

开拓青少年视野
探索生命的奥秘

生命的奇迹

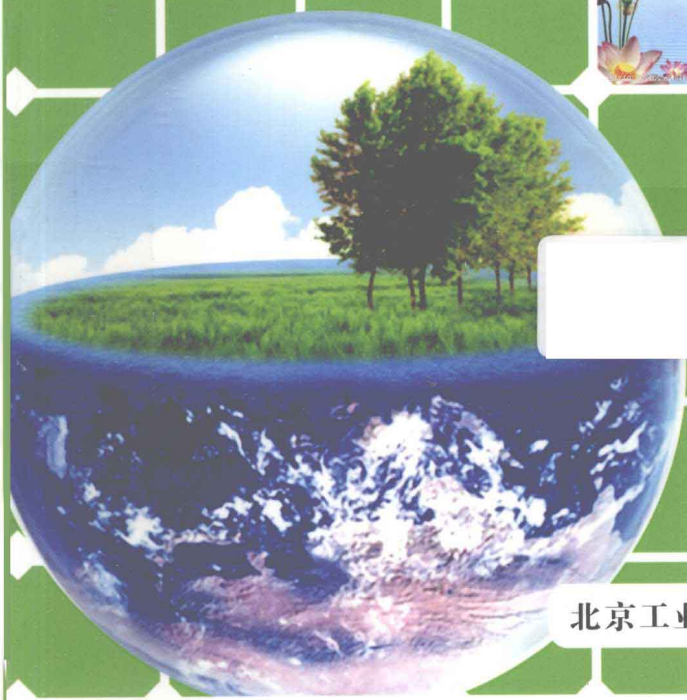
——青少年自然百科全书

探究生物起源，解读生命密码。

生命是美好的，作为万物之灵的人类，我们更要爱护我们的地球，爱护地球上的每个生灵。

科普
珍藏馆

周文敏◎编著



北京工业大学出版社

生命的奇迹

——青少年自然百科全书

周文敏◎编著

北京工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命的奇迹：青少年自然百科全书 / 周文敏编著. —北京：
北京工业大学出版社，2013.1

(科普珍藏馆)

ISBN 978-7-5639-3340-2

I. ①生… II. ①周… III. ①生命科学—青年读物②生命
科学—少年读物 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 279807 号

生命的奇迹——青少年自然百科全书

编 著：周文敏

责任编辑：戴奇钰

封面设计：翼之扬设计

出版发行：北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 100124)

010-67391722 (传真) bgdcbs@sina.com

出 版 人：郝 勇

经销单位：全国各地新华书店

承印单位：九洲财鑫印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/6

印 张：13.75

字 数：237 千字

版 次：2013 年 1 月第 1 版

印 次：2013 年 1 月第 1 次印刷

标准书号：ISBN 978-7-5639-3340-2

定 价：26.00 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题，请寄本社发行部调换 010-67391106)

前言

有人做过这样一个比喻：如果把地球从诞生到现在的 46 亿年比作人类的 1 年，那么，在这一“年”中，地球形成于 1 月，地壳于 2 月凝结，原古海洋在 3 月产生；最早的生命诞生于 4 月，留下化石则已是 5 月间了；12 月“中旬”时，恐龙成为当月的主宰；而灵长类的足迹晚至 12 月 26 日才开始出现；作为地球上最具智慧的生物——人类，则直到这一“年”的 12 月 31 日“下午”的 6“点”24“分”，方才姗姗来迟。但却恰好赶在“除夕”之日的《新闻联播》之前，成为这一“年”内最具爆炸性的新闻。

从地球上出现单细胞生物起，直到出现人类，一共经过了至少 35 亿年。如果把物种的演变过程拍成一部电影，用每一分钟来表现 5 000 万年之间的变化，那么从最初的单细胞生物开始，一直看到现代人种出现，我们必须在电影院里坐上 1 小时 10 分钟。

