

高等学校规划教材

古生物学实践教程

王明镇 陈贵仁 编著

煤炭工业出版社

高等学校规划教材

古生物学实践教程

王明镇 陈贵仁 编著

煤炭工业出版社

(京) 新登字 042 号

内 容 简 介

本书是《古生物学》的配套材料。

本教程从加强学生的古生物学实践技能的训练出发,系统介绍了化石的特点、各类化石的采集、修理、标本处理、化石的研究手段、化石的记忆等古生物实践的基础知识和经验,并按照学生实习的要求重点描述了重要古生物门类的部分标准化石的主要特征,总结了相似属种之间的区别。

本书是地质专业的学生学习古生物学的实践指南,同时也可供广大地质工作者参考。

高 等 学 校 规 划 教 材 古 生 物 学 实 践 教 程

王明镇 陈贵仁 编著

责任编辑:聂孟荀

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092 \text{mm}^{1/16}$ 印张 $9^{3/4}$

字数 228 千字 印数 1—665

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7—5020—1155—2/P5

书号 3923 A0309 定价 7.70 元

前 言

古生物学是一门实践性很强的学科。它渊源于人们在生产实践中对化石的认识的不断积累，继英国产业革命之后随着人们对化石认识的深化而诞生。同样，在近代它又伴随着人们的生产和科学技术实践的发展而发展。

要学好这样一门科学，必须牢固树立实践第一的观点，不但要争取多参加野外地层地质和各类地质勘探工作，同时应从古生物学是一门“工具”学科的角度熟练准确地识别常用以解决各类地质问题的古生物化石，掌握各类化石的采集、修理、标本处理等技术方法。《古生物学实践教程》正是从加强学生古生物实践技能的训练，使学生掌握野外及室内古生物工作的方法，举一反三地辨别各门类的重要标准化石并能解决具体地质问题的目的出发而编写的。它作为“古生物学”的配套资料，既介绍古生物实践的基础知识和经验，又按照学生实习的要求对各重点门类的部分标准化石的主要特征进行描述，特别注意总结相似属种之间的区别。因此，本书不但是地质专业的学生学习古生物学的实践指南，同时也可供广大地质工作者参考。

为了使读者能根据需求和条件有一定的选择余地，本书在代表属种的选取上适当增大了数量，各有关门类的实验学时也由使用者从实际出发进行安排。

本书由王明镇、陈贵仁合作编著。

鉴于编写时间仓促、水平有限，加之科学技术的飞速发展，书中难免有错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

1994年10月

目 录

第一篇 古生物实践通论

第一章 古生物学的诞生与发展	1
第一节 古代人对化石的认识	1
第二节 古生物学的诞生	1
第三节 近代古生物学的发展	2
第二章 古生物化石的特点	4
第一节 化石的概念	4
第二节 化石保存的条件	4
第三节 化石的保存类型	4
第三章 古生物学的研究方法与工作程序	7
第一节 野外采集标本	7
第二节 化石标本的处理方法	10
第三节 化石鉴定步骤和古生物研究报告的撰写	12
第四节 化石的研究手段	13
第四章 化石与古地理的重建	22
第一节 古生物化石在重建古地理中的应用	22
第二节 古生态	29
第三节 常见生物化石的古生态	34
第四节 遗迹化石与沉积环境	45
第五章 古生物化石的记忆	49
第一节 古生物学名的记忆	49
第二节 化石特征的记忆	53
第三节 化石时代的记忆	55

第二篇 古生物实践分类指导

实践一 古生物化石类型	58
实践二 原生动物门及蝶	59
实践三 珊瑚动物	66
实践四 苔藓动物	75
实践五 腕足动物	78
实践六 双壳动物	85
实践七 头足动物	88
实践八 三叶虫	91
实践九 笔石动物	96

实践十 藻类、裸蕨、石松、节蕨	100
实践十一 真蕨与种子蕨（羊齿植物）	102
实践十二 种子植物（种子蕨除外）	108
图版	115
主要参考书目	150

第一篇 古生物实践通论

第一章 古生物学的诞生与发展

恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的”。人们对古生物学的研究对象——化石的认识，也象对其它事物的认识一样，是在漫长的历史长河中经历过多次曲折的风波，然后才逐步趋向科学的见解，并随着生产的日益发展最终形成了比较完整的科学——古生物学。

第一节 古代人对化石的认识

我国古代人对化石的认识起始于奴隶社会向封建社会过渡前后的春秋末至战国初期。随着农业、手工业、商业、交通运输业的发展和军事活动的频繁，铁制工具普遍使用，排灌系统的兴建和荒地的开垦增加，遇见埋藏在地层中化石的机会大大增多。

