

高等院校石油天然气类规划教材

古生物学简明教程

朱才伐 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等院校石油天然气类规划教材

古生物学简明教程

朱才伐 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共分九章,内容包括古生物基础知识及基本理论、门类古生物学、应用古生物学三部分。第一至四章系统介绍了古生物学的基本概念、基本理论知识;第五至八章扼要介绍了古生物主要门类特征,重点突出地质勘探实践中常见门类化石;第九章对古生物学的研究方法和主要应用领域进行了归纳。

本书可作为高校石油地质类本科教学规划教材,适用于高校石油、地质学专业古生物学课程的教学,也可供从事本学科领域研究的野外工作者和地质科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

古生物学简明教程/朱才伐主编.

北京:石油工业出版社,2010.7

高等院校石油天然气类规划教材

ISBN 978-7-5021-7867-3

I. 古…

II. 朱…

III. 地层古生物学-高等学校-教材

IV. Q911.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 114753 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523579 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 中国石油报社印刷厂

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 7.5

字数: 187 千字

定价: 12.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

为适应石油工业和石油高等教育发展的形势，中国石油教育学会和石油工业出版社围绕石油地质与勘探专业教材建设，制定了一系列针对我国高校石油地质类本科专业教学要求的教材出版规划。根据新的教材规划，由中国石油大学（北京）负责组织编写《古生物学简明教程》，作为我国高校石油类和地质类本科教学的基础教材。

本教材在吸收国内同类教材学科体系思想精华的基础上，参考了国内外相关领域的最新成果，对教学内容进行了精选和更新。在编写过程中，充分考虑石油地质类专业的培养目标、专业方向、对毕业生的基本要求、研究领域的特点和需要，在强调基础理论的科学性、教材体系的系统性和完整性的同时，重点体现了实用性和针对性。在精选教材内容方面，注意吸收国内外最新研究成果和先进理论，以保证教材具有较强的科学性、先进性。贯彻少而精、突出重点的原则，着重于古生物学中最基本的理论和基础知识的系统阐述，并强化油气地质勘探实践中广泛应用的微体古生物学和古生物学应用方面的内容。结合编者长期在石油高校从事石油地质类专业古生物学课程教学实践，在教材设计、编排体例和内容上进行了较大的改进，在门类古生物学部分以基础理论为导入，增加并优选各门类最具代表性的化石内容，强调理论教学与实践性教学环节的有机结合，增强教材的应用性和可读性。

本教材由中国石油大学（北京）朱才伐主编，参加编写的人员还有东北石油大学秦秋寒、西南石油大学王占磊。各章节具体分工如下：第一、二、三、四、五章，第六章第六节，第七章，第八章第一、四、六节，第九章第二节由朱才伐编写；第六章第一、二、三节，第八章第三、五、七节由秦秋寒编写；第六章第四、五节，第八章第二节，第九章第一节由王占磊编写。最后由朱才伐对全书进行补充和统编。

教材中部分图件、数据和表格等内容转引自相关教材，由于篇幅所限，其中部分仅列述资料出处，未能详细列出转引教材，特此说明并向被转引教材编著老师表示感谢！

由于内容繁多、学时较少，加之编者水平所限，书中不足之处敬请读者批评指正。

编 者
2010 年 5 月

目 录

第一章 古生物学基本概念	1
第一节 古生物学研究内容及学科分类	1
第二节 化石的形成及保存类型	2
第二章 生物的分类与命名	7
第一节 生物分类原则与方法	7
第二节 古生物的分类等级与命名	8
第三节 生物的分类系统	10
第三章 生命起源与生物进化	13
第一节 生命的起源和演化历程	13
第二节 生物进化的基本特点和规律	17
第四章 生物与环境	22
第一节 环境因素及其对生物的影响	22
第二节 生物的生活方式	26
第五章 原核生物界 (Monera) 与原生生物界 (Protista)	28
第一节 原核生物界	28
第二节 原生生物界	30
第六章 动物界 (Animalia)	36
第一节 腔肠动物门 (Coelenterata)	36
第二节 软体动物门 (Mollusca)	44
第三节 节肢动物门 (Arthropoda)	54
第四节 腕足动物门 (Brachiopoda)	57
第五节 笔石动物 (Graptolites)	61
第六节 脊索动物门 (Chordata)	65
第七章 植物界 (Plantae)	72
第一节 植物的形态结构与分类	72
第二节 苔藓植物门 (Bryophyta)	75
第三节 蕨类植物 (Pteridophytes)	76
第四节 裸子植物 (Gymnosperms)	81
第五节 被子植物门 (Angiospermae)	85
第六节 植物界演化的主要阶段	85
第八章 微体古生物 (Micropalaeontology)	87
第一节 微体化石概述	87
第二节 有孔虫 (Foraminiferida)	88
第三节 放射虫 (Radiolaria)	90
第四节 藻类 (Algae)	91

