

★ 奇妙生物世界 ★

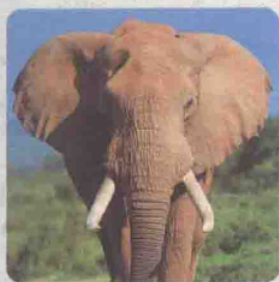
?



进 化

动物的

编著◎吴波



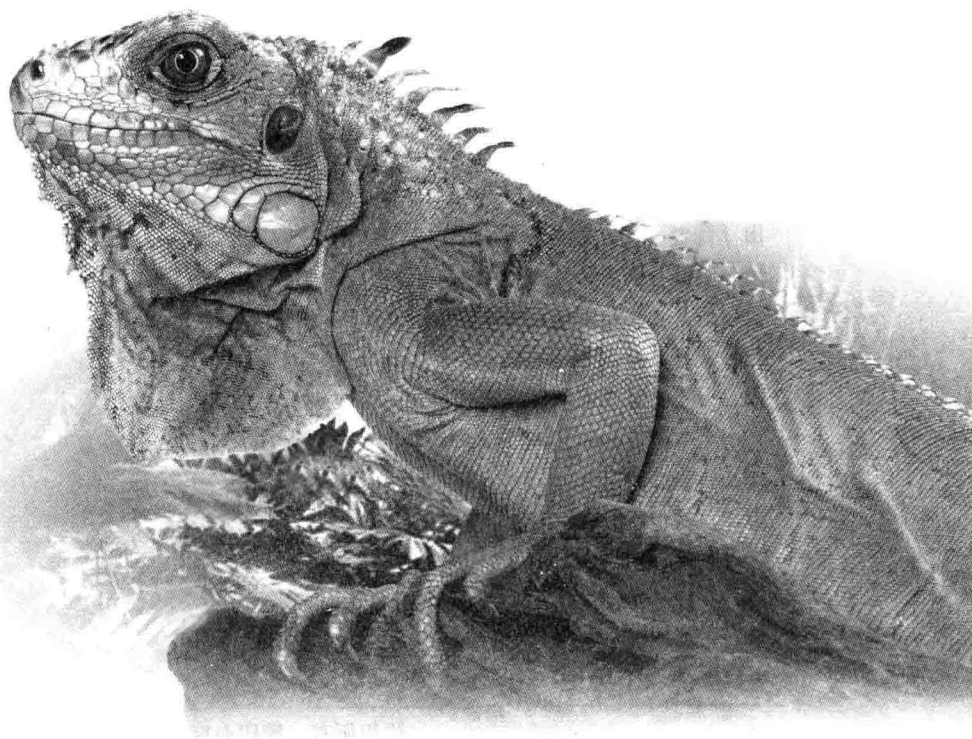
吉林出版集团 |



北方妇女儿童出版社

★ 奇妙生物世界 ★

动物的 进化



吉林出版集团 |



北方妇女儿童出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物的进化 / 吴波主编. — 长春:
北方妇女儿童出版社, 2012. 6

(奇妙生物世界系列)

ISBN 978 - 7 - 5385 - 6562 - 1 - 01

I. ①动… II. ①吴… III. ①动物 - 进化 - 青年读物
②动物 - 进化 - 少年读物 IV. ①Q951 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 116782 号

动物的进化

出 版 人 李文学

主 编 吴 波

责任编辑 赵 凯

图文编排 高雨倩

装帧设计 王 瑾

出 版 者 北方妇女儿童出版社

地 址 长春市人民大街 4646 号 邮编 130021

发行部电话 0431 - 85640624 编辑部电话 85634731

经 销 全国新华书店

印 刷 北京龙跃印务有限公司

开 本 720mm × 1000mm 1/16

印 张 12

字 数 140 千字

版 次 2012 年 6 月第 2 版

印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5385 - 6562 - 1 - 01

定 价 23.80 元



前言

与所有其他的生物一样，动物也是逐渐进化而来的，从简单到复杂，从低级到高级。它们按照从单细胞到多细胞、从水生到陆生、从简单到复杂的历程演化。

动物从海洋中开始，随着时间的推移，不断繁衍与进化，通过海边、沼泽地、湿地、红树林、雨林地带以及涨退潮自然现象所形成这些特殊生存环境作为繁衍和适应性的跳板，不断演化过渡，逐步形成了会飞行的动物物种和能适应在陆地生存的动物物种。

