

广西来宾吴家坪组生物岩礁

杨 万 容

(中国科学院南京地质古生物研究所)

广西来宾吴家坪组中段发育的礁体, 厚约100 m, 为陆棚上盆内台地边缘礁。造礁生物为钙质海绵、蓝绿藻和 *Tabulozoa*, *Tubiphytes* 等。含量一般在 25—30%, 局部可达 75% 以上; 碳酸盐岩色浅质纯, 不含燧石及陆源物质; 地貌上呈低幅度隆起。以海绵 (*Tabulozoa*) 起支撑障积作用, 蓝藻起粘结作用的藻、海绵粘结障积岩-藻、海绵粘结骨架岩型的生物岩礁。

广西来宾吴家坪组中部的生物岩礁, 位于陆棚台地边缘, 为蓝藻、钙质海绵营建而成, 厚不足 100 m。规模小, 呈透镜状。根据其形成特征, 不能算作典型的生态礁, 也不是生物层, 更不能说成是生物滩, 更像卡明斯等所提出的“生物岩礁”。

一、特 征

1. 地貌上具有低幅度的隆起, 岩石呈白色块状不显层理 (图版 I-1)。
2. 含有丰富的造礁生物钙质海绵、蓝藻、*Tabulozoa*, *Tubiphytus* 和绿藻、红藻, 以及它们的碎屑。具有原地生长、破坏, 就地堆积的痕迹 (图版 I-2)。
3. 岩石成分很纯, 由碳酸钙、碳酸镁组成, 不含燧石及陆源碎屑物质。从表 1 中可以看出, 在礁相环境中, 岩石的化学成分, 几乎全为 CaCO_3 和 MgCO_3 , 酸不溶物极低, 而在非礁相环境的盆地、礁后相岩石中, CaCO_3 、 MgCO_3 则明显降低, 而酸不溶物则大幅度上升。同时某些微量元素亦显示了这一特征 (表 2)。Sr、Cr、Pb 在盆地和礁后

表 1 礁相与非礁相碳酸盐岩石化学成分表

相	样品数	CaCO_3 (%)			MgCO_3 (%)			$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (%)			酸不溶物 (%)		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
礁后	1	98.07			0.61			98.68			1.20		
礁核	14	98.47	99.43	97.09	0.68	2.37	0.08	99.15	99.51	98.64	0.79	1.55	0.50
礁前盆地	34	87.08	98.81	32.63	0.77	1.36	0.06	87.85	99.12	32.71	8.02	66.57	0.83

表2 礁相与非礁相碳酸盐岩石的微量元素含量

相	样品数	Sr (ppm)			Cr (ppm)			Pb (ppm)			Zn (ppm)		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
礁后	2	432.55	604	261	13.65	25.2	2.1	0.41	0.51	0.3	2.50	2.6	2.4
礁核	14	413.79	504	240	2.21	14.1	1	0.49	1.62	0.3	9.56	120	1
礁前盆地	38	480.47	835	203	6.72	23.2	1	4.61	18.5	0.39	5.96	54	1

相岩石中, 含量很高, 而在礁相岩石中, 则显著降低。对于Sr在盆地中含量高, 有人认为是Sr易被放射虫吸收, 造成自身的文石质骨骼, 当其死后分解, 而进入沉积物。而Cr、Pb显然是对生物生存不利的有毒元素。因此在水流不畅、环境闭塞, 只有浮游生物的深水盆地相中, 其含量很高, 而在生物繁盛的礁相环境中, 它的含量却降到了极低限度。而Zn正好与它们相反, 这是因为Zn是一种亲生物的元素, 它或许可直接或间接地为生物提供某种使之生存和繁殖生长的营养素。

4. 具有礁前、礁核和礁后的完整组合(图1)。

礁前微角砾(图版Ⅱ-5)、礁核

藻、海绵礁灰岩(图版Ⅰ-3, 4)和礁后裸海松藻泥晶灰岩(图版Ⅰ-6)相带展布清楚。礁前以管壳石、棘屑为多, 含有海绵、苔藓虫和腕足类; 礁核则基本上为造礁生物钙质海绵、蓝藻、Tabulozoa、管壳石和少量绿藻、红藻; 礁后相, 以裸海松藻、二叠钙藻为主, 次为棘屑、腹足类及少量含缝泥晶灰岩。

