

应用化石群落生态学研究分析 黄石地区栖霞组沉积环境

颜佳新 赵锡文 杜远生

(中国地质大学 武汉)

[内容提要] 湖北省黄石地区栖霞组出露良好,化石丰富,是化石古生态分析的理想地区。通过化石统计、化石形态功能分析、埋藏学分析和围岩沉积学研究,本区栖霞组中共识别出五个化石群落(从下往上):①*Crurithyris-Orthotetina* (CO)群落;②*Schuchertella-Sponge* (SS)群落;③*Hayasakaia* (H)群落;④*Sponge* (S)群落和⑤*Tyloplecta-Paracaninia* (TP)群落。化石群落及岩相特点在纵向上和横向上的一致变化,表明本区栖霞组形成于一南高北低的缓坡沉积环境,整个栖霞组为一大的海侵序列构成,各种化石群落和岩相的发展演化均是在这一缓坡沉积背景下形成的。

关键词: 栖霞组 群落古生态 缓坡沉积环境

群落古生态学主要研究:(1)化石群落的组成和结构、构造,如查明群落的组成、优势度、分异度和属种分布密度等;(2)群落中各组分的埋藏特点和形态功能分析;(3)群落的时空分布及演化。最终从古生态角度恢复化石所生活的沉积环境,特别是沉积环境的水深、底质、水动力条件、沉积速率、水体混浊度、水体含氧量和盐度特征等^[1-6]。华南二叠纪栖霞期构造稳定、地层岩相厚度变化小、岩性单调、沉积构造也较单一,但生物化石丰富,因此生态分析成为其环境分析的重要方法。黄石地区位于华南板块北缘,上扬子区与下扬子区的过渡地带,了解该区沉积环境演化历史具重要理论意义。但以往该区的岩相工作均较为粗略^[7,8]。本文根据作者自1986年以来在该区详细的古生态研究成果,从化石群落古生态角度分析该区的沉积环境时空分布及演化。

1 群落古生态特征

1.1 单门类古生物化石生态分析

生物的生存离不开环境,环境通过物理的、化学的和生物的因素作用于生物。寻找化石与环境要素之间的内在联系是古生态分析的主要内容。化石生态分析与现生生物生态分析

①本文1995年10月5日收稿。

②王云海、万家康,1980,鄂东南地区早二叠世麻土坡煤系沉积特征及控煤因素,内部资料。

③宜昌地质矿产研究所,1981,鄂湘地区下二叠统梁山组含煤性特征的研究,内部资料。

不同,它是包涵时间在内的动态分析。从动态角度看,并非所有作用于生物的各因素都等价,首先,特定背景中的环境变化往往只引起少数因素的明显变化;其次,虽然控制某生物属种分布的因素很多,但关键的可能仅仅只有几个。当这少数几个因素降至2—3个时,生态就成为决定性的因素(Leibig's Law)。因此在化石生态分析中,建立所有化石属种(及特征)与所有环境因素的静态关系固然重要,但更有意义的是识别出那些随环境变化发生明显改变而与可能危及生物生态的核心因素,找到它们与化石特征的动态关系。

本区栖霞期沉积环境各因素综合分析表明,其核心因素为水动力条件。在栖霞期缓坡沉积背景下,水动力条件实际上是水深的反映,它们的变化导致环境中一系列其它因素的变化,如基底、水体盐度和水体含氧量的变化。生态对各因素的响应表现出较好的一致性(表1)。与前人对华南二叠纪化石及化石组合生态分析基本一致^[9-14]。

表1 黄石地区栖霞组中化石特征与环境因素的关系

Table 1 Relationship of fossil occurrence and environmental factors in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

