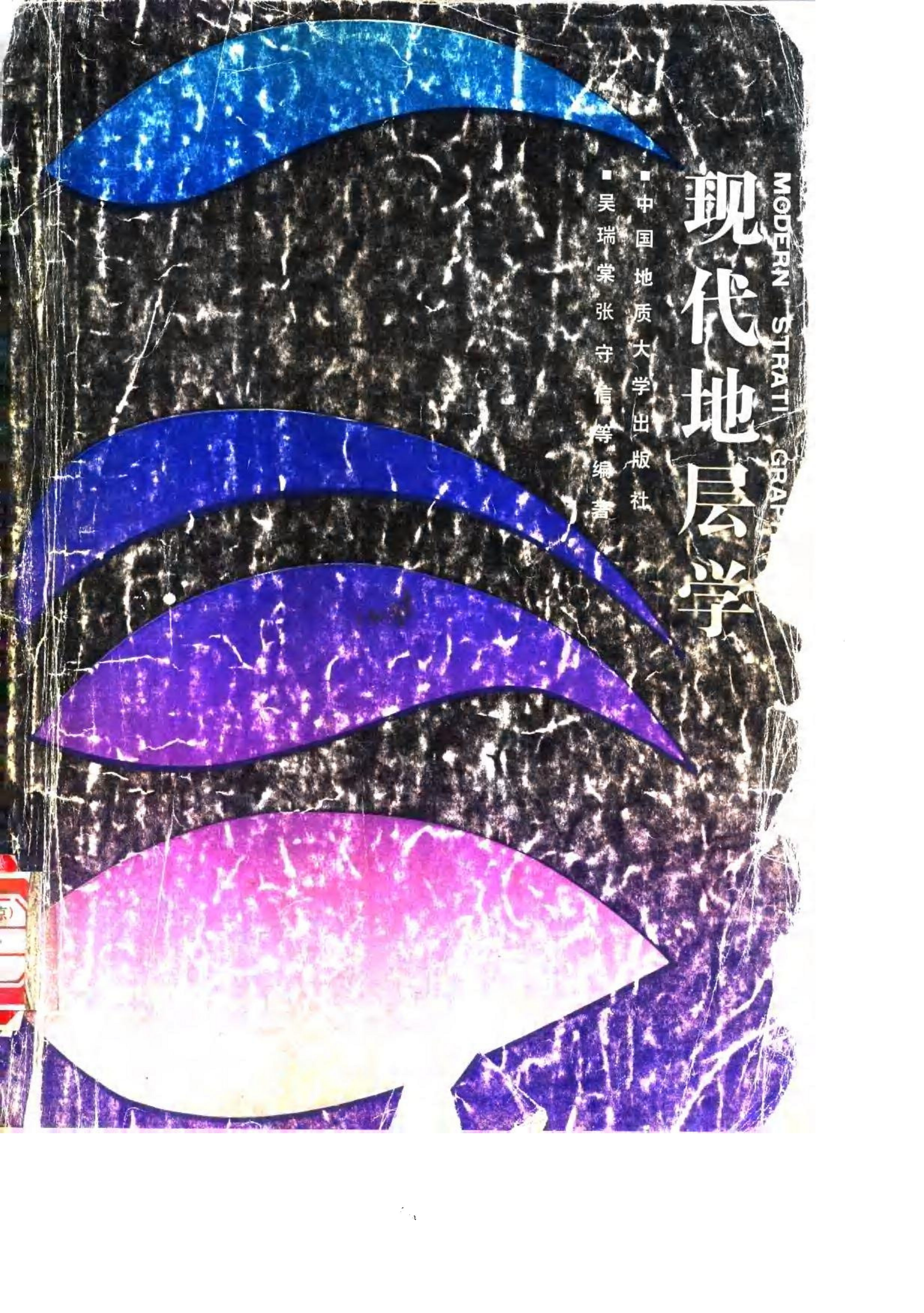


MODERN STRATIGRAPHY

现代地层学

■ 中国地质大学出版社

■ 吴瑞棠 张守信 等 编著



Modern Stratigraphy

现代地层学

王鸿祯教授指导

吴瑞棠 张守信 等编著

刘 椿 戎嘉余 肖义越 陈源仁 陈锦石

侯鸿飞 顾道源 徐怀大 徐桂荣 徐道一

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书根据国内、外最新研究成果及大量资料,介绍了当代地层学一系列新领域,对地层学的新理论、新概念和新方法作了综述和评论,并结合实例讨论其应用价值及发展前景。

全书共十章,包括事件地层学、地层的天文对比方法、生态地层学、地震地层学、磁性地层学、稳定同位素地层学、定量地层学、地层界线问题、全球地质年表分析、各国地层规范及地层学理论与实践等内容。书中包含许多新思想及新见解,是国内关于现代地层学最全面、最新的一本论著。

本书取材新颖,科学性强,内容丰富,图文并茂。可作为地质类高等院校师生,尤其是高年级本科生及研究生参考,也可供从事地质、石油、煤炭、冶金、建材等生产及科研人员参考。

现代地层学

吴瑞棠 张守信 等编著

责任编辑:周碧芬

*

中国地质大学出版社出版

(武汉市 喻家山)

