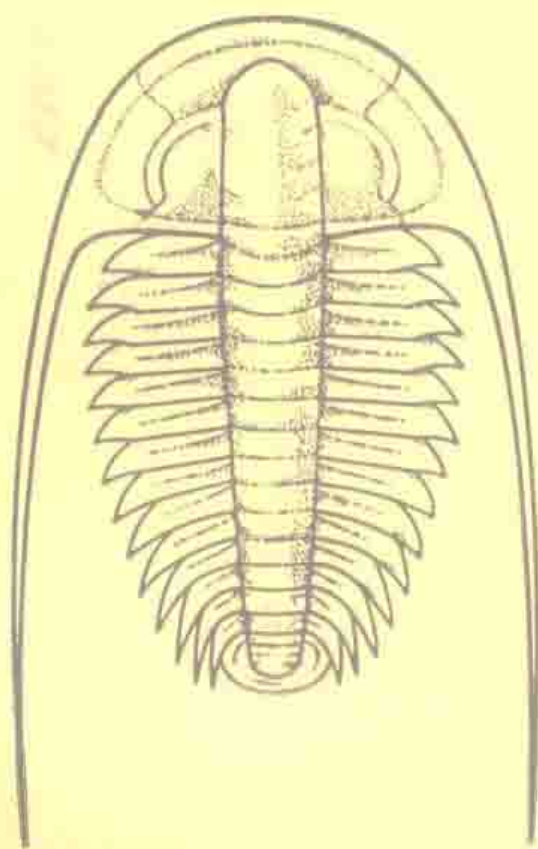


高等学校教学用书

古生物学教程

范方显 主编



石油大学出版社

高等学校教材

古生物学教程

范方显 主编

石油大学出版社

鲁新登字10号

古生物学教程

范方显 主编

*

石油大学出版社出版

(山东省 东营市)

新华书店发行

石油大学印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 26.75印张 685千字

1994年11月第1版 1994年11月第1次印刷

印数1—3000册

ISBN 7-5636-0500-2/Q·3

定价: 24.00元

前 言

本教材是在我校1985年、1989年编写的《古生物学教程》的基础上,经适当修改、补充而成。教材篇幅按中国石油天然气总公司石油高校教学指导委员会第一次会议(1992年8月)的纪要规定所限定,即课程学时为100—120学时,其中的微体化石内容约占30—40学时。

教材内容分两大部分:第一部分为绪论,主要介绍有关古生物化石的基本概念和生物进化的基本特点,它是古生物学的基础理论部分;第二部分为各论,主要介绍地层中常见的各主要门类化石,根据石油地质专业要求,在动物化石门类上,只介绍了无脊椎动物化石,在微体化石上,则着重介绍了中、新生代陆相化石,以便与我国当前石油勘探实际相配合。

全书共分十三章。第十三章的第一、第五至第十节由雷春碧编写,第二至第四节为本次新编内容,李守军编写第二、三节,并参加了部分教材的修改和补充工作,第四节由谢传礼编写。其他各章由范方显编写,并负责全书的最后定稿工作。

教材编写过程中,尽量注意到了内容编排的系统性,内容选择的实用性和先进性,并力求做到文字简练,重点突出和图文并茂,以利于读者复习和自学。在编写中,我们参阅了中国地质大学(原武汉地质学院)、南京大学、长春地质学院以及其他兄弟院校的同类教材,从中得到了许多启发和帮助,并采用了一些他们编绘的附图。

中国地质大学郝诒纯教授主审了本教材,并提出了许多宝贵意见和建议。

在此,我们向郝诒纯教授以及给予本教材以支持和帮助的各个单位及各位老师,致以衷心的感谢。由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1993年7月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 古生物学研究的内容和任务.....	(1)
第二节 化石及其保存类型.....	(1)
一、化石及其形成条件.....	(1)
二、石化作用.....	(1)
三、化石保存类型.....	(3)
第三节 生物进化的证据.....	(6)
一、形态学(广义)的例证.....	(7)
二、胚胎学的例证.....	(8)
三、古生物学的例证.....	(10)
第四节 物种的形成.....	(19)
一、物种的概念.....	(19)
二、物种形成的因素.....	(20)
三、物种形成的方式.....	(22)
第五节 生物进化的主要特点.....	(26)
一、进步性.....	(26)
二、阶段性.....	(26)
三、不可逆性.....	(27)
四、多样性.....	(27)
五、适应性.....	(28)
六、物种的绝灭.....	(29)
第六节 海洋生物的生活方式和海洋环境因素对生物的影响.....	(30)
一、海洋生物的生活方式.....	(30)
二、海洋环境因素对生物的影响.....	(31)
第七节 生物的分类单位和物种的命名.....	(36)
一、生物的分类单位.....	(36)
二、物种的命名.....	(36)
第二章 原生动物门 (Protozoa)	(38)
第一节 概述.....	(38)
第二节 有孔虫目 (Foraminifera)	(40)
一、一般特征.....	(40)
二、壳的特征.....	(41)
三、分类和化石代表.....	(47)
四、蠕亚目 (Fusuliniina)	(57)
五、生态.....	(68)

