

# 湖南铺头泥盆纪生物礁的对比研究

柳祖汉 杨孟达

(湘潭工学院, 湖南湘潭 411201)

**摘要** 铺头礁发育在中泥盆统棋子桥组, 礁露头多处, 曾被认为是一个丘礁群。通过两个相距很近的礁组合剖面的对比研究和岩相古地理分析, 以及对礁体的长距离追索, 认为铺头一带先后发育有层状礁和堤礁。在一定条件下, 堤礁的上部向台地外侧伸展, 这一部分可被断层切割, 保存在台盆相沉积中。

**关键词** 生物礁 泥盆纪 湖南城步

## 1 引言

80 年代以来, 湖南省城步苗族自治县一带相继发现一系列珊瑚-层孔虫礁和藻礁。礁体所在层位属中泥盆统棋子桥组。根据礁体出露的位置, 这些礁分别命名为城步礁、岩背礁、芭蕉礁、清溪礁和铺头礁等。其中, 对铺头礁的研究比较详细。

铺头附近的生物礁出露既多又好, 便于观察研究, 而且礁体附近有丰富的黄铁矿矿床, 其形成被认为与礁体的屏蔽作用有关(曾允孚等, 1981; 杨开济, 1986)。最近, 笔者等发现铺头附近的某些礁露头上有极丰富的沥青, 对找油也有比较重要的意义。

关于铺头礁的性质, 戴光亚(1982)认为它是发育在台地海盆相带内, 形成于台凸之上的丘状生物礁, 称丘礁。曾允孚(1989)认为它是一个沿台盆同沉积断裂抬升盘生长的复体丘礁。杨开济(1986)则认为铺头礁是外形不规则、大小不等的数个丘礁; 还认为: 在铺头能见到环礁之间 湖中隆起处发育的斑点礁。

近年来, 笔者等广泛考察了城步, 尤其是铺头一带的泥盆纪生物礁, 并对铺头附近的两个礁组合剖面进行了详细的对比研究。研究结果表明, 铺头礁是由层状礁与堤礁构成的组合礁, 其主要部分是堤礁。

## 2 含礁地层剖面简述

铺头附近较有代表性的礁组合地层剖面有苏家冲和白腊铺两处, 相隔不到 1km, 以断层相隔(插图 1)。两个剖面出露的含礁地层有较大的差别。

### 2.1 苏家冲剖面

中泥盆统棋子桥组

10. 掩盖。见有大量灰-灰褐色薄层状泥质硅质碎块, 含竹节石  $>33.2\text{m}$

9. 浅灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩; 局部白云岩化; 生物占 40%—60%, 其中层孔虫(占 80%)

有 *Actinostroma*, *Stromatopora*, *Atelodictyon* 等属; 珊瑚 *Argutastrea*, *Endophyllum*, *Alveo-*

*lites*, *Thamnopora*; 腕足类 *Stringocephalus*, *Ilmenia* 31.9m

8. 掩盖。见有大量泥质硅质岩碎块, 含竹节石 *Nowakia* 29.6m

7. 灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩, 白云岩化强。生物占 50%—70%, 其中层孔虫占 90%, 均为 *Actinostroma* 属; 珊瑚 *Argutastrea*, *Cystophylloides*, *Atelophyllum*, *Neospongophylloides*, *Alveolites*; 腕足类 *Stringocephalus* 16.8m

6. 浅灰色巨厚层状生物屑泥晶灰岩, 白云岩化强。生物以大量层孔虫 *Amphipora* 为特色, 还有少量网球状层孔虫 *Stromatoporella*; 腕足类 *Stringocephalus* 2.2m

5. 深灰色块状层孔虫-珊瑚骨架岩, 上部见许多礁角砾。生物占 70%, 其中层孔虫占 30%, 有 *Actinostroma*, *Trupetostroma*, *Atelodictyon*, *Hermatostroma*, *Clathrocoilon*; 珊瑚 *Argutastrea*, *Lythophyllum*, *Disphyllum*, *Sinospongophyllum*, *Alveo-*

*lites*, *Alveolitella*, *Crassialveolitella*, *Crassialveolites*, *Thamnopora*; 腕足类 *Stringocephalus*, *Ilmenia*, *Athyris*, *Atrypa*, *Ptychomaletoechia*; 苔藓虫 *Fistulipora* 10.8m

4. 灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩夹两层礁角砾岩。骨架岩中生物占 50%, 其中层孔虫占 80%。孔隙中常有沥青充填。角砾大小不匀, 砾径多在 1—20cm 之间。化石与第 5 层所产大致相同 20.1m

