

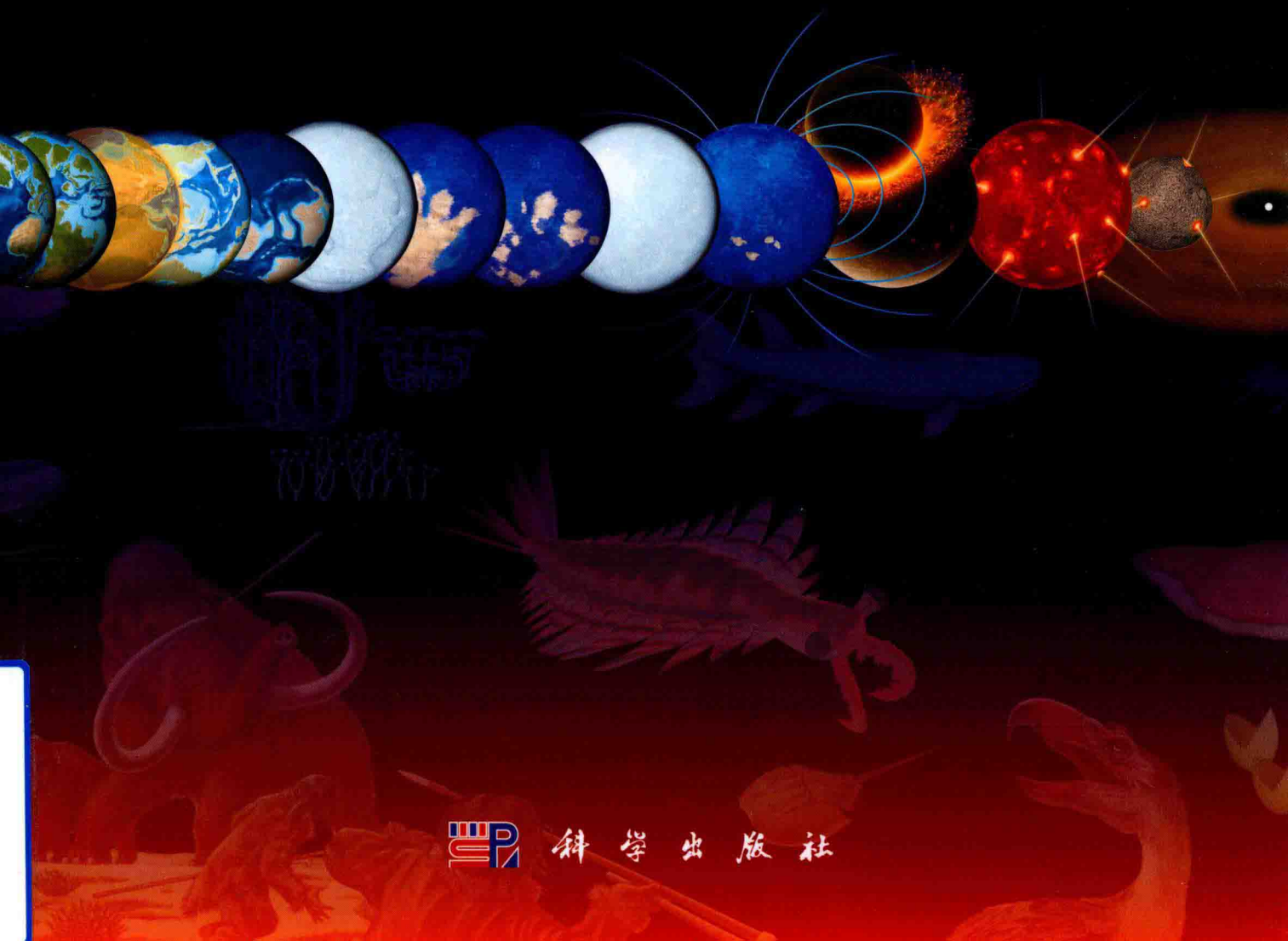
Newton 科学世界

典藏本

地球的变迁，生命的跃进，46亿年全景图！

地球与生命

《科学世界》杂志社 编



科学出版社

地球与生命

地球的变迁，生命的跃进，46亿年全景图

《科学世界》编辑部 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

我们的地球有着海洋、陆地、大气以及无数繁盛其间的生物。这种景象是怎样产生的呢？本书以现在为出发点，回顾地球和生命走过的数十亿年历程。

地球和生命经历了多次“重大事件”：火山熔岩肆虐，导致大部分生物灭绝；全球突然变冷，导致整个地球被冻结。地球环境的变化促进了生物进化，反之，生命活动也会给全球环境带来重大改变。

地球和生命历史的旅程，可以追溯到数百万年前、上亿年前直至46亿年前星子撞击的那一刻。星子其实就是岩石。生命诞生于由岩石形成的地球上，发展到现在如此丰富的景象，确实令人惊讶。本书还将介绍生命的诞生和生物演化的机制等。希望大家阅读本书时，能像欣赏精美画卷那般享受地球和生命46亿年的景象。

图书在版编目(CIP)数据

地球与生命：地球的变迁，生命跃进，46亿年全景图/《科学世界》编辑部编.——北京：科学出版社，2018.9

ISBN 978-7-03-058700-8

I. ①地… II. ①科… III. ①地球演化—研究②生命起源—研究 IV. ①P311②Q10

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第205961号

责任编辑：孙天任/责任校对：闫 凯

责任印制：李 晴/封面设计：董 曼

科学出版社 出版

北京市东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京利丰雅高长城印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年8月第 一 版 开本：889mm×1194mm 1/16

