



普通高等教育地质矿产类规划教材

生态地层学原理

陈源仁 编

地质出版社



生花地蔵草

普通高等教育地质矿产类规划教材

生态地层学原理

陈源仁 编

地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本书系统介绍了生态地层学的概念、内容和当前国际研究现状,特别突出介绍了生态地层学的基本单位——古生物群落。围绕群落的概念、空间分布规律、随时间进展的演变等一系列研究古群落的基本问题,阐明了当前生态地层学研究中的主要成果,展示了生态地层学的发展方向。最后,还系统介绍了以群落分析为中心的室内外工作方法。

本书资料丰富,图文并茂,适合地质、地层古生物、煤田、石油等有关专业大学本科高年级学生和研究生用作教材,也可供从事前述专业的生产、科研工作者参考。

※ ※ ※

本书经中国地质大学(北京)杨式溥教授主审并经地质矿产部地史学课程教学指导委员会于1990年1月20日评审通过。

※ ※ ※

普通高等教育地质矿产类规划教材
生态地层学原理
地质矿产部教材编辑室编辑
陈源仁 编

责任编辑:陈磊
地质出版社出版
(北京和平里)
地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所发行

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10.75 插页1页 字数:246000
1992年3月北京第一版·1992年3月北京第一次印刷
印数:1—1600册 定价:2.90元
ISBN 7-116-00950-7/P·813

序

生态地层学是古生态学的一个重要组成部分，也是地层学的一个新分枝。它主要通过探索各地质历史时期古生物群落的面貌、特征、分布、相互关系、演替等各个方面来深入研究地层的形成条件和形成环境，从而为地层的精确划分、对比服务；为古环境、古气候、古生物地理分布区划的恢复和再造服务；也为生物演化、绝灭，以及各地质时期大地构造格局的探索等服务。它是现代地层综合研究中必不可少的重要环节。

生态地层学又是一门崭新的年轻学科。从命名至今不过四十多年的时间，真正引起地质界重视并开始发展为一门独立的学科则是近二十年内之事。这与国际志留—泥盆系界线委员会的努力是分不开的，他们从对全球志留系、泥盆系之间界线的厘定中深切地体会到地层的正确划分和对比离不开地层形成的具体环境和特定条件。这说明生态地层学像其它学科一样，源于实践。

迄今为止，国内外还没有一本系统地介绍生态地层学的专著和教材，本书编者利用曾在美国俄勒冈州立大学著名古生物学家 A. J. Boucot 教授指导下进修古生态学及生态地层学的有利条件，并结合近年来的研究情况，在地矿部地史学课程教学指导委员会的支持下，编撰此书。一方面是为了教学工作的需要，另一方面也是为广地质工作者，特别是地层古生物工作者拓宽知识面提供方便。

本书内容新颖，取材广泛，博众之长，资料丰富，概念严谨，叙述清晰。全书编排既全面系统，又突出重点；是一本深入浅出、图文并茂，既反映本学科基本知识、基本概念和基本方法，又反映当前国内外研究水平的良好教材。

像其它学科一样，生态地层学也需要有一个不断发展、不断充实、不断完善、不断提高的过程。今后还需要进一步在实践中接受检验和证实。可以相信，本书的出版会有益于我国生态地层学研究的进展，而随着生态地层学研究的逐渐普及和深入，本书的内容特别是反映我国生态地层学研究成果的方面也将会进一步充实、提高和更新。

杨遵仪

1991.7.7

前 言

生态地层学是地层学的新分枝，也是当前地学领域中的新学科，但时至今日，国内外都还没有一本系统论述这门学科的教科书。为了适应我国正在蓬勃开展生态地层研究工作，特别是为了使广大学生能在学校就读期间有机会对这门崭新的领域有所了解，编者大胆进行了撰写一本简要介绍生态地层学教材的尝试。

教材草写写成后，曾在成都地质学院地质系本科高年级学生和地层古生物专业硕士研究生中试用，后于1990年初经地质矿产部地史学课程教学指导委员会评审通过。根据课指会所提修改意见、地质出版社教材室的要求和试用中发现的一些问题，编者对初稿作了进一步修改，并送本书主审杨式溥教授再次审阅。在教材编写过程中，还得到了杨遵仪教授、王鸿祯教授、郝诒纯教授的关怀和鼓励，得到了成都地质学院院、系、教务处和教研室的大力支持，其中谭光弼教授曾审阅本书初稿，陈伯茂副教授为本书撰写了数学分析，卢奇勋、袁顺生、黄祖基等同志清抄了书稿，绘图室清绘了全部插图，研究生李祥辉、赵宗举、林丽、赵兵等也曾给予了帮助，编者谨此表示深切的感谢。