3. 暗灰色薄层含生物屑微晶灰岩夹浅灰色巨厚层珊瑚-层孔虫骨架岩。骨架岩中生物占 60%, 以层孔虫为主。生物化石与第 5 层所产大致相同 5.6m

2. 灰-浅灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩, 生物占 40%—70%, 其中层孔虫占 80%。充填物以泥晶为主, 上部以亮晶为主。孔隙中富含沥青。化石与第 5 层的相同 41.0m

1. 灰黑色巨厚层含钙泥岩, 具水平层理, 见黄铁矿晶体。底未出露 >10.6m

## 2.2 白腊铺剖面

中泥盆统棋子桥组

16. 灰黄-紫灰色薄层硅质岩, 产竹节石 *Nowakia*, 此层未见顶 >1.9m

15. 深灰色薄-中层生物屑球粒微晶灰岩与生物屑泥晶灰岩互层, 产腕足类 *Ilmenia* 6.2m

14. 掩盖。零星出露褐灰色薄层泥灰岩, 产竹节石 *Nowakia* 13.5m

13. 浅灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩, 有少量浸染状沥青。生物占 50%—60%, 其中层孔虫占 90%, 有 *Actinostroma*; 珊瑚 *Thamnopora*, *Alveolites*; 腕足类 *Stringocephalus* 3.8m

12. 深灰色薄层硅质泥岩 10.8m

11. 灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩, 底部有 1m 厚的生物屑泥晶灰岩, 其中有 5cm 厚的亮晶生物屑灰岩。骨架岩呈斑状白云岩化, 生物占 50%—70%。化石有层孔虫 *Actinostroma*, *Hermatostroma*; 珊瑚 *Argutastrea*, *Disphyllum*, *Thamnopora*; 腕足类 *Stringocephalus*, *Ilmenia* 12.2m

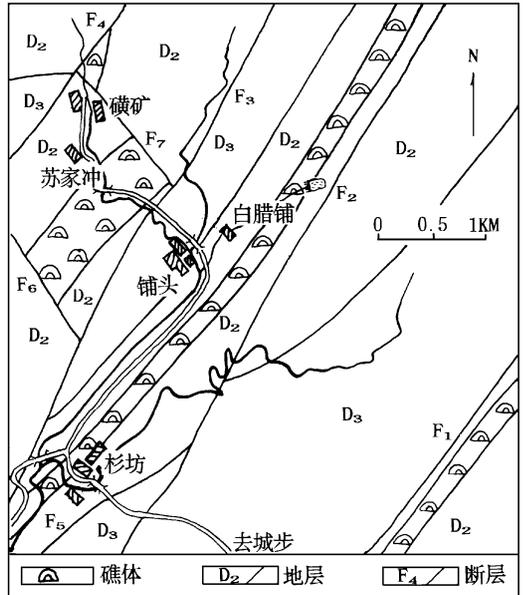


插图 1 城步铺头一带泥盆纪礁组台位置图

Showing the location of Devonian reef complex in Putou

- |  |       |
|--|-------|
| 10. 褐灰色薄层泥质岩,水平层理发育,含竹节石 <i>Nowakia</i>  | 10.3m |
| 9. 浅灰色块状生物屑泥晶灰岩,产层孔虫 <i>Amphipora</i> ;珊瑚 <i>Disphyllum</i> , <i>Thamnopora</i> , <i>Alveolites</i> , <i>Caliopora</i>   | 18.3m |
| 8. 褐灰色薄层泥质岩夹少量硅质岩。产竹节石 <i>Nowakia</i>  | 35.3m |
| 7. 浅灰色块状生物屑泥晶灰岩,化石以层孔虫 <i>Amphipora</i> 为主;少量珊瑚 <i>Thamnopora</i> , <i>Alveolites</i> ;腕足类 <i>Stringocephalus</i>  | 6.0m  |
| 6. 下部为灰色厚层生物屑泥晶灰岩;产层孔虫 <i>Amphipora</i> ;少量珊瑚 <i>Thamnopora</i> 。上部为珊瑚层孔虫骨架岩;生物占 40%,以层孔虫为主,有 <i>Stromatopora</i> , <i>Atelodictyon</i> ;珊瑚 <i>Argutastrea</i> , <i>Alveolites</i> ;腕足类 <i>Stringocephalus</i> | 57.8m |
| 5. 深灰色厚层生物屑泥晶灰岩。化石主要是层孔虫 <i>Amphipora</i>  | 14.0m |
| 4. 掩盖。偶见灰褐色薄层泥灰岩   | 49.8m |
| 3. 浅灰色块状珊瑚-层孔虫骨架岩,底部为生物屑泥晶灰岩。骨架岩中生物占 60%,以层孔虫为主,有 <i>Actinostroma</i> , <i>Stromatopora</i> ;珊瑚 <i>Argutastrea</i> , <i>Endophyllum</i> , <i>Spongophyllum</i> 。泥晶灰岩中有大量海百合茎                                   | 45.1m |
| 2. 浅灰色厚-块状生物屑泥晶灰岩。生物屑 30%,主要是海百合茎。化石有珊瑚 <i>Thamnopora</i> ;腕足类 <i>Stringocephalus</i> , <i>Ilmenia</i>   | 7.9m  |
| 1. 灰色薄层-厚层生物屑泥晶灰岩夹少量燧石结核与条带,产腕足类 <i>Ilmenia</i> , <i>Stringocephalus</i>   | 16.8m |