第五节 介形虫 (Ostracods) 93

第六节 牙形石 (Conodonts) 96

第七节 孢子 (Spore) 和花粉 (Pollen) 99

第九章 古生物学的方法及其应用..... 104

第一节 古生物学的方法..... 104

第二节 古生物学的应用..... 106

参考文献..... 112

第一章 古生物学基本概念

第一节 古生物学研究内容及学科分类

一、古生物学及其研究内容

古生物学 (Palaeontology) 是研究地质历史时期的生物界及其演化的科学。古生物学研究地质历史时期地层中保存的生物遗体、遗迹以及一切与生物活动有关的地质记录, 其研究内容包括生物的形态、结构、构造、分类, 生物的个体发育、系统发生、生物演变和环境适应, 生物的生理和生物化学特征, 古生物的地质时间含义、古生物地理以及古生物与矿产资源成因关系, 等等。

二、古生物学的学科分类

古生物学是一门地质学与生物学相结合的边缘学科, 是研究地质时期生命的科学, 属于广义的生物学范畴。古生物学的学科分类与现代生物学对应, 可分为研究植物化石的古植物学 (Palaeobotany) 和研究动物化石的古动物学 (Palaeozoology)。古动物学又可分为无脊椎古动物学 (Invertebrate palaeozoology)、脊椎古动物学 (Vertebrate palaeozoology) 和古人类学 (Palaeoanthropology)。

现代古生物学研究内容及其应用非常广泛, 涉及地球科学、生物学、人文学、物理学、化学、数学等各学科的理论 and 知识, 因而形成了众多边缘性分支学科, 包括: 研究古代生物埋葬过程或化石形成机理的埋葬学; 研究岩层所含化石特征与地层分布规律, 并应用于地层划分对比、地质年代确定和地层形成环境分析的生物地层学; 研究古代生物地理分布格局及其控制因素的古生物地理学; 研究古代生物与它们所生活的环境之间关系的古生态学; 研究古代生物与古代气候关系的古气候学; 研究古代生物活动痕迹的古遗迹学; 研究古代生物病理现象的古病理学; 研究古代生物体的化学成分、性质、构造及各地质时代生物有机物演变规律的古生物化学; 研究化石中残留的有机物分子结构和遗传信息 (如氨基酸及脱氧核糖核酸, 即 DNA) 等的分子古生物学; 研究古代生物骨骼组成及其形成机理的生物矿物学; 研究古代生物的生理机能、适应和功能形态的功能形态学; 模拟古代生物 (如恐龙、翼龙、头足类、鸟类等) 身体的优异结构和机能, 来建造或改进工程技术设备, 或对工程技术设备 (如钻头、飞机机翼、桥梁、潜艇等) 的设计提供有益的借鉴的古仿生学。

随着石油地质、海洋地质和钻井勘探生产和科学研究的发展和应用的需要, 古生物学得到广泛的延伸, 进而又形成了以形体微小的种类和生物体某些细微部分为研究对象的微体古生物学 (Micropalaeontology); 专门研究植物繁殖器官孢子和花粉的孢粉学 (Palynology); 以及利用电镜等新技术研究超微浮游生物和机体微细构造的超微古生物学 (Ultramicropalaeontology) 等分支学科。

第二节 化石的形成及保存类型

一、化石的定义

古生物学的研究对象是化石。所谓化石 (Fossil)，是指保存在岩层中地质时期的生物遗体和生命活动的痕迹以及生物成因的残留有机物质。化石区别于一般的岩石之处在于它必须是与古代生物相联系，必须具有诸如形状、结构和有机化学成分等生物特征，或是由生物生活活动所产生并保留下来的痕迹。一些保存在地层中与生物和生物活动无关的物体，如姜结石、龟背石、叠锥、放射状结晶的矿物集合体、矿质结核、树枝状铁质沉淀物等，在形态上可能与某些化石十分相似，都不是化石，只能称为假化石 (Pseudofossil)。古生物是相对于现生物而言的，它们具有生活时代上的差别。古、今生物很难以某一时间界线截然分开，但是为了研究方便，一般以全新世的开始（距今约 1 万年）作为古、今生物的分界，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代生物的范畴，因此，埋藏在现代沉积物中的生物遗体不是化石。

二、化石的形成条件

地史时期的生物遗体和遗迹在被沉积物掩埋后，经历漫长的地质年代，随着沉积物成岩作用，埋藏在沉积物内的生物体在成岩作用时经过物理作用、化学作用的改造而形成化石。但是，地史时期所生存的生物并非都能形成化石，能否形成化石并保存下来取决于多方面的条件。化石的形成及其保存特征既与生物本身的构造和化学成分有关，同时也受到地质环境因素的影响。