	钙藻	有孔虫		䇃		腕足	群体四射珊瑚	遗迹化石	海绵	环境因素			
		壳形与外壁	壳层结构	壳形	内部结构					核心	相关因素		
特征	藻叶片圆柱状,分枝少	壳表光滑房室单列	玻纤结构	粗纺纤维形	简单	1. 肉茎大,三角孔开,较线长 2. 壳双凸,厚重	外形:半球形,透视镜形	生物扰动或垂直面潜穴	个体小,中央腔狭窄,体壁厚	水动力中等	水深浅	基底砂质	含氧量高 盐度有波动
代表	<i>Gymnocodium</i>	<i>Nodosaria</i>	<i>Padangia Nodosaria</i>	<i>Misellina</i>	<i>Misellina</i>	1. <i>Crurithyris</i> 2. <i>Orthotrichia</i>	<i>Wentzellophyllum</i>						
特征	藻叶片分节,分枝多	壳饰加固壳体,壳壁加厚,房室多列	多层结构隐粒结构	长纺纤维形或透视镜形	复杂	1. 个体小 2. 壳体扁平壳薄	外形:半球形、扇形或朵状	平行层面潜穴	个体大,中央腔大,体壁薄				
代表	<i>Permocalculus</i>	<i>Tetrataxis</i>	<i>Cribrogerina Globivalvulina</i>	<i>Nankinella</i>	<i>Parafusulina</i>	1. <i>Stenosisma</i> 2. <i>Tylopecta</i>	<i>Polythecalis Hayasakaia</i>	<i>Zoophycus</i>		弱	较深	泥质	稳定正常

1.2 埋藏学分析

化石埋藏学研究生物死后至形成化石的整个过程,主要研究化石的形成,其主要影响因素有环境水动力状况(化石的磨蚀和搬运)、沉积速率(埋藏)和成岩作用(石化、溶解)。前两者对环境分析最为重要。很显然其核心因素仍为沉积环境水动力状况。从埋藏学角度,本区栖霞组化石群对水动力状况的反映可以从如下两方面体现:(1)化石(生物颗粒体)自身的完整程度(表2);(2)化石群相对于原生活状态及相互位置的改变量(表3)。

本区栖霞组生物化石大多保存较完整,反映中等一弱搅动水动力条件,主要属原位生活化石群和原地化石群。

1.3 群落古生态分析

本区化石群落古生态工作采用大化石与微体化石结合的方法,在野外露头面上进行大化石统计,每个样方(1m²)由25个小样方(0.04m²)构成,配合详细的古生态观察描述和采样鉴定,共统计30多平方米。微体化石主要依据薄片镜下鉴定统计,共鉴定统计200余片。

表 2 黄石栖霞组中生物颗粒体完整程度与水动力条件的关系

Table 2 Relationship of bioclastic completeness and hydrodynamic conditions
in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

水动力 条件	平 静	弱搅动	中等搅动	强搅动	高 能
保存 特点	完整,如腕足、瓣鳃 类两壳仍铰合	I级枝解 具复合节、片类的 化石其节、片互 分离,如腕足、双壳 两瓣分开保存,海 百合茎断开	I级枝解 钙化弱、枝蔓细弱 流体阻力大的类型 折断,如部分藻、苔 藓虫	II级枝解 硬体显微组结构 强度弱者断裂,如 粒状、柱状结构的 软体类壳往往先于 具平行片状结构的 腕足壳断裂	IV级枝解 破碎、磨蚀,成为生 物碎屑颗粒和灰泥

表 3 黄石地区栖霞组化石群埋藏类型与水动力条件关系

Table 3 Relationship of fossil taphonomic types and hydrodynamic conditions
in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

水动力 条件	平 静	弱搅动	中等搅动	强 搅 动		
化石 特点	保留原生活状 态,如直立的海 绵	保留在原生境 内,但并非原生 活状态,随机无 定向分布,如萼 部朝下珊瑚	保留在原生境 内,部分化石有 被动定向排列	部分化石被带 出生境,化石可 有定向排列	大多留在原分 境内,有外来生 子加入,化石可 有定向排列	全部被带出生 境,化石有分 选、定向和磨损
化石群	原 位 生活群	原 地			混 合 化石群	异 地 化石群
		生活群	改造群	残留群		