—— 整 合 ——

下伏地层:中泥盆统跳马涧组

以上两个剖面中生物礁的发育程度不同:

苏家冲剖面中,第 2—5、7、9 层均为生物骨架岩;其中,第 2 至第 7 层之间仅夹有 2.2m 厚的富含 *Amphipora* 的泥晶灰岩(第 6 层),可视为下层礁体,第 9 层可视为上层礁体。

白腊铺剖面中,第 3、6、11、13 层为层理不明显的骨架岩,其中,第 3、6、11 层厚度较大,而第 13 层仅厚 3.8m。

### 3 礁的古生物特征及生物群落

#### 3.1 礁的生物组成

铺头一带礁的生物组成基本相同,可分为造架生物和附架生物。

##### 3.1.1 造架生物

以层孔虫为主,还有群体珊瑚以及苔藓虫和刺毛虫。

层孔虫呈板状和块状等形态。群体四射珊瑚呈块状或丛状。床板珊瑚为板状、块状或枝块状复体。

由块状层孔虫和群体珊瑚形成的块状骨架,以及由多种不同层状、板状的层孔虫和床板珊瑚互相叠覆增长而形成的块体,构成生物礁抗浪构造主体。丛状或枝块状珊瑚被其它生物包覆连结后也形成抗浪骨架,对生物礁的增长起重要作用。

层孔虫和床板珊瑚还可起盖覆作用(插图 2)和连结作用(插图 3)。藻类主要起连结作用。苔藓虫和刺毛虫主要起盖覆作用。以上这些生物在完成盖覆和连结作用后,自身也可以增殖形成块体。

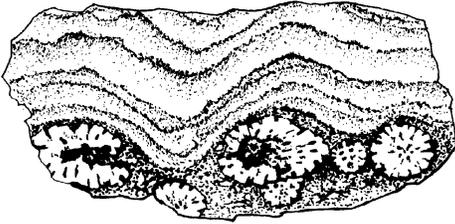


插图 2 层孔虫的盖覆作用

Showing the covering role of stromatopoids

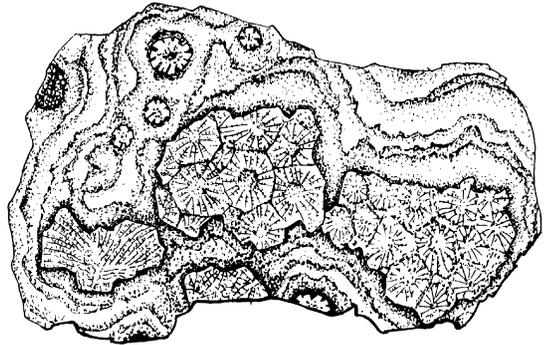


插图 3 层孔虫的连结作用

Showing the bundling role of stromatopoids

### 3.1.2 附礁生物

包括单体四射珊瑚、腕足类、双壳类、腹足类、介形类和海百合等,其中以腕足类 *Stringocephalus* 最为常见。单体四射珊瑚属种不少,但数量不多。双壳类和腹足类种属和数量都较少。附礁生物大多生活在礁骨架的间隙中。其骨骼的堆积对生物礁的增长也起一点作用。

## 3.2 礁组合群落

在苏家冲和白腊铺礁组合剖面中可观察到 4 个主要生物群落或组合。

### 3.2.1 *Actinostroma* 群落

这是铺头一带唯一的造礁群落。群落主要由以 *Actinostroma* 为代表的各种板状或块状层孔虫组成,约占生物总量的 80%。常见的属有 *Actinostroma*, *Stromatopora*, *Stromatoporella*, *Clathrocoilona*, *Trupetostroma*, *Hermatostroma*, *Atelodiction*。其次是块状四射珊瑚,约占生物总量的 15%,常见属有 *Argutastrea* 和 *Endophyllum*。它们的骨骼构成生物礁抗浪骨架的主体。

各种形状的床板珊瑚和丛状的四射珊瑚占生物总量的 3%。常见属有 *Disphyllum*, *Thamnopora*, *Alveolites*, *Alveolitella*, *Crassialveolitella*。它们也是抗浪骨架的一个组成部分,均被包覆和连结。

