

小博士探秘丛书

地 球 变 迁

夏树芳 吴劲薇

南京大学出版社

1997·南京

小博士探秘丛书

地球变迁

夏树芳 吴劲薇

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码: 210093)

江苏省新华书店发行 阜宁人民印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 6.375 插页 4 字数 145 千

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—3000

ISBN 7-305-03079-1/G·457

定价: 8.50 元

(南大版图书若有印、装错误可向承印厂退换)

丛 书 编 委 会

(按姓氏笔画为序)

孙蕴珂	李曾沛	吴劲薇	庞 宏
张明昌	恽玲玲	荣翠琴	夏树芳

执 行 主 编

李曾沛	恽玲玲	荣翠琴
-----	-----	-----

序 言

这套丛书的第一辑内容是关于自然进化系列的。它包括《天体演化》、《地球变迁》、《生命进化》、《人类起源》四分册。

风云变幻，沧海桑田，自然的进化历程——它的起源、演化、变迁，虽然神秘莫测、深奥难解，但却引人入胜，魅力无穷，历来为人们重视和倾倒。

所谓自然，可以分成这么几个层次：天体（宇宙）、地球、生命、人类（指原始社会）。每一层次都有极其复杂的进化历程，都需经历漫长的时间长河，如果说，人类的文明史已有几千年，那么，自然的历史，从宇宙初开，到今天的人类社会，则在150亿年以上。如能了解在这悠悠岁月中，到底发生了些什么事情？为什么会发生这些变化？今天人们又是用什么方法去研究的？已经取得了哪些科学成果？还有多少难解之谜……这不仅可把我们领进科学大厦，获得各种丰富的知识，开拓视野，启迪才智，无疑还可得到无与伦比的欢乐和享受。

关于自然的起源和进化，我国有过盘古开天辟地的传说；西方则有上帝创世的神话。虽然这些都是没有科学根据的臆想，但也反映了古代人们求知的渴望，而这种好奇心则又是促进古代科学发展的动力。

近代自然科学的兴起，大大推动了人类对自然奥秘的探索。尤其是哥白尼1543年创立的日心说和达尔文1859年创立的生

物进化论，更是近代科学史和思想史的重大事件，其意义不仅在于它是自然进化研究中的划时代成果，而更深远的影响是使人们摆脱宗教神权统治和神学精神枷锁，从而使自然科学一日千里迅猛向前，并成为人类进步思想的重要组成部分。

进入 20 世纪后，现代科学技术的进一步发展，使人们的认识扩展到广袤宇宙的边缘，还深入到原子之内的微观世界；不仅为各门自然科学的发展提供了强大的技术手段，而且包含了深刻的科学思想。由此诞生了现代天文学和现代宇宙学，提出了天体演化的现代理论和宇宙起源的大爆炸学说，60 年代天文学的四大发现进一步为这些理论提供了科学的依据。在地球科学上，60 年代后期发展起来的板块构造学说（也称新全球构造学说），是地球科学的一场革命，被人们誉为新地球观。它是关于地壳运动规律及其运动机制的学说，从而为地球大陆、海洋的分解离合、演化变迁找到了科学的依据。生物学上，50 年代生命遗传物质 DNA 双螺旋结构的发现，及随后分子生物学的建立，是生物学的一次伟大革命，它从分子水平上揭示了生物遗传变异的新概念和生命的起源与进化；综合进化论等新的生物进化理论的提出，则把这一领域的研究提高到新的水平。人类起源的研究始于 19 世纪，1863 年英国生物学家赫胥黎发表的《人在自然界中的位置》和 1871 年达尔文发表的《人类起源》，确立了人类在生物界中的位置，指出了人类与现代猿类有共同的祖先。经 19 世纪后半期至本世纪对古人类化石的大量发掘和研究，已取得比较系统完整的实物资料和研究成果，确证了上述结论的正确性，并形成了新的学科——古人类学。