综合考虑化石保存特点、沉积构造及地层序列和空间分布等特点,共建立五个与环境密切相关的化石群落,按地层顺序,从下到上为:

1. 3. 1 *Crurithyris-Orthotetina* (CO)群落

本群落以腕足、腹足类为主。腕足动物主要丰富度为 1.2,总的相对丰富度 0.4850,个体数几乎占整个群落 1/2(相对于大化石而言),主要为 *Crurithyris*, *Orthotetina*, 且它们主要分布于该群落(表 4)。

海绵动物化石在本群落中居第 3 位,特别在底部较丰富,与其它群落中海绵相比,个体一般小(直径 1cm 左右),中央空腔小,体壁厚。藻类化石属种较单调,主要为 *Gymnocodium*, *Permocalculus* 及 *Pseudovermiporella*, 但数量极为丰富,平均约占岩石体积的 25.8%。它们为广适性藻类,形态上以分枝少的圆柱状为主。有孔虫以单层玻纤结构壳为主(78.3%),如 *Padangia*, *Geinitzina* 和 *Nodosaria*, 表面较光滑,壳饰少。筳化石在下部极为发育,主要为粗纺锤形的 *Misillina*。内栖生物主要形成生物扰动,使得部分岩石均一化。

化石埋藏学特点表明,有些生物颗粒体,如介壳,有弱定向,完整程度属 I 级枝解,因此反映中等水动力条件。群落产出围岩为生屑泥粒岩、生屑粒泥岩,含少量漂浮砾,部分生物就固着在这些漂浮砾之上,因此群落基底属软质砂基底。总体来看,本群落的属种丰富度、分异度、均一度均较低,根据群落组分、结构及生态分析,结合围岩特点,本群落生活水深应属底栖组合带 2(BA-2,即潮间带)^[1,5,6]。

1. 3. 2 *Schuchertella-Sponge* (SS)群落

本群落中海绵化石丰富,主要为 *Peronidella*, 其次为腕足、腹足类化石。腕足化石中以

表 4 黄石地区栖霞组化石群落数据表

Table 4 Data on fossil communities in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

	化石类别及化石属	CO 群落	SS 群落	H 群落	S 群落	TP 群落
大 化 石	腕足	0.4850	0.2960	0.04000	0.2408	0.1932
	腹足	0.3314	0.2370	0.0744	0.1350	0.1098
	双壳	0.0052	0.0198			
	群体四射珊瑚	0.0007	0.0098	0.1168	0.0256	0.0280
	单体四射珊瑚	0	0.0346	0.0644	0.0262	0.2270
	横板珊瑚	0.0154		0.1432	0.0168	0.0313
	海绵	0.1540	0.4050	0.1746	0.5448	0.3307
	苔藓虫		0.0075	0.0272	0.0144	0.0813
腕 足	<i>Crurithyris</i>	0.3750	0.1714			
	<i>Orthotetina</i>	0.2890				0.0417
	<i>Schuchertella</i>	0.1797	0.4000			0.1250
	<i>Orthotichia</i>	0.1016	0.2000	0.2857		
	<i>Tylopecta</i>	0.0156	0.0571	0.2143		0.333
	<i>Spirigerella</i>	0.0234		0.0714		0.125
	<i>Linoproductus</i>	0.0156				0.0417
	<i>Chonetes</i>		0.1714			
	<i>Stenosisma</i>			0.1429		0.1667
	<i>Athyris</i>			0.2143		
	<i>Plicatifera</i>			0.0714		
	<i>Paraplicatifera</i>					0.083
	<i>Plicochonetes</i>					0.083
非 瓣 有 孔 虫	<i>Padangia</i>	0.4913	0.2308	0.1630	0.0833	0.0610
	<i>Nodosaria</i>	0.1148	0.1731	0.1522		0.1463
	<i>Geinitzina</i>	0.1311	0.1154	0.0761		0.0123
	<i>Glomospira</i>	0.1803	0.1731	0.2609	0.3611	0.1585
	<i>Multidiscus</i>	0.0328	0.0192	0.0326		
	<i>Eolasiodiscus</i>	0.0492		0.0652		0.0122
	<i>Pachyphloia</i>		0.0385			
	<i>Globivalvulina</i>		0.1923	0.1087	0.0566	0.2317
	<i>Ammodiscus</i>		0.0577	0.0435	0.0566	0.0122
	<i>Cribrogenerina</i>			0.0109	0.1667	0.1951
	<i>Tetrataxis</i>			0.0217	0.2222	0.0122
	<i>Palaeotextularia</i>			0.0435		0.0732
	<i>Xingshandiscus</i>			0.0109		
	<i>Neodiscus</i>			0.0109		
	<i>Ammobaculites</i>				0.0278	
	<i>Climacamina</i>				0.0278	
	<i>Pseudoglandulina</i>					0.0854
钙 藻	<i>Gymnocodium</i>	0.5235	0.4586	0.2412	0.1818	0.3465
	<i>Permocalculus</i>	0.3721	0.2587	0.5036	0.7664	0.4331
	<i>Eogoniolina</i>	0.0116	0.0235	0.0438		
	<i>Mizzia</i>	0.0116	0.0414	0.0292		0.0630
	<i>Pseudovermiporella</i>	0.0581	0.1411	0.0802	0.0127	0.0394
	<i>Hikorocodium</i>	0.0039		0.0073		
	<i>Tubiphytes</i>	0.0194	0.0414	0.0146	0.0127	
	<i>Ungdarella</i>		0.0235	0.0511	0.0264	0.0709
	<i>Komia</i>		0.0118	0.0219		0.0472