六、地史分布.....	(71)
第三章 海绵动物门 (Spongia) 和古杯动物门 (Archaeocyatha)	(73)
第一节 海绵动物门 (Spongia)	(73)
一、一般特征.....	(73)
二、水沟系和骨骼构造.....	(74)
三、分类和化石代表.....	(77)
四、生态和地史分布.....	(80)
第二节 古杯动物门 (Archaeocyatha)	(80)
一、一般特征.....	(80)
二、骨骼构造.....	(81)
三、分类和化石代表.....	(81)
四、古生态和地史分布.....	(84)
第四章 腔肠动物门 (Coelenterata)	(86)
第一节 概述.....	(86)
第二节 水螅纲 (Hydrozoa) 层孔虫目 (Stromatoporoidea).....	(89)
第三节 珊瑚纲 (Anthozoa)	(92)
一、一般特征.....	(92)
二、珊瑚的外骨骼.....	(92)
三、珊瑚的分类.....	(93)
第四节 四射珊瑚目 (Tetracorallia)	(96)
一、骨骼形态.....	(96)
二、骨骼构造.....	(99)
三、骨骼构造组合类型.....	(102)
四、分类和化石代表.....	(103)
五、生态.....	(107)
六、地史分布.....	(108)
第五节 横板珊瑚目 (Tabulata)	(109)
一、一般特征.....	(109)
二、骨骼形态.....	(109)
三、骨骼构造.....	(109)
四、化石代表.....	(111)
第五章 蠕虫动物.....	(114)
第一节 概述.....	(114)
第二节 主要特征及其演化意义.....	(115)
第三节 环节动物门 (Annelida) 多毛纲 (Polychaeta)	(117)
一、一般特征.....	(117)
二、化石代表.....	(118)
第六章 软体动物门 (Mollusca)	(122)
第一节 概述.....	(122)
第二节 腹足纲 (Gastropoda)	(124)

一、一般特征	(124)
二、外壳构造	(126)
三、分类和化石代表	(127)
四、生态和地史分布	(131)
第三节 双壳纲 (Bivalvia)	(131)
一、一般特征	(131)
二、外壳形态和构造	(133)
三、分类和化石代表	(136)
四、生态	(141)
第四节 头足纲 (Cephalopoda)	(143)
一、一般特征	(143)
二、外壳形态和构造	(144)
三、分类和化石代表	(149)
四、演化趋势	(155)
五、生态	(156)
六、地史分布	(159)
第七章 节肢动物门 (Arthropoda)	(160)
第一节 概述	(160)
第二节 三叶虫纲 (Trilobita)	(162)
一、一般特征	(162)
二、背甲构造	(164)
三、分类和化石代表	(168)
四、古生态	(175)
五、地史分布和三叶虫带	(177)
第三节 甲壳纲 (Crustacea) 介形虫亚纲 (Ostracoda)	(178)
一、一般特征	(178)
二、外壳形态和构造	(179)
三、分类和化石代表	(185)
四、演化趋势	(196)
五、生态	(197)
六、地史分布和介形虫组合	(198)
第四节 甲壳纲 (Crustacea) 鳃足亚纲 (Branchiopoda)	
介甲目 (Conchostraca)	(199)
一、一般特征	(199)
二、外壳形态和构造	(200)
三、分类和化石代表	(203)
四、生态	(207)
五、地史分布和叶肢介动物群	(208)
第八章 苔藓动物门 (Bryozoa)	(210)
第一节 一般特征	(210)

第二节 骨骼构造.....	(211)
第三节 分类和化石代表.....	(214)
第四节 生态和地史分布.....	(218)
第九章 腕足动物门 (Brachiopoda)	(220)
第一节 一般特征.....	(220)
第二节 外壳形态和构造.....	(222)
第三节 分类和化石代表.....	(229)
第四节 生态.....	(237)
第五节 地史分布.....	(238)
第十章 棘皮动物门 (Echinodermata)	(240)
第一节 概述.....	(240)
第二节 海百合纲 (Crinoidea)	(242)
第三节 海林檎纲 (Cystoidea)	(246)
第四节 海蕾纲 (Blastoidea)	(247)
第五节 海胆纲 (Echinoidea)	(249)
第六节 海星纲 (Asteroidea)	(250)
第七节 蛇尾纲 (Ophiuroidea)	(251)
第十一章 半索动物门 (Hemichordata)	(253)
第一节 概述.....	(253)
第二节 笔石纲 (Graptolithina)	(254)
一、一般特征.....	(254)
二、骨骼构造.....	(256)
三、分类和化石代表.....	(261)
四、演化趋势.....	(270)
五、古生态.....	(272)
六、地史分布和笔石带.....	(272)
第十二章 牙形石 (Conodonts)	(276)
第一节 概述.....	(276)
第二节 形态构造.....	(276)
第三节 牙形石的自然群集和牙形石的生长.....	(279)
第四节 牙形石的分类地位和化石代表.....	(281)
第五节 地史分布.....	(290)
第十三章 古植物及孢子花粉	(292)
第一节 概述.....	(292)
第二节 叠层石 (Stromatolites)	(302)
一、概述.....	(302)
二、形态构造.....	(302)
三、分类命名和化石代表.....	(306)
四、生态.....	(308)
五、地史分布和叠层石组合.....	(309)

第三节 轮藻植物门 (Charophyta)	(311)
一、一般特征	(311)
二、藏卵器的基本构造	(312)
三、分类和化石代表	(315)
四、生态和地史分布	(321)
第四节 金藻植物门 (Chrysophyta) 颗石藻纲 (Coccolithophyceae)	(322)
一、概述	(322)
二、一般特征	(323)
三、基本构造	(325)
四、分类和化石代表	(327)
五、生态	(333)
六、地史分布和演化趋势	(334)
第五节 苔藓植物门 (Bryophyta)	(335)
第六节 蕨类植物门 (Pteridophyta)	(337)
一、裸蕨纲 (Psilotopsida)	(338)
二、石松纲 (Lycopsidea)	(340)
三、楔叶纲 (Sphenopsida)	(345)
四、真蕨纲 (Filicopsida)	(350)
第七节 裸子植物门 (Gymnospermae)	(359)
一、种子蕨纲 (Pteridospermopsida)	(361)
二、苏铁纲 (Cycadopsida)	(365)
三、科达纲 (Cordaitopsida)	(370)
四、银杏纲 (Ginkgopsida)	(371)
五、松柏纲 (Coniferopsida)	(373)
第八节 被子植物门 (Angiospermae)	(377)
第九节 植物发展的主要阶段	(381)
第十节 孢子花粉	(385)
一、概述	(385)
二、孢粉的形态和构造	(389)
三、高等植物孢粉的基本类型和化石代表	(396)
四、孢粉在石油勘探中的应用	(410)

