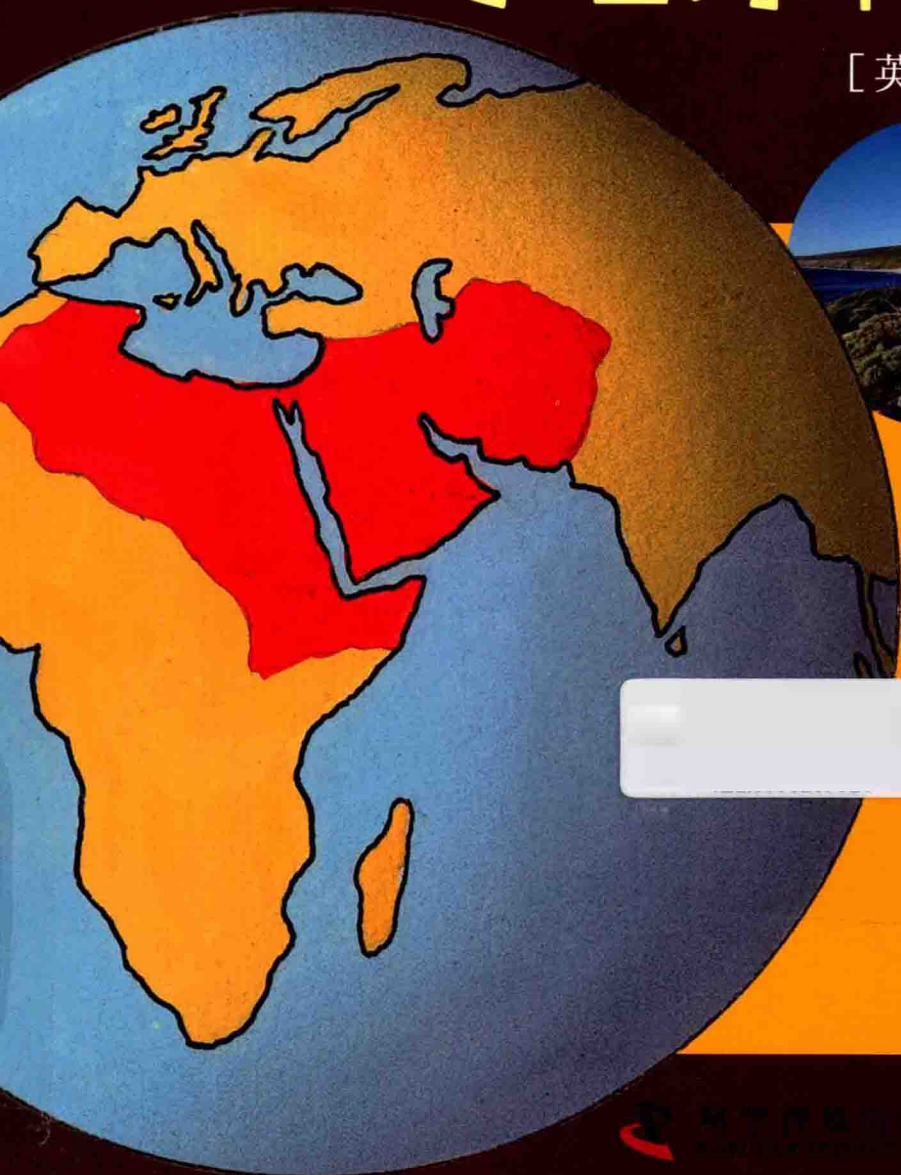


身临其境的科学

——与地球科学互动

[英] 玛蒂尔达·加伦 著

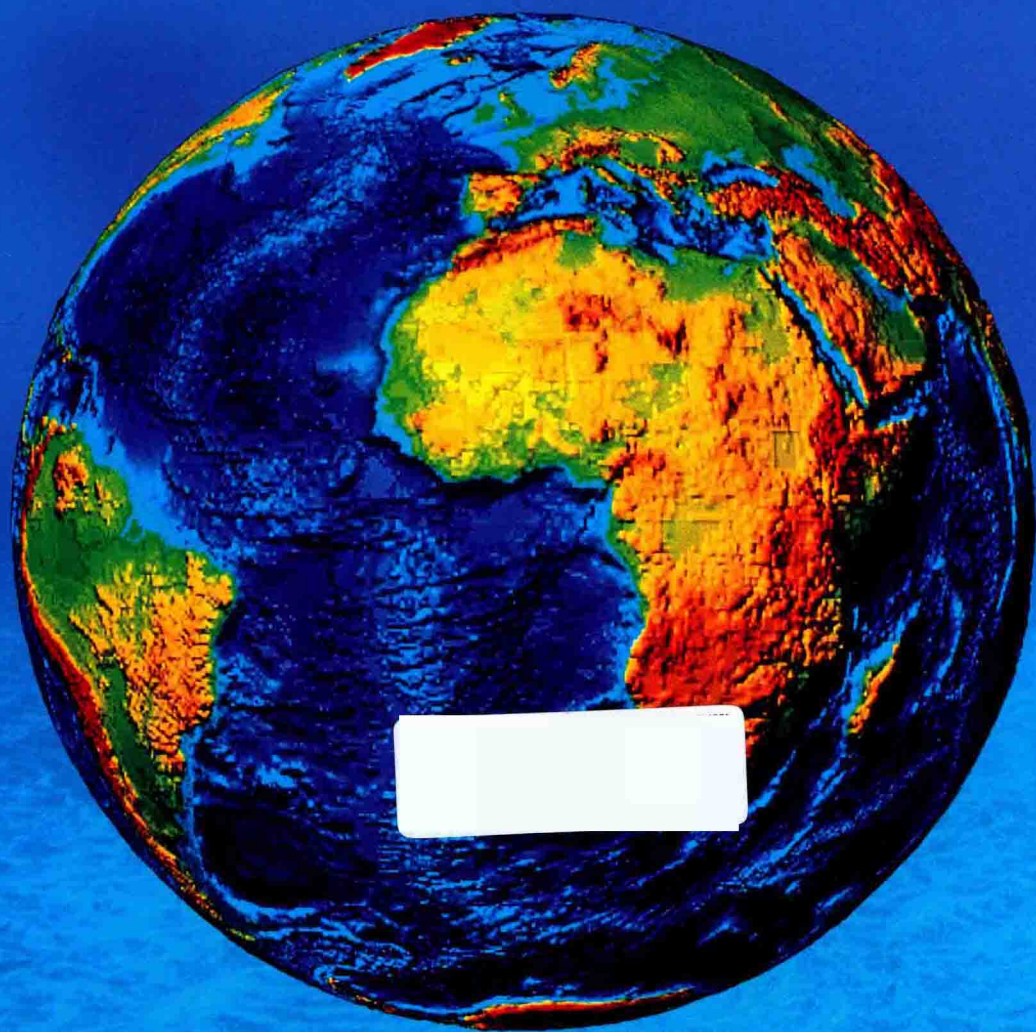
金蓉 译



身临其境的科学

——与地球科学互动

[英] 玛蒂尔达·加伦 著
金蓉 译



科学普及出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据
与地球科学互动 / (英) 加伦著; 金青译. —北京: 科学普及
出版社, 2014
(身临其境的科学)

ISBN 978-7-110-07355-1

I. ①与… II. ①加… ②金… III. ①地球科学-青年读
物 ②地球科学-少年读物 IV. ①P-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 018291 号



LONDON, NEW YORK,
MELBOURNE, MUNICH, AND DELHI

版权所有 侵权必究

著作权合同登记号: 01-2011-2656

出版人: 苏青
策划编辑: 肖叶
责任编辑: 梁军霞
图书装帧: 锦创佳业
责任校对: 杨一华
责任印制: 马宇晨
法律顾问: 宋润君

科学普及出版社出版

<http://www.cspbooks.com.cn>

北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮政编码: 100081

电话: 010-62173865 传真: 010-62179148

科学普及出版社发行部发行

北京盛通印刷股份有限公司承印

开本: 635 毫米 x 965 毫米 1/8

印张: 12.5 字数: 154 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-110-07355-1 / P · 156