生态地层学是一门正在发展中的学科，新资料、新见解、新理论不断涌现。编者虽作了一定的努力，力图使教材更完善和反映当前最新水平，但限于条件和编者的水平，对国内外已取得的许多研究成果，尚未能做到全面收集和消化，此外，难免会出现一些缺点和错误，殷切期望广大读者赐教。

编 者

1990.12.于成都地质学院

目 录

第一章 绪论	(1)
一、生态地层学的基本概念	(1)
二、生态地层学发展简史	(1)
三、生态地层学与其它学科的关系	(4)
四、生态地层学的理论意义和实际意义	(4)
(一) 拓宽、拓深地层学的研究	(4)
(二) 丰富古生物学的研究	(7)
(三) 重建古环境、古地理, 为古构造研究提供佐证	(7)
(四) 促进找矿工作	(7)
第二章 群落的基本概念	(9)
一、生物群落的基本概念	(9)
二、古生物群落的含义	(10)
(一) 当前对古生物群落的理解	(10)
(二) 古生物群落的特殊性	(12)
三、群落与组合、组合带、组伴、群体、生物相、动物群、植物群等 的关系.....	(20)
第三章 群落的空间分布	(22)
一、群落的空间分布范围	(22)
(一) 群落空间分布范围的大小	(22)
(二) 耐受性定律和超体积模式	(23)
(三) 群落内生物的分布状况	(25)
二、群落的空间分布格局.....	(26)
(一) 群落的边界	(26)
(二) 群落的空间分布格局	(27)
(三) 交错群落和生态渐变群落	(28)
三、约翰逊的概念模式.....	(34)
四、安得逊模式	(36)
(一) 齐格勒对英国威尔士—英格兰边缘地区志留系底栖群落的划分	(36)
(二) 布雷特斯基对美国纽约州中北部晚奥陶世海洋底栖群落的划分	(41)
(三) 安得逊模式	(43)
五、底栖组合的概念	(48)
第四章 群落的时间演变	(51)
一、群落的演替	(51)
(一) 演替的基本概念	(51)
(二) 机会种、平衡种和演替顶极的概念	(54)
(三) 古生物群落的演替进程	(56)

(四) 化石群落演替实例——四川龙门山区早泥盆世白柳坪组 <i>Orientospirifer-Neoathyrisina</i> 群落的演替进程	(59)
二、群落的取代	(65)
三、群落的进化	(68)
(一) 群落进化的特点	(68)
(二) 地质历史时期古群落进化的基本趋向	(70)
第五章 群落内种的分异度	(79)
一、基本概念	(79)
二、影响群落内物种分异度的因素	(79)
三、物种分异度的梯度变化	(84)
四、有关解释分异度梯度变化的理论	(86)
(一) 时间稳定假说	(86)
(二) 资源稳定假说	(89)
(三) 竞争作用和捕食作用	(90)
五、生物分异度在地质历史时期的变化	(91)
六、分异度的计算方法	(97)
第六章 群落分析	(99)
一、概述	(99)
二、群落内各物种的相对丰富度及其重要性的确定	(99)
(一) 常用的古生物化石个体数量统计方法	(99)
(二) 相对丰富度及相对丰富度等级的确定	(100)
(三) 影响物种相对丰富度统计的因素	(102)
三、特征种和确限度	(104)
四、群落的相似性系数	(105)
五、群落动态分析	(105)
(一) 大小频率分布曲线和存活曲线的概念及类型	(105)
(二) 影响群落大小频率分布曲线及存活曲线类型的因素	(108)
(三) 对几种常见化石大小频率分布曲线的解释	(109)
(四) 两种特殊类型的大小频率分布曲线	(110)
(五) 大小频率分布曲线的应用	(112)
六、化石个体古生态分析	(115)
(一) 确定化石在生活时的位置和生活方式	(116)
(二) 进行形态功能分析	(117)
(三) 对生物的特殊外形、构造和成分进行分析	(118)
(四) 摄食机理分析	(119)
(五) 其它	(123)
七、综合分析	(123)
(一) 样品分析	(123)
(二) 岩相分析	(123)
(三) 埋藏条件分析	(123)
(四) 生态相容性分析	(124)

(五) 古环境分析	(125)
八、数学分析法	(125)
(一) 种间的联结性	(126)
(二) 聚类分析	(129)
(三) 二态聚类分析	(132)
(四) 计算机模拟技术	(133)
第七章 对生态地层分类单元等级的设想	(135)
一、生态分类基本单元的标准	(135)
二、沃特豪斯的设想	(135)
三、考夫曼等人的设想	(137)
四、布科的设想	(140)
五、编者对生态地层学分类单元的建议	(141)
第八章 生态地层学的工作方法	(144)
一、野外工作方法	(144)
(一) 观察	(144)
(二) 标本采集	(145)
(三) 素描和照相	(147)
(四) 统计	(147)
二、室内整理	(149)
(一) 描述群落	(149)
(二) 各种统计与计算	(150)
(三) 综合分析与研究	(151)
参考文献	(152)