目前，地球上生存的所有动物物种，从海洋到陆地和天空形成一个庞大的、不同层次的、丰富多彩的动物生命圈，使地球增添了色彩和生命活动。

本书以地质年代为分界标准，介绍了从距今 45 亿年前至今，动物演化发展的历程。



目 录

地质年代与生物进化

地质年代定义与测定	1
动物进化概述	5

动物的起源——前寒武纪

从原生动物到后生动物	11
古杯动物、海绵动物和肠腔动物	14
蠕虫动物的地位	25

海生无脊椎动物的早期古生代

贝壳类动物	33
节肢动物	37
棘皮动物和原索动物	40
水生低等动物的进化脉络综述	43



鱼类及无脊椎动物的中期古生代

无颌、有颌及鱼鳍的进化	49
鱼类的进化	54
无脊椎动物发展概况	64

从两栖动物到爬行动物——晚期古生代

登上陆地	72
鱼石螈的后代	76
无脊椎动物在晚期古生代	80

爬行动物与鸟类——中生代

羊膜卵的出现	88
溯源爬行动物	91
早期爬行动物	92
爬行动物的演变	95
恐龙家族	104
鸟类的祖先	113
鸟类的进化	116
无脊椎动物在中生代	118

哺乳动物时代——新生代

哺乳类动物大观	126
现代食肉类哺乳动物	140



有蹄类动物	146
完美的进化者——啮齿类	172
贫齿类和鳞甲类哺乳动物	176
灵长类的早期进化	178
新生代的无脊椎动物世界	181



地质年代与生物进化

为了直观清楚地描述动物的进化历程，我们将地球的地质年代作为划分动物进化的参照物，这种划分的主要依据，就是根据古生物由低级到高级的演变中，由量变到质变的多次飞跃所显示的阶段性、不可逆性规律。在地质年代这个大背景下，我们可以随着时间的脚步，看看由远及近的动物进化历程。



地质年代定义与测定

地质工作者把地球历史通常分成五个大的时代：太古代、元古代、古生代、中生代、新生代。其中太古代和元古代由于生物处于低级发展阶段，保存不多，因而合称隐生宙；而古生代、中生代、新生代生物已大量出现并保存为化石因而合称显生宙。

代下面分纪，其中元古代的晚期叫前寒武纪；古生代分为寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪等六个纪；中生代分为三叠纪、侏罗纪、白垩纪三个纪；新生代分为第三纪和第四纪两个纪。

纪下面分世，寒武、奥陶、志留、泥盆、石炭、三叠、侏罗等纪各分为



早、中、晚三世；二叠纪分早、晚两世；第三纪分五个世：古新世、始新世、渐新世、中新世、上新世；第四纪分两个世：更新世和全新世。今天我们所处的地质年代就是全新世。

上面介绍的地质年代只说明岩石（地层）形成时间上的新老顺序。比如，中生代比古生代晚，新生代又比中生代晚，也就是中生界地层比古生界地层新，新生界地层又比中生界地层新。所以，这样的地质年代又叫相对地质年代，只表示相对的早晚顺序，并没有表明这些地质年代究竟距今多少年。

以前，地史学家只能确定相对地质年代。至于各个地质年代究竟距今多少年，却很难测定。他们往往根据某些地层的厚度，再估计当年沉积的快慢，来约略估计形成这些地层所持续的时间。这样的估计当然是很不准确的。

随着科学技术的发展，现在已经找到了一些测定岩石的绝对年龄的方法，所谓绝对年龄，就是它形成的时间距今多少年。测定绝对年龄的方法有几种，其中用得比较多的是放射性同位素测定法。

所谓放射性，是指有些元素的原子所具有的这样的性质：它会放射出一些肉眼看不见的射线，本身衰变成另外一种元素的原子。例如，居里夫人发现的镭元素，就是一种放射性元素；所谓同位素，是指同一种元素的不同原子，它们的化学性质相同，原子量却不一样。例如氢和重氢就是同位素，普通的氢原子量是1，重氢原子量是2，两者化学性质一样。

放射性同位素测定岩石的绝对年龄，是利用放射性元素的这样一种性质：例如，放射性铀原子量为238的一种同位素，称为铀238，符号写成 ^{238}U 。它经过一系列衰变，最后变成没有放射性的一种铅的同位素，原子量是207，称为铅207，符号写成 ^{207}Pb 。放射性元素衰变的快慢是一定的，比如每克 ^{238}U ，经过4.5亿年，就有一半衰变了，只剩下半克铀，同时产0.433克的 ^{207}Pb 。这个4.5亿年叫做 ^{238}U 的半衰期。以后再过4.5亿年，又有一半 ^{238}U 衰变了，只剩下四分之一克 ^{238}U ，同时产生相应的 ^{207}Pb 。因此如果测定含铀的岩石里剩下的 ^{238}U 和产生的 ^{207}Pb 的分量的比，就不难算出这岩石里的铀从一开始衰变已经过了多少年，这就是这种岩石的绝对年龄。这种放射性同位素法就叫铀—铅法。