由此可知，生物的进化是一个很复杂、很漫长的过程。但生物的进化无不是经历由简单到复杂、由水生到陆生、由低等到高等的这样一个漫长的演化过程。在历史长河中，所有的动物都会随时间的改变而发生变化，这种变化是一个非常缓慢而渐进的过程，这在生物学上就叫作进化。众所周知，动物的进化路线是无脊椎动物—脊椎动物，鱼类—两栖动物—爬行动物—哺乳动物；植物进化的路线是藻类植物—蕨类植物—种子植物。生物的进化过程是漫长的，在这漫长的过程中，是环境的变化促使了生物进化和灭绝。

现在生活在世界上的，已知的差不多有 140 万种不同的生物。这些物种各不相同。假如拿它们现在的照片和 50 年前同一种植物或动物的照片相比，你看不出有什么不同。但如果把对比的年代拉得更远，远到几亿年前，那么就能很明显地看出现在的植物和动物与它们祖先之间的不同了。因为在这漫长的年代里，大多数物种都经过

了很大的变化。我们今天所知道的每一个物种，几乎都是由某一个另外的物种演变进化而来的。

本书内容包含了地球从诞生到现在，生命，包含人类产生和进化的艰难之路。让每个读者都能在学到知识的同时，领悟到生命的伟大，感谢地球母亲给予我们的巨大财富。生命是美好的，作为万物之灵的人类，我们要爱护我们的地球，爱护地球上的每个生灵。

目 录

第一章 生命起源的地球环境

从宇宙诞生到地球形成	03
地球内部圈层结构演化	04
地球大气层的生成	05
地球水的来源	06
孕育生命的摇篮——原始海洋	07
地球生物圈的形成和发展	09

第二章 生命单元的建构

原核细胞的形成	15
真核细胞的诞生	18
细胞重建学说	19

第三章 多细胞植物的进化

最古老的植物——藻类植物	25
植物的登陆历程	28

蕨类植物的诞生	30
蕨类植物之王——桫欏	33
裸子植物的兴起	35
裸子植物活化石——银杏和水杉	37
被子植物的繁荣	40
消失的植物	44
濒临灭绝的植物	48
剧毒植物	51
最有观赏价值的植物	55

第四章 解密多细胞动物

多细胞动物的起源	65
腔肠动物	68
三胚层动物纵横海底	71
贝壳保护下的软体动物	72
节肢动物的兴旺发达	75
寒武纪出现的棘皮动物	78
脊椎动物	81
最古老的脊椎动物——鱼类	84
两栖动物水陆现踪影	85
爬行动物登场	88

恐龙成为地球霸主	91
恐龙灭绝的缘由推测	93
远古动物	96
珍稀动物	101
海洋动物	110
天高任鸟飞	118
新的统治者——哺乳动物	124

第五章 人类的起源和进化之路

找寻人类的远祖	129
南方古猿进化为人	131
走出非洲	134
能人	136
直立人	137
智人	138
自然灾害是人类进化的催化剂	141
吃肉造就了人	143
今天的猿猴能否进化成人类	145
进化到底是什么	147
没有终点的进化之旅	149
下一个灭绝的是谁	151

