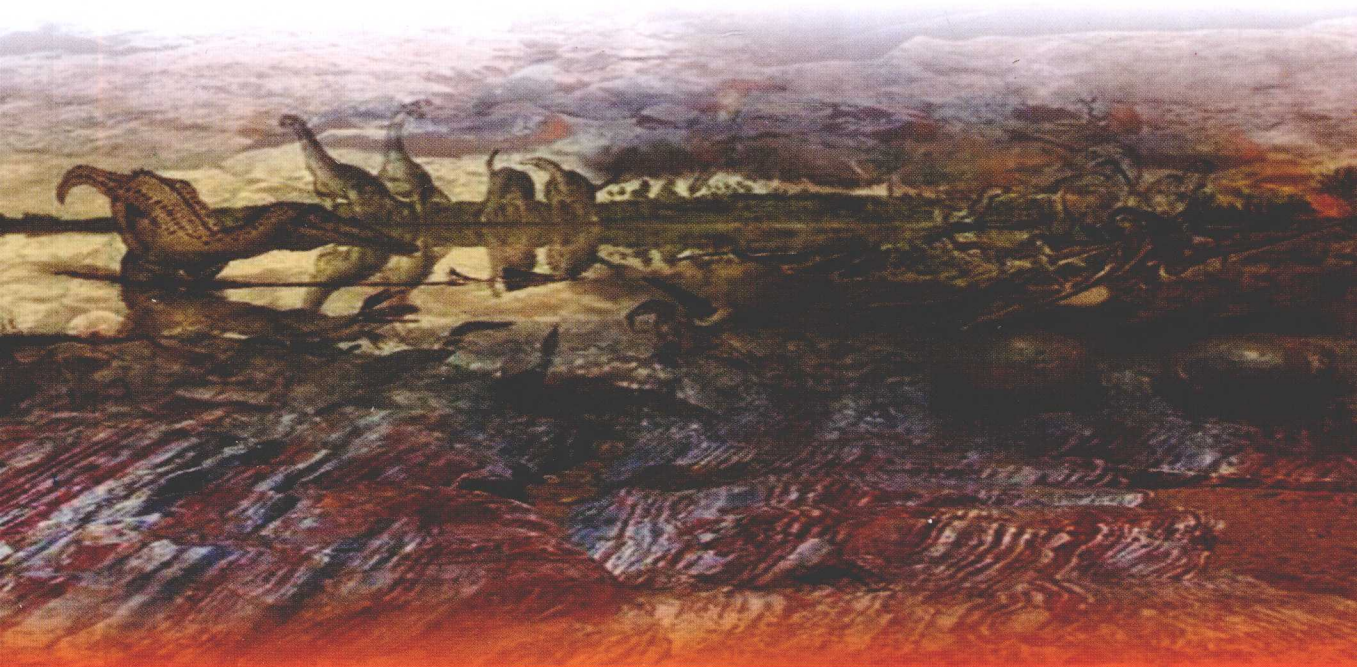


石油高职高专规划教材

古生物与地层学

郭宝炎 李岳胜 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

内 容 提 要

本书分为古生物学、地层学和实践教学三篇,在内容安排上遵循理论联系实际的原则,充分注重学练结合、需用结合。本书以古生物学和地层学基础理论为主导,纳入了最新的研究和应用成果。为了使学生在学习过程中更好地掌握理论要点,在教材各章后面均附有思考题。另外,为了增加直观性,在附录中给出了标准化石图版和岩相标本图版,供学生观察描述。

本书是高等职业技术学院石油地质勘探、油气藏技术等专业使用的教材,也可用于石油与地质行业职工培训,对地质和古生物工作者也具重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

古生物与地层学/郭宝炎,李岳胜主编.

北京:石油工业出版社,2009.10

(石油高职高专规划教材)

ISBN 978-7-5021-7347-0

I. 古…

II. ①郭…②李…

III. 地层古生物学-高等学校:技术学校-教材

IV. Q911.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 148888 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)64523574 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:中国石油报社印刷厂

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:19.75

字数:503 千字

定价:30.00 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

古生物学和地层学是地质科学的重要学科,是地质及石油勘探类等专业的专业基础课,不仅自成体系,也为其他地质学科提供理论依据和工作方法基础。目前,我国高等职业教育蓬勃发展,随着社会和企业要求的日益提高,高职教育必须在专业学科和教学体系上进行改革。编者从学科和教学实际出发,把古生物学和地层学有机地结合,合并编写了《古生物与地层学》。本书为高等职业技术学院石油地质勘探、油气藏技术等专业使用的教材。

本教材是根据2007年7月召开的教材编审会上确定的《古生物与地层学》教学大纲编写的。全书共分古生物学、地层学和实践教学三篇。在编写过程中,对教材内容进行了精选,着重于基础知识的讲述;遵循精简结合、循序渐进和理论联系实际的原则,针对油气勘探和生产特点,详细讲解了微体古生物。教材的整体结构和全部内容体现出三个特色:一是把近年最新资料与成熟的研究成果引入到教材中,例如在地层划分与对比中高分辨率层序地层学方法、微体古生物化石在油气勘探中的应用实例等;二是注重讲练结合,在每一章后均附有思考题,并且首次把古生物学和地层学实践教学内容独成一篇,安排了近1/3的学时,有利于职业教育目标培养,有助于教学目的实现;三是附录包括国内最新年代地层表、古生物化石图版及岩相标本图版,在方便教学的同时,也有利于学生对古生物和地层学工作方法的深刻理解。

