第二章　化石的形成与古生物学

第一节　化石——古生物学的研究对象

当代地球是生物主宰的时代，生活在地球上的生物形形色色，丰富多彩，它们遍布于地球的每个角落，繁衍生息，为地球增添了无限生机。然而，如此多姿的生物界来自何方？地质历史时期的生物界是何种面貌？它们是如何发展成今天的繁荣世界的呢？这一切答案都记录在保存于岩层中的化石上，这也是古生物学要研究的重要内容之一。

所谓化石(fossil)是指保存在岩层中地质历史时期的生物遗体和生命活动的痕迹。因此，化石区别于一般的岩石在于它必须与古代生物相联系，它必须具有诸如形状、结构、纹饰和有机化学成分等生物特征，或者是由生物生活活动所产生的并保留下来的痕迹。一些保存在地层中与生物和生物活动无关的物体，虽然在形态上与某些化石十分相似，但只能称为假化石，如姜结石、龟背石、泥裂、卵形砾石、波痕、放射状结晶的矿物集合体、矿质结核、树枝状铁质沉淀物等，都不是化石。

古生物学是以化石为研究对象，研究地史时期的生物界及其发展的科学，其研究范围包括各地史时期地层中保存的生物遗体、遗迹和一切与生物活动有关的地质记录。古生物是相对现生生物而言的，它们具有生活时代上的差别。通常古、今生物之间的时间界线被定在一万年左右，即生活在全新世以前的生物才称为古生物，而全新世以来的生物属于现生生物的范畴。因此，埋藏在现代沉积物中的生物遗体不是化石，人类历史以来的考古文物一般亦不被认为是化石。

古生物学的基础工作包括化石的采集和发掘、处理和复原、鉴定和描述，并在这些工作的基础上进行分类分析，进而研究各类生物的生活方式、进化规律等，最终应用于各种自然研究。在古生物学研究的化石中，有些生物体和化石个体较大，利用常规方法在肉眼下就能直接进行研究，这些化石称为大化石(macrofossil)。但是某些生物类别，如有孔虫、放射虫、介形虫、沟鞭藻和硅藻等，以及某些古生物类别的微小部分或微小器官，如牙形石、轮藻和孢子花粉等，形体微小，一般肉眼难以辨认，这些化石称为微化石(microfossil)。对于微化石的研究必须采取专门的技术和方法从岩石中将化石处理、分离出来，或磨制成切片，通过显微镜进行观察和研究，这就形成了一门专门的学科(微体古生物学 micropaleontology)。其中有专门研究古代植物繁殖器官孢子和花粉的孢粉学(palynology)；有以更加微小的超微化石(nannofossil)为研究对象的超微古生物学(ultramicropaleontology)。此外，在古生物学的发展和应用过程中，不断与相关学科交叉和渗透，产生了一系列边缘、交叉学科。如与地层学结合产生的生物地层学(biostratigraphy)和生态地层学(ecostratigraphy)；与物理化学结合产生的分子古生物学(molecular paleontology)和古生物化学(paleobiochemistry)；研究古代生物和无机、有机环境关系的古生态学(paleoecology)；研究地史时期动、植物地理分布的古生物

地理学(paleobiogeography)等等。

第二节　化石的石化作用

地史时期的生物遗体及其生命活动的痕迹在被沉积物埋藏后，经历了漫长的地质年代，随着沉积物的成岩作用，埋藏在沉积物中的生物体在成岩作用下经过物理化学作用的改造，即石化作用，而形成化石。化石的形成和保存取决于以下几方面的条件。

一、生物本身条件

从生物本身条件来说，最好具有硬体，因为软体部分容易腐烂、分解而消失，而硬体主要是由矿物质组成的，能够比较持久地抵御各种破坏作用。但是，硬体的矿物质成分不同，保存为化石的可能性也不同。由方解石、硅质化合物和甲氰磷酸钙等矿物组成的生物硬体，在成岩和石化作用过程中比较稳定，容易保存为化石；霰石和含镁方解石等不稳定矿物，在转化为稳定矿物之前则容易遭受破坏。有机质硬体如角质层、木质、几丁质薄膜等，虽易遭受破坏，但在成岩过程中可炭化而保存为化石，如植物叶子、笔石体壁等。在某些极为特殊的条件下，一些动物的软体部分有时亦能保存为化石，如琥珀中的昆虫(图 2-1)和第四纪冻土中的猛犸象(图 2-2)等。