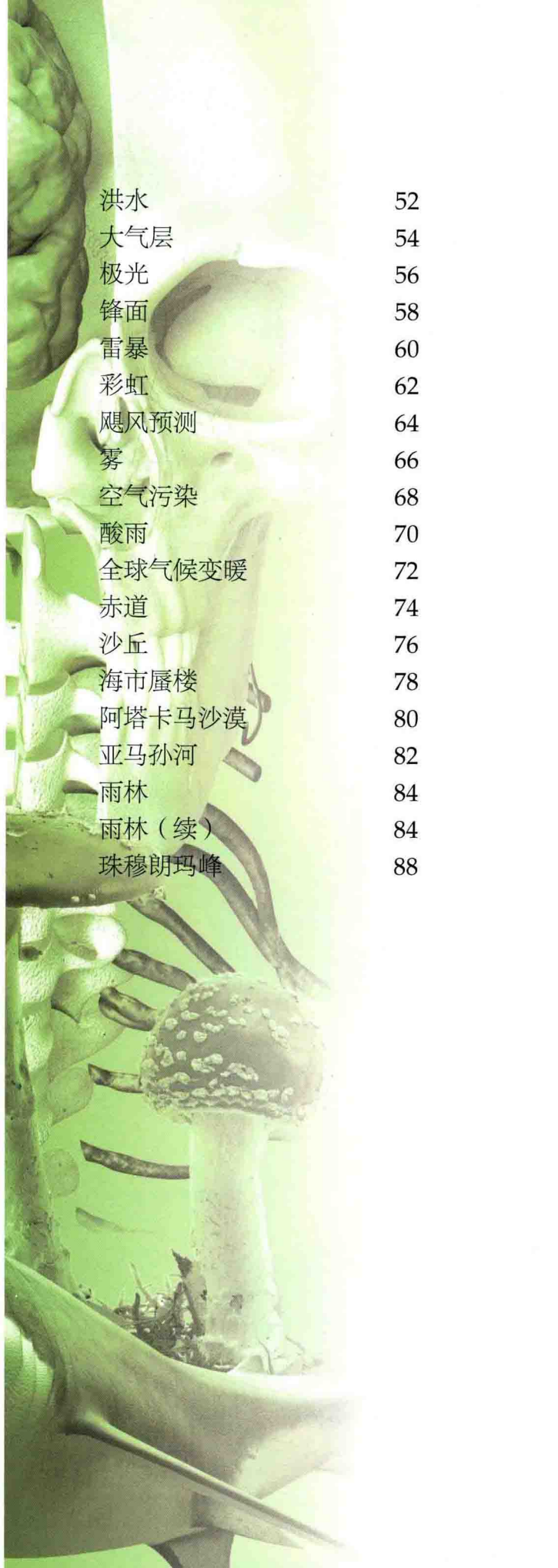
印数: 1-5000 定价: 39.80 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