参考文献

第一章 绪 论

第一节 古生物学研究的内容和任务

通过对陨石和月岩中所含放射性同位素的测定,推测地球大约在距今45亿年前形成。地壳上最古老岩石的年龄约为38亿年,自地壳形成以来,地球发展的历史时期称为地史时期(地质时期)。据目前所知,地球上发现的最古老的生物是原核单细胞生物,出现在距今约32亿年前。在漫长的地史时期中生活的各种生物与现代生物之间,并没有截然可分的界限。人们为了便于区分古、今生物,一般将第四纪全新世开始以来所出现的生物称为现代生物,把出现在全新世以前的生物称为古生物,因此,古生物也是泛指生活在距今约一万年前的生物。

古生物学是研究全新世以前的生物界及其发展的科学。它研究古生物的形态、构造、分类和生态等的特征。通过研究各类古生物在各个地质时代和地理上的分布特点,从而找出它们的发展和演化的规律,以指导地层的划分和相对地质时代的确定,并为生物进化理论提供最基本的事实依据。通过对古生物特征及保存古生物的围岩特征的分析,来恢复各个地质时期的古地理和古气候,为研究地壳的海陆变迁和寻找沉积矿产提供必要的资料。

古生物学与现代生物学一样,按其研究的范畴可分成不同的学科,如分古动物学和古植物学。古动物学中,可进一步分为古无脊椎动物学和古脊椎动物学。本世纪以来,随着勘探和采矿向地下深部发展,尤其是石油勘探的发展,人们广泛利用显微镜来研究来自岩心或岩屑中的微小古生物如有孔虫、介形虫、牙形石、孢粉和轮藻等等,在生产上发挥了重要的作用,从而形成了一个分支学科,称为微体古生物学。近年来,电子显微镜在古生物学中的应用,大大加深了人们对古生物微观世界的认识,并发现了需在电镜下研究的超微古生物如颗石藻类、盘星藻类、硅鞭毛藻类等,已开始石油勘探和海洋研究中使用,并正在形成又一新的分支学科,称为超微古生物学。

第二节 化石及其保存类型

一、化石及其形成条件

化石是保存在岩石中的古生物遗体 and 遗迹,是古生物学研究的主要对象。保存在岩石中的动物骨骼、外壳、植物的茎叶等的化石称为遗体化石;动物的足迹、潜穴和鸟类的蛋化石等称为遗迹化石。据伊思顿(Easton, 1960)的统计,当时已知的动物化石种数约有13万种,它们主要来自寒武纪以来的化石记录,据劳普和斯坦利(Raup and Stanley, 1971)的推算,认为自寒武纪起的6亿年中,曾经生存过的物种可达9.82亿种,因此,已知动物化石的种类只占原有物种总数的0.013%。由于这种推算以物种的平均持续时间和分异度的某种假设为依据的,而伊思顿的统计又未包括植物化石种数在内,因而,这与当时的真实情况肯定会有不小的出入。但是,我们至少可以看出,已知化石的种数只是地史时期生存过的物种数的一个很小部分。这种现象表明,地史时期古生物死后的遗体不是都能成为化石而被保

存下来的。从遗体化石的保存类型来看，绝大多数是由具有硬体的生物所形成的，而且水生生物要比陆生生物更易保存为化石，这说明遗体化石的形成需要一定的条件。一般来说，生物首先要有硬体，因为它比软组织较难风化。但是，如果遗体被长期暴露在地表或水底，那么，它们仍将会被风化或搬运作用所破坏而消失，所以，遗体还需有能被迅速掩埋的条件，即遗体就地埋葬或经短期的搬运后，迅速被沉积物掩埋起来，这样，再经过石化作用而转变成遗体化石。可见，岩石中保存的化石，只是古生物中的一小部分，即使已经形成了化石，以后还可能会遭到各种内、外力地质作用的破坏而消失。而人们收集到的化石资料又只是其中的一部分，所以，人们所掌握的古生物资料是不完整的。

二、石化作用

生物遗体被埋地下后，在漫长的地史时期中，随着地壳的下降，在地层压力、地下水和地热等的作用下，生物硬体发生了不同程度的改变。如脊椎动物的骨骼化石，从外表看，其形状、构造与原来的一样，但放在手里一掂，就会发现它已和石头一样重了。再如植物的叶化石，其叶形和叶脉也和原来一样，但它常常成为一层黑色的炭质薄膜。这种使古生物遗体改造成为化石的过程称为石化作用。石化作用是种自然的变化过程，化石的时代愈老，其石化的程度就愈深，故第四纪的许多动物化石与现代动物硬体之间的差异就不太明显了。石化作用常见有以下四种方式：

1. 充填作用

充填作用是指生物硬体内部的各种孔隙被地下水中的矿物质所充填的一种石化作用。脊椎动物的骨骼，在骨髓和骨细胞消失后，留下了许多细孔和中空的髓部，有些无脊椎动物的壳壁也具有细孔，这些孔隙被地下水中的碳酸钙沉淀物充填后，使原来的硬体变得更加致密坚实，重量增加，但仍保持着硬体原有的特征。

