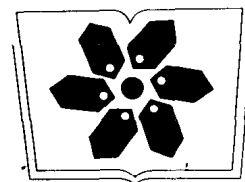


扬子区及其周缘东吴-印支期 生态地层学

殷鸿福 丁梅华 张克信 等 著
童金南 杨逢清 赖旭龙

科学出版社



中国科学院科学出版基金资助项目

扬子区及其周缘东吴—印支期 生态地层学

殷鸿福 丁梅华 张克信
童金南 杨逢清 赖旭龙

国家自然科学基金

国家基础性研究 SSLC 重大项目

国家教委博士点基金

资助项目

中国科学院南京地质古生物研究所

开放研究实验室基金

科学出版社

1995

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书以扬子地台及其周缘地区上二叠统至中三叠统(即东吴-早印支阶段)为研究对象,从横越地台边缘的系列生态地层剖面入手,建立生境型、进行生态地层对比、综合地层研究试点,到盆地生态地层格架的建立;探索生物成岩成矿作用与煤、金、油气形成的关系。本书以极其丰富和系统的实际资料,充实和修正了生态地层学的理论和方法,包括生态地层学的分类、群落的建立及其环境分析、它的数字学表达及数学检验等一套理论和方法系统,为盆地分析及板块学说服务,因而本书又具有很强的应用价值,是国内外第一部系统的区域性生态地层专著。本书适用于沉积、地层、古生物及构造地质工作者,是大专院校有关专业师生及研究生的重要参考资料。

扬子区及其周缘东吴-印支期 生态地层学

殷鸿福 丁梅华 张克信 等著
童金南 杨逢清 赖旭龙

责任编辑 张汝玫

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1995年12月第一次印刷 印张: 22 插页: 4

印数: 1 500 字数: 500 000

ISBN 7-03-004535-1/Q·559

定价: 58.00 元



**DONGWUAN-INDOSINIAN
(LATE PERMIAN-MIDDLE TRIASSIC)
ECOSTRATIGRAPHY OF THE YANGTZE
REGION AND ITS MARGINS**

Yin Hongfu, Ding Meihua, Zhang Kexin, Tong Jingnan,
Yang Fengqing, Lai Xulong

前 言

我们撰写本书的目的,是使生态地层学为盆地分析服务。生态地层学本应是综合地层学和盆地分析的重要内容,但是长期以来古生态工作者与盆地分析工作者各搞各的,没有很好结合。我们自1986年起进行这一工作。其间,又较早向全国译介了层序地层学概念(《地质科学译丛》,1990,2期),并尝试从生态地层学转进到层序地层学,最后落实于盆地演化。这样做可以为生态地层学这门学科开辟一条应用的途径,它反过来必能促进学科本身的发展。

我们选择了扬子地台演化的关键时期,即东吴-印支期为对象,从台到盆实测了许多条生态地层系列剖面,它们是:苏皖浙系列剖面(2条),鄂东南系列剖面(2条),鄂西系列剖面(1条),中、南秦岭系列剖面(1条),黔西南、黔中南系列剖面(2条),此外,引用前人资料作了上扬子地台内的系列剖面。这些剖面大致反映了扬子地台北缘、西北缘、西南缘的东吴-印支期盆地演化,并由此得出该时期扬子区海平面变化及板块活动的一系列新观点。

在此工作中,先后投入教授3人,副教授及高工5人,讲师4人,研究生十余人及1986—1992年历届地层古生物专业学生多人。野外工作累计近200人/月。在大量岩矿及化石鉴定测试基础上,先后完成研究报告、博士及硕士论文十余份。本书是在上述大量实际资料基础上归纳总结的。

这本书有以下特点:

(1) 提出了为盆地分析服务的一整套生态地层学理论和方法,包括分类系统、海洋环境的确定、数学检验、生态地层剖面描述、划分对比、生态地层学与层序地层学及盆地演化、板块活动的结合等。其中具体的观点和方法无疑将需要进一步改进。但就其整体的系统性、完整性而言,国内外尚属首次。

(2) 上述理论和方法体系在扬子地台上二叠统一中三叠统实践的结果,证明它是可以应用的。它兼具生物地层学和沉积学的优点,兼顾了地层的时间性和空间性这双重基本属性,可以将海洋环境划分到沉积学所未达的细度,进行更高精度的地层对比,并且很容易与层序地层学相结合,从而为综合地层学研究及盆地分析提供了一条新的途径。