2018年8月第一次印刷 印张：10

字数：310 000

定价：58.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换)





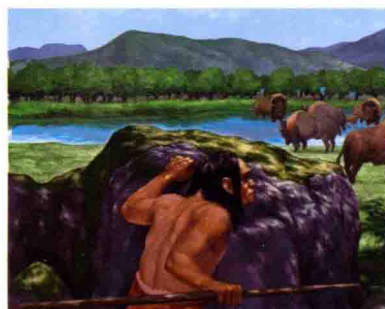


CONTENTS 目录

序

1 回顾46亿年地球史

- 8 生物进化史全景
- 13 地球历史全景
- 18 40万年前 人类捕猎大型动物
- 20 440万年前 刚刚学会两足行走的类人猿是食肉动物最好的捕猎目标
- 22 2000万年前 猴子们避开巨鸟称霸的地面而生活在树上
- 24 6600万年前 整个地球笼罩在厚厚的云层中，宛如一片死亡世界
- 26 1.5亿年前 巨大的恐龙在温暖的气候中繁衍生息
- 28 2.1亿年前 恐龙具有更高的呼吸效能
- 30 2.52亿年前 绝大部分物种灭绝了！地球史上最大的生物灭绝事件
- 32 3亿年前 茂盛的蕨类大森林，70厘米长的巨型蜻蜓，2米长的大蜈蚣！
- 34 3.6亿年前 登陆时需要对身体进行怎样的改造？
- 36 4亿年前 登陆后，纤细的植物在水边蔓延
- 38 5.1亿年前 奇形怪状的生物在大海中旺盛繁衍
- 40 5.6亿年前 结构独特、身躯柔软的动物们
- 42 6.3亿年前 微观世界的大进化，多细胞生物出现！
- 44 6.5亿年前 地球上覆盖着1千米厚的冰层
- 46 9亿年前 罗迪尼亚超大陆形成
- 48 21亿年前 细胞内部大改造！真核生物出世
- 50 22亿年前 地球表面覆盖着厚厚的冰层，碧空如洗，一望无际
- 52 27亿年前 大气中没有氧气，天空是红色的
- 54 35亿年前 所有生物的共同祖先生活在海底热液喷口？
- 56 38亿年前 地球具备了生命能够生存的环境
- 58 45.33亿年前 月球诞生，地球命运发生了改变
- 60 45.5亿年前 地球被厚厚的黏稠岩浆所覆盖
- 62 45.6亿年 大量星子相互碰撞合并，原行星开始成长
- 64 45.67亿年 星子之间的第一次碰撞：地球历史的开端
- 66 专栏 生物在寒武纪大爆发前就登上陆地了吗？