Schuchertella 占优势,与 CO 群落相比除出现少量新生发子外(如 *Chonetes*),总的相对丰富度发生了明显变化,如 *Schuchertella* 由第 3 位跃居腕足类中的第 1 位。藻类化石中 *Gymnocodium* 和 *Permocalcuius* 相对比例亦有所调整,新出现 *Ungdarella* 和 *Komia*,分异度明显高于 CO 群落。非瓣有孔虫中,单层玻纤结构壳比例下降,多层结构壳和隐粒结构壳比例增加(约各占 1/2)。双壳类出现营游泳生活的 *Hunanopecten*。内栖生物除造成生物扰动外,尚保留少量垂直层面潜穴和 *Zoophycus*。埋藏特点类似 CO 群落。

群落产出围岩为生物碎屑粒泥岩和生物碎屑泥粒岩。基底仍为软质砂基底。群落的分异度和均一度较 CO 群落稍高,其中有孔虫和藻类增加明显。群落生活环境可能与 CO 群落类似同属 BA-2,但其水深明显有所增加,可能属 BA-2 下部。

1.3.3 Hayasakia (H)群落

腕足动物在本群落中具较高的总的相对丰富度,但分异度和均一度也较高。*Hayasakia* 在本群落中达到繁盛程度且层位稳定。腕足动物大多肉茎发育,如 *Orthotichia*, *Athyris*, *Spirigerella* 和 *Stenosisma*。此外,个体较大,自由躺卧的 *Tyloplecta* 亦较发育。群体四射珊瑚 *Polythecalis* 多为下半上凸透镜形,而横板珊瑚 *Hayasakia* 和 *Syringopora* 为丛状或朵状,大多原位保存,但亦可见萼部朝下的保存状态。本群落中藻类化石丰度较低,一般少于生屑的 15%,个别岩石中甚至不含藻屑。其中优势的是 *Permocalculus* 分枝较多的种,与 SS 群落相比,*Ungdarella* 和 *Komia* 比例有所增加,反映沉积环境水体相对平静。有孔虫在本群落中无论是个体数量上还是种属数目上都达到繁盛程度。数量上占优势的是 *Glomospira*, *Globivalvulina*, *Padangia* 和 *Nodosaria*。壳形扁平的 *Ammodiscus*, *Multidiscus*, *Eolasiodiscus*, *Xingshangdiscus* 和 *Neodiscus* 亦占重要地位。透镜形的瓣 *Nankinella* 在本群落中丰富。*Tetrataxis* 双层壳壁和宽圆锥形壳、*Eolasiodiscus* 壳侧的纤维加厚层、*Nodosaria* 壳表的沿壳体长轴分布凸起的肋条,明显起加固壳体作用,增强其抗磨蚀性和抗静水压力能力。生物颗粒体完整程度属 I—I 级枝解,为弱搅动型保存。