2. 交代作用

交代作用是指生物的硬体成分被地下水溶失，随后又被外来矿物质所充填的一种石化作用，结果，原来硬体的成分发生了改变，但仍能保持硬体原来的结构和形态，常见的交代物质有碳酸钙（称钙化）、二氧化硅（称硅化）和硫化铁（称黄铁矿化）等。常见的硅化木是一种硅化的茎化石（图1-1），但其成因与上述的交代作用不同。茎的纤维和木质素都含有能形成氢键的羟基，地下水中普遍存在硅酸，每个硅酸分子有四个羟基团，硅酸渗入茎组织，通过氢键的相互作用，使硅酸结合到茎的分子结构上，以后硅酸脱水，在细胞表面便形成硅质薄膜，从而形成了硅化木。因此，在硅化木上，一般不但能看到年轮结构，而且还常常保存着细胞的轮廓。前寒武纪的蓝藻化石，大多保存在燧石岩中，也是通过硅酸与蓝藻外胶鞘的羟基之间的化学键的结合而形成的。

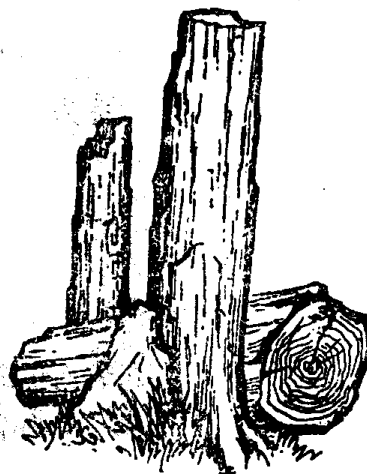


图1-1 硅化木
(自夏树芳, 1978)

3. 重结晶作用（广义）

重结晶作用是指组成生物硬体的矿物，在地热和地层压力影响下，发生脱水、晶体变粗、晶格转化或离子析出而造成的一种石化作用。如单细胞植物硅藻，细胞壁富含蛋白石，在石化过程中，经过脱水，形成了石英质细胞壁的硅藻化石。大多数无脊椎动物如底栖有孔虫、珊瑚、有铰腕足类以及介形虫等等，其骨骼或外壳都由低镁方解石（即方解石）组成，

在温度和压力影响下，发生了不同程度的重结晶现象。一些原来由斜方晶系的文石组成的外壳，则通过晶格转化而形成三方晶系的低镁方解石外壳。由高镁方解石组成的棘皮动物骨骼，则通过析出镁离子而转变成为低镁方解石骨骼。可见，重结晶作用是一种十分普遍的石化作用。

4. 升馏作用

升馏作用是指生物的有机质硬体，在地热作用下，使原来组分中的氢、氧、氮等元素发生转移消失，残留下炭质的一种石化作用。如昆虫的甲壳、笔石动物的骨骼、植物的茎叶，在地下还原条件下，随着地壳下降、地层压力和温度逐渐升高，有机组分中的氢、氧、氮逐渐呈气态或液态转移到了围岩中去，最后残留下炭质的化石。这种作用形成的化石，一般呈黑色，质地软，易被磨损（图1-2）。

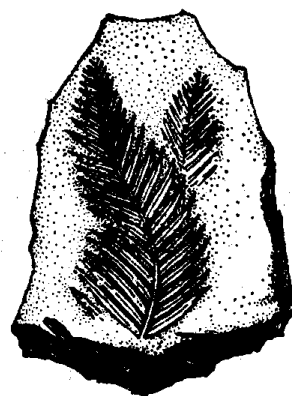


图1-2 升馏作用形成的水杉叶化石
(自夏树芳, 1978)

三、化石保存类型

1. 实体化石

实体化石是指由古生物遗体本身所形成的化石。由于生物遗体中的软组织极易腐烂消失，所以，它们通常都以硬体化石状态保存在岩石中，这种实体化石是最常见，也是古生物学研究的最基本的资料。只有在少数特殊自然条件下，才能形成具有软组织的实体化石。例如我国抚顺晚第三纪的琥珀昆虫化石，它是古代的昆虫被树脂粘住后并被流出的树脂所包裹，使虫体与外界完全隔绝，随着盆地的下降，便与大片森林一起被埋于地下，以后，树脂脱水，变成坚硬而半透明的琥珀，其中的昆虫就被完整地保存了下来。苏联西伯利亚第四纪猛犸象化石是又一种典型例子，当时生活在寒冷气候下的猛犸象，被自然掩埋在冻土中后，由于长期处在寒冷条件下，从而使猛犸象的遗体被皮肉俱全地完整保存了下来。这类化石又称未变实体化石，是一种珍贵的古生物资料（图1-3）。



图1-3 未变实体化石
1—琥珀中的昆虫化石；2—冻土层中的猛犸象化石
(自夏树芳, 1978)

2. 模铸化石

模铸化石是指古生物遗体在围岩中所留下的痕迹和复铸物所形成的一种化石，其中包括印痕、印模、铸型和核等四类。没有硬体的生物如腔肠动物的水母类、绝大多数的蠕虫动物以及植物叶子等的遗体在岩石层面上所留下的痕迹称为印痕化石。例如前寒武系地层中的埃