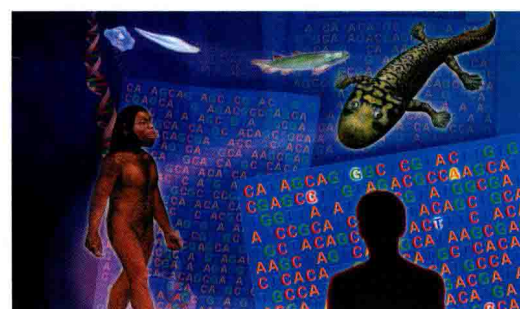
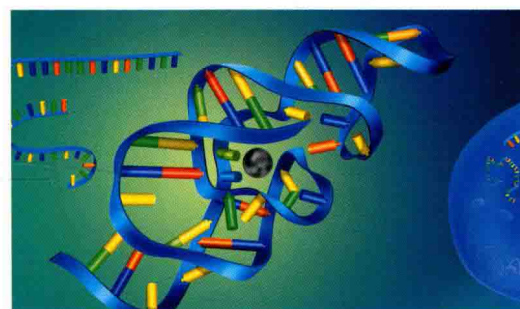
2 地球·生命史溯源

- 70 解读地球与生命历史的关键词
- 84 海洋里的水，究竟从何而来？
- 88 大陆诞生之谜
- 94 大陆漂移和超大陆
- 106 测定年代的“时钟”
- 112 专栏 海洋始于何时？



3 最初的生命与进化的奥秘

- 116 最初的生命
- 118 生命起源的序幕
- 120 构成生命的复杂分子
- 122 生命诞生于何时？
- 124 米勒实验
- 126 生命的家园是宇宙？
- 128 最初的生命在哪里出现？
- 130 原始细胞的诞生
- 132 “鸡和蛋”问题
- 134 RNA世界假说
- 136 蛋白质世界假说
- 138 寻找答案的方法
- 140 新进化论
- 142 突变与自然选择
- 144 生命的共通法则
- 146 突变的类型
- 148 进化系统树和分子钟
- 150 基因爆发
- 152 专栏 生命的材料是在海底形成的吗？
- 154 专栏 生命并非诞生于海洋？
- 156 专栏 支撑进化的DNA的独特构造



地球与生命

地球的变迁，生命的跃进，46亿年全景图

《科学世界》编辑部 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

我们的地球有着海洋、陆地、大气以及无数繁盛其间的生物。这种景象是怎样产生的呢？本书以现在为出发点，回顾地球和生命走过的数十亿年历程。

地球和生命经历了多次“重大事件”：火山熔岩肆虐，导致大部分生物灭绝；全球突然变冷，导致整个地球被冻结。地球环境的变化促进了生物进化，反之，生命活动也会给全球环境带来重大改变。

地球和生命历史的旅程，可以追溯到数百万年前、上亿年前直至46亿年前星子撞击的那一刻。星子其实就是岩石。生命诞生于由岩石形成的地球上，发展到现在如此丰富的景象，确实令人惊讶。本书还将介绍生命的诞生和生物演化的机制等。希望大家阅读本书时，能像欣赏精美画卷那般享受地球和生命46亿年的景象。