第六章 生物进化理论争鸣

人类起源的早期研究	157
“不务正业”的科学家	162
震动世界的大发现	165
前无古人的《物种起源》	168
人类的近亲——黑猩猩	170

基因,最有说服力的证据	172
古人类直立行走的代价	173
进化的差异由什么决定	176

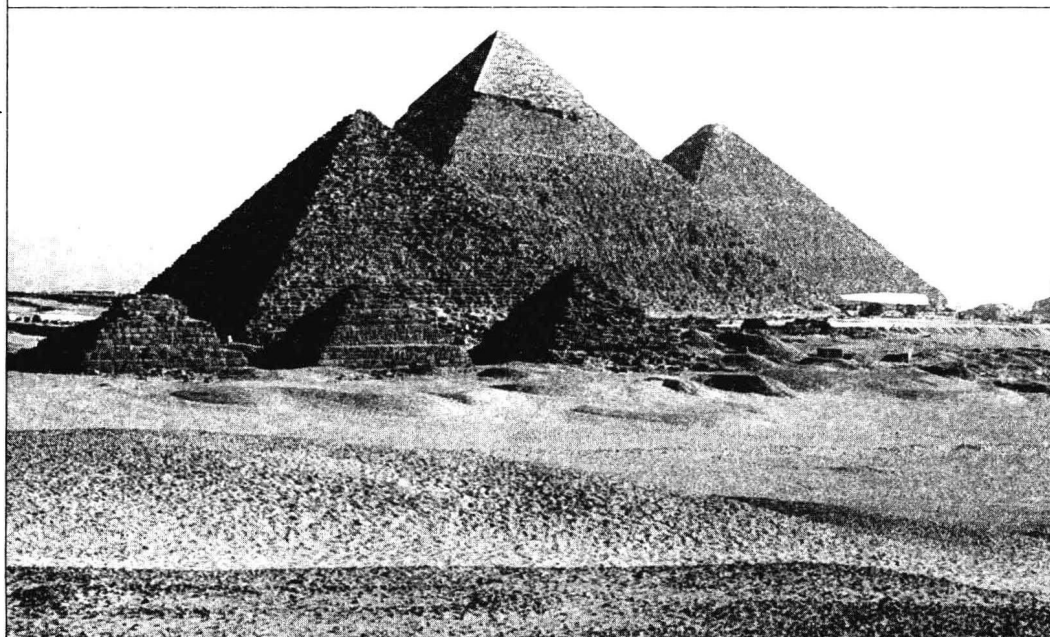
第七章 现代生命科学探秘

人类基因组计划	181
基因工程	183
克隆技术	188
人工生命	191
试管婴儿	192
人类器官再造	193
生物工程的新兴	196

第八章 外星上的未知生命探索

地球之外是否存在外星生命体	201
太阳系适宜居住带	202
银河系适宜居住带	203
多元宇宙适宜居住带	204
黑洞产生宇宙的理论	205
十大可能发现外星生命之地	205
地球上可能存在于外星生命	208
外星人存在吗	209

第一章 生命起源的地球环境



从宇宙诞生到地球形成

生命的诞生，生物的起源、进化、繁衍、生活，都在地球之上。要弄清生命如何起源，必须先了解地球如何诞生。

“宇宙大爆炸”理论认为：宇宙起源于高温高密状态下的原始火球。在能量、基本粒子的相互作用下，原始火球发生了爆炸。宇宙的早期温度极高，物质的密度也非常大。在大爆炸后，宇宙迅速不断地膨胀，温度随即开始下降。当温度下降到 10 亿℃左右时，中子开始失去自由存在的条件，它要么发生衰变，要么与质子结合成氘、氦等元素，化学元素就是从这一时期开始形成的。温度进一步下降到 100 万℃后，早期形成化学元素的过程结束。当温度下降到 10 000℃以下时，辐射开始减退，宇宙间的气态物质逐渐凝聚成气云，再进一步形成各种各样的恒星体系，这就是我们今天所看到的宇宙。

人类所处的银河系是一个相当古老的星系，它形成于宇宙大爆炸时期，至今已有约 145 亿岁高龄。它拥有约 2

000 亿颗恒星和大量的星团、星云，还有各种类型的星际气体和星际尘埃。

大约 46 亿年前，银河系的某个角落发生了超新星爆炸。这次爆炸的震波在星际云中传送，导致银河系密度的不均匀更为严重。因为引力的影响，星际云便朝着密度较浓的部分收缩，开始在收缩中心形成原始太阳。