中国地质大学出版社微机排版

中国地质大学出版社印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

※

开本 787×1092 1/16 印张 14 插页 3 字数 300 千字

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

1991年9月第2次印刷

印数 1001—3000 册

ISBN 7-5625-0375-3/P·106 定价 4.55 元

序

地层学在地质科学中是一门奠基性的基础学科，但也是近年来活力最强、内容和方法都有重大发展的一个学科。有关现代地层学的概念和发展趋势，近来在我国刊物上不断有所介绍，但还缺乏较系统的评介。吴瑞棠、张守信两同志约集同好，系统论述了现代地层学的一些主要方面，并作了较全面的评介，适时地满足了这方面的需要。

自从19世纪初，W.史密斯奠定了地层学的基本工作方法之后，地层学在19世纪中的发展主要是建立年代地层系统。到19世纪末，由于资料的积累和大面积精确对比的需要，岩相横变概念和地层名词体系受到特别重视。J.瓦尔特的有名著作和第八届国际地质大会关于双重地层名词的决议，是这两方面的重要里程碑。19世纪末至20世纪初，沉积学、岩相古地理学和古生态学等学科陆续发展，地质科学中的综合研究初见端倪，就出现了A.W.葛利普的“地层学原理”（1913）这样的在内容上几乎无所不包，在概念方法上开拓创新的巨著。

在本世纪50年代以前，地层工作的主要内容，是全球性资料和地层对比的进一步完善，体现在国际地层典和各纪对比表的不断发布，而概念方法则处于相对沉寂的状态。被译成多种文字的C.O.邓巴和J.罗杰斯的“地层学原理”（1957）可以说是这一阶段地层学发展的简要回顾和总结。

从60年代开始的“地学革命”在地层方面的表现也是显著的。随着板块构造学说的确立和地球物理、地球化学在地层学中的广泛联系和应用，随着沉积学和古生态学的发展，特别是地球历史和生物演化领域中突变（灾变）论思想的复兴和地质事件概念的建立，使地层学的分支学科，如事件地层学、生态地层学、地震地层学、同位素地层学以及构造地层学等大有雨后春笋，百家纷呈之势。这种情况必然对传统的生物地层、沉积地层以及地层界线等的认识和工作方法产生深刻的影响。对地层学的这一蓬勃发展应予以充分的估计。

我国地质学的研究不过70余年。专门的地层学研究开始于20年代李四光、赵亚曾关于华北石炭系的生物地层工作，至今约为60年。由于葛利普、孙云铸、尹赞勋等的倡导和影响，也由于地层学的基础学科性质，多年以来我国地层学研究一直处于地质科学的前列，但基本上是以生物地层为主。从70年代以来，全国各系统的地层工作者在区域资料的综合汇总和某些理论研究方面都取得了重要的成就，而这些成就都来源于长年坚持在第一线的广大地层工作者。我们应对他们的辛勤劳动表示钦佩和敬意。

但是，我们还应看到：十几年来国际上地层理论、概念和方法技术已有惊人的发展，其应用范围和效益也在迅速扩大。当前，我们的地质工作如何服务于国民经济建设，正面临着新的阶段和任务，这个新阶段对地层工作提出了更高的要求。为了推动地层学科的前进和发展，使其在资源探查方面发挥更大的作用，我们广大地层工作者的任务之一就是対国际上先进的理论、方法和成果努力予以吸收、消化、创新和应用。在这方面，本书的出版无疑将是一个很好的开端。我祝愿我们的地层学科稳步发展前进，在理论和应用两方面都取得满意的效果。

王鸿祯

1987. 11. 10 于北京

前言

任何一门科学的诞生和发展,都是与生产实践及科学技术密切联系的。整个国际社会科学技术的飞速前进,给自然科学带来前所未有的变革。地层学这一古老学科,在当代科学洪流冲击下,也产生了一系列具有更深层次和更广范围的新领域。因此,很有必要编写一本有关现代地层学的参考书,介绍和评述这些新领域,以便更好地应用和完善地层学的新理论、新方法及新技术。

一、关于本书的取材

本书包含了现代地层学有代表性的十个方面。它们代表了当代地层学取得突破性进展的几种类型:(1)反映经典地层学与其它学科渗透交叉产生的边缘领域。例如,生态地层学,是传统的分带生物地层学与古生态学互相渗透的产物;传统地层学与地球化学、地球物理学等交叉,分别形成了稳定同位素地层学、地震地层学及磁性地层学;地层天文对比方法是地层学与天文地质学相结合的一种边缘学科;事件地层学则是多种学科交叉与综合的产物。(2)由于采用新的科学技术及测试手段而诞生的新领域,定量地层学即突出一例;而高精度和高分辨率的地质年代表,与精密测试技术有直接关系。(3)不同的地质观对地层学产生的影响。例如地层学理论与实践的关系,有关确定地层界线的争论和新灾变论与某些新领域的直接联系等。

每一领域,单独构成一章。各章在内容上相对独立,在理论概念或研究方法等方面,彼此不一定有直接联系;但它们都是当代地层学的精萃,又是全书的有机组成部分。

二、关于章节的编排

本书章节编排的原则,是便于读者了解和掌握当代地层学的基本原理、方法及重要地层学理论。前七章,集中介绍和讨论若干新领域。第八章讨论关键性问题之一的地层界线及其有关理论和方法。最后两章,对全球有代表性的五个地质年代表、世界各国地层规范以及地层学理论与实践问题,进行分析评述。每章介绍一个领域,或重点讨论某一、二个重要问题。尽管各章内容不同,但大致都包含下列几个方面:该领域产生的背景、原因及发展过程的梗概,基本原理及概念,基本方法及技术,典型例子分析,该领域在整个地层学中的地位及意义,存在的问题及展望等。在综述性章节中,则不受上述方面的限制。