迪卡拉动物群（见图1-19）就是印痕化石，是研究前寒武纪古生物的珍贵资料。

具有硬体的动物与植物的茎等遗体在岩石中所留下的痕迹称为印模化石。印模化石可分外模和内模两种，例如双壳类外壳的外表面在岩石中所留下的痕迹称为外模化石，其壳瓣内表面所留下的痕迹称为内模化石。所以，内、外模化石上的特征与壳瓣的里、外壳面是一样的，只是凹凸方向正相反。如果一个壳瓣先被地下水所溶解，留下的空腔又被后来的泥砂所充填，这样的充填物犹如金属铸件一般，故称铸型化石。铸型化石的大小和形状与原来壳瓣一样，但其结构已不存在。

当双壳类的两瓣外壳呈闭合状态保存时，壳内软组织被腐烂消失，留下的空腔若被泥砂所充填，这个充填物石化后就称为内核化石，它的形状、大小以及表面特征与空腔一样，但凹凸相反。如果双壳类外壳先被地下水溶解掉，这样形成的充填物便称为外核化石，外核化石的表面特征与原来的壳瓣表面完全一样，但壳的结构已不存在（图1-4）。

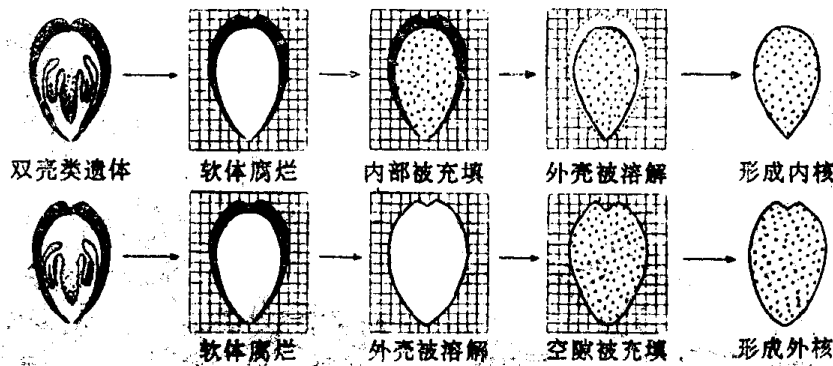


图1-4 内核和外核的形成过程
自 (Друман, 1962)

模铸化石虽然不是由生物遗体本身所形成，但其外部特征与遗体化石基本上是一样的，因此，它们可以起到部分遗体化石资料的作用。

3. 遗迹化石

遗迹化石是指古生物在沉积物表面或内部活动时留下的痕迹或遗物所形成的一种化石。动物行走或爬行时在沉积物表面形成的爬行迹（图1-5）；底栖穴居动物居住的潜穴或钻孔形成的居住迹；食泥动物在栖居穴周围的沉积物内寻找食物形成的觅食迹；食泥动物在沉积



图1-5 痕迹化石——爬行迹

1—巴氏龙；2—三叶虫；3—蝎子；4—水母
(1, 自夏树芳；2~4, 自Seilacher, 1955)

物表层或表层附近迂回啃食沉积物而形成的牧食迹；可能是动物用来搜集或诱捕食物所建造

的一系列复杂几何图形的水平潜穴所形成的耕作迹；动物休息或躺卧在沉积物表面形成的停息迹以及由于沉积作用加快，动物向上迁移或由于侵蚀作用加强，动物向下迁移而形成的逃逸迹等等，以上这些由动物的行为习性所形成的各种遗迹化石称为痕迹化石（图1-6）。爬行类和鸟类等的卵化石和鱼类的粪化石等则属于遗物化石。

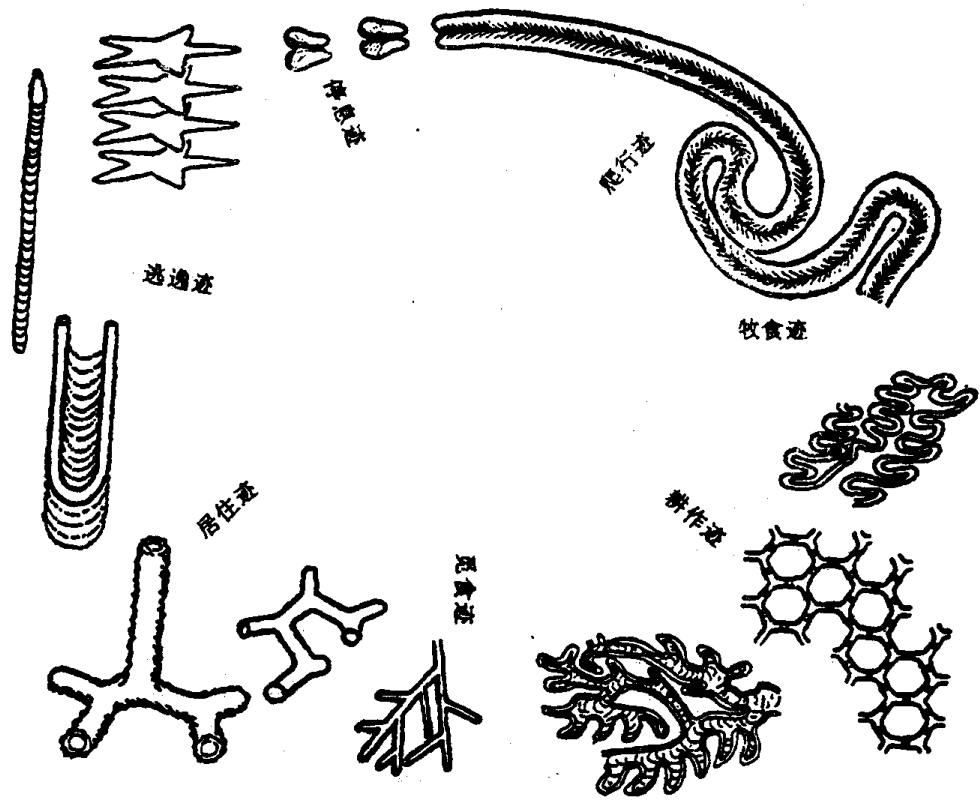


图1-6 遗迹化石行为习性举例

爬行迹: *Cruziana*; 牧食迹: *Cosmorhipha*; 耕作迹: *Paleodictyon*; 觅食迹: *Phycosiphon* 和 *Chondrites*; 居住迹: *Thalassinoides* 和 *Ophiomapha*; 逃逸迹: *Diplocraterion* 和 *Gastrochaenolites*; 停息迹: *Asteriacites* 和 *Rusophycus*
(自Ekdale等, 1984)