太阳系的星云就是由气体、冰质物和石质物所组成的。气体占星云总质量的 98%，以氢气为主。冰质物主要由碳、氮、氧、硫和氯等的氢化物组成，约占星云总质量的 1.5%。石质物主要由钠、镁、铝、钙、铁、镍和铜等的氧化物组成，仅占星云总质量的 0.5%。冰质物和石质物的颗粒均很小，一般不超过 1mm。星云的范围非常大，只能用 l.y.(光年) 衡量。普通星云的直径可达 10l.y., 1l.y.= 9.46×10^{15} m 足见星云之大。当太阳系星云中的氢气由于相互吸引力大于运动产生的离心力时，氢气就会越聚越多。而且相互不断压缩，越压越紧，越压越密，它对外的吸引力也就越来越大，越吸引就越多。另外，由于挤压，致使氢原子发生聚变而形成氦原子，从而释放出大量能量，使温度急速增高，形成了原始的太阳。随着温度的增高及氢原子的不断集中，氢原子发生的聚变越来越多，温度也越来越高，终于形成了真正的太阳。

原始太阳周围的气体往原始太阳上聚集，距离较远的气体则开始绕着原始

太阳旋转，形成了圆盘状旋转着的原始太阳系星云。沉积于圆盘赤道面的微尘层后来发生分裂，形成了无数颗微行星。这些微行星借着彼此的引力不断碰撞、合并，逐渐成长。

就在太阳附近星云弥漫、微行星乱撞的环境里，大大小小的星云团与微行星集聚成了一个球体，其中一个形成我们地球的原始形态——原始地球。

原始地球在刚形成时，温度比较低，并无分层结构，后来由于陨石等物质的轰击、放射性衰变和原始地球的重力收缩，原始地球的温度逐渐升高，最后成为黏稠的熔融状态。在原始地球旋转和重力的作用下，地球内部的物质开始分异。较重的物质渐渐地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，形成地壳；介于两者之间的物质则构成了地幔。这样原始地球就具备了所谓的层圈结构。原始地壳比较薄弱，而地球内部温度又很高，因此火山频繁活动。从火山口喷出的许多气体构成了原始的大气层。地球内部温度的升高，使内部结晶水汽化。随着地表温度的逐渐下降，气态水凝结、积聚，最终形成洪水一般的降雨，重新落到地面。这种情况持续了很长一段时间之后，大量的降水终于在地面上形成水圈。

地球内部圈层结构演化

“四方上下曰宇，往古来今曰宙”，这是我国古代战国时的思想家尸佼为宇宙所下的定义，与20世纪爱因斯坦提出的宇宙是时间和空间统一体的观点不谋而合。

作为宇宙中极小一分子的地球，有其空间和时间上的形成和演化过程。在约46亿年前，距太阳约1.5亿km处就已存在着具有固态外壳的地球实体。地球形成初期，由于引力收缩产生了能量，这个初生天体变得非常炽热，当然谈不上有大气、海洋、花草鸟兽以至于人类存在。

由于地球在不停地自转，且绕太阳公转，地球的物质就在旋转中发生了分异。

一些重的物质沉到了中心形成地核，根据其物质成分，地核可分为外核和内核。外核是由液态铁及一些较轻的元素如硫、硅、氧、钾、氢等所组成，而内核则由刚性很强、在极高温和高压下呈结晶状的固态铁和铁镍合金组成。

地核之上为地幔层，可分为三层。下地幔层厚约2230km，它以硅酸盐、金属氧化物和金属硫化物为主，铬、铁、镍等元素含量很高，温度在1820℃~4400℃，

平均密度为 5.7g/cm^3 ，大致以固体状态存在。中间为过渡层，厚约 300km ，其成分是密度较大的简单氧化物。上地幔层厚约 640km ，温度在 $400^\circ\text{C}\sim 3\,000^\circ\text{C}$ 之间，平均密度约为 3.39g/cm^3 ，成分主要是由类似橄榄岩的超基性岩组成。

