

广西隆林科风造礁海绵的古生态研究

张孝林

(云南石油地质研究所)

张 维

(中国科学院地质研究所)

钙质海绵是我国南方二叠纪生物礁的主要造礁生物之一,由不同类型钙质海绵构成的化石群落记录了礁体形成的完整过程。广西隆林科风的化石群落是我国南方二叠纪生物礁内保存完好的群落之一,本文以此为研究对象,初步确定了科风生物礁的性质及其化石群落的组成;讨论了造礁海绵的古生态,并与毗邻样播生物礁的造礁生物进行了对比;总结了科风生物礁发生、发展、消亡的基本特征。

关键词 生物礁 钙质海绵 生物群落 古生态 广西

我国西南二叠纪主要造礁生物为钙质海绵,它们常常同具有粘结作用的钙藻类等一起,形成巨厚的生物礁。本文研究范围限于广西隆林科风地区造礁海绵的古生态学,化石属种描述鉴定部分有另文讨论。

一、概 述

我国西南滇黔桂二叠纪海相沉积环境可分为三大相区,即台地相、台地边缘相和盆地相。生物礁部分发育在台地相内,成为规模不大的点礁。多数发育在台地边缘相内,呈线状礁滩带排布。此外,在盆地内部孤立水下台丘的顶部或周边也有发育。隆林安然古隆起为椭圆状呈东西方向展布,整个礁滩带呈马蹄形从隆起的北翼经西端绕到南翼,科风生物礁位于隆起的西端(图1),是礁滩带内发育完好的礁之一,厚度达426.27 m。生物礁自中二叠世栖霞期的 *Misellina* 筴带开始形成,至茅口期的 *Neoschwagerina* 筴带达到全盛,延续至晚二叠世长兴期的 *Palaeofusulina* 筴带。钙质海绵是科风生物礁的主要造礁生物,仅串管海绵(Sphinctozoa)一类就有15属24种。除钙质海绵外,在科风礁内还发现原生动物、腔肠动物、苔藓动物、软体动物、棘皮动物以及钙藻类等多门类近百个属种的化石。根据这些生物对礁体形成的作用,可划分为造架生物、粘结生物、附礁生物等几类,造架生物为钙质海绵、水螅类和苔藓虫等,粘结生物以钙藻类为主,如古石孔藻 *Archaeolithoporella*、管壳藻 *Tubiphytes* 等,部分钙质海绵、苔藓虫也具有粘结作用;附礁生物包括腕足类、腹足类、瓣鳃类、棘皮类及有孔虫等。

本文1989年10月4日收到。

• 此项研究是“中国南方二叠纪造礁生物群落研究”的一部分,得到国家青年自然科学基金资助。

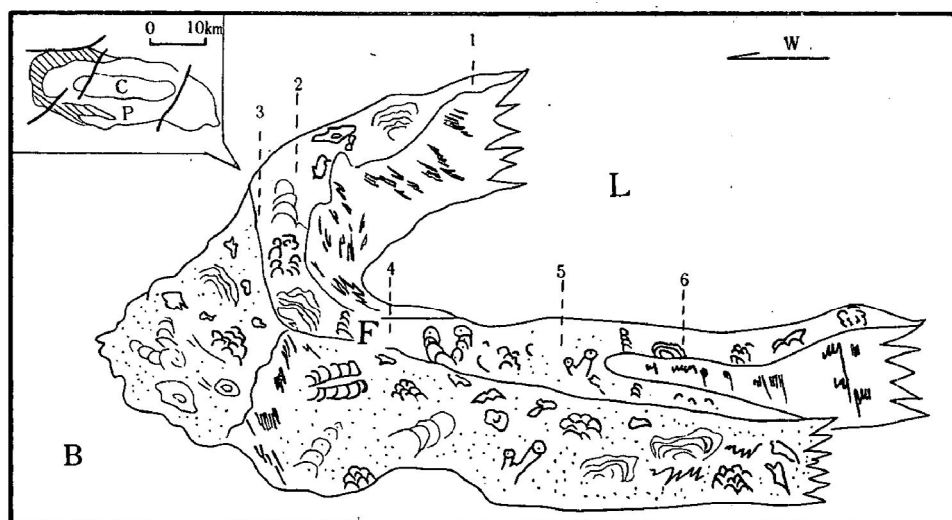


图1 广西隆林安然地区二叠系生物礁的空间展布及科风礁的位置

B—盆地相, F—礁相, L—礁后泻湖相, C—石炭系, P—二叠系;

