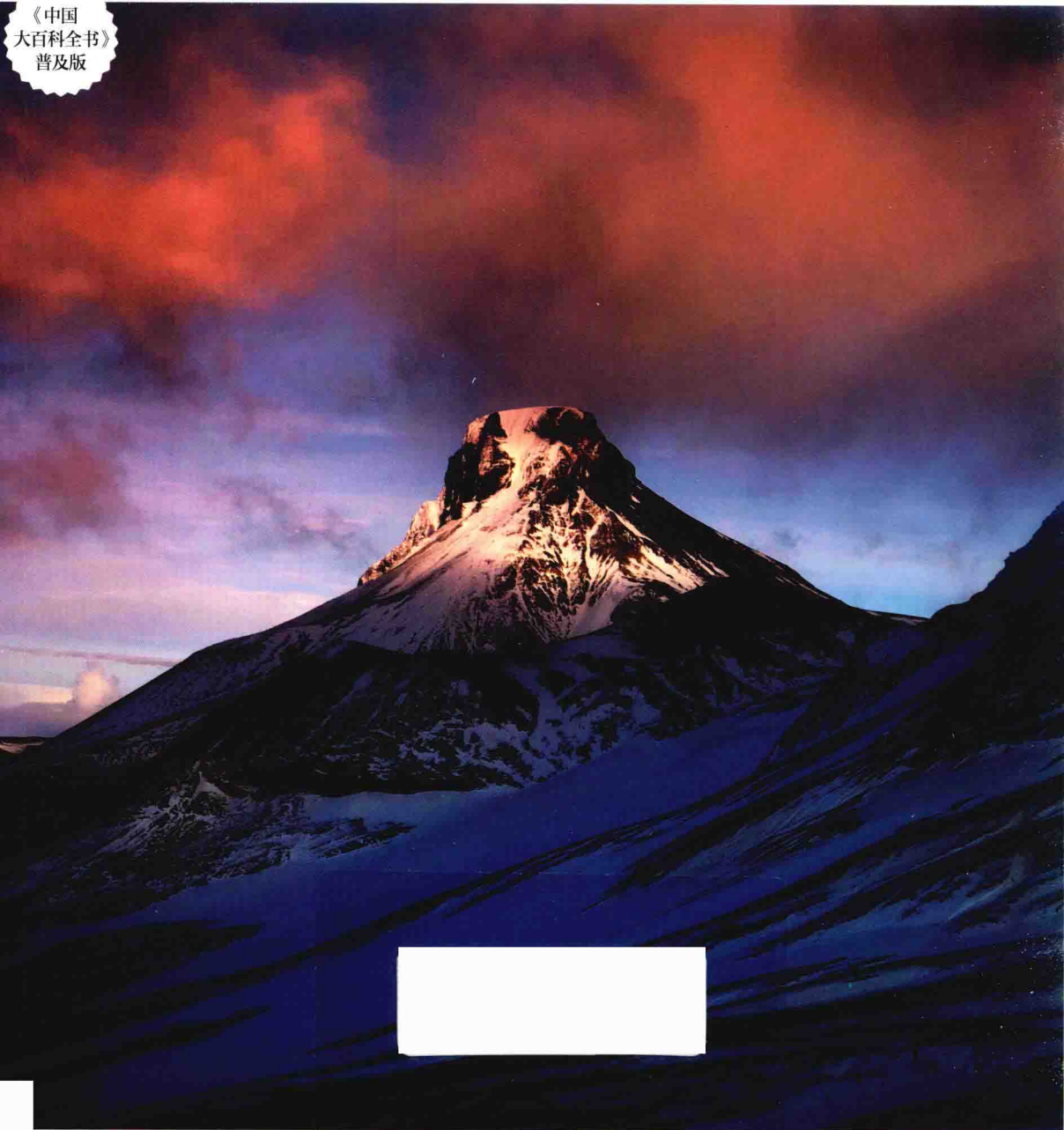


《中国
大百科全书》
普及版



地球的 变迁

从宇宙俯瞰到
地壳漫游

《中国大百科全书》普及版编委会编



中国大百科全书出版社

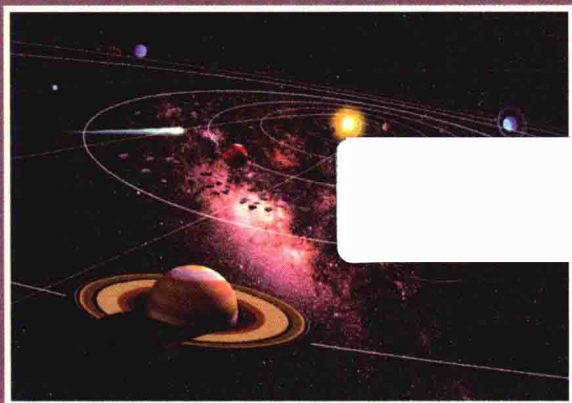


《中国大百科全书》普及版

Dìqiúbiànyǎn

地球的变迁

从宇宙俯瞰到地壳漫游 [天文学、地质学、地理学卷]



中国大百科全书出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地球的变迁：从宇宙俯瞰到地壳漫游 / 《中国大百科全书》
普及版编委会编. --北京：中国大百科全书出版社，2018.12

(中国大百科全书：普及版)

ISBN 978-7-5202-0398-2

I. ①地… II. ①中… III. ①地球—普及读物 IV. ①P183-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第289427号

总 策 划：刘晓东 陈义望

策划编辑：黄佳辉

责任编辑：黄佳辉

出版发行：中国大百科全书出版社

地 址：北京阜成门北大街17号 邮编：100037

网 址：<http://www.ecph.com.cn> Tel: 010-88390718

图文制作：北京华艺创世印刷设计有限公司

印 刷：北京美图印务有限公司

字 数：80千字

印 数：1~5000

印 张：6.75

开 本：710mm×1000mm 1/16

版 次：2018年12月第1版

印 次：2018年12月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5202-0398-2

定 价：25.00元

前

言