地幔之上为地壳，地壳的厚度不均，大陆区地壳分为硅铝层和硅镁层，属双层结构，洋壳只有硅镁层。

此外，在地球上还分异出了水圈和大气圈。水圈包括地球上的海洋、江河、湖泊、冰川、地下水等。包围在地球最外面的一层气体就是大气圈，厚度约为 $1\,000\text{km}$ 。地球上有了水和空气，给生物的诞生和发展提供了条件，于是在地球上又形成了生物圈。整个人类的社会活动几乎都是在地球表面的生物圈内进行的。

地球各圈层形成之后，也并不是彼此孤立、静止不变的，而是相互制约、相互渗透、相互影响，不断发展和变化的。原始大气中主要成分可能是氢气和氨气，通过聚变反应部分转化为重元素碳元素、氮元素、氧元素，再通过化学反应生成甲烷、氨气和水等。后来发生的各种演化过程（特别是长时期的光合作用），使大气圈成分发生了进一步变化，逐渐形成了今天的地球大气圈。最初海洋中也没有这么多盐分，由于河流的搬运作用，把地面上的可溶性盐类带入了海洋。长年累月的贮积，使海水中含盐量越来越多，最终达到了现在的水

平。地壳也是一直不断地运动着。近代的地质观测表明，地壳是由“漂浮”在地幔之上的一些板块组成的。这些板块的互相推碰、靠拢以及剧烈碰撞，是一切地壳运动现象的根源。例如古大陆的分裂，大陆漂移，火山爆发和地震活动等，全都是由这些板块的运动所引起。地壳上连绵不断的山脉和纵横交错的河流也都是地壳运动的产物，它们都各有其发生和发展的历史。

地球大气层的生成

原始地球一般指约在 46 亿年前刚从太阳星云中形成的地球。初生的地球，在继续旋转和凝聚的过程中，由于本身的凝聚收缩和内部放射性物质（如铀、钍等）的蜕变生热，温度不断增高，其内部达到炽热的程度，于是重物质就沉向内部，形成地核和地幔，较轻的物质则分布在表面，形成地壳。初形成的地壳较薄，而地球内部温度又很高，因此火山爆发频繁。从火山喷出的气体，构成了地球的原始大气。

原始大气的主要成分是氨气、氢气、甲烷、水蒸气。水蒸气是原始大气的主要成分，原始地球的地表温度高于水的沸点，所以当时的水都以水蒸气的形态存在于原始大气之中。后来，地球内部

温度逐渐降低，地面温度终于降到沸点以下，水蒸气冷却凝结成水，于是倾盆大雨从天而降，降落到地球表面低凹的地方，就形成了江河、湖泊和海洋。

现在的大气圈和太阳相比，氢气、氮气与惰性气体（如氦气、氖气和氩气等）已大部分耗尽。因此地球的大气显然并不完全是来自太阳星云中的气体。地球上分异出水圈和大气圈之后，早期大气常被假定由甲烷所组成，并含有少量氢气、氨气和水。这个假定主要是以木星和其他几大行星的大气组成推断为依据的。然而，这些行星增大时的温度可能比地球低得多，因此不可能与地球早期大气圈的组成模式完全相同。地球水和大气来源可能是小行星带。碳质球粒陨石含有大量的水和与地球大气成分类似的其它挥发物就是一个明显的证据。水星、月球、火星和金星上无数陨石坑说明，这些星球可能都受到来自小行星带的陨石的强烈轰击。地球早期阶段一定也曾受到过这样强烈的轰击。大气圈和水圈中有一部分可能就是这些陨石冲击时释放的物质所组成。巨大碳质球粒陨石冲击地球时能够释放大量的水蒸气。氮也可能因冲击时的加热而被释放。陨石中的复杂碳氢化合物可以分解而产生甲烷、乙烷之类的简单碳氢化合物，还可以与水反应形成一氧化碳、氢气、氨气之类的气体。由于紫外线辐射和大气中的放电而发生

的水的分解，还会引起大气中氢气和氧气的增多。

地球大气还有一部分源自火山活动。另外，地壳和地幔形成时，会从地球内部释放出大量的水和其他气体。这些气体可能和陨石冲击地球时所释放的物质相似，也富含一氧化碳、氢气、甲烷和氨气。