（一）生物本身的条件

具硬体的生物保存为化石的可能性较大，如无脊椎动物的贝壳、脊椎动物的骨骼等。因为它们主要由矿物质组成（如方解石、磷酸钙等），能够较持久地抵御各种破坏作用。其次，具角质层、纤维质和几丁质薄膜的生物，如植物的叶子等，虽然易遭受破坏，但不易溶解，在高压下易碳化而保存成为化石。但是生物的软体部分，如内脏、肌肉等，一般易腐烂分解或被摄食而消失，所以除特殊条件外很难保存为化石。

（二）埋藏条件

生物死后若能迅速埋藏，则保存为化石的机会就多。如在海洋、湖泊等水体中沉积物能够迅速堆积的地方，生物遗体能够较快地被埋藏，形成化石的机会就多。若生物死后长期暴露于地表或长期在水底而未被泥沙所掩埋，就会被其他动物吞食、被细菌腐蚀，或遭受风化作用、水动力作用的破坏，等等。同时，掩盖的沉积物质不同，生物保存为化石的可能性也有差别。一般来说，掩盖物质的粒度越小（如淤泥、细沙等）越有利，再加上沉积作用宁静、保存时没有生物的破坏或介质条件具有防腐作用等条件，容易形成完整而精美的化石。如我国山东省临朐县山旺村中新世晚期的硅藻土页岩中就保存有大量罕见的完美化石，素有“化石宝库”之美誉。

（三）时间因素

埋藏起来的生物遗体，包括硬体部分，必须经过长时期的化石化作用才能保存为化石。

有时，生物遗体虽被迅速埋藏，但在较短的时间内又因冲刷等自然营力的作用而暴露出来，仍然不能形成化石。

（四）成岩作用条件

在固结成岩的过程中，一般来说，压实作用和结晶作用都会影响化石的保存。碎屑沉积物的压实作用较显著，所以碎屑岩中的化石很少能保持原始的立体形态。而化学沉积物成岩中的结晶作用常使生物遗体的微细结构遭受破坏，尤其是深部成岩、高温高压的变质作用和重结晶作用，可使已形成的化石严重破坏甚至消失。

三、化石化作用

保存在沉积物中的生物遗体，在沉积物的成岩作用过程中，大多数都经过一定的变化才能形成化石。从遗体埋藏开始，经历一系列变化成为化石的作用，称为化石化作用（Fossilization）。化石化作用主要有以下三种形式。

（一）充填作用

生物硬体组织内部的各种孔隙被地下水中的矿物质所充填的一种作用，称为充填作用。无脊椎动物的硬体结构间或多或少留有空隙，如有孔虫壳的房室、珊瑚隔壁间隔及一些贝壳内层疏松多孔等；脊椎动物的骨骼，尤其是肢骨，因其骨髓消失而留下中空部分。当这些硬体和骨骼掩埋日久，孔隙被地下水携带的矿物质——主要是碳酸钙（ CaCO_3 ）所充填，就变得更加致密坚硬，重量增加，这种化石保留了原来生物硬体的细微构造。

（二）置换作用

生物在被埋藏的情况下，原来的硬体组成物质由于地下水的作用逐渐被溶解，而同时又由水中外来矿物质逐渐补充代替的过程，称为置换作用，又称交替作用。如果溶解和交替的速度相等且以分子相交换，即可保留原来硬体的微细构造。如华北地区二叠系中的硅化木，其原来的木质纤维均被硅质所代替，但微细结构（如年轮及细胞轮廓）都清晰可见。如果交替速度小于溶解速度，生物硬体的细微构造则被破坏，仅保留原物的外部形态。常见的交替物质有二氧化硅（硅化）、方解石（钙化）、白云石（白云石化）和黄铁矿（黄铁矿化）等。

（三）碳化作用

埋藏后生物遗体组分中的不稳定成分（氢、氧、氮）经分解和升馏作用而挥发消失，仅留下较稳定的炭质薄膜而保存为化石的过程，称为碳化作用，又称升馏作用。例如植物的叶子，其主要成分为碳水化合物（ $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ），经升馏作用，H、O挥发逸失，仅炭质保存为化石。

四、化石的形成过程

生物从死亡到形成化石要受各种因素的影响，并经历多个阶段。研究生物自死亡后埋葬在沉积物中随同沉积物经化石化作用形成化石的学科称为化石埋藏学（Taphonomy）。

从化石埋藏学角度可将化石的全部形成过程分为4个阶段：由在一定区域或同一环境内各种生物居群相互结合构成生物群；因各种原因生物死亡后尸体堆积而成尸积群或称死亡群；尸积群被沉积物埋藏后，形成埋藏群；埋藏群通过化石化作用与周围的沉积物同时形成化石群。

五、化石的保存类型

依据化石保存特点的不同，化石的保存类型可分为实体化石、模铸化石、遗迹化石和化学化石4种类型。

(一) 实体化石 (Body fossil)