本教材由郭宝炎(天津工程职业技术学院)、李岳胜(天津石油职业技术学院)担任主编,由白旭红(辽河石油职业技术学院)、崔树清(渤海石油职业学院)担任副主编。教材编写分工是:郭宝炎编写第一章、第三章第三节、第四章的第一节至第三节和附录;李岳胜编写绪论和第二章;白旭红编写第五章、第六章、第十章和第三篇;崔树清编写第七章第四节至第六节、第八章和第九章;张志宝(辽河石油职业技术学院)编写第七章第一节至第三节;孙桂敏(天津工程职业技术学院)编写第三章的第一节和第二节;王艳华(大港油田地质勘探研究院)编写第四章第四节。李岳胜对全书详细校对,孙桂敏、刘萍(天津工程职业技术学院)做了大量图件清绘工作。全书由郭宝炎和李岳胜统稿,由郭宝炎修改并定稿。在编写过程中得到编者所在院校及大港油田地质勘探研究院的大力支持,在此谨表谢忱。

作为高等职业教育教材,本书首次将古生物学和地层学合并为一门教学课程,因此在教学内容安排和叙述上还有待完善,加上编者水平所限,难免存在不妥和缺陷,诚望师生海涵并不吝指正。欢迎广大读者向编者(Email:guoby1024@163.com)反馈信息,以利于修订和提高。

编 者

2009年5月

目 录

绪论	(1)
第一节 古生物学的研究内容和任务	(1)
第二节 地层学的研究内容和主要任务	(3)
第三节 古生物学、地层学与地史学的内在联系	(3)
第四节 课程内容安排与教学建议	(4)

第一篇 古生物学

第一章 古生物学概述	(5)
第一节 生物与环境	(5)
第二节 生物的起源与演化	(13)
第三节 化石的形成与保存	(26)
第四节 古生物的分类与命名	(34)
思考题	(38)
第二章 动物界	(40)
第一节 原生动物门(Protozoa)	(40)
第二节 腔肠动物门(Coelenterata)	(43)
第三节 软体动物门(Mollusca)	(48)
第四节 节肢动物门(Trthropoda)	(57)
第五节 腕足动物门(Brachiopoda)	(65)
第六节 半索动物门(Hemichordata)	(67)
第七节 脊索动物门(Chordata)	(70)
思考题	(78)
第三章 植物界	(81)
第一节 古植物学概述	(81)
第二节 主要门类简介	(86)
第三节 孢子花粉分析	(98)
思考题	(112)

第四章 古生物资料的研究与应用	(114)
第一节 化石的采集与分离	(114)
第二节 化石鉴定与描记	(116)
第三节 古生物资料分析与应用	(118)
第四节 微体化石在油气勘探中的应用实例	(124)
思考题	(135)

第二篇 地 层 学

第五章 地层学概述	(136)
第一节 地层学基本概念、基本理论和方法	(136)
第二节 地层分类系统和地质年代表	(141)
第三节 地层的划分和对比	(146)
第四节 岩相古地理	(153)
思考题	(159)
第六章 前寒武系	(161)
第一节 前寒武纪概述	(161)
第二节 前震旦系	(163)
第三节 震旦系	(167)
第四节 前寒武纪地史及矿产	(169)
思考题	(172)
第七章 古生界	(173)
第一节 古生界概述	(173)
第二节 寒武系	(176)
第三节 奥陶系	(180)
第四节 志留系	(184)
第五节 泥盆系	(186)
第六节 石炭系	(190)
第七节 二叠系	(195)
思考题	(200)
第八章 中生界	(202)
第一节 三叠系	(202)
第二节 侏罗系	(207)

绪 论

第一节 古生物学的研究内容和任务

科学研究证明,地球形成的时间距今大约有 4600Ma。现在已知地球最老地质记录(如格陵兰西部、南极恩比地、南非林波波等地的变质岩)年龄为 3800Ma 左右,可视为地质历史的真正开始。目前规定 3800Ma 为太古宙的起始年龄,把距今 3800Ma 到现在的时间阶段称为地球的地质历史时期,而把距今 3800Ma 以前的地球历史阶段称为地球的天文时期。

现在生活在地球上的各种生物都是地史时期中的古生物演化发展的结果。本来在地史时期中生活的各种生物之间的演化并没有截然可分的界限,但为了研究的方便,一般以最新的地质时代——全新世的开始(距今约 10000a)作为古生物和现代生物的分界。即第四纪全新世开始以来出现的生物称为现代生物,生活在全新世以前的生物称为古生物。因此,古生物也泛指距今约 10000a 前的生物。

古生物学是研究地质历史时期的生物及其发展的科学。其研究范围包括各地史时期地层中保存的生物遗体 and 遗迹,以及一切与生物活动有关的地质记录。古生物学的研究对象是化石。

古生物学可分为研究地史时期动物的古动物学和研究地史时期植物的古植物学。古动物学又分为古无脊椎动物学和古脊椎动物学。

古生物学的基础研究工作包括化石的采集和发掘、处理和复原、鉴定和描述,在这些工作的基础上进行分类,进而研究各类生物的生活方式、进化规律等。

古生物学的任务主要有以下几个方面:

(1)揭示生物的演化规律,研究生命的起源和发展等理论问题。

在地史发展中,随着地质时代的推移,古代生物展现了一幅清楚的演化图景。即时代越老,生物化石类别越少,构造越简单,种类越低级,与现代生物差异也越大;时代越新,生物化石类别越多,构造越复杂,种类越高级,与现代生物也越接近。无论是各门类之间还是同一门类之中,都同样存在着这一普遍的演化规律。如植物界的演化发展规律是:自太古宙的细菌、藻类到元古宙、早古生代的高级藻类,随后演化出现裸蕨类、裸子植物,最后到被子植物;动物的演化规律是:从无脊椎动物到脊椎动物,脊椎动物的演化尤为明显,从鱼类经两栖类到爬行类,再到鸟类和哺乳类,最后演化到人类。在古生物化石中,有关生物演化的例证不胜枚举。如泥盆纪总鳍鱼类具有若干陆生动物的特征,代表了从鱼类到两栖类的过渡类型;侏罗纪的始祖鸟化石兼有爬行类和鸟类的特征,证明鸟类自爬行类演化而来。