各章的参考文献,是著者从广泛阅读利用的大量中、外文献里精选出来的,把它直接附在各章之后,便于读者查阅,以弥补因篇幅所限、不可能对所有问题都作详细介绍和讨论的不足。使感兴趣的读者通过查阅文献去进一步探索。

书中的外国地层名称,采用袁相国等(1987)在《地质年代表》中的译名。

本书的编写精神有两点需加说明。其一是不主张用同一个格式撰写所有章节,这样既不束缚作者的思路,也利于作者根据各章内容和特点,采用更好的表达形式。其二是不强求每个作者都采纳同一种观点或学派。因此,对本书中存在某些不一致的观点与看法,便可以理解了。这也是当前国际学术界著书的流行风格。

三、关于编写组织分工

为了编好这本书，让读者对现代地层学的发展、动向及前景有进一步的了解，并掌握新的知识及信息，从中获得借鉴与启示，我们特请地层学前辈王鸿祯教授作指导，邀请中国地质大学、中国科学院地质研究所、中国科学院地质古生物研究所、中国地质科学院、国家地震局地质研究所、成都地质学院和江汉石油学院七单位的十多位同行为本书撰稿。他们都是对所撰写章节的问题有浓厚兴趣，或已作过较多研究与探索的同行。

本书写作分工如下。第一章：陈源仁（成都地质学院）、戎嘉余（中国科学院地质古生物研究所）；第二章：徐怀大（中国地质大学）；第三章：陈锦石（中国科学院地质研究所）；第四章：刘椿（中国科学院地质研究所）；第五章：徐桂荣（中国地质大学）、肖义越（中国科学院地质研究所）；第六章：吴瑞棠（中国地质大学）；第七章：徐道一（国家地震局地质研究所）；第八章：侯鸿飞（中国地质科学院）；第九章：顾道源（江汉石油学院）；第十章：张守信（中国科学院地质研究所）。

全书在王鸿祯教授指导下，由吴瑞棠和张守信负责主编。

因为本书涉及的领域新，作者们自身也在学习和探索中，所以错误与缺点在所难免，欢迎批评指正。

感谢从各方面和以不同方式，对完成本书给予热情帮助和支持的所有前辈和同事们！

编 者

1987, 11, 7

目 录

第一章 生态地层学的概念及应用	(1)
一、生态地层学的基本概念和研究现状	(1)
二、生态地层学的基础——古生物群落	(3)
(一) 群落的基本概念	(3)
(二) 古群落划分和分析中的几个问题	(7)
(三) 关于生态地层学分类的等级	(11)
三、生态地层学的实际应用	(15)
(一) 提高地层划分的精度	(15)
(二) 分析和恢复古环境	(17)
(三) 对比不同地区的古环境	(21)
(四) 探索古生物群落的演变规律	(22)
参考文献	(23)
第二章 地震地层学的原理及研究方法	(28)
一、地震剖面的形成	(28)
二、反射界面及其地层学意义	(30)
三、海平面升降史分析	(35)
四、地震相分析	(42)
(一) 振幅	(42)
(二) 频率	(45)
(三) 速度	(46)
(四) 反射结构特征	(54)
五、地震模型	(62)
六、现状及前景	(66)
参考文献	(67)
第三章 稳定同位素地层学	(70)
一、稳定同位素若干基本概念	(70)
二、同位素地层学简史	(71)
三、氧同位素地层学	(71)
四、硫同位素地层学	(73)
(一) 现代海洋硫酸盐的硫同位素	(73)
(二) 古代海相硫酸盐岩的硫同位素	(74)
(三) 利用海相石膏 $\delta^{34}\text{S}$ 值对比地层的实例	(75)
五、碳同位素地层学	(78)
(一) 第三系—白垩系界线	(79)
(二) 三叠系—二叠系界线	(80)
(三) 寒武系—前寒武系界线	(83)

参考文献.....	(90)
第四章 古地磁学与磁性地层学.....	(93)
一、磁性地层学的产生及其基本原理.....	(93)
二、工作程序及工作方法.....	(94)
三、磁性地层单位及地磁极性年代表.....	(96)
四、磁性地层学的应用及典型实例.....	(99)
五、现状与展望	(103)
参考文献.....	(103)
第五章 定量地层学.....	(104)
一、地层学资料的数量化.....	(104)
二、地质事件的顺序分析.....	(105)
三、地层的时间对比	(111)
四、二态聚类方法与地层划分对比	(118)
五、岩石地层的定量分析	(128)
参考文献	(128)
第六章 事件地层学的原理及应用	(130)
一、基本原理及科学意义	(130)
(一) 概念及原理	(130)
(二) 与传统地层学的比较	(131)
(三) 事件地层学的科学意义	(132)
二、事件地层学的基础——地质事件	(132)
(一) 各种地质事件的特征	(132)
(二) 地质事件在地层学中的应用及实例	(134)
三、自然地层界线——事件界线	(142)
(一) 事件界线概念及产生的背景.....	(142)
(二) 事件地层界线实例	(143)
(三) 事件地层界线特点	(144)
(四) 研究事件界线的程序	(145)
四、突破的关键	(145)
参考文献	(146)
第七章 地层的天文对比方法	(148)
一、天文周期与地质旋回对比方法	(148)
(一) 米兰柯维奇假说	(149)
(二) 第四纪天文时间的岁差周	(150)
(三) 深海第四纪沉积物剖面	(150)
(四) 黄土剖面	(152)
(五) 第四纪以前的沉积	(154)
(六) 纹泥沉积与太阳黑子周期	(155)
二、天文地质事件对比方法	(156)
(一) 天文地质事件的特点	(156)