最初认识化石，大概从脊椎动物化石开始。大量古代文献中记载的“鱼龙”，“龙骨”即是对鱼类和哺乳类化石的统称。直到今天，“龙骨”一词仍被经常用以泛指哺乳动物化石。从唐朝开始，我国不但有了对无脊椎动物化石的记载，而且已经有了对化石的形成过程近于现代认识的科学解释。唐朝著名书法家颜真卿由贝类化石联系到沧海桑田，几乎与颜真卿同时的诗人韦应物则由琥珀中的昆虫化石写出了“曾为老获神，本是寒松液。蚊蚋落其中，千年犹可覩”的“咏琥珀”诗，完全正确地描述并解答了琥珀中昆虫化石形成的过程。对腕足动物化石——“石燕”和三叶虫化石的记述始于晋朝，而比较完整科学地说明化石并联系古地理、古气候来描述的，首推宋朝的沈括，他在名著《梦溪笔谈》中已经很成功地运用了“将今论古”的现实主义原则，阐述了竹笋（实为新芦木）、核桃、鱼、蟹化石乃旷古以前的本地之物的见解和海陆变迁的论断。

古代欧洲人最初对化石的见解，大都是错误的，多数学者将鱼、贝壳化石解释为洪水泛滥、海水涨落而成，前后反复讨论了一千多年。漫长黑暗的中世纪之后，科学以意想不到的速度得到迅速发展，地质学也如其它科学一样越来越多地被引起注意并随着生产力的发展而发展起来。著名画家、科学家达·芬奇最早提出了贝壳化石不是洪水泛滥的产物，而是过去生长在海滨的生物的遗骸由泥砂掩埋而成的见解，得到了不少学者的支持。在其后的近三个世纪里，达·芬奇的支持者同以教会势力为代表的“洪水说”进行了尖锐的斗争。关于化石由来的争论一直没有停息。直到18世纪后早期，化石乃古代生物的遗骸的见解才成为学者们的普遍认识。由于当时欧洲各国的资本主义尚未发展到全盛时期，地质学仍处于矿物学的胚胎阶段，因而古生物学作为学科还不能完全独立存在。

第二节 古生物学的诞生

随着英国产业革命的出现和法国资产阶级民主革命的进行，欧洲各国相继进入了资本主义的旺盛时期，自然科学随着工业的发展而迅速成长，地质学则伴随着工业的发展和其

它学科的成长而产生了,人们对于化石乃至整个生物界的认识不断深化,为古生物学的诞生奠定了基础。在18世纪的科学家中,值得提及的有瑞典的林奈(K. Linne, 1707~1778),他创立了“双名法”,建立了生物的系统分类,给生物学和古生物学的研究工作带来很大的方便;进化论的先驱者,无脊椎动物学的奠基人拉马克(J. B. Lamarck, 1744~1829)所著的“论巴黎附近的化石贝壳类”,运用现生种与灭绝种数量比例的关系,划分出不同层位里的化石群组合,进而说明各层位间的这些化石既有区别又有联系的特点。这个原则,一直为现代古生物学所应用。他的另一部著作《动物学的哲学》,则着重研究了生物进化的原理,为达尔文著述进化论奠定了基础;曾被誉为英国地质学之父的史密斯(W. Smith, 1769~1839),最早利用化石划分和对比地层,创立了“化石层序律”,制作了世界上第一张地层表、地质剖面图,绘制了英国南部的地质图,为地层古生物学开辟了新途径,为地质工作者创建了常用的基本方法;古脊椎动物学的奠基人,法国的居维叶(G. Cuvier, 1769~1832),根据大量的化石和现生脊椎动物材料的研究结果提出的“器官相关定律”,为探索古脊椎动物的奥秘提供了新的启示;英国地质学家赖尔(Sir C. Lyell, 1797~1875),他的名著“地质学原理”的问世,则是第一次将理性带进地质学中来,他的环境条件渐次改变直接导致有机体渐次改变的学说,对古生物工作者研究生物演化及正确认识化石等都在理论的指导方面具有十分重要的意义;继后,对古生物学的研究始终发挥着重大作用的是达尔文(C. R. Darwin)的进化论及其有关著作公诸于世,它引发了生物学界的一场革命,推动了生物学研究的迅速发展,加速了古生物学的完整建立。到19世纪后半期,古生物文献渐渐出现,专门期刊也随着出版,专题研究报告也陆续涌现,大量的古生物属种描述工作如雨后春笋,遍及当时各工业比较发达的国家。于是,古生物学教科书也问世了。到19世纪末,古生物学终于完整地建立起来了。