单体珊瑚时有见到,有 *Cyathophyllum*, *Cystiphyllodes*, *Temnophyllum* 等 10 多个属,不足生物总量的 1%,属于附礁生物。

腕足类包含大量的 *Stringocephalus* 和少量的 *Ilmenia*, *Athyris*, *Atrypa*, 不足生物总量的 1%,也属于附架生物。它们的壳瓣内腔中常有沥青充填。

此外,尚有少量的刺毛虫类、苔藓虫 *Fistulipora* 等属于包壳连结生物。还有少量双壳类、腹足类、介形类、海百合等附架生物。

无论是生物的壳体或骨骼多遭破坏,块状复体生物常被翻转、侧卧或遭破碎。

### 3.2.2 *Thamnopora* 群落

群落以枝状及块状床板珊瑚和丛状或单体四射珊瑚为主体,占生物总量的 60%左右。枝状及块状床板珊瑚常见属有 *Thamnopora*, *Caliapora*, *Alveolitella*, *Crassialveolitella* 等。丛状的四射珊瑚主要是 *Disphyllum*。单体四射珊瑚有 *Temnophyllum*, *Cyathophyl-*

lum, *Stringophyllum* 等。其次是近球形或半球形的小型块状生物,如 *Alveolites*, *Crassia-iveolites*, *Argutastrea*, *Endophyllum* 等,约占生物总量的 20%。层孔虫多呈小块体或呈厚度不大的包壳状附在其它生物表面,约占生物总量的 10%。其它生物有腕足类 *Stringocephalus* 和 *Ilmenia*, 海百合、双壳类、腹足类、介形类等,其总和不足生物总量的 10%。

以上各类生物除海百合呈茎节离散保存外,一般保存比较完整且具原地保存特点。

### 3.2.3 *Amphipora* 群落

群落以大量广盐性层孔虫 *Amphipora* 为特征,都以断枝状保存,大多数情况下,枝体保存没有一定的方位。其它层孔虫数量很少,仅见少量 *Stromatopora*, *Stromatoporella* 的网球状块体。珊瑚和腕足类很少,仅有床板珊瑚 *Thamnopora* 和腕足类 *Stringocephalus*, *Athyris* 等见于 *Amphipora* 不密集处。

### 3.2.4 *Nowakia* 生物组合

大量竹节石在岩层中明显地成层分布,均匀地散布在层面上,保存完整,没有明确的方位。竹节石是浮游生物,是死亡后散落在沉积物表面并得以保存的。几乎没有见到栖生物与竹节石共存。

## 4 微相划分

从两个礁组合剖面中可划分出 6 种微相。

### 4.1 礁核相

岩石类型为生物骨架岩,生物骨架含量在 50% 以上;填隙物以泥晶、生物屑为主,局部见亮晶胶结物,常见浸染状沥青充填于骨架孔隙中。该微相代表浅水、清洁、温暖、含盐度正常、富氧的中高能环境,特别有利于造礁生物繁盛生长。

### 4.2 礁前相

岩石类型为礁砾灰岩。分布在礁核迎浪面一侧。灰岩礁砾夹于礁前方的骨架岩中,礁砾含量达 50% 以上,多呈棱角状,大小不一,砾径在 1—20cm 之间,系骨架岩遭风浪破坏、坍塌、堆积而成。常见礁砾与折断、翻转、破碎的层孔虫、珊瑚块体或枝体混合存在。礁砾孔隙内见浸染状沥青充填。该微相代表礁核前方,经常受风浪冲击的高能环境。造礁生物虽常受到风浪的破坏,仍然繁盛生长。

### 4.3 礁后相

岩石类型为生物屑泥晶灰岩。生物为 *Amphipora* 组合。生物量 10%—20%。岩石中有机质含量高,有较多球粒出现。该相代表礁后相对局限,海水含盐度有变化的较浅的低能环境。窄盐性生物往往不能生存,而广盐性的 *Amphipora* 却得天独厚,得以繁衍。礁后环境的局限程度与海平面升降及礁的发育程度密切相关。

### 4.4 浅滩相

岩石类型为亮晶生物屑灰岩、泥晶生物屑灰岩。灰岩中生物屑含量在 50% 以上,以介屑、棘屑为主,主要由亮晶方解石胶结。

此相仅在白腊铺剖面第 11 层的骨架岩下部见到,厚度仅 5cm,其上为骨架岩,其下向泥晶生物屑灰岩过渡,代表一种高能浅海台地边缘环境。该浅滩作为生物礁发育的基底,也