《中国大百科全书》是国家重点文化工程，是代表国家最高科学文化水平的权威工具书。全书的编纂工作一直得到党中央国务院的高度重视和支持，先后有三万多名各学科各领域最具代表性的科学家、专家学者参与其中。1993年按学科分卷出版完成了第一版，结束了中国没有百科全书的历史；2009年按条目汉语拼音顺序出版第二版，是中国第一部在编排方式上符合国际惯例的大型现代综合性百科全书。

《中国大百科全书》承担着弘扬中华文化、普及科学文化知识的重任。在人们的固有观念里，百科全书是一种用于查检知识和事实资料的工具书，但作为汲取知识的途径，百科全书的阅读功能却被大多数人所忽略。为了充分发挥《中国大百科全书》的功能，尤其是普及科学文化知识的功能，中国大百科全书出版社以系列丛书的方式推出了面向大众的《中国大百科全书》普及版。

《中国大百科全书》普及版为实现大众化和普及化的目标，在学科内容上，选取与大众学习、工作、

生活密切相关的学科或知识领域，如文学、历史、艺术、科技等；在条目的选取上，侧重于学科或知识领域的基础性、实用性条目；在编纂方法上，为增加可读性，以章节形式整编条目内容，对过专、过深的内容进行删减、改编；在装帧形式上，在保持百科全书基本风格的基础上，封面和版式设计更加注重大众的阅读习惯。因此，普及版在充分体现知识性、准确性、权威性的前提下，增加了可读性，使其兼具工具书查检功能和大众读物的阅读功能，读者可以尽享阅读带来的愉悦。

百科全书被誉为“没有围墙的大学”，是覆盖人类社会各学科或知识领域的知识海洋。有人曾说过：“多则价谦，万物皆然，唯独知识例外。知识越丰富，则价值就越昂贵。”而知识重在积累，古语有云：“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海。”希望通过《中国大百科全书》普及版的出版，让百科全书走进千家万户，切实实现普及科学文化知识，提高民族素质的社会功能。

2013年6月

目

录

第一章 地球存在于哪儿?

