

湖南邵东马鞍山中泥盆统 棋梓桥组沉积相^①

刘文均

(成都地质学院沉积地质矿产研究所)

夏志芬

(湖南地质科学研究所)

一、概 述

湖南中部邵东县马鞍山中泥盆统棋梓桥组剖面,位于邵东廉桥北约 8km 的光坡乡,地质上处于猪婆大山背斜北西翼近转折端处(图 1)。

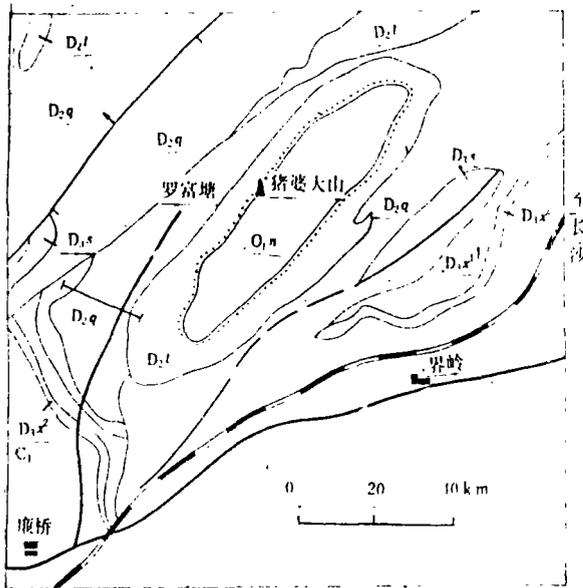


图 1 剖面位置图

Fig. 1. Location map of the section.

剖面全长约 2km,绝大部分由碳酸盐岩组成,地层近西侧,倾角中等,层序完整,构造简单,岩层裸露,沉积相标志丰富清楚,交通也较为方便,是研究碳酸盐沉积的理想剖面之一。1978 年以来,国内外许多著名地质学家、沉积学家均来此参观考察、许多地质单位、院校,也来此研究实习。1983 年后,该剖面已经湖南省政府批准列为省首批自然科学保护点。

该剖面地层划分及特征如下:

上泥盆统余田桥组(D_{3s}),深灰色生物屑微晶灰岩,主要生物化石有 *Cyrtospirifer* sp. 以及 *Sinodisphyllum* sp. 等,未见顶。

中泥盆统棋梓桥组上段(D_{2q}²):

中上部由灰、深灰色厚层含生物屑微晶灰岩,双孔层孔虫微晶灰岩,球粒微晶灰岩,纹层状灰岩、白云岩及粗粉晶—细晶白

云岩等组成韵律层,生物数量少、个体小,门类单调,蓝绿藻等较发育,常见生物有:

腕足: *Ilmenia* sp., *I. sinensis*, *Atrypa* cf. *bodini*.

① 本文是由地矿部岩相古地理工作协作组办公室组织,供典型沉积相剖面推广交流之用。

层孔虫: *Amphipora* sp. , *Paramphipora* sp. *Idiostroma* sp. , *Stromatopora* sp. *Parallelopore* sp. *Climacostroma* sp. , *Actionostroma* sp. *Ferestromatopora* sp. *Stachyodes* sp.

珊瑚: *Alaiophyllum* sp. *Thamnopora* sp.

以及腹足、有孔虫、介形虫、海绵骨针、钙球等,厚 253. 2m。

下部为浅灰色块状生物礁灰岩及白云岩化生物礁灰岩组成,无层理,生物十分丰富,造礁生物为层孔虫及床板珊瑚,附礁生物有腕足、棘皮、珊瑚、瓣鳃等,蓝绿藻也较为发育,常见种属有:

层孔虫: *Clathrocoilona* sp. , *Actinostroma* sp. , *Gerronostroma* sp. , *G. Guangxiense* , *Stachyodes* sp.

珊瑚: *Thamnopora* sp. , *Th. Pachytoichosa* , *Almolites* sp. , *Temnophyllum* , *Walther*

腕足: *Stringocephalus* sp. , *Gypidula* sp. , *Atrypa bodini*.

厚 23. 7m

中泥盆统棋梓桥组下段(D₂q¹)

上部为中薄层灰色含生物屑泥质条带灰岩及瘤状灰岩,厚 24m。

中部为厚至薄层生物屑微晶灰岩,泥质微晶灰岩及泥灰岩组成,夹 2—3 层主要由球状或丛状群体珊瑚组成的生物灰岩层,向下泥质增高,夹钙质粉砂岩夹层,厚 42. 9m。

下部为灰、深灰色中薄层含粉砂质泥岩夹泥灰岩结核或透镜体,向上钙质增高,厚 32m。

此段中广海底栖生物极其丰富,特别是中上部碳酸盐岩中,种属多,个体大,保存较完整,典型组合为 *Endophyllum-Stringocephalus*, 常见生物有:

珊瑚: *Endophyllum Xiangxiangse*. *Thamnopora* sp. , *Th. tumefacta* , *Pachyfavosites* sp. , *Th. tumefacta* , *Th. Yanetae* , *Th. raritabulata* , *Pachyfavosites* sp. , *Hexagonaria* sp. *Crassialveolitella multipora* , *Syringopora* sp. , *Temnophyllum* sp. , *Argutastraea columna* , *A. Simplex* , *Scoliopora* sp.

