创世卓越 荣誉出品







学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION





上 卷

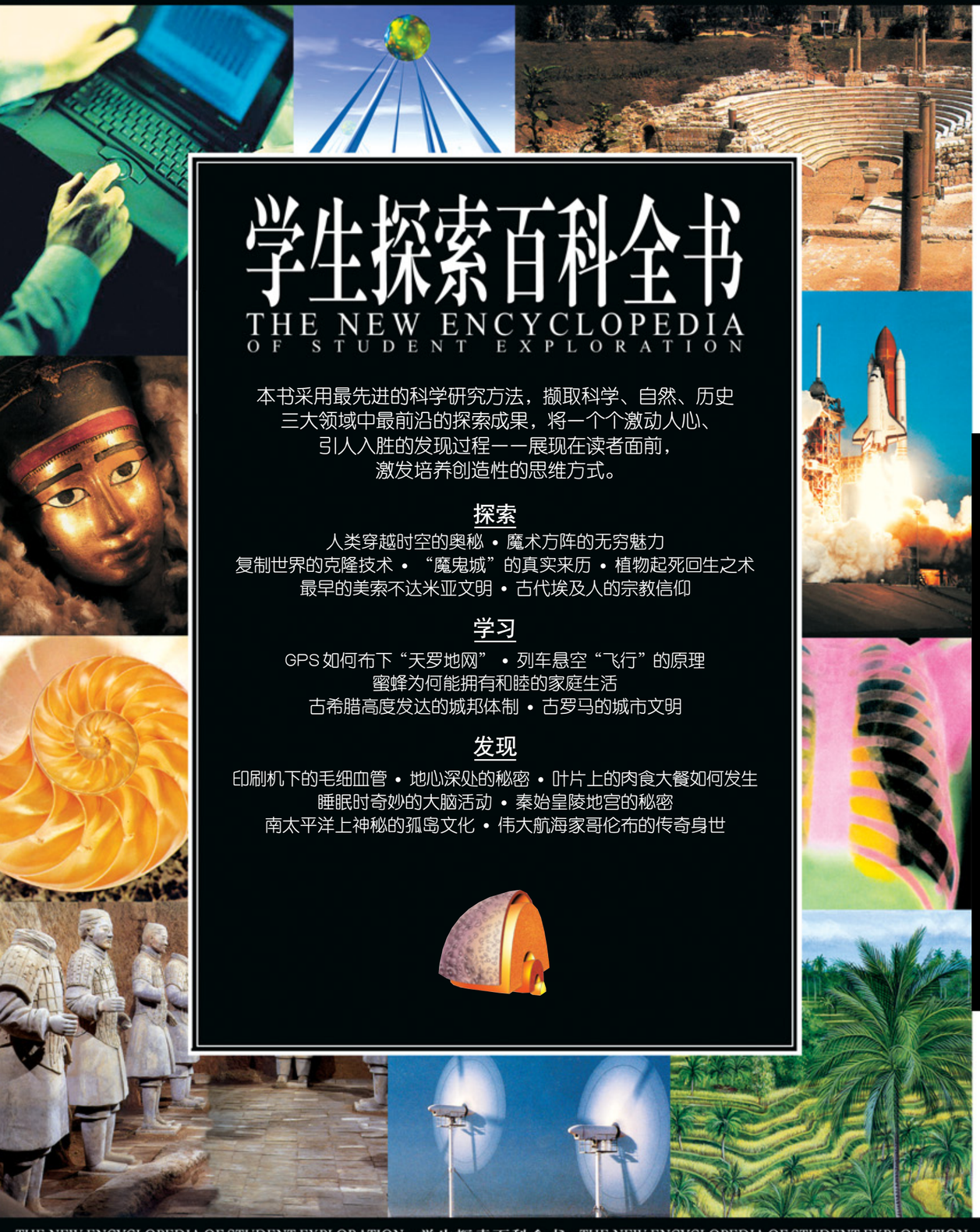


中 卷



下 卷

北京出版社出版集团 北京电子音像出版社出版 ISBN 7-900401-50-4 北京创世卓越图书有限公司设计



学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

本书采用最先进的科学研究方法，撷取科学、自然、历史
三大领域中最前沿的探索成果，将一个个激动人心、
引人入胜的发现过程一一展现在读者面前，
激发培养创造性的思维方式。

探索

人类穿越时空的奥秘 • 魔术方阵的无穷魅力
复制世界的克隆技术 • “魔鬼城”的真实来历 • 植物起死回生之术
最早的美索不达米亚文明 • 古代埃及人的宗教信仰

学习

GPS如何布下“天罗地网” • 列车悬空“飞行”的原理
蜜蜂为何能拥有和睦的家庭生活
古希腊高度发达的城邦体制 • 古罗马的城市文明

发现

印刷机下的毛细血管 • 地心深处的秘密 • 叶片上的肉食大餐如何发生
睡眠时奇妙的大脑活动 • 秦始皇陵地宫的秘密
南太平洋上神秘的孤岛文化 • 伟大航海家哥伦布的传奇身世

学生探索百科全书 上

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

北京出版社 北京出版社出版集团

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

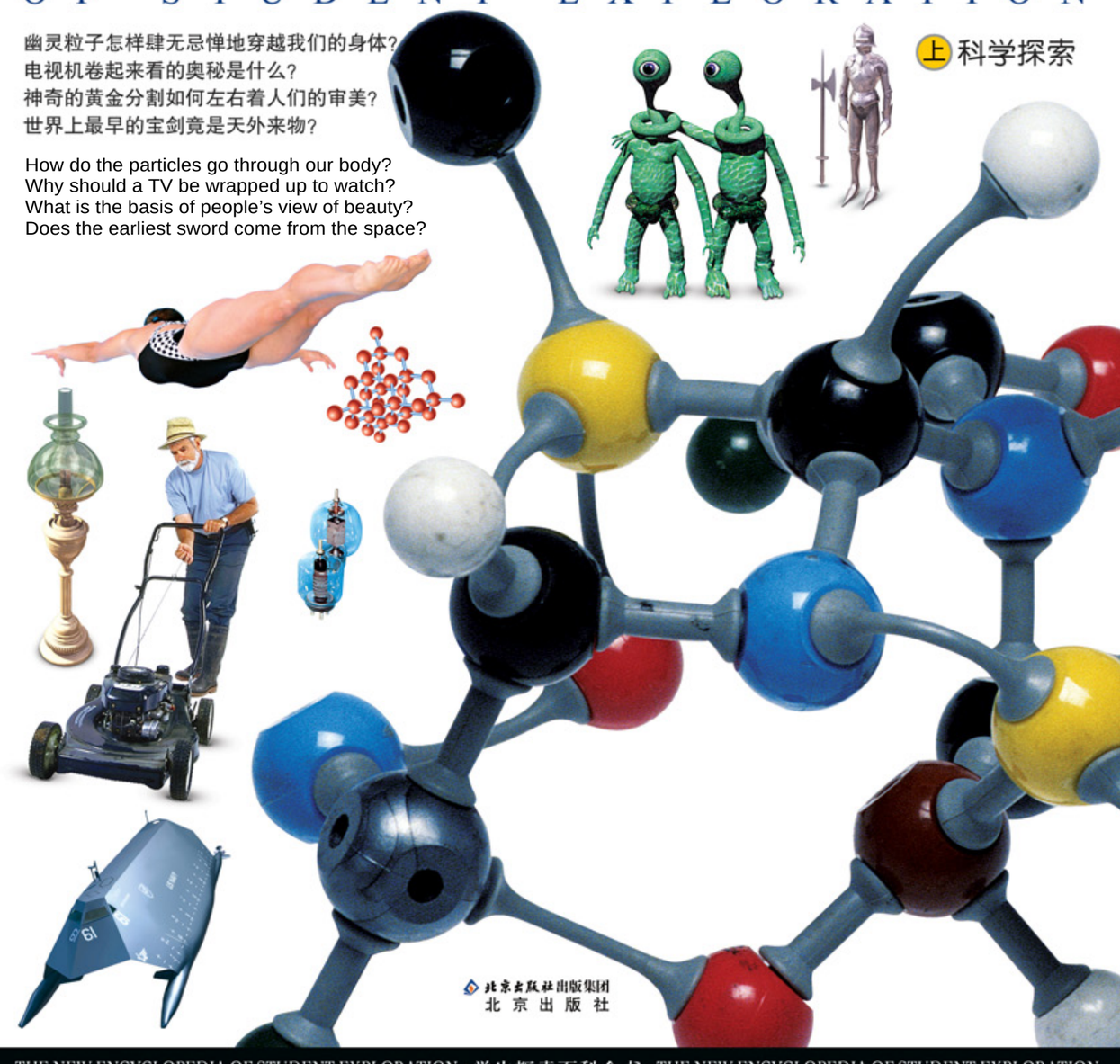
学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

上 科学探索

幽灵粒子怎样肆无忌惮地穿越我们的身体?
电视机卷起来看的奥秘是什么?
神奇的黄金分割如何左右着人们的审美?
世界上最早的宝剑竟是天外来物?

How do the particles go through our body?
Why should a TV be wrapped up to watch?
What is the basis of people's view of beauty?
Does the earliest sword come from the space?



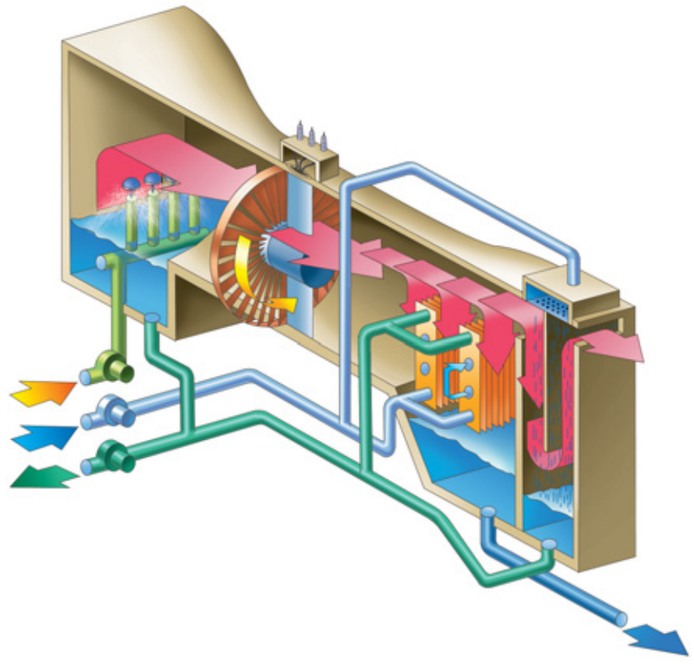
北京出版社出版集团
北京出版社

学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA
OF STUDENT EXPLORATION

— 上卷 —

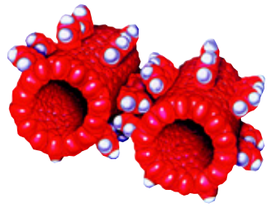
科学探索



北京出版社



学生探索百科全书
XUESHENG TANSUO BAIKE QUANSHU



总 策 划　邢　涛
主　　编　纪江红
执行主编　龚　勋
编　　撰　贾宝花 董　明 叶　静 李　萍

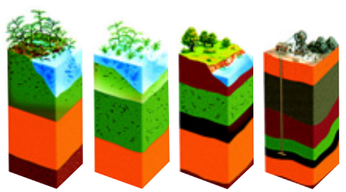
特约编辑　张加勉
责任编辑　毛白鸽
装帧设计　韩欣宇
版面设计　钱　颖 孙　璟
图片制作　周　丹 蒋正清
插图绘制　姜晓松 周长风 崔树良 钟　健
技术支持　任　超

北京电子音像出版社出版
（北京北三环中路 6 号）
邮政编码：100011
网址：www.bph.com.cn
ISBN 7-900401-50-4

Publisher: Xing Tao
Editor-in-Chief: Ji Jianghong
Deputy Editor-in-Chief: Gong Xun
Editor: Jia Baohua Dong Ming Ye Jing Li Ping

Guest Editor: Zhang Jiamian
Executive Editor: Mao Baige
Design Director: Han Xinyu
Designer: Qian Ying Sun Jing
Assistant Designer: Zhou Dan Jiang Zhengqing
Illustrator: Jiang Xiaosong Zhou Changfeng
Cui Shuliang Zhong Jian
Technical Support: Ren Chao

Publishing House: Beijing Publishing House
Address: No.6, Beisanhuanzhonglu Rd., Beijing
Postcode: 100011
Website: www.bph.com.cn
ISBN 7-900401-50-4



学生探索百科全书
THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

前言

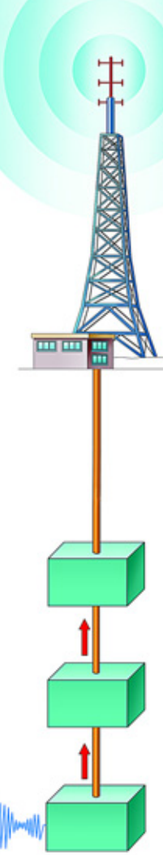
欢迎进入奇妙的探索世界！

“思维是地球上最美丽的花朵”，而探索精神是其中最灿烂的一枝。对未知事物的探求是整个人类赖以生存的希望和整个社会不断前进的动力。千百年来，人类用孜孜不倦的探索精神，不断扩展了对应用科学、对神奇大自然以及对人类自身的认识。在永不停顿的对未知领域的探究中，人类构建起了多彩多姿的现代文明。

我们能不能跨越时空？哥德巴赫猜想、蜂窝猜想、四色之谜，这些数学领域的“未知”是怎么回事？为什么说碳纳米管是通向月球的天梯？地外文明真的存在吗？动物为什么要冬眠？人类最早的文明在哪里出现？古埃及人怎样修建金字塔，又是如何制作木乃伊的？亚历山大大帝是被谋杀的吗？……这些充满神秘的问题都能在这套《学生探索百科全书》中找到答案。

《学生探索百科全书》共分三卷：《科学探索》、《自然探索》和《历史探索》，分别以独特的视角给读者展示了不同学科的新知识构架，强调以科学的精神探索世界，培养青少年细致缜密的科学方法和求真唯实的探索精神。全书三卷均按照各自内容分为若干篇章，设置了引人入胜的探索主题，通过对各项内容丝丝入扣的细节分析和层层发掘，让读者在准确的文字讲述、严谨的原理说明中了解事实的真相。

希望这套全新的探索百科全书能成为满足青少年求知渴望、拓展青少年知识视野、丰富青少年精神世界的良师益友。

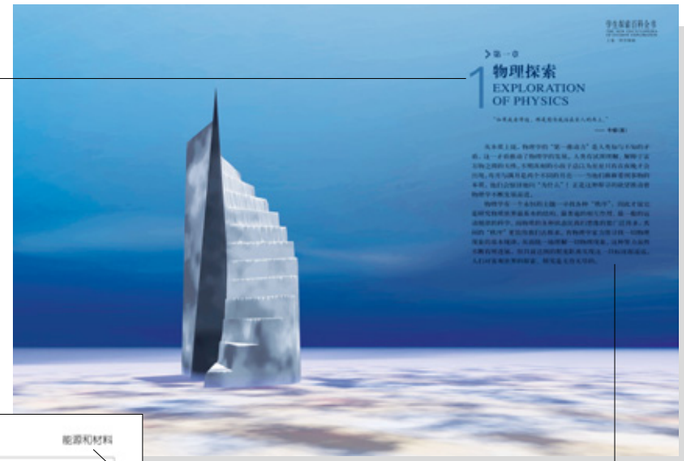


如何使用本书

《学生探索百科全书》分为上卷《科学探索》、中卷《自然探索》和下卷《历史探索》。各卷以不同的内容展示出探索百科的全新面貌。每卷分为若干篇章，篇内再按不同的内容一一分类，并展开细述。所涉及的知识点均从生动有趣、神奇奥秘的引言开始，并以清晰流畅的语言表述和科学严谨的知识系统，使学生在满足了好奇心的同时，也获得了应掌握的百科知识；同时，全书配有与内容相关的精美图片，也将让人爱不释手。

篇章名称

本章所要介绍内容的总括，全章探索内容的核心



单页书眉

本卷篇章名

篇章内容概述

介绍本章主要内容的说明文字，引导读者轻松了解与掌握全篇内容要点

双页书眉

本书书名及本卷卷名

主标题

主文本或全文的精彩概括

副标题

凝练全文的知识点

主文本

由引人入胜的情节导入本版探索的知识点

辅图图名

对探索内容的概括

辅图

配合主图拆分说明知识点的独立图片

辅图图注

对辅图各项内容的具体解释

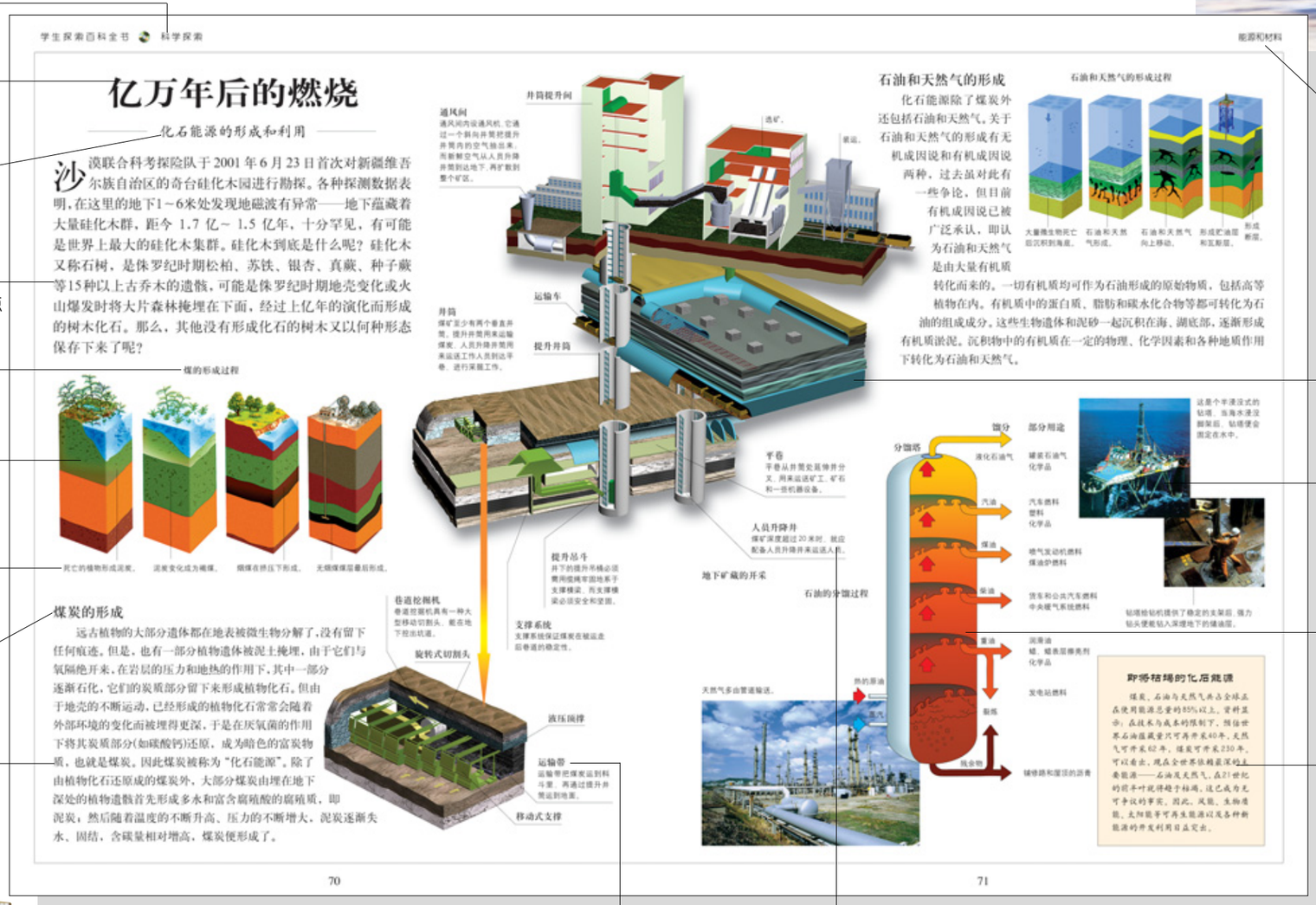
辅标题

与副标题相关的各知识点

辅文本

对辅标题的具体阐述或讲解





主图图名

主图各探索点的名称

主图图注

对主图图名的具体解释

主图

集中展示本版探索内容的主要图片

照片

与本版知识点相关的照片让您对相关内容有更真切的认识

原理图

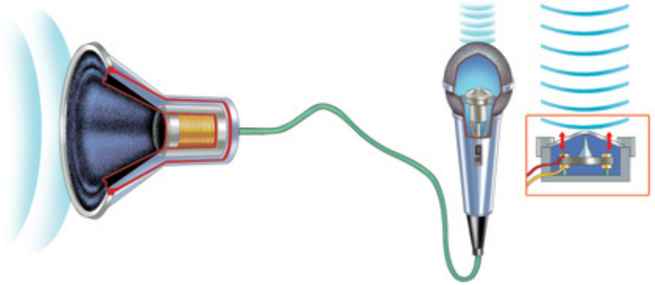
根据文章内容，由资深插图画家绘制的原理示意图，说明性强，使您对复杂的原理一目了然

小资料

与探索知识点相关的补充性背景介绍或趣味性知识链接



学生探索百科全书
THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION
上卷·科学探索



目录

第一章 物理探索

寻找“幽灵粒子” 12
从预言到发现 12
构成物质的微观粒子 13
物质只有三种状态吗 14
固态、液态和气态 14
第四态 15
我们能不能穿越时空 16
时间是相对的 17
什么是“维” 17
超弦理论 17
是谁偷了哈桑的鱼 18
地球重力惹的祸 18
万有引力 19
重心 19
给船长平反 20
无辜的船长 20
伯努利原理 21
浮出水面 22
浮力原理——阿基米德定律 23
浴缸里的发现 23
充满摩擦的世界 24
摩擦力的种类 25
摩擦无处不在 25
声音的谋杀 26
什么是次声波 26
声波的种类 26
声音的传播 27
把声音留住 28
麦克风 28
把声音存起来 29
海市蜃楼 30
上蜃景与下蜃景 31
光的反射 31
光的折射 31
宇宙是绿色的吗 32
天文学家的错误 32
太阳光的颜色 32
颜色加减法 33
真正的火眼金睛——T 射线 34
T 射线在哪里 35
电磁波谱 35
鬼屋惊魂 36
百变的激光全息摄影 36
全息拍摄的奥秘 36
到底什么是激光 37
让全息拍摄记录历史 37
运动发电的“人体电池” 38
电的产生 38
电的储存 38
家庭用电 39
卷起来的电视机 40
电视的发明 40
电视的发展 41
影像盛宴 42
电影的诞生 43
电影摄影机 43
从无声无色到有声有色 43

第二章 奥秘化学

点金术里炼出的磷元素 46
元素周期表 46
元素的命名 47
新元素的发现极限 47
完美的造物结构——足球烯 48
足球烯家族 48
同素异形体 49
能力超强的碳元素 49
人间仙境的形成 50
溶洞与化学反应 50
化学反应的基本类型 50
氧化还原反应 51
化学反应中的能量变化 51

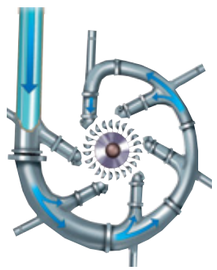
第三章 绝妙的数学

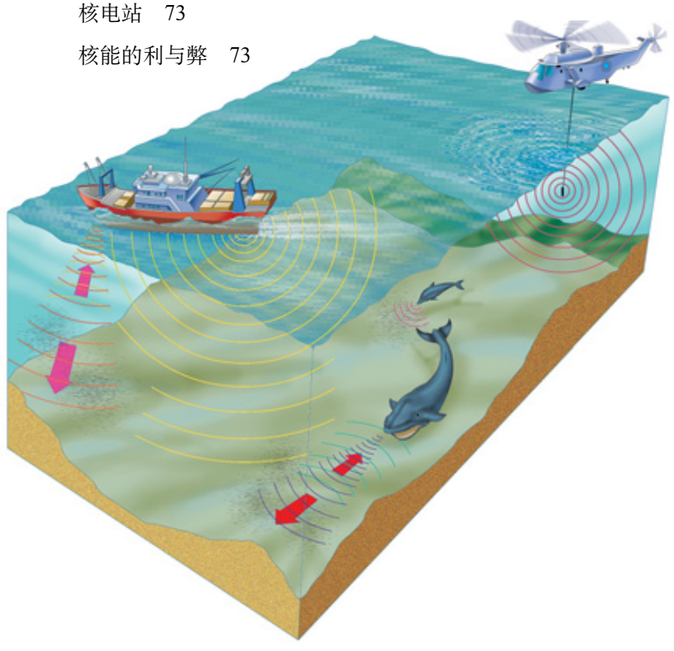
魔术方阵 54
数字发展史 54
数的具体分类 55
关于数字“0” 55
古埃及的丈量师 56
圆周率π的测量 56
地球周长的测量 57
阿基米德的数学测量 57
无处不在的黄金分割 58
自然界的黄金分割 58
几何学的发展 59
几何的基本图形 59
著名的几何定理 59
四色之谜 60
哥德巴赫猜想 60
蜂窝猜想 61
孪生素数猜想 61
回数猜想 61



第四章
能源和材料

全新日光浴　64
来自太阳的巨大能量　64
太阳能电池　65
建筑中的太阳能　65
好风凭借力　66
风力发电　66
风力发电机　67
风能资源　67
海洋的温差能　68
前景诱人的海洋能　68
水资源与水能　69
水力发电　69
水力发电站　69
亿万年后的燃烧　70
煤炭的形成　70
石油和天然气的形成　71
魔鬼与天使　72
核能的产生　72
核电站　73
核能的利与弊　73





尼龙丝袜的革命　74
尼龙的发明　74
尼龙的应用　75
什么是合成纤维　75
可以导电的塑料　76
导电塑料的发现　76
塑料的本质　77
塑料的种类　77
腓尼基人的秘密　78
玻璃产业的发展　78
玻璃的加工　79
玻璃的种类　79
天外来剑　80
钢铁冶炼技术的发展　80
铁冶炼　80
钢冶炼　81
用纸也能包住火　82
如何制作阻燃纸　82
纸的分类　82
纸的加工　83

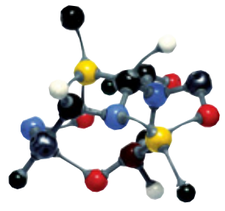


第五章
通讯与交通

天涯咫尺　86
早期电话　87
从“模拟”走向“数字”　87
从“有线”到“无线”　87
可视技术　87
你的孩子丢不了　88
何谓“全球定位系统”　88
GPS 的实施阶段　89
GPS 的应用领域　89
拥有智能汽车的日子　90
汽车的安全技术　90



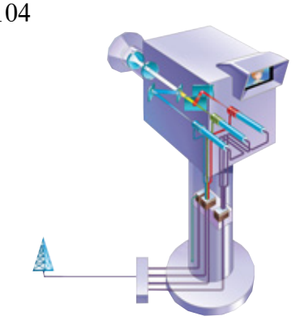
汽车的环保、节能技术　91
汽车的防盗技术　91
飞行中的列车　92
磁悬浮列车工作原理　92
磁悬浮列车的优越性　92
磁悬浮列车存在的问题　93
奔驰如飞的船　94
水翼船原理　94
船舶的基本结构　94
造船材料　95
船舶的种类　95
会“呼吸”的飞机　96
战争引发的航空技术　97
飞机怎样飞行　97
飞机的控制　97
黑匣子　97



第六章
技术领域



计算机复原圣诞老人　100
计算机的基本构造　100
计算机的发展　101
数字化生活　102
什么是互联网　102
互联网构件　102
互联网的功能　103
毛细血管印出来　104
印刷术发展史　104
印刷机的种类　105
印刷术的前景　105
直冲云霄　106
结构设计　106
建筑地基　106
建筑材料　107
摩天大楼的电梯　107
从地球到月球的天梯　108
何谓“纳米”　108
纳米科技　109
纳米技术的广阔前景　109
DNA 图腾　110
基因工程　110
转基因技术　111
克隆技术　111





第一章

1 物理探索
EXPLORATION OF PHYSICS

“如果我看得远，那是因为我站在巨人的肩上。”

—— 牛顿(英)

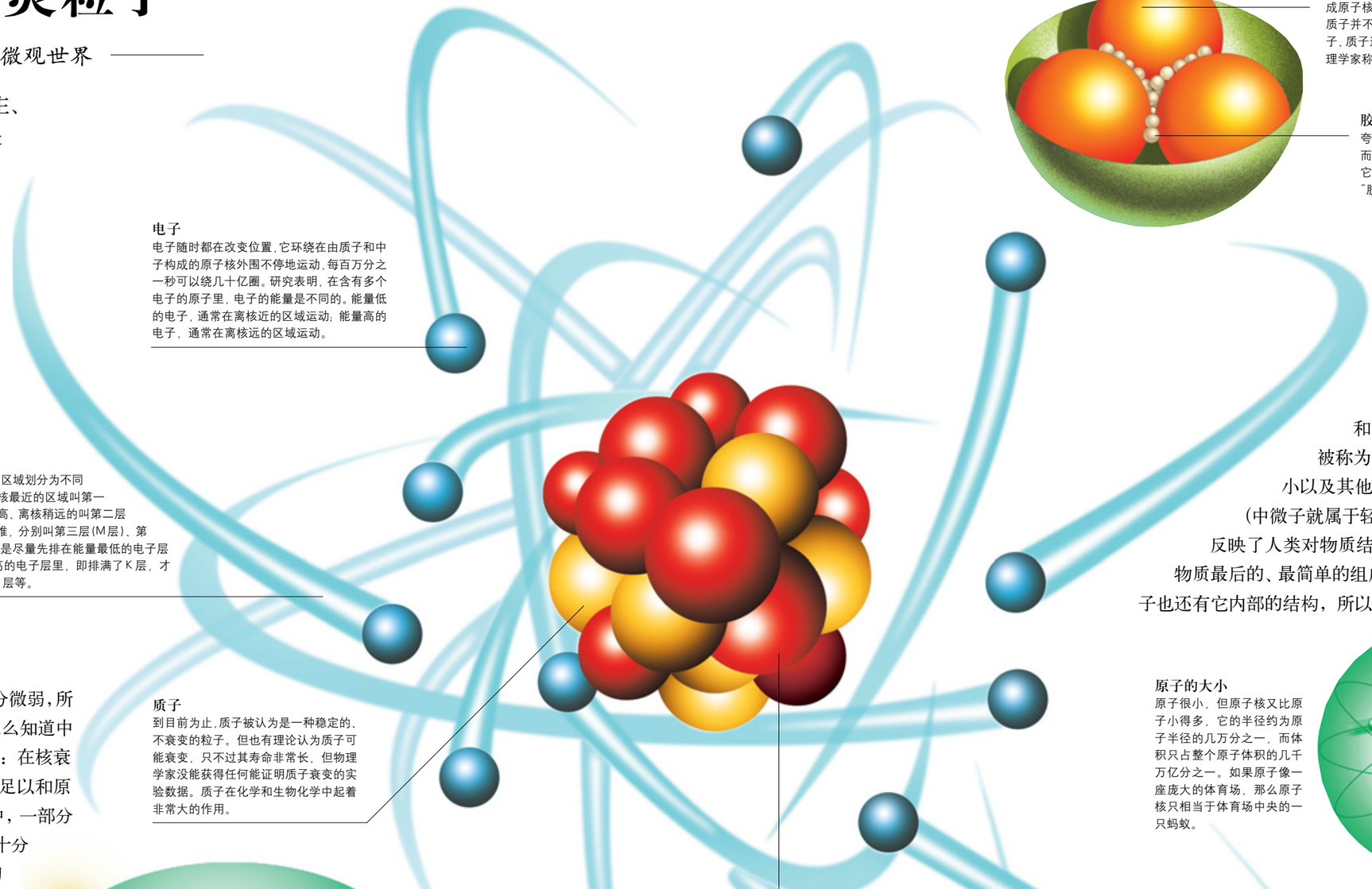
从本质上说，物理学的“第一推动力”是人类知与不知的矛盾，这一矛盾推动了物理学的发展。人类有试图理解、解释宇宙万物之理的天性。不明真相的小孩子总以为星星只有在夜晚才会出现，弯月与满月是两个不同的月亮……当他们渐渐看到事物的本质时，他们会惊讶地问“为什么”！正是这种探寻的欲望推动着物理学不断发展前进。

物理学有一个永恒的主题——寻找各种“秩序”，因此才说它是研究物质世界的最基本的结构、最普遍的相互作用、最一般的运动规律的科学。而物质的各种状态比我们想像的要广泛得多，其间的“秩序”更值得我们去探求。有物理学家力图寻找一切物理现象的基本规律，从而统一地理解一切物理现象。这种努力虽然不断有所进展，但目前达到的程度距离实现这一目标还很遥远。人们对客观世界的探索、研究是无穷无尽的。

寻找“幽灵粒子”

无限再分的微观世界

中微子是由诺贝尔物理奖得主、奥地利物理学家沃尔夫冈·泡利在1931年预言存在的。它是宇宙间的“隐身者”，是一种非常小的基本粒子，几乎不与任何物质发生作用。所以，尽管每秒钟都有数以万亿计的中微子穿过我们的身体，我们却很难发现和探测它们的行踪，因此这些中微子被称为“幽灵粒子”。



夸克
很长一段时间里，人们认为构成物质的最小微粒就是组成原子核的质子和中子。但这种认识是错误的，中子和质子并不是最基本的物质构成单元。夸克就是组成中子、质子这一类基本粒子的更基本的单元，很多中国物理学家称其为“层子”。

胶子
夸克被“强作用力”紧紧地束缚在一起，而传递这种作用力的媒介就是“胶子”，它们像胶水一样，以很强的力量把夸克“胶黏”在一起。

电子
电子随时都在改变位置，它环绕在由质子和中子构成的原子核外围不停地运动，每百万分之一秒可以绕几十亿圈。研究表明，在含有多个电子的原子里，电子的能量是不同的。能量低的电子，通常在离核近的区域运动；能量高的电子，通常在离核远的区域运动。

电子层
科学上常把电子运动的不同区域划分为不同的电子层。把能量最低、离核最近的区域叫第一层(K层)，比第一层能量稍高、离核稍远的叫第二层(L层)，由里往外，依次类推，分别叫第三层(M层)、第四层(N层)等。核外电子总是尽量先排在能量最低的电子层里，然后依次排在能量稍高的电子层里，即排满了K层，才排L层，排满了L层才排M层等。

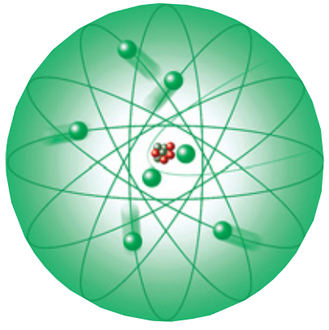
质子
到目前为止，质子被认为是一种稳定的、不衰变的粒子。但也有理论认为质子可能衰变，只不过其寿命非常长，但物理学家没能获得任何能证明质子衰变的实验数据。质子在化学和生物化学中起着非常大的作用。

中子
中子是一种中性粒子，具有与质子大约相同的质量。它和其他常见的基本粒子最大的区别在于其本身不带电荷。绝大多数的原子核都由中子和质子组成。

构成物质的微观粒子

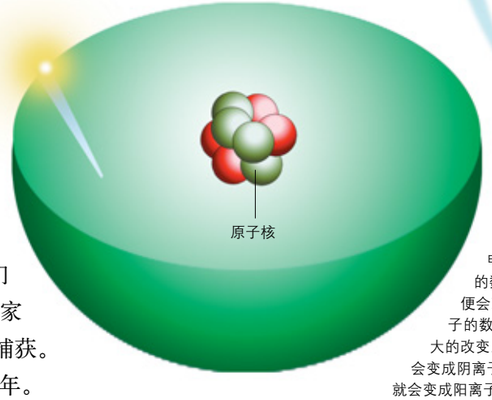
原子、原子核和电子等这些构成物质的粒子称为“微观粒子”。其中，比原子核小的物质单元，包括电子、中子、质子、光子，以及宇宙射线和高能试验中发现的一系列粒子被称为“基本粒子”。一般按其质量大小以及其他性质上的差异分为光子、轻子(中微子就属于轻子一族)、介子和重子四类。这反映了人类对物质结构认识的深化，但不能看成是物质最后的、最简单的组成。试验结果已经显示：基本粒子也还有它内部的结构，所以说基本粒子也是相对而言的。

原子的大小
原子很小，但原子核又比原子小得多，它的半径约为原子半径的几万分之一，而体积只占整个原子体积的几千万亿分之一。如果原子像一座庞大的体育场，那么原子核只相当于体育场中央的一只蚂蚁。



从预言到发现

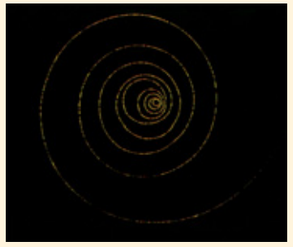
中微子与其他物质的相互作用十分微弱，所以探测起来非常困难。那么，人们是怎么知道中微子的存在的呢?原来，科学家们发现：在核衰变中放射出的β粒子所带走的能量，不足以和原子核失去的质量相平衡。在这一过程中，一部分能量“不翼而飞”了。这个事实让人们十分吃惊，因为能量守恒的原则适用于一切运动，即使在微观世界里也一样。奥地利著名的物理学家泡利认为，原子核在放射时一定伴随着另一种神秘粒子的放射，不过它逃过了观测，打破了能量的平衡。后来意大利物理学家费米给这种神秘的粒子取名“中微子”。中微子具有超乎寻常的逃逸能力，让那些想捕获它的科学家们伤透脑筋。不过，功夫不负有心人，物理学家们费了九牛二虎之力，终于在1955年将它捕获。此时，距泡利当年的预言已过去了整整25年。



原子的内部结构
在一个原子里有一个由质子和中子构成的原子核。这个原子核在原子的中心部分，另外还有一些电子围绕原子核高速旋转。质子带正电荷，中子不带电，而电子则带负电荷。当质子的数量增加或减少时，原子的性质便会改变，甚至变成另一种原子。中子的数量改变时，原子的性质不会有大的改变。当电子的数量增加时，原子就会变成阴离子；当电子的数量减少时，原子就会变成阳离子。

左旋的中微子

物质世界大到宇宙，小到基本粒子都是旋转运动着的。中微子被证实存在后便发现只存在着左旋的中微子，而没有右旋的中微子。为什么只有左旋中微子？相关科学家解释说：宇宙诞生初期，物质是对称的，有物质就有反物质，有左旋中微子就有右旋中微子。但后来由于宇宙的膨胀运动和物质的演化，物质优势偏于一方，对称性受到破坏。宇宙诞生时本身就是左旋的，因此作为宇宙间物质的基本粒子中微子也是左旋的。



单个电子运动形成的螺旋状轨迹

物质只有三种状态吗

构成物质的状态

你一定已经听说过等离子电视机，它是一种以等离子显示器来显示图像的超薄电视，可以悬挂在墙壁或天花板上。实际上，等离子电视利用了一种通过惰性气体放电的显示技术，其工作原理跟日光灯管有些类似：每一个等离子管就是一个发光元件，四周经气密性封闭，形成一个个放电空间，其内充满混合的惰性气体；然后经电极释放高压，混合气体发生电离，并产生紫外线，最后由紫外线轰击荧光屏，从而产生画面。这种等离子荧光屏的基础就是呈现物质“第四态”的等离子体。

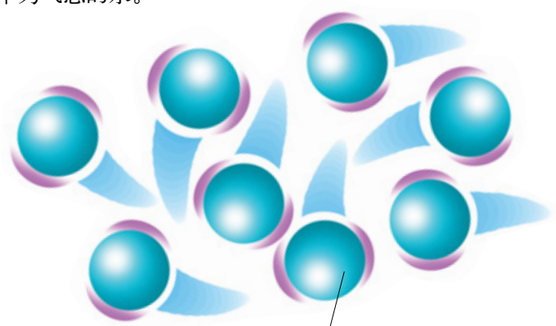


液晶材料

“液晶”的概念对我们来说不算陌生，它在电子表、计算器、手机、传呼机、电脑和电视机等的文字和图形显示上得到了广泛的应用。液晶材料属于有机化合物，迄今人工合成的“液晶”已达5000多种。这种材料在一定温度范围内可以处于“液晶态”，即物质的第四态，它既具有液体的流动性，又具有晶体在光学性质上的“各向异性”，并且对外界因素(如热、电、光、压力等)的微小变化很敏感。正是这些特性才使液晶材料被广泛应用于科技领域。

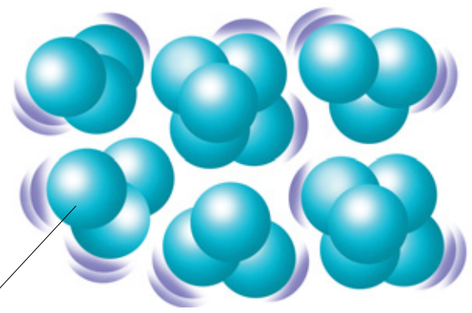
固态、液态和气态

自然界中物质的存在形态被称为“物态”。我们最熟悉的三种物态是固态、液态和气态，而且三者可以在一定条件下相互转化。譬如，水分在循环运动过程中不断地改变着它的状态：液态的水可以凝固为固态的冰，也可以蒸发为气态的水汽；气态的水可以凝结为液态的雨，也可以凝华为固态的冰雪；而固态的水可以溶化为液态的水，也可以升华为气态的水。



气态

气体分子间的距离比较大，因此它们之间的作用力很小，彼此之间不能约束。气体分子都在作无规则的热运动，在它们没有发生碰撞之前，气体分子作匀速直线运动，只有在彼此之间发生碰撞时，才改变运动的方向和运动速度。由于气体分子可以到处移动，因此气体能充满它所能达到的空间，既没有一定的形状也没有一定的体积。

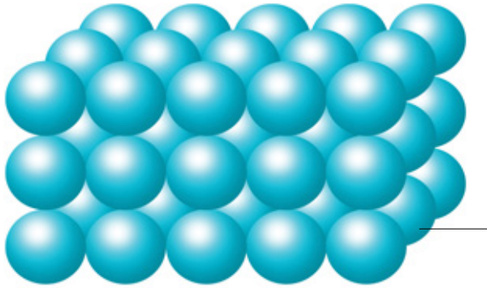


液态

液体分子间的距离比较小，它们之间的作用力比较大，分子也在各自的平衡位置附近作无规则的振动。液体分子的结构排布介于气体和固体之间，有一定的体积，却没有一定的形状。在外力作用下，液体的压缩性小，不易改变其体积，但流动性较大。

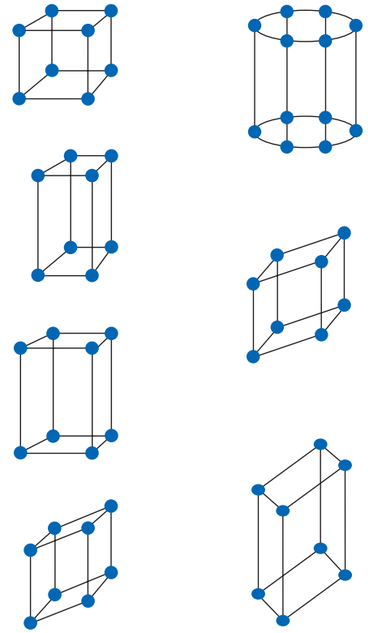
第四态

固态、液态和气态是我们在生活中经常遇到的物态，但实际上，物态还有一种特殊的状态——第四态，前面所说的等离子体就是物质第四态的体现。第四态是气态物质经过电离后生成的区别于固态、液态、气态的第四种状态。第四态物质既可以像液体那样流动，又能像固体的晶体那样拥有有序的内部结构。其实第四态在自然界中普遍存在：除了宇宙间大部分星际物质都处于等离子体状态外，地球上南北极有时出现的五颜六色的极光、夏日雷雨时出现的闪电，以及生活中绚丽多彩的霓虹灯、日光灯等都与第四态密切相关。



固态

构成固体的微粒间距离很小，作用力很大。粒子在各自的平衡位置附近作无规则的振动，所以固体能保持一定的体积和形状。在受到不太大的外力作用时，固体的体积和形状改变很小。



各种晶体的结构

晶体和非晶体

根据粒子排列方式的不同，固体可分为晶体和非晶体两种。如果粒子的排列具有规则的几何形状，这样的物质叫晶体，如金属、食盐、金刚石等。如果组成固体的粒子杂乱堆积，分布混乱，这样的物质叫非晶体，如玻璃、石蜡、沥青等。





升华

凝华

凝结

蒸发

凝固

溶化

水的三态变化

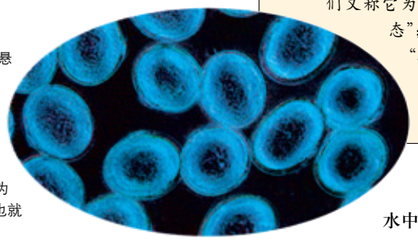


宇宙中已发现七种物态

在浩瀚无垠的宇宙中，除了我们人类经常接触到的固体、液体、气体三种物态以及已经被人们优先利用了的第四态外，科学家们又发现了“超固态”、“反物质态”及“辐射场态”。不同的物态，特性也大不相同。超固态密度大，比金刚石还要坚硬很多。反物质态具有很大的能量：反质子和质子碰撞时，释放出的能量超过核反应所释放能量的1000倍。辐射场态的特性从表面看，好似真空，所以科学家们又称它为“空无一物的第七态”；但实际上，所谓的“真空”却充满了热辐射，即各种波长的电磁波。

布朗运动

英国植物学家布朗在用显微镜观察水中悬浮的花粉时，惊奇地发现花粉粒子在水中四处乱蹦乱跳，不停地作无规则运动。爱因斯坦后来用分子运动理论解释了这种现象的成因——微小的、看不见的水分子在不断地剧烈撞击花粉粒子。因为这种现象是布朗发现的，所以把这种运动称为“布朗运动”。布朗运动永远不会停止，也就是说物质分子的运动是永不停息的。

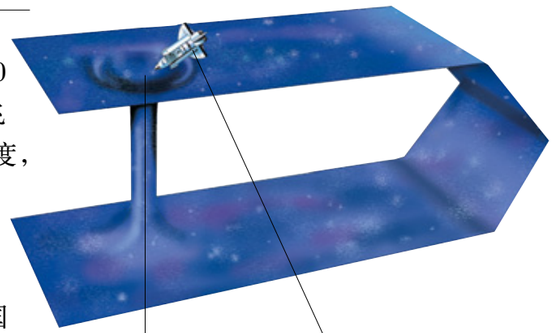


水中的花粉粒子

我们能不能穿越时空

时间与空间的秘密

对30岁的孪生兄弟，弟弟是宇航员。2000年，弟弟乘坐速度为每秒24万千米的太空飞船向距离地球8光年的一个星球进发；以这种速度，他要在2020年才能返回到地球上来。那时，弟弟将看到哥哥庆祝50岁生日，而这时对他自己来说才刚刚过了12年，他才只有42岁！事实上，时间的伸缩已经被真实的仪器测量到了。1971年，美国的两位物理学家作了环球旅行，并且捕捉到了时间的伸缩：在旅行结束时，飞机上的原子钟比地面上的晚了59纳秒！



太空旅行
太空旅行意味着一套和人类世界不同的时间体系。在这个时间体系里，有可能回到遥远的过去，也可以进入未来，因为这里的时间具有可逆的方向性——可以正转，也可倒转，还可以相对静止。

时间和空间
在相对论创立之前，绝对的时空观在物理学中占着统治地位。在时间方面，这种观点认为时间的量度与参照系的运动无关，也就是存在着与参照系无关的绝对时间。在空间方面，这种观点认为空间的量度同参照系的运动无关，也就是存在着同参照系无关的绝对空间。但事实上，时间和空间都是相对的，而不是绝对的。

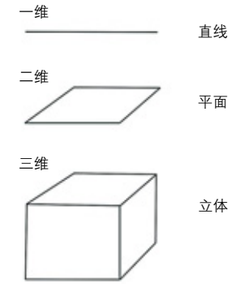
蠕虫洞
根据爱因斯坦的广义相对论，一个沿着时间轴运动的人有可能在某个时候遇到他本人或他的祖母。问题是这种情况是否真的会在宇宙中发生。目前正在讨论的建造时间旅行器的最简单方法是利用蠕虫洞原理，穿过它就能够回到过去。“蠕虫洞”按照史蒂芬·霍金在《时间简史》中的通俗解释是这样的：“蠕虫洞就是一个时空细管，它能把几乎平坦的、相隔遥远的区域连接起来……因此，蠕虫洞正和其他可能的超光速旅行方式一样，允许人们前往过去旅行。”也就是说，蠕虫洞可以让人从一个时空到达另一个时空。

以光速运行
我们设想一个高速运行的列车，它的速度接近光速。光沿任何方向传播而速度不变，这充分证实了相对论的正确性，但同时，光速本身则是相对的。

观察者
列车通过站台时，甲站在站台上，有两道闪电在甲眼前闪过，一道在火车前端，一道在后端。结果甲是同时看到两道闪电；但对于同列车一同运动的乙来说，他会先截取向着他传播的前端信号，然后收到从后端传来的光信号，因此对乙来说，这两起事件是不同时的。这一事例说明，同时性不是绝对的，它取决于观察者的运动状态。

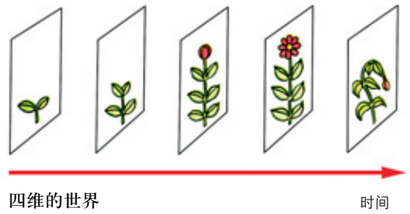
时间是相对的

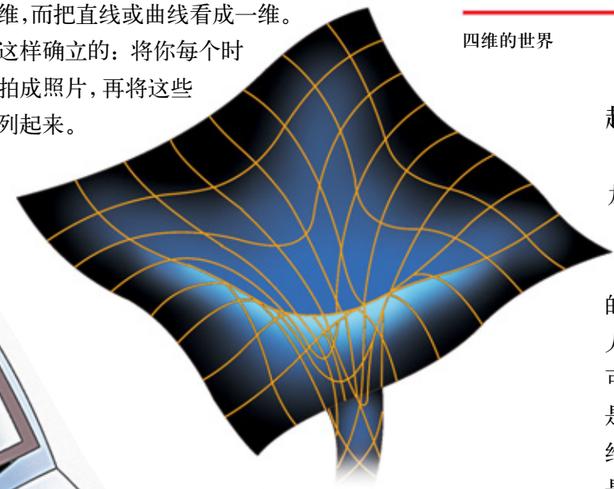
对于时间的探索，古往今来从未停止过。爱因斯坦的狭义相对论和广义相对论把时间和空间紧密联系起来，成为目前最具意义的学说。简单地说，狭义相对论认为：物体的质量决定于它的速度，即$E=mc^2$；广义相对论提出——引力是一种空间属性，而不是物体之间的力。时间和空间一样也是相对的，所以“在同一时间”这一概念正与“在同一地点”一样，都是没有意义的概念。



什么是“维”

在物理学中，“维”指独立的时空坐标的个数。我们周围的空间有三个维(上下，前后，左右)；而我们熟悉的“时空”有四个维(前面的三个空间轴和一个时间轴)。人们习惯把空间看成三维的，把平面或球面看成二维，而把直线或曲线看成一维。而四维空间的概念是这样确立的：将你每个时刻的三维空间完整地拍成照片，再将这些照片按照时间顺序排列起来。





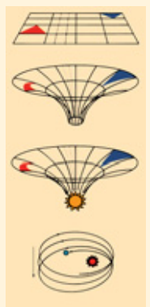
黑洞
“黑洞”是一种具有极强引力场的天体，包括光在内的任何物质，一旦掉进去，就再也不能逃出。黑洞的发现证实了相对论的正确性。根据广义相对论，空间会在引力场的作用下弯曲。这时候，光虽然仍然沿任意两点间的最短距离传播，但走的已经不是直线，而是曲线。形象地讲，好像光本来是要走直线的，只不过强大的引力把它拉得偏离了原来的方向。

超弦理论

超弦理论认为空间有九维，加上时间一维，统称“十维时空”。这增加出来的六维空间只在10^{-33}厘米这样极小极小的范围内才存在，一般情况下人们是感觉不到的——在人们可以感知的尺度上，空间仍然是三维的。那么在消失掉的六维里有没有时间呢？这六维全是空间吗？如果有时间的话，消失的时间又是什么样的东西呢？超弦理论还远远没有完善到能够回答上述问题的程度，就让未来作回答吧。

弯曲的时间

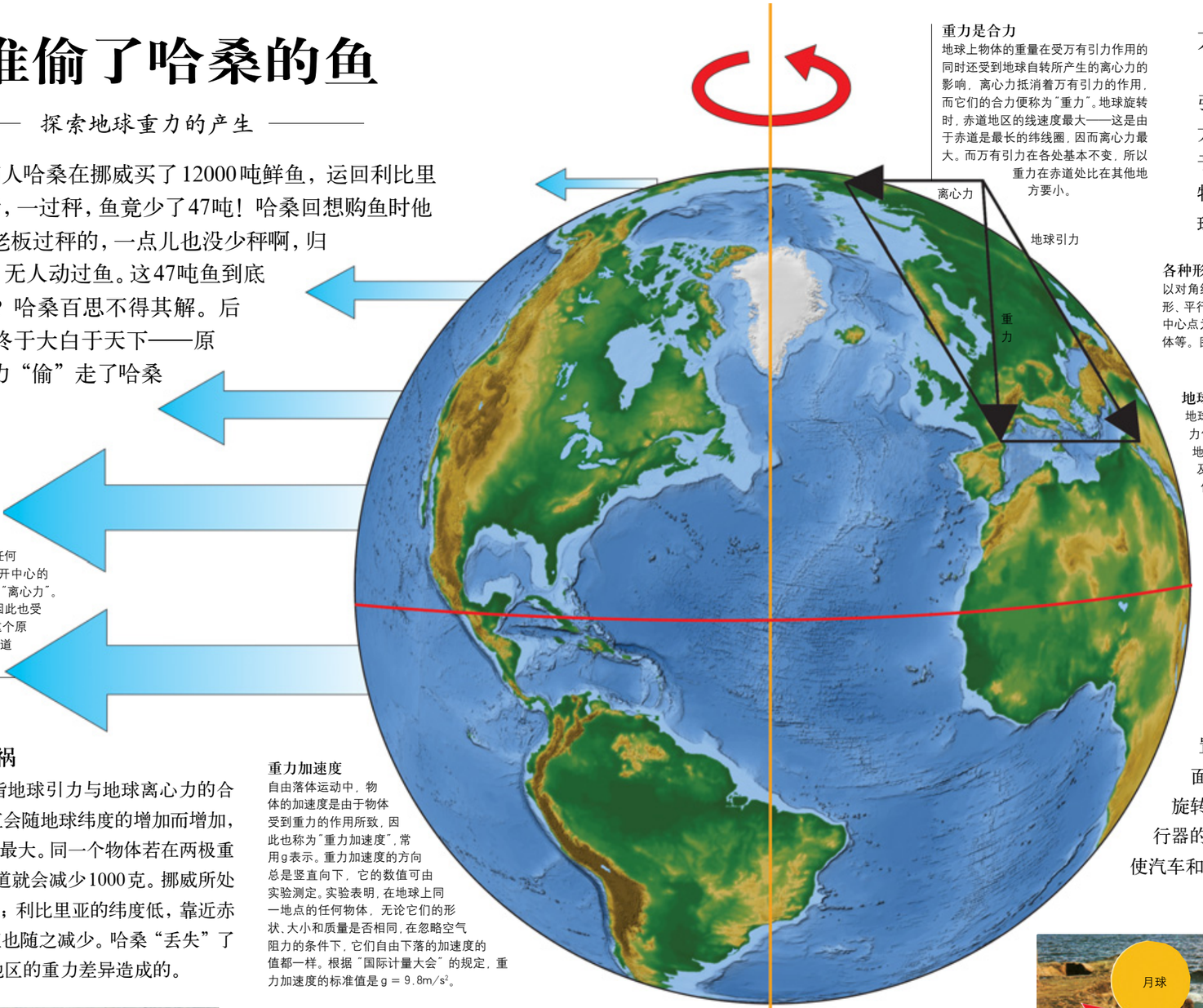
根据爱因斯坦的广义相对论，地球围绕地轴的自转将导致时间和空间的弯曲，这种现象就好比一条落网的鱼扭动身体会导致渔网变形一样。为了证实这一预言是否正确，科学家们发射了重力探测器——一颗装备了超精确设备的卫星。其内装有4只人类所制造过的、最灵敏的陀螺仪，这4个石英球体是有史以来最圆的物体；通过它们，卫星能监测到地球每8.8万年里发生的1度转角的变化。科学家先将这4颗陀螺仪的自转轴瞄准一个特定的方向，如果爱因斯坦的论点正确，那么进入太空后的石英球将在地球重力的影响下改变自转方向。因此，在不久的将来，爱因斯坦的理论必定会得到印证。随着时间特性的一一揭晓，也许有一天我们就会在过去和未来任意穿梭了。


爱因斯坦的宇宙空间

是谁偷了哈桑的鱼

探索地球重力的产生

利比里亚商人哈桑在挪威买了12000吨鲜鱼，运回利比里亚首府后，一过秤，鱼竟少了47吨！哈桑回想购鱼时他是亲眼看着鱼老板过秤的，一点儿也没少秤啊，归途上平平安安，无人动过鱼。这47吨鱼到底跑哪儿去了呢？哈桑百思不得其解。后来，这桩奇案终于大白于天下——原来是地球的重力“偷”走了哈桑的鱼。



重力是合力
地球上物体的重量在受万有引力作用的同时还受到地球自转所产生的离心力的影响，离心力抵消着万有引力的作用，而它们的合力便称为“重力”。地球旋转时，赤道地区的线速度最大——这是由于赤道是最长的纬线圈，因而离心力最大。而万有引力在各处基本不变，所以重力在赤道处比在其他地方要小。

地球离心力
以一定速度作圆周运动的任何物体都受到一个向外的离开中心的力的作用，这个作用力就是“离心力”。自转的地球作圆周运动，因此也受到离心力作用。正是由于这个原因，地球才渐渐成为一个赤道略鼓、两极略扁的椭球体。

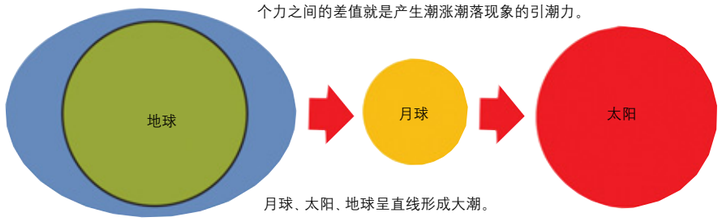
地球重力惹的祸

地球重力是指地球引力与地球离心力的合力。地球的重力值会随地球纬度的增加而增加，赤道处最小，两极最大。同一个物体若在两极重190千克，拿到赤道就会减少1000克。挪威所处纬度高，靠近北极；利比里亚的纬度低，靠近赤道，地球的重力值也随之减少。哈桑“丢失”了的鱼正是因不同地区的重力差异造成的。

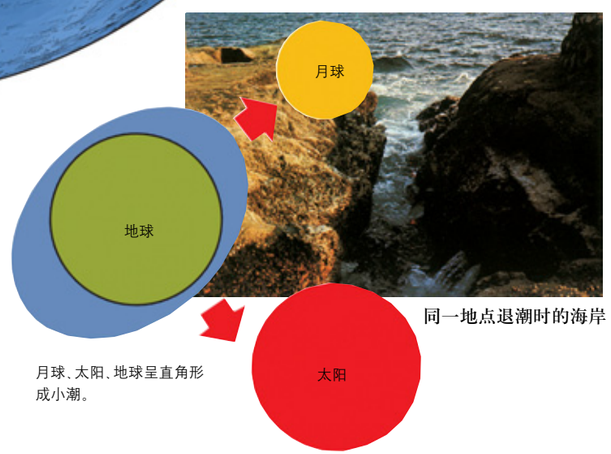
重力加速度
自由落体运动中，物体的加速度是由于物体受到重力的作用所致，因此也称为“重力加速度”，常用g表示。重力加速度的方向总是竖直向下，它的数值可由实验测定。实验表明，在地球上同一地点的任何物体，无论它们的形状、大小和质量是否相同，在忽略空气阻力的条件下，它们自由下落的加速度的值都一样。根据“国际计量大会”的规定，重力加速度的标准值是 $g = 9.8 m/s^2$。


涨潮时的海岸

引潮力
万有引力无处不在，地球上海水的潮起潮落就是月球和地球间很明显的引力作用的结果。地球表面每个点受月球引力的大小并不一样，有的地方引力大于地球离心力；有的地方小于地球离心力，而这两个力之间的差值就是产生潮涨潮落现象的引潮力。



月球、太阳、地球呈直线形成大潮。



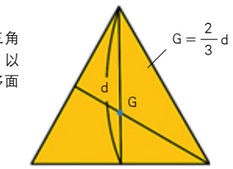
月球、太阳、地球呈直角形成小潮。

同一地点退潮时的海岸

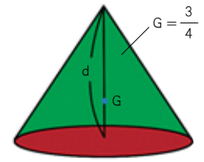
万有引力

构成宇宙的一切物体之间都存在着相互吸引的力，这个吸引力就叫“万有引力”。万有引力的大小与两个物体的质量的乘积成正比，与它们的距离的平方成反比，这一规律就叫万有引力定律。一般地说，物体所受的重力即地球施予的万有引力。但严格说来，物体所受重力无论大小还是方向都不同于地球对物体的万有引力，两者存在微小的差别。这一差别是由地球自转引起的，即地球的惯性离心力。

各种形状物体的重心位置
以对角线（或中线等）的交叉点为重心的形状——三角形、平行四边形、正方形、具偶数边的正多角形等。以中心点为重心的形状——圆、半圆、球、半球、正多面体等。图中重心用G表示。

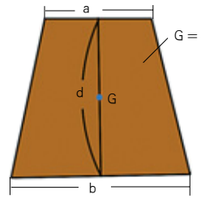


三角形

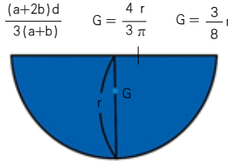


圆锥

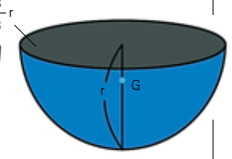
地球重力场
地球重力场是指受地球重力作用的空间范围。确定地球重力场的精细结构及其随时间的变化，不仅为大地测量学中定位与描述地球表层及其内部的形态，同时也为现代地球科学中解决人类面临的资源、环境和灾害等紧迫课题，提供基础信息。



梯形



半圆



半球

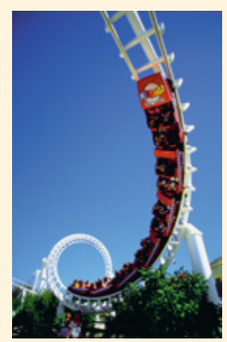
重心

地面及其附近物体都会受地球引力和离心力的作用，其合力(即重力)方向大致指向地心。若物体的体积和形状都不变，则无论物体在空间中处于什么位置，其重心相对于物体的位置不变。形状规则的均质物体，其重心一定在对称面、对称轴等对称中心上。重心位置在工程上有重要意义，例如，为减少高速旋转物体的振动，须使其重心偏离转轴的距离(偏心距)小于规定数值；在汽车和飞行器的设计、制造中，也须计算和测定重心位置，并严格控制重心的变动范围，以使汽车和飞行器具有良好的动力性能。

超重和失重

超重或失重是指物体对支持物(或悬挂物)的作用力大于或小于物体所受重力的现象。物体处于超重或失重状态，并不是说物体的重力增加或减小了(甚至消失了)，地球作用于物体的重力始终是存在的，而且大小也没有变化；即使是完全失重的现象，物体的重力也不会有丝毫变化。

乘坐过山车时，人们能深刻地体验到超重和失重。



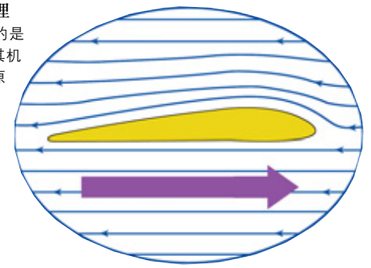
给船长平反

伯努利原理的应用

在1912年秋天，“奥林匹克”号正在大海上航行，在距离这艘当时世界上最大的远洋轮100米远处，有一艘比它小得多的铁甲巡洋舰“豪克”号正在向前疾驶。忽然，正在疾驶中的“豪克”号好像被大船吸引似的，一点也不服从舵手的操纵，竟一头向“奥林匹克”号闯去，结果酿成一起重大海难事故。究竟是什么原因造成了这次意外的船祸？在当时，谁也说不上来。海事法庭在处理这件奇案时，也只得糊里糊涂地判处“豪克”号船长指挥不当。



飞行的伯努利原理
固定翼飞机飞行靠的是机翼，也就是因为其机翼截面具有伯努利原理的效果才使其能在与空气的相对运动中产生升力，进而飞行。



飞机升力的获得
从空气流过机翼的流线谱可以看出：气流流过机翼时，分成上下两股，分别沿机翼上下表面流过，而在机翼的后缘重新汇合向后流去。因机翼表面突起的影响，上表面流线密集，流管细，因此气流流速快、压力小；而下表面流线较稀疏，流管粗，其气流流速慢，压力较大。因此，在机翼上下产生了压力差。这个压力差就使飞机获得了上升的动力，并帮助飞机在空中飞行。

伯努利原理

船吸现象是流体力学“伯努利原理”的体现。伯努利原理阐述流速与压强的关系，即流速大处压强小，流速小处压强大。可以用一个简单的生活现象来说明这一原理：两手各拿一张薄纸，使它们之间的距离大约为4～6厘米；然后用嘴向这两张纸中间吹气，我们会看到这两张纸不但没有分开，反而相互靠近了；而且用嘴吹出的气流速度越大，两张纸就越靠近。从这个现象可以看出：当两纸中间有空气流过时，压强变小了，纸外压强比纸内大，内外的压强差就把两纸往中间压去。

无辜的船长

这起海难并不是船长的错误。原来，当两艘船平行着向前航行时，两艘船中间的水比外侧的水流得快，中间水对两船内侧的压强也就比外侧水对两船外侧的压强要小。于是，在外侧水的压力作用下，两船渐渐靠近，最后相撞。同时，由于“豪克”号较小，在同样大小压力的作用下，它向中间靠拢时速度要比“奥林匹克”快得多，因此，造成了“豪克”号撞击“奥林匹克”号的事故。现在，在航海上把这种现象称为“船吸现象”。

避免海难
鉴于这类海难事故的不断发生，同时由于轮船和军舰越造越大，一旦发生撞船事故，其危害性也越大，世界海事组织对这种情况下的航海规则作了严格规定，内容包括两船同向行驶时，彼此必须保持多大的间隔以及在通过狭窄地段时，小船与大船彼此应作怎样的规避等。

压力差
海上两艘并行的船只相距很近时，船中间的水流通道变得狭窄，水流的速度比两船外侧要快，于是压力变小；同时船的外侧压力变大，使小船推向大船，导致相撞。



流线和流管
液体和气体都具有流动性，统称“流体”，人们常用“流线”来形象地描述流体的运动情况。流线是所有流经曲线上各点的流体质点；而由一束流线所围成的管状区域，称“流管”，在流体力学中，往往取一处流管作为代表加以研究。



喷漆器工作原理
喷漆器有两条主要的管道，一条负责把油漆罐内的油漆向上输送；另一条负责将高速喷射的气流传送到油漆输送管上部。根据伯努利原理，运行到油漆输送管上部的高速气流使此处的压强相对于油漆液面的压强变小，油漆便被迫向上运输，并混合在高速气流里，最后由喷嘴喷出。

“香蕉球”的奥秘

如果你经常观看足球比赛的话，一定见过罚前场直接任意球。这时候，通常是防守方五六个球员在球门前组成人墙，挡住可能的进球路线。进攻方的主罚队员起脚一记劲射，球绕过了“人墙”，眼看要偏离球门飞出，但它却又沿弧线拐过弯来直入球门，让守门员措手不及，眼睁睁地看着球进了大门。这就是颇为神奇的“香蕉球”。为什么足球会在空中沿弧线飞行呢？原来，踢出“香蕉球”的时候，球员并不是拔脚踢中足球的中心，而是稍稍偏向一侧，同时用脚背摩擦足球，使球在空气中前进的同时还不断地旋转。这时，一方面空气迎着球向后流动；另一方面，由于空气与球之间的摩擦，球周围的空气又会被带着一起旋转。这样，球一侧空气的流动速度加快，而另一侧空气的流动速度减慢。由于足球两侧空气的流动速度不一样，它们对足球所产生的压强也不一样，于是，足球在不同的空气压力的作用下，被迫向空气流速大的一侧转弯，漂亮的“香蕉球”就出现了。



浮出水面

阿基米德定律

在1997年1月28日，殉难于武汉市金口镇长江底58年之久的一代名舰——中山舰重新浮出了水面。这个庞然大物是如何重现世人眼前的呢？中山舰的打捞是利用了浮力原理：工作人员将船与浮桶绑在一起，在浮桶内注满水时，船和浮桶所受的重力大于浮力；而当浮桶里的水借助于压缩空气排出时，船和浮桶所受到的浮力就大于它们所受的重力，船便随着浮桶慢慢浮起。当中山舰浮出水面后，工作人员对破损的中山舰进行了封舱堵漏，以恢复它的自浮能力。在整个打捞过程中，浮力原理的应用被开发到了极致。其实，人们对浮力的利用从古时候就已经开始了。从独木舟到潜水艇，从孔明灯到热气球，人们对浮力的利用上至天空，下至水底。而浮力原理的发现还要归功于古希腊物理学家阿基米德。

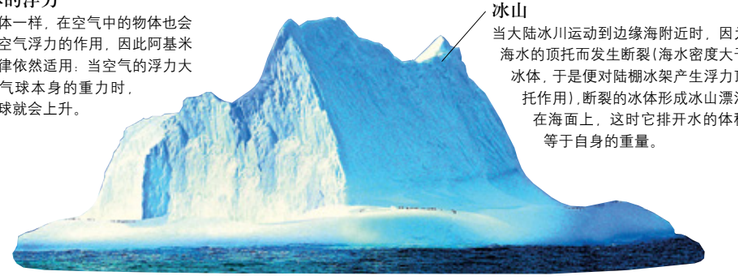


飞行的热气球

热气球的飞行就是对气体浮力的应用。加热热气球气囊中的空气，膨胀的空气密度减小，浮力增大，最后飞上天空。通过控制热气球上携带的燃烧器点火、熄火的间隔时间，就能调整球囊温度（气体密度）从而控制热气球的上升和下降。

气体的浮力

同液体一样，在空气中的物体也会受到空气浮力的作用，因此阿基米德定律依然适用：当空气的浮力大于热气球本身的重力时，热气球就会上升。



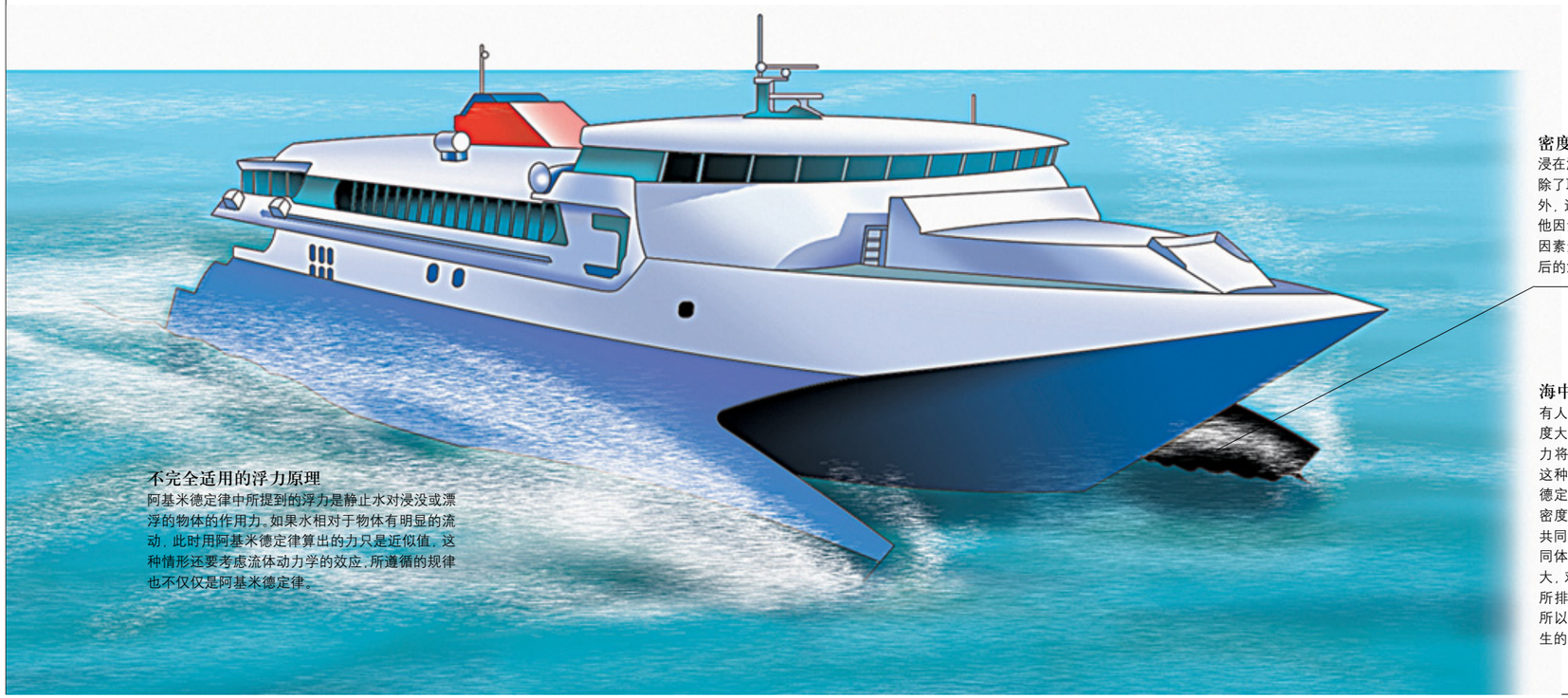
冰山

当大陆冰川运动到边缘海附近时，因为海水的顶托而发生断裂（海水密度大于冰体，于是便对陆棚冰架产生浮力顶托作用），断裂的冰体形成冰山漂浮在海面上，这时它排开水的体积等于自身的重量。

漂浮与悬浮

物体在“漂浮”或“悬浮”时，都是静止状态，都受平衡力作用：$F_{浮}=G_{排}$。

漂浮体总有一部分体积露出液面，它的上表面一定高于液面；但悬浮体上表面一般低于液面，最高也只能跟液面相平。



不完全适用的浮力原理

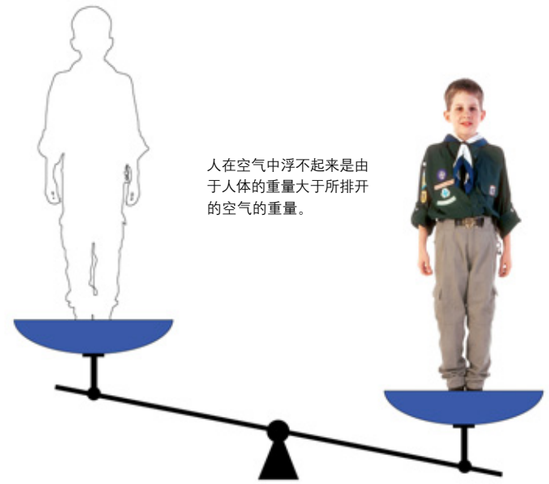
阿基米德定律中所提到的浮力是静止水对浸没或漂浮的物体的作用力。如果水相对于物体有明显的流动，此时用阿基米德定律算出的力只是近似值。这种情形还要考虑流体动力学的效应，所遵循的规律也不仅仅是阿基米德定律。

浮力原理——阿基米德定律

阿基米德定律在一定范围内普遍适用，其内容为：浸在液体中的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于它排开的液体受到的重力；数学表达式为$F_{浮}=G_{排}$。也可以简单地说：当物体的密度大于水的密度时，物体就下沉；当物体的密度小于水的密度时，物体就漂浮；当物体的密度等于水的密度时，物体就不上浮也不下沉而是悬浮在水中。在气体中的物体也受到浮力的作用，同样遵从阿基米德定律。

上浮与下沉

“上浮”与“下沉”是描述物体刚放入液体中时受到不平衡力的作用而出现的运动过程，它遵守阿基米德定律。



人在空气中浮不起来是由于人体的重量大于所排开的空气的重量。

浴缸里的发现

阿基米德是古希腊著名的物理学家。有一次，希腊国王交给阿基米德一顶王冠，并让他查一查这顶王冠是否为纯金打造。阿基米德日思夜想。一天，他去澡堂洗澡，当他慢慢坐进浴缸时，水从盆边溢了出来，他望着溢出的水，突然大叫一声：“我知道了！”竟一丝不挂地跑回家中。原来他想出办法了！阿基米德把王冠放进一个装满水的缸中，一些水溢出来了。他取出王冠，把水装满，再将一块与王冠一样重的金子放进水里，又有一些水溢出来。他把两次溢出的水加以比较，发现第一次溢出的水多于第二次，于是他断定王冠中掺了其他成分。这次试验的意义远远大过查出王冠是否为纯金，其中蕴含着一条原理：物体在液体中减轻的重量，等于它所排出液体的重量。这就是后来人们以阿基米德的名字命名的浮力原理。

密度与浮力

浸在液体中的物体所受浮力的大小除了取决于物体所排开液体的体积外，还与液体的密度有关，而与其他因素如物体本身的形状、密度等因素无关，也与物体全部浸入液体后的深度无关。

海中的船与河中的船

有人认为海水的密度比河水的密度大，所以船在海水中受到的浮力将比在河水中受到的浮力大。这种观点是错误的。根据阿基米德定律，浮力的大小是由液体的密度和物体所排开的液体的体积共同决定的。因此，只有在排开相同体积的液体时，液体的密度越大，对物体产生的浮力才越大。船所排开的液体的体积是变化的，所以液体的密度大，对物体所产生的浮力不一定大。

新型游泳衣

救生圈虽然可以使人浮出水面，但使用它时，人在水中的姿势是垂直的，这不符合游泳的姿势。有一种根据浮力特性研制的新型游泳衣把救生圈和游泳衣合二为一，解决了这个问题。这种游泳衣的外形与普通游泳衣一样，但是人穿上后跳到水里，人体却能平躺在水上。那么，它的奥秘在哪里呢？原来，人在水里受到两个力的作用，即人体自身的重力和水的浮力。人体重力的合力作用点在重心，浮力的合力作用点在浮心。人在腋下套上救生圈后，浮心的位置在胸部，因此人体在水中呈垂直状态。如果要使人体在水中保持水平状态，浮心的位置最好是在腹部；这种新型游泳衣不仅能使人体在水中的浮心位置移至下腹部，使人体保持水平，而且还能使人体保持最理想的游泳姿势，即人体上部的三分之一露出水面，下部的三分之二仍浸没在水中，不致影响游泳。



充满摩擦的世界

无处不在的摩擦力

流星是人们争相目睹的自然奇观。而天文界关于流星的种种研究，可说是从狮子座流星雨开始的。1833年的狮子座流星雨出现时每小时竟多达35000条(约每秒10条)，景象蔚为壮观。流星雨是怎么形成的呢？原来，流星是游荡在太空中的散碎块体(流星体)撞进地球大气层时，和大气高速摩擦，进而燃烧所形成的天文现象。这样剧烈的摩擦释放出耀眼的光芒，让人叹为观止。事实上，摩擦无处不在！



流星雨之所以非常明亮是因为流星体在下坠到距地面80～110千米的高空以后，与地球大气分子相互摩擦，致使周围空气明显升温，从而使得流星体开始燃烧，并发出强光。



自行车中的摩擦力

减少摩擦
在自行车比赛中，选手往往穿着光滑的特制服装，以尽可能减少行进过程中与空气产生的摩擦力。

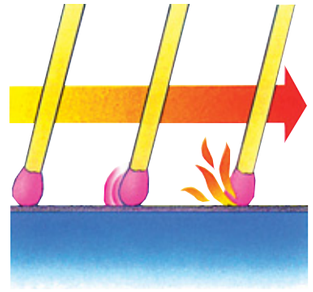
摩擦力的方向
在自行车的行进过程中，前后两轮的转动方向一致，但所受到的摩擦力的方向却是不一样的。正是由于脚施于踏板的力的作用才使后轮逆时针转动，此时后轮受到的摩擦力是向前的；而前轮是受后轮驱动才有向前运动的趋势的，因此，地面给前轮向后的摩擦力。由此可见，两轮受到的摩擦力方向不同，这就是人们将后轮称为“主动轮”，将前轮称为“从动轮”的原因。

滚动摩擦与滑动摩擦
自行车在行进过程中，车轮与地面产生的摩擦属于滚动摩擦。而当自行车紧急刹车时，车轮与地面的滚动摩擦变为滑动摩擦，以此来增大摩擦使自行车尽快停下来。

增加摩擦力
在自行车的前进过程中，轮胎与地面产生摩擦，使得自行车不会倾倒。而刹车时，车闸与车圈之间产生的摩擦力使自行车停下来。车闸和车圈上有许多胎纹，这些凹凸不平的胎纹使车闸和车胎的摩擦力加大。

施力
要使车轮与地面产生相对运动，首先必须有力作用在车轮上，这个力即脚施于踏板的力。

减小摩擦
车的前轴、中轴及后轴均采用钢珠设计以减小摩擦。为进一步减小摩擦，人们常在这些部位加润滑剂。



火柴头与火柴盒之间的摩擦使温度上升，从而点燃火柴。

摩擦力的种类

摩擦力主要有三种类型。当一个物体在另一个物体表面产生相对运动趋势时，在接触面上产生的阻碍物体作相对运动的力叫“静摩擦力”。当两个相互接触的物体相对滑动时，在它们的接触面上便产生阻碍它们相对滑动的“滑动摩擦力”。当两个相互接触的物体发生相对滚动时，在它们的接触部分会发生弹性变形，从而产生对滚动的阻碍作用的“滚动摩擦力”。



摩擦力的大小
摩擦力的大小跟作用在物体表面的压力有关：表面受到的压力越大，摩擦力就越大。摩擦力的大小还跟接触面的粗糙程度有关：接触面越粗糙，摩擦力越大。

静摩擦力的分析
静摩擦力是在物体间有相对运动趋势时产生的。它的方向总是沿两物体接触面并与物体间相对运动趋势的方向相反。物体受到静摩擦力的作用可以处于平衡状态，也可以使其运动状态发生变化。汽车在起步时，就需要先克服静摩擦力，然后再由发动机带动汽车前进。



钻木取火
人类的祖先利用摩擦生热的原理发明了钻木取火。克服摩擦力做功产生的热量使木头、干草等易燃物体温度升高，最后达到燃点而燃烧起来。

摩擦无处不在

当两个相互接触的物体之间具有相对运动，或具有相对运动趋势时，在它们的接触面上便产生阻碍物体运动的相互作用，即摩擦力。正是因为摩擦力的存在，人才能在地面上行走，车辆才能在地面上行驶，机器才能传动和制动，纺织物才能编织成布……甚至可以说，“摩擦”是人类赖以生存发展必不可缺少的条件。



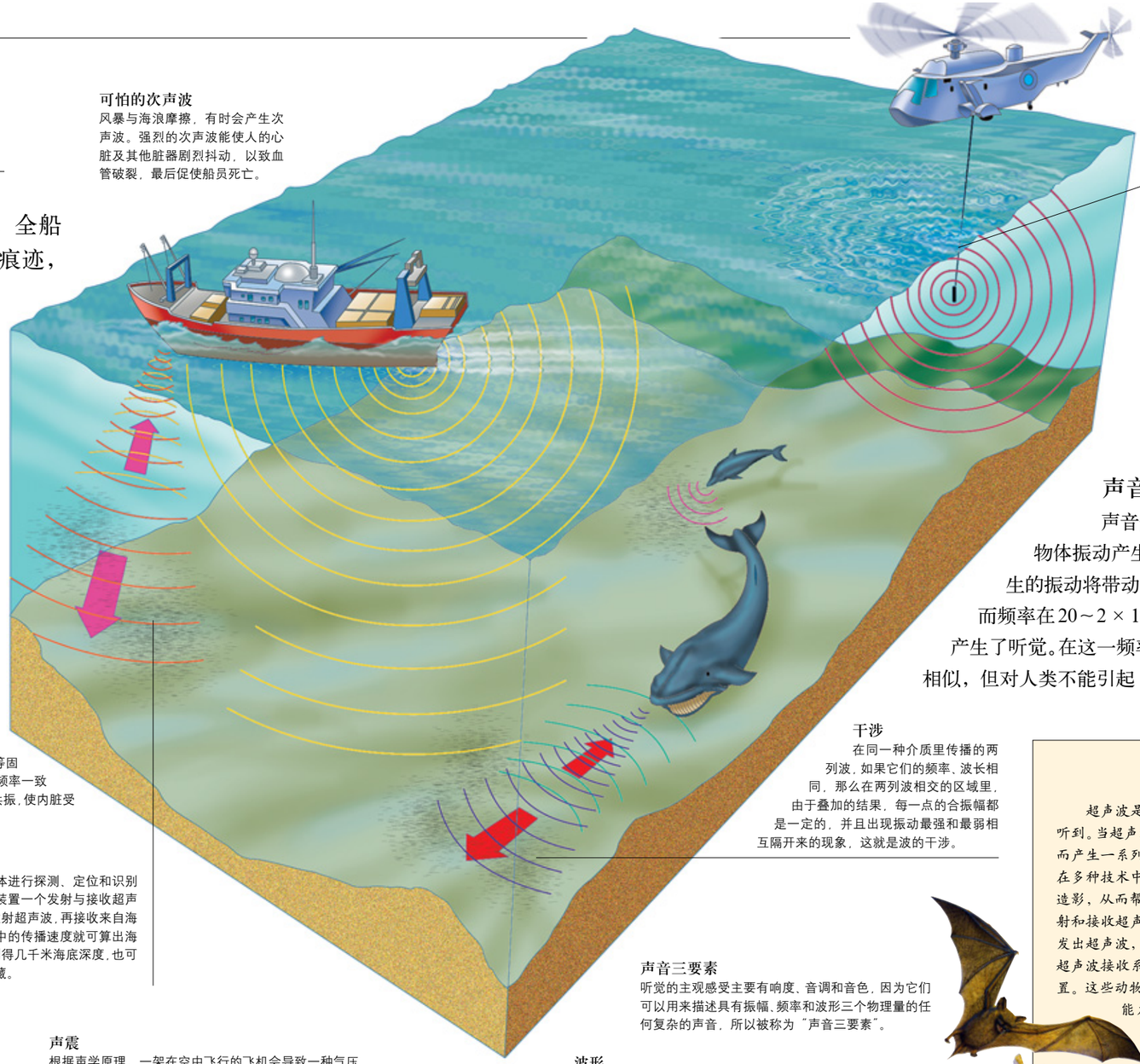
自然界中的摩擦

我们的手掌、手指、脚掌及脚趾内侧表面的皮肤凸凹不平，产生的纹路形成各种各样的图案，好像车子轮胎的花纹一样。这些纹路的存在增加了皮肤表面的摩擦力，使得我们能够用手来抓起重物或用光脚站立而不倒。当动物在水中运动时，它们的皮肤表面会与水产生摩擦力，为减少这些阻力，它们的身体变得平滑且具流线形，同时“简化”了不必要的突出部分，如外耳、毛发等。如果我们用手摸一只海豚的身体，就会发现它的皮肤极光滑，无任何凹陷；其轮廓由头至尾是纺锤形的，这些都可以降低它们游泳时的阻力。

声音的谋杀

声音的种类与特性

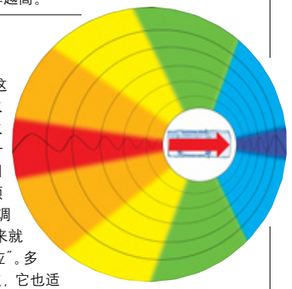
艘荷兰货船通过马六甲海峡，一场风暴过后，全船海员莫明其妙地死亡；而船上没有丝毫燃烧的痕迹，遇难者遗骸上也看不到死前打斗的迹象。在匈牙利鲍拉得利山洞入口处，三名旅游者齐刷刷地突然倒地，停止了呼吸，是自杀还是他杀？死因何在？凶手是谁……这些没有征兆的惨案引起了科学家们的普遍关注。经过反复调查，终于弄清了制造上述惨案的“凶手”，它就是一种当时不为人们所了解的声波——次声波。



可怕的次声波
风暴与海浪摩擦，有时会产生次声波。强烈的次声波能使人的心脏及其他脏器剧烈抖动，以致血管破裂，最后促使船员死亡。

反射
当声波在一种介质中传播，遇到的障碍物比较大（尺度至少比声波波长大 5 倍）时，就会发生比较明显的反射现象。这时的前进波将从障碍物表面反射回去；障碍物的反射表面越大，则反射的效率越高。

多普勒效应
在日常生活中，我们都会有这种经验：当一列鸣着汽笛的火车经过身边时，我们会感到火车汽笛的声调由高变低。为什么会发生这种现象呢？这是因为声调的高低是由声波振动频率的不同决定的：频率高，声调听起来就高；反之，声调听起来就低。这种现象称为“多普勒效应”。多普勒效应并不仅仅适用于声波，它也适用于其他类型的波，包括光波、电磁波等。



共振
次声波为什么会使人的脏器狂跳不已呢？原来，人体内脏固有的振动频率和次声频率相近似（10^{-4}～20赫兹），如果外来的次声频率与体内脏器的振动频率相似，就会引起人体内脏器官的共振，从而使人产生头晕、烦躁、耳鸣、恶心、四肢麻木等一系列症状。特别是当人的腹腔、胸腔等固有的振动频率与外来次声频率一致时，更易引起人体脏器的共振，使内脏受损而丧命。

声呐
声呐是利用声波对水下物体进行探测、定位和识别的方法及其设备。在船上装置一个发射与接收超声波的仪器，垂直地向海底发射超声波，再接收来自海底的反射波，由声波在水中的传播速度就可算出海洋的深度。用这种方法可测得几千米海底深度，也可以用来探测鱼群和海底矿藏。

什么是次声波

次声波是一种人耳听不到的声波。次声的声波频率很低，一般在20赫兹以下，波长却很长，传播距离也很远。例如：1960年南美洲的智利大地震产生的次声波几乎传遍了全世界的每一个角落；1961年，苏联在北极圈内进行了一次核爆炸，产生的次声波竟绕地球转了5圈之后才消失！次声虽然人耳听不到，但它却时刻在产生并威胁着人类的安全。在自然界，太阳磁暴、海啸咆哮、雷鸣电闪、气压突变；在工厂，机械的撞击、摩擦；军事上的原子弹、氢弹爆炸试验等，都能产生次声波。

声音的传播

声音是如何传到人的耳朵里的呢？首先，声波是由物体振动产生的。在介质(空气、水、固体)中，某一质点发生的振动将带动周围质点也发生振动，并且逐渐向各方面扩展。而频率在20～2×10^4赫兹范围内的声波可以被人们感觉到，也就产生了听觉。在这一频率范围以外的振动波就其物理特性而言与声波相似，但对人类不能引起“声音”的感觉。

干涉
在同一种介质里传播的两列波，如果它们的频率、波长相同，那么在两列波相交的区域里，由于叠加的结果，每一点的合振幅都是一定的，并且出现振动最强和最弱相互隔开来的现象，这就是波的干涉。

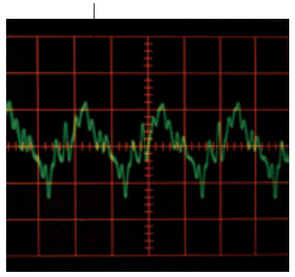
超声波

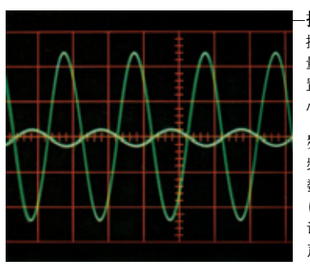
超声波是频率高于2×10^4赫兹的声波，与次声波一样不能被人们听到。当超声波在介质中传播时，会使介质发生物理和化学的变化，从而产生一系列力学、热学、电磁学等的超声效应，因此被广泛地应用在多种技术中。平常说的“B超”就是根据人体内脏反射的超声波进行造影，从而帮助医生治疗病人的。有趣的是，很多动物具备完善的发射和接收超声波的器官。以昆虫为食的蝙蝠，视觉很差，飞行中不断发出超声波，并依靠昆虫身体的反射波来发现它们。海豚也有类似的超声波接收系统，这使它们能在混浊的水中准确地确定远处鱼群的位置。这些动物的一些重要性能，如确定目标方位的精确度以及抗干扰能力等都远优于现代的无线电定位器。深入研究动物身上各种器官的功能和构造，将获得的知识用来改进现有的设备和创制新的设备，这也是仿生学研究的重要内容。



声音三要素
听觉的主观感受主要有响度、音调和音色，因为它们可以用来描述具有振幅、频率和波形三个物理量的任何复杂的声音，所以被称为“声音三要素”。

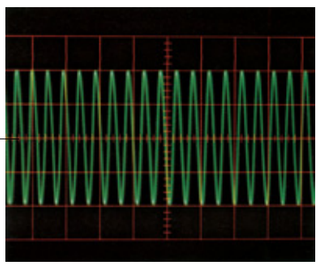
波形
波形决定音色的不同。音色用来表现不同声音的特征，它是我们分辨各种声音的依据。音色不受响度、音调的影响：不同乐器，即使发出音调、响度相同的声音，我们也很容易识别乐器的种类，这就源于音色的不同。





振幅
振幅是表示振动强弱的物理量，指物体振动时偏离原来位置的最大距离。声音振幅的大小决定声音响度的大小。

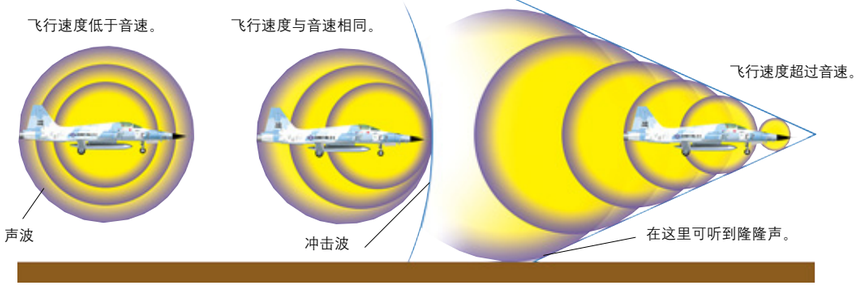
频率
频率是指物体每秒钟振动的次数。声音频率的单位用赫兹(Hz)来表示。频率高的声音音调高，听起来尖细；频率低的声音音调低，听起来低沉。



声波的种类

声音是声波作用于人耳引起的听觉。声波按频率主要分为可听声波、次声波和超声波三种。次声波的频率范围为10^{-4}～20赫兹，可听声波的频率范围为20～2×10^4赫兹，超声波的频率范围为2×10^4～10^{12}赫兹。而频率在10^{12}赫兹以上的声波称为特超声波。只有可听声波才能引起人耳的听觉。

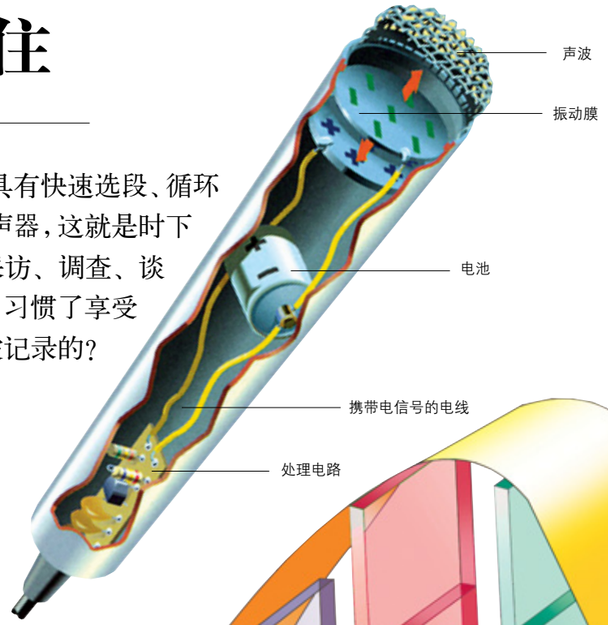
声震
根据声学原理，一架在空中飞行的飞机会导致一种气压波的产生；当飞机飞行速度达到音速(每小时1207千米)或者超过音速时，这种气压波就会形成冲击波，当冲击波达到地面时，我们就会听到“声震”。



把声音留住

声音的储存

外形设计精巧的液晶高清晰显示屏幕，具有快速选段、循环播放功能，内置高灵敏度麦克风及扬声器，这就是时下十分流行的录音笔，可用于会议、课堂、采访、调查、谈判、电话和手机等各种环境及工具的录音。习惯了享受高科技成果的你是否真正了解声音是如何被记录的？其中又有哪些奇妙的发明和发现呢？



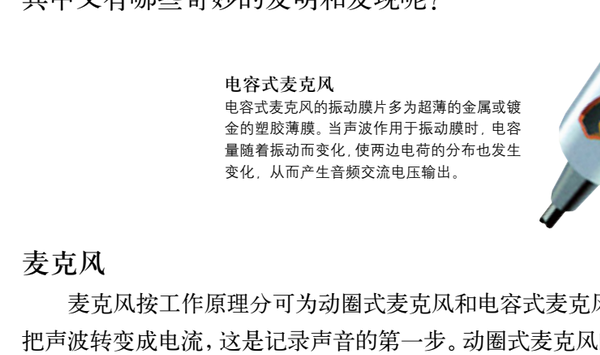
电容式麦克风
电容式麦克风的振动膜片多为超薄的金属或镀金的塑胶薄膜。当声波作用于振动膜时，电容量随着振动而变化，使两边电荷的分布也发生变化，从而产生音频交流电压输出。

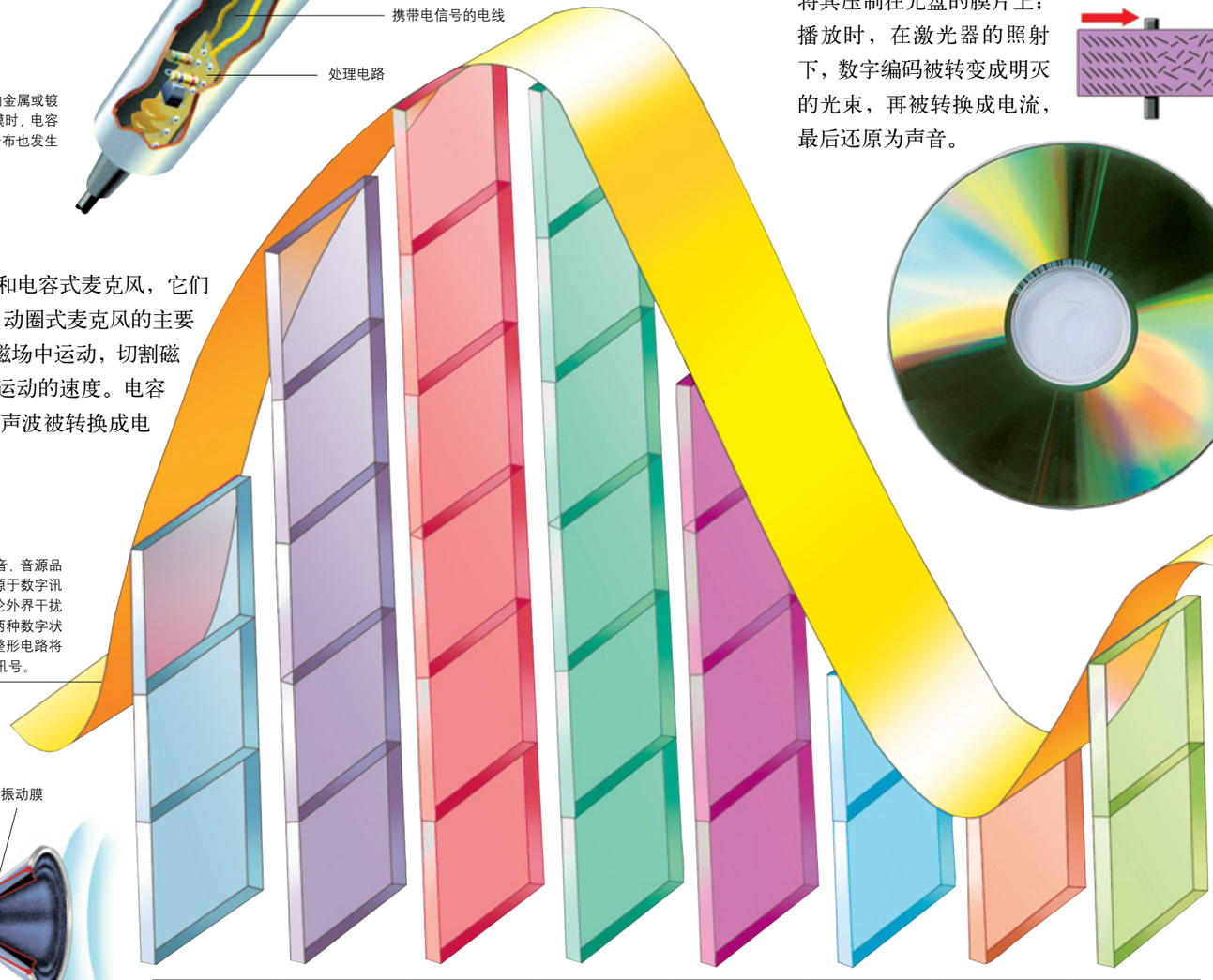
麦克风

麦克风按工作原理分可为动圈式麦克风和电容式麦克风，它们把声波转变成电流，这是记录声音的第一步。动圈式麦克风的主要装置是金属线圈；在声波的推动下，线圈在磁场中运动，切割磁力线而产生出电流；电流的大小取决于线圈运动的速度。电容式麦克风利用了导体间电容充放电的原理：声波被转换成电能讯号后，再经由电子电路输出。

动圈式麦克风
动圈式麦克风感受到的声波使其振动膜振动而带动线圈运动，切割永久磁钢(磁铁)的磁力线，这样就会在线圈两端感应出音频电压。

数字录音
数字录音不会有磁带上的杂音，音源品质非常高。这么出色的性能源于数字讯号中只有0、1两种状态。无论外界干扰有多强，只要不影响0、1这两种数字状态的识别，最后都可以通过整形电路将干扰去除，完全地复原原始讯号。



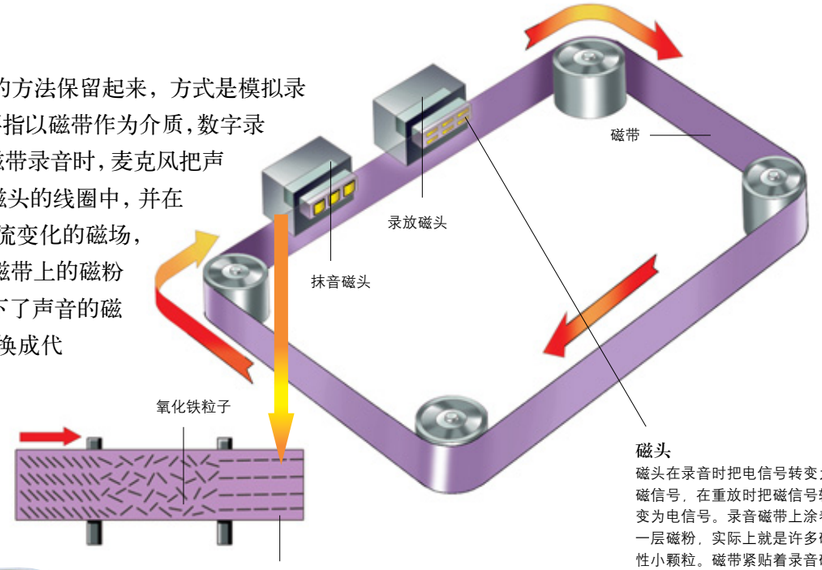


3			5			6			6			4			2			1			2		
0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0

数字输出
数字输出包含一系列二进制编码的传输(1或者0)，每个数字的组合代表声波在某一特定时刻的高低。

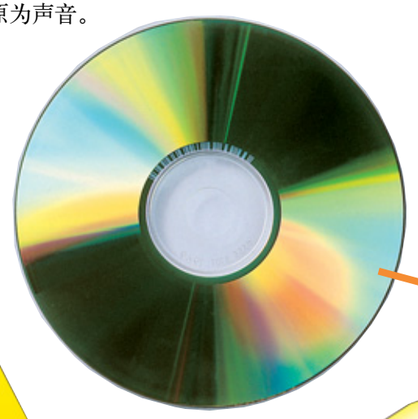
把声音存起来

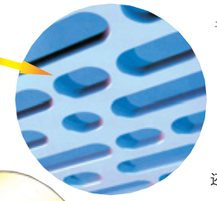
声音可以通过“复制”的方法保留起来，方式是模拟录音和数字录音。模拟录音主要指以磁带作为介质，数字录音主要指以光盘作为介质。磁带录音时，麦克风把声音变成音频电流，进入录音磁头的线圈中，并在磁头的缝隙处产生随音频电流变化的磁场，磁带紧贴着磁头缝隙移动，磁带上的磁粉层被磁化，故磁带上就记录下了声音的磁信号。数字录音是把声波转换成代表声音高低的数字信息，并将其压制在光盘的膜片上；播放时，在激光器的照射下，数字编码被转变成明灭的光束，再被转换成电流，最后还原为声音。



抹音
抹音就是对磁带进行消磁。抹音磁头的基本结构与录放磁头相同，只是工作缝隙宽度大约为录放磁头的10倍。当磁带移近抹音磁头时，磁带上某点受到逐渐加强的磁场的影响，当到达间隙处时，掩盖了磁带上原有的磁性。磁带继续运行时，离开间隙处，磁场强度逐渐减弱，当磁场强度减少至零时，磁带上的磁性也减小到零。于是磁带上原来录的磁迹就完全抹掉了。

磁头
磁头在录音时把电信号转变为磁信号，在重放时把磁信号转变为电信号。录音磁带上涂着一层磁粉，实际上就是许多磁性小颗粒。磁带紧贴着录音磁头走过，音频电流使得录音磁头缝隙处磁场的强弱、方向不断变化，磁带上的磁粉也就被磁化成一个个磁极方向和磁性强弱各不相同的“小磁铁”，声音信号就这样记录在磁带上了。





音轨
声波变为一系列数字信号后被压制在盘片的膜面上，形成其上由坑点与平台组成的“音轨”(一张光盘上的螺旋形音轨大约有两万圈)。音轨上所有的坑点都有着相同的深度与宽度，一张CD盘片上共有约28亿个这样的坑点。解读坑点编码时，需要激光束的照射：编码被转变成明灭的光束，再被转换成电流；当扩音器收到电流后就能把它还原成声音。

留声机的发明

1877年，美国发明家爱迪生发明了世界上第一个记录声音的实用机器——留声机。留声机的发明在当时的社会上引起了强烈的反响，人们对这种新产品的疯狂迷恋长达数月之久，并将这项发明称为“19世纪的奇迹”。留声机录下爱迪生朗读的《玛丽有只小羊》的歌词：“玛丽有只小羊羔，雪球儿似的一身毛，不管玛丽往哪儿去，它总是跟在后头跑。”共8秒钟的录音成为世界录音史上的第一声。


留声机是爱迪生在改进电报机的过程中发明的。

海市蜃楼

光的各种特性

夏天，在平静无风的海面上，向远方望去，有时能看到山峰、船舶、楼台、亭阁、集市、庙宇等出现在远方的空中。古人不明白产生这种景象的原因，对它作了不科学的解释，认为是海中蛟龙(即蜃)吐出的气结成的，因而叫作“海市蜃楼”，也叫“蜃景”。在沙漠里也会看到蜃景，海面上的蜃景常常是正立着的，而沙漠中的蜃景往往是倒立着的，这又是什么原因呢？

光的直线传播

光在均匀介质中沿直线传播，针孔成像、不透明物体在点光源的照射下产生影子等都是直线传播定律的例证。在研究光的传播规律时，为了方便，常用一条直线来表示光的传播方向，这样的直线，叫作“光线”。但“光线”并不存在，实际中只能得到很窄的光束，不能得到象几何线那样的光线。

光的折射与反射

(光从水中射到空气中的情形)

若使入射角增大，则折射角就会趋近于90°。产生全反射的最小入射角，我们称为临界角，此时的折射光会沿着水面传播。

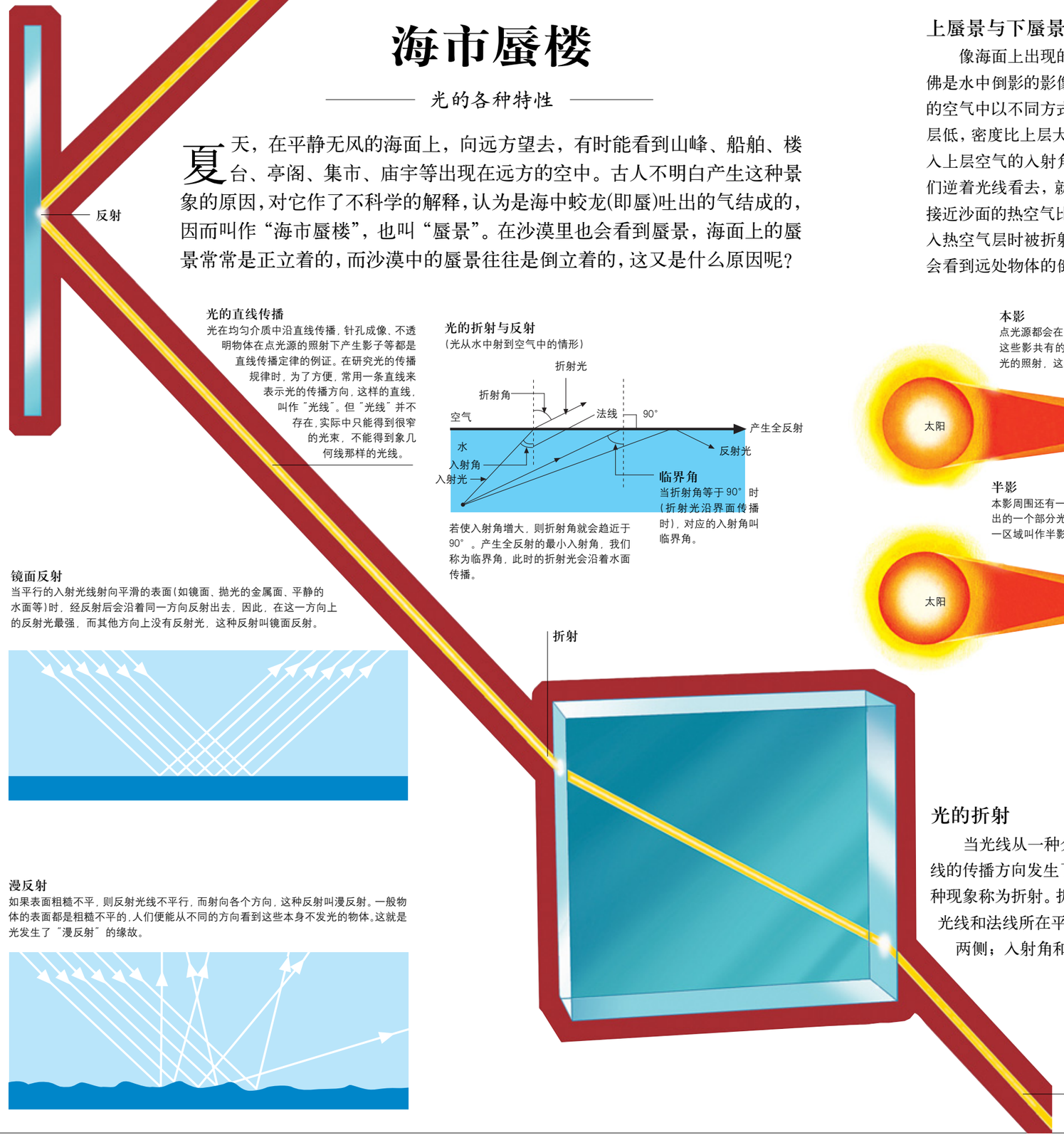
临界角
当折射角等于90°时(折射光沿界面传播时)，对应的入射角叫临界角。

镜面反射

当平行的入射光线射向平滑的表面(如镜面、抛光的金属面、平静的水面等)时，经反射后会沿着同一方向反射出去，因此，在这一方向上的反射光最强，而其他方向上没有反射光，这种反射叫镜面反射。

漫反射

如果表面粗糙不平，则反射光线不平行，而射向各个方向，这种反射叫漫反射。一般物体的表面都是粗糙不平的，人们便能从不同的方向看到这些本身不发光的物体。这就是光发生了“漫反射”的缘故。



上蜃景与下蜃景

像海面上出现的向上抬升的正像为“上蜃景”，像沙漠里出现的仿佛是水中倒影的影像为“下蜃景”。这两种景象是光在密度分布不均匀的空气中以不同方式传播而产生的。夏天，海面上的下层空气温度比上层低，密度比上层大。远处景象发出的光线射向空中时不断被折射，进入上层空气的入射角不断增大，以致发生全反射，光线反射回地面，人们逆着光线看去，就会看到远方的景物悬在空中。当太阳照到沙地上，接近沙面的热空气比上层空气的密度小，从远处物体射向地面的光线进入热空气层时被折射，也可能发生全反射，人们逆着反射光线看去，就会看到远处物体的倒影，仿佛是从水面反射出来的一样。



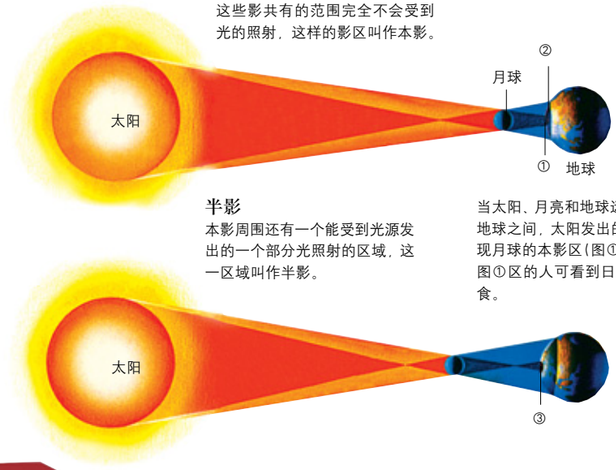
海市蜃楼

本影

点光源都会在物体背后造成影区，这些影共有的范围完全不会受到光的照射，这样的影区叫作本影。

半影

本影周围还有一个能受到光源发出的一个部分光照射的区域，这一区域叫作半影。



日食的形成原理

由于光在均匀介质中沿直线传播，因此，当光线在传播过程中被不透光的物体遮挡时，在物体背光面的后方会出现光线照射不到的黑暗区域，这一黑暗区域称为物体的影。日食(或月食)就是由于光的直线传播而形成影子的结果。

当太阳、月亮和地球运行到一条直线上，若月球位于太阳和地球之间，太阳发出的光，一部分被月球挡住，这时就会出现月球的本影区(图①区)和月球的半影区(图②区)。此时，图①区的人可看到日全食；位于图②区的人可以看到日偏食。

当地球与月球的间距足够远(地球轨道为椭圆，地球与月球之间的距离是变化的)，月球的本影不能落在地球上，而是它的半影区(图③区)落在了地球上时，处于图③区的人们看到的是日环食。

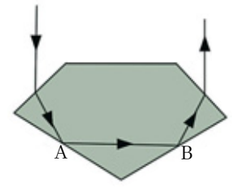
全反射

光射到界面上的入射角等于临界角时，全部的光都被反射回来，这种现象叫作全反射。钻石是折射率最大的宝石，临界角很小，AB形成的面很宽，其作用类似于镜子。因此钻石才会闪闪发光，这就是一种全反射现象。



光的反射

光传播到两种不同物质的分界面时，有一部分会被反射，仍在原来的物质中传播，这种现象就是光的反射。反射遵循一定的规律：反射光线与入射光线、法线在同一平面内；反射光线和入射光线分居法线两侧；反射角等于入射角。



光的折射

当光线从一种介质射到另一种介质时，在分界面上，光线的传播方向发生了改变，一部分光线进入第二种介质，这种现象称为折射。折射也遵循一定的规律：折射光线在入射光线和法线所在平面上；折射光线和入射光线分居在法线两侧；入射角和折射角的大小关系由介质的转换决定。

光源

能够发光的物体叫光源，可分自然光源和人造光源。自然光源受自然气候条件的限制，光色瞬息万变，不易稳定，如最大的自然光源——太阳。人造光源有各种电光源和热辐射光源，如电灯光源等。无限个发光点的像才能组成完整的像。在光学中把一个发光(或散射)的点叫作一个“点光源”，它可忽略自身尺寸。

光是什么

“光是一种微粒流，微粒从光源飞出来，在均匀物质内以力学定律作等速直线运动。”17世纪后半叶，牛顿这样解释光的本质，当时被称为光的微粒流理论。19世纪下半叶，麦克斯韦的理论预言了光是一种电磁波，并为实验所证实，从而巩固了光的波动说的地位。20世纪20年代，德布罗意创立了物质波动学说，他设想“每一物质粒子的运动都和一定的波动相联系，光也不例外”，并为实验所证实。因此，光是具有波动性的微粒，从而结束了光到底是微粒还是波的争论，统一了对光的本性的认识，也就是后来的“波粒二向性”。



光既是波也是粒子。

宇宙是绿色的吗

光与颜色的关系

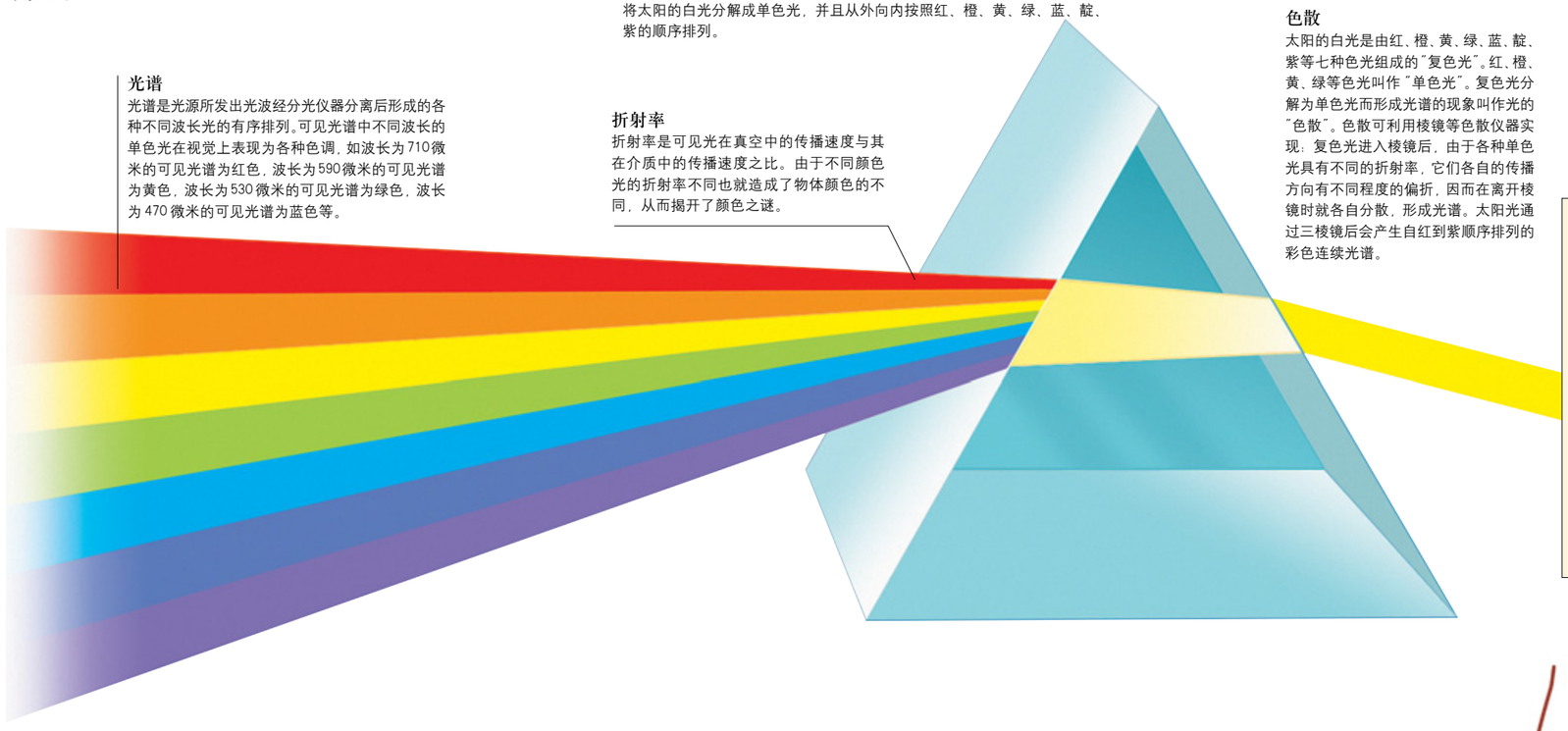
宇宙到底是什么颜色？为了回答这一问题，美国约翰霍普金斯天文台的两名科学家研究了两万个星系的星光，并对它们的颜色进行综合平衡。此后，他们得出了一个惊人的结论：从整体上看，宇宙呈现的是绿色。宇宙是绿色的？正当人们困惑之时，美国纽约曼塞尔颜色科学实验室的几位科学家，很快就指出天文台科学家对宇宙颜色的判断是不准确的。



阳光透过大气层进入雨中并照在雨滴上时会发生折射，光线在通过雨滴后再次发生折射和反射，最后形成弧形的彩虹。这时的雨滴就好像一个个棱镜，将太阳的白光分解成单色光，并且从外向内按照红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫的顺序排列。

光谱
光谱是光源所发出光波经分光仪器分离后形成的各种不同波长光的有序排列。可见光谱中不同波长的单色光在视觉上表现为各种色调，如波长为710微米的可见光谱为红色，波长为590微米的可见光谱为黄色，波长为530微米的可见光谱为绿色，波长为470微米的可见光谱为蓝色等。

折射率
折射率是可见光在真空中的传播速度与其在介质中的传播速度之比。由于不同颜色光的折射率不同也就造成了物体颜色的不同，从而揭开了颜色之谜。



色散
太阳的白光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等七种色光组成的"复色光"。红、橙、黄、绿等色光叫作"单色光"。复色光分解为单色光而形成光谱的现象叫作光的"色散"。色散可利用棱镜等色散仪器实现：复色光进入棱镜后，由于各种单色光具有不同的折射率，它们各自的传播方向有不同程度的偏折，因而在离开棱镜时就各自分散，形成光谱。太阳光通过三棱镜后会产生自红到紫顺序排列的彩色连续光谱。

天文学家的错误

宇宙是由无数个像太阳一样的恒星组成的，各个星系的颜色也就主要取决于这些"太阳"的颜色。而在组成太阳光的所有颜色中，最为明亮的是绿色。因此两位天文台的科学家就此得出结论：宇宙是绿色的。他们的失误在于，当大量的绿色和其他各种颜色混合时，人的视觉就会对这种混合颜色作出不同的反应。而要想在真正的意义上谈论宇宙的颜色，应该是假想观看者置身一个黑暗的背景中，在这样的背景中，宇宙呈现出的颜色就是米色。

太阳光的颜色

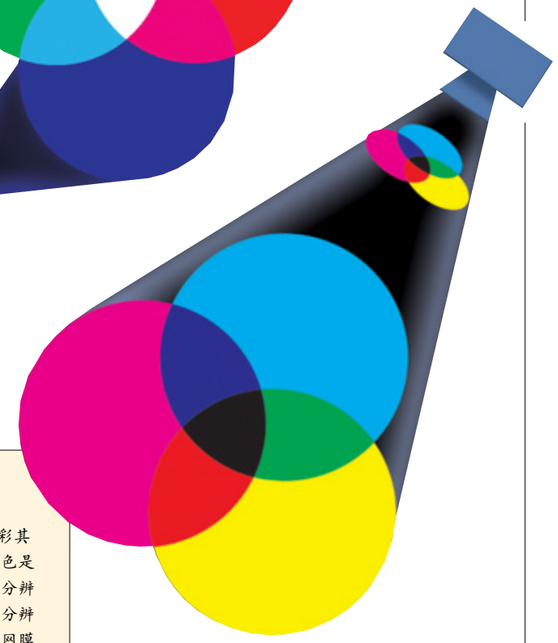
太阳光是什么颜色的？人们通常会说：橘黄色。但实际上太阳所发出的是一种无色的白光，当这种白光透过三棱镜后会呈现出红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色，这就是我们人类视觉范围内所能看到的颜色，即可见光部分。

颜色加减法

加色法混合即色光混合，也称"第一混合"；减色法混合即色料混合，也称"第二混合"。将红、绿、蓝三种色光分别以适当比例的混合，可以得到其他不同的色光；反之，其他色光无法混出这三种色光来，故称这三种色光为光的"三原色"，它们相加后可得白光。在减色法混合中也有三原色，分别是黄、青和品红，颜料的混合色与光的混合色是不同的。将减色法三原色颜料等量混合，将得到黑色。



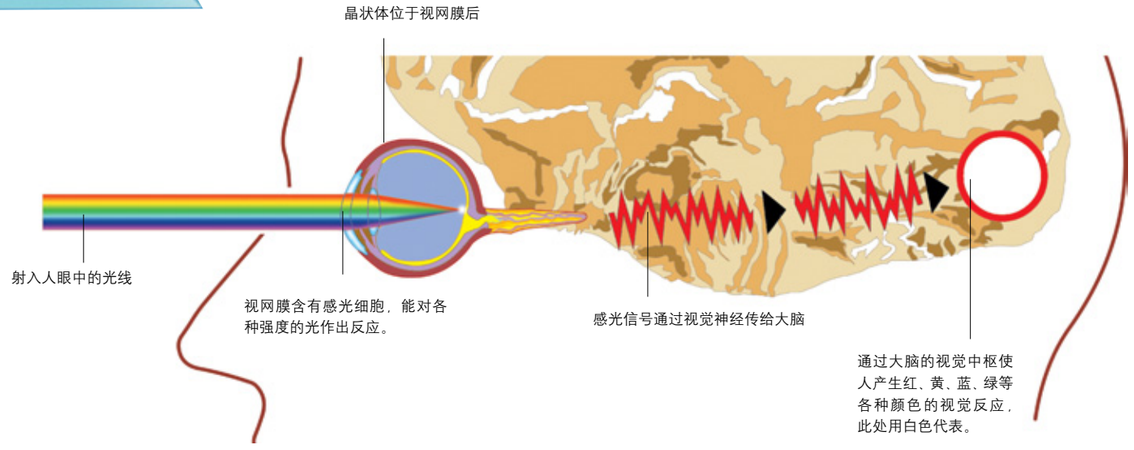
加色法
加色法混合效果是由人的视觉器官来完成的，因此它是一种视觉混合。加色法混合的结果是颜色各种特征的改变，使明度提高而纯度并不下降。加色法混合被广泛应用于舞台灯光照明及影视、电脑设计等领域。



减色法
人们平时在绘画、设计、染色、粉刷中的色彩调合，都属减色法应用。与加色法混合相反，减色混合后的色料色彩不但主要特征发生变化，而且明度和纯度都会降低。所以减色法混合的颜色种类越多，色彩就越暗越浊，最后近似于黑灰的状态。

视觉与颜色

颜色不是固定不变的，大自然的色彩其实是由人的视觉器官来完成的，因此颜色是一种视觉混合。人类的视网膜中央区能分辨出各种颜色，并由中央区向外，对颜色的分辨能力逐渐减弱，直到色觉消失。另外，视网膜中央部位有一层黄色素，它能降低光谱短波(如蓝色)的感受性。又因为不同人种的黄色素的密度有所不同，并且黄色素会随年龄的增加而变化——年龄大的人水晶体变黄(黄色素增多的原因)。因此，不同种族、不同年龄的人的对颜色的感受都会有所不同。



真正的火眼金睛——T射线

电磁波谱解秘

如果一本书被严重损坏，怎样才能不打开它而记录下里面的内容呢？地质学家能不能在不损坏标本的前提下，就能识别出岩石中的化石，从而把它们挖掘出来呢？这就是科学界正在开垦的电磁波谱领域最后的一块处女地——T射线的功能。此外，科学家还就T射线的其他用途提出了许多建议：除了提供物体的结构图像外，还能展现炸药的成分或癌病灶的内部情景；DNA分子的旋转和振动在T射线的射程之内，因此人们可以通过它来辨别基因突变。这种强大的成像新技术将在安全、医学等领域被广泛应用。

T射线在哪里

红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫，通过三棱镜人们能够看到七色可见光。在可见光的两头其实还有人们肉眼看不见的光——红光以外还有红外射线、无线电波，紫光以外还有紫外射线以及X射线等，它们都已被开发和利用。但在电磁波谱的远红外线与微波之间，科学家发现还有未开垦的处女地，那就是具有超强透视功能的的T射线。



强烈的紫外线会对人体造成伤害。

紫外线
在可见光谱的紫光区外侧有一种看不见的光线——紫外线，波长在0.04～0.39微米之间，一切高温物体发出的光都含紫外线。利用紫外线很容易使照相底片感光，并能分辨出物体细微的差别；紫外线还具有消毒杀菌的作用；但强烈的紫外线照射对人体、生物都有害。

X射线
X射线的波长很短，大约在10^{-19}～0.1微米之间，具有很强的穿透能力。X射线主要应用在医学的透视、摄影和造影等技术上。虽然X射线对人类有很大的贡献，但另一方面，它对病人的身体也会造成损伤：如果受到长时间、大剂量的照射，就有可能导致白内障、绝育、生长发育迟缓，甚至诱发恶性肿瘤或白血病等。

γ射线
γ射线是波长极短的电磁波，在医学上可用于透视医疗和定位肿块及杀灭病菌。

无线电波
无线电波在电磁波谱中波长最长，可达数千米。无线电波可以分为长波、短波和微波，雷达、微波炉、电视和收音机就是利用不同波长的无线电波来工作的。



无线电收音机

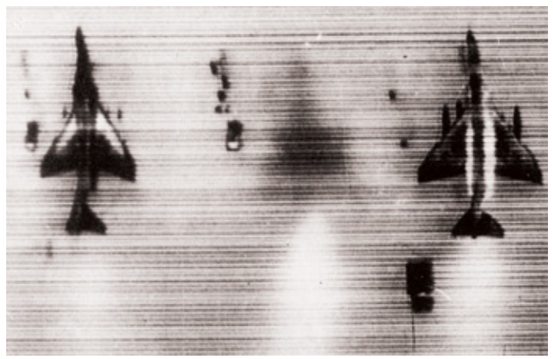
微波
微波是波长最短、频率最高的无线电波。然而，微波的波长虽短，能量却很大。通常，微波的能量如果达到每平方厘米13毫瓦，就会使人感到疲倦、情绪反常。但有效利用微波又能给人类带来方便，微波炉就是有效利用微波的典型。此外微波还可用于卫星转发通信、接力通信、导航等。



微波炉

红外线
红外线的波长范围在0.7～1000微米之间，具有生热的特性。大多数物体都会发出红外线，所以利用红外线制造的夜视仪可以用在步枪的瞄准器上，因此被称为“黑夜中的眼睛”。此外，红外线还可用于远距离摄影、红外线遥感等。

远红外线
远红外线是红外线中波长最长的一段，具有较强的穿透力和辐射力，可以深入人体皮下3～5厘米。由于人体发出的红外线波长处于远红外线的波长范围内，因此远红外线对治疗人类疾病有显著作用。



红外线摄影
为什么飞机逃脱不掉导弹的袭击？这是因为飞行着的飞机发动机的排气管就是一个红外线辐射源，而装有红外线探测仪的导弹会毫不困难地发现它。虽然飞机极力想摆脱导弹，但导弹上的电子导航系统又使得导弹始终咬住热源，速度低于导弹的飞机就会被击中。

辐射
自然界中的一切物体都以电磁波的形式不停地向外传递能量，这种传递能量的方式称为辐射。以辐射的方式向四周输送的能量称辐射能。辐射能的不同，在于电磁波的波长不同。



X光片
图中黑色部分代表肺，黄色部分代表心脏，粉红色的条纹代表部分脊椎骨和肋骨，绿色代表腹膜、锁骨。

电磁波谱

所有电磁波按波长顺序排列起来就组成电磁波谱。因为不同波长的电磁波表现出明显的差异，因此常将电磁波谱划分成若干波段。光作为一种电磁波同样具有不同的波段，按照各种光的波长由短到长的顺序可分为γ射线、X射线、紫外线、可见光、红外线与无线电波(或称射电波)。其中，无线电波又可进一步细分成微波、短波和长波；红外线有时也细分为近红外线、远红外线与次毫米波。

X射线的发现



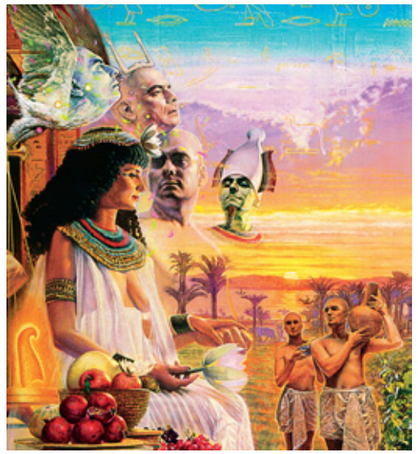
手部的X光片

1894年11月8日，德国物理学家伦琴将阴极射线管放在一个黑纸袋中，关闭了实验室灯源，他发现当开启放电线圈电源时，一块涂有氰亚铂酸钡的荧光屏发出荧光。分别用一本厚书、2～3厘米厚的木板和几厘米厚的硬橡胶插在放电管和荧光屏之间，仍能看到荧光。他又用其他材料进行实验，结果表明它们也是“透明的”，铜、银、金、铂、铝等金属也能让这种射线透过，只要它们不太厚。伦琴意识到这可能是某种特殊的、从来没有观察到的荧光，它具有特别强的穿透力。他一连许多天将自己关在实验室里，集中全部精力进行彻底研究。6个星期后，伦琴确认这的确是一种新的射线。1895年12月22日，伦琴和他夫人拍下了第一张X射线照片。

鬼屋惊魂

绚丽的激光应用

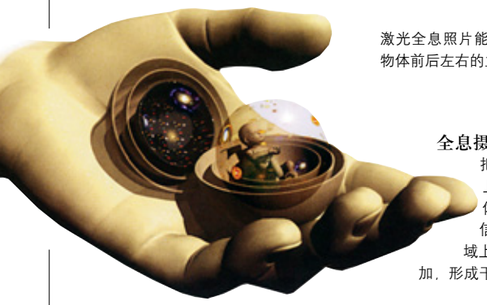
在美国加利福尼亚州的一个游乐场里，有一间叫作“鬼屋”的房子。走进去就会看到很多人：有的在飞，有的在吃东西；有的侃侃而谈，有的默默无语。与哈利波特所在的魔法学校无异。走近他们时，你会感到错愕不已，因为你可以径直走过他们的“血肉之躯”，但是——你根本摸不到他们！这一切都会令参观者毛骨悚然。鬼影幢幢的鬼屋是怎样被打造出来的呢？



激光全息摄影技术营造着诡异的气氛。

百变的激光全息摄影

当然，真正的鬼屋是没有的。那些“鬼影”只不过是一幅幅精美绝伦的浮现在空间里的全息摄影照片而已。激光全息摄影技术是利用激光光波的干涉，将物体影像与再现影像记录下来的一种摄影。它与一般的照相技术完全不同，我们可以围着它观看各个侧面，立体感强，栩栩如生。更为奇妙的是，所拍摄的每一点遍布在全息照片上，所以，即使全息照片碎成小块，但当每一小块再现时仍能给出整个物体的形象。



激光全息照片能够呈现出物体前后左右的立体影像。

全息摄影的记录

把激光束分成两束：一束激光直接投射在感光板上（参考光束）；另一束激光投射在物体上，经物体反射或者透射（物光束）后就携带有物体的相关信息；物光束经过处理也投射在感光板的同一区域上。在感光板上，物光束与参考光束发生相干叠加，形成干涉条纹，这就完成了一张全息图。

全息拍摄的奥秘

鬼屋里的景象是由化妆好的真人经全息拍摄再重新展现而获得的，其中的全部奥妙就在于这种新奇的拍摄方法。拍摄全息照片时，不用照相镜头，而是把一束激光和组成物体的小颗粒反射出的球面波一起照到照相底片上。整个底片都受到光照，它记录下的是一组间隔很小的同心圆：看起来就像是用刀把一个圆萝卜切成一片片薄片，叠在一起，成为一组同心环那样。底片经冲洗后，再用原来那束激光以同样的拍摄角度照到底片上。这时，我们就看到了物体的影像，而且，这个影像并不在底片上，而是悬浮在空中！激光全息拍摄不仅记录了物体的明暗，而且记录了这一物体的空间位置。

全息摄影技术的发明

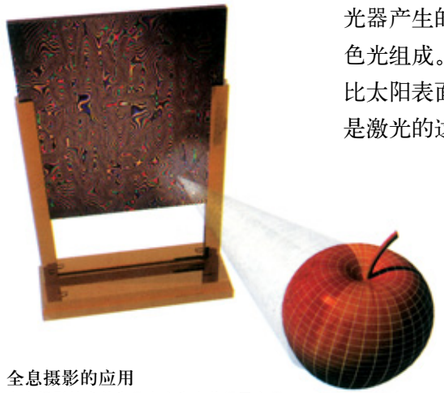
在摄影中，照相机拍摄的照片只记录了景物反射光的强弱，也就是反射光的振幅信息，而不能记录景物的立体信息。1947年，伦敦理工学院的伽伯教授发明了一种“立体摄影技术”。这种摄影技术能够记录景物反射光的振幅和相位，称为“全息摄影技术”。为了获得清晰的全息图，要求光源性能特别好，因此只有激光才能达到。所以，在激光出现之后，全息摄影技术才迅速发展起来并获得了广泛的应用。

全息摄影的再现

用一束激光照射全息图，这束激光的频率和传输方向应该与参考光束完全一样，于是就可以再现物体的立体图像。人从不同角度看，可看到物体不同的侧面，就好像看到真实的物体一样。

感光板

感光板的二维表面和正常的照片不同，其上的任何一片微小的碎片都包含着重建整个物体所需的全部信息。



全息摄影的应用

全息摄影技术首先是在广告中获得了应用。全息摄影提供的图像能够显示更多的信息，大大地增强了真实性。全息摄影技术在显微技术中也大有用武之地——可以获得微小物体很清楚的立体图像。由于激光全息摄影技术可以拍摄物体的三维“照片”，这种“照片”不能复印，便于识别，难于仿制，因此成为国际上用于公众防伪的主流技术。

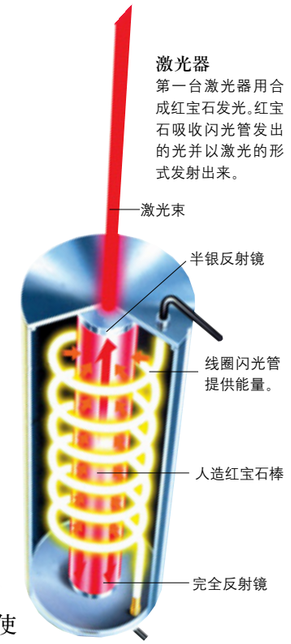
到底什么是激光

那么，什么是激光？激光和普通光到底有什么不同呢？“激光”一词在英文里是“Laser”，意为“受激发射的辐射光放大”。它是一种崭新的光源，是由激光器产生的一种光。激光的颜色非常单纯，不像太阳光或其他普通光那样由不同色光组成。而且激光可以高度集中，从而亮度极高：一台普通激光器输出的亮度比太阳表面的亮度大10亿倍，即使从地球照到月亮再反射回来也不成问题。正是激光的这些优势使它在许多领域被广泛应用着。

别出心裁的运用

美国有一家立体食品公司，他们的设计师独出心裁地把“光”和“甜味”结合在一起，创制出一种令人叹服的新奇糖果，名曰“全息糖果”。这种糖果的制造过程十分特别，他们在巧克力和糖果的表面镶上一条条极细的激光波纹。当光线照射到这些波纹上时，便会自动扩散，形成神奇的全息影像。该公司还打算与好莱坞及一些食品商合作，使儿童电影中的某些场面得以在糖果上重现。若在糖果内层加上各式全息影像，更可使糖果在溶化时出现不同的场景，这无疑非常神奇而有趣。





激光器

第一台激光器用合成红宝石发光。红宝石吸收闪光管发出的光并以激光的形式发射出来。

让全息拍摄记录历史

激光的全息摄影可以将珍贵历史文物的风貌纤毫毕现地记录下来。一旦有文物古迹遭到破坏，即使荡然无存，我们仍然可以根据全息照相重建它的三维效果。被八国联军焚毁的圆明园，虽然现在不断重建，但因为我们没有亲眼见过整个建筑的结构面貌，所以难以完整地恢复。如果激光全息照相技术提早100年发明的话，我们就可以看到圆明园曾经是怎样地繁荣，而不是只凭借书籍的描述来想像了。

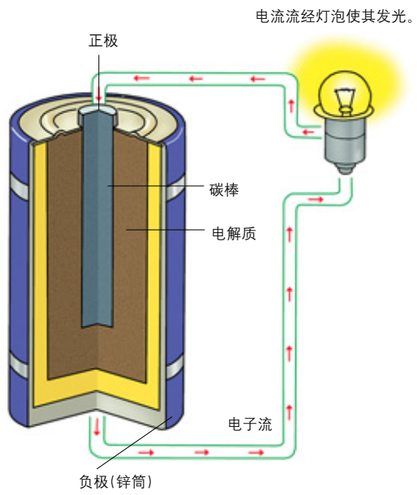


因为没有全景照片，圆明园的修复难以开展。如果能用激光全息技术为它拍摄一幅照片，那将为人类历史留下多少绚丽而珍贵的影像财富！

运动发电的“人体电池”

——电的产生、储存和应用——

最近，法国科研人员从全自动手表得到启发，发明了一种“人体电池”——一种能把身体运动产生的能量转化成电能的微型装置。这个装置被固定在人的髋部，在髋部运动的作用下，利用惯性原理，将一个质量为50克、两端拴有弹簧且经过磁化的惯性重块放在一个10厘米长的圆筒里上下移动，圆筒的内壁上环绕着线圈。重块的运动形成感应电动势，最后被收集起来，形成电流。这种人体发电和储电装置所产生的电能足够满足各种便携电器的需要，人们将可以随时随地使用随身携带的手机、手提电脑、计算器、全球定位装置等，而不用担心电池会在关键时刻耗尽。“人体电池”虽小，但它反映出来的用电本质却是一样的：发电——储存——应用。



普通干电池的结构

电的产生

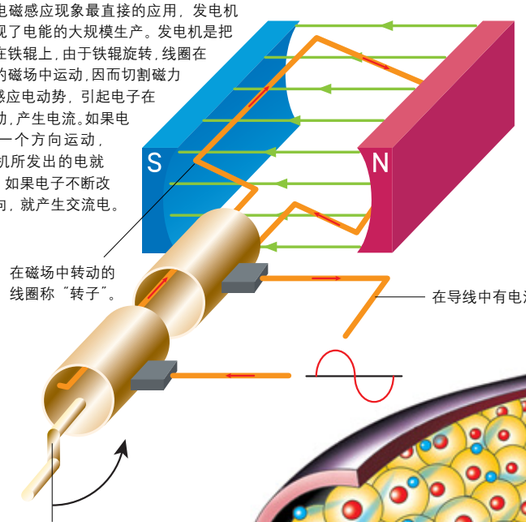
现在所用的电大致可以分为利用发电机发的电和化学能变成的电(如电池)。除此之外，还有一些正在开发的、还未被普遍应用但具有很大潜力的发电方式，如磁流体发电、太阳能发电、燃料发电等。

电的储存

电池是将化学能、光能、热能、核能等直接转换为电能的装置。电池的种类很多，常见的有化学电池、太阳能电池等。我们通常所说的电池指化学电池，其中的干电池是一种使用最广泛的化学电池。蓄电池通过充电将电能转变为化学能贮存起来，使用时再将化学能转变为电能释放出来，也属于一种化学电池。

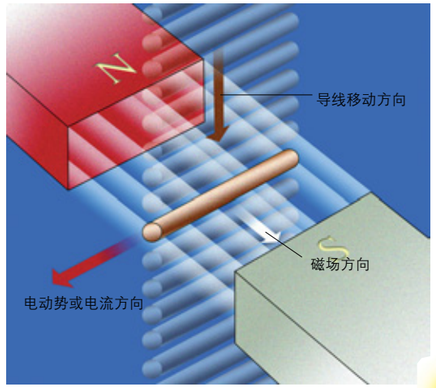
发电机发电原理

发电机是电磁感应现象最直接的应用，发电机的发明实现了电能的大规模生产。发电机是把铜导线绕在铁辊上，由于铁辊旋转，线圈在相对强大的磁场中运动，因而切割磁力线，产生感应电动势，引起电子在电路中运动，产生电流。如果电子始终朝一个方向运动，那么发电机所发出的电就是直流电；如果电子不断改变运动方向，就产生交流电。



电荷

一切构成物质的原子都是由原子核和核外电子组成的，原子核带正电荷，电子带负电荷。当一个带正电荷的物体与一个带负电荷的物体相互靠近，或者用能够导电的物体把它们连接起来时，根据“同性相斥、异性相吸”的特性，电子就迅速转移到带正电荷的物体上去中和，这就是放电现象。



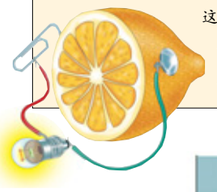
电磁感应

电磁感应就是磁生电的现象。当一根导体在磁场中沿着一定方向运动时，在导体的两头会产生电动势，这两点的电动势不一样高，如果用导线把这两点连起来，使整个导线成一个首尾相连的电路，那么就会有电流在里面流过。这个电动势叫感应电动势，电流叫感应电流。感应电动势的大小取决于这根导线在磁场中运动速度的大小、运动方向以及磁场的强弱。

千奇百怪的电池

电池除了比较正式和被广泛利用的类型外还有各种新奇的电池。你听说过“细菌电池”吗？将一勺糖浇到手机电池上，没电的手机就又能通电了。这种细菌电池的电力来源是地下土壤中的细菌，它们可以消耗糖分，将能量转换成电力。

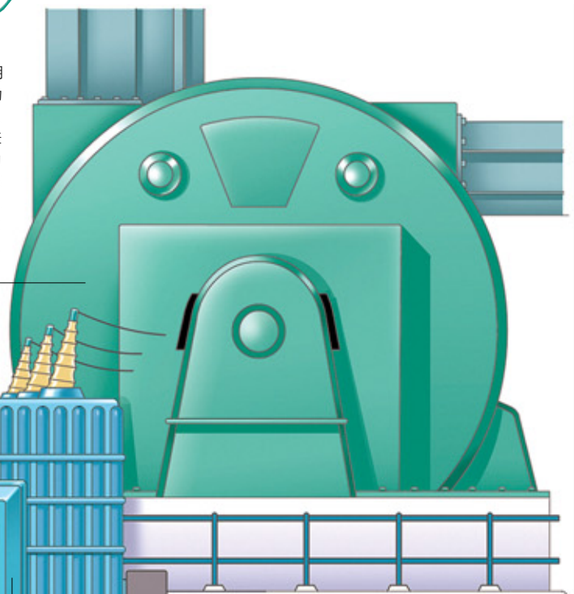
未来的人们可不可以借助菠菜等植物为电脑供电呢？一种以植物蛋白为能量来源的新型电池脱颖而出。这种电池的原理是先从菠菜叶的叶绿体中分离出多种蛋白质，经过特殊处理后，将蛋白质铺在一层金质薄膜上，而后在其最上方再加一层有机导电材料，做成一个类似“三明治”的装置。当光照射到这个“三明治”上时，叶绿体进行光合作用，将光转换成能量，最终形成电流。



水果电池

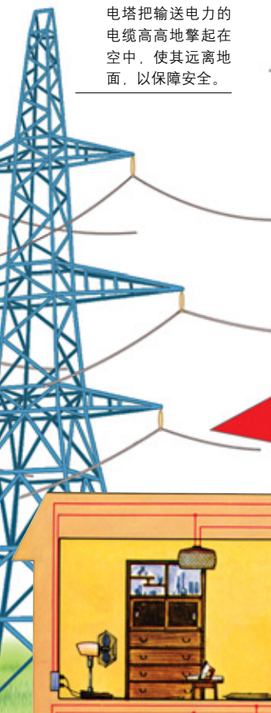
发电厂

发电厂按使用能源主要可分为利用燃烧燃料所得到的热能发电的火力发电厂、利用高处的河水(或湖水、江水)通过导流引到下游形成落差推动水轮机旋转带动发电机发电的水力发电厂、利用核反应堆产生蒸汽驱动汽轮机再带动发电机旋转发电的核电厂和利用风力吹动建造在塔顶上的大型桨叶旋转带动发电机发电的风力发电厂。



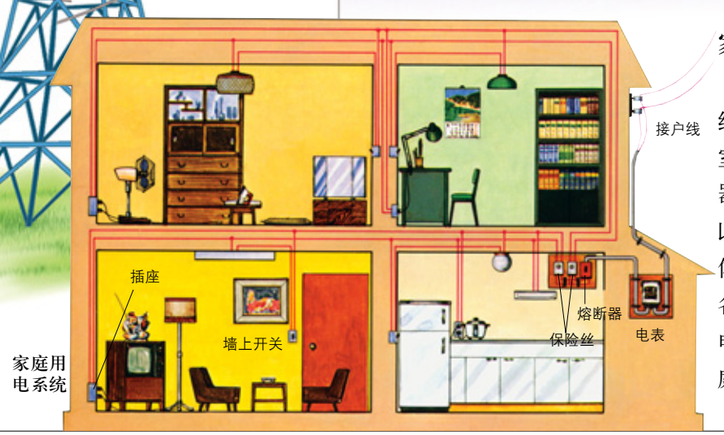
电塔

电塔把输送电力的电缆高高地擎起在空中，使其远离地面，以保障安全。



变压器

变压器是根据电磁感应定律将一种交流电变换为同频率不同电压的交流电的静止电机。变压器主要部件是绕组和铁心。绕组是变压器的电路，铁心是变压器的磁路，二者构成变压器的核心，即电磁部分。除了电磁部分，变压器还有油箱、冷却装置、绝缘套管、调压和保护装置等部件。



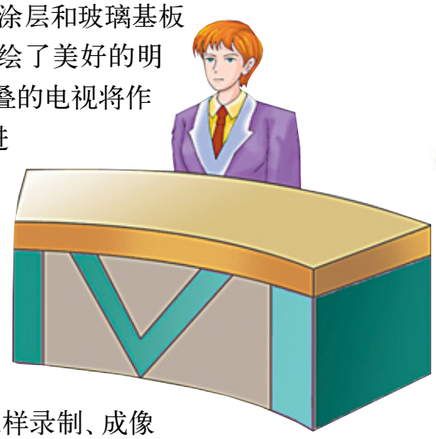
家庭用电

经过变压器降电压之后，电流通过接户线引入家庭。进入每家房屋之前，首先引接室外电表，然后接入室内配电箱的总断路器，当电流超过规定值，断路器自动断开，以保证用电器安全。在总断路器之后，电流依照用电场所和用电量分成几个支路，再经各分支断路器接于附有过载保险丝的插座和电灯。经过重重装置和设备的约束保证，家庭就可以按照自己的需要安全用电了。

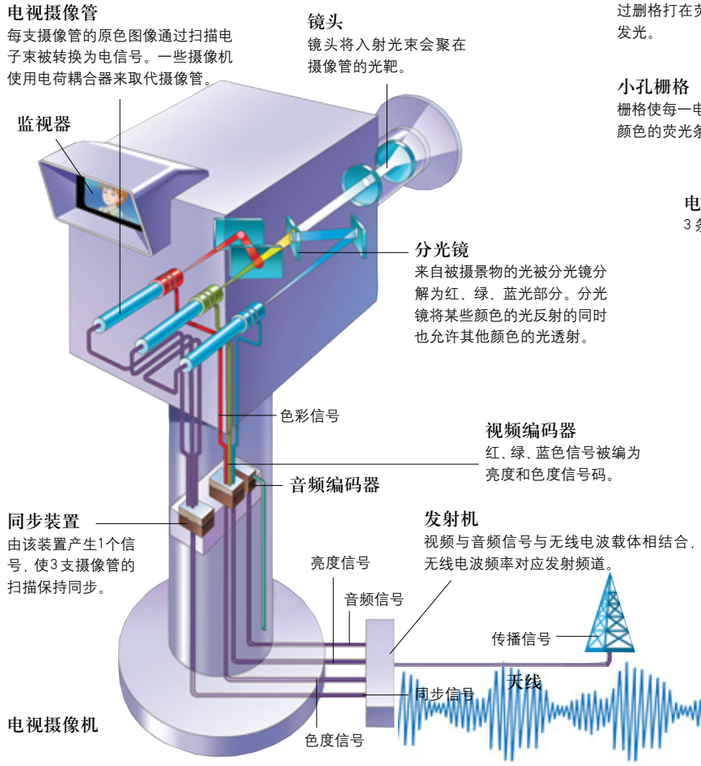
卷起来的电视机

电视机的发展和电视节目的录制

你能想像一种屏幕可像毯子一样随意折叠、卷起的电视机吗？这种以往在科幻片中才能看到的新型电视屏幕其实是可以实现的，它由极其轻薄的有机材料涂层和玻璃基板制成。科学家们为这种产品描绘了美好的明天：当液晶电视普及以后，可折叠的电视将作为中高端产品走出实验室，走进普通百姓家中。由于这种电视具有比液晶电视更省电、更轻薄、对比度更强等优点，因此被称为“液晶杀手”。电视机生产技术的迅速发展使电视成了人们生活中不可缺少的一部分。那么，丰富多彩的电视节目又是怎样录制、成像并被我们看到的呢？