生物的遗迹与造迹生物的遗体，在形成化石过程中，对环境条件的要求是不同的。例如，生活在沙层中的潜穴动物死亡后，软体腐烂，骨骼也会被地下水溶蚀淋漓而消失，从而只剩下潜穴的遗迹。再如，陆生脊椎动物和鸟类的遗体，常因暴露在地表而被风化消失，但是，它们在水边浅滩行走时留下的足迹，则比较容易被保存下来形成化石。英格兰伍斯特郡中三叠统和诺丁汉郡的上三叠统中，未见脊椎动物化石，但却发现脊椎动物的足迹化石，并表明当时至少有十四种爬行动物在该地走过，因此，造迹生物的遗体化石与其遗迹化石通常不能同时保存在一起。

生活在不同环境中的生物，常常具有不同的行为习性，从而可以形成不同特征的活动遗迹，由于大多数的遗迹都是原地埋藏的，因此，遗迹化石对古沉积环境分析方面具有特殊的意义。以赛拉赫（Seilacher）为代表的许多学者，根据世界各地发现的海相遗迹化石资料，总结出了海洋不同环境中的六个特有的遗迹化石组合，称为遗迹相（图1-7）。生活在高能环境滨海区的水生底栖动物，有的为了躲避海浪的冲击，通常形成垂直的直管状或U形管状的深潜穴或钻孔，栖居其中的主要是以水中悬浮食物为生的滤食性动物，其次为食泥动物。按海底组成物质的不同，滨海区内又可分为三种遗迹相，它包括在石质海底形成钻孔的 *Trypanites* 遗迹相、在半固结泥质海底形成潜穴的穴菌迹（*Glossifungites*）遗迹相和在

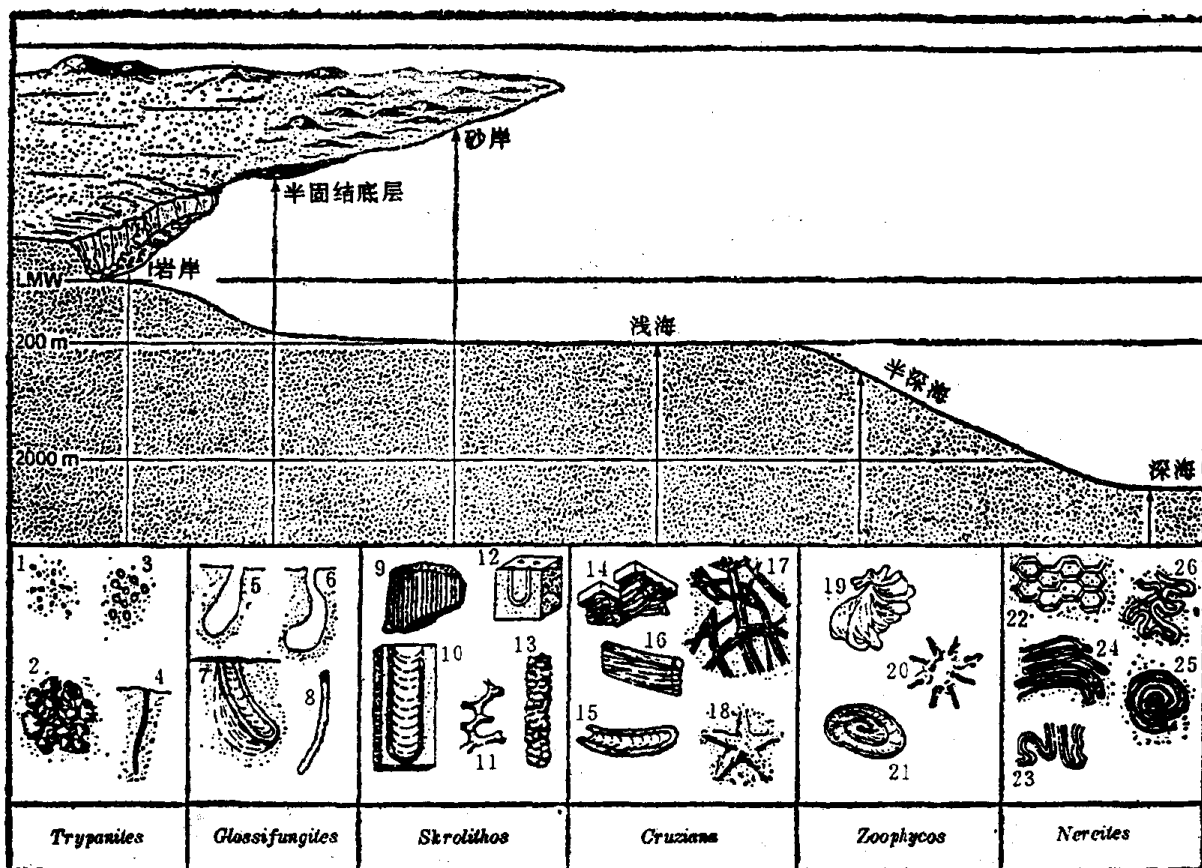


图1-7 常见遗迹相与深度分布关系

(自杨式溥, 1990)