图书在版编目(CIP)数据

地球与生命：地球的变迁，生命跃进，46亿年全景图/《科学世界》编辑部编.——北京：科学出版社，2018.9

ISBN 978-7-03-058700-8

I. ①地… II. ①科… III. ①地球演化—研究②生命起源—研究 IV. ①P311②Q10

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第205961号

责任编辑：孙天任/责任校对：闫 凯

责任印制：李 晴/封面设计：董 曼

科学出版社 出版

北京市东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京利丰雅高长城印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年8月第 一 版 开本：889×1194 1/16

2018年8月第一次印刷 印张：10

字数：310 000

定价：58.00元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

序

46亿年历史的地球，孕育并陪伴了至少38亿年之久的生命。生命的演化历程如同一株不断生长、枝繁叶茂的参天大树，它根植于地球远古的记忆中，绝大部分的树身都被历史的长河所淹没，现代生物学家能够看到的只不过是这株巨树露出水面的树梢。因此，我们要了解生命演化的真谛和历史全貌，就离不开对地球历史和环境的认识。

生命演化的实质就是生物与环境不断交织、协同演化的过程。从地球生命诞生的那一刻起，生物就一刻不停地改造着其赖以生存的地球环境，从肉眼看不见的细菌到曾经称霸一时的恐龙，再到如今似乎无所不能的人类，很难说谁才是生命世界真正的主宰。有研究表明，27亿年前的地球连天空闰凯都不是蓝色的，是蓝藻的出现逐渐改变了这一切，它们将大气中的甲烷等组分不断替换为氧气，带给了地球一个蔚蓝色的天空。22亿年前，蓝藻光合作用从大气中吸收了大量的二氧化碳，这导致地球变得越来越冷，直至进入了地球历史上第一个大冰期。

环境对生命演化的影响无疑是巨大的。地球环境对生物的影响可谓形形色色，可以是波涛汹涌，也可为涓涓细流。沧海桑田、海陆变迁，如同变幻的舞台，芸芸众生穿梭其间。大海的风云变幻，大陆的聚合离散，真可谓“分久必合，合久必分”，伴随的是生物的“亲离子散”。置身如此的环境变化中，生命方显如此弱小。曾经还是南极洲、澳洲和非洲兄弟的印度板块，5000万年前在北征的途中和欧亚大陆相聚。没有这次历史的碰撞，我们今天将无法领略喜马拉雅最高峰的宏伟，更不会看到青藏高原生物独特的风景。

没有生命的地球尽管也不寂静，但有了生命，地球才从此变得生机勃勃、绚丽多姿。在地球生命38亿年的演化史中，细菌和藻类曾长时间占据统治地位。由于蓝藻在茫茫大海中繁忙地进行光合作用，导致大气中的氧气含量越来越多，终于有一天，大气中有了足够的氧气，生命才开始了复杂化的过程，变得充满了活力。地球生命在度过了6亿~8亿年前被称为“雪球地球”的大冰期之后，迎来了新的生机。6亿年前有了多细胞的生物，5亿多年前的寒武纪出现了生命“大爆发”，开启了海洋动物的乐园和三

叶虫的时代，然后是腕足动物的大发展，鱼类的时代也随之也登场。

到了4亿年前，植物开始了大规模的登陆，逐渐有了最原始的森林，植物的到来让陆地发生了天翻地覆的大变化，从一个毫无生机的荒凉世界变成了大海之外的第二个生命乐园，地球表面第一次有了土壤和更加绚丽的色彩。紧接着，昆虫成为新一轮的“登陆者”，四足动物的登陆也接踵而至，从此，地球变得更加热闹和喧嚣。

地球环境的剧变注定了生物的演化也不是一帆风顺的。地球历史上曾经发生过几次引人注目的大灭绝事件（其中最著名的恐怕是2.5亿年前的有史以来最大规模的生物灭绝，以及6600万年前那次恐龙等生物的灭绝），生物种类因此急剧减少，如同生命演化乐章中的一个个休止符。至于原因究竟是大规模的火山喷发还是小行星的撞击，抑或是海平面的快速下降，科学家们还在孜孜不倦地探索。