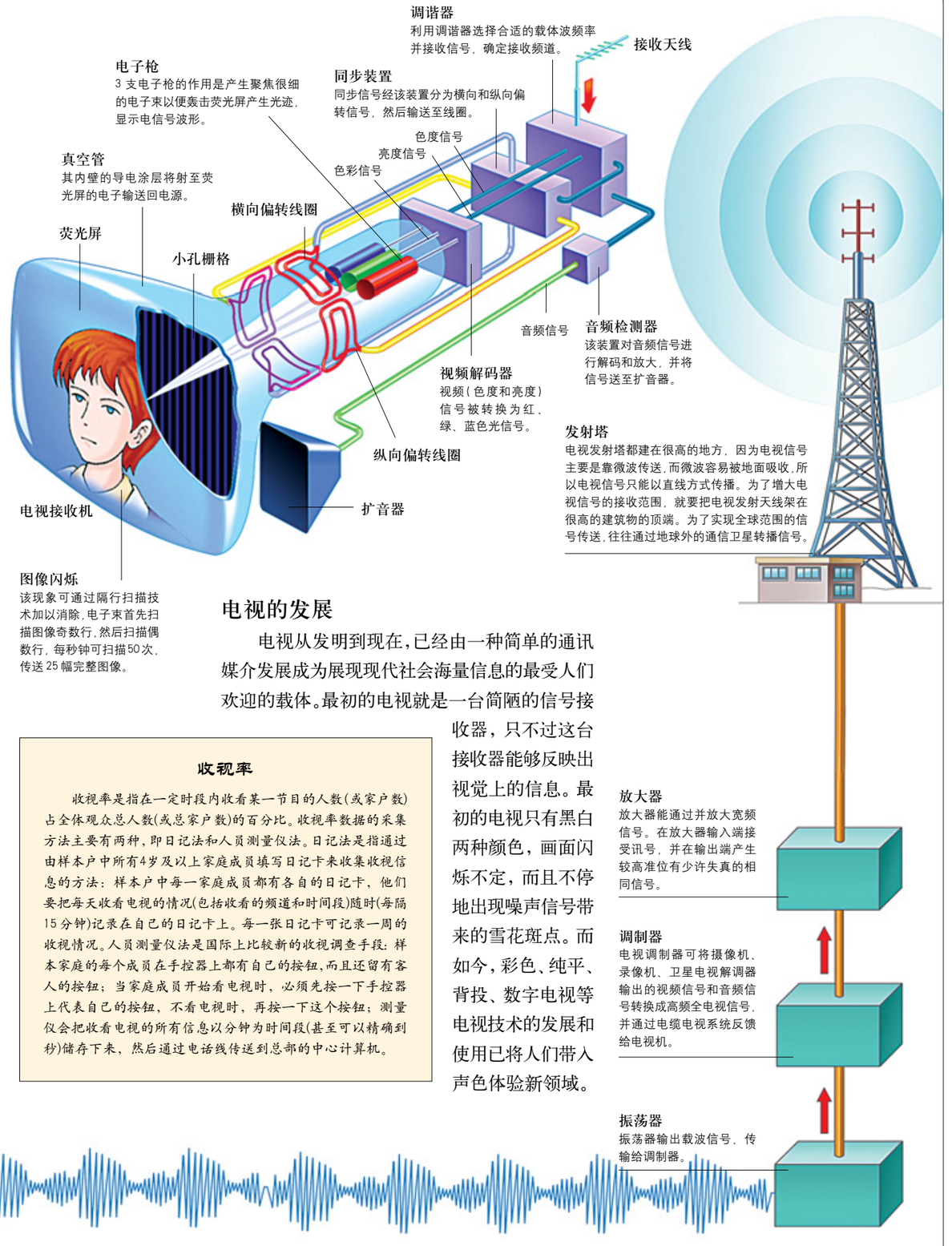






电视的发明

形形色色的电视，把人们带进了一个五光十色的奇妙世界，没有电视的现代生活已不可想像，电视是20世纪人类最伟大的发明之一。1884年，德国科学家尼普科夫发明旋转盘扫描式的传播方式，为电视的发明奠定了基础。经过长时间的艰苦奋斗和无数次实验之后，1929年，英国发明家贝尔德终于用电信号将人的形像搬上了电视屏幕。



电视的发展

电视从发明到现在，已经由一种简单的通讯媒介发展成为展现现代社会海量信息的最受人们欢迎的载体。最初的电视就是一台简陋的信号接收器，只不过这台接收器能够反映出视觉上的信息。最初的电视只有黑白两种颜色，画面闪烁不定，而且不停地出现噪声信号带来的雪花斑点。而如今，彩色、纯平、背投、数字电视等电视技术的发展和使用已将人们带入声色体验新领域。

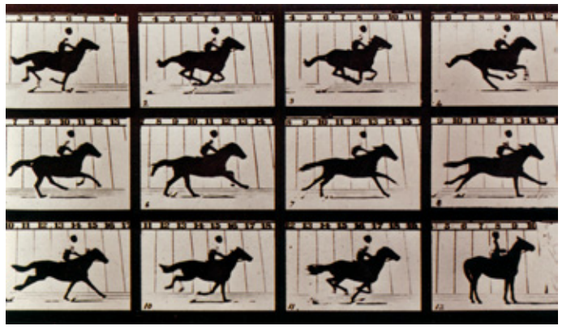
收视率

收视率是指在一定时段内收看某一节目的人数（或家户数）占全体观众总人数（或总家户数）的百分比。收视率数据的采集方法主要有两种，即日记法和人员测量仪法。日记法是指通过由样本户中所有4岁及以上家庭成员填写日记卡来收集收视信息的方法：样本户中每一家庭成员都有各自的日记卡，他们要把每天收看电视的情况（包括收看的频道和时间段）随时（每隔15分钟）记录在自己的日记卡上。每一张日记卡可记录一周的收视情况。人员测量仪法是国际上比较新的收视调查手段：样本家庭的每个成员在手控器上都有自己的按钮，而且还留有客人的按钮；当家庭成员开始看电视时，必须先按一下手控器上代表自己的按钮，不看电视时，再按一下这个按钮；测量仪会把收看电视的所有信息以分钟为时间段（甚至可以精确到秒）储存下来，然后通过电话线传送到总部的中心计算机。

影像盛宴

电影的来历

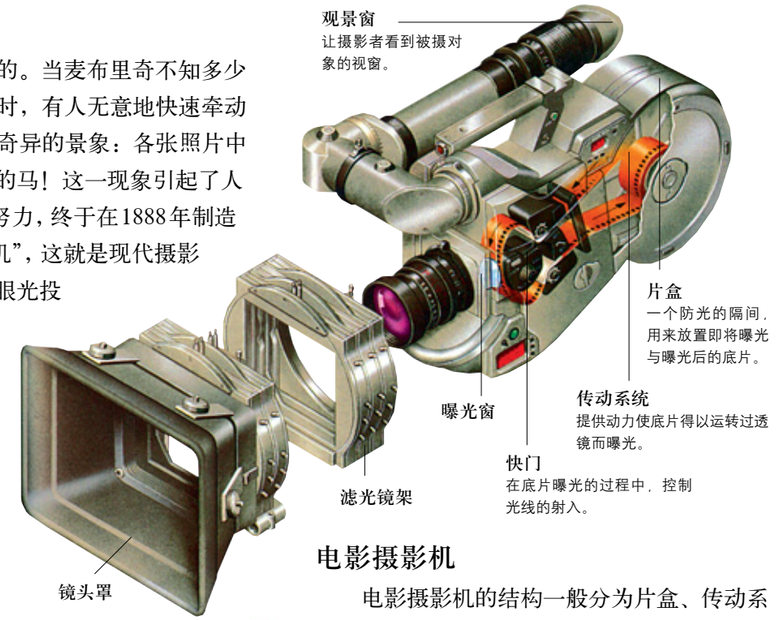
在1872年的一天，在美国加利福尼亚州一个酒店里，州长斯坦福与酒店老板科恩发生了激烈的争执：马奔跑时蹄子是否都着地？斯坦福认为奔跑的马在跃起的瞬间四蹄是腾空的；科恩却认为马奔跑时始终有一蹄着地。为了解决这一问题，英国摄影师麦布里奇在跑道的一边并排安置了24架照相机；在跑道的另一边，他打了24个木桩，每根木桩上都系上一根细绳，这些细绳横穿跑道，分别系到对面每架照相机的快门上。当马经过跑道时，依次把24根引线挣断，同时牵引对面24架照相机的快门，于是拍下了24张连贯的照片，麦布里奇把它们串成一组照片，终于结束了这场争执。



由麦布里奇拍摄的连续照片中可以看出：奔跑的马在一瞬间确实是四蹄腾空的。

电影的诞生

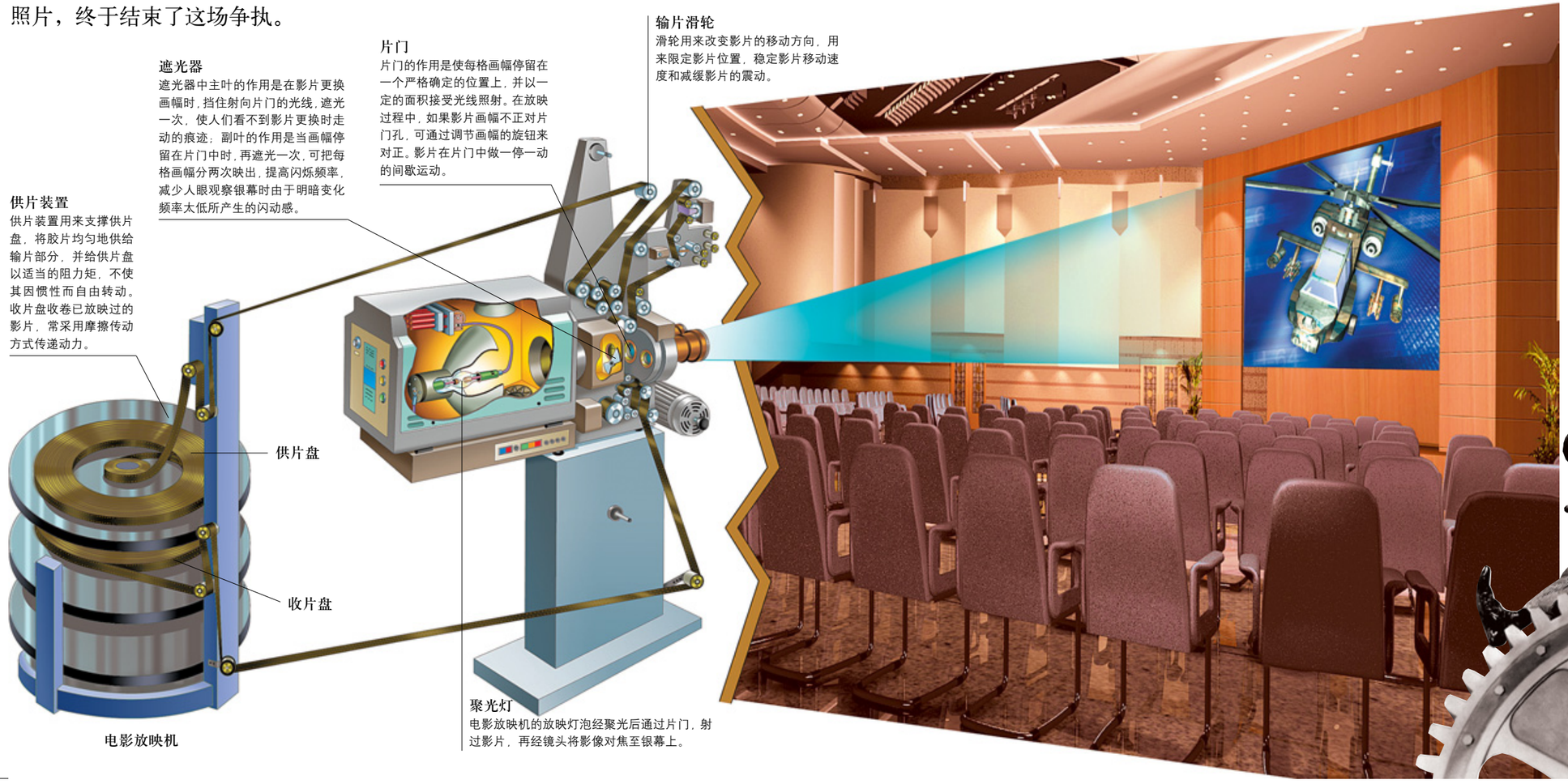
可以说电影的诞生是十分偶然的。当麦布里奇不知多少次展示那条录有奔马形象的照片带时，有人无意地快速牵动那条照片带，结果眼前出现了一幕奇异的景象：各张照片中那些静止的马叠成了一匹正在奔跑的马！这一现象引起了人们的关注，生物学家马莱经过不懈努力，终于在1888年制造出一种轻便的“固定底片连续摄影机”，这就是现代摄影机的鼻祖了。此后，许多发明家将眼光投向了电影摄影机的研制上。1895年12月28日，法国人卢米埃尔兄弟在巴黎的“大咖啡馆”第一次用自己发明的放映摄影兼用机放映了《工厂的大门》、《婴儿的午餐》、《火车到站》等影片，这标志着电影的正式诞生。



35毫米摄影机构造

电影摄影机

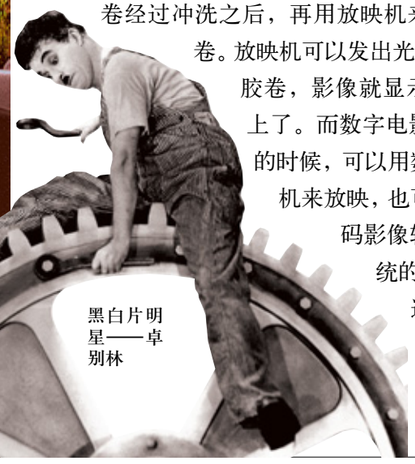
电影摄影机的结构一般分为片盒、传动系统、片门／爪头、快门、观景窗、镜头和镜座等部分。电影摄影机的类型根据需要分为手提和固定两种；根据规格又分为8毫米、16毫米、35毫米、70毫米摄影机；根据特殊和特技摄影的要求还可分为高速摄影机、立体摄影机、全景摄影机等。摄影机的辅助设备有三脚架、升降车、轨道车等。



电影放映机

从无声无色到有声有色

电影从黑白、无声到彩色、有声，从小银幕到立体电影、宽银幕电影，再到数字电影，不断进行着技术革新与改造。目前的许多电影仍用能把影像记录到胶卷上的摄影机来拍摄。胶卷经过冲洗之后，再用放映机来运行胶卷。放映机可以发出光线，透过胶卷，影像就显示在银幕上了。而数字电影在放映的时候，可以用数码放映机来放映，也可以把数码影像转置到传统的胶片上，通过传统放映机放映。



黑白片明星——卓别林

第二章

2 奥秘化学
SECRETS OF CHEMISTRY

“化学是壮观而神奇的美！”

—— 居里夫人（波兰）

化学是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。世界是由物质组成的，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一。从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学的成果。

公元前2世纪我国的秦汉时代，炼丹术颇为盛行；大致在公元7世纪传到阿拉伯国家，并与古希腊哲学相融合而形成阿拉伯炼金术；阿拉伯炼金术于中世纪传入欧洲，形成欧洲炼金术，后逐步演进为近代的化学。

进入20世纪，化学开始了全新的发展阶段。在与其他学科的相互渗透中，化学得到了迅速的发展，同时也推动了其他学科和技术的发展。

科学的发展是没有止境的，因而化学的发展也决不会停滞不前。

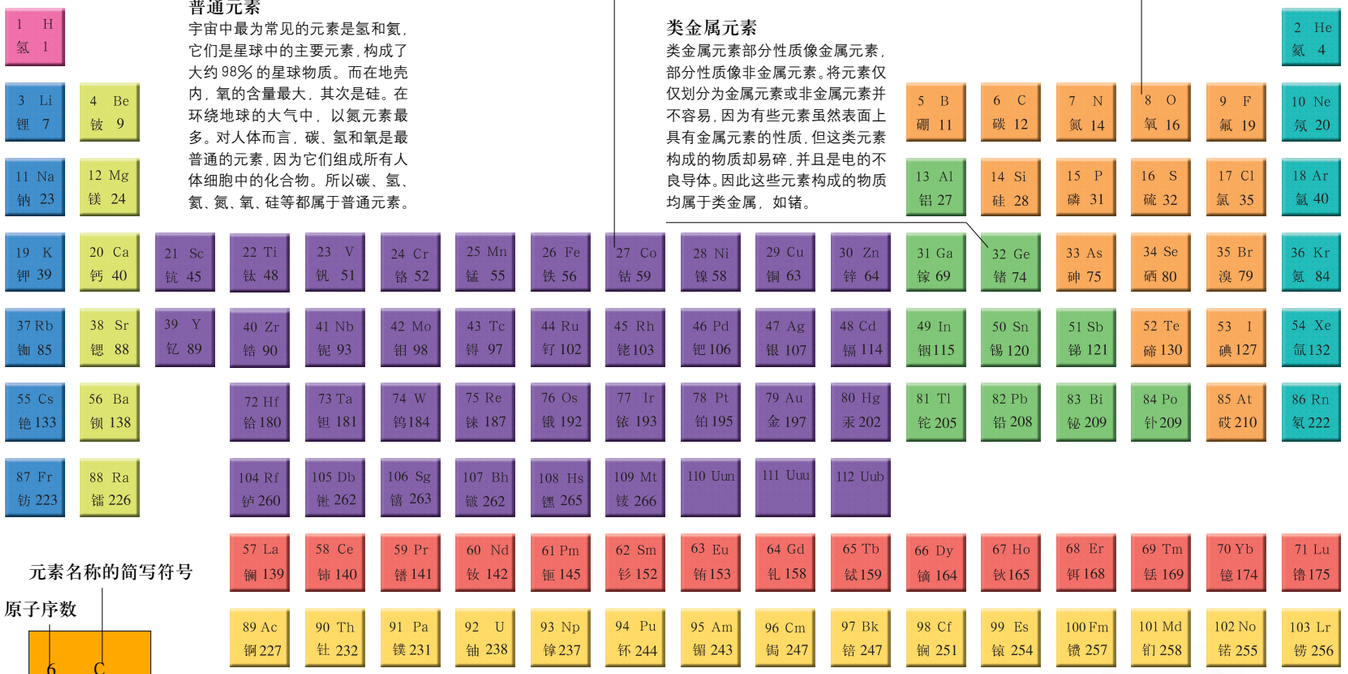
点金术炼出的磷元素

不断被刷新的化学元素周期表

公元17世纪的欧洲，炼金术十分盛行，据说只要以一种特别的石头为原料便可以点石成金。于是炼金术士们疯狂地采用各种稀奇古怪的物质，在幽暗的小屋里，口中念着咒语，在炉火里炼，在大缸中搅，朝思暮想点石成金的方法。1669年，德国汉堡一位叫布朗特的商人听说从尿里可以制得黄金，于是使用尿做了大量实验。在一次实验中，他将砂、木炭、石灰等和尿混合，加热蒸馏，虽然没有得到黄金，却意外地分离出一种像蜡一样的白色物质，这种物质在黑暗的小屋里闪闪发光。这些物质虽不是布朗特梦寐以求的黄金，但那神奇的蓝绿色火光却令他兴奋得手舞足蹈。他发现这种“绿火”不发热，不会引燃其他物质，是一种冷光。于是，他就以“冷光”的意思命名这种新发现的物质为“磷”。其实除了磷以外，还有许多化学元素都是由于偶然的机会才被发现的。正是这些不断发现的元素，才组成了意义重大的化学元素周期表。



17世纪，欧洲的炼金术士们狂热地“钻研”点石成金的秘方。

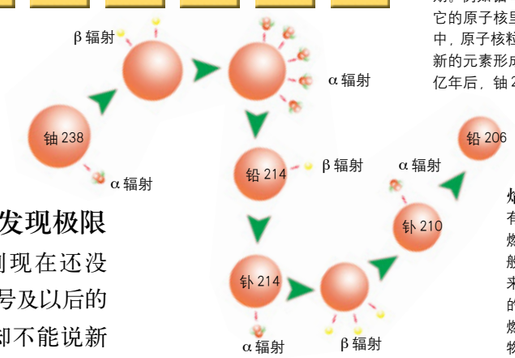


元素的命名

在欧洲，到19世纪初，随着越来越多的化学元素的发现，化学家们开始意识到有必要统一化学元素的命名。瑞典化学家贝齐里乌斯首先提出用欧洲各国通用的拉丁文来统一命名元素，从此，元素命名上的混乱状况改变了。化学元素的拉丁文名称在命名时都有一定的含义，或是为了纪念发现地点、发现者的祖国，或是为了纪念某科学家，或是借用星宿名和神话人物名，或是为了表示这一元素的某一特性。在我们国家，在把这些拉丁文名称翻译成中文时，一是沿用古代已有的名称，一是借用古字，而最多的则是另创新字。

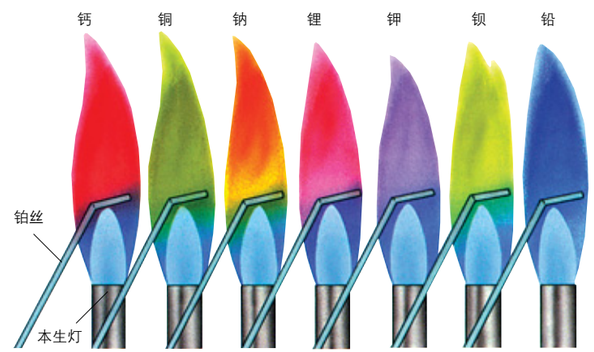
放射性衰变

放射性元素衰变的速度，可以利用一定量的放射性元素原子核数减半所需的时间来表示，即半衰期。例如铀238是铀同位素中最普通的一种。在它的原子核里有238个粒子。在一系列放射过程中，原子核粒子的数量在下降，每一步都有一种新的元素形成。铀238的半衰期是45亿年，即45亿年后，铀238原子核数会剩下一半。



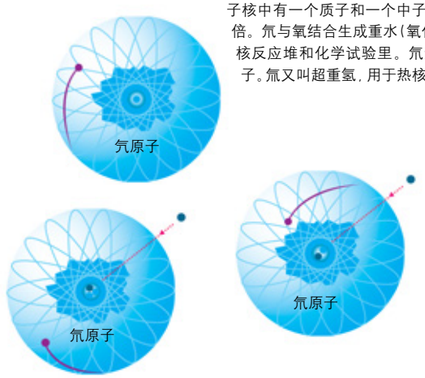
焰色反应

有些化学元素以本生灯（实验煤气灯）燃烧时，会产生特定颜色的火焰，一般称为“焰色反应”。这种特性可以用来检测物质的组成成分：将未知元素的化合物样品置于铂丝或石棉上，从燃烧火焰的颜色就可以鉴定出该化合物所含的元素成分。



形态各异的氢

氢有三种同位素（原子核内质子数相同而中子数不同的一类原子），分别为氕、氘、氚。同位素的电子数相同，所以具有相同的化学性质。氕的原子核中只有一个质子，氕之间的聚变十分困难。氘的原子核中有一个质子和一个中子，比氕的原子核重一倍。氘与氧结合生成重水（氧化氘）。重水可用在热核反应堆和化学试验里。氘还被广泛用作示踪原子。氚又叫超重氢，用于热核反应堆，具有放射性。



人体必不可少的微量元素

人体对铁、锌、钙、锰、钼和硒等微量元素的需求量虽然极少，但它们却是维持身体健康必不可缺的物质，过多过少都会影响人体健康。血红蛋白的主要成分是铁。锌是“生命的火花”，头发、骨胳、眼睛、肝脏等都需要它。构成骨和牙齿的钙、参与体内代谢及的锰、某些重要酶的组成元素之一——钼、具有很强抗癌作用的硒等微量元素，都对人体健康有着巨大贡献。



原子量

每一种元素的原子都有一定的重量，但原子极小，无法取出某元素的一个原子，因此不可能用直接的方法称量。所以，人们一直选择某一种元素的原子质量为标准，将其他元素与之比较，得到各种元素的相对重量，即为原子量。一般取碳12的质量作为标准。

元素周期表

到19世纪60年代，已经有60多种元素先后被发现，但关于它们的物理和化学性质以及相互之间的关系还缺乏系统的整理。1869年，俄国科学家门捷列夫在总结前人研究成果的基础上经过自己的精心整理，发表了一张元素分类表；1871年，他又对此做了修订，这第二张表就是我们现在所熟知的元素周期表的前身。元素周期表不但理出了已知元素之间的复杂性，而且还为新化学元素的发现指出了明确的方向。

新元素的发现极限

虽然到现在还没有发现110号及以后的元素，但却不能说新元素就不存在了。化学元素周期表就是探求未知元素的指南，它可以推测未知元素的性质，以便确定研究它们的方法。要发现110号及以后的元素困难很大，但理论证明，周期表上的元素可以排到164号，尽管已经预测114号元素的化学性质类似铅，126号元素类似锕系元素，164号元素和114号元素是同系列的，但要把这张新的元素周期表填满还需要化学家们不断地努力研究。

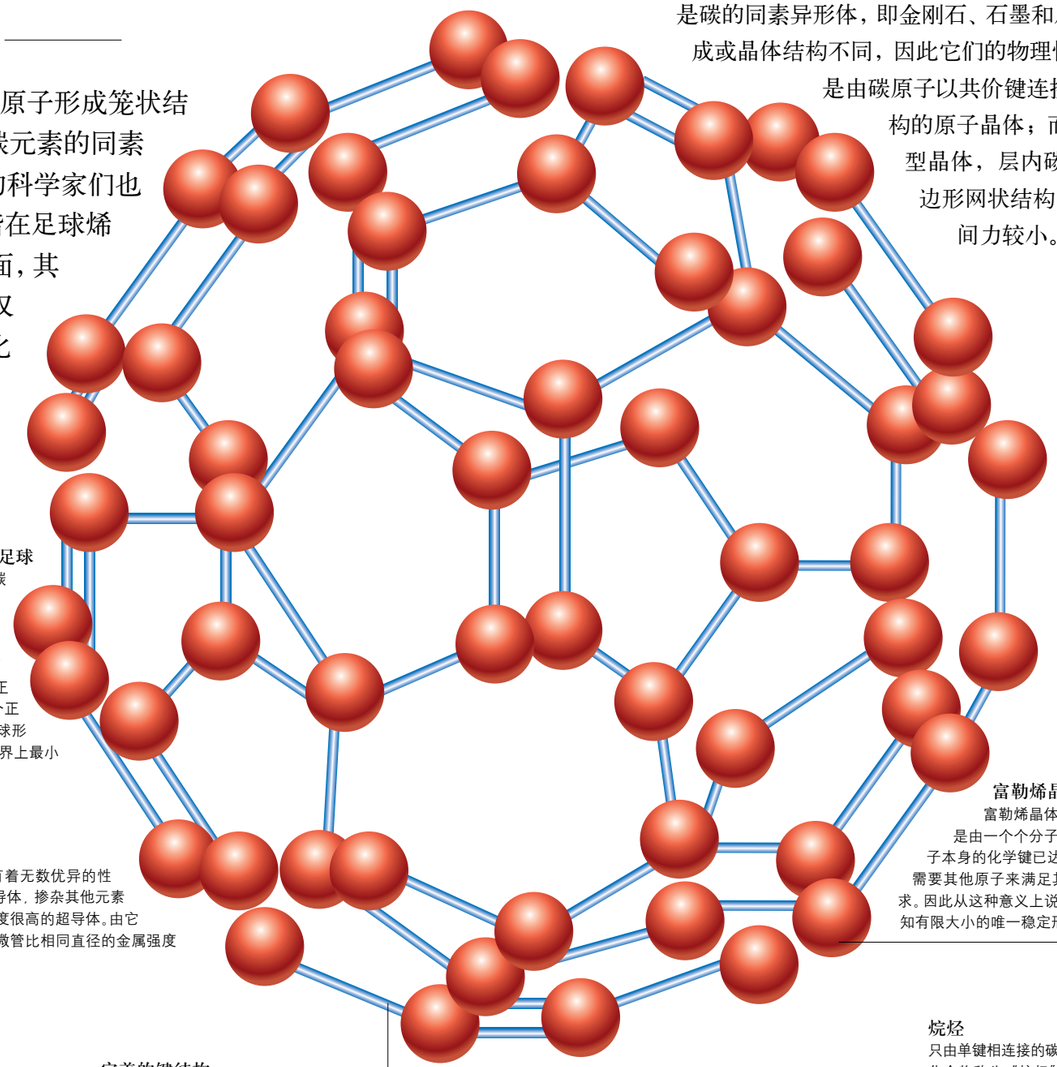
完美的造物结构——足球烯

结构神奇的碳元素

足球烯，即C_{60}，也叫富勒烯或富勒姆碳，它由60个碳原子形成笼状结构，因形似足球而得名，与金刚石、石墨一样属于碳元素的同素异形体。当它在1985年首次被发现时，连一向冷静客观的科学家们也为其独特而完美的结构感叹不已，大自然造物的精美和谐在足球烯的结构上得到了最充分的体现。它具有60个顶点和32个面，其中12个为正五边形，20个为正六边形。C_{60}的魅力不仅仅在于它无与伦比的对称美，实验证明：它是已知最具有化学多样性的分子之一。足球烯对于人类研究星际分子的产生、天体的演变以及能源科学等都产生深远的影响，因而更为化学家、天文学家所倾倒和迷恋。

足球烯家族

足球烯C_{60}被发现并命名以后，又相继发现了C_{44}、C_{50}、C_{76}、C_{80}、C_{84}、C_{90}、C_{94}、C_{120}、C_{180}、C_{540}等纯碳组成的分子，它们均属于富勒烯家族。以C_{60}为代表的富勒烯家族具有一系列新颖而奇特的物理和化学性质，这也是这类球形或管状分子的显著特征。除C_{60}外，其他富勒烯分子虽然受到一定限制而没有进行深入研究，但初步分析表明：它们与C_{60}一样具有某些独特的性质，并显示出广泛的用途。现在，富勒烯家族仍在发展壮大之中，人们有望发现更多具有独特性质的富勒烯分子及其衍生物，并使其走入实用化行列。



世界上最小的足球
足球烯由60个碳原子构成，与足球拥有完全相同的外形。60个碳原子处于60个顶点上，构成20个正六边形环与12个正五边形环组成的球形32面体，堪称世界上最小的“足球”。

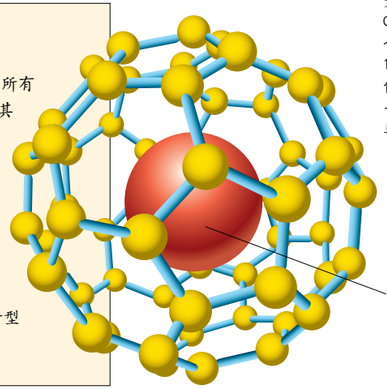
优异的性质
“足球烯”本身有着无数优异的性质，它本身是半导体，掺杂其他元素后可生成临界温度很高的超导体。由它所衍生出来的碳微管比相同直径的金属强度高100万倍。

完美的键结构
C_{60}分子中的化学键可分为单键和双键：20个正六边环形中共有30个双键，其键长为13.9纳米，称为短键；所有的正五边形环包含60个单键，其键长为14.6纳米，称为长键。这样，在C_{60}分子中的每个碳原子均与邻近原子形成4个均等的共价键，达到稳定结构。C_{60}的这种结构特点，决定了它丰富的物理化学内涵以及可能具有的广泛而神奇的用途。

独特的笼状结构
富勒烯家族由于其独特的结构和性质，受到了广泛的重视。人们发现富勒烯分子笼状结构内可包裹一个或几个特定的金属原子。这些金属原子可以显著地改变富勒烯分子的物理和化学性质，在单分子纳米电子器件等方面有着广泛的应用前景。

前景广阔的足球烯

足球烯C_{60}高度对称的分子结构使得它堪称所有圆形分子中最圆的一个。由于它的圆球形状及其特殊的稳定性，一出世就有人提议用它来做分子滚珠，制成润滑剂。进一步的研究发现：C_{60}分子本身是不导电的绝缘体，但当碱金属嵌入C_{60}分子之间的空隙后，C_{60}与碱金属的系列化合物将转变为超导体，且具有很高的超导临界温度。与氧化物超导体比较，C_{60}系列超导体具有完美的三维超导性，电流密度大，稳定性高，易于展成线材等优点，是一类极具价值的新型超导材料。

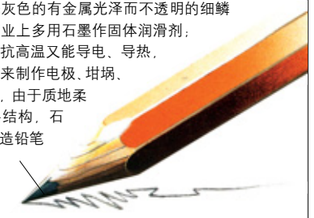


同素异形体

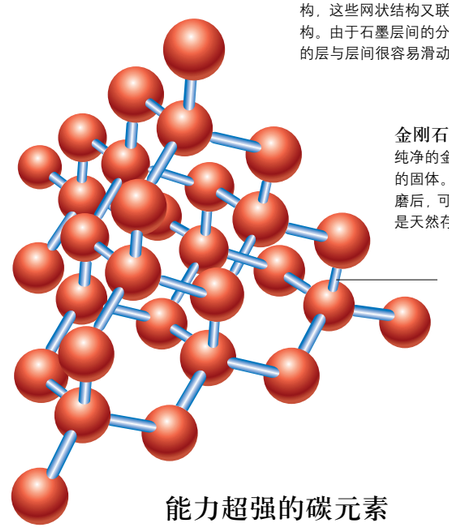
同素异形体是指由同样的化学元素构成的单质。生活中最常见的是碳的同素异形体，即金刚石、石墨和足球烯。同素异形体的分子组成或晶体结构不同，因此它们的物理性质有明显区别，例如金刚石是由碳原子以共价键连接形成的正四面体空间网状结构的原子晶体；而石墨是一种层状结构的过渡型晶体，层内碳原子以共价键结合形成正六边形网状结构，层与层之间距离较大，分子间力较小。

富勒烯晶体
富勒烯晶体（如C_{60}固体）由于是由一个个分子堆砌而成的，其分子本身的化学键已达到饱和和封闭，不需要其他原子来满足其表面化学键的要求。因此从这种意义上说，富勒烯是今天已知有限大小的唯一稳定形式的纯碳。

石墨
石墨是一种深灰色的有金属光泽而不透明的细鳞片状固体。工业上多用石墨作固体润滑剂；又由于石墨能抗高温又能导电、导热，所以被大量用来制作电极、坩埚、电刷等。此外，由于质地柔软和具有片层结构，石墨也被用来制造铅笔芯、颜料等。



石墨晶体
石墨的性质决定于石墨晶体的结构。在石墨晶体中，每4个碳原子形成共价单键，并排列成六角平面的网状结构，这些网状结构又联成互相平行的平面，构成片层结构。由于石墨层间的分子间作用力较弱，因此石墨晶体的层与层间很容易滑动。



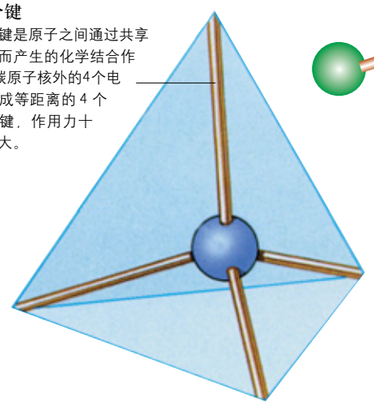
金刚石
纯净的金刚石是无色透明、正八面体形状的固体。天然采集到的金刚石经过仔细琢磨后，可以成为璀璨夺目的钻石。金刚石是天然存在的最硬的物质之一。

金刚石的分子结构
金刚石是典型的原子晶体，每5个碳原子形成共价单键，组成正四面体排布。由于C–C键的键能大，所有价电子都参与了共价键的形成，使晶体中没有自由电子，所以金刚石不仅硬度大、熔点高，并且不导电。

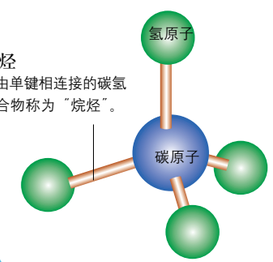
能力超强的碳元素

碳元素在自然界中的含量不足1%，但由它构成的化合物却比其他元素构成的化合物的总量还多。这是由碳元素本身的特性决定的。碳原子外层有4个电子，为了达到电子层的稳定状态，碳原子之间极易形成共价键，而且它与某些其他元素原子之间也很容易形成共价化合。碳元素依靠这种特性构成了很长的分子链，甚至生物的有机体也以这种碳化合物为主体。

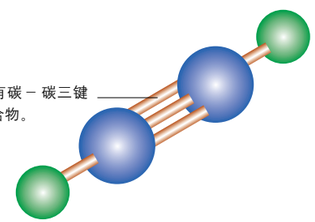
共价键
共价键是原子之间通过共享电子而产生的化学结合作用。碳原子核外的4个电子形成等距离的4个共价键，作用力十分强大。



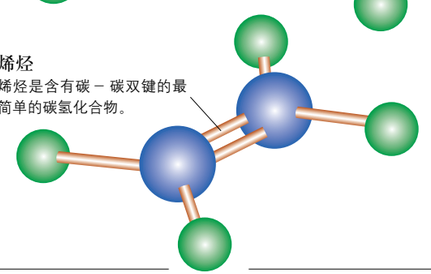
烷烃
只由单键相连接的碳氢化合物称为“烷烃”。



炔烃
炔烃是含有碳－碳三键的碳氢化合物。



烯烃
烯烃是含有碳－碳双键的最简单的碳氢化合物。



由碳和氢构成的化合物是最常见、数量最多的化合物。

人间仙境的形成

奇妙的化学反应

溶洞构成的地下世界展现在世人面前，予人以幽静、自然的桃源感受，洞中各种溶蚀形态塑造出大量光怪陆离的奇妙景象，溶洞因之被称为“梦幻世界”、“人间仙境”。溶洞多分布在石灰岩地区，是碳酸盐岩在温暖湿润的条件下发育而成的一种特殊地貌，往往形成风景秀丽的旅游区。溶洞内往往有玲珑剔透的钟乳石、石笋和石柱，各种奇妙的景观争奇斗艳，各呈奇观。更妙的是溶洞内石钟乳滴水的声音——有的清脆悦耳，有的洪亮悠远，有的雄浑辽阔，让人心旷神怡，如临仙境。如此美妙的大自然杰作是怎样形成的呢？原来，这些都源于一种天然的化学反应。



地下水从洞顶的裂隙渗出，遇到温度升高，压力降低，水分蒸发时，水中的碳酸钙沉淀而形成自洞顶向下增长的钟乳石；当水滴到洞底，碳酸钙沉淀形成自下而上的石笋。

溶洞与化学反应

溶洞的形成是石灰岩地区地下水长期溶蚀的结果。石灰岩的主要成分是碳酸钙（$CaCO_3$），它在有水和二氧化碳时会发生化学反应，生成碳酸氢钙[$Ca(HCO_3)_2$]，后者可溶于水。由于石灰岩层各部分含石灰质多少不同，被侵蚀的程度也不同，从而逐渐被溶解分割成具有互不相依、千姿百态、陡峭秀丽、景观奇异的溶洞。当溶有碳酸氢钙的水从溶洞顶滴到洞底时，由于水分蒸发或压强减少，以及温度的变化都会使二氧化碳溶解度减小而析出碳酸钙的沉淀。这些沉淀经过千百万年的积聚，渐渐形成了钟乳石、石笋等。洞顶的钟乳石与地面的石笋连接起来时，就形成了奇特的石柱。



生锈
如果把一块铁放在潮湿的空气中，它就会生锈。生锈是一种氧化反应，也就是说铁分子会与潮湿空气中的氧分子慢慢结合在一起，产生一种新的物质，即红褐色的铁锈。



燃烧
燃烧与人类的生产生活有着十分密切的联系。人们利用可燃物燃烧时发出的光和热来照明、取暖、烧煮食物、冶炼钢铁等。我们通常所说的燃烧指的就是可燃物跟空气中的氧气发生的一种发光发热的剧烈的氧化反应。

化学反应的基本类型

化学反应的规律是元素化合物知识中最重要、最基本的规律。在化学反应中，根据原子或原子团重新组合的不同方式，化学反应可分为化合反应、分解反应、置换反应和复分解反应四大类型。化合反应是指由两种或两种以上物质生成另一种物质的化学反应。分解反应是指由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应。置换反应是指由一种单质跟一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应。复分解反应是指由两种化合物相互交换成分，生成两种新的化合物的反应。



蜡烛燃烧的过程，就是石蜡与氧气发生化学反应的过程。

燃烧离不开空气中的氧气。把燃烧的蜡烛扣在杯中，很快就灭了，这是因为杯中的氧气用完了。

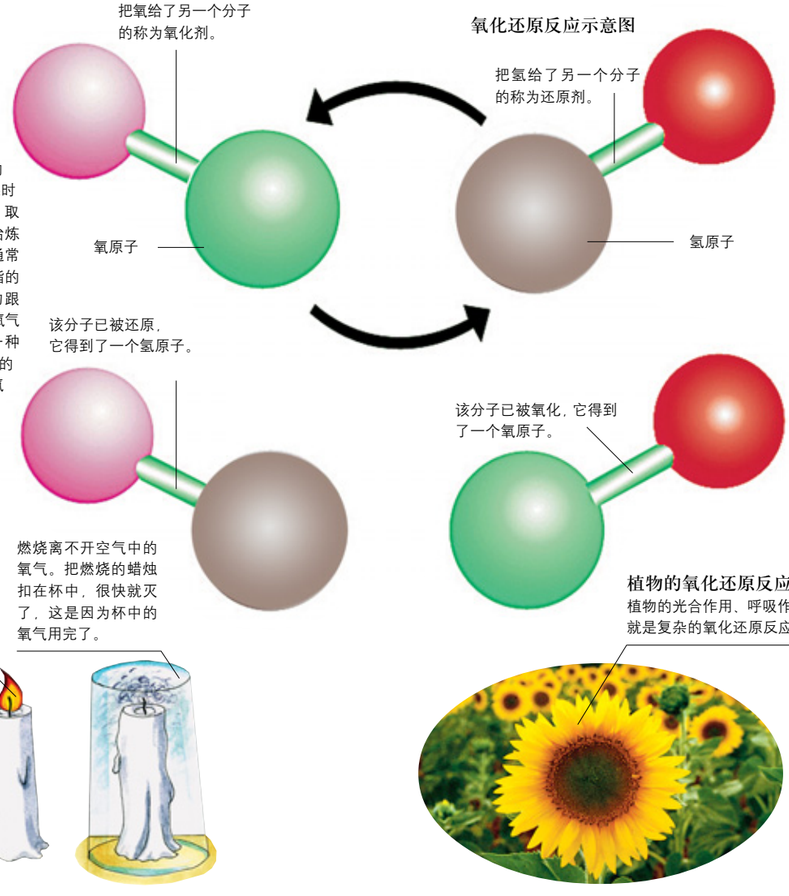
氧化还原反应

划分上面四种化学反应基本类型的方法是一种重要的分类方法，主要侧重于化学反应的形式。而根据反应物、生成物种类的多少和类别，进行氧化还原反应和非氧化还原反应的划分则更加深入化学反应的实质。在化学反应中，一种物质与氧化合，必然同时有另一种物质中的氧被夺去，即有一种物质被氧化，必然有一种物质被还原。像这样一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应就叫作氧化还原反应。



人和动物的氧化还原反应
人和动物的呼吸作用把葡萄糖氧化为二氧化碳和水。这样的作用把贮藏在食物中的分子内能，转变为存在于三磷酸腺苷(ATP)的高能磷酸键的化学能，这种化学能使人和动物能够进行机械运动、维持体温以及促进合成代谢、细胞主动运输等基础生命活动。

氧化还原反应示意图

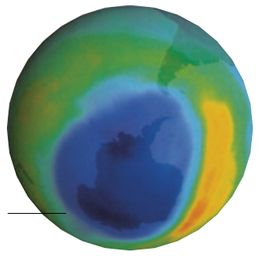


植物的氧化还原反应
植物的光合作用、呼吸作用就是复杂的氧化还原反应。



爆炸是一种急速的化学反应。其原理主要是生成大量的气体，如二氧化碳、一氧化碳、氮气、水蒸气等，而且还要放出巨大的热量使温度骤升、体积迅速膨胀从而冲破限制，发生爆炸。

臭氧空洞——分解反应
人类在生产和生活中泄漏到大气中的氟利昂在高层大气中经紫外线分解成氯原子，氯原子使臭氧产生了分解。南极封闭的大气环流系统使得被分解的臭氧得不到补充，因此在南极上空形成臭氧空洞。



南极上空的臭氧空洞（2000 年底）



胆铜术——置换反应
胆铜术是古代炼铜术的一种，就是把铁置于胆矾水（天然硫酸铜$CuSO_4$）中，使胆矾水中的铜离子与铁产生置换反应，将铜沉淀下来的一种产铜方法。

化学反应中的能量变化

化学反应都有新物质产生，同时还伴随着能量的变化，这种能量变化通常表现为热量的变化。化学上把有热量放出的化学反应叫作“放热反应”，把吸收热量的化学反应叫作“吸热反应”，把释放和吸收的热称为“反应热”。化学反应中的热量问题对于化工生产有重要的意义。例如，合成氨反应是放热的，如果不设法将这些热量移走，反应器内的温度就会过高。这样，不仅会烧毁催化剂，使产量降低，还可能发生爆炸事故。研究反应热对于化工生产适宜条件的选择、设备的设计和使用以及对热能的综合利用等都具有重大意义。因此，以研究反应热为主要内容之一的化学热力学成为化学科学的一个重要分支。

第三章

3 绝妙的数学 MAGNIFICENT MATHEMATICS

“万物皆数。”

—— 毕达哥拉斯(古希腊)

宇宙之大，粒子之微，火箭之速，化工之巧，地球之变，生物之谜，日用之繁，无处不用数学。数学是一门古老的科学——在开始种植粮食之前，人类已懂得在树木上刻划横线以记录数目。数学是研究现实世界的数量关系与空间形式的科学，简言之：数学是研究数与形的科学。

数学来源于人类的生产实践活动，它随着人类社会生产力的发展而发展。社会越进步，应用数学的范围也就会越大，所应用的数学也就越精密。

与此同时，数学思想伴随着数学科学的产生而产生了。它是从数学内容中抽象概括出来的，是对数学科学的理性认识，是数学的精髓和灵魂。若能领悟到博大精深的数学思想，则有助于人类提高分析问题、解决问题的能力，发展创造性思维。

魔术方阵

数字的奥秘



传说中背刻符号的乌龟

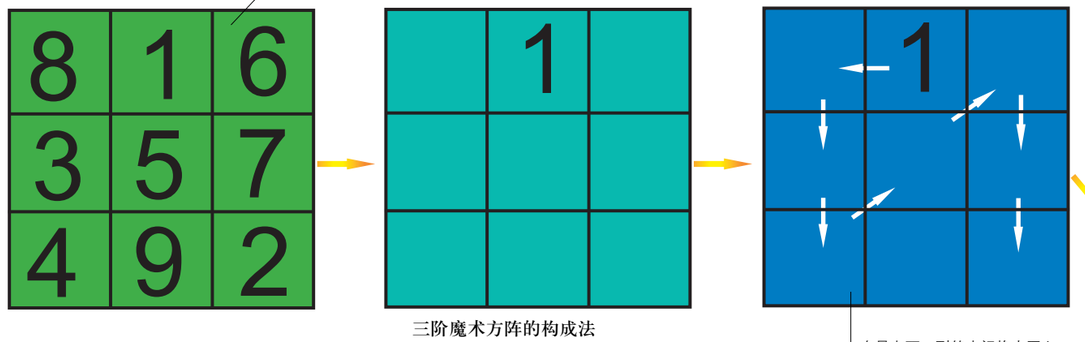
转化成数字后的魔术方阵

4	9	2
3	5	7
8	1	6

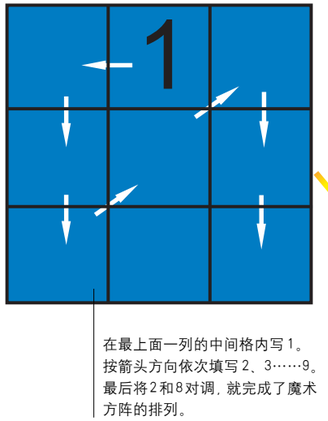
横行各数字和：4+9+2=15
3+5+7=15
8+1+6=15
纵列各数字和：4+3+8=15
9+5+1=15
2+7+6=15
对角线数字和：4+5+6=15
2+5+8=15

传说在我国古代大禹治水时，洛水曾经浮出一只大乌龟，只有大禹才可以指挥。这只乌龟背上奇妙的花纹引起了众人的注意。这些花纹是由45个圆点所组成的图案，后人称之为“洛书”。如果用阿拉伯数字来表示洛书所展现的内容，就可以看到一个神奇的“方阵”。好奇的人们发现：龟背的图形所代表的数字不管是沿着横行、纵列，甚至沿着对角线将数字一个一个加起来，都能得到“15”这个奇妙的数字。相传，大禹按照洛书划分出“九州”，并制定了治理天下的九类大法。由洛书发端的魔术方阵(幻方)在数千年后的今天更加生机盎然，成为具有永恒魅力的数学问题。经过一代代数学家与数学爱好者的共同努力，幻方与它的变体所蕴含的各种神奇的科学性质正逐步得到揭示。1977年，幻方还作为人类的特殊语言被美国旅行者1号、2号飞船携入太空，向广袤的宇宙中可能存在的外星文明传达人类的信息。看似简单的数字背后隐含着许多已被揭晓和更多莫测的奥秘。

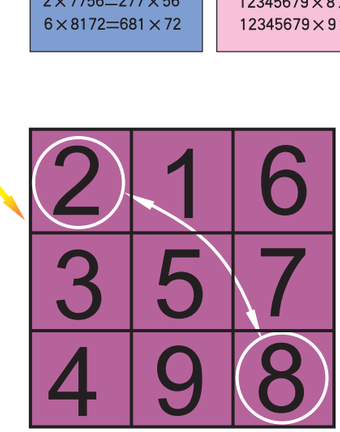
三阶魔术方阵的排列
在这个方阵中，无论横列、纵列或斜行，3个数字的和都是“15”。



三阶魔术方阵的构成法

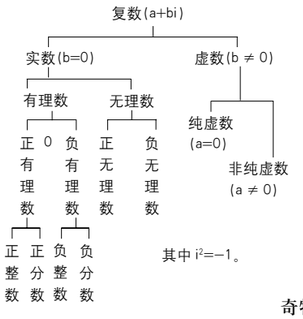


在最上面一列的中间格内写1。按箭头方向依次填写2、3……9。最后将2和8对调，就完成了魔术方阵的排列。



奇数阶魔术方阵
魔术方阵中若每列3个方格，就叫作“三阶”；同理，若每列有4个方格，就叫作“四阶”；依次类推“五阶”、“六阶”……且具有各对角线、各横行与纵列的数字和都相等的性质。

幻方的应用
目前，幻方已在组合分析、实验设计、图论、数论、对策论、纺织、工艺美术、程序设计、人工智能等领域得到广泛应用。



幻方的发展

13世纪，我国南宋数学家杨辉在世界上首先开展了对幻方的系统研究，欧洲14世纪也开始了这方面的研究工作。著名数学家费尔玛、欧拉都进行过幻方研究。如今，幻方仍然是组合数学的研究课题之一。

数的具体分类

数是一个十分庞大的“家族”，按照不同的“血缘”关系，它有不同的分支，在了解数的具体分类之前，我们先明确一下复数的概念。复数的产生来自解代数方程的需要。16世纪，意大利数学家卡尔达诺首先用公式表示出了一元三次方程的根，引出了虚数的概念。19世纪，数学家们对这些虚数参与实数的代数运算做了科学的解释，并在解方程和其他领域中使虚数得到了广泛的应用，复数因此得到科学而完整的诠释。

奇特的数字乘法

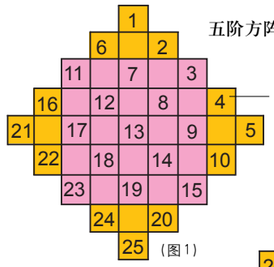
16×4=1×64
13×25=1×325
27×56=2×756
39×75=3×975
83×32=8×332
2×665=266×5
4×847=484x7
2×2724=227×24
2×7756=277×56
6×8172=681×72

12345679×1×9=111111111
12345679×2×9=222222222
12345679×3×9=333333333
12345679×4×9=444444444
12345679×5×9=555555555
12345679×6×9=666666666
12345679×7×9=777777777
12345679×8×9=888888888
12345679×9×9=999999999

数字的计算

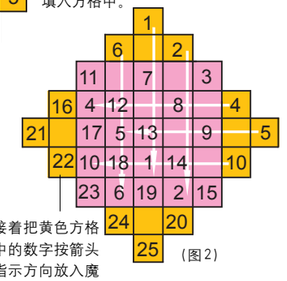
算术中的加法、减法、乘法、除法运算统称为四则运算。四则运算的起源很早，有的几乎与数字同时发生，如罗马数字6写成Ⅵ，即5加1的意思，4写成Ⅳ，即5减去1的意思。“+”与“−”这两个符号是德国数学家威特曼在1489年他的著作《简算与速算》一书中首先使用的，1514年被荷兰数学家赫克作为代数运算符号，后又经法国数学家韦达的宣传和提倡，开始普及，直到1630年才获得大家的公认。“×”是英国数学家奥特雷德于1631年提出来的，是表示增加的另一种方法，所以把“+”号斜过来就是乘号；另一种乘法符号“·”是德国数学家莱布尼兹首先使用的，以免“×”与“X”字母相混。“÷”是瑞士学者雷恩于1656年出版的一本代数书中提到的，当该书几年后被译成英文时，才逐渐被人们认识和接受。

五阶方阵的构成法

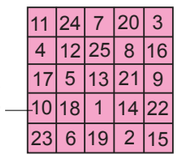


先画出一个五阶方阵，再在每边加上4个小方格(图中黄色所示)。然后把1到25各数字按右斜顺序填入方格中。

(图1)



(图2)



将上下左右的黄色方块中的数字全部填满后，五阶魔术方阵就做好了。

(图3)

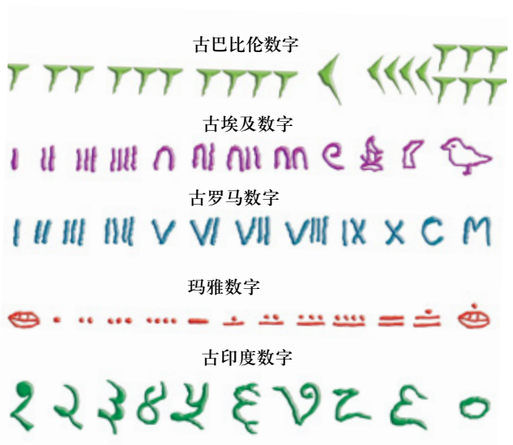
接着把黄色方格中的数字按箭头指示方向放入魔术方阵。

阿拉伯数字的发明

我们现在常用的数字是阿拉伯数字，但阿拉伯数字的发明者却是印度人。两千多年前，印度人就开始使用1，2，3…… 9这9个数字。这些数字的“样品”最早发现在公元前750年左右，印度乌索库王朝建造的石柱上。此后，用这些数字表示数的方式与其他计数方法产生了很大差异，它采用进位计数，以0，1，2 …… 9共10个数码表示任一数，低一位的数满10后就进到高一位上去，如11。这种革命性的变化令这些新型数字进行数字运算要比罗马数字或字母符号方便很多。13世纪时，阿拉伯商人将这种先进的计数方式带到欧洲，并因此风靡全世界。由于这些数字是由阿拉伯人传到欧洲的，因而它称被作“阿拉伯数字”或“印度－阿拉伯数系”。



阿拉伯商人使印度人发明的数字传入西方。



数字发展史

数字是人类祖先的一大发明创造。早期的原始人在最初的狩猎生活中产生了“有”和“无”的概念。随着打猎技术的提高、捕获物数量的增加，“多”和“少”的概念便出现了。人类最早用来计数的工具是手指和脚趾，当数目很多时，大多数的原始人就用小石子来计数。渐渐地，人们又发明了打绳结来记数的方法，或者在兽皮、树木、石头上刻划横线来记数。这些记数方法和记数符号慢慢转变成了最早的数字符号(数码)。如今，世界各国都使用阿拉伯数字为标准数字。人类最早认识的数是诸如1，2，3 ……这样的自然数。随着认识的深化，逐渐出现了零和负数的概念，后来又认识到分数和小数的合理性。近代以来，科学家们又提出了有理数、无理数、虚数和实数等概念。“数”发展成了一个十分庞大的“家族”。

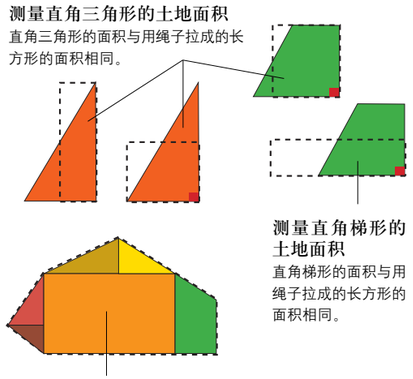
关于数字“0”

“0”不是数物体数出来的，而是为了记数的需要产生的，它出世很晚。我国古代用竹筹记数，遇零就空位，以后文字记数就用□表示空位。后来传到印度(当时印度人用圆点“·”表示空位)，逐渐书写演变成了“0”。7世纪初，印度大数学家葛拉夫·玛格蒲达首先说明了0的性质：任何数乘0是0，任何数加上0或减去0得任何数。有的学者认为，0的概念之所以在印度产生并得以发展，是因为印度佛教中存在着“绝对无”这一哲学思想。0的创造在数学史上是一个重大的发展，一产生就成为一个独立的符号，意义越来越广泛，内容比其他所有数字更为丰富。

古埃及的丈量师

数学中的测量

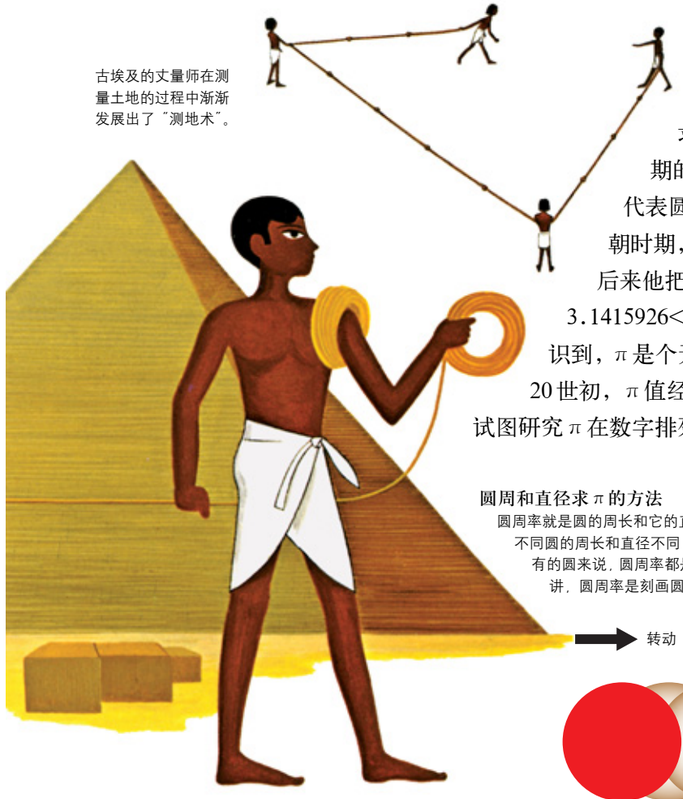
埃及位于尼罗两河，由于河水经常泛滥，淹没良田，所以属于个人的土地没有固定的大小。然而统治者需要根据土地征收赋税，因此需要丈量师不断地重新丈量土地，划归个人。古希腊的历史学家希罗多德在《历史》一书中明确指出：“国王在全体埃及居民中间把土地作了一次划分。他把同样大小的正方形土地分配给所有的人，而要土地持有者每年向他缴纳税金，作为他的主要收入。如果河水泛滥，国王便派丈量师计量损失地段的面积。这样，他的税金就要按照重新规划后的土地面积来征收。”古希腊数学家德谟克利特也曾指出：“我不得不深信，埃及人几乎每个人都是拉绳定界的先师。”所谓“拉绳定界先师”就是指以拉绳为主要测量工具的测量师。实际上，几何学正起源于此。



测量直角三角形的土地面积
直角三角形的面积与用绳子拉成的长方形的面积相同。

测量直角梯形的土地面积
直角梯形的面积与用绳子拉成的长方形的面积相同。

测量不规则形状的土地面积
先把土地面积用绳子围起来，然后再把它分成直角三角形、长方形或直角梯形等规则图形来计算面积。照这种方法做，无论什么形状的土地面积都可以测出来。



古埃及的丈量师在测量土地的过程中渐渐发展出了“测地术”。

圆周率π的测量

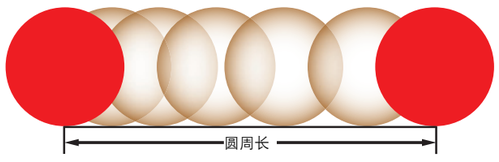
早在3500年前，巴比伦人就知道圆周率π的近似值是3，这与我国最早的数学著作《周髀算经》中提出的“径一周三”的说法一致。有关求解π值的方法有确切史料记载的是我国三国时期的数学家刘徽，他用圆的内接正192边形来近似地代表圆的周长，得到圆周率的近似值是3.14。到了南北朝时期，祖冲之发现与π最接近的数是22/7和355/113，后来他把圆周率的计算准确到了小数点后第7位，推算出3.1415926<π<3.1415927。在计算π值的过程中人们逐渐认识到，π是个无限不循环小数，越算越没完，始终算不到底。到20世初，π值经计算机计算已达小数点后12411亿位。数学家们试图研究π在数字排列上有什么规律，可惜始终没有弄清楚。

圆周和直径求π的方法
圆周率就是圆的周长和它的直径长度的比值。尽管不同圆的周长和直径不同，有大有小，但是对所有的圆来说，圆周率都是相等的。从这个角度讲，圆周率是刻画圆的最重要的数据。



用直尺和两个三角板就可以测出圆的直径。

转动



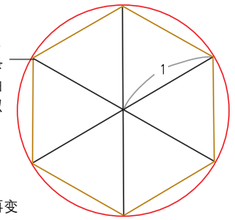
将圆从一个位置滚动一圈回到原位，圆走过的距离就是圆周长。

圆周长

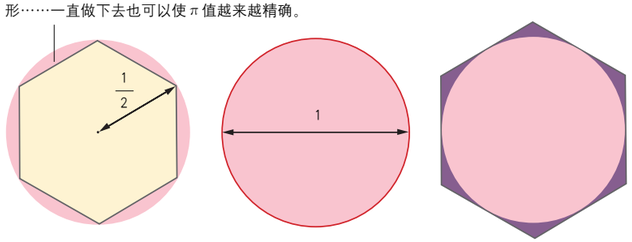
地球周长的测量

2000多年前，古希腊的埃拉托色尼是世界上第一个计算出地球周长的人。埃拉托色尼发现：离埃及亚历山大城约800千米的塞恩城(今埃及阿斯旺附近)，夏日正午的阳光可以一直照到井底；按照经验，这时候所有地面上的直立物都应该没有影子；但是，亚历山大城地面上的直立物却有一段很短的影子。他认为：直立物的影子是由亚历山大城的阳光与直立物形成的夹角造成的。从地球是圆球和阳光沿直线传播这两个前提出发，从假想的地心分别向两城引两条直线，其中的夹角应等于亚历山大城的阳光与直立物形成的夹角。按照相似三角形的比例关系，已知两地之间的距离，便能测出地球的圆周长。埃拉托色尼测出的夹角约为7°，约是地球圆周角(360°)的1/50，由此推算地球的周长大约为4万千米，这与实际地球周长(40076千米)相差无几。

π比3大的理由
画一个圆，在圆内做一个内接正六边形，并连接出3条对角线，形成6个正三角形。假设圆的半径是1，那么，正六边形每条边的边长也是1，则其周长为6，是圆直径的3倍。同时，由于圆的周长比正六边形的周长要长(从图中即可看出)，所以圆周长比直径的3倍要多。



阿基米德对π的计算
首先在圆内做一个内接正六边形，再将它变成正十二边形，再变成正二十四边形……一直做下去，所得到的π值就会越来越精确。同时，再做圆的外切正六边形、正十二变形、正二十四边形……一直做下去也可以使π值越来越精确。



内接正六边形的边长为3，增加正多边形的边数，求得内接正九十六边形的周边长为：

$\frac{223}{71}$

直径＝1
因此
圆的周长(圆周)＝π

$< \pi <$

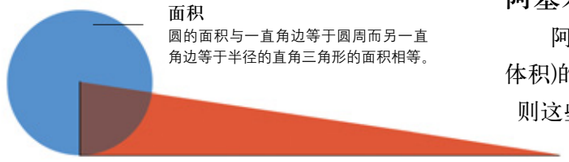
算出外切正六边形周边的长，增加正多边形的边数，求得外切正九十六边形的周边长为：

$\frac{22}{7}$

阿基米德的数学测量

阿基米德在数学测量领域有巨大的贡献。他把要求面积(或体积)的曲线形分割成若干直线形，无限加多这些直线形的数目，则这些直线形面积(或体积)的总和就是所求的曲线形的面积(或体积)。他用这种方法证明了圆面积与一直角边等于圆周而另一直角边等于半径的直角三角形的面积相等。他还用这种方法结合力学原理得出并证明了各种复杂的平面曲线围成的面积和各种曲面的面积及其所围成的体积，如球和椭球的表面积与体积等。阿基米德的这种测量方法可以说是穷竭法思想的起源，为后来牛顿等人完成微积分理论奠定了基础。

面积
圆的面积与一直角边等于圆周而另一直角边等于半径的直角三角形的面积相等。



大金字塔的奥秘

金字塔是古埃及文明的象征，是埃及人民的骄傲。金字塔，阿拉伯文意为“方锥体”，而且从四面看都呈等腰三角形。埃及迄今发现的金字塔共约80座，其中最大的是人称“古代世界七大奇迹”之首的胡夫大金字塔。英国《伦敦观察家报》的约翰·泰勒曾根据文献资料中提供的数据对大金字塔进行了研究。经过测量，他发现胡夫大金字塔令人难以置信地包含着许多数学上的原理。他首先注意到胡夫大金字塔底角不是60°而是51°51′，从而发现每壁三角形的面积等于其高度的平方。另外，塔高与塔基周长的比就是地球半径与周长之比，因而，用塔高来除底边所得数值的2倍即是圆周率。此后又有人经过各种手段的测量，发现了大金字塔更多的数学上的奥秘：例如，塔高乘以109就等于地球与太阳之间的距离，塔基的周长按照某种单位计算的数据恰为一年的天数等。大金字塔到底凝结着古埃及人多少知识和智慧，至今仍然是没有完全解开的谜。

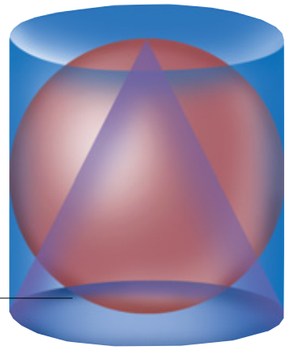


正立方体可以分成6个的体积相等的四角锥。



这个四角锥相当于上一正立方体体积的1/6，可根据此法求得关于大金字塔的相关数据。

体积
球的体积是其外接圆柱体体积的2/3；其内接圆锥体的体积是该圆柱体体积的1/3。



无处不在的黄金分割

优美的几何

古希腊著名学者毕达哥拉斯在公元前5世纪提出了“万物皆数”的重要观点。他从铁匠打铁时发出的具有节奏和起伏的声响中测出了不同音调与数的关系，并通过在琴弦上所做的实验找出了八度、五度、四度和谐的比例关系。在对“数的音乐”的研究过程中，毕达哥拉斯发现“和谐能够产生美感效果，和谐是由一定数的比例关系中派生出来的”。他把这种数的比例关系推广到音乐、绘画、雕刻、建筑等各个方面，“黄金分割率”就是这些“和谐比例”关系中的一个。这个规律的意思是：无论什么物体、图形，只要它各部分的比例关系都与这种分割法相符，这类物体、图形就能给人最悦目、最美的印象。这一比例就是1：0.618。只要你愿意，就会发现生活中处处充满着优美的“几何”，这也使得几何学在所有学科中独具魅力。



人体中的黄金分割点在肚脐处，这样人的上下比例就显得协调而优美。

树叶中的黄金比例



雅典的巴特农神庙应用了黄金比例原理，建筑正面的长度和高度比满足黄金分割率。

黄金分割率

黄金分割是古希腊哲学家毕达哥拉斯的发现。经过反复比较，他最后确定1:0.618的比例最优美。后来，德国的美学家泽辛把这一比例称为黄金分割率。

如何寻找黄金分割点

设已知线段为AB，作BD⊥AB使BD = AB/2，连接AD，以D为圆心、BD为半径作弧交AD于E，再以A为圆心、AE为半径作弧交AB于C，则C就是所求的分点，即黄金比或黄金分割点。

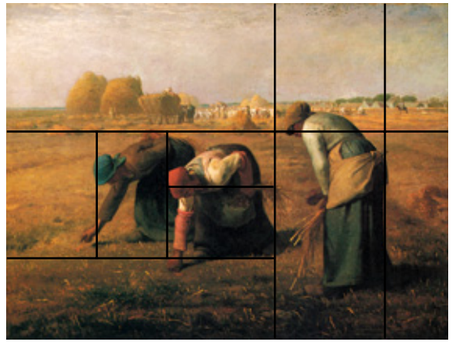
黄金分割的实际应用

黄金分割的实际应用最著名的例子是优选学中的0.618法。这里的0.618是C的近似值，但在实用上已足够精确。优选法的另一种方法是分数法，而分数列的极限正是C值。



雪晶中的黄金分割

长与宽之比为黄金比率的长方形是所有长方形中最美丽的。所以，纸张等平面造型差不多都采用“黄金长方形”。法国画家米勒的名画《拾穗者》的构图就遵循了这样的黄金比例。



自然界的黄金分割

0.618这个“黄金数”在自然界中随处可见。人的肚脐是人体总长的黄金分割点，人的膝盖是肚脐到脚跟的黄金分割点。大多数门窗的宽长之比近似0.618；有些植物茎上的两个相邻叶柄的夹角是137° 28′，这恰好是把圆周长分成1：0.618两部分的半径夹角，这种角度对于采光和通风效果极佳。各国建筑师们对数字0.618也特别偏爱，无论是古埃及的金字塔还是巴黎圣母院，或者是埃菲尔铁塔，都有与0.618相关的数据。人们还发现一些名画、雕塑、摄影作品的主题，大多在画面比例的0.618 处。



欧几里得的贡献

早在公元前300年，古希腊人欧几里得就写了一本名叫《几何学原理》的书，书中整理了大量希腊人的几何学发现，特别是将那个时代的三大发明纳入这本书中，即尤多萨斯的比例理论、西伊迪泰斯的无理数理论以及柏拉图的宇宙论中占显著地位的5个规则形体的理论。欧几里得的著作在几何学的发展史上占据重要地位，对于数学发展的影响经久不衰。

几何学的发展

几何学和算术一样产生于实践。远古时代，人们在实践中积累了十分丰富的平面、直线、方、圆、长、短、宽、窄、厚、薄等概念，并且逐步认识了这些概念之间的各种关系，这些后来就成了几何学的基础。公元前3世纪，欧几里得集前人的几何知识之大成，演绎出全部欧几里得几何(简称欧氏几何)严密的定理系统，这标志着几何学已经发展成为一门比较完整的纯粹数学的理论。17世纪，随着科学、生产的发展，欧氏几何渐渐不能满足人们的要求。顺应形势，法国著名科学家笛卡尔把几何和代数结合起来，创立了解析几何。17世纪与解析几何几乎同时产生的还有射影几何。18世纪，由于曲线和曲面理论的迅速发展，使微分几何学成了一门独立的数学分支，其中德国数学家高斯作出的贡献最大，他奠定了曲面论的基础。高斯的曲面论经过德国数学家黎曼的拓广，发展成黎曼几何学。

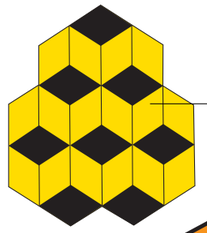
美丽的几何曲线

在我们周围有许多有螺旋曲线的东西，小至蚊香、弹簧大到宇宙中的星云。如果把鹦鹉螺截成两半，就会看到美丽的螺旋图案。

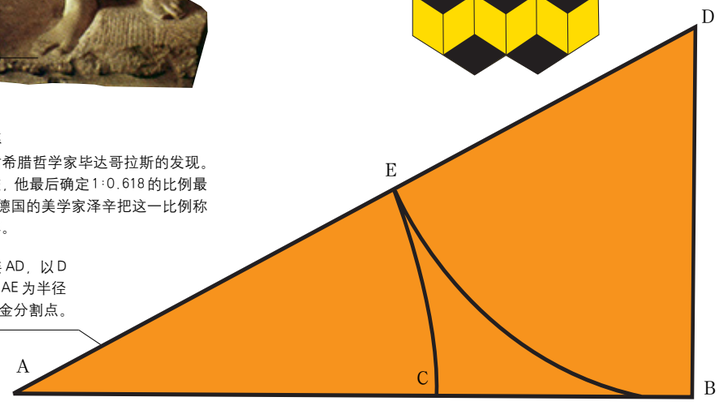


几何的基本图形

生活中的许多物体，如果不管它们的其他性质(如颜色、重量、材料等)，只注意它们的形状、大小、位置，就得到各种几何图形(简称图形)。平面的基本图形包括正方形、矩形、三角形、圆等；空间的基本图形包括正方体、长方体、棱柱、球、圆柱、圆锥等。生活中，我们还常常看到许多美丽的图案，它们是由这些简单的基本几何图形组成的。



此图可看出有6个立方体。如果将书倒过来看，你发现了几个立方体呢？



著名的几何定理

几何学中除黄金分割点外，还有一些著名的论断和定理。欧拉线：同一三角形的垂心、重心、外心三点共线，这条直线称为三角形的欧拉线。费尔马点：已知P为锐角△ABC内一点，当∠APB= ∠BPC= ∠CPA=120° 时，PA+PB+PC的值最小，这个点P称为△ABC的费尔马点。勾股定理：在直角三角形中，两条直角边的平方和等于斜边的平方。托勒密定理：在圆内接四边形ABCD中，AB · CD+AD · BC=AC · BD。

简化法

欧拉想到：岛的形状、大小及桥的长短并不影响问题的结果，位置才是重点。于是他将图形简化，将小岛化为点，桥则用线表示，这样就画出了简单的图形，七桥问题就相当于能不能一笔画出此图形的问题了。



无法实现的七桥问题

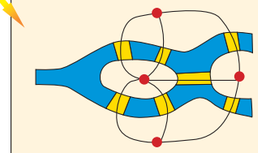
建好后的几何图形中，每个点如果有进去的边就必须有出来的边，从而每个点连接的边数必须有偶数个才能完成一笔画。但此图中的每个点都连接着奇数条边，因此不可能一笔画出，这就说明不存在一次走遍7座桥，而每座桥只许通过一次的走法。欧拉对“七桥问题”的研究是图论研究的开始，同时也为拓扑学的研究提供了一个初等的例子。

穷举法

为了解决七桥问题，欧拉最先想到的是“穷举法”，即把所有可能的走法详细列出，然后一一检查是否可行。但是他马上发现这样做非常麻烦，因为逐一检查实在太耗时了；而且，这样的方法没有通用性，桥的位置或数量一旦改变，就得再重新检查一次！

七桥问题

18世纪，在哥尼斯堡城(今俄罗斯加里宁格勒)的普莱格尔河上有7座桥，它们将河中的两个岛和河岸连结。城中的居民经常沿河过桥散步，于是人们提出了一个问题：能否一次走遍7座桥，而每座桥只许通过1次，最后仍回到起始地点。这个问题看起来似乎不难，但人们始终没能找到答案。最后，问题被大数学家欧拉得知。欧拉以深邃的洞察力很快证明了这样的走法不存在。欧拉是这样解决问题的：既然陆地是桥梁的连接地点，那么，不妨把被河隔开的陆地看成4个点，7座桥表示成连接这4个点的7条线。于是“七桥问题”就转化成图形一笔画的问题了。



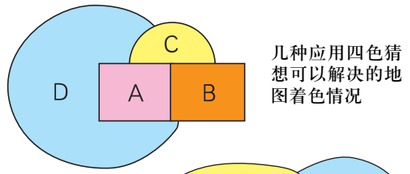
一笔划定理

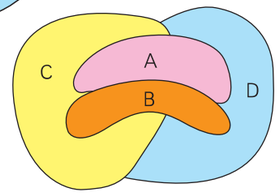
1736年，欧拉证实了自己的猜想——七桥问题的走法根本不存在，并发表了他的“一笔划定理”：一个图形要能一笔完成必须符合两个条件，即图形是封闭连通的和图形中的奇点(与奇数边相连的点)个数为0或2。

四色之谜

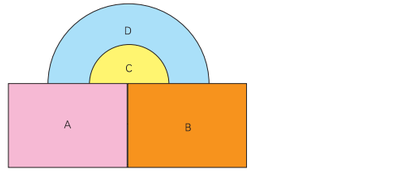
数学领域的各种猜想

在1852年，毕业于伦敦大学的弗南西斯·格思里来到一家科研单位搞地图着色工作。一天，他发现了一种有趣的现象：每幅地图都可以只用四种颜色着色就可以使有共同边界的地区拥有不同的颜色。这个结论能不能从数学上加以严格证明呢？这就是世界近代三大数学难题之一的“四色猜想”。四色猜想被提出以后成了全世界数学界共同关注的问题，越来越多的数学家对此绞尽脑汁，但一无所获。进入20世纪以来，电子计算机问世，演算速度迅速提高。1976年，美国数学家阿佩尔与哈肯在美国伊利诺斯大学的两台不同的电子计算机上，用了1200个小时，作了100亿个判断，终于完成了四色猜想的证明。科学家牛顿有句名言：“没有大胆的猜想，就不可能有伟大的发明和发现。”事实表明，数学猜想是解决数学理论疑难问题和自身矛盾的一个有效途径，对数学理论的发展有着极其重要的意义。





几种应用四色猜想可以解决的地图着色情况





中国西北部地图

哥德巴赫猜想

自然数中有无限多个素数。当人类知道了这个原理之后，便开始猜测和证明有关素数的一些数学性质。历史上和素数有关的数学猜想中，最著名的就是“哥德巴赫猜想”了。它是由德国数学家哥德巴赫于1742年提出来的：任何不小于6的偶数都是两个奇素数之和；任何不小于9的奇数都是三个奇素数之和。显然，第二个猜想是第一个猜想的推论。因此，只需在两个猜想中证明一个就够了。可是直到19世纪末，哥德巴赫猜想的证明也没有任何进展，证明哥德巴赫猜想的难度远远超出了人们的想像。1966年，我国著名数学家陈景润攻克了“1＋2”，也就是：“任何一个足够大的偶数，都可以表示成两个数之和，而这两个数中的一个就是奇素数，另一个则是两个奇素数的和。”这个定理被世界数学界称为“陈氏定理”。

哥德巴赫猜想实例

我们从这些具体的例子中，可以看出哥德巴赫猜想都是成立的。有人甚至逐一验证了3300万以内的所有偶数，竟然没有一个不符合哥德巴赫猜想的。20世纪，随着计算机技术的发展，数学家们发现哥德巴赫猜想对于更大的偶数依然成立。可是自然数是无限的，谁知道会不会在某一个足够大的偶数上，突然出现哥德巴赫猜想的反例呢？

6＝3＋3

8＝3＋5

10＝5＋5

……

100＝3＋97（＝11＋89＝17＋83）

……

由于陈景润的贡献，人类距离哥德巴赫猜想的最后结果“1＋1”仅有一步之遥了。但为了实现这最后的一步，也许还要历经一个漫长的探索过程。有许多数学家认为，要想证明“1＋1”，必须创造新的数学方法，以往的路很可能都是走不通的。

“9＋9”

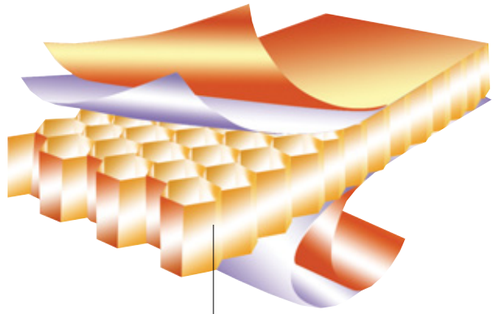
1920年，挪威数学家布朗证明了定理“9＋9”，由此划定了进攻“哥德巴赫猜想”的“大包围圈”。所谓“9＋9”，翻译成数学语言就是：“任何一个足够大的偶数，都可以表示成其他两个数之和，而这两个数中的每个数，都是9个奇素数之和。”从这个“9＋9”开始，全世界的数学家集中力量缩小“包围圈”，当然最后的目标就是“1＋1”了。

从“9＋9”到“1＋2”

1920年，布朗证明了(9+9)，即每一个不小于6的偶数都可表示为两个不超过9个奇素数乘积的数之和。
1956年，我国数学家王元证明了(3+4)。
1956年，苏联数学家阿·维诺克拉多夫证明了(3+3)。
1957年，王元又证明了(2+3)。
1962年，我国数学家潘承洞证明了(1+5)。
1963年，潘承洞与苏联数学家巴尔巴恩又分别独立证明了(1+4)。
1965年，苏联数学家布赫夕塔布与意大利数学家朋比尼都证明了(1+3)。
1966年，我国数学家陈景润对筛法做了新的重要改进，证明了(“9＋9”)。

蜂窝猜想

公元4世纪，古希腊数学家佩波斯提出——蜂窝的优美形状是自然界最有效劳动的代表。于是他猜想，人们所见到的、截面呈六边形的蜂窝是蜜蜂采用最少量的蜂蜡建造成的。他的这一猜想被称为“蜂窝猜想”，但这一猜想一直没有得到证明。人们一直疑问：蜜蜂为什么不让其巢室呈三角形、正方形或其他形状呢？每一个蜂巢都是六面柱体，而蜂蜡墙的总面积仅与蜂巢的截面有关。由此引出一个数学问题，即寻找面积最大、周长最小的平面图形。尽管蜂窝猜想一直悬而未解，但人们还是受到启发，创造性地发明了各种“蜂窝技术”。



蜂窝材料
它们具有结构稳定、用料省、覆盖面广、强度高和结构轻等众多优点。其中，蜂窝复合材料是至今为止已知的最节省材料，具有最大强度重量比的轻质高强结构材料。





蜂窝结构技术及产品早已被广泛用于航空、航天等高科技领域。

蜂窝工程
蜂窝是一座十分精密的建筑工程。蜜蜂建巢时，青壮年工蜂负责分泌片状的新鲜蜂蜡，每片只有针头大小；而另一些工蜂则负责将这些蜂蜡仔细摆放到一定的位置，以形成竖直六面柱体。

蜂窝的结构
每一面蜂蜡隔墙厚度及误差都非常小。6面隔墙宽度完全相同，墙之间的角度正好120°，形成了一个完美的几何图形。

蜂窝通讯
在移动通讯领域，按蜂窝结构设置机站的位置，具有以最少的投资覆盖最大区域的特点，这使机站内的手机能获得最好的通讯信号。



孪生素数猜想

长期以来人们猜测孪生素数有无穷多组，这就是集令人惊异的简单表述和令人惊异的复杂证明于一身的著名猜想——孪生素数猜想：存在无穷多个素数p，使得p+2也是素数。究竟谁最早明确提出这一猜想并没有确切的考证，但1849年法国数学家波林那克提出：对于任何偶数2k，存在无穷多组以2k为间隔的素数，对于k=1，就是孪生素数猜想，例如3和5、5和7、11和13……10016957和10016959……。1966年，中国数学家陈景润在这方面得到了最好的结果：存在无穷多个素数p，使p+2是不超过两个素数之积。孪生素数猜想至今仍未解决，但一般人都认为是正确的。

回数猜想

如果一个数从左向右读和从右向左读都是一样的数字，那么这个数就叫“回数”，比如101、32123、9999等等。任取一个数，再把这个数倒过来，并将这两个数相加，重复这个过程就一定能获得一个回数。这就是有名的“回数猜想”。至今仍然没有人能确定这个猜想是对还是错。“196”这个三位数也许能成为这一猜想不成立的反证。因为用电子计算机对这个数进行了几十万步计算，仍没有得到回数。但也没能证明这个数永远产生不了回数。数学家对素数回数进行了研究，他们相信素数中有无穷多个回数，但是同样没有人能证明这种猜想正确与否。

68 ＋ 86 ＝ 154　154

＋

451

‖

…… 1111 ＝506 ＋605　605

回数猜想
例如68，按猜想的做法进行运算，只需要三步就可得到一个回数。

第四章

4 能源和材料
ENERGY AND MATERIAL

“我们在我们的劳动过程中学习思考；劳动的结果，我们认识了世界的奥妙，于是我们就真正来改变生活了。”

—— 高尔基(苏)

能源和材料伴随着人类活动的每一步，可以说人类的历史就是对能源和材料发现、利用的历史。大自然为人类提供了丰富的水、煤、石油、天然气、金属……人类依靠它们创造了辉煌的地球文明。

然而，大自然所给予人类的财富并不是无限的。面对能源紧张的情况，世界各国除了充分利用现有的传统能源外，都在大力研究开发新能源。于是，水能、风能、太阳能、核能成为人们研究的热点，并开始为人类服务。

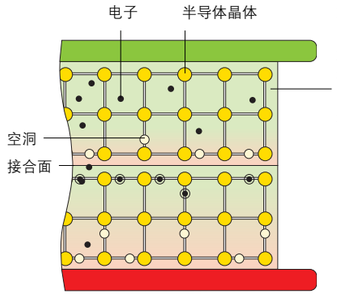
在寻找新能源的同时，人们也在努力开发新的材料。各种人工合成材料应运而生，把人类物质文明的发展又向前推进了一大步。

新能源、新材料的开发和利用，揭开了人类历史灿烂的一页。

全新日光浴

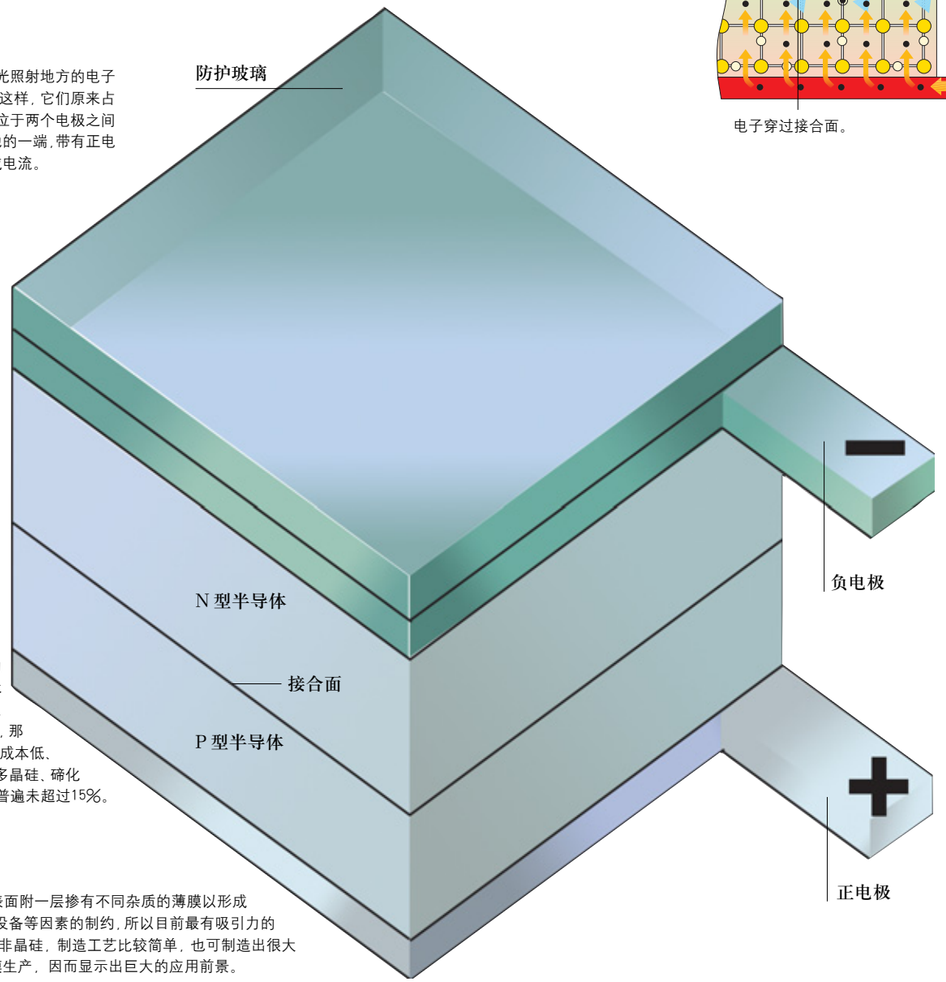
太阳能的开发和利用

不久之后，我们就可以用身上穿的衣服来为手机充电了，这时的日光浴便多了一层别样的意味。这是因为科研人员发明了一种柔性塑胶太阳能电池，这种电池能利用阳光中的红外线，并且可以在布、纸和其他材料表面形成一层柔性膜，这层膜可以把30%的太阳能转化为可利用的电能。由于这种电池能利用有弹性的材料来转化太阳能，因此可以把它与其他材料编织在一起，形成类似现在合成纤维的材料，然后把它做成可以穿在身上的太阳能板。这些新型太阳能板的制造方法与传统太阳能板类似，但它只比照相用的底片厚一点。一片缝在夹克背面的柔软的太阳能板价值不到10英镑(约等于136元人民币)，却可以在夏季外出散步时为手机充电。在可再生资源储量几近枯竭和生态环境日益恶化这两大危机的夹击下，太阳能的开发和应用显得更加突出，太阳能建筑、太阳能灯、太阳能汽车等已进入应用阶段，还有许多对太阳能的开发正在酝酿中。人们期待着“太阳能时代”的到来。



太阳能电池工作原理

当太阳光照射到半导体上时，接受到阳光照射地方的电子就会变得活跃起来而脱离周围的电子。这样，它们原来占有的地方就形成一些“空洞”；这时，位于两个电极之间的电场就把带有负电荷的电子带到电池的一端，带有正电荷的空洞就移动到相反的一端从而形成电流。



太阳能电池的构造

一般的太阳能电池用两层半导体硅做成一个层状结构：将较薄的N型半导体置于较厚的P型半导体上，两者相结合。

来自太阳的巨大能量

地球所接受到的太阳能只占太阳表面发出的全部能量的二十亿分之一左右，这些能量相当于全球所需总能量的4万倍，几乎可以说是“取之不尽，用之不竭”。而且，太阳能和石油、煤炭等化石燃料不同，不会导致全球性气候恶化，也不会造成环境污染。因此，太阳能的利用受到越来越多国家的重视，大家正在竞相开发各种光电新技术和光电新材料，以扩大太阳能的应用领域——发电、取暖、供水以及各种各样的太阳能动力装置。

光伏效应

早在1839年，法国科学家贝克雷尔就发现，光照能使半导体材料的不同部位之间产生电位差。这种现象后来被称为“光生伏打效应”，简称“光伏效应”。1954年，美国科学家恰宾和皮尔松在美国贝尔实验室首次制成了实用的单晶硅太阳能电池，诞生了将太阳光能转换为电能的实用光伏发电技术。

半导体材料

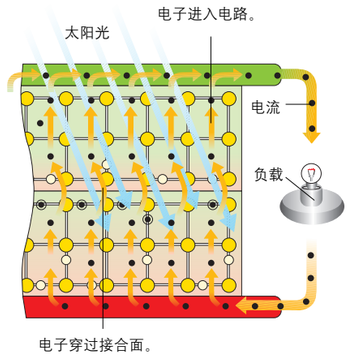
硅是最理想的太阳能电池材料，其中的单晶硅太阳能电池转换效率最高，技术也最为成熟，光电转化效率可达23.3%。如果说单晶硅的特点是效率高、成本高，那么由其他材料制造的太阳能电池无疑是成本低、转化弱。与单晶硅太阳能电池相比，除多晶硅、碲化镉等外，其他材料电池的光电转化效率普遍未超过15%。

非晶硅

要做成硅太阳能电池，必须在硅片上表面附一层掺有不同杂质的薄膜以形成P-N结构。由于硅单晶的尺寸受到制造设备等因素的制约，所以目前最有吸引力的是非晶硅太阳能电池。半导体玻璃，即非晶硅，制造工艺比较简单，也可制造出很大尺寸的薄膜材料，适合于工业化大规模生产，因而显示出巨大的应用前景。

太阳能电池

在将太阳能转化成电能的过程中，最核心的装置还要算太阳能电池。可以说，太阳能电池的开发、生产直接影响着太阳能发电的前景。太阳能电池或称“光电池”，是一种把太阳能直接转变为电能的半导体元件。半导体材料有一种效应叫作“光生伏打效应”，即当半导体材料受到光照时，其内的电荷分布状态发生变化，半导体两端会产生电位差，继而产生电流。



从光能到电能

当太阳光照射到P-N结构的半导体时，光子所提供的能量会把半导体中的电子激发出来，产生“电子-电洞”对，电子与电洞均会受到内建电位的影响，电洞往电场的方向移动，而电子则往相反的方向移动。如果我们用导线将此太阳电池与一负载连接起来，形成一个回路，就会有电流流过负载，光能便转换成了电能。



由许多太阳能电池构成的太阳能电池板



太阳能电站

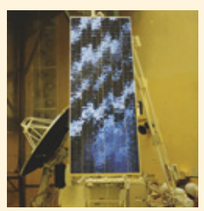
这是世界上第一座太阳能发电站。它于1969年建于法国的奥黛罗市。它是利用反射的太阳光，把水烧至沸腾，然后再用水蒸气推动汽轮机来发电。

在这个水塔里，水变为水蒸气。水塔里的温度可达3800℃。

这个巨大的镜面是内向弯曲的，照在它上面的太阳光，都反射到水塔顶的一个小点上。

太空帆船

自从人类能够进行太空飞行以来，用作飞行动力的只有火箭发动机。而现在，人类找到了克服地球强大引力的新途径。俄罗斯于2003年8月发射了一艘特别的太空飞船——“宇宙1号”太空帆船。这次试验性发射的目的在于检测借助太阳光的压力控制航天器飞行的可行性，这将为今后的星际飞行奠定可靠的技术基础。“宇宙1号”是第一艘没使用发动机的太空船，升空后完全依靠太阳能获得动力。在没有空气阻力的宇宙空间里，太阳光子会连续撞击“宇宙1号”的太阳能帆，使太阳能帆获得的动量逐渐增加，从而形成加速度。像“宇宙1号”这样规格的航天器能在5年内抵达冥王星，而传统宇宙飞船最快也要飞上9年。太阳光正作为一种新能源在星际旅行方面发挥着巨大作用，因此专家预计太阳能太空飞船有一天将超越传统的火箭发动机成为宇宙飞船的主要动力源。



太阳能在资源贫乏的今天越来越被广泛地使用。图为美国宇航局“水手10号”宇宙飞船的太阳能电池装置。

建筑中的太阳能

目前，太阳能技术在建筑中的应用主要包括：提供生活热水、采暖及太阳光伏发电技术的应用。其中，太阳能热水器是最为人们所熟悉的。据估算，每平方米太阳能热水器年平均节煤150千克，节电450千瓦，减排二氧化碳100千克。太阳能建筑中的采暖主要包括主动采暖空调技术与被动太阳房采暖技术，前者使用太阳能热水器与溴化锂制冷机结合，实施冬季采暖和夏季制冷，但由于成本偏高，目前仍处在示范阶段；而被动太阳房是一种将太阳能采暖技术和节能技术相结合的综合节能建筑，目前主要应用于学校、商店、农村住宅中。太阳光伏发电在建筑中的应用主要是照明和通讯，但尚处在示范阶段。随着太阳能电池成本的降低，太阳光伏发电技术在建筑中的应用会逐步地得到推广。

好风凭借力

插着翅膀的风能

帆船在一些工业发达的国家里曾一度被人遗忘，但今天它又以崭新的姿态呈现在人们面前。1980年，日本的风帆船“新爱德凡”号开始在沿海水域做运输航行。这是一艘新式帆船，载重量1600吨，它装有两面卷折式纤维增强塑料巨帆，同时装有一台带动大直径螺旋桨的低速柴油机。当主机与风帆配合使用时，每小时航速可达24千米，比相同载重的普通机动船节省50%的燃料。有人估计，如果将全世界货船中的20%装上风帆，那么一年中节约的燃料价值将达到30亿美元。现在，古老的风能配之以现代新技术，正发挥出它更大的威力。在能源告急的21世纪，风能正作为一种具有无限潜力的安全、清洁的新能源受到全世界的关注。



这艘船充分扩大了风帆的面积，并采用微处理技术控制风帆的迎风方向，同时减小发动机的功率，以便在风速增大时，能以最少的燃料消耗保持原定航速。



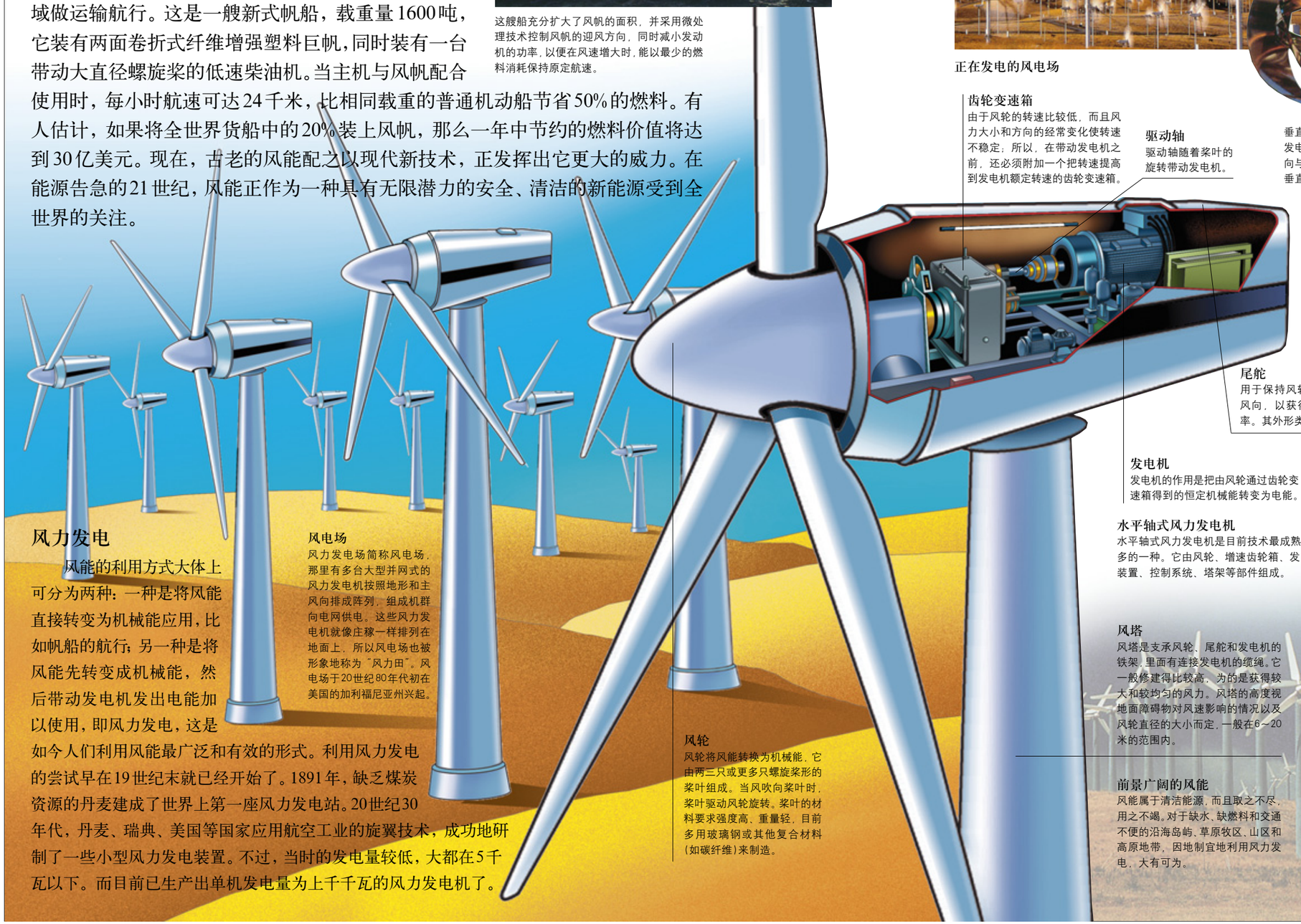
正在发电的风电场

风力发电机

早在1000多年前，中国就采用了风车提水；大约12世纪初，风车从中东传入欧洲；16世纪前后，荷兰人利用风车排水，在低洼的海滩地上建国立业。实际上，在机泵、电泵出现前，风力提水在欧洲十分普遍，至今北欧国家还保留了大量荷兰式的大风车，它是人类文明史的象征。目前，风力发电机可算最先进的风车，是风力发电的主要装置。风力发电机的种类很多，按其形状及旋转轴的方向可分为水平轴式和垂直轴式；按桨叶受力情况可分成升力型和阻力型；按叶数则分为单叶、双叶、三叶和多叶型；按照风向来分则有逆风型和顺风型。



垂直型风力发电机的风向与转轴相垂直。



齿轮变速箱
由于风轮的转速比较低，而且风力大小和方向的经常变化使转速不稳定，所以，在带动发电机之前，还必须附加一个把转速提高到发电机额定转速的齿轮变速箱。

驱动轴
驱动轴随着桨叶的旋转带动发电机。

尾舵
用于保持风轮始终对准风向，以获得最大的功率。其外形类似风向标。

发电机
发电机的作用是把由风轮通过齿轮变速箱得到的恒定机械能转变为电能。

水平轴式风力发电机
水平轴式风力发电机是目前技术最成熟、生产量最多的一种。它由风轮、增速齿轮箱、发电机、偏航装置、控制系统、塔架等部件组成。

风塔
风塔是支承风轮、尾舵和发电机的铁架，里面有连接发电机的缆绳。它一般修建得比较高，为的是获得较大和较均匀的风力。风塔的高度视地面障碍物对风速影响的情况以及风轮直径的大小而定，一般在6～20米的范围内。

前景广阔的风能
风能属于清洁能源，而且取之不尽，用之不竭。对于缺水、缺燃料和交通不便的沿海岛屿、草原牧区、山区和高原地带，因地制宜地利用风力发电，大有可为。

风轮
风轮将风能转换为机械能，它由两三只或更多只螺旋桨形的桨叶组成。当风吹向桨叶时，桨叶驱动风轮旋转。桨叶的材料要求强度高、重量轻，目前多用玻璃钢或其他复合材料（如碳纤维）来制造。

风电场
风力发电场简称风电场，那里有多台大型并网式的风力发电机按照地形和主风向排成阵列，组成机群向电网供电。这些风力发电机就像庄稼一样排列在地面上，所以风电场也被形象地称为“风力田”。风电场于20世纪80年代初在美国的加利福尼亚州兴起。

风力发电

风能的利用方式大体上可分为两种：一种是将风能直接转变为机械能应用，比如帆船的航行；另一种是将风能先转变成机械能，然后带动发电机发出电能加以使用，即风力发电，这是如今人们利用风能最广泛和有效的形式。利用风力发电的尝试早在19世纪末就已经开始了。1891年，缺乏煤炭资源的丹麦建成了世界上第一座风力发电站。20世纪30年代，丹麦、瑞典、美国等国家应用航空工业的旋翼技术，成功地研制了一些小型风力发电装置。不过，当时的发电量较低，大都在5千瓦以下。而目前已生产出单机发电量为上千千瓦的风力发电机了。

古老的风车

12世纪盛行于地中海沿岸的风车：使用时把帆张开到必要的大小，用来磨米磨面，抽水灌溉。

15、16世纪欧洲使用的风车：风力推动风车旋转，旋转轴经齿轮传动运转石臼和提水机。



18世纪盛行于荷兰的塔形风车：用于排水、磨米、榨油等。



17世纪的欧洲箱形风车：用于磨米、灌溉。

19世纪美国西部的塔形风车：具有圆形翼，用于抽水灌溉。

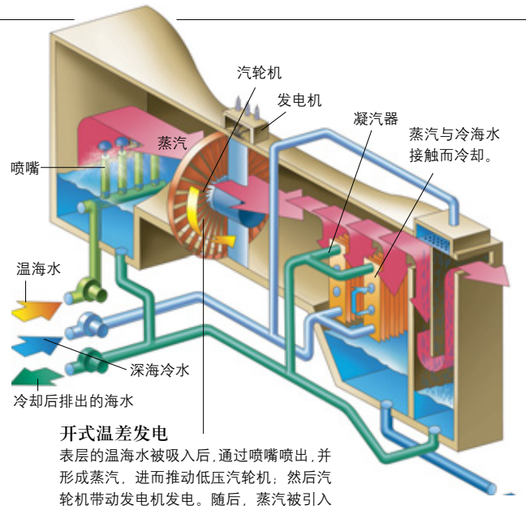
风能资源

风能资源常以风能密度表示，即单位时间内垂直通过单位面积的气流所具有的能量。当风速大于2米／秒时，风能就可开发利用，因此，一般取3～20米／秒作为有效风速，在这一范围内计算出的平均风能密度称有效风能密度。我国幅员辽阔，海岸线长，风能资源比较丰富。特别是东南沿海及附近岛屿以及内蒙古、甘肃走廊、东北、西北、华北和青藏高原等部分地区，每年风速在3米／秒以上的时间近4000小时，一些地区年平均风速可达6～7米／秒以上，具有很大的开发利用价值。

海洋的温差能

地球水利资源的应用

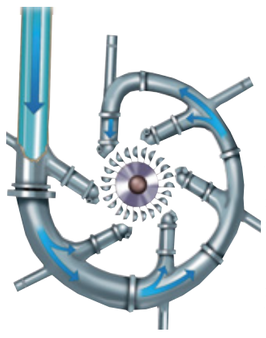
提起潮汐发电，许多人都了解，但你知道利用海洋的温差也能发电吗？海洋温差发电主要采用开式和闭式两种循环系统。在开式循环系统中，表层温海水在蒸发器中产生蒸汽，蒸汽进入汽轮机带动发电机发电。在闭式循环系统中，来自海洋表层的温海水先在热交换器内将热量传给丙烷、氨等低沸点物质，使之蒸发，产生的蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。海洋温差发电的主要优点是不会产生污染物和温室气体，因此具有广阔的前景。随着矿物燃料的日渐减少，水能成了非常重要的替代能源。



开式温差发电
表层的温海水被吸入后，通过喷嘴喷出，并形成蒸汽，进而推动低压汽轮机；然后汽轮机带动发电机发电。随后，蒸汽被引入凝汽器，依靠取自深海的冷水冷却。

前景诱人的海洋能

广阔的海洋蕴藏着极为丰富的动力资源。据估算，世界海洋能的蕴藏量达750多亿千瓦。潮汐、波浪、盐差以及上面提到的海水温差等都可用来发电，都是前景极为广阔的新能源。潮汐是人类最早开发利用的一种海洋动力资源，周期性的潮涨潮落(潮汐)蕴含着巨大的能量。据估算，世界海洋潮汐能约有10多亿千瓦，每年可发电12400万亿度。海水的波浪运动能产生十分巨大的能量，世界海洋中的波浪能达700亿千瓦，占全部海洋能量的94%。但要利用波力发电，其装置必须能充分吸收波浪能，并将其集中转换成机械能，再带动发电机运转发出电来，这就需要解决发电装置承受波浪冲击力和耐腐蚀的问题。海水和淡水交汇的地方，蕴含着巨大的盐度差能。据估计，世界上盐度差能约有10亿千瓦。随着科学技术的不断进步，强大而充足的海洋动力资源必将吸引人们去认识、开发和利用。



涡轮发电机
涡轮发电机旋转的涡轮带动电机产生电力。水库的强力输水通道提供强大的水流，涡轮因此得到足够的动力旋转。然后水流从涡轮中央流走，通过水流管流出。

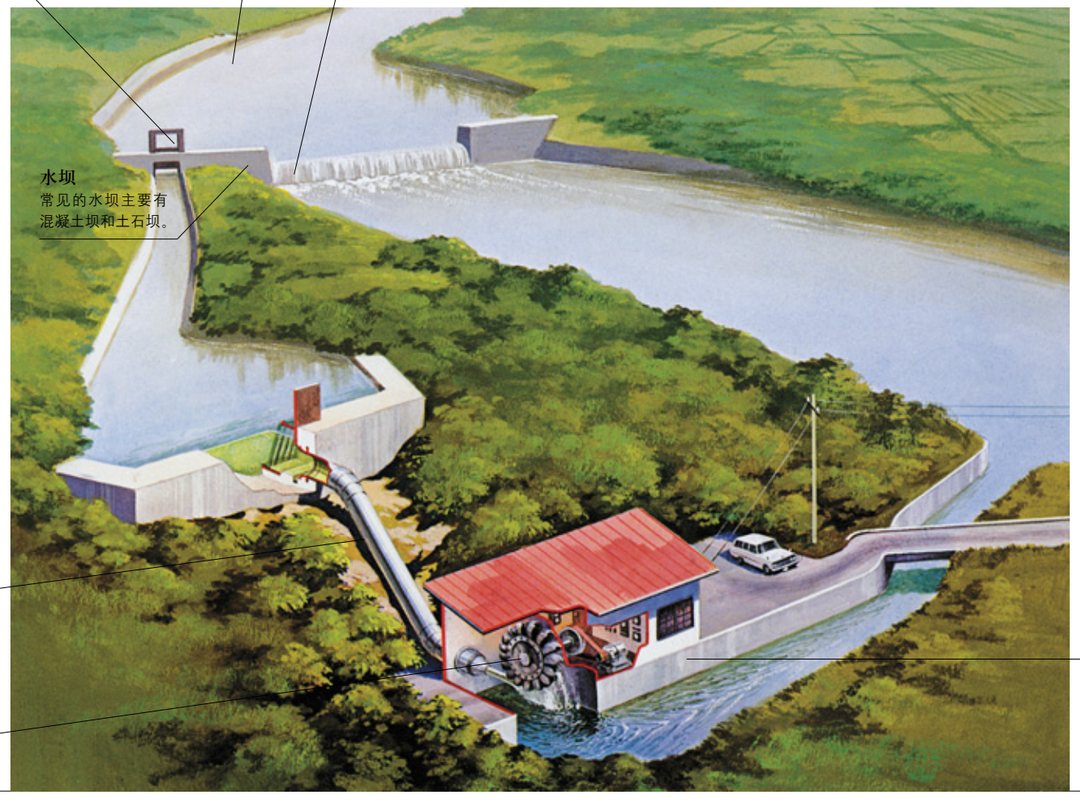
引水系统
水电站引水系统建筑物可采用渠道、隧洞或压力钢管。引水建筑物将水流导入水轮机，经涡轮机和尾水道进入下游。

机电设备
机电设备是将水能转变为电能的机电动力设备。通常由水轮机和涡轮发电机组成水轮发电机组。

水库
水库一般建在山谷、河道或低洼地区，以提供足够的水力资源。水库的高位水经引水系统流入厂房，推动水轮发电机组发出电能，再经变压器、开关站和输电线路输入电网。

闸门
闸门是用于关闭和开放泄水道的控制设施，可用以拦截水流，以便控制水位、调节流量、排放泥沙和漂浮物等。

泄洪道
泄洪道不经常工作，但却是水库枢纽中的重要建筑物。



水坝
常见的水坝主要有混凝土坝和土石坝。

厂房
水电站厂房包括安装水轮发电机组或抽水蓄能机组和各种辅助设备的主机室，以及组装、检修设备的装配场。另外还建有供水电站操作人员工作、生活的副厂房。为了将电厂生产的电能输入电网还要修建开关站。

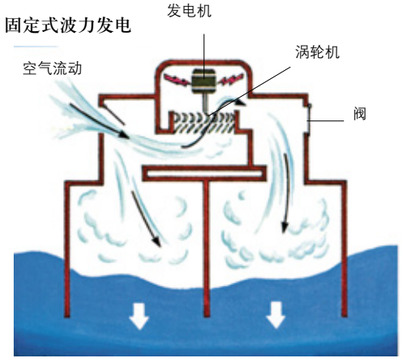
水资源与水能

水资源是指大气降水、地表水和地下水。它们三部分之间的关系是相互转化，相辅相成的。其中，与人类关系最密切的是淡水资源，包括河流、地下水以及固体冰川。水能资源是指水体的动能、势能、压力能等能量资源，主要包括河流水能和海洋水能，是一种可再生能源。

水力发电

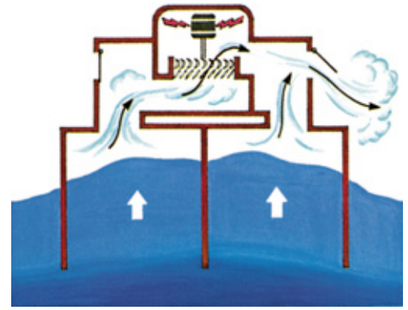
水力发电是利用水能的主要形式。由于天然水流有明显的季节性，大量电能无法贮存，因此可兴建水电站以有效地利用这部分能量。水力发电利用蓄水水库造成的河段落差，通过压力水管向水轮发电机组供水，水轮机接收水流的能量并将其转变成自身旋转的机械能，然后再带动发电机旋转，完成机械能到电能的转换。水力资源是一种可再生能源，无需再消耗其他动力资源，发电成本低。而且，筑坝拦水形成了水面辽阔的人工湖泊，控制了水流，因此兴建水电站一般都兼有防洪、灌溉、航运、给水以及旅游等多种效益。

固定式波力发电



海面下降时

固定式波力发电



海面上升时

固定式波力发电
固定式波力发电装置把空气活塞室固定在海岸边，通过管道内水面的升降来使活塞室内的空气反复受到压缩和扩张。受压缩的空气冲向涡轮机，进而带动发电机发电。

气袋式波力发电
这种波力发电方式是让一个个软胶质气袋浮在海面上，用链状轴串连成排，好像一个横跨海面的巨大的流动管道。当海浪扑打气袋，里面的空气就会受到压缩；压缩空气驱动涡轮机，然后再带动发电机发电。

筏垫式波力发电
筏垫式波力发电机在筏垫下安装了活动减摇橇板，可以吸收波浪能。它通过灵活的连杆、脚链、棘轮、齿轮、转轴、链条、飞轮等转动机构把波浪造成的摆动变为单向的转动，从而推动发电机发电。

水力发电站

水力发电站(水电站)一般在江河中筑起大坝拦水，通过水的落差将水的势能转变为动能，推动发电机旋转从而进行发电。水电站通常包括由挡水、泄水建筑物形成的水库和水电站引水系统、发电厂房、机电设备等。大型水电站的机组单机容量将向巨型化发展；由于电网的特殊需要，抽水蓄能电站将有较快的发展。现代大规模的水力发电建设工程，往往涉及到整条河流的综合开发和利用，以及全流域甚至几个国家电力能源的发展规划。

水车种种

人类利用水力作为动力，比风力的利用还要早。中国在西汉时期已经有用水舂米的水碓了。欧洲在公元500年前后，水力在生产中也获得了广泛的应用。这些水车起初只用于磨粉，后来用于粉碎矿石，挤缩布匹，带动加工木材的锯和榨油机械，甚至用来带动锻造金属的汽锤以及各种生产机械。



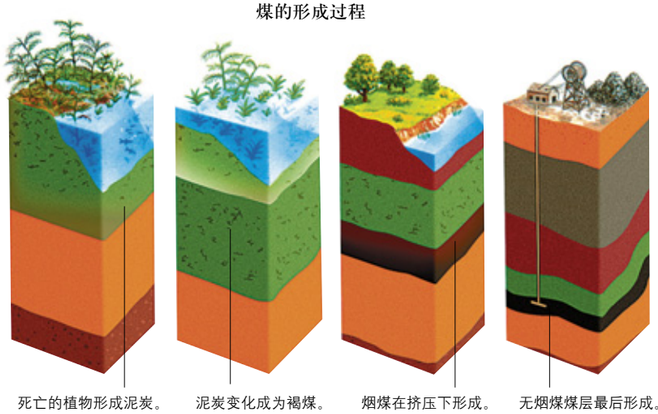
古老的碾稻水车

亿万年后的燃烧

化石能源的形成和利用

沙漠联合科考探险队于2001年6月23日首次对新疆维吾尔族自治区的奇台硅化木园进行勘探。各种探测数据表明，在这里的地下1～6米处发现地磁波有异常——地下蕴藏着大量硅化木群，距今 1.7 亿～ 1.5 亿年，十分罕见，有可能是世界上最大的硅化木集群。硅化木到底是什么呢？硅化木又称石树，是侏罗纪时期松柏、苏铁、银杏、真蕨、种子蕨等15种以上古乔木的遗骸，可能是侏罗纪时期地壳变化或火山爆发时将大片森林掩埋在下面，经过上亿年的演化而形成的树木化石。那么，其他没有形成化石的树木又以何种形态保存下来了呢？

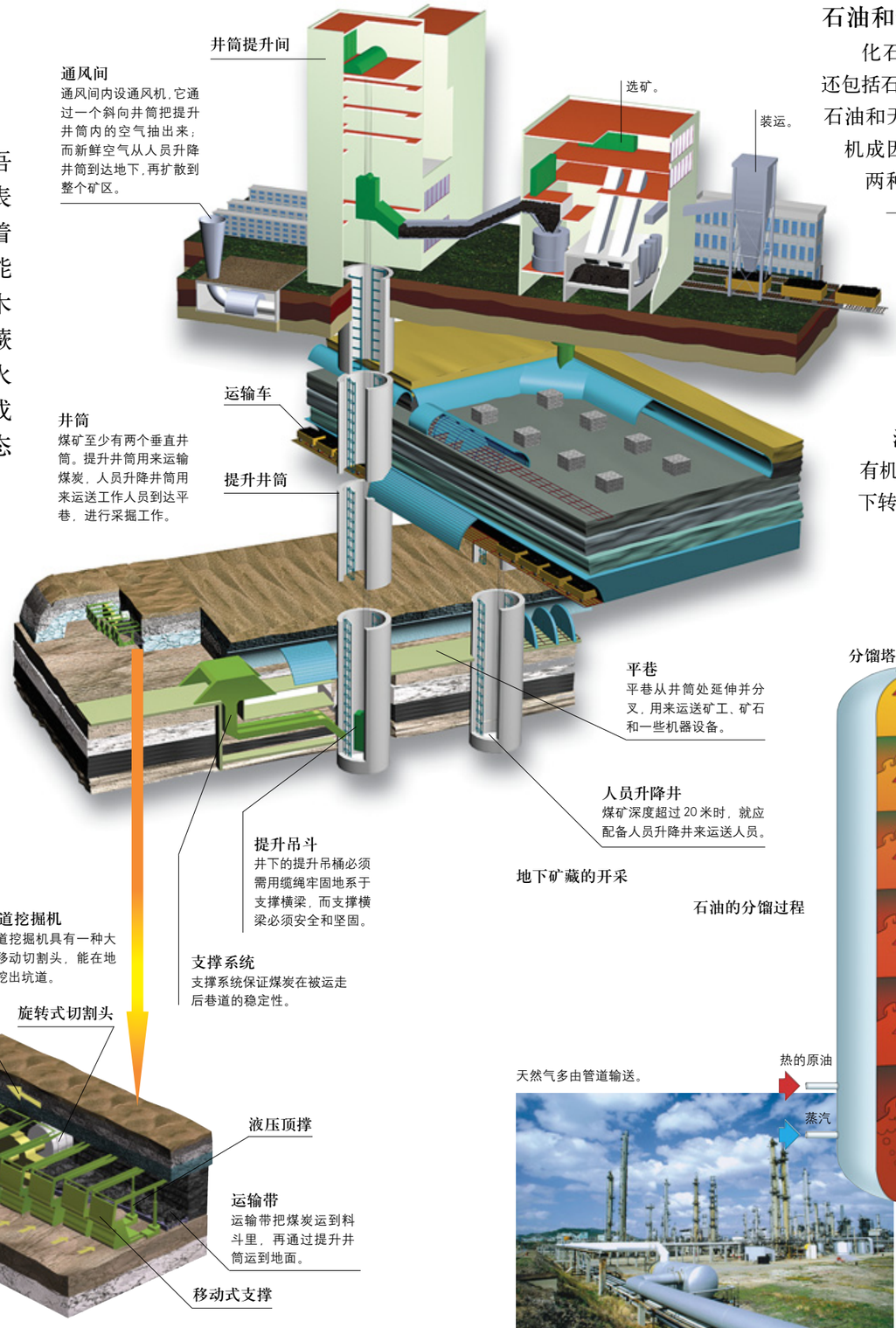
煤的形成过程



死亡的植物形成泥炭。　泥炭变化成为褐煤。　烟煤在挤压下形成。　无烟煤煤层最后形成。

煤炭的形成

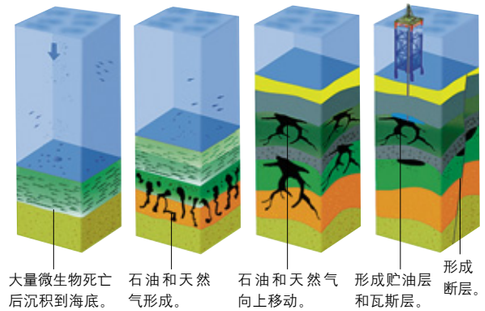
远古植物的大部分遗体都在地表被微生物分解了，没有留下任何痕迹。但是，也有一部分植物遗体被泥土掩埋，由于它们与氧隔绝开来，在岩层的压力和地热的作用下，其中一部分逐渐石化，它们的炭质部分留下来形成植物化石。但由于地壳的不断运动，已经形成的植物化石常常会随着外部环境的变化而被埋得更深，于是在厌氧菌的作用下将其炭质部分(如碳酸钙)还原，成为暗色的富炭物质，也就是煤炭。因此煤炭被称为“化石能源”。除了由植物化石还原成的煤炭外，大部分煤炭由埋在地下深处的植物遗骸首先形成多水和富含腐殖酸的腐殖质，即泥炭；然后随着温度的不断升高、压力的不断增大，泥炭逐渐失水、固结，含碳量相对增高，煤炭便形成了。



石油和天然气的形成

化石能源除了煤炭外还包括石油和天然气。关于石油和天然气的形成有无机成因说和有机成因说两种，过去虽对此有一些争论，但目前有机成因说已被广泛承认，即认为石油和天然气是由大量有机质转化而来的。一切有机质均可作为石油形成的原始物质，包括高等植物在内。有机质中的蛋白质、脂肪和碳水化合物等都可转化为石油的组成成分。这些生物遗体和泥砂一起沉积在海、湖底部，逐渐形成有机质淤泥。沉积物中的有机质在一定的物理、化学因素和各种地质作用下转化为石油和天然气。

石油和天然气的形成过程



石油的分馏过程

天然气多由管道输送。





这是个半浸没式的钻塔，当海水浸没脚架后，钻塔便会固定在水中。

钻塔给钻机提供了稳定的支架后，强力钻头便能钻入深埋地下的储油层。

即将枯竭的化石能源

煤炭、石油与天然气共占全球正在使用能源总量的85%以上。资料显示：在技术与成本的限制下，预估世界石油蕴藏量只可再开采40年，天然气可开采62年，煤炭可开采230年。可以看出，现在全世界依赖最深的主要能源——石油及天然气，在21世纪的前半叶就将趋于枯竭，这已成为无可争议的事实。因此，风能、生物质能、太阳能等可再生能源以及各种新能源的开发利用日益突出。

魔鬼与天使

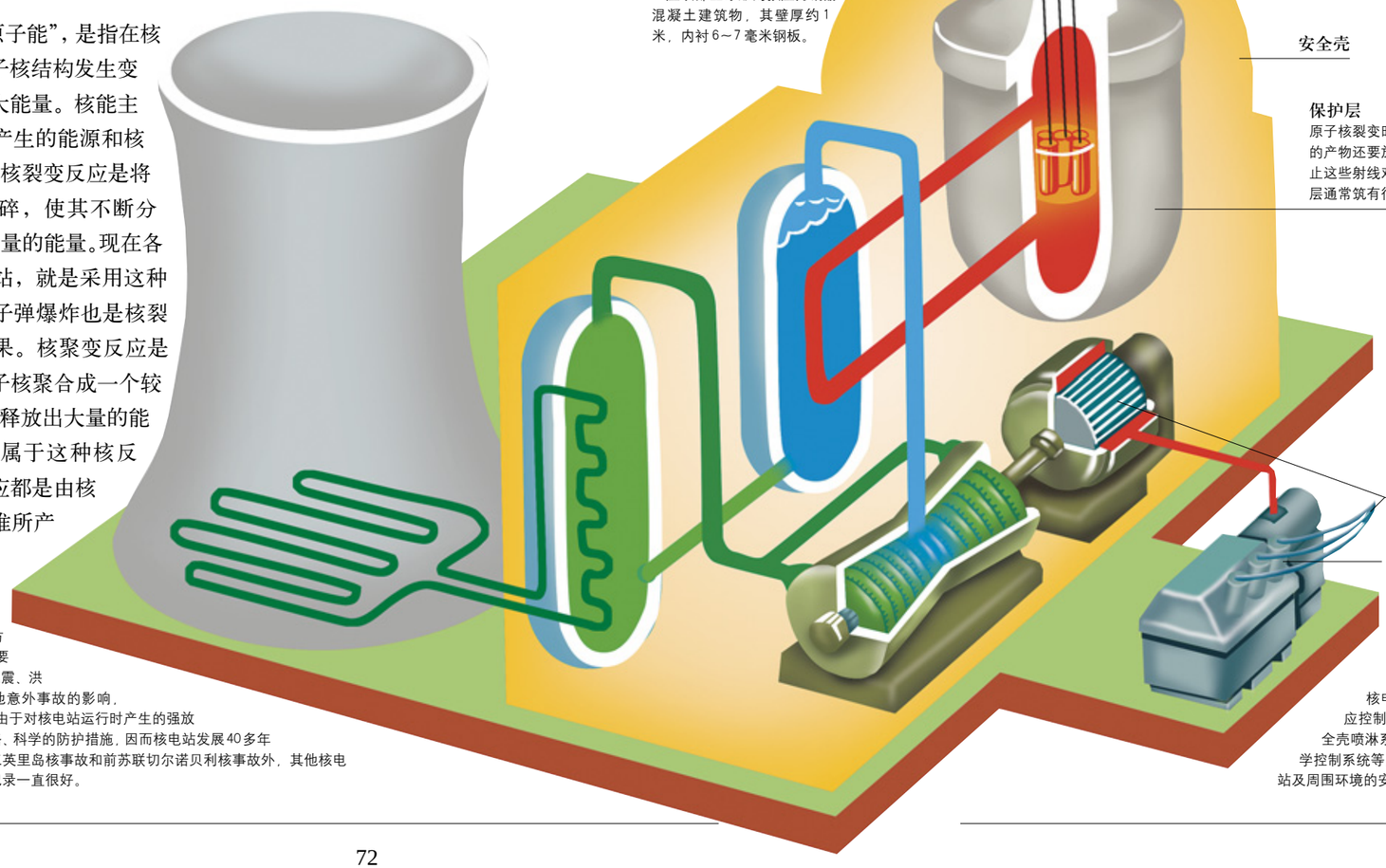
难以取舍的核能利弊


核爆炸

在1908年6月30日早晨7点15分，位于西伯利亚中部通古斯河上游瓦纳瓦拉镇以北50千米的密林上空，突然出现了一个比太阳还亮的巨大火球，撞击地面后，蘑菇状的烟云冲到19千米的高空，同时伴随着天崩地裂的巨响，大地剧烈颤抖。随后是冲击波夹着狂风把方圆30千米的森林夷为平地，远在400千米外的屋顶都被掀走；森林中的树木被烧着，动物被烧焦；当时，世界各地的地震仪、地磁仪都记录到了十分反常的数据突变。这是有史以来人类真正耳闻目睹的最大爆炸，据当时记载来估计，这次爆炸的威力相当于一千万吨级核爆炸。通古斯大爆炸虽然至今尚未定论，但此次爆炸的威力都使人们把它与核能紧密联系起来，因为核爆炸是目前人们所知道的最具威力的能量释放。

核能的产生

核能又称“原子能”，是指在核反应过程中，原子核结构发生变化而释放出的巨大能量。核能主要包括由核裂变产生的能源和核聚变产生的能源。核裂变反应是将较重的原子核打碎，使其不断分裂，同时释放出大量的能量。现在各国所建造的核电站，就是采用这种核裂变反应，原子弹爆炸也是核裂变反应产生的结果。核聚变反应是把两种较轻的原子核聚合成一个较重的原子核，同时释放出大量的能量，氢弹爆炸就属于这种核反应。这两种核反应都是由核燃料通过核反应堆所产生的。

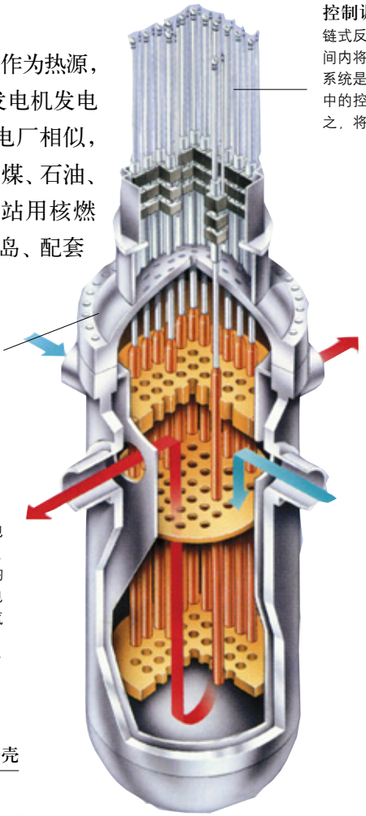


核能的安全防护
由于核能具有放射性，因此核电站的安全防护显得格外重要。它的安全防护主要是将核燃料及其产物严密禁锢在三道屏障内。第一层屏障是核燃料元件包壳，由锆合金管或不锈钢制成，核燃料元件（通常是棒状）即被密封于包壳内。第二层屏障是压力壳，壳体为一层厚合金钢板；压力壳需能承受17.7兆帕的压力和350℃的温度。第三层屏障是安全壳，即反应堆厂房，是一座顶部呈球形的预应力钢筋混凝土建筑物，其壁厚约1米，内衬6～7毫米钢板。

选址
核电站在选址方面有极严格的要求，即要预防地震、洪水等危害及其他意外事故的影响，还要注意风向。由于对核电站运行时产生的强放射性采取了严格、科学的防护措施，因而核电站发展40多年来，除了美国三英里岛核事故和前苏联切尔诺贝利核事故外，其他核电站的安全运行记录一直很好。

核电站

核电站是指利用核反应堆作为热源，产生高温高压蒸汽从而驱动发电机发电的工厂。它的发电方式与火电厂相似，只是所用燃料不同：火电厂用煤、石油、天然气等化石燃料，而核电站用核燃料。核电站主要由核岛、常规岛、配套设施等部分组成。



反应堆
反应堆中释放出的能量绝大部分转换为热能。堆中的温度是很高的，通常利用普通水、重水、液态金属钠等做冷却剂，将堆中的热量输送出来，再通过热交换装置把水变成高压高温的蒸汽，用来推动汽轮机发电；而冷却下来的冷却剂又压回堆中继续使用。

核岛
核岛是电站的核心，它的主要部件包括核反应堆、蒸汽发生器、主循环泵、稳压器和主冷却剂四路系统，均置于安全壳内。核电站发电所用的高温高压蒸汽即在核岛内产生。

安全壳

保护层
原子核裂变时不仅放出中子，裂变后的产物还要放出大量的射线。为了防止这些射线对人体的危害，反应堆外层通常筑有很厚的混凝土保护层。

常规岛
常规岛是电站的发电部分，主要有汽轮发电机组和输变电系统。它们将电站所发电能送至电力系统。

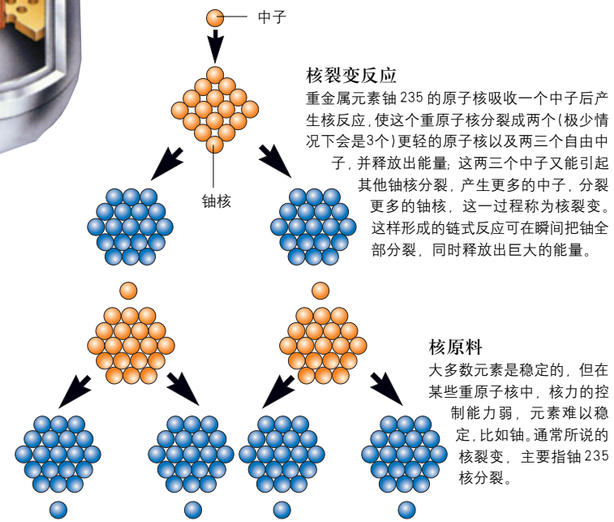
变压器

配套设施
核电站的配套设施主要有反应控制系统和紧急停堆系统、安全壳喷淋系统、容积控制系统和化学控制系统等，其主要功能是保障核电站及周围环境的安全。

控制调节系统
链式反应的速度很快，如果不加以控制，在极短的时间内将释放巨大的能量使核燃料爆炸。因此控制调节系统是反应堆中的关键部分。当反应强烈时，反应堆中的控制棒将插入得深一些，因而链式反应减慢；反之，将控制棒向外拉出一些，反应速度将加快。

核能的利与弊

核能让人们看到了它的光明前景，如核电站、核供热、核潜艇等的投入使用已经取得了预期的效果。经过几十年的发展和完善，核能已经成为经济、安全的新型能源，核电站跃居能源产业最安全的部门之一。然而，人们也都知道核能的利用是从制造军用核武器开始的。1945年美国先后投放于日本的广岛和长崎的两颗原子弹不仅使日本蒙受了巨大的损失，更给全世界人民的生命安全蒙上了一层阴影。因此对于核能的利用，只有趋利避害才能给人类带来安全、舒适的生活。



核裂变反应
重金属元素铀235的原子核吸收一个中子后产生核反应，使这个重原子核分裂成两个（极少情况下会是3个）更轻的原子核以及两三个自由中子，并释放出能量；这两三个中子又能引起其他铀核分裂，产生更多的中子，分裂更多的铀核，这一过程称为核裂变。这样形成的链式反应可在瞬间把铀全部分裂，同时释放出巨大的能量。

核原料
大多数元素是稳定的，但在某些重原子核中，核力的控制能力弱，元素难以稳定，比如铀。通常所说的核裂变，主要指铀235核分裂。

核裂变反应示意图

核能火箭

核能在航空方面的应用将主要体现在核动力火箭上。核火箭发动机依靠核燃料裂变产生的巨大热能，将推进剂加热到极高温度(4000℃以上)；推进剂因而获得动能，再以极高的速度从尾部喷出，从而推动火箭高速飞行。由于核燃料体积小、发热量大，核火箭可做到重量轻、体积小，使化学燃料火箭根本不能与之抗衡。带足燃料的核动力火箭载着宇航员离开地球轨道，飞向遥远的星球；在完成考察任务后返回等候在轨道上的母船，对接后重返地球轨道。核火箭在地球轨道和遥远星球之间往返运行，可以长期肩负星际航行的任务而无需返回地面。

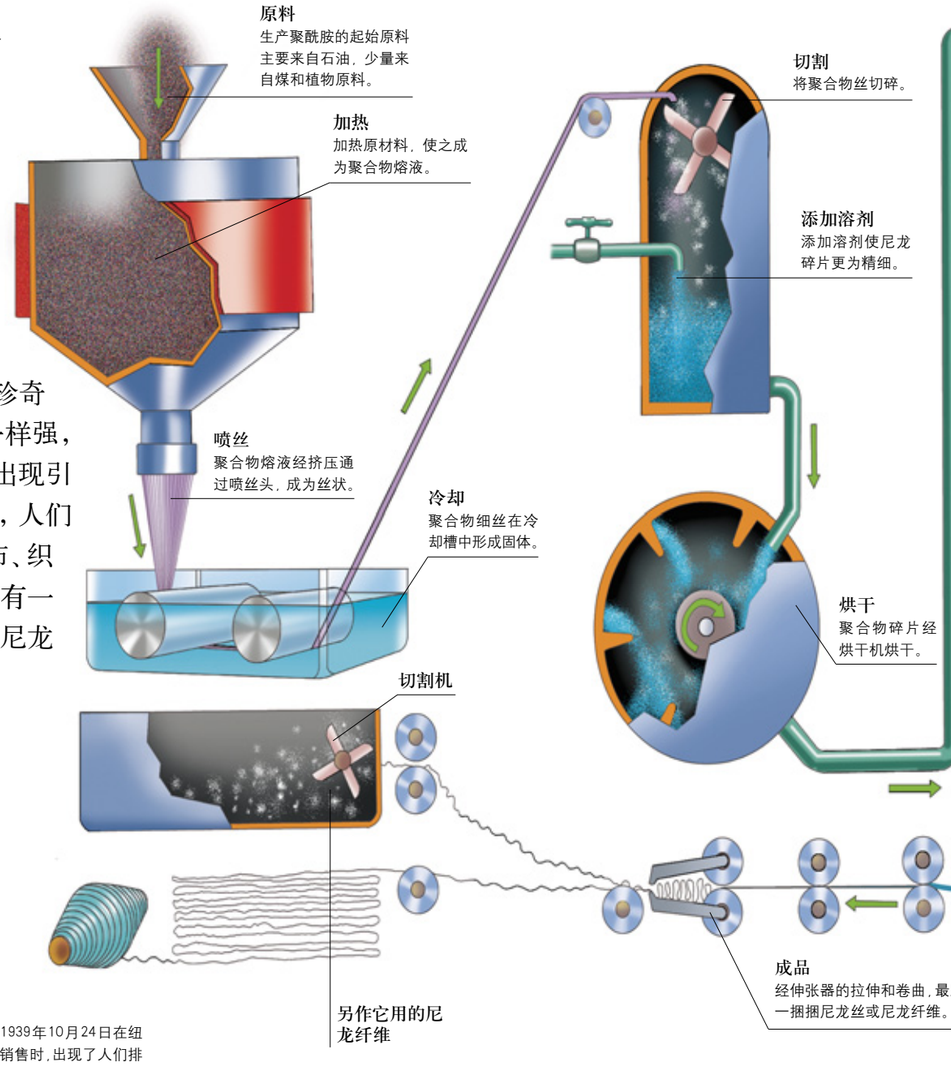
尼龙丝袜的革命

合成纤维的发展

尼龙是世界上首先研制出的一种合成纤维。尼龙的合成奠定了合成纤维工业的基础，它的出现使纺织品的面貌焕然一新。用这种纤维织成的尼龙丝袜既透明又比以往的丝袜耐穿，因此，1939年10月24日，杜邦公司在总部所在地公开销售尼龙丝长袜时引起轰动。人们将之视为珍奇之物争相购买，并用“像蛛丝一样细，像钢丝一样强，像绢丝一样美”的词句来赞誉这种纤维。尼龙的出现引起袜业的革命，美国杜邦公司成功发明尼龙之前，人们用各种材料制作袜子，其中包括自纺的纱布、棉布、织锦、丝绸甚至皮革，但用这些材料做成的袜子都有一个共同的缺点——缺乏弹性，穿着极不舒服；而尼龙出现后，女性不用再穿松松垮垮的袜子了。



尼龙丝袜于1939年10月24日在纽约首次公开销售时，出现了人们排队争相购买的场面。



尼龙的发明

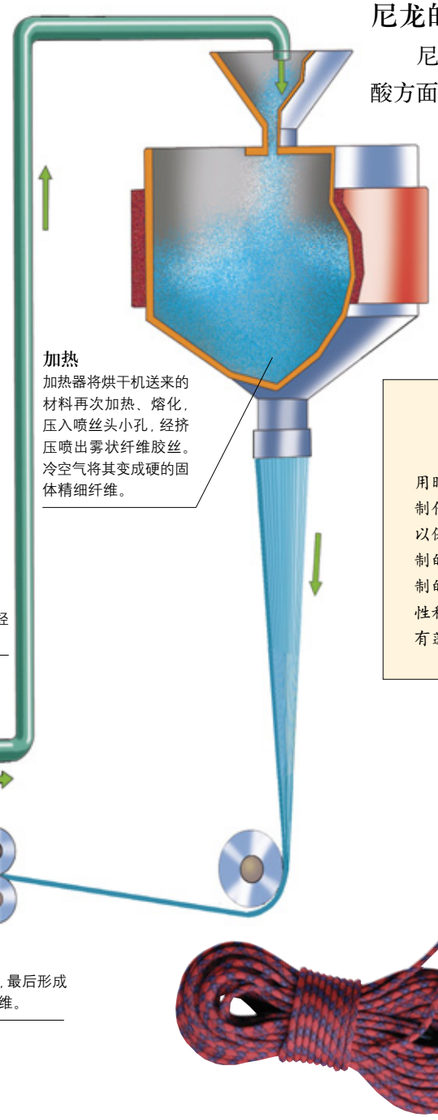
1926年，美国最大的工业公司——杜邦公司出于对基础科学的兴趣，开展了有关发现新科学事实的基础研究，32岁的卡罗瑟斯博士受聘担任该项目负责人。他主持了一系列用聚合方法获得高分子量物质的研究。1935年以己二酸与己二胺为原料制得聚合物，由于这两个组分中均含有6个碳原子，当时被称为“聚合物66”。他又将这一聚合物熔融后经注射针压出，在张力下拉伸为“纤维”。这种纤维即聚酰胺66纤维，1939年实现工业化后定名为尼龙(Nylon)，是最早实现工业化的合成纤维品种。卡罗瑟斯为发展全世界合成纤维工业奠定了基础，遗憾的是他本人并没有尝到成功的滋味：他在1937年提出最后一份专利申请报告的几个星期之后去世了。

尼龙是一种合成纤维，被放大24倍以后，我们可以清楚地看到尼龙的内部结构。



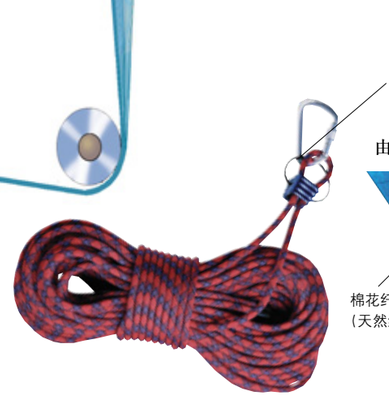
尼龙的应用

尼龙纤维在柔韧性、弹力回复性和耐磨、耐碱、抗酸方面均有极佳的表现。从用途上区分，尼龙纤维主要分为三大类：产业用、衣着用以及家饰用。其中产业用途占22%，衣着用途占28%，家饰用途占50%。科技的发展也带动了尼龙产业的进步，近年来，尼龙被广泛应用于飞机、火箭等高科技产业。尼龙的应用不仅降低了材料成本，更提高了使用性能，是其他产品所无法取代的。



球形纤维

一般的合成纤维填充材料，包括三维卷曲纤维在内，在使用时纤维互相缠结，易造成铺垫不匀甚至空洞现象。因此用于制作被褥、垫子等制品时，在持续受压的情况下，其蓬松性难以保持长久和均一。而球形纤维就是针对填充材料这些缺点研制的。球形纤维原料可以是实心纤维也可以是中空纤维，在特制的容器中经充分碰撞而成球。球形纤维具有良好的长久的弹性和易填充性，制品只需轻轻拍打，即可恢复原状，是一种具有蓬松记忆功能的纤维。





什么是合成纤维

合成纤维是指以简单化合物为原料，合成制得的高分子化合物(通常称为成纤高分子物)，通过纺丝加工工艺制成的纤维。用来织成纺织品的纤维分为天然纤维和化学纤维两大类。天然纤维是由自然界里生物生长形成的，主要有棉、麻、毛和丝等：棉、麻是植物纤维，毛和丝是动物纤维。化学纤维又分为人造纤维和合成纤维：人造纤维是用天然纤维素经化学加工而成的，用量最大的是粘胶纤维，可做成人造毛、人造棉、人造丝；合成纤维主要有尼龙、涤纶、腈纶等，涤纶用途广泛，可以纯纺，也可与棉、毛、丝、麻以及其他化学纤维混纺，适宜制作男女衬衫、外衣、儿童服装以及室内装饰用料或絮棉；腈纶俗称“人造羊毛”，美国杜邦公司于20世纪40年代研制成功纯聚丙烯腈纤维(商品名为奥纶)，因染色困难、易原纤化，一直未投入工业化生产，后来在改善聚合物的可纺性和纤维的染色性的基础上，腈纶才得以实现工业化生产。

可以导电的塑料

塑料的广泛应用

平时，我们可以见到并使用一些塑料制成的机械零件和日用品，它们是以不导电著称的绝缘体。然而，你听说过可以导电的塑料吗？科学研究发现，经过特殊改造之后，塑料也能像金属一样具有导电性，例如聚乙炔、聚苯硫醚等。目前，已制成一批导电性与银、铜相当的有机聚合物，被称为“有机金属”或“合成金属”。与真正的金属相比，导电塑料的优点是容易加工，重量轻。导电塑料可以使信息社会的梦想成真，因为导电塑料具有消除静电的功能，因此在计算机及其他电子设备机房的抗静电防护要求上扮演重要角色。利用导电塑料，人们还研制出了保护用户免受电磁辐射的电脑保护屏幕和可除去太阳光的智能窗户。而近来研发的一些半导体聚合体甚至可以应用在发光二极管、太阳能电池以及移动电话和微型电视的显示屏中。

导电塑料的发现

20世纪70年代，日本筑波大学名誉教授白川英树等人在实验室里用乙炔气制取一种聚乙炔塑料时，因偶尔加入了比实际要求量多了1000倍的催化剂，结果得到了一种银白色的薄膜。后来，该实验室的研究人员和一些美国教授对“聚乙炔为什么成为了银白色的薄膜”进行了共同研究，结果意外发现聚乙炔在掺入碘后居然能像金属那样导电。在塑料中添加某种杂质，绝缘的塑料就具有了像金属那样的导电性。这项技术的研究已逐步进入了实用化阶段，人类的许多梦想都会因此而成为现实。由于导电塑料的本质是塑料，所以它具有塑料的拉伸性、弹性和柔韧性，而且可以做得很细，因此在微电子领域具有重大的用途。据专家预测，未来机器人的内部线路将完全由导电塑料承担。

聚合物

聚合反应

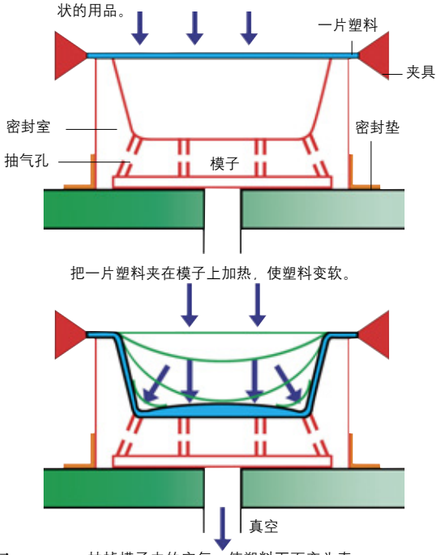
单体

高分子材料
构成物质的分子中有些所含的原子个数比较少，分子量较低，因此人们称它们为“低分子”；而有的分子中含有的原子个数多，分子量较高，人们称它们为“高分子”。高分子或者像链子一般，由很多链节组成，或如鱼网一般，由很多网眼组成。总之，一个整体高分子中有很多重复的单元。高分子材料也称为“聚合物”，或“高聚物”，它可分为有机高分子物和无机高分子物，塑料属于有机高分子物。

塑料的本质

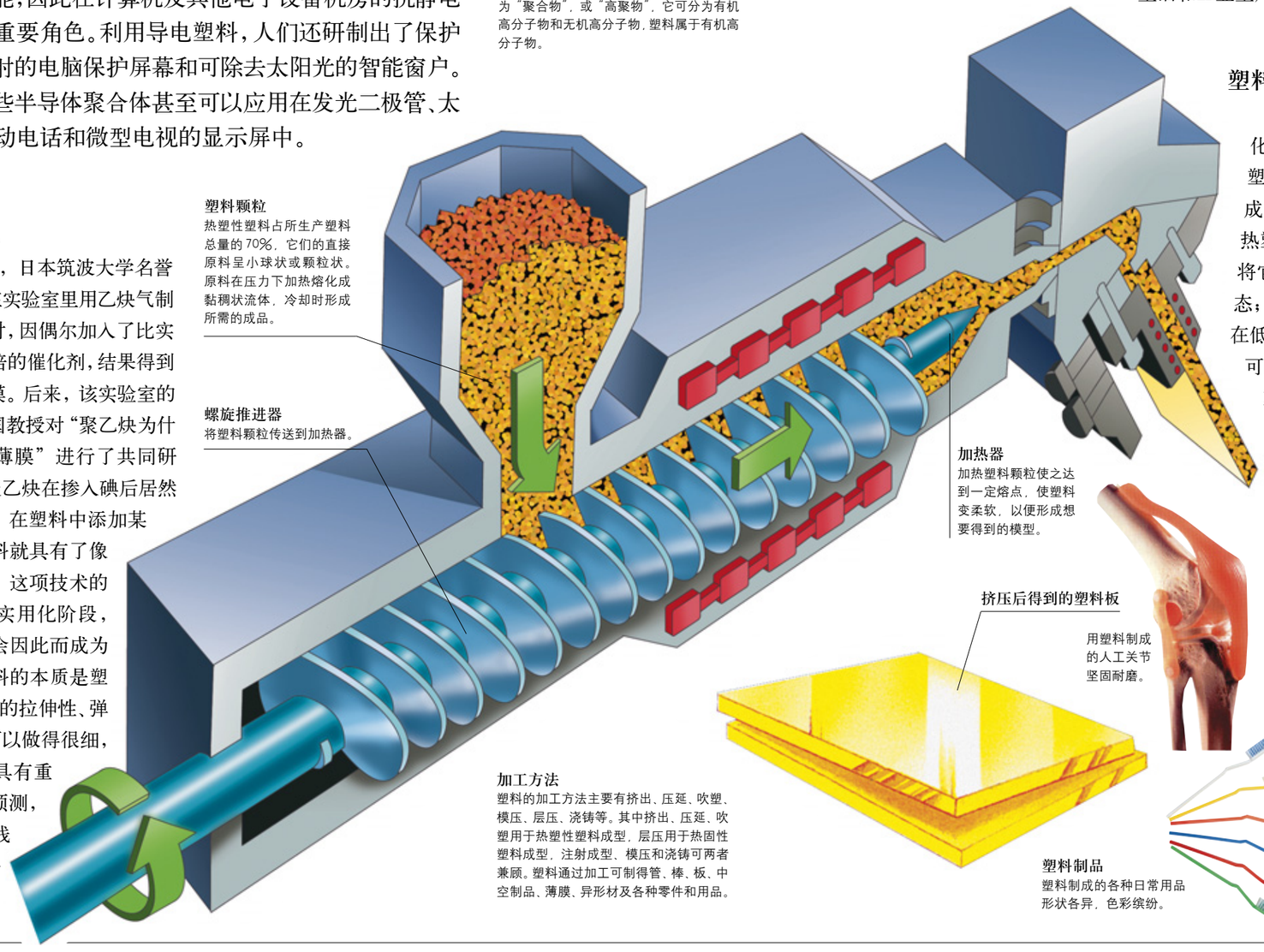
塑料是人们相当熟悉的材料之一，它可以合成、加工，可以使用和回收，它几乎遍及人们生活的方方面面。塑料的定义是“以合成树脂或天然树脂为基料，加入(或不加入)各种助剂、增强材料和填料，在一定温度和压强下成型所得到的固体材料或制品”。塑料与树脂的区别在于，前者指加工成形后的合成材料或制品，后者是指未加工的原始聚合物，两个术语常常通用。塑料易加工成形，易于着色；采用不同的原料和不同的加工方法，可将塑料制成坚韧、刚硬、柔软、轻盈、透明的各种制品，广泛用于日常生活和工业生产中。

用真空成形法制造塑料盆
真空成形法可以高效地把塑料片制成各种形状的用品。



塑料的种类

塑料的种类通常按树脂的固化特点分为热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料用热塑性树脂制成，可反复加热软化、冷却固化。加工热塑性塑料的基料是长链状高分子树脂，将它们加热使之逐渐软化，并呈现胶状；继续升高温度、加压，则变为流动状态；温度进一步上升，则黏度降低，此时若加以冷却，即会固化。由于熔融是在低于裂解点的状态下进行的，所以熔融固化可反复进行，因而热塑性塑料是可以再生利用的材料。聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙稀、聚氯乙稀等均属于热塑性塑料材料。热固性塑料用热固性树脂制成，在热压下交联固化成型后即成为不溶不熔的物质。将分子较低的树脂加热到90℃左右，使之呈现流动性，再进一步加热，则产生化学反应进行交联，形成高分子化合物，并变硬，这样便制成热固性塑料。酚醛树脂、尿素树脂、环氧树脂等都属于热固性塑料材料。