群落的分异度和丰富度均较高,产出围岩为屑藻、生屑粒泥岩与具水平层理的细生屑泥粒岩石层。沉积环境为浪基面附近的开阔潮下环境。故本群落位于 BA-3 带内。

1.3.4 Sponge (S)群落

本群落以丰富的原位保存的海绵化石为特征,主要为 *Peronidella*,另外还出现少量硬海绵类的 *Tabuloxoan*,直径一般 2—4cm,中央腔大,体壁一般较薄。藻类化石和有孔虫较少(表 5)。产出围岩为含少量生屑的灰泥岩、粒泥岩。岩石中灰泥比例高,单层厚度大(可达 8m)。为一含藻、海绵的灰泥丘,形成了浪基面以下沉积环境中,故本群落属 BA-4 带内。化石生态特点表明,环境水深就属 BA-4 带的上部(即上陆棚带)。

1.3.5 Tyloplecta-Paracaninia (TP)群落

本群落以含较多单体四射珊瑚 *Paracaninia* 及较多腕足 *Tyloplecta* 为特征。此外海绵亦较发育。整体上藻类化石和有孔虫化石均较少,藻类化石以藻叶片纤细、分枝多的类型为主。有趣的是,可以见到 *Ungdarella* 缠绕于海百合茎上向上生长,这是一种平静、低能的软基底,并尽可能靠近水面以获得更多光照而采取的最佳途径。非瓣有孔虫以双层结构壳和隐粒结构壳者占优势。腕足动物以 *Tyloplecta* 占优势。很明显,这种壳薄、体腔狭窄、表面积较大的腕足类极好地适应了该软而多水的基底以及低氧、低食物供应的环境。本群落产出围岩以灰泥岩为主,少量生屑粒泥岩。围岩中生物扰动构造不发育,但 *Zoophycus* 较丰富,反映沉积

环境贫氧的特点^[15]。生物颗粒体完整程度为完整至 I 级枝解,保存状态为平静至搅动型。根据上述特点,本群落生活环境为浅海陆棚中部,属 BA-4 下部。

表 5 黄石地区栖霞组化石群落统计值比较表

Table 5 Comparison of statistical data on fossil communities in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

群 落		CO	SS	H	S	TP
统计值		Com.	Com.	Com.	Com.	Com.
丰 富 度 R	多门类	1.32	1.61	2.03	1.77	2.14
	腕足	1.24	1.13	1.50		1.81
	藻	1.85	2.29	3.06	1.67	1.97
	有孔虫	1.22	1.77	2.65	1.95	2.27
分 异 度 H	多门类	1.13	1.34	1.67	1.26	1.68
	腕足	1.49	1.46	1.67		1.86
	藻	1.07	1.48	1.47	0.72	1.36
	有孔虫	1.44	1.88	2.16	1.73	2.02
均 一 度 J	多门类	0.63	0.69	0.86	0.65	0.86
	腕足	0.77	0.91	0.93		0.90
	藻	0.51	0.71	0.67	0.45	0.76
	有孔虫	0.80	0.90	0.84	0.83	0.84
底栖组合带		BA-2	BA-2	BA-3	BA-4	BA-4

2 沉积相

通过对本区 6 条岩相剖面、近 200 件岩性切片研究,综合考虑沉积构造和化石生态特点,本区栖霞组可划分为五种沉积相(图 1)。

2.1 藻滩相(FA-1)