毫无疑问，人们在自然进化领域的研究中已取得了辉煌的成绩，但科学没有尽头，认识永无止境，在科学的长河中，人

们也许只走了短短的一小段，这是个没有结尾的故事，整个世界仍然是“美洲新大陆”，需要我們继续探索、研究。比如宇宙起源、恒星起源、地球起源、生命起源和人类起源至今仍然是世界著名的几大起源问题。

我们组编的这套丛书，是一套科普读物，也可以说是一部自然简史。这四分册按顺序分别相应于天体、地球、生命、人类的进化历史。我们的目的，是想向读者介绍自然进化的知识，宣传自然科学在这一领域取得的成果，从中还可以学习到很多科学思想和科学方法。本书按照科普创作方法，在服从主题的条件下，还包含一些人们感兴趣的课题，穿插部分科学典故和科学家故事，图文并茂，生动有趣，有较强的可读性。另外，把不同领域进化的内容汇集在一起，组成一套丛书，是我们的一次尝试。这样能使读者对进化领域有一个系统全面的了解，适于不同学科的读者扩大视野，交流知识，增进兴趣。

自然进化领域始终是科学的重大主题，古往今来，多少人 not 避艰辛，探索未知，追求真理，献出了毕生的精力甚至生命。前人的这种精神是非常可敬的，也是人这个特殊动物的伟大之处。目前取得的成果既是人类聪明才智的结晶，又是人类辛勤探索的结果。它需要后人继承发扬光大。园地正芳菲，仍须勤耕耘。希望我们这套丛书能成为百花园中的一朵小花，在宣传自然进化方面做点工作，如果读者从中能获得一些收益和启迪，那我们就很满意了。这套丛书，虽然作者、编辑都花了不少功夫，作了很大努力，但由于种种原因，肯定仍有不足和不当之处，希望读者不吝赐教。

李曾沛

1996年9月

自然史简介

——丛书第一辑内容概述

大抵在 150 亿年~200 亿年前，宇宙起源于高温高密状态的原始火球，在能量、基本粒子的相互作用下，原始火球发生爆炸，宇宙迅速膨胀，温度随即下降。基本粒子逐步结合生成氢、氦等各种元素，构成今天宇宙中的各种物质。在宇宙膨胀过程中，辐射物质逐渐凝聚成星云，遨游于太空之中，进而演化为各种天体。据估计，今天整个宇宙范围达 150 亿光年~200 亿光年，包括数以百亿计的巨大天体系统——星系，每个星系约包含几百万至几千亿个恒星。我们太阳所在的银河系就是其中的一个星系，太阳是其中的一颗恒星。在太阳周围，有九大行星绕其运转，组成一个行星系。地球是其中行星之一。这就是我们宇宙的一个掠影。在大爆炸后 1500 万年左右星系开始形成，大约要经历十数亿年的时间。形成的星系还会爆炸、分裂，再形成新的星系和恒星。太阳系约形成于 50 亿年前。地球、月球等基本与太阳同时形成，估计已有 46 亿年的历史。地球胎形成后，内部进一步分化，形成层圈结构（地核、地幔、地壳），并逐步形成原始大气圈和水圈，其间经历时间约 8 亿年。这段时间称为地球演化的天文时期。此后便进入相对较为稳定的地质时期。从地壳形成到现在近 40 亿年的这段时间里，地球上发生的重大事件，

除了各层圈进一步改造外，地壳还发生过剧烈的变动，先后出现过多次世界规模的造山运动，海陆经历多次大变迁，大气圈和水圈得到改造，气候也发生急剧的整体性变化，曾出现过多次的周期性的冰期和间冰期。大气圈和水圈的形成成为生命的存在提供了条件，与此同时，地球便孕育诞生了原始生命。生命诞生后，经历从非细胞到细胞、从异养到自养、从厌氧到好氧、从原核生物到真核生物、从无性生殖到有性生殖、从单细胞到多细胞、从水生到陆生等一系列由简单到复杂、由低等到高等的进化过程，其间也不知有多少物种诞生，多少物种消亡，才有今日。据研究，动植物的分异时间约在 13 亿年前，雌雄的分异时间约在 6 亿年前。到 300 多万年前，人类的祖先诞生了。从现有的化石证据来看，人类起源于约 400 多万年前生活在非洲的南方古猿。到 300 多万年前，南方古猿中的一支开始能制造工具，脑量增大，演化成早期猿人。根据世界各地已发现的化石资料，可把人类的发展分为四个阶段，即早期猿人阶段（约前 300 万年～前 150 万年），典型代表是在东非发现的“能人”；晚期猿人阶段（约前 150 万年～前 30 万年），典型代表是爪哇猿人和北京猿人；古人阶段或早期智人阶段（前二三十万年～前 5 万年），典型代表是在德国尼安德特河谷中发现的，简称“尼人”；新人阶段或晚期智人阶段（出现于前 5 万年～前 4 万年），如我国北京周口店发现的山顶洞人。到距今 1 万年前，人类进入新石器时代，已不属于古人类学研究的范围，对于他们的文化特征，多属于历史考古的内容了。