腕足: *Chonetes* cf. *Supregbosa* , *C. Plebeja* , *Indospirifer* cf. *Pigmaens* , *I. Changliensis* , *Stringocephalus* sp. *Elytha Subanduat* , *Athris* cf. *Subplana* , *Atrypa desquamata* , *mut. heta* . *A. dowilli* ,

瓣鳃: *Palaconeilo* sp.

苔藓虫: *fenestella* sp.

层孔虫: *Clathrocoiloma* sp. , *Stachyodes* sp.

以及腹足、棘皮、介形虫、有孔虫等。总厚 98. 9m。

中泥盆统跳马涧组(D₂t)

由灰色泥质石英粉砂岩组成,与上覆地层为整合关系、未见底。

据剖面的岩石类型、结构构造、生物组合及生态特点,分出三个明显不同的部分,即不同的沉积环境。下部以含生物屑微晶灰岩为主,中薄层条带状、透镜状层理,瘤状构造,广海底栖生物大量发育,且多保存原地生态特征,属能量较低、盐度正常的开放浅海环境。

中部以浅色块状生物礁灰岩、白云岩为主。造礁生物大量繁衍,具骨架,粉结结构,多数保留原地生态特征,顶部常有云化现象,显示了生物礁的发生和死亡。

上部以厚层生物屑-球粒微晶灰岩及白云岩为主,纹层层理发育,具韵律构造,浅水暴露标志也很明显,狭盐性底栖生物大大减少,代之以广盐性枝状层孔虫及蓝绿藻等,这些特点代表了局限的潮坪沉积环境。

概言之,整个剖面自下而上显示了由开放到局限的环境变迁(图 2),反映了中泥盆世晚期的一次海退过程。

地 层			厚 度 (m)	柱状图	岩性组合	沉积构造	生物组合	沉积环境
统	组	段						
上统	余田桥组							潮坪
中泥盆统	棋梓桥组	上段	276.8		生物屑微晶灰岩, 球粒微晶灰岩, 双孔层孔虫微晶灰岩, 纹层灰岩、白云岩、粗粉晶—细晶白云岩	水平层理、交错层理、藻纹层构造、韵律构造、垂直虫孔、乾裂、鸟眼、窗孔、示意构造等。	双孔层孔虫、介形虫、海绵、针状钙腕足、珊瑚等	潮坪(潮下一潮上)
		桥段			生物礁灰岩、白云岩	块状构造, 骨架及粘结结构	球状、半球状、块状、板状层孔虫, 群体床板珊瑚、腕足棘皮瓣鳃等	生物礁
		下段	97.9		生物屑泥质微晶灰岩、含完整生物微晶灰岩、泥灰岩、粉砂质泥岩等	水平层理条带构造, 瘤状构造, 生物扰动构造, 水平及斜交虫孔	群体珊瑚, 单体珊瑚, 腕足棘皮苔藓, 瓣鳃层孔虫等	开阔浅海
	跳马涧组				泥质粉砂岩			前滨

图2 湖南邵东马鞍山中泥盆统棋梓桥组岩相柱状图

Fig. 2. Columnar section of sedimentary facies in the Middle Devonian Qiziqiao Formation, Ma'anshan, Shaodong, Hunan.

二、沉积相分析

(一) 棋梓桥组下段: 可分为三部分

下部由灰、深灰绿色含粉砂质泥岩组成, 风化后呈黄灰色, 向上夹钙质结核或泥灰岩透镜体或薄层, 常具水平层理, 含腕足、腹足、棘皮等生物碎片, 属无障壁的滨外或陆棚沉积环境。

中部为中厚层深灰色生物屑微晶灰岩或生物屑泥质微晶灰岩与含生物泥灰岩组成间互韵律层(图 3A), 夹 2—3 层具有原地生长特征的块状或丛状群体珊瑚组成的生物层(图 4), 单层厚 0.5—0.8m, 它们多出现在泥灰岩或泥质灰岩层中, 与之共生的生物尚有腕足、苔藓、棘皮、腹足以及层孔虫等, 它们一般个体较大, 保存完整, 外壳的两瓣常未分离, 壳饰亦未被磨蚀。该层中生物扰动构造也较发育, 常见有平行或斜交层面的虫孔。

