

弗拉斯晚期桂林组上段旋回性和双孔层孔虫堆积的关系

沈健伟

(中国科学院南京地质古生物研究所)

提要 桂林地区泥盆纪弗拉斯晚期的沉积物以含有大量细枝状的双孔层孔虫为特征,并表现出明显的旋回性。本文研究认为,双孔层孔虫最适宜在潮下带弱动荡环境中生长。完全闭塞、滞静的泻湖不利于双孔层孔虫的生长,只能是其堆积的场所。

关键词 双孔层孔虫 旋回性 桂林组上段 弗拉斯晚期 桂林

作者简介 沈健伟 男 32岁 博士研究生 区域古地理与地层古生物学

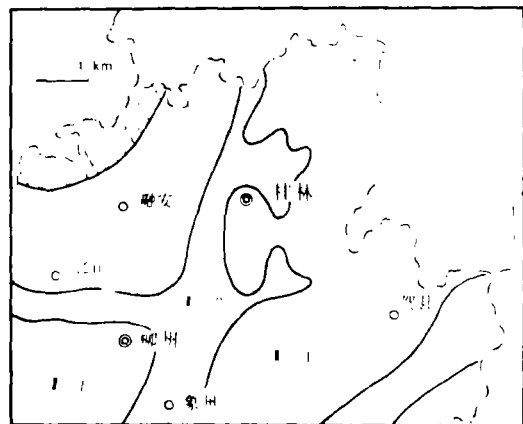


图1 桂林泥盆纪晚期古地理示意图
Fig.1 Showing the Late Devonian lithological facies and palaeogeography of Northeast Guangxi.

I—局限半局限台地
II—台地边缘斜坡或台沟

一般认为双孔层孔虫 (*Amphipora* sp. *Paramphipora* sp.) 是一种封闭环境中的生物,最常出现在礁后较封闭的泻湖和半泻湖环境,而其它类型的层孔虫可以在不同的环境中出现。James (1979) 和其他研究者已证实均匀成层和横向上保持稳定的台地碳酸盐沉积物往往形成向上变浅序列,这就给我们一个启示:用旋回序列来研究层孔虫生长和堆积的环境。

桂林附近晚泥盆世弗拉斯期桂林组上段沉积旋回性明显,沉积物均匀成层且横向上保持稳定,双孔层孔虫呈细枝状杂乱堆积形成双孔层孔虫灰岩,球状、半球状和不规则状生长的层孔虫分别出现在旋回的不同微相中。工作中,我们选择了桂林西南约 1.5km 一砖瓦厂附近桂林组上段的一个露头进行研究。

1 区域背景和地层

桂林地区晚泥盆世弗拉斯期是一个较为宽阔的碳酸盐台地(图1)。向台沟延伸的台地

边缘发育了生物礁、腕足介屑滩、核形石滩和鲕粒滩等浅障壁,对台地内海水的循环起到了一定的限制作用。弗拉斯期台地内的沉积物主要是深灰至灰黑色中层状粒屑泥晶灰岩,枝状层孔虫灰岩夹少量层纹状灰岩。生物组合以枝状层孔虫为主,伴有球状、半球状和不规则状层孔虫;单体四射珊瑚、腕足类、腹足类、头足类也局部富集。

桂林地区晚泥盆世地层的划分如图2所示。研究区地层中产:*Amphipora sp.* (*Paramphipora sp.*), *Tenticospirifer sp.*, 与其相当的地层中产:*Ozarkodina poster* (广西区调队, 1989) 和 *Icriodus alternatus alternatus*, *I.a.helmsi* (季强, 1989), 说明其为一套弗拉斯晚期地层。

表1 桂林地区晚泥盆世地层划分

Table 1 Stratigraphic division of Late Devonian in Guilin.

