

化石的故事

● 金鹰达 编著

HUASHI DE GUSHI

生命的印迹丛书

- 420 幅珍贵的化石图片
- 再现 380 个物种的生命历程

南海出版公司

“生命的印迹”丛书

化石 的 故事

金鹰达 编著

南海出版公司

2006·海口

图书在版编目(CIP)数据

化石的故事 / 金鹰达编著. —海口: 南海出版公司,

2006.6

(生命的印迹)

ISBN 7-5442-3401-0

I.化... II.金... III.化石—普及读物

IV.Q911.2-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第033389号

SHENGMING DE YINJI CONGSHU: HUASHI DE GUSHI

生命的印迹丛书: 化石的故事

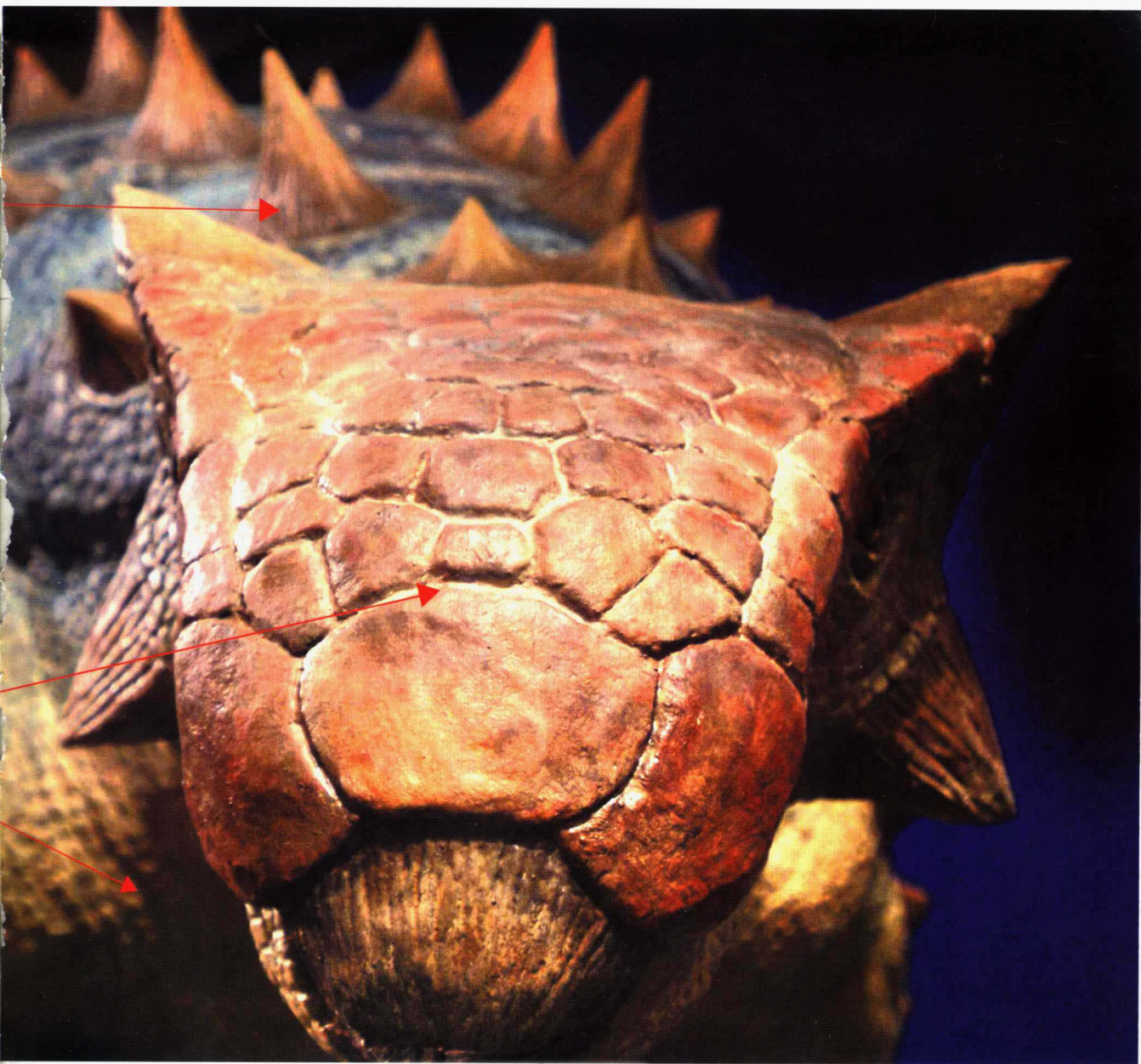
编 著	金鹰达
图文编辑	陶 柱
责任编辑	周诗鸿
装帧设计	孙志强
出版发行	南海出版公司 电话(0898)66568511
社 址	海口市海秀中路51号星华大厦5楼 邮编 570206
电子信箱	nhcbgs@0898.net
经 销	新华书店
印 刷	深圳市鹰达印刷包装有限公司
开 本	787mm × 1092 mm 1/24
印 张	34.25
版 次	2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷
书 号	ISBN 7-5442-3401-0
定 价	147.60元(全3册)