1—同仁, 2—科风, 3—马窝, 4—坡龙, 5—播妹, 6—祥播

二、造礁海绵化石的研究现状

参与造礁的钙质海绵为串管海绵、纤维海绵 (Inozoa) 和硬骨海绵 (Sclerospongiae)。这三类海绵在科风礁内均有发现。

串管海绵自 Defrance (1828) 最早研究后, 获得很大进展, 但长期以来并没有注意到它的造礁意义。本世纪 50 年代, 串管海绵分类位置得到了初步明确, 它在礁环境内大量出现的现象也受到普遍注目。目前认为串管海绵是世界上二叠、三叠纪的重要造礁生物。欧洲是串管海绵化石最富集的产地之一, 在不同地点三叠系礁内, 它们都有普遍分布。我国的串管海绵化石主要产在二叠系礁内, 自 80 年代起, 相继在贵州、云南、广西、湖北、四川、湖南等地生物礁内大量发现。当前对这类海绵除进行系统的描述鉴定外, 已经更多地注意到它与其它门类生物的关系, 并试图建立串管海绵的成礁模式。对这类海绵的研究进展还体现在: 1. 地史分布。传统认为串管海绵最早见于石炭纪, 古新世基本绝灭, 但 Rigby 和 Blodgett (1983) 报道了北美阿拉斯加中泥盆统的串管海绵化石, 同时, Pickett 和 Jell (1983) 报道了澳大利亚新南威尔士中寒武统的发现。另外, Pickett (1982) 还报道了西澳南方第三纪的串管海绵化石。2. 结构构造。Senowbari-Daryan (1989) 报道在 *Stylothalamia* 等属的房室壁内保存有硅质骨针, 这一发现将导致对这类海绵的分类位置及演化关系做重新评价。

纤维海绵最早由 Zittel (1879) 研究。这类海绵在结构构造上与串管海绵完全不同, 但经常共同出现在生物礁内。它们的骨骼主要有骨纤 (fibrous) 构成的支撑格架, 骨纤内嵌埋有骨针。骨针排列成束或相互铰合, 有时以侧边接触相联结。古生代的纤维海绵在成岩作用影响下很难保存骨针, 因此它们的骨骼很容易与普通海绵纲的一些属种混淆, 特别是在化石标本硅化以后。已知纤维海绵最早出现于意大利西西里的早二叠世 Leonardian 阶, 北非突尼斯晚二叠世礁内也有发现。中生代纤维海绵获得很大发展, 晚三叠世和中侏罗世是两大繁盛期, 它

们常常和串管海绵一起成为重要造礁生物。我国西南二叠系生物礁内含有丰富的纤维海绵化石，只是近年来才得到正式报道（范嘉松、张维，1987）。当前对纤维海绵的研究主要限于属种描述及新类型的确定，此外，这类海绵与普通海绵及相关其它门类（如水螅类）的对比研究也越来越给予更多的注意。

硬骨海绵在骨骼构造上与串管海绵、纤维海绵完全不同，其主要骨骼由文石及镁方解石构成，但在软组织内含细小的硅质骨针，因此在多孔动物门中自成一纲。现生硬骨海绵分布在太平洋、印度洋、地中海、红海及加勒比海，它们一般生存在珊瑚礁水体平静的隐蔽洞穴内。通过与现生硬骨海绵的比较，已经发现了二叠系、三叠系和白垩系的化石硬骨海绵，但这些化石由于不保存硅质骨针，只能以钙质硬体骨骼为主要归属依据。尽管对硬骨海绵知之甚少，但普遍认为它们是重要的造礁生物。对我国南方二叠纪生物礁内硬骨海绵的研究主要侧重在建立分类准则和系统化石描述鉴定上，并已开始探讨它们的生态习性、造礁方式及其与其它生物的关系。

经详细的古生物鉴定，科风礁内计发现如下海绵化石：

1. 串管海绵

Amblysiphonella canaliculata Guernet and Termier, 1971

Amblysiphonella regularis Zhang, 1983

Amblysiphonella sp.

Amblysiphonella? *bullifera* Senowbari-Daryan and Rigby, 1988

Colospongia maxima Rigby, Fan and Zhang, 1989

Colospongia cf. *dubia* Laube, 1865

Girtycoelia sp.