(3) 对扬子区上二叠统一中三叠统各种生态和沉积类型、海平面变化、盆地演化、板块活动提出了一系列新的观点,阐明了这一时期扬子地台演变的全过程及其沉积反映。根据大量实际剖面资料,证明 Haq 等(1988)的全球海平面变化曲线有重大缺陷。这些无疑将在国内外引起注意。

本书获得国家自然科学基金“川甘青边境印支期大陆边缘生态地层研究”项目,国家教委博士点基金“黔南桂北二叠、三叠系生态体系、沉积体系及控矿背景”项目,中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放研究实验室“扬子地台北缘长兴-印支阶段海相生态地层学”项目,国家基础性研究重大项目“中国古大陆及其边缘层序地层及海平面变化研究”等共四项基金的资助,本书的出版获得中国科学院科学出

版基金的资助。整个研究过程是在以上各项基金的支持、检查、督促下完成的。谨藉此致以深切谢意。

在研究过程中，杨遵仪、杨式溥、范嘉松、金玉珩、陈源仁、戎嘉余等教授和研究员曾提供宝贵的意见和热情的支持。贵州省地质矿产局董渭平、甘修明，四川省地质矿产局杨恒书等高级工程师在野外工作中给予多方配合和支持。刘金华高级工程师对出版提供许多帮助。中国地质大学张咏梅和肖诗宇清绘全部图件，中国地质大学出版社照排室和中国地质大学矿产系照排室打印了全部稿件。对此我们均致以热忱的谢意。

目 录

前言	殷鸿福 (ix)
第一章 总论	殷鸿福 (1)
第一节 生态地层学的简史、现状和任务	(1)
一、生态地层学的含义和研究简史	(1)
二、生态地层学的现状	(2)
三、生态地层学的任务与作用	(3)
第二节 生态地层学的分类系统	(5)
一、生态 (及古生态) 单位	(5)
二、生态地理单位	(7)
三、生态地层单位	(8)
第三节 海洋化石群落的环境分析	(10)
一、影响海洋群落分布的环境因素	(10)
二、生境型	(12)
三、各类海洋生境型的生物概貌	(19)
第四节 数学方法在生态地层学中的应用	(25)
一、群落结构的特征数据	(25)
二、所确立群落真实性的数学检验	(27)
三、群落间关系、群落与环境关系的数学检验	(29)
第五节 生态地层学研究方法及综合地层学方向	(30)
一、生态地层研究的设计与野外工作	(30)
二、生态地层剖面与生态地层柱状图	(31)
三、生态地层对比	(33)
四、生态地层学用于盆地分析	(34)
五、综合地层学方向	(36)
第二章 晚二叠世—中三叠世群落生态	(38)
第一节 扬子区晚二叠世—中三叠世的分类群落	(38)
一、放射虫	殷鸿福 熊鑫琪 (38)
二、有孔虫	童金南 (39)
三、海绵	林启祥 (41)
四、腕足类	徐桂荣 (42)
五、双壳类	殷鸿福 (44)
六、头足类	杨逢清 吴顺宝 (46)
七、牙形石	丁梅华 张克信 陈斌 (53)
八、藻类	林启祥 殷鸿福 (56)