目 录

MULU

一、从盘古氏开天辟地谈起	(1)
二、打开沧桑之谜的钥匙	(5)
沧海桑田不是神话	(5)
第一把钥匙——石头	(6)
第二把钥匙——化石	(8)
第三把钥匙——留在岩层上的印记	(11)
特殊岩石与矿物对指示环境的意义	(15)
地球化学方法指示环境的意义	(18)
新钥匙——古地磁与同位素年龄	(20)
三、天地玄黄，宇宙洪荒	(23)
地球历史的最初八亿年	(23)
地球的层圈构造是怎样形成的？	(26)
最初的大气是何等模样？	(28)
最初的水是怎样的情况？	(31)
生命是怎样发生的？	(32)
四、向洪荒告别	(38)
地壳形成之初	(38)

水和空气的质变	(41)
生物界的曙光	(43)
环境面貌与主要矿产的形成	(49)
五、古生代的前半生	(51)
遨游在三叶虫王国里	(51)
古生代早期的海陆面貌	(64)
早期古生代的自然环境	(71)
六、古生代的后半生	(74)
漫游海底花园	(74)
古生物钟的奥秘	(80)
大地开始披绿装	(89)
从披胃带甲的鱼到有声世界的开始	(94)
全球只有一个海洋和一块大陆	(103)
晚期古生代的自然地理面貌	(107)
七、泛大陆分裂漂移的时代	(114)
泛大陆的逐步解体	(114)
恐龙从辉煌到绝灭	(122)
春华秋实，馥郁芳香	(133)
在恐龙的夹缝中生长	(139)
中生代的中华大地	(145)
八、地球趋向现代化	(151)
全新的生物面貌	(151)
海陆配置愈接近现代	(162)

自然环境的变迁·····	(168)
气候带的变迁·····	(174)
尾语 ·····	(186)
附 地质年代表	

一、从盘古氏开天辟地谈起

我国的三国时代，有一位学者徐整，写过一本《三王历记》，叙述了一个美丽的神话故事。说的是在许多亿万年前遥远的太古时代，太空中飘浮着一团蛋形的巨大气体，其内混沌不分，既无光，亦无声，只是一片死寂。然而就在这个“气球”内围困着一个叫盘古的巨人，他在里面实在闷得透不过气来。一天，他想：与其坐而待毙，不如奋斗一下，于是，他挥舞起一把大斧向周围不懈地砍劈，试图摆脱困境，向外冲出去。果然，有志者事竟成，凭他的毅力，终于将巨“气球”劈为上下两半，清气上浮，浊秽下沉。上浮者日高一丈，终成天空；下沉者日厚一丈，终成大地。盘古自己也日益高大起来，经过 18000 年，天已经很高很高，地也很厚很厚了，而他自己长到了顶天立地。此时，却到了寿终正寝，平静地死去。奇妙的是，他死后的身体还能变化。比如，他的两眼化作太阳和月亮，血液汇成江河湖海，毛发变成森林花草，而他的喜悦转化为晴日，哀愁则变成阴天，咤咤呼声，变成风雷，躯干化作雄伟的山脉。就这样，一个与日月同辉、气象万千、有声有色的地球诞生了！