Platythalamia streptocaulia n. sp.

Platythalamia minima n. sp.

Cystothalamia sp.

Tebagathalamia cylindrica Senowbari-Daryan and Rigby, 1988

Tebagathalamia irregularia n. sp.

Graminospongia sp.

Intrasporeocoelia hubeiensis Fan and Zhang, 1985

Intrasporeocoelia cf. *hubeiensis* Fan and Zhang, 1985

Intrasporeocoelia aff. *hubeiensis* Fan and Zhang, 1985

Rhabdactinia sp.

Sollasia sp.

Verticillites cf. *convexus* Boiko, 1981

Verticillites columnella (Parona) Aleotti et al., 1986

Guadalupia cylindrica Girty, 1908

Glomocystospongia sp.

Phragmocoelia sp.

2. 纤维海绵

Peronidella regulara Rigby, Fan and Zhang, 1989

Peronidella permiana n. sp.

Peronidella sp.

Grossotubenella parallela Rigby, Fan and Zhang, 1989

Intratubospongia multisiphona Rigby, Fan and Zhang, 1989

Intratubospongia cf. *typica* Rigby, Fan and Zhang, 1989

Intratubospongia sp.

Stellispongia cf. *radiata* Rigby, Fan and Zhang, 1989

Stellispongia sp.

Paragrossotubenella magna gen. et sp. nov.

Inozoa gen. et sp. 1 indeter

Inozoa gen. et sp. 2 indeter

3. 硬骨海绵

Tabulozoa type 1

Tabulozoa type 2

Sclerospongia gen. et sp. 1 indeter

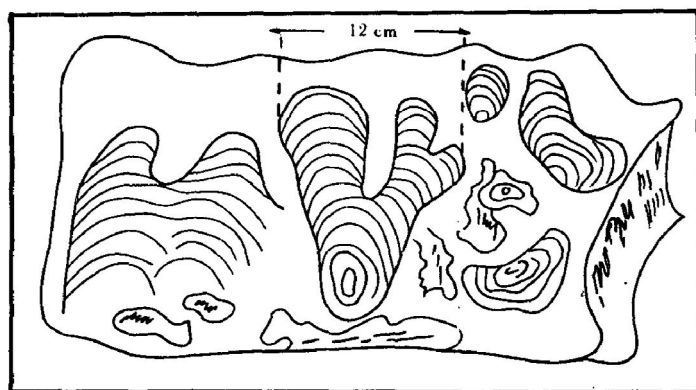


图 2 *Intrasporocoelia* 在低能量环境中的各种形态
(野外素描)

三、造礁海绵的古生态

科风生物礁的造礁生物由造架生物、粘结生物和附礁生物等组成,门类众多。造礁海绵在整个礁生物群中占有重要地位。海绵是滤食性生物,水流自身体表面的孔洞进入体内,借水流的循环完成新陈代谢等各种生理活动。钙质海绵通常生存在温暖、清洁、透光性好、水动力条件适中的环境,一般在水深 4—18 m 的水体中发育最好。

上述每项环境因子的变动都直接影响海绵的发育和生存。在科风礁所做的统计表明,在水能量较弱的地带,海绵往往体径扩大,发育充分。常见的形状有长柱状、阔锥状等,由于身体表面积增加、微孔增多,使进入体内的水流量增多,这是对水动力较弱环境的适应(图 2)。而在水动力较强的环境,海绵通常体径变小,多为低矮的柱状、穗状、板状等,群体也比单体更常见,借以增加抗浪能力。通过与正常环境中生存的同属种海绵相比,这种由于环境的不同产生的体形变化就更为明显。

造礁海绵不仅以自身体形的变化指示不同环境,同时还突出地表现了与其它礁生物的生存竞争。在礁体发育过程中,许多属种的繁盛、衰退和替代等导致特征不同的生物群落形成。群落的演化过程大致归纳为渐变型和突变型两类。科风礁钙质海绵的渐变型群落往往从零星分散的出现开始,以后聚合为多属种的群集,最后逐渐衰退。在发展过程中,造礁海绵不仅出现了形体大小、形态差别方面的变化,还具有分异度、丰度、优势属方面的不同。渐变型群落的发展过程可表现为一个群落逐渐演变为新群落的过程。突变型群落则是在正常环境中