九、其它深水生物·····	赵江天 杨铁汾 殷鸿福	(58)
十、遗迹化石·····	杨逢清	(59)
第二节 几个问题的讨论·····	殷鸿福	(62)
一、关于大隆相·····		(62)
二、关于 <i>Posidonia</i> , <i>Daonella</i> 和 <i>Claraia</i> 的生境型·····		(69)
第三节 扬子区晚二叠世—中三叠世的生境型·····		(76)
第三章 扬子区晚二叠世—中三叠世生态地层学 ·····		(78)
第一节 概述·····	丁梅华	(78)
第二节 下扬子区晚二叠世—早三叠世生态地层·····		(80)
一、下扬子区晚二叠世长兴期生态地层·····	张克信	(80)
二、下扬子区早三叠世生态地层·····	韦阿娟 丁梅华	(96)
第三节 中扬子区晚二叠世—早三叠世生态地层·····		(117)
一、鄂东南晚二叠世生态地层·····	张克信 吴顺宝 陈斌	(117)
二、鄂东南早三叠世生态地层·····	丁梅华 朱利东	(129)
第四节 上扬子区晚二叠世—中三叠世生态地层·····		(142)
一、鄂西晚二叠世长兴期生态地层·····	吴顺宝 张秀梅	(142)
二、川南—黔中晚二叠世生态地层·····	王治平	(150)
三、黔西南晚二叠世长兴期生态地层·····	林明月 林启祥 殷鸿福	(163)
四、黔中—黔南中三叠世生态地层·····	童金南 殷鸿福	(182)
第五节 秦岭三叠纪生态地层·····	赖旭龙	(215)
一、秦岭早、中三叠世生态地层·····		(216)
二、西秦岭三叠纪生态地层对比及古地理概貌·····		(240)
第四章 扬子区晚二叠世—中三叠世层序地层学及海平面变化 ·····		(249)
第一节 扬子各分区晚二叠世—早三叠世层序地层学·····		(249)
一、概述·····	殷鸿福	(249)
二、下扬子区晚二叠世层序地层·····	张克信	(251)
三、下扬子区早三叠世层序地层·····	丁梅华	(254)
四、鄂东南地区晚二叠世层序地层·····	张克信 吴顺宝	(257)
五、鄂东南地区早三叠世层序地层·····	丁梅华 朱利东	(260)
六、黔西南晚二叠世层序地层·····	殷鸿福	(263)
第二节 扬子区晚二叠世至中三叠世海平面变化·····	殷鸿福	(265)
一、龙潭期海平面变化·····		(265)
二、长兴期海平面变化·····		(267)
三、早三叠世海平面变化·····		(270)
四、中三叠世海平面变化·····		(275)
五、扬子全区东吴—早印支阶段海平面变化曲线的编制·····		(275)
六、扬子区海平面变化曲线及其与全球曲线的比较·····		(281)
第五章 扬子地台晚二叠世至中三叠世的板块活动与构造运动 ·····		(284)
第一节 扬子地台二叠、三叠纪的古地磁·····	殷鸿福	(284)

第二节 扬子地台二叠纪放射虫硅质岩	杨逢清 (289)
一、二叠纪放射虫硅质岩分布特点	(289)
二、二叠纪放射虫硅质岩特征	(289)
三、二叠纪放射虫硅质岩形成的构造环境	(291)
第三节 扬子地台二叠纪的生物礁	杨逢清 (292)
一、二叠纪生物礁基本特征	(292)
二、二叠纪生物礁分布及其时迁规律	(294)
三、二叠纪生物礁分布的构造解释	(297)
第四节 扬子地台二叠纪的大羽羊齿含煤地层	王治平 (298)
一、大羽羊齿含煤地层时空分布概况	(298)
二、含煤地层时空分布与古气候、古地理、古构造的关系	(300)
第五节 扬子地台二叠、三叠纪的火山岩	黄思骥 殷鸿福 (301)
一、火山岩的时空分布概况	(301)
二、火山岩对扬子地台构造活动的反映	(302)
第六节 扬子地台三叠纪蒸发岩	殷鸿福 熊鑫琪 (306)
第七节 板块活动与构造运动——信息与推论	殷鸿福 (310)
一、构造运动	(310)
二、块板活动	(311)
参考文献	(313)
英文摘要	殷鸿福 (326)
图版及图版说明	(336)