(2)利用生物发展演化规律,确定地层的相对时代,划分和对比地层。

地层是研究地球发展史的物质基础。在保持正常顺序的地层剖面中,老的地层在下,新的地层在上,上覆地层较下伏地层新,这就是所谓的地层层序律。它是研究地层的基本概念。而生物的出现一般是由少到多,遵循着由简单到复杂、由低级到高级的演化规律,这恰与地层由老到新的顺序相吻合。整个生物的演化又经历了若干大小不同的变化阶段,据此可划分不同

的地质年代单位。地层系统和地质年代表的建立主要是根据古生物的发展阶段。地层中保存的化石则是确定相对地质时代和建立地层系统的主要依据。首先,根据地壳发展及生物出现和发展的情况,将地球发展的历史划分为没有显著生物(主要指硬壳动物)出现的地质时期(冥古宙、太古宙、元古宙)和具有显著生物发育的显生宙。显生宙根据生物的演化的主要阶段又划分古生代(进一步划分为早古生代和晚古生代)、中生代和新生代。在古生代中,以无脊椎动物和藻类为主,低级脊椎动物无颌类及高等植物的裸蕨类出现的阶段,称为早古生代;以海洋无脊椎动物为主,脊椎动物向陆地侵进(从出现于早古生代的无颌类逐渐演化出鱼类、两栖动物及原始爬行动物,分别如总鳍鱼、坚头类及兽形类等),以及植物占领陆地(从裸蕨发展到蕨类、种子蕨类及原始裸子植物)的阶段,称为晚古生代。爬行动物的恐龙类盛极一时,裸子植物大发展,鸟类、哺乳类及被子植物出现的阶段,称为中生代;哺乳类和被子植物大发展的阶段,称为新生代。从古生代开始,有了国际公认的统一的纪,纪以下分世,世以下分期。总之,对于这些单位的划分,古生物起着决定性的作用。一般说来,代是根据动物或植物某些纲或目的演化阶段来划分的,如节肢动物门的三叶虫纲、原生动物门的蛭目等均限于古生代;纪是根据动物的科或属及植物的属或种的出现和绝灭来划分的;世是用动物的亚科或属及植物的属种来划分的;期的划分一般用化石带。必须指出,地质年代是对应地层系统表而建立的。

另外,生物界发展过程的轮廓大体上可从由老到新的地层中所含的化石反映出来。在不同的地史时期形成的地层里,保存有该地史时期特有的化石组合。也就是说,不同时代的地层中必然具有不同化石。根据这一事实,只要确定地层内所含的生物化石组合,便可以把不同时代的地层划分出来。当研究一套具体的岩层时,确定岩层序列及地质年代的主要方法是与已知地质时代的标准层序进行对比,并根据地层柱的特点进行地层划分。把地层划分出来以后,就可以和相异地区的各个相当的地层进行对比。可以说,化石标志是进行地层划分和对比的主要依据。

(3)恢复各个地史时期的古地理和古气候,从而推断沉积矿产在空间上的分布规律来指导找矿。

不同的自然地理环境、不同的气候条件生活着不同的生物组合,反映不同的生物相,也沉积着不同的沉积物,形成各种沉积相。生物对环境变化的反映远较沉积物明显,是推断自然地理环境的最佳标志,也是研究古气候的良好标志。在分析古地理和古气候时,往往应用将今论古的现实主义原则。如现代的珊瑚、腕足类、头足动物等都只生活在海洋中,可推断含此类化石的地层为古海洋环境沉积;舌形贝、牡蛎、有孔虫和介形虫的某些属种生活在滨海近岸地带,可根据这些化石的分布推测海岸线的位置;陆生植物和昆虫、淡水生活的叶肢介等化石分布的地区为古陆或湖泊、沼泽和河流;同样,造礁珊瑚可代表水深 100m 以内、水温 18℃ 以上的清澈温暖的浅海环境;而大量植物化石出现则显示当时是温暖潮湿气候。这是古生物学中指相化石应用的基础认识。一般的生物化石均可指相,但以分布范围广、狭适性生物较为理想。

另外,许多沉积岩和沉积矿产本身就直接与古代生物有成因上的关系。可燃性有机岩(煤和石油)是藻类和高等植物发展的结果。硅藻土是大量硅藻硬壳的堆积。有孔虫石灰岩、藻灰岩等均以该类生物为主要成分。此外,各时代地层中都含有大量的超微化石,有的沉积岩 60% 由超微化石组成,这些超微化石尤以细菌最为重要,它在成岩成矿中是一个不可忽视的地质因素。如我国著名的鞍山式铁矿以及世界上类似的铁矿之富集被认为都与这些超微生物作用有关。许多元素的富集也与古生物有关,如磷的富集与几丁质生物壳有关,稀有和有色金属(Mo、V、U、Ni、Co、Pb、Cu 等)往往富集在生物岩、碳质页岩、笔石碳质页岩及煤系地层中。

第二节 地层学的研究内容和主要任务

地壳的表面大部分地区分布着层状岩石,包括沉积岩、火山岩以及由它们变质形成的变质岩。这些在一定的时间和一定环境下形成的层状岩石都叫地层。确切地说,地层是指具有某些共同特征和属性的,并和相邻层有着明显区别的岩层。岩层的特征是指岩层的岩性、所含的化石、地球物理性质和化学性质等;岩层的属性指的是对岩层特征进行分析后,对岩层形成的环境、形成方式、形成时间及其在地史中变化规律的推论。

地层学是研究地壳上层状岩石的一门学科,研究范围包括岩层的形成顺序、分布、岩性、成因、环境及生物演化等内容。有些非成层的岩体由于它们和岩层伴生或者关系密切,也包括在地层学的研究范围内。

研究地层的具体任务主要有:

- (1)地层层序及地层时代的建立;
- (2)进行地层的划分和对比;
- (3)建立区域地层系统;
- (4)查清地层在空间上的变化;
- (5)再造古地理;
- (6)查明沉积矿产和地层形成之间的联系,预测找矿方向。

第三节 古生物学、地层学与地史学的内在联系

如前所述,古生物学是研究地质历史时期的生物界及其发展的科学,对于生物的演化、地质年代的建立、地层的划分与对比等有着重要的作用,同时又是以地壳上层状岩石为研究对象的地层学的基础。