地球生命发源于海洋，而后登上陆地，最后才飞向天空。最早征服蓝天的生物是昆虫，3亿年前大自然造就了第一对翅膀；2亿年前翼龙学会了飞翔；1.5亿年前轮到了鸟类；再往后，大约4000万年前才是蝙蝠。昆虫、翼龙、鸟类和蝙蝠都是成功的飞行家，不过成功者的背后还有着许许多多的探索者，它们只是学会了滑翔或简单的飞行，其中有四只翅膀的恐龙、皮膜翼的恐龙、滑翔的蜥蜴和哺乳类等。鸟类征服了无际的天空，才获得了发展的广阔空间，成为了6600万年来的空中主宰。

都说环境造人，从人类演化的角度来看确实如此。人区别于古猿的一大特征是两足行走。从四足到两足，对地面的依赖减少了一半，而手的解放，让人类获得了应对环境的利器。大约700万年前，我们的祖先失去了熟悉的森林，却赢得了更广阔的草原，这才开始了向现代人演化的征程。

人类文明的发展使我们不得不认真思考生物与地球环境的和谐，人类未来的发展也必将与地球的演化交织在一起。

周忠和

中国科学院院士

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员，所长

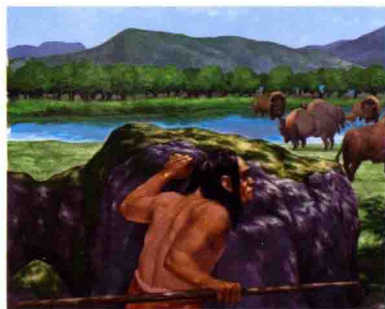


CONTENTS 目录

序

1 回顾46亿年地球史

- 8 生物进化史全景
- 13 地球历史全景
- 18 40万年前 人类捕猎大型动物
- 20 440万年前 刚刚学会两足行走的类人猿是食肉动物最好的捕猎目标
- 22 2000万年前 猴子们避开巨鸟称霸的地面而生活在树上
- 24 6600万年前 整个地球笼罩在厚厚的云层中，宛如一片死亡世界
- 26 1.5亿年前 巨大的恐龙在温暖的气候中繁衍生息
- 28 2.1亿年前 恐龙具有更高的呼吸效能
- 30 2.52亿年前 绝大部分物种灭绝了！地球史上最大的生物灭绝事件
- 32 3亿年前 茂盛的蕨类大森林，70厘米长的巨型蜻蜓，2米长的大蜈蚣！
- 34 3.6亿年前 登陆时需要对身体进行怎样的改造？
- 36 4亿年前 登陆后，纤细的植物在水边蔓延
- 38 5.1亿年前 奇形怪状的生物在大海中旺盛繁衍
- 40 5.6亿年前 结构独特、身躯柔软的动物们
- 42 6.3亿年前 微观世界的大进化，多细胞生物出现！
- 44 6.5亿年前 地球上覆盖着1千米厚的冰层
- 46 9亿年前 罗迪尼亚超大陆形成
- 48 21亿年前 细胞内部大改造！真核生物出世
- 50 22亿年前 地球表面覆盖着厚厚的冰层，碧空如洗，一望无际
- 52 27亿年前 大气中没有氧气，天空是红色的
- 54 35亿年前 所有生物的共同祖先生活在海底热液喷口？
- 56 38亿年前 地球具备了生命能够生存的环境
- 58 45.33亿年前 月球诞生，地球命运发生了改变
- 60 45.5亿年前 地球被厚厚的黏稠岩浆所覆盖
- 62 45.6亿年 大量星子相互碰撞合并，原行星开始成长
- 64 45.67亿年 星子之间的第一次碰撞：地球历史的开端
- 66 专栏 生物在寒武纪大爆发前就登上陆地了吗？