CONTENTS

Preface	Yin Hongfu (ix)
Chapter 1 Introduction	Yin Hongfu (1)
1. 1. Brief history, status and aim of ecostratigraphy	(1)
1. 1. 1. Content and brief history of ecostratigraphy	(1)
1. 1. 2. Status of ecostratigraphy	(2)
1. 1. 3. Aim and function of ecostratigraphy	(3)
1. 2. System of ecostratigraphy	(5)
1. 2. 1. Ecological (and palaeoecological) units	(5)
1. 2. 2. Ecogeographic units	(7)
1. 2. 3. Ecostratigraphic units	(8)
1. 3. Environmental analysis of marine fossil communities	(10)
1. 3. 1. Environmental factors effecting distribution of marine communities ...	(10)
1. 3. 2. Habitat types	(12)
1. 3. 3. General patterns of organisms of various marine habitat types	(19)
1. 4. Application of mathematic methods in ecostratigraphy	(25)
1. 4. 1. Characteristic parameters in community structure	(25)
1. 4. 2. Tests of fidelity of established communities	(27)
1. 4. 3. Tests of intercommunity, community and environment relationship ...	(29)
1. 5. Methods of ecostratigraphy and approaches to integrative stratigraphy ...	(30)
1. 5. 1. General arrangement and field work of ecostratigraphy	(30)
1. 5. 2. Ecostratigraphic section and columnar section	(31)
1. 5. 3. Ecostratigraphic correlation	(33)
1. 5. 4. Application of ecostratigraphy to basin analysis	(34)
1. 5. 5. Toward integrative stratigraphy	(36)
Chapter 2 Ecology of Late Permian-Middle Triassic communities	(38)
2. 1. Late Permian-Middle Triassic taxocenes of Yangtze region	(38)
2. 1. 1. Radiolarians	Yin Hongfu and Xiong Xinqi (38)
2. 1. 2. Foraminifers	Tong Jingnan (39)
2. 1. 3. Porifers	Lin Qixiang (41)
2. 1. 4. Brachiopods	Xu Guirong (42)
2. 1. 5. Bivalves	Yin Hongfu (44)
2. 1. 6. Cephalopods	Yang Fengqing and Wu Shunbao (46)
2. 1. 7. Conodonts	Ding Meihua, Zhang Kexin and Chen Bin (53)
2. 1. 8. Algae	Lin Qixiang and Yin Hongfu (56)
2. 1. 9. Deep water fossils ...	Zhao Jiangtian, Yang Tiefeng and Yin Hongfu (58)

2. 1. 10. Trace fossils	Yang Fengqing (59)
2. 2. Problems and discussions	Yin Hongfu (62)
2. 2. 1. On the Dalong Formation	(62)
2. 2. 2. On habitat types of <i>Posidonia</i> , <i>Daonella</i> and <i>Claraia</i>	(69)
2. 3. Late Permian-Middle Triassic habitat types of Yangtze region	(76)
Chapter 3 Late Permian-Middle Triassic ecostratigraphy of Yangtze region	(78)
3. 1. Introduction	Ding Meihua (78)
3. 2. Late Permian-Middle Triassic ecostratigraphy of Lower Yangtze region ...	(80)
3. 2. 1. Late Permian Changxingian ecostratigraphy of Lower Yangtze region...	
.....	Zhang Kexin (80)
3. 2. 2. Early Triassic ecostratigraphy of Lower Yangtze region	
.....	Wei Ajuan and Ding Meihua (96)
3. 3. Late Permian-Middle Triassic ecostratigraphy of Middle Yangtze region ...	(117)
3. 3. 1. Late Permian ecostratigraphy of SE Hubei	
.....	Zhang Kexin, Wu Shunbao and Chen Bin (117)
3. 3. 2. Early Triassic ecostratigraphy of SE Hubei	
.....	Ding Meihua and Zhu Lidong (129)
3. 4. Late Permian-Middle Triassic ecostratigraphy of Upper Yangtze region.....	(142)
3. 4. 1. Late Permian Changxingian ecostratigraphy of W Hubei	
.....	Wu Shunbao and Zhang Xiumei (142)
3. 4. 2. Late Permian ecostratigraphy of S Sichuan and Central Guizhou	
.....	Wang Zhiping (150)
3. 4. 3. Late Permian Changxingian ecostratigraphy of SW Guizhou	
.....	Lin Mingyue, Lin Qixiang and Yin Hongfu (163)
3. 4. 4. Middle Triassic ecostratigraphy of Centro-South Guizhou.	
.....	Tong Jingnan and Yin Hong fu (182)
3. 5. Triassic ecostratigraphy of Qinling Mts.	Lai Xulong (215)
3. 5. 1. Early-Middle Triassic ecostratigraphy of Qinling Mts.	(216)
3. 5. 2. Triassic ecostratigraphic correlation and palaeogeographic outline	(240)
Chapter 4 Late Permian-Middle Triassic sequence stratigraphy and sea level	
changes of Yangtze region	(249)
4. 1. Late Permian-Middle Triassic sequence stratigraphy of Yangtze region.....	(249)
4. 1. 1. Introduction	Yin Hongfu (249)
4. 1. 2. Late Permian sequence stratigraphy of Lower Yangtze region	
.....	Zhang Kexin (251)
4. 1. 3. Early Triassic sequence stratigraphy of Lower Yangtze region	
.....	Ding Meihua (254)
4. 1. 4. Late Permian sequence stratigraphy of SE Hubei	
.....	Zhang Kexin and Wu Shunbao (257)

