

彩图科技
百科全书

国家科技进步奖



地球内部 的奥秘

我的第一套科普书

DIQIU NEIBU DE AOMI

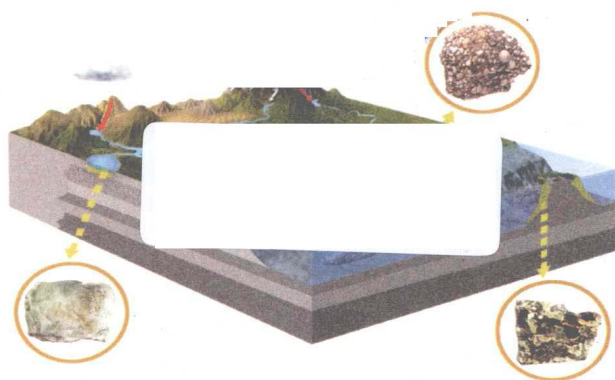
《彩图科技百科全书》编辑部编

上海科学技术出版社



地球内部的奥秘

《彩图科技百科全书》编辑部编



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

地球内部的奥秘 / 《彩图科技百科全书》编辑部编.

—上海: 上海科学技术出版社, 2014.1

(彩图科技百科全书)

ISBN 978-7-5478-1937-1

I. ①地… II. ①彩… III. ①地球内部—青年读物②地球内部—少年读物 IV. ①P183.2—49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第197027号

责任编辑 曾 文

封面设计 耿天华

地球内部的奥秘

《彩图科技百科全书》编辑部 编

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版

(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路193号 www.ewen.cc

北京市科星印刷有限责任公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 8

字数: 150千字

2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-1937-1/N · 55

定价: 29.80元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向印刷厂联系调换

《彩图科技百科全书》编辑委员会

名誉主编

周光召

科学顾问

李政道

主 编

张存浩 陈 竺

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

甘子钊 李启斌 杨玉芳 汪广仁 陈宜张
郑 度 赵寿元 郭慕依 傅继梁 潘际奎

分册主编

郑 度

分册编辑委员

(以姓氏笔画为序)

孔祥儒 余志豪 杨勤业 周明鉴 罗祖德
金性春 赵松龄 徐士进 潘云唐

《彩图科技百科全书》编辑部

总策划

胡大卫 翁经义 吴智仁 应小雄 张跃进

策划编辑

潘友星 段 楠 濮紫兰

科学编辑

(以姓氏笔画为序)

丁荣源	卞毓麟	毛文涛	王 模	邓荣辉	冯永清
叶 宏	叶 剑	乔馥娟	伍唐生	应兴国	张 悌
张毅颖	杨志平	沈 岩	季英明	段 楠	胡 炜
赵玲丽	钱开鲁	曾 文	鲍国华	潘友星	濮紫兰

美术设计与统筹

卜允台

美术编辑

邵福建 罗履明

出版说明

我社于2005年出版的《彩图科技百科全书》是一套面向广大公众的彩图版科学技术百科全书。该书由各学科逾340位专家历时近10年编撰完成，因其原创权威的内容、独特的知识体系划分和编撰形式，荣获2008年度国家科技进步奖二等奖、新闻出版总署首届“三个一百”原创图书工程、第二届国家图书馆文津图书奖、上海图书奖一等奖、2007年度上海市科技进步奖二等奖等奖项，创造了很好的社会价值，带来了不同凡响的社会影响。

当前，随着科学技术革命的日新月异，科技力量成为国与国之间国力竞争的焦点，科学普及和传播的重要性愈益凸显。青少年是祖国的未来，加强青少年科普教育，是我国科学技术普及工作不可或缺的重要组成部分。

针对目前青少年科普图书现状，我社在《彩图科技百科全书》基础上，特别策划“彩图科技百科全书”丛书。这是一套供青少年阅读的彩图版科学技术百科全书，它试图以当代科学的眼光，描绘一幅关于自然世界和人造器物世界的长卷画面，让青少年读者基本了解现代科学技术知识的总体概貌，形成合理的知识架构，掌握基本的科学观点、科学方法和科学精神。

本套丛书根据青少年读者阅读特点和认知规律，精选适合青少年阅读的条目，整理成20个主题，独立成册。每分册条目均从客观对象而非抽象概念入手，深入浅出地对条目的主题进行跨学科、综合性和探索性的描述。条目内容通过释文和示图