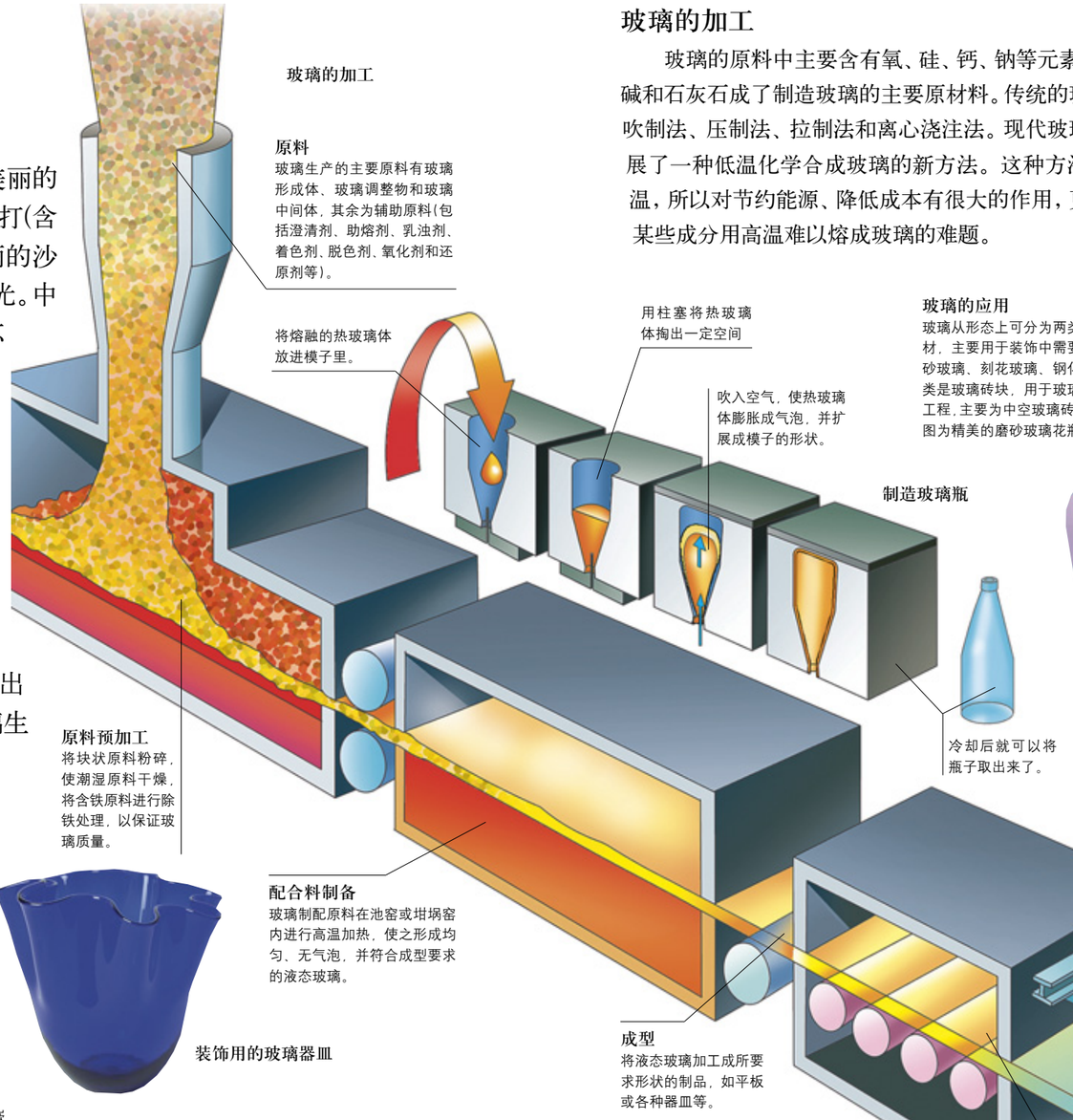
再生塑料桥

在美国新泽西州南部的马利卡河上，有一座以塑料汽水瓶和咖啡杯为基本原料建成的长16.8米的桥。这座桥之所以独特，是因为它除了镀锌的钢扣件以外全部采用了再生塑料，即相当于是由制奶瓶的高密度聚乙稀和制作挂衣钩的聚苯乙烯制造的。这座别具一格的桥重量很小，只有木桥重量的一半，建造时间仅11天，耗资7.5万美元，而建同样的一座传统的木桥通常要花35万美元。这种新型的造桥材料是混合了65%的聚乙烯同35%的聚苯乙烯的混合物，由于聚苯乙烯的加入填充了聚乙烯海绵状结构中的空洞，从而使这种材料不仅强度高而且不易断裂。尽管在1998年，这种新型塑料配方就发明了，但是直到2002年在马利卡河上架成了这座再生塑料桥，才引起人们的关注。

腓尼基人的秘密

玻璃的加工工艺

四千多年以前，地中海沿岸的贝鲁斯河口旁有一块美丽的沙洲。有一天，一艘大商船满载着大块的天然苏打(含碳酸钠)停泊在这里。船上的腓尼基人一见到眼前美丽的沙洲，都纷纷走下船来，兴致勃勃地观赏着海岸迷人的风光。中午，腓尼基人开始生火做饭。于是有人扛来几块天然苏打把锅撑了起来。吃过饭，他们收拾好东西准备回船了。这时，有人惊奇地尖叫起来，他发现锅底附近有许多闪闪发亮的、从未见过的东西。它们玲珑剔透、晶莹耀眼，在阳光的照射下分外夺目。原来，这片沙滩上都是石英砂，在腓尼基人生火做饭时，支着锅的天然苏打在高温下和石英砂发生了化学反应，变成了玻璃！聪明的腓尼基人在无意中发现了这个秘密，从此开始了玻璃的生产，并发了大财。不久，腓尼基人制造玻璃的秘密被人泄露出去。埃及人首先用同样的方法制出了玻璃，许多其他地方也都相继制造成功。从此，玻璃生产得到了普遍的发展，玻璃的用途也越来越广泛。



玻璃的加工

玻璃的原料中主要含有氧、硅、钙、钠等元素。因此石英、纯碱和石灰石成了制造玻璃的主要原材料。传统的玻璃成形方法有吹制法、压制法、拉制法和离心浇注法。现代玻璃的制造术还发展了一种低温化学合成玻璃的新方法。这种方法由于不需要高温，所以对节约能源、降低成本有很大的作用，更解决了原料中某些成分用高温难以熔成玻璃的难题。



浮法玻璃

浮法玻璃的制造是一种极为巧妙的工艺方法，它先使熔融的玻璃体浮在熔融的锡所形成的“河”上，因此玻璃表面就像金属表面一样平滑；然后再用滚筒把玻璃传送去冷却、固化。这种工艺在制造窗用玻璃薄板上应用十分广泛。

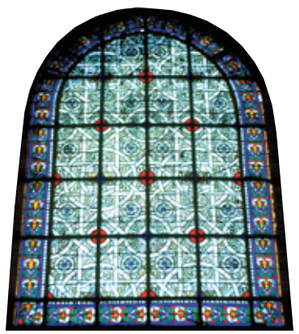
玻璃的应用

玻璃从形态上可分为两类：第一类是玻璃板材，主要用于装饰中需要采光的部分，有磨砂玻璃、刻花玻璃、钢化玻璃等品种；另一类是玻璃砖块，用于玻璃隔断、玻璃墙体等工程，主要为中空玻璃砖。下图为精美的磨砂玻璃花瓶。



玻璃的种类

玻璃按其主要成分可分为氧化物玻璃和非氧化物玻璃。氧化物玻璃又分为硅酸盐玻璃、硼酸盐玻璃、磷酸盐玻璃等，其中的硅酸盐玻璃品种多，用途最广。非氧化物玻璃的品种不多，主要为光学玻璃。玻璃按性能特点又可分为钢化玻璃(有均匀的内应力，破碎后呈网状裂纹，安全性能好)、多孔玻璃(即泡沫玻璃，用于海水淡化、病毒过滤等)、导电玻璃(用作电极和飞机风挡玻璃)、乳浊玻璃(用于照明器件和装饰物品等)和中空玻璃(用作门窗玻璃)等。



彩色玻璃

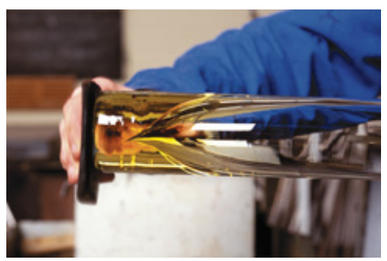
在许多国家的教堂、城堡和住宅里，常常用铅条镶嵌着很多小块彩色玻璃来装饰窗户。



装调料用的玻璃瓶

装饰用的玻璃器皿

吹玻璃是一种古老的玻璃制造方法：一面轻轻吹气，一面慢慢转动吹管，玻璃不断膨胀成空心体，同时可以挤压、拉伸成需要的形状。由于吹制时的气流运动，瓶内有一波一波的天然纹路，而且因为是人工操控，所以造出的玻璃比一般的玻璃薄得多。



玻璃产业的发展

玻璃自四千多年前被无意中“发明”以来，就以其美观、实用的优点受到人们的喜爱，不过当时的玻璃都是有色的。约公元前1000年，中国制造出“无色玻璃”。公元12世纪，世界各地出现了“商品玻璃”，玻璃开始成为工业材料。18世纪，为适应研制望远镜的需要，“光学玻璃”应运而生。1873年，比利时首先制出“平板玻璃”。此后，随着玻璃生产的工业化和规模化，各种用途和各种性能的玻璃相继问世。现在，玻璃已成为日常生活、生产和科学技术领域的重要材料。

坚韧的玻璃

“全防”玻璃及其他防弹玻璃既不怕猛烈的撞击，也抵得住枪弹的冲击。这种玻璃是由不同强度的玻璃层组成的，各层间夹有质地坚韧的合成物质。



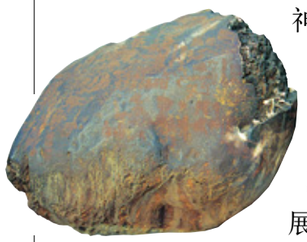
会洗脸的玻璃窗

清洗玻璃是日常生活中一件麻烦事，清洗摩天大楼玻璃窗的工作更是分外危险。“自净玻璃”的出现解决了这一难题，由于它会自动“洗脸”，因此省去了人工擦洗的不便。这种玻璃的神奇之处全在于它表面上的二氧化钛涂层，这层“外套”的厚度相当于人头发丝粗细的1/1500。自净玻璃上的这层薄膜能与太阳光线中的紫外线发生反应，并产生双重作用：其一是催化作用，即可以使可见光中的紫外线分解落在玻璃上的有机污物，使其分解消失；其二，它能使玻璃表面变得具有亲水性，能把雨点或雾气变成一个薄层而使玻璃表面湿润，并洗掉玻璃表面的脏物。而且，这个涂层被日光“充电”后，夜间也能工作。

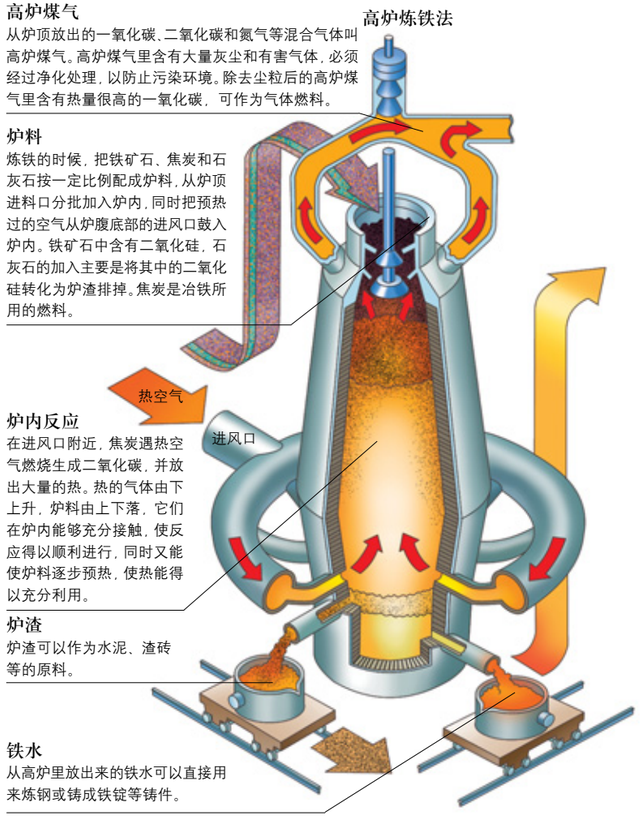
天外来剑

钢铁的冶炼与应用

武侠小说中总会闪现神兵利器的光芒，金庸名作《神雕侠侣》中杨过“重剑无锋，无坚不摧”的“玄铁剑”更为人们所熟知。这种玄铁兵器并非子虚乌有的杜撰。1972年在河北省藁城市台西村商代中期遗址中便发掘出这样一把“玄铁钺”。它由玄铁薄片嵌入青铜器身而构成，长11.1厘米，宽8.5厘米，面呈青铜色。此外，在西亚古苏美尔人所建的古乌尔城的古墓中，也发现了由玄铁制成的小斧，被当地人称为“安巴尔”，意思是“天降之火”。那么玄铁到底是什么呢？其实，玄铁就是陨铁，即从太空掉下的含铁质较多的陨石。因为陨铁的数量极少，因此以其为原料制作的器具显得十分珍贵，同时还蒙上了一层神秘的色彩。由此可见，人类使用铁的历史可以追溯到四五千年以前，只不过那时的“铁”是从太空掉下的陨铁而不是人工冶炼的“钢铁”。随着社会的发展，钢铁生产的脚步大踏步地向前迈进，冶炼技术也得到飞速提高，如今，钢铁行业的发展甚至代表着一个国家的生产力水平。



降落于我国新疆境内的陨铁



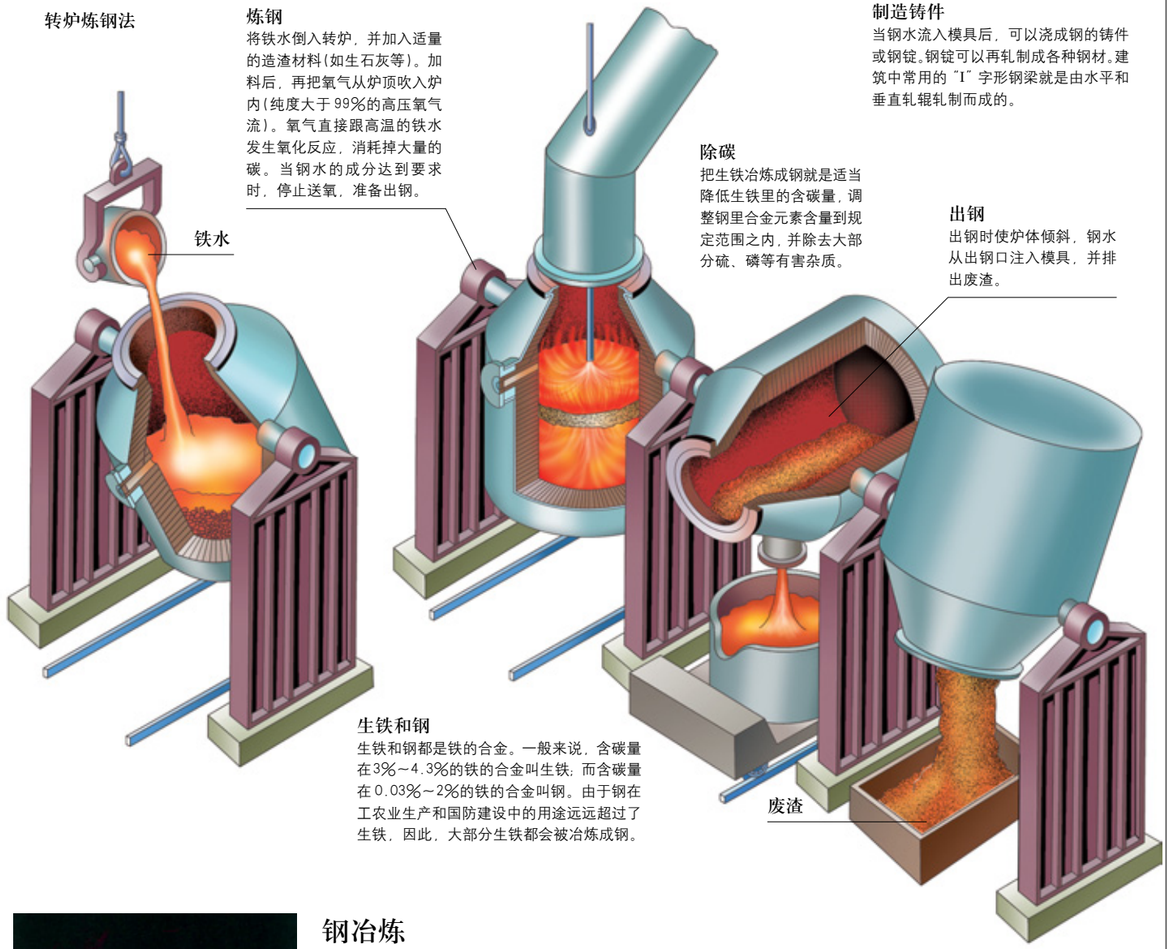
高炉煤气
从炉顶放出的一氧化碳、二氧化碳和氮气等混合气体叫高炉煤气。高炉煤气里含有大量灰尘和有害气体，必须经过净化处理，以防止污染环境。除去尘粒后的高炉煤气里含有热量很高的一氧化碳，可作为气体燃料。

炉料
炼铁的时候，把铁矿石、焦炭和石灰石按一定比例配成炉料，从炉顶进料口分批加入炉内，同时把预热过的空气从炉腹底部的进风口鼓入炉内。铁矿石中含有二氧化硅，石灰石的加入主要是将其中的二氧化硅转化为炉渣排掉。焦炭是冶铁所用的燃料。

炉内反应
在进风口附近，焦炭遇热空气燃烧生成二氧化碳，并放出大量的热。热的气体由下上升，炉料由上下落，它们在炉内能够充分接触，使反应得以顺利进行，同时又能使炉料逐步预热，使热能得以充分利用。

炉渣
炉渣可以作为水泥、渣砖等的原料。

铁水
从高炉里放出来的铁水可以直接用来炼钢或铸成铁锭等铸件。



炼钢
将铁水倒入转炉，并加入适量的造渣材料(如生石灰等)。加料后，再把氧气从炉顶吹入炉内(纯度大于99%的高压氧气流)。氧气直接跟高温的铁水发生氧化反应，消耗掉大量的碳。当钢水的成分达到要求时，停止送氧，准备出钢。

除碳
把生铁冶炼成钢就是适当降低生铁里的含碳量，调整钢里合金元素含量到规定范围之内，并除去大部分硫、磷等有害杂质。

出钢
出钢时使炉体倾斜，钢水从出钢口注入模具，并排出废渣。

制造铸件
当钢水流入模具后，可以浇成钢的铸件或钢锭。钢锭可以再轧制成各种钢材。建筑中常用的“I”字形钢梁就是由水平和垂直轧辊轧制而成的。

废渣

生铁和钢
生铁和钢都是铁的合金。一般来说，含碳量在3%~4.3%的铁的合金叫生铁；而含碳量在0.03%~2%的铁的合金叫钢。由于钢在工农业生产和国防建设中的用途远远超过了生铁，因此，大部分生铁都会被冶炼成钢。

钢铁冶炼技术的发展

由于人类对铁的需求量不断增加，人们开始主动寻找铁。当人们学会了从矿石中提炼出铁以后，青铜时代就让位于铁器时代了。无论在世界的哪个地区，冶铁技术的发明都是当时划时代的重大事件。世界上最早使用铁的国家是中国、埃及和印度。我国至迟在公元前6世纪就掌握了矿石炼铁技术，但那时炼出的铁所含杂质较多，实际上不如当时的青铜好用；春秋晚期至战国时代，出现了最早期的炼钢技术；到东汉时期出现了鼓风式炼铁炉；在隋唐时期开始用煤炼铁；到明代已用焦炭炼铁。欧洲在14世纪炼出铁水。现代的大规模炼钢法始创于19世纪中叶，平炉炼钢法标志着炼钢工业大生产的开端和铁时代向钢时代的过渡。

铁冶炼

现代炼铁绝大部分采用高炉炼铁，即将铁矿石在高炉中熔化炼成“生铁”。此法操作简便，能耗低，成本低廉，可大量生产。生铁除部分用于铸件外，大部分用作炼钢原料。由于适应高炉冶炼的优质焦炭日益短缺，于是相继出现了使用其他能源的炼铁方法，例如直接还原炼铁法。此法将铁矿石在固态下用气体或固体还原剂还原，在低于铁矿石熔点的温度下，炼成含有少量杂质的固体或半熔融状态的海绵铁、金属化球团或粒铁，作为炼钢原料(也可于高炉炼铁或铸造)。



锰钢
当钢中的含锰量增加到13%时，生成的锰钢就变得既坚硬又富有韧性。现在，铁路钢轨交叉处，掘土机的铲斗、钢磨、滚珠轴承等，常用锰钢制造。在军事上，还用锰钢来制作坦克和战车的装甲等。



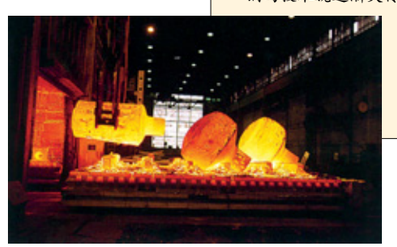
液态钢在冷却前，由轧钢机轧成形。当钢带变冷时，轧辊能把它们压成平板。

钢冶炼

炼钢主要是以高炉炼成的生铁和直接还原炼铁法炼成的海绵铁以及废钢为原料，用不同的方法炼成钢。主要的炼钢方法有转炉炼钢法、平炉炼钢法、电弧炉炼钢法三种。为了生产更高质量的高级钢，可用炉外精炼的方法，如真空脱气、炉外脱硫等；对转炉、平炉、电弧炉炼出的钢水进行附加处理之后也可以生产出高级的钢品种。对某些特殊用途所需要的钢则要用特殊炼钢法炼制，如电渣重熔(把转炉、平炉、电弧炉等冶炼的钢铸造或锻压成为电极，通过熔渣电阻热进行二次重熔的精炼工艺)、真空冶金(在低于一个大气压直至超高真空条件下进行的冶金工艺，包括金属及合金的冶炼、提纯、精炼、成型和处理)。

百炼成钢

中国有详细史料记载的刀剑工艺最高水准应该是东汉时代出现的“百炼钢”。百炼，即反覆加热、折叠锻打一百次，使得杂质尽出，最后锻造出最精纯的钢。“十炼”，“三十炼”的说法在公元前1世纪的西汉后期就已出现，最初用于炼铜技术；“百炼”则是东汉时期才出现的，由于制作比较艰难，成本比较高，主要用来制造宝刀、宝剑等一类贵重器物，耗费数年也才得神兵三五把。唐末，“安史之乱”使社会大乱，十室九空，制作百炼钢的技术就逐渐失传了。百炼钢凝聚着我国古代劳动人民的勤劳和智慧，一定程度上反映了当时金属冶炼和加工技术的先进水平。

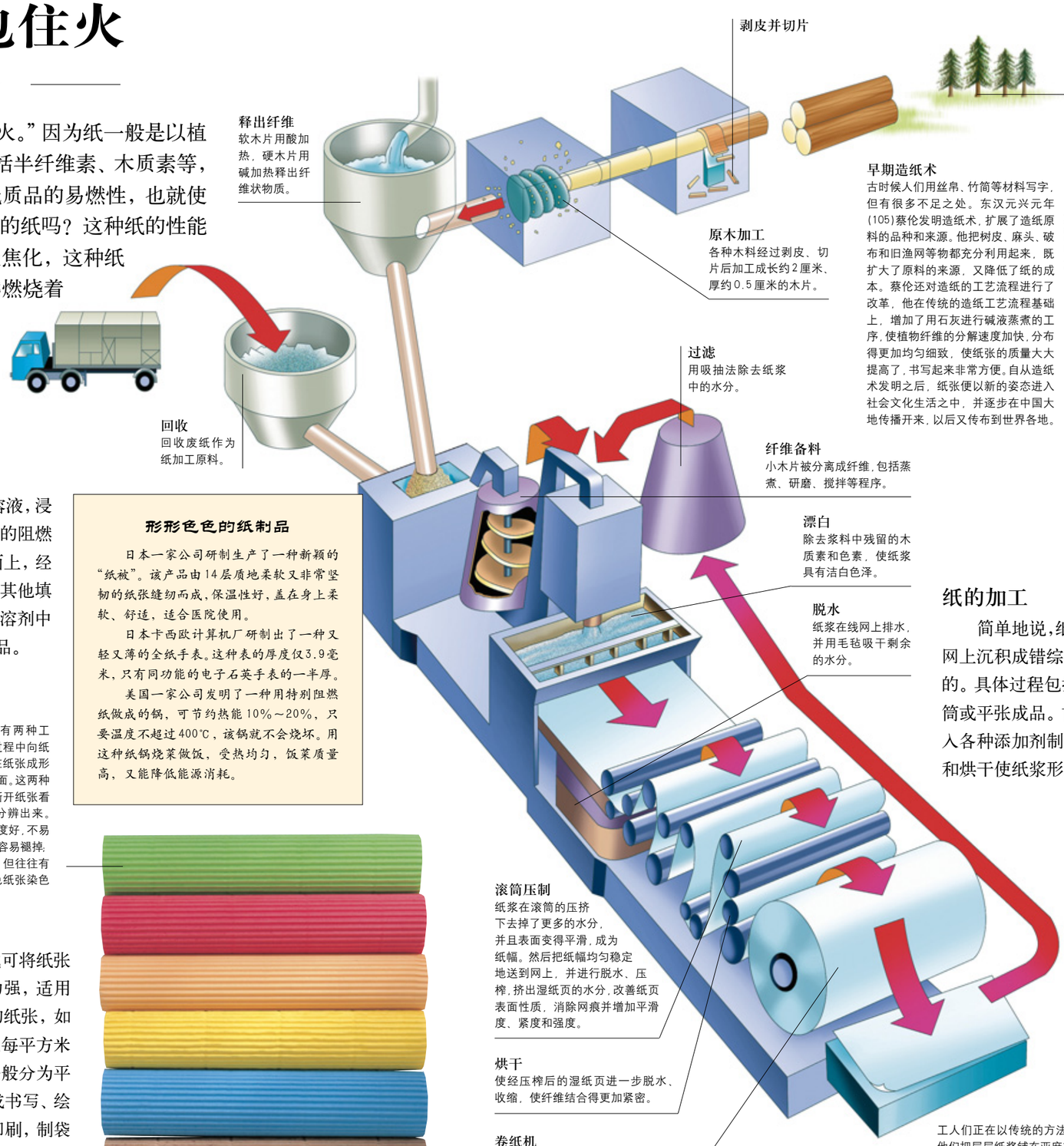


液态钢出炉后，锻造机将钢压成更复杂的形状，最后熔钢在模子里面冷却成形。

用纸也能包住火

——纸的加工与创新——

纸是一种很容易燃烧的材料，俗话说：“纸里包不住火。”因为纸一般是以植物纤维为原料制成的，而植物纤维的主要成分包括半纤维素、木质素等，都是极易燃烧的物质。植物纤维的易燃性也就决定了纸质品的易燃性，也就使得纸张只能在特定条件下使用。可是你听说过有烧不着的纸吗？这种纸的性能很奇特，即使把它放在火上烤，也不会燃烧，只是慢慢焦化，这种纸叫作“防火纸”。还有一种耐火纸板，就算把它盖在熊熊燃烧着的火炉上，用手去摸纸面也不会烫手；如果在它上面放一壶水，烧三天水也不开，这种既耐火又隔热、还能阻燃的纸叫“耐火纸”或“隔热纸板”。这些阻燃性纸制品为什么会有如此特别的功能呢？



造纸原料

经过将近100年的“草木之争”，造纸原料中木材所占的比重由1880年的10%上升到1970年的93%。现在，世界上主要的造纸国家几乎全部用木材纤维造纸。因为由草浆造纸，纸张在产量和质量等方面均不如木材优越。木材造纸具有技术上的先进性和经济上的合理性。

早期造纸术

古时候人们用丝帛、竹简等材料写字，但有很多不足之处。东汉元兴元年(105)蔡伦发明造纸术，扩展了造纸原料的品种和来源。他把树皮、麻头、破布和旧渔网等物都充分利用起来，既扩大了原料的来源，又降低了纸的成本。蔡伦还对造纸的工艺流程进行了改革，他在传统的造纸工艺流程基础上，增加了用石灰进行碱液蒸煮的工序，使植物纤维的分解速度加快，分布得更加均匀细致，使纸张的质量大大提高了，书写起来非常方便。自从造纸术发明之后，纸张便以新的姿态进入社会文化生活之中，并逐步在中国大地传播开来，以后又传布到世界各地。

古代造纸工序图



浸原料 → 切碎 → 洗涤 → 浸石灰



→ 蒸煮 → 舂捣 → 洗涤 → 打浆



→ 抄纸 → 晒干 → 揭下压平

如何制作阻燃纸

制作阻燃纸一般有四种途径。浸渍法是把水溶性阻燃剂配成溶液，浸渍到纸中，经加热干燥后即可制得阻燃纸。浸布法是把不溶或难溶的阻燃剂均匀分散在黏结剂中，制成乳状涂料，然后把涂料涂在纸的表面上，经加热干燥后即可得涂布型阻燃纸。内添法是将不溶于水的阻燃剂与其他填料一起添加到纸浆中去，然后抄造成纸。喷雾法是将阻燃剂溶解于溶剂中并制成雾状，然后将纸从喷雾中穿过，再经干燥箱干燥后即得成品。

形形色色的纸制品

日本一家公司研制生产了一种新颖的“纸被”。该产品由14层质地柔软又非常坚韧的纸张缝纫而成，保温性好，盖在身上柔软、舒适，适合医院使用。

日本卡西欧计算机厂研制出了一种又轻又薄的全纸手表。这种表的厚度仅3.9毫米，只有同功能的电子石英手表的一半厚。

美国一家公司发明了一种用特别阻燃纸做成的锅，可节约热能10%～20%，只要温度不超过400℃，该锅就不会烧坏。用这种纸锅烧菜做饭，受热均匀，饭菜质量高，又能降低能源消耗。

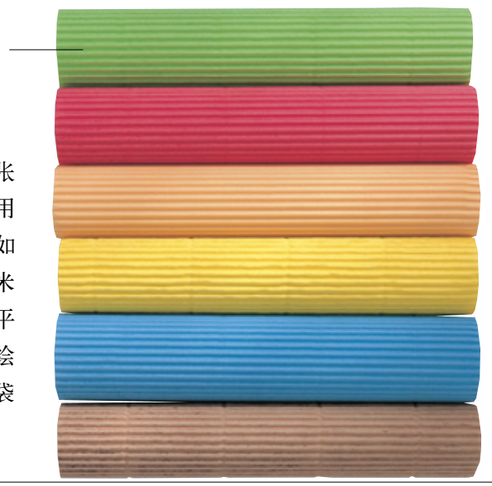


宣纸

宣纸原产地为中国安徽省泾县，历代王朝都把泾县宣纸列为贡品。宣纸品质纯白细密，柔软均匀，防虫防蛀，适合长久保存而色泽不变。历代文人墨客、书画名家都很喜欢选用宣纸题字作画。用宣纸制成的册页、信笺、对联等工艺文化用品具有很高的历史性、艺术性、观赏性。此宣纸为清代粉白地双龙戏珠暗花宣纸。

纸张的颜色

纸张颜色的生成主要有两种工艺：一是在纸张生产过程中向纸浆里掺入染料；二是在纸张成形后，将染料涂在纸的表面。这两种生产工艺很好区分，撕开纸张看断面是否是白色就可分辨出来。第一种工艺，颜色附着度好，不易有大的色差，深色也不容易褪掉；第二种工艺颜色多样，但往往有不同程度的色差，深色纸张染色遇水容易褪色。



纸的分类

阻燃纸只是纸制品中的一种，纸的品种还有很多。按生产方式可将纸张分为手工纸和机制纸：手工纸以手工操作为主，质地松软，吸水力强，适用于水墨书写、绘画和印刷，如宣纸；机制纸是指以机械方式生产的纸张，如印刷纸、包装纸等。按纸张的厚薄和重量可分为纸和纸板：一般以每平方米重200克以下的称为纸，以上的称为纸板。按照用途和规格，纸一般分为平板和卷筒两种：平板纸主要用于逐张使用，如供平台印刷机印刷或书写、绘画等用的纸张；卷筒纸主要供连续性加工机械使用，如供轮转机印刷，制袋机连续制袋等。

纸的加工

简单地说，纸是由悬浮在水中的纸浆在造纸机成形网上沉积成错综交织的纤维层，再经压榨、干燥后制成的。具体过程包括原料准备、制浆、造纸，直到制成卷筒或平张成品。首先，纸张原料被剥皮、切片，然后加入各种添加剂制成纸浆，最后经过造纸机的压榨、脱水和烘干使纸浆形成纸幅，经过卷纸筒后纸张便做好了。



工人们正在以传统的方法造纸，他们把层层纸浆铺在亚麻布板之间，然后用力挤掉其中的水分。

第五章

5 通讯与交通
COMMUNICATION AND TRANSPORTATION

“一切经济最后都归结为时间经济。”

—— 马克思(德)

横向的信息交流就是通信，它是跨越空间的信息交流方式。通信的历史几乎和人类的历史一样久远。最早的通信方式包括“烽火狼烟”、“鸣锣击鼓”，而现代通信可以说是从莫尔斯的电报和贝尔的电话开始的。由于使用了电子手段进行通信，信息能在瞬间被传送到更加遥远的地方，因此被称为“电信”。今天，各种通信系统已经形成了错综复杂的通信网络，并朝着宽带化、智能化和个人化的综合业务数字网方向迅速迈进。

交通也是交流的一种方式，不过它不仅仅传递信息，而且更多地强调“运输”的概念，主要包括铁路、公路、水路、航空四种方式。交通也是随着人类生产和生活的需要而发展起来的。从人类原始的“肩挑手提”、“以马代步”的交通方式演变为今天现代化的交通运输，经历了十分漫长的历史过程。

通讯和交通极大地缩短了时空间隔，形成了全球的紧密联系，使人类能够在众多领域更加快捷地进行发明和创造。

天涯咫尺

电话发展史

目前，英国伦敦正掀起一场电话亭革命。随着移动电话的发展，伦敦电话亭近年的生意非常清淡，几近垂死边缘，英国政府已将电话亭的最低收费降为20便士。鉴于此，英国电话公司的发言人表示：在未来，电话亭将有很大改变，亭中不再有电话筒，而以建立在墙上的视觉画面接收器取而代之；电话亭墙上的大荧光幕可以呈现各种虚拟环境——热带雨林，甚至海底深渊；电话亭的地面设计成步行机，让用户在立体虚拟的环境中自由步行，而四周的环境会随用户步行而自动改变，景象如同科幻电影。这样的实景电话亭不仅挽救了穷途末路的电话亭业务，同时这种“声色大餐”也代表着电话发展的方向——多媒体技术的参与。



早期电话

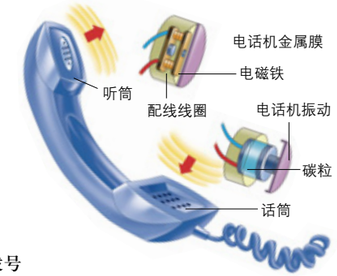


早期电话

在电话诞生以后的100多年里，与之相关的电话通信事业发展之迅猛令其他产业望其项背。让我们从头看看电话是如何改变人们生活的！1876年，美国人贝尔发明了电话，就此开始了电话突飞猛进的发展，人们深刻地感觉到世界变小了。早期电话属于人工交换式电话机，由通话、信号发送和信号接收三部分组成，其内部通话电路由送／受话器、电感线圈、干电池等构成；信号发送功能由手摇发电机完成；信号接收部分由交流铃碗实现。电话的发明解决了直接把声音转换成连续变化的模拟电信号的问题。

固定话机的话筒和听筒

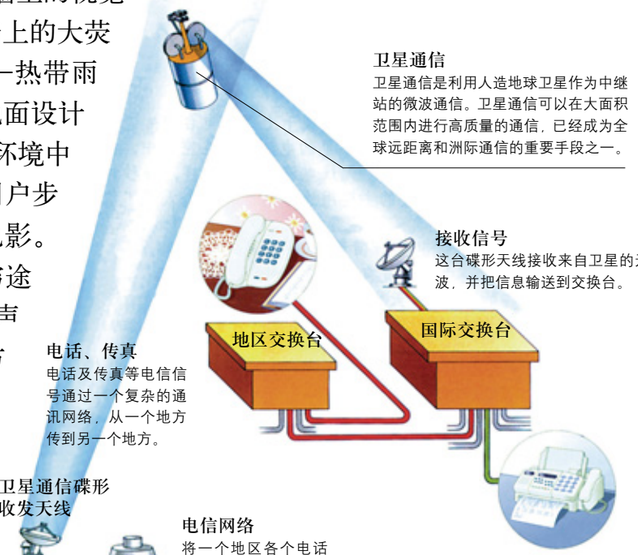
振动膜
话筒和听筒都有振动膜。讲话人的声音使振动膜发生振动，振动通过话筒中的送话器将声音转变成电信号，传到受话人电话的听筒中。听筒里的振动膜接收到传输过来的电信号，并使之在空气中形成声波。

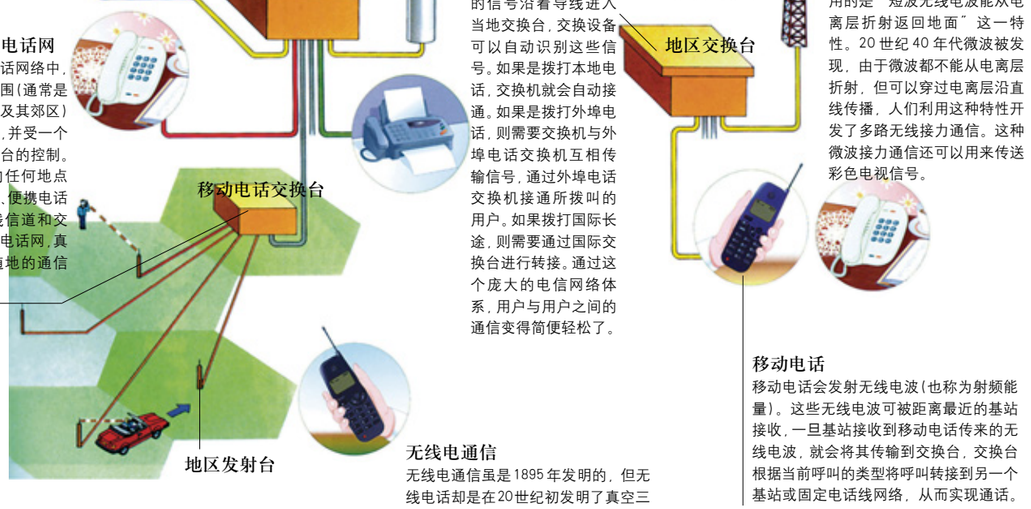


拨号
电话拨号有两种方式，一种是通过简单的脉冲信号，另一种是音调信号，它们都会沿电线传送出去。



电话、传真
电话及传真等电信信号通过一个复杂的通讯网络，从一个地方传到另一个地方。





一次性手机

尽管大部分手机生产厂商认为手机的功能应该朝着越全面越好的方向发展，但也有一些手机厂商对此并不认同，它们开始开发一些功能简单的手机，这种低成本、简化功能的一次性新型手机很有可能为日趋饱和的手机市场带来新的商机。与传统手机不同的是，一次性手机的设计十分简洁，没有显示屏和数字键盘，拨号用语音实现，不使用SIM卡，而是由信用卡购买一定的话费，当通话时间达到后便可以丢弃。

从“模拟”走向“数字”

因为传送说话声音的电信号是“模仿”说话人的声音变化的，所以过去的电话属于模拟通信。随着计算机技术、数字信号处理技术的日益发展，电话通信技术也在一步步向数字化的方向发展。这种电话的数字化就是在电话传送时先把模拟的电话信号变换成数字信号，在接收时再把数字信号恢复成模拟信号。电话通信数字化后，电话网不仅可以通话，而且可以在数字化的电话网中传送各种通信信息，使电话网成为“综合业务数字网”（简称ISDN）。这是20世纪电信业的一大成就。



20世纪70年代，随着蜂窝式移动通信网的建立，出现了最早的移动电话。

从“有线”到“无线”

无线电话是20世纪的重大发明。简单地说，有线电话的工作原理是将声音信号转换成电信号，借助电话线来传送，然后在接收端将电信号再还原成原来的声音信号。而无线电话不需要借助电话线，而是利用无线电波的特性进行通信的。20世纪70年代后期出现的蜂窝式移动电话系统是无线电话的重大发展，这一技术迅速在世界各国投入使用。20世纪90年代，覆盖整个地球的卫星通信（把移动电话系统的基站设在卫星上）使用户能在任何时间、任何地点与任何人进行通信的“个人通信”成为现实。

可视技术

电话技术的改进将使未来的用户不仅能“听到我在说些什么”，而且能“看到我说的是什么”，即能同时接入各种媒体技术，如信息传递、语音、影像和游戏等，这将极大地改善个人通信体验。可视电话便属于多媒体通信范畴，它使人们在通话时能够看到对方的影像。它不仅适用于家庭生活，而且还可以广泛应用于各种不同行业的多种领域。



开会用的影像电话

你的孩子丢不了

永远不会迷路的全球定位系统

某些家长有过在闹市区遗失小孩的经历。一家美国公司开发出了一种新型定位仪，可以用来帮助家长摆脱这种烦恼。位于美国硅谷的一家无线电公司根据全球定位系统(GPS)的原理开发出一种新产品，他们将GPS接收器制作成适合儿童佩带的色彩斑斓的塑料手表。只要孩子们戴上它，家长便可随时通过电话或上网查寻，获知孩子所在的具体位置，误差不会超过1米。这种新型定位仪通过卫星确定接收器所在的位置，再将信息传输到处理中心，并在电子地图上显示出来。手表的表带上装有特别的电子扣，可防止顽皮的孩子把接收器随意扔掉。手表上另有一个报警用的紧急按钮，遇到特殊情况时按下这个按钮，警方便可及时知晓。家长们再也不用担心会把孩子弄丢了。

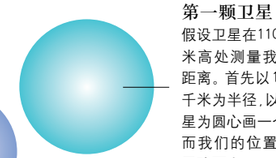


地面控制部分

地面控制部分由主控站、上行注入站和相互远离的监测站组成。监测站设有GPS用户接收机、原子钟、收集当地气象数据的传感器和进行数据初步处理的计算机，其主要任务是取得卫星观测数据，并将这些数据传送至主控站。主控站利用这些数据计算每颗卫星的轨道。上行注入站的任务主要是在每颗卫星运行至其上空时，把这类导航数据及主控站的指令注入卫星。这种注入对每颗GPS卫星每天进行一次，并在卫星离开注入站作用范围之前进行最后的注入。

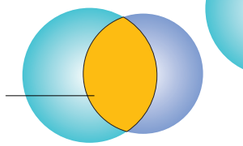
GPS的定位原理

GPS的定位是利用卫星基本三角定位原理，其接收装置以测量无线电信号的传输时间来量测距离，以距离来判定卫星在太空中的位置，这是一种高轨道与精密定位的观测方式。



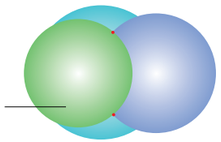
第一颗卫星

假设卫星在11000千米高处测量我们的距离。首先以11000千米为半径，以此卫星为圆心画一个圆，而我们的位置正处于球面上。



第二颗卫星

再假设第二颗卫星距离我们12000千米，而我们正处于二颗卫星所覆盖球面相交的圆周上。



第三颗卫星

现在我们再以第三颗卫星做精密定位，假设高度13000千米，我们即可进一步缩小范围到两点位置上。

第四颗卫星

如果要获得更精确的定位，则还要再测量第四颗卫星。

GPS 的实施阶段

GPS系统的实施分为三个阶段。第一阶段为方案的论证和初步设计阶段，共发射了4颗试验卫星，研制了地面接收机并建立了地面跟踪网。第二阶段为全面研制和试验阶段，陆续发射了7颗试验卫星，研制了各种用途的接收机。第三阶段为实用组网阶段，1989年2月4日第一颗GPS工作卫星发射成功，表明GPS系统进入工程建设阶段。1993年底，实用的GPS网即(21+3)GPS星座已经建成，此后将根据计划更换失效的卫星。

何谓“全球定位系统”

全球定位系统(Global Position-ing System——GPS)是美国从20世纪70年代开始研制，历时20年，耗资200亿美元于1994年全面建成，具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。GPS早期仅限于军方使用，由美国国防部计划发展，其目的乃针对军事用途，例如战机、船舰、车辆、人员、攻击目标的精确度定位等。时至今日，GPS早已开放给公众作为定位使用。这项结合太空卫星与通讯技术的科技在民用市场已蓬勃发展起来。GPS全球定位系统利用在地球上空环绕在近地轨道上的24颗卫星，为地面上的使用者测定出精确的方位。通过GPS接收装置，人们可以确定目标的经度、纬度，如果是移动物体还可以得到其运动方位角及运动速度等信息。而且，与以前的导航系统比较，它不受多云、下雨等天气状况的干扰。

GPS的初衷

GPS系统最初是美国出于军事目的而开发的。现代军备诸兵种强调协同作战，要求指挥员必须随时随地掌握各参战单位的准确位置；飞机、舰艇执行各种作战任务也需要随时了解其自身的位置信息；发射导弹必须首先测定出发射地点的精确位置，位于丛林或沙漠地带的士兵为了不迷失方向，也最好能为他们提供一种便于随身携带的小巧轻便的定位设备。这些都客观地反映出了对发展某种高精度(譬如定位误差不超过10米)、大覆盖(最好能覆盖全球)定位系统的迫切需求。这些促使了GPS的出现。

系统的组成

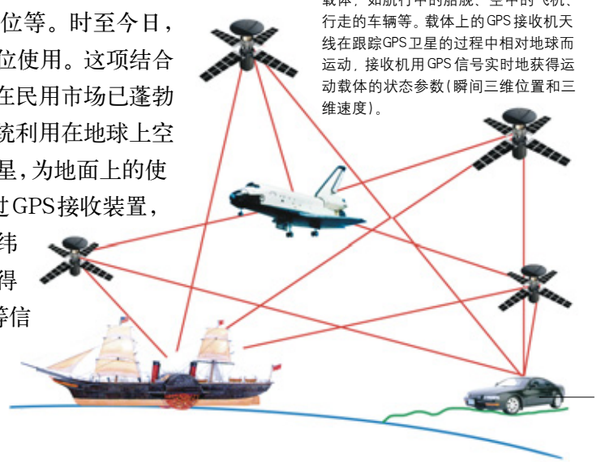
GPS系统由三部分组成，即空间部分——卫星，地面控制部分——监控系统和用户部分——信号接收及处理系统。

载体

GPS信号接收机所位于的运动物体叫作载体，如航行中的船舰、空中的飞机、行走的车辆等。载体上的GPS接收机天线在跟踪GPS卫星的过程中相对地球而运动，接收机用GPS信号实时地获得运动载体的状态参数(瞬间三维位置和三维速度)。

空间部分

全球定位系统的空间部分由21颗工作卫星和3颗在轨备用卫星组成GPS卫星星座。每颗卫星装有遥控、遥测、收发天线、原子钟和导航分系统等设备。24颗卫星以约为11小时58分的周期运行在近似圆形的6个轨道面上(每个轨道面4颗)。



车载GPS

车载GPS是指可以放置在汽车上完成GPS导航、定位或监控的设备。车载GPS通过接收到的卫星信号准确定位，并能结合电子地图自动规划行驶路线，最终引导驾驶员到达目的地。车载GPS还能随时跟踪车辆的行驶路线、位置、速度、高度等；并且可以根据需要控制汽车的油路、电路、车门、灯光等。

用户部分

用户部分由GPS接收机、数据处理软件及相应的用户设备(如计算机气象仪器等)所组成。它的作用是接收GPS卫星所发出的信号，并利用这些信号进行导航定位等工作。

GPS的运行

GPS的工作概念基于卫星的距离修正。用户通过测量到太空各可视卫星的距离来计算他们当时的位置，卫星左右相当于精确的已知参考点。每颗GPS卫星时刻发布其位置和时间的数据信号，用户接收机可以测量每颗卫星信号到接收机的时间的延迟，根据信号传输的速度就可以计算出接收机到不同卫星的距离，同时收集到至少4颗卫星的数据时就可以精确地解算出载体三维坐标、速度和时间。



GPS手持机

一般的手持型GPS接收机多为导航使用。为了方便各类用户使用，GPS手持机可以将经过的路点、路线记录在机器内，在返回时为使用者起到提示、告警的作用。有些机器还加入了坐标系间相互转换，计算日升、日落时间等功能。因此，GPS手持机的功能性越来越强，已不再是简简单单的定位工具，而是成为了微型智能化电子“向导”。

GPS的应用领域

GPS系统卫星的分布使得在全球的任何地方，无论何时都可观测到4颗以上的卫星，并能保持良好的定位解析精度。根据“三角测量”原理，GPS信号接收机可以输出地面任何地点的位置信息。这些位置信息可广泛地用于大地测量、工程测量、航空摄影测量、地壳运动监测、工程变形监测、精细农业、个人旅游及野外探险、紧急救生和车辆、飞机、轮船的导航与定位等许多领域，甚至有赶超计算机发展速度的趋势，GPS产品将成为人们生活中最基本的生活必需品。

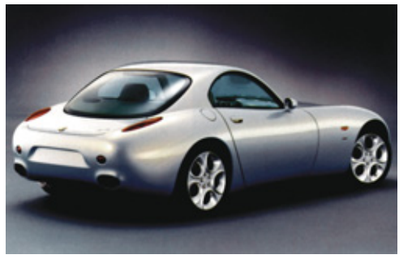
暗藏玄机的可乐罐

世界著名饮料公司——美国可口可乐公司推出一种内附全球定位系统(GPS)芯片的可乐罐。这种新型可乐罐是为了配合一次促销活动而推出的，从外表上看，它与普通可乐罐有明显的不同：外面有一个凹下去的面板和一个红色按钮，只要摁下按钮就可以激活内附的全球定位系统，可乐罐就可以当手机使用了！不过，这个手机只能呼叫可口可乐公司的兑奖中心，其发出的信息也只能被该中心接收。可口可乐公司推出的这种促销方法的确很有创意，但美国军方却对此保持高度警惕，担心有人利用这种内附全球定位系统芯片的可乐罐作为窃听设备，使军事基地的安全受到威胁，因此明令禁止士兵和军官携带这样的可乐罐进入军事禁区。

拥有智能汽车的日子

汽车技术的应用

在仪表盘上输入目的地，将自动驾驶设置在70迈，你就可以舒舒服服地睡上那么一觉了。或者你也可以一边聆听优美的音乐，一边欣赏窗外的风景，尽情感受旅途的惬意。偶尔你会瞟一眼仪表盘，说一句：“交通。”显示器立刻显现出方圆10千米内的交通流量情况。清晨拥挤的车流并没有让你感到头疼，你又说道：“重新设置路线。”显示器上马上自动出现了另外几条路线供你选择。这时，一辆大型拖车突然变线驶进你的车道，车载雷达系统及时发现险情，汽车自动减速，使你与拖车保持着适当的距离。这是哪位司机的美梦吗？不，这是一种已部分实现的智能汽车技术，是计算机人工智能、控制理论和电子技术等多学科交叉的产物。自诞生以来的200多年时间里，汽车以其惊人的发展速度为公路交通描绘了美妙的蓝图。



概念车

概念车是最能代表世界汽车科技发展和设计水平的展览型汽车。概念汽车的展示，是世界各大汽车公司借以展示其科技实力和设计理念的最重要的方式。因而，概念车也是艺术性最强、最具吸引力的汽车。

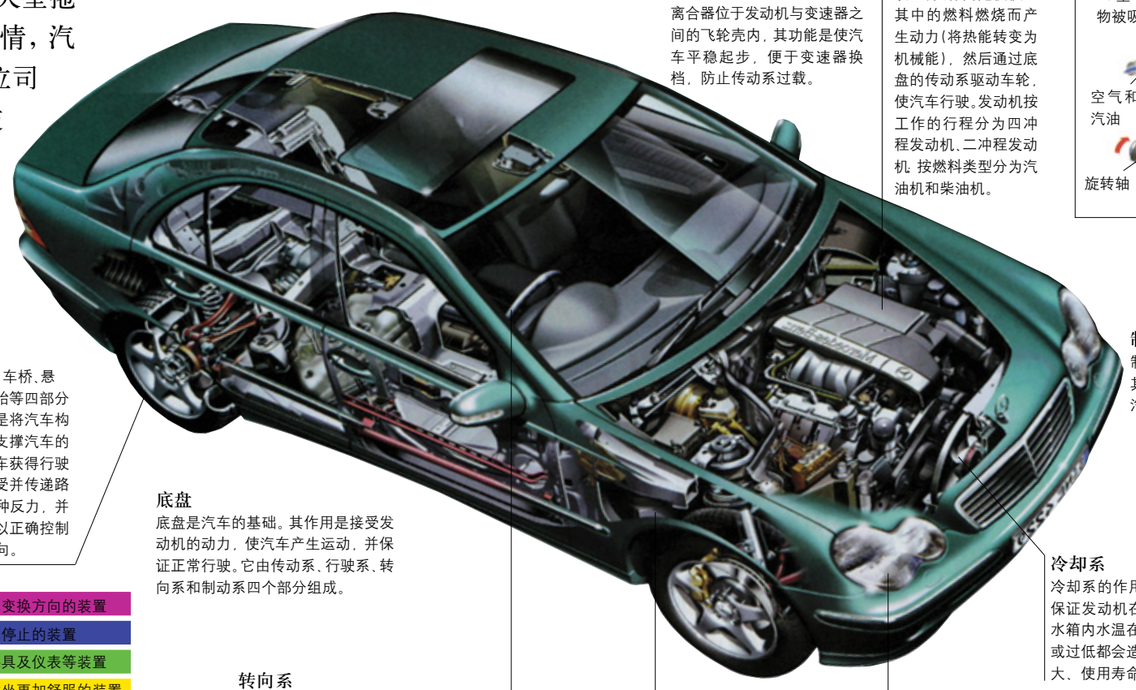
汽车的环保、节能技术

在能源匮乏和环境恶化日益严重的今天，环保、节能型汽车相继出现。从20世纪70年代开始，世界各国开始了大规模的环保汽车研发计划，电动车、燃气车等新型环保汽车先后投入生产。汽车的节能产品突出小型化高能发动机，即在排量和油耗不变的情况下，通过应用一系列先进技术，使发动机输出更大的功率，从而解决发动机的动力性和节能性的矛盾。“环保、节能”成了21世纪汽车工业发展的大方向。



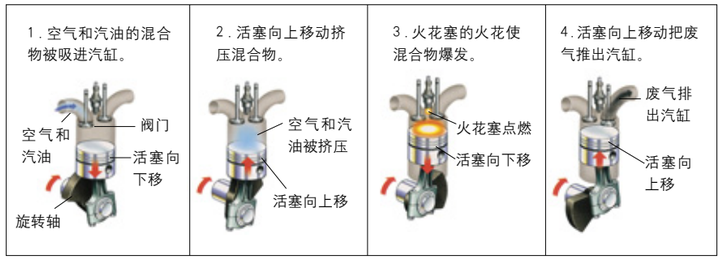
未来的环保节能型汽车





离合器
离合器位于发动机与变速器之间的飞轮壳内，其功能是使汽车平稳起步，便于变速器换档，防止传动系过载。

发动机
发动机是汽车的动力装置，其作用是使供入其中的燃料燃烧而产生动力（将热能转变为机械能），然后通过底盘的传动系驱动车轮，使汽车行驶。发动机按工作的行程分为四冲程发动机、二冲程发动机 按燃料类型分为汽油机和柴油机。



四冲程汽油发动机工作循环
四冲程汽油发动机工作循环由吸气、压缩、作功、排气四个过程组成发动机一个工作循环。

制动系
制动系包括行车制动装置和驻车制动装置两套各自独立的系统。其作用是根据需要使汽车减速或在最短的距离内停车，并保证汽车停放可靠，不致自动滑溜。

行驶系
行驶系由车架、车桥、悬架、车轮与轮胎等四部分组成。其作用是将汽车构成一个整体，支撑汽车的总质量，使汽车获得行驶的驱动力，承受并传递路面对车轮的各种反力，并与转向系配合以正确控制汽车的行驶方向。

紫色为使汽车变换方向的装置
蓝色为使汽车停止的装置
绿色为照明器具及仪表等装置
橘黄色为使乘坐更加舒服的装置
黄色为传输动力的装置
红色为发出动力的装置

底盘
底盘是汽车的基础。其作用是接受发动机的动力，使汽车产生运动，并保证正常行驶。它由传动系、行驶系、转向系和制动系四个部分组成。

转向系
转向系由转向器和转向传动机构两部分组成。其作用是通过驾驶员转动转向盘，根据需要保持或改变汽车行驶方向，并减轻驾驶员的劳动强度。

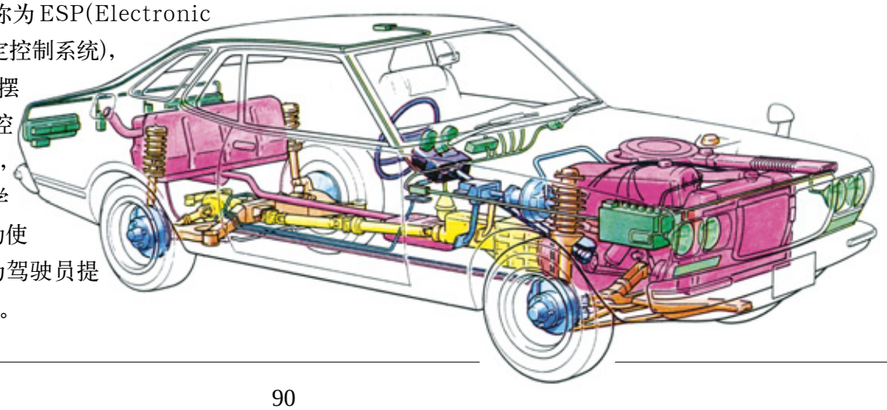
冷却系
冷却系的作用是对发动机进行适当冷却，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水箱内水温在80～90℃时为宜。水温过高或过低都会造成发动机动力下降、油耗增大、使用寿命降低等不良后果。

变速器
变速器的功能是改变汽车车速及牵引力，使汽车前进和倒退，在发动机不熄火的情况下切断发动机与传动系之间的动力传递。

电气设备
电气设备由电源和用电设备两大部分组成。电源部分由蓄电池、发电机组成，其作用是向汽车上的用电设备提供充足的电源。用电设备包括发动机的起动系以及照明、信号、仪表装置等。

汽车的安全技术

从20世纪70年代的ABS、80年代中后期的TCS技术，到90年代中期出现的VDC车辆行驶动力学调整系统，汽车安全技术不断向前迈进。ABS（Anti-Lock Braking System，防抱死制动系统）是一种防止制动过程车轮抱死的汽车主动安全装置，可提高汽车在制动过程中的方向稳定性和转向操纵能力。TCS（Traction Control System，牵引力控制系统）是ABS基础上的扩展。当汽车在恶劣路面上行驶时，TCS可通过操纵发动机来控制车轮上的驱动力，防止车轮打滑，取得最好的驱动牵引效果。VDC（Vehicle Dynamic Control，车辆行驶动力学调整系统），又称为ESP（Electronic Stability Program，偏航稳定控制系统），在增加汽车转向行驶时横向摆动角速度传感器的基础上，控制车轮的驱动力和制动力，确保汽车行驶的横向动力学稳定状态；VDC的开发成功使汽车所有的工作状态都能为驾驶员提供主动有效的行驶安全保证。



速度最快的车

1997年，由英国战斗机飞行员安迪·格林驾驶的“推力SSC号”汽车创造了陆地行驶速度记录。车速比声音的速度还快，平均时速达1227.98千米。



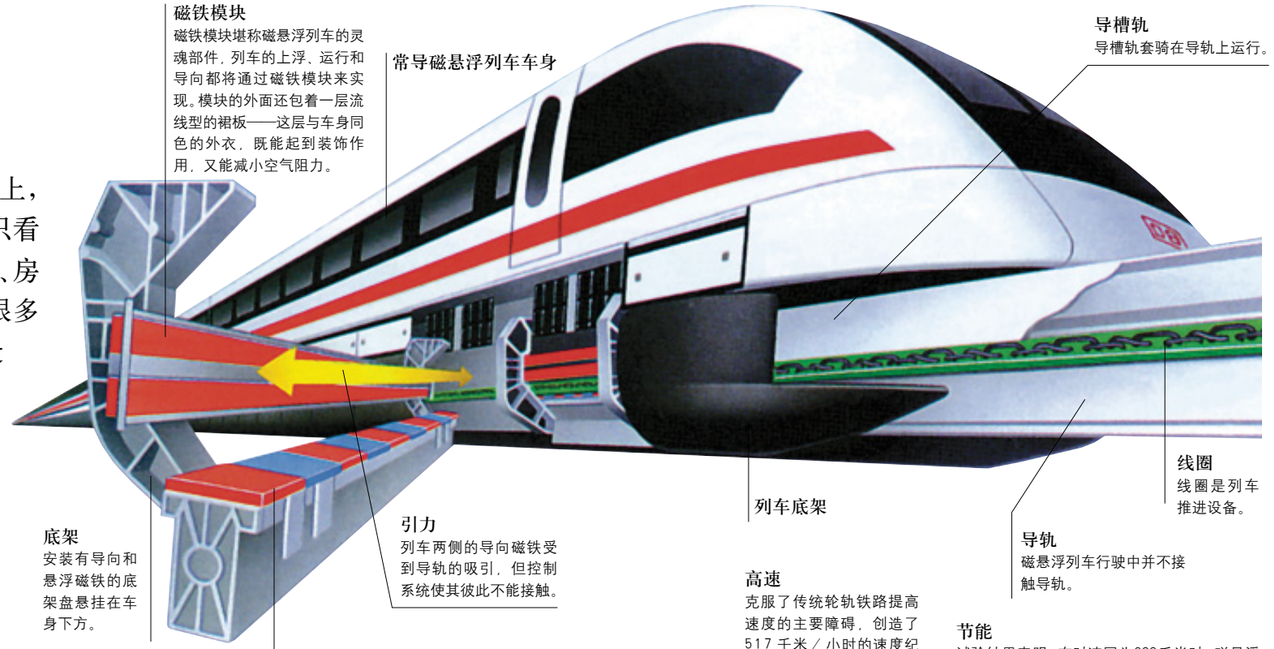
汽车的防盗技术

全世界每年汽车销售量达5000多万辆，保有量已超过4亿辆。与此同时，被盗的汽车也越来越多，汽车防盗技术已经与安全、环保、节能一起被列为汽车技术发展的四大课题。在20世纪90年代，汽车防盗技术得到了迅速发展。借助于汽车电子技术，智能化防盗系统逐渐完善起来。数码防盗钥匙、指纹信息防盗钥匙、红外线信号防盗钥匙、遥控无钥匙车门开启系统等可防止窃贼进入车内将汽车偷走。即使窃贼进入车内也还有通过锁止方向盘，使之不能操纵汽车而防止汽车被盗的技术。车辆被盗查询技术也是汽车防盗的重要环节。这方面的技术较突出的是GPS查询技术。它不但可以追踪到被盗汽车的准确位置，还可以在地面站发出指令，利用汽车的遥控装置将汽车锁定，使车门自动关闭。

飞行中的列车

磁悬浮技术的应用

没有司机，没有轮子，列车神奇地浮在轨道上，以500千米的时速奔驰前行。在车内，你只看见高架桥上的小轿车飞速地往后退，两旁的大树、房屋也都一眨眼就不见了。虽然轨道线路设计有很多转弯，但即使在弯得最厉害的地方，人坐着也没什么感觉，只是看见窗外的房子都“斜着身子”一晃而过。这就是被称为“地面飞行器”的磁悬浮列车。那么，如此神奇的磁悬浮列车究竟是一种什么样的交通工具呢？这种新型的高科技交通工具又将给我们的生活带来什么样的变化呢？现在，就让我们一起揭开磁悬浮列车的神秘面纱吧！





磁悬浮列车是当今世界最快的地面客运交通工具，有速度快、爬坡能力强、能耗低、运行时噪音小、安全舒适、不燃油、污染少等优点，并且它采用高架方式，占用耕地很少。

常导磁悬浮和超导磁悬浮

在研制磁悬浮列车的世界角逐中，德国和日本是最大竞争对手。而这两个国家的磁悬浮列车在设计上截然不同：德国采用常导磁浮方式，用铁芯电磁铁悬浮在车体的下方，导轨为磁铁，从而使车体浮起，这种磁悬浮列车的悬浮气隙较小，一般为10毫米左右，速度一般为每小时400～500千米，适合于城市间的长距离快速运输；而日本则采用超导磁力上浮方式，用超导磁体与轨道导体中所感应的电流之间产生的相斥力使车辆浮起，这种磁悬浮列车的悬浮气隙较大，一般为100毫米左右，速度可达每小时500千米以上。

磁悬浮列车工作原理

磁悬浮列车是一种采用无接触电磁悬浮、导向和驱动系统的磁悬浮高速列车系统，分为常导磁悬浮列车和超导磁悬浮列车。我们都知道把两块磁铁相同的一极靠近，它们就相互排斥；反之，把相反的一极靠近，它们就互相吸引。托起磁悬浮列车的悬浮之力其实就是这种吸引力或排斥力。根据吸引和排斥的基本原理，国际上的磁悬浮列车有两个发展方向：一个是以德国为代表的常导吸引式悬浮系统，另一个是以日本的为代表的超导排斥式悬浮系统。

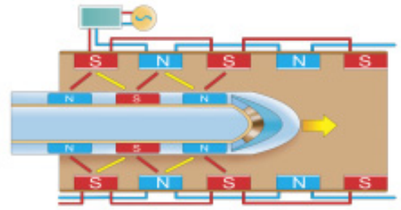
磁悬浮列车的优越性

磁悬浮列车不同于一般轮轨粘着式铁路，它没有车轮，是借助无接触的磁浮技术而使车体悬浮在导轨面上运行的铁路。磁悬浮列车与其轨道没有直接的接触，没有旋转部件，靠磁力推进，时速可达500千米以上。磁悬浮高速列车的无接触技术，第一次克服了车轮／铁轨系统受到的技术限制和经济限制。因此，磁悬浮列车具有高速、安全、舒适和低噪音等优点，被喻为21世纪纯净的交通运输工具。

磁悬浮列车存在的问题

尽管磁悬浮列车技术有上述的许多优点，但仍然存在一些不足。首先，由于磁悬浮系统是以电磁力完成悬浮、导向和驱动功能的，断电后磁悬浮的安全保障措施仍然没有被完全解决。其次，常导磁悬浮技术的悬浮高度较低，因此对线路的平整度及道岔结构方面的要求很高；而超导磁悬浮技术由于涡流效应，悬浮能耗较常导技术更大，而且强磁场对人体与环境都有影响。

排斥与吸引



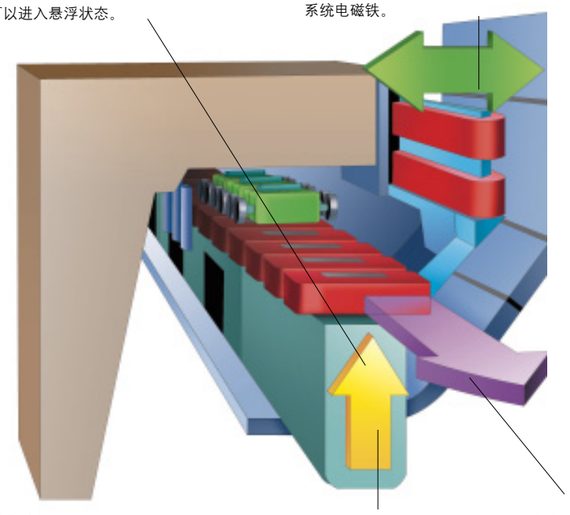
列车前进是因为列车头部的电磁体（N极）被安装在靠前一点的轨道上的电磁体（S极）所吸引，并且同时又被安装在轨道上稍后一点的电磁体（N极）所排斥。磁悬浮列车的轨道底部安装有地面线圈，通电后，线圈产生的磁场极性与列车上的电磁体极性总保持相同，两者相互排斥，排斥力使列车悬浮起来。磁悬浮列车的轨道两侧也装有线圈，交流电使线圈变为电磁体，并与列车上的磁铁相互吸引，使列车前进。简单地说，排斥力使列车悬起来、吸引力让列车开动。

电磁悬浮系统

德国所采用的常导型列车从悬浮技术上讲属于电磁悬浮系统（EMS）。它是一种吸力悬浮系统，由结合在机车上的电磁铁与导轨上的铁磁轨道相互吸引产生悬浮。此外，由于悬浮和导向实际上与列车运行速度无关，所以即使在停车状态下列车仍然可以进入悬浮状态。

导向系统

导向系统保证悬浮的机车能够沿着导轨的方向运动。机车底板上的同一块电磁铁可以同时为导向系统和悬浮系统提供动力，也可以采用独立的导向系统电磁铁。



电力悬浮系统

日本所采用的超导型悬浮列车从悬浮技术上讲属于电力悬浮系统（EDS）。它将磁铁使用在运动的机车上以在导轨上产生电流。由于机车和导轨的缝隙减少时电磁斥力会增大，从而产生的电磁斥力为机车提供了稳定的支撑和导向。然而机车必须安装类似车轮一样的装置以使机车在“起飞”和“着陆”时进行有效支撑。

推进系统

从电动机的工作原理可以知道，当作为定子的电枢线圈通电时，由于电磁感应而推动电机的转子转动。由于电磁感应作用，承载系统连同列车一起就像电机的转子一样被推动做直线运动，从而使列车在悬浮状态下可以完全实现非接触的牵引和制动。

空间磁悬浮技术

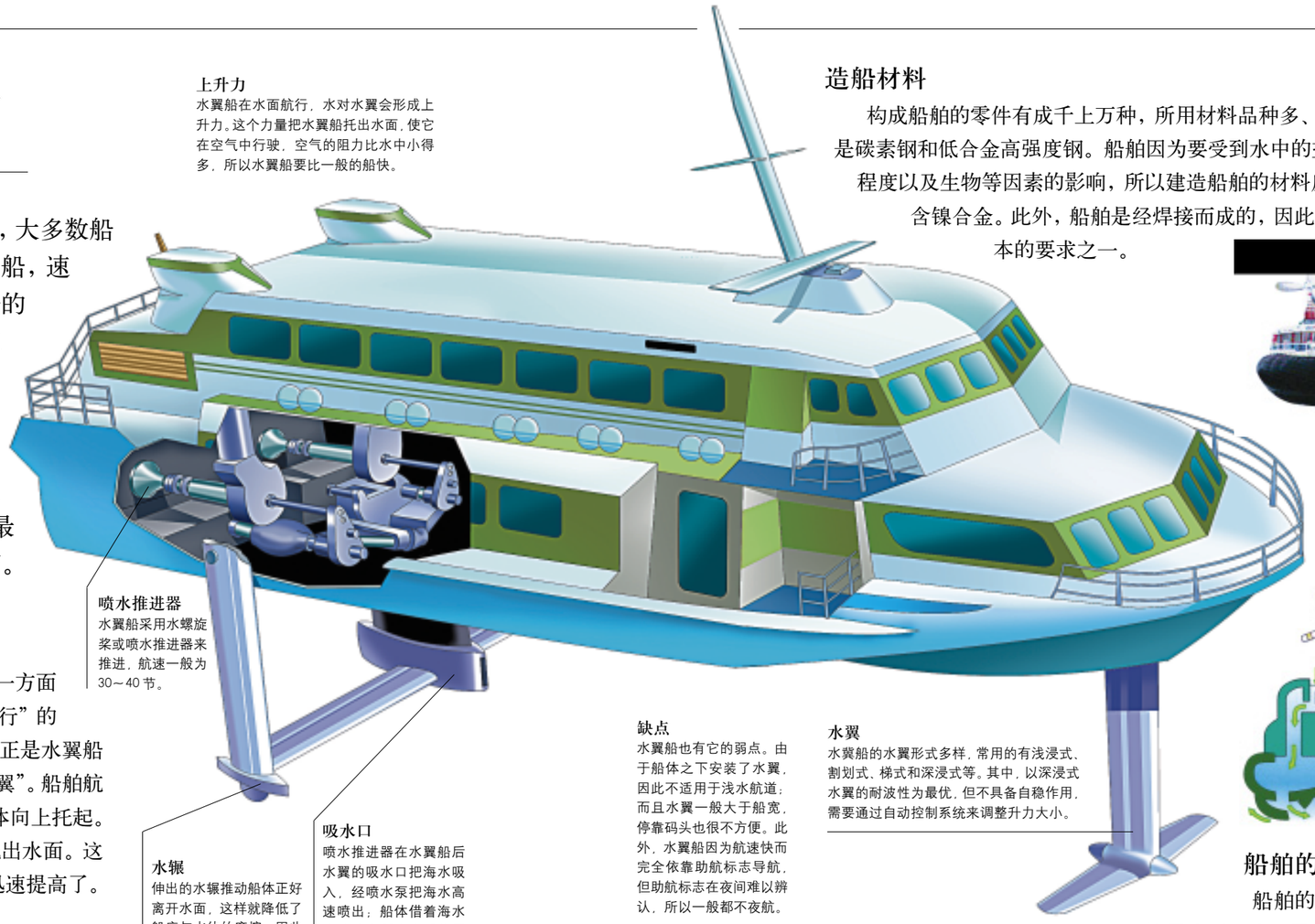
随着航天事业的发展，模拟微重力环境下的空间悬浮技术已成为进行相关高科技研究的重要手段，目前已研制出了磁悬浮发射实验装置，利用磁悬浮技术发射宇宙飞船也将在不久的将来成为现实。该实验装置的磁悬浮加速轨道的长度仅为15.2米，但却能使宇宙飞船的时速在0.5秒内由零加速到96.5千米。目前，磁悬浮技术驱动列车时速可达500千米以上，已经超过了运载火箭将卫星送入1000千米高度圆轨道的时速——498千米。科学家们相信，空间磁悬浮技术完全能够产生第一级运载火箭发射时需提供的推动力，使宇宙飞船的时速达到升空要求。利用磁悬浮技术发射宇宙飞船具有许多优点，比如监控人员可以在发射过程中随时关闭电机，使疾驰的飞船立即停下来，这会大大提高发射的安全系数。



奔驰如飞的船

船的种类及构造

在各种交通工具中，船舶航行的速度是比较慢的，大多数船只每小时只能行驶20～30千米。可是，有一种船，速度可以达到每小时100千米，这就是水翼船。水翼船的船底装着宽大扁平的水翼，就像鸭子的脚蹼。当船在水中速度越来越快时，水翼会受到一种向上的升力，把到整个船身都托出水面，靠水翼贴着水面滑行。使用水翼减小阻力的设想是法国人拉米斯提出来的。1905年，意大利飞艇设计师福拉尼尼建造了一艘小型水翼艇。1968年，美国洛克希德公司制造了世界上最大的水翼船，它在平静的水面上航行的速度超过40节。



上升力
水翼船在水面航行，水对水翼会形成上升力。这个力量把水翼船托出水面，使它在空气中行驶，空气的阻力比水中小得多，所以水翼船要比一般的船快。

喷水推进器
水翼船采用水螺旋桨或喷水推进器来推进，航速一般为30～40节。

水辗
伸出的水辗推动船体正好离开水面，这样就降低了船底与水体的摩擦，因此速度与效率大为提高。

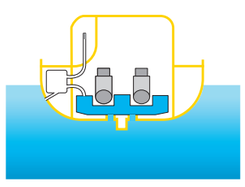
吸水口
喷水推进器在水翼船后水翼的吸水口把海水吸入，经喷水泵把海水高速喷出；船体借着海水高速喷出所产生反作用力，使水翼船在水面上高速航行。

缺点
水翼船也有它的弱点。由于船体之下安装了水翼，因此不适用于浅水航道；而且水翼一般大于船宽，停靠码头也很不方便。此外，水翼船因为航速快而完全依靠助航标志导航，但助航标志在夜间难以辨认，所以一般都不夜航。

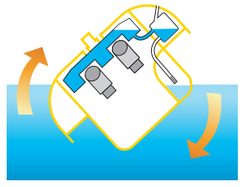
水翼
水翼船的水翼形式多样，常用的有浅浸式、割划式、梯式和深浸式等。其中，以深浸式水翼的耐波性为最优，但不具备自稳作用，需要通过自动控制系统来调整升力大小。

水翼船原理

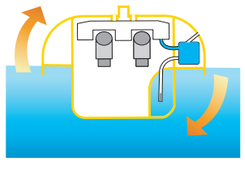
人们在努力提高船速的时候，一方面要提高船的动力，另一方面就是要减小船的阻力。于是，人们设想建造一种能在水面“飞行”的船，它能有效克服一般船只过多沉入水下所遇到的阻力，而这正是水翼船的优点，它与其他船舶的不同之处是在船的底部装了两副“水翼”。船舶航行时，水流经过水翼，由于上下流速不同，产生了升力，把船体向上托起。船速与引力成正比，船速越快，升力越大，最终将船体全部托出水面。这时，对船舶来说，水的阻力大大降低，航速也就自然而然地迅速提高了。



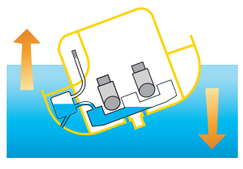
1.船的自调复位系统
许多救生艇装有充水的压载舱，利用它来增强船只稳定性。发生翻船时，随着压载舱的移动，船可自行复位。



2.船的翻滚
当船即将扣翻时，压载舱中的水流入船侧面的复位水箱。



3.船的倾覆
当船体完全扣翻时，压载舱中的水全部流入复位水箱，这部分仅在船的一侧添加的重量，迫使船体向正常位置继续转动。



4.船的自调复位
随着船体恢复至正常位置，复位水箱中的水回流至压载舱。

船的稳定性
所有船舶在海浪中都要受到颠簸，因此增加船的稳定性显得尤为重要。稳定器可以减少船在波涛汹涌的海上的波动，使客轮更舒适，并防止货物晃动。左图是以救生艇为例介绍的船的稳定性与自调复位功能。

船舶的基本结构

水翼船是较为特殊的一类船舶，但它仍具备普通船舶的基本构造。一般的船舶主要由船体、动力装置和其他辅助设施组成。船体由船壳(船底及船侧)和上甲板围成具有特定形状的空心体，这是保证船舶具备所需浮力和船体强度等航海性能的关键部分。船体是由板材和型材组合而成的板架结构，可分为纵骨架式结构和横骨架式结构以及混合骨架式结构。船舶的动力装置可分为推进装置和辅助装置，由主机(如蒸汽机、汽轮机、柴油机等)、各种仪表和其他辅助设备组成。此外还包括锚等系泊设备、舵与操舵设备、救生与消防设备、通信与导航设备、照明与信号设备等。

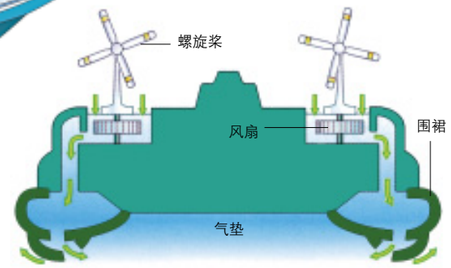
造船材料

构成船舶的零件有成千上万种，所用材料品种多、数量大，其中以钢材用量最大，主要是碳素钢和低合金高强度钢。船舶因为要受到水中的盐含量、水流速、温度、水受污染的程度以及生物等因素的影响，所以建造船舶的材料应该是非常耐腐蚀的一类不锈钢以及含镍合金。此外，船舶是经焊接而成的，因此，材料的焊接性能好坏也是造船最基本的要求之一。



气垫船

气垫船工作原理
气垫船有一个充气的气垫，可使船体浮出水面航行，由于水的阻力减少，因此航行速度很快。气垫船并非只是在水上浮动，而是受气垫的支撑，还能在沼泽或陆地上移动。气垫船通过自带的巨大风扇来形成气垫，这股气垫被一圈称为“围裙”的橡胶圈围封在船身周围。

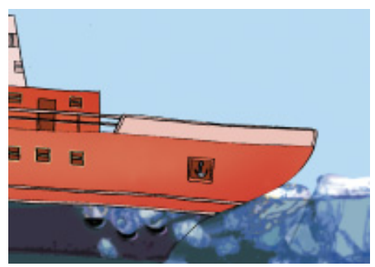


船舶的种类

船舶的种类繁多，可按不同标准进行划分。按用途可分为民用船舶(如客货船、打桩船等)和军用船舶(如航空母舰、护卫舰、潜艇等)。按推进动力可分为机动船(如柴油机船、燃气轮机船、核动力船等)和非机动船(如帆船等)。另外，按航行状态可分为排水型船舶、滑行艇、水翼船和气垫船等。按船体数目可分为单体船和多体船。按船体结构材料可分为木船、钢船、铝合金船、钢丝网水泥船、玻璃钢船、橡皮艇、混合结构船等。

破冰船
破冰船是进行极地探险的开路工具。当冰层不厚时，主要靠螺旋桨的力量把冰层劈开；当冰层较厚时，则采取“冲撞式”破冰法，使船头吃水浅，轻而易举地冲到冰面上，利用船体的重量把冰层压碎，开出新航道。





一个水手创造的“节”

“节”是现在国际上通用的航海速度单位，1节=1852米／小时，关于它的由来有好几种说法。其中最有意思的是一个“抛绳记数”的故事。16世纪，海上航行十分盛行，可是由于没有记录航程的仪器，人们无法知道船舶的航行速度。有一天，一个水手想了个办法：他在船舶航行的时候，向水面抛出有绳索的浮体，然后根据一定时间里拉出的绳索长度来计算船舶速度。为了更加方便地计算船舶速度，这个水手在绳索上打了许多结，结与结之间的长度相等，所以只要计算出一定时间里放出的绳结的节数，就可以得知船舶的速度了。这种方法虽然并不精确，而且后来也有了更科学的测量方法，但“节”却作为航海速度单位沿用至今。

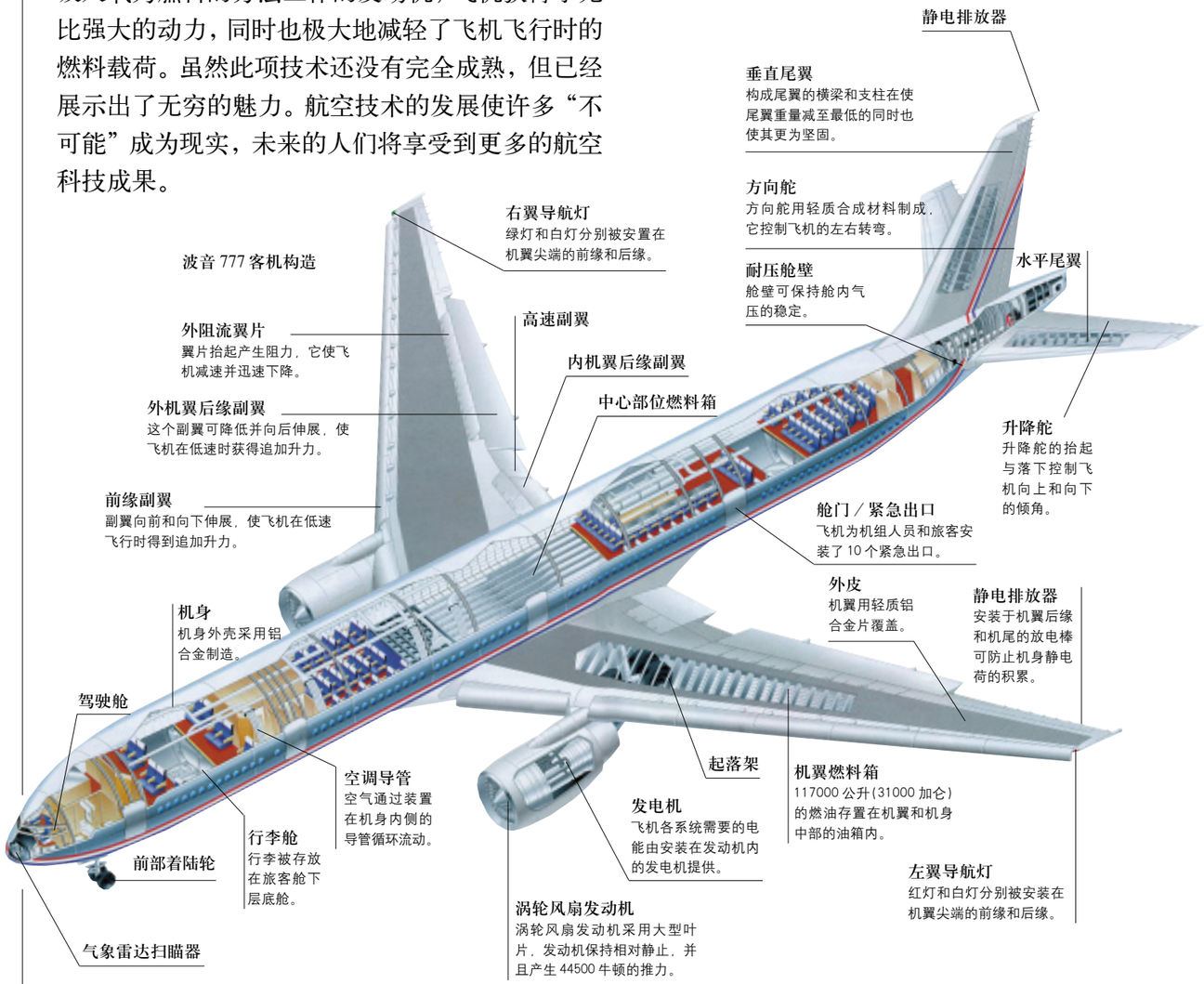
会“呼吸”的飞机

不可思议的航空技术

当飞行速度超过一定限制后，飞机在温度、压力等方面会遇到极其异常的飞行环境，因此超过这一速度即被认为是“高超音速”。而要制造能够突破这种速度的发动机，便是被人们称为“能呼吸的发动机”的超音速燃料冲压式喷气发动机。简单地说，这种发动机可以吸进氧气，以作为一种补充动力，与动物进行呼吸运动非常相似。靠这种以吸入氧为燃料的方法工作的发动机，飞机获得了无比强大的动力，同时也极大地减轻了飞机飞行时的燃料载荷。虽然此项技术还没有完全成熟，但已经展示出了无穷的魅力。航空技术的发展使许多“不可能”成为现实，未来的人们将享受到更多的航空科技成果。



制造飞机的场景



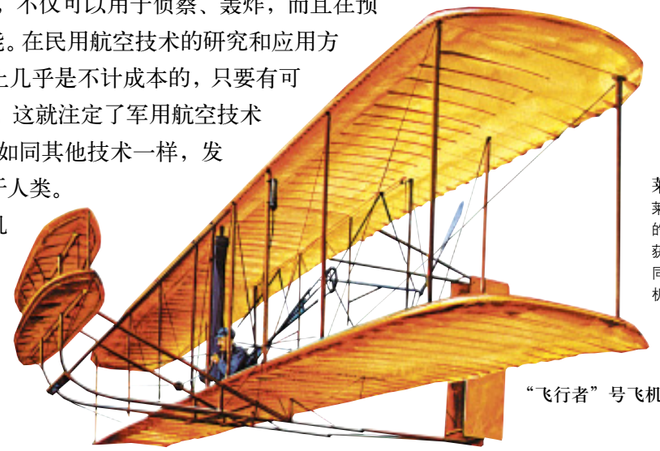
战争引发的航空技术

飞机发明后不久就赶上了两次世界大战，其在战争中不可替代的作用使得航空理论和技术有了长足的发展，应该说这是航空技术的幸运。如今的飞机在现代战争中的作用更为惊人，不仅可以用于侦察、轰炸，而且在预警、反潜、扫雷等方面也大显其能。在民用航空技术的研究和应用方面，往往要核算成本，而在军事上几乎是不计成本的，只要有可能，就要寻求更快、更高、更精，这就注定了军用航空技术带动整个航空科技的发展方向。如同其他技术一样，发展起来的航空技术也必然要造福于人类。

如今，大容量、高速度的民航客机已经把地球变成了一个村庄。从航空理论和技术的发展来看，在某种意义上可以说是战争推动了人类航空技术的进步。

莱特“飞行者”

1903年12月17日，美国的威尔伯·莱特和奥维尔·莱特兄弟俩设计制造的“飞行者”号飞机在美国北卡罗来纳州的基蒂霍克试飞成功。这是世界上公认的第一架飞上天空的可操纵载人动力飞机，为世界航空史留下了光辉的一页。



“飞行者”号飞机

莱特公司

莱特兄弟因“飞行者”的试飞成功，1909 年获得美国国会荣誉奖，同年创办了“莱特飞机公司”。



飞机驾驶舱

飞机怎样飞行

尽管飞机的尺寸、形状与引擎的布置几经变化，但现代的飞机大部分具有相同的基本元件：机翼、机尾与起落架。飞机的飞行通过这些基本元件在克服了各种力的制约后才得以飞行。飞机的发动机推动机身前进，机翼可以使飞机在空中停留。机翼呈曲线型，上表面弯曲度较大，因此机翼上面的气流速度快，使得上部的气压较低，下部气压较高，所以使飞机获得了飞行需要的升力。机翼上的可移动表面也可以为飞机起飞产生更大的升力，并且在飞机飞行中形成平滑的流线型使飞机高速前进。

协和式客机是目前唯一的超音速客机，其飞行速度是音速的两倍。协和式客机机身长达 61.7 米，飞行高度可达 18000 米，这一高度的天空已呈太空般的黑色。



超音速喷气客机

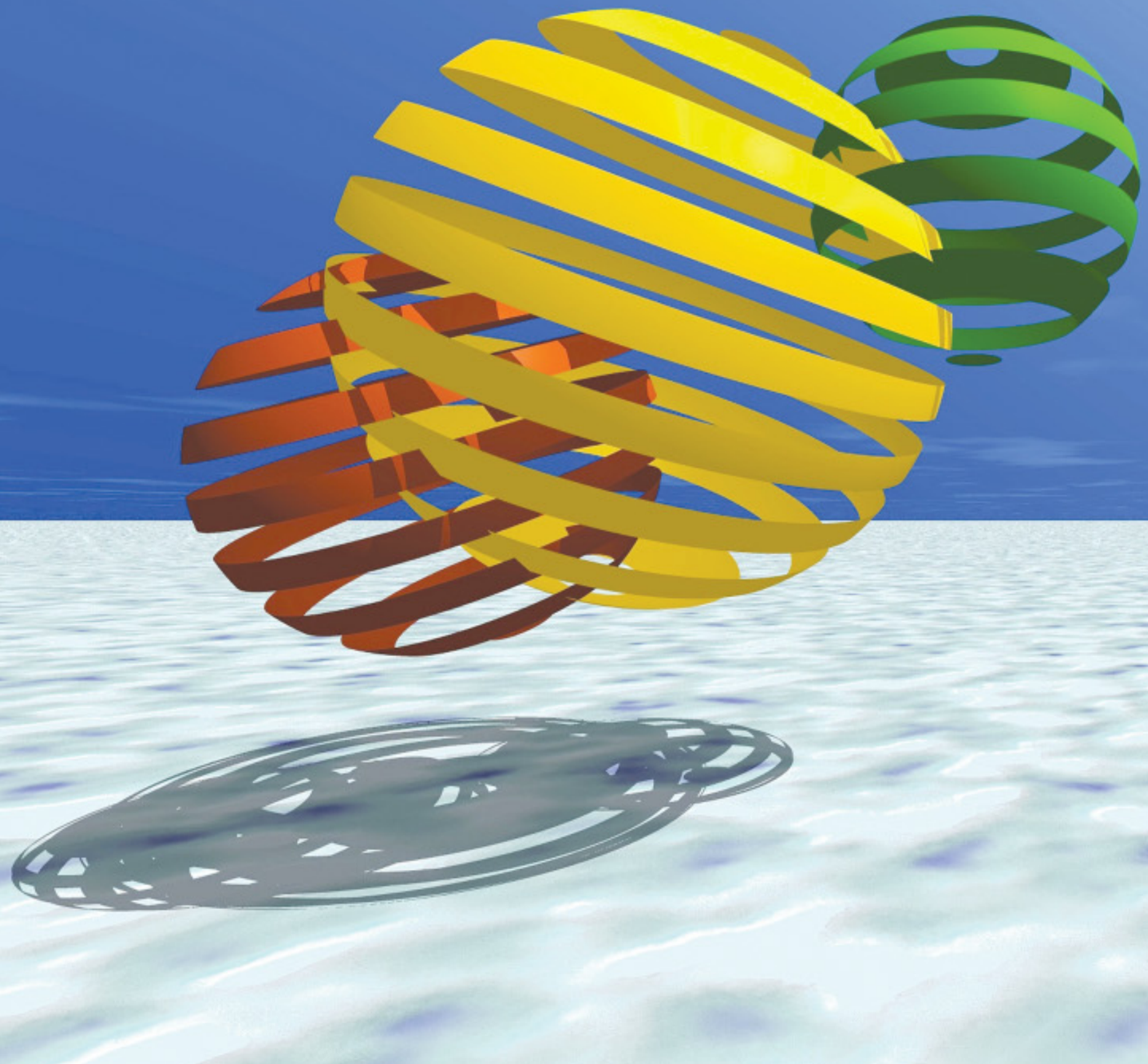
超音速飞机的飞行速度大于音速。超音速军用飞机很多，但是只有两种超音速客机(超音速运输机)投入了生产，即苏联的图 -144 和英法联合生产的协和号。图 -144 的最大飞行速度大于协和号，但在投入航线飞行仅7个月之后，于 1978 年退出了运营。

飞机的控制

飞机计算机控制技术现在已被广泛应用。但计算机控制飞机也有缺点：一旦飞机控制装置出现故障或遭到破坏，驾驶员便无法操纵飞机。于是又开始出现了确保飞行安全的另外三项技术：一是为计算机控制飞机安装多路控制系统，这样，如果一个系统出了故障，备用系统会马上派上用场；二是当飞机控制装置的部分电路出现故障时，可以将其卸下，重新组装新型控制系统；三是将用电信号传递信息、指令，改为用光信号传送，以抵抗各种因素产生的电噪音。现代飞机的制造已越来越向人性化、智能化发展。

黑匣子

虽然飞机在各种交通运输工具中是安全性相对最高的，但飞行事故依然严重威胁着人们的生命安全，甚至造成惨重的伤亡；而且，比起其他交通工具，飞机失事中人们的生存几率是最低的。因此，今天的飞机上都安装了俗称“黑匣子”的仪器，它记录着飞机飞行时的各种数据。黑匣子设计了非常好的保护措施，即使飞机坠毁也不能使其受到损坏。发生空难后，如果能找到它，并分析其中的飞行记录，就可以帮助人们找出事故原因，以避免同样事故的再次发生。



第六章

6 技术领域
FIELD OF TECHNOLOGY

“每一秒钟都应该有所创造。”

—— 歌德(德)

技术的最原始概念是熟练。所谓熟能生巧，巧就是技术。它既指人造物品、精巧的器具，又指人的创造能力，即经过实践获得的经验、技能和技艺。当人类首次用石头做成原始的劳动工具——石器工具，实现了从猿到人的转变，从而也揭开了人类改造自然的历史序幕时，就有了技术的最初萌芽。随着人类社会的进步和科学的发展，技术的内涵不断得到充实。

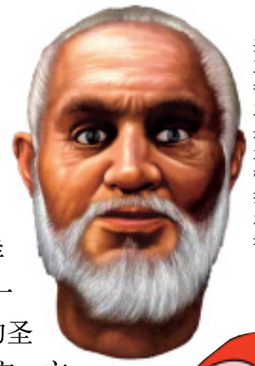
技术的发明是科学知识和经验知识的物化，使可供应用的理论和知识变成现实。科学要回答“是什么”和“为什么”的问题，而技术则回答“做什么”和“怎么做”的问题。

在人类改造自然的历史上，技术上的每一个划时代的发明和运用，都标志着人类的一次解放和对自然的支配范围的扩大。

技术的进步还使新能源、新材料得到更广泛的利用；技术成为人类创造社会财富的重要手段和源泉。

计算机复原圣诞老人

神奇的计算机



圣尼古拉斯是当时东正教的首领，在民间很有威望。在荷兰以及其他地方，12月6日是圣尼古拉斯节，荷兰移民者将这一习俗带到了美国，圣尼古拉斯便和英国的圣诞之父合而为一，圣诞老人因此流行开来。

提起圣诞老人，人们脑海里通常会浮现出一位红脸颊、蓝眼睛、身着红色饰白色毛边衣服的欢乐的老人形象，而真实的圣诞老人像却与此大相径庭。圣诞老人究竟长得什么样呢？英国科学家通过计算机复原出了圣诞老人的原型像——一名土耳其圣徒的脸部。这名土耳其圣徒是生活于公元4世纪的圣尼古拉斯，60岁左右，身高1.68米，皮肤呈橄榄色，表情坚定，方脸庞，凸起的下巴上有短短的白色胡须，有一双褐色的炯炯有神的眼睛，这便是人们熟知的圣诞老人的真实形象！这是计算机复原技术的特别运用，这项技术已经被广泛运用于医学、考古等领域。其实计算机还具备许多让人们出乎意料的功能，它的神奇表现改变了人们根深蒂固的观念，提高了速度和效率，影响了整个世界。



计算机的发展

计算自机诞生以来经历了四个发展阶段。第一阶段是从1946年到20世纪50年代末，应用以科学计算为主，所研制的都是单机系统。第二代是从20世纪50年代末到60年代中，应用领域扩大到数据处理，开始出现操作系统，计算机开始向系列化方向发展。第三代是从20世纪60年代中到70年代初，其主机及主存储器均采用集成电路，应用领域迅速扩大。第四代即目前被广泛使用的计算机，其系统已向网络化、开放式、分布式发展，正发挥着巨大的经济和社会效益。而在未来的信息社会中将建立起和谐的人－机系统模式，人工智能技术将使计算机不仅是处理数据的工具，也成为处理知识的帮手，其他各种多媒体技术的参与将使计算机和人类之间的联系更加紧密。

计算机病毒

计算机病毒实际上是一种程序，它们能把自身附着在各种类型的文件上。当该文件从一个用户传送到另一个用户时，它们就随同文件一起蔓延开来。当你看到病毒载体似乎仅仅表现在文字和图像上时，它们可能已经毁坏了你的文件，格式化了你的硬盘驱动，或引发了其他类型的祸患。计算机病毒之所以称为“病毒”是因为它具有传染性，其传染渠道主要是通过使用已被感染的软盘(例如来历不明的软件、游戏盘等)；通过硬盘传染也是一个重要的渠道；而通过网络传播的病毒传染扩散起来最为迅速，能在很短时间内传遍网络上所有的机器。

“苹果”计算机

1977年，“苹果”II型计算机诞生，标志着个人电脑时代的来临。它的设计者沃兹尼克由此获得了巨大的成功。

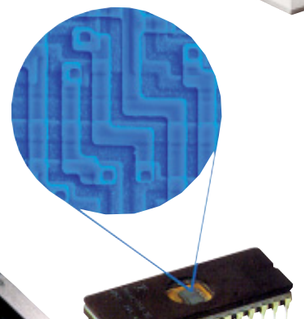


蓝色巨人

IBM公司继“苹果”II型计算机之后大规模地进入个人计算机领域，销售上的巨大成功为它赢得了“蓝色巨人”的称号。



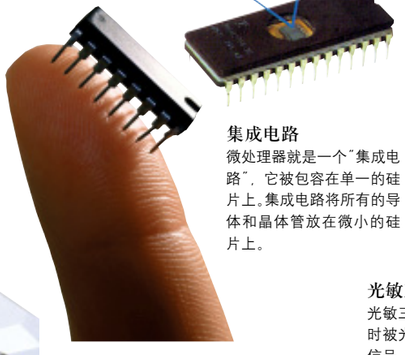
早期IBM个人计算机





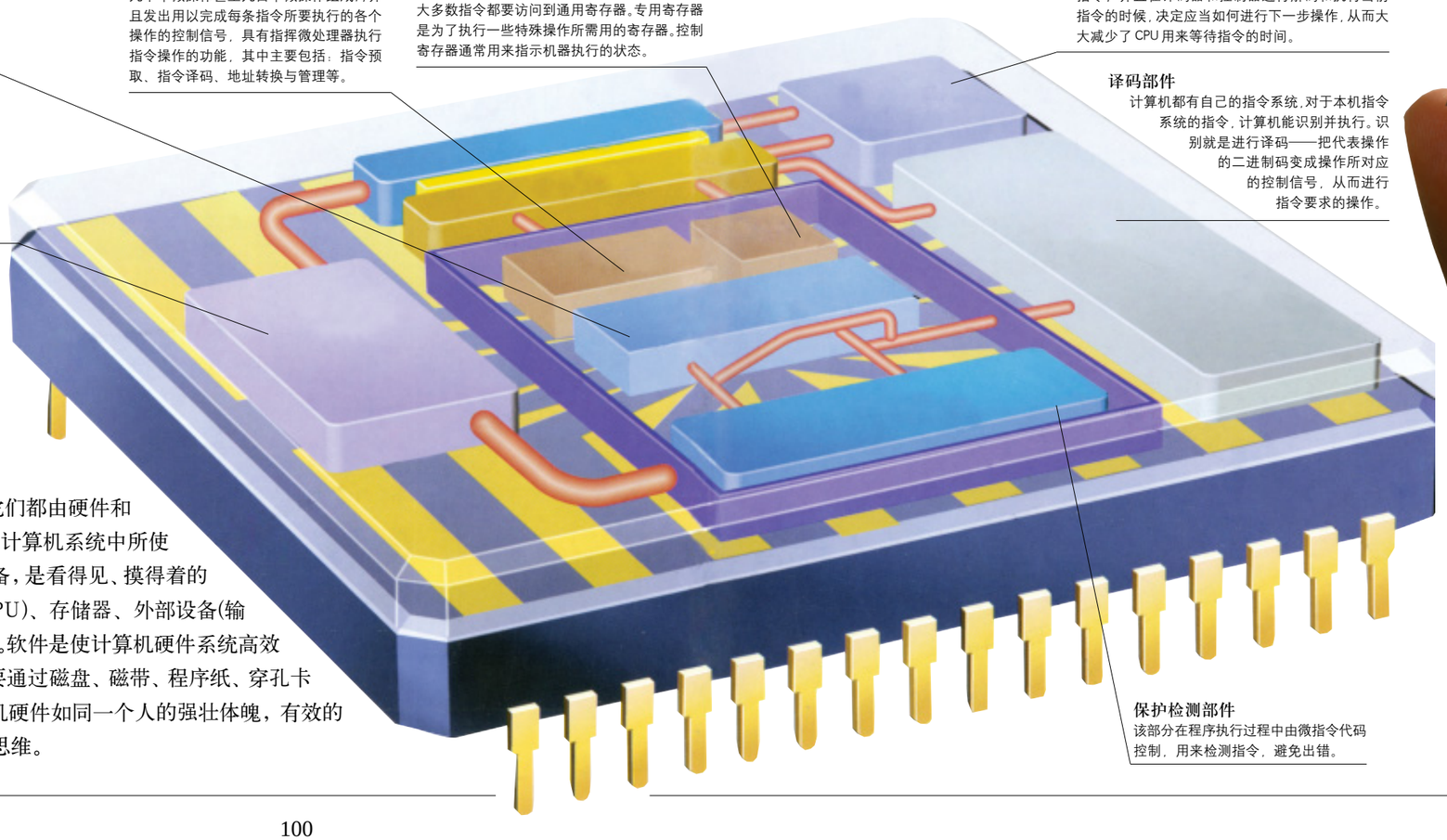
便携式电脑

自1987年英国人克里夫·辛克莱尔发明了一种可随身携带的便携式电脑以来，计算机领域掀起了一场力求内置高速、外形完美的高科技革命。



集成电路

微处理器就是一个“集成电路”，它被包容在单一的硅片上。集成电路将所有的导体和晶体管放在微小的硅片上。



运算逻辑部件

该部分的电路元件既可以执行算术运算操作、移位操作以及逻辑操作，也可执行地址的运算和转换。

总线接口部件

该部分提供了微处理器与周围其他硬件电路的接口，它可有效地将微处理器的地址、数据、控制指令等各种信号通过总线与各有关部件接通，并在它们之间传送微处理器完成指令功能所需要的各种信号。

中央处理器

在微型计算机(简称微机或个人计算机)中，中央处理器又称为“微处理器”，它是机器中控制数据流动并执行指令，对计算机正在运算的一切程序做出反应的部分。

控制部件

该部分主要负责“翻译”指令（简单指令是由3～5个微操作组成，复杂指令则要由几十个微操作甚至几百个微操作组成），并且发出用以完成每条指令所要执行的各个操作的控制信号，具有指挥微处理器执行指令操作的功能，其中主要包括：指令预取、指令译码、地址转换与管理等。

寄存器部件

该部分包括通用寄存器、专用寄存器和控制寄存器。通用寄存器是中央处理器的重要组成部分，大多数指令都要访问到通用寄存器。专用寄存器是为了执行一些特殊操作所需用的寄存器。控制寄存器通常用来指示机器执行的状态。

指令预取部件

该部分通过对指令进行缓存来判断如何处理收到的指令，并且在译码器和控制器进行解码和执行当前指令的时候，决定应当如何进行下一步操作，从而大大减少了CPU用来等待指令的时间。

译码部件

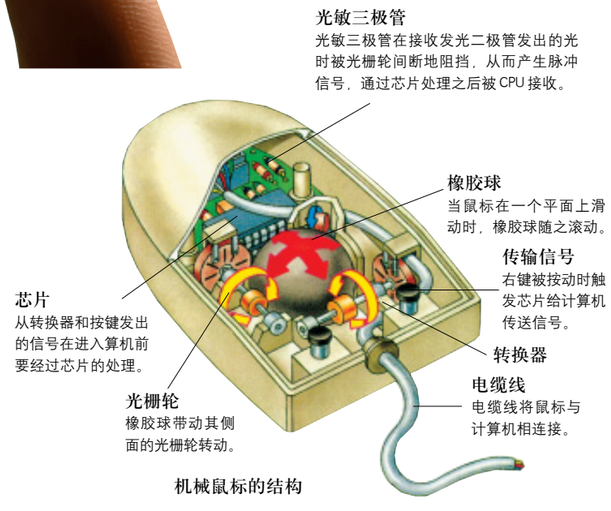
计算机都有自己的指令系统，对于本机指令系统的指令，计算机能识别并执行。识别就是进行译码——把代表操作的二进制码变成操作所对应的控制信号，从而进行指令要求的操作。

保护检测部件

该部分在程序执行过程中由微指令代码控制，用来检测指令，避免出错。

计算机的基本构造

不论何种计算机，它们都由硬件和软件两部分组成。硬件是计算机系统中所使用的电子线路和物理设备，是看得见、摸得着的实体，如中央处理器(CPU)、存储器、外部设备(输入输出设备等)及总线等。软件是使计算机硬件系统高效率工作的程序集合，主要通过磁盘、磁带、程序纸、穿孔卡等来表达。可靠的计算机硬件如同一个人的强壮体魄，有效的软件如同一个人的聪颖思维。



机械鼠标的结构

数字化生活

互联网时代的信息技术

“当您下班离开办公室的时候，您的数字个人装置会下载那些可能包括您妻子要您购买物品的清单的电子邮件。您可以利用烹制晚餐的间隙，登录到你们家族的私人站点，发现所有的亲属都在聊天室里，讨论不久的家庭聚会有什么活动可以安排。当您准备看电视的时候，您可以使用一种代理软件帮助选择，它会根据您的标准在数字电视数以百计的电视节目中推荐几个节目，例如您选择看西部牛仔的竞技演出，看的时候您使用一个互动式菜单切入比赛并评判输赢，而观众的打分占最后成绩的一半；又如您收看一则小汽车的广告，绝大多数观众仅仅认为它是一辆小运货车，但软件提供的统计数字会表明这辆车并不适合您家使用，您需要一辆足够全家人使用的大货车。”这是微软巨子比尔·盖茨20多年前描述的互联网时代的日常生活，而这些早已经成为现实。那么，互联网技术是怎样改变人们的生活方式的呢？

什么是互联网

国际互联网，简称互联网，又称因特网，是英文Internet的译称。全世界拥有数以亿计的计算机，每台计算机就是一个小“仓库”，每个小仓库都存放有大大小小的“信封”，信封里都装有内容长度不等的信息。如此众多的计算机连在一起，每个计算机还有那么多的文件，如果没有一定的规则，要互相协调工作是绝对不可能的。于是，大家制定出一个共同遵守的协议，以方便人们查阅文件。这个协议即TCP/IP。它是一个真正的开放系统，是计算机之间最常应用的组网形式，也是建立互联网的基础。互联网正在越来越深刻地影响着人们的生活，我们正居住在一个数字化的地球上，并采取数字化的方式生存着。



在互联网上，你可以做很多事情，比如购买东西——每天至少有100万人通过互联网购买物品。

互联网构件

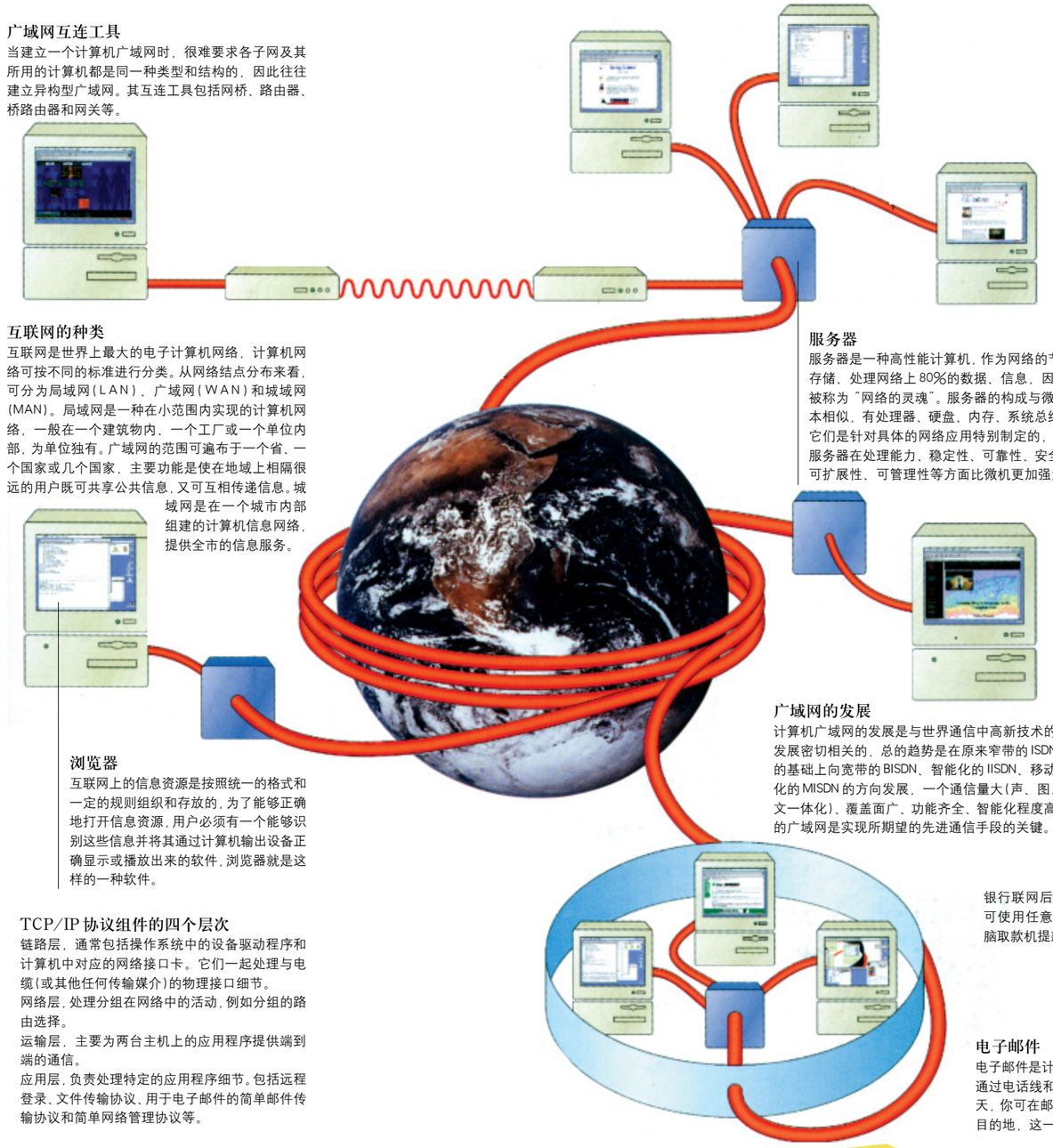
一个网络连接通常由客户机、传输介质和服务器三个部分组成。客户机是一个向服务器发出请求并等待响应的程序。网络采用客户机－服务器模式进行通信。一个服务器应用进程被动地等待请求，一个客户机应用进程主动地发起通信。一个服务器应用进程必须在远方的客户机进程尝试进行通信之前与协议软件进行交互，通知本地协议软件它所等待的信息的特定类型，然后等待信息的到来。当到来的信息与应用进程详细说明的信息类型完全匹配时，协议软件便将这个信息移交给应用进程。

广域网互连工具

当建立一个计算机广域网时，很难要求各子网及其所用的计算机都是同一种类型和结构的，因此往往建立异构型广域网。其互连工具包括网桥、路由器、桥路由器和网关等。

互联网的种类

互联网是世界上最大的电子计算机网络，计算机网络可按不同的标准进行分类。从网络结点分布来看，可分为局域网（LAN）、广域网（WAN）和城域网（MAN）。局域网是一种在小范围内实现的计算机网络，一般在一个建筑物内、一个工厂或一个单位内部，为单位独有。广域网的范围可遍布于一个省、一个国家或几个国家，主要功能是使在地域上相隔很远的用户既可共享公共信息，又可互相传递信息。城域网是在一个城市内部组建的计算机信息网络，提供全市的信息服务。



浏览器

互联网上的信息资源是按照统一的格式和一定的规则组织和存放的，为了能够正确地打开信息资源，用户必须有一个能够识别这些信息并将其通过计算机输出设备正确显示或播放出来的软件，浏览器就是这样的一种软件。

TCP/IP协议组件的四个层次

链路层，通常包括操作系统中的设备驱动程序和计算机中对应的网络接口卡。它们一起处理与电缆（或其他任何传输媒介）的物理接口细节。

网络层，处理分组在网络中的活动，例如分组的路由选择。

运输层，主要为两台主机上的应用程序提供端到端的通信。

应用层，负责处理特定的应用程序细节。包括远程登录、文件传输协议、用于电子邮件的简单邮件传输协议和简单网络管理协议等。

服务器

服务器是一种高性能计算机，作为网络的节点，存储、处理网络上80%的数据、信息，因此也被称为“网络的灵魂”。服务器的构成与微机基本相似，有处理器、硬盘、内存、系统总线等，它们是针对具体的网络应用特别制定的，因而服务器在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面比微机更加强大。

广域网的发展

计算机广域网的发展是与世界通信中高新技术的发展密切相关的，总的趋势是在原来窄带的ISDN的基础上向宽带的BISDN、智能化的IISDN、移动化的MISDN的方向发展，一个通信量大（声、图、文一体化）、覆盖面广、功能齐全、智能化程度高的广域网是实现所期望的先进通信手段的关键。

互联网的功能

互联网是一个应用平台，在它上面可以开展很多应用。首先，我们可以获取和发布信息。互联网是一个涵盖极广的信息库，你可以得到无穷无尽的信息，同时你也可以将自己的信息发布出来。电子邮件是互联网功能行使的一个重要方面，通过它我们能在世界任何地方收发信息。此外，还有网上交际、电子商务、网络电话、远程教育、远程医疗等。由于互联网技术的出现，通信技术也发生重大变革。无线通信方式介入互联网已成为现代、高效的信息传递方式，蓝牙技术的兴起和发展充分展示了网络通信的魅力。蓝牙技术产品与因特网之间的通信，使得家庭和办公室的设备不需要电缆也能实现互通互联，大大提高了办公和通信效率。互联网的出现为我们开拓了一个更新的时空，它正迅速成为人们日常生活中必不可少的一部分。

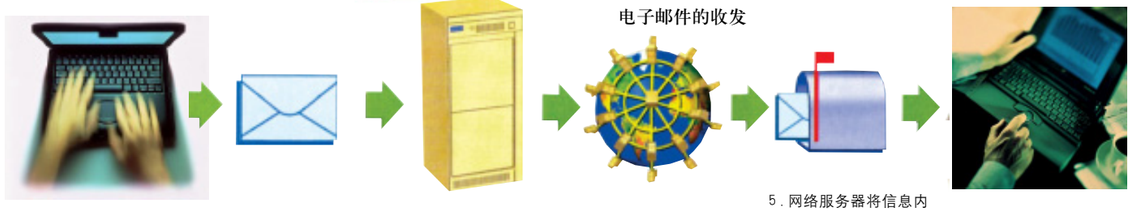


银行联网后，储户可使用任意一台电脑取款机提款。

电子邮件

电子邮件是计算机网络用户之间传递信息的一种方式，用户可以身处世界任何地方，通过电话线和互联网收发电子邮件。以前，电子邮件的内容仅限于文字信息，但今天，你可在邮件中附加图像、音响甚至影视内容等。电子信息可在数秒钟之内抵达目的地，这一时间取决于互联网硬件的运行速度，而与信息传越的距离远近无关。

电子邮件的收发



1. 因特网用户发电子邮件。
2. 客户软件将邮件信息编码通过互联网传递。
3. 邮件服务器可将邮件传往准确的收件网址。
4. 互联网将编码信息传给收件人所在区域的网络服务器。
5. 网络服务器将信息内容转换为收件人计算机软件可解读的形式，并将它安置入准确的邮箱。
6. 收件人接通服务器，所有新到的邮件信息被投递到他的电子信箱中。

毛细血管印出来

印刷术今昔录

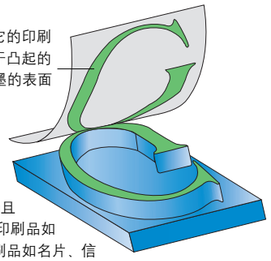
日本东京齿科大学利用一种特殊的印刷技术，成功培育成与人体血管形状相同的毛细血管。研究人员先对人眼底毛细血管进行拍摄；然后通过照射紫外线，把图像中血管的形状固定在由光触媒覆盖的基片上，印出血管的形状；最后，研究人员在印痕上粘附从人体其他静脉中采集到的血管皮细胞，由于此印痕含有水分，细胞容易附着，所以几天内就会长出和眼底毛细血管形状相同的血管，其长度可达5～6厘米。如果用类似的方式在心脏内部生成毛细血管，将会对治疗心肌梗塞大有帮助。特种印刷的技术已经应用在了医学领域，如今的印刷工艺不再是简单的复制流程，它更多地运用了图像信息处理技术、激光技术、高分子化学材料和其他各种尖端科学成果，印刷工业将因此得到长足的进步。

凸版印刷

凸版印刷是一种古老的印刷方法，它的印刷部分突出于非印刷部分。当油墨涂于凸起的表面并且用一张纸覆压在这涂过油墨的表面上时，油墨就转移到纸上了。

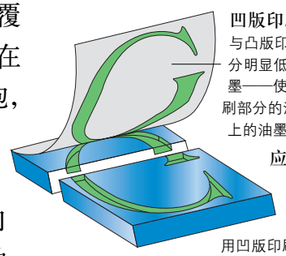
应用

因为凸版印刷中，印刷部分与非印刷部分有着明显的高低差，因此印刷成品不仅色调鲜艳、油墨浓厚，而且线条与文字也都很清楚。一些大型印刷品如报纸、杂志、广告传单等和小型印刷品如名片、信封、请帖、报表、标签、包装纸盒等都用此方法。



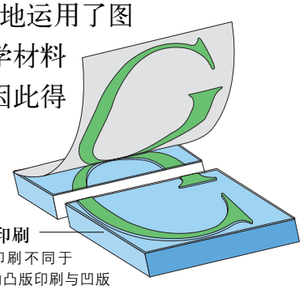
凹版印刷

与凸版印刷的原理正好相反，凹版印刷的印刷部分明显低于非印刷部分。印刷时印版上先涂满油墨——使凹陷(印纹)处留有油墨，接着去除非印刷部分的油墨，再借助印刷机的滚筒压力将凹纹上的油墨转印到纸上去。



应用

凹版印刷因为版面耐度极强，因此适合大量印刷。不过，由于制版印刷的成本较其他印刷高，一般性的印刷物很少采用凹版印刷。过去的雕刻凹版主要应用在有价证券的印刷上，如礼券、邮票、股票、纸钞等；现在的照相凹版，因制作过程较麻烦且费用较高，故很少用在一般印刷上，通常以大数量的印刷为主，如彩色杂志、广告宣传单等。



彩色平板(胶印)印刷机的工作流程

此印刷机由四台前后相连的单色印刷机组成。每台印刷机分别印刷蓝、黄、红、黑四种标准色。只要将标准色构成的各种颜色准确套印，就能得到所需要的印刷品。

蓝色印刷机

被吸起的纸张送到第一台蓝色印刷机上。

吸气装置

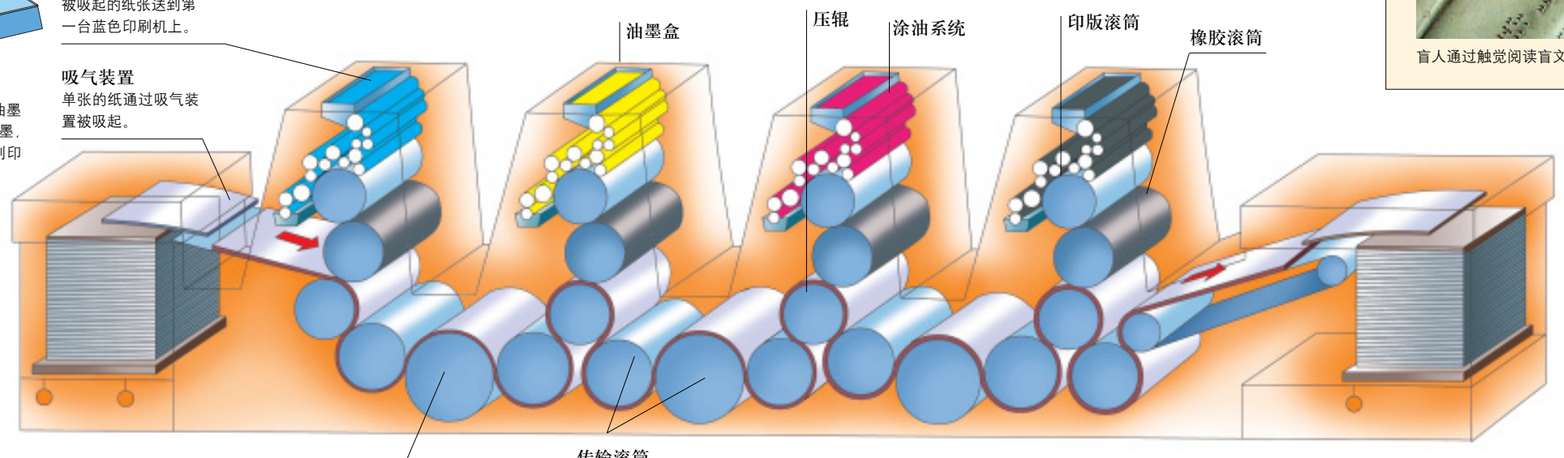
单张的纸通过吸气装置被吸起。

平版印刷

平版印刷不同于前述的凸版印刷与凹版印刷，其版面上印刷部分与非印刷部分在同一平面上。平版印刷利用印刷油墨与水不相容的化学原理，使印纹的部分沾满油墨，非印纹的部分只吸收水而排斥油墨，因此达到印刷的效果。

应用

平版印刷不仅制版快速、价格低廉，同时装版容易、套色精准，目前已成为印刷业的主流工艺。由于适用于平版印刷的大小印刷机相当齐备，因此可适应各种不同尺寸、颜色、印量等的要求。除了图书、杂志外，其他如报纸、广告、日历、包装纸、说明书等各种大小、不同数量的印刷品全都适合采用平版印刷。



滚筒

滚筒起传输作用，把经过第一台印刷机的纸张运送到下一台印刷机上。

印刷术发展史

自中国北宋的毕昇创造了活字印刷术以来，各种印刷工艺在世界各地传播开来。1439年，德国的谷登堡制造出木制凸版印刷机。1812年，德国的柯尼希制成第一台圆压平凸版印刷机。1847年，美国的霍伊发明轮转印刷机。1904年，美国的鲁贝尔发明胶版印刷机。20世纪50年代以前，传统的凸版印刷工艺在印刷业中占统治地位，印刷机的发展也以凸版印刷机为主。20世纪60年代以后，具有周期短、生产率高等特点的平版胶印工艺开始兴起和发展，并逐渐取代了铅合金凸版印刷。此外，软凸版印刷、孔版印刷、静电印刷和喷墨印刷等也得到了发展。





泥活字版示意模型与其印刷品



现代化的全自动印刷每小时可印上千册杂志。

印刷机的种类

印刷机的发明和发展，对于人类文明和文化的传播具有重要作用。它的种类很多，按使用印版的不同可分为凸版印刷机、凹版印刷机、平版印刷机和孔版印刷机四类；按装版和压印结构可分为平压平式印刷机、圆压平式印刷机和圆压圆式印刷机三类；另外也可根据可印颜色、单双面等进行分类。

印刷术的前景

印刷品具有信息量大、图像质量高、成本低廉、阅读方便和便于长期保存等优点。通过卫星传递的文字图像信息数据处理系统，使远距离地区同时出版书报成为现实。不用照相软片，以激光扫描直接制版的新工艺已趋于成熟。电子彩色图像处理系统可以存储、处理彩色图像信息，将其显示在荧光屏上修正色调和层次，并能组合、变化图像。高速多色胶印机上将更多地装备各种计算机控制系统，能精确控制套印准确程度，实现印刷过程的自动化管理。包括合成纸在内的印刷适应性更好的纸张与印刷油墨相继出现，其中紫外线固化印墨已在生产上应用。大面积彩色喷墨印刷技术进入实用阶段，全息印刷、立体印刷和热敏复制等新技术也取得显著进展。在各种高新科技成果得到有效应用的基础上，印刷品还将对人类文化发展继续做出贡献，前景十分广阔。

盲文印刷

盲文是由凸起的点组成的拼音文字。盲人用手触摸点的位置，以此识读文字。因此，盲文书籍是利用特殊的方法印刷的。印刷时，将双层凹凸的铁皮印版分别固定在圆压圆印刷机的两个滚筒上，对准规矩，安装好卷筒纸版；机器启动后，纸版从印版中穿过，经滚筒加压，纸版上便形成隆起的盲文圆点。



盲人通过触觉阅读盲文书籍。

我们见到的彩色印刷品是由四种颜色共同合成的。



直冲云霄

越来越“高”的建筑技术

2003年，台湾101大楼完成塔尖微调定位，将60米高的塔尖顶出塔顶，使得主体建筑垫高至508米，成为世界最高的建筑。“世界最高建筑”的桂冠一直在推动着人们挑战建筑工程的极限。不论是1890年美国的约瑟夫·普利策20层报业大楼、1931年的帝国大厦，还是马来西亚吉隆坡的双子塔，都曾一度代表着当时最先进的建筑技术。而即将兴建的是更高的摩天大厦，包括美国纽约市的自由塔以及韩国汉城的商务大厦，将达到700米甚至上千米。为了解决城市不断膨胀的人口和有限的城区地面使用面积的矛盾，高层建筑已成为城市发展的一种必然选择。那么，越建越高的建筑物是凭借什么直冲云霄的呢？



美国芝加哥的希尔思大厦，高443米。



马来西亚吉隆坡的双子塔，高452米。

结构设计

高层建筑的基本结构体系分为框架体系、剪力墙体系、筒式体系等主要结构体系。早期的高层建筑多为框架体系，用这种方法建筑大楼会受到一定限制，因为如果超过一定高度，整体框架就会承受不住楼房的重量而倒塌。运用剪力墙体系的建筑技术可建盖40多层的超高层建筑，这种结构使楼房具有一个核心，通常由相互交错的钢筋混凝土墙构成，它能承受作用于大楼的力量以及楼房本身的重量。筒式体系所有承重部分都向外延伸，这样能够承受更多的大楼本身的重力及其所受到的外力，这种建筑结构的典型特点是外墙体有很多通过横梁的桩或柱。



美国纽约的世界贸易中心，高417米（2001年因遭恐怖分子袭击而毁）。

建筑地基

地基是整个建筑工程中的一个重要组成部分，它质量的好坏以及基础设计是否合理，不仅直接影响工程造价，而且关系到建筑物的安危。地基类型的选择，应根据建筑场地的地质、水文、上部结构荷载、建筑材料、施工条件等因素，全面深入地调查、分析，经综合比较后才能确定。当高层建筑的地基特别软弱、荷载又很大时，地基可做成由钢筋混凝土整片底板、顶板和钢筋混凝土纵横墙组成的箱形基础。这种基础像一块巨大的钢筋混凝土空心板，其整体抗弯能力相当大，使上部结构不易开裂，但其造价较高，常在高层建筑及重要的构筑物中运用。

摩天大楼

摩天大楼在建筑方面不仅要求坚固、稳定性好，更要能够抵御强风、地震等自然力的破坏。整座建筑物的重量由地基承载，地基被牢固地置于土层或岩石层上。摩天大楼地上主体部分是由钢材或混凝土制成的一个完整框架，由框架承载墙体、屋顶及楼层的重量，对整座建筑施以支撑。现在的摩天大楼通常是一座整体的管状建筑，像个硕大无比的烟囱，筒壁上开挖一些孔洞做窗户。“烟囱”内部加有支撑，然后一层一层地装设楼板。楼板的中央是空的，使整座大楼的中间形成竖井般的空心。

建筑材料

随着现代建筑技术的发展，对建筑物功能的要求愈加科学合理，因此建筑材料必将配合建筑物的功能要求而发展。这些材料的功能包括保温、隔热、隔音、防潮、防雨、防火、轻质、充分利用太阳能、抗震、无毒等。

楼板

楼板除了承受竖向荷载并将它传给框架外，还将水平力传到各个柱上，因此楼板平面内的刚度、整体性和承载力十分重要。

外饰

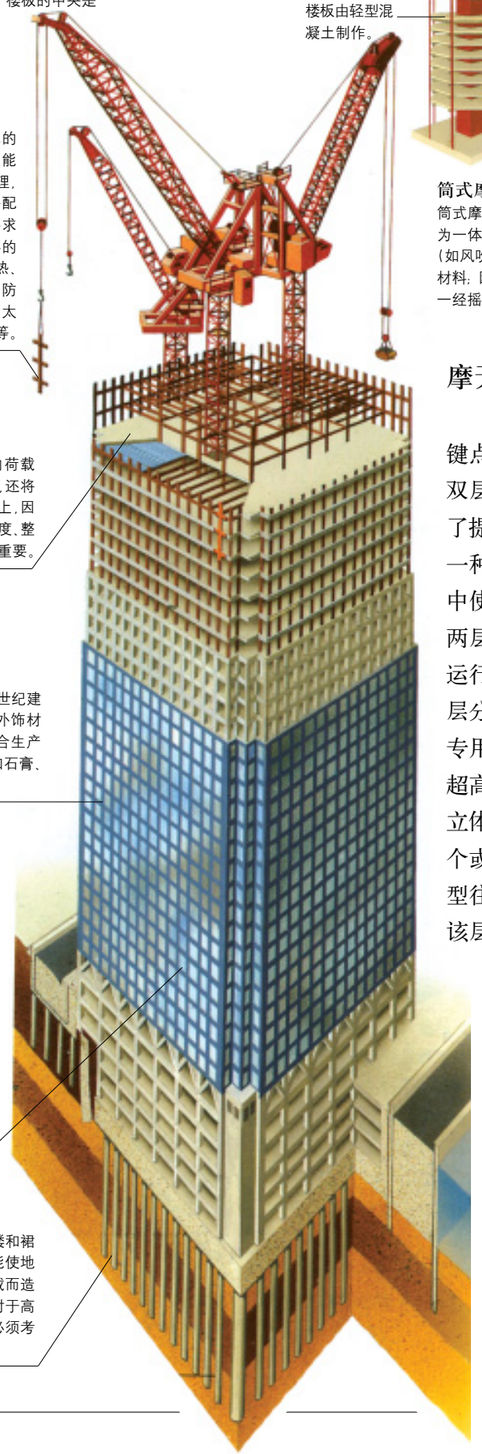
建材外饰品的应用是21世纪建筑物的一个重要特征，外饰材料是用两种以上材料组合生产的高性能复合材料，例如石膏、低辐射玻璃等。

剪力墙

剪力墙又称抗风墙或抗震墙、结构墙，分平面剪力墙和筒体剪力墙。平面剪力墙用于钢筋混凝土框架结构、升板结构、无梁楼盖体系中。筒体剪力墙用于高耸结构和悬吊结构中，由电梯间、楼梯间及辅助用房的间隔墙围成，其刚度和强度较平面剪力墙高，可承受更大的水平荷载。

混凝土基础

高层建筑通常由主（塔）楼和裙楼构成，这种情况有可能使地基承受不均匀的竖向荷载而造成结构的沉降。所以，对于高层建筑的设计和施工，必须考虑地基沉降的问题。

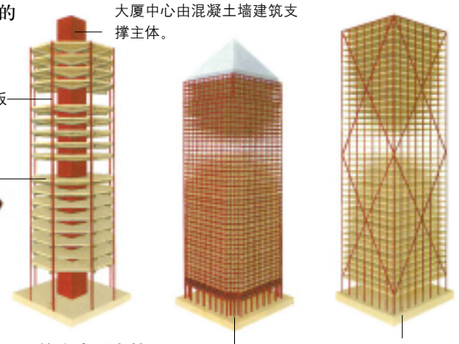


剪力墙结构的摩天大楼

大厦中心由混凝土墙建筑支撑主体。

悬梁承受楼板重量。

楼板由轻型混凝土制作。



筒式摩天大楼

筒式摩天大楼密集的梁柱使整个大楼成为一体。而且，为了抗拒自然力的影响（如风吹、地震等），要使用有弹性的建筑材料；因为一旦使用劣质无弹性的钢筋，一经摇动，楼体很容易断裂，造成灾难。

今天的摩天大楼

为了建得更高，如今的摩天大楼多在外结构上增加对角线梁杆，这样可以避免因增加内梁柱带来的不便，使楼房有更多的空间作室内设计。

摩天大楼的电梯

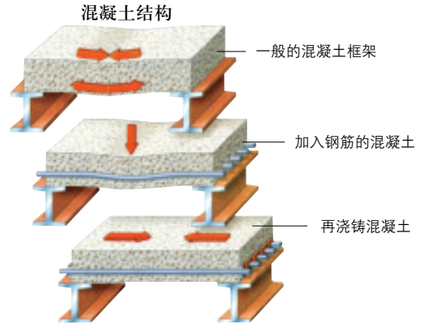
电梯是高层建筑建设中的一个关键点。高层建筑所使用的电梯通常有双层电梯和立体电梯。双层电梯是为了提高电梯井道的运输能力而采用的一种电梯形式，较适合在超高层建筑中使用。它在同一梯井内安装上、下两层重叠在一起的双层轿箱，使每次运行具有两台电梯的运输能力，出发层分上下两层，停止层分别为偶数层专用和奇数层专用。立体电梯厅也是超高层建筑所采用的电梯方式。所谓立体电梯厅就是在建筑物的上部设一个或几个特定的换乘层电梯厅，用大型往复电梯将乘客运至换乘层，再从该层电梯厅换乘普通分区电梯。

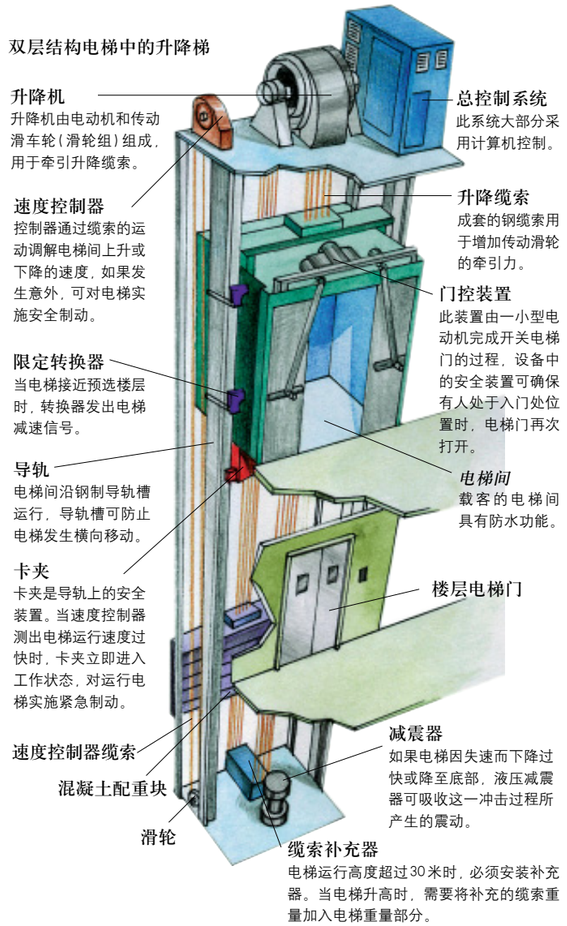
世界最轻的摩天大楼

美国加利福尼亚建筑师彼得·特斯特和奥雅纳纽约结构设计公司正在合作研究设计直径40米、主要由碳纤维作为建筑材料的40层摩天大楼，它将成为世界上最轻的摩天大楼。这座摩天大楼将由40根碳纤维棒（每根棒的断面30毫米宽、300毫米高）沿着建筑物的外围从底部至顶部螺旋形上升而形成的菱形网络，组成了一个刚度很大的筒体结构，来承受大楼的竖向和水平荷载。

建筑材料

建筑材料有基本建筑材料和装饰材料之分：基本建筑材料主要指建筑物的基础材料、承重材料，例如水泥及其代用品、大理石和砖瓦制品等；装饰材料主要指用于基本建筑材料表面的材料，起保护、防护、美化等作用，例如板材、内墙涂料等。此外，还有很多突出节能、环保的新型建筑材料。

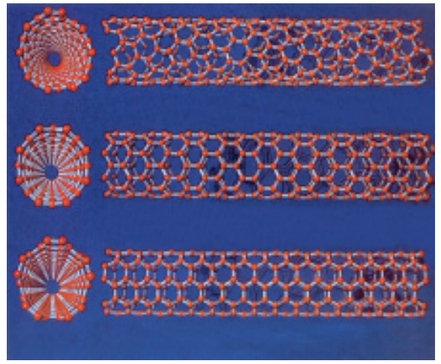




从地球到月球的天梯

走近纳米世界

碳纳米管在1991年被人类研制成功，它是由石墨碳原子层卷曲而成的碳管，管直径一般为几个纳米到几十个纳米，管壁厚度仅为几个纳米，结构很像铁丝网卷成的一个空心圆柱状“笼形管”。它非常微小，5万个并排起来才有人的一根头发丝宽！碳纳米管韧性很高，既轻又结实：其强度比钢高100倍，比重却只有钢的1/6。因为性能奇特，碳纳米管被科学家称为未来的“超级纤维”。这种超级纤维的潜在用途十分诱人：用这样轻而柔软，又非常结实的材料做防弹背心是最好不过的了；碳纳米管的细尖极易发射电子，可用来做电子枪；还可用它做成只有几厘米厚的壁挂式电视屏，这也是电视制造业新的发展方向。碳纳米管超强的韧性更可作为加强材料制造强度更高的复合材料，如果用作制造绳索，它将是唯一可以从月球上挂到地球表面而不被自身重量所拉断的“天梯”。到那时，人们在月球定居也许就会成为现实了。由此可见，纳米技术必将在信息技术、医学、环境科学及能源等诸多领域发挥更加神奇的作用，给人类的生活带来深远影响。



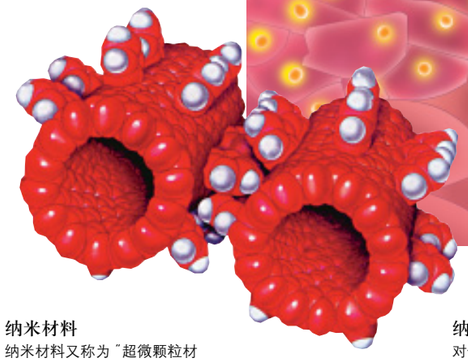
碳纳米管
碳纳米管之所以强度极高是因为管中的碳－碳键非常稳定。研究人员希望将碳纳米管作为复合材料的加强材料，目前有待解决的问题是碳纳米管的尺寸太小，难以直接测量其结构性能。

纳米技术
进入21世纪以来，纳米技术已经成为科学界的热门话题。这项技术将推动信息、医学、自动化及能源科学的迅速发展，给人类生活带来新的变化。

何谓“纳米”

纳米(nm)，是英文namometer的译名，是一种和厘米、分米一样的尺度单位，为10^{-9}米。纳米与米的对比，就像一个网球与一个地球，或者说，一只蚂蚁与一条5000千米长的公路。纳米概念是科学家创造的术语，可纳米物质却不是人类的新发明，纳米材料在自然界中早就存在。中国古代的人们已经知道用收集到的蜡烛燃烧的烟尘来制造精墨。其实这种烟尘就是纳米尺寸的碳墨。中国古代制造的铜镜表面有一层薄薄的防锈层，这就是纳米氧化锡构成的一层薄膜。当材料被细化到纳米量级时，其物理特性极其活跃：声、光、磁、热、力等可能产生特殊的变化，使纳米微粒具有该材料在宏观尺寸时所不具备的许多奇异的物理、化学特性。

跟踪
纳米颗粒比人体细胞要小得多，而且具有发光功能。科学家们把这种纳米颗粒送进人的器官内，然后从人体外部向内照射近红外线，纳米颗粒在体内也会发光，这样就可以跟踪了解人体细胞的变化情况，从而达到追踪病毒的效果。



纳米材料
纳米材料又称为“超微颗粒材料”，由纳米粒子(超微颗粒)组成。当人们将宏观物体细分成超微颗粒(纳米级)后，它将显示出许多奇异的特性。

纳米“齿轮”
纳米机械专家设计出了只由几个分子构成的微小“齿轮”。

纳米的医学贡献
对于运用在生物工程方面的纳米技术研究主要有两个方面：一是利用纳米技术跟踪生物体内活动；另一方面是利用纳米颗粒极高的传感灵敏效应对疾病进行早期诊断。

早期诊断
纳米技术可对前列腺癌、直肠癌等多种癌症类型进行早期诊断。其具体做法是：将人的血液——哪怕是很少的一小滴血，放在一块用纳米技术做成的检测板或仪器上，当仪器传感器中预置的某种癌细胞抗体遇到相应的抗原时，传感器中的电流会发生变化，通过这种电流变化就可以判断血液中癌细胞的种类和浓度。

纳米科技

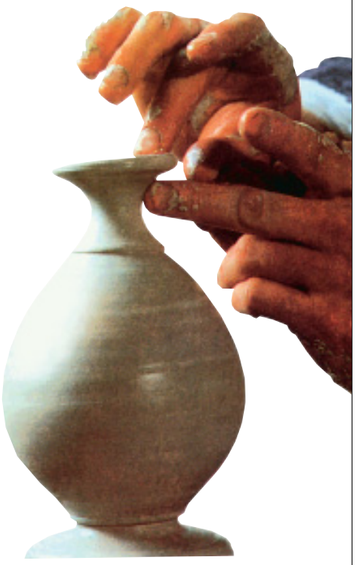
纳米科技的应用也就是在纳米尺寸范围(10^{-10}～10^{-7}米)内认识和改造自然，通过直接操作和安排原子、分子创造新物质。纳米科技的研究内容包括创造和制备性能优异的纳米材料，设计、制备各种纳米器件和装置，探测和分析纳米量级的性质和现象等。纳米科技大致涉及以下七个分支：纳米材料学、纳米电子学、纳米生物学、纳米物理学、纳米化学、纳米机械学(制造工艺学)、纳米加工及表征。这些分支科学的每一门类都是跨学科的边缘科学，不是某一学科的延伸或某一项工艺的革新，而是许多基础理论、专业工程理论与当代尖端高新技术的结晶；并且主要以物理、化学等的微观研究理论为基础，以现代高精密检测仪器和先进的分析技术为手段，是一个原理深奥、科技顶尖和内容极广的多学科群。



纳米电视
纳米材料可制成极好的微细探针和导线。它使壁挂电视技术更加先进，并可能在将来替代硅芯片，从而引发计算机行业的革命。

纳米器件
纳米器件在航空航天领域的应用，不仅增加了航空航天器的有效载荷，更重要的是使耗能指标大幅度降低。





纳米陶瓷
随着纳米技术的广泛应用，纳米陶瓷随之产生，并希望以此来克服陶瓷材料的脆性，使陶瓷具有像金属一样的柔韧性和可加工性。

纳米技术的广阔前景

纳米技术将给医学带来变革，例如：纳米级粒子将使药物在人体内的传输更为方便，用数层纳米粒子包裹的“智能药物”进入人体后可主动搜索并攻击癌细胞或修补损伤组织。在电子领域，有从阅读硬盘上读取信息的纳米级磁读卡机以及存储容量为目前芯片上千倍的纳米级存储器芯片等高科技产物。环境科学领域将出现功能独特的纳米膜，这种膜能够探测到由化学和生物制剂造成的污染，并对这些制剂进行过滤，从而消除污染。利用先进的纳米技术，还可制成含有纳米电脑的、可人－机对话并具有自我复制功能的纳米装置，它能在几秒钟内完成数十亿个操作程序。还可利用具有强红外吸收能力的纳米复合体系来制备红外隐身材料，这也是很具有应用前景的技术开发领域。

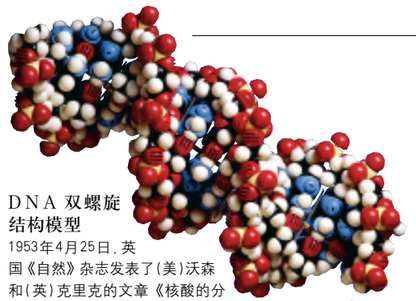
不用洗的“纳米服”

我国开发出一种纳米新技术——使油或水无法与服装材料的表面直接接触。经过这种技术处理过的纺织材料(棉、麻、丝、毛、绒、混纺、化纤等)表面形成了一层稳定的气体薄膜，不仅具有防水、防油的功能，也能阻止墨水、果汁、酱油等液体的“入侵”，同时还使这种纺织物具有了杀菌、防辐射、防霉等特殊效果。这种技术将改变人们用洗涤剂洗衣的习惯，即使洗也只需要用水一冲，这不仅大大节约了水资源，还减轻了对水环境的污染。这一技术在其他领域也具有广阔的应用价值，如各种金属表面经处理后，其防腐性能将大大提高；输油管道的管道内壁采用此技术处理后，可以实现石油与管道壁的无接触运输，这对于管道安全高效运行、减少渗漏损失有重要价值。

DNA 图腾

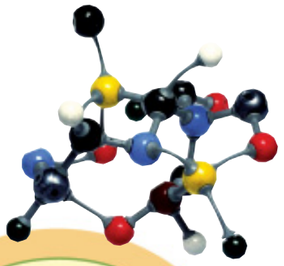
——“复制”世界的基因工程——

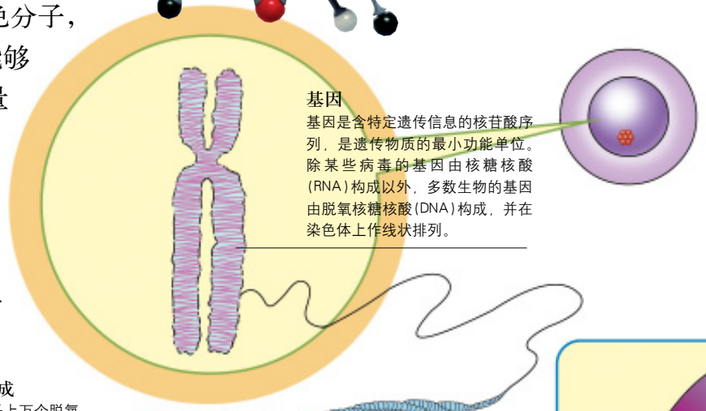
每个人的DNA都可以提取出来，并制成项链挂在脖子上——这是千真万确的！英国一家公司开拓了一项新业务——将顾客的DNA图谱设计成首饰出售，并获得了意想不到的经济效益。这家公司位于英国北部，其主业是替一些医疗公司收集DNA样本。看多了奇形怪状的DNA结构图，公司董事长灵机一动，认为可以根据DNA图谱打造首饰出售。送礼人可用棉签蘸取收礼人的唾液，然后送交公司检验DNA结构，同时写明自己的要求。不久，收礼人就会收到根据自己的DNA结构做成的项链或手链等饰物了。我们都知道，DNA是极小的无色分子，不能被肉眼看见。然而，现在的生物技术已经能够运用特殊的提取技术和纯化过程，实现分离大量的DNA分子的目的，并使其形成肉眼可见的结晶。这种DNA首饰正是运用了这一技术使无形的DNA分子成了真正有形的“图腾”。自DNA被发现以来，人们利用它的种种特性和规律不仅揭开了遗传的秘密，更为各项生物技术的蓬勃兴起奠定了坚实的基础。



DNA双螺旋结构模型

1953年4月25日，英国《自然》杂志发表了(美)沃森和(英)克里克的文章《核酸的分子结构——脱氧核糖核酸的一个结构模型》，共同提出了DNA分子的双螺旋结构模型，从此揭示了生命遗传的奥秘。



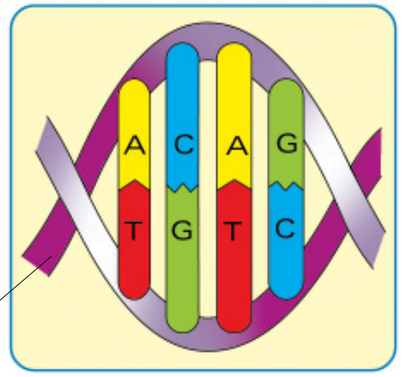


基因

基因是含特定遗传信息的核苷酸序列，是遗传物质的最小功能单位。除某些病毒的基因由核糖核酸(RNA)构成以外，多数生物的基因由脱氧核糖核酸(DNA)构成，并在染色体上作线状排列。

DNA的构成

DNA是由成千上万个脱氧核苷酸通过磷酸二酯键连接而成的一类核酸，是染色体的主要成分。



DNA双链

DNA由两条多核苷酸链构成，这两条链的方向相反；脱氧核糖和磷酸形成的骨架在外侧，碱基在双螺旋内侧，两两配对；每对碱基处于同一平面，而和中心轴垂直，不同碱基对的平面互相平行。

遗传操纵技术

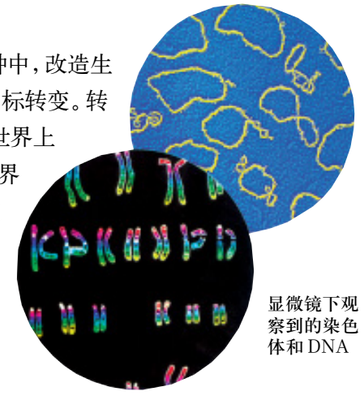
在分子生物学的基础上发展起来的基因技术，通过人工转移和重组DNA，增加生命体的基因种类，从而设计和重新安排生命过程。通过这种遗传操纵技术来培育有新组合性状的新品种，要比通过自发突变方法得到新品种的速度快几亿倍。

基因工程

基因工程又称“重组DNA技术”，是体外重新组合脱氧核糖核酸(DNA)分子，并使它们在适当的细胞中增殖的遗传操作。这种操作可把特定的基因组合到载体上，并使之在受体细胞中增殖和表现。这种重组DNA技术的基因工程一般包括四个步骤：一是取得符合人们要求的DNA片段，这种DNA片段被称为“目的基因”；二是将目的基因与载体DNA分子连接成“重组DNA”；三是把重组DNA引入宿主细胞；四是把目的基因能表达的宿主细胞挑选出来。基因工程在20世纪取得了很大的进展，转基因技术和克隆技术便是两个有力的证明。

转基因技术

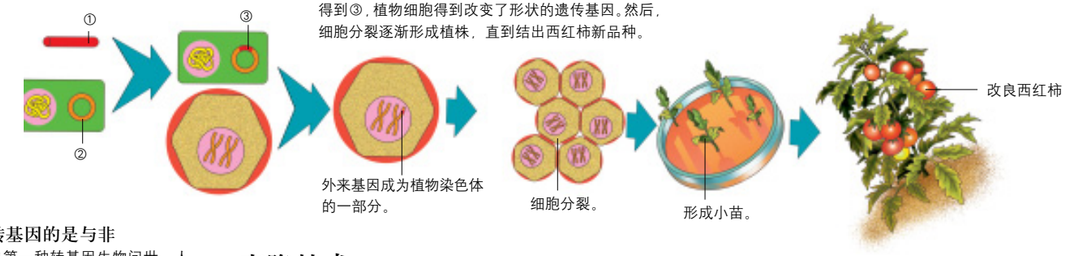
转基因技术是指利用分子生物学技术，将某些生物的基因转移到其他物种中，改造生物的遗传基因，使得到的生物在性状、营养和消费品质等方面向人类需要的目标转变。转基因技术在农业生产、动物饲养和医药研究诸多领域有着广泛的应用前景。世界上第一种转基因植物是1983年培育成功的一种含有抗生素药类抗体的烟草。世界上第一种转基因食品是1993年投放美国市场的转基因晚熟西红柿。转基因技术在动物饲养领域也取得了很大进展，这些通过转基因技术获得特殊基因的动物不仅可能直接生产多种药品——比如转基因绵羊能生产人的一种蛋白酶，而且利用这些动物的器官还可能对人类器官进行移植。



显微镜下观察到的染色体和DNA

转基因西红柿的培育

将基因①与土壤中杆菌的脱氧核糖核酸环②连接起来得到③，植物细胞得到改变了形状的遗传基因。然后，细胞分裂逐渐形成植株，直到结出西红柿新品种。



转基因的是与非

自第一种转基因生物问世，人类有关转基因技术和转基因产品的争论就从未停止。对转基因技术的主要担心有：含有抗虫害基因的食品是否会威胁人类健康；转基因产品对环境的影响；转基因产品是否会破坏生物多样性；转基因产品带来的伦理问题等。

克隆技术

克隆(Clone)是指在遗传上和原有生物体一模一样的生物个体，也就是说克隆具有和原有生物体完全相同的基因，同时克隆也指这种“复制”的过程。克隆一般指DNA克隆，即DNA重组；在个体水平上，克隆也指基因型完全相同的两个或更多的个体组成的群体，比如，两个同卵双胞胎即为一个克隆。克隆技术已经在一些领域取得了成功：在农业方面，人们利用克隆技术培育出大量具有抗旱、抗倒伏、抗病虫害的优质高产品种，大大提高了粮食产量；克隆技术对保护珍稀、濒危物种具有很大的应用前景；在医学方面，人们正是通过克隆技术生产出治疗糖尿病的胰岛素、使侏儒症患者重新长高的生长激素和能抗多种病毒感染的干挠素等。



双胞胎是生活中常见的克隆现象。



科学家与克隆羊

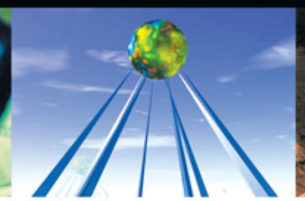
太空生物

人类想要在月亮、火星上居住的话，就必须先搞清楚包括人类在内的地球生物是否适应太空的生存环境。事实上，地球上所有的生物都可以从遗传学上对其进行改造，科学家正试图通过基因技术创造出适合在太空环境生存的生物。人们在太空站上也做了一系列生物科学试验，对一些经过数代遗传进化生物的基因做进一步的分析研究，希望能发现适应太空生存环境的生物。因此，科学家和国宇航员们正在为试验出适合太空生存环境的生物而不断努力着。



转基因植物——紫色康乃馨









学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

本书采用最先进的科学研究方法，撷取科学、自然、历史
三大领域中最前沿的探索成果，将一个个激动人心、
引人入胜的发现过程一一展现在读者面前，
激发培养创造性的思维方式。

探索

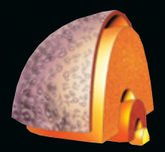
人类穿越时空的奥秘 • 魔术方阵的无穷魅力
复制世界的克隆技术 • “魔鬼城”的真实来历 • 植物起死回生之术
最早的美索不达米亚文明 • 古代埃及人的宗教信仰

学习

GPS如何布下“天罗地网” • 列车悬空“飞行”的原理
蜜蜂为何能拥有和睦的家庭生活
古希腊高度发达的城邦体制 • 古罗马的城市文明

发现

印刷机下的毛细血管 • 地心深处的秘密 • 叶片上的肉食大餐如何发生
睡眠时奇妙的大脑活动 • 秦始皇陵地宫的秘密
南太平洋上神秘的孤岛文化 • 伟大航海家哥伦布的传奇身世













学生探索百科全书 中

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

北京出版社 北京出版社出版集团

学生探索百科全书

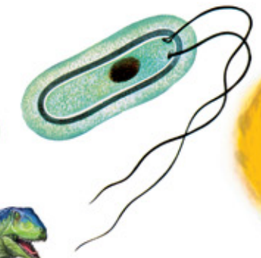
THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

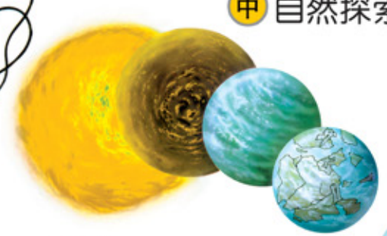
神秘的黑洞究竟如何吞噬宇宙中的星体?
诡异的龙卷风为何对大地施行选择性的摧毁?
神奇而壮观的动物大迁徙是怎样发生的呢?
人类失去痛觉意味着什么?