4. 1. 5. Early Triassic sequence stratigraphy of SE Hubei	Ding Meihua and Zhu Lidong(260)
4. 1. 6. Late Permian sequence stratigraphy of SW Guizhou	Yin Hongfu(263)
4. 2. Late Permian-Middle Triassic sea level changes of Yangtze region	Yin Hongfu(265)
4. 2. 1. Longtanian sea level changes	(265)
4. 2. 2. Changxingian sea level changes	(267)
4. 2. 3. Early Triassic sea level changes	(270)
4. 2. 4. Middle Triassic sea level changes	(275)
4. 2. 5. Sea level changes mapping of Yangtze region during Dongwuan-Indo sinian period	(275)
4. 2. 6. Comparison of sea level change curves in Yangtze region with those of the world	(281)
Chapter 5 Late Permian-Middle Triassic tectonic settings and plate movements of Yangtze Platform	(284)
5. 1. Permian-Triassic palaeomagnetism of Yangtze Platform	Yin Hongfu(284)
5. 2. Permian radiolarian-bearing siliceous rocks of Yangtze Platform	Yang Fengqing(289)
5. 2. 1. Distribution of Permian radiolarian-bearing siliceous rocks	(289)
5. 2. 2. Characteristics of Permian radiolarian-bearing siliceous rocks	(289)
5. 2. 3. Tectonic settings of the formation of Permian radiolarian-bearing siliceous rocks	(291)
5. 3. Permian organic reefs of Yangtze Platform	Yang Fengqing(292)
5. 3. 1. Characteristics of Permian organic reefs	(292)
5. 3. 2. Distribution and temporal migration of Permian organic reefs	(294)
5. 3. 3. Structural interpretation of the distribution of Permian organic reefs...	(297)
5. 4. Permian <i>Gigantopteris</i> coal measures of Yangtze Platform	Wang Zhiping(298)
5. 4. 1. Temporal and spatial distributins of <i>Gigantopteris</i> coal measures	(298)
5. 4. 2. Relationship between temporal and spatial distributions of coal measures and palaeoclimate, palaeogeography and palaeotectonics	(300)
5. 5. Permian-Triassic volcanism of Yangtze Platform	Wang Siji and Yin Hongfu(301)
5. 5. 1. Temporal and spatial distributions of volcanic rocks	(301)
5. 5. 2. Implication of volcanism to tectonic movements of Yangtze Platform...	(302)
5. 6. Triassic evaporites of Yangtze Platform	Yin Hongfu and Xiong Xinqi(306)
5. 7. Tectonic settings and plate movements—informations and deductions.....	Yin Hongfu(310)

5. 7. 1. Tectonic settings	(310)
5. 7. 2. Plate movements	(311)
Dongwuan-Indosinian(Late Permian-Middle Triassic) ecostratigraphy of Yangtze region and its margins(Summary,in English)	Yin Hongfu(313)
References	(326)
Plates and explanation of plates	(336)

第一章 总 论

第一节 生态地层学的简史、现状和任务

一、生态地层学的含义和研究简史

生态地层学(ecostratigraphy)是地层学的一个分支,它以群落分析为基础,研究地层中化石群落的时空分布及演替规律,用以划分对比地层和恢复古环境,为盆地分析、沉积演化和矿产预测服务。

生态地层学这一术语最早为 Schindewolf (1950) 所提出。其含义是根据化石生物群的生态环境来研究地层。但当时他并未给以定义,也未指出可以用群落来划分对比地层,因而也未意识到它是地层学的一个新分支。

Hedberg (1957, 1958) 首先将生态地层学列为地层学的一个分支,将它与年代地层学(chronostratigraphy)并列,归入地层学中以分析、推论为主的一类,即以岩石地层学、生物地层学等所提供的客观地层特征为基础,加以解释,并着重环境分析的地层分支学科。但由于还缺乏具体的研究成果,在他主编的国际地层指南中并未把生态地层学作为地层学的一种正式分类加以探讨和推广。