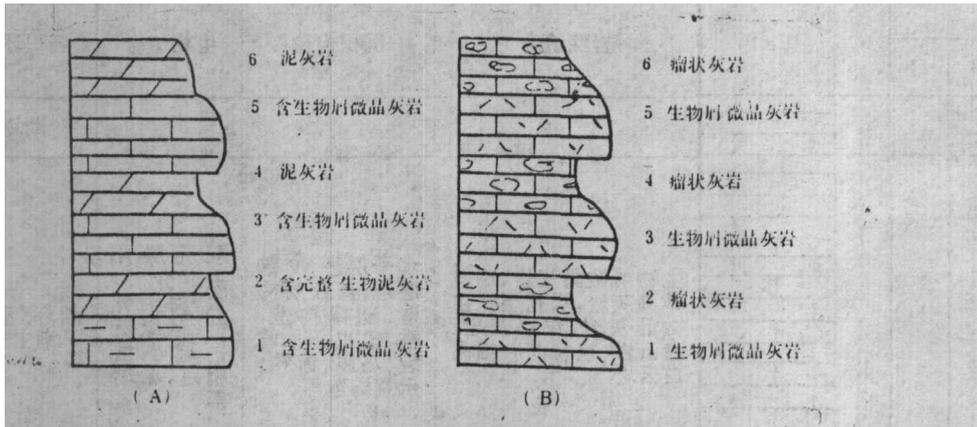


图3 棋梓桥早期浅海陆棚相中的两种韵律结构

Fig. 3. Two types of rhythmic structures in shallow-sea shelf facies during the early Qiziqiao stage.

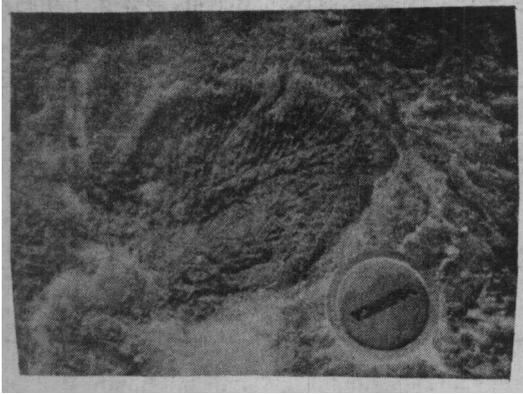


图4 块状珊瑚

Fig. 4. Massive corals.

上部由灰黑色中薄层泥质条带含生物屑微晶灰岩,中厚层生物屑微晶灰岩及瘤状泥质微晶灰岩组成,后两者在剖面上常形成间互层(图3B图5)。条带状灰岩单层厚10—15cm,层面凸凹不平,层间夹水平分布的泥质条带(3—5cm),风化后常呈棕红色,瘤状灰岩的瘤体由微晶灰岩组成,其中常包有完整的生物化石(瓣鳃、腕足、腹足),形成直径约5—8cm的不规则扁球体,顺层面参差疏密排列,其间的充填物多为含粉砂质的泥灰岩,有时可见层理结瘤体分布。

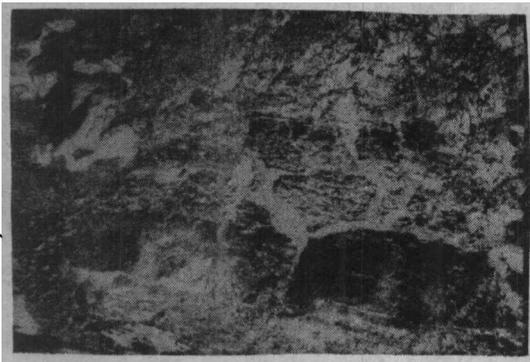


图5 厚层生物微晶灰岩
与瘤状灰岩互层

Fig. 5. The intercalations of thick-bedded biomicritic and nodular limestones.

整个棋梓桥组下段的沉积特征是：

- (1) 由下而上泥质粉砂质减少，灰质增高；
- (2) 岩石类型以暗色生物屑微晶灰岩为主，颗粒类型主要是分选差，磨圆差，种属多的生物碎屑，有时含完整生物，未见其他颗粒；
- (3) 广海底栖生物发育、种属多、个体大、纹饰完整、多保持原地生态特点；
- (4) 典型构造是泥质条带构造，瘤状构造和生物扰动构造。

这些特点表明，这个时期的沉积环境是处于低能开放的浅海环境，而且自下而上有逐渐变浅，能量逐渐增高的趋势，由于海水深度不大，盐度正常，因而各种底栖生物得以大量繁殖，并保持原地生态特征。关于瘤状灰岩的成因问题，各家多有争论，是沉积成因，抑为成岩分异作用或压实作用所造成？我们认为从其自身特点及其与泥灰岩的关系看，可能以沉积成因为主，但在成岩压实过程中，对其形态产状可能有所改变。