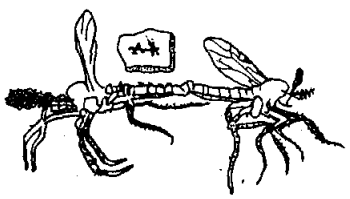


图 2-1　琥珀中保存完整的昆虫实体化石
(据河北师范大学生物系等，1975)



图 2-2　冻土中保存完整的猛犸象实体化石
(据刘后一等，1982)

二、生物死后的环境条件

生物死后尸体所处的物理化学环境直接影响到化石的保存和形成。在高能水动力条件下，生物尸体容易被磨损破坏；水体 pH 值小于 7.8 时，碳酸钙组成的硬体易遭溶解；氧化环境中有机质容易腐烂，而还原条件下有机质容易保存下来。此外，当时生活着的动物吞食和细菌的腐蚀作用亦影响到化石的保存。

三、埋藏条件

生物死后掩埋的沉积物不同，保存为化石的可能性亦不同。如果生物尸体是被化学沉积物、生物成因的沉积物所埋藏，那么，除软体部分外，硬体比较容易保存下来。如果是被粗的碎屑沉积物埋藏，则由于粗碎屑沉积物的机械活动性和富孔隙，生物尸体容易遭受破坏。但在某些特殊的沉积物(如松脂、冰川冻土)中，一些生物的软体部分亦能完好地保存下来(图 2-1，2-2)。

四、时间条件

只有生物死后迅速被埋藏起来才有可能被保存为化石；被埋藏起来的生物尸体还必须经过长时期的石化作用后才能形成化石。有时生物死后虽被迅速埋藏，但不久又因各种原因被暴露出来遭受破坏，也不能形成化石。有时被埋藏在浅层沉积物中的生物尸体还有被生活在泥底中的生物吞食的可能。在一些较古老的岩层中的化石，岩层变形和变质作用亦容易使化石遭受破坏。

五、成岩条件

沉积物在固结成岩作用过程中，其压实和结晶作用都会影响到化石的石化作用和化石的保存。一些孔隙度较高、含水分较多的碎屑沉积物压实作用显著，因而保存在其中的化石变形作用明显。保存在碳酸盐沉积物中的化石，由于沉积物的成岩重结晶作用，由碳酸钙组成的生物体也将发生重结晶，因而生物体的结构容易被破坏。只有压实作用较小且未经过严重重结晶作用的情况下，才能保存完好的化石。

保存在沉积物中被埋藏起来的生物遗体，在沉积物的成岩作用过程中所发生的石化作用主要有以下三种形式。

(1) 矿质填充作用：生物的硬体组织中的一些空隙，通过石化作用被一些矿物质沉淀充填，使得生物的硬体变得致密和坚实。这种填充作用可发生在生物硬体结构之中，如贝壳中的微孔、脊椎动物的骨髓等，也可发生在生物硬体结构之间，如有孔虫壳的房室、珊瑚的隔壁之间等。

(2) 置换作用：在石化作用过程中，原来生物体的组成物质被溶解，并逐渐被外来矿物质所填充。如果溶解和填充的速度相当，以分子的形式置换，那么原来生物的微细结构可以被保存下来，例如，华北二叠系的硅化木，其原来的木质纤维均被硅质置换，但其微细结构如年轮以及细胞轮廓都仍清晰可见；美洲西部三叠系硅化的动物标本，一些微小和精细的壳饰都完好地保存下来(图 2-3)。如果置换速度小于溶解速度，则生物体的微细构造不会保存，仅保留其外部形态。常见的置换作用有硅化、钙化、白云石化和黄铁矿化等。

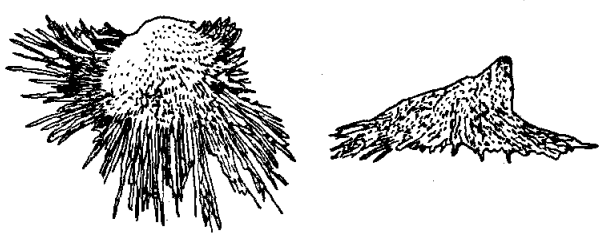


图 2-3　置换作用形成完好的实体化石
(据 Grant, 1966)