How does fhe black hole swallow the stars?
Why does the whirlwind destroy everything?
What is the cause the great migration of animals?
What shall happen if human loses pain?

中 自然探索





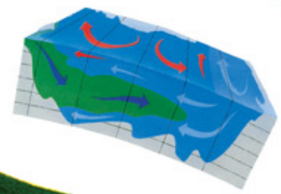


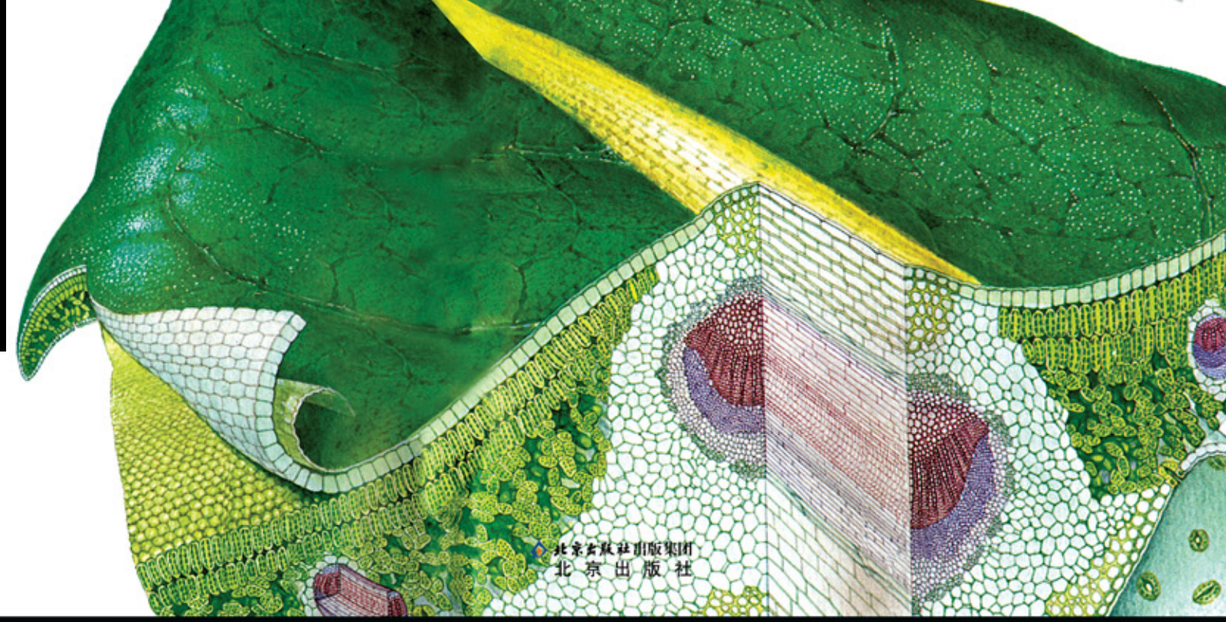












北京出版社出版集团 北京出版社

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION • 学生探索百科全书 • THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA
OF STUDENT EXPLORATION

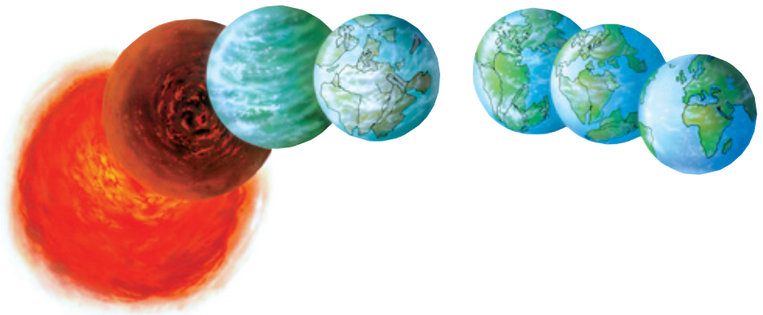
— 中卷 —

自然探索



北京出版社

学生探索百科全书
THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION
中卷·自然探索



目录

第一章 宇宙

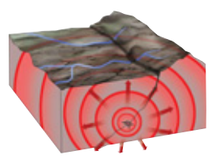
从宇宙深处传来的信息 120
宇宙背景辐射 120
宇宙形成的大爆炸理论 121
有待于探明的宇宙形状 121
来自天河传说的启示 122
银河在哪里 122
银河系的自转 123
银河系的空间运动 123
漫长的生命之旅 124
恒星诞生 124
平稳的活动状态 125
恒星的生命特性 125
“自由号”卫星的惊人发现 126
黑洞家族 126
探测黑洞 127
黑洞引力的形成 127
占星术中的玄机 128
星座命名 128
星座中的星星排位 129
星座的运动 129
从五行说起 130
太阳系成员 130
行星 131
行星的卫星 131
拜访地球的亲兄弟 132
水星的秘密 132
金星的谜团 133
探寻火星上的生命 133
到底是不是恒星 134
巨行星的特点 134
行星中的“巨人”——木星 135
长“耳朵”的土星 135
再也藏不住的远日行星 136
躺着转的天王星 136
蓝色的海王星 137
神秘未知的冥王星 137
卫星被太阳风暴“击中”了 138
太阳风暴是怎么回事 138
太阳活动 139
太阳黑子形成 139
不会被磨灭的脚印 140
人类的探月方式 140
月球的世界 141
月球的起源 141
被掠夺的光明 142
日食现象 142
月食现象 143
日食和月食的出现规律 143
谁让月亮变了脸 144
月球运动 145
月相成因 145
月球运动对地球的影响 145
祸起四方的灾星传言 146
彗星的旅程 146
彗星的形态变化 147
慢慢消逝的命运 147
外星人你在哪里 148
外星球存在生命的可能性 148
关于外星人存在与否的争论 149

第二章 地球

地球的身世之谜 152
地球的起源之说 152
地球的年龄 153
原始地球的变化 153
向地心进发 154
地震波带来的地球内部信息 154
地球内部结构 155
沧海桑田的巨变 156
地壳运动 156
垂直运动 157
水平运动 157
大地颤动了 158
地震是怎样发生的 159
致命的海啸 159
来自地下的灾难之火 160
火山爆发 160
火山活动区 161
火山监测 161
钻石谷中多毒蛇的秘密 162
矿物的发光性 162
矿物形成 163
用途特殊的矿物——宝石 163
与流星擦肩而过 164
大气层结构 164
大气层存在的意义 165
探究臭氧层 165
揭开海底的秘密 166
海底地形 166
海底沉积物 167
海底扩张 167
谁制造了“杀人浪” 168
无处不在的海浪 168

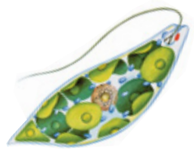
遍布全球的洋流　169
可怕的“海底风暴”　169
与文明相伴发展　170
河蚀作用　170
搬运作用　171
沉积作用　171
“魔鬼城”的来历　172
“魔鬼城”形成　172
风蚀作用　173
风蚀地貌　173
楼兰古城的消亡　174
沙漠的特点　174
沙丘形成　175
土地沙漠化　175
离奇的佛光　176
佛光本质　176
佛光的发生环境　176
佛光成因　177
千变万化的云　178
云的发生条件　178
各式各样的云　178
云层的形成与消散　179
“晴天霹雳”是怎么回事　180
雷电本质　180
奇形怪状的闪电　180
各种雷声　181
天降奇物之谜　182
龙卷风来了　182
成因分析　183
龙卷风的特点　183
天上“水世界”的赐物　184
降水成因　184
雨雪转化　184
雹的发生　185







第三章 生物



“地球尖叫起来了”　188
生命的本质　188
生命的诞生　188
生命形式复杂化　189
发现化石里的侏罗纪公民　190
认识恐龙　190
恐龙家族的兴衰　191
恐龙的灭绝　191
微生物“宇航员”　192
微生物王国　192
微生物的特点　193
对自然界的贡献　193

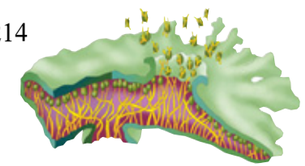
解读树木的年轮　194
木质茎与草质茎比较　194
茎加粗　195
年轮的形成　195
会跳舞的植物　196
植物的运动　196
植物的向性运动　197
植物的感性运动　197
神奇的起生回生　198
抗旱策略　198
耐湿热的技巧　199
适应严寒的本领　199
叶片上的肉食大餐　200
食肉植物　200
生存环境　201
秘密陷阱　201
装死的真相　202
形形色色的伪装　202
弱者的生存之道　203
防身自卫　203
它们要到哪里去　204
迁徙行为　204
迁徙的原因　205
定位导向能力　205
长睡不醒　206
动物的冬眠习性　206
冬眠动物的代谢特征　207
动物的入眠与觉醒　207
动物也有情感吗　208
奇妙有趣的求偶行为　208
择偶的特点　209
求偶的意义　209
和睦的家庭生活　210
有序分工　210
工蜂的一生　211







分蜂　211
人类无法模仿的飞行　212
鸟类飞行探源　212
特异的体型　213
适于飞行的生理构造　213
不高明的鹦鹉学舌　214
发声的用意　214
发声方式　215
各异的听觉　215
难舍难分的共生情结　216
共栖　216
互利共生　217
寄生　217
失去痛觉意味着什么　218
认识疼痛　218
疼痛的感觉及反应　219
因人而异的痛感　219
“主场获胜”归功于谁　220
什么是激素　220
激素分泌控制　220
激素与神经的协作　221
寻找脑袋里的“瞌睡虫”　222
睡眠控制　222
睡眠状态下的身体反应　223
脑电波与睡眠　223





第一章

1 宇宙
THE SPACE

“在我们之上有天空，散布着星星，我们曾躺着观看，讨论着它们是有人做的，或只是刚刚好碰巧出现。”

——马克·吐温(美)

宇宙是永恒黑夜里默默滚动的团块，没有生气，缺乏契机。人类运用想像力赋予宇宙各式各样的面貌。然而依据神话解释事物的时代已经过去，知识和科技能够真实地反映种种天象，人类的心智和视野因而扩展起来。如今，我们终于得知：宇宙大世界里遍布各式各样的天体，它们组成大大小小的星系；雾一般的星云环绕在星群周边，让遥远的宇宙空间愈显神秘；在那些什么也看不见的黑暗空间里或许还藏着一类可以吞噬一切的特异天体——黑洞。尽管这样，宇宙还是太大太神秘了，大得让人无法判断其是否存在边界，神秘得让人无法获知外星人住在哪里。对于那些处于遥远星际空间里的未知事物，人们只能用猜想和推断来获得认识。但在相对属于咫尺空间的太阳系里，人们却能凭借太空仪器，近距离地接触这些与地球同生共息的伙伴，看清它们的真实面貌。当然这还仅仅是宇宙探索的初级阶段，随着视野空间的打开，人们很快就能洞悉宇宙深处的神秘事物了。

从宇宙深处传来的信息

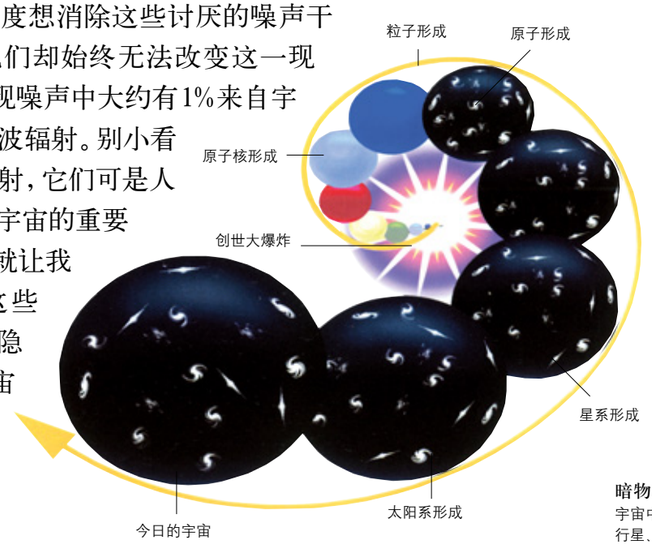
探索宇宙

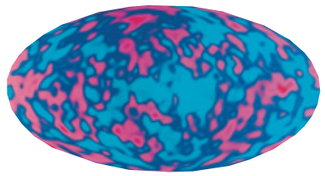
人类为了探测宇宙，向太空中发射了很多天文卫星和空间探测器，希望它们帮助人类解开宇宙的奥秘。然而令人感到神奇的是，不仅太空仪器能探测到从宇宙深处传来的信息，连任何普通的电视机天线也都能捕捉到这些信息。不信你打开任何一台普通电视机，将电视机调到没有电视节目占用的频道上，你将看到屏幕上全是跳动的白点，听到“吆吆”的噪声。在20世纪60年代，两位研究无线电的工程师彭齐亚斯和威尔逊一度想消除这些讨厌的噪声干扰，然而他们却始终无法改变这一现象，但却发现噪声中大约有1%来自宇宙深处的微波辐射。别小看这些微波辐射，它们可是人类研究茫茫宇宙的重要依据。下面就让我们来研究这些微波信息中隐藏着的宇宙秘密吧。



接受宇宙的信息

地球外围的大气层阻隔了来自太空的大部分电磁波。但对于那些波长较长的电磁波，例如波长从4000到8000埃(10^{-10}米)的可见光，以及紫外线和红外线等，便可通过大气层到达地球。于是，透过这些电磁波，人类可以更近一步窥探地球之外的宇宙。另一方面人类也利用各种仪器设备在地球之外观测更多的电磁波，从而发现更多有关宇宙的秘密。





宇宙背景辐射波纹

宇宙微波背景辐射总体是均匀的，到处都差不多，没有太大的起伏变化；但是细看又有一定的差异，有的地方温度稍高(红色斑块)，有的地方温度稍低(蓝色斑块)。仔细分析宇宙微波背景辐射中热点和冷点的差异所构成的图样就可以获得宇宙演化的大量信息。

宇宙背景辐射

那些来自宇宙深处的微波辐射被称为宇宙背景辐射，它们是宇宙大爆炸的产物。宇宙在爆炸过程中产生大量的光波，但膨胀过程会导致光波的波长增长数毫米，即成为微波。肉眼是无法看见微波的，因此要通过微波望远镜来观察微波辐射。微波在宇宙中传播是需要时间的。在宇宙中，当我们观测越遥远的星体，微波带来的信息反映的就是它越早以前的样子。因此通过研究宇宙背景辐射，我们不仅能够看见140亿光年大小的宇宙，也可以看到140亿年前的宇宙。宇宙背景辐射是在宇宙大爆炸后10万年发出，经过140亿光年才到达地球的。

宇宙大爆炸

从大爆炸到星系诞生，宇宙大约经历了150亿年的时间。在这一过程中，宇宙在不断膨胀。气体的膨胀使宇宙的温度降下来，同时原子核、原子乃至星系相继出现。

暗物质

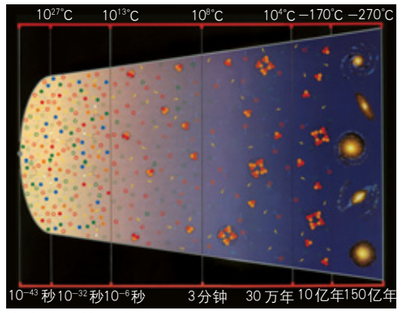
宇宙中存在着大量不可见的暗物质，如行星、行星群、褐矮星、死去的恒星、不发光的气云、宇宙早期生成的小黑洞、中微子以及人们目前还不了解的许多奇异的粒子等。暗物质和通常的可见物质在引力的作用下聚集，形成一些从个别星系到巨大的超星系团大小不一的天体。整个宇宙中有90%的物质为暗物质。

宇宙里有什么

当人们提到宇宙空间时，总是联想到一无所有、黑暗寂静的真空。其实宇宙并不是绝对的真空，其内部充斥着星云、星团、星系、总星系，总体呈多重旋转结构，处于不停的膨胀和运动中。

宇宙尘埃

宇宙尘埃包括星际气体、尘埃和粒子流等，因此也称星际物质。星际物质与天体的演化有着密切的联系。



宇宙物质的形成过程

宇宙在大爆炸后经历了降温以及基本粒子形成的过程。随着温度的迅速降低，核反应就有了出现的可能。而在宇宙中产生的氘、氦等元素，为星系和恒星的生成准备了条件。随着时间的流逝，宇宙中的星系和恒星相继形成。

宇宙形成的大爆炸理论

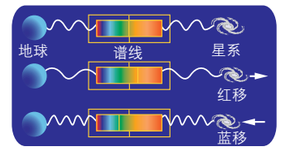
科学家推断，在大爆炸发生之前宇宙空间一片漆黑，宇宙内的所有物质和能量都聚集到了一起，并逐渐浓缩成一个体积很小但温度和密度极大的点。大约在150亿年前，这个点的温度和密度达到了自己所能承受的极限，于是就发生了大爆炸。大爆炸使凝聚在这个点上的物质和能量四处迸飞，使得宇宙空间不断膨胀，宇宙的温度也相应下降。在大爆炸后的1秒钟，宇宙的温度降到约100亿℃，这时的宇宙是由质子、中子和电子构成的一团混沌。这团混沌逐渐变冷，当温度降到10亿℃时，混沌的中心开始发生反应，生成各种元素。这些物质的微粒相互吸引、融合，像滚雪球一样越滚越大，并逐渐演化成星系、恒星和行星等各种天体。

有待于探明的宇宙形状

浩瀚的宇宙深不见底、宽不见边，那么它究竟是什么形状呢？关于这个课题的研究，比较普遍的观点是：宇宙的形状是扁平的，而且自形成以来一直在不断扩展。但是这种说法也不尽完美。有一些科学家认为，光在宇宙大爆炸后开始向外传播，而光是沿四面八方传播的，那么，宇宙很可能是球形的，因为它符合“有限无边”的条件。也有一些科学家推断，宇宙是有限的，大约只有70亿光年那么宽，形状为五边形组成的十二面体。人们之所以感觉宇宙是无限的，是因为宇宙就像一个镜子迷宫，光线穿梭往来，让人们产生错觉，误以为宇宙在无限伸展。

宇宙中的“红移”效应

20世纪初，天文学家发现远星系光谱线的频率随着它离我们距离的远近而有规律地变化，即谱线红移。1929年，哈勃总结出谱线红移的规律：对遥远星系，红移量与星系离我们的距离成正比，比例系数H叫哈勃常数，这个红移叫宇宙学红移。此后，在红外及整个电磁波波段都观测到了这个规律。它被解释为是由星系系统地向远离我们的方向运动时的多普勒效应产生的。这就像火车远离我们行驶时汽笛的声调(即频率)比静止不动时的声调更低一样，由此天文学家得出结论：星系都在做远离我们的运动，离我们越远运动速度越快。



星系的红移与蓝移

星系的红移量与星系距地球的距离及星系质量成正比。那些离我们远去的运动速度越快的星系就是质量越大的星系，其能量辐射就越强，因此我们能够测观测到的红移量就越大。蓝移则与红移正好相反，表明星系在向我们靠近。大质量的星系若出现很强的蓝移，则表示它们在向我们快速靠近。

星云

星际物质在宇宙空间的分布并不均匀。在引力作用下，某些地方的气体和尘埃可以相互吸引而密集起来，形成云雾状，人们形象地把这些区域称作星云。星云正如它的名字一样，没有明显的边界，直径在几十光年左右，常常呈不规则形状。星云的形状不一，明暗程度也不等。就形态来说，星云可分为弥漫星云、行星星云、超新星爆发后的剩余物质云；就发光性质而言，星云可分为亮星云和暗星云等。

星团

星团是由10个以上的恒星组成的、被各成员星间的引力束缚在一起的恒星群。恒星之间弥漫着星云。星团可分为球状星团和疏散星团两种。

星系

星系是由几十亿到几千亿颗恒星以及星际物质组成的。星系的大小不一，直径从几千光年至几十万光年不等，质量在太阳质量的100万倍至1万亿倍之间。星系的形状多种多样，可以粗略地划分为椭圆星系、透镜星系、旋涡星系、棒旋星系和不规则星系5种。



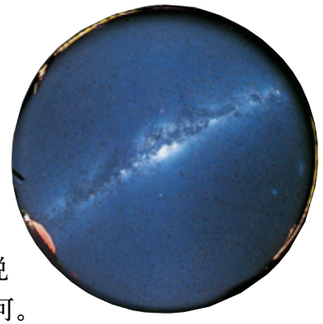
天文望远镜

星体

宇宙里存在着无数个类似银河系的星系，这些星系包含着数百万个不同星龄的星体。有些星体类似于太阳，能够发光发热，所以被称为恒星；有些星体则围绕恒星运转，不能发出光亮，被称为行星。

来自天河传说的启示

银河系揭秘



图为相机拍摄到的银河，它展现了在天空中观察到的银河的样子。

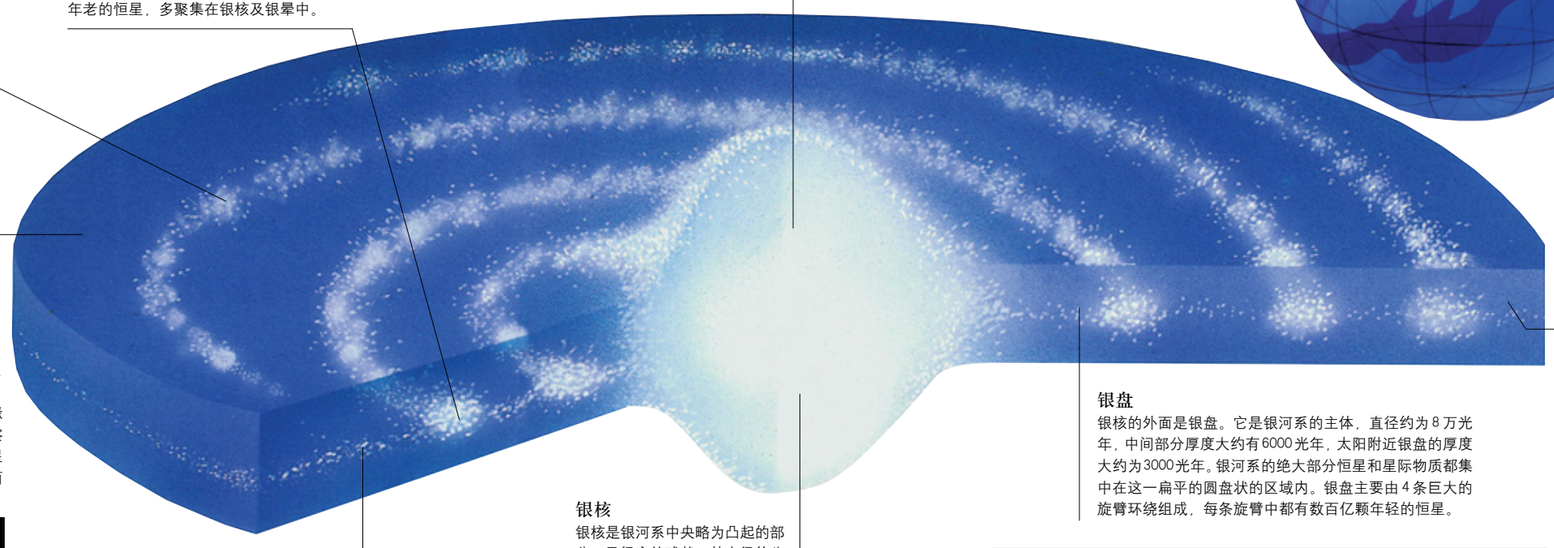
在晴朗的夏夜，星空里有一条长长的光带，这就是银河。其实在很早以前世界各地的人们就已经注意到这条光带。在中国古代，人们称银河为“天河”，还为它编织了一个非常美丽的传说。传说王母娘娘为拆散恩爱的牛郎和织女，特用玉簪划下了一道长长的天河。此后，牛郎和织女只能隔河相望，只有到每年的农历七月初七才能在天河边相会。然而在博茨瓦纳沙漠地区的游牧部落，人们将这条光带称作“夜空的脊梁骨”。古希腊人则认为，银河是天后赫拉乳房中流出的乳汁。如今，望远镜等天文仪器的使用，或许“阻碍”了人们再像古人那样用浪漫和充满神话色彩的视角来看待银河系，但却将人们带入了一个前人无法想像、更加引人入胜的世界——看清银河系的真实面目。

旋臂
银河系是旋涡星系，由4条旋臂组成。距离银心最近的一条约在1.3万光年处，人们习惯上称它为“3000秒差距臂”。太阳附近有3条旋臂，即人马臂、猎户臂和英仙臂。旋臂是由气体和尘埃物质混杂而成的区域。

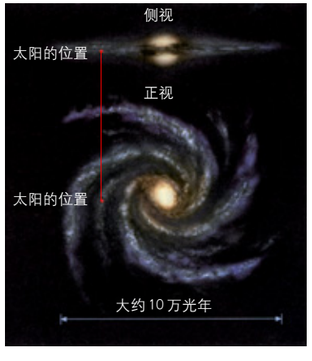
银晕
银晕是弥散在银盘周围的一个球状区域，其直径约为9.8万光年，范围比银盘大50倍以上。这里恒星的密度很低，分布着一些由老年恒星组成的球状星团。

银河系中的恒星
整个银河系约有1400亿颗恒星。天文学家根据这些恒星年龄的大小，将它们分成两大类：一类是一些年轻的恒星，多分布在银盘的旋臂附近，太阳就是一例；另一类是一些年老的恒星，多聚集在银核及银晕中。

银心
银心是银核的中心，也是银河系的中心。银心直径约为两万光年，厚1万光年，位于人马座方向。这个区域由高密度的恒星组成，主要是年龄大约在100亿年以上老年的红色恒星。银心的质量约是太阳质量的400万倍。



银河系的样子
银河系为地球和太阳所在的恒星系统，是由大约1400亿颗恒星和大量星际物质组成的庞大天体系统，其直径大约是10万光年，即9.6×10^{15}千米。从侧面看，银河系呈中间厚、边缘薄的扁平状盘体，但是由于我们是从内部观察银河系的，所以看到的银河系是由大多数星星在天空构成的一条繁星密集的光带。从正面看，银河系呈旋涡结构。



太阳在银河中的位置
太阳远离银河系的中心，在人马臂和英仙臂之间的猎户臂上，距离银心2.8万光年。

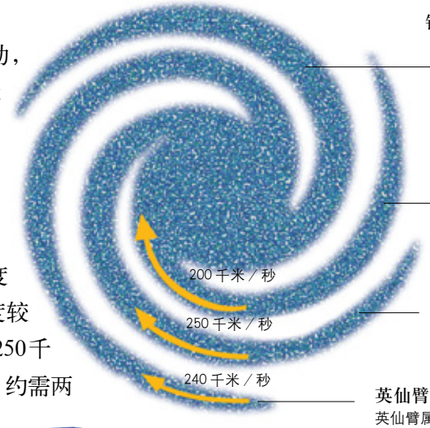
银核
银核是银河系中央略为凸起的部分，呈很亮的球状，其直径约为两万光年，厚1万光年。很多证据表明，在银核区存在着一个巨大的黑洞，其活动十分剧烈。

银河在哪里

银河是银河系投影在天球上的一条淡淡发光的带。银河在天鹰座与天赤道的相交处。在北半天球，它经过天鹅、蝎虎、仙王、仙后、英仙、御夫、金牛、双子和猎户等星座，跨入天赤道的麒麟座，再往南经过大犬、船尾、船帆、船底、南十字、半人马、圆规、矩尺、天蝎、人马和盾牌等星座。银河各部分的宽窄和明暗程度相差很大。

银河系的自转

银河系内的所有天体都绕着银心转动，这种运动叫银河系自转。1887年，俄国天文学家斯特鲁维首次观测研究银河系自转。1927年，荷兰天文学家奥尔特对恒星视向速度进行了细致的分析，给出了银河系自转的证据。银河系自转不同于固体转动，银盘内从中心到边缘的不同地方自转的速度都不同。银心附近和银盘边缘的自转速度较慢，而太阳附近的部分自转速度最快，达250千米/秒，太阳以这一速度绕银心旋转一圈，约需两亿多年的时间。



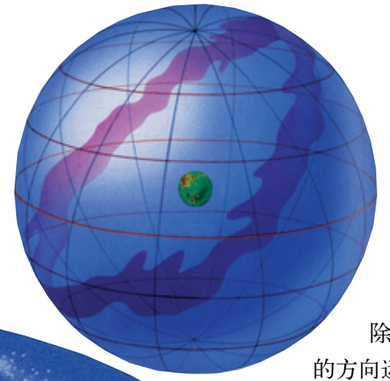
银河系自转动速率差异

3000秒差距臂

人马臂
人马臂是最内圈的主旋臂，环绕着银河系中央向右伸展。人马臂上靠近银河系中心的部分主要由分子云组成。

猎户臂
又称本旋臂，介于英仙臂和人马臂之间，太阳系位于该旋臂的内缘。

英仙臂
英仙臂属于外圈旋臂，分布相当松散，有些地方和猎户臂几乎合在一起。它是由一系列不连贯的年轻恒星和星云构成的臂段组成。



天球上的银河
由于我们不能看见地平线以下的部分，因此，银河只有一半可见。

银河系的空间运动

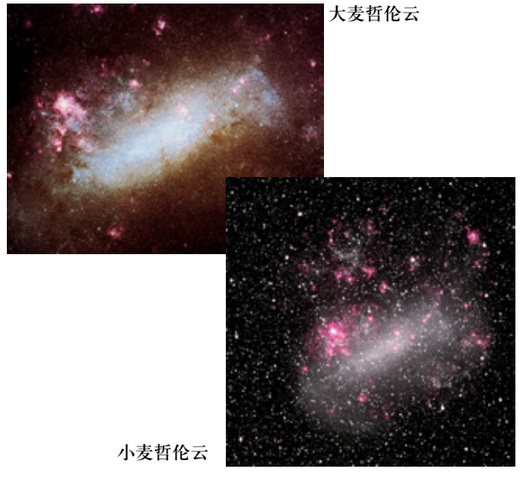
银河系除了自转以外，也在宇宙空间运动。由于我们住在银河系里，因此不能直接观测银河系在宇宙空间的运动，但可以从一些河外星系相对于银河系的运动，来研究银河系的自身运动。天文学家已经测出，银河系除了自转外，还以211千米/秒的速度朝麒麟座的方向运动。也就是说，银河系一边旋转一边飞驰，像一个巨大的飞盘，沿着一条复杂而奇妙的路线在宇宙空间里运动。

银晕
在银晕外面还分布着一层巨大的呈球状的射电辐射区，称为银冕。银冕离银心更为遥远，至少延伸到距银心32万光年远的地方，宛如银河系的一顶“凤冠”。

银盘
银核的外面是银盘。它是银河系的主体，直径约为8万光年，中间部分厚度大约有6000光年，太阳附近银盘的厚度大约为3000光年。银河系的绝大部分恒星和星际物质都集中在这一扁平的圆盘状的区域内。银盘主要由4条巨大的旋臂环绕组成，每条旋臂中都有数百亿颗年轻的恒星。

银河系的伴娘——麦哲伦星云

麦哲伦星云和银河系是两个伴星系。麦哲伦星云由两部分组成，它们在天球上离南极只有20°左右，是南天银河附近两个用肉眼清晰可见的云雾状天体。1521年，葡萄牙航海家麦哲伦航行到南美洲南端时发现了它们，并对它们作了精确描述。后来就称这两个天体为麦哲伦云，其中较大的为大麦哲伦云，小的为小麦哲伦云。大麦哲伦云属矮棒旋星系或不规则星系，质量为银河系的1/20。小麦哲伦云属不规则棒旋矮星系或不规则星系，质量为银河系的1/100。现在大小麦哲伦星云都正以冷氢气流的形式和银河系融为一体。



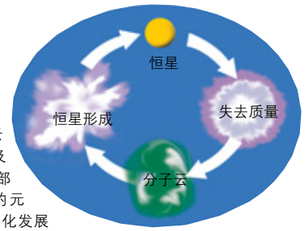
大麦哲伦云

小麦哲伦云

漫长的生命之旅

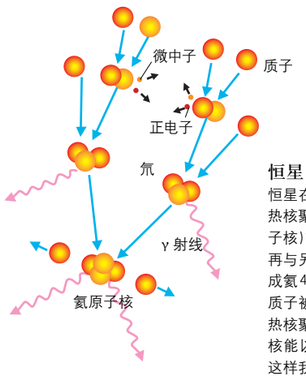
恒星的一生

宇宙中有无数颗恒星，仅人类肉眼看到的就有6500多颗。这些恒星有各自的生命周期，但都会经历诞生、成长及衰亡的过程。它们的生命历程极为规则，当然也极其漫长。尽管这一演化进程缓慢到人们无法追踪观测，但天文学界对这一课题的研究兴趣却与日俱增。我们对那些天文学中未解的疑问，如宇宙的年龄、太阳系形成的方式、宇宙中除地球外存在智慧生物的可能性等，所获知的认识，或者说对这些问题做出的猜测，多数都是基于对恒星一生历史的了解而获得的。因此，天文学家通过研究分析，得出的恒星演化理论，成为20世纪天文学的一项重大成就，它为探索恒星的基本性质奠定了坚实的基础。下面就让我们根据恒星的演化特点来了解恒星的生命历程。



恒星的原料
恒星是从微尘和氢、氦两种气体的分子云中形成的，氢及氦又在恒星内部转变成更重的元素。恒星在演化发展过程中会将部分材料归还给太空，这些抛弃的材料循环再生，用以产生新的恒星。当恒星的生命结束后，所有材料又会返还到太空中，投入到新一轮的恒星生命体系中去。

超新星
当质量很重的恒星以惊人的爆炸结束生命时，恒星通过喷发向太空扩散，在几天之内其亮度超过整个星系，处于这种状态的恒星称超新星。超新星爆发后的残骸极为炽热，并且在接下来的数百年或数千年里继续扩展和发光。

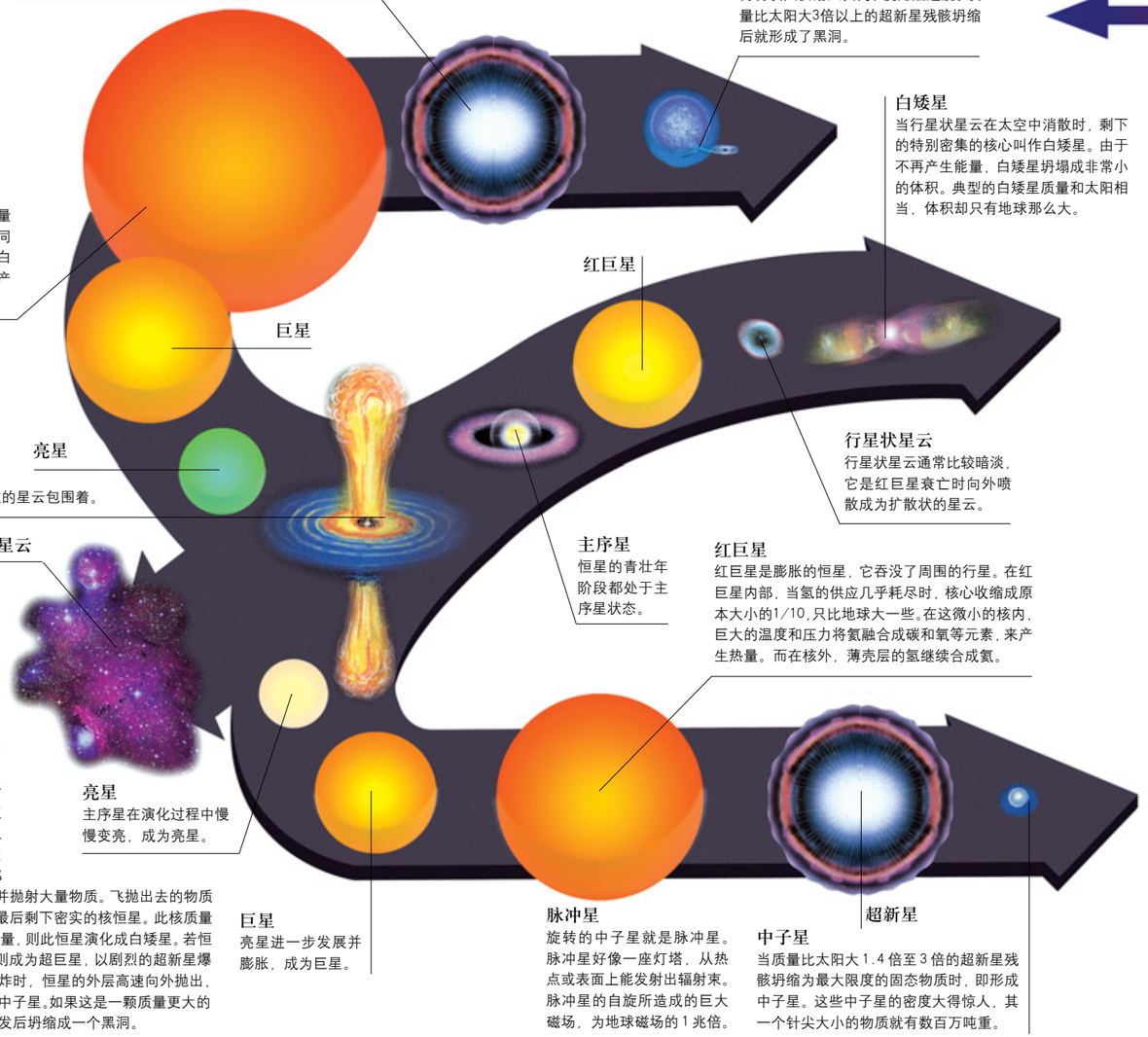


恒星内部的热核反应
恒星在内部的高温高压下发生着剧烈的热核聚变反应。反应中，两个质子（氢原子核）首先聚结在一起，形成氘。然后氘再与另一质子结合成氦3，两颗氦3融合成氦4。在这一系列过程中，最后有两个质子被释放出来，之后它们重新进入到热核聚变反应链中。在热核聚变过程中，核能以辐射的方式穿越恒星向外传播，这样我们才看到了恒星闪烁的光芒。

恒星诞生

恒星是由炽热气体组成的，能自行发光的球形或接近球形的天体。恒星一般在宇宙深处星云密集的地方诞生。构成恒星原始星云的气云在重力作用下坍缩，内部开始出现物质数量和密度不等的区域。当部分区域的气云收缩成团时，其密度会变得越来越大，温度也随之升高。当中心的温度达到1000万℃时，氢原子核聚变成为氦核，释放能量，恒星便开始发光。最初形成的恒星称为原恒星，它在引力的作用下继续收缩，密度继续增大，经过一段时间后，内部的压力逐渐增大，最终能够阻止星体坍缩。这时星体的质量不再增加，内部气体处于完全对流状态，成为主序前星。主序前星接着又向主序星演化。

超巨星
恒星核内的氢耗尽后，便进入巨星相。较低质量的恒星增亮成为红巨星；高质量的恒星则保持同样亮度，成为超巨星。超巨星有蓝色（最热）、白色、黄色或红色的。在超巨星的内部，氦融合产生的碳和氧可以进一步融合成更重的元素。



恒星的衰亡历程
当恒星中心区的氢燃烧完毕时，氦也开始燃烧，接着碳也加入燃烧的行列。此时恒星的中心温度变得更高，可达几亿度，发光强度增大。引力会将恒星核心挤压得更紧密，同时外层在得到核心收缩释放的能量后剧烈膨胀，成为了红巨星。当红巨星的热核反应不再发生、核能接近枯竭时，红巨星的内部高温使外部发生爆炸，并抛射大量物质。飞抛出去的物质形成一个行星状星云，最后剩下密实的核恒星。此核质量若小于1.44倍的太阳质量，则此恒星演化成白矮星。若恒星的质量较大，膨胀后则成为超巨星，以剧烈的超新星爆发的形式结束生命。爆炸时，恒星的外层高速向外抛出，留下的内核坍缩成一颗中子星。如果这是一颗质量更大的恒星，则它在超新星爆发后坍缩成一个黑洞。

黑洞
黑洞是围绕一个无限致密点（称为奇点）的强大重力区域。包括光在内的任何物质只要落入其内，便无法逃脱。质量比太阳大3倍以上的超新星残骸坍缩后就形成了黑洞。

白矮星
当行星状星云在太空中消散时，剩下的特别密集的核心叫作白矮星。由于不再产生能量，白矮星坍塌成非常小的体积。典型的白矮星质量和太阳相当，体积却只有地球那么大。

行星状星云
行星状星云通常比较暗淡，它是红巨星衰亡时向外喷散成为扩散状的星云。

主序星
恒星的青壮年阶段都处于主序星状态。

红巨星
红巨星是膨胀的恒星，它吞没了周围的行星。在红巨星内部，当氢的供应几乎耗尽时，核心收缩成原本大小的1/10，只比地球大一些。在这微小的核内，巨大的温度和压力将氦融合成碳和氧等元素，来产生热量。而在核外，薄壳层的氢继续合成氦。

亮星
主序星在演化过程中慢慢变亮，成为亮星。

巨星
亮星进一步发展并膨胀，成为巨星。

脉冲星
旋转的中子星就是脉冲星。脉冲星好像一座灯塔，从热点或表面上能发射出辐射束。脉冲星的自旋所造成的巨大磁场，为地球磁场的1兆倍。

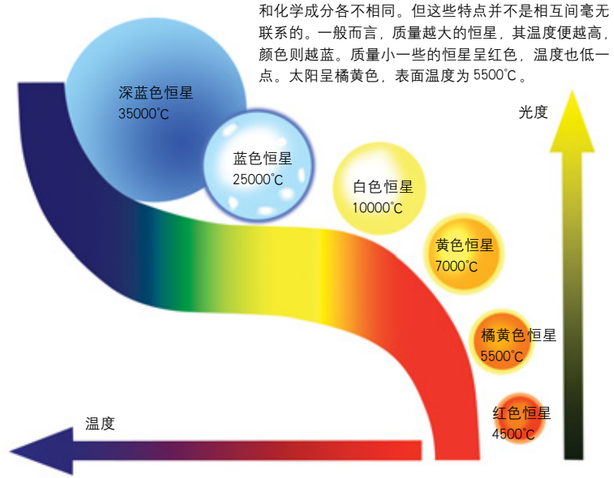
中子星
当质量比太阳大1.4倍至3倍的超新星残骸坍缩为最大限度的固态物质时，即形成中子星。这些中子星的密度大得惊人，其一个针尖大小的物质就有数百万吨重。

超新星

平稳的活动状态

恒星一生中约90%以上的时间处于主序星阶段。我们观测到的恒星，90%以上是主序星。当主序前星的内部温度升高到1500万℃时，氢聚变为氦的热核反应开始全面发生。当热核反应产生的巨大辐射能量使恒星内部的辐射压力和气体压力增高到足以与引力相抗衡时，恒星就不再收缩，从而成为青壮年期的主序星，进入一生中最辉煌、活力最充沛的时期。

恒星的大小与温度及光度的关系
恒星并不都是一样的，它们的大小、质量、光度、颜色和化学成分各不相同。但这些特点并不是相互间毫无联系的。一般而言，质量越大的恒星，其温度便越高，颜色则越蓝。质量小一些的恒星呈红色，温度也低一点。太阳呈橘黄色，表面温度为5500℃。



恒星的生命特性

1906年，丹麦天文学家赫兹普朗绘制出恒星分类图，将恒星分为两群，现在称为主序星和巨星。在恒星的一生中，停留在主序星阶段的时间长短取决于恒星的质量大小。质量大的恒星热核反应进行得快些，燃料消耗也较快，因此寿命较短；质量小的恒星热核反应进行得缓慢，燃料也消耗得慢，因此寿命较长。成为巨星的恒星则意味着生命已走向衰亡了。

地球的近邻恒星

除了太阳以外，离我们最近的恒星是半人马座α星。这颗星坐落在天空的南方，靠近南十字星座。半人马座α星距离地球4.3光年（40×10^{13}千米）。半人马座α星与太阳不同的是，它不是一颗孤立的恒星，而是由三颗恒星组成。这三颗星互相绕着转。最亮的两颗星称作A和B，相互绕着转，每转一周需80年；第三颗星被称为半人马座比邻星，是这三颗星中离地球最近的星，为一颗小恒星，其质量大约是太阳的1/10，每100万年绕恒星A、B旋转一周。其次近的恒星叫巴纳德星，它坐落在距离地球5.9光年的位置上。相对于其他恒星而言，巴纳德星有一个独特之处：在天空中位置的变化比其他任何星都快得多。

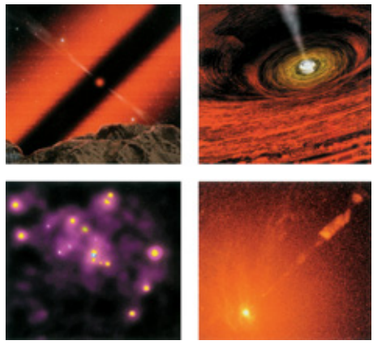


图为距离太阳10光年之内的恒星。这些恒星中，我们能用裸眼看到的只有两颗星：天狼星和半人马座α星。天狼星是夜空中最亮的恒星。

“自由号”卫星的惊人发现

探索黑洞

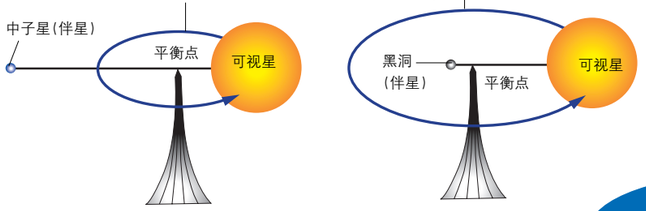
在1970年，美国发射了一颗“自由号”人造卫星进入轨道。其目的是为了跟踪发射强X射线的物体：强辐射标志着宇宙中的剧烈运动。“自由号”发现了上千个新的X射线源。在大多数情况下，射线源是一个密集的中子星，但是天鹅座X−1却不同，位于这个X射线源位置上的是一个比太阳重30多倍的巨大发热的蓝色星球。这个大恒星被一个质量约10倍于太阳的不可见物体拖曳着。天文学家一致认为这个看不见的物体是黑洞——是迄今发现的第一个黑洞。



观察黑洞
上两图是黑洞活动时的情形。左下图中的蓝点处有一个巨大的黑洞。右下图，恒星的伴星为一处黑洞，太空中出现了吸积体。

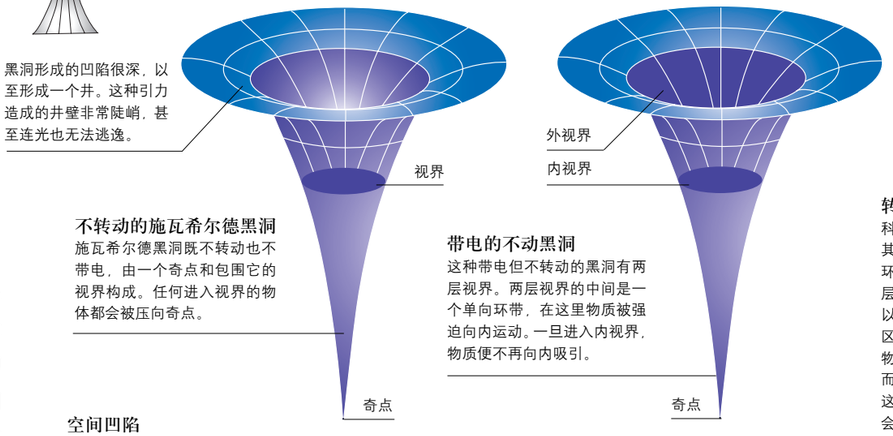
小而慢的轨道
处于这一轨道上的可视星离平衡点很近，因此它必定比伴星重。

大而快的轨道
处于这一轨道上的可视星远离平衡点，因此它比伴星轻。



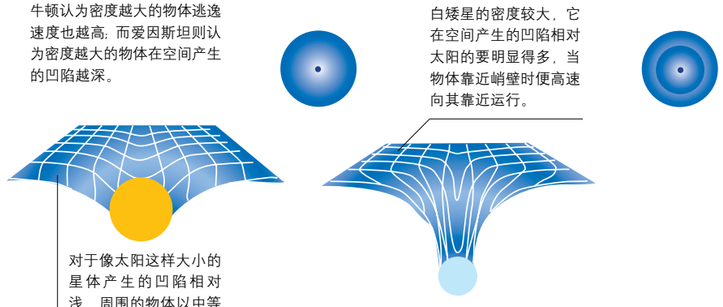
测出黑洞的质量
当任何两颗恒星绕同一平衡点做轨道运行时，这两颗恒星的相对质量都可以通过这个平衡点的位置求得。天文学家再从亮度、颜色来发现可见恒星的质量，然后就可以算出它的伴星的质量了。当伴星是个黑洞时，据此就可求出黑洞的质量。

黑洞的特点
所有的黑洞基本结构都相同，中心的奇点部分被一个不可见的边界围着，我们称为它为“视界”。但是黑洞的类型很多，有静止的、旋转的以及带电的。不同类型的黑洞特点也不同。有些黑洞是会致命的，而另一些则能够让我们进入另一个宇宙空间。



不转动的施瓦希尔德黑洞
施瓦希尔德黑洞既不转动也不带电，由一个奇点和包围它的视界构成。任何进入视界的物体都会被压向奇点。

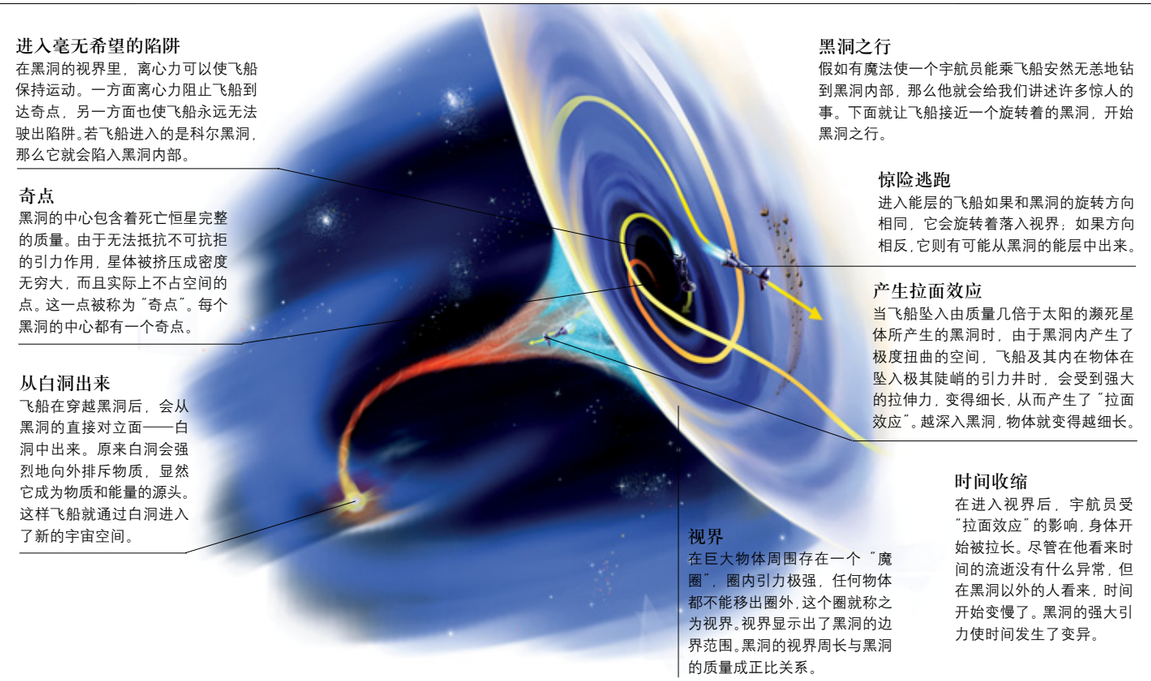
带电的不动黑洞
这种带电但不转动的黑洞有两层视界。两层视界的中间是一个单向环带，在这里物质被强迫向内运动。一旦进入内视界，物质便不再向内吸引。



空间凹陷
牛顿认为密度越大的物体逃逸速度也越高；而爱因斯坦则认为密度越大的物体在空间产生的凹陷越深。

黑洞家族

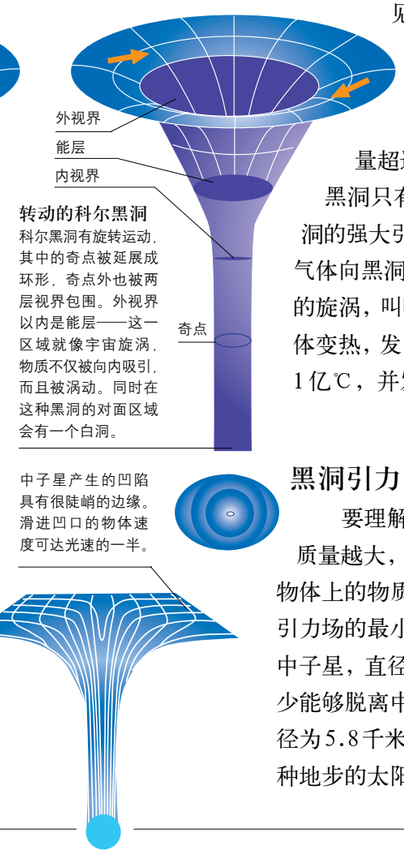
黑洞是宇宙中最神秘的物体，它们根本不发射可见光。然而黑洞却是宇宙中最明亮的超新星爆炸后的遗留物。宇宙中的黑洞大小各异。其中最普通的黑洞质量相当于10个太阳。另外还有一些隐藏在宇宙中央的特大黑洞，它们产生于宇宙形成初期，已存在150亿年之久，吞噬了所有靠近它们的物质。最大的黑洞质量相当于上百亿个太阳，在星系早期曾推动类星体的剧烈运动。现在，这些特大黑洞就隐藏在许多看似平静的星系中央。在另一极端，科学家确信宇宙中还有无数个微型黑洞，它们仅有原子那么大。这些黑洞产生于宇宙形成初期，后来逐渐缩小了。



探测黑洞

当天文学家发现恒星的轨道上有一颗看不见的伴星时，他们可以通过测量伴星的质量来分辨该星是一颗中子星还是一个黑洞。中子星的质量不可能超过3个太阳，所以任何质量超过3个太阳的星体就一定是黑洞了。

黑洞只有在靠近恒星时才会被探测到。黑洞的强大引力将恒星上的气流高速拉离恒星。气体向黑洞倾泻时，恒星周围出现一个螺旋状的旋涡，叫吸积体。磨擦使吸积体内旋转的气体变热，发出强烈刺眼的光，最热的部分达到1亿℃，并发射出X射线。



转动的科尔黑洞
科尔黑洞有旋转运动，其中的奇点被延展成环形，奇点外也被两层视界包围。外视界以内是能层——这一区域就像宇宙旋涡，物质不仅被向内吸引，而且被涡动。同时在这种黑洞的对面区域会有一个白洞。

发现类星体

当1963年类星体被发现的时候，没有一个人意识到它就是包纳宇宙中最大黑洞的物体。不久天文学家就得知类星体距离我们有几十亿光年远。实际上，类星体并不是恒星，而是遥远星系的发光核。正是由于巨大黑洞发出的引力作用，使如此狭小的区域才可能聚集这么高的能量。亮光是旋转进入黑洞的气态碟形吸积体。尽管吸积体拥有惊人的力量，但它却无法永恒存在，最终所有的气体和尘埃会被黑洞吸入。如果黑洞周围没有了能被吸入的物质，它就静静地潜伏在一旁，不会引起注意。但是一旦有恒星或气体靠得太近，黑洞就会活动起来，“狼吞虎咽”，这时类星体重新点燃发亮。

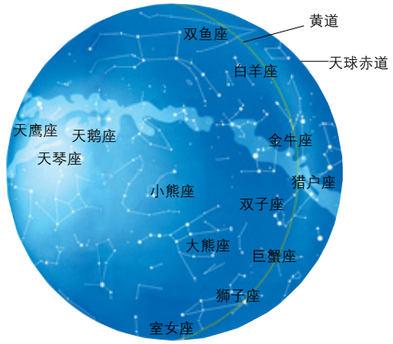
黑洞引力的形成

要理解黑洞，关键在于理解引力问题。其实每个物体都产生一个引力场。物体的质量越大，引力场就越强。物体上的物质越向中心集中，引力场就会越强。另一方面，物体上的物质都会受到引力场的牵制，它们只有快速运动才能脱离这种牵制。这种脱离引力场的最小速度叫作“逃逸速度”。太阳的直径为1,390,000千米，设想将太阳压缩成中子星，直径只有14.5千米，那其上的物质逃逸速度就高达每秒193,000千米。物质很少能够脱离中子星，但是光却能够，因为光速是每秒310，000千米。继续压缩太阳至直径为5.8千米，其物质的逃逸速度就超过了光速，这时光也逃逸不了了。 对于缩小到这种地步的太阳，连光都不能“跑出来”，会是绝对的黑暗。因此，这样的星体就是“黑洞”。

占星术中的玄机

识别星座

在古代的农业社会里，人类全是靠天吃饭。然而风云变化、冰、雷、水、火全是无法抗拒的，大部分人更是相信宿命。与此同时他们在劳作中逐渐发现：星辰的运动与万物兴衰甚至人的性格命运，都有着若干微妙的互动。因旦夕祸福无法操控，于是许多人把自己的命运与星星联系在一起，认为星座的周期活动能给自己带来幸福或者灾难。人们长期观测星相，通过经验积累发展出了十分有趣的占星学，用星相来预测事件的发生，问卜人或事的吉凶祸福，甚至还用来推测人的健康与疾病。这些占星结论到底能不能真实反映事物的普遍规律尚难断定，但这却暗示了天体对地球、对我们的生活有着一定的影响，同时也指出在辽阔的星空我们还有许多未知的事物有待于进一步发现。

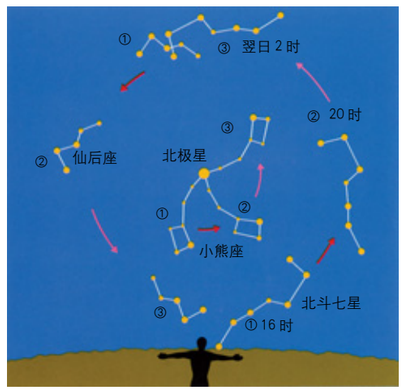




图为天球上能观察到的主要星座。黄线代表黄道。上图为天球赤道以北的北半天球星座图，下图为天球赤道以南的南半天球星座图。

星座的日周运动

星座的日周运动是指星座中的天体每天由东向西转1圈的运动，它是由地球的自转引起的。由于地球绕日公转的缘故，星座在日周运动的同时，每天还会向西移动约1°角。地球自转360°角需24小时，也就是每4分钟做1°角的自转。所以，在自西向东转的地球上看来，同一星座在同一方向出现的时刻每天提前约4分钟，也就是1个月提前2小时。这样要想在同样的时间看到同样的星空，则须在一年以后。图为一夜内，星座周日运动产生的星座方位变化。①为16时的方位，②为20时的方位，③为翌日2时的方位。



天球

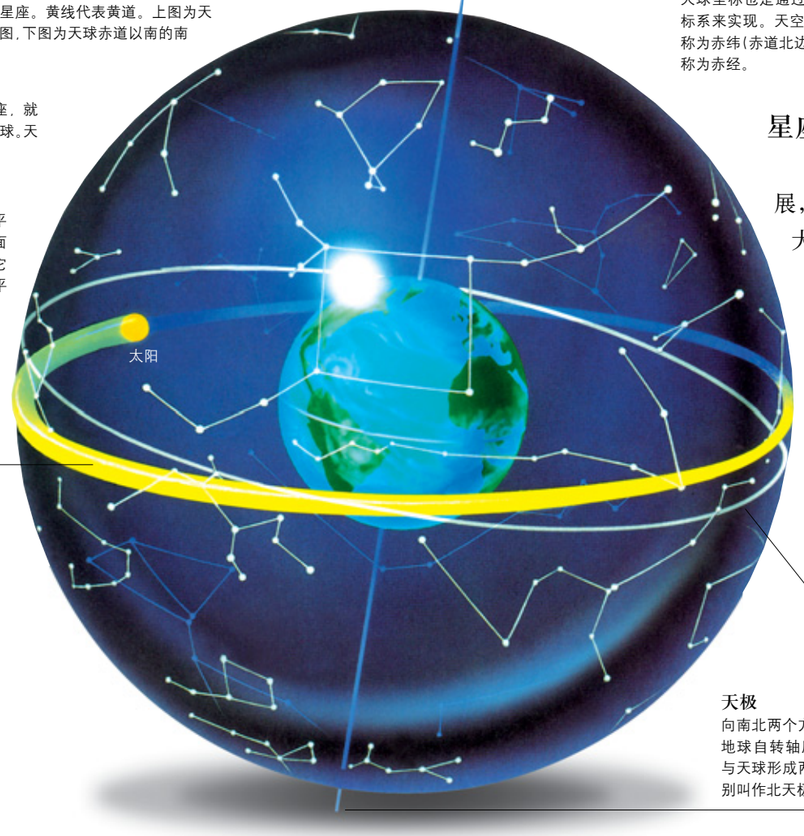
天文学上为使人们能够更方便地观察星座，就把天空假想成一个巨大的球面，这便是天球。天球的中心是地球，它的半径无穷大。

白道

月球以椭圆轨道绕地球运转，这个轨道平面在天球上截得的大圆称白道。白道平面不重合于天球赤道，也不平行于黄道面，它在空间的位置不断变化。白道对黄道的平均倾角为5°09′。

黄道

在天球上太阳经过的路径，即地球的公转轨道平面和天球相交的大圆称黄道。黄道和天球赤道成23°26′的角，相交于春分点和秋分点。



天轴

天球转动的轴。

天极

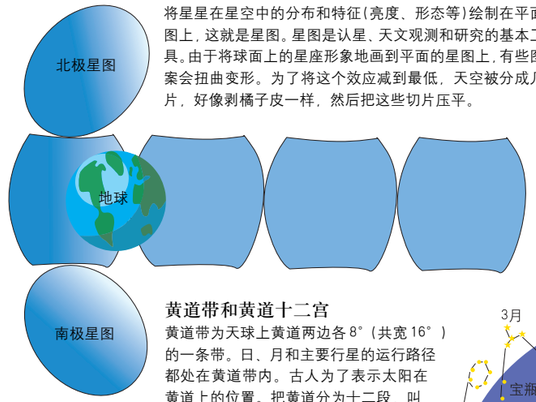
向南北两个方向无限延长地球自转轴所在的直线，与天球形成两个交点，分别叫作北天极和南天极。

星座命名

人类在生产和生活中需要通过认星来定时间、判别方向和季节等，因此，世界上古老的民族都有自己传统的认星方法。中国古代为了认星方便，把在黄河流域见到的星空划分成三垣四象二十八宿。垣和宿都是星空区域的意思。古巴比伦人在公元前3000年左右，把较亮的恒星划分成许多区域，这些区域叫星座。每个星座根据较亮的恒星连线组成的图案形状，再结合神话故事中的人物、动物的名字来命名，如人马座、狮子座等。1928年，国际天文学联合会决定，在已有星座名称的基础上，将全天划分为88个星座，其中沿黄道有12个星座，北半天球有28个星座，南半天球有48个星座。每个星座面积大小不一，形态各异。88个星座中有45个星座是用动物名命名的。

星图

将星星在星空中的分布和特征(亮度、形态等)绘制在平面图上，这就是星图。星图是认星、天文观测和研究的基本工具。由于将球面上的星座形象地画到平面的星图上，有些图案会扭曲变形。为了将这个效应减到最低，天空被分成几片，好像剥橘子皮一样，然后把这些切片压平。

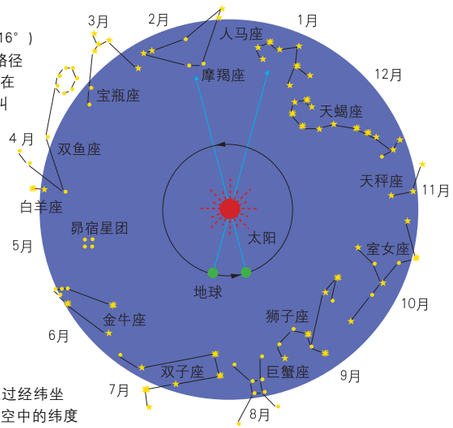


三垣四象二十八宿

三垣四象二十八宿是我国古代对星空的划分，它们的起源远在周、秦以前。三垣是北天极周围的三个区域，即紫微垣、太微垣和天市垣。四象分布于黄道和白道近旁，环天一周。每象各分七段，称为“宿”，总共为二十八宿。它们是：东方苍龙之象，含角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿；南方朱雀之象，含井、鬼、柳、星、张、翼、轸七宿；西方百虎之象，含奎、娄、胃、昴、毕、觜、参七宿；北方玄武之象，含斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿。

黄道带和黄道十二宫

黄道带为天球上黄道两边各8°(共宽16°)的一条带。日、月和主要行星的运行路径都处在黄道带内。古人为了表示太阳在黄道上的位置。把黄道分为十二段，叫“黄道十二宫”。从春分起依次为白羊、金牛、双子、巨蟹、狮子、室女、天秤、天蝎、人马、摩羯、宝瓶和双鱼。过去的黄道十二宫和黄道十二星座一致。由于春分点一直在向西移动，两千年前在白羊座中的春分点已移至双鱼座，所以现在命名与星座方位已不吻合。



天球坐标

天球坐标也是通过经纬坐标系来实现。天空中的纬度称为赤纬(赤道北边为正值，南边为负值)。经度称为赤经。

星座中的星星排位

星座由许多明亮的恒星所组成，每个主要的恒星都有名称，其名字是用希腊字母表示的。α代表最亮的恒星，然后依序从β到ω表示较暗的恒星。希腊字母前面加上星座名则是恒星的全称，例如仙后座α星。中国天文学家则用另一套星宿命名系统。

星座的运动

人们用肉眼观测星座时，星座总是固定不做任何变化。随着科学的发展，人们逐渐认识到宇宙中的运动是绝对的，而“静止”永远是相对现象。大量观测表明，星座并不是固定不变的，它们也在运动。星座中的恒星自行运动的绝对速度并不慢，往往比行星的运动速度快得多，只不过除太阳外的恒星离我们都太遥远了，它们运动得再快，从地球上看去也跟静止差不多。但经过上万年之后，星座中恒星的位置变化就会较为明显。当然那是星座本身的运动。对于观测者而言，星座在天空里的位置变化则是由于地球的自转和公转运动引起的。

天球赤道

天球赤道是天球上与两天极等距的轨道，为地球赤道在天球上的投影。

北斗七星

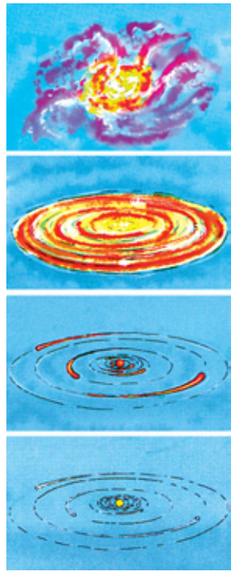
图为以大熊座为中心的北天中纬度天空的一部分，北斗七星位于大熊座的背部和尾部。七颗星星在空中排列成一个长柄勺子状。通过斗口的两颗星连线朝斗口方向延长约5倍远，就可找到北极星。



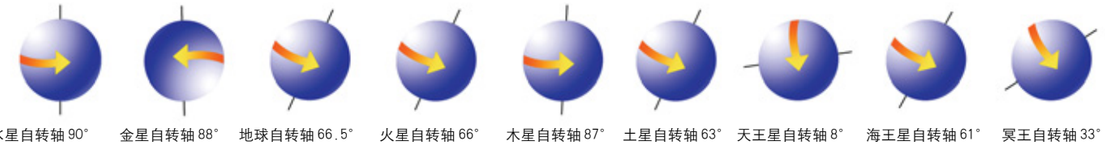
从五行说起

认知太阳系

五行一词的出现与古代圣贤观测宇宙有关，他们首先发现了太阳系中的金、木、水、火、土五大行星，注意到这五颗星在夜空下特别明亮，并会在黄道星座之间不停地东转西移，且因距离的变化而改变其亮度。这一天象使他们误以为这些星与国家或国王的命运有关，于是将它们以神的名字命名，并赋予其许多传奇的神话故事。例如，最亮的金星被希腊人称为美与爱之神，罗马人称之为维纳斯。红色的火星被希腊人和罗马人视为战神的象征。木星因移动的速度缓慢，颇有王者之风，被希腊人称为天神宙斯。尽管这些传说很美妙，然而最早研究太阳系运行的谬论学说却层出不穷，直至波兰天文学家哥白尼提出的“日心地动说”正确地描述了太阳系，让人们认知了五行与太阳系的关系。



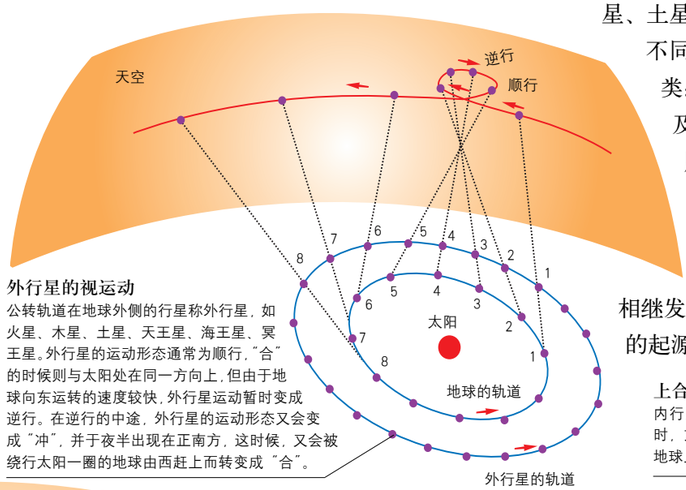
太阳系形成
研究资料表明，地球以及其他大行星和太阳一样，都已有46亿年的年龄。这就是说，整个太阳系几乎是在同一个时刻由一个巨大的气体星云和尘埃星云所形成。那时，这块星云越聚密度越大，而且旋转的速度也越来越快，最后因离心力的作用形成一个扁平的煎饼状圆盘。其他的物质以气束的形式垂直于圆盘的方向流出。



行星自转
每颗行星都绕自己的轴线旋转，这叫自转。行星的轴线是指一根贯穿星体南北极的假想线。自转一圈需要的时间长短不一，变化很大。九大行星中，除金星是自东向西转的，其余的行星都与地球一样是自西向东转的。

行星

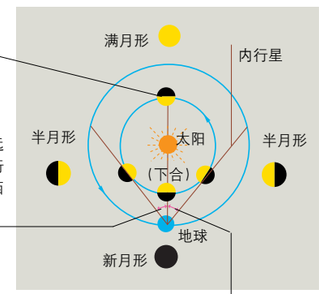
行星位于太阳的周围，各自在固定的轨道上，依相同的方向做有规律的运动。行星本身不发光，以反射太阳光而发亮。在主要由恒星组成的天空背景下，行星有明显的相对移动。离太阳最近的行星是水星，以下依次是金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。从行星起源于不同形态的物质出发，可以把九大行星分为三类：类地行星(水、金、地、火)、巨行星(木、土)及远日行星(天王、海王、冥王)。在一些行星的周围，存在围绕行星运转的物质环，它们由大量小块物体(如岩石、冰块等)构成，因反射太阳光而发亮，称为行星环。20世纪70年代之前，人们一直认为只有土星有光环，以后相继发现天王星和木星也有光环，这为研究太阳系的起源和演化提供了新的信息。



外行星的视运动
公转轨道在地球外侧的行星称外行星，如火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。外行星的运动形态通常为顺行，“合”的时候则与太阳处在同一方向上，但由于地球向东运转的速度较快，外行星运动暂时变成逆行。在逆行的中途，外行星的运动形态又会变成“冲”，并于夜半出现在正南方，这时候，又会被绕行太阳一圈的地球由西赶上而转变成“合”。

上合(或下合)
内行星在上合与下合时，方位和太阳一致，地球上无法观察到。

内行星的视现象

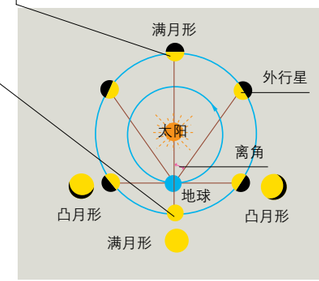


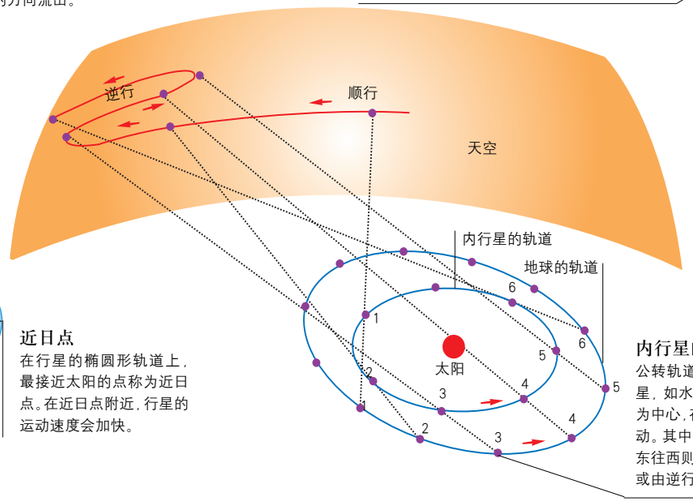
东大距
内行星离太阳东侧最远时称为东大距，这时行星会出现在日落后的西方天空。

西大距
内行星离太阳西侧最远时则称西大距，这时行星会出现在日出前的东方天空。

合
所谓“合”是指外行星按行星、太阳、地球的顺序排列。当外行星出现“合”时，我们在地球上看不到它。

外行星的视现象



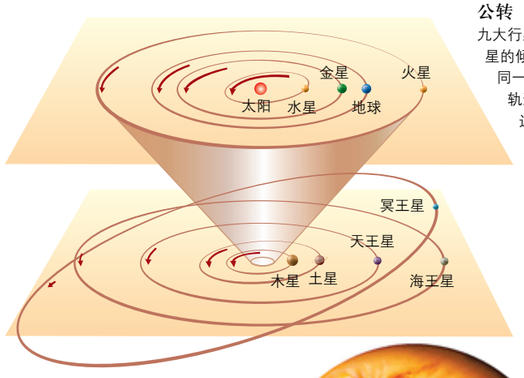


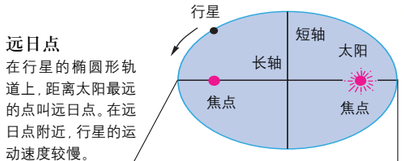
行星的视运动
在宇宙空间里，行星做着有规律的运动，但是对于在地球上的观察者来说，它们的运动非常复杂。天空中的行星有的由西向东移动(顺行)，有的由东向西移动(逆行)，有的则静止不动(留)。我们由地球上所见到的移动，称为行星的视运动。除了冥王星以外，其他的行星都在黄道面南北两侧约8°角的范围内运行着。

内行星的视运动
公转轨道在地球内侧的行星称内行星，如水星、金星。内行星是以太阳为中心，在一定的角度内往东或西运动。其中自西往东运行称为顺行，自东往西则称为逆行，从顺行转为逆行或由逆行转到顺行的过程都叫作留。

冲
所谓“冲”是指外行星按行星、地球、太阳的顺序排列。当外行星到“冲”的时候，我们会在日落时的东方天空看到，隔天早晨就消失，所以观测时间只有一个晚上。“冲”的时候，外行星距离地球最近，视直径最大，太阳光直射行星表面，此时是观测的最佳时期。

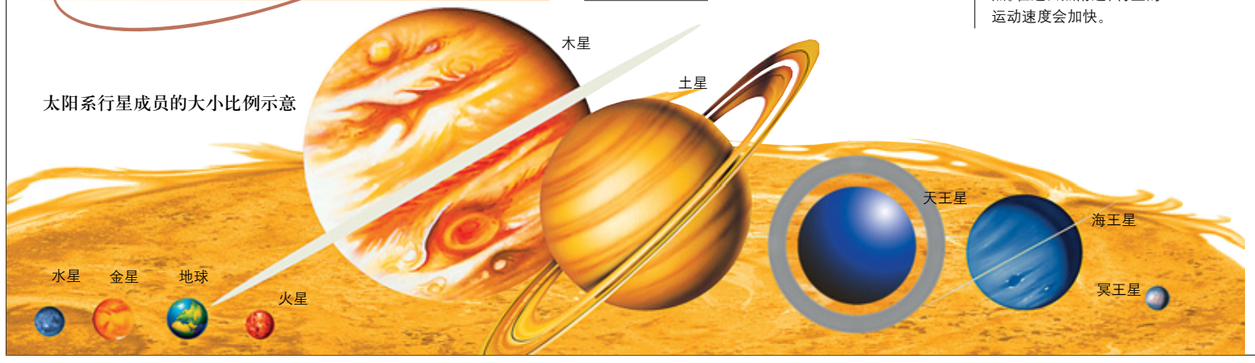
公转
九大行星均以太阳为中心公转。它们的公转轨道面除了冥王星的倾斜度稍大之外，其余的几乎在同一平面上；它们朝同一方向绕太阳公转，即从北方看为逆时针方向；它们的轨道和圆相当接近，为椭圆形。公转的速度以离太阳最近的水星最快，离得越远的行星其速度就越慢。





远日点
在行星的椭圆形轨道上，距离太阳最远的点叫远日点。在远日点附近，行星的运动速度较慢。

近日点
在行星的椭圆形轨道上，最接近太阳的点称为近日点。在近日点附近，行星的运动速度会加快。



太阳系行星成员的大小比例示意

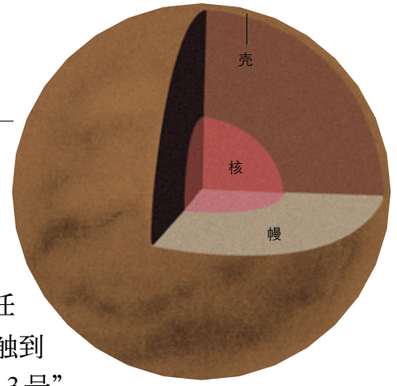
行星的卫星

卫星是围绕行星运行的天体，月球就是地球的卫星。卫星反射太阳光，但除了月球以外，其他卫星的反射光都非常微弱。卫星在大小和质量方面相差悬殊，它们的运动特性也很不一致。太阳系中，除了水星和金星以外，其他的行星各自都有数目不等的卫星。卫星数最多的是木星和土星，到目前为止，它们各拥有15颗以上的卫星。

拜访地球的亲兄弟

类地行星：水星、金星、火星

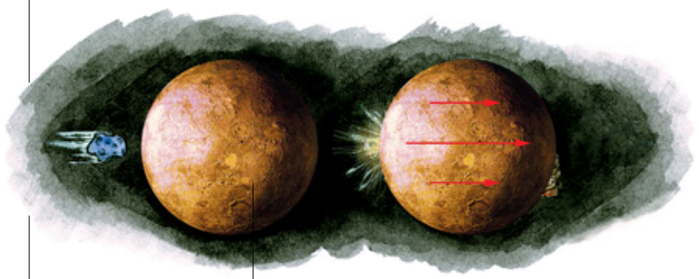
人类开始探索太空以后，最先关注的就是太阳系里的类地行星，因为人们想知道类地行星是否与地球一样，有生命存在。为此人类发射的空间探测器首先从探测金星开始。1961年，由苏联发射的“金星1号”第一个飞向金星，但未能完成探索任务就消失了。美国于1962年发射的“水手2号”首次成功地接触到了金星。火星也是人类关注的目标。1964年11月发射的“水手3号”、1975年发射的两个“海盗号”和1992年发射的“火星观察者号”都曾发回过有关火星的信息。水星离太阳最近，所以很少有探测器能到达那里，仅在“水手10号”路经水星时才拍下了第一批水星表面的细部影像。目前由探测器发回的数据资料已能初步揭开类地行星的神秘面纱，但相关的细节还需进一步探索。



类地行星的特点
类地行星一般都比较小，密度较大，相对来说没有多少大气。类地行星是以硅酸盐岩石作为主要成分的行星，其结构大致相同：有一个主要是铁的金属核心，外层则被硅酸盐地幔所包围，表面一般都有峡谷、陨石坑、山脉和火山。

漫天的尘暴
尘暴是火星上的奇特现象之一，通常出现在南半球的春季和夏季，是火星上最活跃的天气现象。每年大约发生100次地区性的尘暴，其风速差不多是地球上12级台风的6倍。这种尘暴往往覆盖半个甚至整个星球。

微薄的大气
火星的大气比地球大气稀薄得多，气压仅为地球大气压的0.5%～0.8%，相当于地球上空30～40千米的地方。火星大气中二氧化碳占95.32%，氮气占2.7%，氩气占1.6%，氧气占0.13%，水蒸气仅占0.01%。这些微不足道的水蒸气，仍能凝结成云并高居于大气之上，而且还可在山谷中形成晨雾。



坑坑洼洼的水星表面
水星表面布满伤痕，有着大大小小数千个陨石坑。这是由于水星表面没有大气层保护，陨石不断撞击水星表面形成的。由于没有风雨的侵蚀，水星表面的地形地貌能保持数百万年不变。

水星的秘密

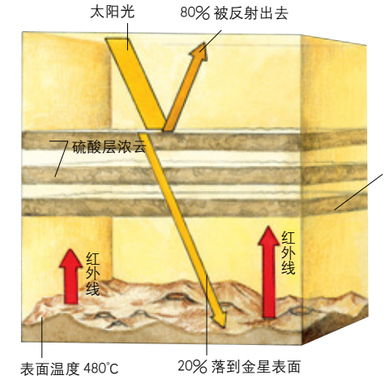
水星距太阳5800万千米，是离太阳最近的行星，也是九大行星中个头最小的一颗，半径仅为2439千米，比月球稍大。水星的公转速度奇快，在距太阳近时，可达56千米／秒；在距太阳远时，速度减为37千米／秒。水星有个奇妙的特点，那就是它的自转周期与它围绕太阳运行的公转周期非常接近，因此水星的一面会长时间地对着太阳。在朝着太阳的一面上，全年白昼无夜，同时由于水星上几乎没有大气，炽热的阳光直射裸露的水星，因此表面温度很高，赤道附近的温度高达400℃。与此相反，在阳光照射不到的水星背面，永远是长夜无昼，酷寒难熬，表面温度达到－162℃。

金星的谜团

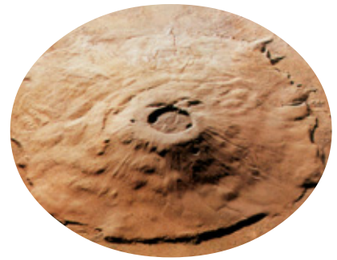
金星是太阳系中距地球最近的行星，也是浩瀚星空中最亮的一颗启明星。但是金星比较羞涩，总是被浓厚的云层包围着，即使用天文望远镜也很难窥见它的真面目。金星的外表最像地球，且质量和大小都与地球相近。然而，金星也有自己独特的方面，如逆向自转且转速很慢，周期为243天，这比它绕太阳公转的周期还要长18.3天。因此金星总是一面朝向地球，另一面却要隔200年才能看到一次。人类发射的一系列空间探测器造访金星后，揭开了金星的神秘面纱：原来在浓密的大气之下，金星是一个表面温度达480℃的火球；同时，不断喷发的火山加剧了金星大气的对流，促成了一年到头的狂风，其风力比地球上的台风还要猛烈6倍。



金星地貌
金星的地形地貌与地球大体接近，也有高山、峡谷、丘陵和平原。它表面2/3的地区是丘陵，有大量火山群和小规模的火山分布，其中一座被命名为马克斯韦·曼蒂斯的火山是太阳系九大行星中的最高山峰。



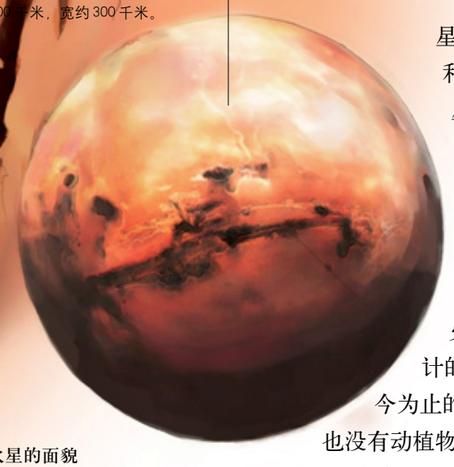
金星炎热高压的成因
金星上的大气密度是地球大气的100倍，大气中97%以上的成分是二氧化碳，此外还有厚达20～30千米的浓硫酸组成的浓云。二氧化碳和浓硫酸云层使得金星表面的热量不能散发到宇宙空间，这样金星表面就变得越来越热，温度最高可达447℃，形成所谓的温室效应。金星的大气压力为90个标准大气压（相当于地球海洋深1千米处的压力），这样就算钢筋，到了金星也会被压得粉碎。



奥林匹克火山
火星表面有数不胜数的火山，它们中的很多都气势宏大。最高的是奥林匹克火山，高27.4千米。

火星表面地貌
火星表面十分荒凉，遍地都是红色的土壤和岩石。覆盖火星表面积75%的是由硅酸盐、褐铁矿等铁氧化物经太阳辐射和火星表面的风化作用而形成的沙漠。火星上也有由火山喷发形成的高山和峡谷。著名的“水手大峡谷”深达7千米，长4000千米，宽约300千米。

水流的痕迹
火星上最引人注目的地形特征是干涸的河床，它们多达上千条。各种河道蜿蜒曲折，相互交错，场面十分壮观。



火星的面貌

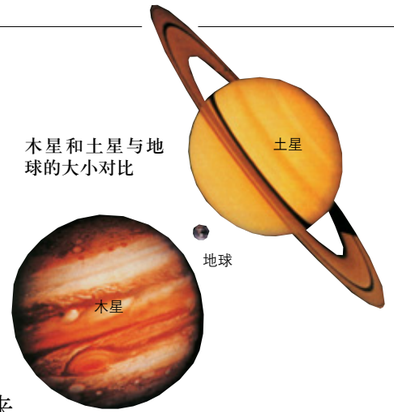
探寻火星上的生命

在类地行星中，火星是一颗红色的行星。火星上一天的长度几乎和地球相同，自转轴倾角也和地球差不多，因此火星上也有四季的变化。火星也是一颗最具传奇色彩的行星。望远镜出现以后，人们观测到火星的多种特性与地球相近，因此一度将它誉为“天空中的小地球”。关于“火星生命”、“火星人”等激动人心的话题传扬了将近一个世纪。为了探索火星的秘密，近30年来人类已发射了20多个探测器对火星进行科学探测。这些探测器拍摄了数以千计的照片，采集了大量火星土壤样品进行检验。迄今为止的实验结果表明：火星上没有江河湖海，土壤中也没有动植物或微生物的任何痕迹，更没有“火星人”等智慧生命存在。

到底是不是恒星

巨行星：木星、土星

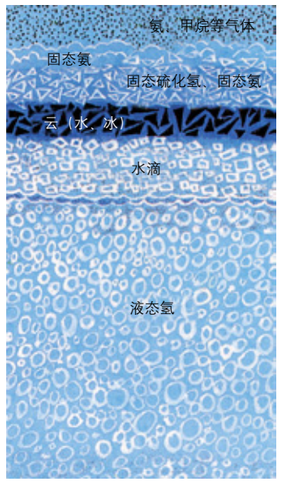
木星与其他几大行星不同，它有自己的能量，能够发光。近年来，人们通过对木星的研究，证实木星正向宇宙空间释放着巨大的能量，它所释放的能量是它从太阳那里所获能量的两倍，这说明有一半的能量来自于木星内部。那么木星到底是不是恒星呢？在人们的认识中，行星不具备辐射发光的能力，它完全靠反射恒星的光来发光，而恒星一般都是燃烧着的发光气体球。研究表明，木星是由液体状态的氢组成的。尽管木星也能发出微弱的光，但与恒星相比，又算不了什么。所以从严格意义上说，木星是处在行星和恒星之间的特殊天体。太阳系中除了木星外，土星也属于这类较特殊的天体。下面就让我们来进一步研究这类独具特点的巨行星。



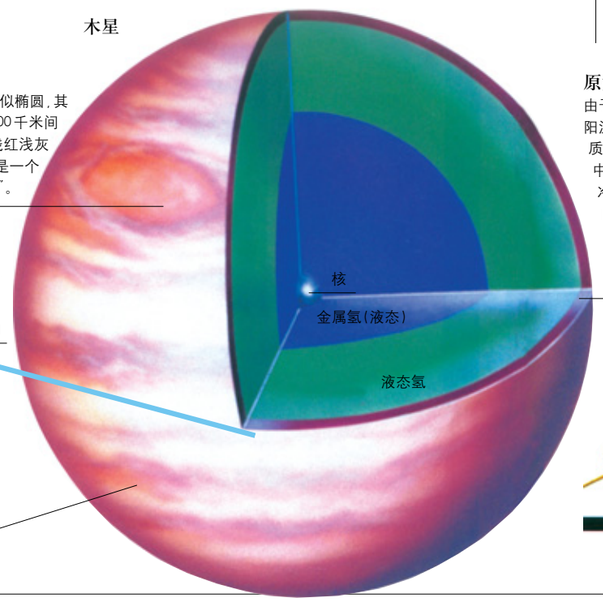
木星和土星与地球的大小对比

巨行星的特点

木星和土星是行星世界的巨人，称为巨行星。通过望远镜和空间探测器所拍摄的照片，人们了解到，木星和土星拥有浓密的大气层，在大气之下并没有坚实的表面，而是一片沸腾着的由氢组成的“汪洋大海”，所以它们实质上是液态行星。然而我们所见的木星和土星只能反映巨行星的外层结构，认识巨行星的内部构造却十分困难。因此，科学家利用由空间探测器观测到的数据，建立了一个能与所有限制条件相符的木星和土星静态模型，以此来了解巨行星的内部结构特点。另一方面，木星和土星都能发出相当于它们所接收的阳光两倍的辐射。这些辐射很可能来自其内部液体的对流，那么与此相对应的内部应该是怎样的一种结构，例如是否有核、固态区在哪等，这些都有待于进一步探明。



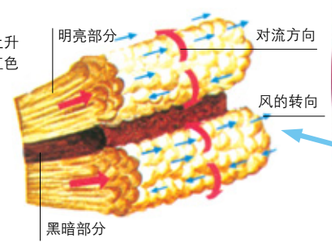
木星的大气结构
木星的密度极小，几乎全部是呈固态或液态的氢。外被一层厚约1000千米、含氨和甲烷等气体的大气所包围着。



木星环
1979年，美国发射的“旅行者1号”发现木星的腰间也有环带，后来“旅行者2号”证实了这一发现。木星环只有几千米宽，厚不足30千米，主要由岩石碎块组成，不反射阳光。由于这条又薄又暗的光带显得很暗，以至于天文学家用地面望远镜观察不到它。

奇妙的大红斑
木星上的这块大红斑耸出顶部云层约8千米，近似椭圆，其长轴平行于木星的赤道；长度在24,000～40,000千米间变化，宽度则保持在约13,000千米；颜色在浅红浅灰和鲜红色之间变化。经人类探测，这块大红斑是一个巨大风暴中心，它与飓风相似，但没有“风眼”。

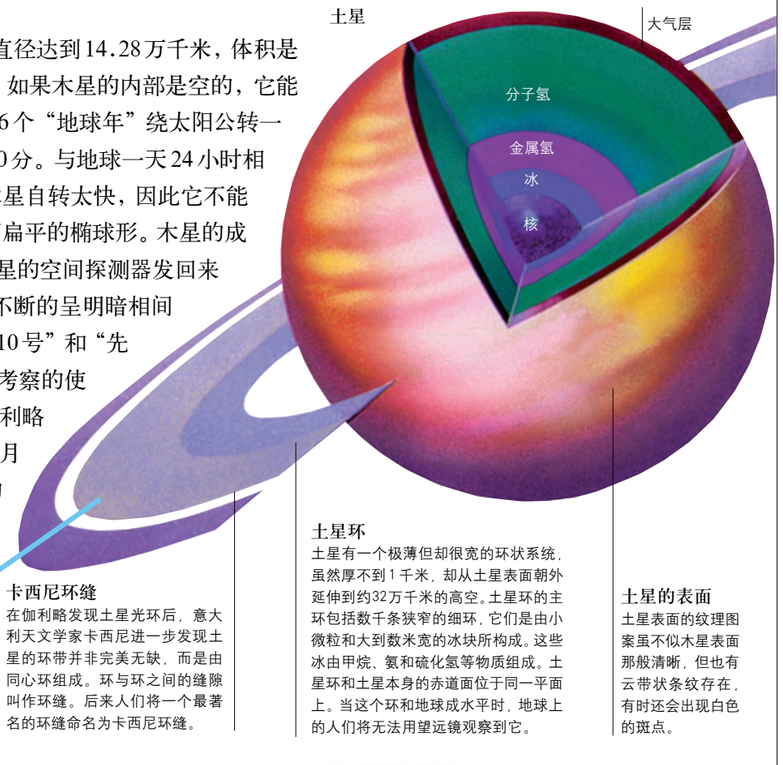
木星的大气运动
由于大气对流的缘故，明亮的部分为上升气流，黑暗的部分则形成下降气流。红色的部分推测大概是大气的乱流。



木星美丽的条纹
木星上那些美丽的条纹与赤道平行，呈亮、暗交替状，其中明亮颜色的带称为“亮带”，暗色带则称“带纹”。带纹是随着木星自转而环绕在木星上的不同种类气体的云层。亮带是由高度在80～100千米、气压在0.5～1个地球大气压聚积成云层的氨晶体组成；高度在30千米的是深色云层带纹，由硫化氢氨晶体组成；而高度为20千米或更低处的深色云层是冻结的冰晶组成的蓝色云层。

行星中的“巨人”——木星

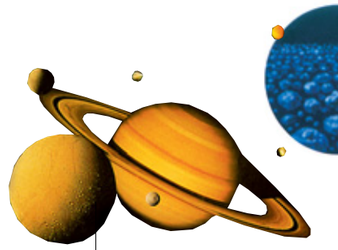
木星是太阳系行星中的“老大”，直径达到14.28万千米，体积是地球的1316倍，质量是地球的318倍。如果木星的内部是空的，它能装下1000多个地球。木星大约每11.96个“地球年”绕太阳公转一周，可是自转周期却大约只有9小时50分。与地球一天24小时相比，木星的自身旋转快得惊人。由于木星自转太快，因此它不能够形成球形，而是沿赤道隆起、呈上下扁平的椭球形。木星的成分也比其他行星更为复杂。从造访过木星的空间探测器发回来的信息了解到，木星表面有许多连绵不断的呈明暗相间的条纹，以及奇妙的大红斑。“先驱者10号”和“先驱者11号”是人类最先派到木星附近考察的使者。1989年10月18日，美国又把“伽利略号”木星探测器送入太空。1995年12月7日，探测器抵达木星，探测了木星的大气层和辐射带，测绘了木星的16颗卫星，揭示了木星的真面目。



卡西尼环缝
在伽利略发现土星光环后，意大利天文学家卡西尼进一步发现土星的环带并非完美无缺，而是由同心环组成。环与环之间的缝隙叫作环缝。后来人们将一个最著名的环缝命名为卡西尼环缝。

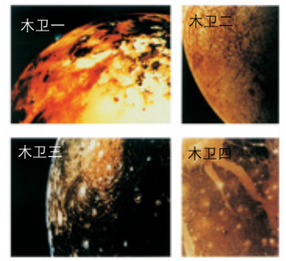
土星环
土星有一个极薄但却很宽的环状系统，虽然厚不到1千米，却从土星表面朝外延伸到约32万千米的高空。土星环的主环包括数千条狭窄的细环，它们是由小微粒和大到数米宽的冰块所构成。这些冰由甲烷、氨和硫化氢等物质组成。土星环和土星本身的赤道面位于同一平面上。当这个环和地球成水平时，地球上的人们将无法用望远镜观察到它。

土星的表面
土星表面的纹理图案虽不似木星表面那般清晰，但也有云带状条纹存在，有时还会出现白色的斑点。

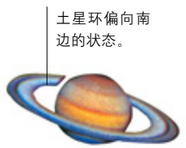


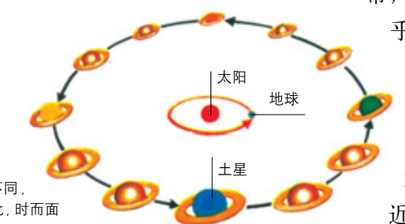
土星的卫星成员
目前探知的土星卫星有22颗，有些在光环内运行。土星的卫星系统非常稳定，多数卫星的轨道都是近圆形的，并都处于土星的赤道平面上，而土卫八和土卫九是例外。另外，在所有卫星中，只有土卫六拥有明显的大气层。

木星的卫星家族
木星至少拥有18颗卫星，其中最大最亮的四颗卫星（木卫四、木卫二、木卫三和木卫一）早在1610年就被伽利略发现了。1995年“伽利略号”在进入木星轨道后，陆续观测到木卫一上的火山喷发、木卫二的冰水圈、木卫三曾经历板块活动的线索以及木卫四遍布陨石坑的地貌。

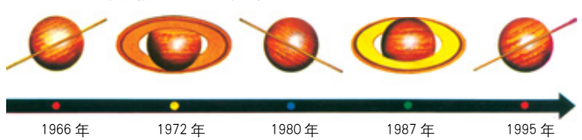


原始大气层
由于木星本身的巨大尺寸及远离太阳温暖的光线，几乎所有的木星物质都保留在行星上而未失散到太空中去。另外，木星高层大气非常冷，大约为−150℃，原子和分子的运动速度较低，这使大气保持了大量的原始成分。这样木星就等于给了科学家研究46亿年前形成太阳系物质的机会。





土星环的观测
由于土星与地球相对位置的不同，从地球看过去，土星环时而面北，时而面南，1980年曾消失，至1987年又在南边出现。



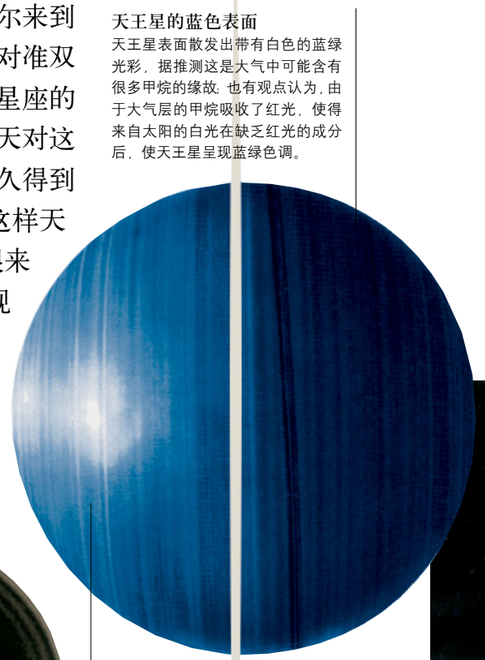
长“耳朵”的土星

大约400年以前，当伽利略将自制的望远镜指向土星的时候，他发现土星多了两个“耳朵”，但他并不清楚这是什么。直到半个世纪以后，荷兰的天文学家惠更斯用更强大的望远镜发现，土星的“耳朵”实际上是围绕土星的一个环带，从而完整地描述出了土星的面貌。土星是一个几乎和木星一样大的气体巨星，赤道直径约12.05万千米。土星也是由氢及氦组成的，但密度则只有水的70%。假设把土星放入水中，土星会浮在水面上。土星的公转周期约为29.5年，自转周期为10小时14分。由于自转速度很快，因此赤道附近的离心力很大，使得土星的形状变成扁圆形。探测土星对于了解和认识太阳系的形成及演变具有重要意义。迄今为止，只有“先驱者11号”、“旅行者1号”、“旅行者2号”以及“卡西尼号”控测器飞临土星，进行过探测土星的活动。

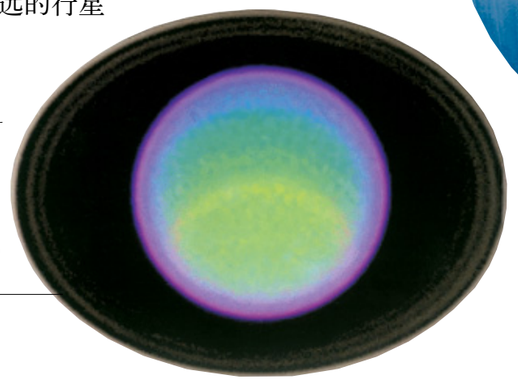
再也藏不住的远日行星

远日行星：天王星、海王星、冥王星

在1781年3月13日晚，在英国当时还是业余天文学家的赫歇尔来到自家花园，用一架自制的望远镜做巡天观测。当他把望远镜对准双子星座时，突然发现那里多了一颗陌生的小星星：它并不是双子星座的“成员”，怎么跑到双子星座的天区里来了？带着疑问，他接连十几天对这位陌生的“客人”进行观测。起初，他认为这是一颗彗星，但是不久得到证实，他发现的这颗星是太阳系的第七颗大行星——天王星。就这样天王星成为用望远镜发现的第一颗行星，而在此之前人们都是用肉眼来观察太阳系行星的。后来，人们在观测天王星时，发现它很不守规矩，时常跑出自己应当遵循的轨道。对此英国大学生亚当斯测算出了另一颗未知的大行星存在。1845年9月23日，法国天文学家勒维烈根据亚当斯的推测观察天空，终于在茫茫星海里发现了它——海王星。冥王星是在1930年3月，由在美国洛韦尔天文台工作的汤博发现的。至此这三颗遥远的行星一一亮相。



天王星的蓝色表面
天王星表面散发出带有白色的蓝绿光彩，据推测这是大气中可能含有很多甲烷的缘故，也有观点认为，由于大气层的甲烷吸收了红光，使得来自太阳的白光在缺乏红光的成分后，使天王星呈现蓝绿色调。

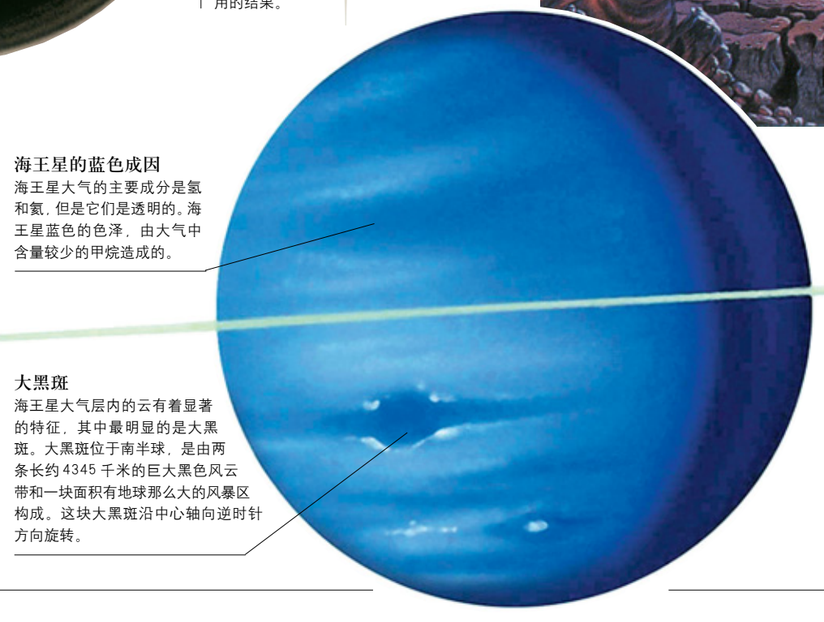


发现天王星光环
天王星的赤道上空有11道环，每一道环都只有数十千米宽，非常纤细。与木星及土星不同，天王星的光环是由碳粒石或岩石组成的，所以非常暗淡。环带是因牧羊人卫星的作用而存在。因为环外侧卫星的公转速度比环慢，使得环粒子往行星的方向掉落；相反，在环内侧的卫星公转速度较快，则会把环粒子往外推。两种力共同作用，使得天王星的环粒子不易脱逃。

云带
与其他气体行星一样，天王星也有带状的云围绕着它快速飘动，只是不够明显而已。另外云层中还有向外喷射的气流。这些云带都是大气层中风作用的结果。

躺着转的天王星

天王星距离太阳约29亿千米，其体积仅次于木星和土星，约为地球的65倍。尽管天王星的直径约为地球的4倍，质量约为地球的14倍，但密度却不及地球的1/4，这是因为天王星与其他类木行星一样，都是以氢、氦等气体为主要成分构成的。天王星的最大特征是自转的倾斜度很大。一般行星的自转轴与其公转面都很接近垂直，唯独天王星的自转轴与公转面成98°角的倾斜，几乎是横躺着运行。因此，太阳有时整天都照在北极上，而这时的南半球就全天黑暗。1986年1月24日，“旅行者2号”在距天王星8万千米的地方掠过，对其进行了为期46天的考察，结果发现，天王星绕太阳公转一周大约需要84个地球年，而自转只有16.82小时。“旅行者2号”还发现，天王星的表面被汪洋大海所覆盖，深度达8000米，水温高达几千摄氏度。由于其大洋上包围着厚达几千千米的大气层，所以超高温的海水也不能沸腾出来。



海王星的蓝色成因
海王星大气的主要成分是氢和氦，但是它们是透明的。海王星蓝色的色泽，由大气中含量较少的甲烷造成的。

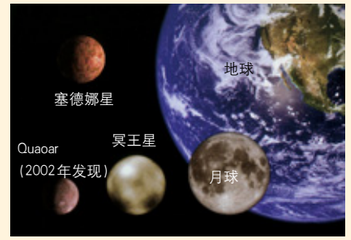
大黑斑
海王星大气层内的云有着显著的特征，其中最明显的是大黑斑。大黑斑位于南半球，是由两条长约4345千米的巨大黑色风云带和一块面积有地球那么大的风暴区构成。这块大黑斑沿中心轴向逆时针方向旋转。

蓝色的海王星

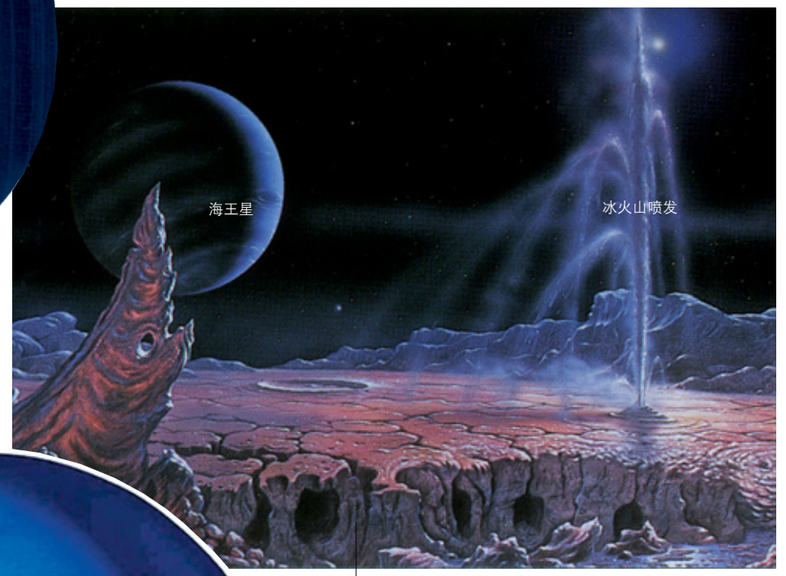
海王星是类木行星中最外侧的一个，也是最小的一颗，它的体积远比天王星小，可质量却比天王星大；直径只有地球的4倍，公转周期约为165个“地球年”。海王星离太阳有45亿千米远，这使到达它的太阳光辉已无法温暖它。科学家推测海王星的表面温度大约在−200℃以下，地面被厚厚的冰层包裹着，就像一个大冰球。海王星内部有热源，它辐射出的能量是它吸收的太阳能量的两倍多。1989年8月25日，“旅行者2号”探测器飞越了海王星，观察到了海王星的6颗新卫星及海王星光环。

有争议的“第十大行星”

美国宇航局于2004年3月15日宣布，美国天文学家在距离地球130亿千米远的地方发现了一个类似行星的天体。有些专家已把它称为太阳系的“第十颗行星”。美国天文学家们把它命名为“塞德娜”(Sedna)。这颗“新”行星比冥王星小，是一颗红色的星体，直径不到1700千米，与地球的距离比冥王星远3倍，因此，它应该是太阳系中最远的天体。塞德娜到底算不算第十大行星，还不能下定论。其实早在冥王星发现之后，就有一些天文学家认为，天王星和海王星轨道多变，不可能是冥王星独自造成的，因为冥王星的引力没有那么强。他们断言肯定有第十颗行星存在，它必位于极远处，否则早已被发现。人们现在需要一个更好的望远镜，来搜寻、核实太阳系的第十大行星。



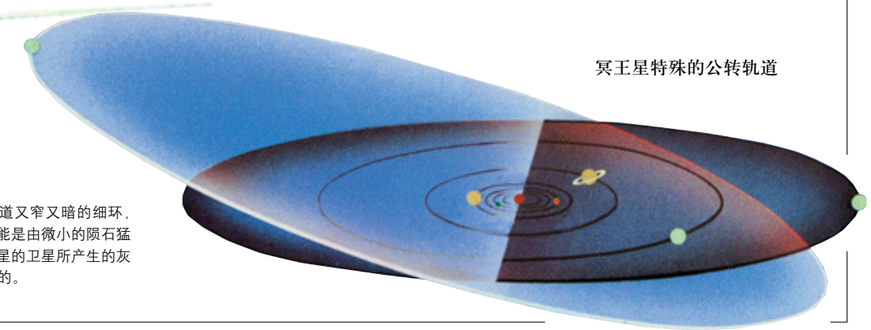
塞德娜星与其他天体的大小比较



奇特的海卫一
海王星有8颗卫星。其中海卫一是一颗最奇特的卫星，它不仅与其他几颗卫星“背道而驰”，逆时针绕海王星旋转，而且表面温度极低，比最远的冥王星还冷。在海卫一上，几座活动的冰火山正把水和氨、甲烷的混合物抛向高高的太空。

神秘未知的冥王星

冥王星是距离太阳最远也是最小的行星，体积仅为月球的1/3。但因为冥王星的轨道是椭圆形的，所以在它249年的公转周期内，有20年会插入海王星轨道的内侧；但冥王星的公转面与黄道面呈17°角的倾斜，因此不可能与海王星相撞。冥王星是一个石质行星，其表面温度为−230℃～−215℃。甲烷冰构成的地表上堆积着氮、甲烷、一氧化碳的霜。冥王星还拥有非常稀薄的大气，约为地球的1/1000000到1/100000。不过这层大气在冥王星渐渐远离大阳时，会慢慢凝结成固态。在冥王星上看太阳，太阳只是一颗明亮的星星。冥王星是如此之小，距离地球又远，因此还没有任何人类的空间探测器拜访过它，我们对它所知也就极其有限。

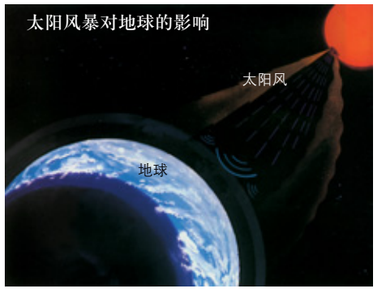

冥王星特殊的公转轨道

海王星环
海王星有4道又窄又暗的细环，这些环很可能是由微小的陨石猛烈撞击海王星的卫星所产生的灰尘微粒形成的。

卫星被太阳风暴“击中”了

强烈的太阳活动

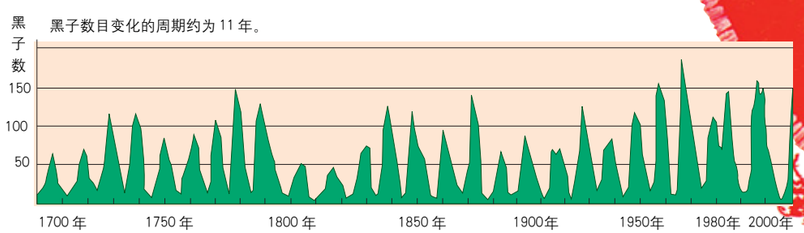
在太阳活动峰年期间，太阳风暴对地球造成的影响非常显著。例如1989年3月13日至14日，太阳风暴造成加拿大魁北克地区电网停电，同时，全球无线电信号受到干扰，日本的一颗通信卫星工作异常，美国的一颗卫星轨道下降。在新一轮的太阳活动峰年里，卫星被太阳风暴“击中”的事件再次发生。1998年5月，美国“银河4号”卫星因受太阳风暴影响而失灵，造成北美地区80%的寻呼机无法使用，金融服务陷入脱机状态。在2000年7月14日发生的一次强太阳风暴事件中，地球电离层发生强烈的突然扰动和电离层暴，短波通讯中断，所有科学卫星受损减寿。太阳风暴虽然很可怕，但也是有规律可寻的。下面就让我们来认识一下太阳风暴。

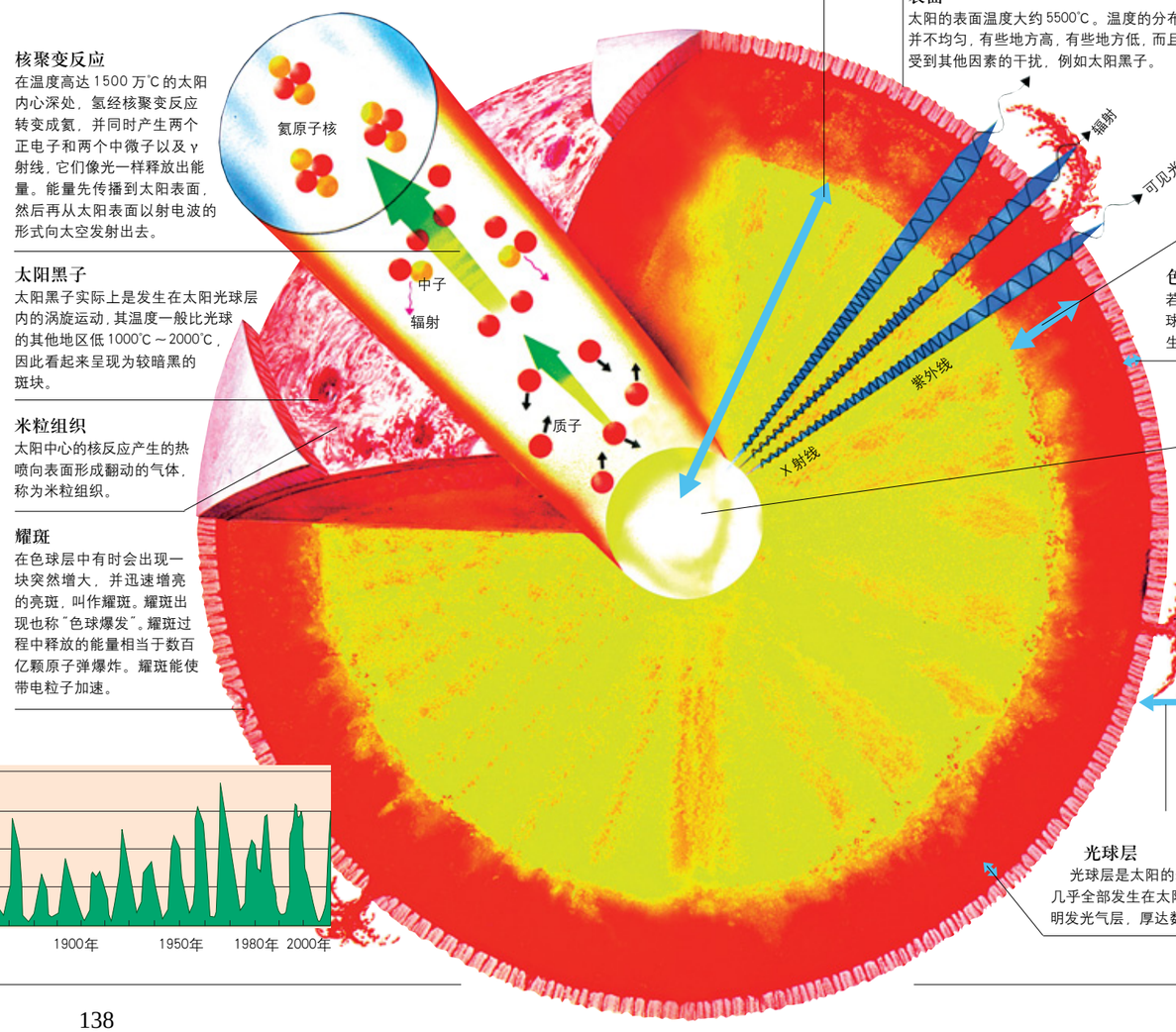


太阳风暴是怎么回事

太阳风暴为太阳活动的一种表现，是指太阳因能量增加而向空间释放出大量的带电粒子流。由于太阳风暴中的主要物质是带电等离子体，它们以每小时150万到300万千米的速度闯入太空，因此，会对地球空间产生巨大的冲击。在太阳风暴爆发时，太阳内部常常伴有X射线、紫外线辐射增强，高能粒子流暴涨和日冕物质抛射等活动。这些太阳活动使地球磁场产生剧烈变动，电离层受到强烈扰动，地球高层大气化学成分、密度和温度发生急剧改变。上述变化可进一步引发灾害性的事件：无线电传播受到强烈干扰；电磁遥感测量在磁暴期间常常发生错误；电波路径发生位置移动，GPS定位、导航产生误差；电网超载，造成传输中断；卫星衰老并过早陨落，星载电子仪器受到严重损害。

太阳黑子活动情况





地球极光

极光是一种地磁风暴。地磁风暴在通常情况下是不可见的，但有时它们能使大气层产生出地球上最壮丽的自然光，这就是极光。由于地球磁场并不是对称的，在太阳风的吹动下，它变成某种“流线型”，也就是说朝向太阳一面的磁力线被大大压缩，相反方向却拉出一条长长的，形似彗尾的地球磁尾。由于与日地空间行星际磁场的耦合作用，变形的地球磁场的两极外各形成一个狭窄的、磁场强度很弱的极尖区。因为太阳风中的等离子体具有“冻结”磁力线特性，所以，这些粒子不能穿越地球磁场，而只能通过极尖区进入地球磁尾。在极区，这些带电粒子撞击高层大气中的气体分子和原子，使大气里的粒子被激发——退激而发光。不同的分子、原子发出不同颜色的光，这些单色光混合在一起，就形成多姿多彩的极光。

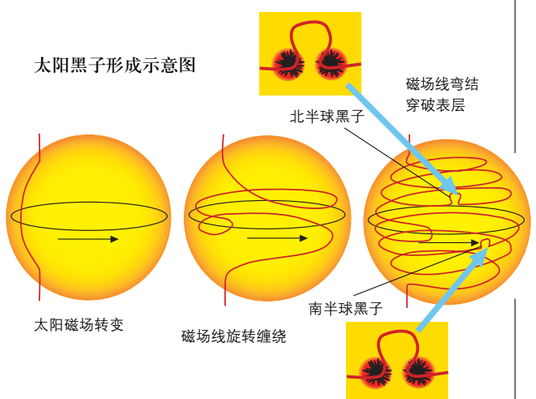
太阳活动

太阳活动是指发生在各个相对稳定的太阳分层结构上的扰动现象。到目前为止，只有发生在太阳光球层以上的活动能够直接观测，而光球层以下的活动只能利用间接手段推测。时间尺度较短，空间尺度较大，释放能量较多的太阳活动称为剧烈太阳活动。太阳活动主要类别包括黑子、耀斑、日珥爆发和日冕物质抛射。太阳上出现结构复杂的黑子是发生太阳风暴的征兆。耀斑、日珥爆发和日冕物质抛射三种活动现象往往在强太阳风暴中全部出现。目前普遍认为太阳活动是由太阳磁场变化引起的。太阳活动呈周期性变化，周期约11.2年。观测表明每隔一个太阳活动周期，太阳两极的磁场极性就会倒转一次，因此，太阳活动完全受控于太阳磁场变化。我们将太阳活动出现频率相对高的年份称为“太阳活动高峰年”。

太阳黑子形成

太阳黑子是由强烈的局部磁场作用所形成的。在太阳旋转初期，电磁线几乎是以直线形式从太阳磁性北极走向磁性南极。但由于太阳赤道附近的旋转速度比其他地方快，所以，磁场线也就顺着旋转方向呈螺旋形缠绕起来，并且越绕越密。最后，磁场线的弯结由内穿出，到达太阳表面，形成了磁性相互对立的两块黑色斑块。如果在一个半球上，第一块黑子呈北极性，第二块黑子呈南极性，那么在另外一个半球上，黑子极性排列的顺序则正好相反。大约每隔11年，北半球和南半球的极性互换一次；每隔22年，新的一轮磁性周期重新开始。

太阳黑子形成示意图



不会被磨灭的脚印

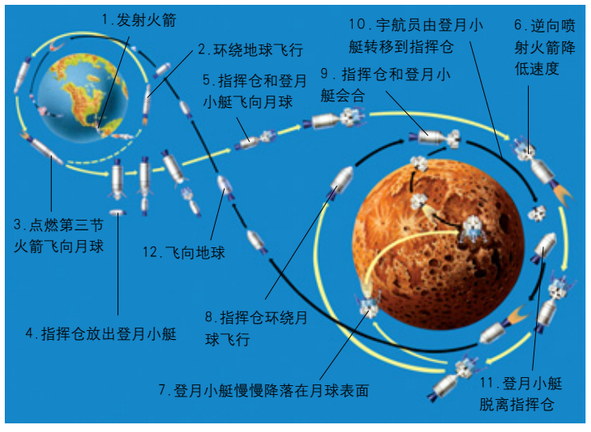
人类登月探索

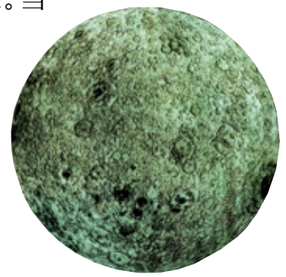

人类登上月球表面。

探索地球之外的行星，一直是人类渴望的宇宙之旅。和其他天体相比，月球可以说是“近在咫尺”了，因此人类征服太阳系的第一站就是月球。自1959年9月12日苏联发射的“月球2号”探测器击中月球以来，人类已经对月球进行了数十次探测，甚至不惜以宇航员宝贵的生命为代价，获得登月成功。1969年7月21日是一个永远值得纪念的日子。这一天格林尼治时间4时7分，美国宇航员阿姆斯特朗走下登月舱扶梯的最后一节阶梯，在月面上迈出了具有历史意义的第一步。虽然从扶梯到月面只有几十厘米，但这一步却意味着人类登月梦想的实现。在月球这个寂静的世界里，这个脚印永远不会被磨灭，因为月球上根本不存在能破坏它的风雨现象。当然在人们的记忆中，这个重要的脚印留有的印象也同样深刻而久远。

“阿波罗号”的登月之行







神秘的背面

由于月球始终是一面朝着地球，所以另一面就显得神秘许多。月球的背面基本上没有月海，而以坑坑洼洼的月坑和环形山为主，因而显得崎岖不平。

月球的外貌(正面)

月球有两种特殊的地形：深灰色的平原(或称为月海)，还有较亮的高地。高地由无数的坑洞覆盖，是月壳年龄最老的部分。平坦的平原则是一些充填了熔岩的大型月坑。平原之中还有一些较小的新形成的月坑，月坑周围环绕着环形山。

哥白尼环形山

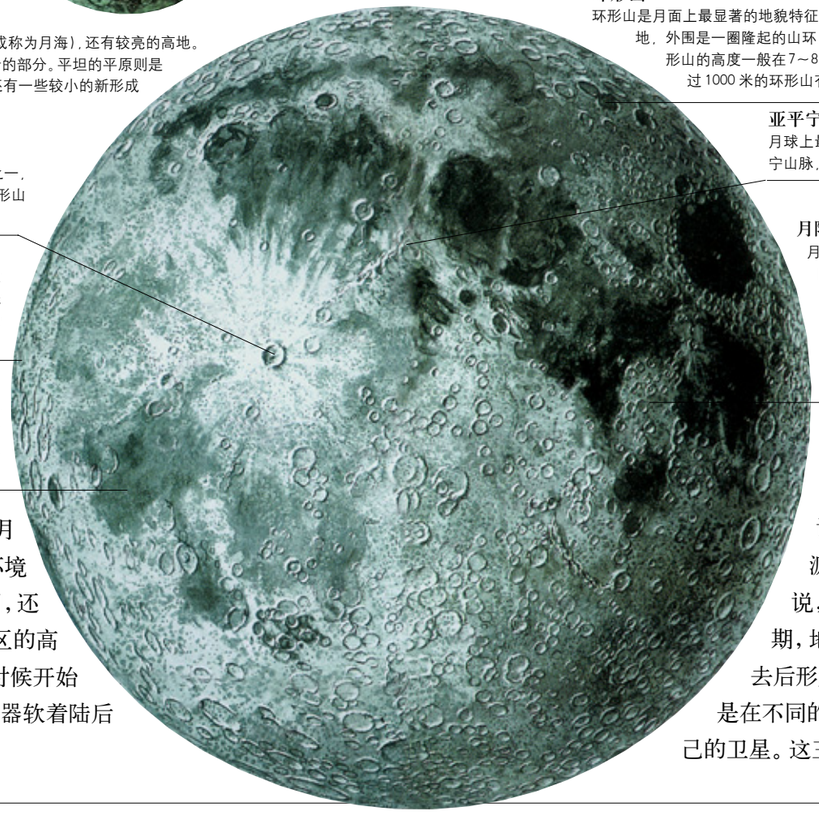
哥白尼环形山是月球上最突出的环形山之一，其山壁上有像台阶一样的台地，直达环形山的底部。

月坑

在月球表面，特别是月陆地区，布满了大大小小的月坑，其中辐射状月坑的辐射线通常从月坑中心呈放射状向外延伸，极为壮观。

月海

由凝固的熔岩构成的盆地，称为月海。说是海，但没有一滴水。月亮上一共有22个月海，其中3个位于月球背面，4个跨越正背两半球，其他15个均在月球的正面。



环形山

环形山是月面上最显著的地貌特征，山的中央有一块圆形的平地，外围是一圈隆起的山环，内壁陡峭，外坡平缓。环形山的高度一般在7～8千米之间。在月球直径上超过1000米的环形山有33000多个。

亚平宁山脉

月球上最长的山脉是亚平宁山脉，蜿蜒640千米。

月陆

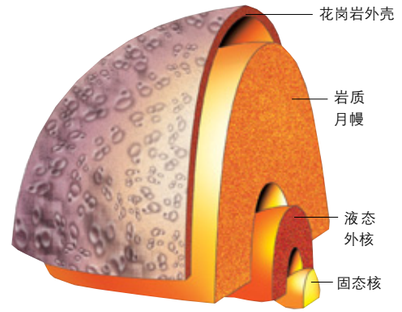
月陆是月球表面高出月海的地区。月陆比月海平均高出2000～3000米，在面对地球的正面，月陆的面积和月海的总面积大致相等；而在月球背面，月陆的面积要比月海的面积大得多。

人类的探月方式

人类主要以四种方式对月球进行探测。第一种方式是探测器在月球附近飞过，或者在月球的表面硬着陆。硬着陆时，探测器撞击月球表面，利用破碎的短暂过程来探测月球周围环境和拍摄月球照片。第二种方式是利用月球卫星来获取信息。这种方式能有比较长的探测时间，还可以获取比较全面的资料。第三种方式就是在月球表面软着陆。这种方式可以拍摄局部地区的高分辨率照片，还可以进行月面的土壤分析、月震测量等。软着陆的方法是，在接近月球的时候开始逆喷火箭，逐渐减小探测器的运行速度，然后缓缓着陆。第四种方式是载人或者不载人探测器软着陆后取得样品，返回地球，进行实验分析。

月球的世界

人类踏上月球以后，发现月球是一个荒凉沉寂的世界。那是因为月球上没有大气，因而就没有了风、云、雨、雪、雾等气象，也没有四季变化。但因月面上缺少大气和水的调节，昼夜温差很大，白天在阳光垂直照射的地方温度高达127℃；到了夜晚，最低可达－183℃，能使温度计中的水银冻结，是名符其实的广寒宫。由于没有空气，所以没有传播声音的媒介，万籁俱寂。宇航员在月面上谈话时要用无线电通过耳机才能听到。由于没有大气的反射，月球上的天空像黑丝绒般深沉乌黑。由于没有空气散射，从月球上看到的星星就不再是一闪一闪的了。由于没有风雨的侵蚀，月球一直保持着老样子。

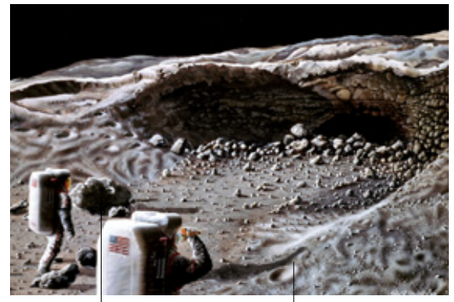


月球的内部构造

月球也可分成月壳、月幔和月核。月壳厚约60～65千米，它最上部的1000～2000米主要是月壤和岩石碎块。月壳以下到1000千米处是月幔。从月幔以下直到1740千米深处的月球中心为月核，主要由铁、镍、硫组成。

近观月球

宇航员踏上月球后，看到月球一片荒凉，满目都是呈灰色的月壤和月岩的世界。



月岩

月岩的组成比较简单，主要是玄武岩。在月海中主要为溢流玄武岩，它的颜色较深，从地球上看，表现为月面上的暗斑。

月壤

月球表面覆盖着的厚厚的岩屑和玻璃质的物质被称为月壤。月壤不是由月岩风化剥蚀形成的，而是来自宇宙尘埃，其主要成分是玄武岩和斜长岩。

创建月球城的梦想

月球探测点燃了人类踏上月宫的希望之火。月球虽然是蛮荒之地，但有广阔的开发前景。月球上最吸引人的资源是地球上没有的氦－3，它是太阳风带来的，可为人类提供高效而长久的能源。更为诱人的是，用氦－3进行的核反应，设施简易，不会产生难以处理的有放射性的废料。月球没有大气和磁场，可在月球上建立对地监测站、天文观测站及科学实验站。由于月球的重力只是地球的1/6，航天器从那里起飞，可以大大节省能源。月球上有大量的矿藏，可以建立采矿区，就地取材生产水泥、陶瓷、玻璃和金属材料。这些产品不仅可以用于月球基地的自身建设，还可以用来建造高地球轨道和月球轨道上的空间城，其运费只是从地球上运送的1/20。这些都是月球的优势所在。预期在2015年左右，人类可在月球上建成第一个有生命保障系统的月球基地；2025年时，将兴建大规模的“月球城”，城内有各种保证长期居住的设备；2040年，月球城内的一切设施逐渐完善；到了2050年，将有部分移民来到月球。


人类构想中的月球基地

月球的起源

“月球起源”是个十分古老的问题，但今天天文学家对此仍然是众说纷纭。18世纪以来的月球起源假说归纳起来，可以分为三类，即“同源说”、“分裂说”和“俘获说”。“同源说”是最早出现的一种月球起源假说，它认为月球和地球具有相同的起源。“分裂说”则认为在太阳系形成初期，地球还处于熔融状态时，地球的转速相当高，以致于有一部分物质被甩出去后形成了月球。继同源说和分裂说之后提出的“俘获说”认为，月球和地球是在不同的地方形成的，一次偶然的机会，地球把运行到附近的月球俘获，成为自己的卫星。这三种假说都获得了一些实验的支持，但在某些问题上又都难以自圆其说。

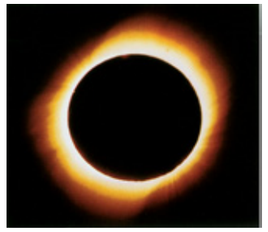
被掠夺的光明

日食和月食

日出东方，太阳给我们带来了光明和温暖；傍晚时分一轮明月升起，又为这个世界洒下柔和的光辉。不过有时候光明也会被莫名地掠夺。公元前585年5月28日，中亚细亚的吕底亚和米底两国为争夺小亚细亚而激烈交战，突然太阳消失，天地昏暗起来，双方惊恐万分，以为“天神”发出了警告，都自动放下了武器。日食制止了一场战祸。在中国古代，当日食或月食出现时，人们说那是天狗在吃太阳、吃月亮，于是他们就敲盆击鼓赶走天狗，收回光明。这些有趣的行为当然只是在人们缺乏天文知识的情况下才会发生。下面让我们来科学地认识日食和月食。



钻戒环
日全食时，在食既前与开始复圆的一刹那，可以看见的奇妙景象。



日全食
在日全食发生时，太阳的日冕就很容易观察到了。

月食过程
月食从月球左方开始，月球全部被遮住后，地球的影子从右方离开。当月球全部被遮住时，天空并非一片黑暗，我们还能看见笼罩在月球上的暗红色光。



日食成因
月球运行到地球和太阳之间，遮住太阳的光线时，就会发生日食。由于月球比太阳小得多，它的直径大约是太阳直径的四百分之一，而月球与地球间距离也差不多是太阳与地球间距离的四百分之一，所以从地球上看，月亮与太阳的圆面大小差不多相等，因而月亮能把太阳遮住而发生日食。

日食现象

在地球上观察，月球遮住太阳的一部分或全部的现象称为日食。日食有日全食、日偏食和日环食三种。由于月亮是自西向东绕地球转动的，所以在日食发生时，月亮总是从太阳的西边缘开始一点点遮住太阳，并慢慢向太阳的东边缘发展。一次日全食的全部过程共分为五个阶段：初亏、食既、食甚、生光、复圆。月面的东边缘和日面的西边缘相外切时称为初亏，即日食开始的时刻；初亏过后，当月面东边缘与日面的东边缘相内切时称为食既，这是日全食的开始；食既以后，当月面的中心和日面的中心相距最近时称为食甚(对偏食来说，食甚是太阳被月亮遮去最多的时刻)；当月面的西边缘和日面的西边缘相内切的瞬间称为生光，这是日全食结束的时刻；生光之后，月面继续移离日面，当月面的西边缘与日面的东边缘外切时称为复圆，日食的全过程到此结束。日全食的前后过程通常在2～3分钟之间，最长者不超过9分钟。日偏食时只有初亏、食甚和复原三阶段，日环食的过程则与日全食一样。

月食现象

满月时，月球进入地球的影子里，月球表面的全部或一部分陷入黑暗中的情形，称为月食。月食发生时，无论我们在地球上的哪个角度来看，其结果完全一样。月食可分为月全食和月偏食。月食总是从月亮的东边缘开始。与日全食一样，一次月全食也要经历初亏、食既、食甚、生光、复圆这样五个阶段。而月偏食只有初亏、食甚和复圆三个阶段。由于地球的影子较大，所以月食的时间要日食的时间长。在月全食发生时，我们在地球上仍能见到暗红色的月球。这是因为太阳光中的红色光在通过地球大气时发生折射，从而使月球看起来呈红色了。

影子
凡是不发光、不透明的物体在太阳光的照耀下，都有一个影子拖在后面。地球和月球本身都不发光，它们背对着太阳的一面，都各自拖着一条长长的影子。

本影
影子最黑的部分，称之为本影。我们在月球的本影区内看不见太阳。

日全食
如果月亮的本影扫过地球表面，那么在本影区内，太阳射向月亮的光线被全部遮住，因此在这一区域的人们就会看到太阳的整个圆面被月亮遮住的日全食现象。

半影
本影周围稍微暗淡的影子，称之为半影。我们在月球的半影内区只能看见太阳的一部分。

日偏食
如果月亮半影扫过地面，则在半影区内，太阳射向月亮的光线一部分被月亮遮住，在这一区域的人们就会看到日偏食现象。

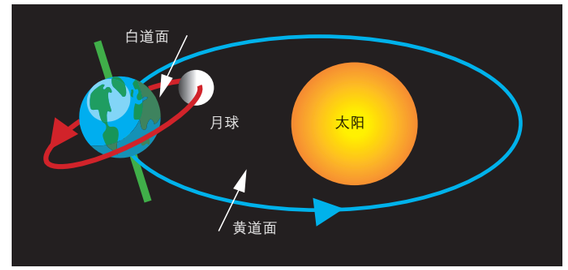
日环食
当月亮的伪半影扫过地面，那么在伪本影区内的人们就会看到太阳中央部分被遮，而太阳四周只留下一圈窄光环的日环食现象。

伪本影
伪本影只在日环食时才存在。当太阳中心部分射来的光线被月球挡住，但太阳边缘部分射来的光线却未被遮挡，这时在月球的影子上就形成了一块特殊的影区，那就是伪本影。

月全食
当月球完全进入地球的本影区时，地球上就能观测到月全食。

月偏食
当地球的本影遮住月球的一部分时，我们看见的就是月偏食。

月食成因
月亮绕地球公转时，有时会进入地球的本影区，于是就发生了月食。地球的本影很长，最短的也有136万余千米，这比月球和地球之间的最大距离还要长很多，因此月球永远不会进入地球的伪本影区，所以我们也就不会看到月环食现象。



每月的朔或望不会发生日食和月食的原因
月球绕地球运动的轨道面(白道面)与黄道面并不重合，而是倾斜的，所以不会每到朔就发生日食，也不会每逢望就发生月食。

日食和月食的出现规律

由于月亮围绕地球运动的轨道(白道)和地球围绕太阳运动的轨道(黄道)有一定的夹角，因此日、月食的发生必须是新月和满月出现在黄道和白道交点的一定界限之内，这个界限就叫“食限”。计算表明，对日食而言，如果新月在黄道和白道交点附近大约18°角的范围内，就可能发生日食；如果新月在黄道和白道交点附近16°角左右的范围内，则一定有日食发生。对月食而言，如果望月在黄道和白道交点附近12°角左右的范围内，就可能发生月食；如果望月在黄道和白道交点附近10°角左右的范围内，则一定有月食发生。由于黄道和白道的交点有两个，这两个交点相距180°，所以一年之中有两段时间可能发生日食和月食，这两段时间都称为“食季”，它们相距半年。一般说来，最常见的情况是一年中有两次日食和两次月食。上述这种情况是针对整个地球来说的。对地球上的某个地点而言，一年内能看到日、月食的机会就要少得多。

“食分”表述的意义

我们在日食和月食的预报中，常常会看到“食分”这样一个词，它用来表示食甚时日面或月面被遮掩的程度。对于日偏食，食分是指日面被遮去部分和日面直径之比。将太阳的直径视作1，如果食分为0.5，就表示太阳的直径被遮去了一半。对于日全食或日环食，食分是月面直径和日面直径之比。很显然，日全食时的食分总是大于或等于1，日环食的食分小于1。对于月偏食，食分是指在食甚时月亮直径被遮的多少和月亮直径之比。如果食分为0.7，那么就表示月亮的直径被遮去7/10。对于月全食，食分指月亮直径进入地球本影部分与月亮直径之比，所以月全食时的食分大于或等于1。



日全食过程中的“食分”是在不断变化的。

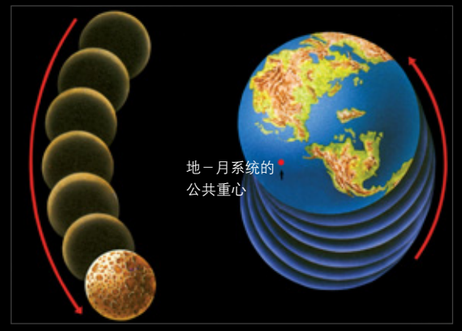
谁让月亮变了脸

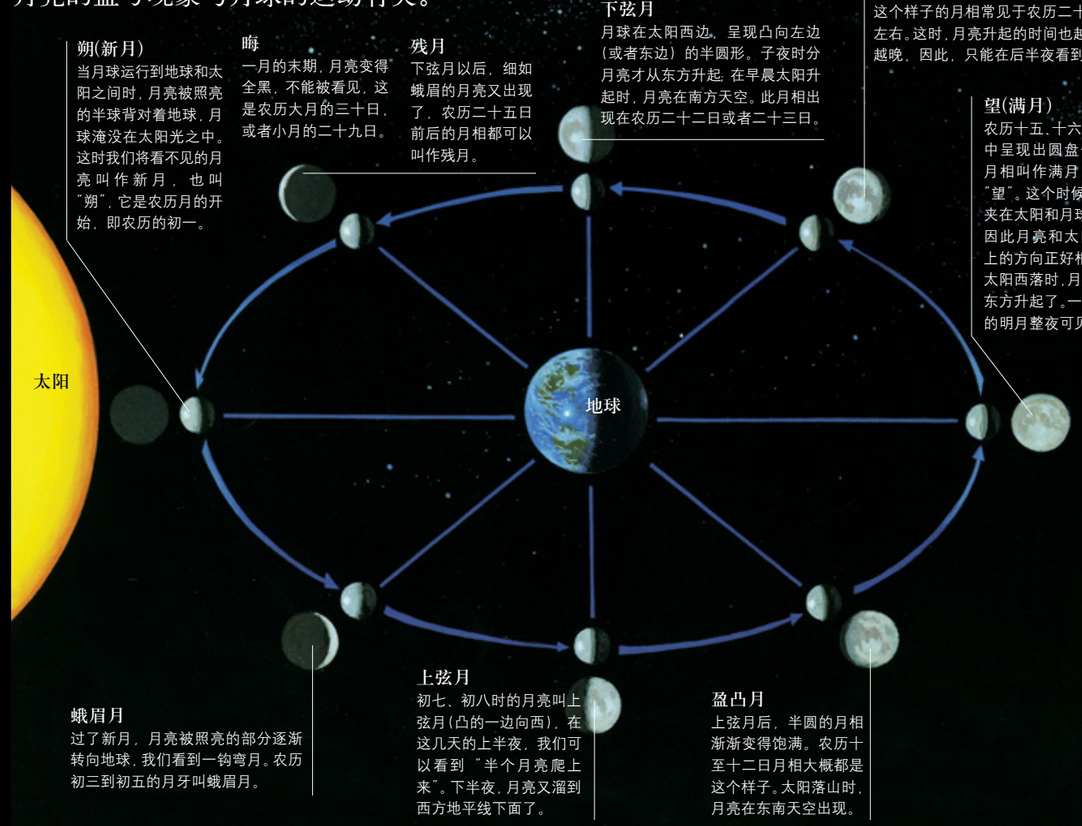
月球的运动

在远古时代，许多民族就注意到月亮的圆缺变化具有“天文历法”的意义，并把月亮的盈亏变化作为计时单位——月，但月亮怎么会有圆缺变化呢？《周髀算经》中提到：“故日兆月，月光乃生，故成明月”。汉代科学家张衡在《论衡·灵宪》中也说“故月光生日之所照魄(亏缺)，生于日之所蔽；当日则光盈，就日则光尽也。”他把月相盈亏的道理说得很清楚。北宋科学家沈括在月亮盈亏问题上，以“银丸”做类比实验，指出：“月本无光，犹银丸，日耀之乃光耳。光之初生，日在其傍，故光测而所见才如钩；日渐远，则斜照，而光稍满。”他用“银丸”形象地说明了月亮盈亏现象的原因。虽然古人已明白月相是因太阳而变的，但是对于“飞镜无根谁系”这一问题还一直存疑。现在，科学研究已充分说明月亮的盈亏现象与月球的运动有关。

月球绕地球运动的特点

月球实际上是在围绕地球－月球系统的公共重心运动。由于月球质量为地球质量的1/81.3，地－月系统的公共重心在地球内部距地心4.671千米处，所以，月球绕地公转的轨道呈椭圆形。月球与地球最近的近地点距离为36.33万千米，最远的距离为40.55万千米。





朔(新月)
当月球运行到地球和太阳之间时，月亮被照亮的半球背对着地球，月球淹没在太阳光之中。这时我们将看不见的月亮叫作新月，也叫“朔”，它是农历月的开始，即农历的初一。

晦
一月的末期，月亮变得全黑，不能被看见，这是农历大月的三十日，或者小月的二十九日。

残月
下弦月以后，细如蛾眉的月亮又出现了，农历二十五日前后的月相都可以叫作残月。

下弦月
月球在太阳西边，呈现凸向左边（或者东边）的半圆形。子夜时分月亮才从东方升起，在早晨太阳升起时，月亮在南方天空。此月相出现在农历二十二日或者二十三日。

亏凸月
满月之后，月亮的圆面一天天缩小，这个样子的月相常见于农历二十日左右。这时，月亮升起的时间也越来越晚，因此，只能在后半夜看到。

望(满月)
农历十五、十六在天空中呈现出圆盘一样的月相叫作满月，也叫“望”。这个时候，地球夹在太阳和月球之间，因此月亮和太阳在天上的方向正好相反。当太阳西落时，月亮就从东方升起了。一轮圆圆的明月整夜可见。

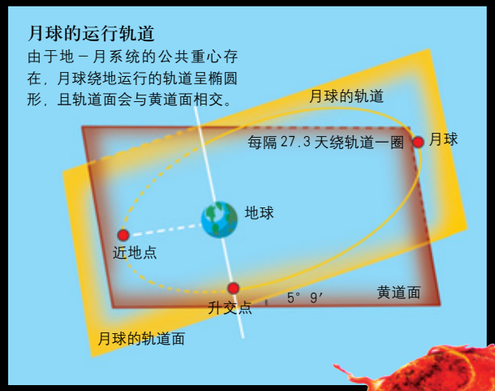
蛾眉月
过了新月，月亮被照亮的部分逐渐转向地球，我们看到一钩弯月。农历初三到初五的月牙叫蛾眉月。

上弦月
初七、初八时的月亮叫上弦月(凸的一边向西)，在这几天的上半夜，我们可以看到“半个月亮爬上来”。下半夜，月亮又溜到西方地平线下面了。

盈凸月
上弦月后，半圆的月相渐渐变得饱满。农历十至十二日月相大概都是这个样子。太阳落山时，月亮在东南天空出现。

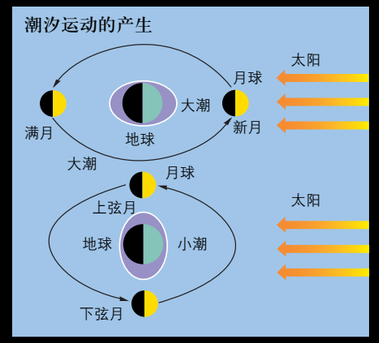
月球的运行轨道

由于地－月系统的公共重心存在，月球绕地运行的轨道呈椭圆形，且轨道面会与黄道面相交。



月相成因

月球本身不发光，只因它反射太阳光，人们才能看到它。月球迎着太阳的半球是亮的，背着太阳的半球是暗的。又因月球围绕着地球运转，月球还伴着地球绕太阳运转。随着太阳、地球、月球三者相对位置的不断变化，站在地球上的人们就会看到月球被太阳照亮的部分在不断地改变着形象，这样就有了圆缺变化，就产生了不同的月相。月相的变化周期为农历的一个月。



阴历的由来

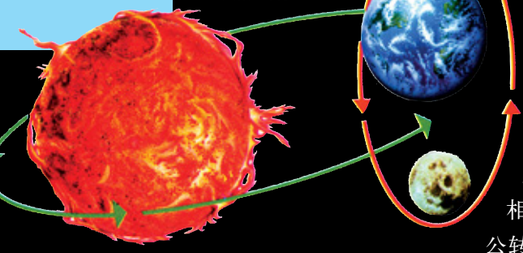
古人把地球绕太阳一周定为一年，年与年之间，非常容易界定，只要观察两个相邻年中出现白天最短的日期之间的间隔数就可以了。但“年”这个单位太大，不好用，“天”虽然很方便，但又太小，于是古人想办法在“年”与“天”中加一个计量单位“月”，这样“历法”就形成了。两河流域的古人发现，在多数的年份里，月亮大约有12个盈亏，少数年份有13个，故将1年粗略地定为12个“月”。他们通过观察发现，月亮绕地球一周的周期为29.5天，为了取整，于是定大月为30天，小月为29天，12个月共有354天，这样已经接近一年的365天了。但这样计算下来，比标准回归年约少11天，平均三年左右少一个月。为了符合“一年有365天”这一事实，故每三年左右加一个月(闰月)。长期观测证明，这一方法仍然不够精确，故人们又将“3年1闰”改为更精确的“19年7闰”。月亮又称“太阴”，故由此推出的历法又称“阴历”，也称“农历”。阴历的优点是：每月的15日必定是月圆之日。

月球运动

月球每天东升西落的周日视运动是地球自转的结果。月球本身还在恒星间自西向东运动，这种运动是月亮围绕地球公转的结果。如果在几小时内连续观察月球相对于某一亮星的相地位置，就会觉察出月球不断地向东移动：每小时大约移动0.5°，每天移动13°。经过27日7时43分12秒，月球运行一周又回到恒星间的同一位置。月球从恒星间某点再回到同一点所需的时间间隔叫作恒星月。但由于月球还有相对于太阳的运动，所以月球绕地一周的运行时间不是一个恒星月，而成为29.53天。月球相对太阳的运动是由月球绕地公转和地球绕日公转这两种运动合成的。月球绕地球公转轨道即白道面和黄道面相交成一个很小的角度(在4° 58′至5° 20′之间，平均5° 09′)，这个角叫黄白交角，同时出现两个交点。由于在太阳引力作用下，月球的轨道不断在变化，白道和黄道的交点不断地沿黄道向西运动，每年约19.4°。经过18.6年，交点沿黄道运行一周，所以月球每次公转走的都是新的路线。

月球的运动

月球的运动包括自转，绕地球公转以及随着地－月系统绕太阳公转。



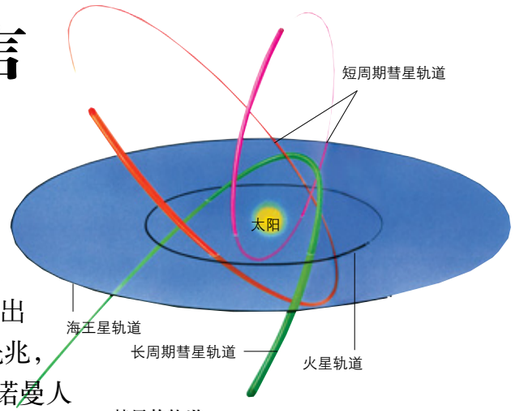
月球运动对地球的影响

月球的运动使地球的海洋出现了意义重大的潮汐现象。由于月球绕着地球旋转，地球吸引月球的同时，月球也在影响着地球上的东西。这个时候，地球上的海洋会受到月球的引力牵引作用，导致面对月亮的地球那一面出现高潮。而就同一个时间，沿着一条直线，在刚才出现高潮处的地球另一面也会出现一个高潮。这是因为月球对地球的引力牵引作用大于对地球上面的水体作用，从而使地球上的海水向外“鼓”起来。这两个隆起就像两个指示标志，指着地心和月心的连线位置。这就意味着月球和地球之间的引潮力的方向并不是完全和地心－月心真正地重合，而是在月地之间产生了额外的力矩，它的作用会导致月地系统的一部分能量从地球上逐渐转移到月球上。这个影响是不可以忽略的，这部分转移掉的能量使得地球自转每世纪减慢1.5毫秒；与此同时，月球的公转轨道每年升高，也就是说月球愈来愈远离地球了。