Discover more at
www.dk.com

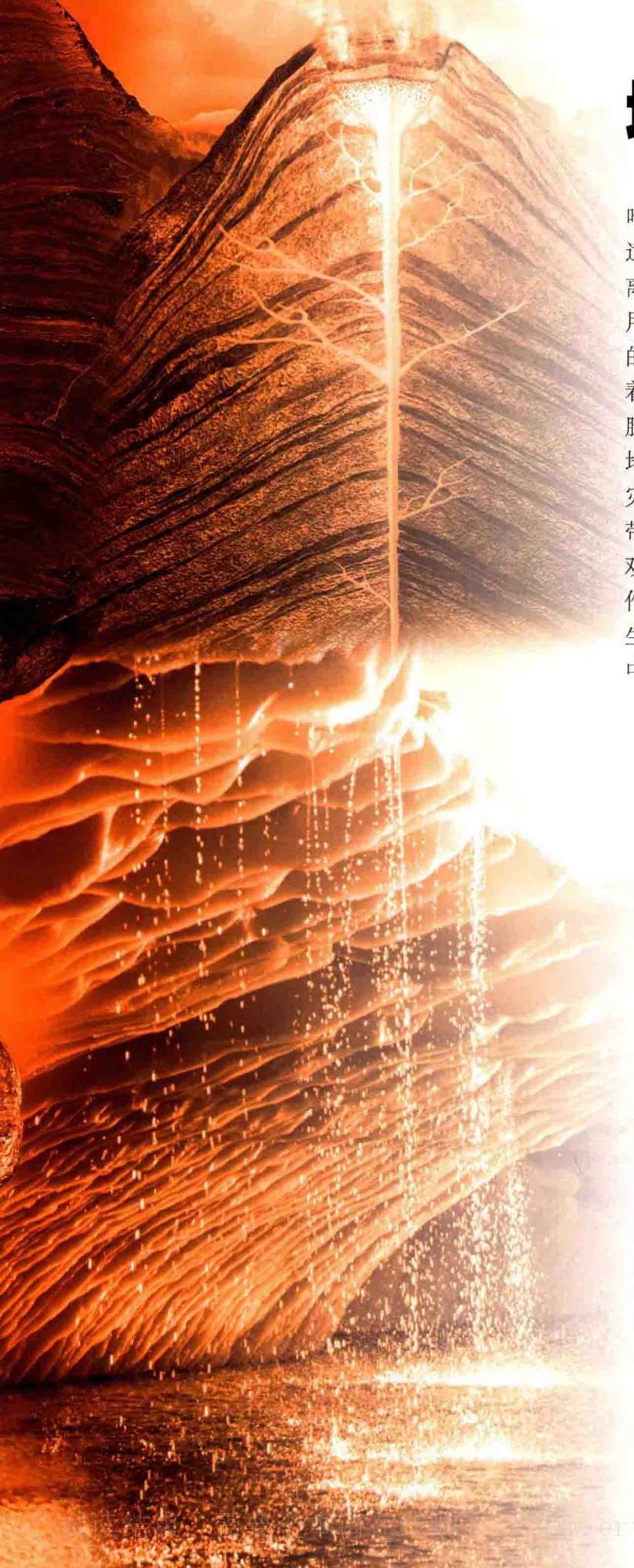
目录 地球科学

地质时期	2	洪水	52
化石	4	大气层	54
恐龙	6	极光	56
物种灭绝	8	锋面	58
大型哺乳动物	10	雷暴	60
岩石测龄	12	彩虹	62
煤炭	14	飓风预测	64
冰川期	16	雾	66
冰川	18	空气污染	68
水	20	酸雨	70
洋流	22	全球气候变暖	72
洋中脊	24	赤道	74
深海热泉喷口	26	沙丘	76
珊瑚礁	28	海市蜃楼	78
洞穴	30	阿塔卡马沙漠	80
晶洞	32	亚马孙河	82
大理石采石场	34	雨林	84
地震	36	雨林(续)	84
阿法尔三角地区	38	珠穆朗玛峰	88
滑坡	40		
基拉韦厄火山	42		
熔岩	44		
间歇泉	46		
岛屿	48		
海啸	50		



地球科学

到目前为止，地球是我们所知道的宇宙中唯一适合于生命存在的星球。地球上具有一些适合生命存在的独特条件，如与太阳适当的距离、大量的水、可供生物呼吸并能提供保护作用的大气层。但地球并非是永恒不变的，自然的或人类的行为导致着地球每时每刻都在发生着变化。板块构造运动通过形成新的大陆与山脉，以及引发地震和火山喷发的方式不断地对地理地貌进行着改变。剧烈且不可预测的气候灾害、洪水、干旱、岩石侵蚀，以及污染都会带来毁灭性的结果。对地球的历史进行研究，观察它以往的演变过程，可以对它的未来发展作出科学的预测，如可能会对地球上的生命产生重大影响的全球气候变暖现象就是地球科学中的一个研究对象。



地质时期

从火山中喷出的岩浆——来自于深层地下的熔化的岩石——可以告诉我们地球最初形成时的状况。



100 万年对于我们来说可以称得上是“历史银河”了，但对于地球来说，只能算是“弹指一挥间”。科学家认为地球已有 46 亿年的历史了，他们将这个巨大的时间空间分隔成了若干个不同的历史时期，以便于我们对它进行深入的研究。我们可以借用时钟的表盘来对地史时间做一个形象的比喻。假设你将地质时期的开始——46 亿年以前——指定为表盘上的 12:00。使用时针的一个循环，即 12 个小时，代表从地质时间的开始一直到现在的的过程，按这种方式计算的话，表盘上的每 1 个小时代表的就是 3.83 亿年的时间。你可以使用这个方法形象地勾勒出在地球发展史中各个重要事件的时间跨度。

前寒武纪：距今 46 亿年至 5.42 亿年前

前寒武纪是地质纪录中时间跨度最长的历史时期——它要在表盘模型上占去 10.5 个小时的时间。在前寒武纪开始时，地球的表面几乎被熔岩完全覆盖着。最终在海水的作用下，熔岩冷却下来，并形成了坚硬的地表。又过了 6 亿多年后——要在表盘上占去 1 ~ 2 个小时的时间——基础化学单元在早期海洋中逐渐形成了最初的生命体。简单的单细胞细菌从阳光中获得能量，开始产生氧气。这些氧气随后形成了大气层，为其他复杂生命的出现创造了条件。到第一种多细胞生物出现时，前寒武纪就宣告结束了。

古生代：距今 5.42 亿年至 2.51 亿年前

古生代会在表盘模型上占去近 1 个小时的时间，此时表盘上的指针应该指到了 11:20 了。伴随着寒武纪生命大爆发的开始，在地球上涌现出了大量的具有复杂结构的生物。此时地球上的大陆还是连成一片的，各大洲是在后来发生板块运动中逐渐形成的。植物开始在陆地上生长，很多种动物开始了漫长的进化过程。至古生代结束时，地球上已经有了森林，以及使用肺呼吸的两栖动物和爬行动物。二叠纪物种灭绝事件的发生代表着古生代的结束。约 70% 的陆地生物与 90% 的海洋生物在这次物种灭绝事件中永远地消失了。