现代地球的大气圈主要由氮气和氧气组成。

地球水的来源

地球是太阳系八大行星之中唯一被液态水所覆盖的星球。地球上水的起源在学术上存在很大的分歧，有观点认为在地球形成初期，原始大气中的氢气、氧气化合成水蒸气，水蒸气逐步凝结降落下来形成了海洋。也有观点认为，形成地球的星云物质中原先就存在水的成分。还有观点认为，原始地壳中硅酸盐等物质受火山影响发生了反应、析出了水分。另外一些观点认为，被地球吸引的彗星和陨石是地球上水的主要来源，甚至现在地球上的水还在不停增加。

对于地球水的来源目前主要的两派观点如下：

一、自生说

(一) 地球分异过程中的气体生成了水。地球从原始星云凝聚成行星后, 由于内部温度变化和重力作用, 物质发生分异和对流, 于是地球逐渐分异出圈层。在分异过程中, 氢、氧等气体上浮到地表, 再通过各种物理和化学作用生成了水。

(二) 玄武岩先熔化后冷却形成原始地壳时产生了水。最初的原始地球是一个冰冷的球体。后来由于各种因素, 地球内部的物质也开始熔化, 高熔点的物质下沉, 易熔化的物质上升, 组成原始地球的玄武岩由于熔化分离出了大量的水蒸气。

(三) 火山喷发释放出大量的水。从现代火山活动情况看, 几乎每次火山喷发都有大量的水汽喷出。1906 年维苏威火山喷发的纯水蒸气柱高达 13 000m, 一直喷发了 20 小时。阿拉斯加卡特迈火山区的万烟谷, 有成千上万个天然水蒸气喷出孔, 平均每秒可喷出 $97^{\circ}\text{C}\sim 645^{\circ}\text{C}$ 的水蒸气和热水约 23 000m³。

二、外生说

(一) 球类陨石撞击地球时挥发出水分。人们在研究球粒陨石成分时, 发现其中含有一定量的水, 一般含量为 0.5%~5%, 而有的含量高达 10%以上, 碳质球粒陨石含水更多。球粒陨石是太阳系中最常见的一种陨石, 大约占有已分类陨石总数的 91%~92%。一般认为, 球粒陨石是原始太阳最早期的凝结物, 与

原始太阳星云物质十分相近。

(二) 太阳风带来的粒子结合成水。太阳风到达地球大气圈上层, 带来大量的氢核、碳核、氧核等原子核, 这些原子核与大气圈中的电子结合成氢原子、碳原子、氧原子等, 再通过不同的化学反应结合成水分子。据估计, 在地球大气的高层, 每年几乎产生 1 500kg 这种“宇宙水”, 然后以雨、雪的形式降落到地球上。

地质学家对地球水的来源是这样认识的: 刚刚形成的地球表面可能含有少量彗核带来的水, 是彗核中的固态水。它们在闯进地球上 1 000km 高空时瓦解并且很快蒸发成大气中的水汽云。但是大气中水的含量太少, 不足以形成这么多的地球水。地球上水圈的形成, 主要与水蒸气在地球燃烧时从地球内部向外逸出有关。在地球诞生的初期, 地球内部还没有开始燃烧的时候, 地球表面还没有大量的水和浓密的大气。水和大气主要是地幔和地壳脱气作用中在地壳和地表逐渐积聚起来的。

孕育生命的摇篮——原始海洋

大约在 46 亿年前的原始地球, 天空烈日炎炎, 电击雷轰; 地面熔岩滚滚, 火山喷发。巨大的热能, 促使原始

地球各种物质激烈地运动和变化，孕育着生机。

原始地球由于不断散热，灼热的地表面逐渐冷却下来，原来从大地上“跑”到天空中去的水蒸气，凝结成雨点，又降落到地面，持续了许多亿年，形成了原始海洋。

在降雨过程中，氢气、二氧化碳、氨气和甲烷等气体，有一部分被带入了原始海洋。雨水冲刷大地时，又有许多矿物质和有机物陆续随水流汇入海洋。广阔的原始海洋中，大量的有机物在雷电和紫外线的作用下源源不断产生了出来。