一、宇宙	1
二、星系	1
三、银河系	3
四、太阳系	5
五、地球	7

第二章 地球的变迁

一、地球表层	11
二、板块构造学说	15
三、地球磁层	17

第三章 固体地球

一、岩石	19
二、火成岩	20
三、沉积岩	30
四、变质岩	35
五、矿物	39

第四章 动力地球

一、火山	53
------	----



二、海底火山 55

三、岩浆 57

四、中国火山 58

五、世界火山 60

六、冰川 79

第五章 海洋



一、海洋 83

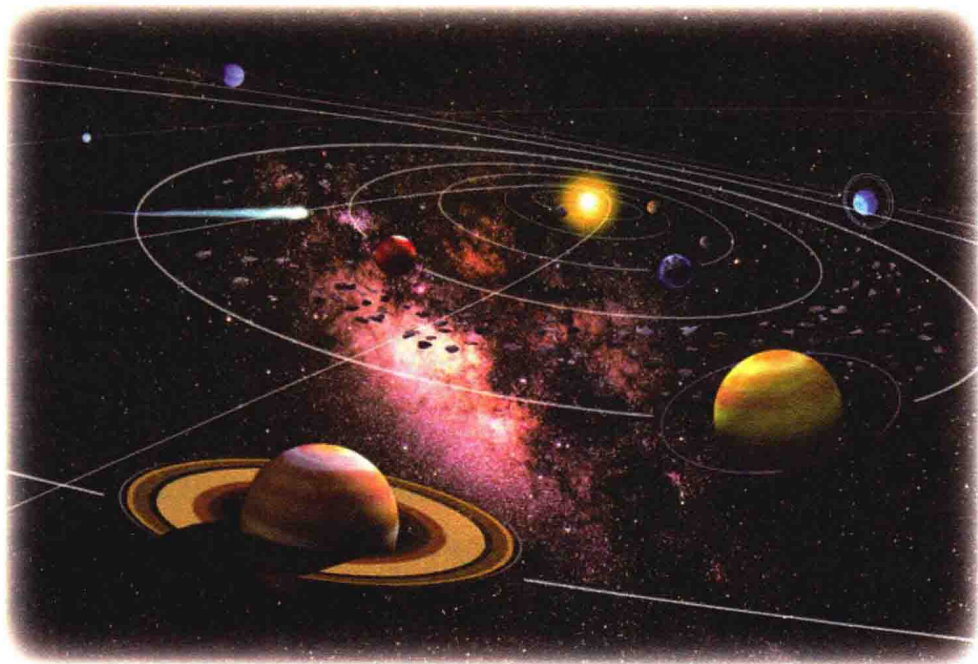
二、太平洋 84

三、大西洋 89

四、印度洋 94

五、北冰洋 98

六、南大洋 101



第一章 地球存在于哪儿？

【一、宇宙】

宇宙是空间、时间和其中存在的各种形态物质和能量的总称。

宇宙是处于不断运动和发展中的物质世界。借助各种功能越来越强大的地面和空间望远镜，观测的范围已达到 100 多亿光年的宇宙深处。一般把观测到的宇宙称为“我们的宇宙”。所有天体，乃至我们的宇宙都有它的起源、发展和衰亡的历史，但宇宙总体的发展以及人类对宇宙的认识则是无穷无尽的。

【二、星系】

星系是由引力束缚在一起的几百万至几万亿颗恒星以及星际气体和尘埃、暗物质等构成，占据几千光年至几十万光年的空间的天体系统。银河系就是





星系的各种形态

a 大熊座旋涡星系 M81 (国家天文台 BATC 组提供)

b 室女团中心椭圆星系 M87 (NASA 提供)

c 猎犬座旋涡星系 M51 (国家天文台 BATC 组提供)