(3) 碳化作用：石化作用过程中生物遗体中不稳定的成分经分解和升馏作用而挥发消失，仅留下较稳定的碳质薄膜而保存为化石。例如，以几丁质成分($C_{15}H_{26}N_2O_{10}$)为主的笔石和植物叶子经升馏作用，H，N，O 挥发逃逸，留下碳质化石薄膜。

由此可见，化石的保存和形成是受多因素长期控制的一种动力学过程，只要在地层内没有被发掘出来，这种过程就没有终止。因此，我们今天能够看到的化石是满足和经历了种种严格地质条件和过程的产物。在各时代地层中保存下来的化石，显然只是地质历史时期生存过的生物群中的一小部分。而且即使化石已经形成，如果它在地层中没有被发掘出来，它仍然受各种地质作用的控制，如变质作用、风化作用等，还可能遭受破坏。据统计，在现生生

物中，已描述的物种约有150万种(Grant，1963)，其中动物约为100万种，植物50万种。如果把现生物种全部描述出来，估计有450万种(Grant，1963)。然而，目前已经记述的古生物物种只有13万种(Raup and Stanley，1971)，约占已描述的现生物种的8.7%。地质历史已经历了几十亿年，即使从地球生物大爆发的显生宙以来，也有约五亿七千万年的历史。这一事实一方面说明还有大量未知的化石有待发现，另一方面也表明化石记录的不完备性。

虽然人们对化石的认识在很大程度上亦取决于对已有化石的发掘、采集和分析，但严格的化石保存条件导致了化石记录的不完备性，这是古生物学中的基本事实，所以在研究古生物界的面貌及其发展规律时，必须考虑这个事实，避免做出片面的结论。同时，化石是珍品，要爱护来之不易的化石记录，使之发挥其应有的作用。

第三节　化石的保存类型

根据化石的保存特点，大体上可以将化石分为四大类，即实体化石、模铸化石、遗迹化石和化学化石。

一、实体化石

经石化作用保存下来的全部生物遗体或一部分生物遗体的化石。一般说来，只有生物的硬体部分经历了不同程度的石化作用后才能保存为实体化石。但在个别极为特殊的情况下，生物的硬体乃至软体也可以无显著变化地、比较完整地保存下来。例如，1901年在西伯利亚第四纪冻土层(约25ka前)里发现的猛犸象化石(图2-2)，不仅其骨骼完整，皮、毛、血、肉，甚至胃中食物也都完整地保存下来了。我国抚顺煤田下第三系抚顺群(始新世至渐新世)琥珀中常见保存完整的蚊、蜂和蜘蛛等昆虫化石(图2-3)。

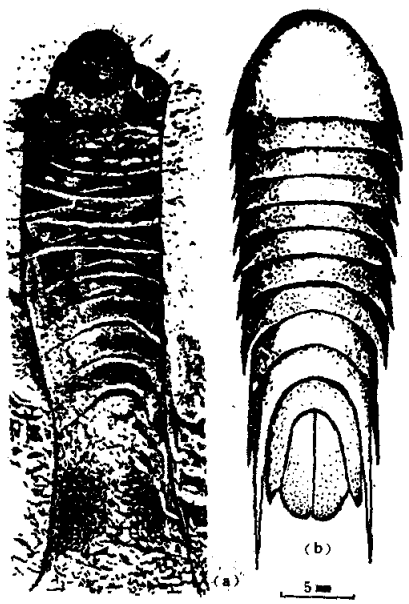


图2-4　云南澄江下寒武统的印痕化石(a)及其软体复原图(b)
(据侯先光等，1989)

二、模铸化石

指在岩层中保存下来的生物遗体的印模和铸型。根据其与围岩的关系，又可分为4类。

(1) 印痕化石：即生物尸体陷落在细粒碎屑或化学沉积物中留下生物软体的印痕。经腐蚀作用和成岩作用后，生物尸体完全消失，但印痕仍然保存，而且这种印痕常常可反映该生物的主要特征，如加拿大大不列颠哥伦比亚省中寒武统布尔吉斯页岩和中国云南省下寒武统澄江动物群中大量保存优美的动物软体印痕化石(图2-4)。

(2) 印模化石：即生物硬体(如贝壳)在围岩表面上的印模。包括外模和内模。外模反映了原来生物硬体的外表形态和构造特征；内模指出了生物的内部构造。需要注意的是，外模和内模所表现的纹饰和构造凹凸情况与原生物体的实际情况正好相反(图2-5)。在外模和内模形成后，生物硬体被溶解，经压实作用内、外模重叠在一起就形成了复合模(图2-6)。