古生物遗体保存下来的化石称为实体化石，主要有以下两类。

(1) 未变实体化石：生物遗体的全部（硬体和软体）未经明显变化而完整地保存下来成为化石，又称完整实体化石。这类化石非常稀少，而且要在特殊的环境条件下才能形成。例如，1901年在西伯利亚第四纪冰期冻土层中发现的2.5万年前的猛犸象，不仅其骨骼完整，连皮、毛、血、肉甚至胃中的食物也都保存完好（图1-1）；又如，我国抚顺煤田古近纪煤层中含大量琥珀，其中常保存有完美的昆虫化石，如蚊、蜂及蜘蛛等（图1-2）。

(2) 变化实体化石：生物遗体被沉积物埋藏后经过不同程度的化石化作用，仅有生物的硬体部分保存为化石，又称不完整实体化石，它占了实体化石的绝大部分。如经充填作用、交替作用形成的蚌壳化石、脊椎动物骨骼化石，经升馏作用而成的笔石化石及植物化石等。

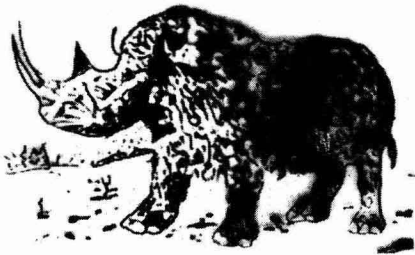


图1-1 冻土中保存完整的猛犸象化石
(据刘后一等, 1982)

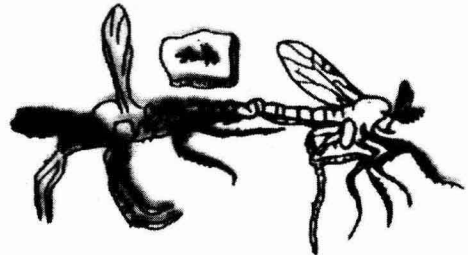


图1-2 琥珀中保存的昆虫化石
(据河北师范大学, 1975)

(二) 模铸化石 (Mold and cast fossil)

生物遗体在围岩中留下的印模和铸型称为模铸化石。根据化石与围岩的关系又可分为印痕化石、印模化石、核化石和铸型化石4种保存类型（图1-3）。

1. 印痕化石

生物遗体陷落到沉积物中被埋藏起来或留下的印痕被埋藏，经腐蚀作用及成岩作用后，遗体本身往往遭受破坏，但印痕仍然保存，如软躯体的腔肠动物水母和蠕虫动物的印痕。

2. 印模化石

生物硬体在围岩表面和内部填充物上留下的印模称为印模化石，包括外模和内模。外模是遗体坚硬部分（如贝壳）的外表印在围岩上留下的印模，它能反映原生物外表形态及构造；内模是指壳体内面印在围岩上留下的印模，它能反映生物硬体的内表面形态及构造特征。外模和内模所表现的凹凸状况与原物正好相反。在外模和内模形成后，生物硬体被溶蚀，经压实作用有时使内模、外模重叠在一起，可形成复合模。

3. 核化石

由生物体结构形成的空腔或生物硬体溶解后形成的空间，被沉积物充填固结后，形成与

原生物体空间大小和形态类似的实体称核化石，包括内核和外核。内核是充填于生物硬体空腔中的沉积物固结后形成的与原空腔形态、大小一致的实体，其表面就是内模。外核是埋藏的生物硬体溶解后在沉积物中留下的空间经再次充填而形成的与硬体同形等大的实体，外核的表面特征与原硬体表面特征相同。例如，腕足动物和某些双壳动物壳体呈闭合状态保存时，壳内软组织腐烂消失，其空腔被沉积物充填，在固结和壳瓣被溶蚀后，留下的内部实体称为内核。内核的形状、大小和壳内空腔一样，能反映壳内面的构造。如果壳内没有充填物，当壳体溶蚀后，就留下了一个与壳同形等大的空间，此空间如再经充填和石化就形成外核化石，外核的大小及壳饰与原物一样，但其内部已不具任何生物结构。

4. 铸型化石

当生物体埋在沉积物中已形成外模和内核后，壳体被溶解形成的空间又被另一种矿物质充填而形成的化石称为铸型化石。铸型化石的形成类似于工艺铸成品，填充物保持原生物硬体部分的形状和大小，外部具有原硬体的表面特征。铸型反映的内部及外部的特征与原物一样，但其并无壳质的结构。