地史学是历史地质学的简称。地史学是研究地球的历史及其演化规律的一门科学。地史学的研究对象为形成于地史时期的地层。地史学的研究内容涉及地球的形成、生命的起源、生物的演化、古地理的变迁、板块的离合以及地球不同的圈层的相互作用等。也就是说,地史学既研究地层的形成顺序、时代,以划分地层单位,建立地层系统和进行地层时空对比,又研究地层的形成的古环境、古地理及其演化,还研究地层形成的古构造背景、古板块分布格局及其离合史。地史学研究内容包括地层学、沉积古地理学和历史大地构造学的方方面面。可以说,地史学既是一门古老的有着经典地质学内容的学科,又是充满着新的内容、在某些方面看来还相当年青的学科。

只有确定了组成地壳岩石的年代顺序,才能编制地质年代系统,并对地壳历史的研究成为可能,因此,地层学是地史学的基础。地层学、沉积古地理学、历史大地构造学构成了地史学的三个分支。古生物学、地史学是既相互独立又紧密相关的两个学科,它们分别以生物谱系和地质时间为主线,具有自己独特的学科体系和研究内容。它们既有交叉融合的一面,又有独立的学科分支和应用领域。古生物学主要是为研究地史服务的,是地史学最密切的基础课之一,因为地史学研究方法中最可靠的是古生物学方法,所以凡欲学习地史学,必须先有古生物学的基础。

总之,一切研究地质历史时期地质现象和地质作用过程的自然学科都是建立在地层学的基础上的。它们或者是对地层属性的某些方面的专门研究,或者是在地层记录信息基础上进行推论分析的学科。古生物是标定地层时间属性最有用的工具,即使一些建立在对当代自然现象研究基础上的学科,也必须以地史学科为参照系,因为从地质历史发展的角度来看,当代只是地质历史过程中的一个瞬间,是地质历史发展过程中一个阶段的产物。因此,古生物学和地层学是一些地球科学的基础支柱学科。

第四节 课程内容安排与教学建议

古生物学和地层学是地质专业及石油勘探类相关专业的两门专业基础课。在有限的教学时间内,要使得学员既熟知相关理论,又熟练掌握工作技能(方法),确实有些难度。鉴于高职教育的特点,把二者有机地结合纳入一册,一方面是因为古生物学和地层学有其内在的必然联系;另一方面也试图在教、学、用的过程中,解决上述难题。

本教材在内容安排上遵循理论联系实际的原则,注重需用结合。全书共分三大部分:古生物学篇、地层学篇和实践教学篇,是适用于招收高中毕业生、学制为三年的高等职业技术学院石油地质勘探、油气藏技术专业使用的教材。学时计划安排约 80 学时(其中理论教学 56 学时,实践教学 24 学时)。教学内容和学时分配见表 0-1。表 0-1 中各章节的学时分配是建议性的,各学校(或教学单位)可根据专业和培养目标实际情况适当调整,授课学时和内容可酌情增减。

表 0-1 教学内容和学时分配简表

章次	章名	讲授	实验	总学时
	绪论	2		2
1	古生物学概述	4	2	6
2	动物界	16	12	28
3	植物界	6	4	10
4	古生物资料的研究与应用	4		4
5	地层学概述	6	2	8
6	前寒武系	2		2
7	古生界	8		8
8	中生界	4		4
9	新生界	2	4	6
10	古生物学地层学的主要分支和边缘学科	2		2
	合计	56	24	80

在教学过程中应注意新知识、新技术内容的补充,同时应充分利用挂图、教具、实物、多媒体教学,以增加学生的直观性。为了使学生更好地掌握理论要点,培养学生自学和思考能力,在教材各章后面都附有思考题。另外,在书后还增加了标准化石图版和代表岩相图版,供学生观察描述。

第一篇 古生物学

第一章 古生物学概述

【内容概要和学习要求】 无论是现代生物还是古代生物,决不能孤立地生活,其生存和发展必与其所处的环境发生千丝万缕的联系。本章主要介绍古生物学的基本概念,详细描述了生物及其所依赖的生活环境,化石的概念、形成及保存类型;较详细地描述了生物的演化规律及古生物化石的分类,最后对拉丁文作了简要介绍。

本章内容对于古生物的进一步学习、化石的认知以及古生物资料的应用、地层学的学习是必须要具备的基础知识。要求学生熟练掌握有关化石的概念、化石的保存类型、古生物学的分类系统;掌握生物及环境的基本内容、生物的演化规律;了解生物的起源、拉丁文的相关知识与应用。

第一节 生物与环境

从两极至赤道,从高原、平原至深海都有生物生存。研究生物与环境的关系具有重要的理论和现实意义。弄清生物与环境的关系、生物的演化规律,对于了解生物的进化规律和地史时期地球环境的变迁具有重要的理论价值。

一、生物环境

生物的生活环境是指生物周围一切非生物因素和生物因素的总和。

1. 非生物因素

非生物因素包括物理的和化学的因素,主要有温度、盐度、光照、气体、底质和气候等。

1) 温度

温度是生物发育和分布的重要因素之一,环境温度直接影响生物的新陈代谢。水温的高低与水中的氧、二氧化碳的含量及盐度等有着密切联系,从而又间接地影响着生物。温度决定着动、植物的组成,控制着物种的分布。大多数动物(除恒温动物外)的体温直接受外界温度的控制。此外,生物在水体中和陆地上的水平和垂直分布、生物的构造、个体大小及周期性变化等都与温度有关。

2) 盐度

盐度是指1kg水中所含盐类的质量(单位以g表示)。盐度和温度一样也是水生生物发育的重要环境因素之一。生物体内都保持一定量的营养盐分,其浓度与所处的介质相平衡,介质盐度改变则破坏其平衡,对于盐度的调整,各类生物的适应能力不同。适应盐度变化范围小的生物称狭盐性生物;适应较大范围盐度变化的生物称广盐性生物。根据水中盐度的大小,水质可分四大类(表1-1)。