(3) 核化石：即由生物体结构形成的空间或生物硬体溶解后形成的空间被沉积物充填固

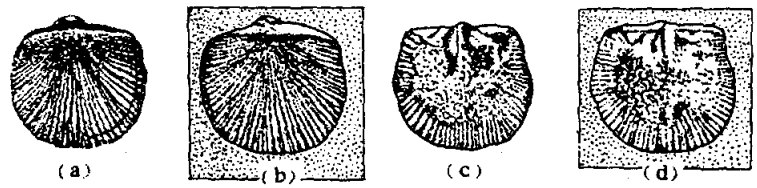


图 2-5　腕足类的背壳及其印模化石

(a) 背壳外壳；(b) 外模；(c) 背壳内面；(d) 内模

结后，形成与原生物体空间大小和形态类似的实体。包括内核和外核两种。内核是充填于生物硬体内部空腔中形成的核化石，其表面就是内模；外核是被埋藏的硬体溶解后在沉积物中留下的空腔，该空腔被再次充填所形成的核化石，其表面特征与原硬体表面特征相同，是外模反印到外核上形成的，但其内部是实心的，不具有硬体的内部结构（图 2-7）。

(4)铸型化石:是当贝壳埋在沉积物中已经形成了外模和内核后,壳质全部溶解,并被另一种矿质填充所形成的化石。该过程类似于工艺铸成品一样,填充物与原来的硬体部分的大小和形态一致,外部具有原硬体的装饰,内部包裹着一个内核,唯本身不具有原硬体的微细结构(图 2-8)。

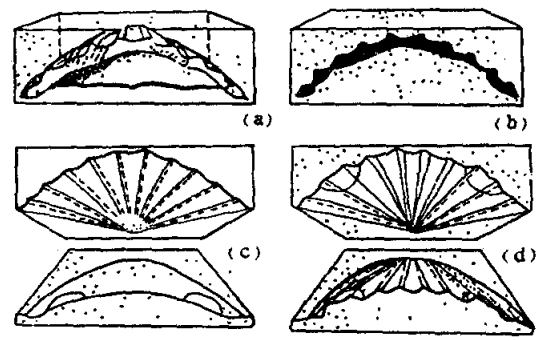


图 2-6　复合模的形成过程

(据 McAlester, 1962)

(a) 埋藏的双壳类壳体；(b) 壳体溶解；(c) 留下外模和内模；(d) 因压实作用形成复合模（既有外模的放射脊，又有内模的肌痕）

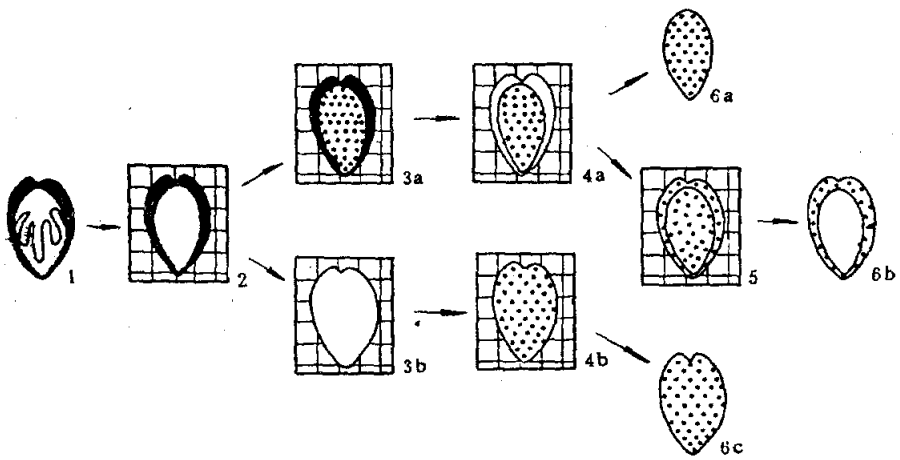


图 2-7　模铸化石及其形成过程

1. 双壳类壳瓣及内部软体；2. 埋藏后软体腐烂；3a. 壳内被充填；3b. 壳瓣溶解；4a 壳瓣溶解；4b. 原壳体所占空间被充填；5. 原壳瓣处被充填；6a. 内核；6b. 铸型；6C. 外核