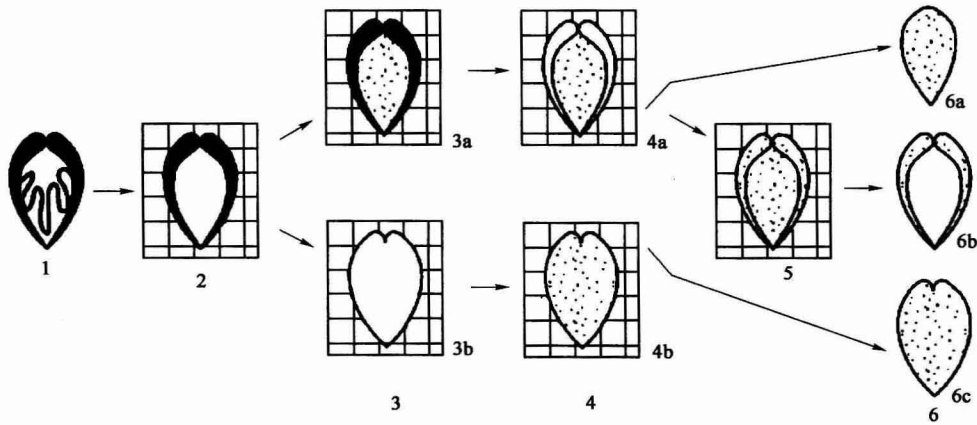


图 1-3 模铸化石及其形成过程（据童金南等，2007）

1. 双壳类壳瓣内部软体；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. 元壳体所占空间被充填；5. 原壳瓣外被充填；6a. 内核；6b. 铸型；6c. 外核

（三）遗迹化石（Ichnofossil，Trace fossil）

地史时期的生物生活活动时，在底质表面或其内部所留下的痕迹或遗物所形成的化石称为遗物化石。例如，动物的足迹、行迹化石属于痕迹化石；动物的排泄物，如粪粒、粪团，属于遗物化石（图 1-4）。

（四）化学化石（Chemical fossil，Chemistry fossil）

地史时期生物的遗体，特别是软体部分，易被破坏而不能保存下来，但生物死亡后，它的机体可分解成各种有机物质而保留在沉积物中。这种与古生物成因直接联系的有机物称为化学化石，也称分子化石（Molecular fossil）或生物标志化合物（Biomarker）。分子古生物学（Molecular palaeontology）是古生物学的新兴分支学科，是研究地层中由生物形成的有机分子的一门科学。目前已从各时代沉积地层中检测出许多有机物质，如核酸、核酸碱基、多肽、氨基酸、脂肪酸、卟啉及各种饱和烃等。鉴于在实体化石极其稀少的前寒武纪地层中发

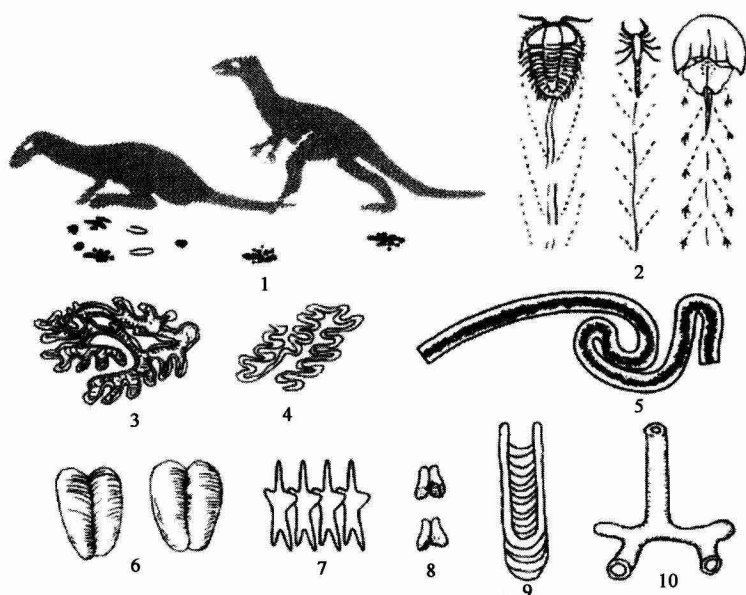


图 1-4 遗迹化石 (据夏树芳, 1978; Seilacher, 1970, 1984; Ekdale 等, 1984)

1. 足迹; 2. 行迹; 3~4. 拖迹; 5. 爬行迹; 6~8. 停息迹; 9~10. 潜穴

现了不少化学化石, 这将为追溯生命起源、了解生物在分子水平上的进化过程开辟新的途径。

六、化石记录的不完备性

化石的形成和保存受到种种严格条件的影响和控制, 因而各时代地层中所保存的化石只能代表地质历史中生存过的全部生物的一小部分。有人估计, 在一万个古生物个体中, 可能只有一个个体变成了化石。据统计, 已描记的现代生物物种约为 150 万, 如果把世界上现代生物全部描记完毕估计有 450 万种 (Grant, 1963)。但是已有记载的古生物种估计仅为 13 万 (Easton, 1960; Raup, Stanley, 1871, 1978), 约占已描述的现生物种总数的 8.7%。如果再考虑到地质历史经历了几亿或几十亿年, 其间生存过的生物应远比现生生物多, 这一数字说明化石记录的不完备性。同时, 还有一部分已形成的化石在地层中尚未被发掘出来, 这些有待发现的化石也表明, 目前人们所观察到的化石资料是不完备的。这个事实提醒我们, 当我们根据化石资料来研究古生物界的面貌及其发展规律时必须考虑到化石记录的不完备性, 避免得出片面的或错误的结论; 同时, 要珍视宝贵的化石记录, 使之充分发挥其应有的作用。