第三节 近代古生物学的发展

跨进20世纪以后,随着石油和其它沉积矿产勘探的需要,对古生物学提出了许多新的课题和更高的要求,伴随着地质学和其它科学技术的迅速发展,古生物学向着两个更深更宽的方向发展:一是在古生物化石本身的研究方面。由于显微镜的使用,特别是电子显微镜在古生物学研究中的应用,使化石研究的领域与范围大大拓宽,微体古生物学的研究取得了重大突破,超微体化石越来越引起学者们的重视并在地层研究方面逐渐发挥着重要作用,一门崭新的学科——超微体古生物学诞生了;二是古生物学同其它自然科学一样,也向着边缘学科发展,使古生物学这门古老的学科焕发出了勃勃生机。这主要表现在:(1)将沉积学、古地理学与古生物学结合在一起,研究古生物和无机、有机环境关系的古生态学以及由此而导出的其它一些专题研究学科,如古埋葬学、古病理学、古神经学、古仿生学等;(2)将古生物学与化学结合在一起,利用化学的方法研究古生物体的化学成分、性质和构造的学科——古生物化学;(3)利用矿物学研究的手段与方法对古代生物骨骼的组成(无机物、有机物、矿物、微量元素)及其形成机理进行探讨的生物矿物学;(4)利用现代技术,研究古生物体中有机物的分子结构,从分子水平上探索生物进化、古代生物的遗传和化学分类的学科——分子古生物学;(5)古生物钟,这是将生物学、古生物学与天文学相结合的学科,是利用诸如珊瑚、双壳纲、腹足纲等具有生长线的硬体化石,计算这些化石所属时代的每年天数、每日时数等,进而说明古天文学及地球自转变化等问题;(6)将

计算机应用于古生物学，将以往异常烦琐的古生物鉴定工作通过计算机在短时间内作出快速准确的统计，同时利用已有程序给予鉴定结果，适应了生产和科研工作的需要。

50年代以后，古生物学书刊的出版工作进展很快，如美国、法国及前苏联等都出版了《无脊椎古生物学论丛》、《古生物学论丛》、《古生物学基础》以及各门类化石属种检索之类的成套书籍，都可作为古生物学基本工具书或主要参考书。目前，世界各国出版的古生物学期刊或刊有古生物方面论文的刊物，约计300余种。由此可见，古生物学已成为自然科学中的重要组成部分之一。

我们的祖先对化石的认识与记述是很早的，从唐朝颜真卿算起，比第一个说明化石成因的欧洲人达·芬奇还要早700年。但在近代，我国古生物学的发展却远远滞后于西欧及美洲各国，直到本世纪初，涉及到古生物内容的译文、论著才开始出现；20年代以后，我国老一辈的古生物学家才开始不断地研究中国的地层与古生物并取得许多有价值的成果。只有在新中国成立以后，我国古生物学的发展才算真正迎来了春天，古生物专业研究机构，从中央到地方均有设置，专、兼职研究人员不断增加，高等院校及科研部门每年都培养出一定数量的本科生、硕士生、博士生，我国在古无脊椎动物、古脊椎动物、古植物以及古人类研究方面都造就了在国际上有一定地位的知名专家、教授，不少重大科研成果为浩瀚的古生物宝库充实了不少珍贵的材料。丰富多彩的各门类古生物标本大量积累，不同岩相的完整剖面逐年发现，鉴定描述了我国特有的古生物群，建立了过去暂缺的门类与学科。我国目前的古生物出版物，除各种图书外，有“古生物学报”、“古脊椎动物与古人类”期刊，不定期的研究集刊、论文集、“中国古生物志”都刊登专业古生物文章。在“地质学报”、“地层学杂志”期刊、其他综合性刊物及地质院校、专业的学报中也经常能见到古生物文章或报道。还有一个古生物学的科普刊物“化石”，深受广大读者欢迎，定期出版。

由于我国科学发展比起先进水平尚属缓慢，目前大量古生物文章仍处于属种描述的基础工作阶段。今后，对有基础的门类进行综合提高、上升到理论来解决古生物的分类、演化、对比、迁移、生态、古地理、沉积矿产等问题的任务还很艰巨，运用最新技术手段、开辟新的研究领域、实现古生物学现代化的道路还很遥远。我们相信，随着我国改革开放的不断深入和国民经济的迅猛发展，古生物学定会很快迎来第二个春天。

第二章 古生物化石的特点

第一节 化石的概念

古生物学研究的是地史时期中的生物,其具体对象就是发现于各时代地层中的化石。化石是指保存在岩层中的各个地史时期的生物遗体 and 遗迹。也就是说,作为化石必须具备生物的和地史时期的两个条件。首先,化石必须反映一定的生物特征,如某种形状、大小、结构或纹饰等,足以说明自然界中生物存在的情况,因此在地层中的一般的矿质结核以及硬锰矿的树枝状结晶(树枝石)等无机产物不能视为化石;其次,化石还必须是保存在岩层中的生物遗体 and 遗迹,而埋藏在现代沉积物中的生物遗体就不能称作化石。严格地说,古今生物很难以某一时间界线来截然分开的。但是,为了研究的方便,一般以最新的地质时代——全新世的开始(距今约 12000 年)作为古、今生物的分界。随着近代化学研究的进展,古代生物体的有机物分子,可以从岩石中分离出来进行鉴定、研究,从而扩大了化石的范畴。