(二) 陨击作用在类地天体地质发展中的重要作用	(157)
(三) 地球上的天文地质事件	(159)
三、天文地层对比方法的潜力	(166)
参考文献	(166)
第八章 界线、界线层型与事件	(169)
一、界线层型及其存在问题	(169)
(一) 标志点的选择	(170)
(二) 选择在何种相区	(170)
(三) 新的规定	(171)
(四) 统、阶的大小范围	(171)
二、事件与灾变界线	(172)
(一) 生物集群绝灭的特征	(172)
(二) 为 D—C 自然界线辩护	(173)
(三) 委员会界线与事件界线比较	(175)
参考文献	(176)
第九章 全球地质年表分析	(178)
一、地层数字年龄研究的进展	(178)
二、当代主要地质年表的特点	(181)
(一) GTS 年表	(181)
(二) NDS 年表	(183)
(三) COSUNA 年表	(186)
(四) CGR 年表	(187)
(五) 中国同位素地质年表	(190)
三、几个理论问题	(192)
(一) 层型的权威性	(193)
(二) 数字年龄的两重性	(193)
(三) 域值的稳定性	(193)
(四) 人为标准的必要性	(194)
参考文献	(195)
第十章 地层学理论与实践	(196)
一、地层学的两个范畴	(196)
二、外国地层规范述评	(197)
(一) 外国地层规范的一般概况	(197)
(二) 法国、英国、联邦德国规范的特点	(200)
(三) 北美规范的新进展	(201)
(四) 苏联规范的现状	(204)
三、年代地层单位对比与定义	(206)
(一) 年代地层单位对比的分辨率和精度	(206)
(二) 关于用界线层型给年代地层单位下定义方法的误解	(207)
四、地层学传统理论的情性对中国地层学现代化的屏障	(208)

五、当代中国区域地层学的任务	(210)
参考文献	(212)

第一章 生态地层学的概念及应用

地层工作者在实践中逐渐发现,对地层学来说,仅有年代地层学、生物地层学和岩石地层学是不完备的,况且它们各自还有不足之处。年代地层分类法实际上是一种人为的地层分类法,它受传统习惯、创名者优先权等影响很深,尤其在确定界线和选择层型剖面等关键问题上,至今仍没有找到比“表决”更好的方法;生物地层和岩石地层分类法以及它们各自的分类单位(生物带、群、组等)都不同程度地受地层形成时环境的影响。因此,人们越来越认识到,单纯依据化石或岩性划分和对比地层常有一定的局限,甚至造成了某些困难和混乱。在此情况下,生态地层学作为地层学中的一个引人注目的新领域应运而生,并迅速地发展起来。本章拟就生态地层学的基本内容作一概略介绍。

一、生态地层学的基本概念和研究现状

生态地层学(Ecostratigraphy)这一术语首先由 Schindewolf 提出(1950, 35 页)。但当时他既未下一个明确的定义,也没有考虑动植物群落的空间分布类型和用它来对比地层。仅把生态地层学理解为动植物群落的地层学价值,认为单纯受生态条件限制的动植物群不能确定地质年代,因此可以有一门生态地层学,属于原始地层学 Prostratigraphy 的范畴。尔后, Schindewolf (1954, 29 页)再次强调了“化石可指示生态而不能表明年代”的认识,并指出生物地层学不应与生态地层学的概念相混淆,后者是从地层学的角度分析某地区受生态条件限制的动、植物群及其盛衰的。Hedberg (1957, 1958) 首先将生态地层学和年代地层学并列,认为生态地层学属于地层学中以分析、推论为主的分类系统,它应用环境因素来划分地层,即“依据它们的原始模式或它们的沉积环境来划分岩石”。所以他认为,生态地层学也就是环境地层学。

不过,对于生态地层学的基本概念,当时并没有再进一步讨论,也没有考虑到实际应用的问题。这主要是地层学者在当时还没有注意到地层中动植物群落以一定的空间模式分布,更未意识到它们可以用来划分和对比地层。因而由 Hedberg 主编的《国际地层指南》中,并没有把生态地层学作为一种正式的地层分类加以提出和推广。60 年代掀起的“地学革命”浪潮使不少地质学者开阔了思路,海洋地质调查的新资料以及现代生物学家对生物群落和生态系统的研究,激发了古生物学者和地层学者们进一步探索的兴趣。加之地层划分和对比中的实践,特别是国际志留—泥盆系界线委员会的成员们在研究、确定全球志留—泥盆系界线的过程中深深地感到:地层的划分和对比不能不考虑它们形成时的环境,也不能不考虑化石生存时的环境和控制它们存亡聚散的种种因素。这是因为 (i) 生物地层单位及岩石地层单位穿时性较为普遍; (ii) 生物受环境控制,若不考虑环境,则生物带的对比会发生一系列问题。于是,1969 年在布达佩斯举行的国际地质对比计划 (IGCP) 会上,有人重新提出了生态地层学这一术语,并建议要建立一个生态地层项目,以利于对生态地层学的探索和实

践。与此同时，地层学者们也不断地在实践中探索古生物群落的划分和应用。从事第四纪（尤其是全新世）微体古生物研究的学者很早就应用了群落生态—沉积学的概念来研究生物分类、生态体系及与沉积环境的关系。Ziegler (1965) 对英国威尔士—英格兰边界区早志留世以腕足动物为主的海洋底栖群落的研究揭开了近代古生物群落研究的序幕；尔后研究古群落的热潮逐渐兴起，各国学者纷纷从各个角度探索古群落及其地层学价值和有关的理论问题。至今，有一定代表性的国际地层古生物杂志几乎每一期都发表关于古群落、生态地层方面的论文。