表 1-1 水质的盐度分类

类 型	盐 度 名 称	盐 度,‰	分 布
淡水	无盐水	<0.5	河流、淡水湖泊
半咸水	少盐水 中盐水 多盐水	0.5 ~ 5.0 5.0 ~ 18.5 18.0 ~ 30.0	河口、海湾 淡化海
海水	真盐水	30.0 ~ 40.0	正常海
超咸水	超盐水	>40.0	咸化海

淡水水域常因面积小、深度浅以及存在的短暂性,环境因素变化大、不稳定。淡水水域生物的显著特点是种类较少,分布面广,变异性大。

半咸水主要分布于海湾、河口、淡化海。半咸水水域的生物有来自海水或淡水的广盐性生物,也有半咸水域中特有的生物,其种类远较海水水域少。

地球表面有广阔的海洋,海水的盐度并不一致,平均盐度为 35‰。一般浅海区盐度较低且多变,大洋区盐度较高且稳定。因此大洋区的生物为典型狭盐性生物,浅海区的生物多属广盐性生物。海水水域中尤其是浅海区生物种类繁多。

超咸水水域中原来典型的海洋生物显著改变,种类稀少,出现特殊的超咸水生物种类。大陆超咸水盐度变化幅度很大,这种水域在干旱的沙漠和草原地带分布广,生物种类极为贫乏,除少量为超咸水水域特有的生物外,主要来源于淡水与半咸水水域中的广盐性生物。

3) 光照

海洋生物的分布随海水深度而变化,其主要原因之一是受光照的影响。阳光进入水层后,由于海水对光线的吸收和散射,使光线随水深的增加而减弱,到一定深度后光线便完全消失。

光照影响水的温度,也直接影响水生藻类的光合作用,而水生藻类是海洋生物食物链中最基本的生产者,藻类的分布在一定程度上控制着海生动物的深度分布。因此,随着海水深度的增大,海生动物的类型和数量是在逐渐减少的,只是大多数动物对水深的适应范围要比植物宽一些。

4) 气体

海水中溶有多种气体,主要是二氧化碳,其次是氮和氧,还有少量的甲烷和氨等,在缺氧的海水中有硫化氢。

海水中的氧气主要来自水生植物的光合作用和大气的扩散作用。物理因素和生物因素共同影响着含氧量的大小。水中的氧气是水生动物不可缺少的生活条件。在海水表层的有光带内,浮游植物藻类最丰富,因此,水中的含氧量最高。当水中含氧量不足或缺氧时,水生动物将会减少或死亡。

水中的硫化氢是一种常见的有毒气体,主要形成在水流滞留的缺氧还原环境,如封闭或半封闭的潟湖以及水流十分缓慢的各种海底。硫化氢是在水中的硫酸盐还原细菌对水中的 SO_4^{2-} 的还原过程中产生的。在这种环境中,需氧的水生生物无法生存,但厌氧的硫酸盐还原细菌却能大量地繁殖。

5) 底质

水中底栖生物居住所依附的环境物质称为底质。底质一般分为硬底质和软底质。硬底质如岩石、各种贝壳和其他坚硬的物体；软底质为含有各种砂砾、细砂和淤泥的沉积物。

底质与底栖动物关系最密切，主要表现在底质为底栖动物提供栖息的场所和供给食料两个方面。不同底栖动物具有不同的生活方式和营养方式，对底质各有不同的选择。如果营固着底栖的牡蛎幼虫找不到岩石底质，就不能栖息生长；食泥的蠕虫动物在岩石上也无法生存。因此，底质在一定程度上控制着底栖动物的分布，不同的底质有不同的动植物群。

岩石质海底大多见于滨海和浅水地带以及海底火山，多栖居着营固着底栖和钻孔底栖的动物，如双壳类、海绵动物和珊瑚类等，它们依靠摄取水中的浮游生物和有机碎屑为生。砂质海底主要分布在滨海和浅海，栖居的动物以潜穴为主，靠水中的营养为生。泥质海底多分布在浅海至深海，大多栖居着食泥的爬行底栖动物，有丰富的软体动物和节肢动物的甲壳类。

6) 气候

气候是影响陆地动、植物分布的主要因素，也是通过温度来控制海洋生物的主要因素之一。在不同气候带下，生物种类、数量、分异度等差别较大(表 1-2)。

表 1-2 现代各气候带生物分异度(种数)(据殷鸿福,1998,略修改)

气候带 生物种类		热带	亚热带	温带		寒带	
				暖温带	温带	亚寒带	寒带
有孔虫	浮游	24	20	18		8	5
	底栖	46.1		24.2		17.2	
珊瑚(澳洲)		60(属数)		1(属数)	0		
腹足		550		200		100	
双壳(亚洲)		1037		415		46	
虾类(中国)		290	96	54	22		
爬行动物(俄罗斯)				27.3 ~ 47.5		2.4 ~ 7.9	0
鸟类(北美)		1100		195		56	
哺乳动物(北美)		70		35		15	
藻类(中国)		990	372	221			
植物		5000		2900		117	222

2. 生物因素

生物因素主要是指生活在一起的各类生物之间的相互关系，如寄生、共生等。产生这种关系的最重要的因素是食物链。所谓食物链，是指一定的环境范围内各种生物通过食物而产生的直接或间接的联系。

生物的繁盛与分布除受到物理、化学等非生物环境影响外，还受生物因素的影响，主要表现在各类生物在获取食物的相互关系上，这些关系包括获取食物的机制、捕食与被捕食的关系及共生关系等。植物通过光合作用生产有机物，食草动物通过取食植物获得能量，肉食动物通过捕食食草动物而获得能量(图 1-1)。