第二节 化石保存的条件

从生物本身来说,其遗体变成为化石,一般要具有有利于保存的生物体结构,主要是生物体中的硬体。例如,无脊椎动物的外壳、甲壳,脊椎动物的骨骼、牙齿,植物的树干、叶子以及孢子、花粉等,都容易形成化石。当然,有些化石属于遗迹性质,就不一定要有硬体。从外界环境来说,必须有掩盖物质将遗体迅速掩埋起来,免遭生物、化学和机械作用的破坏,否则,即使有硬体的生物,也会被风化等自然营力破坏或被其它动物吞食。如果生物遗体长期保留在水底而不为泥沙所掩埋,同样也会被水动力破坏或其它动物吞食,失去保存为化石的可能性。第三个条件是时间因素,即生物遗体必须经过较长时间的埋藏,以便随着沉积物固结成岩,生物遗体同时也经历各种石化作用变成化石。

第三节 化石的保存类型

地层中的化石,按其保存特点,可大致分为四类,即实体化石、模铸化石、遗迹化石和化学化石。也有将模铸化石归入实体化石而分为三种类型。

一、实体化石

实体化石是指生物遗体本身经过明显变化或未经明显变化、部分或几乎全部保存下来的化石。

整体保存的化石,又称未变实体。这是古代生物的全部遗体(软体和硬体)没有经过什么明显变化保存在岩层中。如西伯利亚冻土层中的猛犸象、我国抚顺第三纪煤田主煤层中琥珀内的昆虫以及新生代沙漠中的哺乳动物干尸和密封在石盐晶体内的脱水细菌等。这种特殊类型的化石数量不多,必须在特定的条件下才得以保存,这就是严密封闭、极度寒冷、十分干燥。

硬体保存的化石，又称变化实体。这是生物遗体被沉积物掩埋以后经受明显变化才形成化石的。这种形成化石的作用称之为石化作用。石化作用有下列几种：

(1) 矿质填充作用，又称为过矿化作用，是地下水所挟带的矿物质填充古生物疏松多孔的硬体组织的过程。这种作用保持了原来的组织结构，但硬体变得更加致密并增加了重量。

(2) 交替作用，又称置换作用。生物硬体的原来成分中可溶物质被地下水溶解，而地下水所携带的矿物质又沉淀于所溶解的孔洞中，即发生物质交替现象。如果溶解与填充速度相等，且以分子相交换，即可保存原来硬体的微细结构。如填充速度小于溶解速度，则生物硬体的微细构造被破坏，仅保留原物的形态。根据填充矿物质的类型，常区分出硅化（二氧化硅）、方解石化或钙化（方解石）、白云石化（白云石）、黄铁矿化（黄铁矿）等。

(3) 升馏作用，又称炭化作用。一般发生在具有几丁质、几丁-蛋白质或蛋白质骨骼中。这些有机物中易挥发的成分（氧、氢、氮）首先挥发消失，留下较稳定的炭质薄膜。植物、笔石和某些节肢动物常呈炭化保存下来。

二、模铸化石

模铸化石不是实体化石本身，而是生物遗体在底质、围岩、填充物中留下的各种印痕和复铸物。

印痕化石，一般指不具硬壳的生物遗体在未埋葬前陷落在松软细密底层中留下的印迹。最常见的是植物叶子的印痕，另外有水母印痕、蠕虫动物印痕。

印模化石，是生物遗体在围岩上留下的痕迹，包括外模和内模。外模是生物体遗体外部形态（多是硬体部分）在围岩上留下的印痕，内模是生物遗体的内部形态在填充物上留下的印痕。外模、内模所反映的花纹，其凹凸情况与原物相反。

核化石，分为内核与外核。内核是古生物壳体内部的泥砂充填物，它的表面就是内模，内核的形状大小和壳体内空间的形状大小相等，是反映壳体内面构造的实体。腕足、腹足、双壳动物的内核化石较为常见。如果古生物壳体内部没有被泥沙充填，当贝壳溶解后，就留下一个与壳同型等大的空间，此空间如再经充填，就形成与原壳外形一致、大小相等且成分均一的实体，即称外核（又称复型）。外核表面的形状和原壳表面一样，是由外模反印出来的，它的内部是实心的。

铸型化石，是生物遗体被沉积物掩埋形成外模，同时其壳内也被沉积物所充填形成内核，其后壳质又全被溶解而被另一种矿物质填入，保存了贝壳的原形及大小。它的表面与原来贝壳的外饰一样，其内部还包有一个内核，但壳本身的细微构造没有保存。