(二) 棋梓桥组上段底部生物礁

棋梓桥组上段底部为生物礁体组成，礁体厚 23.7—15m 左右，走向长约 200—300m，由浅灰色、灰色没有层理的块状生物礁灰岩及云化灰岩组成，外形略向上突起呈透镜状，形成明显的陡壁地貌(图 6)，造礁生物以球状、半球状、板状以及柱状层孔虫为主，其次为群体床板珊瑚(槽珊瑚)及群体板状珊瑚(通孔珊瑚)，枝状层孔虫极为少见，附礁生物有腕足、棘皮、单体珊瑚、腹足及介形类，生物含量 40—50%，最高可达 80% 左右，填隙物为生物碎屑及灰泥。



图 6 马鞍山生物礁外貌

Fig. 6. The appearance of Ma'anshan organic reefs.

礁体中一般不显层理，但由于生物礁不同发展阶段的生物组合在垂直方向上的变化，使礁体中明显的出现两个似层状的旋回层。下旋回层厚约 7.0m，上旋回厚 16.1m。每一旋回下部以通孔珊瑚较富集为特点，其数量可占生物含量的一半以上，厚度较小(0.5—1.1m)，粗枝状的通孔珊瑚，呈直立、斜立式匍匐生长，有的已折断。其他生物尚有槽珊瑚、球茎状层孔虫、板状层孔虫、腕足等，它们的体外常有蓝绿藻缠绕，造成相互粘结。但更重要的是层孔虫被覆与包裹原地或近原地的枝状群体珊瑚，使它们固结起来并形成每一礁旋回的早期发展阶段，即 N. P. 詹斯姆的拓殖阶段。

旋回的上部厚度较大，是生物礁的主体(礁核)部分，可见由大小不等的板状、球状及柱状层孔虫、球状槽珊瑚及少量通孔珊瑚、单体珊瑚及腕足等组成的骨架结构(图 7)，骨架之间除部分由蓝绿藻形成粘结结构外，更多的是层孔虫对其他生物的反复包裹生长所造成的粘结作用(图 8、9)。这些层孔虫块体，大都具有原地生长特点，且由于环境的变化而出现多种形态，如

有向上生长而后侧向生长呈板状或枝状(图 11、12),也有向

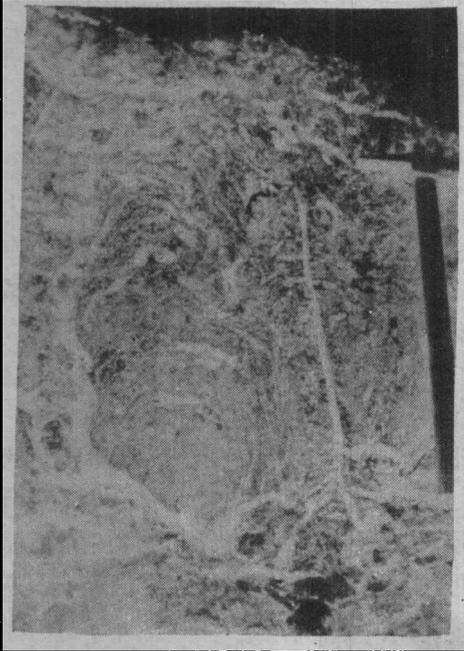


图7 生物圈中的生物骨架

图7 The framework of the organic roots.

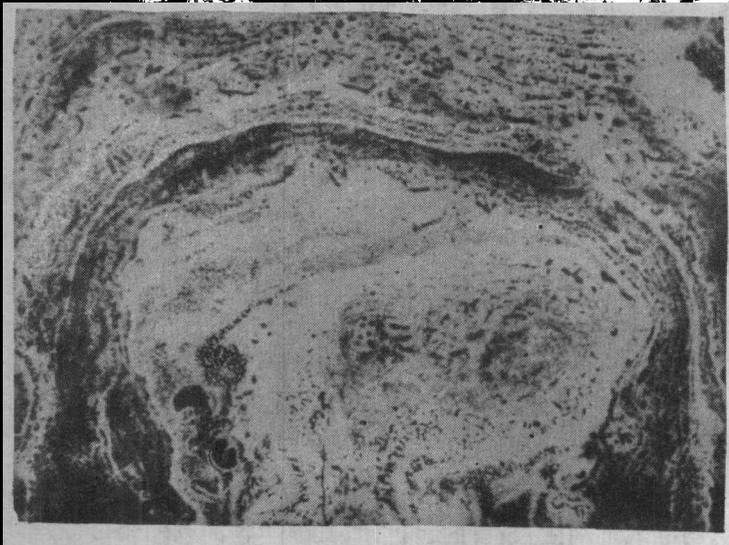


图8 植物茎的横切面与绿藻

图8 A cross-section of a stem with green algae.