可称为礁基相。

#### 4.5 浅海台地相

岩石类型为生物屑泥晶灰岩、泥晶生物屑灰岩。生物屑含量 20%—50%，以介屑、棘屑、钙球、藻屑最常见。泥晶颜色很深，有机质含量很高，可能多数为藻成因。生物为 *Thamnopora* 群落。生物种类多，但数量不十分丰富，未构成抗浪骨架。

浅海台地相与礁核相、礁后相常呈过渡关系，代表温暖、清洁、含盐度正常的较开阔的浅海环境。

#### 4.6 台盆相

岩石类型为泥质岩、硅质岩、泥质硅质岩、硅质泥质岩和泥灰岩，并常混有细粉砂级陆源石英碎屑。以 *Nowakia* 生物组合为特点，几乎未见其它浅海底栖生物。

该相代表水体相对较深，局限低能、往往贫氧或缺氧的浅海台地之间的低凹环境。多数人称之为台盆以区别于真正的远洋盆地。

### 5 生物礁特征的对比

苏家冲剖面和白腊铺剖面相距很近，但存在明显的差异。

1) 两剖面中礁灰岩的层数和厚度不同，很难一一对比

白腊铺剖面中的礁灰岩有 4 层，最厚的 30m 左右，最薄的才 3.8m，总厚才 80m 多。而苏家冲剖面中，礁灰岩只分两层。下层礁体厚 96.5m，中间仅插入 2.2m 白云岩化较强的生物屑泥晶灰岩。上层礁体厚 81.9m。总厚达 178.4m。

2) 生物礁的基底不同

白腊铺剖面的生物礁往往有较好的发育基底。第 3 层的生物礁产在一套台地相的生物屑泥晶灰岩之上。泥晶灰岩含 *Thamnopora* 群落，代表一种适合底栖生物生长的浅海环境。岩石中生物屑占 30%，主要是海百合茎，是造礁生物层孔虫和珊瑚极好的生长基底。剖面第 6 层上部的礁体之下，也是含生物屑达 35% 的生物屑泥晶灰岩。剖面第 11 层的生物礁则直接产于生物碎屑滩之上，基底条件良好。只有第 13 层厚 3.8m 的礁体，未见良好的发育基底。

苏家冲剖面的两层礁体都直接出现在台盆相的泥岩和硅质岩之上，缺少良好的发育基底。

3) 微相组合不同

白腊铺剖面底部有一套较厚的台地相沉积，整个剖面中礁核相之下一一般是台地相或浅滩相沉积，很少与台盆相沉积直接接触。该剖面中没有礁前相的沉积，却有多层较厚的礁后相沉积。

苏家冲剖面底部有很厚的台盆相沉积。整个剖面中没有台地相和浅滩相的沉积。台盆相沉积和礁核相、礁前相沉积交互出现，缺少合理的相序。该剖面中几乎没有礁后相沉积，却有多层礁前相的沉积。

4) 沉积学与古生物学特征不同

白腊铺剖面碳酸盐岩类型丰富，有生物骨架岩、泥晶生物屑-生物屑泥晶灰岩、泥晶球粒

灰岩、亮晶生物屑灰岩,但缺乏礁砾灰岩,苏家冲剖面的碳酸盐岩类型单调,几乎都是生物骨架岩,夹若干礁砾灰岩和极少量的生物屑泥晶灰岩,缺少其它碳酸盐岩类。两个剖面的泥质岩和硅质岩都比较多,相比之下,苏家冲剖面的层数少一些而总厚度却大一些。

白腊铺剖面中, *Actinostroma* 群落, *Thamnopora* 群落, *Nowakia* 组合及 *Amphipora* 群落较为常见。但是在苏家冲剖面中,未见到 *Thamnopora* 群落,也极少见到 *Amphipora* 群落。

#### 5) 礁灰岩中的沥青含量不同

白腊铺剖面的礁体中沥青较少,礁灰岩颜色较浅。苏家冲剖面的礁体中沥青较多,充填在裂隙、缝合线和生物骨骼的空腔中,整个礁灰岩颜色较深。

## 6 礁成因的分析

相隔这么近的两个礁组合剖面,呈现出这么大的差异,其原因应从礁成因方面进行分析。

铺头一带的礁体,被笼统地称作丘礁或丘礁群,认为是生长在较深的海盆之中、台凸之上的生物礁。这些台凸都是孤立的而且是隆起于浪底面上的(戴光亚,1982)。近年来,虽然努力从生物组合、沉积物性质、沉积标志、微相组合关系等方面去寻找这种所谓“台凸”的证据,但是在苏家冲剖面上未获得任何这种证据。