		局限半局限台地		台地边缘	台地斜坡或台向	
泥盆世	上统	法门期	柳头村组		融县组	五指山组
			东村组			
	弗拉斯期	桂林组	上段		榴江组	
			下段			
中统	吉维特期	唐家湾组				

2 沉积旋回特征

微相分析表明桂林组上段层孔虫灰岩都呈旋回沉积形式,一般常出现五种不同的微相,其中三种主要的微相如图2,图版I.1。旋回沉积厚度一般1.3—2.2m,可识别出9个小旋回。通过马尔柯夫过程可计算出各微相之间的转移概率,微相关系图(图3)是旋回的一般变化形式,它可以确定出区域上或局部的旋回变化。组成各旋回的基本微相分述如下:

2.1 腹足类粒泥岩微相

出现在旋回的最底部,一般0.25—0.70m厚。是一种深灰色泥晶灰岩,双孔层孔虫局部夹在岩石中含泥质物多的地方,腹足类化石含量丰富,保存良好,顺岩层中某一层排列(图版I.2)螺壳没有被磨蚀、破碎的现象。岩石中含许多介形虫碎片,胶结物为填隙的泥晶和细生物屑。岩石显层纹。

2.2 枝状夹球状层孔虫灰岩微相

岩石中含大量枝状双孔层孔虫(图版I.3)。颗粒以双孔层孔虫断枝为主,胶结物是泥晶方解石和泥质物。断枝一般长1.2—1.6cm,平行层面堆积,枝的外壁一般未经破蚀或磨蚀程度不厉害。它们有时均匀地分散在沉积物中,有时沿着泥质物多的地方成条带富集。球状和不规则状生长的层孔虫往往出现在枝状层孔虫稀少处,其经常包裹枝状层孔虫和珊瑚化石(图版I.8)。在这种微相中,腕足类、头足类和小型塔螺化石较多,而较大的旋转壳型腹足类不见。

2.3 枝状层孔虫灰岩微相

该微相沉积物以枝状的双孔层孔虫碎屑为主, 填隙物为泥晶方解石和细生物屑, 球状和不规则状生长的层孔虫缺乏。枝状层孔虫在岩石中密集分布且较均匀 (图版 I,4)。相对来说, 这种微相中的层孔虫枝比较粗, 有些直径达 0.8cm。

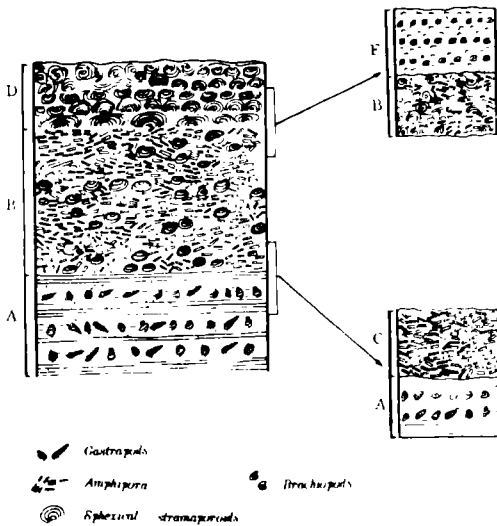


图2 组成旋回的各微相之间的关系图
Fig.2 Generalized shallowing upward cycle within the Amphipora-dominant unit.

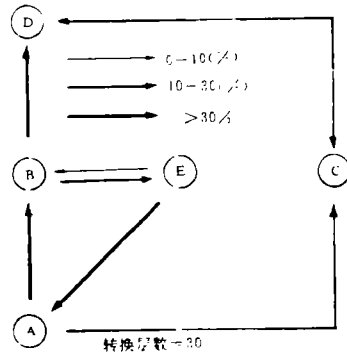


图3 向上变浅的层孔虫旋回的相关系图
Fig.3 Facies relationship diagrams for the shallowing upward stromatoporoid cycle.