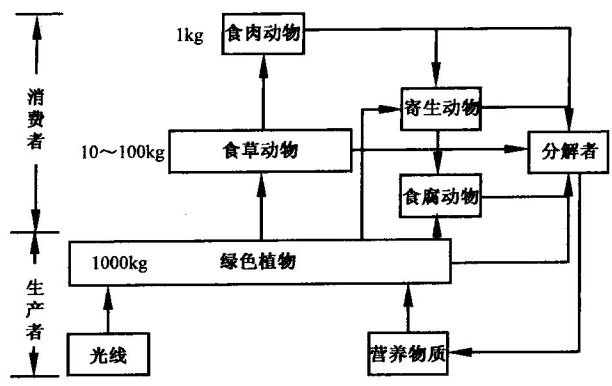


图 1-1 生态系统中各类生物的相互关系和生物量金字塔

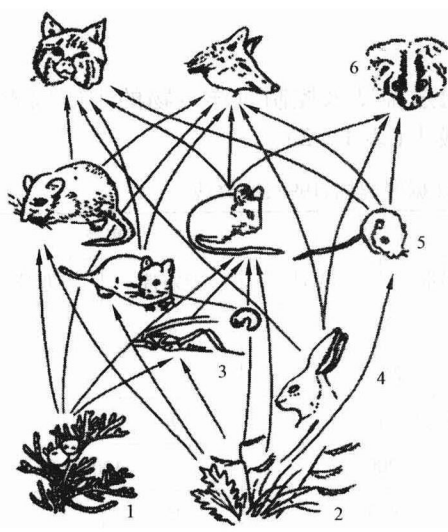


图 1-2 一个简化了的食物网
(转引自武汉大学等, 1978)

将相互有利的生物之间的关系称为共生,它是物种之间一种相依为命的互利关系,包括对一方获益对另一方无碍的共栖关系和对双方都获益(造礁珊瑚与虫黄藻、海葵与寄居蟹)的互惠关系;将双方受伤、相互制约的关系称竞争,包括对一方有利而对另一方有害的寄生关系和一方受害另一方不获益的抗生关系;将两个物种相互作用使双方都受害或引起死亡,表现为一方受伤害严重的对抗关系称为对抗。在所有这些关系中,食物链的关系最为重要(图 1-2)。如草原上有羊的地方常招来狼群;羊吃草、狼吃羊,由此构成一种食物链的关系。在这种食物链的关系中只要其中一个环节发生变化,就会影响到一系列与之有关的生物。如狼的存在固然威胁到羊的生存,但如果没有狼,羊就会肆意繁殖,毁坏草地,最终危及自身生存。因此,从某种程度上说“狼吃羊又有利于羊群的繁衍”。自然界的这种食物链

法则很难用人类的道德准则来加以评判和衡量。在古生物化石的研究中,同一岩层中的各种化石在未弄清楚它们之间的关系之前,可统称为伴生生物。

二、生物的环境分区

生物环境分区有多种划分方案(表 1-3)。

表 1-3 生物环境分区

按海陆划分	陆地	按海拔高度 及海水深度划分	高山区
	海洋		平原区
按纬度划分	热带区		滨海区
	亚热带		浅海区
	温带区		半深海区
	寒带区		深海区
	极地区		远洋区

对于古生物学来说,由于绝大部分化石都保存在海相环境中,因此海洋生物环境就显得尤为重要。海洋环境内部的划分主要是根据水深及其他条件来进行的(图 1-3)。首先可以划分为两大领域,即海洋的水体部分和海底部分。海洋水体内生活的生物主要是浮游和游泳生物。水体内部根据阳光的透射程度可划分为上部的透光带和大约 200m 以下的无光带。海底环境内主要以底栖生物为主,根据深浅可进一步划分为滨海带、浅海带、半深海带和深海带。靠近海岸位于高潮线和低潮线之间的环境称为潮间带。高潮线以上的部分称为潮上带,低潮线以下的部分称为潮下带。

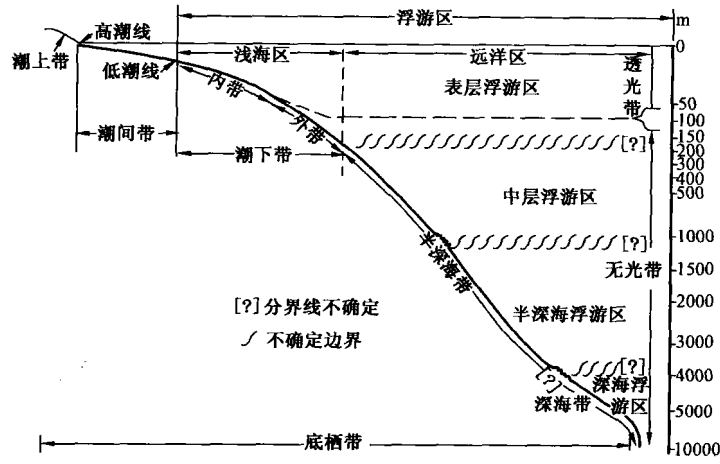


图 1-3 海洋生物分区

1. 滨海生物区

滨海生物区位于海岸附近的高潮线和正常浪基面之间,又称潮汐地带或潮间带。由于邻近大陆,常出现海湾、潟湖、河口、三角洲、岛屿等,所以地形复杂。滨海生物区地处高能动荡的自然环境,经常有波浪和潮汐的作用,盐度、温度和光照等环境因素昼夜变化很大,因此生物比较贫乏。滨海地带的生物为了适应这种动荡环境的需要,常具有坚硬的外骨骼(如厚壳的螺类或双壳类),或牢固地附着生长在岩石上(如牡蛎及藤壶等),有的生物在沉积物中营潜穴生活或在硬底上营钻孔生活以躲避风浪的侵袭。

2. 浅海生物区(正常浪基面至 200m)

浅海生物区从潮汐地带向下至大陆架与大陆斜坡的交界处,海底地形比较平缓,水体不深。浅海区的上部(一般在 50m 以上)阳光充足,藻类繁盛。50m 以下的浅海区阳光减少,由于光照不足,极少有或完全没有藻类生长。