甲龙背上覆有尖利和骨质甲片，这使食肉恐龙无法对其背部实施攻击。

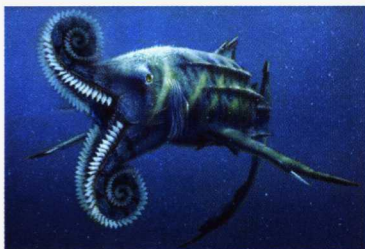
像狐狸对付刺猬一般，甲龙一旦被霸王龙等大型食肉恐龙掀翻，其保护不足的腹部就会受到致命的攻击。

甲龙的头部甚至眼皮覆有很厚的胄甲，保护其头部不受攻击。





古代生物复原图



旋齿鲨



雕齿兽



披毛犀



棱齿龙 (小型的)



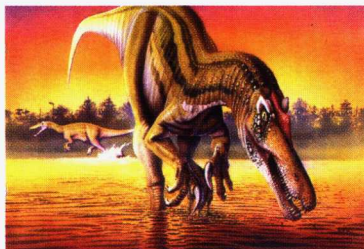
板齿犀



袋剑虎



南方巨兽龙



重爪龙



棘龙



板龙



三燕龙城鸟



孙氏孔子鸟

前言

它们曾经是地球上的主宰者，是今天地球生物的祖先，由于地质运动和地球环境的变化，它们从此长眠地下。经过了成千上万年的掩埋，它们的躯体发生了一系列的化学变化，成为了化石。也许，它们中的很多仍然被掩埋在地球的某个角落而不为人们所知道，也许，地球并没有能够完整地将它们的躯体保存下来，也许只是一个头骨、一颗牙齿、一片叶子、一粒种子甚至只是一个脚印，但是这些都印证了它们存在过，每一个曾经鲜活的生物个体身上都有动人的故事发生。当然，这些都是历史。

随着人口的不断增长，人类经济、文化等活动的急剧增加，对地球的索取也越来越多，从而导致地球生命的生存环境趋于恶化——大量的森林、草原、河流消失了，取而代之的是绿洲沙化、高楼林立、臭氧层空洞、全球气温升高……而环境的恶化又导致了一些珍稀物种的数量明显下降或濒临灭绝！据统计，全世界每天有75个物种灭绝，每小时有3个物种灭绝。科学家们推断，地球将要面临第六次生物大灭绝。而在这第六次物种大灭绝面前，人类将何去何从？

古人说，以史为鉴，可以知兴亡得失，这也是本书成书的原因。我们希望通过还原那些化石的本来面目，使读者能对地球、对地球上那些曾经鲜活的生命个体有一个完整、清晰的认识，并从这些认识当中来体察我们人类将来所要做的一切。