岩石颜色多为深灰色至黑色,层厚中至厚层状,生物扰动构造极为发育,致使均一化岩层面或风化面上出现深浅不同的斑块。但在生物扰动构造发育差的层中,可见介壳生屑成堆分布,沿层面以 0.4—0.5m 的间隔重复出现,其中生屑长 1cm 左右,主要由腕足类壳、腹足类壳、海百合茎和筴等组成。弧形弯曲片状碎屑以凹面朝上为主,它们是在中等强度底流情况下沙波迁移的结果(图 2)^[4]。藻滩相包括介壳碎屑、藻屑粒泥岩、泥粒岩微相和藻屑、介壳碎屑漂浮砾岩或砾岩微相。微相特点反映出中等能量浅水动荡环境,盐度正常至稍有变化,使得藻类和腹足类得以繁盛。发育 CO 和 SS 群落。

2.2 滩间洼地相(FA-2)

岩性由黑色薄层含碳质泥质灰岩或含少量生屑的灰泥岩组成,大化石少见,偶见筴和个体小壳薄的 *Schuchertella* 和 *Chonetes*。镜下生屑含量少于 10%,仅含少量完整的介形虫、有孔虫和腕足碎片或刺。水平层理发育。反映平静弱还原的潮下环境。

2.3 开阔潮下相(FA-3)

由藻屑粒泥岩、生屑泥粒岩和具水平层理的细生屑泥粒岩组成。燧石结核或硅质团块发育,亦发育较多的丛状或朵状横板珊瑚和少量透镜状四射珊瑚。虽大多原位保存,但有时可见透镜状四射珊瑚萼部朝下,反映出较为平静的水体但偶有较强的搅动,发育 H 群落。

2.4 灰泥丘相(FA-4)

岩性由灰色巨厚层含少量生屑的灰泥岩和藻屑粒泥岩组成,灰岩单层厚可达 8—9m,具

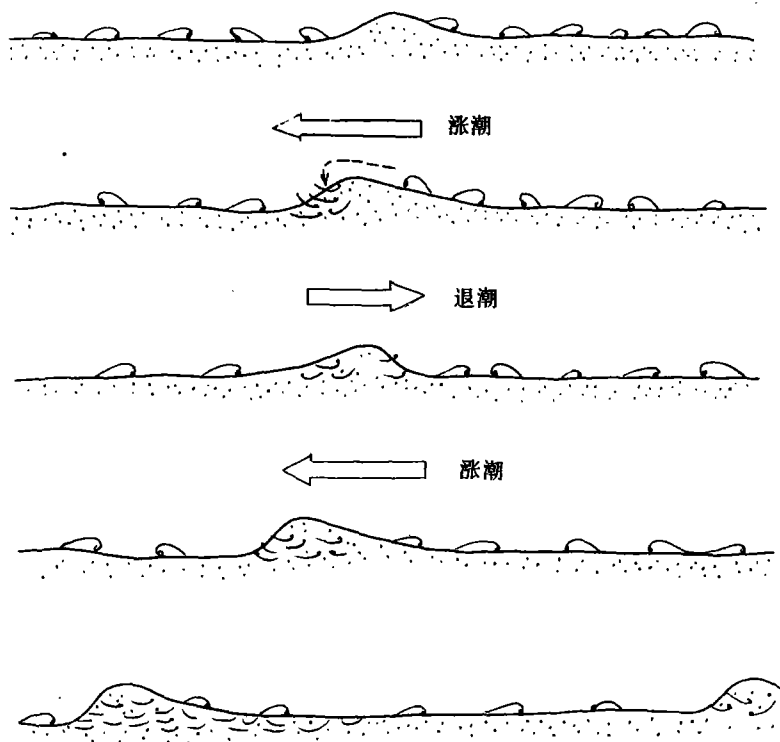


图 2 黄石地区栖霞组中生物碎屑堆的形成

Fig. 2 Production of bioclastic piles by the migration of a small sand ripple in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei

少量生物扰动,大量发育原位保存的海绵化石,尤其在本相的顶部和底部可达 20—30 个/ m^2 。由此可见海绵在灰泥丘的形成和保存中起着极其重要的作用,在地层剖面上呈宽缓丘形,往两侧厚度逐渐变薄,单层厚度减薄,层数增多。岩性渐被具水平层理的灰泥岩、粒泥岩所代替。发育 S 群落。

2.5 浅海陆棚相(FA-5)

主要由深灰色中厚层至厚层灰泥岩、粒泥岩组成,含较丰富的燧石团块及遗迹化石 *Zoophycus*。发育 TP 群落,总体上化石密度极低。

3 化石群落的横向变化、纵向演替与沉积环境

上述五个化石群落各具特色,各自组成一独立群落,群落之间的差异明显。但从下往上(即从 CO 群落至 TP 群落,图 1)群落结构的变化亦具规律性,总体来看,群落的均一度、分异度逐渐增高,反映出沉积环境水深逐渐增加,环境由动荡多变演化为平静稳定(表 5),体现了环境对生物的控制^[3,4]。当然不同门类生物的分异度变化亦有其自身因素的影响,藻类化石在 BA-2 和 BA-3 中的分异度和均一度均比较高,这与其生长对光的需求是分不开的。藻类的繁盛不仅为有孔虫、腹足类等提供生活栖息地,可能更重要的是为它们提供了食物来源,因而其分异度在这两个带的群落中繁盛(表 5)。群落的变化与上述岩相分析的结果是一致的,清楚地表明本区栖霞组是由一个大的海侵序列组成(图 3)。

化石群落的识别及其空间展布既是生态地层划分与对比,又为沉积相和沉积体系的建立奠定了基础。上述五个化石群落除S群落主要局限于大冶湖北侧外,其余四个均稳定地分布于本区。但在空间上它们随沉积环境的变化可出现轻微的结构调整,主要表现如下。

(1)在四棵煤矿剖面,CO群落底部缺乏钙泥质沉积,发育有一层厚约0.5m的笛管珊瑚生屑层,反映为清水滩相沉积环境。往东至

螺丝壳山,往南至干鱼山和太子庙,该滩相生物碎屑层消失,代之以厚约2m的黑色碳质、泥质灰岩,反映了近岸潟湖沼泽沉积环境。

(2)S群落和灰泥丘沉积相仅分布于大冶湖北侧,最为发育地段位于四棵煤矿附近,厚可达16m,长约200m;往东见于大王山、螺丝壳山,规模变小;往西至大冶杜家湾,丘厚仅6m;往南不发育。

(3)在大冶湖北侧的螺丝壳山的H群落中,*Polythcalis*总的相对丰富度为11.7%,在四棵剖面约占10%,而在南侧的大冶西畈李和阳新太子庙剖面中可大于20%。

(4)TP群落在大冶湖北侧常发育大量*Zoophycus*,而在其南侧则极少或不发育。

以上这些变化清楚地表明本区栖霞期沉积环境是一海底地貌呈北低南高、坡度很缓的缓坡沉积环境。各种沉积相化石群落的演化发展均是在这一缓坡背景下形成的。

鸣谢:珊瑚化石承蒙王治平教授鉴定,腕足化石承徐桂荣教授检查,双壳化石标本由冯庆来副教授鉴定。此外,野外工作得到王良忱、肖劲东、罗新民诸位教授指导,本校毕业生余忠珍、沈文龙曾参加野外工作,谨致衷心感谢。