该剖面中礁核相沉积直接覆盖在台盆相泥岩与硅质岩之上,并且明显不具备造礁生物固着生长的合适的基底。诚然,在其它环境条件合适的情况下,在软泥质基底上并不是不可能形成生物礁。若是这样,生物礁在泥质基底上从发生至形成一定规模的礁体,其间将能看到一种生态演变的序列(ecological succession),生物群落自下而上将呈现有规律的阶段性变化,即从基础阶段(stabilization stage),经过移殖阶段(colonization stage)和多样化阶段(diversification stage),最后达到优势阶段(domination stage)。这个变化过程被称作古礁中的生态序列(succession in ancient reef)(Walker and Alberstadt, 1975)。在苏家冲生物礁中,看不到这种生态序列。整个礁中只有一个 *Actinostroma* 群落。从群落的生物组成和生态特征分析,这是一个已处于优势阶段的群落,缺少序列中的其它3个阶段。苏家冲的两层礁体的基部既不具备“隆起在浪底面之上的台凸”的证据,又没有类似海百合茎滩或其它生物屑层那样的正常生长基底,其生物群落又呈现优势阶段的特征,因此难以认为它是在原地形成并生长发育起来的正常礁体,它在台盆相沉积中的突然出现意味着是异地发生的。

白腊铺剖面的生物礁除第13层外,礁灰岩之下部均为富含海百合茎或其它生物碎屑的浅海台地相沉积,甚至还有浅滩相沉积,说明礁的生长基底高于浪基面,其环境条件适合底栖生物,包括造礁生物固着并繁衍生长。这些礁属原地生长。白腊铺剖面中有多层厚度不小的礁后相沉积,这与礁体的性质及发育状况有关。

对礁体进行长距离追索的结果表明,两个剖面上的礁体都呈北北东向长条状延伸。其中苏家冲礁延伸距离达3km以上,因其两端均被断层切断,无法判断礁体发育的当时究竟延伸多远。白腊铺礁体至少延伸12km,其南端在蒋坊附近被断层切断,其北端根据礁体厚度的稳定性推测,可延伸更远。礁体呈条带状延伸如此之远,而且恰与台地边缘方向相合,

说明它们可能是堤礁。

王根贤(1996)曾图示湖南泥盆纪棋子桥期生物礁的分布位置与岩相古地理的关系,图中绝大多数礁体是沿着台地与台盆的分界线展布的。这些礁体之上和礁体之后的广阔台地上均有较厚的礁后相沉积。沈德麒(1987)在论述华南棋子桥期生物礁时曾经指出:“由于台地礁在其发育后期对沉积环境有控制作用,也可以认为这些生物层礁可发育为堤礁。”

钱宪和博士 1980 年在湖南作生物礁专题讲演时曾指出:当基底沉降速度小于生物礁生长速度时,堤礁顶部逐渐接近海平面,造礁生物为寻求生长空间向台地外侧方向生长,堤礁向外海斜伸发育。根据这种观点容易解释在礁发育过的地方可以随后形成一套礁后相沉积的现象,这是因为堤礁上部向外海斜伸生长,这些地方自然变成了礁后。

根据这一观点,可以把苏家冲和白腊铺两个剖面中的礁看作是同一个堤礁的不同部分。白腊铺剖面的礁可视作是堤礁的下部,苏家冲的礁则可视作堤礁的上部,即向台地外侧延伸生长的部分。这样就能比较圆满地解释这两个相距很近的剖面上礁体出现的一系列差异。

## 7 礁的发育过程

城步一带在区域地质上以城步-三水断层为界,其东是泥盆纪棋子桥期浅海碳酸盐台地相沉积的分布区,其西是同时期台盆相沉积分布区。苏家冲与白腊铺位于界线的西侧,相距不远,白腊铺更靠近界线。两地之间有断层相隔,两地与台地之间也有数条断层相隔。断层走向多与城步-三水断层大致平行。

棋子桥期之初,城步一带沉积着厚度不大的泥质物。之后,在台地上出现台地相的碳酸盐沉积并形成层状礁。位于台地边缘斜坡上部的白腊铺有着颜色较暗的台地相碳酸盐沉积(白 2 层及白 3 层上部),并在此基础上形成第一期礁(白 3 层上部),可与城步一带台地相区内最低层位的层状礁对比。此时,处于台盆相区内的苏家冲承受着较厚的泥质和硅泥质沉积(苏 1 层)。随着海水的加深,白腊铺第一期礁停止发育,出现了与苏家冲同样的泥质沉积(白 4 层)。当海水又复变浅时,白腊铺出现台地相沉积(白 5 层与白 6 层下部)。以此为基础,发育了第二期礁体,礁体向上增长形成堤礁(白 6 层上部)。直到此时,苏家冲还在接受台盆相沉积(苏 1 层)。