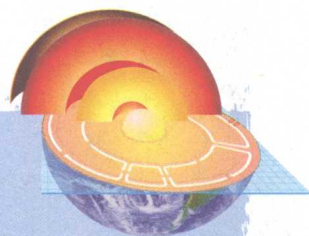
两种方式展开，通过大量原创精美的图片以图说形式解释抽象的科学技术知识，力求融科学性、趣味性于一体。

这些设计和努力，是希望为青少年读者勾画出科学技术现代疆界的基本轮廓。然而，要把这个轮廓勾画完整，还要容易理解，不是一件容易的事。特别是，要用彩图示意，既要吃透科学内容，又要有好的艺术构思，是编纂工作中的难点。编纂者诚恳地希望通过本丛书的出版，能为青少年现代科学素养的提高添砖加瓦，同时，也希望汲取反馈意见和建议，进一步提高编纂水平，更好地为广大青少年读者服务！

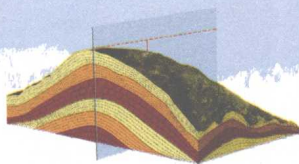
《彩图科技百科全书》编辑部

2013年8月

目 录



地 球	2
地球运动	8
地球系统	14
地球内部结构	20
地 壳	26
地 磁 场	32
大陆漂移	38
海底扩张	44
板块构造	50
地幔对流	56
褶皱和断层	62
火 山	68
地 震	74
矿 物	82
火 成 岩	90
沉 积 岩	96
变 质 岩	102
化 石	108
地 层	114





火山喷发、山崩地裂，是地球在发怒吗？七大洲四大洋的格局是怎么形成的？原来地球内部深藏着许多奥秘，请跟随我们一同走进本书探个究竟。

地 球

地球是太阳系中一颗中等大小的行星，也是太阳系中唯一适宜人类生存和发展的星球。对于生活在地球上的人来说，地球是很大的，但从人类已知的整个宇宙来看，太阳系不过是银河系中一位极普通的成员，而地球只是太阳系中一颗普通的行星。但地球的大小、运动及与太阳的相对位置都恰到好处，使到达地球的太阳能量足以维持地球上的生命，但又不致太多而使水蒸发掉，这都是地球上生命存在的基础。另外地球还给人提供了空间、环境、资源等一切赖以生存与发展的条件。



从太空中看地球，地球就好像是一个五彩缤纷的圆盘，周围被云层缭绕，圆盘的蓝色部分所占的面积最大，为地球上的水体，其余部分是突出在水体之上的陆地



独特的地球 地球是太阳系中一颗普通的行星，又是一颗独特的星球。它拥有生命，这是由于除了在地球圈层中存在氧、二氧化碳及生命所必需的水以外，它在太阳系中还处于一个恰到好处的位置。在围绕太阳旋转的八大行星中，水星最靠近太阳，金星次之，这两大行星的表面温度都在 400°C 以上，生命难以诞生和维持。而地球与太阳的距离适中，加之地球自转轴与地球公转轨道面有一夹角从而产生季节变化。这一切都为地球上生命的诞生和演化提供了条件。

行星地球

太阳系中已知的行星按离太阳由近及远的顺序依次为水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星，地球排第三位。地球距太阳的平均距离为1.5亿公里，其体积和质量远比太阳小，分别只有太阳的 $1/1303545$ 和 $1/332946$ 。

地球环绕太阳公转，并沿地轴自西向东自转。地球自转一周的时间是一天，环绕太阳旋转一周的时间是一年。地轴相对于地球绕太阳转动的平面是倾斜的，在一年之中，地球表面受到太阳强烈照射的地方不同，受热程度也不同，因此形成了地球的季节和气候特征。生活在地球上的人感觉不到自己在随地球运动，却能清楚地看到太阳和月亮每天在东升西落，星星好像在天球上绕地球缓慢转动。约公元前350年，古希腊的亚里士多德提出了地球中心说。公元2世纪，古希腊的托勒玫发展了亚里士多德等人提出的地球中心说，认为地球是宇宙的中心，地球外面环绕九层天。中国古代张衡的浑天说，在宇宙构造方面也是把地球视为宇宙的中心。到16世纪初，波兰的哥白尼提出了太阳中心说。在这个新的宇宙体系中，太阳处于宇宙的中心，地球和其他的行星都绕着太阳旋转。尽管只是把地球和太阳在宇宙构造中的位置对调了一下，但却是天文学史及整个自然科学史上一场具有划时代意义的革命。16世纪末，意大利的布鲁诺在宣扬太阳中心说的同时又将其发展到无限宇宙学说。