生存的生物群受突然事件的影响而遭绝灭, 这是一种在没有生存竞争条件下生物群落的整体消亡, 与渐变型群落的发展过程完全不同。了解和分析两种群落的发展过程以及它们的变化趋势, 有助于揭示礁体发生、发展、衰亡的一般规律。

科风礁的生物群落基本上以渐变型群落为主。根据各阶段礁生物化石组合面貌的差异, 以造礁生物中优势最高的属作为群落的名称, 可以分为四个不同的化石群落, 自下而上分别为:

- (1) 钝管海绵群落 (*Amblysiphonella* community)
- (2) 瓜达卢佩海绵群落 (*Guadalupia* community)
- (3) 内孢粒腔海绵群落 (*Intrasporeocoelia* community)
- (4) 小领针海绵群落 (*Peronidella* community)

从图3可以看出, 钙质海绵的某些属可普遍分布于四个群落内, 只是丰度有所变化, 而另外一些属则因环境变化, 仅局限分布在一定的群落内。四个群落的基本特征如下:

钝管海绵群落 由串管海绵、纤维海绵、板海绵及古石孔藻等组成, 主要属包括 *Amblysiphonella*, *Verticillites*, *Intrasporeocoelia*, *Rhabdactinia*, *Grossotubenella*, *Tabulozoans* 和 *Archaeolithoporella* 等。群落内海绵个体大小差别较大, 最大体径 6—15 cm, 最小仅 0.3—1 cm, 海绵的抗浪能力较差, 一般多以倒伏和倾斜状产出。生物个体间常由生物碎屑及球粒等充填。群落形成初期以单体形态特异的 *Intrasporeocoelia* 为主, 代表水动力条件弱的环境。随着基底的适度抬升, 生物门类逐渐增多, 钝管海绵开始取得优势 (优势度 48%), 古石孔藻等粘结生物的大量出现, 对提高礁体初期的坚固性和抗浪能力等起了重大作用。本群落的海绵分异度为 6, 丰度 143 个/2500 cm²。

瓜达卢佩海绵群落 本群落在一群落的短暂间歇期后迅速形成, 属种多、丰度高, 在组合面貌上完全不同。瓜达卢佩海绵为优势属 (优势度 36%), 群落内海绵个体大小一般 1—3 cm, 多呈分枝状。钙藻类、硬骨海绵 (限于包覆状的 *Tabulozoans*) 的缠绕包裹作用在这里更为普遍。由于礁生物在此时生存于水能量较强的环境, 故竞争十分明显, 例如缺乏抗浪