沙质海底形成潜穴的石针迹 (*Skrolithos*) 遗迹相。浅海区光线充足, 含氧量高, 水中沉积物内食物丰富, 环境比较稳定, 是海洋生物最有利的生活环境, 因此, 生物类型最多, 食泥、滤食和捕食等底栖动物都有, 形成了大量的潜穴和爬迹, 但潜穴较浅, 以水平潜穴为主, 出现了分枝的潜穴和具回填构造的觅食迹为特征的克鲁兹迹 (*Cruziana*) 遗迹相。半深海区环境稳定, 但含氧量低, 食物减少, 因而生物种类十分单调, 以食泥动物为主, 常见以花瓣状和复杂分枝的觅食迹, 以及在沉积物内作螺旋形向下移动的J形牧食迹等所组成的动藻迹 (*Zoophycos*) 遗迹相。深海区, 除了缓慢的洋流和间歇性的浊流外, 海水十分平静。由于洋流带来极区高含氧的冷水团, 因此, 水中含氧量又有回升, 生物的种类有所增多, 形成的潜穴浅, 多为水平潜穴, 除了有迂回于泥质表面的蛇曲形牧食迹外, 还出现了有复杂而规则几何图形的耕作迹, 组成了砂蚕迹 (*Nereites*) 遗迹相。上述海洋遗迹相的分带, 已为大量实践所证实, 故已成为分析古海洋沉积环境的一个重要依据。由于遗迹化石对研究古生态和沉积学具有重要的意义, 其研究方法又不同于遗体化石, 因此, 近三十年来, 已发展成为一门独立的学科, 称为古遗迹学。

第三节 生物进化的证据

生物是进化发展的, 生物进化的理论既是现代生物学, 也是古生物学的基本理论, 人们所以能够利用古生物化石来划分地层, 确定地层的相对地质时代以及恢复古地理、古气候等, 正是利用了生物进化这一规律的客观表现。为了说明这个问题, 下面分生物进化的证据、物种的

形成和生物进化的主要特点等三个方面作一扼要的介绍。

一、形态学（广义）的例证

根据构成现代动物体的组织、器官的有无及其简单和复杂的程度，可以把不同类群的动物，从简单到复杂，从低级到高级，排出一个序列来（图1-8）。

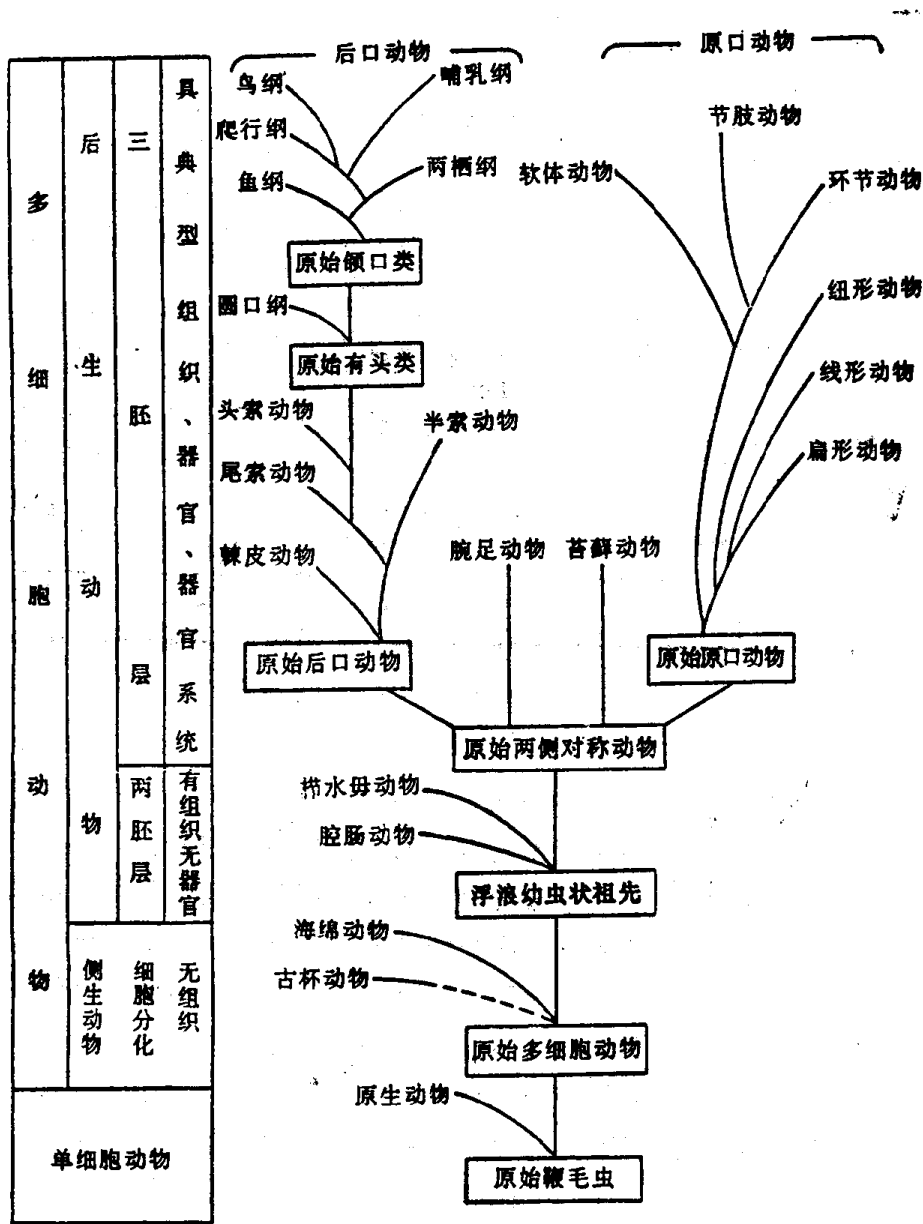


图1-8 动物界各门类的演化谱系
(自武汉地质学院古生物教研室, 1980)