你知道吗？

在地球 4.6 亿年的历史中，有 3/4 的时间是在最简单的多细胞生命形成之前度过的。

当代人类出现在约 19 万年前——在表示地质时期的表盘模型上只占有不到 2 秒钟的时间。

已为人所知的最古老的树种有枝干和叶子，与现今这种桫欏（树蕨）相似。



中生代：距今 2.6 亿年至 6 500 万年前

中生代在表盘模型上占有约半个小时的时间。一提到动物灭绝，你可能首先会想到关于恐龙的故事。的确，恐龙是地球中生代时间的主宰者，但在同一个时期中，其他生命形式也在经历着一个进化过程。哺乳动物大约在 2 亿年前出现，鸟类大约在 5 000 万年前开始在天空中飞翔。植物也在悄无声息地发生着改变。先是蕨类植物，然后是针叶树、有花植物，随后是树逐渐成为了主要的陆生植物。造成中生代结束的是另一次大规模的物种灭绝事件——恐龙的消失。从另一个方面讲，恐龙的消失为现代动物的进化与大量繁衍提供了必要的条件。

新生代：距今 6 500 万年前至现今

如果你用一个表盘来表示地球的历史的话，整个新生代时期在这个表盘上仅占有 10 分钟的时间。在新生代中，小型哺乳动物和爬行动物慢慢兴盛起来。由于当时各大洲之间的距离比现在更近一些，天气多变，植物与动物在一个不稳定的环境中经历着自身的进化过程。鲸原来是陆生哺乳动物，但在这个时期中，它却进入到海洋中生存。森林退化后形成了草场，紧接着出现了大型的食草动物。在表盘上的最后 30 秒时间里，人类的祖先开始了直立行走，并在劳动过程中开始使用了工具。

化石

化石是一本关于地球历史的教科书。它可以告诉我们有哪些生物，在什么时候生活在地球上的哪个地方，它们吃些什么，它们是如何生存的，等等。化石总是出现在那些让人意想不到的地方。在美国洛杉矶城的中部有一个著名的拉布雷亚沥青坑，在那里保存着规模最大、数量最多的冰川时期的植物与动物化石，其中包括剑齿虎、猛犸和史前的美洲狮化石等。从拉布雷亚沥青坑中发掘出的剑齿虎化石超过了2000具。但这些化石的年代并不久远——距今只有4万~1万年的历史。一些年代更为久远、更著名的化石是细菌化石，它们距今已有35亿年的历史了。



牙齿的根部嵌入在颞部的软骨结构中。

三叶虫因其背部纵分为三部分而得名。

鲨鱼的牙齿 ▲

鲨鱼牙齿化石的数量相当丰富。当鲨鱼的牙齿受损脱落后，新的牙齿会替代旧的牙齿。一条鲨鱼在它的一生中可能会更换数千颗牙齿。它们的牙齿也易于形成化石，因此，哪里有史前生存的鲨鱼，哪里就会有大量的鲨鱼牙齿化石。

◀ 三叶虫

三叶虫是已经灭绝了的节肢动物，它的样子有点像蟹类与昆虫的综合体，生活在5.3亿年前的远古海洋中。这种生物体长在1~70厘米之间，长有极为坚硬的外骨骼。它们脱壳后遗留下来的硬壳经过很多年后形成的化石，至今仍不断地被发现。它们的软体组织，如腿，会因腐烂而消失。科学家根据现今已掌握的关于节肢动物的知识，对各种信息进行了综合分析，从而对三叶虫的生活习惯有了全面的了解。



嵌齿象的头骨及长牙长度可达2米。

长牙

你知道吗？ 在发现的所有霸王龙骨骼化石中，只有7具化石的完整程度超过了身体的一半。

收集化石 ▶

大部分化石被埋在了岩石层里。为了采集化石，你需要使用适当的工具——为了你的安全，也为了化石的安全。你需要戴上安全帽、护目镜和手套。锤子和凿子是穿透岩石并使化石不受损失的最好的工具。刷子可用于清理和修复化石。



嵌齿象 ▲

这是一只生存于2000万年前的嵌齿象属动物的头骨化石。嵌齿象是已经灭绝了的乳齿象和当代大象的共同祖先。它们长有4颗象牙，2颗在上颌，2颗在下颌，大多生存在湖泊附近，使用下颌上的牙齿挖食植物。嵌齿象属动物化石在世界各地均有发现，如德国、肯尼亚以及美国中部的堪萨斯州。

海百合化石 ▲

虽然它看上去像是一株植物，但海百合实际上是一种棘皮类动物。它与海胆和海星有亲缘关系。在古生代时期中，海百合大面积覆盖于海底。专家们对海百合化石的研究表明，海百合曾有上百个品种，其中一些至今仍生存于海底。