三、遗迹化石

指保存在岩层中古代生物生活活动留下的痕迹和遗物。遗迹化石很少与遗体化石同时发现，但它对于研究生物活动方式和习性，恢复古环境具有重要意义。动物在软质底质行走时所留下的足迹，高等动物留下的脚印，低等动物移动时在底质留下的移迹，生物在硬基底上形成的钻孔，在软基底上形成的潜穴等，都是常见的遗迹化石。同时遗迹化石还包括粪团、粪粒、蛋、卵、胃石等生物的排泄物和分泌物(图 2-8)。

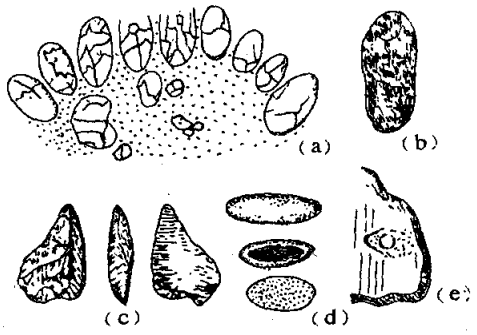


图 2-8　遗迹化石（引自张永辂等，1988）
(a) 成窝的恐龙蛋化石；(b) 鱼粪化石；(c) 北京周口店山顶洞人的石器；(d) 粪粒化石；(e) 牡蛎壳上的化石珍珠

四、化学化石

地史时期生物有机质软体部分虽然遭受破坏未能保存为化石，但分解后的有机成分，如脂肪酸、氨基酸等仍可残留在岩层中。这些物质仍具有一定的有机化学分子结构，虽然常规方法不易识别，但借助于一些现代化的手段和分析设备，仍能把它们从岩层中分离或鉴别出来，进行有效的研究。目前，人们已从岩层中分离出多糖、核苷酸、嘌呤、烃类和各种氨基酸。如从 3 亿多年前的鱼类和双壳类化石、1 亿多年前的恐龙化石中分析出 7 种氨基酸；从 10 亿年前的前寒武纪地层里也分析出了烃类、氨基酸等。这些重大进步，推动了当代分子古生物学(molecular paleontology)、古生物化学(paleobiochemistry)和生物成矿作用(biometallogenesis)等新兴学科的迅速发展，对探索生命起源，阐明生物发展历史，以及对生物成因的矿产的探查和研究都有重要意义。

第四节　化石的研究方法及其应用

古生物学中关于化石的常规研究一般包括化石标本或样品的采集，标本的揭露或分离，化石的鉴定和记述，化石的照相、制图和复原以及资料分析和应用等几个步骤。

一、化石标本和样品的采集

大化石标本和微化石分析样品的野外采集是古生物学进行化石研究的第一步，也是最关键的工作，因为对化石的进一步研究和分析都依赖于野外对化石的第一手观察和资料收集。

野外资料的收集是根据研究工作任务、研究目的和要求而定的。一般说来，化石研究通常与产化石地层的研究相联系，要涉及到古生物的生活年代、生活环境、生活地理及其变化。在进行野外化石及其样品的采集之前，要对研究区的区域情况有所了解，诸如区域大地构造和古地理背景、地层层序及其出露情况、地层产状及接触关系等。

以地层研究为主要目的的化石采集，要注意选择有代表性的地层剖面进行系统的地层学研究和化石标本及样品的采集工作，采集化石应尽可能地全面。采集的化石和样品必须在野外进行现场编录和包装，并在野外记录簿上进行相应的登录和记述。尤其要记述标本的采集位置、与地层自然层理的关系、产出状态、丰富程度、完整性和野外现场初步鉴定结果(至少要现场鉴定出大门类，并分门别类地对化石装箱，以利于室内及时地根据各类化石特点进行

分析处理)。

对于以古生态和环境研究为主要目的的化石采集,除了进行常规的地层学资料收集外,应着重收集反映古生物本身生活特点和生活环境等方面的一些资料,例如化石的保存状态、保存完整程度、化石的磨蚀、分选和排列情况、化石在地层中的分布情况、化石的丰度和分异度、类别组成和各类别间的共生组合关系等。同时,对围岩资料的收集和观察亦十分重要,尤其是一些与当时沉积环境关系密切的沉积构造、沉积物组成、沉积环境标志物(如黄铁矿、海绿石等)乃至地球化学等方面的资料都对古生物的生活环境和古生态的研究十分有用。

