有大约  $7 \times 10^{11}$  千克的氢聚变成  $6.95 \times 10^{11}$  千克的氦，其间损失的  $5 \times 10^9$  千克质量即转换为庞大的  $\gamma$  射线能量。在  $\gamma$  射线前进到太阳表面的途中，会不断地被四周粒子所吸收，再发出来较低频的电磁波，到太阳表面时发出的主要是可见光。而在最靠近太阳表面 20% 厚的区域，能量主要的传递方式是靠对流而非辐射。太阳的输出总功率为  $3.826 \times 10^{26}$  瓦，绝大部分能量是由核心核反应所供给。如此燃烧，太阳大约可再维持 50 亿年。

## 太阳核反应

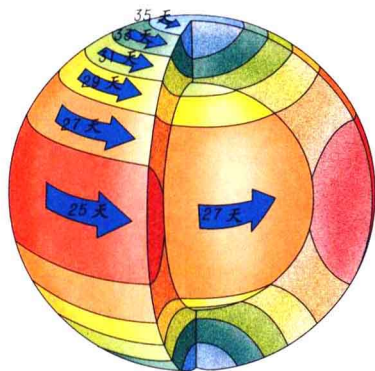
### 产生巨大能量的源泉

即太阳内部的核聚变反应。在太阳核心内部进行着 4 个氢原子核（质子）聚变成 1 个氦原子核（粒子）的过程，同时放出大量能量，像氢弹爆炸一样。太阳中心的温度高达  $1.5 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{C}$ ，压力极大，这样的高温高压完全符合核聚变反应的条件。在已知的各种质-能转换过程中，以核聚变反应最有效率，氢核聚变过程可归结为：4 个氢  $\rightarrow$  1 个氦 + 能量 + 2 个微中子。而能量的形式通常为高能的  $\gamma$  射线与 X 射线光子。氢聚变产生的能量，须历经辐射层和对流层中物质的传递才能传抵太阳表面。

## 太阳的自转

### 内外不一致的旋转

太阳自身一直在不停地旋转。科学家通过一个全球性太阳观测网发现：太阳内核自转速度比其表层赤道位置慢 10% 左右，太阳表层每 25~35 天自转一周，其赤道位置旋转速度为每小时 6 400 千米，而太阳内核自转速度则相对较慢。由于太阳内核与表层自转速度不一致，表层经过一定时间后会再次与内核原先的位置相重叠，而这一周期大约是 11 年。这一发现为人类进一步了解恒星的构成和活动特点提供了参考。



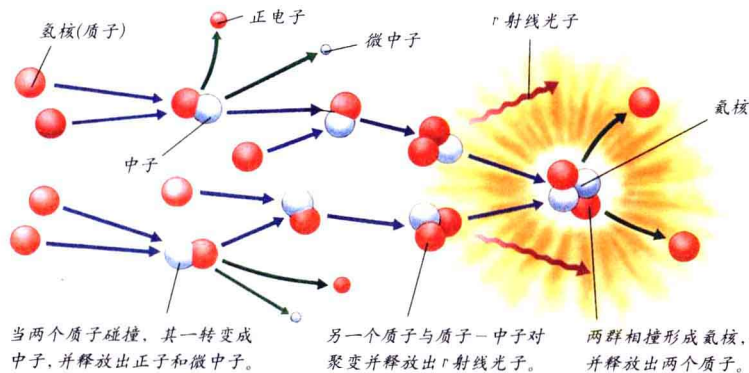
太阳的旋转速度

## 微中子

### 核聚变的副产品

微中子是基本粒子的一种，穿透力极强，以光速行驶，是太阳内部核聚变反应的“副产品”，其对宇宙演化有举足轻重的影响。一直以来，人们以为它没有任何质量。1998 年，日本神冈地下探测器所宣布已找到微中子会振荡的确切实验证据。不过实验所证实的是宇宙射线，在地球的上大气层所产生的  $\mu$  微中子与  $\tau$  微中子，会发生振荡现象，虽然没有量出  $\mu$  微中子与  $\tau$  微中子的确切质量，但证实了微中子有很细小但不为零的质量。

### 能产生微中子的太阳核反应

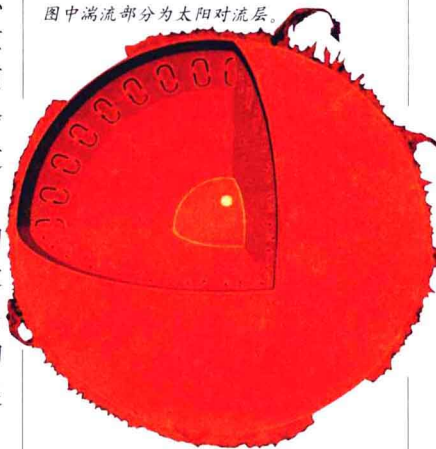


## 太阳对流层

### 太阳内层的最外层

对流层是太阳内部的组成区域之一，靠近太阳表面光球层，厚约 15 万千米，以对流形式将能量传出。辐射区的外围温度下降得很快，物质的透明度大为减低，再加上太阳表面的辐射损失，使得上下温差很大，形成了以湍流为主的强烈对流层。对流层几乎完全不透明，辐射层传来的能量，在这一层以对流的方式由高热气团带到表面，表面的较冷气团则下沉。对流层内部的温度约为  $1 \times 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