二、造礁生物及造礁作用

造礁生物主要为钙质海绵, 次为Tabulozoa、管壳石、红藻、绿藻(炭孔藻)和大量的不能分泌钙质骨骼的蓝藻。钙质海绵、Tabulozoa和少量红藻、绿藻起骨架支撑作用, 蓝藻和管壳石起粘结、包覆、加固礁体的作用。

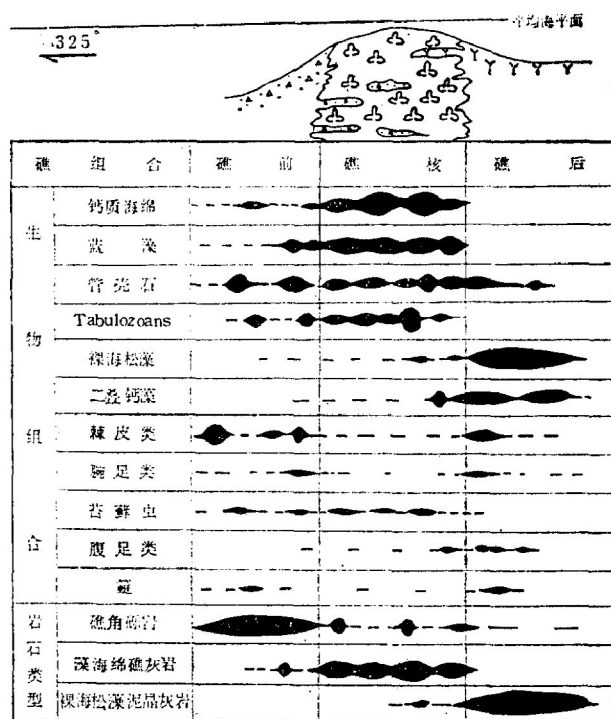


图1 广西吴家坪组生物岩礁组合示意图

1. 钙质海绵

它是造礁生物中大量出现,而又相当集中的一个生物门类。含量20—65%,平均25%以上。为纤维海绵和串管海绵属,且以纤维海绵为主。纤维海绵是一种呈枝柱状、不分节、不具房室的钙质海绵,有或无中央腔孔,具特征的脑纹状沟道系统。串管海绵呈柱状,为具有房室的钙质海绵。两类海绵生态环境相似,故常共生在一起。已鉴定的属种¹⁾不下15种,计有:钝管海绵 *Amblysiphonella* (图版 I-5)、索拉斯海绵 *Sollasia* (图版 I-1)、小棒海绵 *Corynella* (图版 I-2)、瓜达卢佩海绵 *Guadalupi* (图版 I-3)、萨尔兹堡海绵 *Salzburgia* (图版 I-4)、似假嫩枝海绵 *Pseudovirgulopsis* (图版 I-6)、隐腔海绵 *Cryptocoelia* (图版 I-10),以及泡沫室海绵 *Cystothalamia*、小卫根海绵 *Waagenella*、网腔海绵 *Dictyocoelia*、小领针海绵 *Peronidella*、葡球海绵 *Uvanella*、单相海绵 *Haplistion*、肢海绵 *Colospongia*、威伍克海绵 *Wewokella* 等。然而多数是不能鉴定出属种的,具脑纹状构造的纤维海绵的碎片,并且以原地堆积生态为主,完整的生长生态少见。

钙质海绵在整个二叠纪,都是占优势的造架生物,而且是唯一的大于厘米级的生物。在来宾吴家坪组生物岩礁中,串管海绵和纤维海绵的个体都不大,少数可达15 cm长,全呈单体出现,且互不相连,分布杂乱(图版 I-2)。

上述钙质海绵,均呈枝丛状形体,不能经受大风浪的袭击,不能忍受浑浊水体,仅能在海水轻微动荡—中等动荡的地区,固着于坚硬的底质上生长。一般生活在水深不到100 m的正常浅海,但在10 m以上最为丰富。

2. *Tabulozoa* (图版 I-7, 11)