常用的放射性同位素测定法还有钍—铅法、铷—锶法、钾—氩法等，原理



也是一样的。特别是钾—氩法，因为绝大部分岩石都含有钾，应用的范围更广。

除了放射性同位素法，还可以用碳 14 法来测定化石的年龄。

大气受到来自外层空间的宇宙射线的冲击，会产生一种不带电的粒子叫中子。这些中子和大气里的氮原子作用，会生成原子量是 14 的碳原子，这就是碳 14，符号 ^{14}C 。一般的碳原子原子量是 12， ^{14}C 是碳的一种同位素，也有放射性。这种 ^{14}C 原子和大气里的氧结合，生成 $^{14}\text{CO}_2$ 。含 ^{14}C 的二氧化碳被植物吸收，经过光合作用，变成植物机体的组成部分。植物被动物和人吃了，因此动物和人体里也有 ^{14}C 。这种放射性 ^{14}C 原子又要陆续衰变，变成普通的氮原子。

生物体里的 ^{14}C 一方面要按放射性衰变规律不断减少，另一方面又同时从大气里不断得到补充。所以在生物生活期间，生物体里 ^{14}C 的含量一般能保持不变。但是生物一旦死亡，和外界的物质交换停止了，生物体里的碳-14 不再得到补充，只会按照衰变规律减少，它的半衰期是 5700 年。

因此，根据含碳的化石标本里 ^{14}C 的减少程度，就可以推断出生物死亡的年代。

正是用这一类方法，现在已经大体上确定了各个地质年代的绝对年龄，这叫绝对地质年代，也叫同位素年龄。

1. 太古代，始于距今 45 亿年，持续 21 亿年。

2. 元古代，始于距今 24 亿年，持续 18.3 亿年。其中，距今约 8 亿 ~ 5.7 亿年称为前寒武纪。

3. 古生代，始于距今 5.7 亿年，持续 3.4 亿年。

(1) 寒武纪，始于距今 5.7 亿年，持续 7000 万年。

(2) 奥陶纪，始于距今 5 亿年，持续 6000 万年。

(3) 志留纪，始于距今 4.4 亿年，持续 4000 万年。

(4) 泥盆纪，始于距今 4 亿年，持续 5000 万年。

(5) 石炭纪，始于距今 3.5 亿年，持续 6500 万年。

(6) 二叠纪，始于距今 2.85 亿年，持续 5500 万年。

4. 中生代，始于距今 2.3 亿年，持续 1.63 亿年。



- (1) 三叠纪, 始于距今 2.3 亿年, 持续 3500 万年。
- (2) 侏罗纪, 始于距今 1.95 亿年, 持续 5800 万年。
- (3) 白垩纪, 始于距今 1.37 亿年, 持续 7000 万年。
5. 新生代, 始于距今 6700 万年, 持续到现在。
 - (1) 第三纪, 始于距今 6700 万年, 持续 6450 万年。
 - (2) 第四纪, 始于距今 250 万年, 持续到现在。



知识点

衰 变

衰变亦称“蜕变”。指放射性元素放射出粒子而转变为另一种元素的过程, 如镭放出 α 粒子后变成氡。

放射性核素在衰变过程中, 该核素的原子核数目会逐渐减少。衰变至只剩下原来质量一半所需的时间称为该核素的半衰期 (half-life)。每种放射性核素都有其特定的半衰期, 有几微秒到几百万年不等。

延伸阅读

地球, 这个名字来源于对大地形状的认识, 最早可以追溯到古希腊学者亚里士多德从球体哲学上“完美性”和数学上的“均衡性”提出“地球”这个名称和概念。

地球是太阳系从内到外的第三颗行星, 也是太阳系中直径、质量和密度最大的类地行星。住在地球上的人类又常称呼地球为世界。

地球的矿物和生物等资源维持了全球的人口。地球上的人类分成了大约 200 个独立的主权国家, 它们通过外交、旅游、贸易和战争相互联系。人类文明曾有过很多对于这颗行星的观点, 包括神创造人类、天圆地方、地球是宇宙中心等。