三、遗迹化石

遗迹化石系指保留在岩层中的古生物生活活动的痕迹和遗物。痕迹化石如四足动物行走时所留下的脚印，低等动物移动时在底质中留下的移迹，生物在石质底质中钻蚀的栖孔、在软质底质表面或内部挖掘的掘穴等；遗物化石常指动物的排泄物或卵（蛋化石）以及古人类所使用的石器、骨器等。遗迹化石很少与实体化石同时发现，但它可以充分说明过去某些生物的存在，丰富了古生物记录的内容，在生产实践中有一定的意义。

四、化学化石

现代化学研究表明，古代生物遗体虽已消失，但组成生物体的一些有机成分经分解后形成的各种有机物如氨基酸、脂肪酸等仍可保留在岩层中，这些有机物虽然视之无形，但

它具有一定的化学分子结构，足以证明过去生物的存在，这类残留在岩层中的有机物叫做化学化石。随着科学技术的提高，可以将这些化学化石从岩层中分离出来，进行鉴定、研究，从而扩大了化石的范畴，同时产生了一门新的学科——古生物化学。

第三章 古生物学的研究方法与工作程序

古生物的研究工作一般分为野外采集标本和室内研究两个阶段。前者是整个工作的基础，决定着研究结果的质量和深入程度；后者是通过对野外资料的整理、分类鉴定、居群分析及对有代表性的居群标本进行描述、照相，最后撰写研究报告或论文，提交研究成果，解决生产实践或科学研究课题。

第一节 野外采集标本

这是最重要的工作环节，每个地质工作者都必须非常重视并学会野外采集标本的工作。野外采集标本的数量越多、质量越好，则研究材料越丰富，研究结果越深入、准确。

野外采集标本工作的要求是根据研究任务而定的。

一、区域地层划分对比工作的标本采集

首先，应对研究区进行全面踏勘，了解区域内所研究的地层发育、出露情况、化石产出情况、地层上下接触关系情况等，对于踏勘路线上所有露头上的化石都不应忽视，要将所采集到的化石产出地点、层位及岩性、上下地层情况作详细记述。

其次，实测地质剖面，要选择在岩层出露好、地质构造简单、地层接触关系清楚、化石较丰富的区段进行。实测剖面时应将主要精力放在寻找化石上，在可能的情况下应采取分段分层的办法逐层采集。对于在踏勘中已经发现的含化石层位要作进一步的重点采集，注意采集各门类化石，数量尽量多些。对于所采集的化石，要求在野外现场按顺序编号，填写标签，包装好。编号要反映实测剖面编号及化石所在层位等内容，标签要尽量填写详细。对于易磨损的化石，要用软纸或棉花盖住化石再用纸包装，易碎的珍贵化石，应装在较硬的纸、木盆内。

二、古生态或某一门类古生物研究的化石采集

首先对地层层序、岩石性质、厚度、上下接触关系等进行常规测量，然后着重收集反映古生物本身的一些专门资料。例如，古生物群落数量，共生、共栖资料，化石定向资料，原地埋葬和再沉积资料，礁体观察研究资料，沉积岩显微观察标本和化学分析标本等。对于所采集到的标本、观察到的有关资料都要进行详细的分类、编号、登记描述以及照相等。最后按要求包装好。

三、大型脊椎动物化石的采集

大型脊椎动物化石的保存往往比较零散，困难的是如何及时发现化石并注意保护现场，然后在专业人员的指导下进行采集。因此，要注意专业人员与群众相结合，到可能赋存化石的采石场、采矿场、砂矿场、水利工程工地，向那里的工作人员访问并宣传有关化石的知识和保护化石的意义。我国的许多大型脊椎动物化石都是在人民群众参加下发现的。另外，不少大型脊椎动物化石是在偶然的情况下发现的。当在踏勘中发现与大型脊椎动物有关的零星化石时，应注意沿河谷、山谷向上寻找，以便确定化石的原生地。

大型脊椎动物化石发现以后，专业人员应根据化石出露部分，分析估计化石体的大小

尺寸,确定采集方案,将预计化石体可能保存范围打成 $1\times 1\text{m}^2$ 的格子,并对格子编号,作野外编号素描图及照相,然后再按方格整块采集,分箱包装。要特别注意各部分化石的位置,顺序及产出特点,所有工作都要为将来的化石整体的拼接复原与鉴定工作服务。

四、矿井内化石的采集

矿井内化石的采集一定要在熟悉矿井地质、地层及巷道情况的基础上,在矿井工作人员(最好是地质技术人员)的陪同下进行。井下工作的安全装备要齐全,要通过访问矿区地质技术人员和生产第一线的工人,掌握各类化石的产出层位。一般情况下,都要根据井下开拓开采所暴露的地层在地质人员引导下有目标地进行采集。由于矿井下地层暴露范围有限,可以在不同地点、不同工作面采集同一层位的化石,有可能时各种类型的化石应尽量多采集。矿井内采集化石的编号及标签登记内容应反映出所在矿井、开采水平、工作面等。