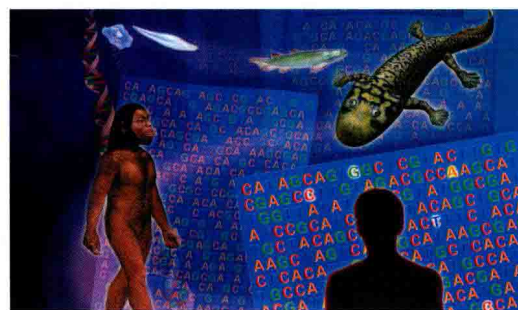
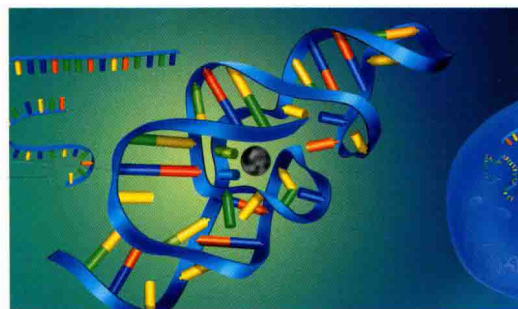
2 地球·生命史溯源

- 70 解读地球与生命历史的关键词
- 84 海洋里的水，究竟从何而来？
- 88 大陆诞生之谜
- 94 大陆漂移和超大陆
- 106 测定年代的“时钟”
- 112 专栏 海洋始于何时？



3 最初的生命与进化的奥秘

- 116 最初的生命
- 118 生命起源的序幕
- 120 构成生命的复杂分子
- 122 生命诞生于何时？
- 124 米勒实验
- 126 生命的家园是宇宙？
- 128 最初的生命在哪里出现？
- 130 原始细胞的诞生
- 132 “鸡和蛋”问题
- 134 RNA世界假说
- 136 蛋白质世界假说
- 138 寻找答案的方法
- 140 新进化论
- 142 突变与自然选择
- 144 生命的共通法则
- 146 突变的类型
- 148 进化系统树和分子钟
- 150 基因爆发
- 152 专栏 生命的材料是在海底形成的吗？
- 154 专栏 生命并非诞生于海洋？
- 156 专栏 支撑进化的DNA的独特构造



1

回顾 46 亿年 地球史

在漫长的时间里，地球上发生过各种各样的宏大事件，例如陨石撞击、大陆分裂、全球冰封、岩浆肆虐等，正是这些天崩地裂、沧海桑田的事件，在很大程度上影响了生物的进化。此外，生物开始通过光合作用释放氧气后，也显著地改变了地球环境。让我们“穿越”回遥远的过去，一起追寻激动人心的地球和生命的进化历程吧。

生物进化史全景

地球历史全景

40 万年 ~ 2000 万年前

灵长类崛起：从捕杀的目标到世界的主宰

6600 万年 ~ 2.1 亿年前

空前绝后的巨兽：恐龙的兴盛与灭亡

2.52 亿年 ~ 5.1 亿年前

生命的勃兴：从海洋到陆地

5.6 亿年 ~ 9 亿年前

超大陆与全球冰封：剧变中的地球与生命

21 亿年 ~ 38 亿年前

曙光：生命诞生并改造地球

45.33 亿年 ~ 45.67 亿年

炽热的地球：诞生于剧烈反复的碰撞

专栏 生物在寒武纪大爆发前就登上陆地了吗？



年代的表示

在表示生物蕃息的年代时，会提到“白垩纪早期”“侏罗纪晚期”等。这些就是“地质年代”，类似中国历史被划分为若干朝代，地球长达 46 亿年的历史也被分为若干阶段。下表为地质年代的名称与划分。地质年代首先可分为冥古宙、太古宙、元古宙、显生宙。其中，显生宙从距今大约 5.41 亿年延续至今，可详细分为白垩纪、侏罗纪等。