大化石采集的关键是使用合理的物理化学方法将化石完整地从围岩中分离开来。野外采集必须根据化石围岩的特点,利用合适的工具和合理的提取方法,尽可能地不破坏化石的本身完整性及其装饰和结构。对于一些比较脆弱的化石或具有比较精细装饰和构造的化石,野外采集时通常要连同一部分围岩一起切取下来,待室内进一步分离和修理。对于一些比较坚硬的碳酸盐岩,必要时可用化学方法溶蚀围岩,以获取化石。

微体化石一般肉眼看不见,不能像大化石那样采集,通常是将埋藏它们的沉积物一起按化石样品采集,回到实验室进行处理才能将微化石标本分离出来。对微化石样品的采集,必须了解各类化石的保存特点、有利岩性,以提高采样效率和准确性。各类生物的生活方式和生活环境不同,有利于它们保存的岩性亦不同。例如,钙质生物通常较容易从碳酸盐岩中获得;游泳和浮游生物则主要产于深水灰岩、页岩和硅质岩中。采样间距主要根据工作目的和岩性特点来确定;采样量取决于所采化石的类别和岩性,采样数量通常为处理化石时所需数量的5～10倍。样品可采自地表露头、钻井或海底、湖底的松散沉积物中,但力图要采集新鲜样品,明显的风化作用不利于样品的采集,尤其要防止样品的污染。

二、化石标本的揭露与分离

对于大化石的采集,通常要注意在野外时尽量采集保存完好、暴露全面的标本。当难以采集到完整标本时,要特别注意采集标本的一些具有关键性鉴定特征的部位。同时对采集到的标本进行包装保护是十分重要的。但多数标本都难免在装箱和搬运过程中被磨损,因此,一般还要注意采集一些在野外未完全暴露的标本,回到室内后再进行修理和揭露出化石的全貌。标本的修理和一些关键构造特征的揭露是一项十分细致的工作,需要有专门的修理设备和工具。这项工作通常要由专门的古生物学工作者或熟练的技术人员,或者在他们的指导下完成。为了揭示化石的内部构造,有时要做切片处理,或者磨制光面进行观察。

微化石标本的分离则更需要专门的技术对野外采集回来的样品进行处理。一般的处理包括碎样、物理或化学处理、挑样等过程。如果采集的是固体样品,则第一步是要将样品通过物理的方法破碎成小块(通常0.5～1 cm大小)。有时通过用水浸泡或用高温加热再骤冷的方法,可直接将化石分离出来(这种方法对某些大化石的分离亦十分有效)。样品的化学处理则首先要考虑化石和围岩的物理化学性质而选用不同的溶剂和浓度,使其既能将围岩溶解,又不致于破坏化石。通过这种酸(如盐酸、醋酸、氢氟酸等)或碱溶液处理后,一般能将化石从围岩中分离出来。因此接下来的工作就是在显微镜下将化石标本从分离后的样品中挑选出来,封存到特制的标本盒中,以供鉴定和研究。

三、化石的鉴定和记述

化石从围岩中揭露和分离出来之后,就可以进行各项古生物学研究了。首先要根据化石

特征进行分类，查阅有关的古生物学文献，对照前人已有的化石标本或图片和记述资料，给标本定名，确定其归属。如果查阅了所有的资料，确定它是新种或新属，就要根据有关命名法规赋以新的名称。

对于一些比较重要的化石，一般要进行详细的描述和分析，讨论其归属和地质意义。化石鉴定后要对相关的化石进行统计，结合野外观察和统计数据进行整理和补充，对野外未能正确确定的名称及相关的统计进行适当的补充说明，并在室内记录中记述修正意见和结果。

四、化石标本的照相、制图和复原

通常，化石标本的特征单靠文字记述很难完整确切地表达清楚，如配上一张清晰的照相图片，就能比较清楚地将其主要特征很好地表现出来，尤其对一些重要的标本和新建物种的模式标本必须配合能清楚明确地表达其关键特征的化石照片或扫描电镜照片。对于某些在照片上不易被注意到，或者不能清晰确切地表达的重要特征，以及一些重要的细节，还应绘制各种线条图加以说明。