虽然这是我国古代的一则神话，有科学知识的人，谁也不会相信。但是，神话中却包含着一个真理——人定胜天，人们在跟大自然搏斗中，永远是胜利者。近年，台湾邮政部门

还为这个神话故事绘制出邮票，传播中华文化（图 1-1）。



图 1-1 盘古氏开天辟地

无独有偶，西方世界也有类似的神话传说，不过，他们的主角不是“盘古氏”，而是寄托在万能的上帝身上。

试看《创世记》中的故事是怎样说的：上帝花去七天时间创造了地球及其万物，而且讲得很具体，在创世过程中，每天都有新的进展。例如第一天，上帝创造了天地，但当初的大地一片漆黑混沌，于是上帝又创造

出光明，区分出黑夜与白昼、早晨与迟暮。虽然有了光明，但没有空气，生命无法存活，于是在第二天，上帝又制造出空气，充盈于太空之中。上帝又想到，水也是生命赖以生存的基本需要，因此，到第三天，上帝便创造出水，又让地上的水汇聚在一处，变成海洋，露出的旱地成为陆地，于是大地有了海陆之分。上帝眼看陆地上没有一棵树，也没有一根草，一片不毛之地，毫无生命气息，于是又造出树木、花草、果蔬，令陆地披上盛装，郁郁葱葱，色彩斑斓，生机盎然；当花落以后，硕果累累，欣欣向荣。第四天，上帝考虑到植物需有阳光才能生存繁衍，于是又创造出太阳与月亮，让它们在白天和黑夜普照大地，使世界沐浴在日月同辉之中。第五天，上帝想到世界上没有声音太寂寞了，又给万籁无声的大地带来了歌唱的飞鸟，吼叫的野兽，甚至游弋的鱼类，让天空、河流、湖泊与海洋到处都充满活力，有声有色。第六天，

他想在世界上几乎万物具备，需要人类来管理、使用，这人类应该是最美好的典型，于是就凭自己的意志，创造了人类。又想到人类的食物，于是送来了牲畜、昆虫，使人类与动物、植物和谐地生活在一起。从此，人类便在地球上繁衍起来，子孙万代，连绵不绝。上帝希望他们和平共处，相亲相爱，只要心中崇拜上帝，感激上帝，这座“桃源世界”就建成了。由于上帝创造了奇迹，使人类敬畏他，信仰他。到第七天，上帝想了想，觉得这个美好的世界都安排得十分妥当了，劳累了六天，应该休息了，于是第七天就定为休息日，也就是今天星期日的由来。换句话说，今天的地球及其万物，都是上帝花去七天时间创造出来的。

由此可见，无论东方的盘古氏，或者是西方的上帝，他们都创造了地球，但毕竟这只是神话。那末，科学家是怎样解释地球的形成的呢？具体的情况在本丛书的另一册《天体演化》中已作交待，此处不再赘述。

一般来说，地球是由银河系内发生的一次大爆炸所造成的星云物质碎片及尘埃，经过很长时间的凝聚，大约在46亿年前形成的。这些星云物质温度非常之低，大约在 $-263^{\circ}\text{C} \sim -173^{\circ}\text{C}$ 之间，它们会释放出大量引力势能，再加上其中的放射性元素所释放的大量势能，遂使初始的地球温度渐渐升高，最后竟成粘稠的熔融状态。这样炽热的火球旋转时加速了内部物质的分异，较重的物质渐渐聚集到地球的中心部位，形成地核；较轻的物质则悬浮于地球的表层，成为地壳；介乎两者之间的部分则构成了地幔。这就非常类似于鸡蛋的结构：地壳对应蛋壳，地幔、地核分别相当于蛋白和蛋黄，具备了所谓的层圈结构（图1-2）。最原始的地壳约在近40亿年前出现的。地球以其地壳的出现作分水岭，在此之前处于天文时