图9 层孔虫与槽珊瑚反复包裹生长

Fig. 9. *Stromatopora* intergrown with *Alveolites*.



图10 向上生长的柱状层孔虫

Fig. 10. Columnar *Stromatopora* grown upwards.

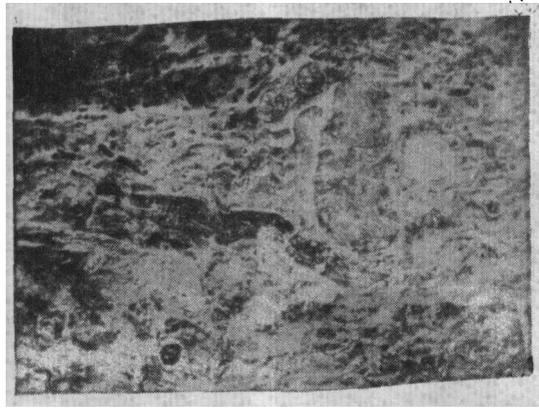


图11 先向上然后侧向生长的层孔虫

Fig. 11. *Stromatopora* grown upwards firstly and then laterally.

这个阶段亦是生物礁发育的极盛时期,相当于詹斯姆的泛殖阶段。从造礁生物的形态特征看,生物礁在其生长发育过程中,海水深度和能量状态发生过多次节奏性的微小变化。

从上旋回上部开始,出现了普遍的选择白云岩化现象,而且愈近顶部愈强烈。白云岩化一般交代灰泥填隙物部分,生物体则很少被交代,在风化面上形成凸出的外形(图14)。在礁的顶部的,通孔珊瑚又有增多的趋势,且出现一层含大量个体很大的鸮头贝层,在礁的顶部或边缘,还出现有大量破碎了层孔虫砾块。这些都表明,生物礁的发展已近晚期阶段,海水更浅,能量增加,盐度加大,最终则由于咸化和暴露,导致了生物礁的衰亡。

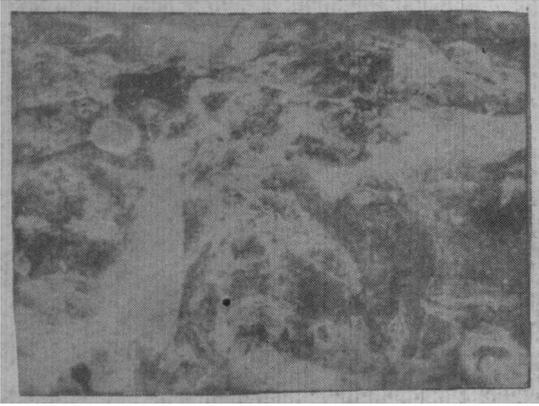


图12 多次侧向生长的柱状层孔虫
Fig. 12. Columnar *Stromatopora* grown laterally.

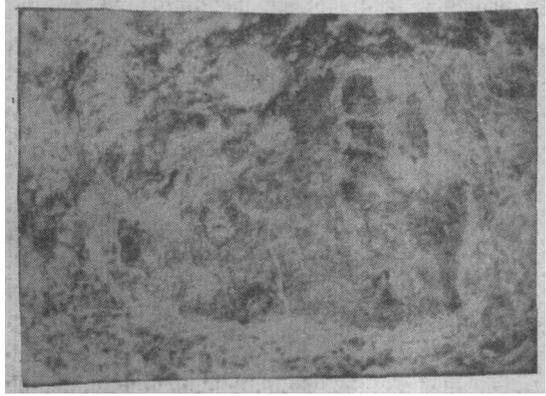


图13 向上呈枝状分叉的层孔虫
Fig. 13. Branched *Stromatopora* grown upwards.

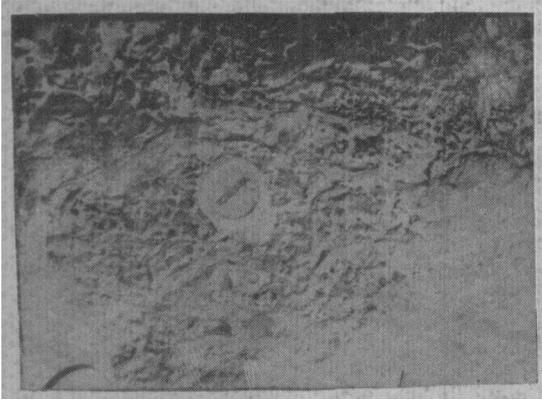


图14 生物礁上部的选择白云岩化
Fig. 14. Selective dolomitization in the upper part of the organic reefs.