第一章 绪 论

一、生态地层学的基本概念

生态地层学 (ecostratigraphy) 是利用再造古生物群落来分析地层, 恢复地质历史时期自然环境的真实面貌, 探索其演变规律的学科; 是近年来地层学中发展起来的一个新分枝; 是古生态学在地层学领域内的具体应用。它主要运用地层中保存的各种生物化石及其与围岩的各种关系来推测和重建这些生物在其生存时期的概貌, 包括生物的生活方式、彼此关系、与周围自然环境的相互影响、埋藏特征等, 并以此来划分地层、对比地层、恢复古环境、追索并预测有关矿产形成之间的关系。此外, 在深入探索生物的进化、灭绝、演变、发展阶段及其控制因素等方面也有十分重要的作用。因而生态地层学既是地学领域内的新课题, 又是地学与生物学之间的交叉学科。在某种程度上说, 生态地层学的形成和发展是古生物学摆脱传统的束缚, 进一步向现代生物学靠拢所结出的硕果。

二、生态地层学发展简史

生态地层学最早由西德的 O. H. Schindewolf 于 1950 年提出, 当时仅作为讨论动植物群落地层学价值的一个术语, 既没有下一个明确的定义, 也没有认为是地层学的一个新分枝和新范畴。由于他当时并不认为不同群落在空间上有一定的模式可以相互对比, 仅认为生态地层学是亲地层学 (prostratigraphy) 的范畴。1954 年他再次强调, 化石可指示生态而不能表明年代, 生态地层学只不过是从地层学的角度来分析某地区受生态条件限制的动植物群落及其盛衰。

H. D. Hedberg, 在美国地层委员会第 5 号报告 (1957) 及地层分类和命名法 (1958) 的文章中, 应用了生态地层学这一名称, 并将它和年代地层学并列归入地层学中以分析推理为主的系统。他认为, 生态地层学是依据其岩石形成模式或沉积环境来划分岩石的, 因此也可叫环境地层学。他对生态地层学含义的理解要较 O. H. Schindewolf 宽, 因为后者仅仅限于以生物的生态为基础的地层学, 而他对生态地层学的理解是据地层中所观察到的化石、岩性、矿物和其它各种各样的特点把沉积物划分为各种生态地层单元, 如海相带、半咸水带、冰川沉积带等等。虽然, 这些生态地层单元的命名尚未正式确定, 但生态地层的分类重要性并不亚于时间地层分类法 (图 1—1)。

由于当时大多数地层古生物工作者还没有意识到重建古生物群落的可能性、必要性及其在地层分析及古环境重建中的重要性, 因而在 H. D. Hedberg 后来主编的国际地层指南中并没有把生态地层学作为地层学的一个正式分支加以提出和推广。至于生态地层学的基本概念、理论背景、实践意义等也没有更多的人作进一步深入地探讨。