从 1974 年开始，国际地质对比计划 (IGCP) 正式把生态地层学作为一个为期十年的重点项目，以探索生态地层学的研究方法和应用价值，该项目的全名为：“以文洛克统至吉丁阶作为尝试性的层序，在生态系的水平上进行生物年代的对比” (“A project for biochron correlation at the ecosystem level, using the Wenlockian—Gedinnian as a test sequence”)。

大量的实践促使人们进一步讨论有关生态地层学的基本概念。瑞典的 Martinsson (1973, 1976, 1978, 1979) 多次论述了生态地层学的概念，认为生态地层学是生物地层学向年代地层学靠拢的自然发展，它意味着以尽可能精确的时面结构结合环境来划分和限定地层单元，而志留—泥盆系界线委员会十多年的努力正是生物地层学向生态地层学发展的过程。他还指出，生态地层学可以把化石的生态系以地质年代的格架排列起来，并且在与地质年代对比时标绘出。由于这种途径主要用于盆地分析，故对于寻找自然资源是重要的。

澳大利亚的 J.B. Waterhouse (1976) 建议把生态地层学作为地层学的一个新分支，和年代地层学、生物地层学及岩石地层学并列。他认为生态地层学连结了生物地层学和岩石地层学，着重研究地质年代和地层结构中的化石生态系。

波兰的 A. Hoffman (1980, 1981) 认为，生态地层学是地层学中最现代化的方法之一。不仅如此，它还涉及一种新的认识，主要表现在生态地层学是研究地层剖面中以化石群落或群落群为基础的进化事件中的生物群落类型。他认为生态地层学的概念重新提起了整个地质历程中能代表一系列地质事件的参考时面，而这些地质事件则可以在地层内生物种的分布中得到反映。他认为，远洋生物圈范围内的岩层不可能有充分的依据建立生物群落带，唯浅海底栖环境能运用典型的生态地层时间单位来划分地层。不过这些观点并未得到很多人的支持。

美国的 Boucot (1970, 1975, 1978, 1981, 1983) 曾从实际和理论两方面对古生物群落和生态地层进行了探索。他认为，生态地层学是试图通过密切注视每一个生物相中生物类型所显示的变化，按照每一个不同生物相所存在的全部地质历程来提高地层对比的精度。这里所提到的生物相，类似于现代生物学中的群落，即不仅仅是介壳生物相和地理生物相，而是生物和其生存环境两者的总和。Boucot 认为，生态地层学所强调的地层对比精度，能依靠严格的群落分析，结合在某些特殊群落中各生物门类的进化情况来达到最好的效果。他还指出：生态地层学并没有涉及什么新的原理，而所谓新的方面只是努力综合各生物门类的、生态的、生物地理的及进化的等各方面知识，结合沉积类型和地质年代知识，对地层进行比较符合实际的划分和对比。

苏联学者也早就注意进行有关生态地层学的研究。1976 年由苏联古生物学会主持的第 22 届年会就以生态地层学和地质历程中的生态系为中心议题。苏联学者 V. Krassilov (1981) 根据生物进化的间断平衡论 (Punctuated equilibria)，提出了根据生物进化事件来自然地划分地层的建议，以区别于传统的、以生物进化是渐变的、连续的概念为基础所建立

的地层年代。

上述表明,目前对生态地层学的概念还处于探讨阶段。人们对它的种种理解还有待于实践的验证。事实上,在漫长的地质历史时期中,地层的形成、生物的出现、聚散、盛衰和进化等既不可能不受地壳发展过程中种种事件的影响,也不可能不受当时当地的具体环境所影响。生态地层学试图把地层的形成和生物生存时的环境密切地结合起来,以古生物群落生态作为研究基础,从群落及生态系的角度来研究和分析地层,解释环境,以提高地层的划分和对比精度。这就能较容易地解释和处理以往地层划分中某些有争论的问题。

我国学者对生态地层学的研究始于80年代初。杨遵仪、徐桂荣、杨式溥*首先分别介绍了生态地层学和古群落的一些概念。金玉珩、张宁(1983)最早在刊物上公开向国内学者介绍“生态地层学”的原理和方法,并加以讨论。戎嘉余等(1981, 1984, 1986)在研究我国西南地区奥陶纪、志留纪腕足动物的基础上进行了古群落的划分和研究,并与沉积特征、沉积构造的识别和环境推测相结合,研究早志留世的海面升降,对生态地层学的基本概念也进行了讨论。以及金玉珩、方润森(1985)对华南二叠纪梁山期腕足动物群落的划分和古地理特征的研究,都是我国学者进行古群落生态研究的最早成果。陈源仁(1984a, 1984b, 1986a)也对生态地层学和群落生态的基本概念和分析方法作过介绍,并利用四川龙门山区晚泥盆世土桥子段中丰富的腕足动物化石材料作了划分群落的尝试。可以预料,随着中国古生物学会1986年以古生态、古环境、古气候为主题的14届年会的召开,生态地层学和群落古生态的研究也将和地层学、古生物学的其它分支一样得到发展,并赶上当今国际潮流。

二、生态地层学的基础——古生物群落

尽管人们目前对生态地层学的基本概念理解还很不一致,但对古生物群落是它的基础和基本单位并无异议。因而也有人认为:生态地层学就是运用古生物群落来划分和对比地层的学科。