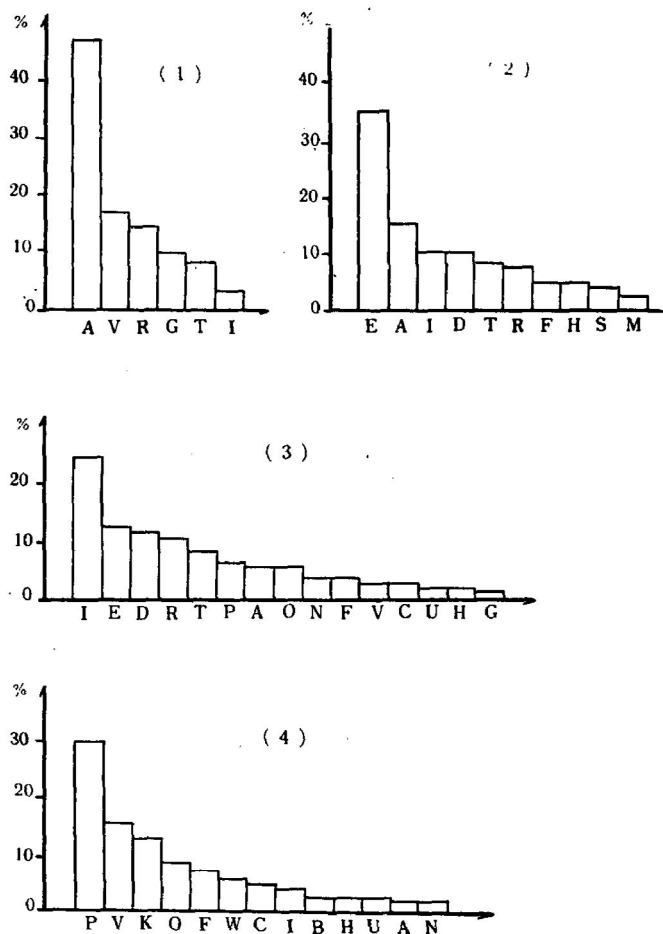


图3 造礁海绵在科风礁不同群落内的含量对比

A. *Amblysiphonella*, B. *Cystothalamia*, C. *colospongia*, D. *Tebagathalamia*, E. *Guadalupia*, F. *Intratubospongia*, G. *Grossotubenella*, H. *Graminospongia*, I. *intrasporeocoelia*, K. *Amblysiphonella?*, M. *Imbricatocoelia*, N. *Platythalamia*, O. *Sollasia*, P. *Peronidella*, R. *Rhabdactinia*, S. *Stellispongia*, T. *Tabulozoa*, U. *Sclerosponges*, V. *Verticillites*, W. *Girtycoelia*

(1) 钝管海绵群落, (2) 瓜达卢佩海绵群落,

(3) 内孢粒腔海绵群落, (4) 小领针海绵群落

能力的大个体海绵一般很难生存,它们倒伏死亡以后迅速被粘结生物包裹固定,并由新生的海绵和其它生物作为生长基底,这些海绵死亡以后再由粘结生物包裹固定,世代反复,堆积成巨厚的抗浪体,推测科风礁即由此种方式形成。本群落的主要海绵属为 *Guadalupea*, *Amblysi-phonella*, *Intrasporeocoelia*, *Tebagathalamia*, *Rhabdactinia*, *Intratubospongia*, *Stellispongia*, *Imbricatocoelia* 以及 *tabulozoabs* 等,群落中的分异度是 10, 丰度 514 个/2500 cm²。

内孢粒腔海绵群落 包括钙质海绵在内的造架生物迅速生长,以及粘结生物的大量繁盛,使科风礁基本发育成熟。由于礁体接近水平面,水体浅而动荡。此群落的属种基本适于生存在成熟礁环境,主要特征为分异度高、丰度和优势度下降,并与其它门类生物共生,这些生物主要为水螅类、棘皮类、苔藓虫、钙藻类等。内孢粒腔海绵为优势属,但它们与出现在钝管海绵群落的类型不同,体壁往往增厚,房室低矮,体径较小,多在 2—3 cm 之间,这是对高能环境的适应。生存于此种环境内的海绵在海水不断冲刷下很难直立生长,倾斜、倒伏者多见。海绵残体及礁块碎屑分布普遍。主要海绵属包括 *Intrasporeocoelia* 等 15 个,丰度 326 个/2500 cm², 优势度 25%, 分异度 15。

小领针海绵群落 本群落是东吴运动后重新出现的一个群落,群落组合面貌有较大变化。造礁海绵以密集状态生存为特征,个体体径一般为 0.3—1 cm, 高度 3—8 cm, 呈分枝状。其中小领针海绵数量最丰,是本群落的优势属(优势度 30%)。由于大型个体海绵在这里很少出现,小型的海绵便取而代之,并在数量上占据优势。同时,纤维海绵亚目的属种也大量繁盛,构成了本群落与前三个群落完全不同的特色。此外,粘结生物仍十分发育,包覆生长的钙藻分布普遍,它们可同时包缠多个海绵体或其它碎屑,但藻包覆层的厚度减薄,一般为 0.5—0.8 cm, 这表明由于海绵自身的抗浪能力增强,已不需要借助其它生物的辅助来建造礁体。本群落生存的环境水动力条件适中,但时有短期的强水流冲击早期形成的礁基或造礁海绵体,因此碎屑物质仍很常见。海绵由 *Peronidella* 等十几属组成(图 3), 分异度 13, 丰度 670 个/2500 cm²。