恐龙

为什么说恐龙代表着古代历史？甚至直到现在，科学家仍在寻找着关于这种中生代野兽的各种信息。在1995年，阿根廷的科学家发现了一个新的恐龙物种的骨骼化石。对化石进行测量后发现，这个新发现的巨型食肉动物的身材比霸王龙还要大！因此人们称它为“南方巨兽龙”。这个发现也为研究恐龙的古生物学者带来一轮新的争论——恐龙究竟是温血动物还是冷血动物？最新的研究成果表明，有些恐龙物种行动迅速而敏捷，充满了活力，而此前人们则认为恐龙是一种动作迟缓、行动笨拙的冷血爬行动物。现在，有越来越多的科学家认为恐龙并没有真的灭绝。大多数古生物学者相信现在的鸟类，如鸵鸟，与生活在2亿~1亿年前的恐龙之间有着一定的亲缘关系。

很多恐龙的鼻子上端有一个较大的肉质肥厚的通道，有助于动物们在呼吸时获得或散发热量。

锋利的锯齿状牙齿适合于将猎物的皮肉撕碎。

内耳大，使它具有敏锐的听觉。

眼睛大，使它具有良好的视觉。

你知道吗？

以植物为食的恐龙体长可超过30米，体重相当于33辆小汽车加在一起的重量。

◀ 秃顶龙

秃顶龙是在北美洲发现的第一种恐龙，它长有一副锋利的牙齿。对秃顶龙的研究给科学家带来了丰硕的成果。科学家相信，秃顶龙是一种具有敏锐的视觉与听觉的小型肉食动物，它行动敏捷，反应迅速。它的脑壳体积较大，所以科学家有理由相信秃顶龙是最聪明的恐龙物种之一。

大而灵活的手臂便于抓住猎物。

有些翼龙的尾部末端呈平面状，在飞行中可起到保持平衡的作用。

细长的腿使秃顶龙可以快速移动。

翼龙 ▶

“翼龙”这个名字并不难于理解——一种带有翅膀的动物。但可能会让你感到惊奇的是，虽然它与恐龙共同生活在同一个地质时期中，但这些具有飞行能力的动物并不是恐龙家族中的一员。恐龙是陆生动物，它们从来不会飞行，只是某些恐龙物种的后代在经过进化长出羽毛之后才具有了飞行的本领。翼龙可以飞行，但翅膀上却没有羽毛。翼龙是恐龙的近亲，最大的翼龙展开双翼后，体长相当于一架飞机，而最小的翼龙只有一只小鸟那么大。它们的骨骼是空心的，较轻的体重使它们可以翱翔于蓝天之上。

▼ 南方巨兽龙

南方巨兽龙是称为“兽脚亚目食肉恐龙”中的一种。同时，科学家认为南方巨兽龙是世界上体形最大的一种兽脚亚目食肉恐龙。它体长约 12.5 米，体重约在 5 ~ 7.5 吨之间。



南方巨兽龙的舌头的样子是科学家想象出来的。

恐龙化石有时候会显示出触角和甲壳的形状及尺寸。

厚重、干燥且布满鳞片的皮肤保护着颈部。

翼龙全身覆毛，说明它可能是温血动物。

铲状鸟喙便于从海水中捕食鱼类。

超长的第四根手指支撑着翅膀的边缘。

物种灭绝

假设一颗体积如一座小城市大小的小行星向地球冲来，在穿越浓厚的大气层时，由于与空气的摩擦，小行星被一团火光包裹着，就像是一个大火球一样。你或许认为这种事情只会发生在科幻小说里，但事实并非如此。科学家已经找到历史上大型行星冲击地球的证据，很多人都认为正是由于这种情况的发生造成了地球上恐龙的灭绝——该物种中的动物全部死亡，无一幸免。数以百计的生物物种在一件事件中完全消亡称之为“物种灭绝”。历史上最严重的一次灭绝灾难发生于 2.5 亿年前，被称之为“二叠纪至三叠纪大灭绝事件”，90% 的海洋生物和 70% 的陆地生物在这次事件中彻底消失了，而恐龙则是在这一次物种灭绝事件后出现的。

▼ 物种灭绝的成因

在过去的 5.4 亿年间至少发生过 5 次物种大灭绝事件。造成这些事件发生的原因很有可能是由于小行星或彗星撞击地球，从而引发了剧烈的火山活动、冰川融化并促使海平面升高，破坏了生物原有的生存环境。幸免于难的物种也不得不改变原有的习性来适应新的环境，但它们也因此而获得了新的生存机会。在二叠纪至三叠纪大灭绝事件之后，新出现的物种替代了消失的物种——恐龙，如冠龙和角龙，成为了新时期的主宰者。