(一) 群落 (Community) 的基本概念

群落是一个生物学的概念。德国动物学家 Karl Mobius (1887) 最早把群落作为生物生态系的一个单位来描述。他当时在描述西欧的牡蛎滩时,提出了“生物群落”(Biocoenosis)这一概念。其原意是占据一定场所的生物群。也就是把群落作为总生物群和自然环境相结合的单元来研究。而最早把海洋底栖群落的概念引入化石记录的可能是 Weller (1899)。近一个世纪以来,从事群落研究的生物学者和古生物学者越来越多,但对群落的理解却很不一致。Boucot(1981)在《海洋底栖古生态原理》一书中,曾归纳了目前对群落概念的九种不同理解。不过,在这些认识中有共同之点,即认为“群落是在一定的自然环境下生活在一起的生物群”。这实际上就是 Mobius 对群落的原始概念。正如 Olson (1974)所指出的那样,群落是在一个区域内生活在一起的生物群,由三个叠复的构架所组成,不论如何限定群落,所有群落都应有这些构架:

(i) 空间构架 (Spatial framework): 指生物所生活的地理范围,是生物统计学的概

* 杨遵仪、徐桂荣编《生物地层学讲义》,武汉地质学院北京研究生部,1981年9月;杨式溥编著《古生态学及遗迹化石学》(试用教材),武汉地质学院古生物教研室,1983年3月。

念。一个地质时期的动物群 (Chronofauna) 是指在时间分布及地理分布上都有一定限度的生物群, 类似于现代生态学中的生态系 (Ecosystem)。

(ii) 构造构架 (Structural framework): 是指群落中各生物所占有的模式或所起的作用, 如各类生物生活在什么部位, 和哪些生物生活在一起, 采取什么生活方式等等。

(iii) 动力构架 (Dynamic framework): 指整个群落和生态系的能量流、营养结构等, 这是生态学和古生态学的最终目的。

生态学家们还总结了每个群落所必备的五個基本特征, 即:

1. 群落中物种的多样性 (即分异度) (Species Diversity): 即一个群落中所包含的物种数量。有人认为一个群落发展至稳定阶段 (也称顶峰状态) 后, 分异度也保持稳定。即使各种的个体密度有所变化, 只要分异度不变, 仍称同一群落 (Parker, 1974)。因为群落是居住在同一环境中的生物群, 即使由于这样那样的原因使其中各物种的相对丰富度可能有暂时的变化, 但整个群落仍以同样方式利用能量。

2. 生长形式及其结构 (Growthform and structure): 每个群落有其主要类型的生长形式, 它们常常决定了群落的结构。

3. 优势种 (Dominance species) 的特征: 在每个群落中, 并非所有的生物种对群落的特性都能起决定性作用, 往往只有少数种以其特有的条件 (如体大, 数量多, 活动性强等) 控制着群落。这些对群落起主要控制作用的物种被叫作该群落生态学上的优势。一般地说, 优势种在与环境和其他物种的关系上达到了生态学上的高度完善状态, 即它们具有成功的生态条件, 并在此条件下对其它有联系的种类产生控制作用。在一个群落中, 如果把它的优势种除去, 必然会导致群落发生重要的变化。但若把非优势种除去, 则只会发生较小的变化, 甚至没有多大影响。

4. 相对丰富度 (Relative abundance): 即群落中每个物种的个体数量占总数量的比例。

5. 营养结构 (Trophic structure): 主要是指群落中能量转化的方式。在现代生物群落中, 能量的转化通常为由自养者转到异养者的过程, 物质则从植物转到食植者再转到食肉者的过程。图 1-1-3 表示了现代群落和生态系中常见的能量转化过程和金字塔式的营养级。