形状与大小

地球的总质量为 5.974×10^{24} 千克。巨大的质量使地球具有强大的引力，所有质点都尽可能靠近地心，因而使地球成为球形。在古代，关于天空和大地的形状，有过许多种说法，但都承认天圆地方。中国早在周朝就有一种“天圆如张盖，地方如棋盘”的盖天说。公元前 6 世纪，古希腊的毕达哥拉斯认为，在一切平面图形中圆是最完美的，因而断言大地是球形的。但真正对大地是球形进行论证的是亚里士多德，在他所著的《论天》中指出，船在离岸后总是先看不见船身，之后桅杆才逐渐消失，由此可说明海面不是平的，而是弯曲的。然而由于缺少证据，再加上当时的人们根本不知道地球引力的存在，认为如果大地是圆的，站在大地另一边的人就会掉到空中去，所以相信的人并不多。到了 15 世纪末与 16 世纪初，以意大利的哥伦布发现美洲大陆、葡萄牙的麦哲伦环球航行为代表的一系列地理大发现，使得人们真正认识到大地是球形的。实际上，地球形状并不呈正球体而是呈椭球体，地球自转产生的指向赤道的惯性离心力分力使赤道半径比极半径略长，所以固体地球赤道略鼓，赤道半径为 6378.14 公里，而极半径为 6356.76 公里，总体积约为 10832 亿公里³。

外部结构

地球表面有一大气层，它由 78% 的氮，21% 的氧，微量的氩、二氧化碳和水汽组成。大气层为地球生命的繁衍和人类的发展提供了理想的环境，它的状态和变化，时时处处影响到人类的活动与生存。大气中的热能主要来源于太阳，热能交换使得大气的温



原始地球 距今 46 亿年前，太阳周围的小天体相互撞击拼合，逐渐形成原始地球。这一过程估计历时数千万年。平均每年会受到 1000 颗以上小天体的撞击。地球和其他行星形成以后，小天体数量锐减，撞击事件便大为减少。

度有升有降引起大气的运动变化。大气运动和气压系统的变化活动，使地球上海陆之间、南北之间、地面和高空之间的能量和物质不断交换，引起复杂的天气和气候变化。

大气层之下即为地球表面，其表面积为 5.1 亿公里²，其中 70.8% 是海洋，29.2% 为陆地，陆地主要分布在北半球。海洋包括太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋 4 个大洋及附属海域，海底有大陆架、大陆坡、洋盆、海岭、海沟等地貌类型。陆地分为欧亚大陆、