纵观生物礁的全貌,有如下特点:

(1)礁的高和长之比很小,外貌上呈向上微凸起的透镜状或似层状。礁翼相不发育。

(2)造礁生物以层孔虫为主,群体珊瑚次之,填隙物以灰泥为主。生物礁发育于浅海环境,拓殖阶段以通孔珊瑚为主,泛殖阶段以层孔虫为主。

(3)礁的结构有骨架型及粘结型,层孔虫的反复包覆生长对礁的形成有重要作用。

(4)礁的晚期阶段,水体变浅咸化,造成礁顶白云岩化,最终导致礁的衰亡。

从区域上看,该类生物礁在湘中甚至湖南地区的相应层位上都有发育,因而具有层礁特点(Biostram),而且在生物组合及发育阶段上大体相似,各礁体面仅规模大小不同而已。

(三)棋梓桥组上段中上部

棋梓桥组上段中上部主要特征是白云岩增多,生物减少,纹层发育,常由几类岩组组成特有的三元韵律层(图15)。

组成A段的岩石有球状层孔虫微晶灰岩、双孔层孔虫灰岩、砂屑灰岩、微晶-亮晶球粒灰岩(图16),时有白云岩化现象。典型生物为纤枝的 *Amphipora*,以及海绵骨针、有孔虫、介形虫、

小个体光壳腕足类、单体珊瑚等。蓝绿藻的包壳现象也很普遍。双孔层孔虫灰岩含数量不等的细枝状双孔层孔虫，最多可达80%以上，它们营原地或半原地生态，呈匍匐状密集排列，有的轴管中还可看到示底构造。球状层孔虫微晶灰岩通常位于双孔层孔虫灰岩之下，所含球状层孔虫一般个体很小，直径一般在10cm以下。球粒灰岩也是很普遍的岩石类型，其中常有大量钙球分布。这些特征显示低能的半局限—局限的潮下浅水环境或泻湖环境。有时在A段中还可见到含砾屑的砂屑灰岩层，砾屑呈扁平状由微晶灰岩组成，应属潮渠中的沉积物。

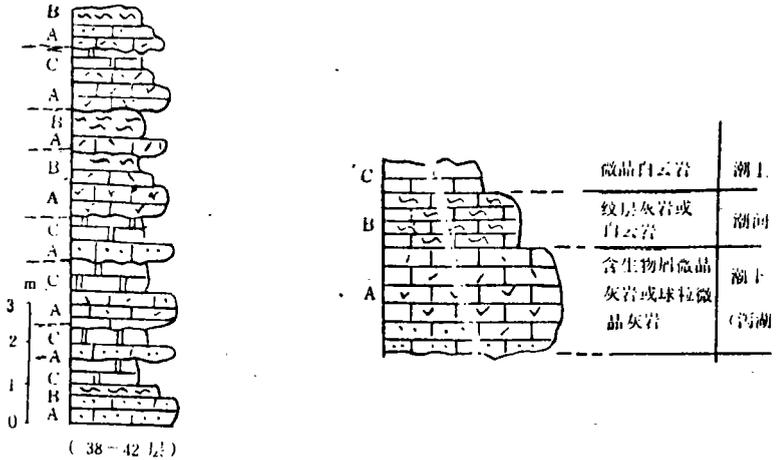


图 15 棋梓桥晚期潮坪环境的几种剖面结构(左)及典型序列(右)

Fig. 15. Several types of sectional structures (left) and typical sequences (right) in tidal flat environments during the late Qiziqiao stage.

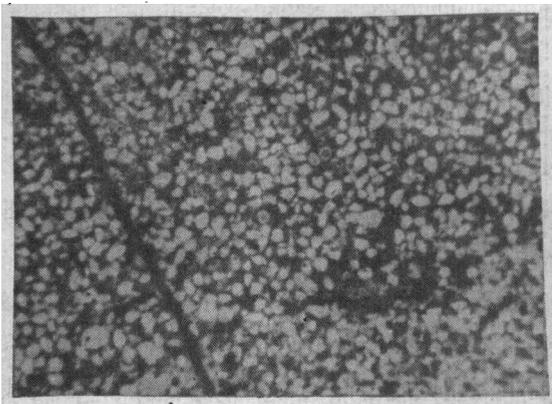


图 16 球粒灰岩, 含大量钙球 (空心圆点) × 48

Fig. 16. Pelletal limestone with abundant calcispheres (empty cycles). × 48.