冥古宙	太古宙	元古宙	显生宙										
—	(略)	(略)	古生代						中生代			新生代	
—	—	(略)	寒武纪	奥陶纪	志留纪	泥盆纪	石炭纪	二叠纪	三叠纪	侏罗纪	白垩纪	古近纪	第四纪
46 亿 (年)	40 亿	25 亿	5.410 亿	4.854 亿	4.438 亿	4.192 亿	3.589 亿	2.989 亿	2.51902 亿	2.013 亿	1.45 亿	6600 万	2303 万
												新近纪 (~ 258 万年前)	第四纪 (~ 现在)

生物进化史全景

大猩猩
哺乳类 (真兽类·北方兽类)
肩高 1.5 米

汤姆孙瞪羚
哺乳类 (真兽类·北方兽类)
肩高 60 厘米

金雕
鸟类, 80 厘米

秃鹫
鸟类, 1 米

平原斑马
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 1.3 米

凹嘴鹤
鸟类, 1.5 米

长颈鹿
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 3 米

白鹤鹑
鸟类, 翼展 3 米

网纹蟒
爬行类, 3 米

猎豹
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 1.4 米

棕熊
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 2 米

三趾跳鼠
哺乳类 (真兽类·北方兽类)

非洲水牛
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 1.4 米

非洲象
哺乳类 (真兽类·非洲兽类), 肩高 3.3 米

鸵鸟
鸟类, 2.2 米

土豚
哺乳类 (真兽类·非洲兽类), 1.1 米

猩猩
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 1 米

河马
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 3.4 米

狮
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 3 米

济州小鲵
两栖类, 10 厘米

尼罗鳄
爬行类, 5 米

飞蜥
爬行类, 20 厘米

飞蝗
昆虫类

黑斑羚
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 80 厘米

树懒
哺乳类 (真兽类·异关节类), 60 厘米

披毛犰狳
哺乳类 (真兽类·异关节类), 30 厘米

苏卡达象龟
爬行类, 77 厘米

鸭嘴兽
哺乳类 (单孔类), 50 厘米

红袋鼠
哺乳类 (有袋类), 1.3 米

太平洋蓝鳍金枪鱼
鱼类 (辐鳍鱼类), 4.5 米

企鹅
鸟类, 1 米

驼背大麻哈鱼
鱼类 (辐鳍鱼类), 50 厘米

儒艮
哺乳类 (真兽类·非洲兽类), 2.7 米

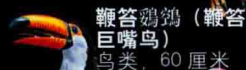
虎鲸
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 8 米

抹香鲸
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 16 米

现今 哺乳动物繁盛



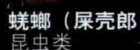
灰隼
鸟类, 45 厘米



鞭笞鹦鹉 (鞭笞巨嘴鸟)
鸟类, 60 厘米



小红鹤 (小火烈鸟)
鸟类, 1 米



蜣螂 (屎壳郎)
昆虫类



凤蝶
昆虫类



斑鬣狗
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 1.3 米

奇角鹿
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 2 米



能人
哺乳类 (真兽类·北方兽类·灵长目)
1.3 米, 人属最古老的成员

地猿始祖种
哺乳类 (真兽类·北方兽类·灵长目)
1.2 米

原康修尔猿
哺乳类 (真兽类·北方兽类·灵长目), 60 厘米



真猛犸象
哺乳类 (真兽类·非洲兽类), 肩高 3 米



智人
哺乳类 (真兽类·北方兽类·灵长目)