冠龙以植物为食，它的喙与鸭子一样是没有牙齿的，体长约 9 米。

角龙属的成员长有与鸟类相似的嘴，头部长有骨质皱褶凸起，有些长有角。它们可能以植物为食。

引起恐龙灭绝的小行星在墨西哥的尤卡坦半岛上撞击出了一个直径 180 千米的巨大的陨石坑。

你知道吗？

濒危物种指其全部或某个重要的组成部分面临灭绝危险的生物物种。

◀ 幸存于世

在小行星撞击地球的灾难中侥幸存活下来的生物要面对一些新的挑战。小行星撞击地球时冲起的灰尘遮天蔽日，使地球在连续几周的时间里都处于一片黑暗之中。灰尘阻塞了呼吸系统，对依靠阳光生存的植物造成了损害，并致使对外界环境化学物质甚为敏感的单细胞生物彻底死亡。一些物种的灭绝导致了依靠这些物种提供食物和氧气的其他生物也随之消亡。

在北美洲洛基山脉发现的暴龙骨骼化石上有被霸王龙的牙齿咬过的痕迹，这使科学家相信它们之间曾发生过自相残杀的恶斗。

科学家认为恐龙是在白垩纪至第三纪大灭绝事件中消失的，这次物种灭绝事件是由小行星撞击尤卡坦半岛造成的。

▲ 在你家的后花园中有一只霸王龙？

并非所有关于物种灭绝事件的假设都是可以证明的，科学家还面临着很多没有答案的问题。化石可以为科学家提供出关于物种灭绝的最有力的证据——化石上的纹路表明每隔 2 600 万 ~ 3 000 万年就会发生一次物种灭绝事件。这让一些科学家相信化石上的纹路与小行星或其他太空物体的路径有一定的关系。

大型哺乳动物

过去的 6 500 万年被称为“新生代”时期，同时它们也被认为是哺乳动物时代——哺乳动物在这一时期中逐渐兴盛起来。在新生代时期中，很多哺乳动物在不断进化过程中形成了巨大的体型。这些大型哺乳动物包括体型与今天的黑熊大小相当的海狸和体重达 360 千克的穴狮。但很多大型哺乳动物在约 1 万年前突然消失了，其原因至今仍在不断的争论中。有些科学家认为是早期人类的捕猎活动导致了大型哺乳动物的灭绝。另有些科学家则把责任归咎为最近一次的、开始于 7 万年前的冰河时代，冰山活动频繁，占据了地球的大部分表面，极大地消耗了哺乳动物赖以生存的各种资源，并最终导致了哺乳动物的大量消失。

猛犸 ▶

猛犸是最后一次冰河时代的象征，它可能是新生代时期中体形最大的哺乳动物。科学家从于西伯利亚发现的猛犸骨骼化石以及欧洲的洞穴壁画中得到很多关于猛犸的信息。在距今 35 万 ~ 1 万年之间，猛犸是欧洲、亚洲及北美洲的北部寒冷地区的主宰者。它们高约 3 米，每天要吃掉 136 千克的植物。

猛犸具有两层毛发，在粗长的外层毛发下面还有一层细软浓密的绒毛。这使猛犸具有了极佳的抗寒能力。

猛犸长有一对弯曲的大门牙，长度可达 3 米。

你知道吗？

现在已经绝迹了的无角巨犀曾经是最大的陆生哺乳动物。它体长约 8 米，高约 5.5 米，重约 18 吨。

这头猛犸
身高 3.3 米，
旁边的人身
高 1.5 米。

重脚兽

这种长得很像犀牛的非洲食草动物生活在距今 3 000 万年前的沼泽中。雄性重脚兽的头部长着两根巨大的角。角的内部是空心的，科学家认为重脚兽的角有两个主要用途：一是产生交配音；二是用于与其他雄性重脚兽进行搏斗。这种大型哺乳动物的肩高达 1.8 米。



巨獭的头部与其身体其他部分相比偏小一些。

这只重脚兽身高 1.8 米，旁边的人身高 1.5 米。



巨獭

新生代之王——巨獭是一种曾生活于南美洲的大地獭属哺乳动物。其身材大小如同今天的大象一样，它全身长有浓密的长毛，看上去就像是一只长着超大的带有长尾巴的豚鼠。很多科学家认为，大地獭属动物可以依靠后腿站立，并可以用它那长而锋利的爪子摘取树木顶部的细嫩枝叶为食。