组成B段岩层最重要的特征是毫米纹层构造极为发育，在风化面上可见均匀的水平纹层，纹层的形成包括球粒纹层或藻屑纹层，部分已白云岩化。其中生物十分少见，仅有藻屑、钙球及介形虫等，而鸟眼、窗孔构造则十分常见，自生石英也多与藻屑纹层同时存在，纹层层顶面

上有时可见网状细泥裂(图 17),泥裂边缘一般不出现卷曲上绕现象,其沉积环境属间歇暴露的潮间环境。此段中有时还可见云化砂屑—球粒灰岩,其中有清晰的交错层理及小型槽状层理属潮渠砂坝沉积。

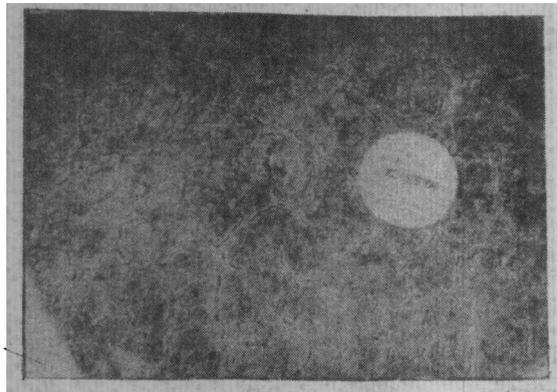


图 17 纹层灰岩顶面的泥裂

Fig. 17. Mud cracks on the top surface of laminated limestones.

韵律层的 C 层多为灰色、米黄色粗粉晶—细晶白云岩,有时有藻纹层,风化面常呈刀砍状,不含生物,其顶部通常有明显的间断面存在,是为潮上环境沉积。

上述不同岩类在剖面上常有不同的组合,常见者有 ABC 型,AB 型或 AC 型,BC 型则极为少见。韵律厚度由 0.7—2.07m 不等,这种韵律性的沉积特征,反映了局限台地潮坪环境中,反复出现的由潮下到潮上的向上变浅系列,每一韵律的厚度,可能代表了当时潮差大小的变化。而每一类型或组合韵律的出现,则代表了潮坪中微环境的变化,在棋梓桥组上段的中上部,紧接生物礁之后,出现过一段较为安静的泻湖环境,沉积了较厚的 A 段岩性组合,然后进入反复的潮坪环境,沉积物以完整的 ABC 型韵律为特点,白云岩化也较为强烈。中上部以 AB 型为主,上部则多次出现潮渠环境,具有米黄色粉晶白云岩的潮上环境也多次出现,然后进入余田桥期的潮坪环境。

三、沉积发展简史及问题讨论

湖南中部地区是加里东运动后进入相对稳定发展阶段的典型地区之一。

本区经加里东运动而结束其地槽发展历史之后,曾经历过一个较长期的隆起剥蚀阶段。其时间范围大致从晚志留世到早泥盆世,其间尚未发现有沉积作用发生。直至距今约 370a 的中泥盆世早期,海水才穿过南岭进入本区,开始形成了以石英砂岩为主的滨岸碎屑沉积。随着海侵的扩大,本区的沉积环境逐渐由前滨、近滨到滨外,沉积物由粗到细,由石英砂岩到泥质粉砂岩及粉砂质泥岩,并含有少量底栖生物碎片。至中泥盆世晚期即棋梓桥期,大陆风化作用减弱,陆源物质供给减少,气候温暖,海洋钙质生物大量繁衍,沉积盆地中开始有大量灰泥出现,沉积了泥灰岩,泥质灰岩及生物屑微晶灰岩等碳酸盐岩,生物组合中广海底栖生物种类多,保存好,数量丰富。泥质条带构造,瘤状构造及生物扰动构造等,则是这个时期的中低能开阔浅海环境的重要沉积标志。

在此基础上,由于环境适宜,生物的进一步繁殖,开始了大范围的层状生物礁的出现。这些生物礁通常都是由通孔珊瑚的大量聚集以及由于板状层孔虫的被覆作用和包覆作用而开始的,然后有大量层孔虫形成骨架,造成地貌上略有隆起的生物礁体,其间可存在多次生物组合递变,最后由于海水进一步变浅咸化,使生物礁的生长受到抑制而最终衰亡。这次海水变浅的原因可能与湘中地区大规模的海退作用有关。随着生物礁的衰亡,本区开始进入半局限—局限浅水碳酸盐台地环境,沉积作用主要受制于潮汐作用。广海底栖生物由于海水的咸化而大量死亡,代之以双孔层孔虫及蓝绿藻等广盐性生物。沉积了一套具有纹层构造和暴露标志的三元结构沉积物,直至棋梓桥期的结束。