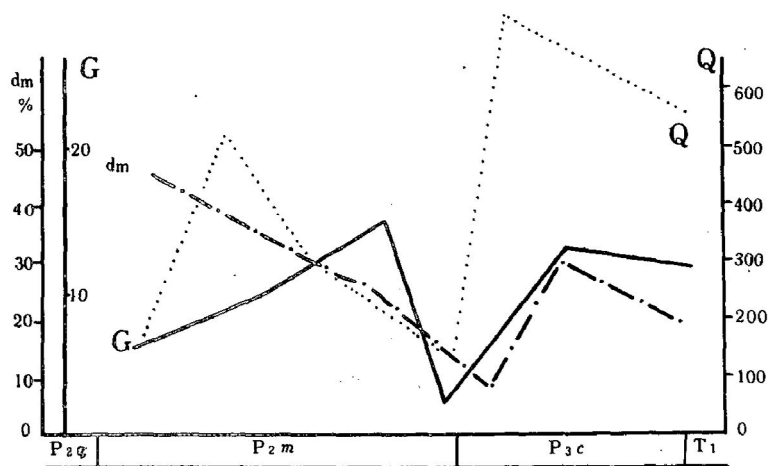


图 4 科风礁群落内造礁海绵在优势度、分异度和丰度上的变化

dm—优势度, G—分异度, Q—丰度;

P_{2q}—中二叠世栖霞期, P_{2m}—中二叠世茅口期,

P_{3c}—晚二叠世长兴期, T₁—早三叠世

通过对上述四个群落造礁海绵在生态和数量分布上的分析,得出优势度、分异度及丰度的对比(图 4)。

可以看出,出现在科风礁中二叠世的海绵群落是渐变型群落。三个群落在演化过程中具有一定的继承关系,一些属可以连续出现在这些群落内。由于它们所需环境因子没有大的改变,所以出现属种间的竞争趋势。造礁海绵不同的繁盛阶段,以具有优势度的属为代表,它们反映了科风礁的发育过程。在隆林安然地区马蹄形礁滩带内,科风礁的发育最早,

这可以从一定范围内的群落对比得到证明。科风礁的内孢粒腔海绵群落大致相当于邻区祥播礁的内孢粒腔海绵群落, 而钝管海绵群落显然是出现较早的礁群落, 这一时期在祥播礁出现的球旋虫群落和叶状藻群落还尚未成礁。事实上, 科风礁在棱霞期的 *Misellina* 带开始形成, 到茅口期的 *Neoschwagerina* 筴带达到全盛, 其中有两次短暂的间歇期。横向上则由安然古隆起的西端逐渐向两翼扩展, 形成礁滩带目前的分布状态。而两翼的礁体(如祥播、田坝)于 *Neoschwagerina* 筴带开始形成, 在时间上确晚于科风。

晚二叠世的海绵群落属突变型, 群落的整体面貌无明显变化。同中二叠世的三个群落比较, 单位面积内海绵丰度多 2—4 倍, 小个体的海绵生长密集。无间歇期表明群落是在较稳定的环境中形成, 生长速度与底质的下降速度基本相等。群落的衰亡是受到外部环境的改变, 由于“苏皖运动”的影响使生长底质高出海平面, 造成串管海绵等造礁生物很难生存、发展并走向衰退, 从而结束了科风礁的发育过程。

四、生物礁发育旋回的讨论

根据生物群落的分析, 科风生物礁自下而上可划分出四个成礁旋回: 中二叠世三期, 晚二叠世一期。

第一成礁旋回 (厚 92.46 m)

由浅灰色块状海绵障积礁灰岩组成, 礁的基底为逐渐抬升的滩相碳酸盐岩沉积层, 以有孔虫和绿藻中粗枝藻碎屑为特征。局部出现的内孢粒腔海绵由于水动力条件差、水体平静, 发育为大型的、房室低矮的特异类型。礁基底与礁呈渐变接触。海绵、钙藻逐渐增多, 形成科风礁的第一个群落。礁体中的生物含量自 15—50% 不等。礁体顶部由于水体逐渐变浅不适于海绵的生长而形成礁间歇期, 即以生物礁屑和粒屑为特色的礁坪相沉积。

第二成礁旋回 (厚 84.45 m)

在礁坪相的粗颗粒沉积物基底上迅速发育, 以各门类生物的大量繁盛为特征。造礁海绵一般呈原地生长状态, 生物之间由数量丰富的古石孔藻填隙包覆, 海绵的属种多、丰度高, 在持续的发展以后, 礁体顶部出现 5 m 厚的滩相颗粒沉积物, 构成又一次礁间歇期。

第三成礁旋回 (厚 110.91 m)