- A.层纹状富含腹足类灰岩 B.枝状 (Amphipora) 夹球状层孔虫灰岩 C.枝状 (Amphipora) 层孔虫灰岩
- D.球状、半球状和不规则状层孔虫灰岩
- E.富含腕足类的生物屑灰岩

2.4 球状、半球状和不规则状层孔虫灰岩微相

该微相中球状、半球状或不规则状生长的层孔虫构成岩石的主要部分 (图版 5), 枝状层孔虫比较少。岩层厚度一般不超过 50cm, 常出现在旋回的上部。球状层孔虫直径一般 4—6cm。骨骼颗粒包括层孔虫碎屑和藻屑及腹足类和介形虫壳, 泥晶物质和细生物屑在基质中常见。

2.5 腕足类灰岩微相

以含丰富的腕足类化石为特征, 出现在旋回的顶部, 是一种深灰色中层状生物屑灰岩 (图版 I,6)。除完整个体外, 腕足生物的壳也是岩石中的重要成份, 背、腹壳往往分散保存, 但形态都完整, 它们一般以铰合面平行层面排列, 取最稳定的位能。腕足壳的表面磨蚀不厉害, 表明没有经过长距离的搬运。岩石中有时保存有潮坪环境的脉状层理和透镜状层理 (图版 I,7)。

3 旋回中生物群的古生态和双孔层孔虫埋藏群

3.1 生物群的古生态

桂林组上段沉积物中含大量枝状双孔层孔虫和球状、半球状、不规则状层孔虫以及腹足类、腕足类、头足类、珊瑚、双壳类。双孔层孔虫作为环境中的主要居住者主宰着小生境的结构变化,腕足动物,腹足动物则以双孔层孔虫的兴衰为依托栖居在其周围。每一旋回中主要的生物组合是:

(1) 腹足类生物组合 以旋转型壳为主,体螺环的表面积大,壳肩和棱部很发育,属一类在泥质底质上底栖的生物,以食泥质为主。该组合中生物种类单调,分异度低,厚实的壳以及极为发育的壳饰均表明它们是依附底质的,代表了一种海水养份很少,水流不畅,生境条件恶劣的泻湖环境,只能适合一些忍受性很强的生物生存。除腹足类外,有少量枝状层孔虫。

(2) 双孔层孔虫、腹足类和腕足类组合 由于环境的局限条件改变,水流比先前畅通,双孔层孔虫生物取代了特殊环境中的旋转壳式腹足类,同时腕足类也大量繁盛,腹足类以小型的塔式壳类型为主。层孔虫是一类食悬浮物质的生物,其赖以生存的底质是软的,硬底和滞静的环境不利于扰动起底质给双孔层孔虫提供养料,最适宜的条件是水流微有波动,气候温暖、氧气充足。塔形腹足类从其形态功能分析显然不适宜底栖爬行,推测它们多半是用足依附在双孔层孔虫的枝上。组合中的腕足生物的共同特点是腹喙发育并向背部强烈弯曲,基面发育且三角孔洞开,显然是生活在软底质上的生物,为防止身体陷入软泥中而呈上述形态特点。短粗状的头足类可能为底栖爬行为主的半游泳生物。

(3) 球状、半球状和不规则状层孔虫组合 当环境的水动力条件变强,沉积速率较大,水体变浑的条件下,枝状双孔层孔虫被球状、半球状和不规则状生长的层孔虫所取代。枝状双孔层孔虫由于骨骼多孔,骨质疏松而抗不住风浪,它们在安静环境中呈丛状,风浪大时就呈断枝状分布。球状层孔虫形成于淤泥质物多,较动荡的环境;半球状是水动力增强适应抗风浪的一种形态;不规则状生长的层孔虫是在动荡环境中,水体中泥质物含量的多少变化所致,泥质物多时能抑制层孔虫的生长。在这种环境中,枝状层孔虫 *Amphipora* sp. 被屏弃,腕足类、腹足类也相应被淘汰。

从上面旋回中生物组合的变化可以看出纵向上的生态替演(图4),反映出从水流不畅,生物组合单调的泻湖环境到水流较为畅通,略为动荡,生物门类较丰富的潮下环境,再到水能变化,底质不稳,水体浑浊的潮间带环境,总的反映出一个向上变浅的序列。