由于浅海环境条件中盐度变化不大,含氧量充足,深度只受季节的影响,上部偶尔受波浪的搅动,水层下部除受风暴外,基本保持稳定状态,因此浅海环境对绝大多数的生物生活都比较适合。这样,浅海区生物的种类比滨海区生物的种类要多,也就是说,浅海区生物的分异度比滨海区的要高。浅海区生物的丰度也比其他各区的要高,其中多为底栖爬行或底栖固着生物。它们中的大多数以水中悬浮的微生物或者从海底沉积物中摄取有机质为食,有的兼有以上两种摄食方式。在动物群中,有以其他生物为捕食对象的肉食类,如头足类、棘皮动物的海星等,有专门以生物的尸体为食的食腐动物,也有以藻类等植物为食的草食性动物。

3. 半深海生物区(200~1000m 左右)

半深海生物区从陆棚边缘至深海盆地,即大陆斜坡地带,海水平静,温度、盐度比较稳定,

含氧量稍低,常有浊流沉积。由于光线达不到水底,所以没有藻类生长,这样势必造成草食性生物的绝迹及肉食性动物的减少。底栖生物以食腐类生物为主,食腐生物以水层上部落下来的生物尸体为食,或在沉积物中寻找有机质碎屑为食。

4. 深海生物区(深度超过 1000m)

深海生物区指大陆斜坡以下的深海底部,是一个黑暗、寒冷的深渊($2 \sim 10^{\circ}\text{C}$)。深海底沉积物由上部降落的碎屑物质组成,其中主要是一些远洋浮游生物的骨骼。沉积速率异常缓慢(每千年约数厘米),经常被底部浊流冲刷搅动而再沉积。经现代深海勘探证明,深海动物群的类别和面貌与半深海区和浅海区的相似,但种群密度和群落构造有显著差别。其动物群的数量锐减,以能适应黑暗寒冷的深海环境为特征的特殊类型的生物为主,许多鱼类、甲壳类的眼睛消失,代之以细长的触角和鳍,常能发光发电。这些生物普遍缺乏易溶的碳酸钙骨骼,多以海底淤泥中的有机物为食,或以腐败的尸体或细菌为食。深海生物区的水层部分主要为浮游及游泳生物,大多数的游泳生物死亡后,其钙质骨骼一旦落入海底就会被逐渐地溶解,只有一些硅质骨骼的放射虫可落入海底而得以保存。因此在某种程度上说,深海生物区的生物主要以浮游及游泳生物为主,因为底栖生物极为少见。

5. 远洋生物区

远洋生物区指远离海岸的半深海和深海区上层水域。其环境特点是上部为透光带,下部为无光带,为远洋浮游生物和游泳生物的主要生活场所。浮游生物是海洋生物的主要食源,它们死亡后壳体沉入海底常形成硅藻、放射虫或有孔虫软泥。

陆生生物的生活环境包括陆地环境生物区、河流环境生物区、湖泊环境生物区和沼泽环境生物区等,主要影响因素有气候、海拔、纬度等,生活着陆生植物和不同门类的陆地动物及淡水水生生物。

三、生物的生活方式

1. 海洋生物

海洋生物根据其居住地段和运动方式(图 1-4)的不同可以分为以下几种类型(图 1-5):

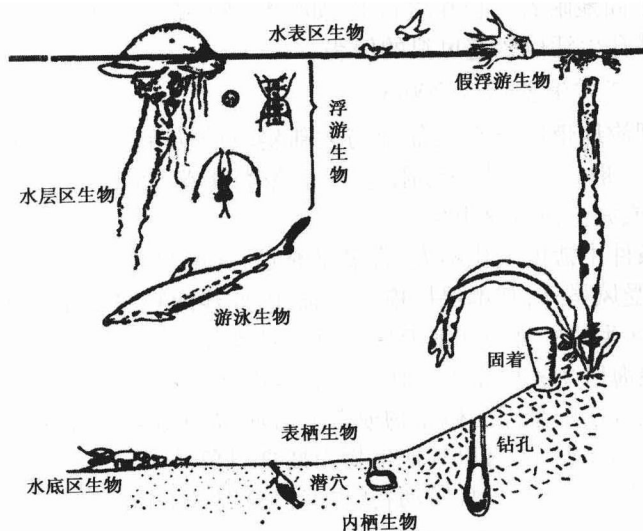


图 1-4 海洋生物生活方式

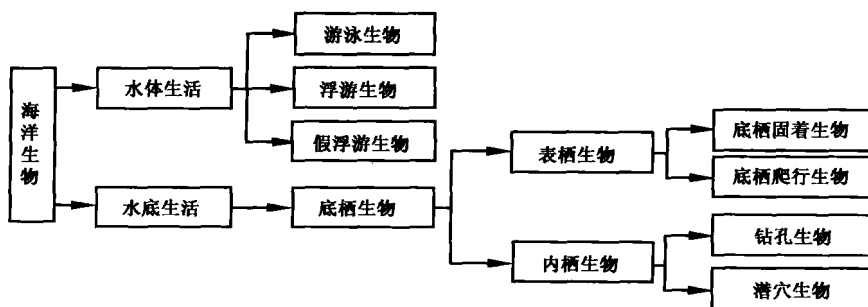


图 1-5 海洋生物分类

(1)底栖生物。底栖生物是指生活在水层底部,经常离不开基底的生物。底栖生物如果生活在基底表面以上则称为表栖生物。有一些表栖生物营海底固着生活,终生固着在水底物体上生活,称为底栖固着生物,如珊瑚和海绵等;也有些表栖生物营海底爬行或跳跃生活,称为底栖爬行生物,个体常呈两侧对称,如有些双壳类。生活在基底表面以下的生物称为内栖生物。一些内栖生物在软基底的泥沙中营洞穴生活,把身体隐藏在水底的沙土和淤泥中生活;也有一些在岩石上或坚硬物体上营钻孔生活,这类生物身体栖居孔中,如有些双壳类和海绵类。部分底栖生物(如珊瑚与腕足)的幼虫阶段营浮游生活,而当幼虫固着以后,则变为底栖固着生活。