50年代后期至70年代初可称生态地层学的起步阶段。一方面是古生态学的研究进展,使群落古生态研究迅速发展起来,代表性的成果有德国西部北海潮坪的海洋群落古生态研究(Schaefer, 1962),英、美学者对古群落分析方法及地史各时期群落演化的研究(Imbrix and Newell, 1964; Ager, 1963; Bretsky, 1969a, b; Valentine, 1973; Anderson, 1974; McKerrow, 1978),瑞典学者对群落分析的定量统计和计算机模拟(Reyment, 1971),前苏联科学院西伯利亚分院连续出版的《地质时期生物与环境》(Бетехтина и Журавлева, 1973, 1974)等。另一方面石油及其它能源工业发展的需要以及海洋调查、海洋地质研究的大规模开展,推动了微体古生物学与沉积学相结合,研究者应用群落古生态与环境相结合的方法划分对比地层,集体出版了一系列有关有孔虫、介形虫及其它微体古生物的群落及生态地层学论著。在这一时期, Ziegler (1965) 的成果具有开创性意义,他研究英国威尔士-英格兰边界志留纪以腕足类为主的海洋底栖生物,识别出五个早志留世晚期受水深控制的浅海相群落,它们与海岸线相平行,呈条带状由近岸到远岸依次分布。这些群落后来被 Boucot (1975, 1981) 加以总结,成为代表不同浅海环境的底栖组合(benthic assemblage, 简称 BA),并推广到其它时代和地区,成为古群落分析的一项主要方法。

1974年,国际地质对比规划委员会批准了一个为期十年的生态地层学研究重点项目,其名为“以 Wenlock(中志留世)至 Gedinian(早泥盆世)作为尝试性的层序,在生态系统一级进行生物年代的对比”,主持人是著名古生物学家 A. J. Boucot。这标志着生态地层学

正式成为地层学的一个分支学科。由70年代至今,生态地层学在理论和实践两方面都有了长足的发展,可称其为开创阶段。

在理论方面, Martinsson(1973, 1976, 1978, 1979)多次论述了生态地层学的概念, 强调把化石生态系统以地质年代的格架排列起来, 并在与地质年代资料对比时加以标绘, 用于盆地分析。Boucot 在一系列论著(1978, 1981, 1982, 1983)中相继提出底栖组合(BA)、群落集(community group)、生态演化单元(ecologic evolutionary unit)等概念, 为古群落进化及生态地层结构的研究提供了框架。Waterhouse(1976), Krassilov(1974, 1978), Hoffman(1980, 1981)等亦对生态地层学的一些概念和理论问题进行了有益的讨论。Dodd 和 Stanton(1981)则系统总结了古生态学的概念和应用。

在实践方面, 以欧美奥陶纪至泥盆纪海相无脊椎动物群落及生态地层研究最为活跃, 如 Cocks(1967, 1971), Cocks 和 Rickards(1969), Ziegler, Cocks 和 Bambach(1968), Boucot(1970, 1975, 1978), Anderson(1974), Hurst(1975); Lawson(1975), Watkins 和 Boucot(1975), Feldmar(1980)。亦有其它时代及生物类群研究的(如 Kauffman and Sohl, 1974; Retallack, 1978)。其中 Cisne 和 Rabe(1978)及 Rabe 和 Cisne(1980)首先提出用群落对比(coenocorrelation)或梯度分析(gradient analyses)方法对比地层, 后来发展为综合生态地层学方法(synthetic ecostratigraphy, Cisne *et al.*, 1984), 其主旨是利用群落变化梯度反映环境变迁(特别是海水深浅)梯度, 然后利用后者(如海水进退规律)划分对比地层, 这为生态地层学提供了非常有用的方法, 其原则为本书所遵循。