当然，本书并没有将地球上曾经存在过的生命作一一描述，一方面，地球生命的发展演变到今天，其时间已达上亿年，存在过的物种种类繁多、数量庞大，而我们今天挖掘、发现的化石还非常有限；另一方面，即使是将已发现的化石作完整、详细的介绍，那也是一项大工程，是我们力所不逮的。因此本书选择那些具有代表性的，且对其有大量研究的物种，来作详细介绍。

此外，在动物化石篇中，我们将属于爬行动物的恐龙和属于哺乳动物的古人类作了单独的介绍，这是因为恐龙是地球生命发展演变过程中最有代表性的物种，而古人类则最终发展演变成了今天的我们。因此，读者在阅读的过程中不要产生疑义。

最后，让我们翻开本书，一起去聆听化石的故事。

目 录

前言	1
开篇	3
什么是化石?	3
化石的形成方式	4
化石的保存条件和形成过程	5
化石的分类	5
何谓“活化石”	8
研究化石的意义	10
生物进化的地质时期	12
生物的分类	13
植物化石篇	14
植物界的演化	14
古代植物的分布	15
藻类植物化石	21
苔藓植物化石	25
蕨类植物化石	26
裸子植物化石	39
被子植物化石	55
动物化石篇	71
恐龙化石	73
三叶虫化石	118
腕足动物化石	131
鱼类化石	155
鸟类化石	177
古人类化石	194
爬行动物化石	207
哺乳动物化石	215

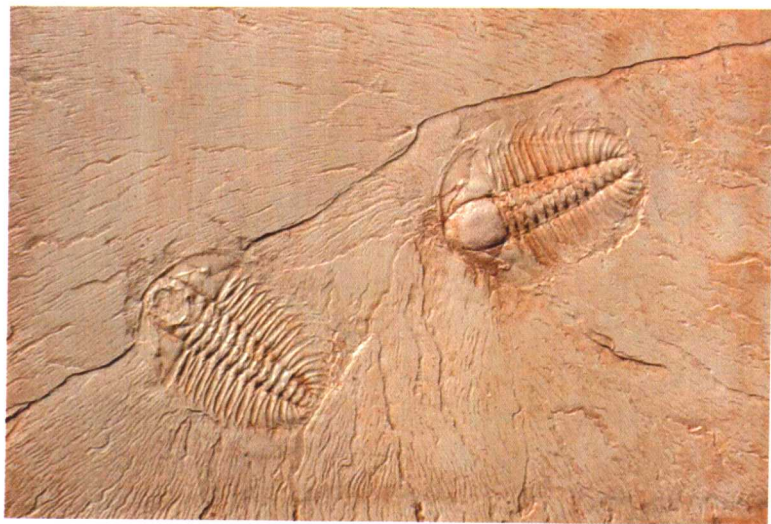
开 篇

一、什么是化石

化石是指人类史前地质历史时期形成并赋存于地层中的生物遗体和活动遗迹，包括植物、无脊椎动物、脊椎动物等化石及其遗迹化石。它是地球历史的见证，是研究生物起源和进化的科学依据。化石不同于文物，它是重要的地质遗迹，是宝贵的、不可再生的自然遗产。

化石是埋藏在地层里的古代生物的遗物。最常见的化石是由牙齿和骨骼形成的。古代动物死后，尸体的内

脏、肌肉等柔软的组织很快便会腐烂，牙齿和骨骼因为有机质较少，无机质较多，能保存较长的时间。如果尸体恰好被泥沙掩埋，与空气隔绝，腐烂的过程便会放慢。泥沙空隙中有缓慢流动的地下水。水流一方面溶解岩石和泥沙内的矿物质，另一方面将水中过剩的矿物质沉淀下来或成为晶体，随着水流逐渐渗进埋在泥沙中的骨内，填补牙齿和骨骼有机质腐烂后留下的空间。如果条件合适，由外界渗进骨内的矿物质在牙齿和骨骼腐烂解体之前能有效地替代骨骼原有的有机质，牙齿和骨骼便完好地保存成为化石。由于化石中的大量矿物质是