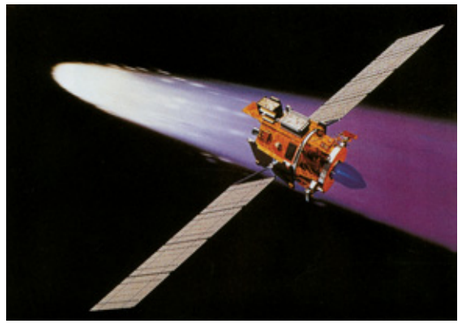
祸起四方的灾星传言

认识彗星

自古以来，不分中外，大抵人们都有一个共同的迷信，认为彗星是一颗不祥之星，只要它一出现，可怕的天灾、人祸、疾病或是战争就会尾随而至。原来人们喜欢把天空想像成是稳定不变的，但是，彗星会突然出现，而且一连几个星期高悬在天空，这似乎是不祥的先兆，久而久之人们便认为彗星的来临是有缘故的。1066年，诺曼人目睹了一次哈雷彗星的出现，他们认为彗星预示着王朝的衰亡，于是立即采取行动，入侵英格兰。后来，诺曼人征服了英国，诺曼统帅的妻子把当时哈雷彗星回归的景象绣在一块挂毯上以示纪念。在我国，人们把彗星称为“扫把星”，用以专门讽刺那些成事不足、败事有余、浑身倒霉气的人。难道彗星真是一颗灾星吗？其实彗星是无辜的，它只是一类形态和运动特点都比较特殊的天体，只是当时的科学还不能很好地认识它。

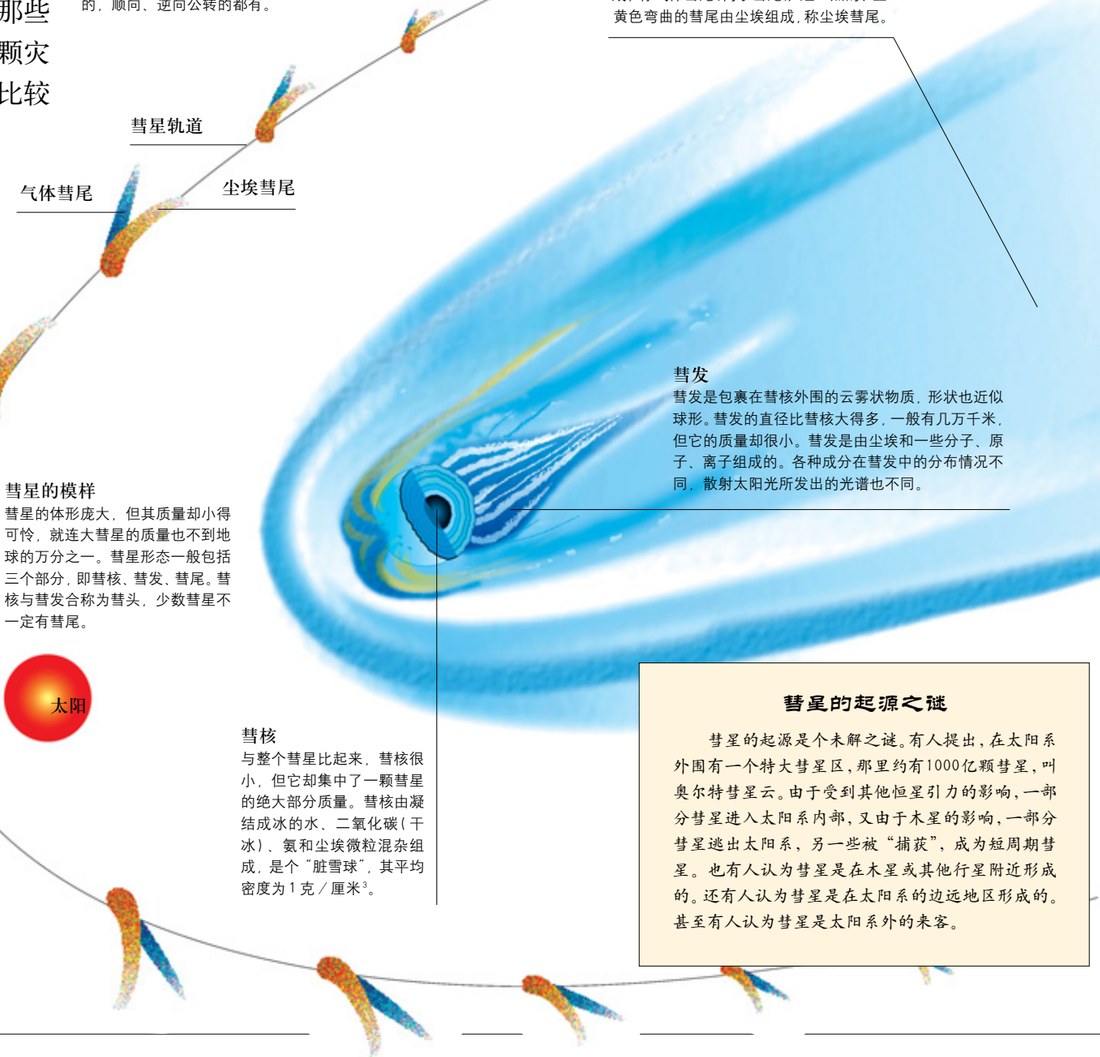


彗星的轨道
绝大多数短周期彗星是顺向公转的（即跟行星公转方面相同），它们的轨道面相对于黄道面的倾角小于45°，也有少数逆向公转；而长周期彗星和非周期彗星的轨道面倾角是随机分布的，顺向、逆向公转的都有。



1998年1月发射的收集彗星尘埃物质的“深空1号”探测器正向彗星驶去。

彗尾
彗尾的体积很大，大彗尾长度可达上亿千米，宽度从数千千米到2000多万千米不等。但彗尾的物质是相当稀薄的，其密度只有地面上空气的十亿亿分之一。彗尾有两种：长一点的、呈蓝色的直尾由发光的气体组成，称气体彗尾（离子彗尾）；短一点的、呈黄色弯曲的彗尾由尘埃组成，称尘埃彗尾。



彗尾变化
彗尾在接近太阳时就会变大、变长。气体彗尾朝着和太阳相反的方向伸展，尘埃彗尾则会稍微弯曲。

彗发
彗发是包裹在彗核外围的云雾状物质，形状也近似球形。彗发的直径比彗核大得多，一般有几万千米，但它的质量却很小。彗发是由尘埃和一些分子、原子、离子组成的。各种成分在彗发中的分布情况不同，散射太阳光所发出的光谱也不同。

彗星的模样
彗星的体形庞大，但其质量却小得可怜，就连大彗星的质量也不到地球的万分之一。彗星形态一般包括三个部分，即彗核、彗发、彗尾。彗核与彗发合称为彗头，少数彗星不一定有彗尾。

彗核
与整个彗星比起来，彗核很小，但它却集中了一颗彗星的绝大部分质量。彗核由凝结成冰的水、二氧化碳（干冰）、氨和尘埃微粒混杂组成，是个“脏雪球”，其平均密度为1克／厘米^3。

彗星的起源之谜

彗星的起源是个未解之谜。有人提出，在太阳系外围有一个特大彗星区，那里约有1000亿颗彗星，叫奥尔特彗星云。由于受到其他恒星引力的影响，一部分彗星进入太阳系内部，又由于木星的影响，一部分彗星逃出太阳系，另一些被“捕获”，成为短周期彗星。也有人认为彗星是在木星或其他行星附近形成的。还有人认为彗星是在太阳系的边远地区形成的。甚至有人认为彗星是太阳系外的来客。

彗星的形态变化

一颗彗星在其绕太阳公转的过程中，其亮度和形态随它距离太阳的远近而发生变化。在远离太阳时，彗星只是个云雾状的小斑点。一般彗星在运行到距离太阳大约3个日地平均距离（约等于4.5亿千米）时才能从望远镜中看到，少数大的、明亮的彗星运行到土星附近时，就可以从大望远镜中观测到。当彗星距离太阳3亿千米左右时，受太阳光和太阳风的作用，彗核物质“蒸发”并从头部抛出，形成彗发和彗尾。彗尾形状各异，有的还不止一条。彗尾一般总向背离太阳的方向延伸，且越靠近太阳就越长。

慢慢消逝的命运

彗星在宇宙里的存在期没有像一般星体那样久远。彗星每绕太阳一周，构成彗核的尘埃、冰冻团块都要损失掉一部分物质（大约损失千分之一），因为彗星上的气体全被吹走了。因此，彗星也是有“寿命”的，它们的寿命长短取决于其运转周期，周期越长，寿命则越长。当彗星的寿命要结束时，彗核中的气体和尘埃都被蒸完了，彗核变得非常松散，这时它极容易破碎，造成整体的瓦解。彗核瓦解崩溃后，一部分物质在太阳系中形成流星群，有的可能成为很小的小行星。观测表明，地球上常见的流星雨现象与彗星有着密切关系。

彗星的旅程

彗星是在扁长轨道上绕太阳运行的一种质量较小的云雾状小天体。彗星的轨道与行星的不一样，有些呈极扁的椭圆形，有些甚至是抛物线或双曲线。轨道为椭圆的彗星能定期回到太阳身边，称为周期彗星。轨道为抛物线或双曲线的彗星，终生只能接近太阳一次，而一旦离去，就会永不复返，称为非周期彗星。非周期彗星只是太阳系的过客，在经过太阳系后会义无反顾地回到茫茫的宇宙深处。周期彗星又分为短周期（绕太阳公转的周期短于200年）和长周期（绕太阳公转的周期超过200年）彗星。宇宙中彗星的数量极大，但目前观测到的大约仅有1600颗，其中科学家已经计算出轨道的有600多颗。彗星的轨道可能会受行星的影响而产生变化。当彗星受行星影响而加速时，它的轨道将变扁，甚至成为抛物线或双曲线，从而脱离太阳系；当彗星减速时，轨道的偏心率将变小，长周期彗星变为短周期彗星，甚至从非周期彗星变成了周期彗星，从而被“捕获”。



哈雷彗星
哈雷彗星是人类第一个进行深入细致研究，并描述出其运行轨迹的彗星。大约每隔76年，哈雷彗星便从太阳附近经过一次。下一次我们将在2061年看到它。

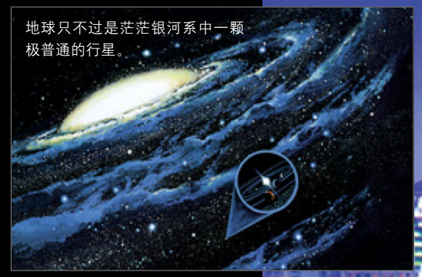


带着明显双尾的海尔－波普彗星

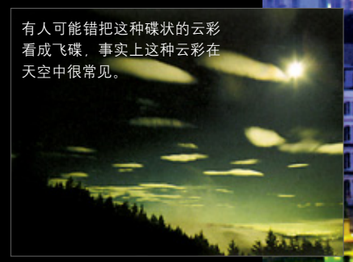
外星人你在哪里

寻找外星人

在1989年9月初，俄罗斯不明飞行物专家柯辛诺夫在树林中捡坚果时，突然看见一个灰色的圆盘从天空悄然而降。它好像是由金属制成的，一道红光从圆盘下方的黑色圆锥体中射出，红光所到之处的泥土四处飞溅。当他走到圆盘边想探明究竟时，圆盘突然腾空而起，以惊人的速度消失在天际。无独有偶，另一个俄罗斯不明飞行物研究任务小组成员在1990年的一个夜晚，也曾亲眼目睹类似现象。迄今为止，宣称自己目击过外星人的事例在世界各地已经屡见不鲜了。在这茫茫的宇宙中，除了人类之外，难道真的有其他生命存在吗？如果有的话，它们长什么模样，是否比人类具有更高的智慧呢？



地球只不过是茫茫银河系中一颗极普通的行星。



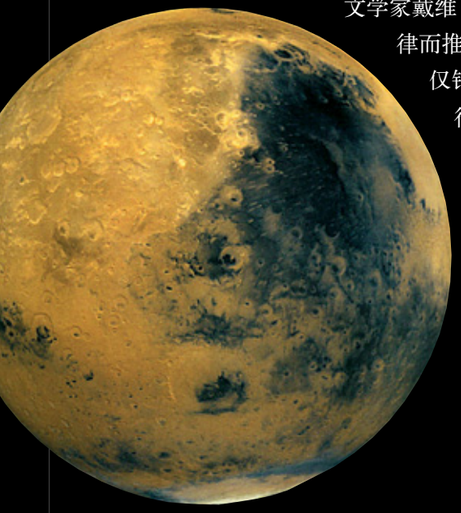
有人可能错把这种碟状的云彩看成飞碟，事实上这种云彩在天空中很常见。



20世纪80年代以来，英国各地的农田里会出现倒伏平整的几何图形，有人怀疑它与外星人有关，说它可能是不明飞行物着陆时留下的痕迹。但也有可能是恶作剧者的杰作。

外星球存在生命的可能性

现在，科学家们对人类在宇宙中的位置已经了解得非常清楚了，地球只不过是一颗再平常不过的星球，绕着一颗普通的恒星转动。美国天文学家戴维·休斯顿从地球生命形成的基本规律而推断：宇宙存在着难以计数的行星，仅银河系就有600亿颗，其中40亿颗行星的自然状况与地球相似——存在着水分，而且温度适宜，完全有可能孕育地外生命。据科学家们推测，仅在银河系，每100万颗恒星中平均就有18个高技术文明世界，更何况还有那么多的河外星系呢。



红外线观测所拍摄到的火星



外星人的故乡——火星

尽管现在看来火星上一片贫瘠，但过去却完全是另一番景象。空间探测器对火星的近距离观察表明，火星上很可能有过滚滚的江河流水和适宜的大气。数十亿年前，火星是极其活跃的，火山频频喷发，火星地震常常发生，而且气候也比现在暖和得多。科学家们甚至猜测，火星上曾经有过浅海洋。这样的环境和条件跟早期的地球有些相似，生命是完全有可能存在的。因此，在漫长的历史中，火星上很可能有火星人生存过。后来，由于种种原因，他们迁徙到别的星球上去了。那些经常光临地球的外星人很可能就是他们又回太阳系探亲来了。



外星人的长相

外星人大致可分为四种类型：矮人型、巨人型、蒙古人型和怪物型。矮人型的外星人的数量似乎最多，它们的身高在0.5～1.2米之间，头颅比较大，很像远古的类人猿，他们可能来自引力比较大的星球。巨人型的身高在1.8～3米之间，同样有比较大的脑袋，皮肤颜色较淡，有巨型的爪子和蹼。这些巨人很可能来自被水覆盖的星球。蒙古人形的外星人也很“常见”，他们的外形与人类最为相近，看上去跟亚洲人差不多，有宽下巴，高颧骨，黑眼珠。他们居住的星球环境可能和地球类似。至于，怪物型，则是什么形状都有。



特殊的交通工具

许多人认为他们看到的不明飞行物就是外星人所乘的交通工具，也就是“飞碟”。的确，飞碟具有人类科技望尘莫及的“神通”，它们能够克服地球的引力悬浮于空中，能够在瞬间加速或刹车，甚至在行进时能突然改变方向，向完全相反的方向飞去。不少与不明飞行物有过接触的飞行员还证实，不明飞行物能干扰无线电通讯，使罗盘等仪器失灵。

地球的名片

地球的名片是地球人送给外星人的礼物。1972年3月和1973年的4月，美国先后成功发射了“先驱者10号”和“先驱者11号”探测器，它们携带了两张完全相同的“地球名片”飞离太阳系，在茫茫的宇宙中寻找“外星人”。地球名片是一张22.5厘米长，15厘米宽的镀金铝板。上面画有氢原子的结构，太阳系在太空中的位置、地球在太空中的位置，以及地球上的人类——一男一女正在向外星人致意。地球名片承载了地球人的智慧和友谊，飞向遥远的太空。如果外星人真的存在，它们一定会收到地球人的问候的。

关于外星人存在与否的争论

尽管迄今为止关于外星人的报道已是数不胜数了，但人们对外星人是否存在还是莫衷一是。肯定者认为，外星人是客观存在的。他们从历史文献资料中找到不少古代发现飞碟的记述，以此证明这是古今中外都曾有过的现象。否定者则认为，所谓的“外星人”只不过是一种最强烈的公众幻想，根本不可能存在。因为许多不明飞行物现象常在地震前后出现，因此它们极有可能是地震时所伴随的一种地光现象。另外，闪电、流星、迁徙的鸟群或昆虫、坠毁的人造卫星等，都能造成出现不明飞行物的假象，令人产生误解。至于外星人，则是由某些恶作剧者凭空杜撰出来的，用于故弄玄虚、哗众取宠罢了。由此看来，外星人是否存在还有待于进一步的科学证明。

第二章

2 地球
EARTH

“我们所经历的最美丽的事就是神秘，它是所有真正的艺术与科学的起源。”

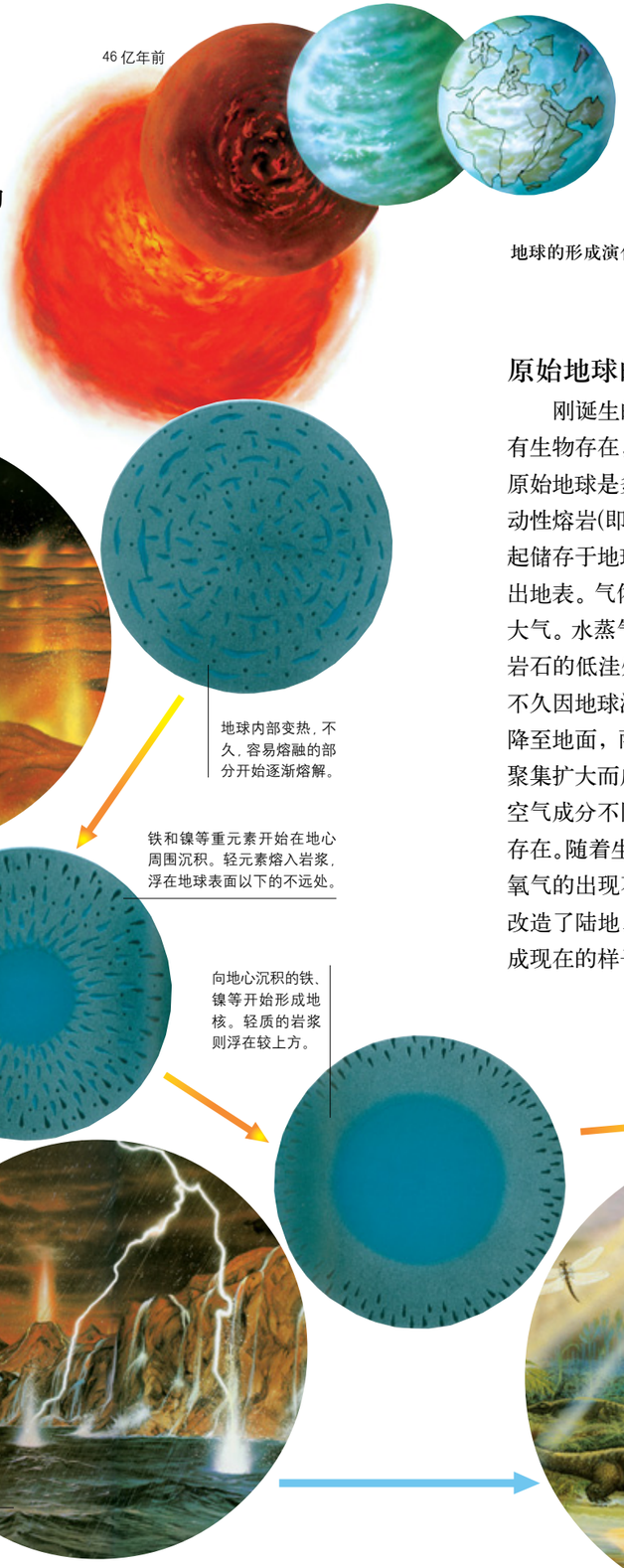
——爱因斯坦(美)

地球是美丽的，因为它不仅有碧海、蓝天、白云、草木、花鸟，还有奇山异石、险峰峻岭、河域谷地以及光怪陆离的自然奇观。这些美景都是地球之外的行星所不曾拥有的。同时地球又是神秘多变的。46亿前，地球也许与现在宇宙空间中那一颗颗形态还未定的原始行星一样，但在不到几亿年的时间里，它就发生了翻天覆地的变化，形成了天空、大地和海洋。又过了几亿年，生命居然也奇迹般地诞生了。从此后，生命成了地球世界的主角，它们配合着大陆漂移、海底扩张以及气候变迁等一系列的活动，将地球渐渐改造成了现在的模样。目前，地球仍会不时地操练一下地动山摇、火山喷发的把戏，隔三岔五地以风起云涌、电闪雷鸣、狂风骤雨的形式发泄一下。这些变幻不定的自然现象是无法操纵和改变的，但人们却通过探索，发现了它们的发生规律，以此来适应它们。当然探索地球的意义还不止于此，人们更希望用自己的智慧之手预测地球的活动。

地球的身世之谜

探索地球的形成

在17世纪以前，大多数欧洲的基督教徒们都非常相信创世说的故事。圣经《创世纪》中勾画出了一个地球历史事件的时间表，认为世界是在六日之内造出的。1650年，大主教乌舍尔以圣经的年代为参照，再加上亚当全部后代的生命历程，估测出世界是在公元前4004年被创造出来的。18世纪后期工业革命兴起后，采矿专家维尔纳在开采矿石的过程中，发现了岩石分层分布的特点。维尔纳的发现引起了地质学家的兴趣，并改变了他们的思考方法，使他们学会通过解读地球表面的岩石来追溯时间的旅程，探究地球的身世之谜。时值今日，地质学家仍旧进行着这样的工作，寻找一系列与地球的形成、发展有关的线索和证据，以此来解开地球的起源之谜。



地球的外部变化

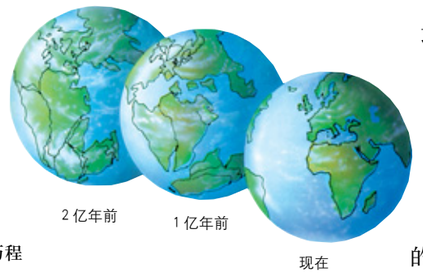
原始地球的表面由于没有大气层，强烈的阳光直接照射地表，所以不可能有海洋存在，如果有也会被蒸发掉。后来由于内热导致的火山普遍喷发完全改变了地表形态。

地球内部的变化

地球形成之前是一个大火球，后来随着气温的频繁变化，内部温度降下来，质量较重的物质相继下沉到地下，而较轻的物质浮在地表。

地球的起源之说

有关地球起源的问题自18世纪中叶以来就众说纷纭。过去科学家们认为包括地球、水星、金星、火星在内的石质行星，是由一块尘埃云在快速旋转的引力作用下坍缩而形成的。但在20世纪70年代，人类登月之后的有关研究结果改变了这种观点。研究发现月球上数量众多的月坑形成于46亿年前，它们是由大量天体撞击而形成的，但后来撞击的次数就少多了。这一研究结果使有关天体形成的吸积理论恢复了活力。该理论认为，宇宙尘团聚在一起成为颗粒，颗粒变成砾石，砾石变成小球，然后小球逐渐变大，成为微行星(即星子)，最后，微行星终于发展到月球那样的大小。随着星体越变越大，星际间的尘埃砾石数目大为减少。结果，星体(即陨石)之间碰撞的机会就减少了，能够用于吸积的东西也越来越少，这意味着大行星开始集结了。地球与其他星体一样，经过了这段漫长的集结过程后才成为一颗大行星。



地球的形成演化历程

原始地球的变化

刚诞生的地球没有海，也没有空气，更没有生物存在，是一个凄凉寂静的星球。但这个原始地球是炙热的。内部的高温导致熔融的流动性熔岩(即岩浆)顺裂缝喷出地表。与熔岩一起储存于地球内部的气体和水蒸气，也一起喷出地表。气体逐渐聚积，在地表附近形成原始大气。水蒸气来到地表后，一部分停留在地面岩石的低洼处，一部分上升到天空成为云彩。不久因地球温度降低，水蒸气变成雨，由天空降至地面，雨水溶解岩石的成分，最后，逐渐聚集扩大而成形成海。那时候的空气与现在的空气成分不同，而生物呼吸所需的氧气几乎不存在。随着生命的出现，大气中开始出现氧气。氧气的出现不仅影响到了生命的进化，而且改造了陆地、海洋和大气，使之逐渐变成现在的样子。

地球的年龄

地质学领域较精确的测定地球年龄的方法，主要依据的是放射性同位素的衰变。放射性元素的原子不稳定，必然衰变为另一种原子(如238U衰变为206Pb等)，而且衰变速率不受外界温压条件影响。我们只需在岩石中测出衰变前后元素的含量，就可以获得母体岩石形成的年龄。地球上已知最古老的岩石出露于澳大利亚西南部，根据其中所含矿物(锆石)的形成年龄测定，证明其已有41亿～42亿年的历史。根据地质学研究，这种岩石和矿物只能来自地壳的硅铝质部分。所以科学家据此做出推论，地球的圈层分异在距今42亿年前就已经完成。由于42亿年之前的历史没有留下岩石记录，因此我们只能根据间接证据去推断地球的起源以及早期演化历史。由于科学家已经测出月球和许多陨石的年龄达46亿年，所以推测地球也形成于46亿年前。


经过三十多亿年来植物的光合作用，大气的主要成分已成为氮气和氧气了。海洋同地球表面岩层中的玄武岩发生反应，酸度越来越小。蓝天碧海的景象出现了。

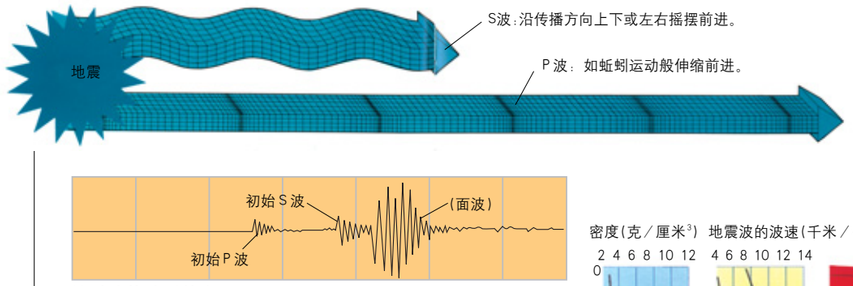
地球内热的形成之谜

我们从地球的进化过程中可以了解到，地球的演化离不开地球的内部热源。但内热是怎样形成的还未曾求证，对此仅有三种说法。第一种说法认为是小行星撞击产生的热能。在太空中的小型天体撞击地球的同时，尘埃碎片的摩擦和碰撞的巨大动能转换为热熊。一部分热散失到宇宙中，另一部分就在地球上保存下来。第二种说法认为是压缩导致了温度升高。地球在演变过程中体积逐渐变小，这样地球内部的压力也就越来越大，重力压缩的后果就是使地球内部的温度急剧升高。第三种说法提出地球内热来自放射性元素的衰变。聚集于地球内部的宇宙尘埃中所拥有的放射性元素铀、钾等逐渐放出辐射线而衰变，进而产生热量。此种辐射在地球内部的贮存量增加，终于使地球变得炽热。

向地心进发

探索地球内部

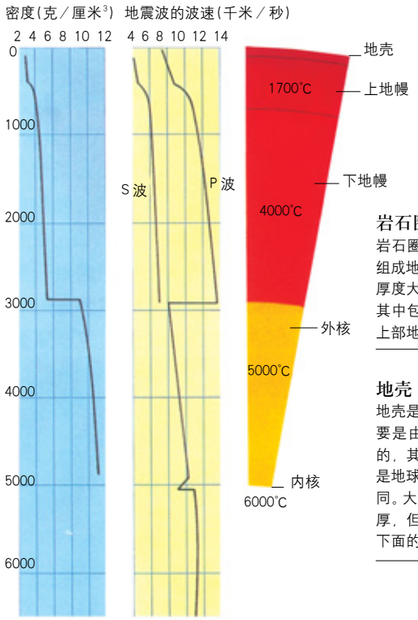
人类虽然生活在地球上，但对地球内部只了解一些皮毛。世界上最先进的钻机也只能钻到地下1万多米深的地方。1万米以下的地球是什么样，人类还不能探知。1864年，法国著名的作家儒勒·凡尔纳在他写的科学幻想小说《地心游记》中，绘声绘色地描述出了地底下的情景。那里有漫长的地下隧道和浩瀚的地下海洋，地底下还生活着怪异的史前动物和远古的原始森林。看了这部小说后，不少人真的尝试着到地下洞穴里做一次地心旅行。然而那些深深浅浅的洞穴只不过是地表的小刻痕罢了，人类根本不可能通过直接观察的方法去探测地下世界，而是需要通过寻找间接证据来发现地球内部的构造。

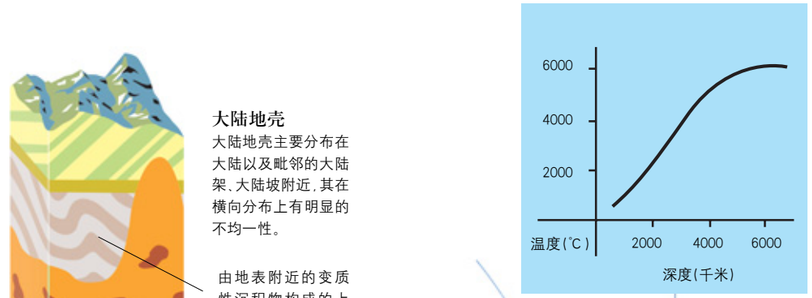


地震波的波形特点

地震波带来的地球内部信息

地震产生于地球内部，其释放出的能量通过波的形式传播。能量波从同一个中心沿不同的方向传播开，形成各种地震波。地震波在经过地表时，能够被灵敏的地震仪监测到。被地震仪记录下来的震波有三种，即纵波(P波)、横波(S波)和面波。纵波的传播速度比横波快，它总是比横波先到达地表。横波不能通过液态和气态介质。面波是沿地壳层面传播的波，在地球深部很少见，其传播速度最慢。地震波之所以能够反映地球内部的物理性质，是因为它的传播速度因地内物质的弹性和密度不同而不同。由于地震波速度的变化，地震射线有折射现象；在地震波速度发生突变的地方，地震射线还有反射现象。折射和反射现象使地震射线由直线变为曲线和折线。由此可见，地震波的传播是十分复杂的。造成地震波传播复杂的原因，是地球的内部结构。



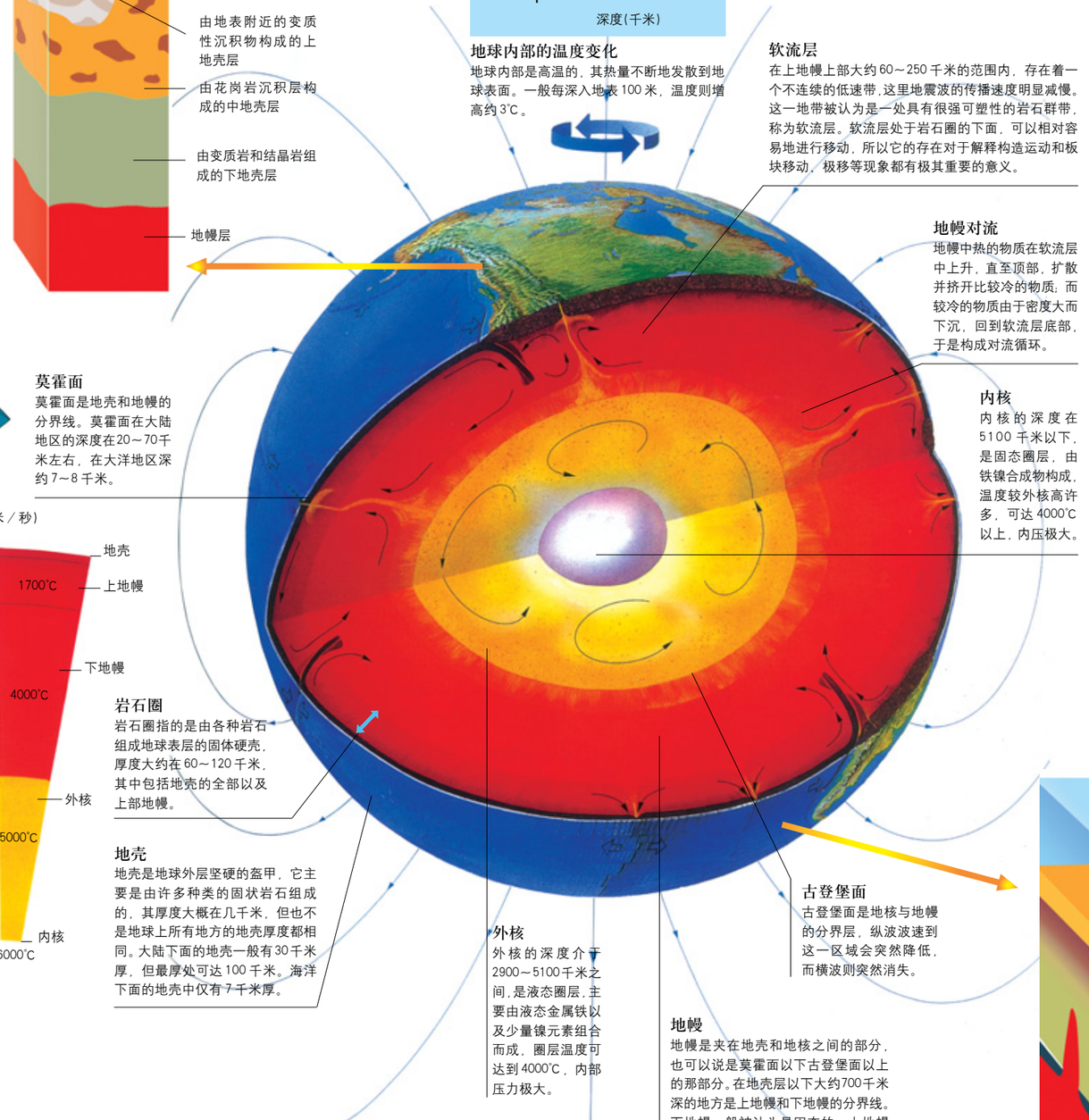


地球内部的温度变化

地球内部是高温的，其热量不断地发散到地球表面。一般每深入地表100米，温度则增高约3℃。

地球内部结构

我们无法直接观察地球的内部状况，但可以根据地震波在地球内部介质传播过程中的规律进行推测和分析。在地球内部，地震波的速度因深度不同而不同。这是因为地球内部物质的密度和弹性因深度而不同。这样，地球内部物质可按深度，即按其密度和弹性，分成不同的圈层。地球的外层是地壳，地壳之下由外向里分别为地幔和地核，地核又分为内地核和外地核。



大陆地壳
大陆地壳主要分布在大陆以及毗邻的大陆架、大陆坡附近，其在横向分布上有明显的不均一性。

由地表附近的变质性沉积物构成的上地壳层

由花岗岩沉积层构成的中地壳层

由变质岩和结晶岩组成的下地壳层

地幔层

莫霍面
莫霍面是地壳和地幔的分界线。莫霍面在大陆地区的深度在20～70千米左右，在大洋地区深约7～8千米。

岩石圈
岩石圈指的是由各种岩石组成地球表层的固体硬壳，厚度大约在60～120千米，其中包括地壳的全部以及上部地幔。

地壳
地壳是地球外层坚硬的盔甲，它主要是由许多种类的固状岩石组成的，其厚度大概在几千米，但也不是地球上所有地方的地壳厚度都相同。大陆下面的地壳一般有30千米厚，但最厚处可达100千米。海洋下面的地壳中仅有7千米厚。

软流层
在上地幔上部大约60～250千米的范围内，存在着一个不连续的低速带，这里地震波的传播速度明显减慢。这一地带被认为是一处具有很强可塑性的岩石群带，称为软流层。软流层处于岩石圈的下面，可以相对容易地进行移动，所以它的存在对于解释构造运动和板块移动、极移等现象都有极其重要的意义。

地幔对流
地幔中热的物质在软流层中上升，直至顶部，扩散并挤开比较冷的物质；而较冷的物质由于密度大而下沉，回到软流层底部，于是构成对流循环。

内核
内核的深度在5100千米以下，是固态圈层，由铁镍合成物构成，温度较外核高许多，可达4000℃以上，内压极大。

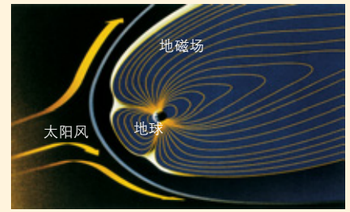
外核
外核的深度介于2900～5100千米之间，是液态圈层，主要由液态金属铁以及少量镍元素组合而成，圈层温度可达到4000℃，内部压力极大。

古登堡面
古登堡面是地核与地幔的分界层，纵波波速到这一区域会突然降低，而横波则突然消失。

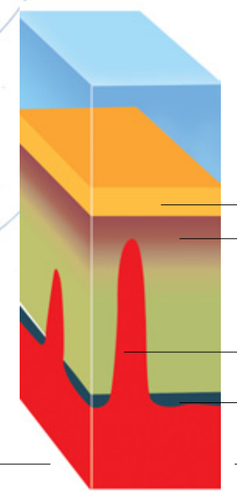
地幔
地幔是夹在地壳和地核之间的部分，也可以说是莫霍面以下古登堡面以上的那部分。在地壳层以下大约700千米深的地方是上地幔和下地幔的分界线。下地幔一般被认为是固态的，上地幔则是由塑性(半融化的)物质所构成。

地磁变化

地磁是由地球外核中铁镍组成的液态物质的对流运动所产生的。只要地球还存在，并且是按自身内在的规律运动，地磁就不会消失。然而地球的磁场在两千年来一直在减弱，近50年来减速越来越快。不过即使如此，这也只是地球历史上曾多次重复出现过的一种现象而已。其实地磁是会随着时间的演进而变异的，只是绝大多数地磁变化是外在的原因造成的，反映着地球大气层内的带正负电荷流体和太阳风里的强烈正负电离子流间的交互作用，但长期性的地磁改变与地核内铁质流的运动有关。证据显示：自地球在46亿年前形成以来，地球的磁北极就动个不停，现在磁北极已经移过地球的大部分空间，并发生过磁场逆转现象。在距今500万年的时间里，地磁以每20万年一次的周期进行着逆转，最近的一次磁场逆转大约发生在80万年前。



在太阳风的影响下，地球外部的磁场呈现像彗星一样的分布形态。



大洋地壳
大洋地壳主要分布在大陆坡以下海水较深的大洋地区，通常比较薄，而且形成年代较晚，大约在2亿年前。

海洋沉积物层

镁铁质火成岩层，以玄武岩和辉长岩为主。

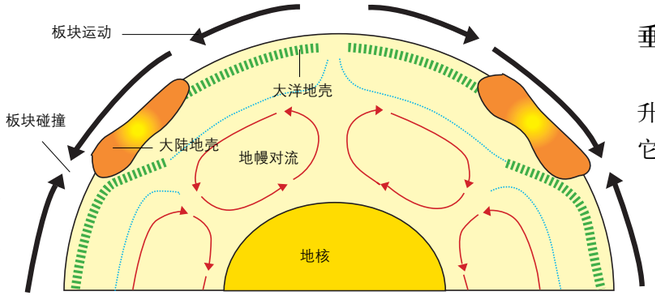
岩浆柱

海洋层，主要由地幔顶部水化作用形成的蛇纹石构成。

沧海桑田的巨变

探索地壳运动

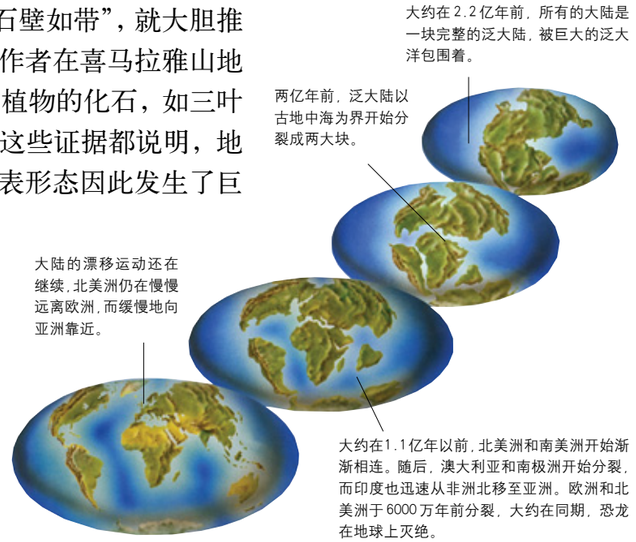
我们人类居住的地球是一个多变的星球，那里的一切都处于无休无止的运动和变化之中，其中最为引人注目的变化是高山的崛起和大海的消长，这就是人们通常所说的沧桑之变。沧桑之变在很早以前就已被人们所关注了。1077年，我国北宋的科学家沈括在出使河北沿太行山进行考察时，发现山麓石壁间“往往衔螺蚌壳及石子如鸟卵者，横亘石壁如带”，就大胆推断太行山乃是“昔之海滨”。近代，科学工作者在喜马拉雅山地区的地层里，也找到了许多古海洋动物和植物的化石，如三叶虫、有孔虫、鹦鹉螺、菊石、海百合等。这些证据都说明，地壳曾经历了一系列漫长而久远的运动，地表形态因此发生了巨大的改变。



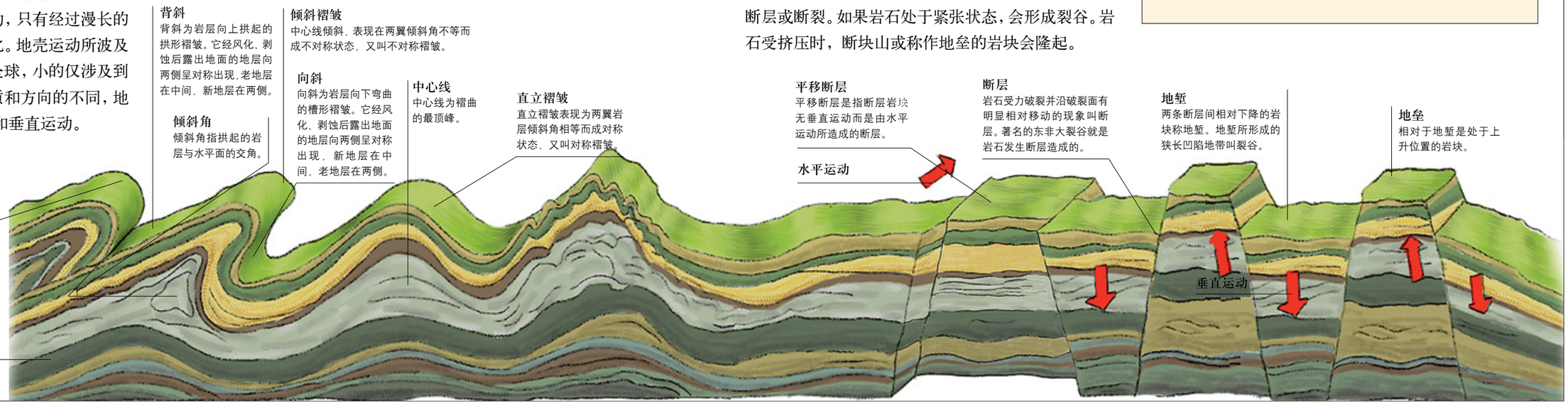
板块移动原理
目前的研究理论认为，地幔循环引发了板块移动。

地壳运动

地壳运动指由地球内部能量所引起的地壳的机械运动。地壳中的各种地质构造，基本上是地壳运动的结果，因而地壳运动又称为构造运动。地壳运动使地壳发生变形和移位，形成各种行迹的地质构造，并促使岩浆活动和变质作用发生，因而对自然环境有非常重要的影响。地壳时刻都处在运动中，只是其速度强弱是不均等的，最快的是地震，但多数地壳运动是十分缓慢的。如地壳的升降运动、板块的移动，只有经过漫长的地质时代，才显示出变化。地壳运动所波及的范围，大的可影响到全球，小的仅涉及到局部区域。根据运动性质和方向的不同，地壳运动可分为水平运动和垂直运动。

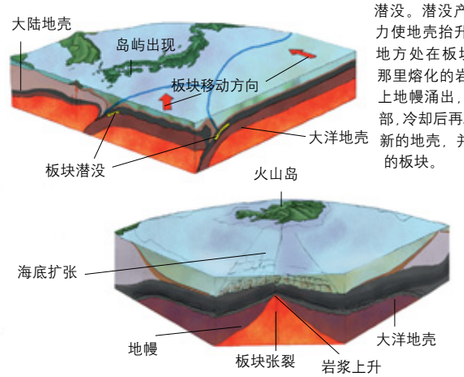


陆地变迁示意
很难相信大陆在漂移，但这是事实。经过上千万年的运动，大陆之间的距离变得十分遥远。在过去两亿年间，大陆漂移改变了世界的面貌，未来的世界会继续随之而改变。

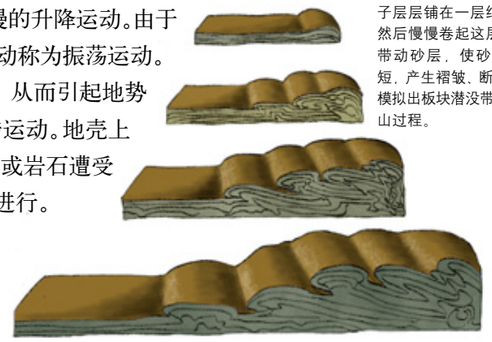


垂直运动

垂直运动指地壳物质沿着地球半径方向进行缓慢的升降运动。由于升降运动表现为长期交替进行的特点，有人把这种运动称为振荡运动。它使地壳发生上升或下降运动，使岩层隆起或凹陷，从而引起地势的高低起伏和海陆变迁，所以垂直运动又称为造陆运动。地壳上升引起海退、陆地扩大，使原来的沉积区的沉积物或岩石遭受风化侵蚀；地壳下降引起海侵和沉积作用大规模进行。



板块的挤压和分离
两个板块碰撞时出现一个板块下降到另一个板块之下，这一过程称潜没。潜没产生的挤压力使地壳抬升。而某些地方处在板块张裂处，那里熔化的岩浆不断从上地幔涌出，上升到顶部，冷却后再凝结，形成新的地壳，并取代潜没的板块。



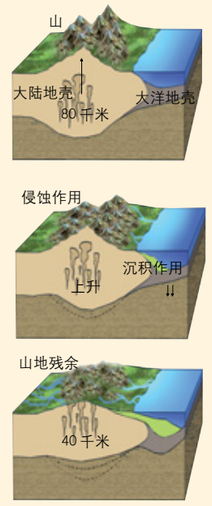
模拟造山运动
用机器将不同颜色的砂子层层铺在一层纸上，然后慢慢卷起这层纸，带动砂层，使砂层缩短，产生褶皱、断层而模拟出板块潜没带的造山过程。

水平运动

水平运动指地壳物质沿平行于地表，即沿地球表面切线的方向运动。它使岩层发生水平位移和弯曲变形，形成强烈的褶皱和断裂构造，有人把这种运动称为造山运动。当地壳岩层在水平方向上遭受强大的挤压或引张力时，常形成巨大的褶皱山系。柔软的弱岩层水平受压时，会弯曲或折叠；坚硬的岩石则会产生断层或断裂。如果岩石处于紧张状态，会形成裂谷。岩石受挤压时，断块山或称作地垒的岩块会隆起。

山的历史

最壮观的山峰和最高大的山脉都是近期造山运动的结果，例如诞生于大约4500万年前的喜马拉雅山。但是，也有许多山是更早年代里大陆相撞的例证，像贯穿整个北美大陆东海岸的阿巴拉契亚山脉、斯堪的纳维亚北部高地、格陵兰东部高地以及部分苏格兰高地等，都有约2.5亿年的历史。虽然许多山脉仍在增高，但它们却抵不住大自然的作用力。各种侵蚀力量作用于山脉时，峭壁和峡谷会将地貌分割得支离破碎，山谷变宽、山丘变平坦，岩石露出并逐渐分化。时光流逝，山峰变成台地，山地变成相对平坦的高原。老山系消亡，新山系则不断兴起。

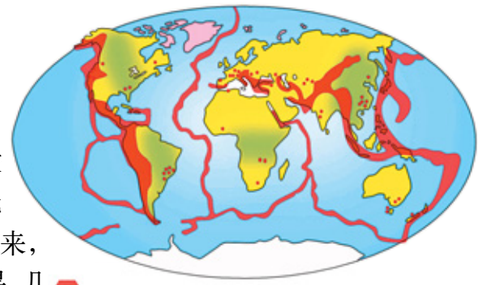


山脉的夷平
山体的岩石一旦暴露出来，就会受到风化侵蚀，并被水、冰和风所搬移。再加上岩石自身的沉积作用，山体高度会慢慢降下来，山地形态也会发生很大的变化，如侵蚀作用冲出峡谷，泥沙又堆积成冲积锥等。

大地颤动了

探索地震

在1995年1月17日日本时间清晨5点46分，东方刚刚破晓，大部分的日本人还在睡梦中。突然伴随一阵阵蓝光闪动，关西大地传来一种可怕的吼声，大地随之激烈地晃动起来，一次可怕的地震降临了。伴随着大地上下左右激烈地颠簸摇晃，几万栋房屋顷刻成了一片废墟，路面开裂，地基变形，铁道弯曲，列车脱轨，港口破坏。地震引起的火灾将神户市上空映得通红，整座城市被笼罩在一片恐怖之中。这次地震造成5466人死亡，3万多人受伤，几十万人无家可归，受害人数达140多万人，造成的经济损失达1000亿美元。破坏如此巨大的地震是怎样形成的呢？它为什么会造成这么大的危害呢？



全球地震带分布
全球主要有三个地震带：环太平洋地震带，是地震活动最为强烈的地带，全球约80%的地震都发生在这里；欧亚地震带，亦称地中海－喜马拉雅地震带，跨欧、亚、非三大洲，其地震发生频率占全球地震总量的15%；海岭地震带，主要分布在太平洋、大西洋、印度洋中的海底山脉，比前两个地震带小。

地震探测
科学家可以通过各种非常先进的灵敏仪器，监测全世界地震频繁的地区。仪器测出全球每年有60多万次地震，大多数地震都发生在大洋地壳处或少有人烟的地方。除了使用仪器外，科学家们通过监测动物的行为也能得到地震即将发生的蛛丝马迹，因为大多数动物都能感觉到即将发生的地震。例如，1975年我国辽宁省海城县出现了鸡、蛇、青蛙和狗焦躁不安的现象，仪器也记录到该地区北部有轻微地震。有关部门指挥100多万人迅速撤离该地区。当天傍晚，那个地区果然发生了强烈地震。

卫星监测
科学家通常会借助卫星来探测地壳运动。他们通过激光束在地球与卫星之间的反复运动，来测量大规模的岩石运动。

监测岩石运动的射电望远镜
射电望远镜用巨大的卫星天线接收太空的无线电波，并把无线电波到达地球的时间作为测量岩石运动的参考点。

断层线

地震卡车
地震卡车用大块金属板强烈敲击地面，产生一系列小冲击波。附近有一辆记录卡车监测这些冲击波。科学家们借此测定地球内部的各个岩层。

应变仪
这种仪器放置在地下的断层线上，用于测量岩石的任何轻微变化或运动。

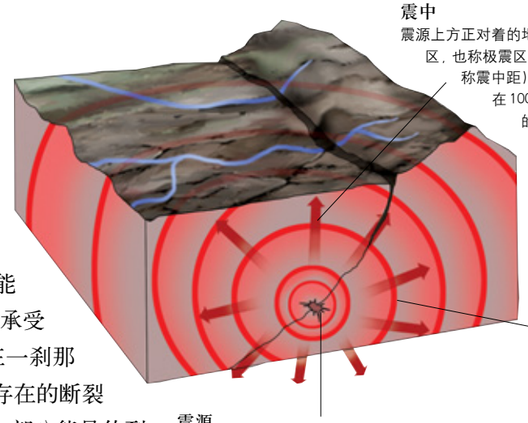
地震仪
安放在特定部位的地震仪用于探测和记录地壳的任何轻微颤动。

钻洞测斜器
科学家在地下钻出深约100米的洞，放置钻洞测斜器，来测量地面的倾斜变化。

长基线测斜器
这个地面测斜器有十米多长，两端各有一个盛着水的容器。水位改变表示地面倾斜度发生了变化。

地震是怎样发生的

地震往往发生于地壳板块边缘，容易产生断层的地方。由于地壳物质的不断运动，板块之间产生相对运动，或相互倾轧，或相向而行。当大板块相撞时，岩石层受到内应力的作用，产生巨大的能量。当能量一旦超过岩石所能承受的最大极限时，就会使岩石在一刹那间发生断裂，或者使原来已经存在的断裂突然活动，释放出大量能量。一部分能量传到地表，就形成了地震。



震中
震源上方正对着的地面称为震中。震中及其附近的地方称为震中区，也称极震区。震中到地面上任一点的距离叫震中距离（简称震中距）。震中距在100千米以内的地震称为地方震；在1000千米以内的地震称为近震；大于1000千米的地震称为远震。

地震波
震源处的能量通过地震波以同心圆的形式传到地表。地震波主要包含纵波和横波。振动方向与传播方向一致的波为纵波，它能引起地面上下颠簸振动；振动方向与传播方向垂直的波为横波，它能引起地面的水平晃动。横波是地震时造成建筑物被破坏的主要原因。

震源
震源是地球内部发生地震的地方。震源有深有浅，浅源地震的震源深度在地下0～70千米，中源地震的震源深度在地下70～300千米，深源地震的震源深度在地下300千米以下。

震级
人们根据地震时所释放的能量大小，把地震分成不同的等级，这些等级就叫作震级。地震释放出的能量越大，震级就越高，危害也就越大。3级以下的地震叫微震，一般人感觉不到，不会造成危害；3～5级的地震是弱震，人们可以感觉到，但造成的危害较小；5～7级的地震是强震，会造成较大的破坏；7级以上的大地震可以使房屋倒塌，山崩地裂，给人类带来巨大的灾难。右图为1964年发生在美国阿拉斯加的里氏9.2级地震造成的破坏情景。



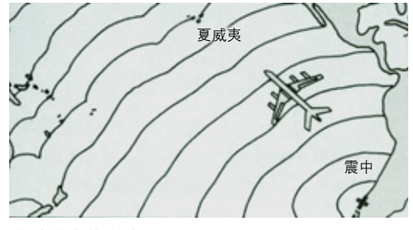
致命的海啸

如果地震发生在海底，剧烈的震动会激起海浪。越来越大的海浪最终会形成致命的海啸。海啸与海面波涛不同，它是从海底升到海面的整条水柱，能以高达800千米／小时的速度穿越海洋数千千米，速度之快犹如喷气式飞机。这种巨浪从一个浪峰到另一个浪峰可伸展数百千米。巨浪逼近海岸线时，由于海底陡然隆起，波底遇到阻碍，巨浪被迫停下来，像高耸的水壁那样以雷霆万钧之势冲上陆地。强劲的海浪猛烈拍击海堤，淹没海岸，在沿海地区造成巨大的财产损失和人员伤亡。

如何预防地震

为了预防地震中的建筑物倒塌和人员伤亡，在地震多发地区建设房屋时，必须采取防震措施。许多现代建筑都建在钢筋混凝土结构的特殊基础上，在冲击波通过时能屹立不倒。对于已经建成的建筑物，可采用交叉支撑墙壁、楼板、屋顶的方法，使之能更好地承受来自四面八方的冲击。房屋中的家具等要固定在墙壁上。生活在地震频发区的人们还要经常进行地震演习，掌握在地震中的生存技能，以把地震带来的损失降到最低。



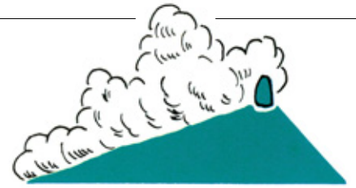


急速而来的海啸
1960年5月，智利中南部的海底地震引起了巨大的海啸。海啸波横扫了西太平洋岛屿，仅仅14个小时，就到达了美国的夏威夷群岛，不到24小时，海啸波走完了大约1.7万千米的路程，到达了太平洋彼岸的日本列岛。最近又有一次海啸灾难重演。2004年12月26日，印度尼西亚苏门答腊岛以北海域发生8.5级强烈地震，引发海啸，使东南亚和南亚数个国家受波及，造成重大人员伤亡。

来自地下的灾难之火

探索火山活动

公元79年，意大利维苏威火山喷发，掩埋了庞贝、赫库兰尼姆和史达比三座城市。1883年5月至8月，印度尼西亚的喀拉喀托火山连续喷发时，在山上炸开了一个深达300米的大坑，150千米以外仍是尘土飞扬，遮天蔽日，雅加达上空几乎是一片黑暗。大量火山灰飘入几万米高空，悬浮达数月之久。1980年，美国圣海伦斯火山在沉睡了123年之后突然喷发，浓密的火山烟直冲云霄，高达16千米，其威力相当于引爆一颗3000万吨级的氢弹。事件造成63人死亡。2001年夏，意大利的又一座火山——埃特纳火山猛烈地喷发了，浓烟和火山灰溅到空中高达几千米，熔岩顺山流淌下来。山边的居民纷纷背井离乡躲避灾祸。这一桩桩一幕幕真实的场景，就是火山爆发带给人类的震惊和创伤。



激烈式喷发
火山喷发时产生猛烈的爆炸现象，同时喷出大量的气体和火山碎屑物。这类喷发常造成重大灾害。



中间式喷发
介于宁静式和激烈式之间的过渡型，威力不大，通常发生小型连续的喷发。



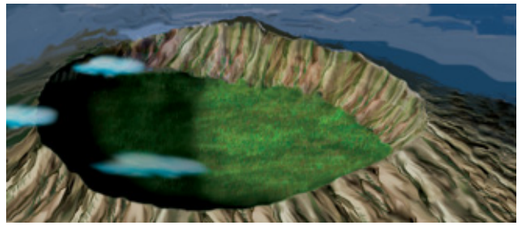
宁静式喷发
火山喷发时，只有大量炽热的熔岩从火山口宁静而缓慢地溢出，喷发物含气体较少，无爆炸现象。



裂隙式喷发
裂隙式喷发多见于大洋中脊处。喷发时玄武岩质岩浆沿着垂直的巨大断裂或裂隙冲出。

火山爆发

在地球深处的某些地方，有温度在1000℃以上处于熔融状态的岩石，我们称之为岩浆，它们来自地幔的软流层内。因液态岩浆的密度比周围固态物的密度要小，所以它会沿着地壳裂隙向上渗透。当岩浆渗向地表时，压力逐渐变小，溶解的气体不断析出，产生大量气泡。一旦遇到地表破碎带，这些气体会与岩浆一起喷发出来，形成壮观的火山喷发景象。岩浆到达地表形成熔岩后，气体就散逸了。

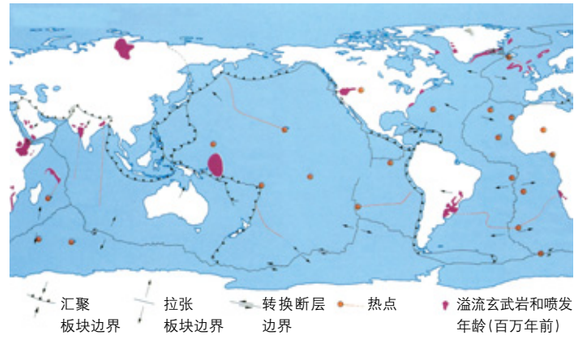


破火山口形成
巨大的火山喷发可将火山口和岩浆室掏空，于是山体就成了一个空壳，因失去支撑而向下塌陷。火山口下塌后留下的大洞就是破火山口。



火山活动区

火山活动一般发生在板块交接的地方或其附近，这些区域大致可划分为三种类型。板块扩张带：太平洋中脊带、大西洋中脊带及印度洋中脊带的火山均属于此带。板块隐没带：环太平洋带及地中海带的火山均发生在此附近。热点(由软流层涌起并穿透岩石圈而形成的热地幔物质柱状体在地表或洋底的出露区域)：位于地幔上部，在此可生成岩浆。当板块做水平移动时，热点上便有火山生成。这样的过程若连续发生则会生成一系列的火山，而火山离热点越远其形成年代越早。夏威夷火山群岛就是在热点上形成的。



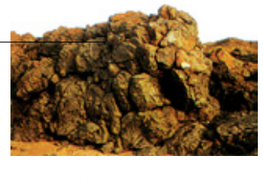
火山活动区分布图



枕状熔岩
从水下的火山中喷出的熔岩叫枕状熔岩，它在地球上最为常见。



绳状熔岩
表面光滑、呈波浪状、温度高、流动快的熔岩为绳状熔岩。



块状熔岩
表面粗糙、温度较低、流速稍慢的熔岩为块状熔岩，其干燥后呈锯齿状。

火山监测

地质学家预测火山比预测地震准确，因为火山内部及其周围的岩石在爆发前的一段时间内就会发生变化，向人们发出警报。地质学家利用倾斜计、激光对准仪等仪器来探测因岩浆活动引起的地面高度和倾斜度发生的细微变化；测量地磁场强度、火山口湖水位和火山释放的气体；探测地下水的温度，了解地下水是否变热——岩浆接近地表的信号；监测发生于火山周围的很多小地震，因为岩浆进入岩浆室和穿过火山通道时都可引发地震。所有这些现象都为我们提供了火山即将喷发的线索，但人们至今仍无法预测火山喷发的类型和强度。

住在火山附近

在一些火山活动地区，尽管火山频频爆发，但仍有人愿意冒着生命危险在火山的虎口底下居住。原来火山喷出的火山灰是极好的天然肥料，含有磷、钾等多种农作物所需的养分，能把不毛之地滋润成沃土良田。农民在火山坡上种植庄稼，放牧牛羊。在印度尼西亚，居住在活火山岛屿上的居民比居住在无活火山岛屿上的居民要多。在冰岛，居民依赖岛上众多火山的能量提供热和电力。在维苏威火山口下，意大利人还建了几家大型化工厂，利用火山喷出的气体制造硼酸、氨水、磷酸化合物等天然化学肥料。



火山脚下的沃土营造出一个欣欣向荣的植物园。

钻石谷中多毒蛇的秘密

探索矿物

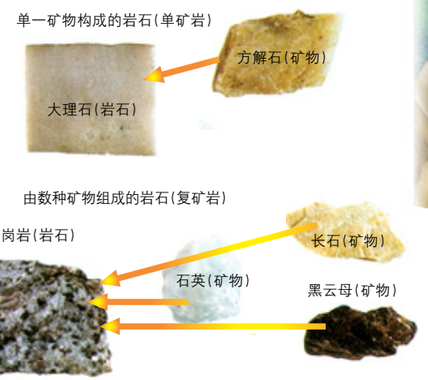
美丽的东西必难求，就像钻石总是与毒蛇共生一样。相传公元前350年，马其顿国王亚历山大东征印度，在一个深坑中发现有钻石，但深坑内有许多毒蛇守护着，这些毒蛇可以在数丈远的地方就使人毙命。亚历山大命令士兵用镜子折光(聚光)，将毒蛇烧死，然后把羊肉扔进坑内，坑中的钻石就粘在羊肉上面，羊肉引来了秃鹰。秃鹰连羊肉带钻石吃进腹内后飞出深坑，士兵通过追杀秃鹰得到了钻石。从此人们便传说毒蛇是钻石的守护神。毒蛇真是上帝派来守护钻石的吗？其实毒蛇与钻石相伴生活完全出于一种巧合，看了下文你就明白其中的缘由了。

矿物的发光性

矿物在外加能量如紫光、紫外线和X射线等的照射下能发射可见光的性质称为发光性。矿物晶格在吸收了较高的外加能量后，会辐射出能量较低的可见光。除发出可见光外，有些矿物还能辐射出红外光。金刚石(钻石)也不例外，在受X光或者紫外线的照射后会发光，特别是在黑暗的地方或夜里会发出蓝、青、绿、黄等颜色的荧光。我国古时候称有这种特性的金刚石为“夜明珠”。印度木夫梯里附近深谷中的金刚石，白天受到太阳紫外线照射后，夜里会发出淡青色的荧光。这些荧光引来了许多有趋光性的昆虫，昆虫又引来大量的青蛙，青蛙又招来许多毒蛇。环环相扣，这就是有金刚石的深谷中多毒蛇的原因。

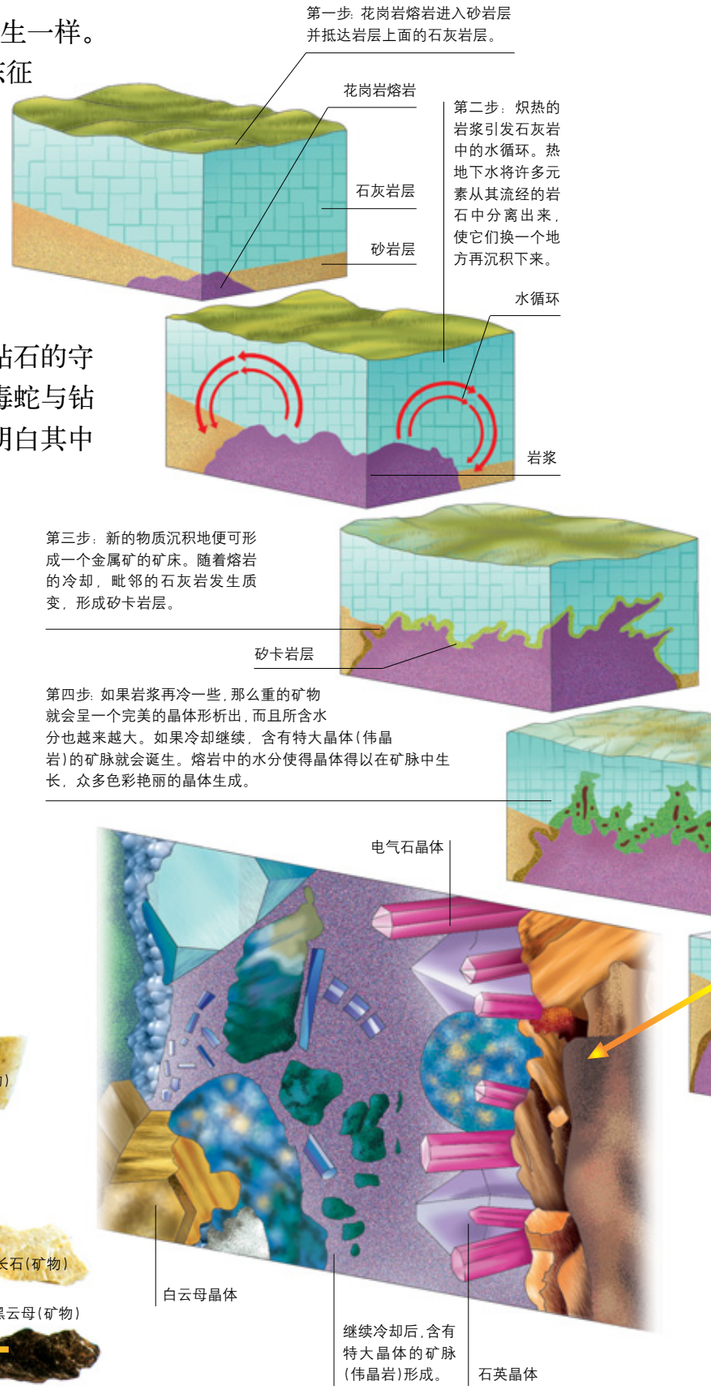
岩石与矿物的关系

岩石是由好几种不同种类的矿物所组成。矿物的种类繁多，达3000多种，仅有数种为造岩矿物。造岩矿物中90%为硅酸盐类，其中又以橄榄石、辉石、角闪石、黑云母、白云母、长石以及石英等7种硅酸盐类为主。



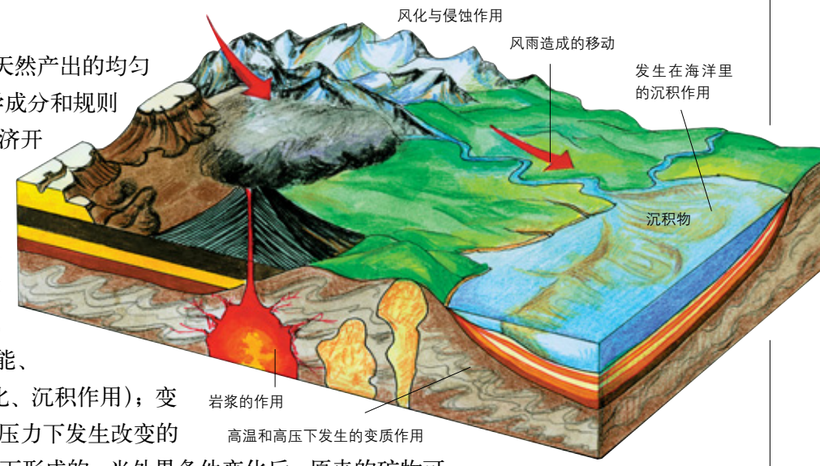
矿石和晶体的形成

矿石是含有金属的矿物，常常形成于地壳中的凝固岩浆体附近。



矿物形成

岩石是矿物的集合体，岩石中那些天然产出的均匀固体，经由无机作用生成具有一定化学成分和规则原子排列的物质就是矿物。我们将有经济开采价值的矿物称为矿石，无经济价值的矿物称为脉石。矿物是自然界中各种地质作用的产物。根据作用的性质和能量来源分为内生作用、外生作用和变质作用三种。内生作用的能量源自地球内部，如地下岩浆的作用；外生作用为太阳能、水、大气和生物所产生的作用(包括风化、沉积作用)；变质作用指已形成的矿物在一定的温度、压力下发生改变的作用。矿物都是在一定的物理化学条件下形成的，当外界条件变化后，原来的矿物可变化形成另一种新矿物，如黄铁矿在地表经过水和大气的作用后，可形成褐铁矿。



矿物的成因

矿物与岩石相伴而生，因此也同岩石一样，在地球内外因素的作用下，经历着一个发展变化的过程。

用途特殊的矿物——宝石

在矿物中，颜色鲜艳美观、折光率高、光泽强、透明度好、硬度高、化学性质稳定者都可视作宝石。有些矿物是有机物形成的，如琥珀(石化树脂)、煤玉(硬度较大、黑色的煤)。许多半宝石(除钻石、红宝石、蓝宝石和绿宝石这四种贵宝石之外，其他宝石的统称)是硅酸盐矿物，如石英、紫水晶、玉、石榴石、黄晶等。最珍贵的石头也是最稀少、最持久的，如红宝石、蓝宝石、绿宝石和钻石，它们大多是在地球深处的高温和高压作用下形成的。



玛瑙

玛瑙带有美丽的色彩，是二氧化硅的胶体溶液失去水分后形成的。每一层的颜色因所含微量元素的不同而不同。



黄玉

为含水的铝硅酸盐矿物，主要产在花岗伟晶岩、矽卡岩及冲积砂矿床中。



绿宝石

又名祖母绿，矿物名称为绿柱石，颜色呈翠绿色，主要产于绿柱石花岗伟晶岩及相应的砂矿中。



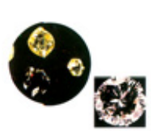
蓝宝石

属于刚玉晶体，因含有二价铁离子和钛元素而呈现蓝色。



红宝石

属于刚玉晶体，因含有三价铬离子而呈现红色；其硬度仅次于钻石，为第二硬矿物。



钻石

钻石为最硬的矿物，由纯碳构成，那是碳在地下约600千米处经受高温、高压的作用后才形成的。

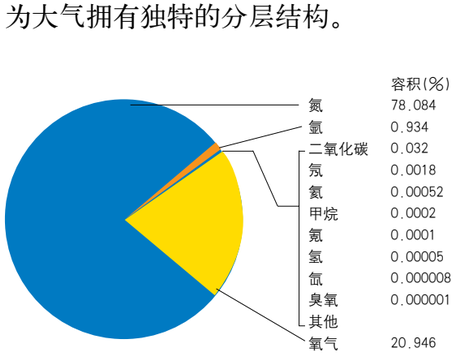
开发人造矿物

由于有些矿物在自然界产出较少，不能满足工业生产的需要，于是从20世纪40年代起人们开始了人造矿物的研究，现在已开发出许多人造矿物。例如，自1947年实验室培养出人造石英晶体后，现在光学和电子工业上所用的石英晶体都是人造石英晶体。金刚石以其最大的硬度、半导体性质以及光彩夺目的光泽，分别应用于钻头切割、电子工业和宝石工业上。1955年后，人造钻石开始在实验室合成，但颗粒较小只有1克拉左右，且不够透明，故多用于切割工业。随着人们生活水平的提高，宝石的需求量也不断增长，于是人工合成宝石就代替了相应的天然宝石。人造祖母绿、人造刚玉、人造变石、人造绿松石等，与天然宝石基本一致，都已经生产出来并在市场上销售。

与流星擦肩而过

探索地球大气层

当你在晴朗的夜晚观看星空时，有时会看见一道明亮的闪光急速地划破夜空——流星出现了。虽然流星出现的时间很短暂，但却能给人留下深刻的印象。原来在我们居住的地球外层有一层厚厚的大气存在，当星际空间里那些尘粒和小星体闯入地球大气后，会与大气产生剧烈磨擦，形成燃烧发光的现象，这样流星就出现了。当然除了这些美丽的流星经常与大气亲密接触外，太空船在返回地球时也需要与大气擦肩而过。如果太空船以40,000千米／小时的速度按锐角方向进入大气层时，会被反弹回太空；当入射角接近90°时，太空船会与飘浮着的气体分子产生剧烈摩擦，几秒钟内船体会化为灰烬；只有当太空船以相对于大气层 −6.2 ± 1° 的临界角进入大气层，才能避免被毁或返回不了的命运。原来像流星、太空船等外来之物会被拒于地球之外是因为大气拥有独特的分层结构。



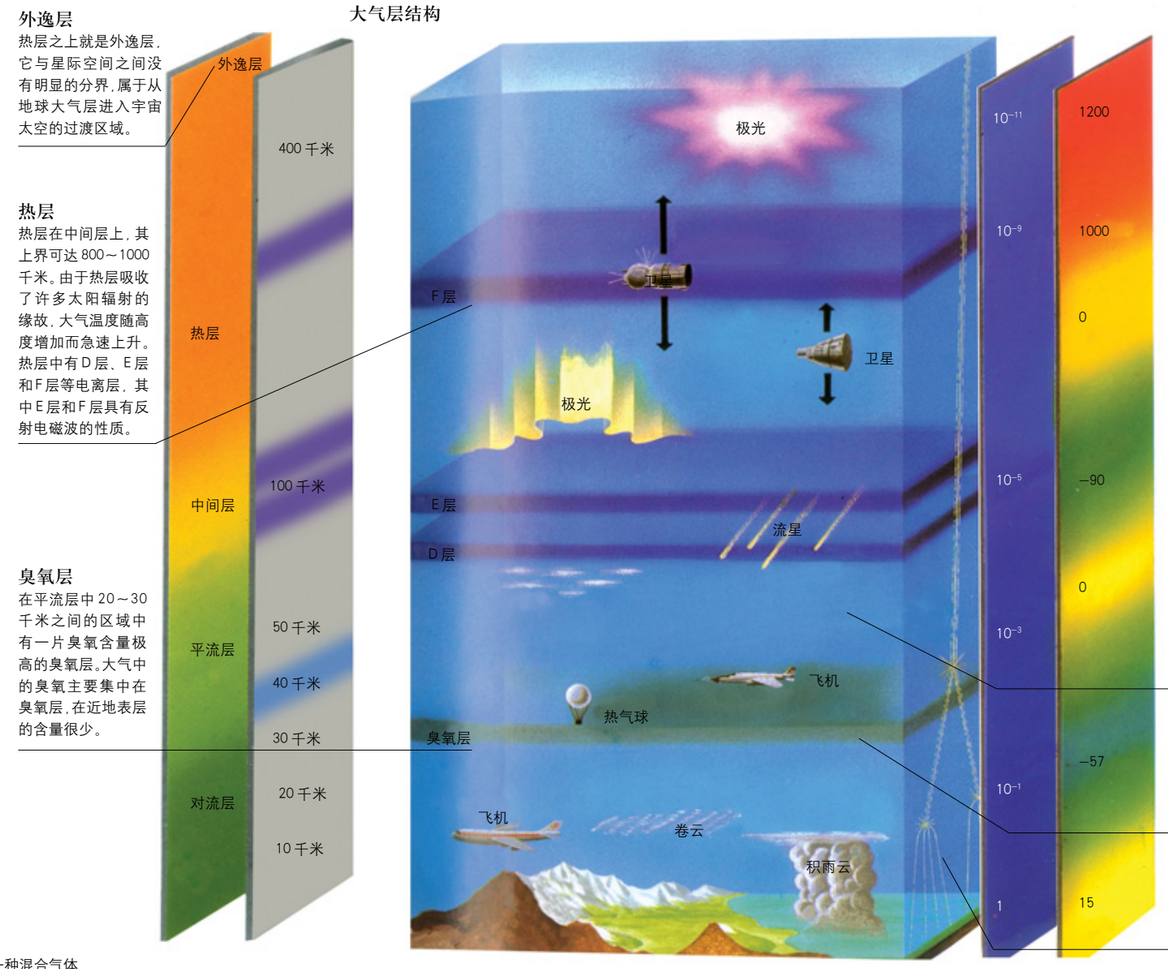
大气成分
组成大气的空气为一种混合气体，并且愈到高空，变得愈稀薄。从地面到90千米的高度为止，空气成分的比例大致上是一样的。

大气层结构

我们生活在包围地球的多层大气结构之中。大气层的边界很难确定，一般认为其厚度约为3000千米。由于受地心引力的作用，大气物质主要集中在下部，其中50%的气体聚集在离地面5000米以下的区域。大气在垂直方向上的物理性质是有显著差异的，根据温度、大气成分、电荷等物理性质，同时考虑到大气在垂直方向上的运动情况，可从下到上依次将大气分为五层：对流层、平流层、中间层、热层和外逸层。层与层之间有些有明显的界限或过渡层。大气没有外边缘，只是向外逐渐变薄，直到真空。

天空的颜色
由于大气中的众多微粒能使太阳光发生散射，所以天空呈现出蔚蓝色。





外逸层
热层之上就是外逸层，它与星际空间之间没有明显的分界，属于从地球大气层进入宇宙太空的过渡区域。

热层
热层在中间层上，其上界可达800～1000千米。由于热层吸收了许多太阳辐射的缘故，大气温度随高度增加而急速上升。热层中有D层、E层和F层等电离层，其中E层和F层具有反射电磁波的性质。

臭氧层
在平流层中20～30千米之间的区域中有一片臭氧含量极高的臭氧层。大气中的臭氧主要集中在臭氧层，在近地表层的含量很少。

大气压变化
大气受地心引力的吸引而向下沉，因此有向下压的力量，由此就会形成大气压。大气压一般随高度升高而递减。

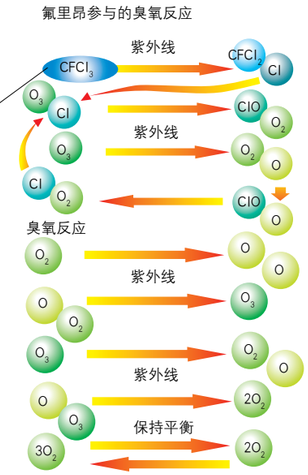
大气温度变化
由于太阳辐射在大气各层中的吸收情况不同，造成垂直方向上的气温变化差异很大。从对流层到中间层气温呈下降趋势，但到了热层有了很大的回升。

臭氧层破坏
由于人类活动排放的大量氟里昂(烃与氯、氟化合生成的化合物)到了臭氧层后就会破坏原来的平衡反应，使臭氧含量减少，天空中出现臭氧洞，导致地面上的紫外线辐射增强。

中间层
从离地55千米到离地约80千米间的大气层为中间层。在这一层，温度随高度的增加而迅速降低，并且层内大气又开始发生垂直对流运动。

平流层
从对流层顶到离地约55千米的部分，称为平流层。平流层中的水汽和灰尘的含量很少，且与对流层不同的是，此层内空气上下扰动变得极微弱。

对流层
对流层内空气会上下对流，各种云、雨、雪、飓风等天气现象都发生于此层。



温室效应

温室效应指大气层使星球变暖的效应，目前主要指使温室效应加强而造成全球变暖的效应。太阳光射到地球上，部分能量被大气吸收，部分被反射回宇宙，大部分被地球表面吸收，晚上地球表面以红外线的方式向宇宙散发热量，其中也有部分被大气吸收。大气层如同覆盖温室的玻璃一样，保存了一定的热量。在大气层中，吸收热量的主要成分是水蒸气、二氧化碳、甲烷等，它们被称为温室气体。如果大气层中温室气体的含量增加，地球的总体温度就会上升，两极的冰层会加速融化，造成海平面上升，淹没沿海低海拔地区。目前温室气体的增加主要是由人为活动引起的。

大气层存在的意义

地球表面为一层大气所包围。这层大气既为生命所必需，又为地面生物提供良好的保护，并且使地球上各式各样的天气现象产生。如果没有大气，来自太空的陨石将像超级炮弹一样，将地面的一切事物毁坏殆尽。因有大气层保护，绝大部分陨石在尚未落地之前就已焚化消失。由此所产生的细微粉尘，则恰恰使直射的日光受到一定程度的散射，使光照变得柔和均匀，令人获得均衡的视觉。大气层还吸纳着生命必需的氧气、水汽，防止地球被阳光烤干。高层大气对来自太空的电磁波有良好的屏蔽作用，否则过量的电磁波将危害人和动物的健康。

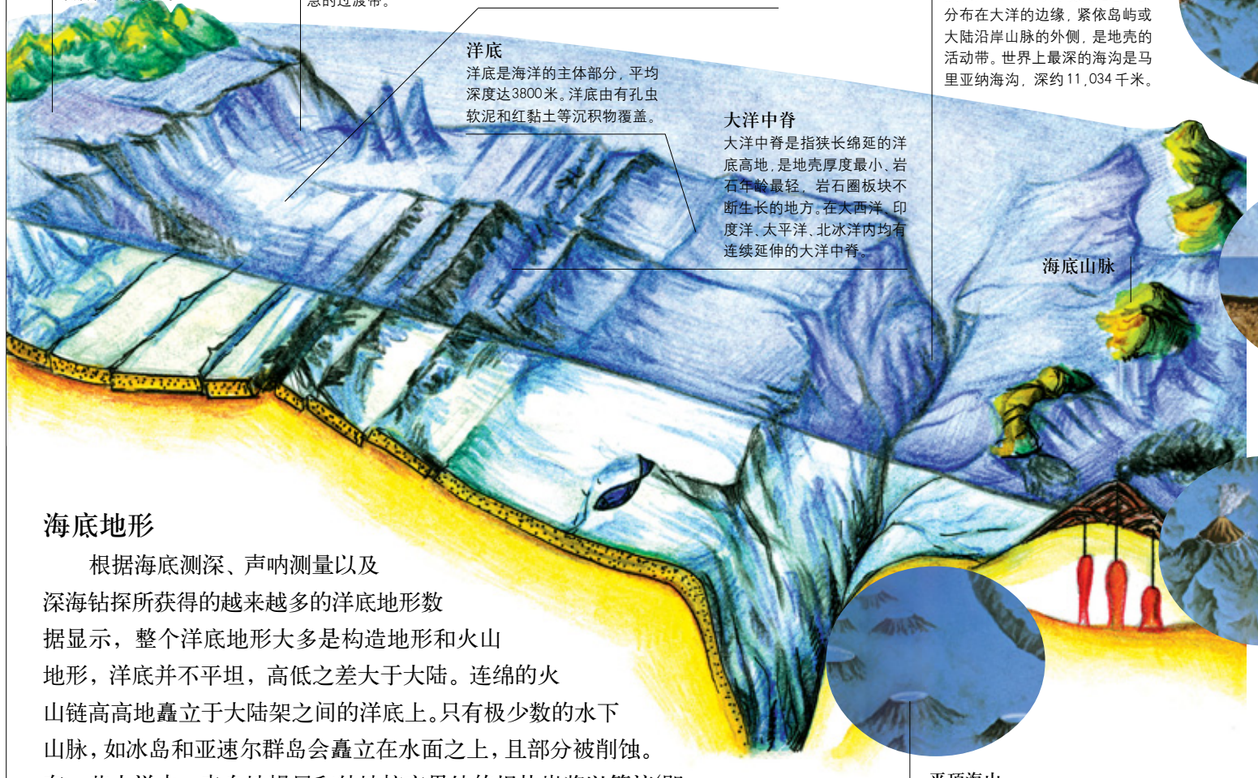
探究臭氧层

大气中那层微薄的臭氧层看来很不起眼，作用可不小，它可以保护地球免遭紫外线辐射的侵害。在地球史的前半段，自由氧只以微量气体的形式存在。后来，在距海平面10米以下的地方首先诞生了原始植物。因为在这一深度，具有破坏性作用的紫外线辐射照射不到这里。原始植物出现后，便将氧气作为其新陈代谢的产物排放到大气层中。而后，紫外线辐射将一部分双原子的氧分子打散成单个的氧原子。氧原子随即又在化学反应中与氧分子结合，形成有三个原子的氧分子，即臭氧。臭氧对紫外线具有很强的吸收能力，并能在吸收过程中，再次分裂成一个单原子的氧和一个双原子的氧。后来臭氧的新生与分裂开始不间断地反复循环起来，结果使地面上的紫外线辐射强度一再减弱。这样生物才从海里走向陆地，并产生了更多的氧。在氧的积累过程中，大气层中的臭氧浓度也相应增加，臭氧层出现。

揭开海底的秘密

探索海底世界

海洋占据了地球表面积的绝大部分，但是，由于海水经年累月不会干涸，所以海底的情况一直到不被人们所了解，直到1920年回声测距法被用来探测海底深度以后，海底地形的探勘工作才有了重大的进展。第二次世界大战末期，美国的海斯教授在太平洋中部海域进行调查时，对从回声探测仪测到的剖面数据进行分析，发现海底有许多平顶山。1973年，一艘日本船在菲律宾外海约2000米深的海底采集到了陆地上常见花岗岩。1979年，美法两国专家在大西洋考察中又发现，在百慕大三角的西海域矗立着一座巨大的海底塔。后来，海底“雪山”和洋底热泉也陆续被发现。随着人们对海底研究的深入，海底的面貌已被构画出来——那是一个与陆地很像的世界。



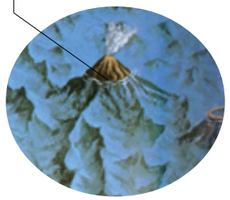
海底地形

根据海底测深、声呐测量以及深海钻探所获得的越来越多的洋底地形数据显示，整个洋底地形大多是构造地形和火山地形，洋底并不平坦，高低之差大于大陆。连绵的火山链高高地矗立于大陆架之间的洋底上。只有极少数的水下山脉，如冰岛和亚速尔群岛会矗立在水面之上，且部分被削蚀。在一些大洋中，来自地幔层和外地核交界处的炽热岩浆以管流(即地幔柱)的形式穿破地幔层，形成地点固定的“热泉”。漂移至“热泉”上方的地壳板块在此不断地生成新火山。



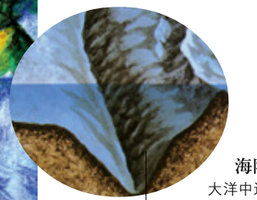
由尘埃和生物残体所形成的红黏土。

火山岛
海底火山出露海面就成为火山岛。太平洋上有很多火山岛，夏威夷群岛就是其中之一。





海台
海台的山顶宽广平坦，四周为缓坡。海台一般由熔岩堆积形成，但也有具花岗岩基底的海台，这类海台亦可称微陆块。海台在印度洋中最为发育。



海隆
大洋中还散布着外形呈等轴状的、宽缓的海底高地——海隆，如百慕大海隆。海隆由熔岩堆积形成，其四周为陡坡。



平顶海山
又称“海坪”，其山顶平坦。海山露出海面的部分经海浪的侵蚀，山顶变平坦，后来由于海面上升或海山下沉，就出现了平顶海山。

环礁
在热带海域，火山岛四周的水域下有珊瑚礁出现。随着火山岛的渐渐下沉和消亡，加上珊瑚礁的不断增大增高，环礁就出现了。

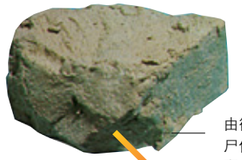
海底沉积物



以鲨鱼的牙齿或岩石碎片为核心形成的锰核。



在海山上所采集到的花岗岩。



由微小的有孔虫尸体堆积而成的有孔虫软泥。

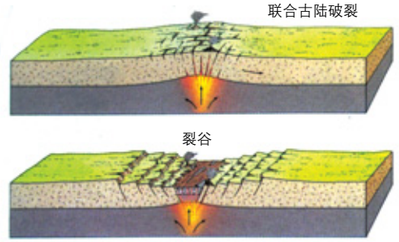


显微镜下放大的有孔虫软泥。

海底沉积物

海底沉积物的种类很多，石英与钙质软泥通常呈白色和浅色，含铁和锰的沉积物常呈红色、蓝色和绿色，在水交换弱的地方黑色沉积物较常见。在远离大陆的深海区中沉积下来的细粒物主要是火山灰。在极地周围，融化的冰山使较大的岩石和砂粒在此沉积。除了冰碛沉积物之外，深海沉积物里也含有细黏土成分。在水深约4500米的地方，红色深海黏土中含有钙，在再深一点的区域就只有硅酸盐沉积物了，因为富含二氧化碳的水在这里可以分解碳酸钙。由铁化合物组成的红色深海黏土层非常薄，每1000年才增加1～2毫米。而在深海沟里集结有大量的沉积物，它们来自于被剥蚀大陆上的风化岩石，经河流搬运到海里，最后在海沟处沉积下来。

海底形成
1962年，美国学者赫斯提出的海底扩张学说很好地解释了大陆漂移现象，海底也是在这一扩张过程中慢慢形成的。

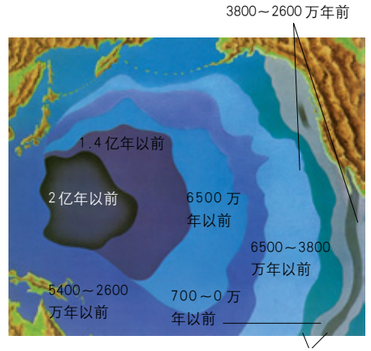


海底新矿藏——可燃冰

海洋是个大宝藏，储存的各种矿物约500亿吨，其中有丰富的石油、天然气、矿物等能源，还有一种未来的清洁能源——可燃冰。这种可以用火柴点燃、像蜡烛一样燃烧的可燃冰的主要成分是水合甲烷，它大量沉积在大陆架边缘。这些海底的甲烷来自于海底厌氧微生物的新陈代谢，或者是海底火山的产物，在海底的巨大压力下，甲烷分子与水分子聚合成水合甲烷。初步证据表明，可燃冰的储备量很可能超过了石油、煤炭和天然气的总和。现在，从在技术上还无法实现可燃冰的大规模开采，相信不久的将来，可燃冰将会是海底能源开发的主要方向之一。

海底扩张

科学家在海底发现或确认了许多未曾预见过的地质现象，他们用海底扩张理论来解释这些现象。大洋中脊轴部裂谷带是地幔物质涌升的出口，涌出的地幔物质冷凝形成新洋底，新洋底同时推动先期形成的较老洋底逐渐向两侧扩展推移，这就是海底扩张。海底扩展移动的速度大约为每年几厘米。海底扩张在不同的大洋有不同的表现形式。一种是扩张着的洋底把与其相邻接的大陆向两侧推开，随着新洋底的不断生成，两侧大陆间的距离随之变大。大西洋及其两侧大陆就属于这种形式。另一种方式是洋底扩展移动到一定程度便向下俯冲潜没，重新回到地幔中去，相邻大陆逆掩于俯冲带上。太平洋就是这种情况。洋底处在不断新生、扩展和潜没的过程中，好似一条永不止息的传送带。大约经过2亿年洋底便可更新一遍。

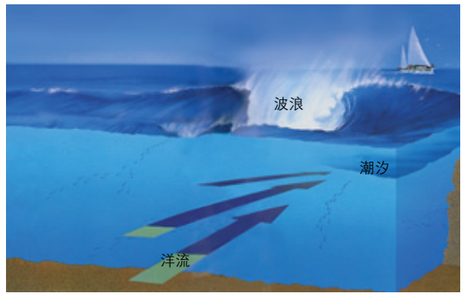


海底岩石的年代
调查海底岩石的年代，可发现年代愈新的岩石，愈靠近海底山脉；反之，愈古老的岩石，则愈远离海底山脉。图为太平洋海底岩石的年代。

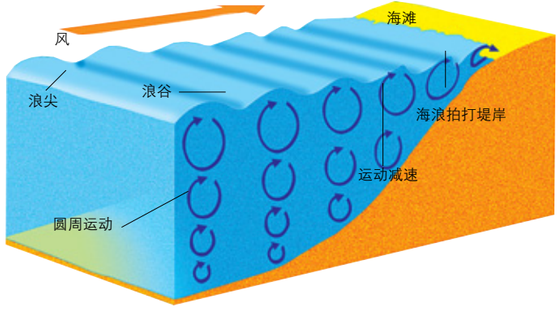
谁制造了“杀人浪”

探索强烈的海水运动

在1978年12月7日，德国的超级油轮“明兴号”在驶往美国的途中突然消失！更加离奇的是，随之展开的大规模搜救行动竟然一无所获。除了一艘残缺不全的救生艇外，长度超过两个半足球场的超级油轮连同26名船员竟然全部消失得无影无踪。无独有偶，2000年，英国超级油轮“奥里亚娜号”又突然遭受狂风巨浪袭击！仅隔1个月后，英国又有一艘拖船莫名其妙地沉入海底！与上述事件类似，非洲的好望角、百慕大三角等地也频频发生这种离奇海难。这究竟是怎么回事呢？科学家经过研究，认定这是神秘的“杀人浪”所为，但它是如何形成的，还没有确凿的说法。有人说“杀人浪”是一种巨浪，也有人说洋流交汇引发了“杀人浪”，还有人认为这是海底风暴激起的。尽管有关“杀人浪”成因的说法不定，但可归结为一点，那就是强烈的海水运动引发了灾难。



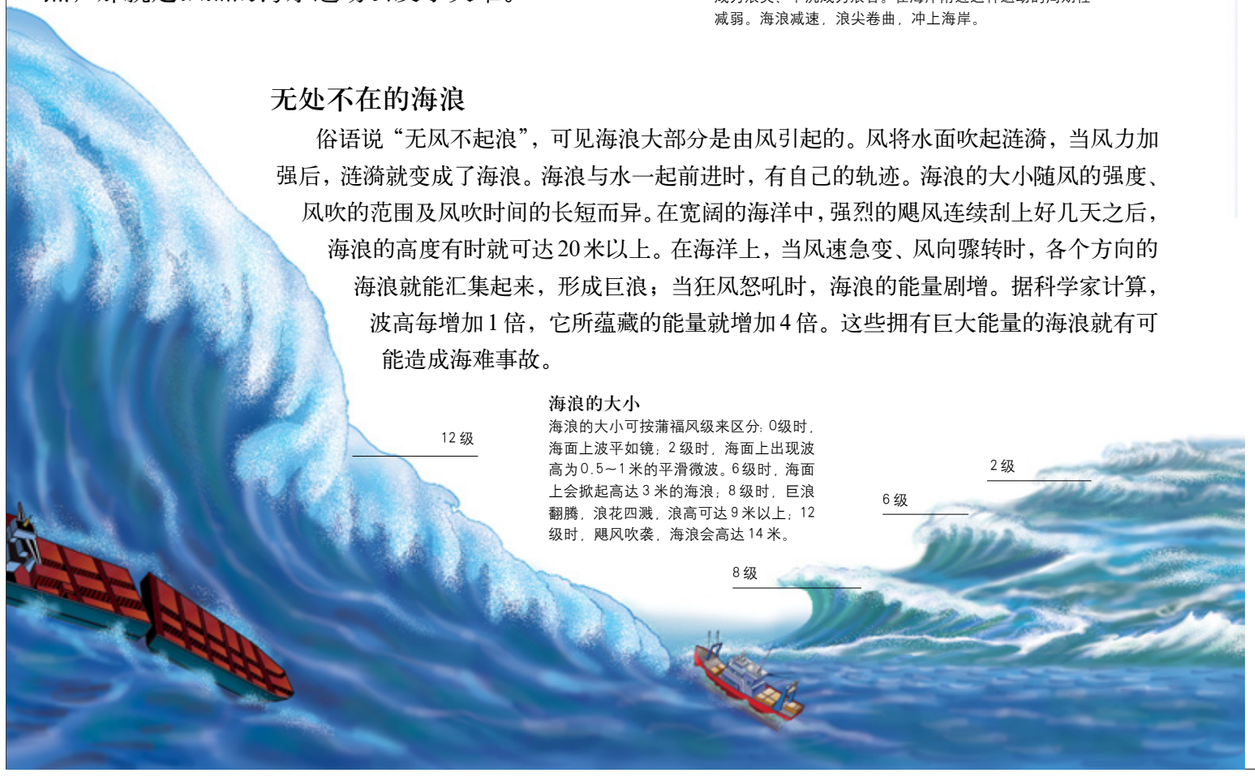
海水运动的能量
海洋蕴藏着巨大的能量，如波浪、洋流、潮汐等动能，温海水与冷海水间的温度差所产生的运动，以及海水盐度差异引发的海水运动等。



海浪形成
当一道波浪向岸边冲过去时，水粒子就做环形运动，上升成为浪尖、下沉成为浪谷。在海岸附近这种运动的周期性减弱。海浪减速，浪尖卷曲，冲上海岸。

无处不在的海浪

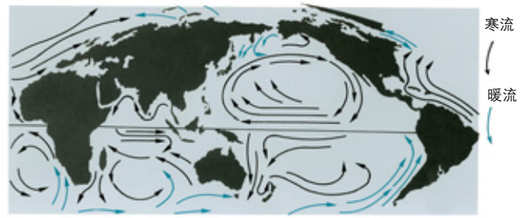
俗语说“无风不起浪”，可见海浪大部分是由风引起的。风将水面吹起涟漪，当风力加强后，涟漪就变成了海浪。海浪与水一起前进时，有自己的轨迹。海浪的大小随风的强度、风吹的范围及风吹时间的长短而异。在宽阔的海洋中，强烈的飓风连续刮上好几天之后，海浪的高度有时就可达20米以上。在海洋上，当风速急变、风向骤转时，各个方向的海浪就能汇集起来，形成巨浪；当狂风怒吼时，海浪的能量剧增。据科学家计算，波高每增加1倍，它所蕴藏的能量就增加4倍。这些拥有巨大能量的海浪就有可能造成海难事故。



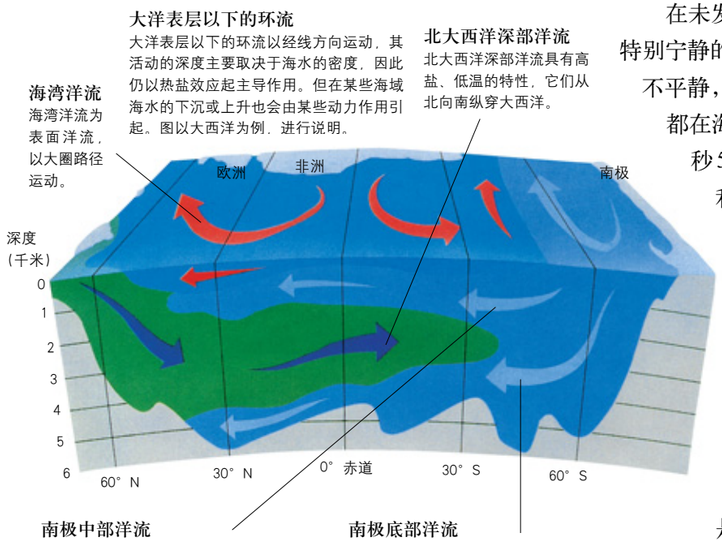
海浪的大小
海浪的大小可按蒲福风级来区分：0级时，海面上波平如镜；2级时，海面上出现波高为0.5～1米的平滑微波。6级时，海面上会掀起高达3米的海浪；8级时，巨浪翻腾，浪花四溅，浪高可达9米以上；12级时，飓风吹袭，海浪会高达14米。

遍布全球的洋流

在大洋表面及深处，海水总是有规律地向着同一方向运动，就像陆地上的河流，所以人们形象地把它称为“洋流”，也叫“海流”。洋流形成的原因很多，也很复杂。信风和西风等定向风的吹送，是洋流形成的主要原因。同时，地球自转偏向力作用，海岸轮廓和岛屿的分布，海面水位高低不同，海水的温度和含盐度不同等，对洋流也都有一定的影响。洋流还对世界各地的气候影响很大。在低纬与高纬间的热量传输方面，洋流起了调节纬度间温差的作用。另一方面，由于海洋东西两岸冷暖洋流水温存在的差异，导致同纬度大陆东西两岸气温会有显著区别，一般暖流沿岸多降水，冷流沿岸多雾。另外，冷暖流交汇能引发涌流，再加上天气情况的影响，交汇处会出现相对复杂的水文情况。



世界洋流分布
洋流在南半球与北半球大致呈对称分布。在北半球的副热带洋面上，洋流基本上是围绕副热带高气压作顺时针方向流动，称为内循环；在大陆沿岸，还存在着沿岸流，作逆时针方向流动，称为外循环。在纬度40°以北洋面，洋流是绕着副极地低气压作逆时针方向流动。南半球洋流方向与北半球正好相反。

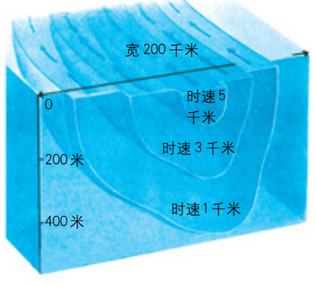


南极中部洋流
南极中部洋流为中层水的运动，分布在次表层之下，主要由南极辐聚区和西北辐聚区下沉的海水所形成，因此带有源地的低盐特征。

南极底部洋流
由于大洋底层水具有很大的密度，且非常冷，所以会在极地地区下沉几千米，然后向热水、低盐区做补偿流动。

可怕的“海底风暴”

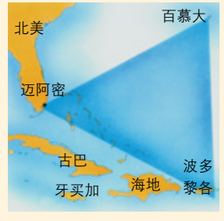
在未发现海底风暴之前，人们认为海底是一片特别宁静的地方。但近年来海洋科学家发现，海底并不平静，类似于陆地上飓风的各种激流一年四季都在海底兴风作浪。海底的风暴海水以高达每秒50厘米的速度流动。科学家发现，当海水和大气运动的能量集聚到一定程度时就会产生海底风暴。风暴的最初阶段出现的是旋涡，大面积的海水连续不断地做旋涡状运动，搅动水体中的海流。当海面上空大气风暴持续数日，海浪就越来越凶猛，传递到海底的能量就越大，于是海底风暴就产生了。当海底风暴袭来时，海底下也会发生类似陆地上沙漠尘暴的景观。海底风暴所经过之处，无论是爬行动物、植物，还是礁石、海底通讯电缆和测量仪器都会被掩埋在沉积层之下。



洋流的速度
愈靠近洋流中心，流速愈快；水面上的洋流流速则要快于水面以下的部分。

迷失百慕大三角

几百年来，曾有不计其数的船只、飞机在百慕大三角海区神秘失踪，没有留下残骸，也没有生还者，因此人们视这片海域为“不祥之海”，称其为“魔鬼三角”。几十年来，人们为解开百慕大之谜费尽心机，提出了各种各样的推想和猜测，众说纷纭没有定论。据统计分析显示，在这个海域发生失踪事件的次数大致与突来的强风暴预测的平均次数一致，这里强大的洋流还可将失事残骸很快地驱散而化为乌有。谁是造成这里海难的罪魁祸首，还有待于进一步的研究。



百慕大三角方位
百慕大三角指从大西洋上的百慕大群岛到美国佛罗里达半岛南端的迈阿密，从迈阿密到加勒比海的波多黎各，然后回到百慕大所连成的三角形，整个区域为100万平方千米。

与文明相伴发展

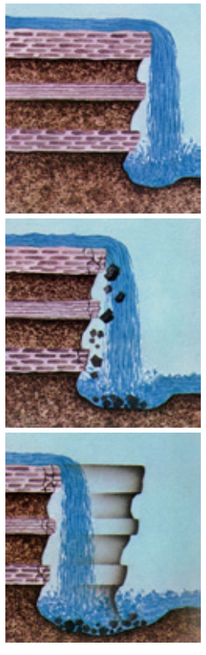
探索河川的作用

纵览人类古代文明发展史，我们可以十分清楚地发现，世界文明古国的诞生和发展，莫不受惠于伟大的河流。发源于非洲东北部的尼罗河，每年规律性的洪水泛滥在沙漠中营造出大片沃土，古埃及文明诞生于此。位于西南亚的底格里斯河和幼发拉底河，哺育了生活在米索不达米亚平原以巴比伦城为中心的古人类。他们依靠两河流域灌溉之利，大力发展农业。印度河是奔腾在南亚次大陆上的一条大河，它在中下游地区形成肥沃的平原三角洲，人们在那里过着丰衣足食的安康生活，古印度文明因此发展起来。灿烂辉煌的中华文明最早也是在长江和黄河流域出现的。这一部部文明古国的发展史，充分说明了河流对于人类生产活动的重要意义。河流不仅为人类提供了生存水源，其长久而持续的作用还营造出了复杂各异的地貌，创造出适于农业生产的富饶土地。



河蚀作用

河流所引起的侵蚀作用称为河蚀作用，它不同于由风引起的风蚀作用以及由冰川引起的冰蚀作用，是地球上所见的侵蚀作用中最为普遍的一种。河流对河底的侵蚀作用叫作加深作用，又称下切作用，大多发生在河床岩石出露处。愈陡急的河床，加深作用愈强。岩质河底由于没有沉积层，在河水流速又不够快等多种条件配合之下，就会形成圆柱形的壶穴地形。另外，呈蛇行弯曲的河道在直行水流的冲击之下，会侵蚀弯曲部分的河岸，这就是河岸侵蚀作用或称加宽作用。还有一种情况是，上游的坡度十分陡峻，侵蚀力量特别大，再加上源头地区泉水的涌出和雨水的侵蚀，使得河道逐渐向下延伸，这就是河流的加长作用。总之，加深、加宽和加长可谓河川的三大侵蚀作用。



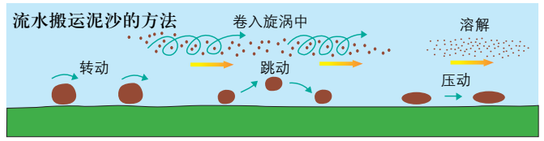
瀑布形成
由于硬岩层不容易进行全面的河蚀作用，只有地层的前端因下面的软岩层容易受流水侵蚀而后退，所以硬岩层也随之崩落后退，形成如阶梯般的地形，水流经过此地形时就形成了瀑布。

洪水的威力

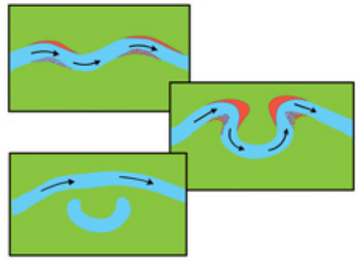
当河床里的水量增加到可以没过两岸的时候，洪水就出现了。随着雨水与融雪的不断进入，河流的速度与力量渐渐增强。泛滥的河水有着巨大的力量，可以把树连根拔起，可以推动巨砾前行；当河水流入河漫滩的时候，甚至会冲毁桥梁与房子，给附近的居民带来巨大的灾难。美国约有2000万人住在洪水易发区。就世界范围来说，仅在19世纪，被洪水淹没的人数就达上百万，这些人大多生活在人口集中的河漫滩平原上。洪水是可怕的，但另一方面它的发生却能使土地变得富饶。像古埃及人把他们那里肥沃的土壤看作是“尼罗河的恩赐”。这是因为尼罗河洪水带来了来自河流上流有机质丰富的泥沙沉积物，为他们营造了肥沃的土地。

搬运作用

因侵蚀作用而形成的砾石、砂子及黏土等，会被河流搬动。较大的砾石则不易被普通水流搬动，只有等到大雨过后河水激增、流速增大时才可能搬动。若是圆砾就会在河底以滚动的方式移至他处，而角砾就有如被拉扯一般，在河底以滑动的方式移动。河水中的小砾及砂子随河水的乱流而时浮时沉，并伴着流水漂至下游，这一运动方式称为跳动。泥土和黏土本身不易下沉，因此很容易随着流水漂流。虽然它们的颗粒极小，但搬运量却是最多的。我们可以从出露的地层上泥岩的量比砾岩和砂岩多的事实上得到印证。搬运作用的强弱随物质颗粒的大小、形状及水流流速而增减，其中以水流的急缓影响最大。



牛轭湖形成
取直线河道流动的河流在遇到其一岸有松软的地层时，此部分即被削蚀成凸岸；对岸则开始沉积搬运来的砂砾。河道开始变弯。当变弯的河道改流后，剩下的河曲就成为牛轭湖。



沉积作用

因风化、侵蚀而崩解的泥沙随水流漂移，一旦水流的搬运力变小，泥沙就会在河底或海底沉积下来。即使流速很急，大砾石也有可能沉积；至于颗粒小的沙土，就连流速缓慢的河水也能轻易将之运走。由此可见，支配沉积作用的条件大致为流速和颗粒大小。此外，河床坡度大的上游，侵蚀和搬运作用很强，因此暴雨之后，巨大的岩块也可能被搬运到中下游，此时水量虽增加，但河床坡度变小，流速也减缓，于是会发生沉积作用。因此，河流流出山谷谷口，常会形成冲积扇；而在下游平原地区常有泛滥平原出现；入海的河口处，沙泥沉积，形成三角洲。由上述可知，河川上游沉积的是大块角砾，中游以圆砾及砂子较多，下游则以泥沙较多。

冲积扇形成



河流由山地突然流向平原处，泥沙开始沉积。

河流以出口处为中心流动，呈现放射状变更其流路，而逐渐沉积泥沙，扩大所形成的冲积扇。

被搬运来的大量泥沙逐渐沉积，冲积扇变得更大。

“魔鬼城”的来历

风蚀地貌

在我国准噶尔盆地西北部的乌尔禾地区，黄沙茫茫，杳无人烟。每当夕阳西下、夜幕降临之时，站在高处远远望去，只见尘土飞扬，在灰蒙蒙的荒野里，矗立着一座座大小相间、错落有致的古老城堡，这便是著名的“魔鬼城”。每当狂风大作时，城堡内立时凄厉之声四起，时而像野兽咆哮，时而像婴儿啼哭，时而又像女人尖叫，令人毛骨悚然。但在月白风清的夜晚，则又是另一番景象：那奇形怪状的岩壁，在月光下显得如此静谧、温和。“魔鬼城”使人感到变幻莫测。住在这里的哈萨克牧民就认为城堡里住着一个喜怒无常的魔鬼，他们将这儿叫成“萨依坦克尔希”，即“魔鬼城”的意思。谁建造了这座奇异的“魔鬼城”呢？

“魔鬼城”形成

在一亿年前，准噶尔盆地本是一个巨大的淡水湖，这里沉积了巨厚的砂岩和页岩相间的地层。后来，因地壳上升，湖水干涸，岩层受挤压发生变形。又因这里地处内陆，距海较远，因而气候变得越来越干燥，再加上昼夜强烈的温差变化，使暴露于地表的岩石因受物理风化而破裂，为风的吹蚀作用提供了大量裂隙。又因乌尔禾地处佳木河谷口，这是个大风口，狂烈的西北风从风口吹来，首当其冲的就是那块由砂岩和页岩组成的高地。当狂风吹入河谷的小盆地后，因受盆地地形的影响，风向转来转去，又形成一股股旋风。旋风在魔鬼城内盘旋恕吼，使得软硬不均的砂岩遭到强烈的剥蚀。剥蚀掉的岩屑，随风狂舞，剥蚀后留下的岩石就构成了“风蚀蘑菇”、“风蚀柱”、“石兽”和“风蚀城堡”等千姿百态的“风城”景观。

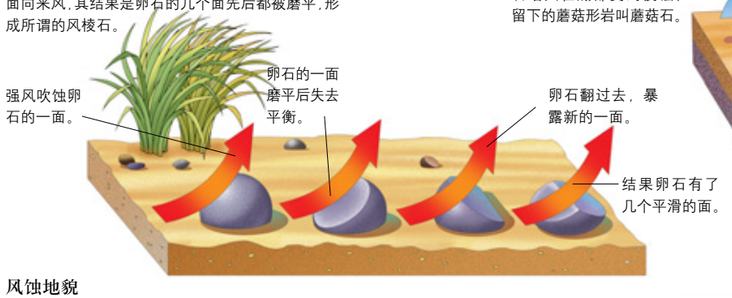


乌尔禾“魔鬼城”

“魔鬼城”的形态在地貌学上被称作“风蚀城堡城”，简称“风城”。“风城”在干旱沙漠地区较为常见。乌尔禾“魔鬼城”就是一座“风城”。

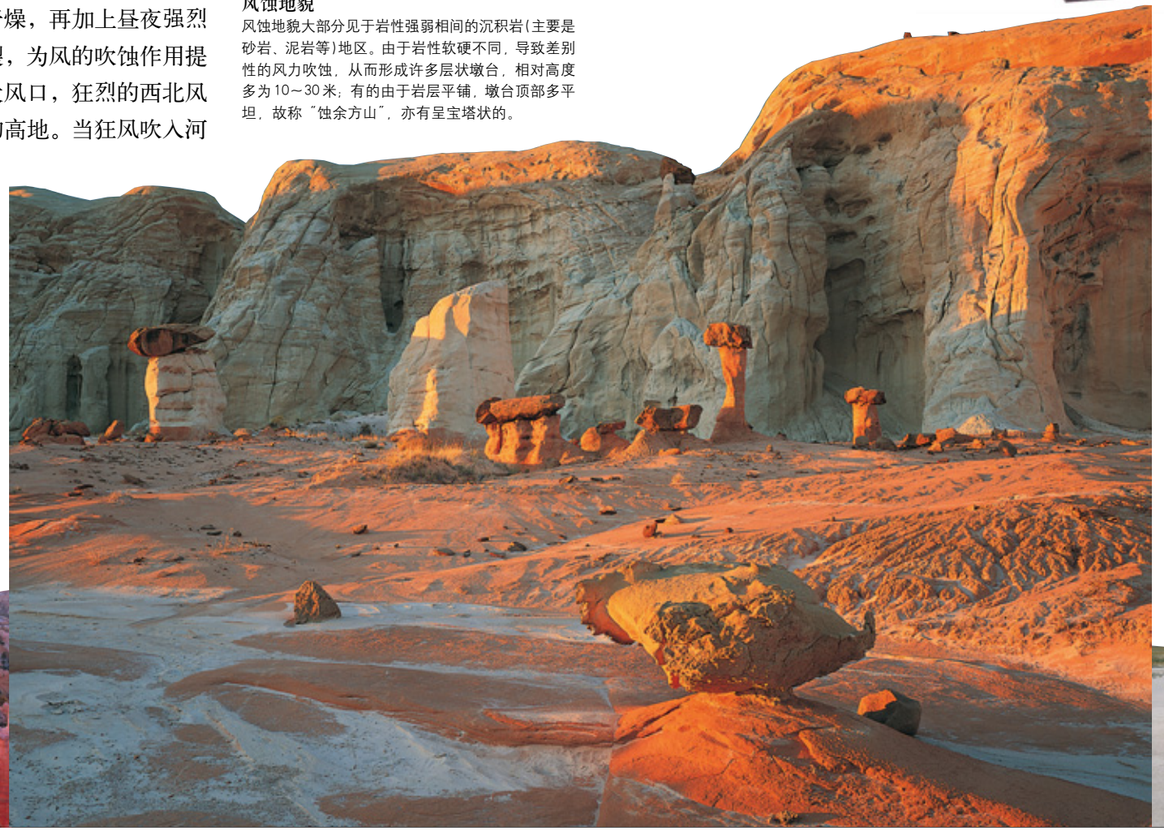
风棱石

地面的卵石受到挟带砂粒的风猛烈撞击，会使卵石的一面很快磨损以致失去平衡，又使卵石的另一面面向来风，其结果是卵石的几个面先后都被磨平，形成所谓的风棱石。



风蚀地貌

风蚀地貌大部分见于岩性强弱相间的沉积岩(主要是砂岩、泥岩等)地区。由于岩性软硬不同，导致差别性的风力吹蚀，从而形成许多层状墩台，相对高度多为10～30米，有的由于岩层平铺，墩台顶部多平坦，故称“蚀余方山”，亦有呈宝塔状的。





风蚀柱

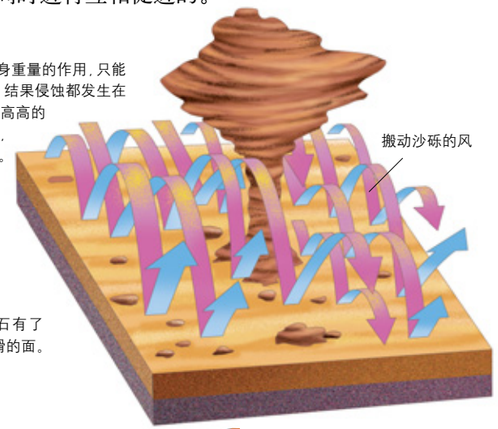
挟带砂粒的风造成侵蚀，使裸露的岩石被吹砂磨蚀成奇形怪状，从而产生山崖倒悬、头重脚轻的岩石结构，称为风蚀柱。它一般发生于岩性单一的岩层区内。

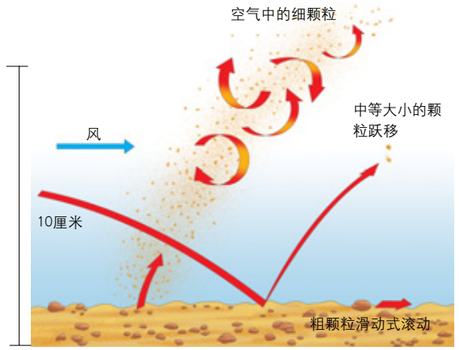
风蚀作用

又称风蚀，是吹蚀作用和磨蚀作用的总称。当风吹经地表时，由于风的动压力作用，将地表的松散沉积物或者基岩上的风化产物吹走，使地面遭到破坏，这种作用称为吹蚀作用。组成地表的物质越细小、松散和干燥，它要求的起动风速越小，受到的吹蚀就越强烈。另一种是当风挟带砂粒贴近地面运动时，风沙流中的砂粒对地表物质进行冲击、摩擦，如果岩石表面有裂隙或凹坑，风携砂粒可以钻进其内部进行旋磨，这种作用称磨蚀作用。吹蚀作用和磨蚀作用是同时进行互相促进的。

蘑菇石

风刮起来砂粒，由于其本身重量的作用，只能在地面处做跳跃式移动，结果侵蚀都发生在离地面一米高的范围内。高高的石塔只在底部受到侵蚀，留下的蘑菇形岩叫蘑菇石。





风蚀作用搬运沉积物的方式

风蚀地貌

在干旱地区，由风蚀作用所形成的风蚀地貌在大风区域有广泛的分布，特别是正对风口的迎风地段发育更为典型。由于风沙活动只限于距离地表较低的高度内，所以风蚀地貌一般也以接近地面处最为明显。由于岩性、岩层形状等因素的影响，风蚀地貌多种多样。棱角明显、表面光滑的风棱石是广大砾石荒漠中最常见的一种小型风蚀地貌形态。石窝多发育在石质荒漠中巨大岩石的迎风峭壁和岩上，是许多圆形或不规则的椭圆形的小洞穴和凹坑。孤立突起的岩石在经受长期的风化和风蚀作用以后，形成上部大、基部小、外形与蘑菇相似的岩石，称为风蚀蘑菇(蘑菇石)。而那些垂直裂隙发育的岩石在经过风蚀后，可形成一些高低不等、大小不同的孤立柱，称为风蚀柱。干旱地区雨量稀少，暴雨产生洪流冲刷地面形成的冲沟在风蚀作用改造下会逐渐变成风蚀谷。风蚀谷经长期风蚀，不断扩展，使风蚀谷之间的地面不断缩小而成为岛状高地或孤立小丘，称风蚀残丘。风蚀雅丹也是一种风蚀城貌，它泛指风蚀土墩和风蚀凹地的垄槽地貌组合。与风蚀残丘不同，风蚀雅丹不是发育在基岩上，而是发育在土状堆积物中。

风蚀城堡

风蚀城堡为水平岩层所形成的多层状山丘，多发育在岩性软硬相间的砂岩、泥岩等地区。它一般高10～30米，由于岩层顶部平坦，或呈宝塔状，远看好似颓毁的古城堡。



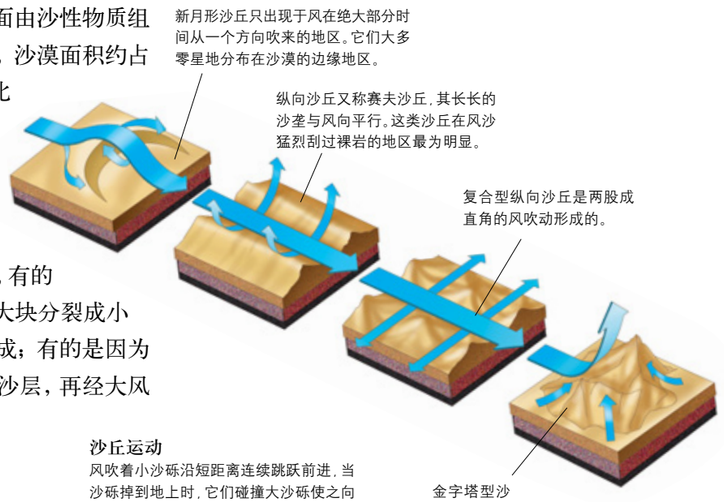
楼兰古城的消亡

走近沙漠

在新疆罗布泊洼地，楼兰古城曾是丝绸之路上的重地。早在2000年前，罗布泊本是一片美丽的绿洲。这里气候温和，土地肥沃，绿树成荫，街衢纵横，店铺林立，商贾云集，是当时世界上最开放、最繁华的城市之一。可是，由于战火以及地貌变迁等因素，楼兰逐渐没落了，后来就突然间不存在了。令楼兰消亡的真正原因在于，公元3世纪后，流入罗布泊的塔里木河因下游河床被狂风吹来的沙尘淤塞，河水被迫改道南流，从此这片绿洲得不到水源灌溉，草木枯死，周边的黄沙不断袭来，不久楼兰就隐没在了沙丘深处。楼兰的命运只是环境改变引发的沙漠化事件中的一例。在环境变差的条件下，沙漠可以吞噬田地、村庄甚至整座城堡。

沙漠的特点

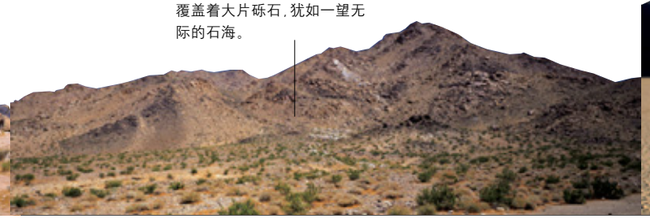
沙漠是荒漠中最主要的类型，它的特点是地面由沙性物质组成，常常是沙波滚滚、沙峦起伏。在世界范围内，沙漠面积约占陆地总面积的1/10左右，几乎都集中在赤道南北纬15°～35°之间。这种分布与地球自转时所形成的干热下沉气流对这些地带的长期影响有关。此外，定向的干燥信风，不断吹蚀这些地带，致使这里成为独特的干旱带，进而形成了大面积的沙漠。浩瀚沙漠中的滚滚黄沙来源很广泛，有的来自岩石风化，岩石常年受到风吹日晒，逐渐由大块分裂成小块，再由小块分化成沙砾，经过风的搬运堆积而成；有的是因为在久远的年代里，河流冲积形成了很厚的疏松的沙层，再经大风吹扬后堆积形成的。



沙丘运动
风吹着小沙砾沿短距离连续跳跃前进，当沙砾掉到地上时，它们碰撞大沙砾使之向前移动，渐渐沙丘就不断向前扩展了。

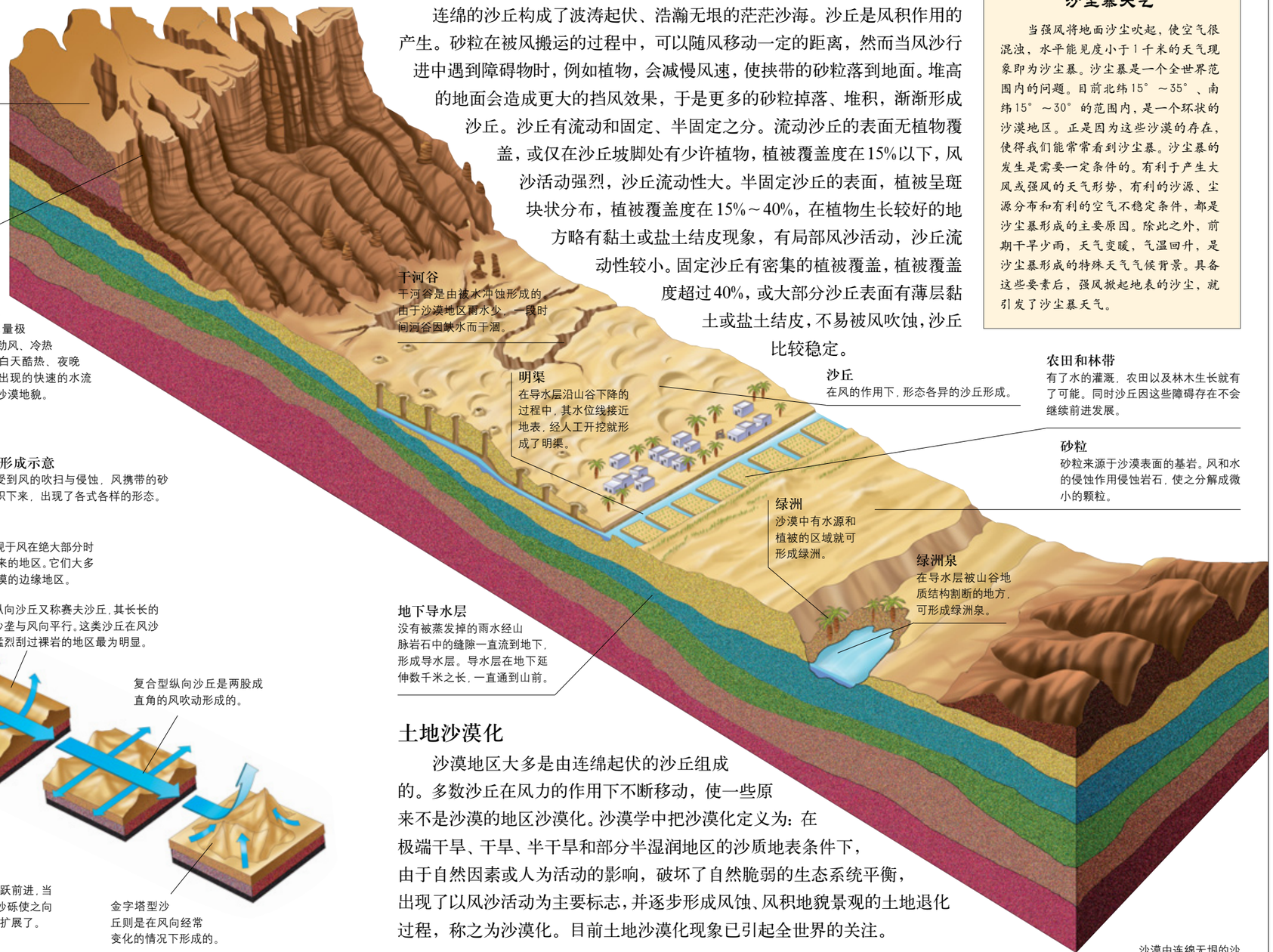
荒漠的类型
在大陆上干燥少雨的地区，植被稀疏，风力强劲，地表或者是累累粗石，或者是一片黄沙。这种干旱、多风、地面裸露的地区，一般称为荒漠。根据荒漠地区的地面形态及组成物质，可将其划分为岩漠、砾漠、泥漠和沙漠等类型。


岩漠也叫石质荒漠，为干燥地区的山地或山麓。


砾漠亦称戈壁，其特点是地面覆盖着大片砾石，犹如一望无际的石海。

沙丘形成

连绵的沙丘构成了波涛起伏、浩瀚无垠的茫茫沙海。沙丘是风积作用的产生。砂粒在被风搬运的过程中，可以随风移动一定的距离，然而当风沙行进中遇到障碍物时，例如植物，会减慢风速，使挟带的砂粒落到地面。堆高的地面会造成更大的挡风效果，于是更多的砂粒掉落、堆积，渐渐形成沙丘。沙丘有流动和固定、半固定之分。流动沙丘的表面无植物覆盖，或仅在沙丘坡脚处有少许植物，植被覆盖度在15%以下，风沙活动强烈，沙丘流动性大。半固定沙丘的表面，植被呈斑块状分布，植被覆盖度在15%～40%，在植物生长较好的地方略有黏土或盐土结皮现象，有局部风沙活动，沙丘流动性较小。固定沙丘有密集的植被覆盖，植被覆盖度超过40%，或大部分沙丘表面有薄层黏土或盐土结皮，不易被风吹蚀，沙丘比较稳定。



沙尘暴天气

当强风将地面沙尘吹起，使空气很混浊，水平能见度小于1千米的天气现象即为沙尘暴。沙尘暴是一个全世界范围内的问题。目前北纬15°～35°、南纬15°～30°的范围内，是一个环状的沙漠地区。正是因为这些沙漠的存在，使得我们能常常看到沙尘暴。沙尘暴的发生是需要一定条件的。有利于产生大风或强风的天气形势，有利的沙源、尘源分布和有利的空气不稳定条件，都是沙尘暴形成的主要原因。除此之外，前期干旱少雨，天气变暖，气温回升，是沙尘暴形成的特殊天气气候背景。具备这些要素后，强风掀起地表的沙尘，就引发了沙尘暴天气。

土地沙漠化

沙漠地区大多是由连绵起伏的沙丘组成的。多数沙丘在风力的作用下不断移动，使一些原来不是沙漠的地区沙漠化。沙漠学中把沙漠化定义为：在极端干旱、干旱、半干旱和部分半湿润地区的沙质地表条件下，由于自然因素或人为活动的影响，破坏了自然脆弱的生态系统平衡，出现了以风沙活动为主要标志，并逐步形成风蚀、风积地貌景观的土地退化过程，称之为沙漠化。目前土地沙漠化现象已引起全世界的关注。

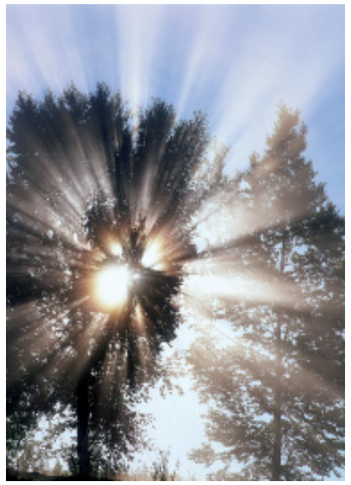

泥漠是一种由黏土物质组成的荒漠，多由湖泊干涸和湖积地面裸露而成。


沙漠由连绵无垠的沙丘构成。

离奇的佛光

佛光揭秘

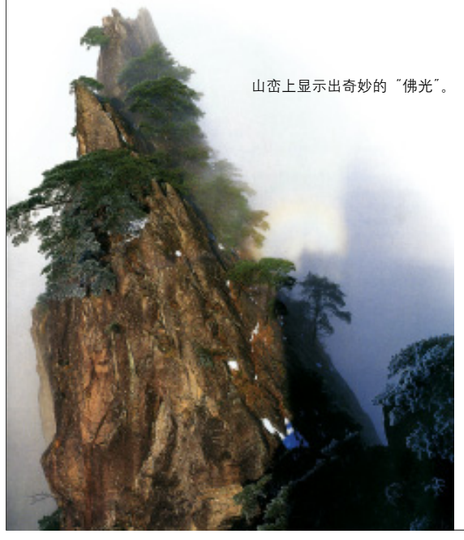
在古老的年代里，人们在一次长途跋涉和紧张攀登之后，终于登上一座山峰的顶点。突然，人们在云雾间发现了一个巨人般的幻影和套在幻影周围的彩色光环。在欧美的气象文献中，称这种十分有趣的现象为“布罗肯幽灵”或“鬼怪”。我国也有类似现象。当游客站在峨眉山金顶背向太阳而立，而前下方又弥漫着云雾时，有时会在前下方的天幕上，看到一个外红内紫的彩色光环，中间显现出身影，且人动影随，人去环空。即使两人拥抱在一起，每个人也只能看到各自的身影。这种彩色光环很像传说中菩萨头上的“佛光”，所以人们将这种现象称为佛光或宝光。佛光到底是怎么形成的呢？



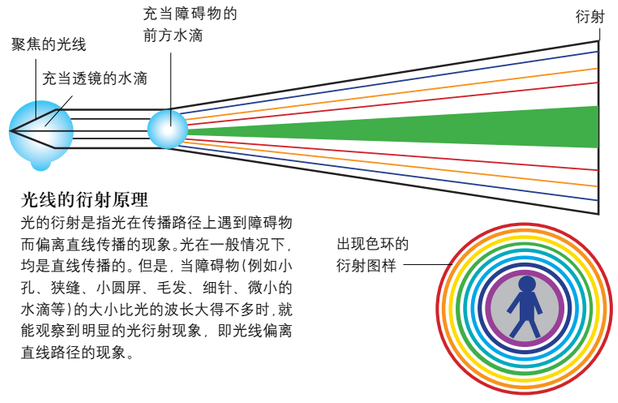
从树缝中透出的阳光也有一个多彩光环，这其实是自然界中一种类似佛光的光现象，称为日冕。日冕发生的条件与佛光相反，人需要迎着光源才能观察到。

佛光本质

佛光同大气中的各种奇异光象如虹、霞、华、晕、幻日以及林冠华(森林中林冠上出现的一种彩色光环)等一样，都是太阳光线射入云雾中后，经过云雾中的冰晶或水滴的反射、折射和衍射等复杂的光学原理作用后而产生的“杰作”。有些光象，如佛光、幻日、林冠华等的形成所要求的气象条件比较严格，出现的机会也就很少，海市蜃楼亦如此。一旦出现，遂被人们视为奇观。其实，大气光象是很正常的自然现象，没有什么神秘之处，与“幽灵”、“鬼怪”、“佛”等更是风牛马不相及。



山峦上显示出奇妙的“佛光”。



光线的衍射原理

光的衍射是指光在传播路径上遇到障碍物而偏离直线传播的现象。光在一般情况下，均是直线传播的。但是，当障碍物(例如小孔、狭缝、小圆屏、毛发、细针、微小的水滴等)的大小比光的波长大得不多时，就能观察到明显的光衍射现象，即光线偏离直线路径的现象。

佛光的发生环境

佛光呈现所需的客观条件其实并不苛刻，只要有光源和云雾，观测者介入光源和云雾之间，三者位于一条直线上，观测者就有可能看到佛光环在云雾上显现。这个佛光环的红光圈在外，紫光圈在里，其相应的光圈介于红、紫光圈之间，具体排列从外到内依次是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫。佛光环中间的“佛”其实就是观测者自己的影子。光环在越接近环的中心部位，色彩就越淡，中心则是一片很模糊的幻影。佛光持续的时间一般为半小时至 1 小时，若风定雾稳，则可持续 3～4 小时左右。光环的大小与云雾中的水滴大小有关，水滴越大，光环越小。当云雾中大小水滴并存时，即可形成两个或两个以上的不同光环，称作多重佛光。

佛光的成因

佛光的成因至今还没有很定论，有关的研究还在继续。目前较新的理论认为，佛光是日光在传播过程中，经过障碍物的边缘或空隙间产生的展衍现象，即衍射作用形成的。当云层较厚时，日光在射透云层后，会受到云层深处的水滴或冰晶的反射。反射线在穿过云雾表面时，在微小的水滴边缘发生了衍射，有一部分光束会偏离原来的放射方向，其偏离的角度与水滴直径成反比，而与各色光的波长成正比。于是，不同的单色光就逐渐扩散开来，在人们的眼前，出现一个彩色的光环。再由于衍射和漫反射的复杂作用，佛光的色相往往不像彩虹那样清晰分明，而是像水彩画那样湿润地融合在一起。至于人在佛光中能看到自己身影的原因是因为所见光环，只是各自眼睛所视顶点的那个光锥面的水滴或冰晶点的作用结果，这就如同各自对着一面小圆镜照，看见的自然也就是各自的身影。



地面佛光

有时在较平坦的地域也能出现佛光，这是由地面植物上的露珠形成的。

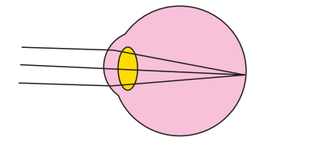


图 A 在眼睛里聚焦的光线

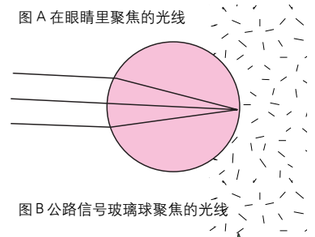


图 B 公路信号玻璃球聚焦的光线

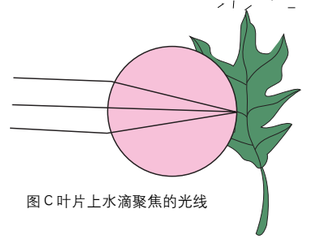
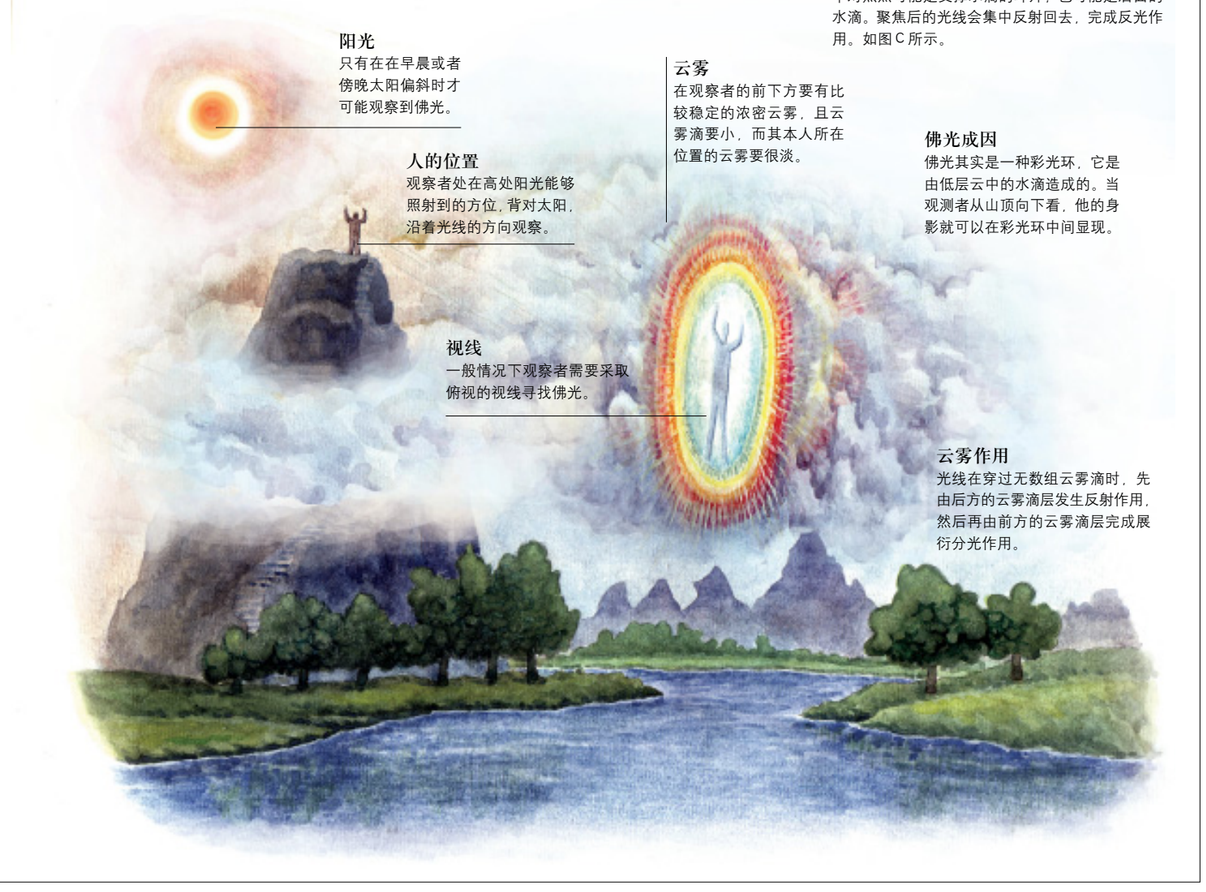


图 C 叶片上水滴聚焦的光线

水滴的反光原理

像眼球或玻璃珠那样，水滴大致呈圆球状，所以，水滴就把光线带到水滴后面不远的某个对焦点上。这个对焦点可能是支撑水滴的叶片，也可能是后面的水滴。聚焦后的光线会集中反射回去，完成反光作用。如图 C 所示。



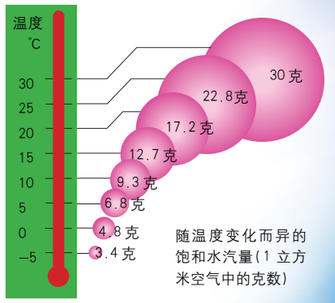
千变万化的云

云的形成

广阔的天空是一个巨大的屏幕，各种云彩像变魔术一样，在上面不断地变幻着。有时云像一簇簇纤白的羽毛，有时像蘑菇和山峦，有时像洁白的棉絮，有时又像万马奔腾的场景……总之云能让人充满遐想。然而对于“云从哪里来”这个问题，在18世纪以前一直在令人困惑。现在我们知道云是一种天气现象，它的形成过程一点都不复杂，不信你留意一下自己身边的事物，也会看到小片的云。冬天，我们在浴室洗热水澡，水蒸气充满浴室，很像是云。夏季，我们放学回到家里，一打开冰箱的冷冻室，就会看到有一股白色的雾由冰箱里冲出来，那也是云。其实云就是一团能被我们看得见的水汽。

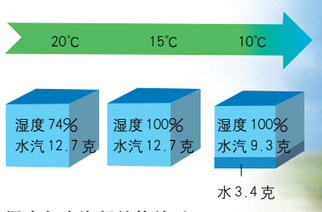
云的发生条件

云是空气中的水汽凝结后生成的极细小的冰晶或水滴聚集浮游在空中可以被看见的现象。发生云的必要条件之一是空气受到上升气流的力量，被急速推往上空。因为上空的气压低，上升的空气就会膨胀，膨胀时需要消耗热量，使空气的温度下降。干燥空气每升高100米时，温度下降约1℃。随着温度降低，水汽变饱和。然而，水汽在饱和状态时不一定会发生云滴，只有作为凝结核的种云存在才能使云滴出现。种云包括空气中悬浮的细小灰尘，或从海水中蒸发的盐粒等，其大小约为1‰到2‰毫米。水汽必须附着在凝结核上才能凝结成云滴。当大量云滴组合在一起，受上升气流顶托悬浮在空中，就形成了云。



随温度变化而异的饱和水汽量（1立方米空气中的克数）

温度与水汽饱和量的关系
空气中所含有的最大水汽量叫作饱和水汽量，其在温度一定时会维持定量。空气温度越高，含有的饱和水汽量也就越多。



湿度与水汽凝结的关系
空气冷却到15℃时，湿度达到100%时，水汽到达饱和状态并开始凝结。这时的15℃就叫露点。

各式各样的云

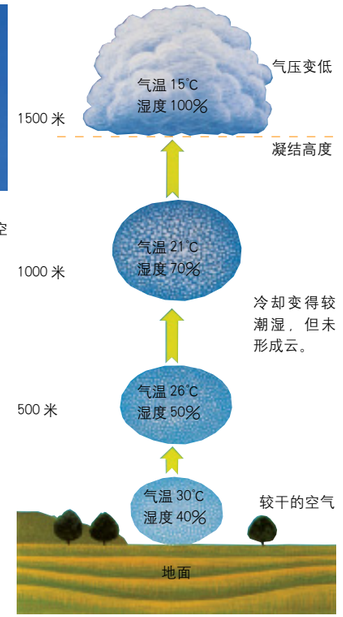
天空的云朵千变万化，乍看之下似乎没有一个是形状相同的，但经仔细地观察仍然可以归纳出形状和性质相似的云。凡属于同族的云，高度和明亮度大体上看来是相同的。由性质相似点归纳云的形成和形状，同时以高度来区分云的基本形式，将云分为卷云、卷积云、卷层云、高积云、高层云、雨层云、层积云、层云、积云、积雨云这十类。另外天空中还会有一些特殊的云出现，如云盏、飞机云等。

云与天气
不同的大气气流、对流强度和潮湿程度等状况会形成不同外形的云，因此云的形态是当时大气状态的表现。我们通过观察云的种类和移动情形等，可以了解大概的天气特征。

卷云
卷云为高空中细小的白色绢丝状云，是含有很多水汽的空气形成的。在中纬度地区出现的卷云通常意味着2～3天后天气会变坏。



飞机云
飞机飞过所生成的云，常变成卷云。这是因为飞机喷出的热气在空气中冷却及受到扰动后才形成的。



云的形成过程

卷积云
由冰晶形成，是一些像豆粒或小石头的的圆胖形云的集合体，在天上看起来显得很明亮。卷积云变成卷层云的时候，云层会渐渐变厚。

卷层云
由冰晶形成的云，不会发亮，呈帘幕状或薄纱状。卷层云从西方天空渐渐扩张起来后，逐渐变厚，会使日晕或月晕出现，天气就有可能变坏。

积雨云
积雨云由浓积云发展而来，云顶受上空强风吹拂而变成牵牛花形或铁砧形。积雨云内部有强烈的上升气流，所以常伴有大雷雨，偶尔也下冰雹。

高积云
云的形状和排列状态与卷积云很相像，但高度低于卷积云。云的下面呈灰色，大部分是由水滴冷却所形成的。当高积云盖住蓝天时，则意味着天气逐渐变坏。

云盏
空气沿山坡上升时，受地形气流的干扰，而容易产生波动，导致山顶生成伞状的云，称之为云盏。云盏是由高积云、层积云和积云转变而成的。

高层云
高层云比卷层云厚，所以不会形成日晕或月晕。这种云当低气压接近时，或伴着暖锋时最容易出现，所以天气变坏的机会比卷层云大。

积云
像棉花糖般的云，云底是平的。通常随着太阳升高，云头会随之扩大，到了下午最大，而傍晚时，多半会消失掉。当日射较强时，云朵的上方会变成像怪物的头一样的浓积云。

雨层云
一种遮天蔽日而呈暗灰色的云，常在低气压中心和锋面附近发生，通常在2～7千米的高度，有时候云底甚至低到500千米，会带来雨或雪。与积雨云的雨势不同，雨层云的雨和雪会很平静地降下。

层积云
与高积云很相似，但是层积云的云朵更大且排列成波状。由于层积云是由水滴聚集而成的，所以不太厚，多数时候不会下雨。

层云
颜色和雾相似，并且可以如雾般扩展，有时会在近地面发生。层云和雾是在同样的条件下发生的，为所有云中位置最低的云。他在日照射增强时就会很快地消失掉。

云层的形成与消散

晴天的地面温度上升程度因植被覆盖率、颜色和湿度等因素的不同而有很大的差别。随着地面温度的上升，地面之上的空气温度也在升高，接近中午时分，空气中变热、变轻了的气泡开始从地面往上升。空气在上升过程中温度下降。当温度下降至露点以下，水汽凝结过程开始，并成第一批的积云。积云接着随风飘动。如果积云所到达的地区温度较高，小水滴或冰晶会吸热变成水蒸气，这时烟消云散，天空转晴了。如果积云被刮到另一积云的上方，它便改向高空升去，并可能因此而形成积雨云。遇到山脉阻挡后，携带云层的空气被推得更高，云在高空凝结加剧并形成降雨。空气在下降过程中，云层消散。

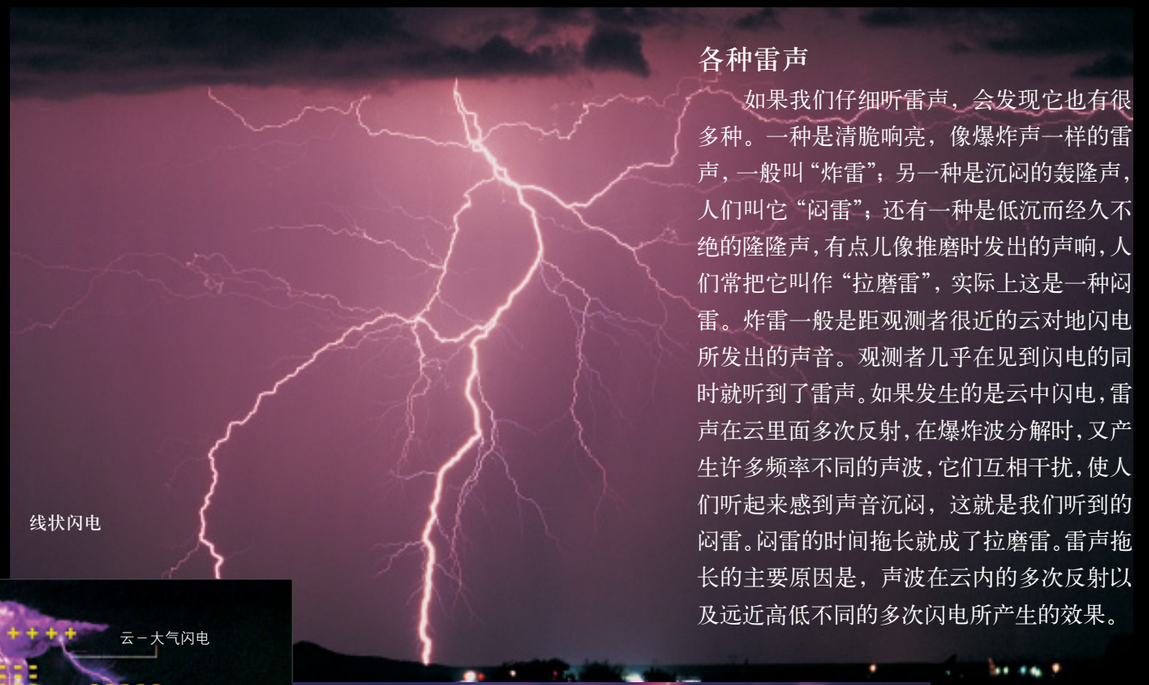
火烧云是如何形成的

在日出和日落时，有时天边的云彩会是通红的一片，像火烧的一样，人们把这种云叫作火烧云，又称其为早霞和晚霞。火烧云的红色来自于尘埃粒子和水汽对太阳的折射作用。由于光线中的黄、绿、青、蓝、紫几种光的光波很容易被散射掉，剩下波长较长的红光在穿越云层时，火烧云就出现了。火烧云不光是一种美景，它还能预测天气。中国有句谚语：“早霞不出门，晚霞行千里”。原来，早霞表明东方低空含有许多水滴，有云层存在，随着太阳升高，热力对流活动也渐向平地发展，云层也会渐密，本地天气将愈来愈坏。晚霞主要与尘埃等干粒子对阳光散射有关，这说明西方天气比较干燥，也就是说，西方大气中不会有风暴。

“晴天霹雳”是怎么回事

雷电的产生

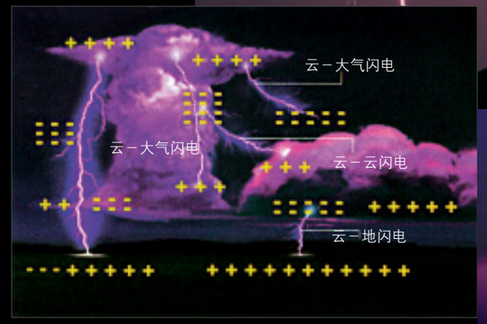
电闪雷鸣是很普通的自然现象。一般情况下雷电出现在乌云密布的天气里。然而令人不可思议的是，有时即使天上没有云，雷电依然会出现。雷声阵阵响彻在晴朗的天空下，一道淡金色的光影从天而降，直扑地面上的人或物，形成所谓的“晴天霹雳”。这是怎么回事呢？很长一段时间里，人们无法理解这一现象，认为这是上天给予作恶人的惩罚，让他遭受莫名的电闪雷劈的报应。事实上“晴天霹雳”并没有那么神秘可怕，它只是众多雷电现象中的一种，只是它的发生环境比较特殊，不符合常规，人们无法理解而已。



线状闪电

雷电本质

当天空乌云密布，雷雨云迅猛发展时，突然一道夺目的闪光划破长空，接着传来震耳欲聋的巨响，这就是闪电和打雷，亦称为雷电。雷属于大气声学现象，是大气中小区域强烈爆炸产生的冲击波形成的声波；闪电是大气中发生的火花放电现象。“晴天霹雳”则是对于那些未达到地面的横行闪电而言的。它们会从发源地延伸到许多千米以外，然后才降落到地面，使晴朗无云的地方也出现电闪雷鸣。



闪电的发生方位

闪电可在云内、云与云间、云与地面间产生，其中云内、云与云间闪电占大部分，而云与地面间的闪电仅占1/6，但其对人类危害最大。

雷电的影响

雷电与我们的生活联系密切。雷电可以使空气中的氮、氧等气体发生一系列化学反应，形成的新物质与雨水会合，一并降落到地面，与土壤中的无机物合成新的、能被植物吸收的氮肥。据测定，地球上每年的雷雨可合成氮肥约4亿吨。雷电不但有利于生物生长，还有净化空气的作用。雷电能杀死空气中的病毒和病菌，减轻农作物病虫害的发生。但雷电也会带来灾害。例如，在气候干燥时，雷电会引起森林大火，有时会袭击人体，有时还会破坏建筑物。为抑制雷电带来的灾害，在18世纪，美国科学家富兰克林发明了避雷针，这样就可避免雷电对建筑物造成破坏。