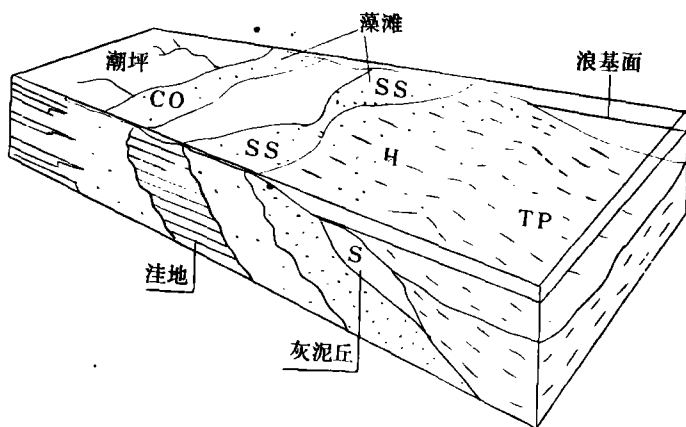


图3 黄石地区栖霞期化石群落分布与沉积环境模式图
Fig. 3 Model showing the distribution of fossil communities and depositional environments during the Qixian stage

参 考 文 献

- 1 Boucot, A. J. Evolution and extinction rate control. Amsterdam, Elsevier, 1975, 427p.
- 2 Boucot, A. J. Principles of benthic marine palaeoecology. New York, Academic Press, 1981, 463p.
- 3 Scott, R. W. and West, R. R. Structure and classification of palaeocommunities. Dowden, Hutchinson and Ross Inc., 1976, 291p.
- 4 Tevesz, M. J. S. and McCall P. L. Biotic interactions in recent and fossil benthic communities. Topics in Geology, 1983, 13: 796
- 5 陈源仁. 生态地层学和群落古生态. 成都地质学院学报, 1984, (4): 37—50 页
- 6 戎嘉余. 生态地层学基础——群落生态的研究. 中国古生物学会第十三届、十四届学术年会论文选篇. 合肥: 安徽科技

出版社,1986,1—21 页

- 7 冯增昭等. 中下扬子地区二叠纪岩相古地理. 北京:地质出版社,1991,45—48 页和 139—146 页
- 8 王立亭等. 中国南方二叠纪岩相古地理与成矿作用. 北京:地质出版社,1993,147 页
- 9 傅瑜. 应用有孔虫及藻类分布特征探讨四川盆地二叠纪阳新世沉积条件. 中国微体古生物学会第一次学术年会论文选集. 北京:科学出版社,1979,19—25 页
- 10 王立亭等. 试论筴的古生态与古环境的关系——以贵州早二叠世栖霞晚期为例. 贵州区域地质,1981,第 1 期,16—26 页
- 11 黎泉水、袁恒煊. 江西萍乐拗陷早二叠世的藻类组合及其环境意义. 地层学杂志,1983,7(4): 280—284 页
- 12 郑洪. 试用综合方法分析湖北省大峡口栖霞阶小有孔虫古生态. 微体古生物学报,1986,3(2): 133—147 页
- 13 李兴奎. 有孔虫及其共生生物组合与碳酸盐微相探讨. 沉积学报,1988,6(3): 96—102 页
- 14 沙庆安等. 黔桂地区二叠系综合研究——兼论含油气性. 北京:科学出版社,1990,36—61 页
- 15 杨式溥. *Zoophycus* 在中国的发现及其环境意义. 石油与天然气地质,1984,5(3): 228—235 页

QIXIAN SEDIMENTARY ENVIRONMENTS IN HUANGSHI, SOUTHEASTERN HUBEI BASED ON FOSSIL COMMUNITY RECONSTRUCTION

Yan Jiixin Zhao Xiwen Du Yuansheng
China University of Geosciences, Wuhan

ABSTRACT

Five fossil communities have been recognized in the Qixia Formation, Huangshi, Hubei based on componental functional morphologic analysis and taphonomic analysis. In ascending order they are: 1) *Crurityris-Orthotetina* (CO) Community; 2) *Schuchertella*-Sponge (SS) Community; 3) *Hayasakaia* (H) Community; 4) Sponge (S) Community, and 5) *Tyloplecta-Paracania* (TP) Community. They belong to Boucot's Benthic Assemblages 2, 3 and 4 respectively. The lateral variations in these communities indicate that the formation was accumulated on a carbonate ramp gently dipping northwards on which the Qixian transgressive successions were developed.

Key words: Qixia Formation, fossil community, carbonate ramp