极为细致地慢慢替代其中的有机质，所以能完整地保存牙齿和骨骼原来的形态，连电子显微镜才能看清的组织形态都能原样保存。天长日久，骨骼的重量不断增加，由原来的牙齿和骨头变成了保存牙齿和骨头原有的外形和内部结构的石头，这个过程被称作“石化过程”。

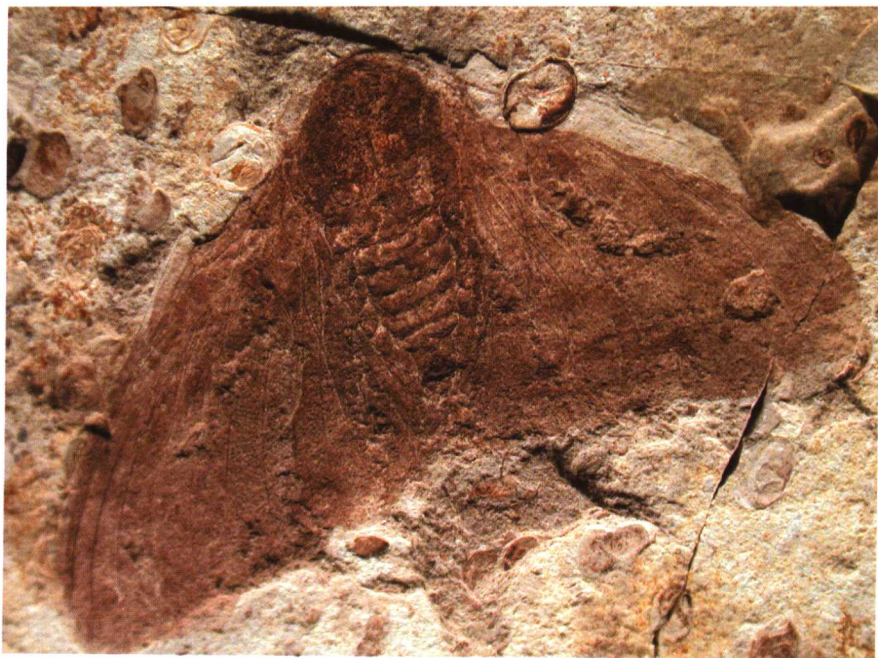
二、化石的形成方式

化石的形成要经过一系列的化石化作用，所谓化石化作用是指随着沉积物变成岩石的成岩作用，埋藏在沉积物中的生物遗体虽经历了物理作用和化学作用的改造，但是仍然保留着生物面貌及部分生物结构的作用。化石化作用有三种方式：矿物质填充作用、交替作用和升馏作用。

矿物质填充作用：矿物质填充作用是指某些无脊椎动物外壳或脊椎动物骨骼中的有机物分解消失以后留下了中空的部分，在地层下被埋藏很久以后，溶解在地下水中的矿物质（主要是碳酸钙）往往在其孔隙中经重结晶作用变成了较为致密、坚实并且增加了重量的实体化石。

交替作用：交替作用是指生物硬体的组成物质在埋藏情况下被逐渐溶解，再由外来矿物质逐渐补充替代的过程。在这个过程中，如果溶解和交替速度相等，而且以分子相交换，就可以保存原来的细微结构，如硅化木。常见的交替物质有二氧化硅、方解石、白云石、黄铁矿等，相应的过程就可以叫做硅化、方解石化、白云石化和黄铁矿化。

升馏作用：升馏作用是指古生物遗体在被埋藏之后，不稳定成分分解，可挥发物质往往首先挥发消失，最后只留下炭质薄膜而保存下来。这个过程也称为炭化。例如，植物的叶子主要成分是碳水化合物，经过升馏作用后往往也只有碳质保存成了化石。