为一种分类位置未定的、有疑难的微体生物。哈特曼和葛瑞奥(Hartman and Goreau, 1975),认为应属于硬质海绵(*Sclerosponges*);弗吕格(Flügel, 1978)也提出它与海绵有亲缘关系,倾向于将它放入硬质海绵类。近年来在二叠纪生物礁中发现了不少这类生物,因其外形呈枝状硬体,由许多紧密排列的钙质管组成(图版 I-11),横切面为不规则的圆形,或多边形(图版 I-7),因而常有人把它当成苔藓虫(变口目类)。但是从体壁结构分析,*Tabulozoa*的体壁为晶粒结构(图版 I-10),而变口目苔藓虫的体壁为片状结构。常与钙质海绵共生,被蓝藻包覆,也是一种重要的造架生物。

3. *Tubiphytes* (管壳石) (图版 I-8, 9)

也是一种亲缘关系有争论、系统演化位置还没有确定的一种疑难生物或藻类。马斯洛夫(Maslov, 1956)把它定为管植藻(*Tubiphytes*),后来里格比(Rigby)命名为 *Nigriporella* (水媳珊瑚);脱米等(Toomey等, 1965)认为是藻类,并对该属进行了很好的描述,但是属红藻还是蓝藻仍有异议。1981年,弗吕格(Flügel)将它作为蓝藻来描述,并建立了一个新种,即 *Tubiphytes carinthiacus* Flügel, 为绝大多数人所接受。它是一种不断增生的泥晶方解石包壳生物,具有次圆到小叶状、瘤状的低起伏外形。常附生、粘结包覆其它生物,或自生叠覆呈堆状生长。具有同心纹与叠覆增生的生长线。颜色很暗,具有一个或数个被亮晶充填的小圆孔。

1) 邓占球同志鉴定。

来宾吴家坪组生物岩礁中的 *Tubiphytes* 非常发育，个体大、形状多样。它在生物岩礁中，既粘结、包覆其它造礁生物，同时自身也相互粘结、捆帮和被蓝藻包覆构成块体。同时又是一种重要的造屑生物，在礁间、礁前沉积物中，都是占优势的生物屑组分。它们在反射光下呈现乳白色，而在透射光下为暗色。

Tubiphytes Maslov 这个属的两个种 *Tubiphytes obscurus* Maslov (1956) (图版 I-8) 和 *Tubiphytes carinthiacus* Flügel (1981) (图版 I-9)，是生物岩礁中最普遍的组分。两个种都是由泥晶方解石沉积物不断增生的包壳生物，都具有同心状的增生纹和被亮晶充填的小孔。只是 *Tubiphytes carinthiacus* Flügel 的个体比 *Tubiphytes obscurus* Maslov 要大得多，同时壳壁具有细的、不规则形的网格。网格由暗色隐粒结构的方解石组成，而网格中间为亮晶方解石填充。

4. 蓝藻

在生物岩礁中非常丰富，为一种主要的粘结、包覆生物。有时可像被盖一样，把造礁生物海绵、*Tabulozoa*、*Tubiphytes*、炭孔藻及其碎屑、岩屑，一起缠绕包覆起来，形成一种似表壳状结构的块体，起着加固造礁生物，增进礁体抗浪能力的作用。

三、礁灰岩类型

恩布里和克罗范(Embry and Klovan, 1971)，把礁灰岩分为骨架岩(framstone)、粘结岩(bindstone)和障积岩(bafflestone)，反映造礁生物三种不同的抗浪方式和成礁方式。由于来宾吴家坪组中的生物岩礁，是形成于陆棚上深水盆地中的孤立台地边缘，受到海浪的冲击作用不强，主要的造礁生物为枝丛状钙质海绵和粘结生物蓝藻，因此从它们的生态、所处的古地理位置分析，应属于浅的、弱—中等水动力条件的沉积环境。所形成的一些岩石，则多为过渡类型的。

蓝藻、海绵粘结障积岩(图版 I-4)。蓝藻粘结灰泥，并逐层缠绕包覆海绵、*Tabulozoa*、炭孔藻(绿藻)等枝丛状生物，其间充填大量灰泥和细小的生物碎屑。这类岩石中间的灰泥(杂基) > 60%。它在生物岩礁中是常见的类型。