五、钻井岩芯化石的采集

钻井岩芯采集化石可以由钻机地质技术人员在钻探取芯过程中连同岩性观察描述一起进行。但一般多是为着某一研究目的在某一钻井任务完成以后而进行化石采集,此时应在钻井地质人员指导下,将钻井岩芯按照从上到下的顺序排列好,然后逐段进行观察采集。用地质锤敲打时注意用力的方向,使岩芯沿层面断裂开,以利于采集到较完整的化石。对于有利于保存某类化石的岩性和已被钻机地质人员发现化石的层、段,应注意重点采集。钻井岩芯所采集化石的编号及标签所记述的内容应包括勘探线编号、钻井号、钻井深度等。人们经常采取的办法是同时用胶布贴在标本上并将编号写上。

六、微体化石样品的采集

微体化石一般难以用肉眼观察,所以通常只能将微体化石与其它沉积物一起采集,在室内通过种种处理将化石从沉积物中分离出来后再进行研究。微体化石的采样工作,有陆上采样与海上(或湖沼)采样两种情况。

1. 陆地采样(地表露头采样)

采样方法由于研究目的的不同而异,一般分两种:一种是并不特别注意各试样间的关系,而从任意层位上采集;另一种是按一定规则有计划的采集。

任意方法取得的试样,尽管能够用于确定各地层的地质时代和推断其沉积环境,但不适于系统研究工作。因此,一般情况下除了特定的目的或受到条件限制的场合外,则尽可能采用规则采样法。

规则采样法采样,在研究化石的时间(年代)变化时,须顺着地层层序的方向采样,这种方法称为切层采样法,又称层位采样法;在研究化石地理上的乃至环境上的变化时,则须沿地层展布方向采集同时期的沉积物,称作顺层采样法。不论是切层采样还是顺层采样,都必须参照以下原则进行:

第一,了解各类别的繁衍的时代和富集的岩性,按一定的要求采集必要的岩样或砂样,进行室内处理或分析;

第二,采样时要去掉露头表层的风化部分,注意采集内部新鲜的沉积岩。在采软质泥岩样时,在经风化变黄部分的里面,可见到几厘米至几十厘米厚的带黑色的部分,在该处钙质微体化石往往就被溶解掉了。在从事孢粉样品采集时,要采集没有地表水渗入的部分,以免混入现代生物和其它层位的花粉等。在采集硬质岩石时,或用鸭咀镐除掉风化部分,挖

出新鲜部分作为试样，或从露头取下因节理等而断下的大岩块，用铁锤打掉风化部分，采集中心附近的新鲜部分作为试样；

第三，考虑到搬运与保存空间等问题，采样数量不要过多，为处理化石时所需数量的5~10倍就足够了。一般样品的重量以150~250g为宜，体积约为一个拳头大小，但可以根据化石的丰富程度、岩石比重的不同有所增减；

第四，为了便于试样处理与保存，要记录采样地点与层位，用简略符号与数字对各采样点、试样进行命名，通常，要使采样点名称与试样编号保持一致，以免因为使用几种名称而造成混乱。试样编号往往原封不动地沿用野外调查时表示露头与表示观察点的编号。为防止混乱，在采样点较分散时，最好采用各采样点的地名，或将地名简化成符号在编号中反映出来；

第五，在采集这些试样的同时，为了搞清试样的相互关系，便于今后再采样，要将采样地点、采样层位、采样点的露头情况记录下来，并将采样点用符号·或×表示在地形图上，在符号旁记上取样点名称（样品编号）；

第六，将采集的试样装在记有采样地点（试样编号）等的试样袋中，封好带回室内。

对于切层采样法，还应注意：第一，应在地质构造简单的地区采样，尽量沿一条路线，以便查明试样相互间的层位关系（上下关系）。在两条以上路线上采样时，要追索标志层，查明不同路线的层位关系，及试样相互间的层位关系；第二，采样应有一定顺序，或从老到新，或从剖面下部向上逐层采集；第三，采样间距应视目的、要求和岩性特点而异，通常采样层位间距为数十米，但在精度要求不高的情况下，有时间距可达100m以上。岩性稳定或均一地段间距可大些，岩性变化大的地段间距可小些，在岩性变化的层位或在含矿层及其上下层位中，必须采样。如确定分层界线，还要在分界线上下集中采样。为了详细分层、建立化石带，应大大加密采样点，必要时每隔数十厘米就要采一个样。