“生命是蛋白体的存在方式”，而蛋白体主要由蛋白质和核酸组成。蛋白质和核酸等有机物，在地球早期的原始海洋中，经过亿万年的发展和聚合，又发生了重大的变化，形成了类似团聚体的多分子体。它们周围产生了一层“界膜”，与水分隔开来。独立出来的多分子体，开始从环境中吸收物质，扩充和改造自己，同时排出代谢物，使自己的化学组织部分不断自我更新。这时，它们就从无生命的领域跨入了生命领域，生命宣告诞生了。

生命在海洋里诞生绝对不是偶然的。原始海洋一方面提供了适合生命存在的水环境，同时又融汇了足够多的维持生命所必需的碳、氧元素及多种盐类。在液态水中，有一定量的胶体颗粒，能够吸附各种有机物质，提供它们接触反应、

结合的机会。同时在海洋的溶液状态中，溶液性质温和，温度适中，像一个天然的“温泉”。另外，海水还有效地抵挡了外界紫外线及海底射线对有机物质的破坏，是一个天然的“隔离室”。因此原始海洋比任何其他地方更适合生命的诞生。

刚诞生的原始生命还不能自养，靠着海洋中溶解的丰富物质来维持自身的正常生命活动。这个不完整生命细胞，游荡在海洋中，界膜的成分逐渐复杂起来，内部结构也渐分化，成为了原始的较完整的活细胞。刚开始它还是厌氧异养生物，后来环境变化，这个细胞分裂繁殖的后代有一支发展成为自养的生物，慢慢演化为单细胞藻——蓝藻，能够制造有机物质，并放出氧气。而另一支就发展成为靠自养生物来生活的异养生物——从此出现了自养和异养，合成与分解的对立。再经过十几亿年的演化发展，生物从低等进化到高等，由简单进化到复杂。随着环境气候的变迁，一部分海洋变成了陆地，迫使水生动植物去适应新的环境，从水生过渡到了陆地，开启生物进化史上的又一篇章。

海洋孕育了地球上最初的生命，完成了一系列动植物的演化过程，所以说，海洋是生命的摇篮。

地球生物圈的形成和发展

地球上自出现原始生命开始,现在生物圈变得丰富多彩,生物无论是在门类、属种数量还是生态类型和空间分布等方面都经历了巨大的变化。因此生物圈的形成和发展也经历了漫长和复杂的历史。

一、厌氧异养原核生物阶段

38 亿年前出现的原始生物,根据当时的大气圈、水圈和岩石圈的物理、化学条件推测,应属厌氧异养原核生物类型,即还没有细胞核膜分异,不能自己制造食物,主要靠分解原始海洋中丰富的有机质和硫化物获得能量,并营造自身。现代海底热液口附近 $200^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的热水中就发现了这类极端环境下生存的嗜热微生物。太阳系类地行星(包括木卫二等大型卫星)上如果存在生命,最可能也属于此类型。这种生物因为受到地表特殊环境空间分布的局限,不可能覆盖全球。因此,这时地球生物圈尚未形成。

二、厌氧自养生物出现和生物圈初步形成

海洋中特殊有机物和硫化物的生产量是有限的,异养生物繁殖十分迅速,当它们的数量到一定程度时,就会面临

“食物危机”。环境压力促进了生命物质的变异潜能,从而演化出了厌氧自养原核生物。尤其是能进行光合作用的蓝藻,可以还原二氧化碳产生氧气合成有机化合物。在生态方式上,厌氧自养原核生物从海底生存转变为浮游于海洋表层,从而扩散到全球海洋和陆地边缘浅水带,标志着地球生物圈的初步形成。