三、化石的保存条件和形成过程

我们已经知道，地质历史时期的古生物遗体或遗迹在被沉积埋藏后可以随着漫长地质年代里沉积物的成岩过程石化成化石。但是，并不是所有的史前生物都能够形成化石。化石的形成过程及其后期的保存都要求一定的特殊条件。

化石的形成及保存首先需要一定的生物自身条件。具有硬件的生物保存为化石的可能性较大。无脊椎动物中的各种贝壳、脊椎动物的骨骼等主要由矿物质构成，能够较为持久地抵御各种破坏作用。此外，具有角质层、纤维质和几丁质薄膜的生物，例如植物的叶子和笔石的体壁等，虽然容易遭受破坏，但是不容易溶解，在高温下能够炭化而成为化石。而动物的内脏和肌肉等“软件”容易被氧化和腐蚀，除非在极特殊的条件下否则很难保存为化石。

化石的形成和保存还需要一定的埋藏条件。生物死亡后如果能够迅速被掩埋则较有可能保存为化石。如果生物遗体长期暴露在地表或者长久留在水底不被泥沙掩埋，它们就很容易遭到活动物的吞食或细菌的腐蚀，还容易遭受风化、水动力作用等破坏。不同掩埋的沉积物也会使生物形成化石并被保存的可能性及状况产生差别。如果生物遗体被化学沉积物、生物成因的沉积物和细碎屑沉积物（指颗粒较细的沉积物）所掩埋，它们在埋藏期就不容易遭到破坏。但是如果被粗碎屑沉积物（指颗粒较粗的沉积物）所掩埋，它们在埋藏期间就容易因机械运动（粗碎屑的滚动和摩擦）而被破坏。在特殊的条件下，松脂的包裹和冻土的掩埋甚至可以保存完好的古生物软体，为科学家提供更为全面丰富的科学研究材料，琥珀里的蜘蛛和第四纪冻土中的猛犸象就是这样被保存下来的。

时间因素在化石的形成中也是必不可少的。生物遗体或是其硬件部分必须经历长期的埋藏，才能够随着周围沉积物的成岩过程而石化成化石。有时虽然生物死后被迅速埋藏了，但是不久又因冲刷等各种自然力的作用而重新暴露出来，这样它依然不能形成化石。

沉积物的成岩作用对化石的形成和保存也很有影响。一般来说，沉积物在固结成岩过程中的压实作用和结晶作用都会影响化石的形成和保存。其中，碎屑沉积物的压实作用比较显著，所以在碎屑沉积岩中的化石很少能够保持原始的立体状态。化学沉积物在成岩中的结晶作用则常常使生物遗体的细微结构遭受破坏，尤其是深部成岩、高温高压的变质作用和重结晶作用可以使化石严重损坏，甚至完全消失。

四、化石的分类

地层中的化石，从其保存特点看，大致可分为四类：实体化石、模铸化石、遗迹化石和化学化石。



模铸化石



西伯利亚冻土层中的猛犸象



模铸化石

实体化石: 指古生物遗体本身几乎全部或部分保存下来的化石。原来的生物在特别适宜的情况下, 避开了空气的氧化和细菌的腐蚀, 其硬体和软体可以比较完整的保存而无显著的变化。例如猛犸象(第四纪冰期西伯利亚冻土层中于1901年发现, 距今25000年以前, 不仅骨骼完整, 连皮、毛、血肉, 甚至胃中食物都保存完整)。