从 50 年代后期至 60 年代, 在现代科学技术发展的带动下, 人类对自然的探索揭开了

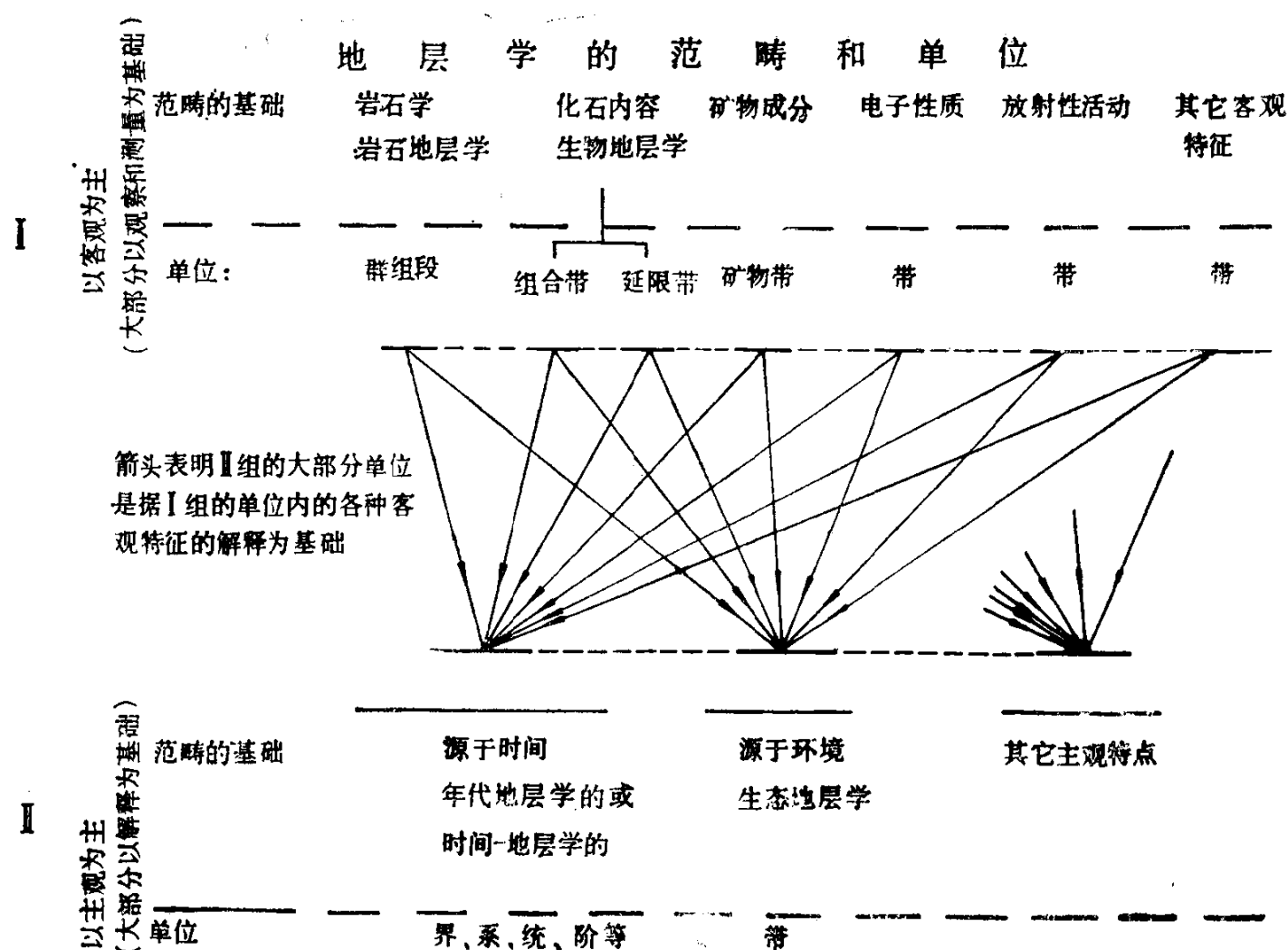


图 1—1 地层的分类及划分单元图解
(据 H. D. Hedberg, 1958)

新的一页。地学领域在太空和海洋研究的带动下，冲破以大陆为基础的传统观念束缚，掀起了一场革命。地层古生物工作者也在这一新潮流影响下，积极探索本领域内种种悬而未决的问题，并以挑战的姿态对一些已为传统理论定论的问题进行了再认识。于是新解释、新理论、新方法不断涌现。生态地层学就是在其中得到开拓性发展并取得较大成效的领域之一。

地层古生物工作者首先据现代生物对环境的耐受性与选择性来推测同种或同类化石与古环境的关系，特别是运用现代生物群落的研究方法来分析古群落的组成、结构与周围的生活条件，以提高地层划分、对比的精度和对古环境的研究深度，这不仅充实了生态地层学的内容，也大大增强了它的活力。从事第四纪（尤其是更新世和全新世）微体古生物研究的学者首先将现代生物群落生态-沉积学的概念和研究方法运用到古生物领域内，成功地解决了不同相、不同沉积类型的地层划分和对比问题。特别是一些富有开拓精神的学者，克服了古生代、中生代生物类群与现代生物类群相似之处甚少的困难，大胆引进群落分析的方法，取得了令人瞩目的成功。如 J. A. Fagerstrom (1964) 首先探讨了古群落分析中的一些概念性问题，诸如大小频率分布、组合 (assemblage) 和群落 (community)、群体 (population)、群落密度、分异度等，并结合北美 Nebraska 地区上宾夕法尼亚纪 Bonner Springs 组中的化石群进行了讨论。而 A. M. Ziegler (1965) 对英国威尔士—英格兰边界地区以志留纪腕足类为主的海洋底栖古群落的研究则可作为生态地层学开创新局面的标志，受到了国际地层古生物学界的普遍关注。

自此以后,群落古生态在地层划分和对比上的作用日益引起重视,特别是志留—泥盆系界线工作委员会在探索志留—泥盆系界线的长期努力中认识到,不考虑生物与环境的关系,生物的生态习性对其分布的影响等来解决地层对比,特别是同一时代不同环境的地层对比是困难的。于是,1968年在布达佩斯由国际地质对比计划(IGCP)主持的一次非正式晚会上,专家们再次把生态地层学提到了议事日程。此时,人们已认识到生态地层学是生物地层学向年代地层学靠拢的自然发展。为了推动和鼓励学者们探索生态地层学的实用价值,特别是探索那些离现代较远、已大量灭绝、难以从现有生物中找到相似类型的生物的生态价值。IGCP于1974年批准了一个为期十年的生态地层学研究重点项目,名为“以Wenlockian至Gedinnian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)。”主持人是美国著名古生物学家A. J. Boucot。国际地质对比计划之所以要选择Wenlockian—Gedinnian作为试验性层序,一方面因从志留纪末开始,陆生植物和脊椎动物开始出现,可以在地层中以生物为依据确切地划分海相和非海相两大类;另一方面,在这一阶段生存的大量生物如笔石、三叶虫、竹节石、古介形虫、牙形刺等现已灭绝,而且在现代生物中很难找到相似的类型。更主要的是由于国际志留—泥盆系界线委员会的工作对这一段地层已积累了大量实际资料,便于开展这一项目。