基底沉降速度小于礁体向上增长速度,白腊铺礁体的顶部接近海平面,并逐渐斜伸至苏家冲位置,这就形成苏家冲的下层礁体(苏 2 层至 7 层),主要是礁核相,夹几层礁前相(夹于苏 4、5 层)。与此同时,白腊铺及其以东地区成了礁后相,形成富含 *Amphipora* 的生物屑泥晶灰岩(白 7 层)。在短暂时期内,礁体曾进一步外移,甚至苏家冲也一度成为礁后,形成了 2.2m 厚的礁后相沉积(苏 6 层)。

海水第二次变深,礁停止发育,两地均形成泥质和硅泥质沉积(苏 8 层,白 8、10 层)。由于白腊铺地势较高,中间插有一段台地相沉积(白 9 层)。

海水复又变浅时,白腊铺又回复台地相沉积,包括一小部分浅滩相沉积,并在其上形成礁体(白 11 层)。礁体经过一定阶段的生长以后又外移至苏家冲,形成苏家冲的上段礁体(苏 9 层)。

最后,海水第三次变深,苏家冲不再具备礁生长的条件,形成一套台盆相沉积,作为礁的

盖层(苏10层)。白腊铺因地势较高,则在台盆沉积中夹层状礁(白13层)和不厚的台地相沉积(白15层)。

了解礁体的发育进程后,不难理解这两个相距很近的礁组合剖面上的众多差异。由于两个剖面上的礁体是同一礁的不同部分,所以它们的厚度完全可以不同。

另外苏家冲礁体只是堤礁外延的上部,所以礁直接出现在台盆沉积之上。找不到供礁体开始发育的基础。同样的,苏家冲礁体造礁生物群落是优势阶段的群落,缺乏一个完整的生态演替序列。相反,白腊铺礁体是堤礁的下部,可以找到礁得以生长的基础。

由于礁是由白腊铺向苏家冲方向外移的,所以苏家冲礁中夹有较多的礁前相沉积,而白腊铺则形成较多的礁后相沉积。由于白腊铺基底地形较高又较靠近台地,所以有较多台地相沉积。苏家冲则没有。

苏家冲礁体中沥青质较高,这是由于礁体上均有较厚的含有机质较高的台盆相沉积所致。

## 8 结束语

堤礁在基底沉降速度小于礁向上生长速度时向台地之外延伸,可能不是铺头一带的个别现象。在同一泥盆纪沉积盆地中,例如当时的湘中及湘南浅海,甚至华南浅海,基底沉降速度的变化在某种程度上有同步性,因此苏家冲型礁体的发育在一定区域范围内有普遍性。在湘中及湘南,甚至广布于华南的碳酸盐台地边缘,有堤礁的地方,可在朝台盆方向的一侧找到这种类型的礁体。

湘中及湘南泥盆纪的台地相区和台盆相区往往以断层为界,界线截然。这种断层可能形成于礁体发育之前,断层控制相区的分布和礁的生长范围。但是,更有可能形成于同时,由于两种相区各自沉积物性质的不同,地形高低悬殊,沉积厚度也不一致,在沉积过程中或在成岩压实过程中,其交接地带容易产生断层。这种礁缘部位也是后期断层容易活动的地方(俞昌民等,1983)。这一区域地质特征使得堤礁向外延伸部分比较容易被断层切断隔开,并如同苏家冲礁一样被包围在台盆相区边缘的沉积物中。

苏家冲礁上、下都是台盆相富含有机质的沉积,围岩有利于生油,礁有利于储油,具备封闭式的生、储、盖组合条件(戴光亚,1982)。

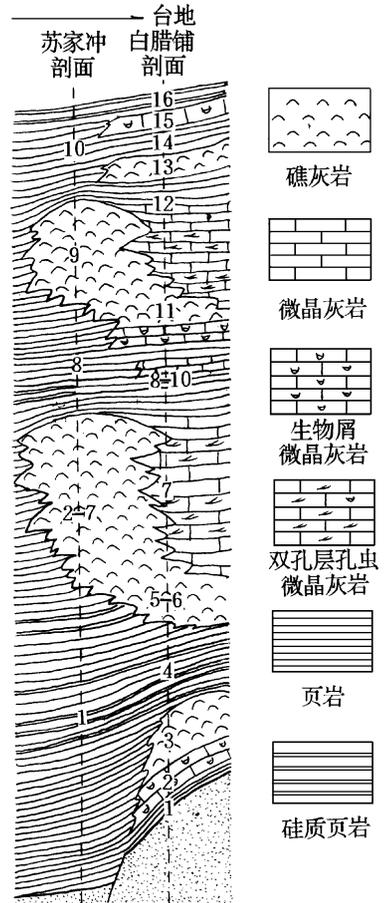


插图4 铺头苏家冲和白腊铺两地出露的礁体的关系  
Showing the relationship of the reefs exposed in Sujiaochong and Bailapu, Putou