模铸化石: 就是生物遗体在地层或围岩中留下的印模或复铸物。一类是印痕, 即生物遗体陷落在底层所留下的印迹, 遗体往往遭受破坏, 但这种印迹却反映该生物体的主要特征。不具硬壳的生物, 在特定的地质条件下, 也可保存其软体印痕, 最常见的就是植物叶子的印痕。第二类是印模化石, 包括外模和内模两种。外模是遗体坚硬部分(如贝壳)的外表印在围岩上的痕迹, 它能够反映原来生物外表形态及构造; 内模指壳体的内面轮廓构造印在围岩上的痕迹, 能够反映生物硬体的内部形态及构造特征。例如贝壳埋于砂岩中, 其内部空腔也被泥沙充填, 当泥沙固结成岩而地下水把壳溶解之后, 在围岩与壳外表的接触面上留下贝壳的外模, 在围岩与壳的内表面的接触面上留下内模。第三类叫做核, 上面提到的贝壳内的泥沙充填物称为内核, 它的表面就是内模, 内核的形状大小和壳内空间的性状大小相等, 是反映壳内面构造的实体。如果壳内没有泥沙填充, 当贝壳溶解后只留下一个与壳同形等大的空间, 此空间如再经充填, 就形成与原壳外形一致、大小相等而成分均一的实体, 即称外核。外核表面的形状和原壳表面一样, 是由外模反印出来的, 它的内部则是实心的, 并不反映壳的内部特点。第四类是铸型, 当贝壳埋在沉积物中, 已经形成外模及内核后, 壳质全被溶解, 而又被另一种矿质填入, 像工艺铸成的一样, 使填入物保存贝壳的原形及大小, 这样就形成了铸型。它的表面与原来贝壳的外饰一样, 它们内部还包有一个内核, 但壳本身的细微构造没有保存。

总的来说, 外模和内模所表现的纹饰凹凸情况与原物正好相反。外核与铸型在外部形状上和原物完全一致, 但原物的内部构造被破坏消失, 其物质成分与原物也不同。至于外核和铸型的区别在于前者内部没有内



恐龙蛋化石



恐龙脚印化石

核，而后者内部还含有内核。

遗迹化石：指保留在岩层中的古生物生活活动的痕迹和遗物。遗迹化石中最重要的是足迹，此外还有节肢动物的爬痕、掘穴、钻孔以及生活在滨海地带的舌形贝所构成的潜穴，均可形成遗迹化石。遗物化石方面，往往指动物的排泄物或卵（蛋化石），各种动物的粪团、粪粒均可形成粪化石。

化学化石：在大多数情况下，古生物的遗体都因遭到破坏而没有保存下来。但是在某种特定的条件下，组成生物的有机成分分解后形成的氨基酸、脂肪酸等有机物却可以仍然保留在岩层里。这些物质看不见、摸不着，但是却具有一定的有机化学分子结构，足以证明过去生物的存在。因此，科学家就把这类有机物称为化学化石。

科学家曾经对3亿年前的鱼类和双壳类化石以及1亿多年前的恐龙化石进行过化学分析，分析出了7种氨基酸，甚至还在5亿年前的古老地层中分析出了氨基酸和蛋白质等有机物。

化学化石的研究对探明地球上生命的起源和阐明生物进化的历史具有重要的意义。由于不同地质时期各类生物有机成分多少有差异，对化学化石的进一步深入研究对解决生物分类和划分对比地层都将起到一定的作用。



拉蒂迈鱼

五、何谓“活化石”

我们已经知道，化石是那些生活在久远的地质历史各时期的古老生物的遗体或遗迹，因此，化石生物几乎都是那些与现代生物不同的、比现代生物要原始的生命形式。

不过在我们现代的生态系统内，生活着的生物也并不全是“现代化”的。某些生物仍然顽强地生存在这个世界上，但是它们的形态结构、生理和代谢机制、生物化学组成、遗传谱系和系统发生关系等却或多或少地保留了许多原始生物的特征，在它们身上，我们可以看到一些祖先型生命形式的原始状态，它们提供给了我们许多一般只能靠化石才能提供的信息，科学家就把这样的生物形象地称为“活化石”。

水杉、熊猫等我国的珍稀动植物都是大家熟悉的活化石。鱼类中有一种拉蒂迈鱼，从它那连接身体和鳍条的肉质鳍柄上你可以想象出3亿多年前肉鳍鱼类顽强地爬上陆地演化成两栖类动物的进化过程。