与此同时,很多古生物工作者分别用不同方式,从不同角度在实际工作中对显生宙各时代、各门类生物的群落古生态进行了探索性的研究;对生态地层学和古群落分析中有关问题进行了专题讨论。在此基础上,对生态地层学的概念、内容、意义等理论的探索也日益增多和趋向深入。

为了普及生态地层学和古群落的研究,美国古生物学会于1974年在Miami大学举办了底栖群落分析短训班;同年在科罗拉多州Boulder的科罗拉多大学内举行的第一届国际生物进化和系统会议上,专门举办了一次“生态和古生态的群落概念”讨论会,各国学者相互交流了各自对现生群落和古生物群落的理解和观点。苏联学者也同步地注意了生态地层学的研究。1976年,苏联古生物学会第22届年会的中心议题就是生态地层学和地质历程中的生态系。由此可见,从70年代起,生态地层学的研究已进入理论和实践并举、竞相探索的初步繁荣阶段。

目前,生态地层学已成为地层学中不可分割的重要部分。人们已不再怀疑它的价值和意义,而是试图更广泛、更深入地探索扩大其研究领域的途径。显生宙各时代各门类古生物群落生态分析工作几乎已在全球普遍展开,各种专著、论文、杂志相继出版,其数量在近年来地层古生物出版物中占相当可观的比例。生态地层学已处在逐渐完善、充实、提高的过程中。无论其内容、方法、手段等都在不断拓宽加深,古生物群落的研究也正在步现生群落研究的后尘,不断地深入和扩大。

我国学者对生态地层学的研究起步较晚,始于80年代初,杨遵仪、徐桂荣*和杨式溥*分别首先在国内介绍了有关生态地层学和古群落的基本概念。金玉珩、张宁(1983)则在国内刊物上第一次评述了生态地层学这一新分枝学科的原理和方法。1980年,A. J.

* 见杨遵仪、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。

Boucot 来我国访问, 确定了我国参加 IGCP 的生态地层学项目, 并由杨式溥教授作为该项目在中国的负责人。这无疑是推动我国生态地层学研究的积极因素。而后, 戎嘉余等 (1981、1984、1986、1987); 金玉珩、方润森 (1985); 刘家润、张永谔 (1987); 陈源仁 (1984、1985、1986、1987、1988) 等分别从各个方面对生态地层学的概念、应用和群落分析作了实践和理论上的探讨。1986 年, 中国古生物学会召开了以古生态、古地理、古环境为主题的 14 届年会, 1987 年、1990 年, 中国古生物学会古生态专业委员会又分别举行了学术讨论会, 这些活动都大大推动了以研究群落古生态为主要内容的生态地层学在我国的普及和开展。目前, 全国各地各系统 (部门) 都有不少地层古生物工作者积极开展或从事有关生态地层学的研究工作, 不少有一定水平的成果相继发表。可以预料, 随着我国四个现代化的进展, 生态地层学也将像其它新兴学科一样在我国蓬勃发展。

三、生态地层学与其它学科的关系

生态地层学是古生态学的一个重要组成部分和地层学的一个新分枝, 与其它学科的关系十分密切。首先, 它要运用现生群落的研究方法来探索古生物群落, 所以古生物学、古生态学是本学科的基础。同时生态地层学也要运用现代生物学、生态学及与它们有关学科的成果。其次, 生态地层学通常要以古生物群落作为分析地层恢复古环境的手段, 因而还和沉积岩石学、岩相古地理学、古沉积学、古环境学、古气候学、古海洋学、古生物地理学、埋藏学等学科关系密切, 有的甚至可以相互交叉。第三, 作为地层学的一个新分枝, 它必然又和地史学、地层学及其它相关学科如动力地质学、大地构造学、历史构造地质学、海洋地质学等密切相关。此外, 生态地层学是研究生物化石的地质学科, 自然也离不开生物进化、绝灭等的有关理论。

总之, 生态地层学是一门介于多学科之间的综合性学科, 它是在当代地学革命的基础上发展起来的, 因而, 它的发展也必然会给其紧密有关的学科以前进的动力。

四、生态地层学的理论意义和实际意义

(一) 拓宽、拓深地层学的研究

生态地层学是在地层学经过近 200 年实践的基础上发展起来的。它拓宽了地层学的研究范畴, 把地层划分、对比和形成的环境条件结合起来; 把地层中反映古代生物界的古生物化石和反映无机界的岩性结合起来; 并努力应用现代科学技术的成就对地层进行综合分析, 以尽可能地再现其真实面貌。