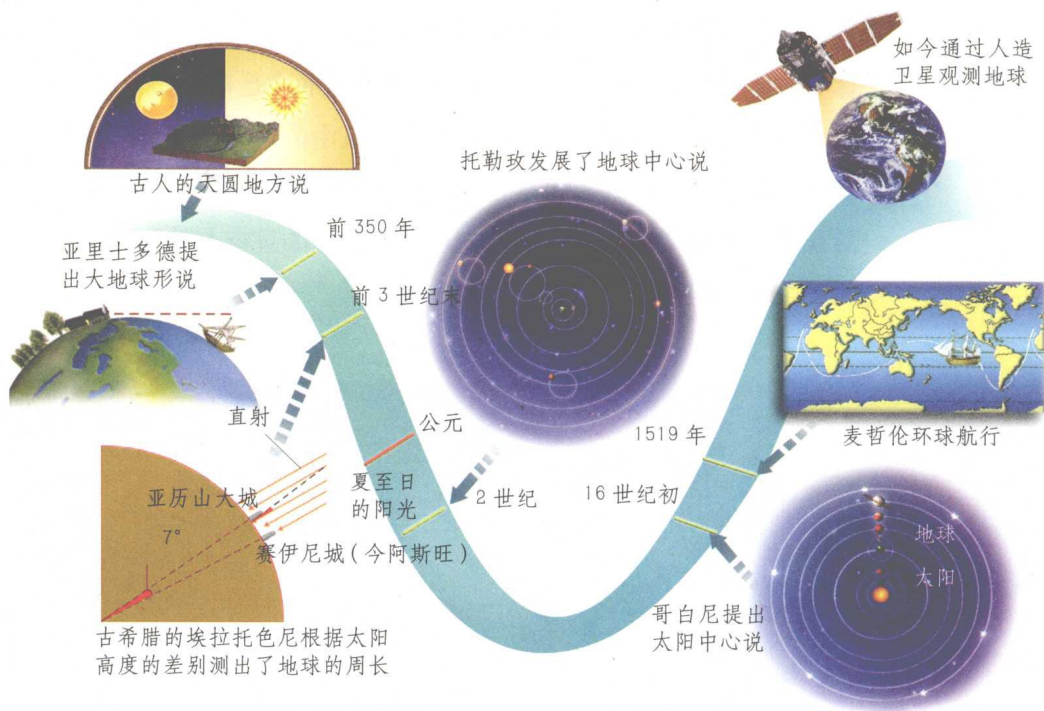
非洲大陆、南美大陆、北美大陆、澳大利亚大陆和南极大陆 6 个大陆及众多的岛屿，其上有高山、高原、丘陵、平原，以及河流、湖泊等地貌类型。地球是太阳系中唯一一颗表面存在液态水的行星，这是地球生命存在的重要条件，而且海洋的热容量也是保持地球气温相对稳定的重要条件。地球上的水造成了地表侵蚀和气候的多样化。

内部构造

地球内部根据不同的化学成分与物理性质被分为地壳、地幔和地核。组成地球的主要化学元素为铁、氧、硅、镁、镍、硫和钙。地球是太阳系中固体组成物质密度最大的星体，质量大部分集中在地幔，其次在地核。人类对地球内部的探索主要是利用地震方法，并通过钻探和火山岩浆来获得地壳和地幔部分的信息。地壳的厚度不同，海洋处较薄，大陆下较厚，主要由石英和类长石等硅酸盐构成。由断层和洋中脊分隔的板块在地幔上缓慢移动，形成了今天的海陆格局。地幔可分为上地幔和下地幔，上地幔主要由橄榄石、辉石、钙、铝等构成，下地幔可能由硅、镁、氧和部分铁、钙、铝等构成。地核估计由铁、镍等构成，也可能含有一些较轻的物质，而且地核中心的温度可能比太阳表面还高。

地球起源

地球的起源问题实际上就是太阳系的起源问题。早期的太阳系假说主要分星云说和灾变说两大派。星云说认为太阳系是由旋转气体和尘埃（即星云）逐渐收缩、聚集而形成的；灾变说则认为太阳系是由 2 ~ 3 个恒星发生碰撞或近距离相遇而形