某些个体较大的生物化石，如脊椎动物化石和某些古植物化石，身体各部往往分开保存，为了对化石有一个整体的认识，常需要研究者利用零散的化石标本，根据比较解剖学及其他相关知识对化石进行复原。某些化石，甚至还需要恢复其外表的软体特征。

五、化石资料的分析和应用

化石研究的目的是为了服务于科学的理论研究和实践应用。根据研究的任务和工作的目的不同，化石资料的分析方法亦不同。由于化石是古代生物的产物，因此借助于化石研究生命和生物的历史，生物体结构的演变，可以从生物学的角度来对化石资料进行分析和应用；由于生物进化的不可逆性，因而化石具有明确的时间含义，是地质历史的另一种时间标尺，可以从时间和历史发展的角度来对化石资料进行分析和应用；由于生物与环境是统一的整体，化石是古代生态系的直接指示者，古生态系的变化与古环境的变化是一致的，因此可以从古环境及其变迁的角度来对化石资料进行分析和应用。然而，在进行古生物资料分析和应用中，必须正视“化石记录的不完备性”这一客观事实，避免做出过分和片面的结论。

第五节　化石的分类与命名

古今生物种类繁多、形态多样，为了便于系统研究，研究者必须指出它们之间的亲疏关系，把它们归并成不同的类群，作不同的等级系统排列并命名，即进行分类研究。按照生物亲缘关系所作的分类称为自然分类。由于古生物化石保存常不完整或难以像现生生物那样直接确定其亲缘关系，因此有时只能按照化石之间形态上的表面相似性作人为分类。

一、分类等级

古生物化石的分类采用与现生生物相同的分类等级和分类单元，其主要分类等级是：界(kingdom)、门(phylum)、纲(class)、目(order)、科(family)、属(genus)和种(species)。除这些主要分类单元外，还可插入各种辅助单位，如亚门、亚纲、亚科、亚属、亚种和超纲、超目、超科等。

任一等级上的生物类群都必须具有一些共同的性状特征，以区别于其他的生物类群。共

同的性状越多，其分类等级越低。越高分类等级的生物类群，其共同的性状越少。

种(物种)是生物学和古生物学的基本分类单元，它不是人为的单位，而是生物进化过程中客观存在的实体。生物学上的物种是由杂交可繁殖后代的一系列自然居群所组成的，它们与其他类似机体在生殖上是隔离的。同一物种有共同的起源、共同的形态特征、分布于同一地理区和适应于一定的生态环境。化石物种的概念与生物学相同，但由于对化石不能判断是否存在生殖隔离，因此，化石物种更着重以下特征：① 共同的形态特征；② 构成一定的居群；③ 居群具有一定的生态特征；④ 分布于一定的地理范围。根据以上特征判明的化石种，与生物种一样都是自然的基本分类单位。

有些种下可分亚种(subspecies)，不同居群因地理隔离在性状上出现分异而形成地理亚种。除地理亚种外，古生物学中还有年代亚种，即在不同时代同一种内显示不同形态特征的不同居群。

属是种的综合，包括若干同源的和形态构造、生理特征近似的种。一般认为，属也同样应是客观的自然单元，代表生物进化的一定阶段。

二、命　名

所有经过研究的生物都要给予科学的名称，即学名。学名要根据国际动物或植物命名法规和有关文件规定来建立。各级分类单元均采用拉丁文或拉丁化的文字来表示。属(各亚属)以上单位的学名用一个词位来表示，即用单名法，其中第一个字母大写；种的名称则用两个词表示，即双名法，在种本名前加上它所归属的属名才能构成一个完整的种名，种名的第一个字母用小写，但种名前的属名的第一个字母仍应大写。对于亚种的命名，则要用三名法，即在属和种名之后，再加上亚种名，亚种名的第一个字母亦要小写。在印刷和书写时，属和属以下单元的名称字母用斜体表示，属以上的名称用正体。为了便于查阅，在各级名称之后，用正体字写上命名者的姓氏和命名时的公历年号，两者间以逗点隔开，如 *Squamularia grandis* Chao，1929。以老虎为例，其分类系统和名称体系如下：

界　Animalia 动物界
　门　Chordata 脊索动物门
　　亚门　Vertegrata 脊椎动物亚门
　　纲　Mammalia 哺乳纲
　　目　Carnaivora 食肉目
　　科　Felidae 猫科
　　属　*Felis* 猫(属)
　　种　*Felis tigris* 虎(种)