第二章 生物的分类与命名

第一节 生物分类原则与方法

世界上的生物种类繁多、形态多样，地球生物圈中没有两个完全相同的个体，但各种生物之间也并不是孤立无关的。根据生物的形态、生理、生化和生态等方面的异同，可把它们划分为各种类群。研究各类群的异同和亲缘关系的疏密，加以分门别类，并给予统一的学名而建立分类系统的科学称为分类学（Taxonomy）。

按照生物的亲缘关系所作的分类称为自然分类（Natural classification）；如果只是按照生物之间形态上的表面相似性，而不强调它们之间的亲缘关系，着重于用一些容易识别的特征区别不同分类单位，这样进行的分类称为人为分类（Artificial classification）。在古生物学研究中，由于化石保存常不完整或亲缘关系不明，有时仅能依据形态特征对化石进行人为分类。

古生物学和现代生物学都追求系统分类能符合自然的客观性，即同一分类单位内的成员应具有共同的祖先并有直接的亲缘关系，其性状分异程度也很小。早期的分类方法多以模式法为主，即通过确定某分类单元的“模式”——模式标本或模式种来鉴定属种，认为一个种只需要一两个模式标本即可构成种的特征依据，其他标本通过与模式标本的形态比较来确定是否为同一个种，只有与该种的“模”有足够相似性的个体才能归属到该物种。这种分类的优点是应用方便，但分类标准只能人为决定，不同的人可以有不同的标准、不同的归类，实际上否定了物种存在的客观性。这种方法强调物种的稳定性，忽视其变异性，不考虑其亲缘关系。随着对物种概念认识的提高，这种忽视变异、缺乏亲缘关系的分类方法已逐渐被其他分类方法所弥补。

一、综合系统分类

综合系统分类以达尔文进化论和现生生物种的概念为基础，划分分类单元的主要方法是以形态总体相似性的程度及共同祖先的亲密程度为依据。

二、数值系统分类

数值系统分类根据生物表型性状（显性基因在环境中表现出的性状）的总体相似性来进行。两个种亲缘关系越近，其共有的性状就越多。性状上的相似性被假定反映了其具有共同的基因，因此相互关系意味着遗传关系。

三、分支系统分类

分支系统学是以系统发育为基础的生物分类方法，认为生物分类应先弄清各系列的亲缘关系建立分支，区分原始特征（祖征）与衍生特征（裔征），然后建立由祖先种一分为二形成姊妹群的谱系关系；强调按亲缘关系所确定的分支进行分类，总体相似性必须服从亲缘关

系；当总体相似性和亲缘关系不同时，要以谱系关系为标准。

第二节 古生物的分类等级与命名

一、古生物的分类等级

与现代生物一致，古生物的基本分类等级为界（Kingdom）、门（Phylum）、纲（Class）、目（Order）、科（Family）、属（Genus）、种（Species）。为了满足更精细分类的要求，还可以在这些基本分类等级间加入辅助分类等级，如超纲、超目、超科、亚门、亚纲、亚科、亚属、亚种等。

例如，人类的分类位置为：

界（Kingdom）	动物界（Animalia）
门（Phylum）	脊索动物门（Chordata）
亚门（Subphylum）	脊椎动物亚门（Vertebrata）
纲（Class）	哺乳动物纲（Mammalia）
亚纲（Subclass）	真兽亚纲（Eutheria）
目（Order）	灵长目（Primates）
超科（Superfamily）	人超科（Hominoidea）
科（Family）	人科（Hominidae）
属（Genus）	人属（Homo）
种（Species）	智人（Homo sapiens）

种（Species，也称为物种）是生物分类的最基本单元，是由构造、机能、习性相似的一个或多个居群所组成的。同一种的个体间基因可以相互交流并繁育后代，而不同种之间则存在着不同形式的生殖隔离。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上的物种概念相同，但由于化石无法确定是否存在生殖隔离，因此，在古生物学研究中，判别化石种（Fossil species）主要强调以下几个方面特征：（1）共同的形态特征；（2）构成一定的居群，具有一定的生态特征；（3）分布于一定的地理范围。在实际分类工作中，化石种的确定多依据形态特征而定，通常在模式标本的基础上，运用统计学的方法对其形态变化进行分析，并结合其时代、地理分布等来确定种的范围。所谓模式标本，是指在新种发现时被作者认定属于新种的标本，包括作者指定的正模和副模。根据以上特征判定的化石种与生物种一样，都是自然的基本分类单位。有些种内由于居群的变异积累，可区分为亚种或变种。不同居群因地理隔离在性状上出现分异可产生地理亚种；在古生物化石中，由于地质年代不同而显示的种内性状特征的分异可构成年代亚种。