雷击

雷击是由云－地之间的闪电引发的。雷电总是会选择最容易走的路径，所以闪电易击中高耸在地面的物体。现在在很多较高的建筑物上都装有避雷针，以防建筑物被雷击坏。

奇形怪状的闪电

闪电通常是在有雷雨云时出现，偶尔也在雷暴、雨层云、尘暴、火山爆发时出现。闪电的最常见形式是线状，偶尔也可出现带状、叉状、链状、球状等。曲折开叉的普通闪电称为线状闪电。线状闪电的通道如被风吹向两边，以致看来有几条平行的闪电，这样的闪电称带状闪电。闪电的两枝如果看来同时到达地面，则称其为叉状闪电。闪电在云中阴阳电荷之间闪烁，而使全地区的天空一片光亮时，那便是片状闪电。链状闪电色彩绚丽，有时也会出现串串珍珠似的闪电，奇特壮观。最神秘的要数球状闪电了，它像一个大火球，在空中出现，有时在空中运动，有时在地上乱窜，有时会袭击人的身体，有时会闯入室内。以上都是有声闪电，另外自然界中还有一种无声闪电。通常在暴风雨中的海上，船只的桅杆周围可以看见一道火红的光，人们称这种闪电为“圣艾尔摩之火”。

各种雷声

如果我们仔细听雷声，会发现它也有很多种。一种是清脆响亮，像爆炸声一样的雷声，一般叫“炸雷”；另一种是沉闷的轰隆声，人们叫它“闷雷”；还有一种是低沉而经久不绝的隆隆声，有点儿像推磨时发出的声响，人们常把它叫作“拉磨雷”，实际上这是一种闷雷。炸雷一般是距观测者很近的云对地闪电所发出的声音。观测者几乎在见到闪电的同时就听到了雷声。如果发生的是云中闪电，雷声在云里面多次反射，在爆炸波分解时，又产生许多频率不同的声波，它们互相干扰，使人们听起来感到声音沉闷，这就是我们听到的闷雷。闷雷的时间拖长就成了拉磨雷。雷声拖长的主要原因是，声波在云内的多次反射以及远近高低不同的多次闪电所产生的效果。



带状闪电



片状闪电



链状闪电

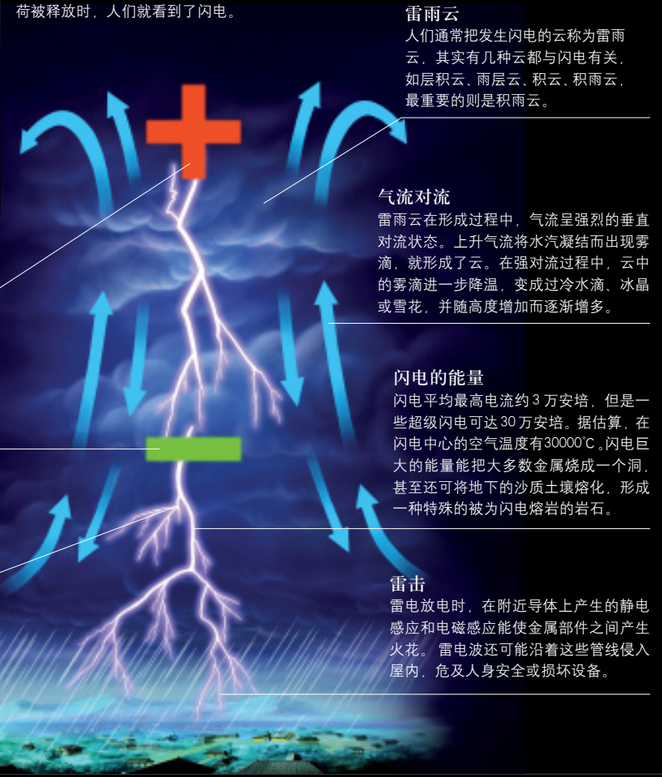


倾听雷声

我们通常都是在打闪之后听到雷声，这是因为声音比光的传播速度要慢得多。一般闪电大约持续不到1秒钟，但轰鸣的雷声则可达10秒钟。

闪电的发生

当天空中出现浓厚的雷雨云时，云内部强大的空气流使冰和水分子碰撞在一起，产生了静电荷。当静电荷被释放时，人们就看到了闪电。



雷雨云

人们通常把发生闪电的云称为雷雨云，其实有几种云都与闪电有关，如层积云、雨层云、积云、积雨云，最重要的则是积雨云。

正电荷积聚

雷雨云在形成过程中，较轻的冰晶粒子上升最快，在上升过程中它们之间相互碰撞摩擦，成为正离子，升至云层的高处。

气流对流

雷雨云在形成过程中，气流呈强烈的垂直对流状态。上升气流将水汽凝结而出现雾滴，就形成了云。在强对流过程中，云中的雾滴进一步降温，变成过冷水滴、冰晶或雪花，并随高度增加而逐渐增多。

负电荷积聚

较重的冰晶粒子在气流运动过程中成为负离子，占据着云层的下部。

闪电的能量

闪电平均最高电流约3万安培，但是一些超级闪电可达30万安培。据估算，在闪电中心的空气温度有30000℃。闪电巨大的能量能把大多数金属烧成一个洞，甚至还可将地下的沙质土壤熔化，形成一种特殊的被为闪电熔岩的岩石。

放电

当正负电荷积聚到一定程度，就会在云与云之间或云与地之间发生放电。这就好像两根高压电极在靠近到一定的距离时，在它们之间就会出现电火花，形成所谓的“弧光放电”现象。与弧光放电不同的是，闪电是转瞬即逝，而电极之间的火花却可以长时间存在。

雷击

雷电放电时，在附近导体上产生的静电感应和电磁感应能使金属部件之间产生火花。雷电波还可能沿着这些管线侵入屋内，危及人身安全或损坏设备。

天降奇物之谜

探索龙卷风

刮风和下雨本是极寻常的自然现象，但有些风和雨确实很奇异。1608年，法国的一个小城中降了一次罕见的雨，雨的颜色是血红的，全城随处可见鲜血般的雨点。1940年的夏天，在苏联高尔基地区的一个村庄，伴随着电闪雷鸣、急风暴雨，突然从天上降下无数的银币。1949年间，在新西兰沿岸地区下过一场“鱼雨”，几千条鱼伴着暴雨同时由天而降，撒满大地。1960年3月1日，法国南部的土伦地区竟从天空中降落下无数只青蛙。此外天降“龙虾雨”、“海蜇雨”以及杏黄色、金黄色、翠绿色等五颜六色的雨的报道也屡见不鲜。这些骤然看来不可思议的现象，其实都是龙卷风的恶作剧。



龙卷风来时会卷起大量破坏物的碎片。

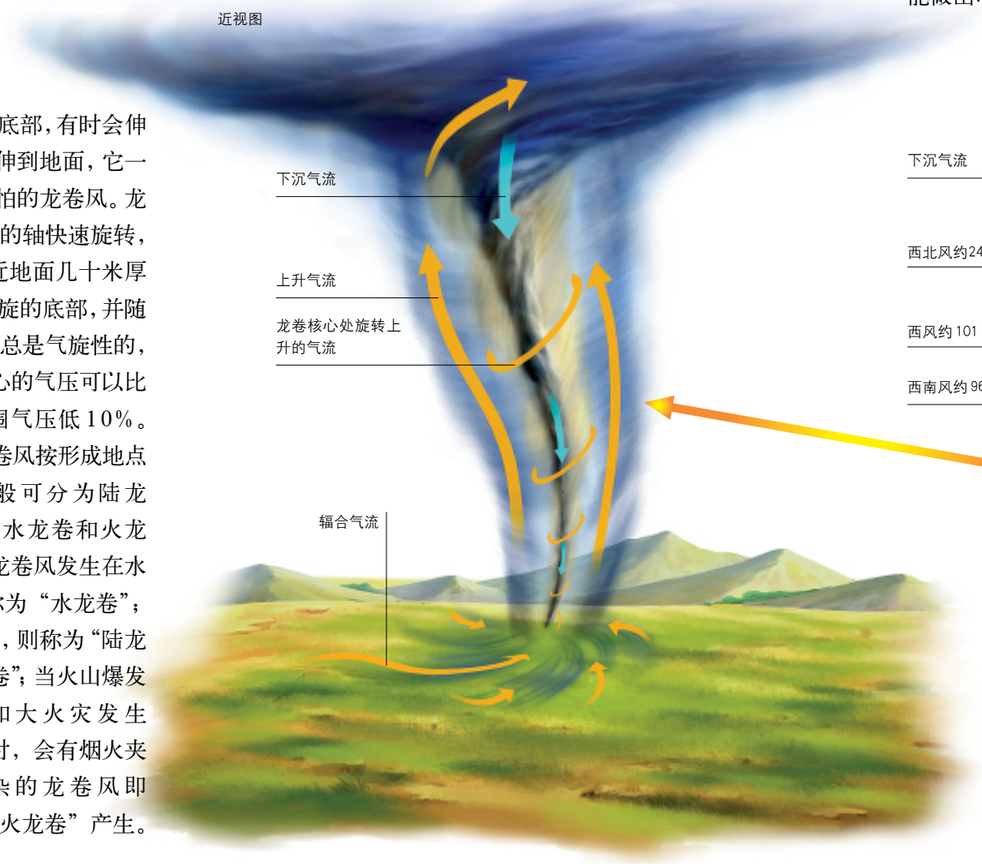
龙卷风形成
龙卷风是云层中雷暴的产物。具体的说，龙卷风就是雷暴巨大能量中的一小部分在很小的区域内集中释放的一种形式。

龙卷风来了

盛夏雷暴的日子里，在一片乌云的底部，有时会伸出一个漏斗状云柱，或挂在半空，或延伸到地面，它一边快速旋转，一边向前移动。这就是可怕的龙卷风。龙卷风其实是一种空气涡旋：空气绕龙卷的轴快速旋转，受龙卷中心极低气压的吸引控制，在近地面几十米厚的薄层空气内，气流从四面八方流向涡旋的底部，并随即变为绕轴心向上的涡流。龙卷中的风总是气旋性的，其中心的气压可以比周围气压低10%。龙卷风按形成地点一般可分为陆龙卷、水龙卷和火龙卷。若龙卷风发生在水面上，则称为“水龙卷”；若发生在陆上，则称为“陆龙卷”；当火山爆发和大火灾发生时，会有烟火夹杂的龙卷风即“火龙卷”产生。

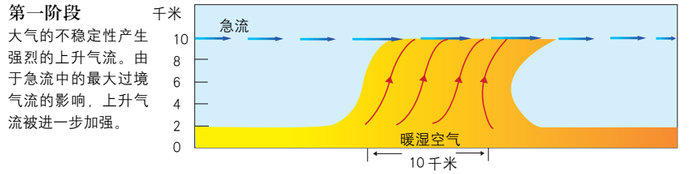


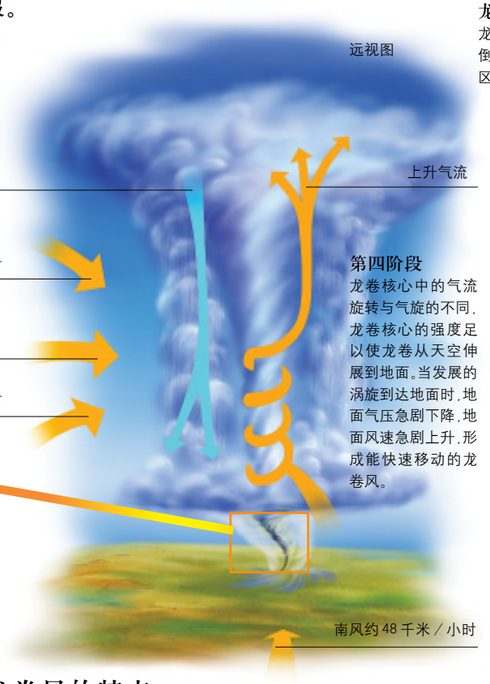
火山爆发时的喷出物造成了气流剧烈的扰动，火龙卷出现。



成因分析

龙卷风的形成条件复杂多样，通常在气旋、台风等情况下都有可能生成，有时在晴朗的天气里也会突然生成。另外，大地震、火山爆发、大火灾也有可能引发龙卷风。龙卷风多发生在高温、高湿的不稳定气团中。那里空气扰动得非常厉害，上下温度相差悬殊。当地面上的温度约为30℃时，在4000米高空处的温度仅达0℃左右，到8000米高空时温度已降至－30℃。这种温度差使冷空气急剧下降，热空气迅速上升，上下层空气对流速度过快，从而形成许多在空中做旋转滚动的小旋涡。当这些小旋涡逐渐扩大，再加上激烈的震荡，就容易形成大旋涡，成为袭击地面或海洋的风害。不过，至今人们都没有完全掌握龙卷风的规律，不能做出准确预报。







龙卷风破坏
龙卷风过境时可将树木拔起或推倒，其巨大的威力对所经过的地区造成极大的破坏。

龙卷风易发区

在地球上，平原与其他地方相比，更是龙卷风的家。全球每年平均发生近一千个龙卷风，其中大概有一半发生在美国，不过，世界上的其他地区也经历过龙卷风。印度东部和孟加拉国，也就是喜马拉雅山脉接近印度洋的地区，尤其容易发生猛烈的龙卷风。世界上最致命的龙卷风于1989年4月26日在孟加拉的达卡附近酿成，夺走了1300人的生命。每年龙卷风都被报道在北美、欧洲、俄国、中国东部平原以及澳大利亚的东部和西部边缘等地出现。而寒带和赤道附近地区则几乎从未有龙卷风出现过。

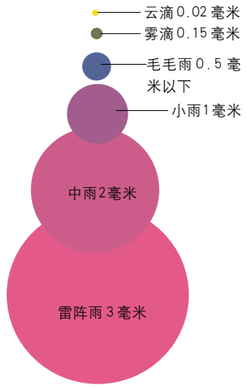
龙卷风的特点

大多数龙卷风在北半球是逆时针旋转，在南半球是顺时针旋转，当然也有例外情况。龙卷风的风速还无法用仪器测量，但根据龙卷风在经过区域内所做的“功”来推算，风速一般达每秒50～100米，有时可达每秒300米，超过声速。龙卷风像一个巨大的吸尘器，所到之处一片狼籍，所经地面上的一切东西都要被它卷走：它经过水库、河流时常常卷起冲天水柱，有时连水库、河流的底部都暴露出来。同时龙卷风又是短命的，往往只有几分钟或几十分钟，最多几小时；当它移动几十米到10千米左右时，便“寿终正寝”了。

天上“水世界”的赐物

降水的形成

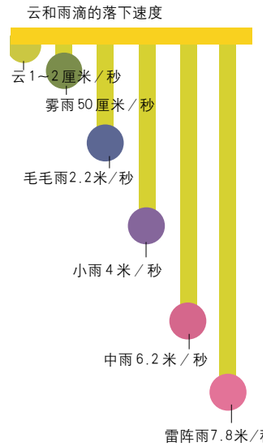
在夏威夷考爱岛的维厄利耳山山麓，一年中竟然有350天降雨，年平均15,000毫米的降水量使得该地区成为世界上最潮湿的地区。另一个气候极端就是干旱沙漠。不过即使是最干旱的沙漠地带，有时也会有少量的降雨。除降雨能给地面带来丰富水量外，降雪或下小冰雹可使地面降温，云雾可使地面能见度减弱，大冰雹和拳头般大小的冰块则使地面遭受暴砸。有水才有动植物的生存，而动植物的生存则意味着人类才能生存下去。如果没有充足的水分，人和动物就会渴死，植物就会干死。因此可以说，降水是陆地上一切生物的生命之源。



云和雨滴的大小

雨滴的大小和落下速度

云滴每秒只落下1～2厘米，从几千米的高空往下看，好像浮游在空中，和空气一起流动着。雨滴越大，下降速度越快，所以大滴的雨都是以激烈的雨势落下。



降水成因

降水是云中的水分以液态或固态的形式降落到地面的现象，它包括雨、雪、雨夹雪、米雪、雹、冰粒和冰针等降水形式。降水是在一定的宏观动力学条件和微观条件的共同作用下形成的。充沛的水汽和空气的上升运动是形成降水的必要宏观条件，只有具备这些条件以后，云中的微观过程才能进行。云滴比降水质粒小得多。要使云滴迅速增长为降水质粒并能降落到地面，其关键在于云滴能否在一定时间内(不超过云的生命期)迅速增长到足以克服上升气流的抬升而降落到地面。故形成降水的宏观条件和微观条件缺一不可，而降水的微观过程是云滴增长为降水质粒的过程。

雨滴的形成

雨滴从凝结核开始，在运动过程中会形成冰晶或雪花。发生于热带地区的雨滴直接源于凝结核，而不会形成雪花。



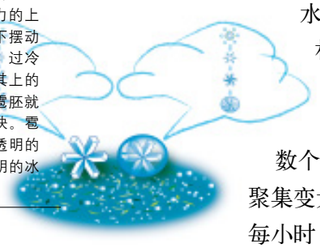
雪花的形成

雪晶在降落时，通常会在暖和的空气中开始融化，然后，当它们再彼此渗透成为一体时，就形成了雪花。



雹块的形成

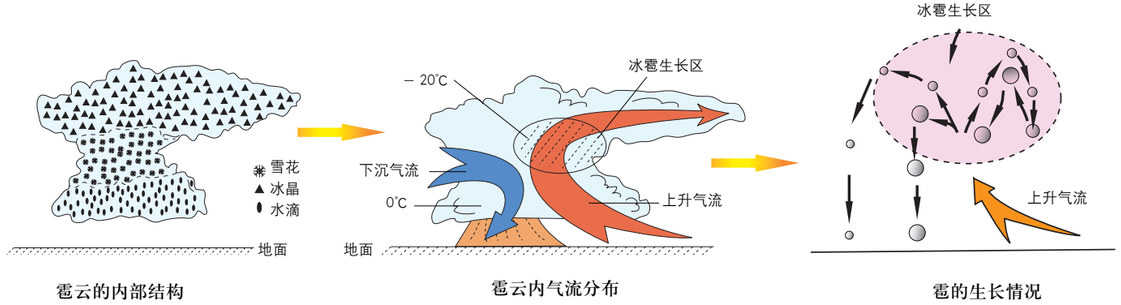
雹胚在强有力的上升气流中上下摆动的时间越长，过冷水滴凝结在其上的量就越多，雹胚就发展成了雹块。雹块由雹胚和透明的冰层、不透明的冰层包围而成。



雨雪转化

云层中的小水滴必须形成雨滴才可能产生降水，通常雨滴长到约2毫米时才能落到地面。只有一些持续时间较长的云层才能通过凝结产生足够大的雨滴。事实上凝结只是形成雨滴的过程之一，在大部分的中纬度地区，雨滴是在含冰水混合物的普通稀薄云层中生成的。云团能在温度低达－39℃时含有液态水。当冰晶在小水滴周围形成时，这些小水滴就会失去水分。当冰晶吸收水蒸气不断长大时，失水的空气通过从小水滴中吸收蒸发的水汽来弥补。几分钟后，每个冰晶冻成相当于100万个小水滴那么大，而云中的小水滴却不断缩小直至消失。较大的冰晶降落下来，并且经常同较慢、较小的冰晶发生碰撞。一连串的反应使原来的冰粒碎片形成新的冰晶。随着冰晶在较低处融化并变潮湿，数个冰晶便拼在一起形成雪花。雪花在下降过程中，飘落到下面的云中时，再聚集变大。经过这些过程，没有融化的雪花飘落到地上，成为了雪。但当雪花以每小时32千米以上的速度下降时，便会融化形成雨滴，降落到地面上。





雹云的内部结构　　雹云内气流分布　　雹的生长情况

雹的发生

夏季积雨云发生时，云顶层高度可达12千米以上，上部温度降低到－30℃～－50℃。此时，上层云由冰晶组成，而下层云中含有过冷水滴，再往下还有0℃以上含大量水滴的温暖层。起初，冰晶变大开始落下，进入过冷水滴层时，水滴冻结在冰晶的表面，变成白色的雹。这个雹再继续降落，进入下面温暖的水滴层，水滴再冻结在雹的表面，变成透明的冰膜。以这样的状态落向地面时，细小的雹会融化成雨。然而因云中激烈的上升气流存在，细小的雹再度被吹升到上空，给予附着的冰膜再度成长的机会。这样的过程周而复始数次后，雹变得越来越大，最后导致上升气流也无法抵挡雹的重量，而降落地面。

人工降雨

云是由水汽凝结而成的，而云的厚度以及高度通常由云中水汽含量的多寡，以及凝结核的数量、云内的温度所决定。一般来说，云中的水汽胶性状态比较稳定时不易产生降水，而人工增雨就是要破坏这种胶性稳定状态。通常的人工降雨就是通过一定的手段在云雾厚度比较大的中低云系中播散催化剂(碘化银)，从而达到降雨目的。这样做一是增加云中的凝结核数量，有利水汽粒子的碰并增大；二是改变云的温度，有利扰动并产生对流。而云中的扰动及对流的产生，将更加有利于水汽的碰并增大。当空气中的上升气流承受不住水汽粒子的飘浮时，便产生了降雨。



第三章

3 生物 BIOLOGY

“生命，那是自然赋予人类去雕琢的宝石。”

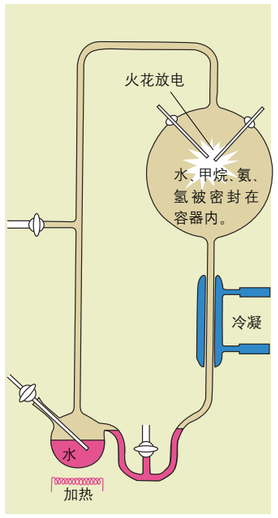
——诺贝尔(瑞典)

有人说地球本身是有生命的，否则它怎么能够孕育出这么多复杂的生命呢！是啊，地球是有生命的，因为地球能用水、土壤、空气等孕育出生命，而繁衍不绝的生命体又令地球充满生机。郁郁葱葱的绿色植物给动物界的繁荣发展创造了有利的条件，而不起眼的微生物家族又在植物、动物的生命循环中发挥着重要的调节作用。地球因生物世界的存在而精彩，生命因纷繁多样而彰显神奇。神秘的恐龙化石揭示了史前生命的繁荣昌盛；一些植物靠“绞杀”的办法来维持生命；气势磅礴的动物大迁徙竟然能够如此有条不紊地进行；情感不只是人类的专利，动物间的“爱情”同样感人……当然除了动植物那些奇妙有趣的“行为”外，有关于人类自身的困惑也同样值得探索。诸如折磨人的疼痛到底是怎么回事，激素是如何控制身体机能的，睡眠中我们的大脑发生了什么……虽然我们对于地球上的生命万象还不能一一看透，但只要探索活动永不停止，生物世界就不会有永远的秘密。

“地球尖叫起来了”

生命的起源与发展

我们生活的地球除了有岩石、水、空气外，其表面还生活着150多万种动物和30多万种植物。英国作家柯南道尔写过一个名为《地球尖叫起来》的故事，说的是当一些科学家把地壳钻穿时，碰到了一种软乎乎的东西，再钻下去时，地球尖叫着颤动起来，原来地球是有生命的。今天我们知道这并不完全是无稽之谈。在几米深的地下，生活着大量的蠕虫、昆虫和鼠类；而最近科学家在美国阿拉斯加万年冻土的400米深处发现了一些原始微生物，并发现在离地面33千米的高空还蛰伏着一些细菌和孢子……在地球上生命几乎无处不在。这些生命体是伴随着地球的成长发展演化而来的，使地球从最初的无生命状态转变成今天的模样。



米勒的实验
1953年，美国生物化学家米勒进行了一个大胆的实验。他模拟原始地球条件进行实验，结果真的得到了氨基酸。实验说明，在一定条件下原始地球上的无机物能够转变为有机物。



40亿年前的地球，生命的前物质在海洋里聚积。

生命的本质

一块矿石如果不对它进行任何加工(加热、粉碎、水中浸泡)，绝不会发生任何变化。生命体则不同，它是不断变化着的：生命体会在某一时刻出现(一棵植物破土而出，一个动物出生)，接着便会发育(长大或分裂)，最后会消失(死亡)，变成最简单的化合物。

化石证据
动物一旦死亡，相当一部分会风化、腐烂掉，数以万计的生物死亡之后，幸运的话，或许会有一两个生物遗体的甲壳、骨骼和牙齿等未腐烂，它们经历漫长的石化作用成为化石。



在大约6亿年前的前寒武纪末期，被认为是动物的生物——埃迪卡拉生物群出现了。



菊石属于海生无脊椎动物，产于浅海的沉积地层中。

生命的诞生

人们普遍认为，生命脱胎于水，起源于原始海洋。但是也有人提出不同的看法，如陆地起源说、宇宙外来说、深海烟囱起源说，以及生命诞生于空中、生命源于火山喷发等说法。虽然关于生命起源的说法各不相同，但科学家对产生生命的化学进化过程，认识基本是一致的。他们认为，生命是从无机物合成有机小分子，如氨基酸、核苷酸等；再由有机小分子合成生物大分子，如蛋白质、核酸、类脂、多糖等；生物大分子在原始海洋中长期相互作用而构成蛋白质、核酸等多分子体系，进而演化成为原始生命。一般认为，地球上最初形成的原始生命，是一些功能与现在病毒相类似的非细胞形态的生物，其躯体仅以一层“界膜”与水分开。久而久之，“界膜”发展为“细胞膜”，从此原始单细胞生物——原核生物出现。



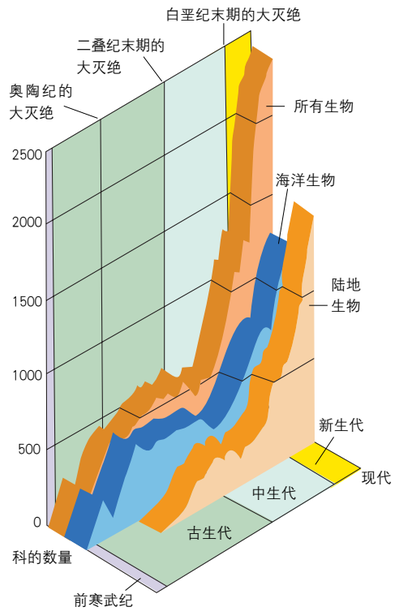
始祖鸟大小如鸽，有牙齿、羽毛，为鸟类的祖先。

生命形式复杂化

自从原始生命出现，地球上的生命从此进入生机勃勃的生物进化时代。原始生命通过遗传变异和自然选择，演变成为原核细胞生物。这类生物大约在35亿年前或更早就已经出现在地球上了。随着繁殖数量的增多，原核细胞生物所需的物质日渐供不应求，随之而来的生存竞争便开始了。竞争是生命的特征，它可促使生命进化。约在30亿年前的太古代晚期，光合作用作为进化的一个早期成果，大大增加了大气的含氧量，由此加速了生命的进化过程。约在18亿年前，原核细胞生物演化成了拥有真正细胞核的真核细胞生物。这是生物进化史上的一次大飞跃，它导致在以后的漫长岁月里，真核细胞生物中的一支渐渐发展成为多细胞生物，之后逐渐演变出了更高级的动植物。世界因此变得多姿多彩。

生命的年代
地球上生命的起源和生物进化，都是地质时期发生的事情。所有生物都是依照从简单到复杂，从水生向陆生，从低等到高等的过程发展进化的。

生物的多样化进程
化石记录表明在最近6亿年里存活过的生物已经变得多样化，但是增加的速率在不同时期有很大变化，生物“科”的数量在再次增长之间会突然减少，即出现所谓的大绝灭事件。



二叠纪(2.9亿年至2.45亿年前)
两栖动物在二叠纪里繁荣昌盛，不过更成功的是爬行动物，如成群生活的基龙和猎食的异齿帆背龙。苏铁、松柏等植物也在这一时期出现。

三叠纪(2.45亿年至2.08亿年前)
爬行动物在三叠纪崛起，主要由槽齿类、恐龙类、像哺乳动物一样的爬行类组成。高大植物主要为针叶树和苏铁，覆盖丛林的矮小植物主要是蕨类。

侏罗纪(2.08亿年至1.37亿年前)
侏罗纪是植物界最为均一少变的时期，裸子植物极盛(以苏铁、松柏、银杏为主)，真蕨类仍常见。而爬行动物、菊石的大量繁殖是这一时期的典型特征。

白垩纪(1.37亿年至6500万年前)
在白垩纪晚期，许多盛行的优势门类，如裸子植物、爬行动物、菊石等相继衰落或绝灭；新生的被子植物、鸟类、哺乳动物及腹足类、双壳类等有所发展。

石炭纪(3.63亿年至2.9亿年前)
石炭纪的蕨类森林里生活着数量众多的两栖动物和昆虫，同时森林也成为最早的爬行动物西洛锡安蜥的家园。

寒武纪(5.7亿年至5.1亿年前)
从寒武纪开始生物界便呈爆发式增长，统治者是三叶虫，此外还有腕足类、杯海绵、水母、蠕虫等。此时地球上的藻类繁多，结构复杂，为无脊椎动物的发展创造了最好的条件。

泥盆纪(4.09亿年至3.63亿年前)
泥盆纪时，陆地生物已大有进展。在海中，鱼类已变得非常普通，所以泥盆纪又称为鱼类的时代。

第三纪(6500万至1600万年前)
这一时期高等哺乳动物如马、象、类人猿等出现；被子植物繁盛；鸟类、硬骨鱼类、双壳类、腹足类、有孔虫等发展繁荣。第三纪也标志着“现代生物时代”的来临。

前寒武纪(5.7亿年前)
历时约34亿年，约占地球地质历史年代的85%。该时期的生命形态以水生菌藻植物为主，但化石极少。

第四纪(1600万年前至今)
第四纪是哺乳动物和被子植物高度发展的时代，最突出的事件是人类出现，故第四纪又称为“灵生纪”。

志留纪(4.39亿年至4.09亿年前)
志留纪时期常见的化石有三叶虫和珊瑚。鱼类在这一时期开始征服水域。陆生植物中的裸蕨植物首次出现。

奥陶纪(5.1亿年至4.39亿年前)
奥陶纪是海生无脊椎动物最繁盛的时期。最早的鱼类也在奥陶纪时期进化出来了，但更常见的化石是灯笼贝、三叶虫、海百合和鹦鹉螺似的动物。

发现化石里的侏罗纪公民

恐龙的兴起与灭绝

人们对恐龙的认识是随着恐龙化石的不断发现而逐渐明朗的。1822年，一位英国乡村医生曼特尔和他的妻子在英国南部苏塞克斯郡的岩石中发现了一些动物牙齿和骨头化石，经当时法国古生物学家居维叶鉴定，这些牙齿应是犀牛的，而骨骼是河马的。但是曼特尔并没有满足这个结论，他亲自去调研，发现该化石牙齿应该属于一种绝灭的古代爬行动物，并将它命名为禽龙。后来，恐龙类的化石发现得越来越多。1842年，英国人欧文为概括当时地层中已被发现的大型陆栖爬行动物，创建了恐龙这个名称，意思是“恐怖的蜥蜴”。恐龙在地球上分布非常广泛，自1989年在南极洲也发现了恐龙化石以来，恐龙在全世界七大洲都已有遗迹发现。由此可见生活在中生代的恐龙，分布范围很广，并且数量很多。

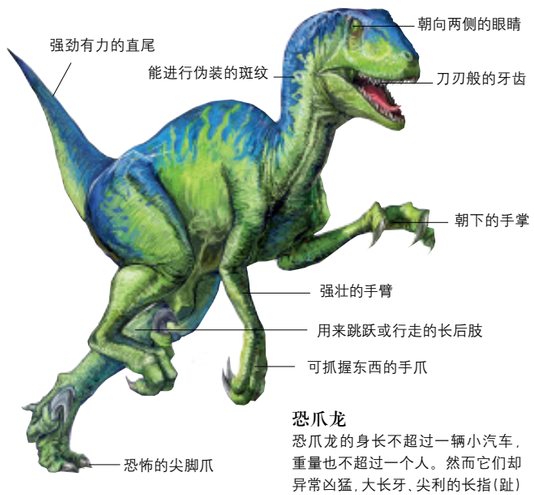


雷龙
雷龙是植食性恐龙，长着长达6米的脖子，可以吃到树木高处的叶子。

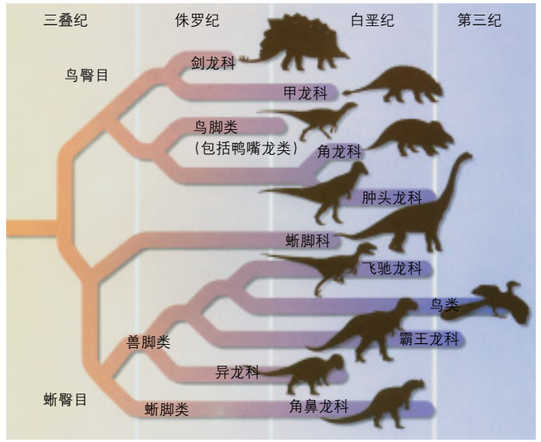


认识恐龙

在地球的生物演化史中，恐龙算是有史以来最成功的动物种类之一。现在，古生物学上所说的恐龙，不是生物分类的专门名称，而是一种通俗的叫法，专指中生代爬行动物中的两大类，即蜥臀目和鸟臀目。像今天的爬行动物一样，大多数恐龙的皮肤很粗糙，体表有鳞，而且会生蛋。然而，不同的是，恐龙的脚位于身体下方，是直立的，这就使它们比当时的其他动物能走得更远，跑得更快。



恐爪龙
恐爪龙的身长不超过一辆小汽车，重量也不超过一个人。然而它们却异常凶猛，大长牙、尖利的长指(趾)爪以及强有力肌肉是它们攻击大型动物的利器。



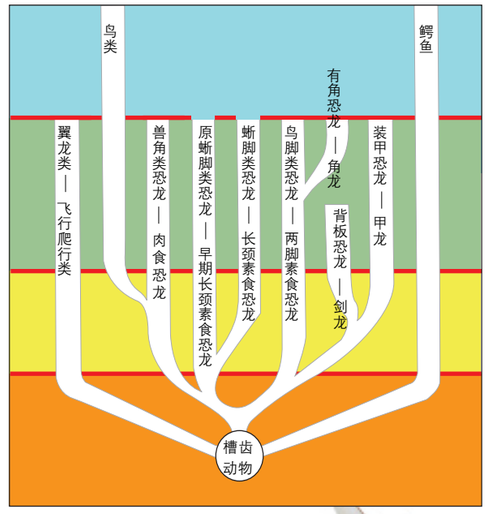
恐龙家族
恐龙分为两大类群：蜥臀目和鸟臀目。大部分的蜥臀目恐龙都具有往前突出的耻骨；而鸟臀目恐龙的每根耻骨都向后倾斜。除臀部结构不同外，两类恐龙在生活及行为特征上也不一样。鸟臀目恐龙是植食动物，以四肢或两肢行走。蜥臀目恐龙包括以四肢行走的植食性蜥脚类恐龙，以及几乎用两肢行走的肉食性兽脚类恐龙。

恐龙家族的兴衰

在古生代末期，一群爬行动物的祖先从古生代开始分化并逐渐统治了中生代的地球。从爬行类进化来的初龙类分支在三叠纪从小型敏捷动物开始兴起，后来形成了大型肉食类、笨重的植食类恐龙，还有精巧的能飞翔的翼龙。大约到三叠纪中期，恐龙来到世间时几乎没有对地球产生多大影响，但到三叠纪末，它们成为了地球生命的统治者。根据对地质、化石和出土遗物等资料的研究，这个称霸地球的“生灵”有一个庞大的家族。蜥臀目恐龙由肉食性的兽脚类和巨大的植食性的蜥脚类组成，它们在侏罗纪取得了巨大的成功。到了白垩纪，鸟臀目恐龙取代了蜥臀目，白垩纪后期鸭嘴龙类和角龙类成为最常见的植食者。接着，在6500万年前，所有这些动物几乎都消亡了，仅留下少数小型长羽毛的兽脚类以及哺乳动物。

恐龙的灭绝

恐龙在地球上生活了大约1.65亿年，可是到了距今6500万年前，这些盛极一时的恐龙在地球上突然绝迹了。关于恐龙灭亡的说法，归纳起来可分为两类，即渐进说和灾变说。渐进说认为，由于中生代末期造山运动频繁，气候转冷，被子植物在许多地方取代了裸子植物，比恐龙更具生存竞争力的哺乳动物兴起，这一系列原因导致恐龙灭亡了。灾变说则认为，恐龙灭亡是因为小行星撞击地球、超新星爆炸、太阳黑子等宇宙因素造成地球环境大变，恐龙不适应而绝灭。目前的每种假说虽然都有一定的道理，但恐龙灭亡的真正原因还没有定论，有待于进一步揭开。



恐龙的祖先和亲属
所有恐龙都是从三叠纪一群槽齿动物进化而来的。槽齿动物同时也发展出鳄类和被称为翼龙的飞行爬行类动物。

恐龙的种类
我们通过化石了解到的恐龙大约有350种。不过，地球上很有可能生活过1000多种各式各样的恐龙。但是没有人确切知道地球上到底出现过多少种恐龙。

剑龙
为了适应环境，剑龙脊背上长着约20块高而硬的骨板，这些骨板可用于取暖和降温。

马门溪龙
在中国发现的马门溪龙是现今发现的恐龙中脖子最长的。

甲龙
甲龙后背上覆盖着坚硬结实的骨板，它可帮助它们避开肉食恐龙的袭击。

三角龙
三角龙头上的三支犄角又长又利，它可用于防卫。另外，三角龙的脑袋既大又重，有900千克左右，相当于一头牛的重量。



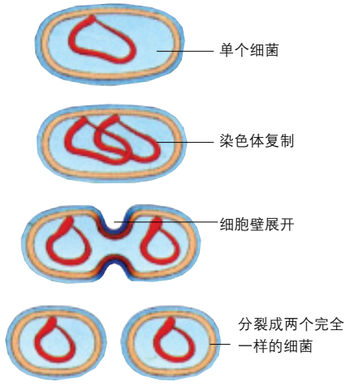
微生物“宇航员”

认识微生物

在厨房桌上留下一碗草莓或打开一瓶果酱的盖子，留下一块没吃过的面包和一杯没喝过的牛奶，在所有这些东西里，你都会饲养出一队未来的“宇航员”。几天之内，这些食物上就会神奇地开始长出霉菌。霉菌会突然显形是因为它们的孢子都是些“职业宇航员”，早在它们找到我们的厨房以前就开始了飞往另一片地域的旅行。孢子能够环游地球，远行到所有传统航天器所能到达的高度还要高很多的地方。这些肉眼根本看不见的“宇航员”作为微生物家族中的一份子，每时每刻都对我们的日常生活产生有益或有害的影响。下面让我们认识一下这些小不点。



空气中无处不在的霉菌使食物变质了。

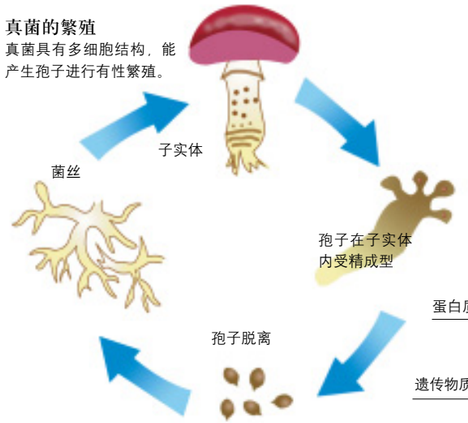


细菌的繁殖

细菌的繁殖方法是把自己的身体一分为二。每一半成为一个单独的细菌体。此外，原生动物也是采用这样的方法繁殖。

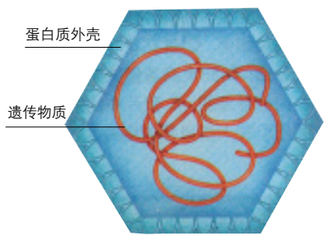
真菌的繁殖

真菌具有多细胞结构，能产生孢子进行有性繁殖。



病毒

病毒是最小的生物，它们侵入另一生物体内后就能制造大量同类病毒。典型的病毒有一层由蛋白质构成的外壳或外衣，内部有一段遗传物质，通常是DNA（脱氧核糖核酸）。





真菌

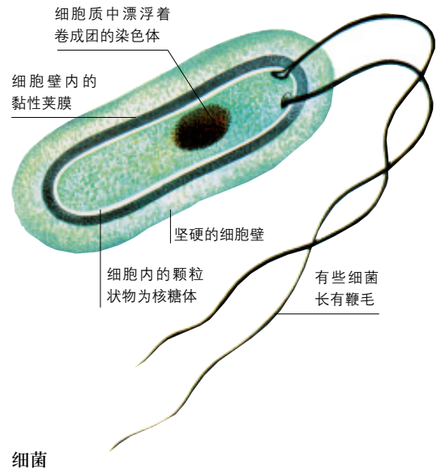
真菌是微生物王国中最大的家族，它的成员约有25万种。真菌依靠分解动植物组织为食，它们大多能制造一种叫菌丝的网，这种缠绕的网铺在其生长的物体上，用于吸收营养。图为蘑菇的结构。

利用微生物

物品霉变、感染病菌生病等都是微生物给我们带来的麻烦，但是在工业生产和科研应用上微生物却是个功臣。例如，在基因工程中的施工中，切割基因的手术刀——限制性内切酶，就是来自于一些大肠杆菌；切割后的基因若要转移，需要运载工具，病毒以及细菌质粒等便首当其冲。与病毒和细菌一样，放线菌和霉菌也默默地为人类做着贡献。例如，放线菌可被用来生产链霉素、金霉素、红霉素等抗生素，另外还能生产氨基酸、维生素、酶等多种产品。霉菌也不例外，在酿酒、制醋、饲料发酵以及有机酸、抗生素、维生素等产品的生产中发挥着巨大的作用。其实，只要善加利用微生物，它们的贡献还远不止于此。

微生物王国

在大自然中，生活着一大类肉眼看不见的微小生命。无论是繁华的现代城市、富饶的广阔田野，还是人迹罕见的高山之巅、辽阔的海洋深处，到处都有它们的踪迹。这一大类微小的“居民”称为微生物，它们和动物、植物共同组成生物大军，使大自然显得生机勃勃。微生物王国里的“臣民”分属于细菌、放线菌、真菌、病毒、类病毒、立克次氏体、衣原体、支原体等几个代表性家族。此外，单细胞藻类植物和原生动物等个体非常小的生物体也被归入微生物中。这些家族的成员，一个个小得惊人，以至于人们只能用“微米”甚至更小的单位“埃”来衡量它。当然，微生物也有看得见的，比如蘑菇，灵芝、马勃等，都是微生物。

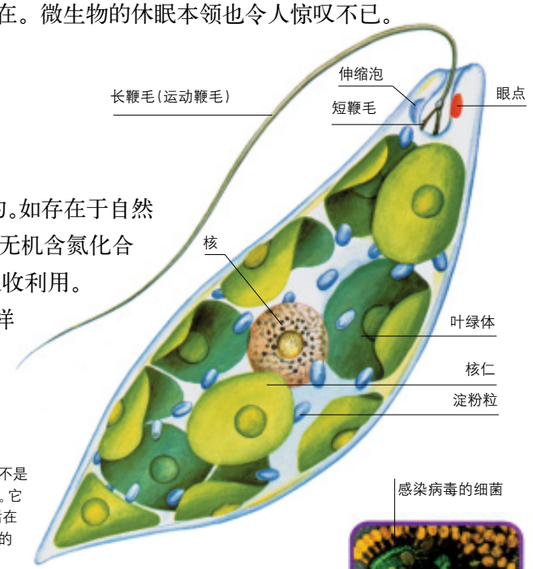


细菌

细菌属于无核生物。典型的细菌有一层坚硬的细胞膜，内部包含着胶状的细胞质。自然界中大多数细菌都是无害，只有少数能给生物体带来病害。

微生物的特点

微生物具有极强的抗热、抗寒、抗盐、抗干燥、抗酸、抗碱、抗缺氧、抗压、抗辐射及抗毒物的能力，这使得它们极能适应环境。微生物也要呼吸，但有的喜欢吸氧气，是好氧性的；有的则讨厌氧气，属于厌氧性的；还有的在有氧和无氧环境下都能生存，它们叫兼性微生物。微生物的结构非常简单，一个细胞或是分化成简单的一群细胞，就是一个能够独立生活的生物体，承担生命活动的全部功能。虽然微生物的个儿很小，但其整个体表都具有吸收营养物质的机能，所以它们的食量特别大，而且无所不食。人们把那些只“吃”现成有机物的微生物，称为异养型微生物；把另一些靠二氧化碳和碳酸盐合成食物的微生物，叫自养型微生物。微生物不仅食量大，而且还贪睡。据报道，在埃及金字塔中，三四千年前的木乃伊身上仍有活细菌存在。微生物的休眠本领也令人惊叹不已。



对自然界的贡献

自然界中许多物质的循环是靠着微生物的作用进行的。如存在于自然界中的动植物蛋白质，只有在微生物作用下，才能转化为无机含氮化合物——硝酸盐、亚硝酸盐或氨等物质，然后才能被植物吸收利用。空气中大量的氮气，只有依靠固氮菌才能被植物利用，这样植物才能很好地生长发育；否则，空气中的氮气和环境中的有机含氮物质是不能被植物利用的。

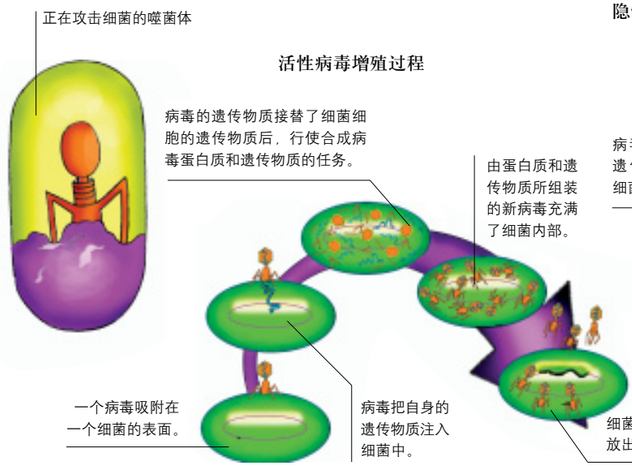
原生动物

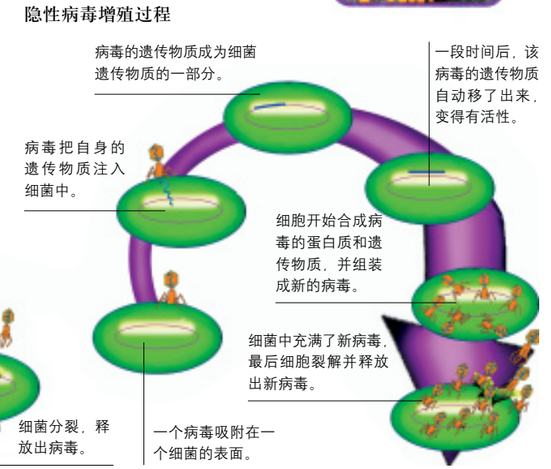
原生动物既不是动物，也不是植物，而属于单独的一界。它们由一个细胞构成，生活在有水的环境中。图为眼虫的身体构造。



病毒的增殖过程

活性病毒侵入细胞后会马上开始增殖，使被感染的细胞很快死亡。而其他病毒则在激活前，已经在宿主细胞中隐藏了一段时间。图为噬菌体的增殖历程。





解读树木的年轮

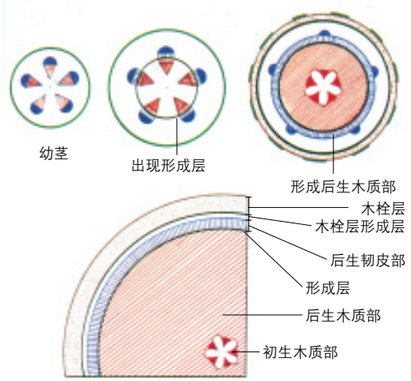
茎的横向生长

在19世纪90年代末，美国科学家道格拉斯在研究气象，他想把太阳活动与地球气象类型的变化联系起来，但因没有很好的线索而暂停了工作。后来他尝试着从树木中寻找答案，于是来到了当地的原木场。1904年的一天，道格拉斯到一位农夫家做客，院子里的一根老树桩引起了他的注意，这根老树桩表面因年久而发黑。他如获至宝，仔细地观察了它的年轮，发现有一圈年轮很窄，他认为这正是1883年结束的长期干旱所造成的。这圈年轮外面还有11圈年轮。他问主人，砍倒这棵树的确切时间是不是1894年。主人非常惊讶，因为他说得一点儿不差。通过这件事，道格拉斯认识到，检查年轮可以知道当地过去的气象情况。事实真是这样的吗？下面让我们来了解年轮是怎样形成的，来解读其中的奥秘。



茎的加粗

我们从木本植物茎的横断面来观察茎加粗的过程。

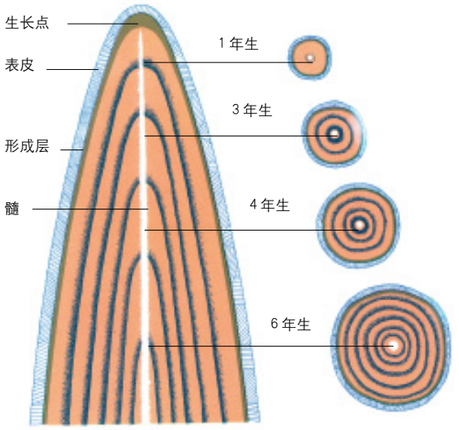


木质茎与草质茎比较

有些植物的茎比较坚硬，这种茎叫作木质茎。具有木质茎的植物叫作木本植物，例如杨树、柳树等。木本植物一般能够生活许多年。有些植物的茎比较柔弱，这种茎叫作草质茎。具有草质茎的植物叫作草本植物，例如芹菜、小麦等。草本植物一般只能活1～2年，也有生活多年的。木质茎除了顶端有生长点之外，在表皮的内侧，还有“形成层”存在，在那儿不断有新的细胞产生。茎的生长点主要是使茎长高，而形成层则向外侧及内侧产生新细胞，使茎变粗、变壮。多数草本植物因茎内只有木质部和韧皮部，而没有形成层，所以茎不能够加粗。

茎加粗

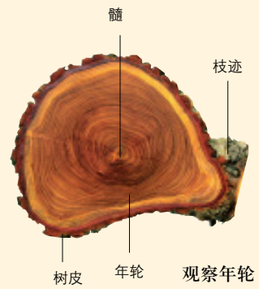
不论多粗的茎都由非常细小的茎开始成长。首先在维管束的木质部与韧皮部间生成一层分生组织，称为束中形成层，它可以分裂出许多新细胞。而后在两维管束之间又有一些分生组织形成，称为束间形成层。束间形成层与束中形成层连接成环便称为维管束形成层，简称为形成层。形成层会向内、外分裂出许多的细胞，位于内侧的变成木质部细胞，外侧的则成为韧皮部细胞。由顶端分生组织产生的原始形成层会逐渐发育成木质部及韧皮部，分别称初生木质部和初生韧皮部。而后在初生木质部与初生韧皮部间产生束中形成层，此束中形成层再在初生木质部与初生韧皮部间形成新的木质部与韧皮部，称为后生木质部及后生韧皮部。老的韧皮部会逐渐死亡而剥落，但是木质部细胞壁厚而坚固，不会瓦解消失，会因树木的成长而越来越厚。随着木质部的加大，树干也就加粗了。



年轮的成因分析
将树干横切，在内侧的木质部可以看到轮状的构造。从枝条的上方顺沿下来，切开该枝条的1年生、2年生、3年生等部分，可见每一年增加一个轮。这种轮一年产生一个，故称为年轮。

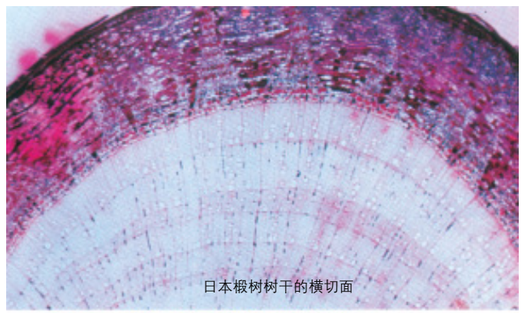
年轮中的气象信息

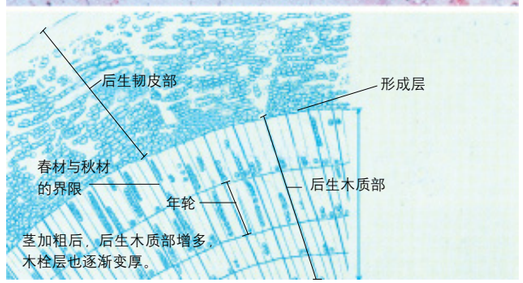
年轮不仅能为人们提供树木的年龄，还能记录和提示很多自然现象。19世纪90年代末，美国科学家道格拉斯创立了一个新的科学领域——树木年代学。树木年代学是一门把年轮当作过去气象类型的标准来研究的科学。树木每年的生长在很大程度上取决于土壤的湿度：水分越充足，年轮越宽。通过对同一地区树木年轮的比较，可以分辨出每圈年轮的生长年代，然后，可以判断出每圈年轮所代表的确切事件的日期，如一次森林大火，一次滑坡事件的日期。

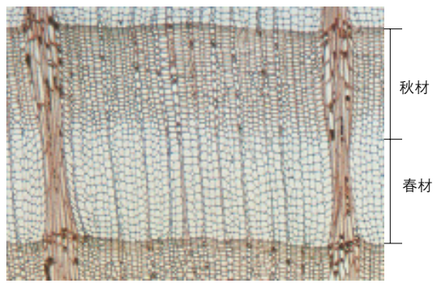


年轮的形成

年轮是木本植物茎干横断面上的同心轮纹，常见于温带地区的乔木和灌木。年轮的形成主要与形成层细胞分裂时的气候条件以及水分、无机盐等有关。春季，气候温暖，营养物质充足，这时，形成层细胞的分裂活动加快，所产生的木质部细胞体积大、细胞壁薄，所以，木材的颜色较淡，质地疏松。这部分木材叫作春材。秋季，气温下降，营养物质减少，这时，形成层细胞分裂活动减慢，所产生的木质部细胞体积小，细胞壁厚，所以，木材的颜色较深，质地致密。这部分木材叫作秋材。同一年内的春材和秋材之间，颜色是逐渐转变的，中间没有明显的界限。但是，前一年的秋材和后一年的春材之间，界限就十分明显，形成了显著的圆环，该圆环被称为年轮。通常根据树木主干上年轮的数目，可以推断出这棵树的年龄。但对热带乔木而言，此法不管用，因为热带乔木终年生长，多不具明显的年轮。


日本椴树树干的横切面





木材横断面上，春材部分与秋材部分细胞大小和结构都存在着一定的差异。

会跳舞的植物

探索植物的运动

在植物界中有一种草，白天跳了一天“舞”，晚上也像人一样要“睡觉”。这种植物就是舞草，它是一种多年生小灌木，一片复叶上生长着三片小叶，顶叶很大，两侧小叶很小。舞草“跳舞”并不是整株植物都在运动，展现舞姿的是顶叶下的侧小叶。在白天，叶片时而做360°旋转，时而上下摆动，时而向上合拢。同一株上各小叶舞动的速度有快有慢，就像伴随着音乐节奏，跳起了热情、奔放、优美的“迎宾舞”。到了晚上，叶柄会紧靠枝干，所有叶片都低垂下来进入梦乡。原来，舞草不疲倦地运动是为了使自己生长得更好。其实，除舞草外，自然界里还有许许多多的植物也都具有特定的运动行为。



向阳运动
豆苗在阳光的作用下，茎开始弯曲，朝向阳光的方向生长。



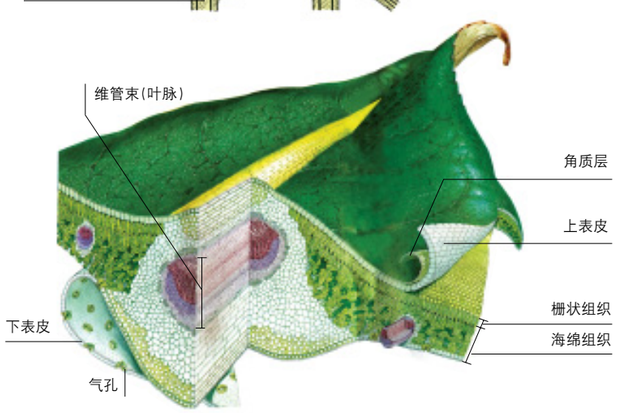
含羞草运动
含羞草是一种夜间合叶睡眠的植物，在白天触摸它时，叶也会闭合。因触摸强弱不同，闭合方式也不相同。轻轻地摸它，只有小叶会闭合；如果用力一摸，则除了小叶会闭合外，连叶柄也会垂下来。另外，强光、加热或通电也会使含羞草叶片闭合。

叶柄基部结构
叶片闭合时叶柄基部有隆起部分。



平时叶张开时，叶柄下侧的细胞是膨胀的，这使叶和茎保持在正常位置上。

被触摸或光线变化致使叶柄上侧细胞膨胀，这使叶片连同叶柄低垂下来。



气孔运动
植物叶片的气孔开合在自然环境中也是周期性变化的，通常是昼开夜闭。气孔运动是由组成气孔的成对保卫细胞的膨压变化引起的。气孔是植物体与外界环境进行多种气体交换的门户，它的行为直接调节着光合、呼吸以及蒸腾作用三者间的气体得失和平衡。图为叶片的剖面结构，气孔是叶片结构中的重要组成部分。

植物的运动

与多数动物不同，植物不能主动地整体移动，但植物体的某些部分却可以进行运动。像细胞内细胞器的移动和原生质流动是非肉眼所能见到的，各种生长运动通常极为缓慢，不易被人察觉。植物的运动现象很普遍，按不同的意义理解有不同的运动方式，如原生质运动、膨压运动和生长运动，受外界刺激产生的向性运动或感性运动等。这些运动是植物对外界环境发生感应的主要过程，它们受地心引力、光线、化学物质(如生长素)等多种因素的影响。植物的这些运动不仅有益于植物的生长和发育，这也是它们对环境条件长期适应的结果。

卷须(或缠绕茎)的运动
当卷须缓慢地弯曲生长时，一旦碰到棒子等物体时，卷须就会将棒子围在中心，继续伸展。卷须的前端不断地生长，下方的卷须就将棒子缠绕起来了，用以支撑植物体。



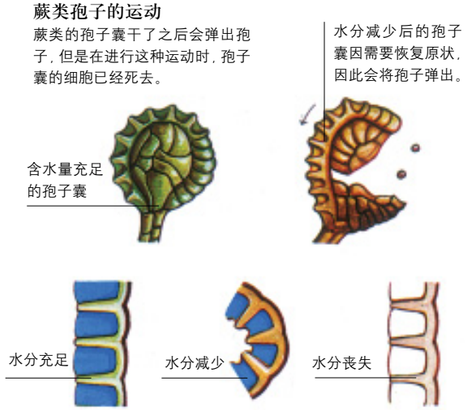
植物的感性运动

感性运动是指由某些刺激引起的，但其运动方向是由植物体内部的结构决定的，而与刺激的方向无关。这些运动既包括运动组织细胞壁的弹性运动，也包括能导致细胞生长的细胞可塑性运动。如睡莲花朵昼开夜合，合欢的复叶晚间闭拢、白天张开，含羞草的叶经触碰闭合，蕨类植物排孢子，以及叶片上的气孔白天张开、晚间关闭等，都属于植物的感性运动。

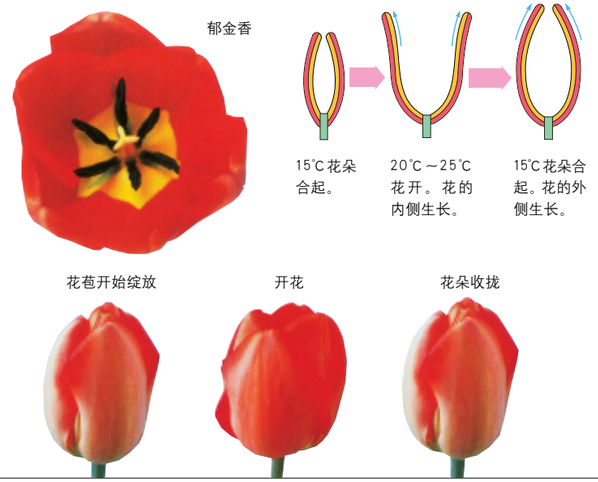
植物的向性运动

向性运动是指那些刺激方向与植物器官所产生的运动方向之间有固定关系的运动。向性运动大多为生长性运动，是不可逆的运动过程，主要包括向光性、向地性、向水性和向化性等。植物之所以会产生向性运动，主要是生长素作用的结果。向光性使植物的茎、叶处于最适宜利用光能的位置，这有利于植物接受充足的阳光而进行光合作用；向地性、向水性和向化性使植物的根向土壤深处生长，这样，既有利于植株的固定，又有利于从土壤中吸收水和无机盐。可见，向性运动是植物对于外界环境的一种适应表现。

蕨类孢子的运动
蕨类的孢子囊干了之后会弹出孢子，但是在进行这种运动时，孢子囊的细胞已经死去。



花的开闭运动
很多植物的花会因昼夜变化而发生开闭运动。有些由感温性生长运动引起，如番红花、郁金香等；有些由感光性生长运动引起，如小金盏花、蒲公英等。花的开闭运动一般昼开夜闭的较多；也有少数植物，如印度的睡莲及夜香树的花，是昼闭夜开。图为郁金香的开闭过程。



神奇的起死回生

植物的生存技巧

世界上的事真是无奇不有，有些植物“死”后还居然能复活过来。这种植物因为能复活而被称之为还魂草或九死还魂草、长命草、百岁草等，它是蕨类植物卷柏科的卷柏。当干旱缺水时，还魂草的叶子便卷起来，像个卷尺似的，以减少水分的散失。如果天气一直干旱，体内大部分水分将损失掉，整棵植株便干枯了，看上去好像死了似的。但若降一场雨，还魂草便能迅速地吸收水分，恢复生命活力，叶子重新舒展开并恢复绿色，看上去就好像复活了一样。而一般植物在过度失水后，即使再补充水也不能复活。还魂草神奇的起死回生之术其实并不神秘，那是植物适应环境的独特组织结构在发挥作用。



对叶兰的伪装术
对叶兰的花看起来像一只雌蜂，这样就能吸引大批雄蜂。雄蜂试图与花朵交配，但实际上却替花朵授了粉。

以毒防卫

许多植物的叶子、花、汁液、果实或种子的表皮上含有毒。毛茛的花、蓖麻子、某些节茎植物的汁液都是有毒的。生腰果有毒，人吃了会使嘴巴起水泡。通常，某一植物的一部分有毒是为了抵御敌人，而其他部分则是无害的，以吸引潜在的传粉者。例如昆虫会避开番茄某些有毒的叶子；其他动物则吃番茄的果实，传播它们的种子。



“大肚子”的猴面包树
猴面包树也具有超常的贮水本领，当树干吸满水分后，树身周长可超过50米。此外，猴面包树顶上的树枝比较细，这样可以减少水分散失。



臭哄哄的大王花
大王花为了吸引苍蝇为它传递花粉，常常散发出一种难闻的臭味。

落叶
冬天寒冷的气温使根的活动变得缓慢，这样供给植物全身各处的水分和养分的量都会相对减小，供应不足，于是落叶成为植物保全自己的方法。这时叶基部的离层使叶脱落，落叶处的离层下会形成木栓质的壁，用以保护茎。



看不见叶子的仙人掌
仙人掌上的尖刺是一种退化了的叶，碧绿肥厚的主干是多汁的茎，它已拥有了叶的功能，能进行光合作用。仙人掌的根系发达，吸水能力很强，一旦吸到水，就把水分贮藏在肉质茎中。

带刺的月季
月季的枝条上有带钩的刺，它可用于自我保护。若动物与月季靠得太近的话就会被刺刺痛，以此警告动物离得远点。

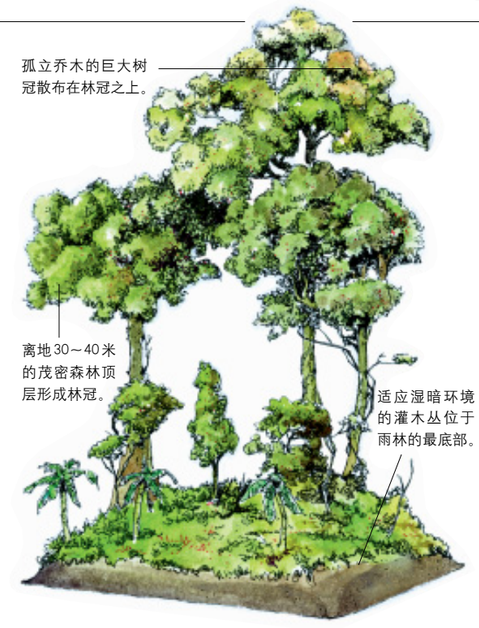


抗旱策略

生长在干燥或潮湿环境的植物均有特殊的结构或方法去适应该种环境，避免体内水分过度变化。生长在干燥地方的植物，叶片都有特殊的构造，以降低水分的散失。例如：紫罗兰的叶片上有细小的绒毛，它可减少空气的流通，以免损失过多的水分；虎尾兰和玉莲的叶片肥厚，表面生有角质，可以减少水分被阳光蒸发；松树的叶成针状，使叶片面积减少，同时叶面上覆有一层蜡状物，可减少水分的蒸发；仙人掌的叶片退化成尖刺，完全没有气孔，藉此尽量减少水分的蒸发；年松、卷柏类会在干旱的时候，将叶子向中央反卷，使白色的叶背包住绿色的叶表，减少曝晒面积与高热，避免水分过度散失。此外，莲、洋和姜会将水分储藏在地下茎内，以备天气干燥时使用；榕树和兰花则利用露出泥土的气根吸收空气中的水分，以免因缺水而死亡。

耐湿热的技巧

生长在潮湿环境下的植物，会以不同的方法将多余的水分蒸腾到空气中。例如，芭蕉和海芋的叶片表面光滑无毛，面积阔大，气孔数目较多，故水分的蒸发速度较快，容易将多余的水分带走。生长在泥滩上的红树，根部被海水所淹浸，故长有露出水面的气根，以获取充足的空气；同时又因经常受海浪冲击，故长有支柱根，以支撑树身，避免被潮水所冲倒。另外，红树的叶片长有蜡质，它可防止水分被猛烈的阳光所蒸发。



孤立乔木的巨大树冠散布在林冠之上。

离地30～40米的茂密森林顶层形成林冠。

适应湿暗环境的灌木丛位于雨林的最底部。

空间竞争
在热带雨林里，植物除了努力往高长之外，还要为争夺空间和阳光而互相竞争。寄生植物和藤本植物往往会吸光高大树木的养分或缠死这些树木；而高大树木的树冠遮天蔽日，阻挡阳光射入，一些矮小的植株又会因此而干枯。

适应严寒的本领

对植物而言，冬天是个残酷的季节。在天寒地冻的时刻来临之前，大多数的植物都停止生长，而开始为越冬做种种准备。秋季里，叶会渐渐转红或枯黄，终而掉落，这也是越冬前的现象之一。冬天气温低，所以植物的活动变得迟缓，尤其是草、落叶树之类的植物，叶绿体被破坏而无法制造淀粉。在这种情况下，落叶成为植物自我保护的好方法。然而有的树木，在冬季也是绿意盎然，它们被称为常绿树。常绿树不落叶是因为它们的叶很厚，而且又有硬皮保护着，叶内的水分不易蒸发且还可防寒，所以它们只在老叶需要凋落时才出现落叶现象。

树叶变红
当气温转凉后，植物的生理循环变迟缓，再加上叶柄会产生离层现象，因此当叶所制造的淀粉转变为糖分流入茎时，通路受阻而使糖分滞留在叶中。滞留的糖分会产生花青素，另一方面寒冷又破坏了叶绿素，于是花青素的红色便在叶片上显现出来了。

垂柳
垂柳属于落叶树，到了秋冬季节以落叶的方式来适应寒冷的气候环境。

水生的芦苇
芦苇的茎很硬，可以支持它立于水面之上，叶长而阔，适宜于快速散发水分。

不怕水的睡莲
睡莲生活在河湖等浅水环境，它们的根茎叶都具有适应特定水生环境的结构。

叶片上的肉食大餐

探索食肉植物

在19世纪后半叶，欧洲的一些探险家到非洲探险。其中有一位名叫卡尔·里奇的德国人回到欧洲后，声称在马达加斯加岛上亲眼见到过一种能够吃人的树，当地居民把它奉为“神树”。一位土著妇女因违反部族的戒律，被迫爬上这种树，树上几片带刺的叶子立刻把她紧紧包裹起来。几天后树叶重新打开时，里面只剩下一堆白骨。相似的传闻还有爪哇岛上的“吃人柳”。“吃人柳”的外形与垂柳近似，长有许多长长的枝条。行人如果不慎碰到某一枝条，其他枝条会马上卷起来，将人紧紧地缠住。接着，枝条上分泌出一种极黏的消化液，开始吸食人体，直至把人体中的营养成分吸收光。其实，历史上有关“吃人植物”的传言还远不止这些。“吃人植物”真的存在吗？虽然现在还没有确凿的证据能证明它们存在，然而不容置疑的是，食肉植物千真万确的存在。从食肉植物那我们或许能够获得一些有益的启发。



猪笼草

猪笼草的叶像瓶子，可以积存雨水。叶的边缘多呈猩红、褐红或紫色，带奶白色或鲜黄色条纹，叶内缘细胞渗出香甜的汁液，分泌细胞之下是一圈尖端向下硬毛，使落入陷阱的动物不能爬出来。

食肉植物

动物吃植物，天经地义，无可厚非。我们知道植物一般是自养生物，通过光合作用制造有机营养物质。然而自然界里却有500多种吃动物的植物，它们靠捕食寄生虫、昆虫和其他动物为生，我们称这样的植物为食肉植物。食肉植物多生长在泥塘沼泽及附近的潮湿土地或浸水的土地上，它们的新陈代谢类型按同化作用分既是自养型又是异养型。常见的食肉植物有毛毡苔、茅膏菜、猪笼草、瓶子草、捕虫堇和狸藻等。



猪笼草的捕虫活动



瓶子草

瓶子草与猪笼草相似，用捕虫袋来觅食。与猪笼草不同的是，瓶子草的叶子长成了袋状，叶缘颜色艳丽，看上去好像花一样。叶上也长有盖子，且盖上有蜜汁，能吸引昆虫前来。

生存环境

所有植物的生存都离不开一系列的基本营养物质，比如碳、氮、磷酸盐、钾以及其他一些矿物质和各种各样的微量元素。这些物质对植物的生长很重要，是构成新的植物组织所必须的。对于氮、钾和磷酸盐等营养物质，绝大多数的植物要从土壤中吸收。然而有些植物一直生长在既缺硝酸盐(植物氮物质的主要来源)，也缺乏一些其他矿物质的地区。在这种低盐性的沼泽地，富含水分的土壤大都呈强酸性，以致那些能够将铵基和亚硝酸盐中所含的氮转变成植物所需要的硝酸盐的土壤细菌几乎无法在这里生存。生活在这种环境下的植物便通过将自己转变成食肉性植物的方式，来平衡氮物质缺乏。食肉植物是通过消化其捕捉的昆虫和其他小动物体中的蛋白质来满足对氮的需求。但如果土壤中的氮物质能够满足其生存和生长的需要，许多食肉植物也会暂时性地放弃捕食昆虫。



毛毡苔

毛毡苔生长在阳光比较充足的湿地上，外表好像一朵花，每一片叶上均有腺毛，而腺毛是带有黏液的，可粘住昆虫。

叶上的黏液

这些黏液除了能粘住昆虫之外，还具有分解昆虫身体的功能。



长叶毛毡苔的捕蝇过程

叶上停了一只苍蝇。由于沾到了叶尖上的黏液，苍蝇被粘住无法动弹。

叶片开始卷曲，将苍蝇身体包起来。苍蝇越挣扎，越刺激腺毛分泌更多的黏液。(约1小时后)

叶片将苍蝇完全包住。黏液渗入苍蝇体内，开始分解苍蝇的身体。(约5小时后)

一段时间后，苍蝇完全分解。叶上的腺毛将分解后的养分完全吸收。(约10小时后)

秘密陷阱

不同形态的植物，捕捉虫子的方式也不相同，但它们均对落在身上的虫子敏感，能引起形态改变，用捕虫叶把虫子粘住或夹住，并分泌消化液把虫子消化掉。食肉植物的捕虫器都是由叶变态形成的，这种叶称为捕虫叶。捕虫叶有囊状(如狸藻)、盘状(如茅膏菜)、瓶状(如猪笼草)等。食肉植物捕虫的技巧大致有三种：陷阱式，等待昆虫掉进捕虫叶袋里后将其捕住；粘虫式，也就是用叶片上分泌的黏液来粘住昆虫；设圈套式，包括合拢叶片夹住虫子和在水中将昆虫吸入捕虫叶袋里两种。食肉植物这些巧妙的捕虫结构是它们长期适应环境和自然选择的结果，当然它们的这些奇异特性也为人类提供了有益的启示。如果人们利用食虫植物来捕捉臭虫、苍蝇、蚊子和蟑螂等害虫，就可以切断传染病的传播途径，减小传染病的发病几率。



捕蝇草捕虫

昆虫爬过叶片，碰到叶中央的感觉毛，叶片就会迅速紧闭，叶缘的毛刺交错，将虫子关起来，直到把昆虫消化为止。这个过程可能需要几个星期。如果叶片捕的不是昆虫或者没有捕住昆虫，半小时后叶片会重新打开。



捕蝇草

捕蝇草的叶就像蚌壳，叶缘上布满粗硬的齿状刺，中央呈玫瑰色或粉红色，每边长着三根起扳机作用的感觉毛。

装死的真相

动物的自我保护

在北美洲，负鼠已经逐渐成为了假死的代名词。当负鼠这种小动物受到捕食者的威胁时，它会虚张声势，大声嘶叫，并且露出那50颗具有威摄力的牙齿。如果这种方法失败了，负鼠会换一种方法：就地倒下，并且完全不动地躺着，眼睛半开，张着嘴巴，表情做痛苦的假死状。如果这种戏剧性的翻倒还不足以迷惑对方的话，负鼠就会从身体的肛门孔中排放一种具有恶臭的绿色液体，这种液体能使对手更加相信它已经死了，而且腐烂了。由于捕食者偶尔也会检查一下假死的负鼠，看它们做何反应，所以负鼠会有意识地始终保持这种状态，如果必要的话它会假死一个小时以上。最后，当捕食者离开后，负鼠会慢慢抬起头，看看它是否还在旁边等待，然后再安全地跑开。其实自然界里像负鼠这样会装死的动物还有很多，它们这种奇妙的行为从本质上来说应是一种自我保护。



装死
很多食肉动物只吃自己杀死的猎物，一些动物就利用敌人的这个特点，在受到威胁时装死。图为装死的负鼠。



斑马保护色
当一只斑马待在大草原上时，它那身黑白相间的条纹看上去很显眼。但斑马的习性是成群结队，当它们一匹挨一匹地聚在一起时，每匹斑马身上的条纹都和大群落的色彩融成一片。这样狮子和猎豹在追捕斑马时往往会产生疑惑，不再能辨认出到底哪一匹是自己的原定目标。于是斑马在分散捕食者注意力的同时保护了自己。

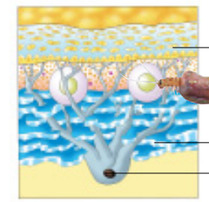


会“隐身”的竹节虫
竹节虫是一类典型的拟态昆虫，它在竹林中能很好地隐藏自己。

形形色色的伪装

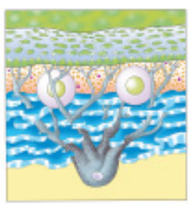
为了在大自然这个充满危机的世界中生存下去，动物们都会施展出自己独特的伪装生存技巧。多数动物都善于运用颜色保护自己，其体表有着奇异的保护色。凶猛动物的体色一般会与生活环境相一致，这使它们能够隐蔽自己，出其不意地对猎物发起攻击。弱小的动物身上都有一种天然保护色，用以隐蔽身体，免遭凶猛动物的伤害。还有不少动物随着环境、季节的改变而改变身体的颜色，使自己身上的色彩与环境协调一致，即变色现象。更令人惊奇的是，许多动物喜欢将自己的体形和色彩模仿成树叶、树枝、鸟粪或其他无生命的对象，即拟态现象。它们通过模拟自然环境可使自己不被发现。总之，动物的伪装术可谓是“八仙过海，各显神通”。



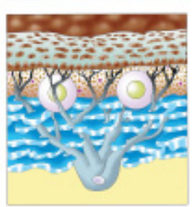


变色机理
变色龙可根据环境光线的特点来改变自身的肤色。

正常黄肤色
变色龙的皮肤内有一层黄色小滴，这些黄色小滴下面是鸟类色素细胞。起初色素细胞是无色的，于是皮肤呈现出由黄色小滴反射出的日光颜色。



肤色变绿
在暗色背景前，即当含有黑色素的色素细胞扩散其暗色色素时，鸟类色素细胞反射出蓝光。反射出的蓝光和黄光混合后，皮肤就呈现出了绿色。



肤色变暗
当暗色色素抵达黄色层中的黑色素细胞顶端时，皮肤的颜色就变暗了。



变色龙的变色
变色龙学名避役，它能够根据周围的环境变换身体的颜色。借着体色的掩护，变色龙既可防守，又可进攻，可谓是一举两得。

弱者的生存之道


快速奔跑是许多动物面临危险时的常用逃生办法。

在自然界中，那些既没有自卫武器又没有警戒色的动物的逃生手段通常都是快速奔跑，或者设法躲藏起来，如跳到水里，钻到洞里。对一个动物而言，既使是长距离地奔跑，其消耗的能量也还是比终生生长和保养自卫武器少。例如羚羊在被猎豹追捕时，尽管猎豹的速度比羚羊快得多，但猎豹因能耗巨大，很快就疲劳了，而羚羊则能凭着高一筹的耐力摆脱猎豹的追捕。因此，逃跑也成为大多数动物所采用的明智的生存之道。



蝴蝶的假眼
许多蝴蝶的翅膀上都长有眼形花斑，它可用使捕食者产生错误的判断，误以为自己是个大动物而自行逃走。

防身自卫

每种动物在生存的过程中都形成了它们独特的防身自卫武器，如坚硬的甲壳、长长的刺、锐利的鳍、尖锐的爪子、尖角、毒液等。动物身上的这些“武器”是由皮肤、鳍、齿、足、鬃毛、腺体等经过无数代遗传变异发展后形成的。除此之外，许多动物还有运用威慑体色来恐吓对方的防卫战术。威吓术分为三种类型：有些动物直接向跟踪者展示其身上伪装出来的特大假眼，以迷惑捕食者，使其以为真的遇上了比自己大得多的动物而赶紧逃之夭夭；有些动物将隐藏于翅膀上和颈脖处或身体其他部位的红色、橘色和黄色等警戒色突然展现出来，也是一种极有效的方法；第三种就是动物身体的某个部位突然性地膨胀，这样也能很好地警示对方。另外采用欺骗的手段来进行防卫也是一些动物常用的策略，例如负鼠装死。



黄鼠狼的自卫
黄鼠狼肛门附近长有一对臭腺，臭腺是一种独特的“化学武器”。当遇到被猎狗紧追，难于脱身之时，黄鼠狼就放出难闻的臭气，用以摆脱猎狗的追逐。



伞蜥
伞蜥在感到危险时，其嘴巴就发出威胁般的“嘘嘘”声，同时身上那层像伞一样的皮肤立即张开，用来威吓捕食者。如果这个办法不起作用，它就会逃跑。

它们要到哪里去

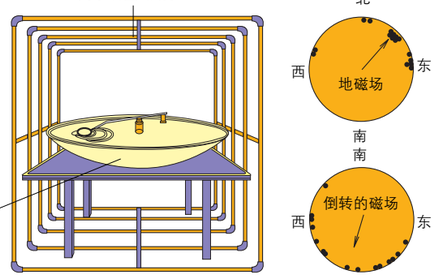
动物迁徙之谜

在非洲的坦桑尼亚北部，生活着一群为数35万头的角马。每年7月底，来自四面八方的角马，由小到大地形成一支绵延长达十几千米的浩浩大军，沿着塞伦格提平原向500千米以外的马腊平原挺进。到了12月份，角马大军又开始返回故乡。就在人们对其迁徙原因作深入探究之时，我国西藏的墨脱地区又传来亿万老鼠大迁徙的奇闻。还有，世界其他地方的蝗虫结队迁移，一路吃光庄稼；蜻蜓“直升机”铺天盖地；青蛙大军鼓噪行进……这其中到底蕴含着什么样的生物奥秘呢？其实，自然界又何止这些动物，鸟、海龟、鲸、鱼等动物也都有这样奇特的举动——迁徙。



海龟洄游

小海龟在沙滩上孵化出来后，会爬向海里。若干年后，它依靠磁场和海流又会在每一个筑巢季节准确地向岸边洄游，它通常都能洄游到其原来出生的海滩上，在那里筑巢产卵。



测试内容

将刚孵出的小海龟系在杠杆臂上，让它们在设备中自由游泳。开始是在地磁的作用下游动，而且在东方有微光照耀。然后，将灯关掉，让每只幼龟在完全黑暗中在与地磁方向相反的磁场下游动。

测向盘

测向盘里装满了水，上有套龟用的可水平随意活动的杠杆臂，臂上的导线外接曲线记录仪。



磁场定位实验

利用刚孵出的小海龟，测试它们在两种不同磁场方向的影响下定向游动的情况。测试结果说明刚孵出的海龟能够感知地球的磁场，并根据磁场来确定自己游进的方向。

记录结果

在地球磁场作用下，大多数幼龟在黑暗中是介于磁北和磁东之间的方向游动。磁场倒转后，它们游动的方向与上述情况差不多正好相反。

迁徙行为

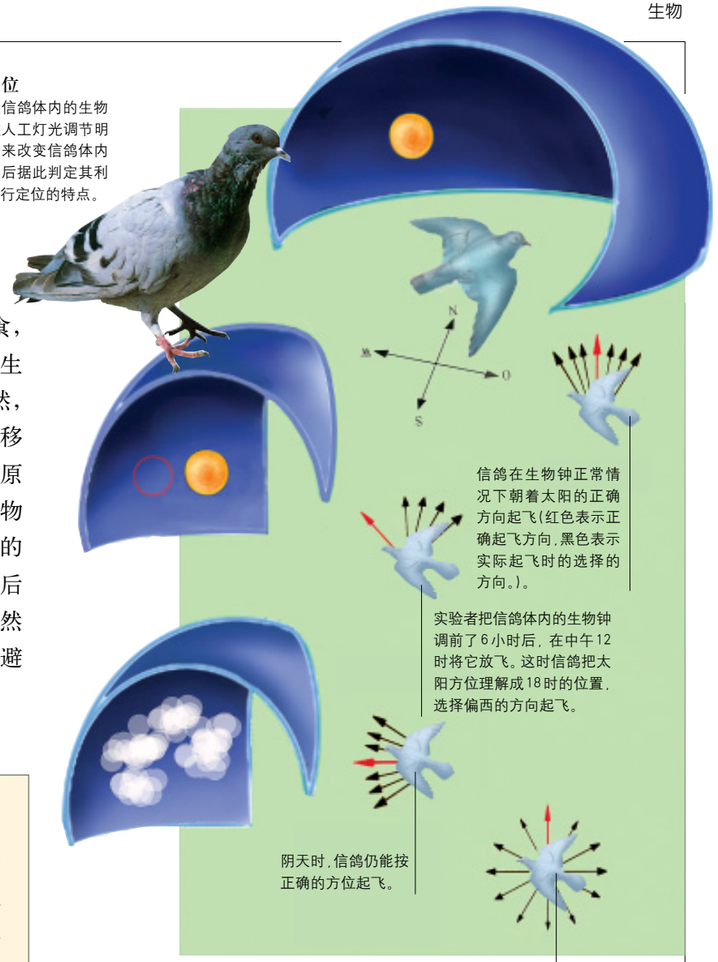
平常动物会以巢为中心，在附近活动。然而，有像燕子之类的动物，到了春天就会由南方迁移到北方，秋天时再由北方迁回南方，做周期性的移动，更换生活场所。动物这种由栖息场所转移到新场所生活，然后由新场所回到原栖息地的行为，称为迁徙。进行迁徙的鸟类称为候鸟。但也有像旅鼠和大桦斑蝶这样的动物，它们只会找新场所生活而不会再回老家，它们的这种行为称移殖。此外，如鲑鱼、鳗鱼等鱼类，海龟等爬行类，以及鲸、海豹等栖息于水中的哺乳类，也会做周期性的大规模移动。这种水中的移动行为称为洄游。动物的迁徙都是定期的、定向的，而且多是集成群地进行。迁徙动物大都具有强有力的翅膀、脚趾和鳍等。

鸟的迁徙定向

一些鸟类可以在远隔数百千米以外的陌生地方飞回家，地面的可见标志对它们几乎不起作用，它们会利用阳光或磁场或星空来定位飞行。下面以信鸽为实验对象，来测定白天迁飞鸟类是如何定向的。用燕雀测试夜间迁飞鸟类的定位导向特点。

根据太阳定位

太阳方位决定信鸽体内的生物钟。实验通过人工灯光调节明暗交替时间，来改变信鸽体内的生物钟，然后据此判定其利用太阳方位进行定位的特点。





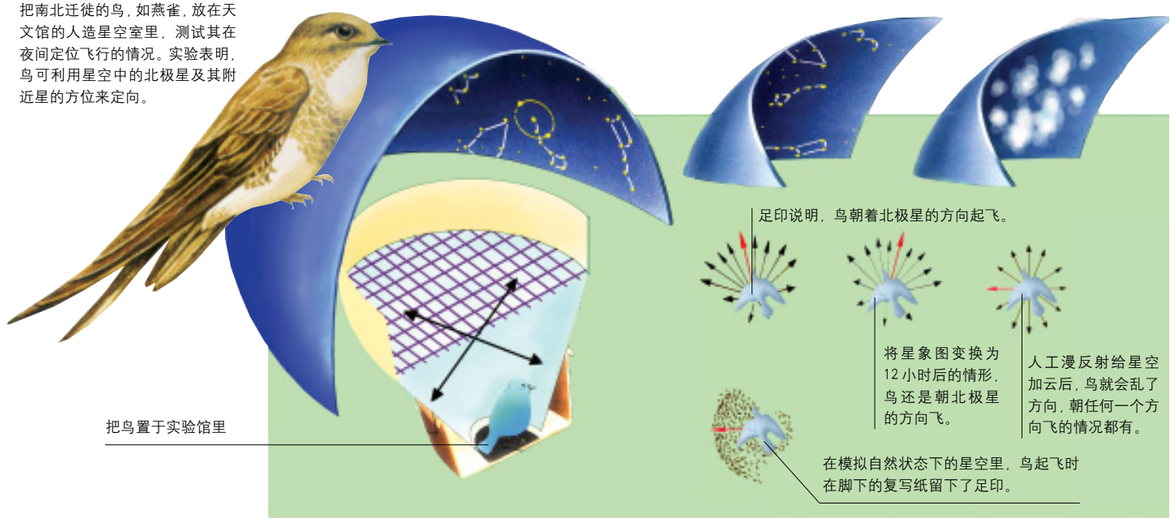
在阴天，若实验者将磁块绑在信鸽身上，结果一群信鸽向任何一个方向飞的都有。这说明它们在没有太阳的情况下会靠地球磁场来定位。

灯光的干扰

每年都有数百万只鸟在迁徙过程中撞在摩天大楼的窗户上死去，原来城市的照明灯光给鸟造成了夜空倒置的感觉，使它们不能很好地判断方位了。

依靠星空定位

把南北迁徙的鸟，如燕雀，放在天文馆的人造星空室里，测试其在夜间定位飞行的情况。实验表明，鸟可利用星空中的北极星及其附近星的方位来定向。



生物钟

生物体内仿佛存在着一种类似时钟的机构，它调节着生物生命活动的内在节奏性，生物学上把这种现象形象地称为生物钟。生物通过生物钟能感受外界环境的周期性变化，如昼夜的转换、光线的强弱、温度的升降、气压的高低、湿度的大小、环境的静噪等变化，并调节自身生理活动的节律，使其在一定的时期开始、进行或结束，因此，又称生物钟为“生理钟”。植物每年在一定的季节里开花，海滩动物在潮汐周期的一定时期产卵，公鸡黎明前的啼叫，鸟类按时进行的迁徙等，大多是通过生物钟来调控的。

迁徙的原因

对动物而言，最重要且最基本的行为是觅食，以维持生命和延续后代。因此，自然而然就会发生动物为觅食和寻找繁殖场所而移动的情形。当然，也有不少动物很能适应原本栖息的场所，无需移动，譬如，麻雀、乌鸦等皆为留鸟。引发迁徙的原因到目前为止尚不清楚。但学者认为，可能是动物在漫长的岁月中为了适应自然环境逐渐演进而来的一种结果。而且这种迁徙的记忆可能会遗传给后代，使之变成与生俱来的行为，即本能行为。当然也有一些非规律性的迁徙，那可能是动物为了躲避自然性灾难的缘故，譬如地震、洪水等。

定位导向能力

迁徙动物经过长途跋涉后，一般都能准确无误地到达目的地。对于这一点，科学家们做了大量的研究，并由此得出一些结论。原来，海龟除借助洋流与海水化学成分导航外，还有凭借地球磁场导航的本领，它们洄游的特定活动时间是由体内的生物钟确定与控制的。许多鸟类靠着体内的生物钟，能随时感觉太阳的位置，因而它们能以太阳的位置来确定方位，这就是所谓的“太阳罗盘”导航。昆虫飞行之谜也正在被科学家们揭开。迁飞的昆虫之所以能准确无误地到达目的地，是由于它们的机体内含有四氧化三铁，因而具有感觉地球磁场的高超本领。

长睡不醒

动物的冬眠

在加拿大，有些山鼠冬眠长达半年。冬天一来，它们便掘好地道，钻进穴内，将身体蜷缩一团，开始冬眠。这时，即使用脚踢它，它也不会有任何反应，简直像死去一样。睡鼠是冬眠动物中有名的“瞌睡虫”，它一睡就是六个月，并且睡觉时的呼吸相当微弱，身体僵硬得几乎可以把它当球一样滚来滚去。松鼠睡得更死。有人曾把一只冬眠的松鼠从树洞中挖出，它的头好像折断一样，任人怎么摇晃都始终没有动静，把它摆在桌上，用针也刺不醒，只有用火炉把它烘热，经过很长的时间它才悠悠而动。刺猬冬眠的时候更可怕，竟然连呼吸也快停止了。生物学家曾把冬眠中的刺猬提来，放入温水中，浸上半小时，才见它苏醒。动物这种奇特的冬眠现象究竟是怎样造成的呢？



狮子的睡眠
睡眠是一种短时间的休息，它可以缓解身体肌肉的疲劳。像狮子这样的大型猎食动物通常不需要冬眠，它通常在一天剧烈的捕食运动后会通过长时间的睡眠来应对身体不适。



昆虫的冬眠
绝大多数的昆虫，在冬季到来时不是“成虫”或“幼虫”，而是以“蛹”或“卵”的形式进行冬眠。图为度过了一冬后刚从蛹中钻出的蝴蝶。



动物的冬眠
不同的动物有不同的冬眠方法，并且都各具特色。冬眠时，它们往往处于昏迷或熟睡状态。

蝙蝠
蝙蝠往往在屋梁上或山洞顶部的隐蔽处，把身体倒挂着呼呼熟睡。冬眠时它们每分钟的呼吸次数只有五六次。

睡鼠
睡鼠是真正的冬眠者，它能将体温降低到与环境温度相接近，因此身体会很硬，呼吸也变得非常微弱。然而它就是采用这种暂停时间的方法，退出令人不快的几个月的严冬。

獾
獾在洞穴或窝巢中抱头大睡。

野猪
野猪对于冬季恶劣环境的适应性很强，所以它们不会冬眠。

乌龟
乌龟钻到沙土层里冬眠。

蛇
蛇会成群地睡在一起。

蜥蜴
蜥蜴会躲到石头下面、枯叶丛里，或在树洞中休眠。

青蛙
青蛙将自己埋在池底的泥里睡觉。

蜗牛
蜗牛冬眠时会用自身的黏液把壳密封起来，只留一个小孔供呼吸用。

刺猬
刺猬冬眠的时候更可怕，竟然连呼吸也快停止了。原来，刺猬的喉头有一块软骨，可将口腔和咽喉隔开，并掩紧气管的入口，正常情况下刺猬每分钟呼吸50次，但冬眠熟睡时几乎可以不吸入空气。

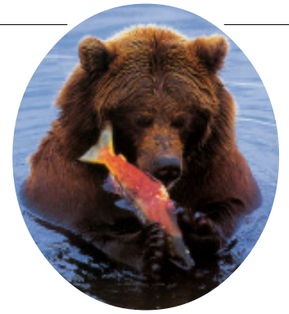
熊
熊在秋天吃饱喝足，把身子养胖以后，就跑进深山岩洞，把自己封闭起来，开始安安稳稳地冬眠了。熊在冬眠时呼吸正常，有时它还到外面溜达几天再回来。雌熊在冬眠中，让雪覆盖着身体，一旦醒来，它身旁就会躺着1～2只天真活泼的小熊，显然这是雌熊冬眠时产下的仔。

动物的冬眠习性

冬眠通常指动物在麻痹或昏睡状态下越冬的行为。动物的冬眠与睡觉不同。睡觉是动物用于消除疲劳的方法，时间较短；而冬眠是动物适应不良环境的一种生理现象，时间较长。动物冬眠时不吃不喝，以度过漫长的冬天。在冬眠前，动物会把自己养得肥肥的。冬眠时由于体温下降，新陈代谢减少，营养物质的消耗量也比往日减少许多，因此，“不吃不喝”也不会影响冬眠动物的生存。

冬眠动物的代谢特征

进入冬眠后，动物的许多生理功能，如代谢率、心率、呼吸频率等，都在发生着缓慢的改变。冬眠期间，动物的代谢率下降很快，此时动物的体温、氧耗、呼吸频率均维持在一个极低的水平，比正常活动状态下低几十倍，甚至近百倍。动物的体温可降到与环境温度仅差1℃～2℃，但脑部的温度不像皮肤温度那样可随外界环境温度的变化而变化，其温度能保持基本恒定。冬眠中的恒温动物，其心率可降到每分钟5～6次；呼吸率可降到每分钟1次；肾功能也大为减弱。深冬眠并不是一种静止状态，此时动物仍会对内外刺激产生一定反应。如果环境温度降低到威胁生命的程度，正在冬眠的动物可通过觉醒来增强代谢率，以此抵抗低温。



秋天到了，棕熊开始大吃大喝，使体内的皮下脂肪大为增加，把自己养得又肥又胖。

棕熊的冬眠历程

到了秋末，棕熊可以长到600千克，大肚子都拖到了地上。

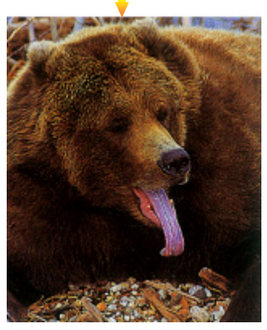




吃饱喝足后，棕熊开始眯着眼睛打盹，酝酿睡眠。

没多久，棕熊就陷入沉沉的冬眠中了。





天气转暖后，棕熊醒来，张嘴打着哈欠，伸伸懒腰，开始活动了。在冬眠的这段时间里，棕熊就好像接受了一次减肥治疗似的，体重降了下来，食欲旺盛起来，这时它就开始准备觅食了。

有益的夏眠行为

有些动物冬眠是为了度过严冬，可是夏季的酷热对于变温动物而言，也是极为难耐的，必须想办法避免体温过高。因此，在炎夏这段时间里，有些动物也会长时间地停止一切活动，进行夏眠。豹纹蝶、蜗牛、龟类、蟾蜍、蜥蜴等动物都会夏眠。它们夏眠主要是为了适应夏天干燥缺水以及高温的环境。尤其是在旱季和雨季很明显或异常干旱的地区，许多种动物都通过休眠来生存下去。

动物的入眠与觉醒

有的动物进入冬眠的时间很短，只要几个小时，旱獭就是其一。有的动物需要几天才能逐步入眠，如黄鼠，每到夜间，其体温便逐渐降低，通过几个晚上的反复“试降”，直到一个转折点，才进入持续的冬眠。对于引起动物冬眠的触发因素，目前还不是很清楚，但其明显地受环境温度、光照周期、洞穴空气中的二氧化碳、食物中的化学成分和含水量的改变等影响。另外，冬眠动物都表现出一种周期性的醒觉行为，即从深冬眠状态自发地达到高体温，然后再重新进入冬眠。醒觉是个复杂的生理过程，醒觉的频率和处于身体正常温度的时间长短在种内、种间以及一年的不同时期都有很大的差异。总之，冬眠是一种复杂的生理适应过程。人们对冬眠生理学的研究进展也相对缓慢，目前还未能探明控制冬眠的确切机制。

动物也有情感吗

动物的求偶行为

爱情一直是人类永唱不败的主题歌，但忠贞的爱情并不只为人类所特有。姿态优雅的天鹅总是出双入对，它们不仅在繁殖期成双成对，相互恩爱非常，就是在其他时间，也一起觅食、休息、戏水，甚至在迁徙途中，也前后照应从不分离。这对天鹅中一旦有一只不幸死去，另一只就会变得郁郁寡欢，不再另选佳偶。有的天鹅甚至绝食殉情或者撞墙自尽。它们的爱情感人至深，真称得上是忠贞伴侣。除天鹅外，有一些鸟也有类似的情感。黄鸭是一种形同家鸭，身着土黄色羽毛的中型水鸟，它们也严守“一夫一妻制”。据说黄鸭伴侣中如果任何一只遭到不幸，另一只都会殉情而死。由此可见，动物两性之间的故事也是充满情趣的。



爱侣之死
天鹅是履行终生“一夫一妻制”的动物，它们的忠贞历来是人们讴歌的对象。在雌天鹅被枪打死后，雄天鹅还苦苦守在其旁不愿离去。



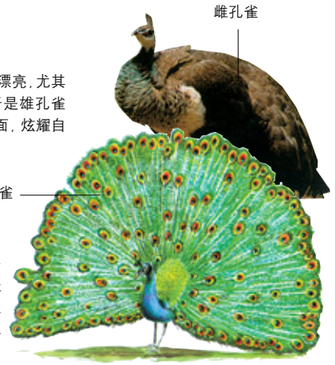
凶暴的交流
在狮子的生活群体中，雄狮的地位至高无上，它们采取的是“一夫多妻制”。最美丽最强壮的雄狮才有权利挑选自己的爱侣。在与爱侣交流的过程中，雄狮还要不时地发出阵阵高亢的吼声，以显示自己的威武。

奇妙有趣的求偶行为

求偶是动物繁衍的前奏，也是动物种群自我选育、优生的基础。不同的鸟类有不同的求偶行为。如善鸣的雀形目鸟类在枝头跳跃、欢叫以吸引异性；鹤类则翩翩起舞，以优美的舞姿来赢得对方的好感；羽毛华丽的雄孔雀，光彩照人，它通过展示漂亮的羽毛来招引雌性……动物中除了鸟类，还有一些动物会唱“情歌”求偶。雄性青蛙在繁殖季节叫得最起劲，目的就是吸引雌蛙来到近旁。夏日里树上的蝉总是叫个不停，这些会叫的蝉都是雄性的，它们高声鸣叫以吸引雌蝉前来交配。有些动物，如昆虫中的飞蛾等，甚至会以气味传情。雌虫的身体能分泌出一种特殊的化学物质，叫性外激素。这种物质散发出的气味能把雄虫从很远的地方招来。动物求偶也并非都是这样“文明”的，有些动物为争夺雌性，是非要诉诸武力不可的。胜者争得配偶，败者认输作罢，如像海豹这样的大型哺乳动物。



讨好对方
看，求爱中的那对食蜂鸟：雄鸟正低声下气地向雌鸟献上一只蜻蜓，作为求爱的礼物。



炫耀自己
雄孔雀比雌孔雀的羽色漂亮，尤其是长长的彩色尾羽。于是雄孔雀“开屏”，把尾羽竖成扇面，炫耀自己，以吸引雌孔雀。

同性的较量
不论动物是采用“一夫多妻制”，还是“一妻多夫制”，它们都要采用竞选的方式来决定享有特权的地位。

择偶的特点

动物的性别个体因所占据的角色不同，而形成了自己的特定行为。两性之间的交往方式主要有三种：“一夫多妻制”，即一个雄性同多个雌性交配；“一妻多夫制”，即一个雌性同多个雄性交配；“一夫一妻制”，即单个雄性固定地与单个雌性交配。在“一夫多妻制”的动物群体中，雄性是要通过竞争来获得自由择偶的特权，它们择偶注重的是交配数量，而不是质量。对于雌性没有单独养育子女能力的这类动物，雄性会为了自己的利益与雌性共同抚养孩子，这样雄性就没有时间和精力再去向别的动物求偶了，于是雌雄之间会形成关系紧密的“一夫一妻制”。而“一妻多夫制”只在很特殊的情况下出现，像雌性在繁殖方面的投入比雄性多很多时，雌性会对雄性很挑剔，为此雌性之间也会通过竞争来获得自由选择配偶的机会。

求偶的意义

求偶行为对保护种群的优良素质，更好地适应自然环境具有重要的意义。每种动物的求偶行为都有物种的特异性，即使是很相近的物种也有细微的差异，这样可以避免不同动物的种间杂交。种间杂交在相近物种之间也时有发生，如马和驴杂交生骡，狮和虎也能杂交产仔，但这种情况大多是发生在人工喂养的特殊环境下。求偶行为会刺激对方神经的兴奋，并激发与生殖有关的内分泌腺的分泌，以协调雌雄双方的排卵和排精，提高受精率。求偶行为使雌雄双方有更多选择机会，使后代获得良好的遗传基因组合。求偶不成的，常常是群体中的弱者。例如鹿科动物，雄性为争夺配偶而斗殴，失败的弱者多为幼小刚成年者或年老体衰者、瘦弱有病者，它们不被雌鹿选中，对物种的繁衍有利。



雄性的较量
白鹭平常是一种非常温和的飞鸟，但在繁殖季节里，公白鹭为争夺与母白鹭交欢的机会和领地，从地面打到树上，再上升到空中。



气味吸引
在求偶季节，蝴蝶凭气味吸引伴侣。与飞蛾不同的是，蝴蝶主要靠接触的方式传递性外激素。当两只雌、雄蝴蝶飞近时，雄蝶设法飞到雌蝶的头部上面，从翅部、腹部、足部的腺体上，一起向外分泌性外激素，分泌物正好散落在雌蝶头前的触角上，促使雌蝶降落下来。雌蝶落地后，双方才可完成交配。



和睦的家庭生活

蜜蜂社会

蜜蜂是人所共知可爱至极的小昆虫。它们的社会生活是十分有趣的，几万只蜜蜂群居在一个蜂巢里，过着集体的生活。它们有组织、有分工地劳动，在劳作中又表现出勤劳无私、团结协作的精神，其行为确实让人赞叹！蜂群社会即简单又神奇，简单的在于蜂群内只有一只蜂后，几只雄蜂，其余的都是工蜂；神奇的是这么简单的组织机构却创造着让人惊叹的协调分工管理和高效率运作！下面就让我们来认识一下这个奇妙的社会。



口对口传送物质
蜂后会分泌一种物质，使工蜂吸取后因卵巢不发达而不能产卵，这样工蜂就可以不停地工作。蜂后的分泌物由照顾蜂后的工蜂以口对口的方式传送出去，遍及全体工蜂。此外，由外勤工蜂所带回来的花粉、花蜜，也是用这种方法来传送。

有序分工

蜜蜂是真正社会性的昆虫，常成千上万地聚在一个蜂巢里面，以蜂后为中心生活在一起。每一个蜜蜂群体都自成一体，因为它们都抗击非群体成员，不管是其他昆虫还是其他蜜蜂。一个蜜蜂群体有三种成年蜂：蜂后，在群体中独一无二，起繁殖和调节的双重作用；雄蜂，仅有数只，唯一的作用是在交配飞行时替新蜂后授精；工蜂，约有5万只，其寿命大约为1个月，一生中要充当保姆、主妇、建筑工、保管员，守卫、采蜜工……工蜂听从蜂后指挥，蜂后通过分泌信息素向它们传达命令。蜂后能够让所有的工蜂都围绕在自己周围。蜜蜂幼虫住在蜂巢的子脾里，子脾里大约有 6000 个卵，9000 个幼虫和 2 万个蛹。但以上数字只是个平均值，蜂巢里蜜蜂数量的多寡取决于好几个因素，如蜂后的生育能力、气候条件、食物来源、疾病等。

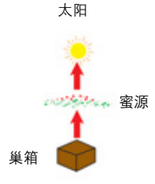
跳舞的信息
蜜蜂常采用跳舞的方式传达信息。当发现花蜜时，蜜蜂就振动翅膀或摇摆腹部跳舞，并画着圆圈，以通知同伴花粉、花蜜的所在地。



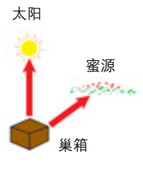
蜜源在附近时，蜜蜂跳圆圈舞。



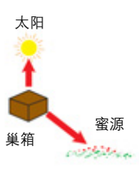
蜜源在远处时，蜜蜂跳 8 字舞。



蜜源在太阳的方向。



蜜源在太阳的斜前方。



蜜源在太阳的斜后方。

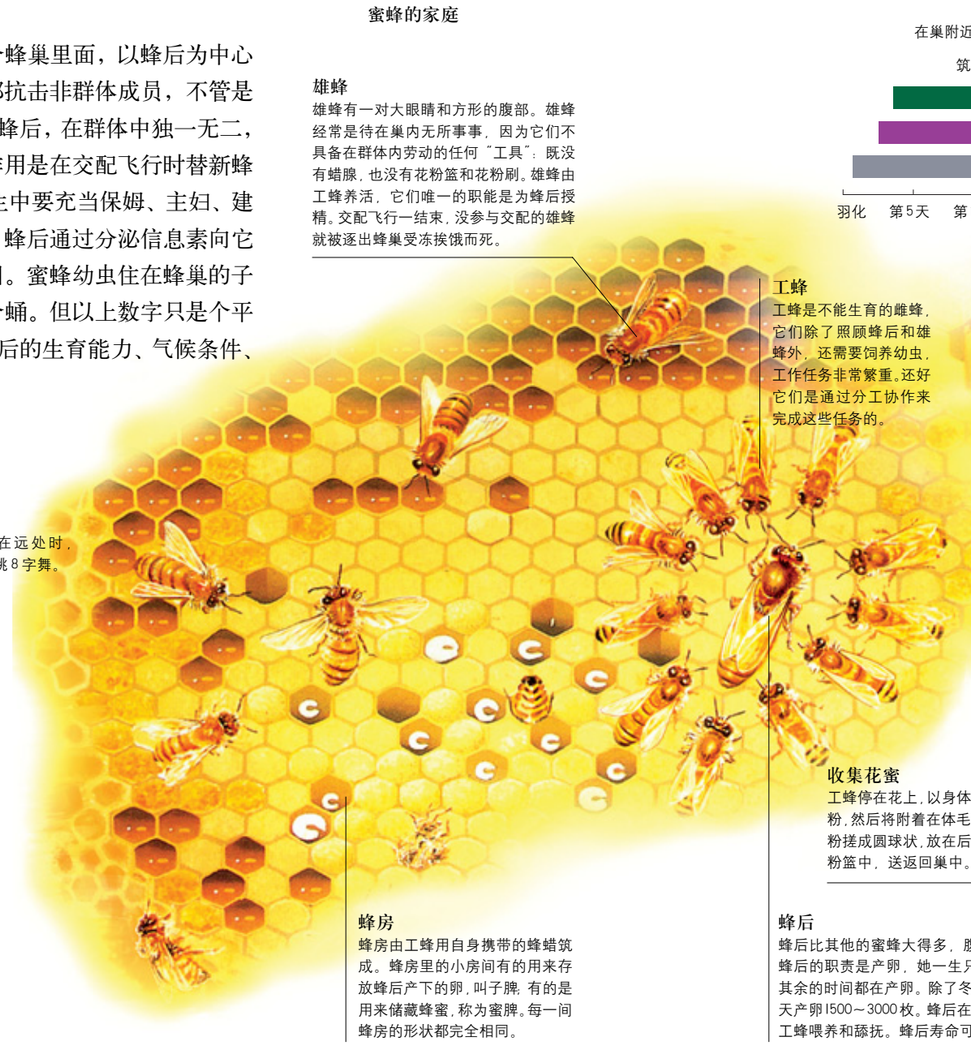






蜜蜂的家庭

雄蜂
雄蜂有一对大眼睛和方形的腹部。雄蜂经常是待在巢内无所事事，因为它们不具备在群体内劳动的任何“工具”：既没有蜡腺，也没有花粉篮和花粉刷。雄蜂由工蜂养活，它们唯一的职能是为蜂后授精。交配飞行一结束，没参与交配的雄蜂就被逐出蜂巢受冻挨饿而死。



工蜂
工蜂是不能生育的雌蜂，它们除了照顾蜂后和雄蜂外，还需要饲养幼虫，工作任务非常繁重。还好它们是通过分工协作来完成这些任务的。

蜂房
蜂房由工蜂用自身携带的蜂蜡筑成。蜂房里的小房间有的用来存放蜂后产下的卵，叫子脾，有的是用来储藏蜂蜜，称为蜜脾。每一间蜂房的形状都完全相同。

蜂后
蜂后比其他的蜜蜂大得多，腹部更细长。蜂后的职责是产卵，她一生只交配一次，其余的时间都在产卵。除了冬天，蜂后每天产卵1500～3000枚。蜂后在产卵期间由工蜂喂养和舔抚。蜂后寿命可长达 5 年。

收集花蜜
工蜂停在花上，以身体沾附花粉，然后将附着在体毛上的花粉搓成圆球状，放在后脚的花粉篮中，送返回巢中。

蜂蜜形成
工蜂把从外面采集到的花粉和花蜜（简称花蜜）以口对口传接的方式运回巢中。在传接过程中，花蜜逐渐变浓，成为甜甜的蜂蜜。当蜂蜜集满蜜脾后，工蜂用蜡片将其封起来。

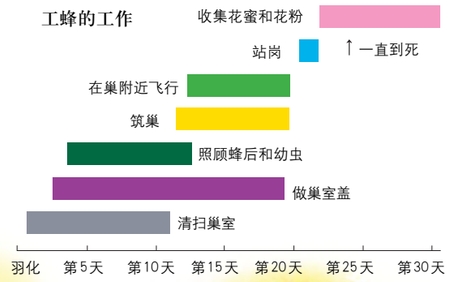
蜜蜂的成长
蜂后产下的卵在 3 天后就孵化成蛆形幼虫，并由工蜂开始喂饲花粉和花蜜。幼虫成长之后，在室中化蛹。约在产卵后20天，幼虫就可羽化，变为成虫。大部分羽化的成虫是无产卵能力的雌蜂。从未受精的卵中孵化出来的是雄蜂。

蜂王浆
蜂王浆是工蜂分泌出来的，用于喂养蜂后和幼蜂的食物。

王台
蜂房里大约有 2～3 个王台。王台是用来孵化蜂后的。最先从王台里出来的蜂后会把其他几个王台里的蜂后刺死。若两个蜂后同时出来，双方就会展开决斗，直到一方战死为止。

工蜂的一生

工蜂的一生大约1个月，它所负责的工作与身体的发育有关，随着不断的成长，工作内容会发生改变。在出生后的第 1 天到第 3 天，工蜂清扫空子脾，以便蜂后产卵。从第 3 天起，工蜂头部的乳腺开始发育，它们就变成保姆。它们先是照料稍大的幼虫，然后在能够分泌蜂王浆后就照料小一点的幼虫。蜂王浆是从工蜂的咽喉腺和下颚腺中分泌出的，它是蜂后和幼虫的重要食物。这些腺体萎缩后，工蜂就开始干其他的工作：清除废物和蜜蜂尸体，储存花蜜和花粉。第 12 天到第 19 天，工蜂分泌蜂蜡筑造蜂房。筑巢工作一直持续到第20天。这时为记住巢的地点所在，工蜂会在巢附近徘徊飞行。从第 21 天起，它们开始外出采蜜，直到死亡。





蜜蜂的分蜂
在旧巢附近的树上，围绕着一群以蜂后为中心的工蜂。部分的工蜂，正在寻找筑造新巢的适当地点。

分蜂

分蜂一般在春季发生。蜂后率领蜂群 2/3 的成员迁移，将王位让给另一只蜂后。在侦察蜂外出寻找合适的筑巢地点时，分蜂的蜂群在原来的蜂巢附近休息。此时的蜜蜂没有攻击性，因为它们离巢时个个口含蜂蜜。对于分蜂，专家们提出两种解释：蜂蜜生产不足，更多的蜂房用作了子脾，这时蜂后产卵增加，必须通过分蜂解决；或者由于激素的原因促使新蜂后诞生，迫使老蜂后离巢而去。分出的蜂群离巢时密集成团，把蜂后团团围在中间。先行出发的侦察工蜂不久就会返回，用精心编排的舞蹈语言报告探路结果，随后整个蜂群就飞向看来最能保障生活的地点筑巢。

人类无法模仿的飞行

鸟类会飞的秘密

自古以来，人们就很羡慕鸟儿的飞行本领，梦想着能够像鸟一样在空中自由地翱翔。传说大约早在2000年前，我国西汉王莽时代，有一位勇敢的人用大鸟的羽毛做成人工翅膀，把它绑在身上，然后往头上也插上一些羽毛，模仿鸟类扇动两翅，试图实现飞上天空的理想，据说他飞了没几步就掉了下来。后来人们逐渐认识到，单靠羽毛是不能飞上天的，于是认真地剖析了鸟类的身体，发现鸟会飞竟然是由很多因素决定的。现在让我们来看一下，鸟类飞行的秘密在哪里。



始祖鸟
尽管现在认为始祖鸟是鸟类的先祖，然而它还是与现代鸟不同。始祖鸟有牙齿，有与蜥蜴一样的尾巴，并且在每只翅膀上长有三只爪子。

飞行方式
鸟类主要有两种飞行方式：拍翼飞行和滑翔。拍翼飞行是鸟类基本的飞行方式，随着翅膀的上下扇动，鸟可以控制身体上升或前进。滑翔飞行时，鸟翼平直展开，一动不动，利用空气的对流在空中盘旋。



拍翼飞行
对于像绿头鸭这样翅膀不够宽大的鸟类，它们采用的都是拍翼飞行方式。



滑翔飞行
鹰之类的鸟利用它那宽大的翅膀在空中滑翔飞行。

鸟类飞行探源

有关鸟类飞行的起源，学术界一直存在两种对立的假说。一种是地栖起源说，另一种为树栖起源说。前者认为，鸟类的飞翔是由它们的祖先恐龙在奔跑、跳跃的过程中逐渐升腾起飞成功的。而后一种假说则认为，鸟类最初的飞行是通过借助树木的高度，先进行滑翔，后逐渐发展出特有的振翅飞翔的本领。鸟类飞行的两种起源假说都承认鸟类的祖先具有长长的尾巴，但功能不大相同。尽管这些学术争议还没有定论，但已发现的始祖鸟化石却能说明问题。现在，始祖鸟被认为是最早的飞行鸟类。始祖鸟生活在距今大约1.5亿年前的史前时代，它在许多方面已显现鸟的一些雏形，例如，全身拥有羽毛，长有翅膀，具备明显的叉骨等。这些证据表明鸟类的飞行能力应该是伴随着一系列亲缘动物的进化发展而逐渐形成的。

鸟的身体结构
为了便于空中飞行，鸟类的身体很轻巧，并且具有一些适于飞行的身体构造，如有气囊、骨骼中空等。

轻质的颅骨
鸟类的颅骨呈典型的轻质蜂巢状，并且在进化过程中为了减重，牙齿也消失了。

眼睛
鸟类的视觉比嗅觉发达，良好的视觉使它们能在空中很容易看到食物。

喙
鸟类有喙而没有牙齿。鸟喙因鸟的食性不同而有很大的区别。

气管

鸣管
鸣管为气管中的一个腔室。鸟类的各种鸣叫声都由此发出。

心脏
与相同体形大小的哺乳动物相比，鸟类的心脏比哺乳动物的大，心跳次数与鸟的身体大小有关，身体越小，心跳次数越快。

股骨
陆生脊椎动物的骨骼内充满了骨髓，但是鸟类的大型骨头却是中空的。股骨也不例外。

肠
鸟类的直肠特别短，不能积存粪便。这种结构有利于飞行时减轻负重。

泄殖腔
泄殖腔是肠的终点，卵巢和肾脏也有管子通到这里。

肾脏
鸟类不像哺乳动物一样产生尿液，而是产生一种白色半固体状的鸟粪，这样可以减少水分丧失。

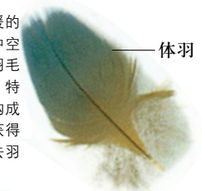
卵巢
卵巢是雌鸟的生殖器官。大部分哺乳动物有两个卵巢，一左一右，但因为重量是影响飞行的一个因素，所以鸟类只有一个卵巢。

气囊
气囊是用于装空气的囊袋，它可以使鸟变得更轻，并有冷却身体的功能。气囊将空气送进及送出肺。

特异的体型

鸟类的身体呈流线型，头部小而前方尖，这有利于减少飞行中空气的阻力；鸟类身体表面密披向后倒、轻而顺滑的羽毛，这不仅能减少飞行的阻力，而且有很好的隔热和保温作用，因为羽毛是热的不良导体；尾羽对飞行有重要的意义，起着舵的作用，具有变换飞行方向、控制平衡的功能；前肢成了前缘厚、后缘薄的翅膀，翅膀上分布着排列整齐的飞羽，通过不断地扇动两翅，利用飞羽鼓动气流，把空气压向身体后下方，产生了升力，而凭借这种升力，鸟类翱翔于天际。

鸟的羽毛
鸟的羽毛不仅有保护和保暖的作用，而且可以减少飞行中空气的阻力。因为具有完整羽毛的鸟体，都呈良好的流线型，特别是翼上飞羽的排列以及构成翼的形状，是鸟类在空中获得升力的主要结构。但是除去羽毛的鸟体极少呈流线型。



体羽



尾羽

绒羽
绒羽着生在正羽下面，它的羽干细，羽根短，羽枝软而长，羽小枝成毛状，没有羽小钩。



正羽
正羽为成年鸟的主要羽种，包括体羽、尾羽、翼羽等。正羽中央的硬轴叫羽轴，上段羽片部分叫羽干，下段插入皮肤的部分是羽根，在羽干上着生羽片。羽片分成内羽片和外羽片两部分，它们均由羽枝构成。



翼羽

适于飞行的生理构造

鸟类的胸肌非常发达，如鸽子的胸肌占其体重的20%～25%。鸟胸部隆起的厚厚的肌肉附在大片胸骨上，发达的大片肌肉还作为翅膀的基座。鸟依靠胸肌的收缩、舒张，带动翅膀上下扇动。通过胸肌的活动，产生足以支持并超过鸟类体重的动力。鸟类的骨骼系统也与飞行相适应，骨成分内的无机盐较多，使全身骨骼坚而轻，以减体重。鸟类的呼吸系统与飞行配合得更巧妙，因为鸟类进行的是双重呼吸。除呼吸系统进行呼吸之外，气囊等也参与呼吸。气囊充满气体，能增加体内的空气容量。鸟飞得越快，呼吸作用就越强，氧的供应也就越多。所以鸟类在激烈运动和高空飞行时，不会因缺氧而窒息。此外，鸟类血液中的红血球数目较多，携带氧的机能十分旺盛，这使鸟在飞行时能满足新陈代谢之需。

起飞
并非所有的鸟都用一种方式起飞。小鸟能够一跳就飞起来，而大鸟，像天鹅，需要费更多的力气才能飞起来。



天鹅伸展开翅膀。



天鹅扇动着翅膀沿水滑行。



天鹅飞向天空。

不高明的鹦鹉学舌

生物的发声现象

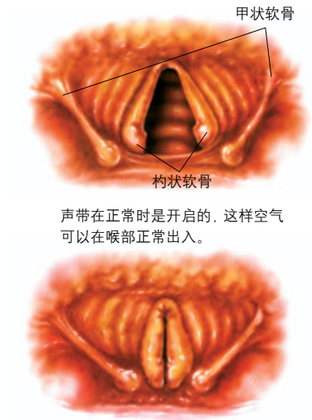
英国曾经举行过一次别开生面的鹦鹉学说话比赛，由裁判员根据鹦鹉所说话的内容和发音来打分。其中一只不起眼的灰鹦鹉因讲了一句精彩的话而获得了冠军。当主人揭开鸟笼上的罩布后，这只灰鹦鹉先是朝四周瞧了瞧，然后惊奇地叫道："哇噻！这儿为什么会有这么多的鹦鹉！"几天以后，兴奋的主人宴请贵客到家中庆贺。为在客人面前再次展示这只灰鹦鹉的"天才能力"，便又当众揭开罩在鸟笼上的布，满以为它能说出："哇噻！这儿为什么会有这么多的贵客！"以博得大家的喝彩。不料灰鹦鹉见了云集的贵客，却仍然说道："哇噻！这儿为什么会有这么多的鹦鹉！"由此可见，鹦鹉并不是真的会说话，它只是擅长效仿发声而已。

发声的用意

动物会因情境不同而发出不同的声音，声音代表的意义也大相径庭。蝙蝠是夜行动物，用声音来判定物体的方向、距离和移动状况，以方便捕食和飞行。吼猴生活在潮湿、浓密的丛林里，猴群相遇时需要用声音竞赛来划定生活领域，以避免流血打斗。鲸和海豚是水栖动物，群居生活，用声音沟通。有些鲸也用声音来定位，找食物。鸟类用不同的叫声来表达不同的用意：吸引异性的鸣唱；发现敌人时的警告声；辨识族群的歌声；移栖时的联络声，表达就食、集合、起飞等意思。昆虫的鸣声大都是由雄虫发出的，主要功能是求偶，也作为辨识或捍卫领域之用，如蝗虫、蝉。在这些众多的发声动物中，用声音传递信息最成功的应属鸟、鲸和人。人类借助语言传递的信息最大。



人的发声器
人的发声器是声带，位于喉部。喉部除了会厌软骨外，由甲状软骨和环状软骨围成了喉腔，腔内有层皱襞。在环状软骨上方有一对小的杓状软骨，杓状软骨与甲状软骨之间有由黏膜皱襞构成的声带。



声带在正常时是开启的，这样空气可以在喉部正常出入。

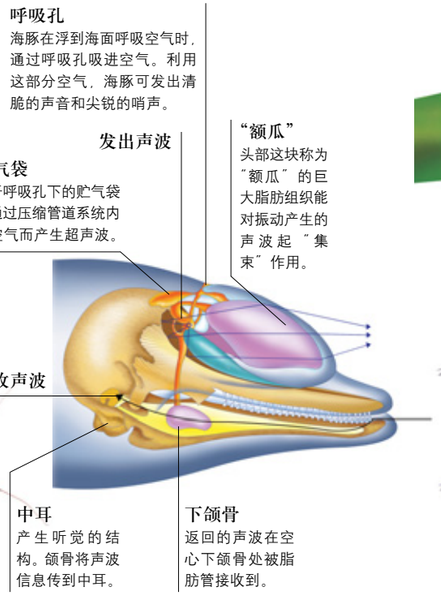
说话或唱歌时声带是关闭的。声带紧张程度的改变以及呼出气流的强弱可调节音调。



蝙蝠发声
蝙蝠发出 160 千赫以下频率的超声波用于回声定位。超声波是从蝙蝠的喉袋里发出的。在开阔地带觅食时，蝙蝠首先发出高的脉冲频率，然后发出低的脉冲频率，以此分辨出猎物的不同大小。

回波信号
蝙蝠收到的回波信号根据猎物和生活环境的不同变化很大。

猎物飞行的"多普勒效应"
脉冲的声波到达昆虫后，昆虫的翅扇动就会发出一个有特征的回波。当昆虫在逃跑时，声波被拉开，声调变低；若有昆虫在附近，声波就被"挤压"，声调变高。这样蝙蝠就能判断出昆虫的方位了。



呼吸孔
海豚在浮到海面呼吸空气时，通过呼吸孔吸进空气。利用这部分空气，海豚可发出清脆的声音和尖锐的哨声。

贮气袋
位于呼吸孔下的贮气袋可通过压缩管道系统内的空气而产生超声波。

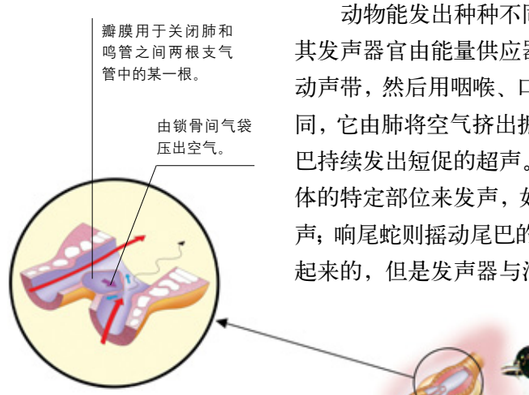
"额瓜"
头部这块称为"额瓜"的巨大脂肪组织能对振动产生的声波起"集束"作用。

中耳
产生听觉的结构。颌骨将声波信息传到中耳。

下颌骨
返回的声波在空心下颌骨处被脂肪管接收到。

发声方式

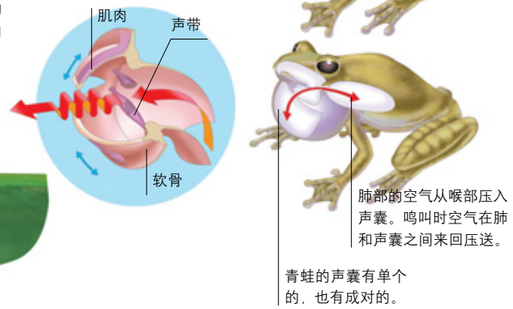
动物能发出种种不同的声音，是因为它们的发声系统各不相同。像虎这样的动物，其发声器官由能量供应器、振动器和共鸣腔构成。虎从肺送出空气，以提供能量，振动声带，然后用咽喉、口鼻组合成的空间共鸣，发出吼声。鲸发声与其他动物有所不同，它由肺将空气挤出振动声带，气管处的发声器连接喷水孔而不经嘴巴。蝙蝠用嘴巴持续发出短促的超声。鸟类因有鸣管，声音更富变化。有些动物是用振动或摩擦身体的特定部位来发声，如响尾蛇、蝉、蝗虫等。蝉以体内肌肉的收缩，振动鼓膜而发声；响尾蛇则摇动尾巴的响器。各种动物发声器的结构都是在种属进化中发生和发展起来的，但是发声器与消化、循环、呼吸、生殖等器官相比，出现的还是较晚的。



鸟类发声器
鸟的发声器叫鸣管，长在喉里。鸣管里有像薄膜一样的韧带，当鸟啼叫时，气流在通过鸣管时振动韧带产生声音。



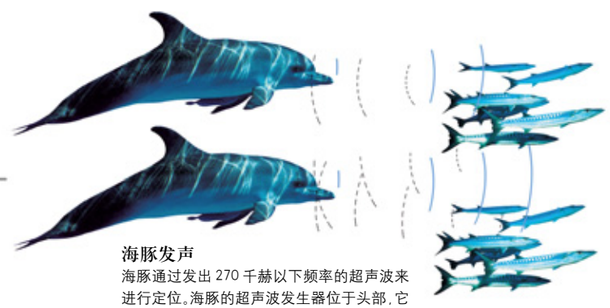
青蛙发声
青蛙依靠喉部的一对声带发声。若声带被周围的肌肉和软骨拉紧，那么空气通过时就发出振动。





蚱蜢发声器
蚱蜢靠摩擦产生声音。它用后腿内侧的钩刺在前翼的硬棱上摩擦而发音。

钩刺
蚱蜢在每条腿上约有80～450个不等的钩刺。每一种蚱蜢都有自己的"呼唤声"，声音主要由钩刺的排列决定。



海豚发声
海豚通过发出 270 千赫以下频率的超声波来进行定位。海豚的超声波发生器位于头部，它发出的超声碰到物体后，会产生回波。回波是由头部的某一部位及耳朵接收的。

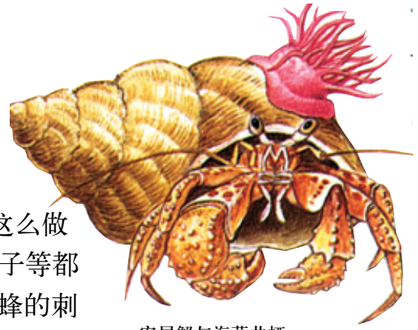
各异的听觉

动物的听觉感受器官一般是耳朵，其构造一般可分为外耳壳、中耳和内耳三部分。外耳壳具有收集声音的功能，但有的动物无此构造，如鲸鱼用头骨和颌骨代替。动物发声器发出的声音有许多是能为人耳所听到的(人耳能听到16～20,000赫的声波)。但是也有一些动物能发出人耳听不到的超声波。如一般夜行性动物发出的声波就是超声波。超声波在传播途中碰到物体时，会被反射回来，动物能根据反射回来的超声波来判断物体的距离、方位及性质，并以此来导航或捕捉食物。这种机制叫作回声定位。

难舍难分的共生情结

生物间的共生行为

自然界中，随着漫长的生物演化过程，生物与生物之间的关系变得复杂。马来西亚有一种小巧的文鸟喜欢在蜂窝附近筑巢，文鸟筑的巢像个缸，一只只悬挂在蜂窝四周的枝头上。文鸟为什么这么做呢？原来热带雨林里的食肉动物，如蜥蜴、负鼠、浣熊、野猫、猴子等都是爬树高手，都爱捕食文鸟和它的蛋，而那些动物由于害怕遭到野蜂的刺蜇而不敢接近蜂巢，于是文鸟将巢筑在蜂窝旁，无偿获得了保护。无独有偶，森林里的蜜獾，总是追随着文鸟生活，形影相随，难舍难分。因为蜜獾生性爱吃蜂蜜，它那浓密的长毛和肥厚多脂的獾皮，令它不怕野蜂叮蜇，所以它利用文鸟喜欢在蜂窝附近筑巢的习惯，很容易就找到它梦寐以求的蜂窝。这是动物间颇为典型的连环共生现象。我们将凡是两种生物在一起生活的现象统称为共生。在共生现象中根据两种生物之间的利害关系又可粗略地分为共栖、互利共生、寄生等。



寄居蟹与海葵共栖
海葵附着在寄居蟹的贝壳上，借其移动，获得食物或吃寄居蟹的剩残食物。

海葵
海葵利用海葵鱼清除身上的淤泥、黏液及寄生虫。

海葵与海葵鱼的共生
海葵与海葵鱼（俗称小丑鱼）共同分享捕捉到的食物。海葵鱼那身鲜艳的色彩可引诱其他鱼到海葵旁，这些鱼就会被海葵捕食。另外，海葵能清除海葵鱼身上的寄生虫，同时海葵鱼靠海葵的触手来保护自己。



海葵鱼
海葵鱼会在自己身上涂满海葵分泌的黏液，这样就可避免被海葵的刺丝胞攻击，让它们能够随意游动于海葵致命的触手之间。

共栖

共栖是指两种生物生活在一起，其中一方受益，另一方无利但也无害的一种关系。生物共栖现象是多种多样的，有的是长时间生活在一起，有的是暂时生活在一起。例如，鲫鱼吸在鲨鱼身上，随鲨鱼游动，以鲨鱼吃剩的食物为食。蛤贝外套腔内共栖豆蟹，豆蟹食蛤贝的残食和排泄物。海洋中的一种小珠鱼常与海参或牡蛎共栖，小珠鱼分享它们的猎获物。藻类在龟甲壳上寄居。螺旋菌附着在有黏液的披发鞭毛虫体外生活。蓝绿藻体外有许多细菌以其分泌物为生。一种棘胫小蠹利用特殊的贮藏器内的孢子萌发菌丝，吸收树木渗漏出来的树汁，这对树木无害。

互利共生

两种生物在一起生活，在营养上互相依赖，长期共生，双方有利，称为互利共生。互利共生有两种情况：一种是原始协作关系，又称互惠。两者生活在一起时彼此有利，当它们分开后，各自都能正常生活，二者之间形成暂时的合作关系。某些鸟类和有蹄类动物的合作关系。人体内生活的双歧杆菌、拟杆菌也是典型的协作共生菌。另一种是专性共生，是指两种不同的生物共同生活在一起，彼此受益且相互依存，如果分开，双方都不能很好地生活，甚至死亡。专性共生典型的例子就是地衣。

犀牛鸟
犀牛鸟喜欢吃犀牛身上的扁虱和其他寄生虫，因此它们常停在犀牛的身上，到处找这些寄生虫吃。

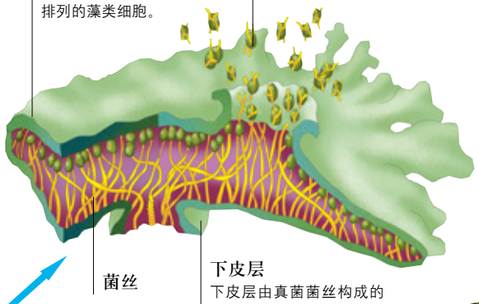
犀牛
当有大型猛兽出现时，犀牛鸟会发出一种很小的警告声，犀牛便会警惕起来，并及早做好反击或逃跑的准备。



犀牛鸟与犀牛的共生
犀牛鸟经常成群地栖息在犀牛的背上，它们啄食犀牛背上的寄生虫，让犀牛感到浑身舒服。

地衣
地衣是一种典型的专性共生生物，它是由真菌与蓝藻或绿藻所组成，其中真菌扮演着决定性的角色。首先真菌提供一个保护层，这样藻类不至被晒或干死。然后，藻类以其光合作用所制造的糖分供给真菌。





上皮层
地衣的上皮层是由真菌菌丝组成的一层厚厚的垫层，上面附着一层稀疏排列的藻类细胞。

粉芽
粉芽是由菌丝包裹起来的藻类，它的作用是完成无性繁殖。

菌丝

下皮层
下皮层由真菌菌丝构成的菌髓层封包而成。下皮层靠固着纤维固定在基床上。

杜鹃的寄生行为
杜鹃生命的最初阶段是在在伯劳、双眉韦莺、大韦莺等雀形目鸟类的巢中靠寄生度过的。



雌杜鹃在将要生蛋的时候，找到一个宿主的巢，趁宿主不在，产下一个自己的蛋。（图中央的蛋为杜鹃所产）



刚孵出的杜鹃幼鸟，正努力用背把宿主的蛋推出巢外。



宿主喂养比自身大许多的杜鹃幼鸟。



成年后的杜鹃就不再过寄生生活了，它会飞离宿主的巢，独立谋生。

菟丝子的寄生生活
菟丝子被称为植物中的“寄生虫”，它自身不能进行光合作用，以吸根吸收寄主（豆科或菊科植物）养料为生。



寄生

寄生是指一种生物长期或暂时生活在另一种生物的体内或体表，并靠从后者那里获取营养物质来维持其生活的一种种间关系。靠寄生方式生活的生物叫作寄生物；被侵害的生物叫作寄主，也叫宿主。许多寄生物都有非常大的繁殖力或较强的生命力。寄生的特点是，寄生物不会把寄主杀死。寄生物的生命活动对寄主有多种危害，其影响的大小，取决于寄生物的数目多少、毒性大小以及寄主的抗性强弱。寄生现象在动物界非常普遍，在植物界也很多，如寄生在豆科植物中的菟丝子、槲寄生等。所有生物在生活过程中，几乎没有不受寄生物侵害的，就连小小的细菌也受到噬菌体的寄生。

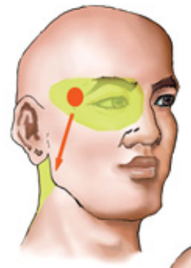
失去痛觉意味着什么

探索疼痛

生活中，我们难免会弄伤自己身体的某些部位，像割破手指、扭伤脚等，这时我们便会有疼痛的感觉。不过我们若失去了这种令人不愉悦的痛觉后会怎么样呢？一位天生就无痛感的女孩，在她的成长中时常会经历自己咬破舌头和手指的事，尽管鲜血淋淋，但她毫无痛苦。有时她会喝下滚烫的开水，舌头烫得起泡，别人吓一跳，而她自己却可以从容地把起泡的皮撕下来；她还时常将脚伸到火上烤，烧烂了照样行走。由于没有了痛感，可怜的小女孩就学不会自我保护，这样她的生命就会时刻面临着危险。由此可见，痛觉是一种保护性的感觉，我们不能轻视它的存在。

认识疼痛

每个人的一生都有对疼痛的经历和亲身感受。经有关资料统计：成年人大约20%患有良性复发性头痛、肩背痛、腰腿关节或其他软组织疼痛。同时大多数疾病都可在其病程中的某阶段有不同程度的疼痛。疼痛很可能是由于神经受到刺激、压迫或缺乏血液供应所引起的，但医学界至今仍无法确定疼痛的真正原因，特别是对于心理及环境因素所造成的疼痛与不舒服。对于疼痛机制的研究目前一直在进行中。最新的发现显示：人体似乎能够制造某些物质，以缓解疼痛；某种特殊型的疼痛可能是由于缺乏一种或数种这类物质所致。



头痛的感觉
许多人都经历过头痛病，最常见的痛感是偏头痛和胀痛，放射状头痛较少见。

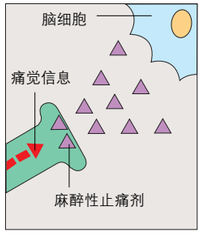


偏头痛
偏头痛的痛感呈脉冲式，它一般发生于早晨，是由血管收缩、扩张，以及血液缺氧引起的。



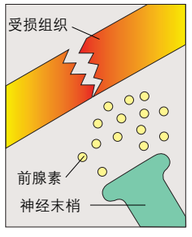
头胀痛
胀痛的痛感不明确，头部发胀，有压迫感。它是由肌肉和颈椎的紧张，以及血管痉挛引起的。

放射状头痛
放射状头痛的痛感剧烈，呈刺痛状，多发生于夜晚，是血管扩张引起的，一般多发于饮酒以后。

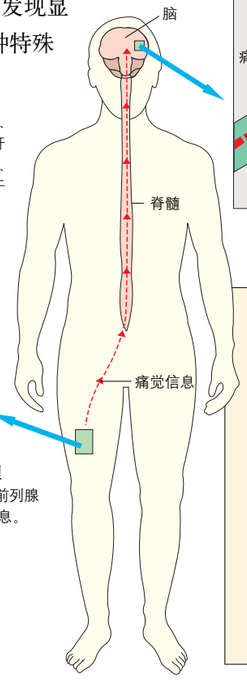


麻醉性止痛药作用机理
麻醉性止痛药阻止痛觉信息在神经细胞间通过，使大脑不能获得疼痛刺激信号。

药物止痛
非麻醉性止痛药如阿斯匹林、杜冷丁常用于解除由头痛或牙痛所引的轻微疼痛；而像吗啡、普鲁卡因、乙醚等麻醉剂用于治疗外伤及手术场合。



非麻醉性止痛药作用机理
非麻醉性止痛药通过阻止产生前列腺素而阻断损伤位置产生疼痛信息。



未解的“幻肢痛”
据统计，切去肢体的人中有将近30%的人有过或轻或重的“幻肢痛”，有些人甚至在许多年后还无法消除痛感。这种幻觉疼痛与残肢的刺激无关，据猜测，神经系统有一种记忆疼痛的功能，大脑需要很长时间才能消除失去肢体所造成的疼痛。

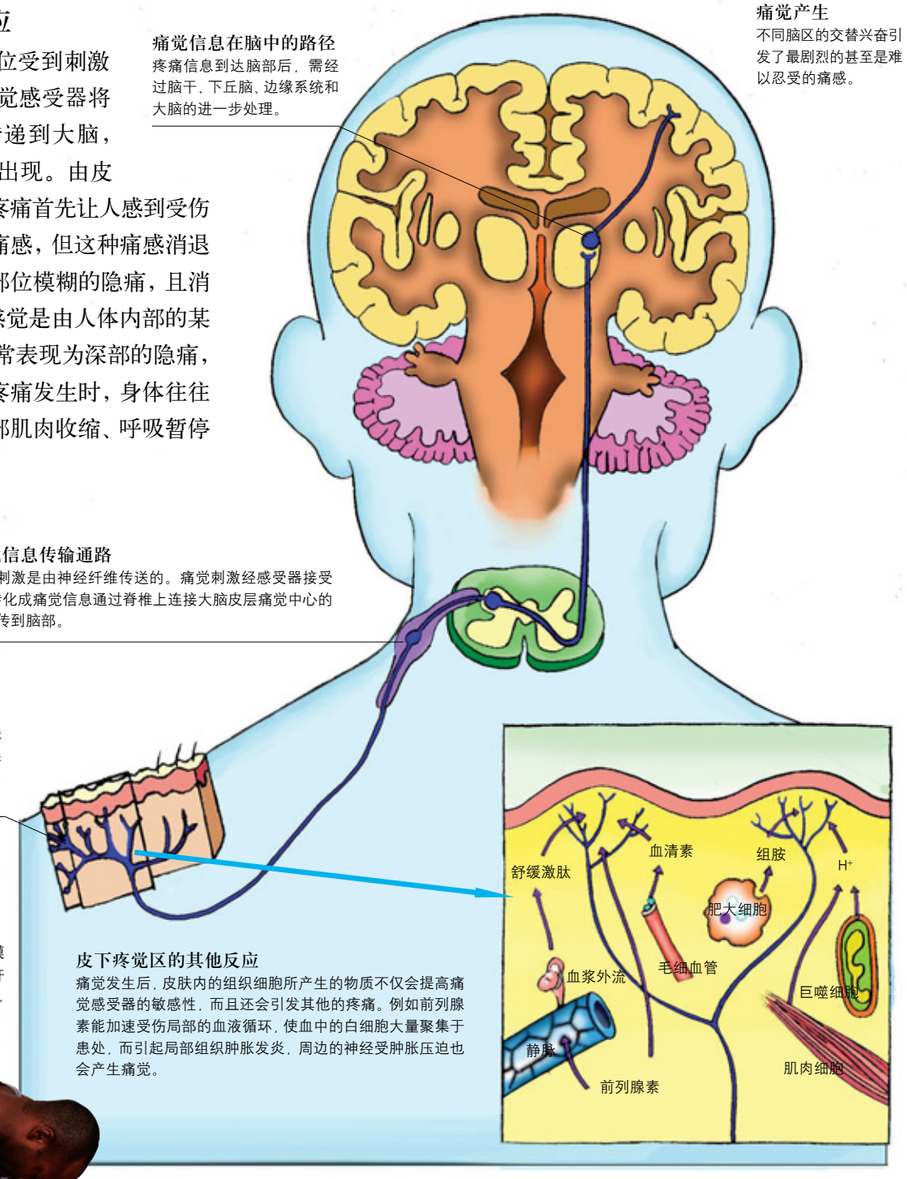


抑制疼痛

疼痛会令人感觉不适，因此当痛觉出现时，人们就会寻找克服疼痛的方法。目前，医学界有很多止痛的方法，大致说来，不外乎是使用药物以及外科手术。吗啡是医疗上常用的止痛剂，为一种极好的麻醉剂，但同时它也是非常危险的药物，可能使人产生药瘾。另外阿司匹林、索密痛、杜冷丁等药也常用于止痛。当药物治疗疼痛的方法失败后，并且再没有更好的解决办法时，医生会采用手术的方法进行治疗，通过手术将传导疼痛信息到大脑的神经阻断，以此来克制疼痛。

疼痛的感觉及反应

当身体的某一部位受到刺激后，分布在该处的痛觉感受器将痛觉信息通过神经传递到大脑，从而使人感受到痛觉出现。由皮肤损伤所引起的表面疼痛首先让人感到受伤部位有明确、剧烈的痛感，但这种痛感消退很快，接下来便是该部位模糊的隐痛，且消退很慢。有种疼痛的感觉是由人体内部的某些器官引发的，它通常表现为深部的隐痛，被称为深层疼痛。当疼痛发生时，身体往往有痛反应出现，如局部肌肉收缩、呼吸暂停或加快、出汗等。





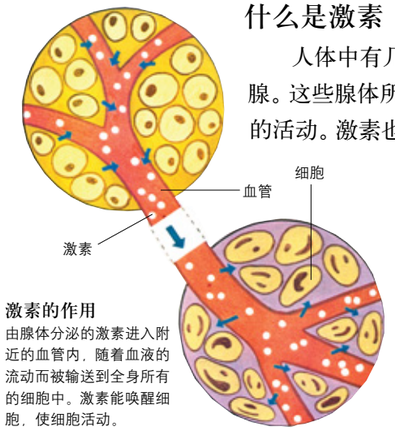
因人而异的痛感

人体并不对所有的刺激都产生痛感，只要是刺激的能量维持在某个特定值以下，人就不会感觉到痛苦。但当刺激达到某种强度，或超过某特定阈值时，痛觉才会产生。能够使人感受到疼痛的那一点被称为“痛觉阈值”。毫无疑问，这个阈值在每个人身上各不相同。一般而言，男人对疼痛的忍耐力及承受力比女人大，年轻人比年纪大的人更能抵抗疼痛。另外，职业及体质对承受疼痛都具有影响力，例如，一个体质强壮的建筑工人，由于经常从事艰苦的工作，因此他对于疼痛的反应远比一个办公室职员迟缓且不强烈。

“主场获胜”归功于谁

认识人体激素

又一届全国足球联赛开赛在即，让我们关注一下主场比赛。一般情况下，在联赛中主场取胜的比率是60%，这是一些学者对英国足球赛进行分析研究后得出的结论。在比赛中，尽管裁判试图排除球迷的影响，但他们很难做到这点。有一项研究进行过测试，球赛裁判分别在有和没有观众吵嚷的情况下观看比赛录像，当主场球迷的尖叫声传入裁判耳中时，即使最富经验的裁判也会倾向主场队员。有另一项研究证明，心理学家分别在主场、客场和练习赛的一小时前提取了职业球员的唾液样本，结果发现球员在主场比赛前的睾酮含量比客场比赛前高出50%左右。科学家对此解释说，睾酮含量的上升决定了主场队员“本土防卫威胁”的心理。这么看来，除去裁判因素外，不起眼的激素竟然也能影响到球员技能的发挥。由此可见，激素在人体机能调节中所起的作用确实不可小看。



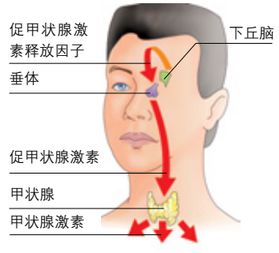
激素的作用
由腺体分泌的激素进入附近的血管内，随着血液的流动而被输送到全身所有的细胞中。激素能唤醒细胞，使细胞活动。

什么是激素

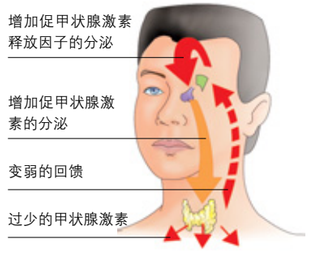
人体中有几个能够制造特别物质，并把这些物质送入血液的腺体，它们被称为内分泌腺。这些腺体所制造出的物质就是激素。激素经血液输送到全身的细胞中，可以促进细胞的活动。激素也是新陈代谢、生殖和紧急反应的调节者，它们主要的作用是维持体内体液与电解质平衡、酸碱平衡、能量平衡，使身体保持稳定状态。由不同内分泌腺所分泌出来的激素，作用各不相同，而且有的内分泌腺还能分泌出好几种激素，所以激素的种类非常多。在众多的激素中，有些能互相协助，有些则会互相抑制。

激素分泌控制

如果各种内分泌腺没有规则地随便分泌激素，那么激素就无法完成调节身体的功能。使内分泌腺有规律地分泌激素的控制中枢是位于脑下部的垂体和下丘脑。垂体就像乐队或合唱团的指挥一样，可以分泌出许多种激素，由这些激素对其他各内分泌腺发出命令，使所有的内分泌腺互相协调，发挥各自的功能。这些由垂体分泌的控制激素也不是随意释放的，而要受下丘脑分泌的激素控制。如此一环套一环的激素分泌控制关系构成了复杂的激素调节反馈机制。

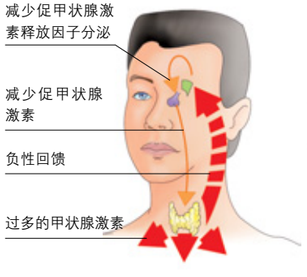


第一步
一种下丘脑激素称为促甲状腺激素释放因子，刺激脑下垂体释放出促甲状腺激素，促甲状腺激素用以刺激甲状腺。



第二步
如果体内的甲状腺激素值下降，回馈会减弱，而下丘脑增加促甲状腺素释放因子的产生。此种因子刺激促甲状腺激素的产生，使甲状腺激素值恢复正常。

激素的调节反馈机制
激素的调节反馈机制在目标腺体、下丘脑及垂体之间操作，以促进或抑制激素的产生。下面以甲状腺激素的调节反馈来进行说明。



第三步
假如体内的甲状腺激素值上升得太高，回馈机制会刺激下丘脑减少促甲状腺素激素因子的产生。促甲状腺激素分泌量下降，甲状腺激素值恢复正常。

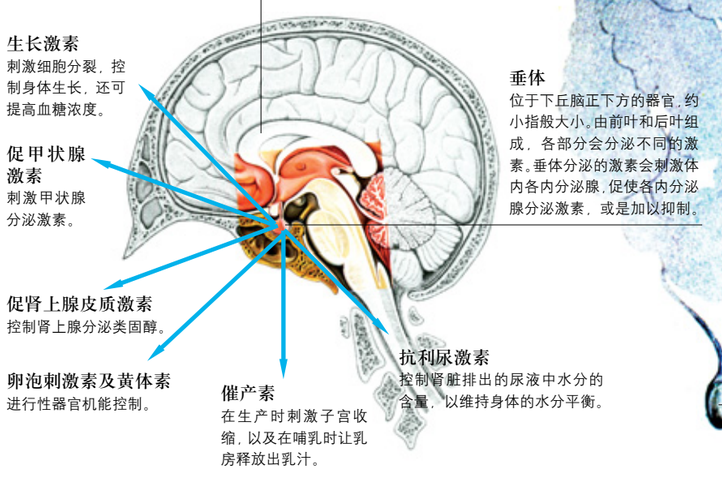
激素与神经的协作

激素和神经之间有着密切的关系。激素能刺激全身的细胞，使细胞中的物质产生变化，同时也可以促进或压抑成长、发育、生殖等，并能调节血液中的成分。神经的任务是调节肌肉的活动、消化腺和汗腺的功能，以及胃肠的运动等。因此，激素与神经分担着身体所有功能的调节工作，但两者的工作机制及特点却存在着一定的差异。神经直接控制肌肉和腺细胞，而激素则控制着身体各种类型的细胞；神经能产生快且持续时间短的反应，而激素却产生较慢且持续时间长的反应。例如，在运动时，神经会命令内分泌腺分泌出活动所需的激素，在激素的持久作用下，机体的活动能力进一步提高，并将运动持续下去。



运动过程中的激素作用
运动过程中激素调节会引起一系列的身体反应，这样就能维持好人体内环境的物质平衡，调整好身体的状态。





寻找脑袋里的“瞌睡虫”

认识人的睡眠

很长时间以来，人们认为睡眠是身体中的一种“睡眠素”在起作用，这同神话中“瞌睡虫”的想法相似。有人做了一个实验，将一只狗搞得精疲力尽，长时间不让它睡觉，然后抽取它的血液，注入到另一只清醒的狗体内，奇迹发生了，那条清醒的狗忽然动作迟缓，接着酣然入睡。这说明在动物的血液中确实存在能使动物睡眠的物质。后来科学家深入研究，发现冬眠动物血液中存在着一些奇异的能诱发动物冬眠的物质，看来这些物质很像“瞌睡虫”。那么人体中是否也存在这样的“瞌睡虫”呢？

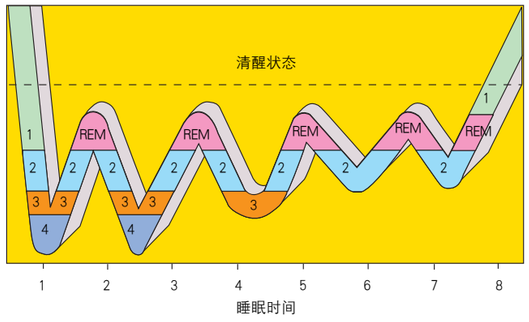


认识睡眠
睡眠是一种相异于清醒期间的脑部活动状态，以身体活动减少、对周围事物的知觉降低为特征。睡眠是自然发生的，并且具有一定的节律性。一般每人每天需要 8 小时左右的睡眠，超过 10 小时或是低于 4 小时都不利于身体健康。

睡眠周期
人在正常 8 小时睡眠的过程中，要经历 4～5 个独立周期，每个周期持续约 90 分钟。周期与周期之间有短暂的清醒期。每个睡眠周期又分为五个阶段：其中第一期到第四期称为非快速眼动期(NREM)，另一期称为快速眼动期(REM)。

第一期睡眠
第一期睡眠是清醒和睡眠之间的转换期，有人称此期为瞌睡。人很容易在此期醒来。此期占睡眠总时间的 5%～10%。

第二期睡眠
第二期睡眠约占整个睡眠期的 50%，比例最大，属中度睡眠。



REM(快速眼动期)
进入快速眼动期时，人的眼球会快速地从一侧转到另一侧，这一阶段占总睡眠的 20%～25%。

第三期和第四期睡眠
第三期和第四期睡眠又称深睡眠期，人体在此期进行自我修复，故又称再生期，占总睡眠的 20%。

睡眠控制

睡眠与脑活动有关。人的大脑中存在一个结构叫作上行网状的激活系统，如果这个系统在大脑皮层的作用下活动受到抑制，人就会进入睡眠。大脑皮层是人脑中情感、知觉、思维的发源地，所以睡眠是可以受意识控制的。这也就是说，身体感到困倦并想睡时，如果我们不想睡着，那么我们可用意识控制住自己不睡。当然，大脑皮层对上行网状激活系统的控制能力是因人而异的，一旦控制失调，人就会产生睡眠紊乱，如失眠等。当然，我们睡着了还会醒来，那么睡眠是怎么结束的呢？原来在人体内有一个生物钟，它以24小时为一个周期。环境尤其是光线的变化，制约着这个生物钟的运转。目前的研究认为，大脑松果体分泌的褪黑素是调节生物钟节律里感受光控制的重要物质，它在调节睡眠－觉醒方面起着重要的作用。这么看来，褪黑素可以算是人脑中的“瞌睡虫”了。

睡眠状态下的身体反应

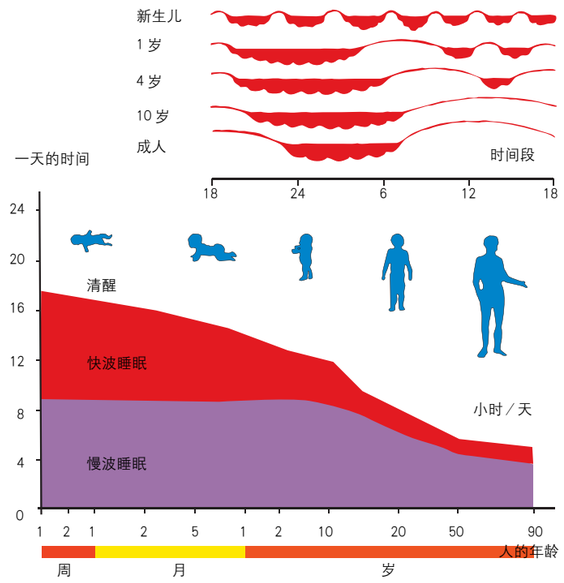
睡眠是一种深入的休息方式，是自发产生。人处于睡眠状态时，除了个别无意识的动作如翻身、抓痒外，身体一般不活跃。处于熟睡中的人还对周围发生的一切事情毫无反应，这是因为此时大脑的某种特殊机制抑制了由感官传来的各种信息。在睡眠过程中，大脑虽然排斥外界信息，但思维仍是活跃的，因为我们能在睡梦中看到许多形象，这时大脑对信息的加工过程缺乏清醒时所具有的结构和逻辑。

做梦

每个人睡觉时都要做梦，有些能记住的梦通常醒来时还有印象。梦境很奇妙，有时非常美好，有时又很可怕，有时会梦见担心出现的情景甚至预知未来。尽管人们还无法将做梦现象解释清楚，但有的问题是已经完全明了。例如原来普遍认为，很短的时间内可以做很长的梦，这是不正确的。做梦的时间与实际经过的时间完全一致。有关做梦的意义目前还停留在猜测阶段。一种观点认为做梦是一种自我清理的方式，将大脑中不需要的信息清除掉。另一种观点认为，做梦是将白天没有知觉的、被排挤掉的信息到了夜晚进行弥补；做梦是帮助我们将新的记忆进行归类，与原有的记忆进行混合，以便学到新的内容。



无法理解的梦境
梦是白天心理活动所存留的事，而在睡觉时表现出来的一种幻象，因此梦境多数是超现实的。



睡觉节律
人的睡眠时间长度和一昼夜之间的分布在一生中并不是一样的。新生儿在开始几周内平均要睡17个小时，并且睡眠时间在一天中分成若干段，而且快波睡眠和慢波睡眠几乎一样多。1 岁以后就有了很大变化，孩子在白天的睡眠时间减少，而夜晚一般全是睡眠时间，而且快波睡眠所占比例也逐渐减少。到了成人以后睡眠时间慢慢减少，长度在 5～10 个小时不等。

脑电波与睡眠

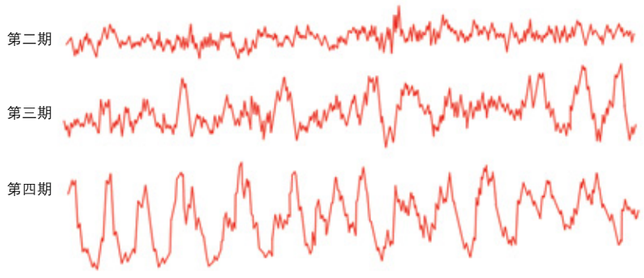
人的大脑每时每刻都在产生一些电活动，我们将接收到的大脑的生物电活动称为脑电波。脑电波的频率与我们从事的工作和紧张程度影响有关：工作越活跃，或紧张程度越高，波的频率越高。熟睡时，大脑振动最慢；处于浅睡及做梦状态时，大脑会振动快些；完全清醒并且身心处于松驰状态时，大脑振动得更加快，约为每秒 7～14 次；当进行工作和进行思考时，大脑振动的频率约为每秒14～30次。在实验室里，科学家通过脑电图记录仪对人的脑电波进行记录，根据记录的曲线，来判定人在睡眠时大脑的活动情况。

睡眠中的脑电波变化
与睡眠周期同步进行观测到的脑电波，其变化呈现出一些规律性的特点：从第一期到第四期的睡眠属于慢波睡眠，而快速眼动期的睡眠属于快波睡眠。



第一期的脑电波
脑电波波形频率由快变成快而浅的状态。此时人对环境的刺激反应减少，同时身体渐渐放松，思维变得飘忽不定。

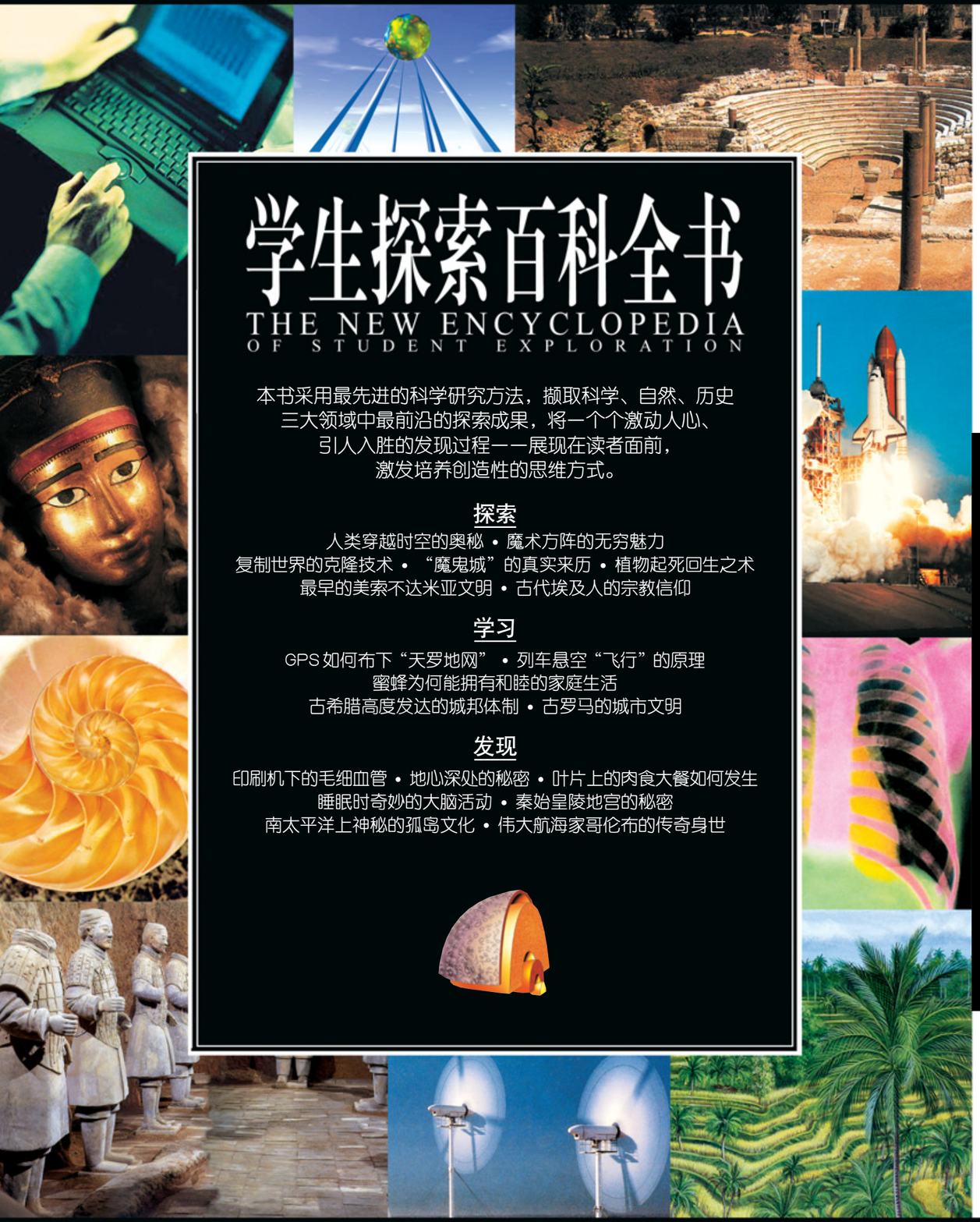




第二到第四期的脑电波
脑电波由浅而快的频率状态转变为幅度极大频率极慢的慢波状态。在此期间，睡眠是逐渐加深的，全身肌肉松弛，没有眼球运动，心率、呼吸均减慢，血压降低，基础代谢率低。



快速眼动期的脑电波
此时出现混合频率的去同步化低波幅脑电波。80%的梦都发生在此期。此时自主神经系统的功能加强，表现为呼吸频率加快，心跳多变。



学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

本书采用最先进的科学研究方法，撷取科学、自然、历史
三大领域中最前沿的探索成果，将一个个激动人心、
引人入胜的发现过程一一展现在读者面前，
激发培养创造性的思维方式。

探索

人类穿越时空的奥秘 • 魔术方阵的无穷魅力
复制世界的克隆技术 • “魔鬼城”的真实来历 • 植物起死回生之术
最早的美索不达米亚文明 • 古代埃及人的宗教信仰

学习

GPS如何布下“天罗地网” • 列车悬空“飞行”的原理
蜜蜂为何能拥有和睦的家庭生活
古希腊高度发达的城邦体制 • 古罗马的城市文明

发现

印刷机下的毛细血管 • 地心深处的秘密 • 叶片上的肉食大餐如何发生
睡眠时奇妙的大脑活动 • 秦始皇陵地宫的秘密
南太平洋上神秘的孤岛文化 • 伟大航海家哥伦布的传奇身世

学生探索百科全书 下

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

北京出版社出版集团
北京出版社

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

下 历史探索

为什么亚述都城尼尼微被称为血腥的“狮穴”？
谁是谋杀图坦卡蒙法老的真凶？
木乃伊是如何一步步制作出来的呢？
失踪的古罗马军队是在中国西北终老天年的吗？

Why is the ancient Asian city called Lions Den?
Who murdered the Egyptian King?
How is the mummy made step-by-step?
What was the ending of the Roman troop?





THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION • 学生探索百科全书 • THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION

学生探索百科全书

THE NEW ENCYCLOPEDIA
OF STUDENT EXPLORATION

— 下卷 —

历史探索



北京出版社出版集团
北 京 出 版 社

学生探索百科全书
THE NEW ENCYCLOPEDIA OF STUDENT EXPLORATION
下卷·历史探索

目录





第一章
两河流域与西亚文明

苏美尔人创造的奇迹 232
楔形文字与泥板书 232
苏美尔人的科学成就 233
冒犯上帝的城市 234
古巴比伦王国 234
新巴比伦王国 235
血腥的“狮穴” 236
亚述王国的崛起 236
强盛与衰落 237





擅长航海的地中海商人 238
商业民族 238
腓尼基字母 239
石刻破译所开启的秘密 240
宇宙四方之王 240
大流士一世的改革 241



第二章
古埃及文明

尼罗河的赠礼 244
尼罗河与埃及 244
古代埃及的历史 245
金字塔工程 246
吉萨三大金字塔 246
金字塔的建造之谜 247
永生的梦想 248
为了永生 248
通往冥界的旅程 249
暗杀图坦卡蒙 250
法老图坦卡蒙 250
谁是真正的凶手 251
埃及艳后 252
托勒密王朝在埃及的统治 252
传奇人生 253





第三章
古印度文明

古老的哈拉帕文明 256
哈拉帕文明 256
消失之谜 257
皈依佛教的征服者 258
孔雀王朝与阿育王 258
弘扬佛法 259



第四章
古代中国文明



殷墟文化 260
青铜时代 260
甲骨文 261
古蜀三星堆 264
文化堆积与古蜀历史 264
文化交流的渠道 265
隐藏在地下的秦帝国 266
奇迹的诞生 266
谜团的心脏 266
欧亚大陆的链环 268
张骞凿空 268
丝绸之路 268
辉煌的盛世之都 270
宏伟鼎盛长安城 270
国际大都市 271
郑和下西洋 272z
七下西洋 272
外交成果 273





第五章
古希腊文明



米诺斯的王宫 276
克里特岛上的文明 277
毁灭之谜 277
迈锡尼与特洛伊之战 278
证实荷马史诗 278
揭开尘封的历史 279
雅典和斯巴达 280
雅典城邦 280
斯巴达城邦 281
奥林匹克运动会的起源 282
盛大的体育赛事 282
考证起源 283
谁杀了亚历山大大帝 284
伟大的军事天才 284
解开死亡之谜 285
古代科学之城 286
希腊化时代 286
亚历山大灯塔 287



第六章
古罗马文明

伊特鲁里亚人的沸腾岁月　290
古罗马文明的曙光　290
昙花一现的辉煌　291
母狼传说与七丘之城　292
母狼传说　292
七丘之城　293
从共和国到罗马帝国　294
罗马的崛起　294
帝国与独裁　295
失踪的古罗马军队　296
奇特的外国军队　296
寻找遗踪　297
古罗马巨舰的沉没　298
政治生涯　298
独裁惹祸　299
古罗马精神的象征　300
科洛塞穆竞技场　300
竞技场的构造　301
消失的庞贝古城　302
庞贝城的历史　303
死亡之谜　303

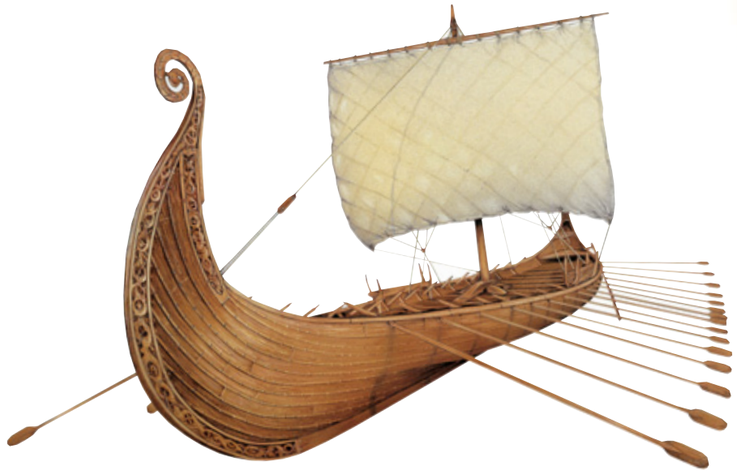






第七章
美洲文明

印第安人的传奇身世　306
迁徙美洲的居民　306
欧洲说与亚洲说　307
中美洲文明之母　308
奥尔梅克文明　308
玄武岩巨石人头像　309
湮没丛林的文明奇迹　310
玛雅象形文字　310
玛雅的数学成就与天文历法　311
最后出场的角色　312
崛起与覆灭　312
社会生活　313
云中之城　314
急速陨落的繁华　314
圣城重现　315
上帝的指纹　316
奇特的动物图案　316
巨画之谜　317
复活节岛的巨石像　318
沉默的巨人　318
世界的肚脐　319









第八章
中世纪时期

骑士与城堡　322
庄园经济　323
骑士时代　323
强盗与水手　324
海盗时代开始了　324
扩张与融合　325
法国人心中的圣女　326
“奥尔良的姑娘”　326
贞德之死　327





第九章
文艺复兴时代

结束黑暗时代　330
文艺复兴运动与思想　330
文艺复兴的文化精英　331
哥伦布的身世　332
大航海家的生平　332
身世之谜　333
彼得大帝的遗嘱　334
遗嘱的真假　334
彼得大帝的扩张　335



第一章

1 两河流域与西亚文明
MESOPOTAMIAN CIVILIZATION

“你将目光指向遥远的东方，越过大沙漠的漫漫黄沙，你将看见一块绿色的国土在闪烁微光，那是位于两条大河之间的一个河谷，《圣经 · 旧约》曾提到的乐土。”

——房龙（美）

人类文明的曙光是在古代东方破晓而出的！西亚的两条大河幼发拉底河和底格里斯河发源于亚美尼亚白雪皑皑的群山之中，缓缓地流过南部的平原，抵达波斯湾泥泞的海岸。河水将两河之间这块干旱的沙漠地区变成了肥沃的花园，哺育了人类历史上最古老的文明——美索不达米亚文明。数千年以前，这里即矗立起第一座人类城市，诞生了最古老的文字，发明了第一个制陶器的陶轮，制订并实施了人类历史上的第一部法典。但是，水与土地成了这里硝烟四起、纷争不断的缘由，王权和财富成为这里朝代更迭、群雄争霸的祸端。当我们感叹着苏美尔楔形文字的古老，当我们惊悚于亚述尼尼微的血腥，当我们震撼于巴比伦城的辉煌，流逝的历史早已为这昔日的文明蒙上了一层厚重的黄沙……

苏美尔人创造的奇迹

探索最早的美索不达米亚文明

位于底格里斯河和幼发拉底河之间的两河流域，是人类文明的发源地之一。希腊人称之为“美索不达米亚”，意思是“两河之间的地方”。这一地区的早期文明过去被称为“巴比伦文明”或“巴比伦－亚述”文明。但现在我们知道，它的创立者既不是巴比伦人也不是亚述人，而是更早的苏美尔人。他们大约在公元前4500年左右就在两河流域定居了。苏美尔文明之所以重要，不仅在于它已有近6000年的历史，更在于它的影响已经贯穿了整个人类的历史进程。那么，这一文明究竟具有怎样的魅力呢？

楔形文字与泥板书

文字的发明是苏美尔人最伟大的成就。约在公元前3100年，苏美尔人开始使用楔形文字。他们用削尖的小木棒或芦苇杆做笔，把文字刻写在半湿的软泥板上，然后把泥板晾干或用火烤干，制成泥板书。刻写时，由于落笔处印痕较宽，提笔处较为细狭，每一笔都像一个小楔子，故称为“楔形文字”。苏美尔人所创制的楔形文字为以后的阿卡德人、巴比伦人、亚述人、波斯人所继承，使用了很长一段时间。



国王的产生

苏美尔的每一个城邦都由一群贵族来治理。在战争时期，他们选出一位首领来统治，直到战争结束。由于战争十分频繁，战时首领统治的时间就慢慢变长。最后，这些战时首领就成了国王。他们终生为王，并把权力传给子孙。这个石像表现的是拉什格城邦的一位国王。他被象征性地描绘成慷慨的供给者：他手持一个器皿，鱼和水从中汩汩流出。

最早的城邦

公元前3000年左右，苏美尔城邦出现了。当时，较为著名的城邦有乌尔、乌鲁克、基什、拉什格、乌玛等。这些城邦为了争夺土地、水源和奴隶，经常发生冲突和战争。苏美尔人还经常与北面的阿卡德人刀兵相见。约在公元前24世纪后期，阿卡德人萨尔贡统一了阿卡德和苏美尔，建立了幅员辽阔的阿卡德王国——这个王国存在了100多年，在公元前23世纪后期灭亡。

农业生产

两河流域土地平坦但雨水稀少，土地多数时候处于干旱状态。但幼发拉底河和底格里斯河每年都会发一次洪水，洪水会浸透干燥的地面。苏美尔人便乘这个时候挖沟掘河，把水储存起来，并引流到田里去。

房屋建筑

苏美尔人把泥土和草末放进方形木框里整形，制成泥砖，再用泥砖建造房屋。这些房屋一般是围绕一个中央庭院修建而成的，有一个楼梯通向屋顶的平台。房屋的墙壁通常被涂成白色或灰色。

苏美尔人的科学成就

苏美尔人的科学成就主要表现在数学和天文方面。苏美尔人创造了独特的60进位制。我们今天度量时间用的小时、分、秒，以及把圆周分为360度等等，都是继承了苏美尔人的计算方法。苏美尔人根据月亮的盈亏制定了太阴历。他们把两次新月之间的那段时间定为一个月，一年12个月，共354天，而与地球公转一圈相差的天数就用置闰的方法弥补。



金属制品

苏美尔人是技艺精湛的金属制品生产者，他们在自己的作坊里生产出了精美的金器、银器和铜器。这个黄金头盔是工匠把黄金锤成薄片后镂刻而成的，它适应了苏美尔人的头部特征——包括双耳及长发向后卷成的圆形发髻。



手工业作坊

两河流域有大量可用于制作陶器的黏土，所以苏美尔的陶器手工业非常发达，城邦里有许多制陶作坊和职业陶工。大约在公元前3500年，苏美尔人发明了陶轮。陶轮的使用使陶工能生产出规格更统一、陶壁更薄的器皿，同时产量也大大增加了。

港口贸易

苏美尔地区缺乏石料和木材，这些东西大都得从外地引进。作为交换的是苏美尔人自己生产的粮食、羊毛和陶罐。苏美尔商人沿着运河、幼发拉底河和底格里斯河航行，进入波斯湾以及更远的地方。他们与不远万里从西方地中海海岸和印度河流域来的人们做生意。

天下四方之王

萨尔贡是第一个统一苏美尔地区的王。他原本是基什城邦的宫廷园丁，阿卡德人。虽然出身低微，但他却最终当上国王，并称自己为“天下四方之王”。这尊空心的青铜铸像表现了萨尔贡的后代——一位阿卡德君主的英俊形象。头像的嘴唇、鼻孔、面颊和眼窝部分的现实主义创作手法使这件艺术品与早期粗糙的雕塑截然不同。

苏美尔神话传说

苏美尔人的神话传说引起了人们特别的兴趣。苏美尔神话中提到，神创造了万物和人，可是人由于自作聪明，犯下罪孽。于是，神决定用洪水来惩罚人类。在大洪水中，只有织工塔克图克一个人得以幸存。可后来塔克图克又因为偷吃禁果而受到神的惩罚：他和他的后代都不能获得永生，而且经常会遭到病痛的折磨。这与基督教《圣经·旧约》中的大洪水灾难和亚当、夏娃偷食禁果的故事十分相似。所以人们认为，圣经故事最初的源头很可能就是苏美尔神话。



记载有神话传说的苏美尔泥板书



冒犯上帝的城市

探索古代巴比伦文明

巴比伦古城遗址在今天的伊拉克首都巴格达以南约90千米的地方。数千年前，这里诞生了一个强盛文明，带给人类历史空前的辉煌。人们把这个古老的文明称作“巴比伦文明”。巴比伦城最初只是两河流域美索不达米亚平原上的一个无名小城，后来不断发展壮大，成为两河流域的一颗明珠。《圣经》中把这里称为“天堂”，但这座“天堂”同时也被人们称为“冒犯上帝的城市”。这个谜一样的古代名城永远散发着来自远古文明的神秘魅力。

古巴比伦王国

约公元前1894年，两河流域中部的阿摩利人以幼发拉底河畔的巴比伦城为中心，建立了一个王国，史称古巴比伦王国。第六代国王汉谟拉比在位时，国势日益强盛。汉谟拉比经过30多年的征战，基本上统一了两河流域，建立了一个强大的专制集权的奴隶制国家。公元前1595年左右，古巴比伦王国遭外族入侵而灭亡。

巴比伦人的宗教建筑
“马尔都克”是巴比伦城的守护神。它的神庙是城内最神圣的建筑，高达80多米，相当于今天一座20多层的摩天大楼。有人认为这座神庙就是传说中的巴别塔，但也有人不同意这一说法。

伊什塔尔门
伊什塔尔门是巴比伦城的北城门，最为著名。在巴比伦神话中，伊什塔尔是掌管战争和胜利的女神，城门由此得名。伊什塔尔门高达12米，宏伟壮丽。城门分为两层，每层都有4个望楼。

巴比伦城的街道
“圣道”是巴比伦城的第一大街，呈南北走向，直达马尔都克神庙，也是新年时马尔都克神像经过的“游行大街”。街面主要由灰色和粉红色石板铺成，更为华丽的是街道两边的墙上装饰着刻有各种神兽的彩色浮雕，这些神兽形态威猛，约有数百头之多。

建筑装饰
伊什塔尔门的外壁是用色彩艳丽的彩釉砖砌成的。门墙和塔楼上镶嵌着藏青色的琉璃砖，砖上饰有狮、豹、野牛等各种兽类的浮雕。每块浮雕高约90厘米，共有500多块形态各异的浮雕。整个城门在阳光照耀下光彩夺目。

新巴比伦王国

约公元前626年，迦勒底人建立了一个新王国，定都巴比伦城，史称新巴比伦王国。在国王尼布甲尼撒二世（约前605～前562年）统治时期，王国达到鼎盛。尼布甲尼撒二世大兴土木，对巴比伦城进行改建和扩充，将之建成当时世界上最雄伟豪华的城市之一。然而仅仅几十年后，也就是公元前539年，波斯人占领巴比伦城后，这座城市就逐渐衰落了。



实行法治的国王
古巴比伦王国的国王汉谟拉比是一位具有军事和治国才能的君主。为了在统一疆域之后能够平定内乱，他制定了一种“公平的法律”，并将它推广到全国各地。汉谟拉比是西亚历史上最早实行法治的一位国王，自称是“太阳神最宠爱的牧羊人”。

城市规划
巴比伦城是当时世界上规模最大的城市之一。幼发拉底河把整个城区分成两个部分，河西为新城，河东为旧城。整个城市被一条长约18千米、高约3米的城墙环绕着，城墙上大约每隔44米就有一个塔楼，由卫兵轮流值守。

空中花园
被誉为世界古代七大奇迹之一的“空中花园”是巴比伦城最杰出的园林建筑。传说，它是尼布甲尼撒二世为了安慰思念家乡的美丽王妃而修建的。由于整座花园建在一个高高的城楼上，比城墙还高，远远看去就像悬挂在半空中，因此被称为“空中花园”。

巴别通天塔的传说

传说，人类的祖先最初讲的是同一种语言，他们在两河流域的肥沃土地上定居了下来。后来，他们的日子越过越好，还决心修建一座可以通往天堂的高塔，这就是巴别通天塔。上帝知道后又惊又怒，认为这是人类虚荣心的象征。于是，他决定让人类的语言发生混乱，使人们相互言语不通，这样巴别塔就无法建造下去了。由于巴比伦人冒犯上帝，受到惩罚，因此人们就把巴比伦城称为“冒犯上帝的城市”。



通天之塔
“巴别”在巴比伦语中的意思是“神的大门”。这是尼德兰画家彼得·勃鲁盖尔笔下的巴别塔。为了表现高耸的巴别塔，勃鲁盖尔以宏大的构图来处理这个富有幻想意味的场面。在塔顶处，他用云彩拦腰截去一个顶部，并在云层上画了一个隐约可见的塔顶，以示该塔已建到可怕的高度。

灌溉设施
“空中花园”设置有精妙的供水系统。花园底部建有水房，水房中安装着压水机，压水机将地下水压到最高一层的储水池，水再通过四通八达的水槽流到花园中进行灌溉。



石碑上的汉谟拉比头戴王冠，身穿长袍，举起右手，正站在太阳神前面宣誓。太阳神则坐在宝座上，头戴螺旋形的高帽。这是一幅神圣的“君权神授”的场面。

汉谟拉比法典
汉谟拉比国王最大的贡献是颁布了《汉谟拉比法典》。法典刻在这根高22.5米，上部周长1.65米，底部周长1.9米的黑色玄武岩柱上。法典用阿卡德语写成，分为前言、正文、结束语三个部分。正文共有282条内容，包括诉讼、租佃、雇佣、继承、债务等方面的内容，是世界上现存最完整的一部古代法典。

血腥的“狮穴”

探索古代亚述文明

亚述王国的都城尼尼微是《圣经》中先知约拿布道的城市，与《圣经》一起被人们传诵了千余年。1845年，一位名叫莱亚德的英国考古学家按照《圣经·约拿书》中对尼尼微城址的描述，来到了伊拉克的摩苏尔。在流经摩苏尔的底格里斯河左岸，有一个名为“库容吉克”的小山岗。莱亚德对这个山岗进行了长达六年的发掘，终于找到了亚述王国的宫殿和部分藏书室，证明这里就是亚述王国的首都尼尼微。根据藏书室中的泥板书，人们了解到了关于亚述王国的传奇历史。这是一个残暴嗜血的国家，以致于其都城被人们称为血腥的“狮穴”（即尼尼微之意）。

亚述王国的崛起

亚述人是居住在两河流域北部的一支闪族人。约公元前20世纪早期，他们就建立了自己的国家。但在很长一段时间里，亚述人一直受到苏美尔人、阿卡德人、阿摩利人、赫梯人、喀西特人等异族人的侵犯。公元前14世纪中期，他们得到了崛起的机会。他们以铁制武器装备自己，开始了对外扩张。亚述军队凶猛无比，野蛮地屠杀被征服地区的人民，使许多城邦闻风而降。

尚武的民族

亚述人是一个出色的武士民族，这不是因为他们在种族上不同于所有其他的闪族人，而是由于他们特殊的生活环境。他们偏居于底格里斯河上游的小块高地上，土地资源十分有限，还经常受到敌对民族进攻的威胁，这就养成了他们好战的习性和侵略的野心。每一次成功的征服都刺激着他们的野心，使之更加膨胀起来，也使尚武主义的链条拴得更紧了。

半人半兽的形象

亚述人崇尚一种名为“舍都”的神兽，它有着半人半兽的奇特形象，由人的头部、鹰的翅膀和雄狮的躯体组合而成，透射出一种神秘的力量。这个大理石浅浮雕表现的正是“舍都”神兽，是公元前8世纪的亚述作品。不过，神兽的头却是埃及法老的形象，这是埃及文化对亚述文化影响的结果，因为亚述人曾占领过当时埃及的首都底比斯。



军队兵种

亚述王国常备军的规模大大超过了两河流域的其他民族，其军队的兵种是当时世界上最为齐全的，分为战车兵、骑兵、重装步兵、轻装步兵、工兵等等。亚述士兵行军非常迅速，就是在遇到大河之类的天险时也毫不受阻。因为先行的工兵会把无数个充气皮囊连接起来，从此岸排到彼岸，上面再铺上树枝，就这样搭成一座简易实用的浮桥，供军队通行。



攻城武器

亚述军队拥有当时世界上最强大的攻城武器。一种叫攻城机，是亚述军队特有的一种攻城器械。它由巨大的木框组成，外面裹着潮湿的兽皮，正前方装有青铜制成的攻城锤，攻城时用来撞击城墙，木框里还装有弓箭手。另一种叫投石机，里面装着一种特制的转盘，上面绞着马鬃和橡树皮编成的绳索。只要用力一拉，就能射出威力无比的石弹。

军队装备

亚述军人拥有无可匹敌的军事优势。除了高超的作战技术外，他们还拥有完备而优越的武器装备，其中有铁剑、强弓、长矛、撞墙锤、战车、金属胸甲、盾牌、头盔等等。

野蛮的屠杀

亚述人对战败而不肯投降的国家，报复极其残酷。破城之后，士兵们残忍地对待被征服国家的人民，割断他们的喉管，敲碎他们的头颅，火烧他们的房屋，抢走他们的财产。亚述人认为血腥的统治是安全和权力的保证。

“恐怖主义”的亡灵

亚述人本指望军事强盛会带来权力和安全，到头来却为此招致灭顶之灾：因为尚武而忽视了国家经济和政治的发展，亚述王国逐渐走向了衰败。最终，亚述人就在对战争的狂热与血腥的迷恋中，遭受了与被征服民族同样的命运。

亚述文明的浮雕艺术

亚述人在艺术方面以浮雕较为突出。亚述浮雕以宏大的构图和细腻的刻画铭记了国王的伟大功业和历代王国的兴衰荣辱，其中最吸引人的是表现国王猎狮的浮雕。国王的猎狮行动是亚述人最严肃的战斗仪式。在这类浮雕中，雕刻家通过人物和动物身体结构的细微表现，以及对体积感的强调和肌肉的夸张表现，赋予浮雕形象以遒劲而蕴藉的张力。



这是尼尼微宫殿遗址中的一幅制作于公元前7世纪的浮雕。它描绘的是亚述国王正在参加一项王室的猎狮行动。

强盛与衰落

亚述国王提格拉特·帕拉沙尔三世（前746～前727年）统治时期，对行政、军事和统治政策进行改革，并在世界历史上首创工兵，使亚述王国强盛。后经几代国王的武力扩张，王国的领土空前广袤，亚述终于成为两河流域的军事强国。公元前7世纪后期，亚述帝国的经济力量被多年的战争消耗殆尽，其军事威力也已成强弩之末。公元前612年，迦勒底人和米底人联合起来攻陷尼尼微，亚述王国土崩瓦解。



“尼姆德鲁的蒙娜丽莎”

亚述文化受益于腓尼基文化，这个在亚述尼姆德鲁古城遗址中发掘出来的象牙雕刻品，正是深受腓尼基风格影响的亚述文化成果。雕像的主体部分是一位微笑的亚述少女的脸，被人们称为“尼姆德鲁的蒙娜丽莎”。该作品原藏于伊拉克博物馆，但在2003年的伊拉克战争中遭当地人抢劫。

擅长航海的地中海商人

探索古代腓尼基文明

腓尼基位于地中海东岸北部，即现今的叙利亚和黎巴嫩沿海地带。腓尼基人也许没有苏美尔人或埃及人那样悠久的历史和灿烂的文明，但在3000年以前，他们却是世界上最精明、最成功的商人和最著名的航海家。他们驾驶着狭长的船只驶遍地中海的每一个角落，他们的商人在地中海沿岸的每一个港口做生意。在古代世界，腓尼基人的影响无处不在，然而我们对他们了解多少呢？



惊险的场面
这是腓尼基人的雕塑艺术品，表现了一头狮子撕咬一个少年的惊险场面。

商业民族

“腓尼基”是古希腊语的音译，意思是“紫色之国”。这是因为腓尼基人能用一种叫作骨螺的贝制造出昂贵的紫红色染料。公元前20世纪初，这里先后出现一些奴隶制城邦。由于腓尼基东通巴比伦，西临地中海，北接小亚细亚，南连巴勒斯坦和埃及，地处海陆交通的中心，而且当地所产林木又特别适合于造船，所以腓尼基人很早就开始从事航海经商活动，成为地中海地区最活跃的商业民族。

港口城市
腓尼基人在地中海东海岸被称作“腓尼基海岸”的土地上，建立了许多港口贸易城市，其中著名的有推罗、西顿、乌加里特、毕布勒、泰尔等。这些城市非常繁华、富庶。每个腓尼基城市都是一个独立的国家，居民们推选自己的国王，崇敬自己的保护神。

迦太基城
公元前814年，来自泰尔城邦的腓尼基人修建了迦太基城。后来，迦太基开始崛起，称雄于地中海，并逐渐发展出了自己的文化，也就是罗马人所说的布匿文化。公元前202年，罗马人焚毁了这座最后的腓尼基之城。



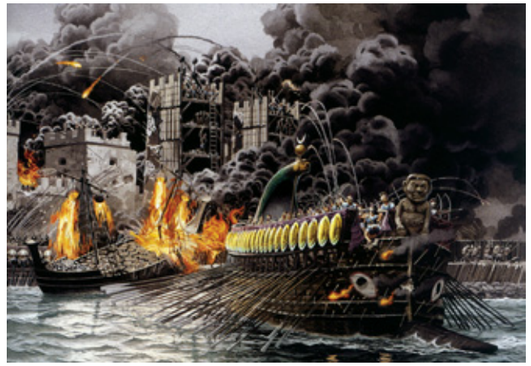
珍贵的色彩
这袭华丽的紫红色丝绸是用一种古老的方法染制的。染料取自图中骨螺的腺体，这种骨螺出产于古代腓尼基人生活的地区。几千年前，世界上只有腓尼基人能够生产与出口这种令人梦寐以求的紫红色布料，也只有最富有的顾客才买得起这种极品织物。

航海技术
腓尼基人有着丰富的航海经验，在航行中依靠太阳和“腓尼基人的星”——北极星的位置，并根据所熟悉的海岸地形与地貌来辨别航行的方向。

繁荣的贸易
腓尼基人贩卖的商品荟萃了世界各个地方的特产：有来自远东和印度的谷物、酒类、纺织品、地毯和宝石；有来自黑海的铅、黄金和铁；有塞浦路斯的铜、柏树和玉米；有非洲的盐、象牙和奴隶；有西西里岛的酒和油……

腓尼基字母

腓尼基人在公元前13世纪左右发明了一套拼音字母，这是他们对人类文明最大的贡献。腓尼基人从事商业活动时，非常需要一套简单明了、书写方便的文字体系。他们对西奈字母和楔形文字进行改造，逐渐形成了22个腓尼基字母。后来，希腊人在这套字母表的基础上，创造了希腊字母，而罗马人又在希腊字母的基础上创造了拉丁字母。所以现今欧洲各种文字的字母都源出于古代腓尼基字母。



毁灭性的惨败
公元前3世纪，罗马和迦太基发生了几番冲突，史称布匿战争。著名的迦太基将军汉尼拔几乎征服了整个罗马，但公元前202年的一场战斗中，他却被彻底打败了。这是罗马军队进攻迦太基城的情景。

腓尼基人的船
腓尼基人的船是当时世界上最好的海船，船头往往雕刻着一个高高昂起的鸟头，船尾竖着一条鱼尾巴。他们就驾驶着这种半鱼半鸟形状的航船，在大海上乘风破浪。

环非航海
公元前7世纪，腓尼基船队曾环绕非洲航行。他们从埃及港口出发，经红海入印度洋，绕过非洲南端后经大西洋、地中海返回，前后历时3年，创造了世界航海史上的奇迹。

来自埃及的象牙

打包的紫色布料

来自塞浦路斯的铜

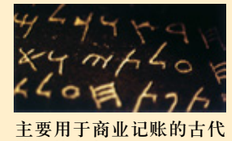
腓尼基当地所产的雪松木

来自印度的美酒

来自东方的精致地毯

奇特的“哑巴交易”

古希腊历史学家希罗多德曾经记下腓尼基人与西非黑人之间进行的奇特的“哑巴交易”。当腓尼基人的商船抵达目的地，在海滩上卸下货物后，他们就返回自己的船上，升起一缕黑烟作为信号。当地人看到黑烟后就纷纷来到海滩边，在腓尼基人的货物旁放上一些金子，然后躲进树林中。接着，腓尼基人再次上岸，如果他们对当地人放的金子很满意，就收起金子离开，如果不满意，就再回到船上等待，直到当地人增加的金子使他们满意为止。



主要用于商业记账的古代腓尼基文字

石刻破译所开启的秘密

探索古代波斯文明

古波斯文明已失落了两千余年，古波斯的楔形文字也早已成了一种“死文字”。对于大多数人来说，古波斯是相当陌生的，我们又该如何透过几千年的迷雾来了解这一古老的文明呢？1835年，人们在伊朗境内克尔曼沙城的贝希斯敦村附近发现了一处大型摩崖石刻。该石刻上半部是一幅浮雕图案，下半部是用古波斯语、埃兰语和阿卡德语三种楔形文字写成的铭文。通过对贝希斯敦摩崖石刻铭文的破译，考古学家为人们打开了尘封的古波斯帝国的秘密，逐渐展现出一幅清晰壮观的历史画面。



朴素的陵墓
这个以巨石构筑的殡葬室建在一个有台阶的平台上。据说，这就是有“宇宙四方之王”之称的古波斯国王居鲁士的陵墓，但在战争中阵亡的他未曾落葬于此。

宇宙四方之王

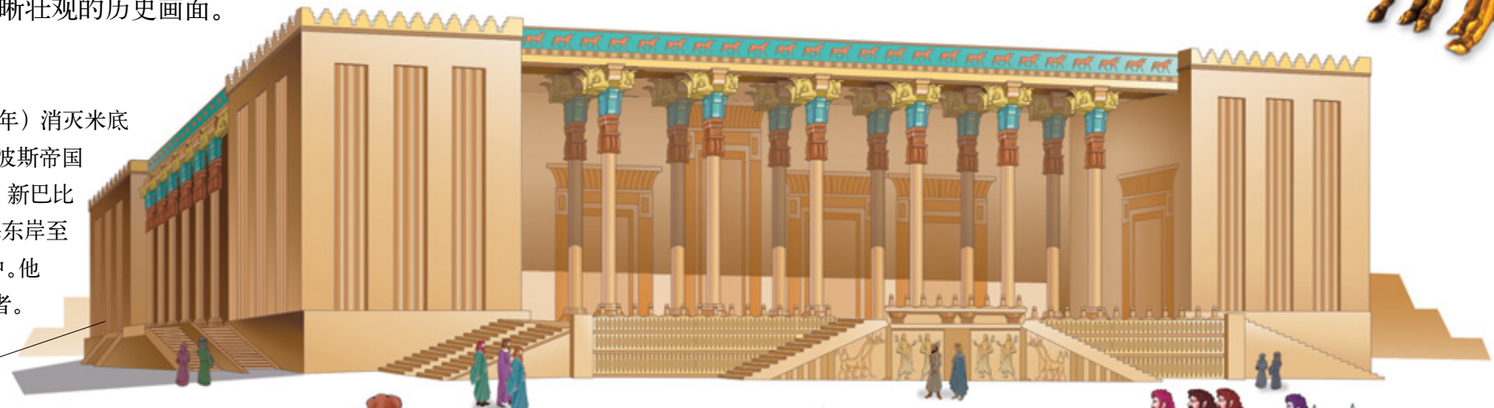
公元前550年，居鲁士（约前600～前529年）消灭米底王国，建立阿黑门尼德王朝，定都苏撒，是为波斯帝国之发端。此后，居鲁士陆续灭掉了吕底亚王国、新巴比伦王国，降服了犹太和腓尼基等民族，把地中海东岸至中亚的广阔地区、众多民族都统一到波斯帝国中。他还自称为“宇宙四方之王”，也就是宇宙的统治者。公元前529年，居鲁士在一次作战中兵败身亡。

大流士一世的改革

公元前522年，大流士（前522～前486年在位）当上了波斯国王，史称大流士一世。大流士一世继续实行居鲁士大帝的对外扩张政策，建立起一个东到印度河流域、西至小亚细亚、南临埃及横跨欧亚非三大洲的大帝国。为了有效地统治庞大的帝国，大流士一世进行了一系列改革。他把整个帝国分为20多个行省，派总督去管理；制定统一的铸币制度，金币“大流克”通行帝国全境；修建畅通的御道，以便调遣军队，传达政令。



古代世界的联系枢纽
古代波斯人控制着从印度到地中海的全部贸易。这个富裕的世界性帝国把那个时代大部分的古代文明联系起来。这个古代波斯的精美手工艺品——金制战车就汲取了那个时代的多元文化特色。



宫殿建筑群
整个波斯波利斯王宫是一组设计严谨的巨大建筑群。它主要由两种不同风格的建筑物组成：一种称为“塔恰拉”，是国王的寝宫；一种称为“阿帕丹”，是国王的接见大厅，可容纳1万人。

波斯波利斯宫殿
公元前520年，大流士一世开始修建波斯波利斯宫殿。整个工程历经三代国王，持续70年之久才竣工。这座宫殿选在一个僻静处，离其他任何城市都有一定的距离。在很长一段时间内，波斯波利斯宫殿一直是波斯国王的“乡村宫殿”。



建筑遗址
波斯波利斯宫殿还残存了部分建筑物。图为一个巨大的露天平台，有曲折的阶梯通往平台，阶梯边的墙上刻有狮子斗牛图案的浮雕。波斯帝国的士兵和进贡者的长队拾级而上，朝见国王。

政治制度
大流士一世把他庞大的帝国分成许多地区，每个地区由一个地方统治者治理，称为总督。朝廷大臣们则对总督进行监视，以确保他们对国王忠诚。

帝国交通
大流士一世修建了横跨帝国全境的平坦御道，形成一个巨大的道路网。在当时那个几乎没有道路、人们也极少外出的时期，此举无疑是一个巨大的成就。其中有一条道路是专门为波斯波利斯宫殿修建的，连接着首都苏撒和波斯波利斯。

朝见仪式
每当波斯最重要的节日——新年节来临时，帝国各地的官员和各民族的上层分子都会带着礼物或贡赋来朝见国王。

破译贝希斯敦石刻

贝希斯敦石刻包括浮雕和铭文两部分。浮雕上刻着大流士一世和九个被俘首领的形象，铭文则用三种文字记述了大流士一世平叛得胜的事迹。石刻高约8米，宽约15米，高悬在距地面90多米的岩壁上。英国学者罗林逊冒险登上悬崖，拓下了全部铭文。经过十余年的悉心研究，他终于释读了其中的波斯文，进而释读了其他两种文字。罗林逊对波斯文的成功破译使得一片片刻有楔形文字的泥版书变成活的文献材料，开始向人们述说两河流域乃至整个西亚的历史了。



精巧的波斯铜制工艺品

第二章

2 古埃及文明
ANCIENT EGYPT CIVILIZATION

“士兵们，4000 年的时间自这些金字塔顶俯瞰着你们。”！

——拿破仑·波拿巴(法)

对于今天的人类而言，古埃及是一个沉默的世界。在 1000 多年前，古埃及文明就凝结在时空之中，成为一具文明的木乃伊。那些形象生动的象形文字、特殊的思维和表述方式，随着一批又一批外族人的到来而渐渐沉寂，直至无人知晓。时光之车呼啸而过。近 200 年来，探险家、考古学家、语言学家、历史学家们一步步走近古埃及，金字塔、木乃伊、象形文字、神庙等等逐渐清晰地展现在我们面前。但当古埃及人的生活场景越来越全面地得到复原，当古老的文献逐一被解读出来时，人们心中的疑问仍然没有消除：古老的埃及文明为什么会在历史长河中沉没？在那些奇异的习俗背后，有着怎样一个精神世界？是什么力量促使古埃及人不懈地架构通往来世之路，一次又一次地实践渡往彼岸的梦想，留下一个又一个像金字塔这样“永久的居所”？带着这些疑问，我们走进古埃及人的世界，试图去探索金字塔和木乃伊所寄托的信仰、期待和愿望，去感悟古埃及人独有的精神特质。

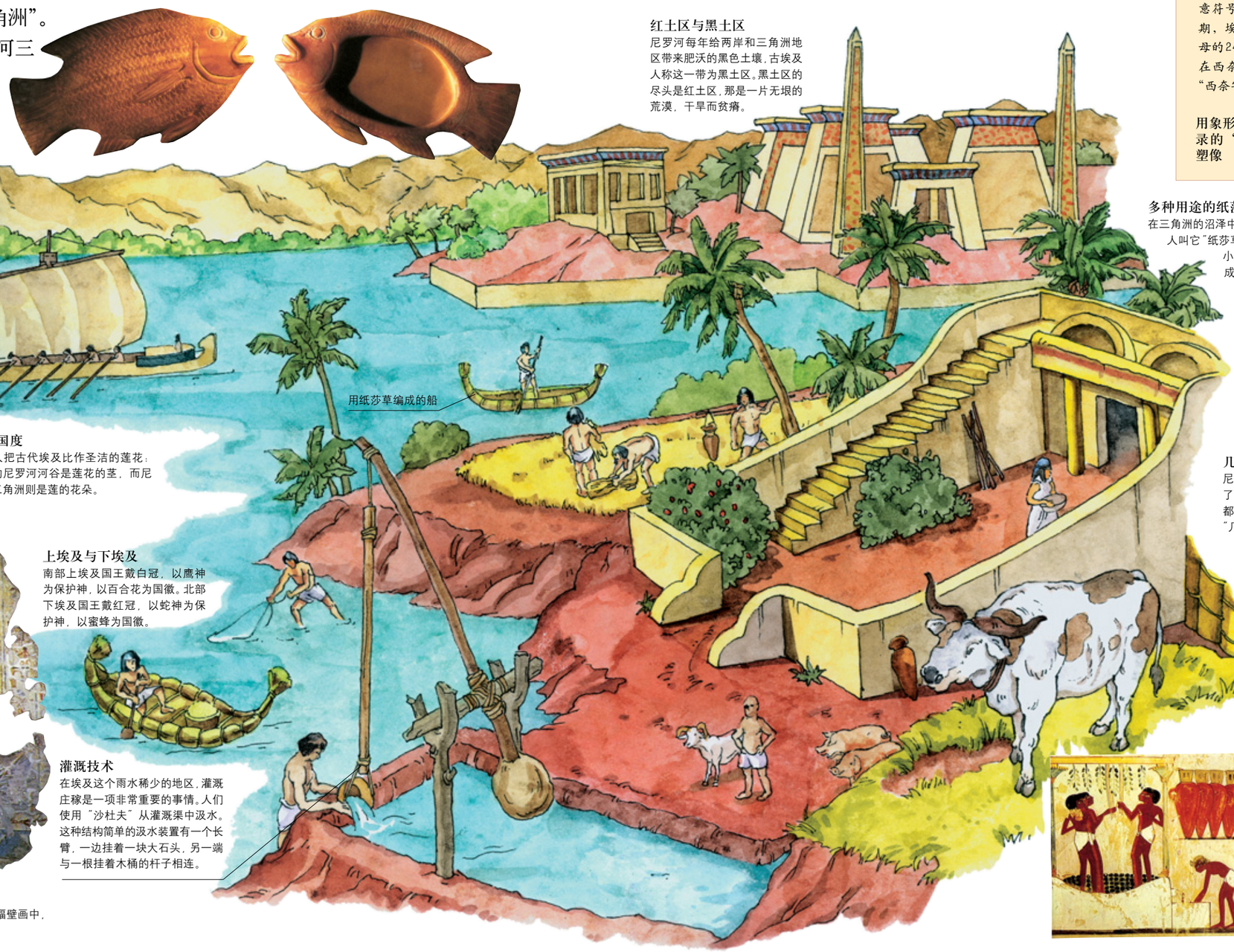
尼罗河的赠礼

探索古埃及文明的形成

埃及位于非洲大陆的东北部。世界最长的河流——尼罗河由南向北横穿埃及，流入地中海。在距离入海口150千米左右的地方，尼罗河分成两个主要水道，再加上其他许多小支流，在平原上呈扇形展开。这一地区被称为“尼罗河三角洲”。古代埃及文明就是在尼罗河两岸和尼罗河三角洲发展起来的。古希腊学者希罗多德曾有一句名言：埃及是尼罗河的赠礼。这究竟是怎样的一份厚礼呢？

尼罗河与埃及

尼罗河对于古埃及文明的形成至关重要。每年7月雨季到来时，上游的雨水造成尼罗河泛滥，把下游沿岸谷地和三角洲变成水乡泽国。到11月，河水退落，两岸留下一层肥沃的黑色腐殖土，非常适合农作物的生长。农业村庄因此在河流两岸发展起来，人口迅速增长。不久，国家建立起来了。



埃及统一的象征
这个相互契合的鱼形雕塑象征着过去各自独立的上埃及与下埃及实现了大统一。

红土区与黑土区
尼罗河每年给两岸和三角洲地区带来肥沃的黑色土壤，古埃及人称这一带为黑土区。黑土区的尽头是红土区，那是一片无垠的荒漠，干旱而贫瘠。

用纸莎草编成的船

莲的国度
现代人把古代埃及比作圣洁的莲花：狭长的尼罗河河谷是莲花的茎，而尼罗河三角洲则是莲的花朵。

上埃及与下埃及
南部上埃及国王戴白冠，以鹰神为保护神，以百合花为国徽。北部下埃及国王戴红冠，以蛇神为保护神，以蜜蜂为国徽。

灌溉技术
在埃及这个雨水稀少的地区，灌溉庄稼是一项非常重要的事情。人们使用“沙杜夫”从灌溉渠中汲水。这种结构简单的汲水装置有一个长臂，一边挂着一块大石头，另一端与一根挂着木桶的杆子相连。

狩猎活动
在尼罗河三角洲的沼泽地中，要想抓住野生动物需要高超的技巧。在这幅壁画中，猎人试图通过投掷一种弯曲的棍子而击中飞鸟。

古代埃及的历史

公元前4000年左右，尼罗河两岸出现了几十个小国家。它们经过互相兼并，形成了上下埃及两个王国。北部地区为下埃及，南部地区为上埃及。公元前3100年左右，上埃及国王美尼斯征服下埃及，实现了埃及的统一，自称“上下埃及之王”。此后，埃及先后经历了31个王朝。但在后来，埃及人依次被亚述人、波斯人、马其顿人等外族人所征服。公元前30年，它成为罗马帝国的一个行省。

象形文字与西奈字母

文字的出现是人类进入文明时代的重要标志。公元前3500年以前，埃及人就已发明了象形文字。对于简单的事物，他们用一个相应的图形表示，如表示太阳，就画一个圆圈，中间加上一点。对于复杂的事物或抽象的概念，就用几个图画符号结合成一个复杂的表意符号。大约在中王国时期，埃及又出现了类似字母的24个辅音符号，因其在西奈半岛发现，故称“西奈字母”。



用象形文字作记录的“书写官”塑像

多种用途的纸莎草
在三角洲的沼泽中，很常见的植物是一种高高的芦苇，埃及人叫它“纸莎草”。它有多种用途：茎可以用来编织草垫、小船及日常用具；茎内部的柔软部分被切割成薄薄的细条，用来制作写字用的纸张。

农业活动
尼罗河把农民的年历分成三季：7～10月为“泛滥季”，两岸受淹，农民停止一切农耕活动；11～翌年2月为“退水季”，农民们开始耕耘播种；3～6月为“收获季”。

几何学的产生
尼罗河每年河水泛滥后，两岸的农田就成了一片漫无边界的淤泥之地。埃及人每年都要重新丈量土地，由此便产生了几何学。“几何”原意就是“土地测量”。

劳作生活
古埃及的农民们在富人的大农庄里辛勤劳作。他们正在采摘葡萄准备酿酒。他们先将已经成熟的葡萄摘下来，再用脚踩踏葡萄，然后把挤压出来的葡萄汁用陶罐装起来发酵，最后就制成了美味的葡萄酒。



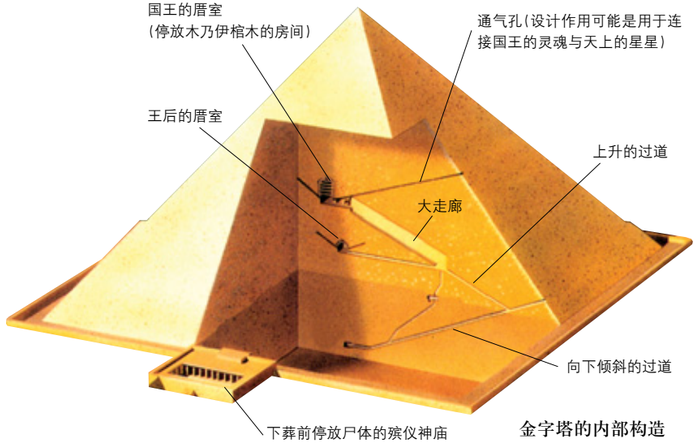
金字塔工程

探索古埃及法老的陵墓

金字塔是古代埃及人安放国王木乃伊的巨型墓葬建筑，因其形似汉字的“金”字，中国人称之为“金字塔”。埃及法老死后，他的木乃伊将连同他生前的财产一起埋葬在金字塔陵墓里，由此开始他死后的天国旅程。约在埃及古王国第三王朝至第六王朝期间（前2686～前2181年），统治者们竞相建造金字塔以显示自己永久无上的权威，使金字塔建造臻于鼎盛，故有“金字塔时代”之称。著名的胡夫金字塔就建于这一时期。



珍宝华光
金字塔中的古物跨越了数千年的时光，依然光芒四射。一个从金字塔陵墓中出土的女性丧葬面具，以亚麻和熟石膏制成，表面绘彩并镀金，绚烂夺目。这些丰富的杰作使古代埃及历史活生生地展现在人们面前。



金字塔的内部构造

金字塔的建造之谜

埃及金字塔被认为是世界古代七大奇迹中年代最久远，也是保存最完整的一个。许多人难以相信4500年前的古埃及人能够建造如此庞大而精美的建筑。有人认为埃及金字塔是地外文明指导地球人建造的，也有人认为它们是地球前一次高度文明所遗留的，但埃及人坚信金字塔是古埃及人自己所建。科学家们经过大规模的考古研究与实践，在今天已能够描摹出金字塔建造的全过程。

吉萨三大金字塔

埃及现存有80多座金字塔，而最著名的是位于开罗附近的吉萨三大金字塔，它们是为前后相继的三代法老——胡夫、哈夫拉和门卡乌拉所建造的。这三座一字排开的金字塔成了埃及的象征。其中，耗时30年建造的胡夫金字塔堪称埃及金字塔之首，素有“大金字塔”之称。古代埃及人究竟如何以人力采伐、运输巨石并将之建造成数百米高的金字塔呢？这成为人类历史上最大的谜题之一。

开采巨石
修建胡夫金字塔所需要的500余万吨石头都来自吉萨附近的采石场。由于铜是当时古埃及人掌握的最硬的金属，因此采石工人采用铜制的凿刀为工具。他们用铜凿刀将巨石凿开小孔，打入木楔，并在上面浇水，木楔浸水膨胀的力量可以将石块胀裂。

长长的坡道
当金字塔的雏形逐渐显现时，就需要建造长长的坡道，以便工人把石块通过坡道斜面运到高处。据估计，斜坡的长高比例是10：1。这是保证运输方便和使用最少的建筑斜坡材料的最佳比例。当金字塔逐渐变高时，更经济的螺旋形坡道就取代了斜坡。

胡夫金字塔
在1889年法国埃菲尔铁塔建成以前，胡夫法老的大金字塔一直是地球上最高的建筑物。如果用这座金字塔的所有石块铺一条一尺宽的道路，那么这条路可以绕地球一周。



阶梯金字塔　　弯金字塔　　真正的金字塔

金字塔外形的演变
最早的金字塔是阶梯形的，此后发展出了弯金字塔，最后才形成了我们今天看到的金字塔。



狮身人面像
狮身人面像是第四王朝国王哈夫拉金字塔群建筑遗迹中的重要遗迹，坐落在哈夫拉金字塔的东侧。其造型表示以狮子的力量配合人的智慧，象征着古代法老的智慧和权力，永远面向东方太阳升起之处。石像高20米，长57米，除两只前爪外，整个狮身人面像是用建筑金字塔时留下的一块天然巨石雕成的。

运输巨石
开采下来的石头每块的重量都超过了1吨，因此运输成了一个大问题。吉萨当地产一种特别的黏土，在黏土铺就的路面上洒水，沉重的石块就可以在上面滑行。在不适宜洒水的地方，工匠们就在路面上铺圆木，让巨石在圆木上滚动前进。

猎户星座

金字塔与星象
从金字塔墓室内的象形文字中，人们了解到古埃及人把金字塔的建筑方位与星象紧紧联系在一起。有些科学家认为，吉萨的三座大金字塔是依照猎户座的三颗星形成的“腰带”形状排列的。三座金字塔排成一线，最小的一颗，稍稍偏左。这与星座中“腰带”部位的三颗星的位置排列一模一样。

打磨加工
巨型石块集中到建造金字塔的现场后，就由专门的石匠切削加工。他们仅使用三角板、铅锤、铜凿刀等简单工具，就可以把每块石头打磨得平整光滑，使石块与石块之间衔接紧密。直到现在，人们也很难把薄而锋利的刀刃插入石块之间的缝隙。

永生的梦想

探索古埃及人的宗教信仰

当人在世上的日子结束后，会是怎样的一种情况？人有灵魂吗？灵魂如果存在，将会在何处生存？在这些问题上，古代埃及人有自己的想法，由此也形成了独特的宗教信仰。他们建造了金字塔，制作了木乃伊。木乃伊是古代埃及人留给世界的神奇遗迹——这种技术可以使尸体保存数千年而完好无损。古代埃及人为什么要制作木乃伊呢？他们想象中的死后世界是怎样的呢？

为了永生

古代埃及人相信，人的生命主要由“卡”和“巴”两种不同性质的灵性部分组成。“卡”是与生俱来的生命力，死后会离开身体；“巴”则类似灵魂。为了得到永生，人死后要将“卡”和“巴”重新结合在身体里，因此必须妥善保存遗体。穷人死后葬在沙漠中，遗体放在沙堆里得以干燥保存，而富人死后则制成木乃伊，与他生前使用的日常用品一起埋葬。



神的行程

古埃及人一般以船只作为主要交通工具。他们相信太阳神阿蒙·瑞每 24 小时就完成绕天一周的旅程，就像埃及人在尼罗河上乘船航行一样。晚上太阳神会航行穿过冥世，日出时就离开。



称量人心

这是死者在冥间旅程中所要经受的最严峻的考验，他的心将受到严格而公正的审判。那些没有犯下罪孽的人将通过考验，在神的指引下复活，得到永生。

通往冥界的旅程

古埃及人认为，死者在永生之前要接受铁面无私的死神判官——阿努毕斯的审判。阿努毕斯用真理作砝码，称量死者的心脏，评判死者在人间的作为。只有善良的人才可以得到永生，而邪恶之人和他的心则被喂给吞食死人的神兽阿米，死者从此形神俱灭。木乃伊的棺椁上所刻的各种咒语符号，就是用来保佑死者在冥间旅程上一路平安的。



送葬队伍

新王国时期，法老的木乃伊被制作好之后，先送到阿蒙大神庙停放，然后由庞大的送葬队伍横渡尼罗河，送往帝王谷埋葬。



防腐制尸工场

在制作木乃伊的场所里，两个负责防腐包扎、制作木乃伊的祭司正在工作间紧张地工作。在这里，各种用于制作木乃伊的特殊工具和器皿一应俱全。

第一步：清洁尸体

在助理祭司朗诵经文的声音中，其他祭司实施制作木乃伊的第一步——用天然碳酸钠的水溶液清洗死者的身体。

第二步：摘除内脏

一位祭司在死者腹部左下角画上一条线。然后，另一位名叫“掌刀者”的祭司沿线切开腹部，取出死者的胃、肠、肺和肝。脑子要被特殊的钩子从鼻腔中钩出，而心则留在身体里，预备在冥间旅程中接受审判。

礼葬瓮

所摘除的四个内脏器官进行防腐处理后，被分别装进四只“礼葬瓮”里。每个瓮盖都是神的头部形象。

第三步：干燥处理

祭司用棕榈酒洗涤尸体后，再铺上碳酸钠（一种天然盐）来吸收尸体中的水分。这个过程需要 40 天左右的时间。



带着胡狼面具的祭司

主管木乃伊制作的祭司带着象征死亡和引导亡灵的神——阿努毕斯的胡狼面具。

第四步：用绷带包扎

当尸体完全干燥后，祭司用香油涂抹尸身，并把香料和锯木屑塞进尸体内将尸体撑起来。最后，他们用浸过树脂的亚麻布条把尸体一层层缠裹起来，并在布条间放一些护身符，然后把木乃伊放进棺木内封好。

第五步：开嘴仪式

这个仪式是制作木乃伊最后阶段中最重要的一步。当祭司向尸体洒水及用特别工具触碰木乃伊的嘴唇时，旁边的人随即诵念咒语。人们相信不经过这个仪式，死者在冥间便不能饮食或活动。

木乃伊的传说

传说，古埃及人所信仰的太阳神阿蒙·瑞派奥西里斯和伊西丝前往埃及教导埃及人美和善。奥西里斯被嫉妒心重的兄弟赛特杀害。赛特把奥西里斯的尸体肢解成 14 段，分别抛弃于各地。伊西丝寻遍全国，把每一段都找回来，将之连接起来，并用布条包好，制成一具木乃伊。伊西丝随后变成鸟，用翅膀拥抱奥西里斯，使他复活再生。



法老棺椁上的精美饰物

暗杀图坦卡蒙

探索古埃及法老的死亡之谜

在埃及这块神秘的土地上，遗留着一桩3300年前的皇室谋杀案。图坦卡蒙，世人对这位法老的印象大都来自那只举世闻名的黄金面具，但同时留下悬念的还有他的死亡之谜。1922年，英国考古学家霍华德·卡特发掘出了图坦卡蒙的陵墓。1968年，英国考古学家哈里森使用X光射线对图坦卡蒙的木乃伊真身进行扫描时，发现死者的头骨底部有一处反常的密度集中区域，这是大脑隔膜下部出血所造成的，而出血的原因则可能是由于脑后部遭重击所致。这暗示着图坦卡蒙很可能是被人谋杀的！

法老图坦卡蒙

图坦卡蒙9岁登基，执政期为公元前1336年至公元前1327年。在他执政的近10年间，以宰相艾和军队统帅霍朗赫布为首的大臣们以他的名义统治着王国，他们的权力欲不断膨胀。当图坦卡蒙日见成熟时，幕后人的权力就受到了威胁。18岁时，图坦卡蒙突然死去了，并在匆忙中被葬在了尚未完工的墓冢里。年轻的国王被谋杀了，谋杀他的无疑是那些觊觎法老王位的人。



黄金面具
在图坦卡蒙陵墓中发现的珍贵文物里，最著名的就是这件黄金面具。它是由纯金制作的，上面镶嵌着彩色玻璃、玛瑙和稀有矿物天青石。该面具约重10千克，表现的是一张理想化的图坦卡蒙的脸。

送葬队伍
送葬的队伍横渡尼罗河后，到达了尼罗河西岸。整个队伍排成一个长队，慢慢地穿过沙漠地带走向帝王谷。头顶是炎炎烈日，脚下尘土飞扬，在哭丧者的痛哭声中，人们拉着运输木乃伊的滑板缓缓向前行进。

图坦卡蒙的葬礼

每个古埃及人的葬礼都非常讲究，因为古埃及人相信葬礼的好坏将决定他们的灵魂在阴间是否过得舒适、安宁。当然，法老的葬礼是最为重要，也是最盛大的。一般来讲，法老葬礼的准备工作需要几年的时间，先要修建陵墓，然后还要制作一切必需的随葬品。但由于图坦卡蒙在很年轻的时候就突然去世了，所以当他死去时，他的陵墓尚未完工。而按照古埃及的宗教教义，法老的葬礼必须在其死后的第70天举行。这使得图坦卡蒙的葬礼在忙乱中草草完成了。



灵魂的居所
这种人形棺椁被称为“木乃伊棺”，因为它们的外形是木乃伊的造型。对于古代埃及人来说，这里是死者灵魂居住的地方。



圣骨匣
装有图坦卡蒙内脏的礼葬瓮就装在这个镀金的木质圣骨匣里。这个圣骨匣高2米，宽1.2米，匣壁四周有四个护卫女神像。

金棺
装有木乃伊的金棺被放在一个船形棺木台上，上面覆盖着象征夜空的蓬罩。金棺和船形棺木台都放在一个滑板上，由人们拉动着慢慢前行。

祭司舞者
这个祭司穿着短裙、戴着高帽，一路上跳着丧舞。丧舞的步伐和节奏有着严格的规定。

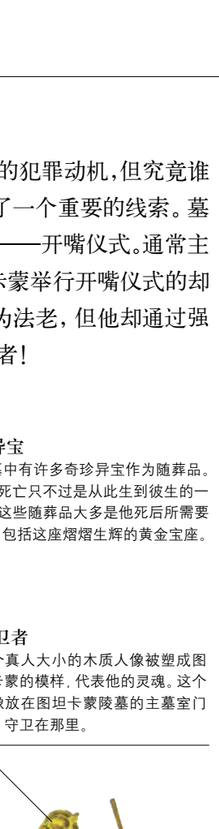
谁是真正的凶手

掌握实权的宰相艾和军队统帅霍朗赫布都有充足的犯罪动机，但究竟谁才是真正的凶手呢？在图坦卡蒙的陵墓中，人们发现了一个重要的线索。墓室的南墙上描绘了图坦卡蒙死后一个非常重要的时刻——开嘴仪式。通常主持该仪式的应是王位继承人，而壁画上描绘的为图坦卡蒙举行开嘴仪式的却是宰相艾。和皇室没有血缘关系的艾本来没有资格成为法老，但他却通过强娶图坦卡蒙的妻子而登上了王位。他就是真正的谋杀者！



随葬的奇珍异宝
图坦卡蒙的陵墓中有许多奇珍异宝作为随葬品。对于法老来说，死亡只不过是从此生到彼生的一个的过渡。所以这些随葬品大多是他死后所需要的各种日用品，包括这座熠熠生辉的黄金宝座。

守卫者
这个真人大小的木质人像被塑成图坦卡蒙的模样，代表他的灵魂。这个塑像放在图坦卡蒙陵墓的主墓室门口，守卫在那里。



黄金宝座
在冥世间，法老仍需要象征其权力的东西。所以，黄金宝座也是随葬品中不可缺少的一样。

阿努毕斯
这是阿努毕斯的黑色塑像。阿努毕斯是木乃伊的守护神，伏在一个镀金的木匣上，木匣内装着制作木乃伊所用的器具和物品。

送葬官员
这是为图坦卡蒙送葬的官员。他们一律穿着传统的白色丧服，亲自拉动运送图坦卡蒙木乃伊的滑板。

王位继承者
按照古代埃及的传统，法老的葬礼由穿着豹皮衣的王位继承者主持。在图坦卡蒙的葬礼上，这个角色是由宰相艾担任的。

哭丧者
这是专门从事送葬行业的哭丧者。她们一边大声哭号，一边向空中抛洒泥土。

法老的诅咒

1923年，一位参与挖掘图坦卡蒙陵墓的人——卡纳封勋爵死了。他死后，新闻界马上编造出了“法老的诅咒”的故事。故事说，进入陵墓的每个人都会被诅咒而死。但实际上，卡纳封勋爵在剃胡须时被一只蚊子叮了一下，由于这只蚊子带有病毒，勋爵受到病毒感染而死去了。确实有一些陵墓的发掘者和参观者死掉了，但大多数人并没有死。图坦卡蒙陵墓的发现者卡特就是一例，他在1939年逝世，享年65岁。



用象形文字所写的咒语

帝王谷
帝王谷位于尼罗河西岸，深藏在群山之中，古埃及新王国时期（前1567～前1080年）的所有法老都安葬在这里。他们的陵墓开凿在一座金字塔形的山坡上，图坦卡蒙的木乃伊将被送到这里埋葬。

埃及艳后

探索古埃及托勒密王朝的统治

克里奥帕特拉七世是古代埃及最著名的女王，曾被列为“影响世界历史的第一个女人”。她与古罗马两位声名显赫的人物——尤里乌斯·恺撒和马可·安东尼奥的密切关系让人们备加关注。当时的埃及是一个弱小没落的国家，但克里奥帕特拉七世却运用她的强大武器——美貌和智慧拯救了她的国家和王位，并一度阻止罗马帝国在地中海东南岸的征服行动，维护了埃及王国的利益和领土完整。



美艳女王
我们不知道克里奥帕特拉七世究竟长什么样，迄今为止所发现的她的肖像都大相径庭。在法国画家亚历山大·卡巴内尔(1823～1888年)的笔下，克里奥帕特拉穿着埃及服装的形象在19世纪广为人知。

托勒密王朝在埃及的统治

克里奥帕特拉七世（前69～前30年）是托勒密的后裔。托勒密原是马其顿帝国国王亚历山大大帝的一位部下。公元前323年，亚历山大大帝死后，托勒密在埃及建立了托勒密王朝，开始统治埃及。那时的埃及正面对着一个日益强大的对手——罗马帝国。当克里奥帕特拉七世出生时，托勒密王朝所面临的是一个风雨飘摇、动荡不安的未来。最终，她成了这个没落王朝的最后一任统治者。

尤里乌斯·恺撒
恺撒被克里奥帕特拉七世的智慧、勇气和美貌深深地打动了，他情不自禁地迷上了她。

送给恺撒的礼物
按照当时埃及人的习俗，第一次见贵客要送上一条毛毯。克里奥帕特拉七世让自己的仆人送一块精美的毛毯给恺撒，而她自己则藏进这块毛毯中，顺利地进入了重兵把守的恺撒寝宫。

毯中美女现身
当克里奥帕特拉七世从藏身的毛毯中露面时，恺撒大吃了一惊。克里奥帕特拉七世的计谋成功了，她很快赢得了恺撒的欢心和支持。



传奇人生

公元前48年，为了从自己的弟弟托勒密十三世手中夺取王位，克里奥帕特拉七世用美人计使当时罗马最有权势的人——尤里乌斯·恺撒成为她的保护神。在恺撒的支持下，她牢牢掌握了埃及的统治大权。公元前44年，恺撒遇刺身亡。克里奥帕特拉七世转而投靠恺撒最得力的手下马可·安东尼奥，又获得了他的庇护。公元前30年，马可·安东尼奥在与屋大维的权力斗争中死去。当屋大维的军队占领埃及后，克里奥帕特拉七世绝望地自杀了。

王冠
克里奥帕特拉七世戴着一顶装饰有三条眼睛蛇的王冠。在古代埃及，眼镜蛇是王权的象征。

丰饶角
这是繁荣的象征。

生命符号
饰有圆环的“T”字形符号是生命的象征。



野心勃勃的女王
有了恺撒的帮助和支持，克里奥帕特拉七世希望把埃及变成一个富裕、文明、鼎盛的帝国。那时，托勒密王朝在埃及的统治已有三百年历史。克里奥帕特拉七世不仅想继续托勒密家族的统治，而且想夺回托勒密王朝曾经统治过的埃及以外的土地，如黎巴嫩、叙利亚等。



埃及的财富
埃及出产红宝石、绿松石、黄金等宝石和贵重金属，它们被用来打造漂亮的首饰。图中的这些珠宝都是克里奥帕特拉七世所拥有的财富。据说，屋大维之所以要征服埃及，就是为了索取埃及的金子，用以支付军费开支。

罗马统治下的埃及

埃及被罗马征服后，成为“罗马帝国的粮仓”。埃及出产的小麦被大量运到罗马，来供养罗马庞大的军队和迅速膨胀的城市人口，尤其是罗马城。埃及出产的其他物品，如优质的亚麻布、纸莎草和香油，在罗马非常受欢迎。另外埃及的学者、诗人、科学家甚至角斗士，都在罗马帝国享有声名。在这一时期，罗马文化和埃及文化获得了很好的交流与融合。

最后的晚餐
据说，克里奥帕特拉七世在死前曾命人摆了一桌豪华的宴席。她的仆人按照她的要求用装满无花果的篮子把一条毒蛇偷偷带进来，避开了罗马士兵的监视。用过晚餐后，她让这种叫作角蝰的毒蛇咬了自己，很快便死去了。

忠实的仆人
当克里奥帕特拉七世死去后，她的两位忠实的侍女也躺在她的身边死去了。她们认为，自己死后还可以继续服侍女王。



死前的装扮
克里奥帕特拉七世死前有意将自己打扮成她最喜欢的女神爱瑟斯的样子，埃及的法老和王后们都尊爱瑟斯为埃及特别的保护神。

第三章

3 古印度文明
ANCIENT INDIA CIVILIZATION

“我在人民中间推行正法，用过的方式有两种：一是按照正法的原则强加约制，一是说服规劝。在这两种方式中，依照正法加以约束收效甚微，而说服规劝却保证了正法的深入人心。”

——摘自阿育王石柱铭文

喜马拉雅山脉的万年冰雪为印度次大陆富饶的土地滋养了两条母亲河——印度河和恒河，孕育了世界四大古文明之一的古印度文明。然而，当我们循着印度河－恒河流域文明的足迹去感知古印度的神奇与辉煌时，却触摸到了历史带给我们的无尽迷惑：古印度文明究竟起源于哪里？它是一种外来文明还是自身孕育的文明？公元前1800年左右，以哈拉帕文明为代表的印度河文明突然衰落，是谁毁灭了哈拉帕文明？它是怎样毁灭的？古印度最著名的孔雀王朝是如何走向强盛的？在正值巅峰之际，王朝的统治者阿育王为什么突然皈依佛教，虔心向善呢？当佛教徒们虔诚地跪拜在释迦牟尼像前，当修炼者沉醉于超然物外的瑜伽境界，人们的思绪不约而同地集中到印度河畔，远远地投向恒河流域的七彩往昔……

古老的哈拉帕文明

探索印度河流域的远古文明

印度是世界上最早进入文明社会的地区之一。可是，印度的文明曙光究竟是在什么时候才渐渐升起来的呢？从20世纪20年代开始，考古学家在印度河流域陆续发掘出了一些古代城市和乡村的遗址。这些建筑遗迹和遗物经鉴定属于青铜文化，存在年代约为公元前3000年至前2000年。其中，哈拉帕和摩亨佐·达罗两城遗址最大，后来人们统称为“哈拉帕文明”。这是目前所发现的印度最古老的文明。



早期印度的雕像
这尊石灰岩小雕像是早期印度文明的作品，也是印度河文明最著名的考古文物之一，发现于摩亨佐·达罗城遗址。一般认为它是僧侣或国王的雕像。

哈拉帕文明

达罗毗荼人是印度最早的居民，在印度河流域创造了高度发达的哈拉帕文明。像摩亨佐·达罗和哈拉帕这样的大城市，当时的人口已经达35000人之多，占地面积约为7~8平方千米，这在当时世界上是相当惊人的。在大城市的周围还散落着大大小小的村落和小镇，其布局都经过了精心的规划。这一切表明当时的哈拉帕文明已达到相当高的水平。



印度河流域的印章
人们在哈拉帕文明遗址中发现了数千枚方形小印章。这些印章主要由皂石制成，上面刻有独角兽、公牛、水牛和虎等动物的形象。印章上还刻有文字，但这些文字至今都未被成功释读。



先进的城建规划
考古发掘显示，4000多年前建立的哈拉帕城市，其城建规划十分先进。图中所示的摩亨佐·达罗城大浴场，有先进的喷泉和排水系统。浴场四周的墙壁上涂有一层厚厚的沥青，不会渗水。

街道与建筑
摩亨佐·达罗古城的街道布局十分规整，南北向和东西向的宽阔主街互相交叉，贯通全城，街道两侧的建筑有等距凹槽，用于夜间照明。所有建筑均简单实用，不仅与现代建筑的简约概念吻合，还十分注重私密性。临街建筑不设门窗，进入小巷后才能看到门窗。建筑均为砖砌结构，以灰泥填缝。

消失之谜

大约从公元前21世纪中期开始，哈拉帕文明在较短的时间内突然衰亡了。关于这一文明衰亡的原因，一直以来众说纷纭，没有定论。一种说法认为是可怕的自然灾害，如强烈地震或印度河洪水对城市造成破坏的结果；另一种说法则认为是后来印度的主人——雅利安人的入侵，毁灭了这个古代文明。

陆上运输工具
这是一辆古老的畜力车的模型，车身由两头公牛牵引。这种车是印度哈拉帕时代所使用的主要陆上运输工具。它与至今仍在巴基斯坦和印度使用的高效率牛车在设计上有惊人的相似之处。



吠陀时代

大约从公元前20世纪中叶起，属于印欧语系的雅利安人开始入侵印度。他们逐渐征服了当地的达罗毗荼人，定居在印度河流域，后又继续东迁，进入恒河流域。“吠陀”是印度梵语的音译，意为“知识”、“光明”。由于古老的典籍《吠陀》反映了定居于印度的雅利安人发展初期的一些社会状况，因此人们称这一时期为“吠陀时代”。



吠陀时代的陶器



两层楼的房屋
这是城中一座两层房屋的剖面图。从图上我们能看到：房子的中央是一个露天庭院；井房内有打通地下水道的水井，方便取用；厨房是独立的一间，与厕所、井房都设在一楼；卧室和物品储藏室则在设二楼。在炎热的夏天，人们就到屋顶上睡觉。

城中堡垒
城市的中央是一座四周建有城墙的堡垒，堡垒建在一个巨大的人造土台上。城市里的许多重要建筑物，如大粮仓、浴场、神庙、议事厅都建在城堡里。

“现代化”的城市
漫步在5000年前的摩亨佐·达罗古城中时，我们惊讶地发现，这个城市的结构和设施与今天的现代化城市极为相似。

最早的坐式厕所
摩亨佐·达罗古城中最令人惊讶的地方是其厕所构造，因为这里有最早的坐式厕所。厕所下面还铺有与排水沟相连的管道，便于排污。

先进的排水排污设施
城内建有网络形的下水道，下水道用泥砖砌成，上面铺有方形的窖井盖。下水道用于排出雨水和生活污水，既方便居民生活，又保持了环境的清洁卫生。

商业区
这里是商业区，建在城市的东部。人们正在进行贸易活动。近处有一个男子在卖珠串项链，这些珠链是他自己亲手做的。在他的后面，一位妇女在购买色彩鲜艳的棉布，准备回去做衣裳。远处还有一个青年正在与陶罐商人讨价还价。

皈依佛教的征服者

探索古印度孔雀王朝的强盛文明

阿育王是古代印度摩揭陀王国孔雀王朝的第三代国王，又被称为“无忧王”。他的一生具有引人注目的传奇色彩。早年的阿育王崇尚武力，他通过血腥的战争征服了其他国家，建立起庞大的孔雀帝国——这是印度历史上出现的第一个帝国。但出人意料的是，他在一场战争之后幡然悔悟，皈依了佛教。在余生中，阿育王不仅致力于宣扬佛教教义，还为老百姓做了许多好事，如扩大灌溉工程、修筑道路、建立医院等等。

孔雀王朝与阿育王

公元前325年，旃陀罗笈多·孔雀推翻难陀王朝，建立了一个新王朝。由于他出身在一个养孔雀的家族，王朝因此称为“孔雀王朝”。阿育王即位后，开始向外大举扩张。其中，规模最大的战争是对羯陵伽的远征。羯陵伽是孟加拉湾沿岸的一个强国。约公元前262年，阿育王率军进犯羯陵伽，并征服了这个国家。在这场战争中，被俘虏的羯陵伽人有15万，被杀的有10万。

弘扬佛法

羯陵伽战争对阿育王影响极大，战争的血腥和残酷使他感到了前所未有的痛苦和迷惑。战争结束后，阿育王同佛教高僧进行了多次长谈。在佛法的感召下，阿育王最终皈依佛教，成了一名虔诚的佛教徒。不久，他将佛教定为印度的国教。此外，他还召集了一大批佛教高僧编纂整理佛教经典，并在各地修建了许多佛教寺院和佛塔，用以弘扬佛法。正是由于阿育王不遗余力的提倡，为佛教在印度奠定了坚实的基础，佛教才最终发展成为影响世界的三大宗教之一。



印度女性美的典范
这个在横梁与立柱相交处的人形雕像就是有名的树神药叉女圆雕像。她的双臂攀援着芒果树枝，身体向外倾斜，形成富有节奏感的S形体态，健壮丰满，洋溢着青春活力，被誉为印度标准女性美的典范。



第一等级：僧侣和学者

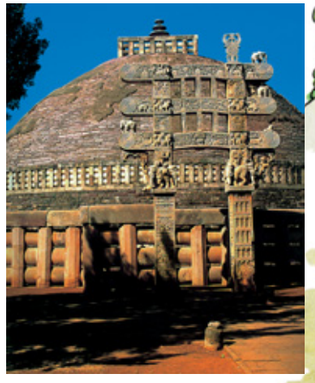
第二等级：国王和武士

第三等级：商人、手工业者和农牧业者

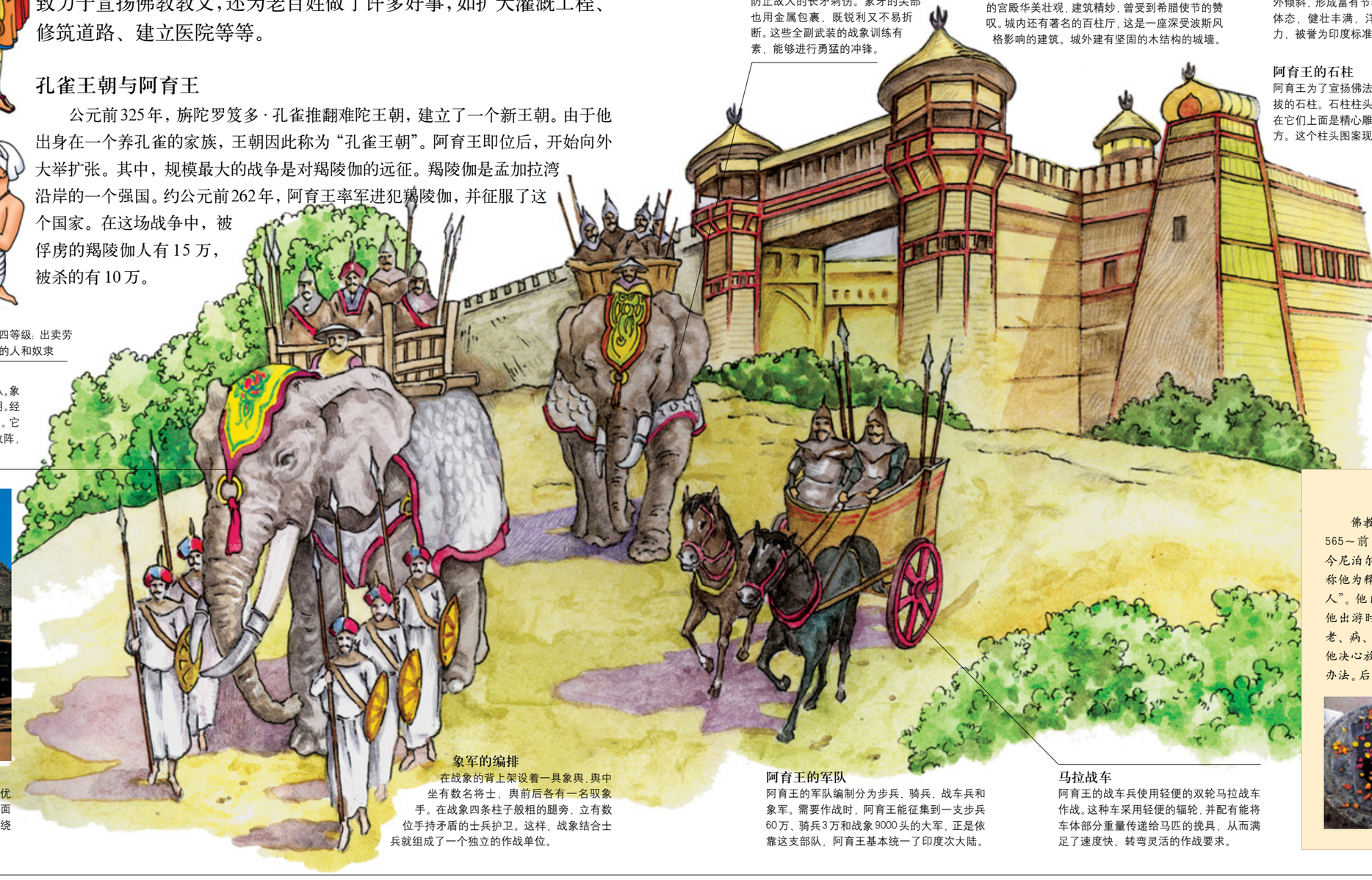
第四等级：出卖劳力的人和奴隶

种姓制度
古代印度社会实行一种严格的等级制度，即种姓制度。它按照血统和职业把印度人分为四个不同的等级。

象军
这种由大象组成的军队是阿育王的特种部队。象军在古代战争中发挥着现代武器坦克的作用。经过训练的战象在作战时冲锋陷阵，勇猛无敌。它们能破城门、毁营垒、折武器、踏敌军、陷敌阵，常给敌方造成极大的伤亡。



桑奇佛塔
桑奇佛塔是印度现今保存下来的最壮观、最优美的佛塔。佛塔呈半圆形，顶端为平台，上面有三层伞盖，据说是佛法普照四方的象征。绕塔有两条环形通道，共香客绕塔诵经使用。



战象的装扮
每头战象身上都披上了厚厚的盔甲，防止敌人的长矛刺伤。象牙的尖部也用金属包裹，既锐利又不易折断。这些全副武装的战象训练有素，能够进行勇猛的冲锋。

孔雀王朝的都城
孔雀王朝定都华氏城（今印度巴特那）。城中国王的宫殿华美壮观，建筑精妙，曾受到希腊使节的赞叹。城内还有著名的百柱厅，这是一座深受波斯风格影响的建筑。城外建有坚固的木结构的城墙。

象军的编排
在战象的背上架设着一具象舆，舆中坐有数名将士，舆前后各有一名驭象手。在战象四条柱子般粗的腿旁，立有数位手持矛盾的士兵护卫。这样，战象结合士兵就组成了一个独立的作战单位。

阿育王的军队
阿育王的军队编制分为步兵、骑兵、战车兵和象军。需要作战时，阿育王能征集到一支步兵60万、骑兵3万和战象9000头的大军，正是依靠这支部队，阿育王基本统一了印度次大陆。

马拉战车
阿育王的战车兵使用轻便的双轮马拉战车作战。这种车采用轻便的辐轮，并配有能将车体部分重量传递给马匹的挽具，从而满足了速度快、转弯灵活的作战要求。

阿育王的石柱
阿育王为了宣扬佛法，晓喻诏令，在全国各地立起了许多挺拔的石柱。石柱柱头底部刻有大象、奔马、牛、虎各一头，在它们上面是精心雕刻的合体雄狮。雄狮昂然挺立，逼视四方。这个柱头图案现已成为印度的国徽。



佛教的起源

佛教的创始人悉达多·乔达摩（约前565～前485年）是当时迦毗罗卫国（在今尼泊尔境内）净饭王之子。人们通常称他为释迦牟尼，意思是“释迦族的圣人”。他自幼长在王宫，生活舒适。传说他出游时看到了人生的四种苦相：生、老、病、死，从而感到人生皆苦。于是，他决心放弃安逸的生活，去寻找解脱的办法。后来，他在菩提树下大彻大悟，最终创立了佛教。他的门徒们称他为“佛”或“佛陀”，即“大彻大悟的人”。



释迦牟尼的脚印

第四章

4 古代中国文明
ANCIENT CHINA CIVILIZATION

“我们对于中国的艺术、文学和人生哲学知道得越多，就会越加羡慕这个文化所达到的高度……从文明的历史和影响的广泛来看，中国的文明是自古以来世界上最伟大的文明。”

——怀特海(英)

在一万年的历史长河中，具有最顽强生命力的文明只有一个，那就是古代中国文明。如果将世界各个文明竞争的起跑线定在六千年前，那么，迄今为止唯有古代中国文明顽强地拓展了自己的生存空间，完整地保留并不断发展了自己的原生文明！因为在六千年的漫长马拉松中，除了中国，没有一个古代文明能无间断地坚持到今天。一个文明从涓涓细流发展到澎湃江河的过程中，必然有一段积淀凝聚进而升华的时期。这个时期所形成的存在方式如同一个人的生命基因，将长久甚至永远影响着一个文明的生命轨迹与发展潜力。这就是原生文明。中国的原生文明历经夏、商、周三代在春秋战国时期生成，并以统一的大秦帝国的建立掀起了文明激荡的第一波惊涛骇浪。自此以后，华夏文明的历史波澜壮阔地展开了……

殷墟文化

探索古代中国的殷商文明

商代是中国青铜时代的第二个王朝。公元前 17 世纪时，商王朝建立了。约公元前 13 世纪时，商王盘庚迁都于殷（今河南安阳），在此建立了长期稳定的都城。商亡后，这里逐渐成了废墟，所以被称为“殷墟”。近代以来，在殷墟出土了大量的甲骨、青铜器、兵器和生活用具。这些出土文物都是殷商文明的见证。在中国古代的早期文明中，殷墟最早具备了都城、礼器、文字等文明要素，并以其完整的都城遗址和丰富的文化遗存成为中国青铜文明最杰出的代表。

独具特色的造型

在殷商时代青铜器中，有不少器物以其独特的造型而引人注目，四羊方尊便是其中一例。尊是一种盛酒器，一般为圆形、鼓腹、大口，也有少数方尊。四羊方尊造型简洁、优美雄奇，寓动于静，采用线雕、浮雕手法，把平面图像与立体浮雕、实用器物与动物造型有机地结合起来，显示了高超的铸造水平。



国家制度

商朝虽然是专制的奴隶制国家，但还是存留着原始社会民主制度的传统。对于商代的军国大事，商王族内部的子民拥有相当大的发言权，他们可以直言不讳，向君王的决策和措施提出质疑。商朝的言论自由也不是我们想象的那样，只是限于在统治阶级内部，普通民众也有一定的发言权。

农业生产

商代的农业生产技术已达到一定水平。农作物的品种，即所谓“五谷”皆已齐备。在耕作方法、农业管理等方面也有诸多创新，这一时期中国的农业生产迈上了一个新台阶。

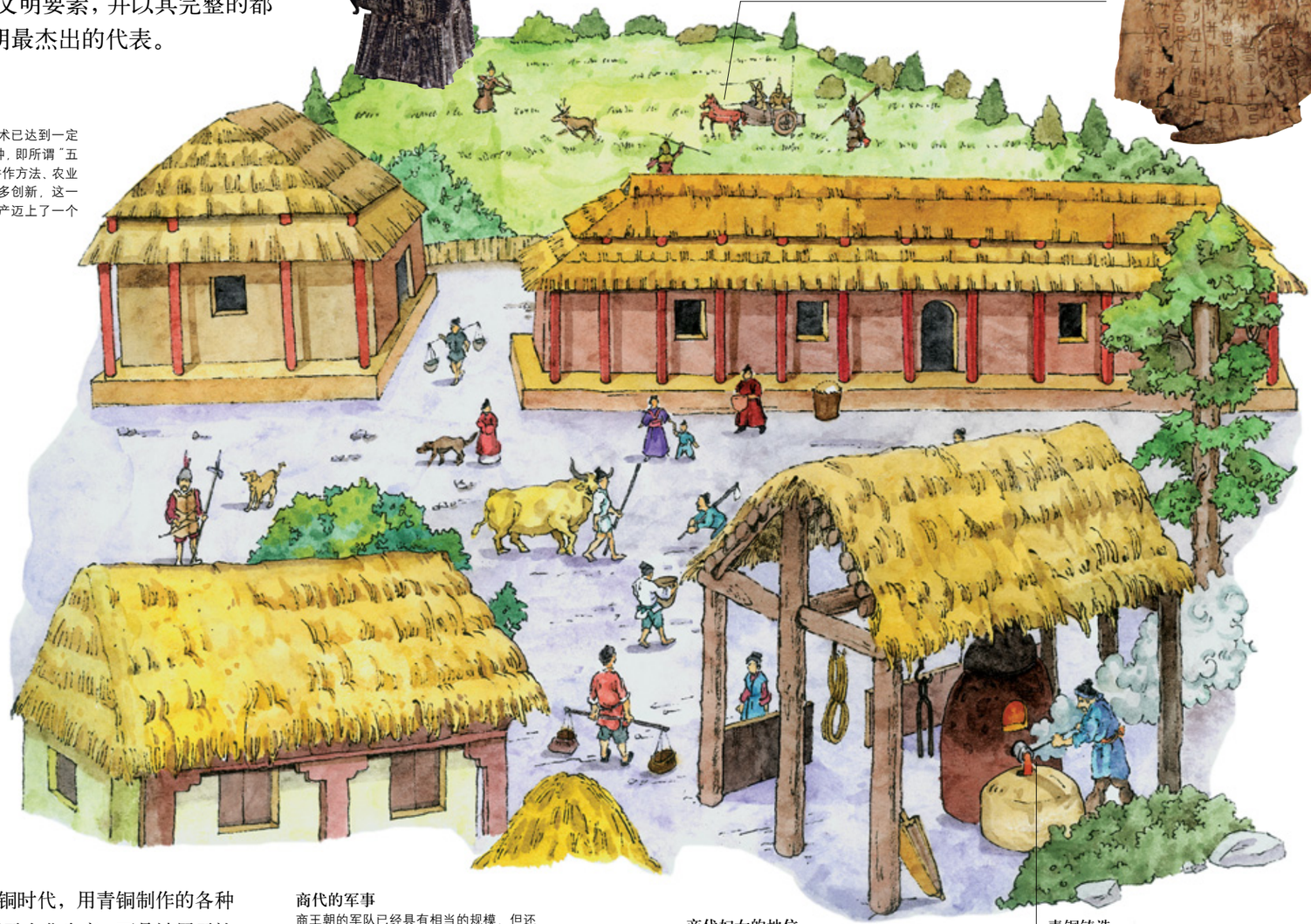


殷商的鼎

鼎，在中国古代原是一种炊具。鼎有高足支撑，下面放木柴燃烧，鼎内便可烹煮食物。这种炊具盛行于殷商时代。同时，鼎又是一种礼器。这个司母戊方鼎是距今约 3000 年的商代文丁时期的遗物，鼎的腹壁内铸有“司母戊”三字铭文。它是商王文丁为祭祀他的母亲而铸的。

青铜时代

中国社会在殷商时期已经由石器时代进入到青铜时代，用青铜制作的各种鼎、鬲、觥等被视为贵重之物。青铜制品最初没有用于农业生产，而是被用于礼器、祭器和贵族的生活用具，作为王室贵族权力的象征。此外，青铜还被制成兵器，用来攻城伐地。但当时农业生产上使用的基本上还是木器和石器。



商代的军事

商王朝的军队已经具有相当的规模，但还未正式建立常备军，只有以氏族为主体的临时军队。氏族成员由本族贵族统领，平日从事耕作，出征时由商王统一征召。

商代妇女的地位

商代时，妇女的地位较后代高。商代贵族妇女可以拥有一定的财产，可以独立经营田地。商王武丁有一位名叫妇好的妻子，在甲骨文中记载有妇好率领成千上万的军队攻打羌方和巴方的事。

甲骨文

甲骨文是商朝使用的文字，也是目前所发现的最古老的汉字。殷人用龟甲、兽骨占卜，把占卜日期、占卜者的名字、所占卜的事物，用刀刻写在兽骨或龟甲上。学者称这种记录为卜辞，称这种文字为甲骨文。很长一段时间，这些刻有文字的甲骨都被当作药材，称为“龙骨”，在药店出售。后来，清末文字学家王懿荣发现，并经仔细研究后才认识到它的价值。

独特的军事训练

商朝军队常常通过田猎活动进行军事训练。商王对田猎活动十分重视，大多亲自参加，或命令贵族大臣率领。田猎和实战一样，要任命官员，告祭祖先，动用包括车马、武器在内的军事装备，有严格的组织编制，并运用战阵和战术，务求好的战果。



牛骨刻辞

甲骨文已具备了中国书法的三个基本要素：用笔、结字、章法，而此前的图画符号并不完全具有这三种要素。右图的祭祀狩猎涂朱牛骨刻辞是商代武丁时期的作品，风格豪放，字形大小错落，生动有致，各尽其态，富有变化而又自然潇洒。



甲骨占卜的过程

商人用甲骨占卜。甲骨先要被加工成一定形状，不过这样的甲骨还没有“神性”，必须经过祭典，有了“神性”之后，占卜才灵。占卜过程中，对甲骨要先钻圆孔，再凿长槽，然后用火灼烧钻过或凿过的地方，以使正面角质呈现卜兆。之后，再将所卜的事刻写于卜兆的旁边。一次占卜就大功告成了。

商代宗教

在商代的宗教仪式中，商人用祭祀、占卜的方式和神进行交流。进行人神沟通的第一步是建庙坛。祭品往往选择青铜器、玉石器、陶器、家畜，甚至人祭。祭品选择好了之后，商人就在庙坛前举行仪式，提出自己的意愿，这样人的意志就到了神那里。而神的意见则通过占卜反馈。占卜所展示的内容就是神意的表达。商人就这样完成了一次人神的交流过程。

青铜铸造

青铜是指红铜（纯铜）和锡、铅的合金，因其呈现青灰色，故称为“青铜”。在我国殷商时代的记载中称之为“金”或“吉金”。青铜的冶炼和铸造成为殷商时期生产力发展的重要标志。

殷墟妇好墓

1976年，人们在河南安阳西郊小屯村北发现了一座殷代古墓。根据墓中铜器的铭文，并参照甲骨卜辞中的有关记载，考古学家确认此墓的主人是殷王武丁的妻子“妇好”。妇好是我国史载的第一位女将军。甲骨卜辞中有这样一则：“今年，国王将统领着他的军队与妇好一道抗击土方，神灵会保佑他们吗？”据说一年夏天，北方的部落土方侵扰国境。武丁派大将让湄迎战。双方激战数日，相持不下，武丁十分焦急。这时妇好挺身而出，请兵助战。妇好率兵奔赴沙场，正值双方酣战。她迂回到敌军背后，突出奇兵，大获全胜。从此，妇好成了商朝军队的统帅，驰骋疆场，先后西征羌方，东征印方，北征土方，征战20余个方国（臣服于商王朝的国家或部落），立下了赫赫战功。妇好死后，武丁破例在王宫旁为她建墓，随葬了大量珍宝。



殷墟妇好墓出土的玉人

古蜀三星堆

探索古蜀王国的神秘文化

中国四川广汉三星堆遗址的两个祭祀坑于1986年相继被发现，数千件精美绝伦的青铜礼器、玉石器、金器、象牙等珍贵文物重见天日，令世界为之震惊。这些举世无双的珍贵器物都来自3000多年前与黄河流域商王朝同期的古蜀王国。关于三星堆出土的大量文物，迄今为止找不到确切的解释，因此诸多假说纷至沓来。三星堆古蜀文明的神秘和难解，成为对现代人知识与智慧的一次重大挑战。



青铜方阵
三星堆的青铜艺术品，尤其是"祭祀坑"出土的数百件青铜人物雕像、人头像、人面像、兽面像以及黄金面罩、青铜神树等构筑成的青铜方阵，散发出一种纯朴古拙而又神奇迷幻的氛围。这个具有代表性的金面铜人头像，由铜头像和金面罩两部分组成。

文化堆积与古蜀历史

考古学家为我们勾勒出了古蜀王国大致的历史发展脉络。三星堆遗址的年代为距今4800～3000年左右，文化堆积又可分四期：约4000年前的一期文化被命名为"宝墩文化"，可能与蚕丛、柏濩等早期蜀王有关；4000～3200年前的二、三期文化是三星堆文化的鼎盛时期，其创造者目前主要有鱼凫和杜宇两种说法，更大的可能是鱼凫阶段；距今3200年以后的四期文化被命名为"十二桥文化"，可能是蜀王杜宇的遗存。



神权政治
3000多年前的古蜀国正处于相信万物有灵的时代。人们渴求富裕和丰收，希望神灵能赐福禳灾。他们以巫师为通神中介，把祭品献给天地和诸神，祈求神灵的保佑。而统治集团也就是那些领袖兼巫师的人，除了自己笃信神灵外，也把"神"作为一种统治手段，藉神施法来统驭下民。所以，祭祀成了古蜀国一等重要的国家大事。

铜尊
三星堆古蜀国的贵族在祭祀等重要活动中所用的礼器主要是铜尊。这种用来装酒的铜制容器在古蜀社会中被赋予了特别的寓意，即具有从人间通向天上的坛台作用。

高超的青铜技术
三星堆青铜器是采用合金技术制成的，其中以铅锡铜这种三元合金构成的青铜器最多。三星堆青铜器的含铅量普遍较高，古代匠师意在利用铅的易流动性和柔软性，追求青铜器造型的繁复和优美。

古蜀国的衰落
据考古学家推测，当中原的商王朝被周王朝所取代时，内部动乱使古蜀国从此一蹶不振。成都平原上的三星堆古蜀城被废弃，许多用于宗教活动的精美器物都被毁坏和掩埋，人民流离失所。

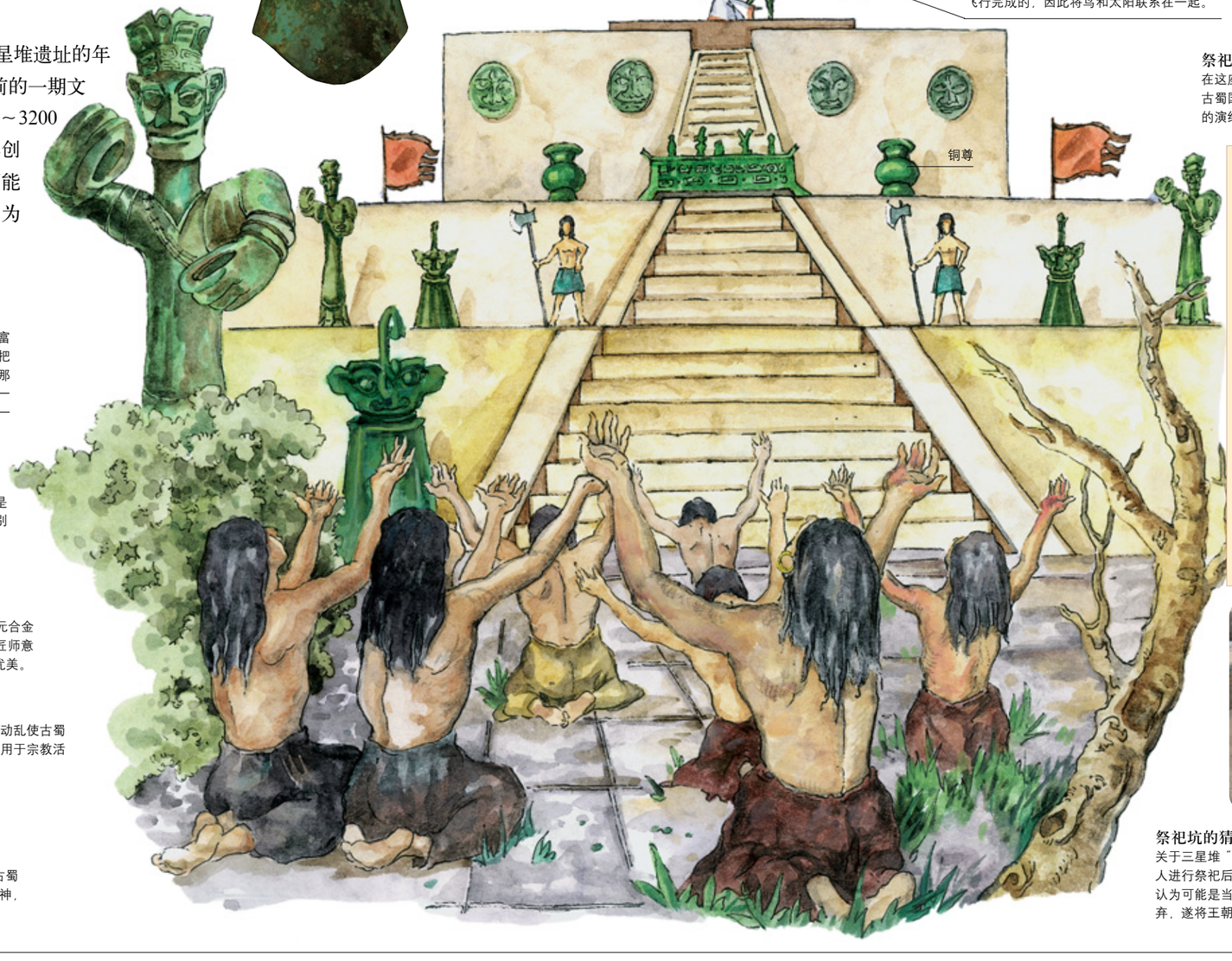
蜀王造型
大青铜立人像是古蜀国的最高统治者，也就是蜀王的造型。在古蜀人眼中，蜀王既是世俗领袖，同时也是精神领袖。王与巫、人与神，在此复合交融，莫辩彼此，可谓王巫合一、人神一体。

文化交流的渠道

从考古文化的角度看，三星堆文化不仅显示出与中原二里头文化(夏文化)、殷墟文化(商文化)、长江中下游，以及滇、越等地的一些区域文化交流的因素，而且还隐含着更大范围的一些文化因素。令人思索的是，古蜀人是通过什么途径、以什么方式实现与外域文化的远程交流的呢？经过不断地研究论证，古蜀国与周边地区文化交流的渠道日渐清晰。在夏代及商代前期，古蜀国主要通过长江三峡与中原的商王朝保持密切关系；而商代后期，古蜀国则主要沿嘉陵江而上，穿越巴山和秦岭与关中地区的周王朝频繁接触。



纵目之谜
传说中蜀先王蚕丛为纵目，而三星堆出土的这个青铜纵目兽面像双眼突出，其含义与中原甲骨文的"蜀"字突出"目"的意义相同。有学者认为此像双目作柱状，直目向正前方伸出，正是所谓"直目正乘"的纵目之形。这与真实人眼相比虽过分夸张，但与神化后的蜀祖蚕丛形象却是一致的。



鸟崇拜
鸟崇拜是古蜀族诸神崇拜中的主神崇拜，而鸟崇拜的实质是太阳及太阳神崇拜。古蜀先民认为太阳具有使万物复苏的超自然力量，于是崇拜太阳。同时，他们认为太阳的运动是靠鸟的飞行完成的，因此将鸟和太阳联系在一起。

祭祀大典
在这座三级祭台的顶端，神巫正在施法通神，祭坛之下，古蜀国人顶礼膜拜。这是模拟的祭祀大典场景。透过古礼的演绎，我们看到了古蜀先民的精神世界。

神秘的"符号"

近30多年来，三星堆文化遗址的众多出土器物上除了7个"符号"外，竟然没有发现文字。古蜀王国在距今4800年至3000年的漫漫长河中，控制着方圆1000平方千米左右的国土，持续着长达近2000年的高度发达的文明，但却没有文字来记载它。三星堆的青铜器冶铸、造型技巧一点也不比黄河文明逊色，如果没有文字，它又是如何取得如此发达的古代文明呢?古蜀国与周边地区存在那么多的文化交流，又怎么会没有文字呢？这是一个非常奇怪的现象。已发现的7个奇怪"符号"极有可能就是破译三星堆诸多疑团的"密码"。但令人遗憾的是，目前这个"密码"还无人能破。



祭祀坑的猜测
关于三星堆"祭祀坑"的性质，人们猜测颇多。有人认为是古蜀国人进行祭祀后的遗留；有人认为是古蜀国王朝更迭的结果；也有人认为可能是当时古蜀国发生了一次重大的变故，三星堆古城将被废弃，遂将王朝中不便携带的各种神器宝物全部埋葬。



秦将军俑

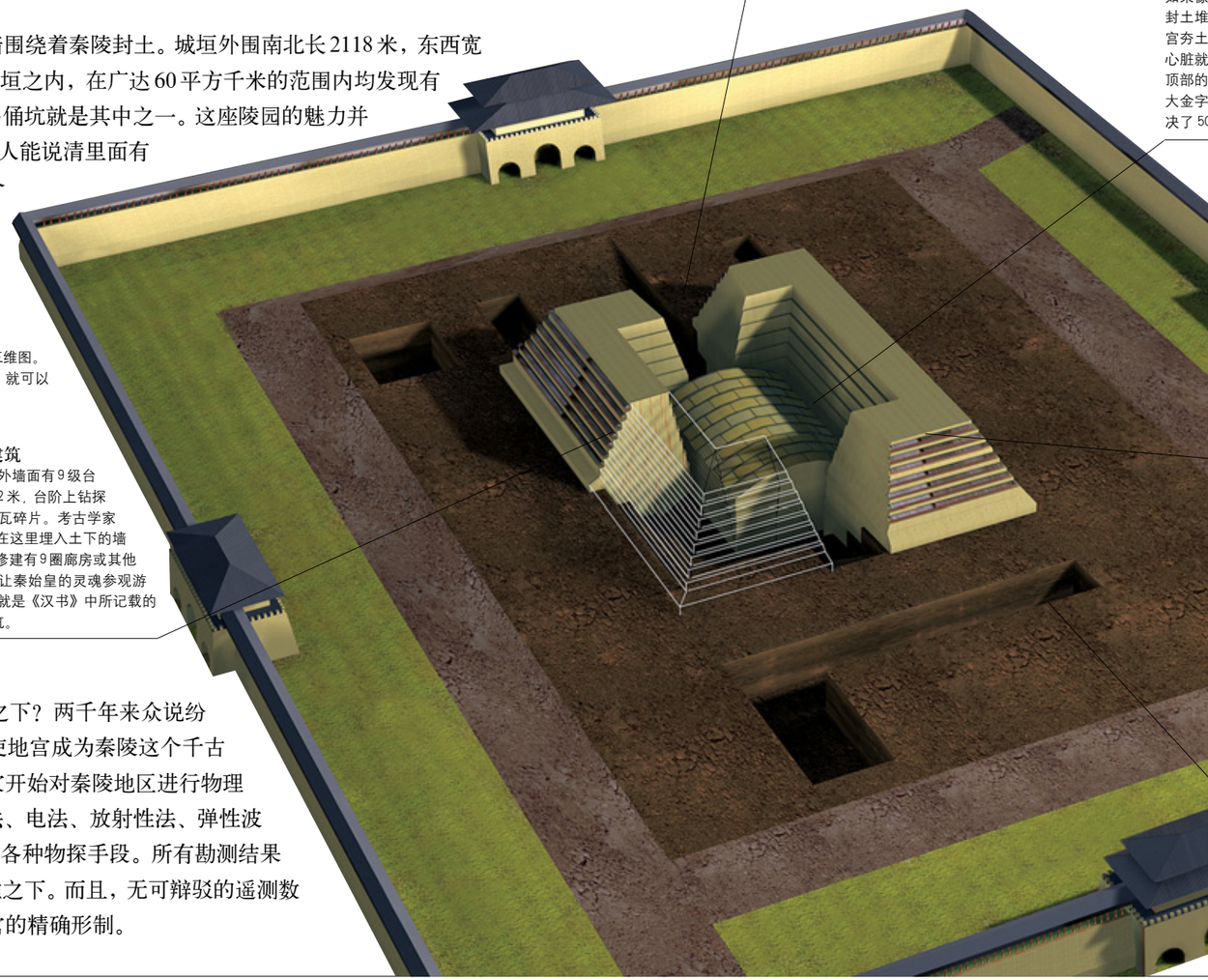
隐藏在地下的秦帝国

探索古代中国第一个大一统的封建王朝

秦始皇陵园位于骊山北麓的洪积扇上，现在陕西西安市以东的临潼县郊。人们今天看到的秦陵只是一个高耸如平顶金字塔(覆斗状)的封土堆，看起来与一座平常的小山丘并无二致。但在2200多年前，这里的场面却是举袂如云的艰辛修建，继之以惊心动魄的战火劫掠。此后，有关秦始皇及其神奇陵墓的传说在整个中华大地上流传不息，几乎成为一个永恒的秘密。直到上世纪60年代，第一批考古人员在秦陵首次勘测，这团迷雾才透出了一线光明。经过40多年的研究，中国考古学家复原出了往昔的大秦风貌，向世人展现出了一副有血有肉、缤纷多彩的秦帝国画卷。

奇迹的诞生

据勘测，秦始皇陵原本有“回”字形的高大城墙围绕着秦陵封土。城垣外围南北长2118米，东西宽976米，墙内遍布雄伟的宫殿。但陵区并不仅限于城垣之内，在广达60平方千米的范围内均发现有秦代皇家文物遗址，距封土堆以东1.5千米外的兵马俑坑就是其中之一。这座陵园的魅力并非仅仅因为其大，更重要的是在如此大的范围内，没人能说清里面有些什么。人们知道的只是，秦始皇在地上创造了一个崭新的帝国，在地下也修建了一个举世无双的陵墓，并有效地影响了其后两千年的帝王陵寝制度。



绝世铜车马
这驾精美的铜车马是秦始皇的銮驾模型，出土于秦陵3000多平方米地下车库中的一小间。车上3000多个零组件使用了各种高超的铸造技术，许多放在今天也要划归高难铸造技艺的范畴之内。仅其中几千个不足1毫米的小孔，就不知秦人是用什么工具和技术钻成的。据说，刘邦和项羽看到秦始皇的銮驾时都曾大为倾羡，而这套车马1/2大小的青铜模型，直到今天也依然光彩夺目。



墓道
墓道是进入地宫的通道。根据西汉以前陵墓的考古经验和古代“端门四达”的理念，具有至尊身份的人才会使用四条墓道。过去，人们一直相信秦陵地宫至少有四条墓道，但出人意料的是，物探遥测确认地宫东西两侧各有一条墓道，而南北两侧则尚未发现类似结构。

墓顶巨石
如果像揭开锅盖一样移走秦陵的封土堆，再像切蛋糕一样切开地宫夯土宫墙的一角，秦始皇陵的心脏就会暴露在我们面前。墓室顶部的这块巨石可能并不比埃及大金字塔所用的巨石逊色，它解决了50米的空间跨度。



庞大的地下兵团
秦始皇的三座兵马俑坑内约有8000个兵马陶俑。在整齐的队列中，它们每一个都拥有自己独一无二的面孔和表情。“秦王扫六合，虎视何雄哉！”雄伟壮观、气势磅礴的秦兵马俑将中国历史上第一个统一王朝的强盛气势表现得淋漓尽致。

夯土宫墙
一圈巨大而精细的夯土宫墙高出地面达30米，顶部距封土表面最浅处只有1米左右。这一围绕墓室筑就的细夯土墙，在所有其他帝王陵墓中从未发现过，无疑是秦陵的一个创举。

地下阻排水系统
秦陵地区的地层中存在有多层自东南向西北流动的地下潜水。因此在地宫修筑过程中遇到的一个最大的困难就是当下挖至潜水层以后如何排导地下水，而且还要考虑地宫建成后的防水措施。这组地下阻排水系统随陵园的自然地势而精心布设，让所有难题迎刃而解，也让全世界所有的工程专家都叹为观止。

复现地宫
这是依据物探遥测所得到的数据制作出来的秦陵地宫三维图。秦始皇做梦也想不到，两千年后的人用不着抡镐挥锹，就可以窥探他地下王国的所有秘密。



青铜兵器
秦军装备十分精良。其青铜兵器硬度极强，锋刃锐利。这个铜矛的表面还采用了铬盐氧化的防锈技术，德国和美国直到20世纪30年代以后才发明了类似的技术。可惜这门技艺在我国汉代以后就失传了。

“观游”建筑
夯土宫墙的外墙面有9级台阶，每级宽2米，台阶上钻探出了许多残瓦碎片。考古学家据此推断：在这里埋入土下的墙侧台阶上，修建有9圈廊房或其他建筑，以便让秦始皇的灵魂参观游览。这可能就是《汉书》中所记载的“观游”建筑。

谜团的心脏

秦陵的地宫是否真的存于封土之下？两千年来众说纷纭。历史上不可胜数的记载和传说使地宫成为秦陵这个千古谜团的核心。2002年，中国考古专家开始对秦陵地区进行物理探测。这次探测动用了重力法、磁法、电法、放射性法、弹性波法、核磁共振法、地温法、测汞法等各种物探手段。所有勘测结果均表明，地宫就存在于现在的封土堆之下。而且，无可辩驳的遥测数据也为我们精确地勾勒出了秦陵地宫的精确形制。

统一文字、币制与度量衡

秦统一天下以后，秦始皇命李斯等人进行文字整理，“罢其不与秦文合者”。秦以小篆作为标准文字，用于官方文书法令，以隶书作为日用文字在全国范围内推广。秦始皇还下令废除了各国的旧货币，以秦币为基础，推行新的统一的货币制度：以黄金为上币，以镒（二十两）为单位；以圆形方孔铜钱为下币，以“半两”为单位。秦始皇废除六国的旧度量衡，以秦国原由商鞅制订的度量衡为基础，制定了新的制度推行全国，实现了中国历史上第一次度量衡制度的统一。文字、货币与度量衡的统一为社会经济的发展提供了有利条件，促进了统一国家的发展。

欧亚大陆的链环

探索中国汉朝的社会生活与对外交往

在古代，中国的丝绸是东方文明的象征，而以丝绸为媒介的对外交通线被誉为“丝绸之路”。丝绸之路在西汉时开拓，隋唐时达到鼎盛，此后各代仍持续发展，元代以后渐衰。公元前138年至前119年，西汉张骞沟通了这条古道。公元73年，中国派班超出使西域，后又派其副史甘英出使大秦(古罗马)和波斯湾(阿拉伯湾)，为丝绸之路的畅通做出了重大贡献。



张骞凿空

公元前138年，张骞受汉武帝派遣从都城长安踏上西去征程，寻找西域大月氏国以求共同抗击匈奴。13年后，张骞才返回长安。虽然未能完成共同抗敌的目的，但张骞却带回了当时西域36国物产风貌的大量情况。前119年，汉武帝又派张骞携带大量丝绸帛绢等礼物第二次出使西域，与乌孙、大宛、康居、大月氏、大夏、安息、身毒等国建立友好关系，正式开通了丝绸之路。尽管在张骞通西域之前，丝绸之路很可能由许多民族和国家通过辗转贩运或居间贸易等方式早已沟通，但张骞一行毕竟是中国向中亚派出的第一个正式的外交使团，因此司马迁誉之为“张骞凿空”。



灯罩可以左右转动，调节灯的方向。

烛火的烟通过宫女右臂进入体内，保持空气清新。

工艺化的青铜器
汉朝时铁器的普及使青铜器的使用范围大大缩小，但由于王室贵族对奢侈品的无限需求，制造工艺复杂、成本较高但却十分精美的青铜器成为深藏皇宫的工艺品。这件长信宫灯原是汉宫灯具，后来由窦太后转赐中山靖王的夫人。此灯设计精巧，各部位可拆卸组装，并可随意调节亮度和方向，是一件集艺术与实用于一体的珍品。

丝绸之路的起点
丝绸之路的起点是长安。当来自中国各地的丝绸和其他商品集中在长安以后，再由各国商人把一捆捆生丝和一匹匹绸缎用油漆麻布和皮革装裹起来，然后组成浩浩荡荡的商队踏上丝路的征程。

丝绸之路上的城市
丝绸之路途经许多城市，往来商人必须得到当地许可才能通过。这些城市按商人所带货物的多少收取一定比例的报酬后，才放他们通行。因此，这些城市依靠丝绸之路而繁荣昌盛起来。敦煌、楼兰、尼雅等都曾是丝绸之路上的重镇。

丝绸之路

张骞所开辟的丝绸之路一般称为绿洲丝绸之路，也叫沙漠丝绸之路。它是指从长安出发，经河西走廊到新疆，然后分北、中、南三路行经中亚沙漠地带片片绿洲的道路。今天人们提到的丝绸之路大多是指这一条。这是最经典的丝绸之路路线。此外，中国古代还有其他三条对外交通线：海上丝绸之路、西南丝绸之路和草原丝绸之路。



丝路行舟
骆驼素有“沙漠之舟”的美称，是丝绸之路上不可缺少的运输工具。许多中外商人牵着骆驼，不辞万里往来东西，为东西方文化和贸易交流做出了贡献。这是一队栩栩如生的陶骆驼俑。

神秘的西域
在汉代，西域是玉门关、阳关以西地区的总称，狭义上限于葱岭以东地区，广义上包括葱岭以西的亚洲西部和欧洲东部。西汉初年，西域有36个小国，分布在沙漠绿洲和山谷盆地中。西域各国都从事农业和畜牧业，逐水草而居，住无定所。匈奴人由蒙古草原进入西域后，连续击败西域强国大月氏和乌孙，迫使两国西迁，遂成为这里的霸主，以后又不断侵扰汉朝边境。正是为了寻找共讨匈奴的同盟军，汉武帝才派遣张骞出使西域。



丝绸之路商旅图

商队
丝绸之路长达6400余千米，途经一些危险地区。这些地区常有抢劫过往商人的强盗出没。为了安全起见，商人们骑着骆驼，组成“商队”结伴而行。图中的这支商队正在西行中，他们的背后是蜿蜒的长城。丝路的南面是崇山峻岭，北面是浩瀚无际的大沙漠。

骑兵时代
汉朝骑兵时代的来临，始于汉武帝反击匈奴的战争，而拥有大量品种优良的战马，是建立强大骑兵军团的前提。汉武帝曾在四年内两次远征大宛，以巨大代价夺取有“天马”之称的汗血马。这件西汉的青铜奔马表现出马行急速，超越飞鸟的一瞬间，再现了汉武帝不惜代价所追寻的天马的形象。



旋钮软帽

持棒击鼓

穿肥裤

说唱表演
汉朝民间流行一种以逗笑为主的说唱表演，一般是由两人相对说唱逗乐，形式与现代滑稽戏或相声相似，但配合击鼓演唱，语言和动作滑稽而夸张。说唱的表演者称“俳优”。这是一个俳优说唱俑，表现了俳优在说唱表演中做出的滑稽表情和动作。

友谊的桥梁
丝绸之路的开通加强了汉朝同四邻国家的物质文化交流，丰富了各国人民的生活，并成为中国与中亚、西亚，以及非洲、欧洲国家人民加强联系和发展友谊的桥梁。

丝路上的宗教
中国旅行者通过丝绸之路从印度带回了佛教，它至今仍是中国的一种重要宗教。

丝路的衰落
在汉代以后的几百年里，商人们继续沿丝绸之路往来。但是，到10世纪左右时，这条商路已经变得不那么重要了。因为沿途的城市越来越强大，能够控制往来的贸易，而且强盗和游牧部落经常袭击商队，构成了极大的威胁。随着海上运输变得更安全、更便宜，海运就成为一种更受欢迎的运输方式。

辉煌的盛世之都

探索盛唐时代的中国文明

盛唐时代的中国，国家统一、疆域辽阔、社会安定、经济繁荣，是屹立在世界东方的大帝国，与同一时期西方世界的腐败、混乱和分裂形成鲜明对比。强盛的国力，繁荣的经济，加之统治者实行全方位的对外开放，从而使中国封建文化历经魏晋南北朝多元文化的激荡之后，步入了一个新的黄金时期——世界性文化的时代。而辉煌的盛世之都长安城正是大唐强盛的国力和影响力的具体表现。

宏伟鼎盛的长安城

唐代的长安城是在隋朝首都大兴城的基础上扩建而成的，是当时全国的政治经济文化中心。长安城的面积约为84平方千米，总人口约计100万，是当时世界上最大的城市，规模是现存西安城的9倍。长安城布局严谨，功能分区明确，体现出严格的秩序和等级观念，显示了大一统帝国的政治蓝图。公元8世纪时，日本奈良的平成京和京都的平安京就是完全仿照长安城建造的。



大唐盛世

中国历史上的改朝换代，往往会造成一段盛世，使社会秩序得到恢复和调整。每朝的盛世一般出现在中前期，而大唐盛世的出现又处在整个中国历史的中前期。在唐太宗李世民(598～649)统治的“贞观之治”时代，中国的政治、经济和文化的发展达到了一个顶峰。



个性解放的唐朝妇女

唐朝社会开放自由，妇女具有一定地位。李唐王室原出于陇西少数民族，颇少忌讳，加上魏晋以来各民族交往频繁融洽，少数民族及异域风情的影响很深，使得唐代妇女不像其他朝代的中国妇女那样深受礼教束缚，甚至产生了中国历史上唯一的女皇帝武则天。这组彩绘骑马狩猎俑表现了一个唐代女子与男子一同骑马出游、握弓打猎的勃勃英姿。

民族融合

唐朝是一个统一的多民族国家，唐太宗较为开明的民族政策赢得了民族融洽，迁居长安的少数民族人数十分可观。仅贞观年间迁居长安的突厥族人就有1万家，突厥贵族被唐政府任命为将军、中郎将等五品以上官吏的达百余人。身着各式服装的边疆各族人民会聚长安，使长安成为国内各民族交往的中心。



按功能分区的城市规划

长安城由宫城(皇宫区)、皇城(衙署区)和外廓城(居民区和商业区)三个部分组成，区分严格，层次清楚，改变了自汉至南北朝以来，都城之内中央官署与居民住宅杂处的布局。整个都城管理严密，井井有条。

封闭的坊

坊的结构是封闭式的，各坊都有围墙，住宅的门都开在坊内。

万家店铺在东市

东市位于皇城的东南方，是四方商贾经营买卖的理想之地。东市经营的商品门类达220行，如铁行、肉行、笔行、秤行、酒肆和雕版印刷业等。据史书记载：唐武宗时，一天夜里东市失火，烧毁曹门以西12行4000多家店铺。由此推算，东市店铺总数约有数万家，可以想见当时的繁荣景象。

棋盘式布局

长安城采用中轴对称的布局，以中央的朱雀大街为南北中轴线。朱雀大街两侧各有5条街道，与14条东西走向的大街将长安城切割成一块块方形的“坊”。每个坊内部亦由东西、南北走向的小街道切成更小的方块，形成了“百千家似围棋局，十二街如种菜畦”(白居易诗)的棋盘式城市布局。

国际大都市

唐代是一个具有国际性的时代，其对外交往的范围之广，突破了政治层面，而深入到经济、文化、思想乃至生活习俗等各个方面。数以万计的外国商旅、僧侣、使节和留学生前往中国，聚居长安。在唐朝统治的三个世纪中，亚洲几乎每一个国家都有人进入唐土。中华文明远播域外，异国文明也渐入中土，长安这座古都成为繁华的国际大都市和各种文化交汇的舞台。



唐与东罗马

唐朝与同时期的东罗马帝国都是疆域辽阔的大帝国，也是东西方经济文化交流最密切的两大地区。东罗马首都君士坦丁堡与唐都长安并称当时世界上最大的商业中心。因此，两国的经济贸易相当密切。这种从东罗马传入的兽首玛瑙角杯，曾经是唐朝皇室贵族喜爱的时尚用品。

繁荣的贸易市场

长安城的经济中心集中在东市和西市，分别位于皇城的东南和西南，各占两坊之地。市内东西、南北向大街各两条，构成井字形，把整个市分为9个大区。同行业的店铺集中在一个区域里，叫作“行”。

胡商云集的西市

西市位于皇城的西南方。这里店铺很多，有衣行、药行、秤行、绢行、寄附铺等，但以食店酒楼、胡姬酒肆最有名。不少外国商人把珠宝玉石等奢侈品带到西市来卖，然后购买丝绸、瓷器等中国特产运回国内转卖。也有许多外国商人留居长安，长期从事国际贩运。

大唐使者：文成公主

公元7世纪时，藏族先民在青藏高原上建立了吐蕃王朝。629年即位的松赞干布带来了吐蕃的第一个强盛时期，当时正值唐太宗的盛世。为密切和唐王朝的联系，学习中原地区的先进文化，松赞干布从643年起就不断派遣使臣向唐朝进贡，请求通婚。641年，唐太宗同意将宗室女文成公主嫁给松赞干布，从此开创了唐蕃关系的新纪元。文成公主在吐蕃生活了近40年，把中原地区的农具制造、纺织、建筑、造纸、酿酒、制陶、碾磨和冶金等先进生产技术传入了吐蕃。文成公主入藏，不但为吐蕃的发展起了重要的推动作用，而且为汉藏两族人民的友谊做出了重要贡献。



松赞干布与文成公主



佛教文化的传播

由于佛教在中国的兴盛，唐代中国与南亚次大陆以佛教为主要纽带，保持着密切联系。公元629年，唐代僧人玄奘前往印度取经，历时16年，于645年回国。玄奘从印度带回600多部佛教经典，在长安译成汉文，对佛教在中国的弘扬起了关键作用。

郑和七下西洋

探索明代中国的航海与贸易

可以说15世纪是人类社会发展史上的一个转折点：在西方，文艺复兴运动加速了欧洲中世纪黑暗统治的结束，而新航线、新大陆的开发也在这个世纪的后半叶拉开序幕；在东方的中国，明王朝经济发展，社会安定，资本主义经济萌芽在沿海一些城镇开始出现，中国需要同海外各国有更密切的经济文化交流。当时一度繁荣的陆上丝绸之路已趋衰落，而海上通道则成了东西贸易的干线。1405年，明成祖诏令郑和出使海外诸国。于是，当时35岁的郑和在此后29年间，把毕生的时间和精力都献给了七次航海事业，在世界航海史上留下了辉煌的一笔。



对外态度的转变

在明朝近300年的统治里，对外态度经历了由封闭到逐步开放的过程。明朝初年基本采取对外封闭态度。明成祖执政时，主动派船队出使西洋，又邀请东南亚国家前来贸易。成祖以后，由于倭寇之患，海禁一度严厉。但在明代晚期，倭患稍平后，海禁部分解除，海外贸易又迅速发展起来。这是明代皇帝所戴的帽冕。

七下西洋

明代的“西洋”是指今日中南半岛、马来半岛、印度洋与非洲东海岸一带。明朝初年，在西方航海时代来临之前，明政府派遣了当时全球规模最大的船队出使西洋。这只船队以太监郑和为指挥官，历经了永乐三年（1405）至宣德八年（1433）的七次出使。郑和的船队从地处长江口、有“六国码头”之称的苏州浏家港出发，在七次远航中先后到达占城、暹罗、马来半岛、南洋群岛、印度、波斯、阿拉伯以及非洲东岸的今索马里等30多个国家和地区。

外交成果

郑和下西洋是中国历史上罕见的大规模远洋航行，集结如此庞大的人力物力进行这样的创举，其背后的动机一直众说纷纭，但船队所促成的外交成果却是勿庸置疑的。郑和使团通过和平方式，以厚往薄来的原则，用瓷器、丝绸、麝香、铁器和金属货币，交换各国的珍珠宝石、香料及珍禽异兽，藉此赢取各国的信任。许多国家在郑和访问后，都与明朝建立起邦交和贸易往来，部分国家的使团甚至搭乘郑和的船只来“朝贡”。此后一段颇长的时间里，明朝声威一度堪与唐太宗的天可汗媲美。

中古世界最大的远航船队

在郑和的七次远航中，船只最多的一次达200余艘，最少的也有62艘。船种包括宝船、战船、坐船、粮船和马船，负责指挥、载兵、载粮等任务。船队还配备有水手、船师、工匠、医生、翻译和士兵，人数最多时达27000人。

船队编制

郑和的船队规模庞大，完全按照海上航行和军事组织进行编制，由舟师、两栖部队、仪仗队三个序列编成。舟师就是现在的舰艇部队，基本单位是战船，其编队分为前营、后营、中营、左营、右营；两栖部队用于登陆行动；仪仗队担任近卫，并负责对外交往时的礼仪活动。



郑和远洋的路线

据《明史·郑和传》记载，郑和七下西洋所经过的国家和地区共有36个。从它们的地理分布来看，有中南半岛、南洋群岛、孟加拉湾、波斯湾、马尔代夫群岛、阿拉伯海、亚丁湾等地。郑和先后四次横渡印度洋，最远达到非洲东岸肯尼亚的蒙巴萨。

郑和其人

郑和(1371～1433年)原姓马，名和，又名三宝(保)，云南省昆阳州(今晋宁县宝山乡)人，生于一个回族家庭，祖父辈曾到麦加朝觐。朱元璋派军远征云南时，郑和被俘做了太监，后到朱棣身边充当侍童。在燕王朱棣争夺皇位的“靖难之役”中，他因立功而赐姓郑，并提升为内宫监太监，史称“三宝（保）太监”。

明成祖的对外政策

明成祖朱棣是一位颇有政治远见的皇帝。他根据国内外形势的变化，调整了国家的对外政策，采取对外开放，稳定周边，把中国的稳定和发展与世界、尤其是周边环境结合起来的措施，争取了一个长治久安的和平局面。郑和下西洋就是其对外政策的一个重大体现。

郑和宝船

郑和的指挥船属于船队中的旗舰，也是最重要和最大的船种，称为“宝船”。船长44丈4尺、宽18丈，以现代标准折算，船长138米，宽56米。船上有九桅，十二帆，排水量在15000吨左右，载重量超过7000吨。

导航手段

宋代以前，中国的海上航行主要靠季风和日月星辰测定航向。宋以后，指南针被应用于航海。明代，郑和将天文导航、罗盘导航、陆标导航、测量水深等导航手段结合运用，从而使航海技术得到进一步发展。在这幅《过洋牵星图》中，郑和记录了众多的星宿定位数据和不同海区天体高度的变化，对古代的天文导航有重要贡献。





先进的造船技术

这是郑和宝船的复原模型。宝船船型的设计体现了先进的造船技术。古代船只以木帆船为主，行驶靠侧风及尾部来的风力。一般来说，船窄则速度快，因此像战船这类要求速度的船，船身的长宽比值较大，而客船、货船等要求安全的船只，长宽比值则较小。宝船作为郑和的指挥船，以安全为原则，故而是短宽型、吃水深的尖底龙骨船，也是当时世界上最大的木帆船。

航线网络

郑和的西洋航行开辟了当时历史上最长的航路，建立了多条纵横交错的远洋航线网络。郑和船队的航线上有6处航行枢纽，由它们辐射出来的航路达58条，表现出中国古代航海技术的成熟。

明成祖亲自迎接郑和归来

第五章

5 古希腊文明
ANCIENT GREECE CIVILIZATION

“我们都是希腊人。”

——雪莱(英)

古代希腊位于地中海东北部，除了现在的希腊半岛外，还包括爱琴海、马其顿、色雷斯、意大利半岛和小亚细亚等地区。这片土地见证了欧洲早期的两大文明——米诺斯文明和迈锡尼文明的诞生，并由此发展出了人类文明史上的奇葩——璀璨的古希腊文明。在那时的希腊地区，奴隶制已经确立，经济活动空前活跃，商业、航海业、渔业的发达使希腊人有大量与多种文明接触交流的机会，城邦民主制的独特政治体制也助长了浓郁的文化气氛的生成。古希腊人没有不可抗拒的王朝专制统治，也没有传统文化的束缚，再加上他们热爱自由、热爱生活、天性乐观、崇尚理性的民族传统，于是人类历史在这一时空点上开出一朵灿烂的文明之花。在世界文明史上，古希腊文明以其特异的风采与卓越的成就享誉后世，以至有“言必称希腊”之说。作为欧洲文明的发祥地和摇篮，它的重要性是勿庸置疑的。如果没有古希腊，人们真的无法想象欧洲文明将会是什么样子。

米诺斯的王宫

探索克里特岛的米诺斯文明



克里特岛位于爱琴海南部，总面积为8336平方千米，是爱琴海上最大的岛屿，也是地中海交通的要冲。在荷马史诗《奥德赛》中有关于它的动人描写：“有个地方叫克里特，在酒绿色的海中央。那里美丽又富裕，四面是汪洋。那里居民稠密，九十个城市林立在岛上。”传说，米诺斯的克诺索斯王宫结构复杂，千门百室，廊道迂回曲折，人入其中往往迷途不返，又称“迷宫”。在这个迷宫中还有一个可怕的牛头人身的怪物……千百年来，克里特岛一直笼罩在神话传说的神秘面纱之下。1900年，英国考古学家伊文思在这里发掘出了米诺斯王宫遗址，一个古老的文明展现在世人面前。从此，神话不再是神话，传说也不只是传说。

克诺索斯王宫
克里特岛上的每一个主要城镇都围绕着一座巨大的宫殿修建而成，而克诺索斯王宫是其中最大的。这座宫殿有1000多间房屋，各个房屋之间由走廊、台阶和庭院连接起来，显得错综复杂。用来支撑宫殿的柱子是米诺斯人特有的上粗下细型木柱。屋顶上的装饰看起来很像公牛角。这是王宫建筑的一小部分。

航海与运输
米诺斯人擅长航海，拥有一支庞大的船队。他们围绕地中海东部航行，并能够轻而易举地横渡地中海。这些船队主要用来进行贸易活动。这是一艘从埃及回来的商船。

对外贸易
米诺斯的经济主要靠贸易，海外贸易尤其发达。米诺斯人主要出口橄榄油、葡萄酒、木材、羊毛绒、陶器、珠宝、刀具等物品。他们是成功的商人，因而非常富有。

牛头崇拜
公牛在米诺斯文化中是力量和丰产的象征，是米诺斯人祭祀的对象。这只用黑皂石、贝壳和水晶制成的酒具呈牛头形。在举行宗教仪式时，它或许曾盛过献祭动物的血。

居民生活
克里特岛上的居民大多是农民，他们饲养牲畜，如牛、山羊、绵羊和猪等，也栽种一些农作物、蔬菜和水果。在市场上，有人出售李子和葡萄，有人在卖肉，有些人在卖鱼、蟹和章鱼等海产品，还有一些人在出售陶罐。人们用驴驮货物进行环岛运输。



克里特岛上的文明

克里特岛土地肥沃，气候温和，适于发展畜牧业和农业，所以很早就有人类居住。约在公元前1800年左右，克里特进入“旧王宫时期”。在此期间，米诺斯人建造了大型宫殿，宫殿外建有坚固的城墙。公元前1700年左右，一场大地震毁坏了岛上所有的宫殿。后来，米诺斯人重建宫殿，进入“新王宫时期”。这一时期，米诺斯的海外贸易非常发达，与希腊大陆、埃及、西亚甚至两河流域都建立了贸易关系。为确保海上运输的安全，米诺斯还建立了一支所向披靡的舰队，称霸地中海地区。约公元前1470年，破坏和毁灭突然降临，克里特岛上的城市几乎同时遭到了毁灭性的打击。不久，这个称雄一时的海上霸国消失在海涛和风声中，只留下一些悠远神秘的传奇故事。是谁毁灭了米诺斯文明？



米诺斯的建筑
米诺斯的建筑成就卓著，对后来的希腊建筑影响巨大。这个小小的赤陶模型为人们提供了一幅罕见的米诺斯别墅的三维视图。建筑内部有一道楼梯通向二楼，二楼大厅的圆柱支撑起一个平顶，而拱形的椽子上方则伸出了一个阳台。



表现社会生活的壁画
生气勃勃的米诺斯壁画让我们看到了一个富裕、安闲、友善、文雅的米诺斯社会。最动人心弦的是这幅被称作《斗牛》的壁画，图上的那头牛正向前猛冲，牛的前方站着一个少年，正用力按住牛角；牛身后的少年脚跟离地，双手扬起，把一名红装少女弹向空中，少女则稳稳倒立在牛背之上。这是杂技表演还是一种宗教仪式？其中的含义至今不明。

农业与经济
米诺斯的农民们在岛上种植了多种作物。他们把自己收获的大部分粮食交给王宫。这些粮食被放入建在地面上的储藏室里。其中一部分粮食用来供养官员和支付宫殿里工匠的工钱，其余的则用于海外贸易。

毁灭之谜

一些考古学家提出，是克里特岛附近的桑托林火山的爆发导致了米诺斯文明的毁灭。火山爆发不仅给克里特岛带来了致命的尘埃雨，极大地损害了岛上的农业和畜牧业，而且引发了巨大的海啸，毁坏了海港城市，也摧毁了克里特人统治海洋的利器——船队。然而最新研究表明，桑托林火山在古代的那次大爆发约发生在公元前1645年。另一些考古学家认为，是人为原因而不是单纯的自然灾害毁灭了米诺斯文明：一个越海而来的异族入侵并毁灭了它。米诺斯文明虽然早已消失在蔚蓝色的地中海中，但是它所创造的文明并没有终结。希腊半岛上的迈锡尼继承了它的文化传统，成为爱琴文明新的中心。欧洲文明又开始了新的旅程。



米诺斯王宫遗址
米诺斯宫殿的遗址规模宏大，结构复杂，代表了克里特建筑艺术的顶峰。整个建筑群依山而建，面积约为16000平方米，拥有大小房间1000多间。图为米诺斯宫殿遗址的局部，约在公元前1600～前1400年建成。

宗教祭祀
米诺斯人没有建造大型神庙，他们在山丘上修筑了小小的神殿，在这里向神祈祷或贡献祭品。这些女祭司们准备去神殿祭神。走在前面的祭司手中举着双头斧，这是宗教的象征。中间一排女祭司挑着用作献祭品的酒和油。后面的那个女祭司手里牵着一头将要献祭给神的小牛犊。

迷宫怪兽

相传，克诺索斯王宫的地下迷宫中囚禁着一个牛首人身的怪物米诺陶。米诺斯国王命令雅典每隔9年向米诺斯进贡7对童男童女，供米诺陶食用。后来，雅典王子忒修斯决心为民除害，杀死这个怪物。忒修斯在米诺斯公主的帮助下得到了一柄魔剑和一个线团。忒修斯把线头系于迷宫入口处，手提魔剑，边走边放线团，进入到迷宫深处。王子英勇无畏地用魔剑杀死米诺陶后，循着线团顺利地走出了迷宫。



致命一击
公元400年左右制作的这幅马赛克镶嵌画，描绘了在错综复杂的迷宫中央，王子正准备给怪物米诺陶以致命的一击。

迈锡尼与特洛伊之战

探索荷马史诗中的迈锡尼文明

公元前 8 世纪，希腊游吟盲诗人荷马写下了两大史诗：《伊里亚特》和《奥得赛》。它们讲述了希腊早期历史上的迈锡尼人与小亚细亚的特洛伊人之间的一场血腥之战。荷马史诗的广泛流传，让许多人梦想找到那个征伐特洛伊的希腊联军统帅阿伽门农的故乡——迈锡尼。根据史诗中的描述，兴盛的迈锡尼是一个黄金富足的都市，曾以金银饰品闻名于世。荷马史诗是否属实？迈锡尼文明的实际情况是怎样的呢？



木马计

木马计是古代战争史上使用突袭和诈败战术最著名的一个战例。在特洛伊之战中，围攻特洛伊的希腊联军由于久攻不下，便施了一个诡计。他们将自己制造的一个巨大木马遗留在营地上，佯装离去。放松警惕的特洛伊人以为希腊人逃之夭夭，就将木马作为战利品拉回城中。夜里，藏身木马肚中的希腊士兵打开城门，接应返回的希腊军队。特洛伊城就此失陷。

证实荷马史诗

迈锡尼文明是希腊本土第一支较为发达的文明，在公元前 17 世纪中期至公元前 12 世纪盛极一时。从遗留下来的坚固城堡和丰富的金银宝藏中，人们可以想见其强盛和富裕。他们曾向外扩张，侵入小亚细亚西南沿海一带，特洛伊战争正是迈锡尼人与特洛伊人争夺海上霸权的一场交锋。19 世纪，英国考古学家在迈锡尼遗址地区发掘了 9 座古代公墓，这些圆顶墓（因形似蜂房，又称“蜂房墓”）约属于青铜时代中期，大约相当于公元前1500～前1300年。人们在墓中发现了荷马史诗中描述的武器，以及许多黄金饰品和器物，从而证实了荷马史诗的真实性。



迈锡尼城邦

迈锡尼奴隶制城邦国家早在公元前1500年就已形成，并建造了一个坚固的城堡。城堡的城墙是用巨石垒成的，城门上有两只雄伟的石雕狮子，这就是著名的“狮子门”。这种形式的城门在当时的希腊十分盛行。

揭开尘封的历史

当时的迈锡尼人普遍使用一种被考古学家称为“线形文字乙种”的文字系统——属于希腊语，是一种音节文字，由克里特岛的线形文字 A 发展而来。这种文字在 1952 年被解读成功，人们得以进一步了解迈锡尼的兴衰历史。大约在公元前 12 世纪，迈锡尼人倾国出兵，远征小亚细亚的富裕城市特洛伊，长达十年。这场旷日持久的战争消耗了迈锡尼大量的人力、物力和财力。不久，它就被南下的强悍民族多利亚人所征服，文明急剧衰亡。希腊早期文明倒退到没有文字记载的“黑暗时代”……



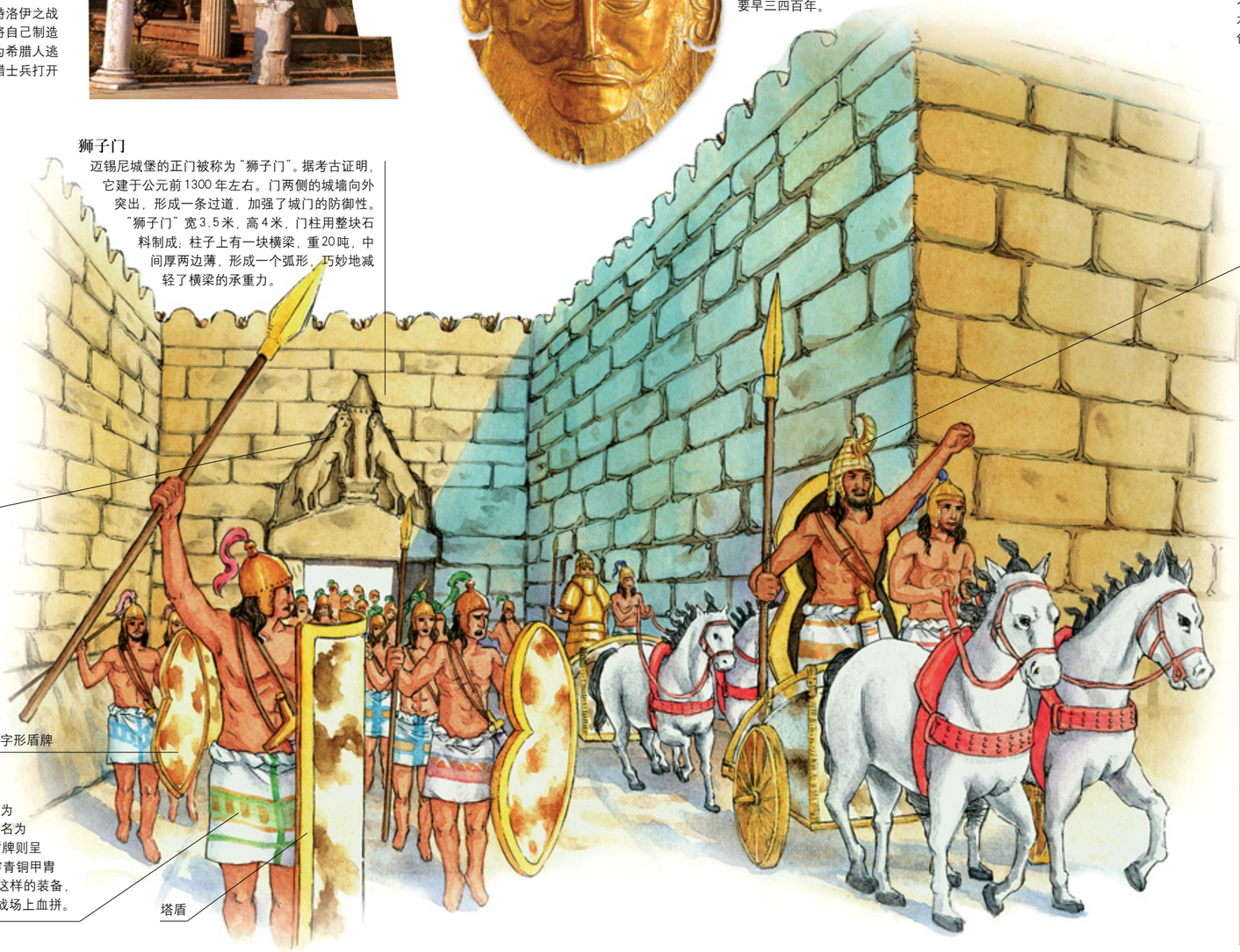
战斗的间歇

这原本是一尊双耳陶瓶上的一幅绘画，再现了荷马史诗《伊里亚特》中的一个情节：希腊英雄阿克琉斯和埃伊斯正在掷骰子的游戏。虽然两人看上去都已沉浸于游戏之中，但却都手持长矛，严阵以待，准备随时开始战斗。这种瓶绘艺术是古代希腊艺术家在装饰艺术上的一种独特创造。



黄金面具

在对迈锡尼墓穴遗址的发掘中，出土了这具慑人心魄的黄金面具。发掘者海因里希·谢里曼以为它是属于传说中的迈锡尼王阿伽门农的，因而欣喜若狂。但后来的研究表明，出土这具黄金面具的墓葬，其年代约在公元前16世纪，比阿伽门农生活的年代要早三四百年。



狮子门

迈锡尼城堡的正门被称为“狮子门”。据考古证明，它建于公元前 1300 年左右。门两侧的城墙向外突出，形成一条过道，加强了城门的防御性。“狮子门”宽 3.5 米，高 4 米，门柱用整块石料制成；柱子上有一块横梁，重 20 吨，中间厚两边薄，形成一个弧形，巧妙地减轻了横梁的承重力。

迈锡尼城堡遗址

迈锡尼城堡遗址呈三角形，城墙周长 900 米，占地面积约 3 万平方米。墙用粗糙的巨石垒叠而成，其间不用任何黏合材料。墙的厚度平均达 6 米，最厚处达 8～10 米。城墙依山形而建，时起时伏，但多处城墙高度相同，约高出地面 18 米。迈锡尼城堡现在只残留狮子门附近的一段城墙，城墙内是一个光秃秃的荒坡。

雄狮装饰

横梁上面装饰有三角形的石板，石板上雕着两只狮子，狮的前爪搭在祭台上，形成双狮拱卫之状，威风凛凛地向下俯视着。

战争来临

战争是迈锡尼人生活的重要组成部分，国王和贵族都必须作为武士接受训练。当一座城市卷入战争时，国王就带领他的军队去打仗，他和他的贵族侍从们乘马车，而普通战士则步行。

“8”字形盾牌

步兵的装备

步兵们使用长矛和短剑作为武器，用盾牌进行防御。他们的盾牌分为两种，一种是很大的长方形盾牌，名为塔盾；另外一种较为小巧轻便的盾牌则呈“8”字形。级别较高的军士可以穿青铜甲胄来保护自己，但普通步兵却没有这样的装备，他们只能靠自己的勇气和技能在战场上血拼。

塔盾

野猪牙头盔的来历

这种头盔只有国王和立有战功的贵族才有资格佩戴。头盔的里层交织着许多坚韧的皮条，并附有一层毡制的衬里，外层巧妙地装饰着雪白闪亮的野猪獠牙。国王和贵族们在和平时期驾驶马车去打猎。他们把打猎时杀死的公野猪的獠牙取下来，装饰他们的头盔。

特洛伊之战

据荷马史诗记载，希腊第一美女海伦被特洛伊的王子帕里斯诱拐后，海伦的丈夫斯巴达国王决心复仇，遂向其兄迈锡尼国王阿伽门农求助。阿伽门农组织了拥有1000艘战舰、10万士兵的希腊联军远征特洛伊。希腊联军与特洛伊的战争旷日持久，互有胜负。最后，阿伽门农采纳了奥德修斯提出的“木马计”攻陷了特洛伊。



美女海伦的雕像

雅典和斯巴达

探索古希腊的城邦体制

公元前8世纪至前6世纪，希腊各地先后建立了200多个奴隶制城邦国家。它们通常以一个城市为中心，包括附近的若干村落。城邦之间还经常你争我夺，发生战争。所以，古代希腊社会实际上是一个由众多城邦组成的松散结合体。不过，虽未建立起统一的国家，但他们在语言文字、宗教节日与活动、风俗习惯等方面大体保持一致，各城邦居民都自称是“希腊人”。众多城邦中，最具实力的是雅典和斯巴达。

雅典城邦

雅典位于希腊的阿提卡半岛，那里有丰富的矿藏、良港，为发展工商业提供了有利条件。公元前8世纪左右，雅典建立起了公共议事会和管理机构，由贵族阶层管理。随着工商业的发展，工商业奴隶主兴起，由于他们出身平民，在政治上处于无权地位，因此反对贵族独霸国家政权。公元前594年，代表平民利益的梭伦当选为首席执政官，并进行了一系列改革，这就是著名的梭伦改革。此后，雅典建立了奴隶制民主共和国，实行民主政体。