对于顺层采样法，重要的是必须保证所采集的样品是同时期的沉积物（同一层位的沉积物）。因此，一般在一个露头采样时都是平行于地层层理面采集；范围很广时，沿着标志层采集。另外，利用根据地磁倒转现象建立的古地磁层序来查明各试样的同期性，即使在标志层不发育或很难追索标志层的地区也能做到采集同一层位的试样。

2. 钻井采样

通过钻探剖面采集试样，可分为岩芯采样和岩屑采样两种。

岩芯采样，是取出柱状岩芯作为研究地下岩层的岩石试样。取样时，一定要将岩芯表面刷洗干净，可以每隔一定距离截取一段岩芯作为样品，也可以在岩芯上选择一定段落纵向刻槽连续取样。前者可借助放大镜或凭岩性特点选择含生物碎屑比较丰富的段落截取，但不能反映一定段落内的化石全貌；后者虽能反映一定段落内的化石全貌，但不能反映化石丰富的段落，两者各有利弊，可根据要求综合运用。

岩屑采样，是在钻探过程中，每隔一定进尺采集钻进中冲到地表的岩屑，以岩屑作为试样。岩屑采样远不及岩芯采样好，原因是不易掌握采样间距，加之岩屑混杂，所收集的岩屑不仅仅是正在钻进的地层中岩屑，而且混有已经钻穿的上部地层中的岩屑，因而不易挑选合乎要求的样品，解释化石试样时必须十分慎重。对于地质技术人员来讲，必须十分熟悉钻井剖面层序，逐层岩性特征和具备识别新鲜岩屑和原有岩屑的能力。

3. 松散沉积物采样（海底采样）

这种方法多数是为了在海底松散沉积物中采集第四纪的微体化石，所要获得的是没有被扰动的海底沉积物的柱状样，采样方法是与陆地基本相同的海上钻探方法。这种采样需要特制的采样工具，并在海洋调查船上进行，是以未固结沉积层作为对象而进行的各种柱状采泥方法。至于近岸浅水的砂样采集，则需要有潜水装备，并潜入水下进行采取。

松散沉积物采样必须注意几点：第一，每采集一个样品，都应填写该样品的标签，写明采样剖面代号、样品编号、采集地点、采集层位、采样深度（钻井采样）、采集人和采集时间；第二，进行逐层系统采集时，必须附有地层柱状剖面图，注明层序、岩性、大化石特点，并将每个样品编号写在所属层位旁边；第三，样品整理时，应分别列出各地区、各剖面微体化石样品清单。所有样品都必须按规定进行编录，妥善包装。一般都按剖面逐层装箱，填写样品清单一式两份，一份装入箱内随样品托运，另一份随身带回保存备查。样品箱上应注明采集地点、剖面代号、所装样品的起迄编号和采集时间，以便室内处理或分析时易于寻找，避免混乱。

第二节 化石标本的处理方法

从野外采集回来的化石标本及微体化石样品，应根据化石保存类型和研究方法的不同，采用不同的方法进行处理。

一、大化石标本的处理方法

这里所说的大化石，习惯上包括了大型脊椎动物化石和植物化石在内的所有 2cm 以上的动植物化石。在野外采集的化石，其实体、内模、外模的表面往往粘有围岩碎块，影响对化石特征的研究，需将围岩碎块除去。表面修理方法较简单，一般用钢针、刻刀轻轻将围岩剔去。此项工作需要十分细心和耐心，万万不可操之过急。对于较硬的岩石来讲，采取轻轻敲打、震动、剔除的办法；对于软质泥、页岩，注意轻轻顺层剔除、逐渐暴露化石体；对含笔石、植物枝叶化石的泥、页岩，在修理时还可以顺层剥开，有时仍可发现完好的化石；对于包裹在硬质岩石中的实体化石（如石灰岩中的腕足动物化石等），试用淬火法，使化石与围岩完全脱离，常可以得到十分精美、完整的化石标本。

对不少类型化石的研究，常需要观察其内部构造，因而对部分实体化石往往采用切、磨薄片的方法，如珊瑚、头足动物及腕足动物等。磨片方法不但对研究无脊椎动物化石内部显微构造，而且对研究脊椎动物化石及遗迹化石的显微构造，都具有重要意义。

在陆生植物化石研究工作中，为了解其表皮构造，可采用浸解法，即将化石碎片浸泡在浓硝酸中，至透明为止；然后投入 5% 的氨水中；水洗后，用浓酒精脱水，最后用树胶封片，即可在显微镜下观察。

大型脊椎动物化石和植物化石，身体各部分往往分开保存，从研究工作或展览的需要出发，这就要求将零散的化石材料进行复原工作。这项工作，一方面需要大量的化石资料，另一方面也需要研究者具有比较丰富的比较解剖学知识。