3.2 双孔层孔虫 (*Amphipora* sp.) 埋藏群

双孔层孔虫在每一个旋回中,从礁后泻湖到潮下带环境含量是由少变多,到潮间带环境量又骤然减少,这反映出最适宜它们生活的地方是潮坪环境的潮下带直到靠近礁后(礁后)的泻湖。弗拉斯晚期桂林碳酸盐台地的中部为水体较浅的潮坪环境,然后经礁后(或滩后)泻湖过渡到台缘障壁环境。通常,枝状的双孔层孔虫被认为最常出现在礁后较为封闭的泻湖环境中。但根据对桂林地区双孔层孔虫灰岩的野外观察和旋回相的分析以及从制约枝状层孔虫 *Amphipora* sp. 的生态因素考虑,完全闭塞的泻湖和潮间带较为动荡的高能环境都不适宜它们的生长。最佳环境是潮下带至多到半泻湖环境,这里水流微有波动,可卷起底质为双孔层孔虫提供悬浮物质,同时水体温暖、氧气充足、清洁,也是腕足类、腹足类、头足类等底

栖生物生活的良好场所。

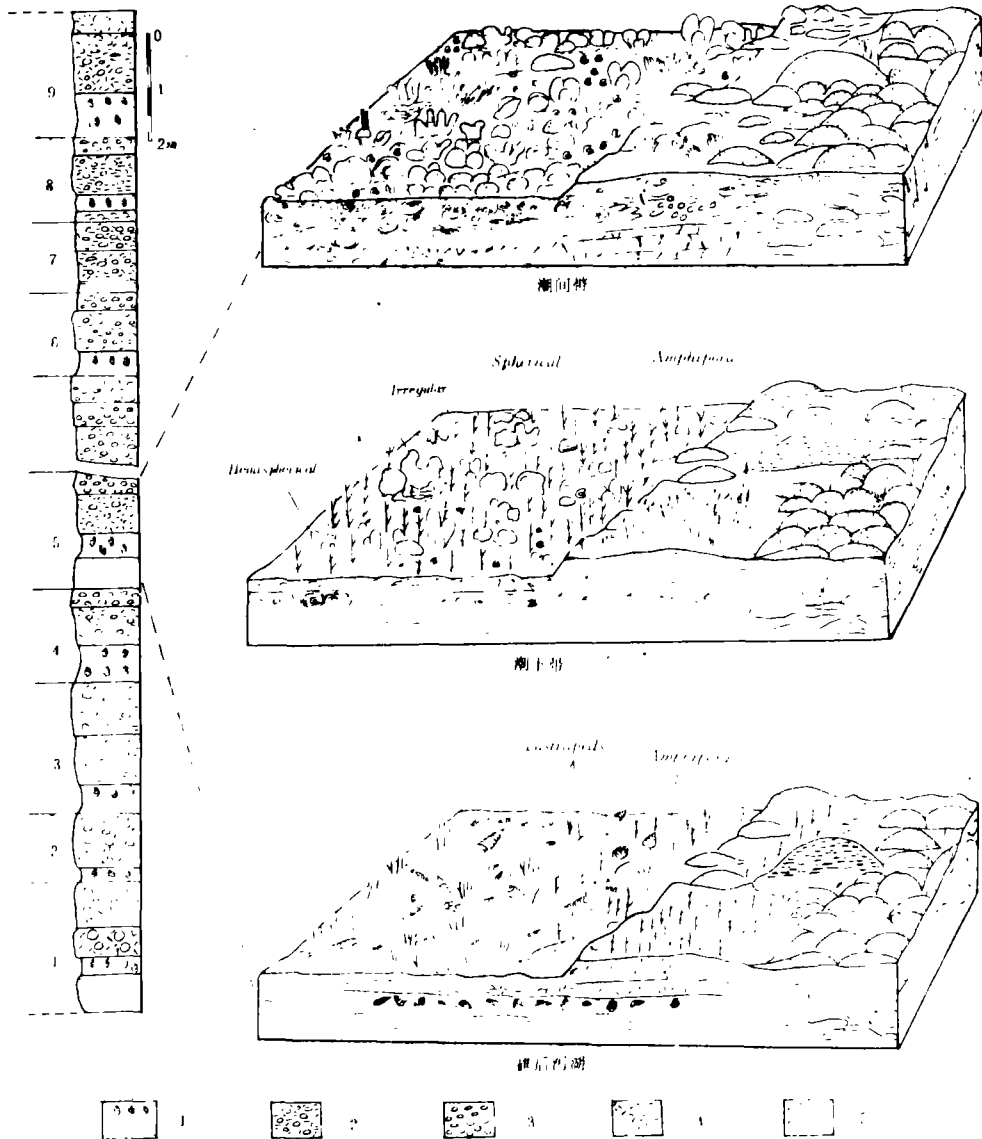


图 4 桂林组上段古生态、岩性演化图

Fig.4 The evolution diagram of lithology and ecology in the upper member (this paper) of Guilin Formation.

- 1.层纹状腹足类粒泥岩 2.枝状夹球状层孔虫泥粒岩 3.球状半球状不规则状层孔虫泥粒岩
- 4.双孔层孔虫泥粒岩 5.腕足类泥粒岩

双孔层孔虫一般呈指状生长，每一个指粗3—5cm，它们的骨骼脆弱，经不起强风浪的破坏，所以在礁区格架中找不到双孔层孔虫。当风浪来的时候，潮下带或半泻湖环境的双孔