一个普通的星系。银河系以外的星系称为河外星系，一般称为星系。

研究简史 17 世纪望远镜发明以后陆续观测到一些云雾状的天体，称为星云。18 世纪，德国的 I. 康德和英国的 T. 赖特都曾猜想这些云状天体是像银河一样由星群构成的宇宙岛，只是因为距离太远而不能分辨出一颗一颗的星来。1924 年美国天文学家 E.P. 哈勃用威尔逊山天文台的 2.5 米大望远镜在仙女座星云、三角座星云和星云 NGC6822 中发现造父变星，并且根据造父变星的周光关系定出这几个星云的距离，终于肯定了它们是银河系以外的天体系统，称它们为河外星系。现代望远镜，包括哈勃空间望远镜能观测到的星系数目估计在 500 亿以上。

形态和分类 星系的外形和结构是多种多样的，但大多由椭圆形的中央核球和（或）扁平的盘成分构成。1926 年哈勃按星系的形态进行分类，把星系分为椭圆星系、旋涡星系和不规则星系三大类。后来又细分为椭圆、透镜、旋涡、棒旋和不规则 5 个类型。

除上述普通的星系外，近年来又发现了许多特殊星系。有些旋涡星系，具有十分明亮的中心区，光谱中有强而宽



的发射线，称为赛弗特星系。有些星系具有很亮的近于星状的核心，称为 N 型星系。有些星系有很强的射电辐射，称为射电星系。有的星系诸如 M82，近期发生着大规模恒星形成，称为星暴星系。以上几种星系都是活动激烈的星系，统称为活动星系。有证据表明 1963 年发现的类星体实际上是具有活动核的星系，是活动星系核（AGN）中的一种。

分布 1934 年哈勃对 44000 多个星系的视分布进行了研究，证实星系的数目有规律地从银极向银道递减。银道方向星系很少，形成一个隐带。这种视分布是由银河系星际物质吸光造成的。实际上从大尺度来看，星系分布在各个方向都是一样的。星系的空间密度也近于均匀。从较小的尺度来看，星系的分布有成团的倾向。有的是两个结成一对；多的可能几百以至几千个星系聚成一团。

[三、银河系]

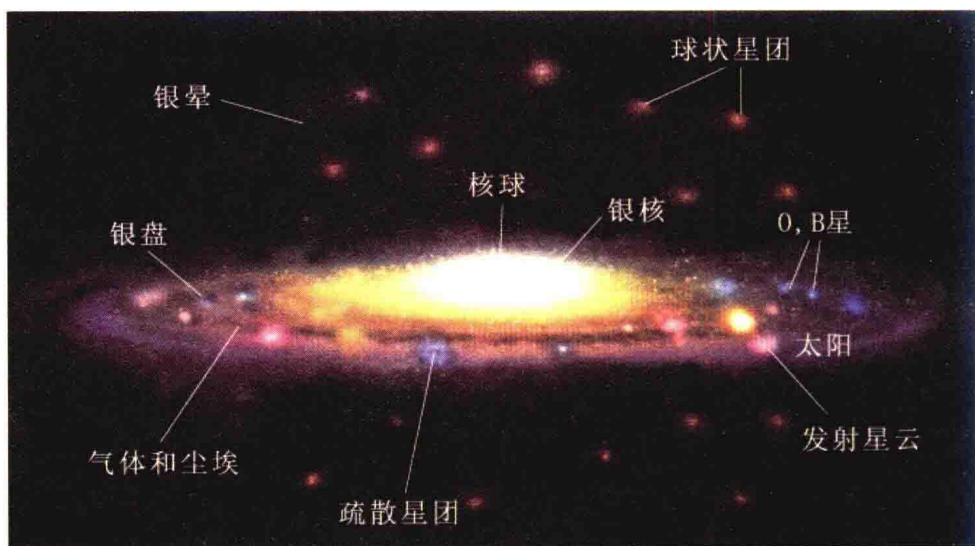
银河系是地球所在的星系。因其主体部分投影在天球上的亮带被称为银河而得名。银河系是一个透镜形的系统，直径约为 40 千秒差距，它的主体称为银盘。