属（Genus）是种的综合，由若干个特征相似、具有共同系统发育的种，或仅由一个具有独特特征的种组成。在化石材料中，常有生物体的各个部分分散保存在地层中，往往难于判定它们原先是否生长在同一生物体上，因此只依据形态的相似性建立属种名称，称之为形态属。在很多情况下，常将形态相似但不属于一个科的化石或其分散保存的器官化石纳入属内；同时，也将同一科内的分散保存的器官分别建立器官属。在同一形态属名下，可能包括来源不同甚至亲缘关系十分疏远的生物。

二、古生物的命名

(一) 命名法则

古生物和现生生物一样，所有经过研究的生物都要给予一个科学的名称，即学名 (Science name)，以求统一，便于交流。国际上建立了统一的生物命名法则，如动物命名法则和植物命名法则。

1. 优先律

任一生物单元的有效名称应是符合国际动物命名法则和植物命名法则 (1961) 规定的最早发表的名称。某一分类单元如被给予不同的名称 (同物异名)，按优先律确定其中最早发表的有效名称为正确名称，其余名称应废止。

2. 同名律

同一级别的不同分类单元被命名为相同名称时 (异物同名)，仅最早发表的名称 (首同名) 被认定为有效名称，而后发表的名称 (次同名) 则必须另改新名。

有效名称指一个分类单元的正确名称在命名法上是可用的，在分类上是有效的。

(二) 命名方法

按国际生物命名法则，各级分类单位的学名均采用拉丁文或拉丁化文字。

1. 单名法

属及属以上的分类单位用一个拉丁文 (或拉丁化) 名称来命名，首字母要大写，属名称要斜体，属以上分类单位名称要正体，如 *Redlichia* (莱德利基虫)、*Mammuthus* (猛犸象) 等。

2. 双名法

种的学名由种本名和它所属的属名组合而成，属名在前，种本名在后，全部斜体，属名首字母大写，种本名字母小写。

3. 三名法

亚种的命名采用三名法，即在属和种名之后再加上亚种名，亚种名全部斜体，属名首字母大写，种本名和亚种名字母小写。例如：*Fusulina quasicylindrica compacta* (似筒形纺锤螺紧卷亚种)。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。

属、种学名的含义可代表古生物的突出特征，如 *Cyrtospirifer* (弓石燕)；或以产地命名，如 *Yunnanella* (云南贝)；或用以纪念知名学者或发现该属、种的人，如 *Yatsengia* (亚曾珊瑚) 是为了纪念年轻有为的古生物学家赵亚曾。科名、目名往往采用典型属名的词干加一固定词尾而成。科和亚科的词尾在动物名称中分别用 -idae、-inae；植物则分别用 -aceae、-oidae。例如，来自属名 *Fusulina* 的科和亚科，分别写成 Fusulinidae (纺锤螺科) 和 Fusulininae (纺锤螺亚科)。“目”的词尾在动物名称中一般用 -ida，如 Fusulinida (纺锤螺目)。

命名一个新属或新种时，一般以描述属种的某一明显特征最为理想。若以地名命名，通常指明该属种的模式产地。

发表一个新属或新种时，除有详细的描述、鉴别特征、比较讨论、产地、层位等外，还要附以能显示其典型特征的图片，并指定模式种或模式标本。同时，还必须在名称后用拉丁

文标记为 *gen. nov.* (新属) 和 *sp. nov.* (新种)。

(三) 命名语言

1. 拉丁语

拉丁语原为意大利中部拉丁部族的语言, 后来为罗马帝国的国语, 现仅为梵蒂冈的官方语言。按照国际动物命名法则和植物命名法规的要求, 生物名称必须是拉丁词或由希腊词等加以拉丁化的词。名称为复合词, 其构词成分应是同源的, 即同为拉丁词和同源希腊词。

2. 常用缩写词

在确定古生物的分类单元时, 常使用以下一些拉丁语缩写词:

(1) *cf.* (*Conformis*, 相似) 为相似种, 表示鉴定种与某已知种在形态上有一定程度的相似性, 但不能肯定属于该种, 则在种本名前加上 *cf.*, 例如 *Halobia cf. austriaca* (奥地利海燕蛤相似种)。