我国的东北虎(*Felis tigris altaica*)、华南虎(*Felis tigris amoyensis*)和南亚虎 *Felis tigris sumatrae*)分别是 3 个地理亚种。

生物命名法规中有一条重要的原则是优先律，即生物的有效学名是符合国际动物或植物命名法规所规定的最早正式刊出的名称。遇有同一生物有两个或更多名称构成同物异名，或不同生物共有同一个名称构成异物同名时，应依优先律选取最早正式发表的名称。例如，腕足动物弓石燕属 *Cyrtospirifer* 是 Nalivkin 于 1918 年最早命名的，后来 Grabau 在 1931 年又将同一属命名为 *Sinospirifer*，依据优先律，后者应废弃。

在化石研究中，有时会遇到一些不能作确切鉴定到种的情形，这时要用特殊的表示方法

来标示。其表示方法通常是在属名后加注一些拉丁缩写词：sp.（species 的缩写）为未定种，表示标本鉴定后难于归入已知种中，而又无条件建立新种，如 *Redlichia* sp.；sp. indet.（species indeterminata，即不能鉴定的种）为不定种，表示化石保存欠佳，无法鉴定到种；cf.（conformis，相似、可比较）为相似种或称比较种，指与某一已知种形态上有一定的相似性，但仍有一定的差别，如 *Fusulina* cf. *cylindrica*；aff.（affinis，亲近）为亲近种，说明标本与某一已知种有一定亲缘联系，但特征上又存在差异。由于化石之间的亲缘关系的确定具有明显的人为性，因此，近年来古生物学家们一般不再使用 aff. 表示法。

如果属名、种名是第一次提出的，则在发表时分别于名称之后，加注 gen. nov.（genus novum，新属）和 sp. nov.（species novum，新种）。发表新属时要指定模式种，即指定该属中一个最有代表性的种作为该属建立的依据；发表新种时则要指定模式标本。作为描述新种主要依据的单一标本为正模，其他作为正模的补充标本，为副模。

三、古生物学分类系统

生物及化石可以按各种各样的标准和方法进行分类。但是古生物学的分类系统都是以化石形态和结构上的相似程度为基础的。这种分类最大的优越性在于它是以许多形态学上的相似性和差异性的总和为基础的，而且它基本上能反映生物界的自然亲缘关系，因而被称为自然分类系统。按照这种分类方法，把具有共同构造特征的生物（包括化石）归为一类，而把具有另外一些共同特征的生物归为另一类，于是整个生物界（包括现生生物和古生物）可以根据其固有的性状特征之间的异同关系，归纳为一个统一多级别的分类系统。下面是古生物学分类系统中部分化石比较常见的一些门类：

动物界 Animal Kingdom

原生动物门 Protozoa，典型化石代表：肉足虫纲有孔虫目籁亚目。

海绵动物门 Spongia

古杯动物门 Archaocyatha

腔肠动物门 Coelenterata，典型化石代表：珊瑚纲四射珊瑚目。

环节动物门 Annelida

软体动物门 Mollusca，典型化石代表：腹足纲、双壳纲、头足纲。

节肢动物门 Arthropoda，典型化石代表：三叶虫形超纲三叶虫纲和甲壳超纲介形虫纲。

苔藓动物门 Bryozoa

腕足动物门 Brachiopoda

棘皮动物门 Echinodermata

半索动物门 Hemichordata，典型化石代表：笔石纲。

脊索动物门 Chordata，典型化石代表：脊椎动物亚门。

植物界 Plant Kingdom

低等植物 Lower Plants

蓝藻植物门 Cyanophyta，典型化石代表：叠层石。

硅藻植物门 Bacillariophyta

甲藻植物门 Pyrrophyta，典型化石代表：沟鞭藻。

金藻植物门 Chrysophyta，典型化石代表：颗石藻类。

轮藻植物门 Charophyta

高等植物门 Higher Plants

苔藓植物门 Bryophyta

原蕨植物门 Protopteridophyta

石松植物门 Lycophyta

节蕨植物门 Arthrophyta

真蕨植物门 Pteridophyta

前裸子植物门 Progymnospermophyta

种子蕨植物门 Pteridospermophyta

苏铁植物门 Cycadophyta

银杏植物门 Ginkgophyta

松柏植物门 Coniferophyta

有花植物门 Anthophyta

另外，还有分类位置未定的典型化石代表：牙形石 conodonts。