六、研究化石的意义

我们已经知道了,化石是遥远的地质历史时期各种生物的遗体或遗迹,因此,化石可以为人类研究动植物生活习性、繁殖方式及当时的生态环境,提供十分珍贵的实物证据;化石对研究地质时期古地理、古气候、地球的演变、生物的进化等具有不可估量的价值;化石为探索地球上生物的大批死亡、灭绝事件研究提供了罕见的实体证据;有些特殊、特形化石其本身或经加工具有极高的美学欣赏价值和收藏价值,因此,在一定意义上,它也是一种重要的地质旅游资源和旅游商品资源。

18、19世纪之交,博物学家透过对化石的观察发现,越古老的地层中的化石生物与现代生物的面貌差别越大,越年轻的地层中的化石生物与现代生物的面貌差别越小。这一发现为生物进化论思想的产生直接提供了启迪。随后,一代又一代的科学家通过不断发现的越来越多的生物化石的研究,根据它们形态特征上的异同将各门类生物之间的亲缘关系了解得越来越清楚。在此基础上,科学家进一步的研究使得我们对各种古生物的生活方式、进化规律和机制等有了更深入的了解。

微体古生物学是20世纪由于工业迅速发展而形成的一个古生物学新分支,主要研究对象是那些微小的化石生物,例如有孔虫、放射虫、几丁虫、介形虫、沟鞭藻和硅藻等门类,以及某些古生物类别的微小器官化石,如牙形石、轮藻和孢粉(植物的孢子和花粉)等。其中,孢粉的研究在划分对比非海相地层(即除了海洋性地层之外的所有其他地层)和研究古气候、古地理、古植被等方面具有特殊的意义。

在化石研究的基础上,古生态学家可以透过研究古生物与古环境的相互关系,了解地质历史各时期古生物的生活方式、生活条件、生命活动的遗迹、生物及其器官的形态功能、古生物死亡后的埋藏过程和机理等问题。

理论古生物学家透过研究大量的化石资料,探讨物种形成、类别的分异、进化的方式、进化的速率和进化机制等生物进化的规律。古生物地理学家则透过大量化石生物的对比研究来了解地质历史各时期动物群和植物群的地理分布等问题。

此外,诸如生物地层学、分子古生物学、古生物化学以及古仿生学等边缘学科的研究也都离不开古生物化石。由此可见,古生物学的方方面面以及相关的一些学科领域的科学研究都离不开古生物化石,化石对于科学研究起着至关重要的作用。

除了科学研究之外,化石的审美价值、文化价值和社会价值也很大。许多造型美观的化石既是自然遗产,又是天成的艺术品。国外发达国家许多普通人都是化石的爱好者和收藏家,通过收藏化石,既了解了自然历史等科学知识,又起到了修身养性、陶冶情操的作用。近年来随着我国经济的发展和人民生活水平的提高,也出现了一批化石爱好者和收藏家,他们的活动不仅起到了一定的普及科学效应,而且还在很大程度上促进了

附：地质年代表

宙	代	纪	世	距今年代（百万年）	主要生物演化
显生宙	新生代	第四纪	全新世	0.01 ~ 现代	人类
			更新世	2.4 ~ 0.01	现代植物
		第三纪	上新世	5.3 ~ 2.4	被子植物 哺乳动物
			中新世	23 ~ 5.3	
			渐新世	36.5 ~ 23	
			始新世	53 ~ 36.5	
			古新世	65 ~ 53	
	中生代	白垩纪	晚	135 ~ 65	爬行动物 裸子植物
			中		
			早		
		侏罗纪	晚	205 ~ 135	
			中		
			早		
		三叠纪	晚	250 ~ 205	
			中		
			早		
	古生代	二叠纪	晚	290 ~ 250	两栖动物 蕨类 藻类 鱼类 无脊椎动物 古菌类
			中		
			早		
		石炭纪	晚	355 ~ 290	
			中		
			早		
		泥盆纪	晚	410 ~ 355	
			中		
			早		
		志留纪	晚	438 ~ 410	
			中		
			早		
		奥陶纪	晚	510 ~ 438	
			中		
			早		