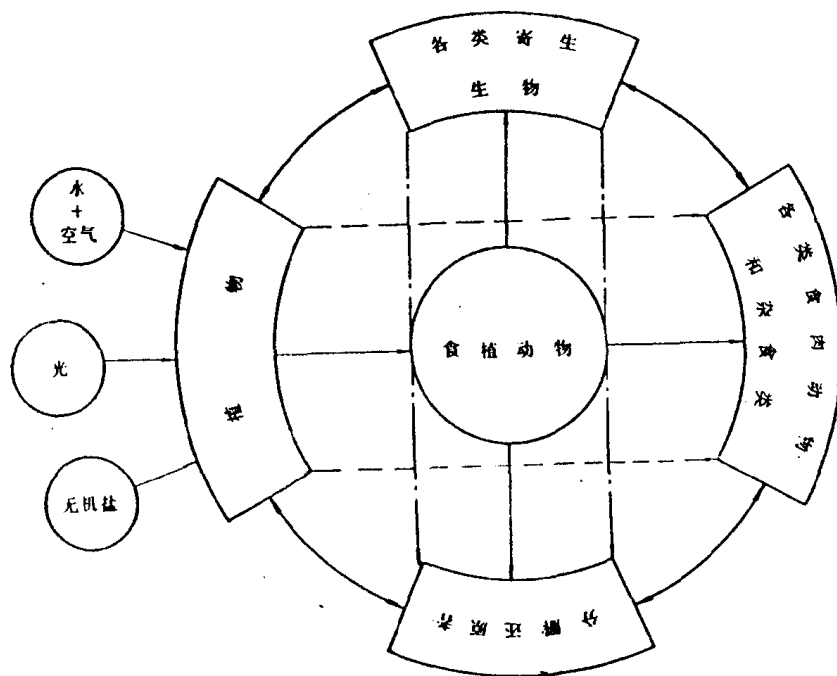


图 1-1 现代群落和生态系中能量转化的概况

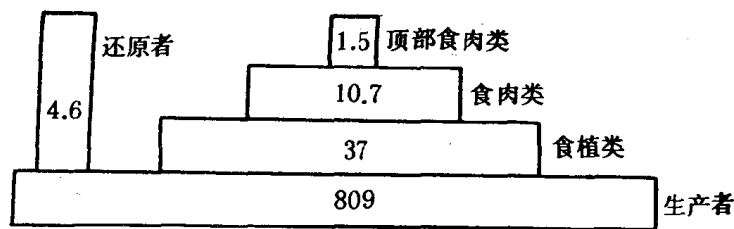


图 1-2 生物量金字塔 (Biomass Pyramid)

图中数据来自 Florida 银泉的营养级排列 (据 H.T.Odum, 1957)

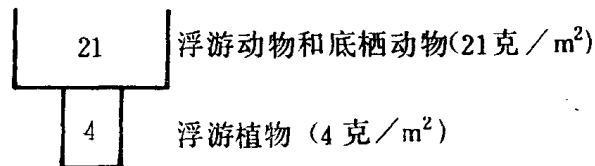


图 1-3 海洋生态系中倒金字塔式营养级 (据 H.T.Odum, 1959)

以上是现代生物学家们对群落基本概念的认识比较一致的方面。但就古生物学家而言，对古群落基本概念的争论远比生物学家们频繁。由于化石资料的不完备和许多古代生物的灭绝，古生物学家们不可能象现代生物学家那样直接观察生物生存时的生态特点，再加上其他一些特殊因素，使某些人怀疑古生物群落能否象现代生物群落那样反映生物生存时的环境。这实际上是对古生物生存时的群落能否以化石方式保存下来表示怀疑。这个问题经过多年的争论目前已趋于统一，即根据以生物的骨骼和外壳为主体的遗体化石和其它遗迹化石等，来研究和恢复古代群落的基本面貌是可行的，而且能够得出许多具有生态意义的结论，这样对揭示生物生存时的特点和当时的古环境面貌都有一定的实用意义。

如何识别和划分古生物群落，众说纷纭。以美国的 Kauffman 等人为代表，主张古生物群落的划分应象现代生态学家运用群落的整体概念划分现代生物群落那样，从而提出了整体群落 (Holistic community) 的概念。它包括四个基本方面：(i) 生物总的组成 (应尽可能完整地列一份群落的组成名单)；(ii) 群落内各生物种之间的相互作用和能量流所形成的群落构造；(iii) 周围的环境要素及其相互作用；(iv) 群落的边界特征。一个整体群落的确立应以该群落所有生物的组成为基础，包括它们的分异度特点、组成的特殊性 (如时空范围内的正常变化)、群体 (Population) 间和个体间的内部活动 (包括它们在营养、食物链和行为等方面的相互关系)、生存环境 (包括可忍受的各种环境变量及其变化范围，以及和物质循环的关系)、能量流的特点、边界性质 (即与另一群落区分的情况)、时空分布特点以及这些参数中所发生的变化等 (见陈源仁, 1986a)。但相当多的古生物学者和古生态学者则认为在利用古生物化石资料时，这种整体群落的概念应用起来有一定的困难，而且古生物化石的时代愈老，其难度也愈大。例如，群落的营养结构和能量流 (食物链)，对划分现代生物群落来说是很重要甚至是关键性的，但对化石群落来说，却是一个相当困难的问题，有时甚至难以弄清。实际上，即使是现生群落，也并非都按整体群落的概念进行研究。因而不少学者依据各自工作的目的，提出了各种不同的群落划分法。例如，以生物生活时的基底性质来分 (硬底群落、平底群落、砂质基底群落、泥质基底群落等)；以生活方式来分 (浮游—游移生物群落、底栖群落等)；以摄食方式来分 (食沉积物者群落、食悬浮物者群落等)；以生活位置与沉积物—水界面的关系来分 (内栖生物群落、表栖生物群落等)。更多的是以研究者本