西方人常称地球为盖亚，这个词有“大地之母”的意思。

动物进化概述

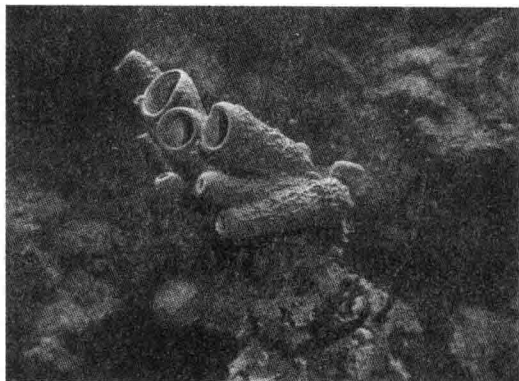
把生物进化过程和地质年代联系起来，按照地质年代的先后顺序，生物进化的历程大致如下：

太古代

太古代属于隐生宙，地球上的生命还处在孕育阶段。在距今 35 亿年前的地层里已经有细胞群体，在距今 32 亿年的地层里已经有细菌，不过可靠的化石记录不多。一般认为，晚期有细菌和低等蓝藻存在。

元古代

化石研究表明，元古代时，蓝藻和细菌已经开始繁盛，并且出现了原生动物。到末期，一些低等动物开始出现，如海绵（属海绵动物门）、水母和水螅（后两种属腔肠动物门）等。



海 绵

古生代

(1) 寒武纪：地壳相对平静，浅海面积大。以藻类和水生无脊椎动物三叶虫（属节肢动物门）为主，此纪又称为“藻类时代”或“三叶虫时代”。

(2) 奥陶纪：地壳平静，浅海面积大。植物仍然以藻类为主。某些水生无脊椎动物非常繁盛，如三叶虫、腕足类（属拟软体动物门）、头足类（属软体动物门）和笔石（过去认为属腔肠动物门，现在认为属口索动物亚门）以



笔石

及某些珊瑚（属腔肠动物门）。此外，这一时期出现了原始脊椎动物——甲冑鱼类。

（3）志留纪：初期地壳平静，后期发生强烈的造山运动，就是由水平方向的压力把地层褶皱成山并且造成断裂的运动。植物界出现了原始陆生植物裸蕨。动物界无脊椎动物如三叶虫、腕足类、笔石、珊瑚等仍然繁盛。此纪末

期原始鱼类开始繁盛。

（4）泥盆纪：地壳表面出现了高山和陆地，气候变得干燥炎热。植物、动物开始向陆地发展，出现了大森林，原始的陆生动物两栖类和昆虫（是节肢动物门的一个重要的纲）开始欣欣向荣。同时海里的鱼类大发展，因此，此纪又被称为“鱼类时代”。

（5）石炭纪：气候湿热。蕨类植物有了极大的发展，陆地上出现大片造煤森林。两栖类动物和昆虫十分繁盛，所以有两栖动物时代的称呼。末期出现了原始爬行类动物。

（6）二叠纪：地壳运动剧烈，气候干热。植物界裸子植物开始发展。动物界仍以两栖类动物为主，爬行类动物开始征服陆地。

中生代

地壳开始稳定，气候温暖湿润。裸子植物和爬行类动物恐龙等十分繁盛，又有“恐龙时代”之称。

（1）三叠纪：裸子植物大发展，爬行类动物恐龙逐渐兴盛，并且出现了最原始的哺乳类动物。

（2）侏罗纪：裸子植物继续发展，恐龙在动物界占统治地位。末期出现了鸟类。

（3）白垩纪：被子植物出现，动物界爬行类恐龙衰落灭绝，哺乳类开始

兴起。

新生代

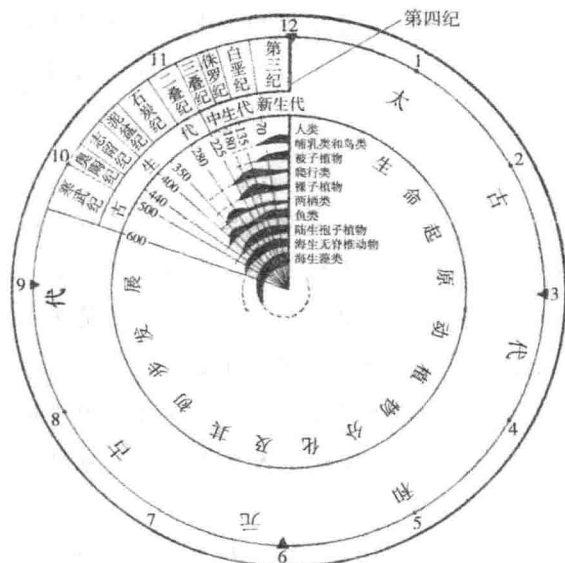
地壳又趋向活动，海陆重新分布，气候变冷。植物界被子植物迅速发展，动物界鸟类和哺乳类大发展，所以又被称为“被子植物时代”或“哺乳动物时代”。