希腊雕塑
希腊雕塑是整个古希腊艺术的光辉代表，集中体现了希腊人对美的理想，以及非凡的艺术才华和智慧。这是一尊希腊武士像的正面和背面，可以明显的看出其创作技法带有强烈的现实主义色彩，对细节极为关注。

卫城
卫城是古希腊城邦具有防卫性质的中心地区，里面有市政和宗教建筑。卫城大多建在高处，既是城堡，又是祭祀神灵的所在，具有宗教和军事的双重目的。这是古希腊最著名的雅典卫城，坐落在雅典市中心的山丘上。它是古希腊建筑艺术中的一颗明珠。

雅典娜神庙
雅典娜神庙位于雅典卫城的最高处。神庙的中心建筑就是这座著名的帕特农神殿，那里供奉着雅典的保护神——雅典娜·帕特农。

会议厅与公民大会
中心广场的周围是一些政府建筑，重要的公民大会就在这座大楼里召开。每一个雅典公民，不论贫富，都可以在公民大会上申述自己的观点。公民大会开始时，至少有6000位公民到场。大会在听取有关问题的所有意见后才进行表决。

卫城之路
这是穿过中心广场，通往卫城的唯一一条路。在节日期间，这条路上挤满了去雅典娜神庙参加宗教活动的人群。

中心广场
每个希腊城邦的中心地区都有一块开阔地被用作聚会场所和市场，称之为“阿格拉”。中心广场设有供人们买卖商品的市场，热闹非凡。当人们在这里碰上朋友以后，就到阴凉的柱廊下谈论生意和政治，交流新的思想和信息。这里就是雅典城邦的中心广场。



追求理性美的极致
雅典卫城最负盛名的建筑就是这座帕特农神殿，建于公元前447年～前432年。帕特农神殿是希腊人追求理性美的极致表现，例如柱身看来等宽，其实中间略粗，以矫正人类视觉的错觉，又如柱子看来都是垂直的，其实不然，越外围的柱子越往中间倾斜。而且，整个建筑处处显示了黄金分割比例的美学效果。



雅典城的守护神
雅典娜是代表智慧的女神，也是雅典城的守护神。这是雅典娜女神的塑像，其原作为帕特农神殿的主像，全身高达13米，用银白色大理石雕成，镶嵌有象牙与黄金。可惜，它已在拜占庭帝国时代被毁坏，这只是一个小型摹制品。

热闹的市场
古希腊的男子常去市场购物，跟随其后的奴隶则负责拎货物。在市场上，顾客们摩肩接踵，争相光顾棚顶下的货摊。农产品和其他货品用毛驴运到市场上。商人向顾客展示异域的货物，并囤积新货，以便到下一个市场出售。在这里，奴隶买卖也是合法的。

伯罗奔尼撒战争

公元前431～前404年，以斯巴达为首的伯罗奔尼撒同盟与以雅典为首的雅典海上同盟展开了长达27年的战争，史称伯罗奔尼撒战争。当时，雅典是民主的、进步的、文学艺术繁荣发达的国家，而斯巴达却是贵族专权的、保守的、文化鄙俗落后的国家。雅典的民主政治和斯巴达的贵族寡头政治处于水火不相容的地步，双方都想把自己的政治制度扩大到其他希腊城邦。在经济上，双方也为争夺奴隶、原料和商品销售市场，不断发生争端，最终爆发了这场使希腊大部分城邦都卷入的大战。战争以斯巴达的胜利告终。伯罗奔尼撒战争给繁荣的古希腊带来了前所未有的破坏，导致战后希腊奴隶制城邦的危机，整个希腊开始由盛转衰。



雅典海上同盟态势图

斯巴达城邦

斯巴达城邦位于伯罗奔尼撒半岛。约公元前8世纪，斯巴达人入侵并征服了半岛地区，把当地居民变为奴隶，称之为希洛人。斯巴达是奴隶主贵族寡头专政的国家，以长老会议为最高权力机关。斯巴达人实行全民皆兵的军事体制。他们的新生婴儿必须经过长老检查，只有健壮的婴儿才被允许抚养，体弱有病者当即抛入山谷。男孩从7岁起就离家过集体生活，接受严格的军事和体育训练。整个斯巴达社会就像一座大兵营，崇尚军事和武力，以维护对希洛人的统治，并与雅典争夺希腊的霸权。



斯巴达战士
这是一尊斯巴达战士的铜像。他身着希腊式长袍，长长的卷发从羽毛头盔中垂下来。其制作时间约为公元前500年。

奥林匹克运动会的起源

探索古希腊高度发达的文娱生活

四年一度的现代奥林匹克运动会，是世界各国人民生活中的一件大事。届时，人们或者亲临现场，或者围坐在电视机旁，争看各国健儿奋勇拼搏、争金夺银。如果问起现代奥运会的历史，一些“奥运迷”会脱口而出：第一届现代奥运会于1896年在希腊雅典举办，至今已有100多年的历史了。但是，若要问奥运会是如何起源的，恐怕很少有人能够真正说清楚。

盛大的体育赛事

关于奥运会的起源有诸多情节各异的神话传说，但大都为虚构，并反映出其与宗教的关系。据记载，古代奥运会最初只有赛跑一项比赛。公元前7世纪，增加了赛车和赛马竞技。公元前472年，赛事的规模进一步扩大，比赛的时间也由最初的1天延长至5天。第一天不举行比赛，人们为天神宙斯举行隆重的献祭仪式；第二天主要举行赛车和赛马，以及五项全能比赛；第三天举行17～20岁之间的青年的比赛；第四天举行成年男子的单项比赛。比赛在第五天结束，这一天将为优胜者举办庆祝宴会。



激烈的比赛
在图的上半部分画面中间，一名跳远运动员正在跳远，而他的教练和另一名参赛者则在一旁观看。此图下半部分的左边，两名摔跤者正在进行比赛。这个项目由一名裁判监督，一旦参赛双方变得过分粗野，裁判随时准备进行制止。右边还有两名拳击手正在出拳进击。



掷饼者
这是公元前5世纪中叶米隆雕刻佚品的复制品。此雕刻描绘了古代奥运会五项全能运动中的一项——掷饼。在奥运会中赢得一场竞赛的胜利，不仅会给运动员，而且会给他的家庭和他所在的城邦带来巨大的荣誉。

五项全能
五项全能是为最优秀的运动员设立的一项比赛，也是古代奥运会的重要项目。它包括五个比赛项目：赛跑、跳远、掷标枪、掷饼和摔跤。

马拉松项目
此项目是为了纪念一名叫作菲里皮得斯的战士而设立的。公元前490年，为了向雅典报告马拉松战场的胜利消息，他一口气跑了35千米。

奥运圣火
奥林匹克火炬接力跑起源于古希腊雅典城邦祭月活动中的一种宗教仪式。在夏至那一天，到雅典朝圣宙斯的信徒们通过赛跑的方式决定点燃祭坛上圣火的人选，胜利者获得授权从大祭司手中接过火炬来点燃祭坛上的圣火。

掷饼
饼是很重的石头或金属圆盘，后来多为铁制，也称“铁饼”。比赛时，竞技者右手握饼并同时向身体右侧转动，经转动数次后，其左脚向前迈出一步，随后利用腿部和躯干的力量使身体向左旋转，同时张臂松手，最终将饼掷出。这就是后来被人们称为“希腊式”的掷铁饼动作。只有投掷得远并且姿势优美的竞技者，才能获得这个竞赛项目的优胜。



考证起源

虽然大多数人认为奥运会是古代希腊人的创举，但也有人认为古希腊人的奥运会是从腓尼基传入的。有考古学家从腓尼基文明的体育场遗址、铸有运动员形象的硬币和腓尼基史诗中，考证出首次世界性的体育比赛早在公元前15世纪就在腓尼基举行了。这种传统传播到地中海地区被古希腊人吸收后才确立了古代奥运会的雏形。到公元394年罗马皇帝提奥多西一世下令取缔之时，这项古代赛事已延续了千年之久。与之相比，现代奥运会的历史是非常短的。不过，现代奥运会仍沿袭了古代奥运会的旧制，四年举行一次。



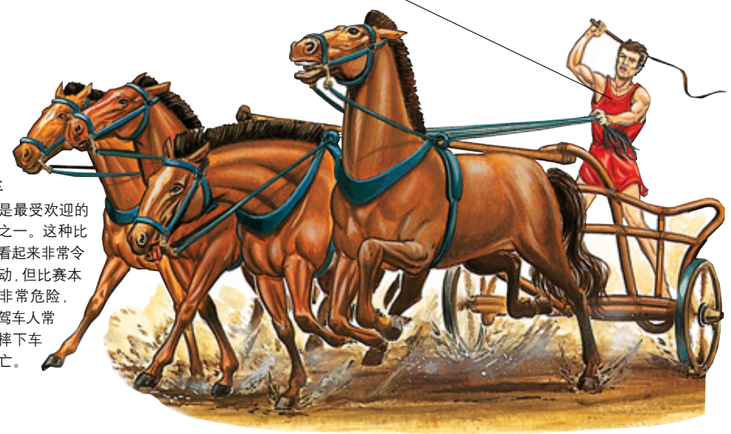
胜利者的奖赏
奥林匹克运动会上的优胜者将获得用橄榄枝叶做成的花冠，这在当时是一种无上的荣耀。

美好的传说
传说，古代第一届奥运会于公元前776年举办，起源于一场事关爱情和王位的角斗。古希腊城邦波沙的国王艾诺麦有一个女儿，叫基波达米娅。为了给女儿挑选一位佳婿，国王命令求婚者必须和自己赛车，胜利者迎娶公主，而失败者则被刺死。由于国王勇力过人，先后有13名求婚者死于他的长矛下。但求婚者中有公主的恋人皮罗西，于是公主暗中作弊，使皮罗西获胜。为了庆获胜利，皮罗西在波沙城以西的奥林匹亚举行了盛大的祭典，感谢天神宙斯对他的保佑。在祭祀仪式中，皮罗西又安排了运动竞技活动为人们助兴。古代奥运会就这样创立了。



天神宙斯
宙斯是希腊神话中的最高神明，传说奥运会就是为了敬奉他而设立的。这尊宙斯青铜像大约制作于公元前460年左右。

赛车竞技中通常有四组马车一起参赛。驾车人分别穿着红、蓝、绿、白四种不同颜色的服装，以此表明他们属于哪一组。



赛车
赛车是最受欢迎的竞技之一。这种比赛观看起来非常令人激动，但比赛本身却非常危险，因为驾车人常常因摔下车而死亡。

裸体参赛
除赛车外，所有参加比赛的运动员都是裸体的，他们在比赛前周身涂油，赛后再用青铜刮刀把油脂刮掉。

掷标枪
当时用于竞赛的标枪是一种木矛。掷标枪比赛分投远和掷准两种。运动员在进行投远竞技时，标枪上需安装一个无锋刃的金属矛头，用于增加力量并保持平衡；在进行对准目标的比赛时，则改用一个有锋刃的金属矛头，以中的多少来确定最后的优胜者。

摔跤
摔跤是一种角力项目，其参赛者必须将对方三次摔倒在地，并且要让对手肩背着地才算胜利。

跳远
古代奥运会中的跳远比赛一般采用“持重跳远法”。竞技者双手要各握一个石制品或金属制作的物品，它们的形状与今天使用的健美器械“哑铃”相仿，重量约为2千克。手持重物是为了增加跳远时的前冲力量，并保持落地时的身体平衡。



谁杀了亚历山大大帝

探索马其顿帝国与传奇国王的征服史



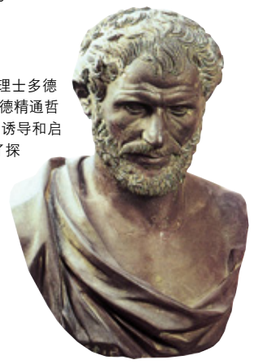
亚历山大大帝堪称世界历史上最成功的军事指挥家之一，他所征服的领土从埃及的尼罗河三角洲一直延伸到阿富汗的崇山峻岭。公元前323年，这位骁勇的统领决心以巴比伦为根据地，进攻阿拉伯半岛。进攻开始的前几天，亚历山大在宴会上与朋友尽情畅饮，那天深夜，他病倒了。12天以后，正值壮年的亚历山大离开了人世，年仅32岁。是谁，或者是什么，杀死了这位伟大的军事家？

伟大的军事天才

亚历山大（前356～前323年）出身于当时军事力量强大的马其顿王国，他从父亲腓力二世国王身上继承了独特的军事思想，在他的老师——哲学家亚理士多德的启发下萌生了对世界的好奇心，也获得了探索未知世界的动力。亚历山大继承王位后，在仅仅10多年的时间里，就建立了西起巴尔干半岛、尼罗河，东至印度河的庞大帝国。尽管他有无可比拟的军事天才和异乎寻常的号召力，但他也是一个粗暴残忍、喜怒无常而且经常酗酒的人。人们认为正是不懂克制的性格使他树敌颇多。

马其顿的崛起
马其顿位于希腊北部。古代马其顿人讲希腊语，崇拜希腊神，但却被其他的希腊人所瞧不起，认为他们是落后的蛮夷之人。公元前359～前336年，国王腓力二世在位期间组建了一支强大的军队，马其顿王国日渐崛起。当他被暗杀后，年仅20岁的亚历山大继承了王位。这是国王腓力二世的金制头像。

亚历山大的老师
亚历山大13岁时，拜希腊著名哲学家亚理士多德（公元前384～前326年）为师。亚理士多德精通哲学、政治和科学知识，学识渊博。在老师的诱导和启发下，亚历山大对世界充满了好奇，萌生了探索和征服世界的欲望。





第一个成就
亚历山大十几岁时就已是骑马高手了。他被载入史册的第一件事是，十二岁时驯服了当时无人敢骑的烈马——布塞弗勒斯。在随后的几年里，布塞弗勒斯陪伴着亚历山大南征北战，出生入死。这座骑马青铜像表现的正是亚历山大和他的爱骑。

驯服布塞弗勒斯
亚历山大注意到布塞弗勒斯是被自己的影子惊吓坏了。所以，他在驯服它时，把它的头转向了太阳，这样布塞弗勒斯就看不到自己的影子了。



盾牌手
盾牌手在方阵的边上作战，保护没有防护措施的方阵右翼。盾牌手还随身配备双刃短剑。



无畏的统帅
亚历山大是一个英勇无畏的统帅。每次战争中，他总是骑着自己心爱的战马——布塞弗勒斯冲在最前面。战斗中，剑、匕首、大棒和石头等各式武器，在亚历山大身上留下了大大小小数十处伤痕。



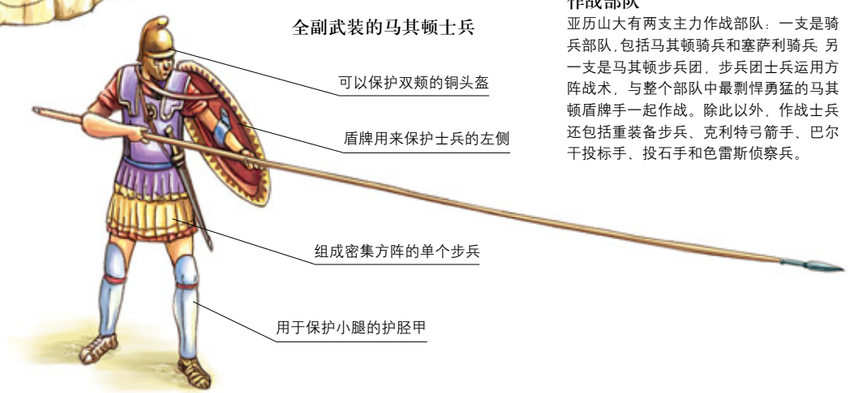
尖锐的长矛
马其顿士兵的长矛长达6米，这个长度正好可以使方阵的士兵在一个安全的距离内攻击敌方士兵。

方阵战术
亚历山大大帝是一个出色的军事家，善于使用方阵战术。他命令自己的步兵手持长矛，组成密集的令人生畏的步兵方阵。方阵的右翼由盾牌手防护，前方则由骑兵充当前锋。这种方阵只能前进不能后退，具有极强的攻击力，往往将对手打得溃不成军。

解开死亡之谜

通过对历史资料的搜寻和研究，人们对亚历山大的神秘死亡主要有两种观点：一种与毒药有关，另一种来源于皇家日记，上面有亚历山大死于疾病中的高烧的记载。哪一种说法更加可信呢？首先，医学家通过历史资料中的症状描述排除了疾病致死说，认为有关高烧的描述很可能是虚构的。而后，毒药学专家借助最新的医疗模拟技术了解到亚历山大生命最后时刻可能出现的中毒反应，并据此从25种古希腊毒药中筛选排除得出一种毒性植物——菟葵。那么，亚历山大是有人故意投毒谋杀的吗？疑点之一是马其顿是一个讲究男子汉气概的民族，他们更愿意用剑而不是毒药杀死某人。在研究古代医生的治疗方法时，人们震惊地发现菟葵在当时被当作药物服用，但古代医生很难把握这种药物的治疗和致害的界限，所给出的剂量常常达到中毒量。为了尽快实现进攻计划，身体不太舒服的亚历山大很可能因服用过量的菟葵而酿成了悲剧。

全副武装的马其顿士兵



可以保护双颊的铜头盔

盾牌用来保护士兵的左侧

组成密集方阵的单个步兵

用于保护小腿的护胫甲

作战部队
亚历山大有两支主力作战部队：一支是骑兵部队，包括马其顿骑兵和塞萨利骑兵。另一支是马其顿步兵团，步兵团士兵运用方阵战术，与整个部队中最剽悍勇猛的马其顿盾牌手一起作战。除此以外，作战士兵还包括重装备步兵、克利特弓箭手、巴尔干投标手、投石手和色雷斯侦察兵。

制作军队装备

亚历山大的士兵所装备的盾牌、头盔和武器都是由能工巧匠手工制作的。做盔甲时需要使用铜片，将之打造成型即可。而做矛头和剑时则需要用铁，这是因为铁更加坚硬。铸剑的方法是：先将铁放在炭火中加热到可以任意造型的程度，加热温度达到1200℃；然后不断地敲打已经加热了铁，直到把它敲成剑的形状，这要耗费数小时的时间；最后把剑投入冷水中，让它变硬，然后再在磨石上打磨抛光。

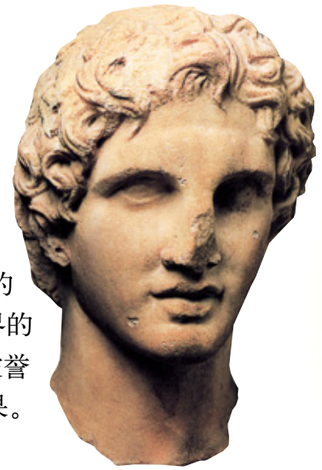


马其顿士兵的甲胄

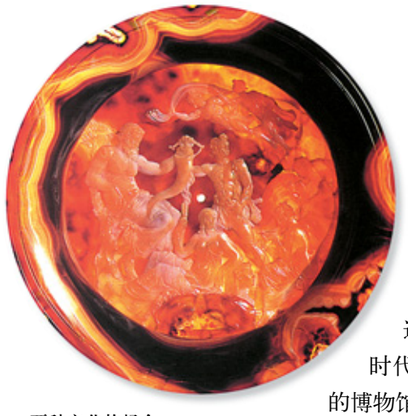
古代科学之城

探索希腊化时代的文明奇迹

公元前332年，已经占领埃及的亚历山大大帝——这位当时年仅24岁的马其顿人被加冕为法老，成为埃及国王。在统治期间，亚历山大大帝在埃及修建了一个希腊式的港口城市，并将它命名为亚历山大城。尽管以后又有16座城市相继以他的名字命名，但在埃及的这座当时世界最大的港口城市亚历山大城却最为著名。整个希腊世界的学者们都到这里来讨论新思想，学习新知识，并进行科学研究。它被誉为古代世界的科学之城，体现了希腊化时代希腊文明传播的杰出成果。



传说中的亚历山大
埃及人把统治他们的亚历山大大帝奉为神明。这是制作于公元前2世纪上半叶的亚历山大头像，他被刻画得英俊而神武，是埃及人心目中的理想形象。



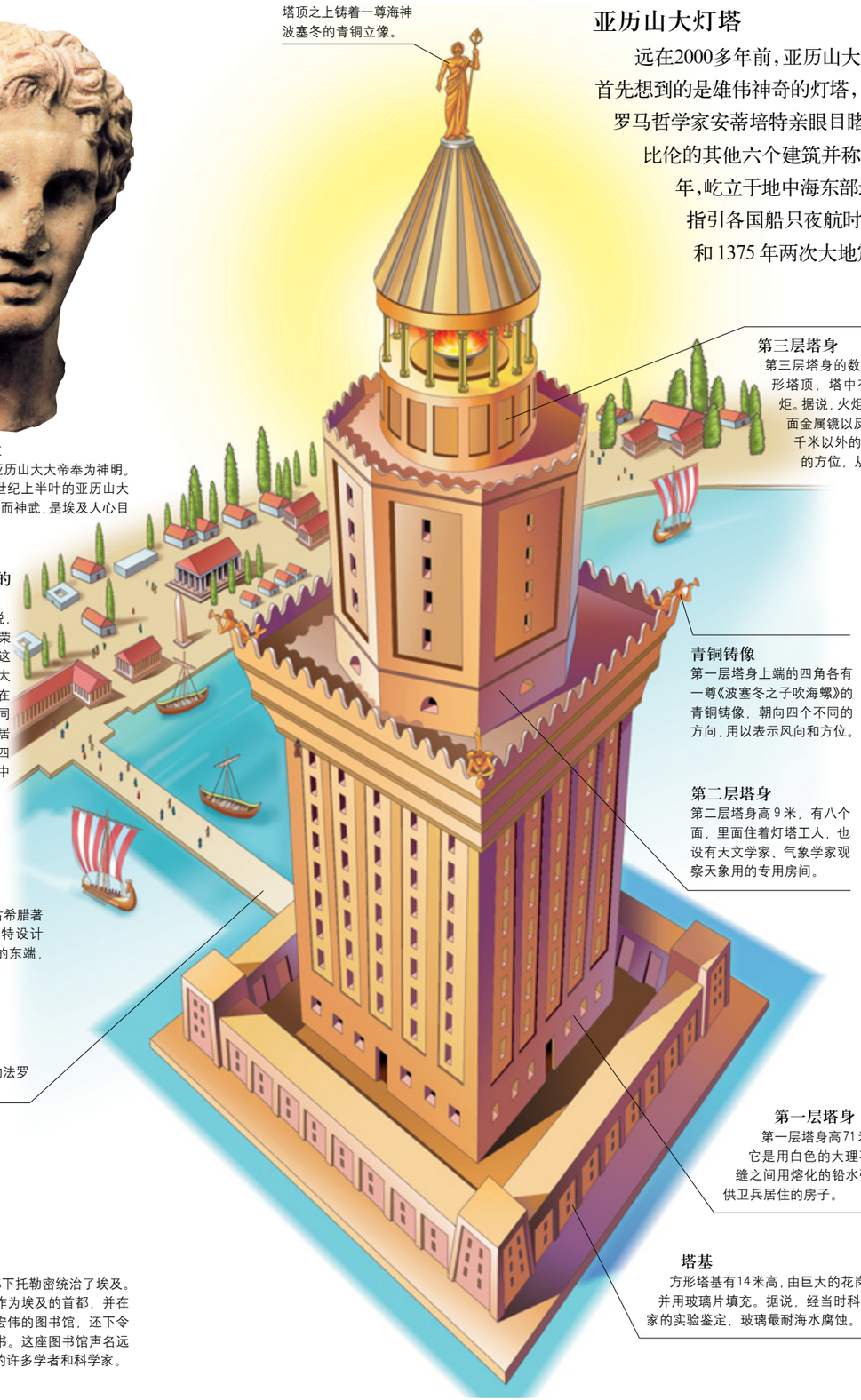
两种文化的糅合
这个制作于公元前172年的亚历山大多彩浮雕是残存的几个反映希腊和埃及文化相汇合的作品之一。浮雕的上部分是几个希腊神灵的雕像，下部分则刻着埃及的狮身人面神像。

希腊化时代

亚历山大大帝建立起庞大的帝国后，希腊文化也开始在其国境之外广泛传播。亚历山大死后，他的三个部下分割了帝国，并在各自的统治区域内继续推行希腊文化。因此，人们通常把亚历山大东侵(公元前334年)至罗马灭掉由亚历山大的部将所建立的埃及托勒密王朝(公元前30年)的这段历史时期称为希腊化时代。作为希腊化时代的文化中心，埃及的亚历山大城拥有庞大的博物馆和图书馆，众多科学家、文学家和艺术家在这里探讨学术问题，还出现了许多杰出的学者，如数学家欧几里德、科学家阿基米德、地理学家埃拉托斯特尼、天文学家希帕库斯等。希腊化时代的文化对后来罗马文化乃至近代欧洲文化都有着极其深刻的影响。

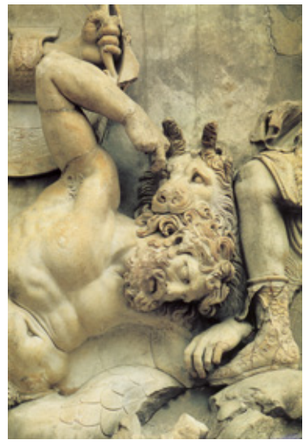
无处不在的希腊风格
在亚历山大这座希腊化的城市中，各种建筑无不带有希腊风格。亚历山大城的人们就在这个希腊式的大圆形剧场中开展希腊式的文娱活动。





亚历山大灯塔

远在2000多年前，亚历山大灯塔的名气远远超过了金字塔。人们一提到埃及，首先想到的是雄伟神奇的灯塔，而不是法老的陵墓——金字塔。公元前2世纪的罗马哲学家安蒂培特亲眼目睹过灯塔的盛况，他将灯塔与当时埃及、希腊、巴比伦的其他六个建筑并称为世界七大奇迹。这座巨型灯塔建于公元前281年，屹立于地中海东部最大最重要的国际转运港——亚历山大城的港口，指引各国船只夜航时进出港口。它一直工作了15个世纪，直到1302年和1375年两次大地震才使之彻底毁坏，并沉陷海底。



栩栩如生的石刻
希腊化时代的雕刻家喜欢表现夸张的动作和激烈的情感，这种手法在右边的石刻中表现无遗。这是今土耳其境内的帕伽马大祭坛石刻的局部画面，描绘的是战斗中的神和巨人。



希腊文化的传播
上图的淡黄色区域表示希腊化各国，但希腊文化也传播到更远的东方。希腊化艺术的技艺和风格甚至影响了巴基斯坦和阿富汗境内的古代雕刻艺术。

古代世界七大奇迹

古代世界七大奇迹是指七座古代建筑，它们分别是：埃及的大金字塔、巴比伦的“空中花园”、希腊奥林匹斯山上的宙斯神像、地中海罗德斯岛上太阳神巨像、小亚细亚以弗所的月神阿尔忒弭斯女神庙、土耳其国王摩索拉斯的陵墓、埃及亚历山大城法罗斯岛上的大灯塔。但是，由于地震、人为破坏等原因，这七大奇迹除金字塔依然屹立外，其余均已被毁坏。

第六章

6 古罗马文明
ANCIENT ROME CIVILIZATION

“希腊被擒为俘虏，被俘虏的希腊又俘虏了野蛮的胜利者。”

——贺拉斯(古罗马)

罗马文明是从公元前6世纪左右开始逐渐成长起来的。到公元前3世纪中期，当希腊文明达到顶峰时，罗马人正在统领一个统一的意大利。约公元前2世纪中叶，罗马文明进入了黄金时代。而这时，希腊文明已经衰落，并被罗马所征服。罗马人是希腊文明的继承者和传播者，深受希腊文化的影响。这种影响表现在神话、文学、语言、史学、艺术、哲学、政治、法律、科学技术等诸多领域，因而在欧洲流传“征服者被征服”的谚语，即征服了希腊的罗马却在文化上被希腊征服了。但罗马文明在汲取希腊文明营养的基础上创造了又一个崭新的辉煌。正如一句西方谚语所说的，“罗马不是一天建成的。”在今天，我们还能看见罗马大帝国时期的建筑，如凯旋门、万神殿和大竞技场等等。让我们走进这个曾横跨欧亚非三大洲、雄霸数个世纪的西方帝国的辉煌历史中，去追寻，去破解……

伊特鲁里亚人的沸腾岁月

——探索古罗马的早期文明——



意大利位于南欧亚平宁半岛上，狭长的国土几乎把辽阔的地中海一分为二，这里是古罗马文明的摇篮。但早在古罗马人之前，约公元前1000年左右，一个极富传奇色彩的古代民族已经生活在这一地区。他们创造出了高度发达、繁荣兴盛的民族文化，并深深影响了意大利半岛上的其他民族。后世的人们称这个民族的人为“伊特鲁里亚人”。

古罗马文明的曙光

公元前9～8世纪，当人类文明的车轮隆隆碾过青铜岁月，驶进铁器时代时，意大利亚平宁半岛上的伊特鲁里亚人也步入了繁荣昌盛的新时期。他们建立了12座城市，号称“伊特鲁里亚帝国”，并开始通过陆路和海路与希腊、西亚和北非的一些国家建立联系，进行海外贸易。公元前6世纪，伊特鲁里亚人的社会繁荣达到了顶峰，他们积极向半岛的中部和西部扩张，并征服了罗马城。罗马人从伊特鲁里亚人那里获益良多，不仅直接传承了其葡萄酒的酿制技术、建筑技术、文字书写和神秘的占卜术，甚至现在被当作古罗马标志的长袍、罗马数字、斗兽竞技和代表权力的束棒都是从伊特鲁里亚人的文化传统中汲取的。也正是经由伊特鲁里亚的桥梁，罗马人才吮吸到了希腊文化的乳汁。

生活场景的复原

目前所发现的伊特鲁里亚文化的建筑遗迹很少，很难清晰地勾勒出其房屋建筑的特点和城市规模。但考古学家们根据已有的发现，还是大致复原了伊特鲁里亚人的生活场景。

神话中的怪兽

这尊伊特鲁里亚人的青铜雕塑表现的是客迈拉——一个传说中能够吐火，背上长有山羊头的狮头蛇尾的怪物。从这类制品中可以看出伊特鲁里亚金属工匠的高超技艺。



海上贸易

伊特鲁里亚人是地中海商贸网中的活跃分子。海上贸易不仅带来了巨额财富，也为伊特鲁里亚文明注入了大量新鲜血液。同时，伊特鲁里亚的文化艺术、生活习俗及字母文字等也传播到了欧洲大陆的其他地方。

昙花一现的辉煌

伊特鲁里亚文明经过数百年的繁荣后突然急速走向衰落。从约公元前396年开始，强大起来的罗马人先后征服了伊特鲁里亚人的12个城邦，并于公元前1世纪初将伊特鲁里亚地区全部并入罗马版图，罗马成为亚平宁半岛上的新霸主。罗马人授予伊特鲁里亚人罗马公民权，伊特鲁里亚人迅速融入罗马社会。他们的文化传统和风俗习惯被放弃了，文字也不再被使用。伊特鲁里亚文明彻底从人类历史的舞台上消失了，以至于此后数个世纪里，人们根本不知道还有这样一个文明存在过。对此，人们只能扼腕叹息——从来没有一个文明如此辉煌而又消失得如此之快！



误认的雕像

这尊真人大小的青铜像制作于公元前1世纪左右，是迄今唯一保存完好的伊特鲁里亚大型雕像。它的罗马化特征常使人误认为其是罗马作品，但肖像人的名字奥利·米特利，是用伊特鲁里亚文而不是拉丁文蚀刻在衣服的下摆处。在这个时期，被征服的伊特鲁里亚人只能学习如何成为罗马公民。

生产活动

伊特鲁里亚人从事农业和手工业生产。他们种植农作物，生产粮食，制作各种陶器，开采丰富的矿藏，还将金属矿石加工成精美的艺术品，通过海上贸易销往周边各地。

房屋建筑

伊特鲁里亚的普通民众用泥和沙混合而成的材料垒建房屋，并用树枝盖顶，顶部留出可以透光的空洞，以便采光照明。而贵族居住的房子则要高级得多。



黑陶的金属光辉

这只公元前4世纪晚期的克雷特杯是宴会上调酒用的器皿，属于著名的磨光黑陶。它是用上好的黏土在抑氧的陶窑中烧制而成的，具有金属的光泽感。这种美丽的黑陶是伊特鲁里亚民族的代表陶器。

妇女的地位

相比同时代的其他民族，伊特鲁里亚人的文明程度更高，其妇女的地位几乎与男子等同。在这口公元前6世纪的伊特鲁里亚石棺的棺盖上，雕刻有一对夫妇的肖像。这对夫妇正斜躺在“克裹那”（一种伊特鲁里亚式的躺椅）上，参加一个宴会。而同时期的希腊人是不允许妇女参加宴会的。



生活区域

伊特鲁里亚人生活的地区气候宜人，土地肥沃，岩石中富含珍贵的金属矿藏，茂密的森林为建造房屋、船只、神庙和桥梁提供了丰富的木材。

葡萄酿酒

伊特鲁里亚人从希腊人那里学会的酿酒技术。他们种植葡萄、酿制葡萄酒，并举办盛大的饮酒宴会。饮酒之风的兴起和酿酒技术的进步，使伊特鲁里亚的美酒畅销各地，成为其重要的经济来源。

伊特鲁里亚人的宗教

伊特鲁里亚人信奉多神宗教，修建庙宇，对神灵顶礼膜拜和祭祀。伊特鲁里亚人的神几乎全部来自希腊，但他们拥有伊特鲁里亚的名字，如主神梯涅阿（天神宙斯）、尤妮（天后赫拉）和梅纳瓦（智慧女神雅典娜）。一些希腊英雄也与诸神一同供奉于伊特鲁里亚的神庙之中。伊特鲁里亚人相信一切命中注定，并擅长神秘的占卜术。据说，曾提醒恺撒在公元前44年3月15日有危险的那个预言家就带有伊特鲁里亚人的血统。



女神梅纳瓦的塑像

母狼传说与七丘之城

探索古罗马建城的历史



母狼与孪生子
这座母狼铜像是约公元前6世纪的雕塑品，两个男婴是16世纪文艺复兴时期的艺术家添加上去的。两者珠联璧合，不但是弥足珍贵的艺术佳品，而且向人们讲述着罗马城起源的故事。

意大利人骄傲地称他们的首都罗马为“永恒之城”，因为据说罗马已经在台伯河畔巍然耸立了2700多年。走进今天的罗马博物馆，人们可以看见一座奇特的青铜塑像：一只母狼侧着脑袋，竖起耳朵，龇牙咧嘴，警惕的眼睛注视着前方；母狼腹下有两个男婴，他们正贪婪地吮吸着母狼的乳汁。这座青铜塑像不但是上乘的艺术佳品，而且讲述着一个关于罗马城起源的神话故事。由于有关罗马城的起源至今都没有可靠的说法，人们不禁产生了疑惑：“永恒之城”到底是怎么来的呢？

母狼传说

相传小亚细亚的特洛伊城被希腊人攻陷后，该城的英雄伊尼亚来到意大利海岸一个叫拉丁的地方建立城市，世代为王。当国王努米多尔在位时，他的弟弟阿穆留斯篡夺了王位。不久，努米多尔的女儿与战神马尔斯生了一对孪生子。阿穆留斯下令把孪生子投入台伯河，谁知孩子们被水冲到了河滩上。饥饿的婴儿号啕大哭，引来了一只母狼。但母狼不仅没有吃掉孩子，反而用乳汁喂养他们。后来，一位牧人将他们抱回家抚养。兄弟俩长大后，杀死阿穆留斯，夺回了王位。公元前753年，兄弟俩在台伯河畔建起了一座城市。哥哥罗慕洛斯以自己名字给新城命名为“罗马”。



垄断贸易
罗马统治地中海地区后，垄断了整个地中海的贸易。这是在罗马港口奥斯提亚的一座坟墓中所发现的壁画。图中的搬运工正在往小商船上搬粮食，船长可能准备将粮食运到别的地方卖掉。船头坐着一个搬运工，他伸出手，似乎正在向大家打招呼：让我先歇一会儿吧。

七丘之城

母狼哺婴毕竟只是一个传说。罗马城建立的真实情况到底怎样呢？考古学家们认为，罗马建城的年代要比传说中晚得多。它是由拉丁人在台伯河南岸的7座小山丘上建立的，所以又被称为“七丘之城”。到公元前6世纪末时，先后有7个王统治了罗马城，称为王政时代，这正是罗马从原始社会向奴隶社会过渡的时期。这一时期，罗马城设有由所有氏族长组成的元老院和由全体男性公民组成的公民大会，由公民大会选举产生王。公元前509年，罗马人推翻了第七个王的残暴统治，结束了王政，由此进入共和时期。



罗马的道路
罗马的道路是士兵和奴隶修建的，供军队、信使、旅行者和商人使用。这些笔直平坦的大道沿尽可能直的路线修建，碰到大山就挖凿隧道，遇到河流则修建桥梁。由此形成的道路网把七丘之城紧密联系起来。

里程碑
路旁低矮的石碑上刻着罗马数字，它告诉旅行者离城还有多远。

乡村生活
富裕的地主们一般住在城里，雇佣管家和奴隶在城外的庄园为他们劳动。还有一些农民也生活在乡村。他们种植葡萄、橄榄和各种蔬菜，也饲养绵羊和山羊，以生产羊毛和奶。

交通工具
古罗马人的道路交通工具多为马车和牛车。马的速度虽然比牛快，但当时罗马人的挽具使马无法拉重车。所以，马一般用来骑行和拉轻便的车，而牛用来运输沉重的货物。

路边旅店
人们在旅途中经常要停下来，到路边的小旅店吃饭睡觉。不过，这些旅店供应的食品和饮水都很差，还有的旅客喝醉酒后大吵大闹，弄得别人睡不着觉。

路上的争吵
这辆马车里面坐着一个古罗马的富人。他出行时乘坐自己的双驾马车，还有一个奴隶作为车夫。他们的车与别人的车狭路相逢，但却都不肯让路，于是争吵了起来。

这个标志表示有酒供应



汲取希腊文化的营养
古罗马人十分喜爱古希腊艺术，尤其是古希腊雕刻艺术。这尊维纳斯塑像是古罗马人仿照公元前5世纪古希腊雕塑家卡利马科斯的作品雕刻而成的，具有十足的希腊风格。

劫夺萨宾妇女

传说罗马建城初期，人口稀少，尤其是缺少妇女。由于邻近部落都拒绝把女子嫁入罗马城，所以罗马王决定抢人。罗马士兵利用节庆聚会之际，劫夺了萨宾人的妻女。萨宾人发誓要报复。经过一年多的准备，萨宾人向罗马人宣战，决心夺回自己的亲人。双方正在厮杀时，传来了妇女的哭号声。被抢去的萨宾妇女抱着孩子，冲到两军阵前，苦苦哀求自己的父兄和丈夫停止残杀。最后，罗马人与萨宾人订立和约，合为一家，共同生活在罗马城。

从共和国到罗马帝国

探索古罗马帝国的兴盛史

公元前5世纪时，罗马还只是台伯河畔的一个国小民寡的城邦，处在伊特鲁里亚人的统治下。公元前5世纪末到公元前4世纪中叶，罗马人战胜了伊特鲁里亚人，并占领了台伯河北部的大片土地。公元前343年至前290年，罗马人通过三次对萨莫奈人的战争，占领了意大利中部地区。接着，他们的势力渗入了意大利南部希腊人的殖民地。经过这200多年的征战，罗马已经基本统一了意大利半岛，开始称霸地中海，并最终成为一个庞大而强盛的帝国。古罗马是怎样一步一步走向成熟与辉煌的呢？



元老院会议
古罗马的元老院由300名贵族和地方官组成，包括执政官、保民官、监察官、大祭司和将军。国家大事都要在元老院通过演讲、辩论和投票来决定。图中表现的是一名古罗马政治家正在元老院会议上慷慨陈辞。

罗马的崛起

公元前509年，古罗马进入了共和时期。当时的罗马设有元老院、执政官和公民大会，虽然拥有公民权的广大平民都能参加公民大会，但国家的实权却掌握在少数贵族手中，实际上是一个贵族共和国。经过200多年的反贵族斗争，平民为自己争得了政治权利，罗马的共和体制渐趋完备。因此，奴隶主从对罗马自由民的奴役逐渐转向大规模地剥削外来奴隶，而以平民为主组成的罗马军团就成为对外扩张的中坚力量。罗马开始崛起于地中海地区。



斯巴达克起义
罗马奴隶的处境非常悲惨，他们被看作一种会说话的工具，身上打着烙印，戴着脚镣在皮鞭下劳动。身强力壮的奴隶则被训练成角斗士，被迫相互残杀或与饥饿的野兽搏斗，供奴隶主取乐。奴隶们忍无可忍，纷纷起来反抗。最著名的一次是公元前73年的斯巴达克起义。斯巴达克原本是一个角斗士，富有反抗精神，这是他的一尊塑像。

“法西斯”的由来

罗马执政官有12名侍从。每个侍从官的手中都拿着一束打人用的棍棒。棍棒用红带捆绑，上露战斧的斧头。这种象征暴力的束棒就叫作“法西斯”。第二次世界大战时的法西斯党就是用这个词来命名的。



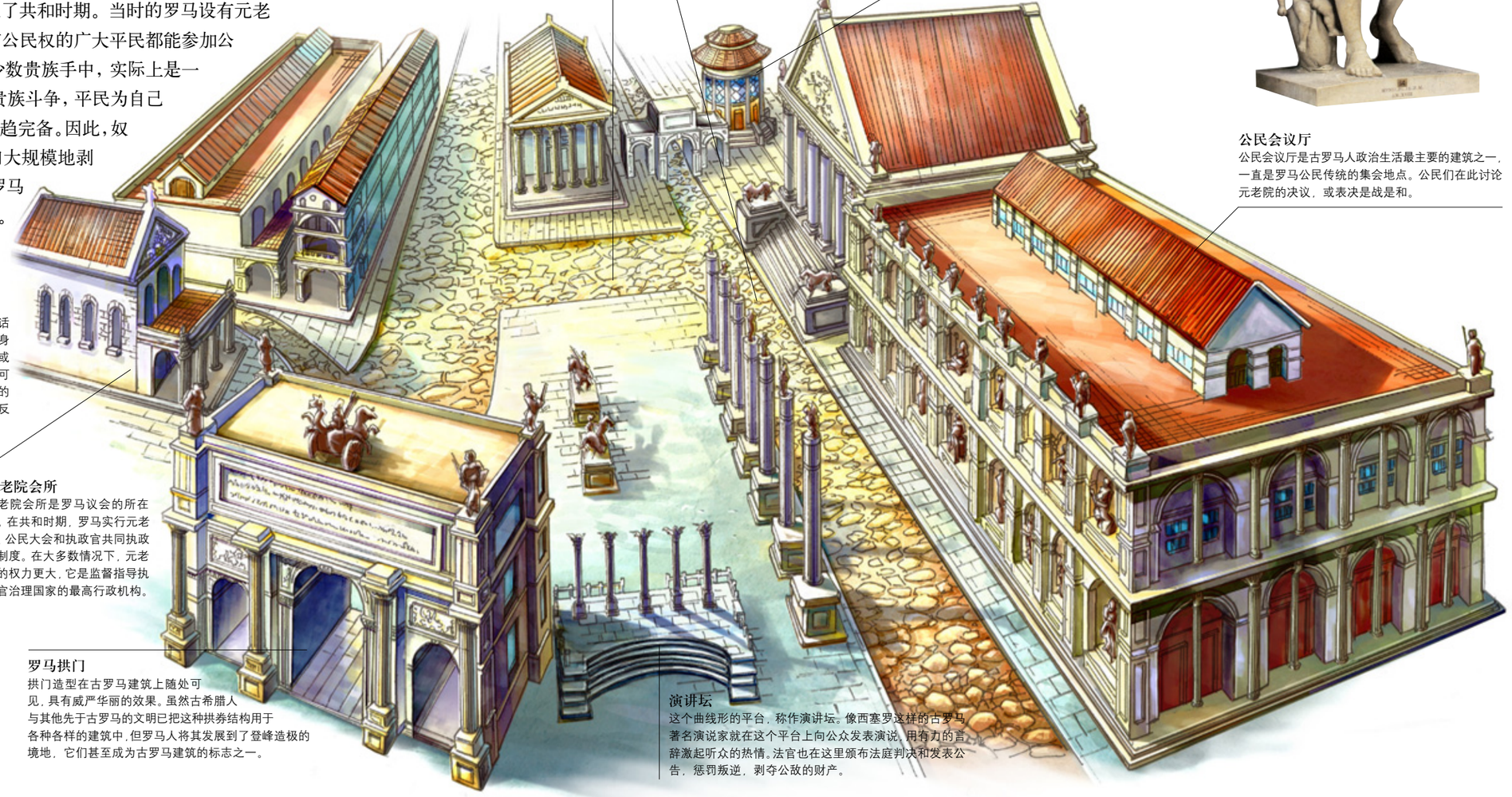
古罗马侍从官
侍从官的手上拿着“法西斯”束棒。

帝国与独裁

角斗士斯巴达克所领导的奴隶起义被镇压后，奴隶主阶级认识到，只有建立强有力的政权才能维护本阶级的利益。而频繁的战争也使掌握军队的统帅往往成为政治舞台上的绝对力量。在越演越烈的夺权斗争中，先是恺撒，其后是屋大维取得了胜利。公元前27年，屋大维建立元首政治，独揽国家一切大权，元首制代替了共和制。罗马进入帝国时期，国力空前强盛。



奥古斯都的统治
屋大维（公元前63～公元14年）是恺撒的外甥孙，后被恺撒收为养子，并立为继承人。公元前27年，元老院授予他“奥古斯都”（意为神圣的、伟大的、庄严的）的尊号。在他统治的40多年中，罗马政局稳定，经济繁荣，开创了“罗马和平”时期。



古罗马广场
古罗马广场是罗马帝国的神经中枢，是罗马人政治生活的中心，也是他们目睹并参与罗马历史上重大事件的场所。广场内树立着气势恢宏的各种公共建筑，包括处理法律、商业和宗教等各种公共事物的地方。帝国的重要庆典如庆祝军队凯旋的隆重仪式也在这里举行。

神圣大道
这是广场上的神圣大道，圣道两旁有许多做生意的小摊点。古罗马的行政长官曾一度禁止在此设摊经商，但不久就取消了禁令。因为，人们愿意到广场上来的原因之一就是为了这个商贸之地。

神庙
神庙是古罗马人宗教祭祀的场所，用来举办特殊的国事庆典和宗教仪式。

公民会议厅
公民会议厅是古罗马人政治生活最主要的建筑之一，一直是罗马公民传统的集会地点。公民们在此讨论元老院的决议，或表决是战是和。

元老院会所
元老院会所是罗马议会的所在地。在共和时期，罗马实行元老院、公民大会和执政官共同执政的制度。在大多数情况下，元老院的权力更大，它是监督指导执政官治理国家的最高行政机构。

罗马拱门
拱门造型在古罗马建筑上随处可见，具有威严华丽的效果。虽然古希腊人与其他先于古罗马的文明已把这种拱券结构用于各种各样的建筑中，但罗马人将其发展到了登峰造极的境地，它们甚至成为古罗马建筑的标志之一。

演讲坛
这个曲线形的平台，称作演讲坛。像西塞罗这样的古罗马著名演说家就在这个平台上向公众发表演说，用有力的言辞激起听众的热情。法官也在这里颁布法庭判决和发表公告，惩罚叛逆，剥夺公敌的财产。

失踪的古罗马军队

探索古罗马的军队与军事战争

公元前53年，罗马“前三头同盟”的巨头之一克拉苏发动了对帕提亚（古代中国称之为安息，今伊朗一带）人的战争。在对敌方环境特点一无所知的情况下，克拉苏贸然派遣了7个军团的步兵、8000名骑兵前往作战。罗马军队遂被帕提亚重装骑兵诱入美索不达米亚平原的西部沙漠地带。由于罗马人既不习惯沙地作战，又不熟悉战场环境，以致不能组织有效的进攻和防御，一仗下来，约有2万多罗马人被杀，1万多人被俘，克拉苏本人也战死。所幸的是，克拉苏之子率领第一军团所剩的600余人突围成功，但突围之后的他们却如泥牛入海杳无音讯。他们究竟去了哪里呢？



一个古罗马步兵战士

奇特的外国军队

20世纪后期，有人在中国的一本史书上找到了线索。据《汉书 · 陈汤传》记载：公元前36年，即汉元帝建昭三年，汉军在与北匈奴郅支单于的军队作战时，发现一支善“摆鱼鳞阵研习用兵”、“土城外修木城”（即修筑攻城塔作为攻城工具）的外国军队很难对付。陈汤所部降服这支军队后，将俘虏士兵收编，让他们协助汉军戍守边疆。据《汉书 · 地理志》记载，西汉政府为了方便他们的驻防和生活，特在祁连山下划出一块地方，设县筑城，这就是骊千古城。善“摆鱼鳞阵研习用兵”、在“土城外修木城”正是古罗马军队的典型特征。汉书上记载的这支奇特军队会不会就是突出重围的那支罗马军队？



军事装备
古罗马士兵拥有整套完善的军事装备，包括头盔、护面、铠甲、铁矛、标枪、短剑等。这是古罗马军团的军事长官曾穿着的铠甲和佩带的战剑。

搭建营房

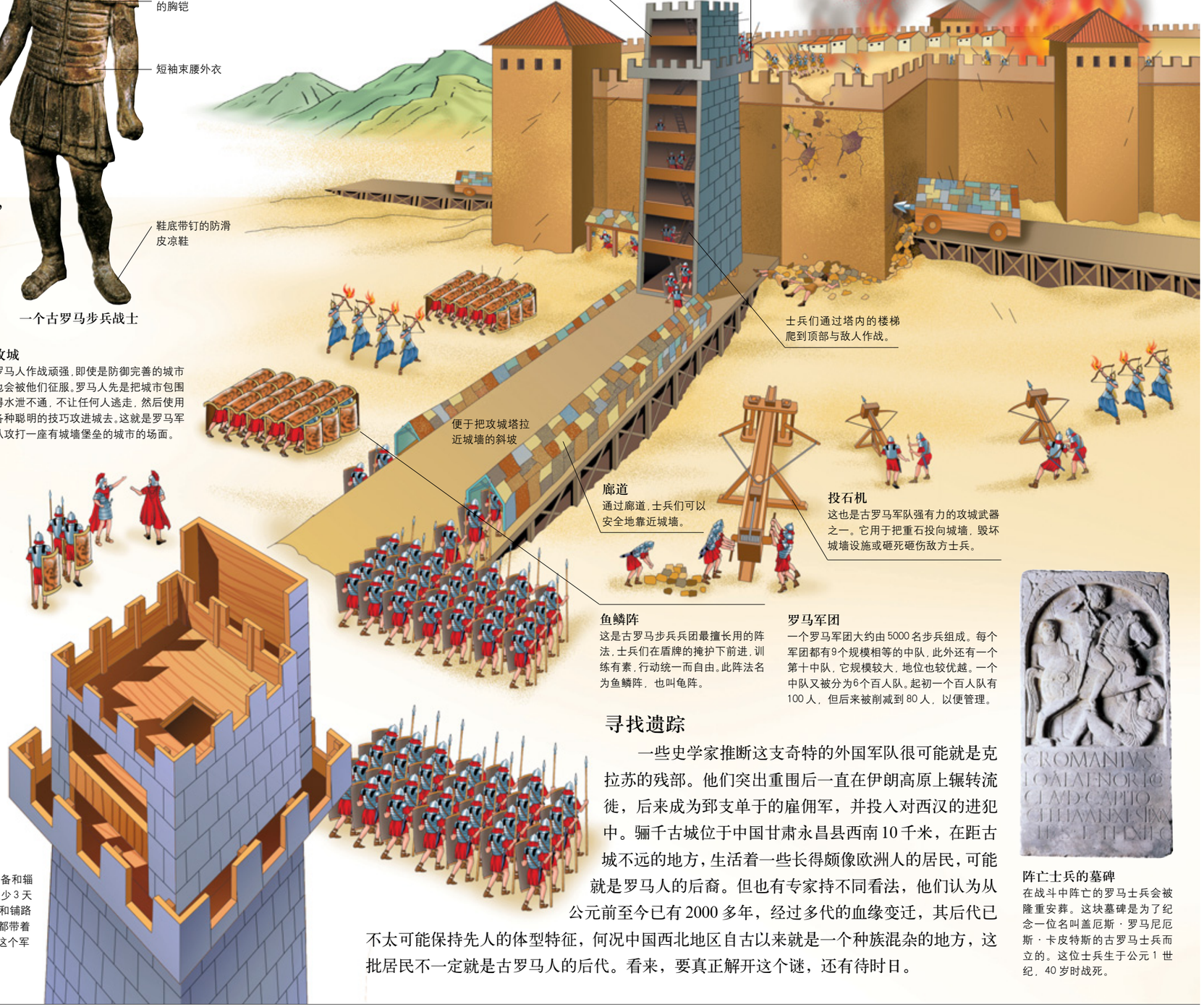
罗马军队在行军时每夜都要搭建帐篷营房。所有营房的设计都是相同的，每个受过训练的罗马士兵都知道怎样快速扎营。士兵们首先要平整出一块方形的宿营地，然后沿地基边缘挖一条深沟，再将土高高堆起，并在上面打上木桩。他们在木桩之间穿插树枝，形成几道坚固的墙壁，再罩上皮质防雨布，营房就建成了。另外，在营房附近设有瞭望塔，里面有哨兵轮班值守。如果有敌人进攻，哨兵会通知部队很快做好战斗准备。



战斗中的罗马士兵

罗马兵役
在罗马共和时期，每个拥有土地的男子都被要求服一段时间的兵役。到了帝国时代，大多数罗马士兵都受过良好的军事训练，他们把从军作为自己的职业。当然，军队也必须按期支付士兵工资，这对贫穷的罗马公民很有吸引力。

奔赴战场
罗马军团开赴战场时要带上所有装备和辎重。除武器外，各军团还要带上至少3天的食物，以及建筑营房、开挖水渠和铺路架桥用的工具。每个军团上战场时都带着一只银鹰，鹰如果落入敌人手中，这个军团就被解散了。



寻找遗踪

一些史学家推断这支奇特的外国军队很可能就是克拉苏的残部。他们突出重围后一直在伊朗高原上辗转流徙，后来成为郅支单于的雇佣军，并投入对西汉的进犯中。骊千古城位于中国甘肃永昌县西南10千米，在距古城不远的地方，生活着一些长得颇像欧洲人的居民，可能就是罗马人的后裔。但也有专家持不同看法，他们认为从公元前至今已有2000多年，经过多代的血缘变迁，其后代已不太可能保持先人的体型特征，何况中国西北地区自古以来就是一个种族混杂的地方，这批居民不一定就是古罗马人的后代。看来，要真正解开这个谜，还有待时日。

阵亡士兵的墓碑
在战斗中阵亡的罗马士兵会被隆重安葬。这块墓碑是为了纪念一位名叫盖厄斯 · 罗马尼厄斯 · 卡皮特斯的古罗马士兵而立的。这位士兵生于公元1世纪，40岁时战死。

古罗马巨舰沉没

探索古罗马“前三头”统治的分崩离析

公元前44年3月15日，在罗马元老院议事厅里，一个人被一群手拿短剑和匕首的阴谋分子团团围住，他身中二十三剑之后，倒在了庞培雕像的脚下。他就是尤里乌斯·恺撒，古罗马共和国著名的军事家、政治家。在这群刺客中，有恺撒一向器重有加、深信不疑的部下和朋友。恺撒，这位古罗马历史上赫赫有名的人物为什么会被人阴谋刺杀，甚至被他的朋友所背叛呢？



恺撒家的这尊雕像无缘无故地倒地碎裂了。这也是一个不祥的兆头。

政治生涯

公元前60年，恺撒同当时罗马的权势人物庞培和克拉苏达成秘密协议，联合起来与元老院贵族抗衡，史称“前三头同盟”。恺撒先后出任执政官和高卢总督。他通过近十年的征战，征服了高卢全境，为罗马搜罗了大量的财富和奴隶，也为自己积累了丰富的政治、军事资本。后来，克拉苏在远征东方帕提亚人的战斗中兵败被杀。不久，恺撒又和庞培公开翻脸，三头同盟变成了“两头对抗”。公元前48年，恺撒又击败了唯一的劲敌庞培。



不祥的梦

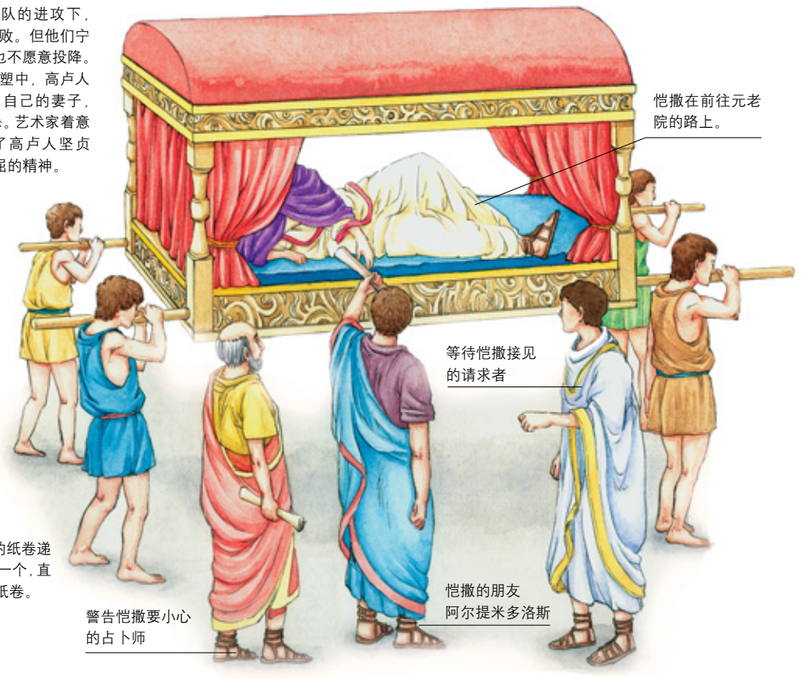
恺撒的妻子试图阻止恺撒去元老院参加会议。因为她在前一天晚上做了一个可怕的梦。她梦见丈夫躺在自己的怀里，但却已经被人刺死了，身上的伤口还在流血。恺撒的妻子心中十分不安。她向恺撒述说了自己的恶梦，认为这是不祥的预兆，要求他不要离开家。恺撒有些犹豫了。

居心叵测的邀请

作为密谋分子之一的布鲁图是恺撒的部下，恺撒非常信任他。布鲁图来到恺撒家里，居心叵测地邀请恺撒。布鲁图劝说恺撒不要给人以指责他高傲的新口实，亲自去元老院一趟。在布鲁图的极力劝说下，恺撒最后答应前往元老院。

恺撒征服高卢

在恺撒军队的进攻下，高卢人惨败。但他们宁愿自杀，也不愿意投降。在这座雕塑中，高卢人先杀死了自己的妻子，后又自杀。艺术家着意表现了高卢人坚贞不屈的精神。



恺撒在前往元老院的路上。

等待恺撒接见的请求者

恺撒的朋友阿尔提米多洛斯

警告恺撒要小心的占卜师

神秘而灵验的占卜

在途中，恺撒遇到了一位占卜师。这个占卜师很久以前就预言过恺撒将在3月15日会有危险，现在他又一次警告恺撒要小心。但恺撒根本不相信占卜，还玩笑地对他说：“3月15日已经到了！”占卜师反驳道：“是啊，已经到了，但还没有过去。”

失之交臂

恺撒的朋友阿尔提米多洛斯把一个记着刺杀阴谋消息的纸卷递给他，并叮嘱他马上看一看。由于遇到的请求者一个接一个，直到走进元老院庞培议事厅，恺撒也没来得及打开这个纸卷。

独裁惹祸

公元45年9月，恺撒在转战埃及等地后，胜利凯旋，回到罗马。他获得了至高无上的权力和荣誉，成为集军、政、司法大权于一身的独裁者。当时的罗马是一个城邦制共和国，人们在很早就定下不成文的规矩：如果谁想当国王，罗马神人共戮之。恺撒不敢公开称王，但他的权势已胜似一国之君。恺撒的独裁统治使过去拥护他的许多人离开了他，也使一部分元老贵族对他十分不满。这些人在暗中组成了一个密谋集团。公元前44年3月15日，他们刺杀了恺撒。

恺撒的名字

恺撒的名字后来成为一种专有名词。许多帝王将他的名字当作一种头衔，象征威望。例如，德国皇帝称Kaiser、东欧国家为Ceasr、俄罗斯为Czar（沙皇）都是源自“Caesar（恺撒）”一词。



恺撒



手持匕首刺杀恺撒的阴谋分子

庞培雕像

布鲁图

血腥的谋杀

恺撒进入议事厅后，密谋分子按照预定计划开展行动。一个密谋分子突然扯了一下恺撒的外袍，这正是动手的信号！密谋分子们立刻将恺撒团团围住，纷纷拔出匕首刺向他。

绝望

起初，恺撒还在奋力抵抗。但当他看到自己一向深信不疑的布鲁图也拿着匕首向他走过来时，他绝望地喊道：“布鲁图，连你也要杀我吗？”在这之后，他便停止了反抗，直到流血过多而死去。在他倒下的地方，安放着一尊庞培的雕像。

恺撒死后

恺撒死后，共和制并没有恢复起来。随着罗马的扩张，疆域的扩大，共和制已不能适应统治的需要。后来，恺撒的养子屋大维建立了罗马帝国，实行独裁的元首制度，这顺应了历史的必然。

恺撒的军团

浮雕中刻着罗马军团的士兵作战的情景。一个罗马军团拥有5000个士兵。罗马拥有数十个这样的兵团，因而军事力量非常强大。每当士兵们征服一块新的土地后，大量的战利品便涌入罗马。军团的重要性也给其统帅们带来了强大的政治力量和政治资本。



古罗马精神的象征

探索古罗马人的娱乐活动

中世纪的英国诗人贝达曾经说过：“圆形竞技场崩溃时，就是罗马灭亡之时。”这里的圆形竞技场是指罗马的科洛塞穆竞技场，它以其独特的建筑风格被称为“古代世界最宏伟最高超的建筑”，罗马人更是以其作为罗马帝国精神的象征，扬言“科洛塞穆永不倒”。这个圆形竞技场究竟是怎样的建筑？它真的永不倒吗？



科洛塞穆竞技场

科洛塞穆竞技场位于罗马古城区的威尼斯广场南面，是罗马帝国时期的皇帝维斯巴夏在位时修建的，始建于公元72年，历经8年后，由其子提图斯完成。在拉丁语中，“科洛塞穆”的意思是“巨大的”。这个竞技场是古罗马建筑风格的典型代表，以其庞大、坚固、精美和实用而闻名于世。这座古代世界规模最大的竞技场，外墙高48.5米，相当于现在一个12层大厦的高度，总占地面积达到2万平方米，观众席可容纳5万余人。它的主要用途是进行角斗表演、斗兽表演和海战表演。

公共娱乐表演
罗马帝国的城市居民常常免费享受一些娱乐表演，这些节目一般由当地要人、元老院议员，有时甚至是皇帝本人付费上演。在圆形竞技场举行公开的演出活动是赞助者炫耀财富、显示社会地位的有效方法。古罗马人嗜好充满杀戮气氛的角斗表演。这两个陶俑小人代表格斗中的两个角斗士。

观众席
为了保证入场秩序，竞技场的观众席按照古罗马社会的等级差别，严格地排列了座次。最前面的座位是贵宾席，中间是骑士席，后面是平民席。全场共分为4个大区，各区的观众对号入座，所以并不会发生纷乱现象。

角斗士的生活
古罗马的罪犯和奴隶无论男女，大都被送往一所专门的训练学校受训，以便能够成为一名合格的角斗士。这些角斗士除了彼此之间进行厮杀外，还被迫与野兽进行搏斗，又称为斗兽者。他们的生活充满了暴力、血腥与危险。

角斗
一个没有穿防护盔甲的角斗士和一个身着防护装备的角斗士正在进行激烈的角斗。

乐曲与欢呼声
乐师们在竞技场里演奏乐曲，同时，场上的群众正在欢呼。

战术
没有戴盔甲的角斗士依靠自己敏捷的动作和娴熟的技巧与对手周旋。他先乘对手不备向之抛出渔网，使对手陷于渔网中不便行动。然后，他用手中的三叉戟凶猛地刺向对方。对手由于身着重型防护装备，又被渔网罩住，行动迟缓，只好用盾牌和短剑进行防御。

清理
竞技场上铺了厚厚的一层沙子，浸血过多时可以把沙子清除掉。

冥神
一个奴隶装扮成冥神的样子站在一旁。传说中，冥神是把死者带入阴间的使者。这个奴隶的责任是在比赛结束时，用手中的木质棒槌结束失败者的生命。

护胫甲
用于保护小腿及关节部位。

竞技场的构造

竞技场的中心是表演区，场地呈椭圆形，长约86米，宽约57米，奴隶们在此表演角斗或斗兽，以娱观众。因为表演区地势很底，比最前排的贵宾席还低5米，所以灌满水后就可以用来表演舟船海战。在表演区下面还有地下室，约有80个房间，设施齐全，上面有厚实的木板，下面有排水的管道。竞技场全用砖石修筑。底下两层用巨型石柱和石墙砌就，可承担巨大的压力。拱顶以泥沙和石砖为建筑材料，牢固耐磨。上面两层的外壁用华石进行装饰，十分气派。整个建筑的重量自下而上逐渐减轻，下层最牢固，但上层也很坚实。所以罗马人有“科洛塞穆永不倒”的谚语。



战车赛
战车赛是罗马最古老的公共表演。比赛在竞技场举行，参赛的驾车手之间以所着服装的色彩相区别。这是公元4世纪的马赛克壁画的一部分，上面是一辆四马并拉的双轮战车。



圆形剧场
公元80年，这座古罗马圆形剧场建成，并向大众开放了。

建筑外观
竞技场的外部共分为四层，除最高一层墙面开有小窗外，其余各层墙壁都开以拱门。每层有80个拱门，三层共有240个拱门。每个拱门两边都有古典柱子夹插并立，形成拱柱联合结构，将建筑的力度与美感结合起来，相得益彰。

古典柱式艺术
竞技场建筑充分运用了希腊的古典柱式技巧。第一层拱门采用质朴坚实的多利亚柱式，第二层拱门用秀美的爱奥尼亚柱式，第三层用华丽的科林斯柱式，第四层墙面则采用了罗马人偏爱的方倚柱。这样由低到高，由坚实到轻巧富丽，建筑本身的功能和装饰的节奏便得到了极好的配合。

古罗马戏剧

除了角斗表演外，古罗马人还很喜欢看戏。古罗马的戏剧最初是从古希腊人那里翻译过来的，既有悲剧也有喜剧。和古希腊一样，古罗马只有男演员才可以参加演出，演出时戴上面具。古罗马观众看戏时喜欢高谈阔论，他们更喜欢喜剧。因此，罗马人创造了滑稽剧的艺术形式。滑稽剧可以在简易舞台上演出，可以不需要面具，也没有台词。由于大规模的戏剧表演不像其他节目那样受欢迎，一些大的圆形剧场后来都被改做了角斗场。



这个古罗马戏剧面具带着一种嘲讽的神情。



古罗马竞技场遗址

消失的庞贝古城

探索古罗马的城市文明

在1750年，一群意大利的农民正在维苏威火山下挖掘水渠，只听“当啷”一声，铁锹似乎碰到了什么东西。人们翻开泥土，发现了一些金光闪闪的东西。“金币，是金币。”人们惊呼起来。这个消息很快传开，引来了四面八方的人。人们在火山下不停地挖掘，挖出了各式各样的东西，如金币、陶器、瓦罐等等。有一个人挖出了一块大理石石板，上面用拉丁文刻着“庞贝”的字样。人们震惊了！原来，传说中那个神秘消失的罗马城市——庞贝，就在他们脚下。它被完整地密封在占地近65公顷的火山岩屑里，已经沉睡了一千多年！让我们来揭开这座死亡之城的神秘面纱吧。



宗教建筑
在庞贝城广场的西侧，有一组庞大的宗教建筑群——阿波罗神庙，庙前耸立着这座精美的阿波罗青铜像。神庙的建筑结构与风格正是典型的希腊化建筑式样。这暗示了希腊文化与庞贝文明有着显而易见的联系。

城市雏形
整个庞贝城的面积大约有1.8平方千米，四周围绕着4800多米长的石砌城墙。由南到北，由东到西各有两条笔直平坦的大街，把全城分成9个城区，每个城区又有许多小街小巷纵横相连。

公共交通
庞贝城街道的路面上铺着石块、石板，有些大街的街石已被金属车轮碾出深深的辙印。大街上有独特的“人行横道”，每隔一步设一块高出路面数厘米的石头，好像乡村小溪的过河石，下雨时过街不会打湿鞋子。

第六感
成群的海鸥从城镇上空飞走了，它们可能已经预感到将有什么灾难要发生了。一些动物有比较灵敏的第六感，往往能预知灾难的降临。可惜，当时庞贝人并没有注意到这些征兆。



庞贝城的历史

公元前10世纪，庞贝还只是一个小城镇，最早是由奥斯克人建立的，以农业和渔业为主要活动。公元前6世纪，希腊人看中这儿是海上商道的一个重要据点，于是在这里定居下来。他们在庞贝建起了希腊多利亚式的神庙，并带来了崇拜阿波罗神的信仰。后来，庞贝在罗马强大的军事威胁下屈服了，从此成为罗马城市。



公共娱乐生活
庞贝人嗜好血腥的角斗士表演，这已经成为庞贝人公共娱乐生活的重要组成部分。这种竞技表演在庞贝经常举办，颇具规模，还出现了许多专职的角斗士。这个头盔就是角斗士在角斗时防护面部所用的。

维苏威火山

维苏威火山位于意大利中南部的那不勒斯湾的海滨。这里土地肥沃，气候宜人，很早以前就有人在此居住。公元初年，著名的地理学家斯特拉波根据历史记录和地貌特征，判断这是一座死火山。庞贝人对此深信不疑。但公元79年时，它却在人们毫无防备的情况下突然爆发了，并彻底毁灭了庞贝城。以后的岁月里，它又有过多次喷发。1845年，人们在这里建起了世界上的第一座火山观测站。



维苏威火山

死亡之谜

公元79年8月24日，维苏威火山突然爆发了。瞬息之间，火山喷出的灼热岩浆遮天蔽日，四处飞溅，庞贝遭遇毁城之劫，许多居民因此遇难。但是庞贝城离火山还有一定距离，居民们为什么没能及时逃走呢？一些科学家经过分析后认为，火山喷发时空气会被岩浆和火山灰所含的大量硫、磷等有毒元素污染，庞贝人很可能就是被这种毒气熏死的。



第七章

7 美洲文明
ANCIENT AMERICA CIVILIZATION

“人类假如想要看到自己的渺小，无需仰望繁星闪烁的苍穹，只要看一看在我们之前就存在过、繁荣过，而且已经灭亡了的古代文化就足够了。”

——西拉姆(德)

自新石器时代以来，人类文明的活动区域主要集中在亚欧大陆及北非地区，居住在这些地区的各个民族的历史活动构成了人类文明发展的主体。但是，在辽阔的美洲大陆上也存在着诸多具有独特风格的文明体系，其中一些足以自豪地跻身于古代人类文明之林。在整个古代人类文明的体系中，美洲文明是一种极为特别的类型，这突出地表现在它是在与亚欧大陆人类文明主体相隔绝的状态下的独自产生和发展起来的文明。另外，与亚欧大陆的古代文明都发源于大河流域不同，美洲的古代文明皆起源于丛林、盆地和高原地区，其主要创造者是最早进入美洲大陆的人类——印第安人。印第安人依靠自己的劳动和智慧开拓了美洲，他们中的奥尔梅克人、玛雅人、阿兹特克人和印加人先后创造出了辉煌灿烂的文明。他们有自己的象形文字、天文历法、数字系统、神话传说、文学艺术，以及可以同埃及金字塔媲美的美洲台式金字塔神庙建筑。但从15世纪末开始，西方殖民者侵入美洲，摧毁了印第安人独立发展起来的文明。

印第安人的传奇身世

探索早期美洲文明

世界上一切古老民族的早期历史都是一个谜，美洲印第安人也不例外。当欧洲人第一次发现这批居民时，竟连他们的名字都弄错了。1492年10月，航海家哥伦布来到了美洲巴哈马群岛，他以为这里是东方的印度，所以他把这些黄皮肤、黑头发的土著居民称为“印第安人”，意为“印度的居民”。后来人们才知道，可怜的航海家完全搞错了，这里其实是美洲。可“印第安人”这个称呼却将错就错地叫了500多年。现今，人们一致认为印第安人是美洲最古老的居民，可是他们究竟是土生土长起来的，还是从其他地方迁来的呢？



印第安文化

最早来到美洲的人类属于蒙古人种，后来被称为“印第安人”。印第安人依靠自己的劳动和智慧开拓了美洲。他们中的奥尔梅克人、玛雅人、阿兹特克人和印加人，先后创造出了独特的文化。这是印第安人的羽毛头饰，现在成为印第安部落的象征。

迁徙美洲的居民

由于在美洲各地的考古发掘中，至今仍未发现人类和现代人猿的共同祖先——古猿化石，所以大部分学者都赞同这种观点：美洲不是人类的发源地，在这里的印第安土著是从外地迁移过来的。很早以前，美洲大陆上荒无人烟。这里是动物的天堂，猛犸、犀牛、树獭、野鹿、野牛和羊驼等许多动物，在丛林里和草原上自由自在地繁衍、栖息。在旧石器时代晚期约2～2.5万年前，美洲大陆上有了第一批人类，他们就是印第安人的祖先。但是，他们是从哪里来的呢？



岩画艺术

这是美洲西南部古代印第安人留下的精美艺术作品——岩画。他们利用矿石的自然颜色，使用石质工具在峡谷的峭壁、岩石上和洞穴里绘制和雕琢，创造了不朽的艺术。

来到美洲

迁徙而来的人们向南发展穿越了整个美洲大陆。在迁移过程中，人们分散开来，定居在平原、丛林、大山、沙漠和冰冷的荒地上。每个区域都出现了不同的生活方式，各种文明也得以发展起来。

平原上的猎人

最初，来到美洲的人们四处猎取体形大的动物，如猛犸、马和野牛等。后来，这些动物渐渐灭绝或变得稀少了。生活在大平原上的人们猎取野牛或鹿等其他一些小型动物，以获取肉和皮。动物的皮被刮干净后，被用来做成衣服和帐篷。





北极区猎人们

定居在北极的人不得不在北极区寒冷的土地上生存。他们捕鱼、猎取海象和海豹，用它们的肉作为食物。他们还用冰块修建圆顶冰屋，抵御寒冷。这些留在北极区的人们，在冰雪覆盖的极地气候条件下形成了独特的生活方式。他们的后代被人们称为爱斯基摩人。

明亮的冰窗户

这是圆顶冰屋的剖面图。

这个坑道可以防止冷空气进入屋里。

欧洲说与亚洲说

一些学者认为印第安人是从欧洲穿过乌拉尔山，然后由西伯利亚进入美洲的。可是根据考证得知，在旧石器时代晚期，里海曾经发生过大面积的海侵，欧洲和亚洲由此分开，而当时的人类决不可能有能力越过这一大片水域。有一种较为合理的说法是：古代印第安人是亚洲人的后裔，他们通过亚洲东北端离美洲最近的地方——白令海峡到达美洲。古地质学研究表明，约在7万年前，海平面曾大幅度下降，水深较浅的白令海峡因此露出地面，形成陆桥，把亚洲大陆和美洲大陆连接起来。据说陆桥最后存在的时期是距今2.5～1.5万年前，所以古代印第安人可能就是在这一时期通过陆桥由亚洲进入美洲的。



劳作生活

这个小雕像描绘了一个正在劳作的古代美洲妇女：她跪在一堆谷穗上，面前放着凹形磨盘——这是一种用于研磨谷物的石板。她穿着一件开襟短裙，长长的直发拢在耳朵后面。

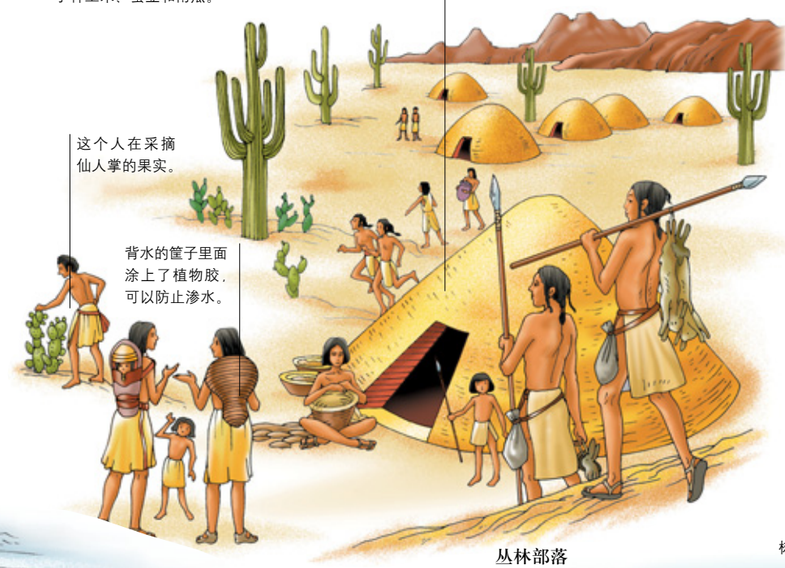
沙漠部落

在美洲西南部的沙漠里，人们靠猎取小动物，采集坚果、种子和野生水果为生。后来，一些部落还学会了种玉米、蚕豆和南瓜。

这种房屋的一部分建在地下。

这个人在采摘仙人掌的果实。

背水的筐子里面涂上了植物胶，可以防止渗水。



奇特的墓地

蛇行土墩是2000多年前北美洲阿德纳人的神圣墓地，长达数百米，高出地面1米多。最初，死者的亲属将尸体或骸骨放在用树皮覆盖的浅坑里，然后用土在上面堆起一个小丘。随着时间的推移——通常要经过数代的变迁——越来越多的人埋葬在这里，墓丘的规模越来越大，土墩也越来越长，于是就形成了这样的蛇行土墩。



蛇行土墩

丛林部落

生活在丛林的部落靠猎鹿、捕鱼和采集浆果为生，同时也栽种一些作物，如玉米和向日葵等。他们甚至还开始饲养一些牲畜。

用于排烟的小孔

树皮屋顶

墙壁是用细树枝编成的。





奥尔梅克巨石头像
这是奥尔梅克巨石头像中最大的一个，重达30余吨，高约3米，形象十分生动。他鼻子扁平，嘴唇厚大，眼睛呈扁桃状，头戴一顶装饰有花纹的头盔，遮住了两耳。考古学家认为该头像可能是当时奥尔梅克领袖的雕像，或者是一种向死去首领表示敬意的纪念物。

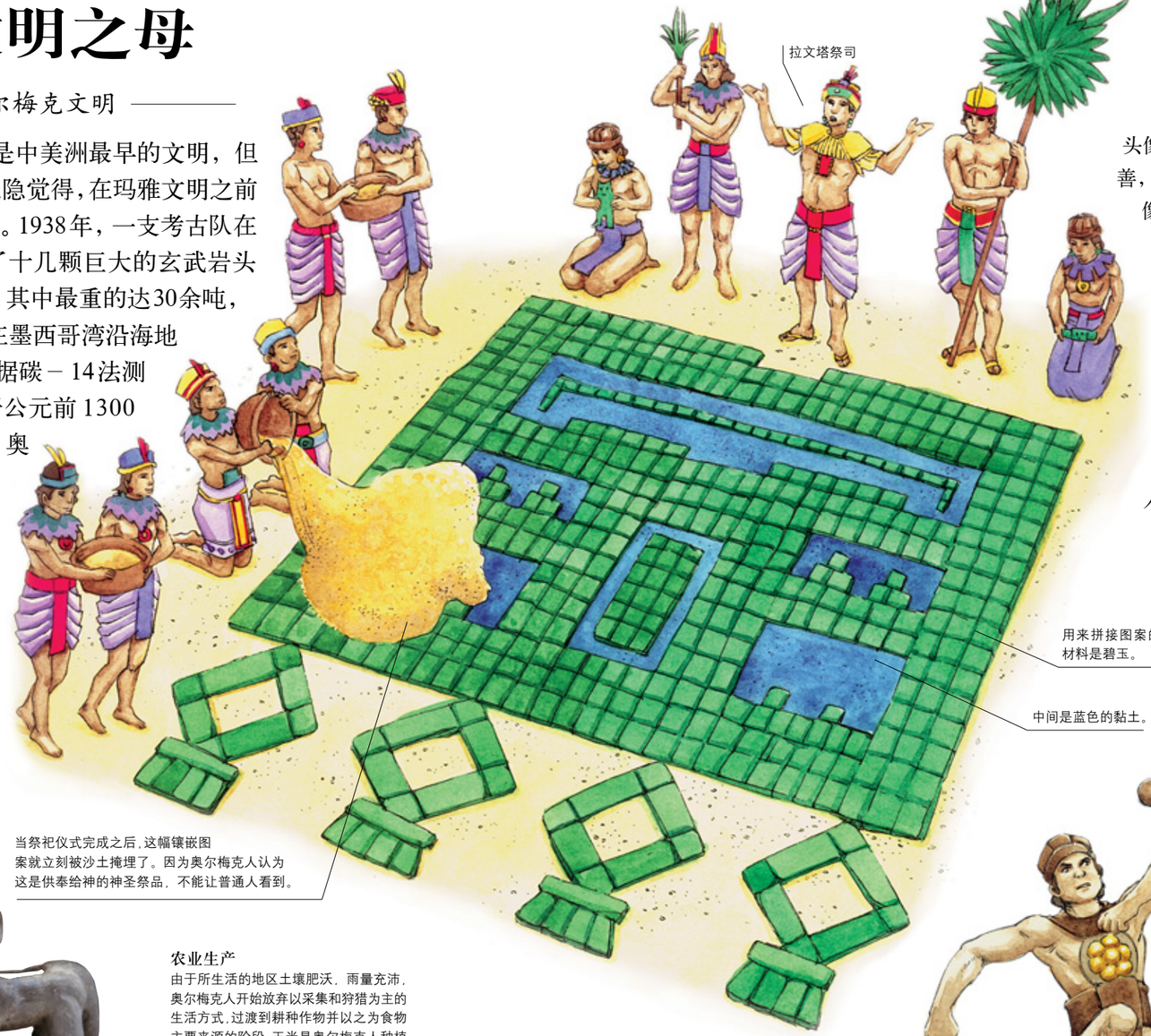
中美洲文明之母

探索古老的奥尔梅克文明

人们曾一度认为，玛雅文明是中美洲最早的文明，但一些考古发现却使人们隐隐觉得，在玛雅文明之前可能还有一个更古老的文明存在。1938年，一支考古队在墨西哥海湾附近的森林里发现了十几颗巨大的玄武岩头像。这些头像用整块玄武岩雕成，其中最重的达30余吨，令人惊叹不已。接着，人们陆续在墨西哥湾沿海地区发现了三处古代文明遗址。根据碳－14法测定，最早的文明遗址至少出现于公元前1300年，其居民为奥尔梅克人。从此，奥尔梅克文明逐渐为世人所知。

奥尔梅克文明

奥尔梅克文明的主体分为三个文化点，包括圣洛伦佐文化、拉文塔文化和特雷斯·萨波特斯文化。它们前后相继：圣洛伦佐文化最早，大约出现于公元前1200～前900年间；其次出现的是拉文塔文化，大约在公元前900～前600年；特雷斯·萨波特斯文化出现最晚，约为公元前500～前100年。由这三个文化点组成的奥尔梅克文明其影响不仅仅局限于墨西哥本地，而且遍及整个中美洲地区。其后出现的玛雅文明、阿兹特克文明以及其他各种文明都与奥尔梅克文明有很深的渊源，它们在社会生活、建筑艺术等方面都体现出了很强的一致性和历史继承性。所以，奥尔梅克文明享有“中美洲文明之母”之美誉。



玄武岩巨石人头像

通过考古发掘的材料，我们可以发现奥尔梅克人具有高超的艺术技巧，这尤其突出地体现在他们的石雕作品上。1938年发现的巨石人头像是奥尔梅克文明中最著名的艺术品，其构思完善，风格写实，艺术水准很高。更令人惊奇的是，雕像所用的玄武岩石料，全部是从300多千米以外的地方搬运而来的。当时墨西哥地区以及整个美洲都还没有发明车轮，也没有牛、马、骆驼等畜力运输工具。如果只靠人力，他们是用什么方法把重达数十吨的巨石运进森林里去的呢？这至今仍是一个不解之谜。公元前3世纪左右，奥尔梅克文明开始衰落了。但文明的火炬并未就此熄灭，而是被其他民族接过来，继续照耀着中美大陆的丛林与沟壑。另一个更辉煌的时代——玛雅时代来临了。

宗教仪式
这是奥尔梅克人在拉文塔举行的一次宗教仪式。他们在地上制作的这幅镶嵌图案，表现的是美洲虎神的脸。奥尔梅克人主要崇拜美洲虎。美洲虎是当地最凶猛的动物，他们将其视为世界的主宰，并把它看作力量和智慧的象征。



开创雕刻艺术
将绿色硬玉或某些种类的绿石加工成雕塑品，是奥尔梅克人开创的一项特别的艺术传统，并为后来中美洲的各个古代民族所继承。这个绿石雕男子坐像表现的是一位仪表堂堂、表情神秘的社会上层人物。



美洲虎崇拜
美洲虎是美洲大陆上最强有力的肉食动物，受到印第安人的普遍崇拜。人们因为它有在夜晚活动的神秘习性而将其与黑夜、死亡联系在一起，天空的繁星也被隐喻为美洲虎皮毛上的斑纹。此外，它的凶猛还被当作战争的象征。这个依美洲虎形象制作而成的礼仪用品正是这种信仰的反映。

农业生产
由于所生活的地区土壤肥沃，雨量充沛，奥尔梅克人开始放弃以采集和狩猎为主的生活方式，过渡到耕种作物并以之为食物主要来源的阶段。玉米是奥尔梅克人种植的主要作物。据考证，奥尔梅克人可能是整个美洲最早种植玉米的人。

橡胶之乡的人

奥尔梅克文明的发祥地位于今墨西哥的维拉克鲁斯州和塔巴斯科州，西起帕帕洛阿潘河，东至托纳拉河，面积约为1.8万平方千米。这一带西部为洪泛区，东部为沼泽地，气候炎热多雨，河流众多，水草丰美，并且有成片的橡胶树林，因此当地居民被称为“奥尔梅克人”，意思是“橡胶之乡的人”。



奥尔梅克石雕人像



祭祀与球赛
奥尔梅克人在进行祭祀典礼时常常举行球赛。但是，这种球赛并非一般的娱乐活动，而是以生命为代价的最隆重的宗教祭祀。因为在球赛中获胜的那队要以队长甚至全队队员的头颅作为祭品来祭祀神灵。



献祭传统
奥尔梅克文明开创的各种传统构成了中美洲古代文化的基础，从神权政治、金字塔神庙、纪念碑和祭台到象形文字、历法系统、美洲虎崇拜等，其中也包括可怕的活人祭神一项。奥尔梅克在祭祀地神和火神时，用活人（往往是婴孩）献祭，以祈求风调雨顺，获得好收成。这个石雕表现的就是向神灵献祭婴孩的场面。

湮没丛林的文明奇迹

探索失落的玛雅文明

玛雅是一个地区、一支民族和一种文明。在包括墨西哥的尤卡坦半岛、伯利兹、危地马拉、洪都拉斯和萨尔瓦多西部的这片丛林密布的热带土地上，玛雅人生息繁衍了至少4000年之久，创造了独特而神奇的历史。玛雅是湮没于丛林中的巨大谜语。几乎没有什么渐进的迹象，上百座分布于广阔区域内的玛雅城邦突然崛起，文明在一开始就显得相当成熟。而在此之前，玛雅人还过着巢居渔猎的原始生活。考古学家们称之为“突变”，但却无法解释造成其突变的原因。同样难以理解的是，历经千载辉煌之后，这些繁华的都市又不约而同地被抛弃，人们散入丛林，文明戛然而止。这个失落的文明有着怎样辉煌的历史呢？



玛雅贵族
这是一个身着盛装的玛雅男子，其高耸的羽冠、粗大的项链和精致的手镯、脚镯都显示出他非同一般的身份，只有掌握权力和财富的贵族才会有这样的装束。

玛雅象形文字

玛雅是中美洲唯一创制象形文字的民族。在公元1世纪左右，他们就创造了自己复杂而独特的文字。5世纪中叶，玛雅文字沿着商业贸易的路线普及到整个玛雅地区。现存的玛雅象形文字或刻在石碑、庙宇和墓室的墙壁上，或雕在玉器和贝壳上，或用笔描绘在陶器、树皮、兽皮上。这些文字的总量相当多，约有数千个，但至今为人所认识的只有200余个。美洲三大文明中的另外两个都比不上玛雅：印加人只会“结绳记事”，而阿兹特克文字是对玛雅文字的拙劣模仿。如果以文字的发明和使用为文明的标尺，那么玛雅无疑是中美洲最富有智慧的民族了。

玛雅人的数学成就与天文历法

在社会生产和实践活动中，大多数民族根据手指的数目创造了10进制的计数法，而玛雅人却创造出独特的20进位和18进位的计数法。同时，他们还是世界上最早掌握“0”概念的民族。数学上“0”的被认识和运用，标志着一个民族的知识水平。玛雅人的天文学知识极为先进。他们经过周密计算，认为一年的天数应该是365.2420天，这同现在计算的一年为365.2422天的数值，只相差26秒。玛雅人不仅能计算出日蚀和月蚀的出现时间，还能计算出金星的运行周期为583.92天，此结果与现代科学的实测完全一致！

玛雅金字塔
玛雅金字塔与埃及金字塔不太一样。埃及金字塔几乎全是方基尖顶的方锥形，侧面为三角形。而玛雅金字塔的侧面为梯形，其下部是阶梯，上部是平台。平台上通常还建有庙宇。玛雅金字塔既是祭祀神灵的神庙，也是观测天象的天文台。

观测天象
在没有望远镜等现代设备辅助的情况下，要进行准确观察就必须站在一个极高的位置上，从而越过广茂的丛林，将视线投射到遥远的地平线上。玛雅祭司们对天气、农时的准确预报，依靠的就是他们在金字塔上长年累月不间断地观察和记录。



思索的面容
这件灰墁塑制的成人面孔具有某种独特之处，使人们能够从众多印第安文物中一眼就认出它属于玛雅。这个独特之处就是那眉头紧锁、略带愁苦的思索表情，类似的表情在玛雅艺术作品中一再出现。此作品细腻写实的造型是对玛雅民族冷静、内省、沉湎于玄想的内在性格的真实写照。

通天之路
这些台阶有数十、数百甚至上千级。玛雅祭司和献祭者就沿着这长长的台阶，一步一步登上高耸入云的金字塔顶端。在站于塔角观看仪式的人们眼中，他们似乎正行走在一条神圣的通天之路上。

石头之城
玛雅人的城市全部采用石头垒就，显得气势磅礴。城市的中心由广场、宫殿、祭坛、球场和金字塔神庙等建筑群组成。

国王墓葬
在这座玛雅金字塔的石阶下面，掩藏着一个国王的陵墓。玛雅人认为自己的国王有着接近神的力量，他们把死去的国王葬在神庙之下，当作神来祭奠。

信仰与献祭
玛雅人同美洲大陆的其他印第安人一样，也进行活人献祭仪式。玛雅人信仰太阳神，他们认为太阳将走向毁灭，必须通过一些牺牲来保留太阳的光明。所以，玛雅人常用战俘、奴隶、勇士、妇女或儿童的鲜血和生命祭祀神灵。

雕凿精美的塔身
塔身之上雕凿着精美的图案或象形文字，它们大多与宗教有关。



难解的文字
玛雅的象形文字是迄今为止人类发明的最复杂的文字之一。上图出自马德里古抄本——现存仅有的四本玛雅著作之一。直到19世纪它才被人们发现，对于成功解读部分玛雅文字起了关键作用。



浮雕上是统治者的侧面雕像。

石柱的一侧刻有用玛雅象形文字所写的铭文，内容与这位统治者的生平和建筑兴建年代有关。

昭示文明
玛雅人不仅竖立专门的石碑，而且把所有宗教建筑雕凿成布满图像和文字的巨大纪念物。这是早期发现者认识到玛雅曾有过辉煌文明的直接原因。这是一座建筑物入口处的矩形石柱。

金字塔式的玛雅社会

玛雅社会是一种以城市生活为中心的农业文明，整个社会结构都是围绕城市展开的，城市人群实际上可以涵盖城邦领地内的所有居民。公元7～8世纪时的玛雅社会已具有发展完善的阶级制度，形成了金字塔式的社会阶层组织。社会被划分成若干个阶层，根据血统或职业来决定其成员的身份，而职业一般是世袭的。统治阶级与被统治阶级存在着巨大的鸿沟。

最后出场的角色

探索阿兹特克文明

今日拥有2000万人口的世界特大城市墨西哥城是建立在昔日繁华的阿兹特克帝国首都——特诺奇蒂特兰城的废墟之上的。这座古城曾拥有过一段令人惊叹的古文明——阿兹特克文明。阿兹特克文明是古代墨西哥地区文化舞台上最后出现的一个角色（首先出场的是奥尔梅克文明，然后是玛雅文明，最后是阿兹特克文明）。虽然它存在的时间较为短暂，但其辉煌的文化成就以及发达的社会生活表明，它是墨西哥古代文明中的一颗璀璨明珠。

崛起与覆灭

14世纪初，阿兹特克人在特斯科科湖畔定居，此后迅速发展。1325年，他们在特斯科科湖中心的两个小岛上建起了自己的都城特诺奇蒂特兰城。15世纪时，在蒙特祖马一世的领导下，阿兹特克人建立了强大的部落联盟，东西两边的疆域分别抵达墨西哥湾和太平洋海岸，人口高达600余万。阿兹特克人对被征服者采取极其野蛮的统治方式，无情地压迫和剥削异族，所以国内矛盾异常尖锐。16世纪初，当西班牙殖民强盗入侵中美洲时，这个曾经不可一世的大帝国犹如失去根基的大厦很快倾覆了。



阿兹特克文明的象征
在墨西哥城出土的这块太阳历石是阿兹特克文明的象征，记录了阿兹特克人曾使用的历法和有关的宇宙论、宗教信仰。在特诺奇蒂特兰城，这样的太阳历石用于装饰墙面，或平置在神殿前，作为杀牲剖心的祭坛，其石雕的纹饰曾一次又一次被鲜血浸润。

太阳神神庙
与玛雅人和印加人一样，阿兹特克人也崇拜太阳神。在阿兹特克宗教中，太阳神的名字叫托纳提乌，原本是战争和胜利之神，他与鹰相结合，又成为白昼和太阳的象征。太阳神在阿兹特克人的神灵崇拜中占有很重要的地位。

祭祀雨神泰拉洛克的神庙

羽蛇神庙
这是祭祀羽蛇神的神庙。羽蛇是一种长着绿色羽毛的蛇，其形为凤鸟与响尾蛇的合体，代表自然之神。同时，羽蛇神也是祭司的头衔之一。

阿兹特克人的祭典
活人被用于祭祀在中南美洲的古印第安部落中是非常普遍的，但在阿兹特克人的祭典仪式上，残酷而血腥的场面让人格外触目惊心。阿兹特克人相信世界末日的存在。他们认为，要阻止和延缓这一天的到来，就必须将带人血的食物敬奉给神。

人们在为自己所支持的球队欢呼。

橡胶球
橡胶球重约2千克，用橡胶熬煮后压成实心，弹性极好。

球就从墙上的石环穿过。

护腕

垂饰

护膝

球场长60米，宽10米。

昂贵的装饰
在短短的200年间，阿兹特克人从原始、蒙昧的状态发展成为一个庞大而富庶的帝国，人们从边远地区贩入昂贵的绿松石做装饰品。这枚魔王胸饰上就镶嵌着用绿松石打磨而成的细小鳞片。它是阿兹特克人精美绝伦的遗物之一，其主人可能是一名祭司。

凤鸟崇拜
奎特查尔凤鸟是生长于墨西哥山区的一种有彩虹般羽毛的鸟类。因为它的美丽和稀有，古代印第安民族特别珍视它。阿兹特克人将凤鸟与他们的最高神灵——奎扎科特尔联系起来，将它视作天堂之鸟。这是用凤鸟羽毛做成的冠冕，据说它是蒙特祖马二世的王冠。



生死攸关的球赛
球赛是阿兹特克人最喜欢的一项运动，也是他们的祭神仪式中不可缺少的一个部分。这种活动只允许贵族参加，而且，胜利一方的队长甚至整支球队都会被砍头，把生命献祭给太阳神。对于阿兹特克人而言，这是无上的荣耀。



一个阿兹特克人的凝视
阿兹特克人的神灵并未能够保佑他们免遭灭顶之灾，相反，以血祭神的恐怖世界观更加速了其文明的灭亡。当强敌压境时，阿兹特克帝国内外交困。1521年，西班牙殖民强盗以极其野蛮的方式征服了阿兹特克人。阿兹特克文明在风中消散了。

比赛规则
比赛的两支球队要将一个实心橡胶球投入墙上的石环里，而这个石环是竖立放置的，只比橡胶球略微大一点。先将橡胶球打起穿过石环者为胜。在阿兹特克人的球赛中，既不允许用手打，也不能用脚踢，更不能用头撞，只能用手肘拐，用腰挺击，用膝盖抬起打球。所以，球员们一般会戴上护腕或护膝。

社会生活

阿兹特克人的社会生活既表现出原始社会氏族公社的遗风，又表现出奴隶社会的若干特点。其氏族遗风主要表现在公有制的社会生活方面。在阿兹特克帝国，同一氏族的人居住在一起，并由所有族人推举出一个族长，共同劳动、生产和生活。阿兹特克人尚武，男子从15岁起就开始接受军事训练。每次打仗归来，都要举行论功行赏会，以抓获战俘多者为荣。阿兹特克人的首领由部族会议选出，权力很大，已经具备了阶级社会统治者的专制权力。阿兹特克人的社会生活所具有的奴隶社会特点，主要表现在将俘虏、本部落的罪犯以及穷人赋予奴隶身份。男奴主要用来从事家务劳动，女奴则用来伺候主人。

血腥的祭祀

在阿兹特克人的生活中，宗教仪式占有很重要的地位。他们打仗的目的之一就是要得到战俘，以用作敬奉神的人牲。为了得到神的庇护，确保丰收、好运，祭司们在金字塔神庙顶部用带有黑曜石刀刃的祭刀割开人牲的身体，将心脏和鲜血敬奉给神灵。人祭仪式必须在特定的日子进行，根据阿兹特克人的年历选择日期。透过祭祀的鲜血，我们能够看到只达到石器时代生活水平的人们对雄奇的自然界所表现出的敬畏与无奈。



这幅有关阿兹特克人向太阳神献祭人心的血腥场面，是早期西班牙殖民者绘制的。

云中之城

探索美洲印加文明

马丘比丘遗址高踞于今秘鲁境内安第斯山脉海拔2700米的高空，其南北两侧分别以马丘比丘山和瓦那比丘山为屏障，因此当地的印第安人就以其中一座大山的名字来称呼它。马丘比丘约建于15～16世纪，遗址内存留完整的神庙、祭坛、贵族宅邸、民宅，以及规整的梯田与有效的供水系统。它是古印加人举行宗教祭典的圣城，也是印加帝国神学和天文学的研究中心。然而，这座规模宏伟的古城，却在创建数十年后即遭废弃，许多建筑甚至尚未完工。古印加人弃城而去的原因，乃至它在印加时代的真正名称，至今仍是考古学家的难解之谜。



社会地位的象征

印加社会是古代世界人类共同体中结构最严密、等级最森严的社会之一。最高权力由以国王为首统治集团的执掌，以下是地方官员、部落首领，直至贫民和奴隶。社会成员的等级区别在服饰上有最为明显的显示。这套珍贵的羽毛头饰和外衣，象征着拥有者无可置疑的贵族地位。

急速陨落的繁华

“印加”一词的本意是“首领”或“大王”。16世纪西班牙殖民者入侵南美后，简单地以“印加”指称这里的居民和他们建立的国家，从此使用至今。13世纪时，印加人在安第斯山脉地区崛起，并在15世纪建立起庞大的帝国，国王宣称自己是太阳神的后裔、至高无上的君主——“印加”。在极盛时期，印加人口超过了1000万，其疆域从今天的秘鲁一直延伸到玻利维亚、智利、厄瓜多尔和哥伦比亚。1532年，印加国王被西班牙殖民者杀害后，帝国随之崩溃。不过，据考证马丘比丘可能在西班牙殖民者入侵印加之前就已被废弃。



“美洲的罗马”

印加帝国享有“美洲的罗马”之称。如此称呼不仅是因为印加人开拓了可与罗马帝国媲美的辽阔疆域，而且在于印加帝国像罗马帝国一样建立了一整套较为完善的奴隶制国家机器。

国王的统治

印加国王被誉为“太阳之子”和神的化身，拥有至高无上的权力，独揽国家一切政治、军事和宗教大权。为维护统治，印加国王建立了以中央集权为中心的政治制度，以首都库斯科为中心，通过各级官吏牢牢地控制着全国。

金属加工业

印加人的金属加工业水平较高，不但懂得金、银、铜、铅、锡、汞的冶炼，而且知道利用汞来提取纯黄金。印加人还掌握了许多种金属加工工艺，如铸造、锻打、模制、冲压、镶嵌、铆接、焊接等。视黄金为太阳象征的印加人，制作了许多黄金艺术品。这个印加女子的黄金像就是其中之一。

圣城重现

在长达300年的殖民统治中，西班牙人几乎完全摧毁了印加文明，许多印加建筑也被拆除，并在原来的基础上建起了教堂和西班牙式住宅。唯独马丘比丘孤零零地矗立在群山之巅，被荒草和树木掩盖，也正因为如此，它才逃过了被摧毁的厄运。1911年，考古学家终于发现了它。马丘比丘古城面积约为325平方千米，分为农业区和城市区。农业区是一大片顺着山势层叠而上的梯田。它的西侧下方是城市区，这里又被一片绿草如茵的广场分隔为上城和下城。上城聚集了许多寺庙、祭坛和贵族宅邸，下城为仓库和普通民众的住所。至于弃城原因，较为有力的说法是严重的干旱使人们不得不放弃了这座城市。



建筑桥梁

在山峦起伏、沟堑纵横的安第斯山区，开通道路并非易事。由于地形复杂，有时需要架设桥梁。印加人尚未掌握拱顶知识，建筑的桥梁主要是吊桥。桥两端立有石柱，用5根粗达40多厘米的藤条相连，其中3根铺成桥面，两边各有一根作栏杆。有的吊桥长达60余米。

农业生产

印加人在干旱缺水的山区修建水渠和梯田，使粮食生产得到稳定发展，保证了非农业人口的粮食需求。印加人的水渠和梯田修筑得非常坚固，有些水渠至今还在使用。印加人培育了大约40多种作物。他们还饲养骆马和羊驼，是美洲印第安人中唯一饲养大型牲畜的民族。这些动物的饲养不仅为居民们提供了肉食和毛皮，而且为农业生产提供了优质肥料，这反过来又促进了粮食产量的提高。



两种文化的冲突

这是修建在印加首都库斯科城中的西班牙多明各教堂。它建在库斯科太阳神庙弯曲的墙基之上，象征着两种文化的冲突。

交通状况

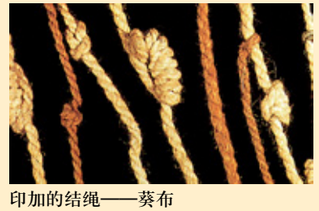
印加人修筑的道路举世闻名，其中有两条主干道自北向南纵贯全国：一条沿安第斯山脉而行，从哥伦比亚南部起穿越厄瓜多尔和秘鲁，进入玻利维亚后通向阿根廷，全长达3200余千米；另一条沿太平洋海岸而行，直至秘鲁西北的通贝斯，全长达2300多千米，路面宽达3.5～4.5米。四通八达的交通网络不仅便于印加统治阶级对全国的治理，也有利于各地区的联系与文化交流。

“飞脚制度”

为了更快的传递消息，印加帝国设置了“飞脚制度”：沿着道路每隔25千米建立一个“坦伯”（驿站），又从全国各地选出跑得最快的人充当“查斯基”（信使）长驻驿站，传递消息。这样，一个消息在一天之类可以传达250千米左右远。

结绳记事

印加人没有用于书写的文字，但却创造了独一无二的替代品——葵布（意即“结”），也就是结绳记事。它由数条打结的棉制或羊毛制绳子组成，染成多种颜色，有时一个葵布包括几百股各种长度和不同颜色的绳子。葵布是印加帝国统治的工具，它将官方所需要的各种统计数据编码，从某个月份某个男性劳力提供的劳役到国内每个粮仓存储的谷物量，都能准确记录下来。印加人还通过葵布进行人口普查和财产普查。每个葵布都是绝无仅有的，主绳上结系着长度不同、颜色各异、组合奇特的绳索，其意义或许只有制作者才清楚。



印加的结绳——葵布

上帝的指纹

探索古代秘鲁文明

你知道世界上面积最大的画在哪里吗？它就在秘鲁南部的纳斯卡高原上。当你坐在飞机上俯瞰纳斯卡大地时，会惊奇地发现：在这片荒凉、贫瘠的土地上，竟被“画”上了一幅幅奇异的巨型图画。这些图案包括：三角形、长方形、梯形、平行四边形和螺旋形之类的几何图案，带有装饰风格的动物图形，还有一些很像今天飞机场跑道的纵横交错的线条以及具有某种标志性的奇怪图案。这些图案巨大而精美，仿佛是上帝用自己的手指画出来的。据考古测量，这些图案至今已存在了1500～2500多年。这些规模庞大的史前巨画是怎样绘制而成的？绘制的目的何在呢？

奇特的动物图案

在纳斯卡高原数十平方千米的土地上，各种各样的线条纵横其间。不过，最令人吃惊的是那些形状奇特的动物图案，如亚马孙河蜘蛛、兀鹰、蜂鸟、猴子、鲸鱼、蜥蜴、章鱼、长爪狗等。不过，在这些动物图案中，只有兀鹰这一种动物是当地的土产，其他动物如亚马孙河蜘蛛、猴子、鲸鱼等，显然与这里荒凉干燥、寸草不生的荒漠环境格格不入。而且，像亚马孙河蜘蛛这种动物只生活在亚马孙雨林中，而这里的古代印第安人是如何越过巍峨险峻的安第斯山脉，来到亚马孙雨林的呢？当时又没有显微镜，他们又怎么能够精确地描绘出蜘蛛的身体结构呢？



人像地画
这个构图简单的人像地画，由平坦的台地一直延伸到丘陵上。他的一只手举过头顶，另一只手则下垂着。考古学家们认为这个姿势具有某种宗教意图。

巨画之谜

巨画的制作者真的是当地的古代印第安人吗？要知道，只有当我们在上千米的高空中才可能看清这些巨画的真正面目，而在地面上，我们看到的只不过是一条条刻在沙土上的杂乱无章的线条。难道那时的印第安人拥有飞行器吗？如果不是，他们又是用什么方法在绘制时进行精确定位的呢？同时，人们注意到纳斯卡高原的地理环境极其恶劣，在这里生活的土著居民有许多还停留在石器时代。但是，这幅巨画却表现出高度的设计、测量和计算能力，同时也显示出制作者对几何图形较高的认识程度。这些都与纳斯卡高原现有的社会发展水平形成强烈的反差。纳斯卡巨画真的是人类的杰作吗？

长爪狗图案
这幅图案大致是一只狗的形状，它的四条腿被设计得很长，下部的狗爪画得非常清晰。狗在当时也许已被驯化饲养。



科学家的大胆推测

德国女科学家玛利亚·莱曼对纳斯卡地画进行了长期的勘探和研究。她认为，古纳斯卡人在制作地画之前，首先在一小块地面上设计一个小图形作为草图，边长大约为1米左右，然后再把它们逐一放大到几十米、几百米甚至几千米，最后把地表的砂砾揭去而形成巨型图案。而对于某些近似圆形的部分(例如动物的头部)，她推断古纳斯卡人很可能是将绳子的一端固定在一根木桩上，然后利用另一端当作圆规的一脚来画出。近年来，考古工作者在巨画的一些曲线的几何中心，真的发现了木桩或用木桩打下的洞眼的痕迹。但一些学者对玛丽亚·莱曼女士的论断表示异议，他们认为，这种简单方法根本不可能创制出荒原上那些硕大无比、雄伟磅礴的巨画……



玛利亚·莱曼从1946年开始纳斯卡地画的研究直到1998年去世，把毕生的心血都献给了这一研究工作。她还是纳斯卡地画保护活动最早的倡导者之一。

制作方法
纳斯卡地画都是用同一种方法制作的：将地表的褐色岩层刮掉3～4厘米，露出下面的浅色岩层。从痕迹上看，这些线条都是用手工刮的，没有使用牲畜作为劳力。

保存原因
由于纳斯卡平原的降雨量很少，每年累计只下半小时左右的雨。有学者甚至估计，这里可能已有1万年没有正式下过大雨。正是由于特殊的气候条件，这些神秘的史前巨画才能历时千余年而依然完整无损。



蜘蛛图案
这只亚马孙河蜘蛛是纳斯卡地画中最为经典的图案之一。它以一条单线构图，几乎是一笔画成。这种单线画法在纳斯卡地画中被大量采用。



蜂鸟图案
在纳斯卡地画的所有动物图案中，鸟类出现的次数最多。这是一只蜂鸟图案，全长100米。蜂鸟是世界上最小的鸟类，以吸食花蜜为生。



鲸鱼图案
纳斯卡地画中描绘的海洋生物很多，这条长达数十米的鲸鱼就是其中之一。图案如此巨大，又如此生动有趣，有没有可能是外星人干的呢？



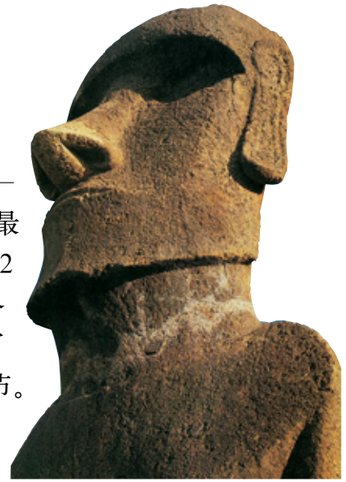
卷尾猴图案
这只卷尾猴长约55米。如果不越过安第斯山脉就看不到猴子，因为它们无法生活在纳斯卡高原和谷地上。纳斯卡的古印第安人是如何见到它们的呢？

纳斯卡地画的分布图

复活节岛的巨石像

探索南太平洋上的神秘孤岛文化

在烟波浩淼的南太平洋上，有一个面积仅117平方千米的小岛——智利的复活节岛。复活节岛是地球上最孤独的一个岛屿，离它最近的有人居住的岛屿是皮特克恩岛，远在西边2000千米处。迟至1722年4月5日，该岛的原住民才与外界有了接触，那是由荷兰航海家雅各布·罗格维恩率领的探险队。罗格维恩发现它后，在海图上用笔点了一个小点，旁边注上“复活节岛”，因为这一天正好是基督教的复活节。从此该岛不再平静，一批批的探险家、科学家接踵而至，吸引人们的是岛上一连串难以解开的谜团。



巨石像
复活节岛巨石像是用一种质地较软的火成岩即凝灰岩雕刻而成的，非常壮观。石像一般高5～10米，重几十吨，最高的一尊有22米，重300多吨。



沉默的巨人

整个复活节岛覆盖着厚厚的岩浆和火山灰，岛上遍布近千尊巨大的石雕人像，或卧于山野荒坡，或躺倒在海边。其中有几十尊竖立在海边的人工平台上，单独一个或排成一队。这些无腿的半身石像造型生动，高鼻梁、深眼窝、长耳朵、翘嘴巴，双手放在肚子上。它们像一群沉默的巨人，面朝大海，昂首远视。令人不解的是，岛上这些石像是什么人雕刻的呢？它象征着什么？人们又是如何将它们从采石场运往几十千米以外的海边的呢？

海岛之名
虽然“复活节岛”这个名字已广为人知。但是现在人类学界一般称之为拉帕努伊岛，这是19世纪中叶波利尼西亚人对它的称呼。岛上原住民被称作拉帕努伊人，他们讲的语言被称作拉帕努伊语。

石头巨人“毛阿伊”
当地人把这些长脸、翘鼻子、长耳朵的石像叫作“毛阿伊”。

红帽子
石像头顶上戴的红帽子是用红色岩石做成的，当地人称之为“普卡奥”。这表明古代的复活节岛人是梳发髻的。

眼部
“毛阿伊”眼窝深陷，看上去凿得很深。不过，这里面原来是有眼珠的。

耳朵
“毛阿伊”的耳朵很长，这也许是因为岛上的人们所戴的耳饰太沉重的缘故。

手
每一尊“毛阿伊”都昂首挺胸，双手顺着身体两侧自然下垂，放置于腹部。

平台
立于海岸附近的“毛阿伊”被放置在平台上。研究者们推测，古代复活节岛人可能在这些平台上举行祭奠祖先或膜拜神灵的仪式。



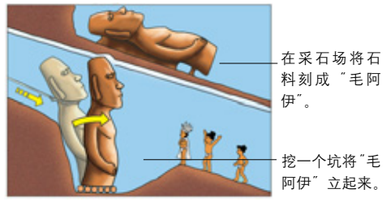
世界的肚脐

令人惊讶的是，复活节岛上的人们管自己居住的地方叫作“特·比托·奥·特·赫努阿”，有学者译为“世界的肚脐”。这种叫法，一开始人们并不理解，直到后来航天飞机上的宇航员从高空鸟瞰地球时，才发现这种叫法完全没错——复活节岛正位于太平洋的中心地带，孤悬在浩瀚的海洋上，确实跟一个小小的“肚脐”一样。长期与世隔绝的原住民们是如何知道自己的确切地理位置的呢？或者这只是一个巧合？不过，也有一些学者对此提出疑问。据英国语言学家W·邱吉尔的考证，这个称呼的准确含意可能是“大地的尽头”。

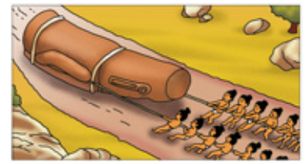


采石场里的谜
考古学家发现，复活节岛上有几个采石场。那里有好多还没有被加工的石料和只加工了一半的石像。这个石像的身体已经成形，只要再凿几下就可以了。可是，雕凿它的石匠却没有这样做。他们为什么要放弃这些工作呢？

建造和运输巨石像的过程



在采石场里立起毛阿伊。



将“毛阿伊”放在木撬上，用长绳牵拉，运到海边的村子里。





“毛阿伊”被运到海边平台上时被带上帽子。人们将圆木插入石像下面，运用杠杆原理让石像一点点立起来。

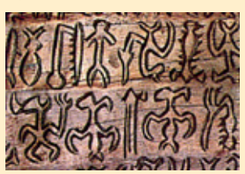
在立石像的过程中，需要不断地往空隙里填石头。经过反复多次填石，“毛阿伊”就慢慢立起来了。



环境被破坏
复活节岛位于南纬27度，属亚热带气候。它是在大约100万年前由海底的三座火山喷发而形成的。火山灰是有利于种植的富饶土壤，所以岛上原本生长着茂密的亚热带森林。但后来不知为何，森林被破坏了，岛上的土地也日渐贫瘠。

“会说话的木板”

复活节岛上曾有许多刻满奇异图案的木板，当地人称之为“会说话的木板”。上面的图案是一种独特的象形文字——朗戈朗戈文。1863年，一个法国传教士来到复活节岛，他认为这些文字是“魔鬼的可怕咒语”，就下令将这些木板统统烧掉。有一个当地居民偷偷藏了25块木板。后来，这些木板被收藏在世界各地的著名博物馆里。



会说话的木板
木板上的文字须从左往右读，而且由于文字每隔一行就上下颠倒，读下一行时必须倒转过来读。

第八章

8 中世纪时期
THE MIDDLE AGES

“中世纪是从粗野的原始状态发展而来的，它把古代文明、古代哲学、政治和法律一扫而光，以便一切从头做起。它从没落了的古代世界承受下来的唯一事物就是基督教和一些残破不全而且失掉文明的城市。”

——恩格斯(德)

“中世纪”一词是欧洲人在15世纪提出的，指欧洲历史从5世纪到14世纪这段时期，即从古罗马文明衰落以后到文艺复兴之前。当公元410年西哥特人洗劫罗马城之时，整个欧洲大陆都经受了冲击波的震荡。随着罗马帝国的衰落，欧洲的行政区域退化成一种彼此为土地和权力不断争斗的中小国家和地区构成的政治拼盘，由此也形成了以贵族地主为统治中心的封建政治制度。这是一个教会钳制思想和学术的“黑暗时代”，也是一个遍地骑士与城堡的传奇时代。

骑士与城堡

探索中世纪欧洲生活

中世纪的欧洲在政治上四分五裂，处于混乱的封建割据状态。由于采邑制度的实行，土地的所有权被分散到各个贵族、骑士的手中，帝国、王国、公国和骑士领地等大大小小、多种多样的封建政治实体遍布各地。各等级的封建贵族之间经常爆发战争，所有的贵族都相当于军事首领，而数量众多的骑士则构成其所属的各级官兵。正是这些遍布欧洲各个角落的大小战争，使得城堡和骑士的作用逐渐突出起来，以至于这一时期曾被人称为“城堡时期”和“骑士时代”。



铠甲骑士

水车磨坊
中世纪的欧洲人已经掌握了水磨技术，即制造水车，利用河流水位落差的势能带动磨坊里的木质磨床。它主要用来碾碎谷物。

城垛
城垛是城墙上这些常见的凹形口，使弓箭手反击时能够躲避穿过“箭口”的飞矢。

中世纪的城堡
中世纪时，城堡建筑遍布欧洲大地。城堡实际上是一种自我封闭的建筑，包括很多防御工事。为了便于防守，城堡一般都修建在岩石林立的山脊上。如果想进入城堡内部，就必须沿着一条唯一的通道爬上去。

天然的屏障
环绕庄园和城堡的河流是一道天然的屏障。在没有河流的地方，人们会绕城挖出一条又深又长的壕沟。跨过河流和壕沟的唯一通道是桥，桥的尽头有堡塔式的大门楼把守。

通往城堡的唯一的一条路



庄园经济

中世纪的欧洲盛行自给自足的庄园经济，当时欧洲人口的绝大多数都是农民或农奴，隶属于庄园的最高统治者——领主（拥有世袭爵位、称号和封地的贵族）。农奴虽然不是严格意义上的奴隶，但是他们在其主人的土地上劳作，而且必须将收成的大部分交给主人。领主则有义务向农奴提供住宅、耕畜，并保护他们。这些封建领主们大多住在庄园内的高大城堡里。为了保证安全，领主们还招募骑士保卫城堡和庄园，免遭强盗抢劫和外敌入侵的威胁。



庄园生活
这幅绘画反映了典型的中世纪庄园生活。图中，庄园主正和他的总管商量收获葡萄的事。农民则在辛苦地锄地、采摘果实、修剪葡萄枝、榨葡萄汁。在画面左侧的房屋内，还有两名工匠正在品尝贮藏在木桶里的葡萄酒。



中世纪的军事演习
11 世纪末，一种新式武器——长枪（长矛）进入欧洲战场，骑士藉此可以在距敌 1.5 米以外的地方攻击敌人。但长矛比较笨重，需经过大量训练方可有效运用。这就使得被称为骑士马上比武的模拟格斗训练逐渐普及，到后来又成为风行的表演盛会，吸引了大量观众前来欣赏。

骑士时代

最初的骑士是指受过正式训练的骑兵战士，后来这些骑兵战士被封建领主招募，向领主宣誓效忠，在领主的私人军队中服役，人们称之为骑士。渐渐地，他们成为一个极具社会影响力的阶层，有一套内容详尽的伦理规范——通称骑士制度，来指导他们在战场上的行为和战场之外的举止。骑士们享有领主庄园的部分土地受益，作为他们保护城堡和庄园、为领主服役的费用。一些战功卓著的骑士还可以从领主手中获得分封的土地和贵族称号。

市场
庄园内的市场能进行一些简单的商品交换，但庄园中不能生产盐、铁等物质，需要从外边来的商人手中购买。

封闭的庄园经济
庄园经济具有封闭性、自给自足等主要特征，经济、司法、宗教等基本活动都在庄园内进行。人们生活在一个固定的、狭小的圈子里，很少有机会与外界交流。但由于这种封闭式的生活环境和管理体制既适应当时低下的劳动生产力，又便于贵族阶层的统治，所以延续了很长时间。

土地
庄园周围的大片土地被分割成了许多小块。绝大多数土地归封建领主和教会所有，他们靠向农民收取租税过着不劳而获的生活。只有极少数的一部分是属于农民自己的土地，这些农民称为自耕农。

审查制度
骑士负责城堡和周边庄园的安全。他们对进出庄园的商人、农民进行严格的盘查。一旦有任何值得怀疑的地方，就把他们扣留下来，进行审查。

中世纪欧洲的“大学校”

中世纪欧洲的“大学校”是现代大学的前身。它最初的目的是为了培养教士和修士，使他们在教堂和修道学校的学习结束后，还能接受更高一层的教育。后来这种“大学校”开始向欧洲各地的学生开放。12 世纪以后，世俗教育也随着“大学校”规模的扩大和发展，日渐兴盛起来。



这个浮雕表现了中世纪的“大学校”里学生们认真听课的情景。

强盗与水手

探索北欧海盗纵横欧洲的掠夺史

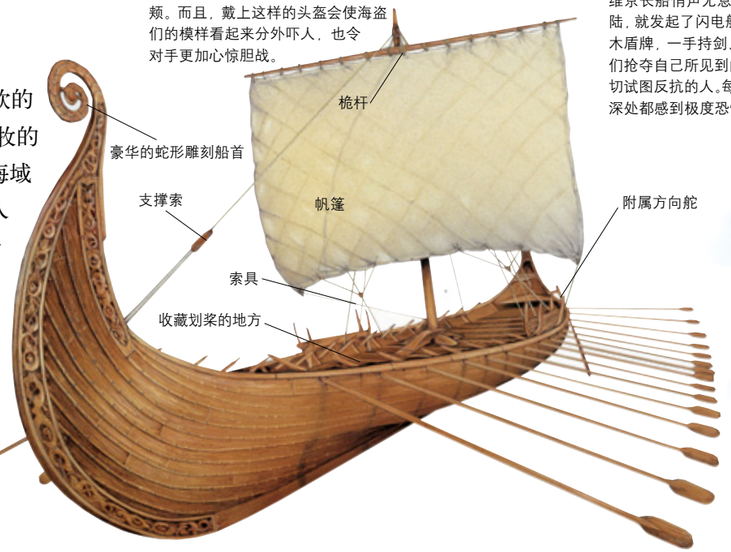
公元793年6月，维京人在英格兰北海岸的林第斯法恩岛登陆，袭击并掠夺了该地区。这一事件标示了海盗时代的来临，预告着一首将持续近300年的史诗。此后，维京人的船队几乎袭击了欧洲所有的滨海国家。由于海盗时代初期的维京人常常以凶残、暴力的手段，劫掠欧洲大陆沿岸的修道院和其他一些易于攻击之地，因此被描绘成杀人如麻的掠夺者。实际上，他们既是侵略者又是开拓者，既是强盗又是探险家，既是征服者又是商人，既在实施毁灭又在进行开创。他们是一群怎样的人呢？

海盗时代开始了

“维京”在北欧语中有“旅行”和“掠夺”两层意思。维京人生活在北欧的斯堪的纳维亚半岛，那里终年被厚厚的冰雪覆盖，严寒难耐，可供耕种和放牧的土地很少，生存环境极为恶劣。维京人主要以农耕生活为主，还在附近的海域捕鱼并从事贸易。慢慢地，他们建立起了丹麦、挪威、瑞典等国家。随着人口的增长，耕地变得缺乏，食物也产生短缺，许多斯堪的纳维亚人开始寄希望于靠海生活。8世纪末，喜欢冒险、爱好游历、勇猛冷酷的维京人纷纷驾驶着坚固轻捷的船只离开半岛，去闯荡曲折海岸线以外的世界。



恐怖头盔
维京海盗进行劫掠时都带着制作精良的头盔。这些头盔用青铜或铁制成，十分坚硬，可以保护他们的鼻子和脸颊。而且，戴上这样的头盔会使海盗们的模样看起来分外吓人，也令对手更加心惊胆战。



奇特的葬礼
船在维京人的生活中占有极其重要的地位，他们甚至在死后也要埋葬在船里，人们称之为“船冢”。这是“奥斯贝格”号，发现于奥斯贝格墓冢。它有21.5米长，5.1米宽，可能是当时世界最大的船之一。



维京人的扩张路线
斯堪的纳维亚半岛四面环海，要进入邻近的大陆很方便。这样的地理位置，有利于维京人远征。通过挖掘到的文物，考古学家们复原出了维京人当年沿途所经之地。



水战霸主
维京海盗最擅长的是水上功夫。他们经过远洋航行后，溯河而上潜入敌境。在海上与敌方相遇时，维京海盗会把船系在一起，依次上场单独决斗。这是绘制于12世纪初的壁画，描绘了9世纪时攻击法国领土的维京人。

修道院
中世纪时期的欧洲修道院大都非常富有，不少修道院就是封建大庄园，拥有大片土地。他们把大部分田地租给农民耕种，收取土地上的出产物或钱币作为租金。有时，教士们自己也到农田或菜圃里干活。

突如其来的袭击
这是公元793年北欧海盗对英格兰北海岸林第斯法恩岛进行突然袭击的场景。他们掠夺了该地区的村庄和修道院，残忍地屠杀了大量教士，并把剩下的教士和一些村民掳走，当作奴隶卖掉。这场令人震惊的袭击对西欧人而言不啻晴天霹雳，这一事件也宣告了海盗时代的来临。



扩张与融合

从公元8世纪到11世纪，维京人四处扩张。一部分海盗航行到东欧，在波罗的海建立起贸易线，并远航俄罗斯，到达基辅和保加尔。有些船队甚至远航至里海，前往巴格达和阿拉伯人做生意。另外一部分海盗则向西南拓展，在欧洲的心脏地带掀起轩然大波。他们大肆劫掠不列颠半岛，并且夺取了诺曼底。在贸易和进攻的同时，他们还进行大规模的殖民，很多维京人在被征服地区作为农民和商人定居下来。然而，在与当地人的融合过程中，他们不可避免地被基督教强大的文化力量所同化，许多人就此皈依了基督教。1066年，挪威国王——“无情者”哈拉尔德·哈尔拉迪战死，他的死标志着维京海盗在欧洲疯狂侵略扩张的年代终结了。

发起进攻
维京长船悄声无息地靠岸了。海盗们一旦登陆，就发起了闪电般的袭击。他们一手拿着极木盾牌，一手持剑、斧，呐喊着冲向村庄。他们抢夺自己所见到的一切值钱的东西，砍杀一切试图反抗的人。每一个遇到他们的人在内心深处都感到极度恐惧。

维京长船
这种船可以灵活地在大风大浪的海上航行，同时也可以在浅滩上行进，即使没有港湾也可以停泊在海滩上，不会伤害到船身。这对维京海盗而言是非常便利的，因为他们可以随时靠岸而不会被察觉。长船也非常轻盈，若是在河中航行，遇到瀑布或是激流等障碍，人们可以轻易地把船身抬起来。



征服与同化
虽然在海盗时代初期，维京人攻击了许多即富有又毫无防御能力的修道院，劫走了财宝和圣器，亵渎了圣地，只留下一片废墟。但是在后来，在这些地区定居下来的维京人和他们的后代都毫无例外地受到基督教的强大影响，被当地文化同化了。

口传文学
在11世纪以前，除了刻在石头上的古代北欧文字，维京人几乎没有任何文字记载。他们的文学、诗歌和故事都是口头流传下来的。这种口传文学传统成为一种独特的艺术。老一代人把上百首诗歌念给年轻的一代听，而这些听众又会继续口传下去。最擅说唱口传文学的人以此为业，成为国王和富人的吟唱诗人。



维京商人的买卖

虽然维京人的船可以快速航行，可是它们无法承载大量的货物，所以维京商人贸易的商品通常是不占空间但却价值不菲的精品。他们用家乡的毛皮、海象牙、琥珀、羽毛、绳索、蜂蜜，交换锦缎、丝绸、首饰、葡萄酒、玻璃、陶器、刀剑和水果等。他们也把掳获的人当作奴隶卖到巴格达和君士坦丁堡等大城市。对于大部分的维京商人而言，他们更喜欢用贵重金属如金银珠宝而不是用钱币进行交易。第一个丹麦硬币是在公元9世纪时铸造的，但是一直等到10世纪的时候，维京人才开始普遍使用钱币。



青铜秤
维京商人用这种精确、便携的秤称量贵重金属的重量。

法国人心中的圣女

探索英法百年战争的历史

自1066年法国诺曼底公爵威廉征服英国，成为英国国王后，英法两国封建主在王位继承和领土归属上经常发生纠纷。这些矛盾最终引发了1337～1453年两国间长达100多年的战争，史称“百年战争”。战争爆发后，法国连连战败。但在关键时刻，一位法国农家姑娘挺身而出，唤醒了法国人民的民族意识，这个姑娘就是贞德。后来，贞德被教会法庭宣判为“异端”、“魔女”，残酷处死。可是，在法国人心目中她却是“圣女”、英雄。



贞德出征
贞德身着戎装，披甲戴盔，骑着一匹白马，率领一支约有6000人的援军，冲向了围攻奥尔良的英军。



贞德的功劳
按照惯例，法国国王应该在兰斯城大教堂举行加冕礼，才算是公认的正式君主。由于战况紧迫，国王查理七世登基后一直没有机会举行加冕大典，因而地位不稳，给了英国人和勃艮第党分裂法国的借口。但在贞德的保护下，查理七世顺利地来到了兰斯城。图中，贞德手举战旗，守护着国王加冕大典的进行。

贞德
1412年1月4日，贞德生于法国洛林地区的杜瑞来村。她生活的时代正处在英法百年战争期间，当时法国大半领土被英军占领，她的家乡也几度遭劫，深受战乱扰害。自幼年起，她便养成了坚强的性格，并逐渐树立了保卫家园、为国出力的决心。

大石弩
这种大石弩的工作原理类似跷跷板。猛地拉下短的一端，长的那端便突然向上升起，射出石头等投掷物。8世纪时大石弩在阿拉伯出现，后来由十字军传入欧洲，但直到12世纪欧洲人才开始使用它。这种大石弩的力量很大，可以投掷出一匹马大小的石头。

“奥尔良的姑娘”

1428年，英军向法国大举进攻，东南部的重镇奥尔良成为双方争夺的战略要地。不久，奥尔良被英军围困，情况紧急。当时，年仅16岁的少女贞德出于宗教信仰的虔诚和忠君勤王的意识，将解放法国看成是上帝赋予她的使命，于是自称在梦中获得上帝的启示：法兰西将得到“洛林边境的童贞女”的拯救。1429年初，她谒见困顿中的法国国王查理七世，借上帝的名义坚定了国王的信心，得以率军驰援奥尔良。在贞德的带领下，士气大振的法军痛击英军，解除了城围。为表达对贞德的崇敬和感激，奥尔良人亲切地称她为“奥尔良的姑娘”。



贞德之死

1429年，贞德率军攻下了许多被英军占领的法国城市，她的个人荣誉也盛极一时。但这时的法国国王查理七世已经不再像以前那样支持贞德了。1430年，贞德在康边战役中被法国投降派勃艮第党人所俘，并以万金之价卖给了英国人。1431年5月，贞德被卢昂宗教裁判所以“女巫”罪名判处火刑，最后被活活烧死。少女贞德勇赴国难的义举，在当时极大地震撼了法国人民，也唤醒了他们的民族意识。最终，法国人民击败英军，收复失地，取得了百年战争的胜利。这对后来法国基本实现国家政治统一、建立民族国家具有深远意义。

战争爆发了
1328年，没有子嗣的法国国王查理四世去世，瓦洛亚家族的腓力登上王位，即腓力六世。英王爱德华三世是查理四世的妹妹所生，所以要求以外甥身份继承法国王位，但被拒绝。1337年，爱德华三世向法国宣战，意图夺取王位。百年战争由此爆发。

土尔斯堡战役
这是贞德率军解救奥尔良之围中最关键的一场战役。战斗中，贞德虽然身负箭伤，但仍旧冲锋在前，激励了法军的士气，扭转了不利的战局。最后，法军攻克了土尔斯堡。第二天英军宣布撤退，解除了对奥尔良的围攻。



克雷西战役

1346年7月，英国国王爱德华三世由诺曼底登陆，到达巴黎附近后，又引军北上。法王腓力六世也率大军赶到法国北部。8月26日，两军在克雷西附近交战。战斗一开始，骑马披甲的法国骑兵就被密集的威尔士轻装弓箭手打乱了阵脚。战斗进行不到一天，法军遭到惨败，死于战场者达1500余人，而英军仅死伤100人左右。英军乘胜北上，于次年攻占法国的重要港口加莱。这是西欧历史上的一次著名战役，是一场以新型武装战胜沿袭几百年的传统封建骑士武装的战役。



攻城战
攻城战是中世纪军事行动的常用战术。这种战争旷日持久，攻方常常首先切断守方的粮草供给，然后发起进攻直至突破守方的防御工事，或等待守方弹尽粮绝，被迫投降。在英法百年战争期间的布雷斯特的攻城战中，英军就使用云梯和射石炮进攻法军。这幅图表现的正是这一场战役。

重型装备的衰落
在中世纪，欧洲人打仗以骑兵为主。这些骑兵通常都披挂着全封闭式的连体金属盔甲，甚至连他们的战马也都身披甲胄。这种装备的防护效果虽然好，但却极为笨重。在百年战争中，英国用轻装长弓兵重创了不可一世的法国重装甲骑兵。这一战例预示着笨重的盔甲终将退出战场。



迫害异端
在中世纪的欧洲，基督教会专门成立了异端裁判所，对那些持不同神学见解的人进行审讯和迫害。那些不承认自己有罪的人，通常会被处以死刑，在火刑柱上烧死。图中，被异端裁判所诬蔑为“女巫”的贞德，在法国卢昂广场上英勇就义了。

第九章

9 文艺复兴时代
THE TIME OF RENAISSANCE

“我去！我去把死人唤醒！”

——在文艺复兴运动高潮时期流行的一个口号

这是历史上欧洲从中世纪向近代过渡的时期，史称文艺复兴时代。这个时代的来临源于一场复兴古代科学和艺术的文化运动——文艺复兴运动。1453年，东罗马帝国的首都拜占庭被土耳其人攻陷，那里的大批学者携带着古希腊文明流入欧洲各地，逃到意大利讲学。同中世纪灰暗的宗教生活相比，古希腊的文化、艺术无疑展开了一个崭新的世界。人们打着复兴古典文化的旗帜，从封建专制与教会桎梏下解放自己。于是，欧洲历史开始一步步走向新时代。在这个过程中，欧洲也迎来了全球航海的盛世，地理大发现的创举也成就了像哥伦布这样的伟大航海家……

结束黑暗时代

探索欧洲的文艺复兴运动

文艺复兴是中世纪之后欧洲文明的一个新时期。在经历了教会专制思想的黑暗统治后，文人学者和艺术家们重新发现了古希腊、古罗马文明的辉煌成就，从而使大量的古典作品和学术精神获得了新生。14世纪时文艺复兴运动在意大利兴起，15世纪发展到德国、法国、英国、西班牙、荷兰等地，16世纪时达到鼎盛。当文艺复兴运动席卷了整个欧洲时，人们的人性意识普遍觉醒，充满了创造力和积极进取的精神。中世纪的社会基础随之土崩瓦解，欧洲社会开始走向全面发展。

画圣之作
文艺复兴“后三匠”之一的拉斐尔（1483～1520年）出生于画家家庭，有“画圣”之称。他的绘画作品优美、典雅，具有高度的艺术技巧。拉斐尔在古希腊文化中撷取灵感，创作了这幅《三美神》。她们分别象征着美丽、爱情和贞洁，体现了文艺复兴的人文主义思想中积极永恒的人生观。

文艺复兴运动与思想

当时欧洲新兴资产阶级的思想家们高举“回到古希腊古罗马去”的旗帜，力图复兴古典文化，开始了轰轰烈烈的文艺复兴运动。但实际上，文艺复兴的最终目的并不是要重建古代文化，而是要建立适应资本主义生产关系的新的意识形态。文艺复兴运动的指导思想是人文主义。人文主义以人为中心的世界观与教会以神为中心的世界观相对抗，反对禁欲主义、蒙昧主义和来世观念，歌颂世俗生活，赞扬人的价值，提倡人性解放。



米开朗基罗与《大卫》
米开朗基罗（1475～1564年）是文艺复兴时期的巨匠，在雕塑、绘画、建筑和文学领域都留下了很多杰作。其中最富盛名的是雕塑作品《大卫》和梵蒂冈西斯廷教堂的大幅天顶壁画。《大卫》是米开朗基罗的成名作，取材于《圣经·旧约》中的神话故事。

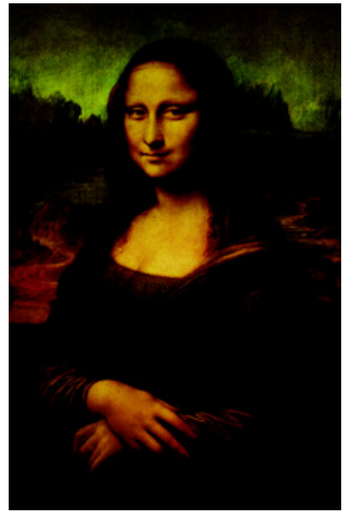
文艺复兴的摇篮
文艺复兴运动发源于意大利的佛罗伦萨。这里商业繁荣，文化发达。当时，佛罗伦萨的贵族们建起了豪华的房屋和宫殿，大部分建筑都是按古希腊和古罗马的风格建造的，学校和图书馆也发展得很快，很多人有条件接受良好的教育。

美第奇家族
14世纪以后，意大利著名的美第奇家族开始了对佛罗伦萨的政治统治。其家族统治者大力提倡艺术、收集古籍，开办雕刻学校，建造公共图书馆、注重人才培养。他们的政治活动和社会活动有力地推动了意大利文艺复兴运动的发展。



文艺复兴的文化精英

文艺复兴时期，欧洲出现了一大批文化精英。其主要代表人物有“前三杰”和“后三匠”。“前三杰”又称“文坛三杰”，是指早期文艺复兴运动的三位杰出代表人物：但丁、彼特拉克和薄伽丘。他们拉开了文艺复兴运动的序幕。“后三匠”也称“艺坛三匠”，是指文艺复兴运动盛期的三位艺术巨匠：达·芬奇、米开朗基罗和拉斐尔。在文艺复兴晚期还出现了一系列著名人物，如文学家莎士比亚和塞万提斯、宗教改革家马丁·路德、美术家丢勒、哲学家培根、自然科学家伽利略等。在这些文化精英的推动下，新思想以较快的速度和较大的冲击力传播开来，极大地推动了社会历史的进程。



一个天才的多面手
达·芬奇（1425～1519年）出生在佛罗伦萨，是文艺复兴时期的代表人物，其才能表现在绘画、科学、哲学、音乐、发明创造和写作等各个方面。代表作《蒙娜丽莎》是世界美术史上最具有代表性的肖像画之一。

蒙娜丽莎的微笑

达·芬奇的名作《蒙娜丽莎》自1506年问世以来，征服人类达四个多世纪。蒙娜丽莎的微笑既显示了其内心的激动，又保持了安详平静的仪态，表现了女子的矜持美。在中世纪宗教禁欲主义控制下，欧洲人的哭与笑都是对上帝的“亵渎”。到了文艺复兴时期，在人文主义思想的影响下，人们开始认识到应该有享受现世生活的幸福与欢乐的权利，被禁锢一千年之久的思想感情得到了解放。蒙娜丽莎的微笑正是这一时代精神的反映。这迷人的微笑又被称为“人类的微笑”或“永恒的微笑”。



“异端”科学家伽利略
伽利略生活在文艺复兴时期的意大利，是杰出的天文学家和物理学家。这是他在1609年制造的世界上第一架天文望远镜。伽利略通过望远镜观察和研究天体，论证了哥白尼地心说的科学性，进一步动摇了基督教思想的统治。因此，他被罗马教皇宣布为异端，后来在长期的软禁中郁郁死去。

哥伦布的身世

探索航海时代与地理大发现

在15～16世纪，欧洲出现了一大批富有探险精神的航海家。他们开辟了直达东方的新航线，沟通了欧、亚、非、美洲之间的海上交通，扩大了世界市场，形成了新的贸易中心。在当时发现美洲新大陆的航海家哥伦布就是其中一位著名人物。但声名显赫的他却一直隐藏着一个秘密：自己的身世。他究竟来自何方？是意大利人还是西班牙人？是平民还是贵族？他的前半生刻意地留下了许多空白，原因究竟是什么？

大航海家的生平

关于哥伦布的生平，最常见的说法是：克里斯托弗·哥伦布，意大利热那亚人，生于1451年。他的父亲乔凡尼·哥伦布是一个织布工，在热那亚城经营一个呢绒作坊。他的母亲是一个温柔勤劳的家庭主妇。1476年，哥伦布移居葡萄牙，曾向葡萄牙国王建议探索一条向西航行以直通东方的航线，但未被采纳。1485年移居西班牙，经过数年游说，他终于得到了西班牙王室的资助。1492年8月，他率船三艘，从西班牙的巴罗斯港出发，前往东方寻找黄金遍地的国家印度，结果却发现了美洲大陆。晚年的哥伦布贫病交加，于1506年抑郁而死。



航海大时代
15世纪，随着西欧商品经济的迅速发展，货币的需求量急剧增长，这激发了欧洲封建贵族、大商人和新兴资产阶级对贵重金属的渴求。由于前往东方的传统商路已被土耳其人控制，欧洲人急于寻找一条新航线，以便加强与东方的直接贸易联系和侵占新领土。一个充满冒险与生机的航海大时代来临了。

身世之谜

20世纪末，美洲一位研究哥伦布的专家提出了一个石破天惊的说法。他认为大家通常所说的那位克里斯托弗·哥伦布只不过是一位在地中海从事商业贸易的船长，而真正到过美洲的哥伦布是西班牙人，而且出生在加泰罗尼亚地区一个具有航海传统的贵族家庭。那么，他为什么要隐瞒自己的身世呢？专家认为，哥伦布年轻时参加了雇佣兵团，曾对抗过后来赞助他进行探索之旅的国王。为了获得国王的资助，哥伦布隐瞒了身世。如果这一说法符合历史事实的话，人们不禁要感慨，如果哥伦布不隐瞒过去，也许他根本没有机会进行历史性的旅程。或许他本人也希望自己的真实身世有一天能够揭晓，所以才让人在西班牙塞维利亚大教堂里自己的墓室上刻下墓志铭："莫让我永世不明"。



隐瞒身世的航海家
经过数年游说而终于得到西班牙王室慷慨资助的哥伦布，简直是欣喜若狂。他准备向西航行，到达地处欧洲东方的亚洲。他也许料想不到，自己寻找东方的航程会给出另一种答案，而带入坟墓的前半生，竟然也会成为后世人们致力探寻的谜团。

哥伦布的四次航海
哥伦布的一生中总共进行过四次远航。第一次远航时，他到达了中美洲巴哈马群岛中的威特林岛，并将它命名为"圣萨瓦尔多"，随后到达的还有古巴和海地岛。以后的三次航行中，他又发现了波多黎各、牙买加、洪都拉斯、巴拿马等地，为西班牙人的殖民扩张与掠夺打下了基础。



装载给养
哥伦布在船上储备了足以维持数个月的给养。木桶里装的是葡萄酒、水、醋、咸鱼、腌制的猪肉和牛肉，还有许多大米、面粉、蚕豆和在当时专供远航水手食用的饼干。一些箱子里装着炮弹、火药、十字弓矢、鱼线和鱼钩，以及用于贸易的商品，如纺织品和玻璃球等。

恶劣的生活条件
在长达数个月的时间里，"圣塔玛利亚"号将是40多位男子汉的家，与他们在一起的还有船中的蟑螂、老鼠、虱子。除了船长外，每个人都得睡在露天甲板上——甲板下面太狭窄，而且臭气烘烘。

备用武器
哥伦布不知道他将面对的亚洲人对自己是友善的还是敌对的，所以在船上设置了可旋转的小型轻炮。这种炮安装在露天掩体（加高的船侧壁）里。

第一部航海手册

1484年，葡萄牙国王约翰二世的数学家们编写了欧洲第一部航海手册。对于航海方位的确定，传统的方法是用四分仪测量北极星的高度来确认船的方位。但这个方法并不十分可靠。而且，在南半球海域也看不到北极星。数学专家们简化了犹太天文学家扎科特关于太阳运行的一系列图表，将其变成一部实用手册。这样，海员们通过查阅手册，就可以确定自己所处的纬度了。



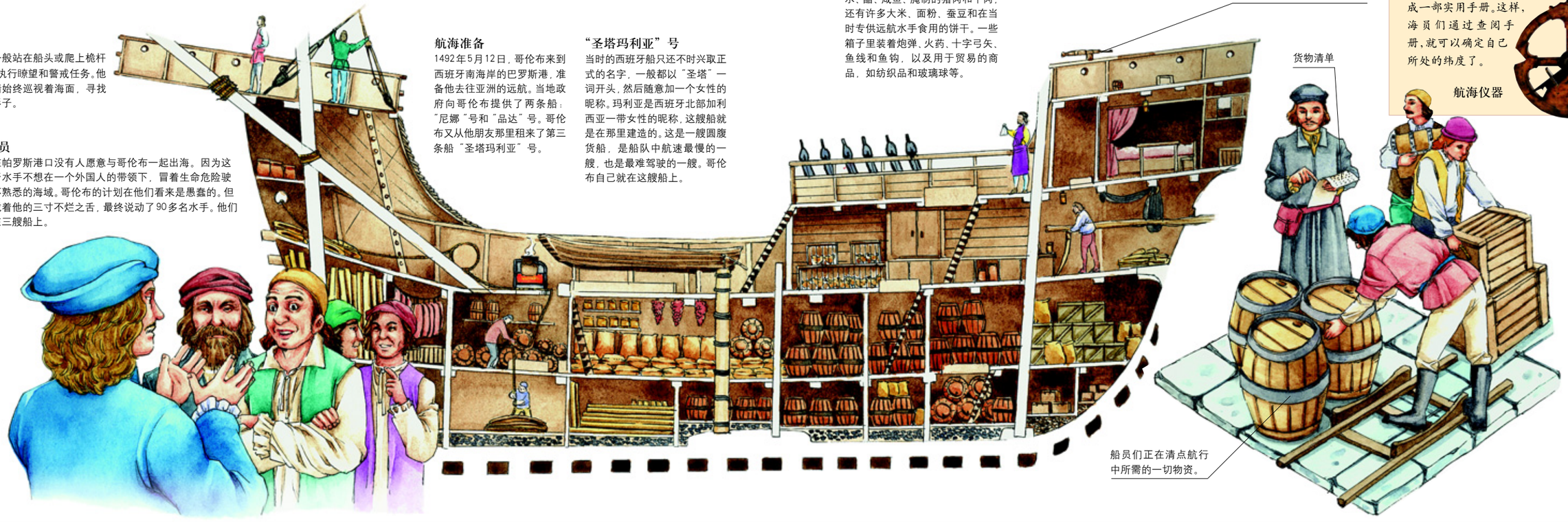
航海仪器

瞭望员
瞭望员一般站在船头或爬上桅杆的顶部，执行瞭望和警戒任务。他们的眼睛始终巡视着海面，寻找陆地的影子。

寻找船员
起初，在帕罗斯港口没有人愿意与哥伦布一起出海。因为这些西班牙水手不想在一个外国人的带领下，冒着生命危险驶往自己不熟悉的海域。哥伦布的计划在他们看来是愚蠢的。但哥伦布凭着他的三寸不烂之舌，最终说动了90多名水手。他们被分配在三艘船上。

航海准备
1492年5月12日，哥伦布来到西班牙南海岸的巴罗斯港，准备他去往亚洲的远航。当地政府向哥伦布提供了两条船："尼娜"号和"品达"号。哥伦布又从他朋友那里租来了第三条船"圣塔玛利亚"号。

"圣塔玛利亚"号
当时的西班牙船只还不时兴取正式的名字，一般都以"圣塔"一词开头，然后随意加一个女性的昵称。玛利亚是西班牙北部加利西亚一带女性的昵称，这艘船就是在那里建造的。这是一艘圆腹货船，是船队中航速最慢的一艘，也是最难驾驶的一艘。哥伦布自己就在这艘船上。



彼得大帝的遗嘱

探索彼得大帝统治下的俄国

彼得大帝生于1672年，10岁时即位，17岁时已经实权在握。这位雄才大略的君主终生致力于俄国的强大，积极推行扩张政策。他年轻时暗访西欧发达国家，考察文化、科学和技术，回国后厉行改革，使落后的俄国实力大增。他还打败瑞典，远征波斯，两次发动对土耳其的战争，为俄国夺取了波罗的海出海口、里海西部沿岸等宝贵的生存空间。1725年，彼得大帝在其侵略扩张胃口远未满足时就匆匆去世了。这位俄国最有作为的沙皇其扩张野心究竟有多大？他有没有留下类似“政治遗嘱”一类的东西昭示这一切呢？



沙皇统治

1547年，来自莫斯科公国的大公伊凡四世成为俄国历史上的第一任沙皇。从此，沙皇在俄国的专制统治开始了。彼得大帝是俄国罗曼诺夫家族的第四任沙皇，也是第一位称帝的沙皇。这是象征沙皇权威的皇冠、金球、权杖和勋章。

遗嘱的真假

1836年，法国人德奥将《彼得大帝统治欧洲的计划》披露于世，这就是后来流传极广、令人真假莫辨的彼得大帝的“遗嘱”。它的内容主要概括了俄国当时的外交政策，显露出彼得大帝企图通过称霸欧洲进而达到征服世界的野心。有人认为“遗嘱”是真的，因为德奥是彼得大帝的女儿伊丽莎白女皇的情夫，曾被允许翻阅历代沙皇的绝密档案。据称，这份“遗嘱”就是他在沙皇夏宫中意外获得的。有人却认为“遗嘱”是杜撰的，主要依据是彼得大帝当年猝然去世，连皇位继承这样的重大问题都未曾留下只言片语，因此不可能留下这么一份详细的“遗嘱”。但也有人认为《计划》的文字虽然有可能是杜撰的，但内容却完全是实情。



彼得大帝

彼得大帝身高两米多，体格魁梧，性格倔犟，精力充沛，意志顽强。他坚定地实行改革，努力促使俄国从一个封闭、保守、落后的农奴制国家向现代化国家逐渐转变。当他离世时，俄国已经成为了欧洲强国。

彼得大帝的扩张

17世纪的俄国是一个远离海洋的内陆国家。为了夺取出海口，开辟新市场，实现俄国的富强，彼得大帝着手制定了征服世界的蓝图。1700～1721年，彼得大帝发动了长达21年之久的“北方大战”，最终战胜瑞典，夺取了波罗的海出海口。而后，他于1722～1723年远征波斯，占领了里海西部沿岸。彼得大帝在位期间，瓦解了波兰的武装力量，两次对土耳其作战，但还是未能占领梦寐以求的黑海港口。于是，他下令在涅瓦河口修建新都——圣彼得堡，将之作为面向欧洲的一个窗口。彼得大帝死后，后继沙皇们都继续实行夺取世界霸权的扩张政策，在事实上忠实地执行了他的“遗嘱”。



改革中的激烈冲突

由于彼得一世的改革触犯了世袭贵族和教会的利益，反改革派以太子阿列克谢为首，形成一个“太子党”。1718年，太子涉嫌阴谋夺取皇位而判处死刑。这幅画表现了彼得对太子的不满。

圣彼得堡

圣彼得堡是一座水上城市，河流面积占全市总面积的10.2%，整个城市由300多座桥梁相连。河流纵横，风光秀丽，素有“北方威尼斯”的美称。



冬宫

1754～1762年，圣彼得堡修建了一座美丽的宫殿——冬宫，坐落在圣彼得堡宫殿广场上。它是18世纪俄国巴洛克式建筑的杰出典范。十月革命后，它成为圣彼得堡国立艾尔米塔奇博物馆的一部分，与美国的大都会、法国的卢浮宫并称为世界三大博物馆。

白夜

圣彼得堡地处北纬60度，每年夏季在这里都会看到在极昼条件下特有的“白夜”现象。“白夜”来临时，这里的日照接近20个小时。落日余辉久久映照天际，在短暂的黄昏之后，又开始出现晨曦朝霞，刚落下的红日再次冉冉升起，景象十分壮观。

一个瞭望西方的窗口

为了与旧时代的俄罗斯彻底决裂，彼得大帝在1703年决定放弃作为政治活动中心的首都莫斯科，为新的、向西方看齐的俄罗斯建立一个新首都，这就是圣彼得堡。它是由成千上万个征募来的劳工在涅瓦河三角洲的沼泽地上建立起来的，直通波罗的海，成为一个“瞭望西方的窗口”。

城市发展

依照建造者们最初的设想，圣彼得堡被建设成一个港口城市和国家行政管理城市。到18世纪时，圣彼得堡又开始扮演第三个角色：经济与工业城市。冶金工业和棉纺工业在这里发展起来，同时也出现了一些银行和保险公司。



微服出访

1697～1698年，彼得派出规模庞大的使团赴英、荷等国考察学习，他本人则装扮成一名水手随团出访。“时而是一个水手，时而是一个木匠，他总是不停地做工。”俄罗斯作家亚历山大·普希金曾这样描写当时到欧洲微服出访的彼得。

胡子改革

俄国贵族是一群享有特权的富裕农奴主，蓄长胡子是他们地位的象征。彼得大帝访欧回国后，就废除了贵族的特权，并剪掉了他们的大胡子。彼得将这作为一种看得见的标志，标志着席卷全国的改革运动已经开始了。



有趣的剪胡子运动