(2) *aff.* (*Affinis*, 亲近) 为亲近种, 表示与某已知种似有亲缘关系, 而在形态特征上尚有差别, 由于材料不足等缘故, 还不足以建立新种, 则在最接近的那个种的种本名前加 *aff.*, 例如 *Ferganoconcha aff. estheriaeformis* (叶肢介形费尔干蚌亲近种)。

(3) *sp.* (*Species*, 种) 为未定种, 表示标本经鉴定后不能归入任何已知种, 但新建种材料不足, 无条件建立新种, 则在属名之后加 *sp.*, 例如 *Redlichia sp.* (莱德利基虫未定种)。

(4) *sp. indet.* 为 (*Species indeterminata*, 不能鉴定的种) 不定种, 表示标本材料保存很差, 不能鉴定到种, 则在属名后加 *sp. indet.*。如果属亦不能鉴定, 则可在较高分类单位的名称后加 *gen. et sp. indet.*。

(5) *sp. nov.* 和 *gen. nov.* 分别为 *Species nova* (新种) 和 *Genus novum* (新属) 之意, 加在新命名的种名或属名之后。如果属、种都是新的, 则在用种名之后加 *gen. et sp. nov.*。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。

第三节 生物的分类系统

生物及化石可以按照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, 并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, 归纳为一个统一的多级别的分类系统。

一、生物的分界

(一) 两界系统

人类很早就注意到, 自然界生物可区分为两大类群, 即固着不动的植物和能行动的动物。

物。1735 年，林奈以肉眼所能观察到的特征来区分，以生物能否运动为依据，将生物分为植物界和动物界两大类。

（二）三界系统

1859 年达尔文的《物种起源》出版后，德国生物学家、进化论者海克尔（E. Haeckel）于 1886 年提出一个新的生物分类系统，把生物界分为植物界、动物界和原生生物界三界。原生生物界包括原核生物（细菌、蓝藻）、单细胞真核生物。

（三）四界系统

1938 年，科普兰（Copeland）提出四界系统观点，把生物界划分为菌界（包括细菌和蓝藻）、原生生物界、植物界和动物界。

（四）五界系统

1969 年，惠特克（Whittaker）根据细胞结构和营养类型将生物分为五界，即原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。

二、生物界谱系特征

生物的五界分类系统为目前多数学者所接受。图 2-1 是一个由分子水平到各主要生物类别的假想系统树。树的基部表示细胞的生物化学进化。早期大气和大洋中的生物分子积累形成前生物体，这种前生物体是一种由糖类、蛋白质、脂类和核酸组成的非生物结构，并由它们演变为最早的生物细胞——原细胞。由原细胞演化出了原核细胞。原核细胞是古细菌和真细菌的基础，真核细胞也起源于原核细胞。由这些早期真核细胞构成的生物属于原生生物界。由早期的原生生物再演变为动物界、植物界和真菌界。

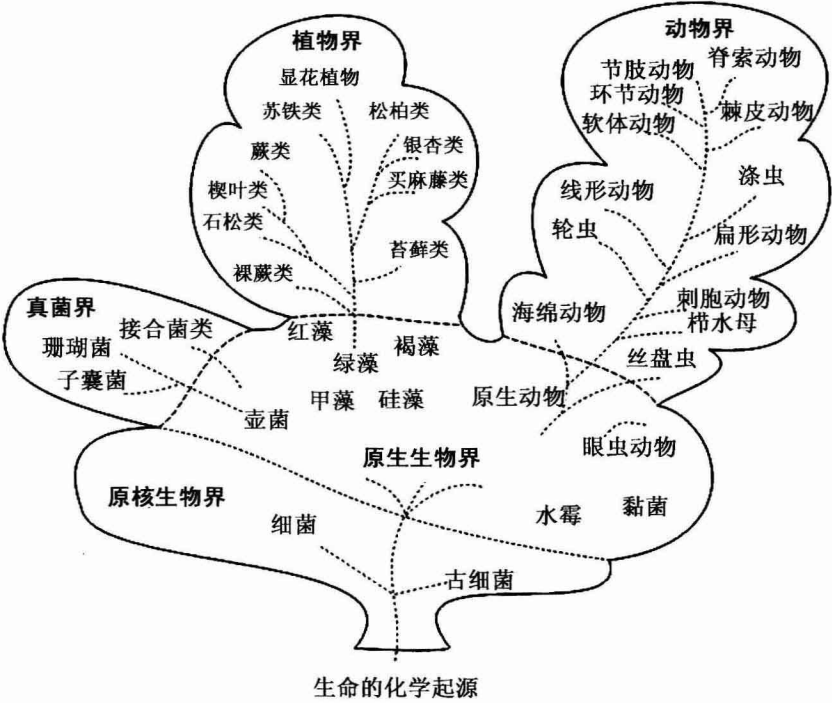


图 2-1 从分子到生物系统树（据 Enger 等，2003；孙跃武，2005，简化）