我国学者对生态地层学研究始于80年代初。杨遵仪、徐桂荣^①和杨式溥^②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。金玉珏、张宁(1983)首次公开评述了生态地层学的原理和方法。戎嘉余等(1981, 1984; 戎嘉余1986)在研究西南地区奥陶、志留纪腕足动物的基础上, 将古群落研究与沉积特征的识别和环境的推测相结合, 研究晚奥陶世及早志留世海平面升降及环境变迁。金玉珏、方润森(1985)对华南梁山期腕足动物进行了群落研究。陈源仁(1984, 1985, 1986, 1987, 1988)进行了大量生态地层学介绍和研究, 首次编写了《生态地层学原理》(1992), 对其基本概念方法进行了介绍; 并对四川龙门山区泥盆纪腕足动物等进行了古群落划分和演替的研究。张仁杰(1988)对广西早、中泥盆世双壳类进行了群落生态与沉积环境的研究。我们从1987年开始对扬子准地台各边缘的二叠-三叠系进行生态地层研究, 并已取得一批初步的成果(林明月、殷鸿福, 1991; 丁梅华、韦阿娟, 1991; 赖旭龙等, 1992)。总之, 我国生态地层学研究还处在起步阶段, 理论和实践均少, 用于盆地分析更少, 与国际水平尚有相当的差距。

二、生态地层学的现状

综观40年的生态地层学发展简史, 可以说它已经越过了萌芽和起步阶段, 但还未成为成熟的学科, 目前仍处于草创阶段。它已经积累了一批基础资料(主要是群落分析方面的), 有一定的理论基础(古群落的识别、建立及演化分布的研究, 生态地层学理论和方法

① 杨遵仪、徐桂荣编, 1981, 生物地层学讲义, 武汉地质学院北京研究生部。

② 杨式溥编著, 1983, 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。

方面的研讨), 从而已形成一门地层学的分支学科。它目前急需在三方面形成体系。

(1) 生态地层的分类系统 Waterhouse(1976), Boucot(1975, 1978, 1981, 1982, 1983)及 Kauffman(1976)等虽已经提出了一些建议, 但都有各自的不足且未获得公认, 对这些建议的评述见本章第二节(分类系统)。

(2) 以群落反映环境的理论和方法 目前, 根据群落推论环境, 还处在经验的和定性的阶段。需要大量引入现代生态与环境关系的资料作将今论古的对比, 并对古生态及古环境的对应关系进行系统研究, 使之上升到理论的和半定量一定量的阶段。

(3) 生态地层划分、对比以及配合其它学科重塑盆地演化的途径和方法 迄今运用较成功的是利用生态地层成果再造海平面升降旋回的群落对比方法(Cisne *et al.*, 1984)。在群落梯度—环境梯度—盆地分析这一途径中还应有许多方法有待开发。

实现上述目标的办法是通过大量生态地层学实践, 反复总结, 使之经历时间的检验而趋于成熟。大量实践必须服务于盆地分析、矿产预测等实际课题, 通过为生产服务而形成学科是生态地层学发展的必由之路, 也是我们撰写本书的出发点和目的。

三、生态地层学的任务与作用

1. 生态地层学在地层划分对比中的作用

生态地层学的任务是提高地层划分和对比的精度, 恢复古环境和进行盆地分析。地层划分和对比传统地是生物地层学的任务, 但地质工作发展到今天, 已出现了许多生物地层学难以解决的问题。例如: 从浅水台地到深海盆地, 特别是占海洋沉积物总量70%以上的大陆边缘地区, 不同沉积相含有不同的化石组合。生物地层学主要依靠属种的标准性和生物组合的分带性及可对比性来划分对比地层, 遇到这种化石可对比性不明显的异相地层就不易发挥作用。而生态地层的研究则能解决问题, 例如黔中、黔南的中三叠世沉积区, 从北往南分为碳酸盐台地、边缘岩隆及斜坡、陆源碎屑盆地三个沉积相区, 各含不同的化石组合, 虽经多年工作各自建立了地层系统, 但尚难以进行直接而精确的地层对比。通过生态地层并综合其它方法, 现在可以划分对比到六个阶段(见本书第三章第四节之四)。西秦岭大陆边缘的早、中三叠世从台地到斜坡各相区, 通过生态地层工作可以划分对比到十一个阶段(见本书第三章第五节), 明显提高了对比精度。

又如, 在已有一定生物地层工作基础的地区, 尽管地层及年代格架已经建立, 但其精确性仍达不到现代地质工作所要求的精度。例如, 根据菊石、有孔虫和牙形石生物地层研究, 黔西南的长兴阶目前一般仅可分到上、下两个亚阶, 平均时限为1.25Ma左右, 对于恢复该期海水进退规程及盆地演化仍嫌不足。但利用生态地层学对比, 则可划分对比到七个阶段, 平均时限0.4Ma弱(林明月、殷鸿福, 1991)。