银河系的发现经历了漫长的过程。望远镜发明后，伽利略首先用望远镜观测银河，发现银河由恒星组成。之后，T. 赖特、I. 康德、J.H. 朗伯等认为，银河和全部恒星可能集成一个巨大的恒星系统。18 世纪后期，F.W. 赫歇耳用自制的反射望远镜开始恒星计数的观测，以确定恒星系统的结构和大小，他断言恒星系统呈扁盘状，太阳离盘中心不远。他去世后，其子 J.F. 赫歇耳继承父业，继续进行深入研究，把恒星计数的工作扩展到南天。20 世纪初，天文学家把以银河为表现现象的恒星系统称为银河系。J.C. 卡普坦应用统计视差的方法测定恒星的平均距离，结合恒星计数，得出了一个银河系模型。在这个模型里，太阳居中，银河系呈圆盘状。H. 沙普利应用造父变星的周光关系，测定球状星团的距离，从球状星团的分布来研究银河系的结构和大小。他提出的模型是：银河系是一个透镜状

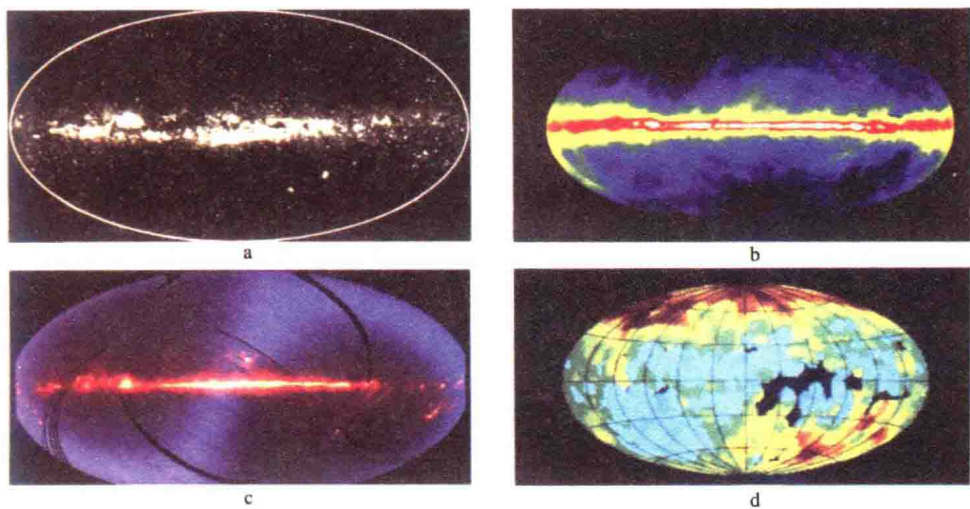
的恒星系统，太阳不在中心。沙普利得出，银河系直径 80 千秒差距，太阳离银心 20 千秒差距。但这些数值过大，因为沙普利在计算距离时未计入星际消光。20 世纪 20 年代银河系自转被发现以后，沙普利的银河系模型得到公认。

银河系是一个巨型旋涡星系，为 Sb 型。包含约两千亿颗恒星。银河系整体作较差自转，太阳处自转速度约 220 千米/秒，太阳绕银心运转一周约 2.4 亿年。银河系的可见物质质量约为太阳质量的 1400 亿倍，而暗物质的质量至少为太阳质量的 4000 亿倍。银河系的年龄约 100 亿年。