动物可分单细胞动物（原生动物）和多细胞动物（后生动物）。单细胞动物是最简单的动物。从原生动物（如鞭毛虫）开始，依次为细胞初步分化、但尚未形成组织的海绵动物（如毛壶），具有两胚层组织的腔肠动物（如珊瑚），三胚层、无体腔的扁形动物（如涡虫），具假体腔的线形动物（如蛔虫），具真体腔的环节动物（如蚯蚓）和软体动物（如河蚌），直到身体和附肢都分节的节肢动物（如蝗虫）。从扁形动物到节肢动物，这一分支的特点是：①它们的神经系统向腹部集中，形成实心的腹神经索（图1-9）；②它们的口都起源于原肠期的原口（即胚孔），故统称为原口动物。

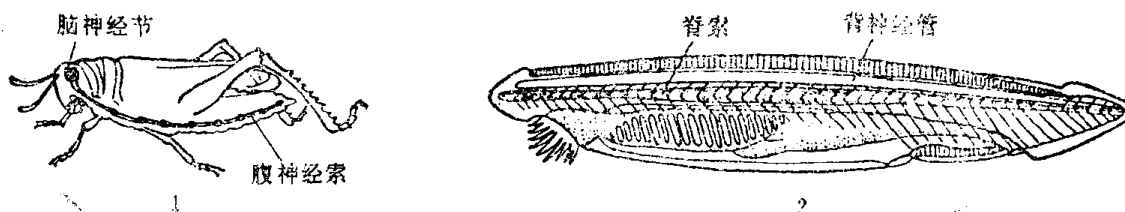


图1-9 腹神经索和背神经管

1—原口动物：蝗虫；2—后口动物：文昌鱼
(自周明镇等, 1979)

另一分支是从棘皮动物（如海星）和半索动物（如柱头虫）起，向着出现脊索的方向演化，先后经尾部具脊索的尾索动物（如海鞘），全身贯穿脊索的头索动物（如文昌鱼），直到由脊柱代替了脊索的脊椎动物，在脊椎动物中，从具有一心房和一心室的鱼类，经具二心房和一心室的两栖类、具二心房和心室中有不完全隔膜的爬行类，直到具二心房和二心室的哺乳类。从尾索动物到脊椎动物，它们体内都有脊索（大多数脊椎动物在胚胎期有脊索，以后被围绕脊索形成的脊椎所代替），故统称为脊索动物。这一分支的特点是：①它们的神经系统向背部集中，形成空心的背神经管（图1-9）；②它们的口起源于原口相反的一端，故统称为后口动物。

苔藓动物和腕足动物是兼有原口动物和后口动物特征的一类过渡型动物。

形态学提供的资料系统而完整，但是，现代生物序列还不能说明各类动物之间在发生上的先后顺序。因为现代的后生动物并不是从现代的原生动物演化来的，现代的哺乳类也不是从现代的爬行类发展来的，而且，现代各类生物都已经在自身的进化过程中发生了许多变化，因而，形态学资料提供了生物进化的一种重要的间接证据。

二、胚胎学的例证

在有性生殖中，多细胞动物都是从一个受精卵开始，经过卵细胞分裂、组织分化、器官形成直到性成熟，多细胞动物这种从受精卵起到成体为止的整个发育过程称为个体发育。不同动物类群的个体发育十分复杂，各有其不同的特点，但是，在它们早期的胚胎发育中，以下几个主要阶段却是基本相同的。

1. 卵子受精

由雌、雄性个体分别产生雌、雄性生殖细胞。雌性生殖细胞称为卵子，卵细胞较大，里

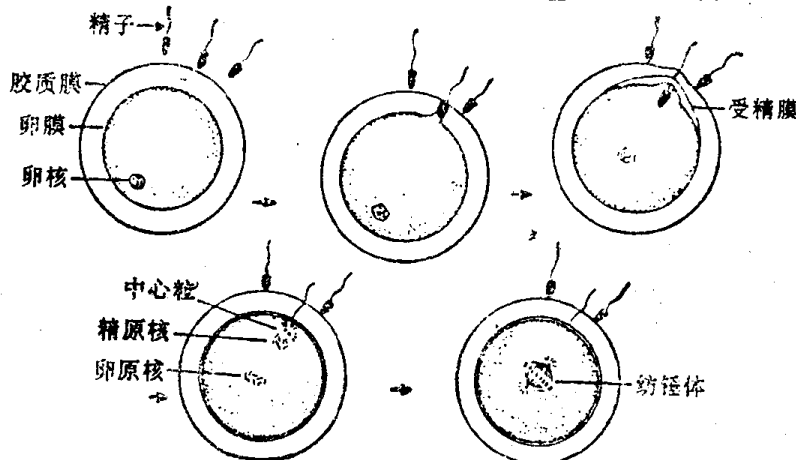


图1-10 受精过程示意图

(自刘凌云, 1978)