层孔虫断枝被水流带到向海的礁后泻湖, 由于其本身孔隙发育, 比重较轻, 在短暂的搬运过程中, 它不是沿海底滚动搬运, 而可能是半悬浮在水中。在向台地边缘方向的运动进行中, 至风平浪静的泻湖环境, 它们的枝状颗粒很快克服托举力而沉积下来。因此, 泻湖环境也能保存枝体完好的双孔层孔虫, 但在岩石中枝状颗粒所占的比重不如潮坪环境, 而且往往其它底栖生物不繁盛。

桂林地区泥盆纪弗拉斯晚期礁石相双孔层孔虫具有下列特点:

(1) 岩石中双孔层孔虫呈细枝状并具有完整的体壁。枝体长一般 3—5mm, 有时可达 8mm。有时可见保存完好的指状分叉枝体。枝体密集堆积, 彼此接触, 呈面条状。泥晶物质胶结。

(2) 共生的腕足生物化石个体完好, 没有被搬运破碎的现象, 特别是化石表面纹饰保存极好, 放射纹均栩栩如生。

(3) 腹足动物化石个体完整, 壳壁、体螺环均完整无缺, 其上的纹饰也清晰可见。头足类化石一般顺层平躺, 个体完好。

(4) 双壳类保存方式多为两壳紧密的, 而不是分开保存的, 大都以较合面平行层面。双壳类两瓣壳以韧带相连, 韧带死后会很快烂掉, 上述保存方式说明它们死后基本没有经过搬运而很快被埋藏。

(5) 腕足类和腹足类化石大都大小悬殊, 从幼年期到成年期的化石混杂在一起。

上述这些均表明桂林西南砖瓦厂附近桂林组一段的双孔层孔虫堆积属原地理藏群, 其中的化石都具有原地的特征, 没有异地来的生物。因此, 风暴的作用不是主要的。最可能的是受全球弗拉斯—法门事件的影响, 而表现出的一种生物绝灭现象。双孔层孔虫是群落中生物量塔的基部, 它们的消亡必然伴随着腕足类、腹足类和头足类生物的群体死亡, 它们作为殉葬者和双孔层孔虫一起被埋藏下来。

结 语

1. 桂林西南桂林组一段双孔层孔虫灰岩沉积悬回性明显, 根据悬回中双孔层孔虫富集的部位, 认为其最适宜在潮下带弱动荡环境中生长, 完全闭塞、滞静的泻湖不利于双孔层孔虫生长, 只能作为堆积场所。