图中湍流部分为太阳对流层。



## 日震

### 太阳表面的周期振荡

日震是太阳表面气体和太阳本身一直在进行的周期性振荡，震荡时太阳直径可增大 10 千米。20 世纪 60 年代初，科学家发现太阳有一种以 5 分钟为周期的振荡现象存在。在振荡中，太阳表面气体连成一片，同起同落，最大的振荡速度约为 1 000 米/秒。5 分钟振荡被认为是太阳大气中的现象。然而，1976 年，苏联科学家发现太阳本身也在做有规律的振荡，周期是 2 小时 40 分钟，振荡达到极大时，太阳直径增大大约 10 千米。

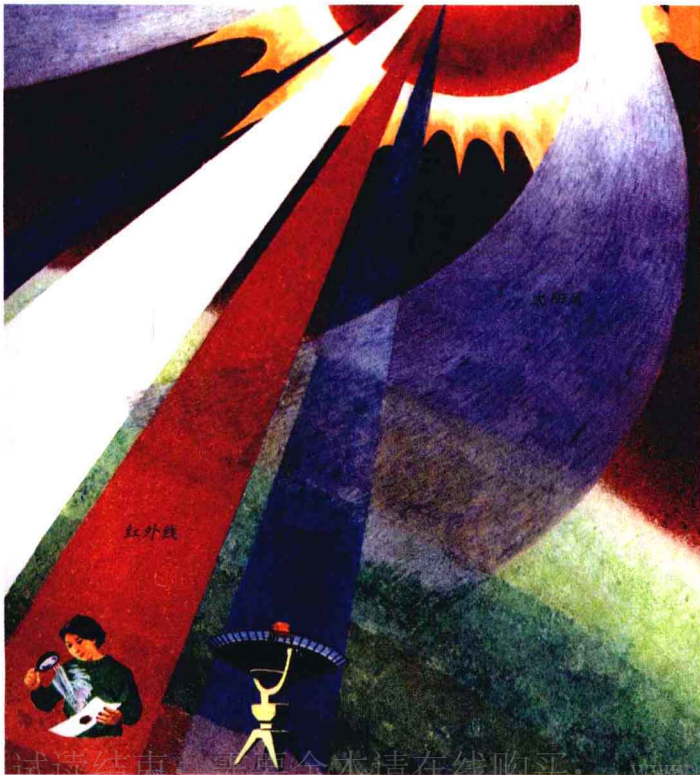


## 太阳辐射层

### 向外传输能量的区域

辐射层也是太阳内部的组成区域之一，处于对流层下方，能量以辐射的形式传出。从核心向外到半径75%的区域称为辐射层，来自核心的 $\gamma$ 射线与X射线光子，不断与辐射层内的物质粒子相碰撞，被物质粒子吸收再辐射，最后主要以可见光的形式传到太阳表面，然后才辐射到四面八方。在辐射区内，光子平均每走1厘米就与物质粒子碰撞一次，需要很长时间才能到达太阳表面。辐射区内(包括日核)含有90%以上的太阳物质。

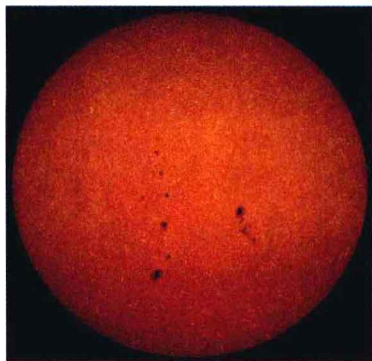
太阳的光



## 光球

### 气态的发光表面

光球层是太阳大气的最内一部分。光球层厚度只有500千米，平均温度约为6 000 $^{\circ}\text{C}$ ，呈气态，大部分太阳辐射是从这里发出的。光球是人类实际能够看到的太阳的圆面，它的界限比较分明，太阳的半径就是按照这个界限确定的。光球层上能够观测到许多太阳活动：米粒组织和超米粒组织是气体对流现象，太阳黑子是光球层上巨大的气流旋涡，太阳黑子形成之前产生的灼热氢云，就是耀斑。



光球及其上面的太阳黑子

## 太阳黑子

### 太阳表面的低温区

太阳黑子是在太阳光球层上发生的一种太阳活动，是太阳活动中最基本、最明显的活动现象。太阳黑子实际上是太阳表面一种炽热气体的巨大旋涡，温度大约为4 500 $^{\circ}\text{C}$ 。因为比太阳光球层表面温度要低，所以看上去像一些深暗色的斑点。一个发展完全的黑子由较暗的核和周围较亮的部分构成，中间凹陷大约500千米。黑子经常成对或成群出现，其中由两个主要的黑子组成的居多。

## 蝴蝶图

### 黑子的分布图

黑子出现的时间并不是均匀分布的。黑子周期开始时，黑子主要出现在南、北纬约35 $^{\circ}$ 处，而在周期结束时，黑子通常出现在南、北纬约5 $^{\circ}$ 处。在同一周期中黑子的分布形状像一只蝴蝶，称为Maunder蝴蝶图。一般认为太阳黑子和其活动性，起源于热对流与各部分的较差自转，但这一理论至今尚未完全被证实。