树袋熊
哺乳类 (有袋类)
75 厘米



弗吉尼亚负鼠
哺乳类 (有袋类)
40 厘米

袋剑虎
哺乳类 (有袋类), 食肉动物



双门齿兽
哺乳类 (有袋类)
肩高 2 米

双足行走
自 440 万年前开始



鲎
节肢动物, 50 厘米



巨齿鲨
鱼类 (软骨鱼类)
15 米



虎鲸
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 8 米



渐新象
哺乳类 (真兽类·非洲兽类), 肩高 1.3 米, 象的祖先



巨犀
哺乳类 (真兽类·北方兽类)
肩高 4.5 米, 体长 7.5 米, 有史以来最大的陆栖哺乳动物

真兽类繁盛
6600 万年前至今



原古马
哺乳类 (真兽类·北方兽类), 肩高 50 厘米



6600 万年前 恐龙灭绝

索德斯龙
翼龙类，翼展 50 厘米

南翼龙
翼龙类，翼展 1.3 米

夜翼龙
翼龙类，翼展 7 米

始祖象
哺乳类（真兽类·
非洲兽类），肩高 60
厘米，象的祖先

恐鹤
恐鸟类，3 米

三角龙
鸟臀类（角龙类），9 米

暴龙
蜥臀类（兽脚
类），13 米

早期的花
与木兰相似

鸟类开始出现
1.5 亿年前

始祖鸟
鸟类，50 厘米

超龙
蜥臀类（蜥脚类）
33 米

始镜猴类
哺乳类（真兽类·
北方兽类·灵长目）
20 厘米

剑角龙
鸟臀类（头饰龙
类），2 米

皮亚尼兹基龙
蜥臀类（兽脚类），5 米

普尔加托里猴
哺乳类，10 厘米

更猴类
哺乳类（真兽类·北方兽类）
20 厘米，这类动物中可能包
括最早的灵长类动物。

阿法齿负鼠
哺乳类（有袋类）
30 厘米，最早的有袋类

单脊龙
蜥臀类（兽脚类），5.5 米

有袋类繁盛
6600 万年前至今

食肉牛龙
蜥臀类（兽脚类）
7.5 米

剑龙
鸟臀类（剑
龙类），7 米

敏迷龙
鸟臀类（甲龙类），3 米

巴基鲸
哺乳类（真兽类·北方兽
类），1.5 米，鲸的祖先

原鳄
爬行类，1 米
鳄鱼的祖先

企鹅的祖先
鸟类，兼具飞行和潜水的能力

矛齿鲸
哺乳类（真兽类·北方兽类），4.5 米，鲸的祖先

古巨龟
爬行类，4 米，有史以来最大的龟

桑塔那龟
爬行类，20 厘米，
最古老的海龟

菊石类

2.4 亿年前
哺乳动物出现

3.6 亿年前
脊椎动物登陆

石炭纪的
大片森林

古羊齿
早期树木，生活于石炭纪

甲虫* (鞘翅目)
开始出现

巨脉蜻蜓
昆虫类，70 厘米

陆生昆虫的出现
4 亿年前

鼠龙
蜥臀类 (蜥脚类)
3 米

异齿龙
合弓类 (盘龙类)，3 米，哺乳类
的近亲

蟑螂* (蜚蠊)
昆虫类，外形与现
在几乎相同

鱼石螈
两栖类，1 米
早期的陆地动物

哺乳类开始出现
2.4 亿年前

克氏圣王兽
最早的哺乳类，12 厘米

两栖动物开始出现
约 3.7 亿 ~ 4 亿年前

始盗龙
蜥臀类，1 米

水龙兽
合弓类，1 米，哺乳类的近亲

艾雷拉龙
蜥臀类，3.5 米

楔齿龙
合弓类，3 米

西格鱼
鱼类 (盾皮鱼类)

半甲齿龟
爬行类，最古老的龟类，40 厘米

爬行动物开始出现
约 3.3 亿 ~ 3.6 亿年前

贵州龙
爬行类，几十厘米
属于早期的蛇颈龙类

邓氏鱼
鱼类 (盾皮鱼类)，6 米

杆真皮鱼
鱼类 (腔棘鱼类)
17 厘米

挪瑟鱼
鱼类 (骨甲鱼类)

薄板龙
爬行类 (蛇颈龙类)
14 米