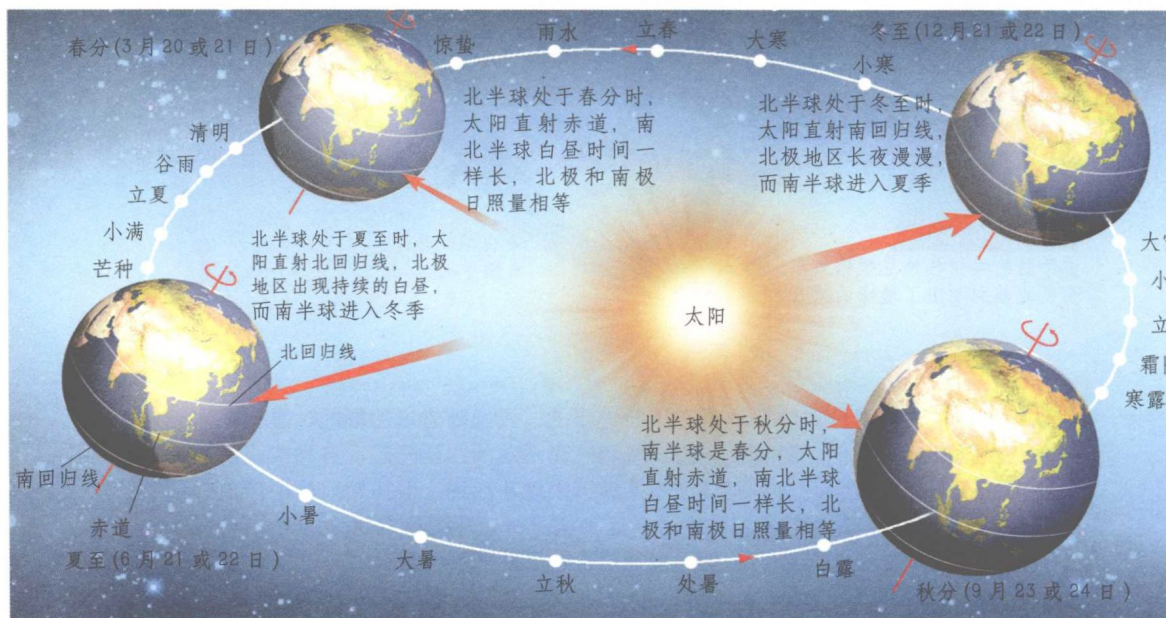


认识地球 人类对地球的认识是在不断进步的。天圆地方说的形成，主要是由于古人生活环境的限制。随着生产的发展和航海活动的广泛开展，各种实践使人们不断修正原先的观念，直到亚里士多德提出大地球形说。但托勒玫的地球中心说又使人们长期把地球当作宇宙的中心。这种状况一直持续到16世纪初哥白尼提出太阳中心说。到了20世纪，人类可以通过人造卫星来观测地球。

成的。但在解释太阳系中角动量的分布等问题时，两派都遇到不可克服的困难。随着现代天体物理学和物理学的发展，特别是恒星演化理论的建立，从20世纪40年代中期起，产生了现代星云说，并逐渐占了主导地位。

地球运动

地球时刻都处在运动之中，只是不易被人们感觉到而已。由于地球自身的结构及与周围宇宙环境的相互作用，地球作为一个天体具有复杂的运动特征。地球运动最基本的形式是自转和公转，同时作为太阳系的一员参与太阳系在银河系中的运动，而银河系在更大一级的宇宙层次上也是在运动的。地球运动同地球上种种自然现象和人类活动的关系相当密切。地球上的昼夜交替和四季变化就是地球运动的最直观体现。



地球运动 地球自转轴与地球的公转轨道面的夹角在地球绕太阳公转的过程中始终不变，使得太阳直射地球表面的区域出现周期性的变化。所以在地球环绕太阳转动的过程中，每年的某些时间，北极偏离太阳，太阳直射在赤道和南回归线之间；另一些时间北极又偏向太阳，太阳直射在赤道和北回归线之间。这样就产生了春、夏、秋、冬四季的更替。赤道附近地区受这种影响较小，所以具有较稳定的气候，而南北半球的四季变化正好相反（图上春分、夏至、秋分、冬至等节气均指北半球）。

地球自转

地球自转是指地球绕地轴旋转，每约 24 小时自转一周，即一天。太阳每天东升西落是地球自转的表现。从北极上空观察，地球呈逆时针方向转动，而从南极上空观察，地球又呈顺时针方向转动，但习惯上称地球自西向东旋转。自转使得地球表面任何一点都具有角速度和线速度。角速度是作圆周运动的物体单位时间转过的角度。地球表面除南北两极点静止外，任何地点的自转角速度都一样，根据地球自转的周期，可以得出平均角速度为 7.292×10^{-5} 弧度 / 秒。地球表面任意一点绕地轴转动，大约 24 小时转过的轨迹就是一条纬线，地球自转的线速度（单位时间转过的弧长）因纬度的差异而不同，赤道最快，为 465 米 / 秒，随纬度的增加线速度减小，两极点为零。

由于潮汐在地球表面的涨落产生摩擦力，地球绕地轴的旋转在非常缓慢地减速。自转速度的变化使一天的长度在一个世纪内大约增长 1 ~ 2 毫秒。在地球的历史时期，自转速度比现在要快。例如，在距今 3.8 亿年前的泥盆纪时代，地球 21.9 小时自转一周，当时每年约有 400 天；在距今 2.9 亿年前的石炭纪晚期，地球 22.4 小时自转一周，每年约有 387 天。

地球自转效应

昼夜交替是最易为人们察觉的地球自转效应，它引起地面上光、热及大气温度的周日性变化，从而制