再如, 生物地层学主要从生物的时代标准性着手划分对比地层, 遇到不标准的组合, 如遗迹化石、藻类等, 即使鉴定了一串名单, 对地层划分与对比仍不得要领。生态地层学对化石既考虑时代意义, 也考虑环境意义, 当标准性这个对比手段不能发挥作用时, 可以换一个手段, 通过环境梯度分析来达到对比的目的。第三章的大部分同一盆地的剖面都

在不同程度上根据环境同步变化(如海平面升降的近等时性)的原则进行了地层对比。

2. 生态地层学在盆地分析中的作用

盆地分析传统地是沉积学的任务,也是地震地层学、层序地层学和成因地层学用武之地。但是这些学科也有不足之处。例如,现象的多解性或解释不确定性,一些沉积构造,如波痕,可以在各种陆相河湖和浅海环境中出现,甚至在等深流中亦有存在。一些沉积相如斜坡重力流沉积相,可以在从台地边缘、礁缘到大陆斜坡各种斜坡环境中存在。一些岩石类型如大套的泥岩和碳酸盐岩,可以在从浅水到深海各种陆缘碎屑环境中形成。虽然可以通过细致的观察和综合分析对其环境给以解释,但有时仍免不了多解性或不确定性,均盖因无机界对环境反映较不敏感。与之相反,有机界对环境的反映则敏感和确定得多。我们如能找到其中的生物并能对之进行生态分析,就可以将貌似一统或混沌的沉积分解为具有明确环境含义的各部分,例如甘肃宕昌中三叠统 Anisian 阶300m厚的一大套灰岩,经过生态分析,便分解为包含一系列群落(亚群落)、由局限台地逐步发展到开阔台地生物滩的四个阶段(本书第三章第五节,图3-80、图3-82)。

又如,上述各学科各有其缺乏用武手段的‘盲区’。沉积学依靠沉积物质和沉积结构、构造进行研究,遇到沉积物质单调,沉积结构、构造单调的情况就有困难。例如风暴浪基面以下的沉积,其结构、构造比较单调,大套的单纯的普通页岩或泥晶灰岩,无论成因分析、层序分析或粒度分析都较难得出结果。层序地层学和成因地层学依靠层序和成因进行研究。层序通常首先在陆地边缘地区辨认出来,再向盆地中追踪,所以,它们在陆相和陆源碎屑盆地研究中效果最佳,如遇到层序不明显或成因标志缺少的地层就比较困难。这些学科的困难,就是为什么当前对浅水沉积研究深入,而对深海、半深海沉积以及一些单一岩性沉积研究较薄弱的原因。而且,这一类沉积及地层所占比例很大。与之相对照,上述困难之点,却不一定是古生物的盲区,有时沉积很单调,生物却可能丰富而多样(如某些页岩),许多生物门类的丰度虽在浅海区最高,但其分异度(多样性)却往往在外陆架及斜坡半深海区达于极盛,有些生物并可栖息至深海。例如甘肃合作下三叠统山岭组为一套非常单调的板岩,便是由于超微化石、遗迹化石及双壳类化石的发现,得以将其划分为从深海盆地到下部斜坡的三个阶段(第三章第五节)。因此,生态地层学方法可与沉积学、地层学方法相辅相成,成为盆地分析中的重要手段。

生态地层学及生物地层学在盆地分析中还有一个重要作用,就是它可以向盆地演化提供独一无二的时间格架。

3. 生态地层学与群落分析的关系

生态地层学的基础是化石群落分析。但群落分析的内容并不都是生态地层学所需要或可能获得的。我们当前对化石群落分析,着重于那些为生态地层学所应用,并可能得到的内容,包括群落的空间(特别是深度)和时间分布,群落演替、取代和进化,物种分异度,丰度及其随环境的梯度变化,埋藏条件,个体古生态分析等。除此之外,有一些内容在现代群落分析中很重要,但在古群落中难于分析,或者其结果对于环境解释无直接联系,例如群落营养结构及群落动态——生产力、能量循环、效率、存活曲线等。这些将不作为当前的研究对象,但不排除今后加以开发利用,为生态地层学服务的可能性。