由开阔浅海经由生物礁进入局限的台地潮坪环境,是马鞍山棋梓桥组剖面的主要特点。这一沉积演化特点在湘中地区是普遍的,甚至对于某些由陆棚到台地的发展也是具有普遍意义的。但是,局限台地形成的主导因素是什么呢?仅仅是由于生物礁的出现而造成环境的局限吗?事实上,马鞍山生物礁的高度是十分有限的,甚至在台地边缘也没有发现有与潮坪沉积物厚度相适应的生物礁存在。因此,对此问题有两种不同的意见,一种意见认为与马鞍山生物礁相应时期,在台地边缘应有高大的生物礁存在,对局限台地的形成起到主导的屏障作用,另一种意见则认为生物礁只是由开放环境到局限环境转化过程中的一个阶段而非决定性因素,决定性的是构造因素,是区域性的海退运动。从湘中的实际情况看,生物礁以后全区的沉积盆地发生了明显的分异,形成了对立的两种地貌单元,即台地和台盆,可见构造因素是以中泥盆世晚期全球性海退作用为主导的。

Sedimentary Facies in the Middle Devonian Qiziqiao Formation in Ma'anshan, Shaodong, Hunan Province

Liu Wenjun

(Institute of Sedimentary Geology and Mineral Resources,
Chengdu College of Geology)

Xia Zhifen

(Hunan Institute of Geological Sciences)

Abstract

The Middle Devonian Qiziqiao Formation section in Ma'anshan, Shaodong, central Hunan Province, an idealized section for studying sedimentary facies of ancient carbonates, is characterized by well-defined outcrops, complete sequences, simple structures and abundant typical indicators for sedimentary facies. The strata in the section may be divided into four parts: limestones in the Upper Devonian Shetianqiao Formation (D_{3s}); limestones and dolostones in the upper member of the Middle Devonian Qiziqiao Formation (D_{2q}^2); limestones, marls and shales in the lower member of the Middle Devonian Qiziqiao Formation (D_{2q}^1) and quartzose sandstones in the Middle Devonian Tiaomajian Formation (D_{2t}). In the Qiziqiao Formation with a total thickness of about 380 m, the following sedimentary facies types may be distinguished.

The lower member of the Qiziqiao Formation is ascribed to lower-energy normal shelf environments where sea water became shallower and shallower upwards. The lower part of it is composed of dark grey-green silty shales intercalated with calcareous nodules, marl lenticles, horizontal bedding and benthonic bioclasts; the middle part is made up of the intercalations of biomicrite, argillaceous micrite and marl, interbedded with 2 to 3 layers of tufted coral beds with abundant well-preserved benthonic organisms and well-developed bioturbation structures, and the upper part of it is the rhythmic succession consisting of argillaceous banded micrite, biomicrite and nodular limestone with abundant benthonic organisms.

The lower part of the upper member of the Qiziqiao Formation comprises organic reef facies. The reef body, a convex-upwards lenticle with a thickness of 24 m, consists of light grey massive reef limestone and dolostone. The reef-building organisms include massive, spherical and columnar *Stromatopora* and tabulates (*Alveolites* sp., *Tenapora* sp.) etc. The organisms with the total content of 40 to 50% are mostly autochthonous. The fillings contain bioclasts and lime mud. No beddings are present

in the reef body. But there are two rhythmic successions caused by the variations in species and structures. The lower parts of them consist of *Tennopora* beds, with a thickness of 0.5 to 1.1 m, whereas the upper parts of them display the framework composed of massive *Stromatopora* and hermatypic corals. Binding and repeated wrapping between *Stromatopora* and other organisms are common. The fillings in the upper part of the reef body are generally subjected to selective dolomitization. *Tennopora* tend to increase in quantity upwards and *Strigocephalus* beds and a great deal of reef gravels have also been observed. It follows that the evolution of the organic reefs was almost nearer to the late stage and that the reefs died finally because of the changes of the environments.

The upper part of the upper member of the Qiziqiao Formation belong to restricted tidal flat-lagoon environments in which rhythmic units consist of pelletal limestone, calcarenite, algal laminated limestone and dolostone. A single rhythmic bed is 1 to 2 m in thickness; the lower part of it is composed of calcarenite or pelletal limestone in which the small-scale cross-beddings are observable, and the middle part of it consists of algal laminated limestone in which fenestral structures are developed. Micritic limestone or dolostone occupy the top beds of it in which mud cracks and algal laminae are common and break plane is rare. The characteristic organisms in the study area include a great deal of *Amphipora* and blue-green algae with small amounts of sponge spicules and benthonic organisms, indicating a shallowing-upwards tidal flat sequence.

It can be seen from the above-mentioned features of the whole Ma'anshan section that the evolution of sedimentary facies underwent the open to restricted, i. e. shelf to tidal flat environments in the Qiziqiao stage. It is well-known that the features were attributed to a widespread regression during the late Middle Devonian.