2. 在反映向上变浅的旋回序列中, 生物以单调的腹足类, 演替到以双孔层孔虫为主的多门类, 再到动荡环境中的较少生物门类表明, 双孔层孔虫有时和浅海开放环境中的头足类、珊瑚、腕足类和腹足类生活在一起。

3. 在组成旋回的五种微相中, 双孔层孔虫泥粒岩构成旋回的主体, 下部的粒泥岩和上部的球状层孔虫灰岩中双孔层孔虫量都较低, 构成正态分布, 且量的变化是逐渐的, 这就表明双孔层孔虫的分布可以从潮下带向上、下延伸。

4. 以双孔层孔虫为主的生物群落中的化石均显示出原地埋藏的特点。从横向上比较, 研究点双孔层孔虫的厚度及堆积密度也比其它点更显示出原地特点。

5. 研究点基本可识别出九个小旋回, 每个旋回都显示出向上变浅特点。而从整个剖面来看, 往上也是越来越浅, 如上部代表潮坪环境的脉状和透镜状层理显示出比下部变浅的变化。

收稿日期: 1991年3月18日

参 考 文 献

- (1) 杨敬之, 董得源, 1979, 广西中部东部泥盆纪层孔虫, 中国古生物志, 总号第157册, 新乙种第14号, p74-80.
- (2) 董得源, 1986, 古代层孔虫的生态特征, 地层学杂志, 10卷2期, 127-134页.
- (3) 柳淮之, 1963, 桂林附近 *Amphipora* sp. 及其生态, 古生物学报, 第11卷, 第1期, 142-145页.
- (4) Kobluk D. R. 1978. Reef Stromatoporoid Morphologies as Dynamic Populations: Application of Field Data to a Model and the Reconstruction of an Upper Uevonian Reef. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v.26, No.2, p 215-236.
- (5) Rupp J.F. 1973. Carbonate cycles. Pillara Formation (Devonian), Canning Basin, Western Australia. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, V.21, No.1, p.38-51

Relationships Between Cyclicity and *Amphipora* Accumulation in the Late Frasnian Limestone near Guilin