二、微体化石的室内处理或分析

以微体化石作为研究对象时，除特殊情况外，都必须把化石个体从岩石与沉积物中分离取出，然后再根据化石种类与研究目的进行处理。试样处理质量的优劣，对研究成果影响很大，因此，必须十分重视并注意做好样品处理这项基础工作。根据化石种类与含化石的试样状态的不同，往往采取不同的处理方法。但在一般情况下都需要交替使用物理与化

学的方法，首先将化石与围岩分离，再经过对样品的冲洗、烘干、挑选、制片，最后才能得到可供鉴定的微体化石。

1. 碎样

一般采用物理的机械破碎方法，将岩样碎成 1cm^3 大小的碎块。碎样的方法可以有多种，但以不破坏化石为前提。

2. 散样

散样是对经过机械破碎后的含有微体化石的岩样继续破碎、松散、围岩溶解、化石逐渐脱离围岩的过程。视化石和岩性特点不同，散样可选用不同的方法。

(1) 钙质微体化石的散样：松软易碎的岩样，可用清水或自来水浸泡，有时略加煮沸。含粘土质较多的岩样，用清水浸泡煮沸时，可加少许（一汤匙）碳酸氢钠。较硬结的细粒岩样，可先烘干，加入汽油浸泡 1h，倒出汽油，再用清水浸泡。坚硬致密的岩样，或置于茂福炉内加热至 $700\sim 800\text{C}$ ，迅速取出倒入冷水中，利用热胀冷缩使岩样破碎，或加入 $40\sim 50\text{C}$ 饱和的芒硝溶液放入冰箱冷冻至 -5C ，藉芒硝的结晶力使岩样破碎。

(2) 硅质微体化石的散样：将岩样置于加稀盐酸的碳酸盐溶液中，或用 30% 浓度的双氧水 $20\sim 25\text{ml}$ 浸泡，加热近沸约 20min，除去有机质，再加入 50% 浓度的盐酸，加热 20min 直至溶液呈黄绿色、反应停止时为止。若岩样过于坚硬，加盐酸无反应时，可用 95% 浓度的浓硫酸和 70% 浓度的浓硝酸处理，使化石从岩样中分离出来。

(3) 磷酸钙质微体化石的散样：一般可用 10%~25% 浓度的醋酸或冰醋酸浸泡。浸泡时将碎岩样装入塑料窗纱制的网袋，悬放于烧杯内的酸液中，每天或隔天换酸液一次，并收集杯底含化石的残渣，如此反复多次。

由于岩性不同，可选用不同的化学药品溶液浸泡。对于页岩、砂岩，用清水浸泡后加入硫酸钠或氢氧化钠、过氧化钠煮沸，即可使岩样散开；灰岩除了用 10%~25% 浓度的醋酸或冰醋酸浸泡外，还可同样浓度的柠檬酸或酒石酸浸泡，也可用蚊酸浸泡（切不可加热）；白云岩用醋酸或冰醋酸浸泡时，还可加少许一氯代醋酸或钾酸，以加速散样速度。

(4) 钙质超微体化石的散样：因个体多小于 $30\mu\text{m}$ ，对于这类化石，一是磨制薄片在高倍显微镜下或在电子显微镜下观察研究，再就是将少许样品置于孟钵内，用杵棒均匀研成粉末，用蒸馏水浸泡，并可放在超声波震动器上震动数分钟至半小时进行散样。如粘土质含量高不易散样时，可加入少许碳酸钠，使液体 pH 值为 $9.4\sim 9.6$ （pH 值不能小于 7，否则化石将被溶蚀）。

(5) 有机质微体化石的散样离析：先将经机械破碎后的样品装入烧杯中，第一步进行酸处理，对于钙质胶结的岩石样品，加入 10% 浓度的盐酸，反应完毕后，加入过滤水清洗 3~4 次，每次洗涤后都需沉淀 3~4h 或更长的时间，目的是除去岩石中所含钙质；对于含有植物残体或炭质碎片的岩样，则加入 30% 浓度的硝酸，加热 $1\sim 3\text{min}$ ，再用过滤水清洗 3~4 次，以便进行氧化除去炭质；第二步，对经过酸处理的样品，加入 10% 浓度的氢氧化钾或氢氧化钠溶液进行碱处理，浸泡后用过滤水洗涤 3~4 次，目的是溶解岩石的胶结物和腐植酸；第三步，重液浮选，利用有机质微体化石的比重明显小于围岩矿物碎屑的比重，选用一种比重介于二者之间的重液进行浮选，使有机质微体化石浮于重液表面，围岩矿物颗粒沉于重液之底；第四步，沉淀稀释，即将静置后的样品中的重液吸到另一烧杯中，烧杯中装有 3 倍于重液体积、浓度约为 0.5% 的冰醋酸，以便降低重液的比重，使之降到有机质