代；在此之后则进入地质时代。我们现在谈地球的演化，也就是讲述“地质时代”的历史。

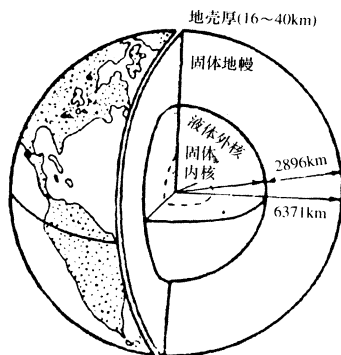


图 1-2 地球的层圈构造

人们也许会疑窦丛生：40 亿年前开始的地质时代直到现在的地球，有谁见到过它的演化？有谁经历过这段漫长而又无史书记载的地质历程？解答这些问题，只能依靠地质科学，只能依靠地质学家。而地质学家讲解这段历史，并不是像“创世纪”那样随心所欲，找不到任何科学的实证，他们必须凭事实来说话，这些事实就留存在地壳的表面，或地层的深处，现在就让地质学家来解开这个秘密吧！

二、打开沧桑之谜的钥匙

沧海桑田不是神话

我们要了解地球的演化，也就是了解地球的经历。用我国的一句成语来说，就是沧桑变化，即“沧海桑田”的意思。

探讨“沧海桑田”，我国已有悠久的历史了。晋代学者葛洪（公元 284 年～363 年）在他的《神仙传》中记载了这样一则神话故事：有一天，仙女麻姑跟另一位仙人王方平相遇，她说：“我已看见东海三次变为桑田。前次到蓬莱，现在海水比那时浅了一半，看来东海又将变为陆地了。”王方平笑着回答道：“是啊！圣人也说海中又要扬起尘土了。”从此以后，“沧海桑田”这个成语就广为流传，成为人们对山川景物和世事多变的形容词。

说真的，地壳形成以后，数十亿年来，各地确实经历过不寻常的变化——曾多次出现过由海变陆，或由陆变海的事实。而且伴随着这些变化，生物界出现了由低等种类向高等种类，直至人类出世的发展过程；地壳上出现了时而平安无事，时而翻江倒海，时而山崩地裂，时而火山喷发的变化；有些年代形成万顷煤田，有些年代赋存铜、铁、铅、锌，真使人眼花缭乱呢！这样说来，也许你会感到奇怪，甚至提出反问：“难道你也跟神仙一样叙述那样的故事了吗？”

不，地质学家所说的沧海桑田，并不是带有浪漫主义色

彩的想像，而是有根有据的符合历史发展的事实。所以，当我们打开本书，尚未阅读全球的具体沧桑变迁史之前，先要了解一下我们是根据什么事实证据讲述这部沧海桑田历史的。换句话说，我们应该先掌握打开沧桑之谜的几把钥匙，才能研究沧桑巨变的历史。原则上讲，最重要的一把钥匙，就是“将今论古”。例如，根据现在沉积物的形成环境，推测古代岩石形成的相应环境；根据现代生物的习性，推测古代同类生物（往往以化石形态出现）所处的环境及其变化，等等。至于具体的钥匙究竟是什么？那让我们慢慢地往下说吧！

第一把钥匙——石头

既然沧海桑田是地质学研究的范畴，自然脱离不开石头。具体的说，要到山上去观察岩层；要用钻机从地下深处提取岩心，观察它们的种种特征；还要用各种仪器测量或分析山上或地下岩层的物理和化学性质；甚至还要借助某些天体上所获得的石头资料（例如月岩、陨石），对地球早期面貌进行科学的推测，等等。所以，第一把钥匙就先从石头说起。

随处可见的石头，可以分成三大类，它们被称作火成岩、沉积岩和变质岩。

所谓火成岩，就是地壳深处粘稠的熔融岩浆经火山活动等作用，沿着地壳的裂隙上升到地壳上部或地表冷却后凝固而成的岩石。它们的基本成分是硅酸盐类。但由于地壳内部岩浆成分相当复杂，因此，也有例外。例如本世纪60年代初在坦桑尼亚曾喷发过成分为碳酸盐的岩浆。著名风景区黄山所见的花岗岩，雁荡山所见的流纹岩等都属于火成岩。

沉积岩是在地表或接近地表的环境里，已有的岩石经过长期的风化剥蚀作用而崩解为碎屑，或经化学作用被溶解，再