银河系物质约 90% 集中在恒星内。按照物理性质、化学组成、空间分布和运动特征，恒星可以分为 5 个星族。最年轻的极端星族 I 恒星主要分布在银盘里的旋臂上；最年老的极端星族 II 恒星则主要分布在银晕里。恒星常聚集成团。除了大量的双星外，银河系里已发现了 1000 多个星团。银河系里还有气体和尘埃，其含量约占银河系总质量的 10%，气体和尘埃的分布不均匀，有的聚集为星云，有的则散布在星际空间。20 世纪 60 年代以来，发现了大量的星际分子，如 CO、H₂O 等。分子云是恒星形成的主要场所。银河系核心部分，即银心或银核，是一个很特别的地方。它发出很强的射电、红外、X 射线和 γ 射线辐射。其性质尚不清楚，那里可能有一个黑洞。



银河系主体示意图



银河系四个波段的图像
a 可见光图像 b 射电图像 c 红外图像 d X 射线图像

[四、太阳系]

太阳系是太阳及在其引力作用下，环绕其运行的天体构成的集合体及其所占有的空间区域。计有行星及其卫星、矮行星、太阳系小天体、小行星、陨星和流星体、彗星、柯伊伯带天体、太阳风和行星际物质等。

结构 太阳在太阳系中占据中心和主导地位。太阳的质量占太阳系总质量的 99.86%，其余天体共占 0.14%。其中，木星占了 0.08%，其他行星的质量总和约占 0.06%，而天然卫星、小行星、彗星、柯伊伯带天体等小天体和行星际物质的质量仅占太阳系总质量的微量份额。太阳的引力控制着整个太阳系，引力作用范围的半径可达 1.5 光年，再往外即为星际空间。太阳系的主要成员，除太阳外就是行星，因此太阳系是一个“行星系”。太阳系中，除太阳是以核聚变产能的恒星外，其他成员都是没有核能产生热辐射的“死”天体。

行星按质量和表面物态，分类地行星和类木行星两类。前者质量小，岩石表面，卫星少（水星和金星没有卫星，地球有一个，火星有两个），典型代表是地



球；后者质量大，气态表面，卫星多，有环系，典型代表是木星。类地行星和类木行星的轨道之间为引力不稳定带，只能存在质量很小，但数量众多，成员可能以百万计的小行星带。类木行星轨道之外，有一可能是短周期彗星起源地的柯伊伯带。

太阳系通常以小行星带为界，分为内外两部分。小行星带以内称为内太阳系，小行星带以外称为外太阳系。内太阳系有水星、金星、地球和火星共四个类地行星及其卫星；外太阳系计有木星、土星、天王星和海王星共四个类木行星及其卫星系。

行星沿与太阳自转轴垂直的平面，即黄道面附近，绕太阳运转，特征是共面性。除行星、小行星带和柯伊伯带外，无数的流星体也集中分布在黄道带附近。行星公转轨道的偏心率很小，近圆性也是结构特征之一。

运动 太阳系的行星都有自转。大多数行星的自转方向和太阳的自转一致，即自西向东沿逆时针方向。行星都在接近同一平面的近圆轨道上，自西向东沿逆时针方向绕日公转。行星的大多数卫星也都自西向东，沿逆时针方向绕行星运转。小行星主带和柯伊伯带中的小天体也多自西向东，沿逆时针方向绕太阳运行。距离太阳越远的行星、小行星和柯伊伯带天体绕太阳运转的轨道速度越慢，距离行星越远的卫星绕行星运转的轨道速度也越慢，这一现象分别称为太阳系的较差自转和行星系的较差自转。

质量占太阳系总质量 99.86% 的太阳的角动量只占 1% 左右，而质量仅占 0.14% 的太阳系其他天体的角动量总和却占 99% 左右，这一特殊的角动量分布现象是太阳系的一个运动特征。