不过这时的生物属种数量虽有增加,但分类上仍属原始的单细胞原核生物。海生藻类的光合作用引起大气游离氧的增加,使还原大气圈开始演变为氧化大气圈。

三、真核生物出现和动物界爆发演化

随着大气中氧含量逐渐增加,喜氧生物开始代替厌氧生物的主体地位。由于有氧呼吸的能量转化率是无氧呼吸的 19 倍,能明显提高生物的新陈代谢速度,由此导致了细胞核与细胞质的分化,真核生物出现了。

真核生物出现后,生物开始进行有性生殖,并出现了多细胞体型种类的生物。经过演化,生物开始了动、植物的分异。我国蓟县串岭沟地区已经发现距今 17.5 亿年的真核生物化石,证明这次生物演化史上的飞跃大约发生在 18 亿年前。

地球上无脊椎动物演化史上的首次物种大爆发,发生于大约 7 亿年前。最早发现于澳大利亚南部埃迪卡拉山的埃迪卡拉动物群化石,是这一爆发期的典

型证据。不过，这类生物没有摄食和消化器官，是一种自养生物的特殊生物门类，不同于现代海洋生命中的任何一种动物类型。该动物群呈爆发式突然出现，生存了不长时间就发生了整体规模的大量绝灭。科学家们认为，它们可能代表地球上首次出现，但演化途径并不成功的特殊生物门类。

有壳动物的出现和演化，出现在大约 5.4 亿年前，这一时期出现了生物演化史上的一次大爆发，被称为寒武纪大爆发。1984 年在云南省澄江县发现的举世罕见的澄江动物群为寒武纪大爆发提供了证据。澄江动物群中几乎演化出了现今动物所有门类的远祖代表，这些远古生物外形虽与埃迪卡拉动物群有些相似，但体腔内部器官结构明显不同。可以说，这是动物界演化进程中与埃迪卡拉动物群演化方式不同的另一途径，使生物躯体立体增长和内部器官复杂化。

显然，在寒武纪前中期之交，动物界大规模占领浅海生态领域的竞争中，埃迪卡拉动物群所代表的演化途径失败了，进而导致总体集群绝灭。而澄江动物群所代表的演化途径成功地经受住了环境剧变的考验，为后来动物界的大量发展奠定了基础。

四、生物登陆和全球生物圈建立

自从地球上出现生命以来，古代海洋一直是生物生存、发展的摇篮和家园。这种情况从 4 亿年前起发生了重要转折，原始陆生植物开始在滨海平原和河湖、

河口环境大量繁殖，由此开创了生物占领陆地的新时代。

至 3.7 亿年前，半干旱气候下河湖、水塘的周期性干涸，促进了某些肉鳍粗壮的总鳍鱼类逐渐演变为两栖类。两栖类摆脱了之前的生物终生不能离开水体的局限，在陆地上获得了水域附近更多的活动范围。

距今 3 亿年前后（石炭纪晚期至二叠纪早期），植物界已出现茂密高大的森林，而且能适应热带、亚热带至冷温带不同气候条件。与此同时，动物界中出现了通过羊膜卵在陆上繁殖后代的爬行类，它们的个体生活史完全摆脱了对水域的依赖，能适应更加广阔多变的陆上生态领域。

在距今 2.5 亿年前，全球范围地理、气候环境发生了显著变化。海洋生物界发生了寒武纪以来最大的集群绝灭事件，陆地生物界也发生了重要变化，先前适应近水环境潮湿气候的两栖类动物和石松类、蕨类植物明显衰减，被更能适应陆地上不同气候带和海拔高度的爬行类和裸子植物（松柏、苏铁和银杏类）所取代。从严格意义上说，地球上完整的生物圈的范围从泥盆纪起开始延伸向陆地，至二叠纪才将大陆和海洋的各种生态领域包括进去。

五、生物征服天空和陆生动物重返海洋

2.5 亿年前开始了地球历史的中生代阶段，中生代也称爬行动物时代。这时