1. 群落分析在地层划分对比中的作用

在图 1—2 中, A、B、C、D 等字母代表岩石地层单位; 1、2、3、4 等数字表示生物地层单位或生物确定的年代地层单位; $A_1, \dots; B_2, \dots; C_3, \dots; D_4$ 为生态地层的基本单位——群落。从图可知, 同一岩石地层单元或同一生物地层单元、年代地层单元内可以分别识别出一些不同的古群落。不同古群落各自所占据的生态域, 代表特定的环境。人们借助于对古群落的研究, 不仅可以探索同一岩石地层单元 (穿时) 在各地的不同形成阶段, 也可以分析同一年代地层单元内因环境演变而引起生物群落总貌的变更。这不

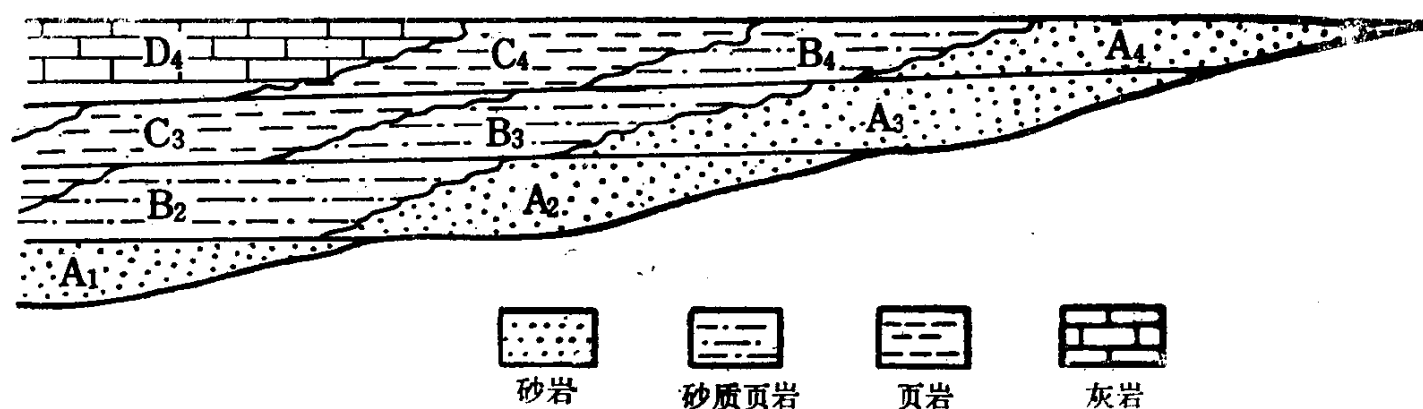


图 1—2 生态地层单位 ($A_1, \dots, B_2, \dots, C_3, \dots, D_4$)、岩石地层单位 (A、B、C、D) 及生物地层单位 (1、2、3、4) (或年代地层单位) 间的关系示意图
(据陈源仁, 1986*)

仅有利于对地层的综合研究, 而且也有利于对古环境的探索和古地理、古气候的再造, 特别是对一些厚度较大、岩性单一、历时较长的岩层 (如四川龙门山区泥盆系平驿铺组, 西南地区中生代的红层等) 的进一步划分和深入研究, 以及寻找和确定年代地层单元的界线很有帮助。由于生态地层学特别强调生物与环境的统一, 因而对同一时代不同盆地、不同相区 (在大范围内直至全球性的) 地层对比和地层界线的确定更能起积极的作用。此外, 由于生态地层学可以把生物与环境的统一扩大到生物地理分布区和生物演化之间的关系方面, 使不同地区、不同沉积环境、不同大地构造条件、不同生物地理区内个别剖面上的具体现象可以互相联系并和控制它们的全球地质构造史、沉积条件、生物演变规律等宏观因素给合起来进行综合研究, 推动地层学的研究不断向纵深发展。

2. 生态地层学在解决生物地层学遇到的困难中的作用

生态地层学和生物地层学都是利用化石来研究地层。人们对生物地层学是比较熟悉的, 而生态地层学因是在生物地层学的基础上发展起来的, 是它的一个新分枝, 所以在开始接触生态地层学时, 往往很自然地将它和生物地层学联系起来, 甚至看作是等同的学科。尽管当前生态地层学还处于建立和探索阶段, 人们对它与生物地层学的关系理解还不一致, 但生态地层学无论在研究目的、方法和手段, 甚至在理论基础方面都和生物地层学有一定的区别, 这主要体现在:

(1) 生物地层学的理论基础是生物层序律和达尔文进化论。生态地层学则是在此基础上特别强调生物与环境的统一以及环境对生物分布的控制作用。

(2) 生物地层学的研究重点是在地层中划分古生物化石带, 因受达尔文进化论的影响, 它强调理想的化石带应该是:

① 相同生物类别化石带之间的连续性, 即从该生物类别在地层中开始出现到最后消失, 要用一系列代表分子 (带化石) 划分出一系列阶段分别代表其演化历程 (时期)。各相邻化石带之间彼此没有叠覆, 也没有间断。

② 不同生物类别演化间的同步性, 即在同一地质历史阶段内, 不同类别生物带的可对比性。

③ 化石属种在时限上的短暂性 (“标准性”), 地理范围上的 “广布性” 和组合间的分

带性。

但近两个世纪的实践表明，完全符合上述要求的理想化石带很难找到。首先因地层中许多化石经常是在全球范围内突然出现和突然消失，这在居维叶时代就已发现；有的在突然消失以后经历相当长的时期后又重新突然出现（Lazarus 效应）。其次是在不少有亲缘关系的类别之间，难以找到过渡类型。三是许多带化石的标准分子在分布及采集上有很大的局限性，鉴定上有一定的难度，在野外运用十分不便。更为主要的是因近代进化论学者对达尔文的进化论有了更深入的认识。达尔文原来的一些基本观点不断受到挑战，以间断平衡论（punctuated Equilibria）为代表的新进化论基本否定了达尔文关于进化是连续的、渐变的、过渡的概念。此外，近代沉积学家们在新灾变论的影响下，系统地提出了幕式沉积理论（episodic sedimentation）。于是建立全球可对比的、统一的、没有间断的化石带系列变得更为困难了。

这些，都不能不对生物地层学的理论和实践带来一定的影响。相比之下，生态地层学则可排除上述干扰。因为它是利用古生物群落来划分地层的，群落在时空上是可以叠覆、可以间断、可以分离的。群落虽也有占统治地位的优势种和特征种等代表分子，但它是在以地层中观察到和采集到的所有化石为基础建立起来的，因而可以最大限度地发挥各种生物类别的作用，特别是那些分布范围窄的地方性分子，以及为数众多、地层中最容易发现的那些分子的作用。如从生物地层学的角度来看，黑色页岩中含有成百上千的、成堆的 *Didymograptus bifidus* 和泥灰岩中偶尔找到的 *D. bifidus* 个别分子的价值是大体相似的，但从生态地层学的角度来分析，两者是有明显区别的。

（3）生物地层学在利用化石划分地层的过程中很少或基本上不考虑影响生物分布的环境因素，而生态地层学则把生物和环境作为一个整体来统一研究。任何一个生态地层学的基本单位——古生物群落都有其自身特定的环境含义。生物地层工作者在地层研究中发现，由于相变导致生物化石带的缺失或间断时，或在对不同沉积环境下形成的包含不同生物类别化石的地层进行对比时都会遇到很大的困难。在他们看来，宜昌黄花场早志留世地层中发现成百上千、成堆的完整的五房贝个体与长江三峡地区或其它地区灰岩中几乎都呈单瓣或碎片产出的大量五房贝个体，都仅同样地代表早志留世中期的时代而已。但从生态地层学的角度来看，前者代表了富氧、波基面之下、低能宁静的正常深浅海环境；后者则代表急流、富氧、波基面以上、高能的正常浅海环境。

生物地层学要求尽可能地建立理想的化石带系列，其发展趋势是越来越多地依靠和信赖能广泛分布、历时又短的营养浮游或漂浮的海生生物类别。因此，导致占生物界大多数的底栖生物、陆生生物难以发挥应有的作用。即便这样，由于离开了生物与环境之间的依存关系，仍然时常发生不同带的化石分子混生、颠倒等纷争现象，其结果是使地层划分对比中的人为因素日趋严重。生态地层学则力图避免这些人为的主观偏见，它不仅把生物及其生存环境视作整体，而且对生物死亡、埋藏条件、埋藏过程都予以充分重视；它强调同一群落的分子必须有共同的生存环境要求并一起埋藏在原地；要求依据其保存情况作埋藏条件和生物相容性分析，尽最大可能恢复生物生存时的真实面貌。

此外，生物群落的时空范围大小灵活。一块海底砾石表面和底面的自然环境相差是很大的，其表面所附生物和在其下阴暗处所附生物可分别代表两个不同的群落。现代生物是如此，古群落的划分和分析同样也可不受地理范围限制。但生物地层学中的化石带（也包

括岩石地层学中的组等)如没有适当稳定的地理分布范围,在实践中就难以应用。

以上说明,生态地层学所以能在生物地层学的基础上发展起来,完全是由于客观的需要,是在人们对自然界的认识不断提高,对地层的研究需要不断深入的过程中,为了突破困难、弥补原来工作的不足而开拓的新领域。