海绵(*Tabulozoa*、炭孔藻)障积岩。障积生物主要为纤维海绵，含量15—20%，少数可见呈生长状态的痕迹，其间为大量灰泥填充。

蓝藻、海绵(*Tabulozoa*、炭孔藻)粘结骨架岩(图版 I-3)。一种是蓝藻粘结灰泥，缠绕海绵、*Tabulozoa*、炭孔藻，互相紧密的连在一起，形成粘结缠绕格架。孔隙为2—3世代方解石胶结，造礁生物 > 70%；另一种最常见的是蓝藻粘结灰泥，缠绕包覆海绵(*Tabulozoa*)，像被盖一样，将就地破碎堆积的造礁生物屑和礁灰岩屑，整个的缠绕包覆起来，形成一种粘结包覆堆积的格架。相当于曾鼎乾(1984)的堆积缠绕格架¹⁾——由造礁生物死亡后原地堆积，被藻叠层缠绕、粘结在一起形成的格架；或钱宪和(1980)的捆绑岩²⁾——把支离破碎的造礁生物胶结成硬体。同时钱氏还提出，在古生代，这种捆绑作用通常发生在沉积缓慢、安静的环境里。在这类岩石中，造礁生物海绵、蓝藻等及其碎屑含量很高，通常都大于65%。孔隙间的填充物，有泥晶也有亮晶，部分为

1) 曾鼎乾，天然气勘探开发，1984，第1期。

2) 钱宪和，生物礁讲座稿，1980。

二世代方解石胶结。

从上述的礁灰岩类型,可以看出,此生物岩礁的形成方式,是以海绵(*Tabulozoa*)起支撑障积作用,蓝藻起粘结作用的藻、海绵粘结障积岩-藻、海绵粘结骨架岩型。

吴家坪早期,海底开始向上抬升,沉积了一套灰白色、含底栖生物(碎屑)的滩相灰岩,以此为基底,蓝藻、海绵生物岩礁开始生长。由于陆棚上海水进退较为频繁,因此海平面的升降幅度,与造礁生物的生长速度,是相适应又不相适应,致使礁体或连续生长,或一度停止生长之后再度发育,呈间歇性的向上生长。随着海水逐渐变浅,礁体进入浪底上下,造礁生物钙质海绵、*Tabulozoa*、管壳石、蓝藻、钙藻,大量繁殖。蓝藻(管壳石)的粘结包覆作用增强,以及早期海底胶结作用的加固,构成一个抗浪的碳酸盐岩块状构造体,形成这一丘状的藻、海绵生物岩礁。

参 考 文 献

- [1] 范嘉松等, 1985, 岩石学报, 第1卷, 第3期。
- [2] 贺自爱等, 1981, 石油与天然气地质, 第2卷, 第1期。
- [3] Abbott, B.H., 1979, AAPG Bull., Vol.60, P.2117.
- [4] Cumings, E.R., 1932, Bull.Geol.Soc.Amer., Vol.43, P.331—352.
- [5] Dunham, R.J., 1970, AAPG Bull., Vol.54, P.1931—1932.
- [6] Flügel, E., and Steiger, T., 1981, SEPM Special Publication.No.30, P.371—397.
- [7] Mountjoy, E.W., and Jull, R.K., 1978, Canadian J. Earth Sci. Vol.15, P.1304—1325.
- [8] Riding, R., 1981, SEPM Special Publ. No.30., P.41—83.
- [9] Nelson, H.F.et al., 1982, AAPG Mem.1, 1982, PP.224—250.

BIOHERM OF WUJIAPING FORMATION IN LAIBIN, GUANGXI

Yang Wanrong

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Abstract

Bioherm developed in the middle of the Wujiaping Formation is less than 100 m thick and belongs to marginal reef of intra-basin platform on shelf.

The main features of the bioherm are:

1. It is a low range upwarp which is made of white massive rocks with invisible lamination.

2. It contains abundant reef-building organisms such as calcisponges, blue-green algae, *Tubiphytes*, green algae and red algae. The content is usually 25—30%, locally above 75%.

3. It is composed almost completely of pure carbonate rocks without cherts and terrigenous debris.

4. It has a complete facies assemblage of slump microbreccia in reef-front, algae-sponge reef limestone in reef core and *gymnocodium* micrite in back-reef.

The primary reef-building organisms are calcisponges, tabulozoans, *Anthroporella*, blue-green algae and *Tubiphytes*. The first group organisms are supporting and baffling ones, and the last two are binding and encasing ones.