太阳相对于邻近恒星的运动速度为 19.6 千米 / 秒，朝向武仙座一点，该点称为太阳向点，简称向点。此外，太阳和太阳系还以 250 千米 / 秒的速度在银河系中绕银心运行，约 2 亿年绕转一周。

在宇宙中的地位 太阳是银河系内约 2000 亿个成员恒星中的普通一员。按质量计，它是中等质量的矮星；按光度计，它是中等光度的矮星；按表面温度计，





太阳系全景示意（体积大小和距离远近不按实际比例）

它是约 5000K 的黄矮星；按年龄计，它是诞生约 50 亿年的中年恒星。根据太阳的金属丰度确认，它属星族 I，亦即不是银河系的第一代天体，而是第二代或第三代恒星。

太阳系位于距银河系中心约 25000 光年的银盘（银河系的圆盘结构）中，和其他上千亿个恒星一道环绕银心运转。太阳和太阳系不处在特殊位置上，不是银河系的中心。

【五、地球】

地球是太阳系八大行星之一，按离太阳由近及远的次序为第三颗。人类所在的行星。它有一个天然卫星——月球，二者组成一个天体系统——地月系统。地球从形成以来就始终处于不断变化和运动之中。



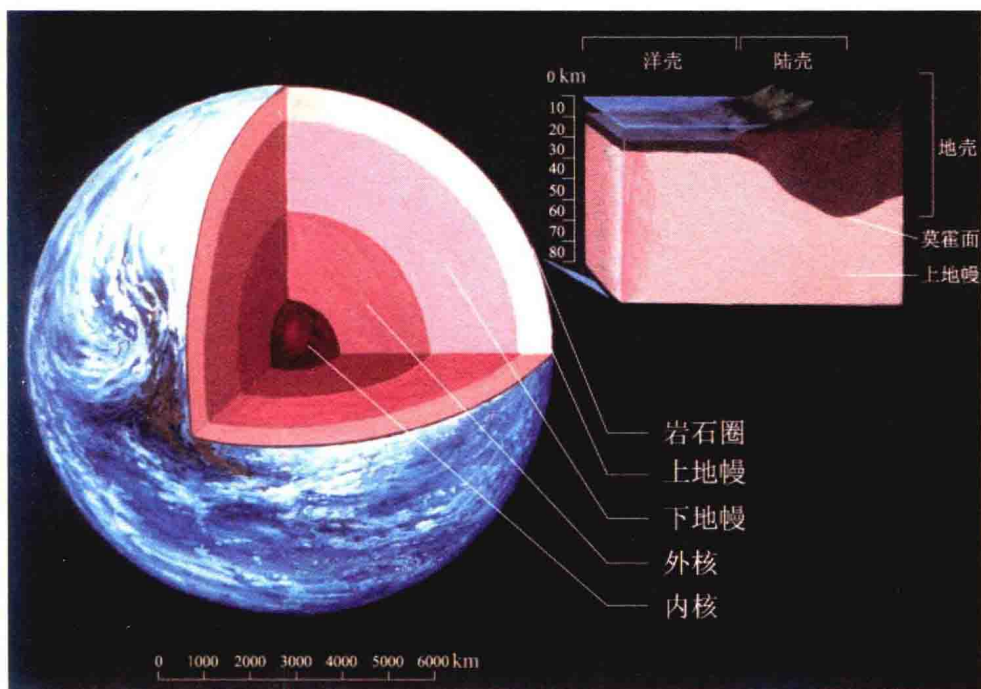
自转和公转 地球自西向东自转，同时围绕太阳公转。地球自转周期约为 23 时 56 分 4 秒平太阳时（1 恒星日）。地球公转的轨道是椭圆的，公转轨道的长半径为 149597870 千米（1 天文单位），轨道偏心率为 0.0167，公转周期为 1 恒星年（365.25 个平太阳日），公转平均速度为每秒 29.79 千米，黄道与赤道交角（黄赤交角）为 $23^{\circ} 26'$ 。地球自转和公转运动的结合产生地球上的昼夜交替、四季变化和五带（热带、南北温带和南北寒带）的区分。