(2)游泳生物。游泳生物具有游泳器官,能主动游泳,动物身体常呈流线型,两侧对称,运动、捕食和感觉器官较发达,如无脊椎动物中的头足类(包括鹦鹉螺类、菊石和乌贼等)和脊椎动物中的大多数鱼类及鲸类,它们多以肉食为主。

(3)浮游生物。浮游生物没有真正的游泳器官,常随波逐流,被动地漂浮在水中,浮游生物的身体一般呈辐射状对称,个体微小,骨骼不发育或质轻,壳常多刺以增大表面积,便于浮游。浮游生物可分为浮游植物和浮游动物两大类。前者包括硅藻、沟鞭藻和颗石藻等;后者包括原生动物的抱球虫类及放射虫类。许多无脊椎动物,如海绵动物、腔肠动物及软体动物等的幼虫、大型的水母以及已绝灭的大部分笔石类,均营漂浮生活,多以藻类为食,其本身又是其他动物的食料。

(4)假浮游生物。某些生物往往附着在水草、树干或其他游泳生物的身体上,营被动的水中漂浮生活,称为假浮游生物。

2. 陆生生物

陆生生物的生活环境包括陆地、河流、湖泊和沼泽等。它们的生活方式与海生生物的生活方式有类似之处,有底栖固着的各类植物及菌类;有底栖活动(包括爬行、行走和蠕动)的各类四足动物及昆虫、蚯蚓等无脊椎动物,其中有些生物可以在陆地上穴居;河、湖中有游泳的鱼类、虾,浮游的藻类及小动物等;空中有飞翔的鸟类及昆虫等。

四、生物与环境的关系

同现代生物一样,古生物的分布受生物自身原因(内因)和外部原因(外因)的双重控制。内因包括生物的生理、机能、习性等,外因包括物理因子(如温度、盐度、气候等)和生物因子(如竞争、捕食等)。

生物与其生活环境之间是互相联系、紧密相关的。环境从根本上决定着生物的分布和生活习性等,但是生物也并非完全被动地依附于环境而生存。在长期的生存斗争中,生物都在不同程度上获得了适应环境的能力和潜力。不同的生物适应环境的能力是不一样的,能够在较宽限度范围内生活的生物称为广栖生物;只能在小范围内生活的生物称为狭栖生物,如造礁珊瑚只能生活在温暖、清澈的热带、亚热带浅海环境。

动物界中,生物赖以生存的食物称为生物的食性。各种生物的食性各不相同,食肉动物以肉为生,食草动物以植物为生,食泥动物以淤泥为生,还有混食(广食)型动物有两种以上的食性。自然界中,混食性动物在食物上有广泛的适应能力,不易产生食物危机。非混食行动物由于食性的局限,较易产生食物危机而导致衰退、灭绝。由此可见,生物的食性及食物的丰盛程度也是生物生存和发展的一个重要因素。

生物间的根本关系是生存竞争与生态平衡。生物在一定时期内的相互关系形成了一定时期内的生态平衡。当有新的生物出现时,它的天敌也应时而生。当生态平衡受到破坏时,生物间的关系也随之变化,而且将引起气候等自然环境的变化,这将给人类带来不利。

五、群落与生态系

所谓群落,是指生活在一定的生态领域内的所有物种的总和。该生态领域的范围可大可小,大可到一个海盆,小可至一个池塘。这些生物在生活期间,在某些方面(如食物链、保护作用、居住条件等)相互依赖、相互作用。群落有四个基本特征:

- (1)生活于同一环境中,具有一定的时空范围;
- (2)群落间的生物彼此间相互依赖、相互作用;
- (3)每个群落有其特征性的生物(特征种);
- (4)具有特征性的营养结构(食物链)。

一个群落中某一物种的所有个体的总和构成一个居群,群落是由居群所组成的。一个群落中往往存在着为该群落所特有的种,该种在其他群落中缺失或少见,可以用来作为该群落的标志,该物种就被称为该群落的特征种。群落中个体数量最多的种即竞争能力强、最适合于该环境的种,称为优势种;而次要种是指群落中个体数量不多的种。介于次要种与优势种之间的种称为亚优势种。

由群落及其所生存的环境共同构成一个统一的整体,该综合体就称为生态系或生态系统,例如池塘食物网(图1-6)。在生态系中,生命的和非生命的因素总是处在不停的相互作用过程中,各种物质和能量在不断地运行、调整和循环以维持整个生态系统的动态平衡。一般来说,要实现一个生态系统的整体运行和物质循环,其内部必须具有以下四种基本的组成部分:(1)非生物的物质和能量;(2)生产者,也叫自养生物,主要是指植物;(3)消费者,也称异养生物,主要是指动物;(4)还原者或分解者,主要是指微生物。

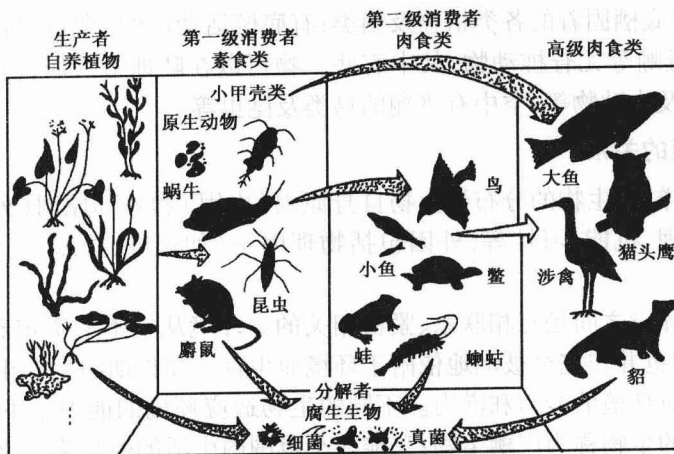


图1-6 池塘食物网(据 Ferb,1970)