(1) 第三纪：被子植物继续发展，形成大森林。哺乳类动物适应各种不同的环境，向各种不同的类型发展。

(2) 第四纪：地球上出现大冰川，植物和动物在地理分布上变化很大，迁移很频繁。人类在此纪出现，因此又有“人类时代”之称。



冰川



生物地史时钟图

如果将各个地球历史时期和生物活动的主要历程缩短为12小时，绘成一个时钟图，我们就可以对各个地球历史时期的长短和新老有一个相对概念（表中内圈为各个地球历史时期距今年龄，单位为百万年，并表示了各门生物的发生发展；外圈为表示地球历史各时期相对长短的时钟数）。

时钟图表明生物是在漫长的地球历史时期陆续出现的，最初出现在水中，后来才有一部分逐渐离开水域登陆生活。



简单的出现早，历史也较长；结构复杂的出现迟，历史短。



知识点

化石

化石是存留在岩石中的古生物遗体或遗迹，最常见的是骸骨和贝壳等。研究化石可以了解生物的演化并能帮助确定地层的年代。保存在地壳的岩石中的古动物或古植物的遗体或表明有遗体存在的证据都谓之化石。



延伸阅读

细菌主要由细胞膜、细胞质、核质体等部分构成，有的细菌还有荚膜、鞭毛、菌毛等特殊结构。绝大多数细菌的直径大小在 0.5~5 微米之间，并可根据形状分为三类，即球菌、杆菌和螺形菌（包括弧菌、螺菌、螺杆菌）。按细菌的生活方式来分类，分为两大类：自养菌和异养菌，其中异养菌包括腐生菌和寄生菌。按细菌对氧气的需求来分类，可分为需氧（完全需氧和微需氧）和厌氧（不完全厌氧、有氧耐受和完全厌氧）细菌。按细菌生存温度分类，可分为喜冷、常温和喜高温三类。

细菌是生物的主要类群之一，属于细菌域。细菌是所有生物中数量最多的一类，据估计，其总数约有 5×10^{30} 个。细菌的个体非常小，目前已知最小的细菌只有 0.2 微米长，因此大多只能在显微镜下看到它们。细菌一般是单细胞，细胞结构简单，缺乏细胞核、细胞骨架以及膜状胞器，例如线粒体和叶绿体。基于这些特征，细菌属于原核生物。原核生物中还有另一类生物称做古细菌，是科学家依据演化关系而另辟的类别。为了区别，本类生物也被称做真细菌。

细菌广泛分布于土壤和水中，或者与其他生物共生。人体身上也带有相当多的细菌。据估计，人体内及表皮上的细菌细胞总数约是人体细胞总数的 10

倍。此外，也有部分种类分布在极端的环境中，例如温泉，甚至是放射性废弃物中，它们被归类为嗜极生物，其中最著名的种类之一是海栖热袍菌，科学家是在意大利的一座海底火山中发现这种细菌的。然而，细菌的种类是如此之多，科学家研究过并命名的种类只占其中的小部分。细菌域下所有门中，只有约一半包含能在实验室培养的种类。

细菌的营养方式有自养及异养，其中异养的腐生细菌是生态系中重要的分解者，使碳循环能顺利进行。部分细菌会进行固氮作用，使氮元素得以转换为生物能利用的形式。

动物的起源——前寒武纪

寒武纪的开始，标志着地球进入了生物大繁荣的新阶段。而在寒武纪之前，地球早已经形成了，只是在几十亿年的漫长过程中一片死寂，那时地球上还没有出现门类众多的生物。这样，科学家们便把寒武纪之前这一段漫长而缺少生命的时间称作前寒武纪。前寒武纪约占全部地史时间的六分之五，由于没有足够的生物依据，我们对地球的这段历史知之甚少。

20 世纪后半期，科学家们陆续在南非和澳大利亚获得了重大收获，在变质程度不太剧烈的沉积岩层中发现了叠层石，这是微生物和藻类活动的产物。此外，人们在这些古老的岩层中还分析出大量的有机化合物（如苯、烃基苯等）和环形化合物（如呋喃、甲醇、乙醛等）。在南非的一套古老沉积岩中，科学家们借助先进的精密观测仪器，发现了 200 多个与原核藻类非常相似的古细胞化石，这些微体化石一般为椭圆形，具有平滑的有机质膜，这是人们迄今为止发现的最古老、最原始的化石，也是在太古代地层中发现的最有说服力的生物证据。从生物界看，这是原始生命出现及生物演化的初级阶段，当时只有数量不多的原核生物，他们只留下了极少的化石记录。但他们昭示着动物的起源。