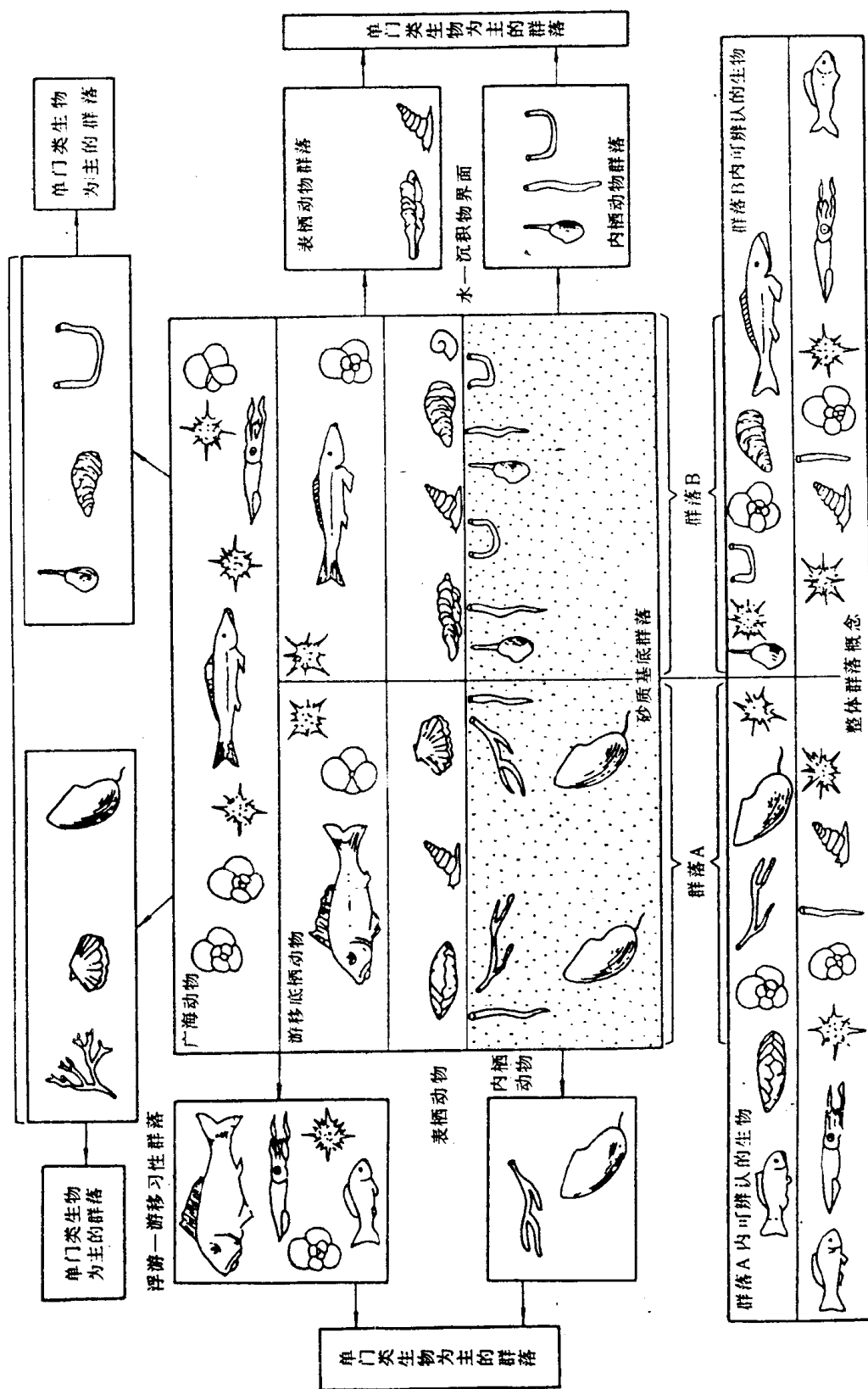


图 1-4 古生物群落划分方式示意图

(据 Kauffman, 1974 略加修改)

人专门研究的某一门类生物为主，来划分出许多以单门类生物为主的群落（图 1-4）。上述不同的划分和研究方法，从不同角度对古生物群落进行研究，都能为较精确地对比地层和恢复古环境提供资料；也为如何正确、全面地理解古生物群落的基本概念提供了许多线索。

（二）古群落划分和分析中的几个问题

1. 群落的分布范围和分布类型

群落的分布范围，一般地说，取决于研究对象和目的，以及该群落生存环境的分布范围。由于后者实际上是群落的生境（habite），而同一群落的生境未必都能连成一片，有的彼此还相隔很远，所以群落的分布范围，在某种程度上只能说是它们某一个生境的分布范围。

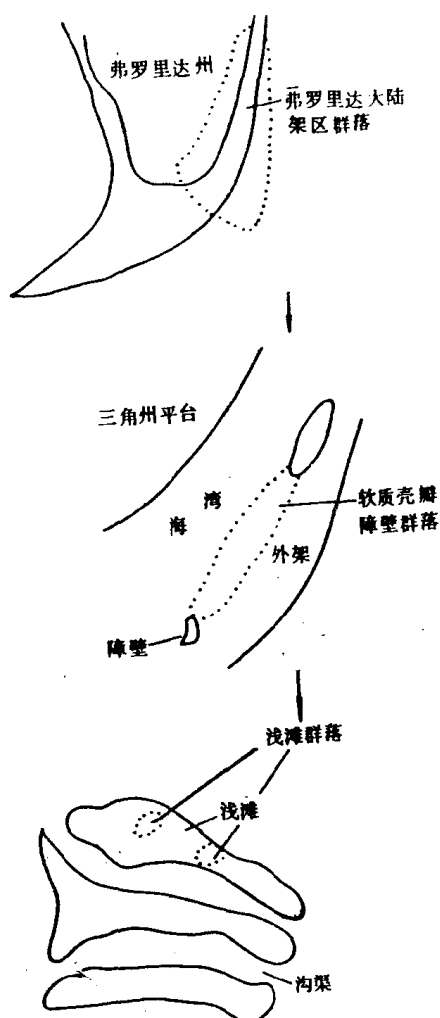


图 1-5 佛罗里达州附近大陆架群落划分及其范围

箭头表示范围由大到小（据 E.J.Anderson, 1974）

群落分布范围的大小差异相当悬殊，不同的研究对象其分布范围就有很大的不同。假如研究对象是以鲸或鲨鱼为主的群落，那么其分布范围可以是相当广阔的海域；若研究对象是以蒙古马为主的群落，那么大片草原就是这个群落的分布范围；又假如研究对象是礁，那么，其中每一个群落的分布范围就限于礁本身；若以寄生生物或细菌为研究对象，则范围更小，有人在一只羊的肠子系统内，竟分出三个不同的细菌群落。