Shen Jianwei

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

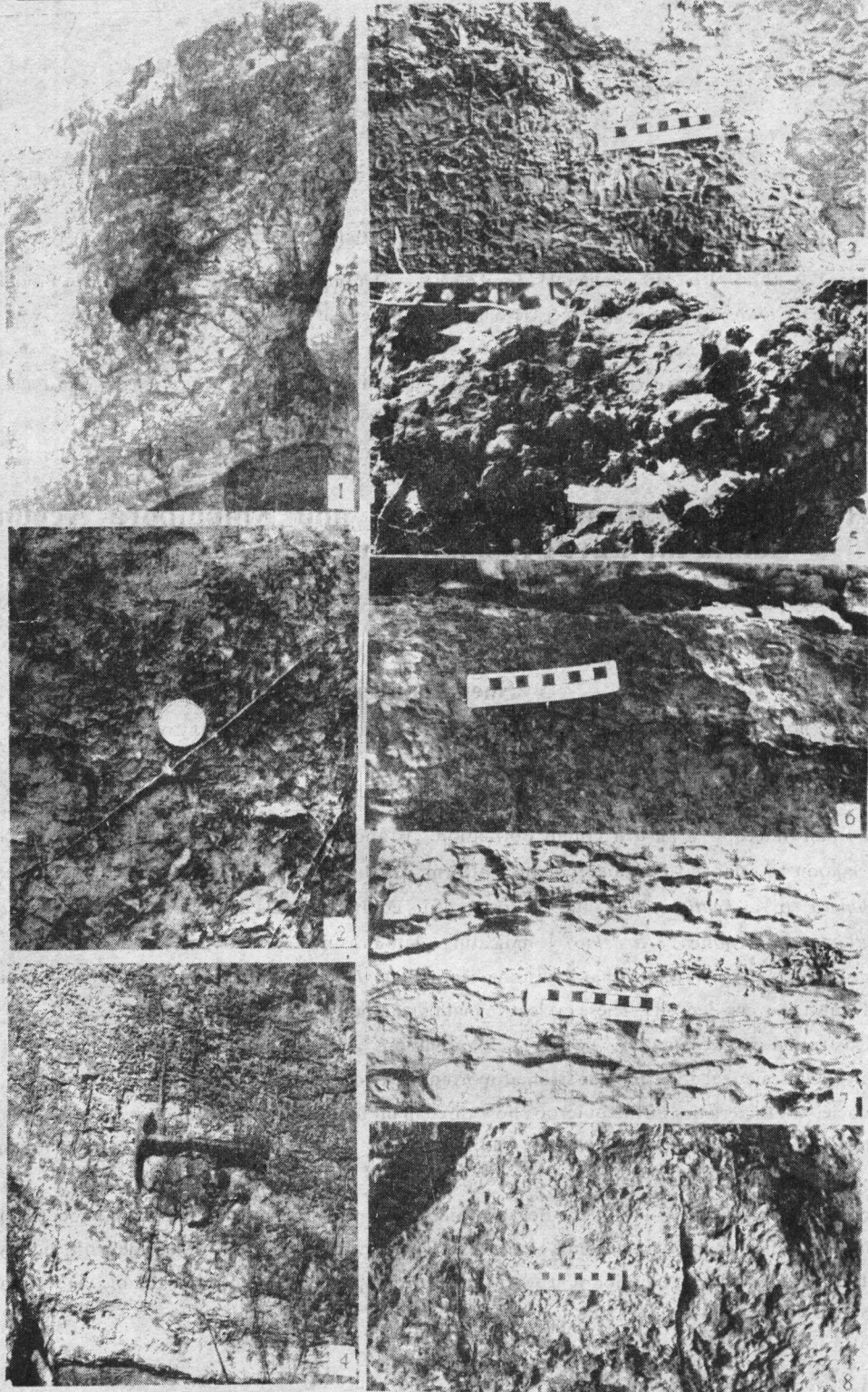
The small outcrop, a part of Guilin Formation, is about 30m thick and represents a deposits from subtidal lagoon to tidal flat in the carbonate platform. Its fossils are characterized by *Amphipora* sp. (or *Paramphipora* sp.), *Tenticospirifer* and the fossils of its equivalent beds are marked by *Ozarkodina poster*, *Ierious alternatus alternatus*, *I. a. helmsi*, indicating a late Frasnian age.

Microfacies analysis revealed that limestone bearing *Amphipora* sp. in the upper member of Guilin Formation forms the cyclic deposits. These cycles are mainly composed of three microfacies:

1. Gastropod wackestone 2. Twing-like *Amphipora* and spherical stromatoporoid packstone 3. Spherical, hemispherical and irregular stromatoporoid packstone.

Biofacies characteristics of the outcrop show three main fossil assemblages in each cycle: 1. Gastropod fossil assemblage 2. *Amphipora*, gastropod and brachiopod fossil assemblage 3. Spherical, hemispherical and irregular stromatoporoid assemblage.

According to the observation in the field and under the microscope, *Amphipora* taphocoenosis in the study outcrop exhibit many allochthonos characters. The conclusion is that the subtide with slightly fluctuated water is best suited for *Amphipora* growth, and the completely restricted and euxinic lagoon is not beneficial to their growth and only fit to be accumulated instead.



1. 沉积序列: 下部是腹足类泥岩, 中部是双孔层孔虫泥粒岩, 上部是球状、半球状和不规则状层孔虫灰岩。 2. 腹足类泥岩, 细小的塔型螺壳为主且很丰富, 它多出现在露头下部。 3. 枝状层孔虫泥粒岩 (常伴有球状层孔虫)。 4. 枝状层孔虫泥粒岩 (双孔层孔虫为主)。 5. 球状、半球状和不规则状生长的层孔虫。 6. 深灰色中层状生物屑灰岩, 腕足类壳为主, 且多为分开保存。 7. 代表潮坪环境的透镜状层理。 8. 被层孔虫包裹的四射珊瑚。