形状和大小 在国际天文学联合会公布的天文常数系统中，地球赤道半径为 6378 千米，扁率为 1/298。地球不是正球体而是三轴椭球体，赤道半径比极半径约长 21 千米。地球质量（包括大气圈等）为 5.976×10^{24} 千克，体积为 1.083×10^{21} 立方米，平均密度为 5.52 克 / 厘米³。

海陆分布 地球表面的形态是复杂的，有绵亘的高山、广袤的海盆以及各种尺度的构造。大陆上的最高处是珠穆朗玛峰，海拔达 8844.43 米，最低点为死海，湖面比海平面低 416 米；海底最深处马里亚纳海沟，深度达到 11034 米。地球的总表面积为 5.1×10^8 平方千米，其中大陆面积约为 1.48×10^8 平方千米，约占地表总面积的 29%。地球是太阳系中唯一在表面和深部存在液态水的星体。海洋面积约为 3.62×10^8 平方千米，约占 71%。海面之下，大陆有一个陡峭的边缘。以平均海平面为标准，地球表面上的高度统计有两组数值分布最为广泛：一组在海拔 0 ~ 1000 米，占地球总面积的 21% 以上；另一组则在海平面以下 4000 ~ 5000 米，占 22% 以上。地球表面水的总量约为 1.4×10^9 立方千米，其中淡水为 3.5×10^7 立方千米，只占总水量的 2.5%。

结构和组成 地球是有生命的行星，它由固体地球、表面水圈、大气圈和生物圈所组成。水圈是地球表层水体的总称。大气圈是地球外部的气体包裹层。生物圈是地球上生命存在的特殊圈层，包括大气圈的下部、岩石圈的上部和整个水圈。

根据地震波速度观测，存在全球范围的速度间断面；根据地震层析成像的研究，地球内部结构有很大的横向非均匀性，但总体上是径向分层的。主要分成三



地球内部圈层结构

个圈层：①地壳。固体地球的最上层部分，其底部界面是莫霍面。②地幔。地壳下由莫霍面到古登堡面之间的部分。③地核。地心到古登堡界面之间的部分。

地球重力场 地球重力作用的空间。作用在地球表面上的重力是地球质量产生的引力和地球自转产生的惯性离心力共同作用的结果。离心力对重力的影响随纬度的不同而呈有规则的变化，在赤道上最强。同时，由于地球不同部位的密度分布不均，也会引起重力的变化和异常。

地球磁场和磁层 地球具有磁性，它周围的磁场犹如一个位于地心的磁棒（磁偶极子）所产生的磁场。这个从地心至磁层边界的空间范围内的磁场称为地磁场。地球磁场在地球周围被局限在一个狭长的称为磁层的区域内。磁场的强度和方向不仅因地而异，也因时间不同而有变化。在地质历史时期磁极曾多次倒转。

地球内部温度 浅层的地下温度梯度约为深度每增加 30 米，温度升高 1°C ，但各地的差别很大。地面附近的温度梯度不能外推到几十千米深度以下。地球内



部自有热源，所以地下越深则越热。地球内部某些特定深度的温度是可以估计的：在 100 千米的深度，温度接近该处岩石的熔点，约为 $1100 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ ；在 410 千米和 660 千米的深度，岩石发生相变，温度各约在 1400°C 和 1700°C ；在核幔边界，温度在铁的熔点之上，但在地幔物质的熔点之下，约为 3400°C ；在外核与内核边界，温度约为 4600°C ；地球中心的温度约为 4800°C 。

地球年龄 目前测得太阳星云凝聚成各行星包括地球的年龄为 45.4 亿 ~ 46 亿年。应用同位素地球化学测年方法还给出了地球演化历史中各地质时期的精确的时间坐标。