## 参 考 文 献

- 王根贤, 1996: 湖南泥盆纪生物礁。见: 范嘉松主编, 中国生物礁与油气, 117—140 页。海洋出版社, 北京。
- 沈德麒、陈耀钦、杨振强, 1987: 华南棋梓桥期沉积相古地理与控矿作用。地质出版社。
- 杨开济, 1986: 湘西南中、上泥盆统礁特征及其找矿意义。地球科学, **11**(1): 21—31。
- 俞昌民、许汉奎、彭 骥、肖松涛、柳祖汉, 1983: 湖南的泥盆系及含矿特征。菱铁矿矿床学术会议论文集, 262—298 页。科学出版社。
- 曾允孚、林文球、唐德章, 1981: 湖南城步地区铺头黄铁矿含矿层时代探讨。成都地质学院学报, **1981**(4): 52—57。
- 曾允孚、田洪均, 1989: 中国南方的礁控矿床。地质学报, **63**(1): 27—29。
- 戴光亚, 1982: 湖南中部泥盆系棋梓桥组生物礁初步研究。石油实验地质, **4**(1): 11—18。
- Walker, K. R. and Alberstadt, L. P., 1975: Ecological succession as an aspect of structure in fossil communities. *Paleobiology*, **1**(3): 238—257.

[1997 年 4 月 18 日收到修改稿]

## COMPARISON INVESTIGATION ON THE DEVONIAN REEFS IN PUTOU, HUNAN

Liu Zu-han and Yang Meng-da

(Xiangtan Industry University, Hunan 411201)

**Key words** Devonian, reef, Hunan, Putou**Summary**

Recently, a detailed investigation has been made on the Devonian late Givetian reefs exposed at Sujiachong and Bailapu in Putou, Hunan. The reef outcrop found at Sujiachong extends more than 3km, with both ends being cut by faults. The reef outcrop found at Bailapu extends more than 12km. Palaeogeographically, both of them are situated quite near the margin of Devonian carbonate platform in north-southward extension.

Although the distance between the two localities is less than 1km, the exposed reefs are quite different in character:

1). There are 4 beds of reef limestone with an overall thickness of 80m at Bailapu, but only 2 beds of reef limestone with an overall thickness of 178m at Sujiachong.

2). A set of bioclastic limestones with abundant benthic fossils including the reef-builders are underlying the Bailapu reef, representing an open shallow sea environment. Some beds yielding abundant crinoid stems or fragments of skeletons occur directly below the reef limestones as the basis for reef growth. At Sujiachong the black shales, siliceous shales and siliceous

rocks with horizontal bedding and crystalline pyrites and abundant tentaculitids occur below the reef, indicating a deeper stagnant environment which is obviously unsuitable for reef growth.

3). Occurring in the Sujiachong reef is only a stromatoporoid-coral community of the dominance stage and also the last stage of the ecological succession. The ecological succession in Bailapu reef, however, is more or less complete and continuous.

4). There are many beds of fore-reef talus and almost no deposits of back-reef facies in the Sujiachong reef. On the contrary, there are many beds of back-reef deposits and rare fore-reef talus in the Bailapu reef.

5). There are more bitumens in the organism shells, rock cracks and stylolites of the reef limestones in Sujiachong reef than in Bailapu reef.

After making a bed to bed comparison on the outcrops of reef deposits between two localities, it is clear that:

1). The carbonate rocks of platform facies and some reef limestones occurring at Bailapu can be correlated with the black shales at Sujiachong;

2). The micrites of back-reef facies occurring at Bailapu can be correlated with the thick reef limestones appearing abruptly at Sujiachong;

3). When the reef limestones reoccur at Bailapu, corresponding deposits at Sujiachong are represented by black shales; and

4). The sequences at the top of both outcrops are black shales.

These indicate that the reefs outcropping at two localities belong to the same kind of barrier reef in nature. When the growth rate of the reef is higher than the subsidence rate of the sea bottom and the top parts of the reef closely reach the sea level, the reefs in-situ grow obliquely seaward, that is from the margin of the platform toward the depression, to get more growth space. The extension of the upper parts of the reef causes facies change between the two localities. It was then cut off by the sedimentary faults or other kinds of faults, resulting in the preservation of reefs in the depressional facies deposits as outcropping at Sujiachong.

Since the outcropping reefs at Sujiachong has a wide distribution in southern and central Hunan and in South China, they are of important significance for reef study and also for oil exploration.