这只巨獭身高 6 米，旁边的人身高 1.5 米。

大地獭属动物在用后肢站立摘取树叶时，使用它强壮的尾巴保持身体的平衡。

岩石测龄

可以根据年轮来推测出树木的年龄,那么如何才能测算出岩石的年龄呢?在岩石内部有它自己的时间印记。岩石中有些元素会经历一个称为“放射衰变”的过程。这些元素的原子会从其原子核内释放出微小的粒子。经过数百万年后,这个衰变过程会促使原子类型产生改变。我们用铀这种发现于很多岩石中的放射性金属元素来举个例子。铀元素在经历一段时间的衰变后会变成为铅元素。地质学家只需测量出岩石样本中的铅元素数量,然后再与样本中的铀元素数量进行比较后,就可以测算出该岩石样本的年龄了。怎么样?这个方法不错吧!使用这个方法,地质学家们还可以知道铀元素要经过多长时间才可以衰变为铅元素。因此,岩石中的铅元素越多,说明这块岩石的年龄越长,因为它需要更多的时间来完成铀元素的衰变过程。

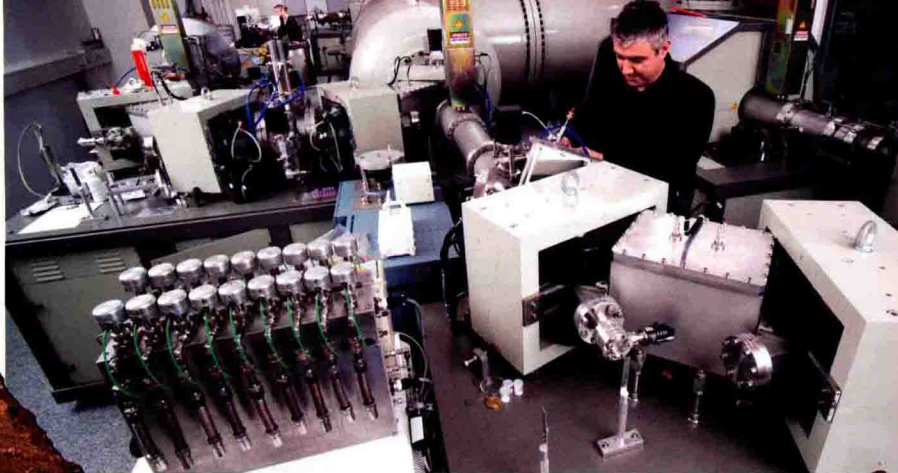
你知道吗?

最古老岩石澳大利亚西南部距今 44 亿~ 43 亿年。

测定洞穴壁画的年龄 ▼

科学家还可以根据骨骼、组织等测算出古生物的年龄。在法国的佩赫梅尔山洞中,史前艺术家们用于作画的黑色颜料中有少量的木炭类物质。科学家对在颜料中发现的碳元素——碳-14 的微量辐射方式进行了研究,从而测算出这些颜料出现于公元前 2.5 万年左右。科学家根据物质中可用于记载时间信息的元素作为测量时间的依据。例如,因为月球岩石中含有可用于测算时间的放射性物质——钾-40,所以在测算月球岩石的年龄时就需要对钾-40 的放射衰减程度进行研究与分析。





研究工具 ▲

放射性元素都有一个半衰期——元素 A 变为元素 B 的过程中超过半数的原子发生衰变所需的时间。科学家使用质谱仪对岩石进行分析。假设一名科学家发现一块岩石样本中有一半的原子是 A，另一半的原子是 B。原子 A 的半衰期是 100 年，经衰变后原子 A 会变为原子 B，那么这块岩石样本必然有 100 年的历史了。用于测算岩石年龄的元素的半衰期时间长度令人难以置信。例如，铀-238 的半衰期为 45 亿年。

叠层石是由早期微生物层构成的岩石状结构，如水藻和细菌在生长和新陈代谢过程中形成的矿物质沉积层。叠层石化石是地球上最早期的生命形式的体现，其形成年代至少应该是 35 亿年前。



由阿波罗号飞船上的宇航员带回的月球岩石的历史应该已有 30 亿 ~ 46 亿年了。



这两个松果化石形成于距今 1.45 亿 ~ 0.65 亿年前。



岩石层的时间意义 ▲

科学家经常会用多种技术来测定岩石的年龄。对岩石层的研究可计算出岩石和化石的相对年代。形成时间较早的岩石通常位于底部，形成时间较晚的岩石通常位于上部。根据这个原理，科学家可以推测出在不同岩石层中发现的化石的相对形成年代。