(二) 丰富古生物学的研究

从理论上讲,生态地层学主要是通过研究生物与环境的相互关系来分析地层,在实践中,生态地层学却是通过划分和建立一定数量的古生物群落来研究地层的,因而要求研究者尽可能全面而详细地收集所有类别的化石资料,这样,开展生态地层学的研究,必然给古生物学的发展创造许多有利条件,如:①进一步提高化石总体的地层价值,使地层中出现的每一化石类别都能在分析地层中发挥应有的作用;②促进古生物分类工作的深化,一方面对原来研究程度较高类别的分类进一步深化,另一方面是弥补分类研究中的一些薄弱环节和促进对新发现类别的研究;③扩大古生态学的研究范围和实用价值,如同现代生态学,使古生态学成为兼含个体古生态和群体古生态等各个方面的、具有相应应用领域的、完整的古生态学;④丰富和充实古生物学在进化论研究中的作用,因为通过对古群落在地质历史时期演化历程的研究,可以极大地丰富和充实由单一化石类别所提供的生物进化进程。事实上,群落的演化为进化论者提供了良好的研究基地和丰富的资料库。

(三) 重建古环境、古地理,为古构造研究提供佐证

生态地层学通过群落分析不仅可以有效地对一个剖面、一个地区的古环境进行重建,而且还常作为正确分析古生物地理区划和对不同地区古环境比较的重要手段,这是因为:①同一群落在其地质历程范围内可以分布于不同地区、不同层位,而其所代表的环境则基本相同;②有些群落彼此的组分虽不相同,也无演化上的亲缘关系,但若它们的功能相似就代表相似的环境[A. J. Boucot 称它们为似功能群落 (Analogous community)];③组分上彼此都有一定亲缘关系的群落,假如相距时间较近(世代较短),那么,彼此所代表的环境就可能相似。近年来,生态地层学工作者已充分利用这些特点成功地进行了恢复古环境、建立古生物地理区以及对不同地区不同层位古环境对比和演变的研究。

与此同时,生物的生存环境和沉积环境又和大地构造格局及构造活动密切相关,这是因为:①大地构造格局控制了海陆分布及其变迁,直接影响和控制了生物的分布范围;②大地构造格局控制了自然环境因素中某些重要的方面,如沉积物、沉积速率、沉积条件、基底物质的性质、水的深度、混浊度甚至地形坡度等,因而间接地影响了生物的生存条件;③一些重要的构造活动带本身就是控制和影响生物生存及其分布的重要因素,而一些构造运动不仅影响生物分布,而且也影响生物存亡。所以,依据化石群落的分布和变迁,反过来可作为推断古构造格局的重要佐证。因此,历来的大地构造学家都十分重视用古生物作为自己理论和假说的证据。

(四) 促进找矿工作

生物和沉积矿产(包括层控矿床、化石燃料)的关系十分密切,生态地层学对这些矿床的找矿工作能起很大作用,主要是:①利用生物和环境的密切关系来研究某些矿产形成的自然地理环境和物理化学条件,特别是富集的种种自然因素,同时利用生物所指示的这些特征为找矿服务;②有些矿产直接和生物的种种作用有关;③有些矿产本身就是生物的遗体堆积或由生物所组成。如对盆地深入分析以后,利用礁群落复体特点,仔细圈定由礁

复体组成的障壁带，以寻找障壁带外缘区的种种沉积矿床、层控矿床和浊流沉积矿床。又如通过古群落分析，推断它们与油田的储油层及生油层之间的相互联系，为寻找油田服务。在这一方面，我国石油工作者已作出了很大努力，并取得了可喜的成绩。

当前，生物在成矿和控矿方面的作用正在不断地吸引着越来越多的科学家的注意。其中，实质性的问题之一是并非所有的生物都能在成矿和控矿中起主导作用，即便同一类生物，也不是在所有条件下都能对成矿、控矿起相同的作用，而只能在特定的条件下起特定的作用。这就涉及到生物对环境的适应及环境对生物控制的问题，这正是生态地层研究中群落分析的目的之一。生物成矿研究者如能借助生态地层工作方法，弄清成矿、控矿的自然环境条件及相应的群落组分、结构，特别是弄清与富矿带、贫矿带、无矿带分别相伴生的生物群落间的种种差异，找出富矿带群落中的优势种和特征种，进一步研究这些生物生存和富集的条件，将会对预测成矿条件、总结矿体分布规律和找矿等提供重要线索和依据。目前的困难是对与大多数金属矿体形成有关的微古生物和超微化石研究不够，这是古生物学研究中的薄弱环节，需要古生物工作者为此而努力。完全可以相信，随着科学技术的发展及古生物学家们对微生物化石研究程度的提高，生态地层学的理论、方法将有助于生物成矿的研究。