科风礁内延续时间最长的一个旋回。造礁海绵显示出与其它旋回不同的特色, 其中串管海绵个体大小分异明显, 纤维海绵在丰度上迅速增加, 同时出现大量的藻类, 除起粘结作用的古石孔藻和 *Tubiphytes* 以外, 还出现能够参与造架的大型拟刺毛藻 (*Parachaetetes*) 等。旋回内的群落代表了这一时期造礁生物的组合面貌, 是科风礁发育最成熟的标志。此后, 发育了一套成分复杂、具磨圆度的砾石层, 使中二叠世礁的发展中断。

第四成礁旋回 (厚 83.53 m)

这一旋回在碳酸盐角砾、砂砾沉积物的基础上形成, 是科风礁经过中二叠世的繁盛后, 在晚二叠世的又一次复苏, 以小型个体的造礁海绵大量出现为特征。粘结包覆型生物在这里明显减少。礁的顶部具有十几米厚的、杂乱堆积的角砾、礁岩碎块的沉积层, 致使造礁生物大量减少, 这是环境突变的标志。随着这一成礁旋回的结束, 科风礁告终。

上述四个成礁旋回与四个造礁生物群落相对应, 即随着造礁海绵的兴衰, 礁体的发育呈现出旋回性。这种旋回性比较客观地解释了科风礁的发育历史。在这里, 对成礁旋回的确定

可能过多地强调了生物的作用,非生物的因素(如成礁过程中纤状方解石的胶结等)在礁发育过程中也非常重要。

同样播礁相比,科风礁的成礁旋回少而简明,这可能是古地理位置不同所致,样播礁等位于隆林安然地区马蹄形礁滩带的翼部,外部因素的过多影响可能使礁的发育过程更为复杂。

五、结 语

本文研究了隆林科风礁造礁海绵的古生态,确定了四个造礁生物群落,并据此揭示了科风礁在发育过程中的成礁旋回。在科风礁内,不同优势度、分异度和丰度的四个群落主要由钙质海绵的25个属(包括类型或未定属)38个种(含未定种)组成,它们分别属于串管海绵亚目、纤维海绵亚目和另一类海绵——硬骨海绵。科风礁的整个发育过程与这些海绵的繁盛密切相关。

造礁海绵的个体大小及形态变化能够指示环境。生存在水能量较强地带的海绵通常个体较小、生长密集、群体类型普遍;生存在静水或较深水体的海绵通常个体较大、形态多变、单体类型普遍。海绵在造礁中一般需要粘结生物(主要是钙藻类)的辅助,对科风礁造礁海绵古生态的分析表明,成礁旋回发育越好,粘结生物的含量也越高。

研究表明,中二叠世科风礁出现间歇期主要是由于生物群落的发展过快,当造礁海绵的生长接近海平面时就不利于它们继续生存,礁的发育于是停滞。晚二叠世礁的衰亡主要是环境的突变,造礁海绵难以适应所致。

中国科学院地质研究所范嘉松研究员、云南石油地质科研所齐敬文、周铁民等同志曾参加了科风礁的野外地质考察,并就有关问题同笔者进行过广泛讨论,在此谨致诚挚谢意。

参 考 文 献

- [1] 杨万容, 1987, 石油与天然气地质, 第8卷, 第4期, 424—428页。
- [2] 贺自爱等, 1981, 石油与天然气地质, 第2卷, 第1期。
- [3] 范嘉松、张 维, 1987, 地质科学, 第4期, 326—333页。
- [4] 张孝林、王建民, 1988, 地质科学, 第3期, 205—212页。
- [5] 张 维, 1987, 地质科学, 第3期, 231—238页。
- [6] Basile, L. L. et al., 1984, Jour. Paleont., 58 (3), P. 636—650.
- [7] Dieci, G., Antonacci, A. and Zardini, R., 1970, Boll. Soc. Pal. Ital., 7, (1968), 2, P. 94—155.
- [8] Fagerstrom, J. A., 1984, Palaeontographica Amer., 54, P. 370—381.
- [9] Hartman, W. D. and Goreau, T. F., 1970, In: Frey, W. D. (ed.), Biology of the Porifera, Symp. Zool. Soc. London, 25, P. 205—243.
- [10] Hartman, W. D., Wendt, J. W. and Wiedenmayer, F., 1980, Sedimenta VIII, Comparative Sed. Laboratory, Division of Marine Geology and Geophysics, the University of Miami.
- [11] Pickett, J. W., 1982, Alcheringa, 6, P. 241—247.
- [12] Rickett, J. W. and Jeff, P. A., 1983, Men. Ass. Australas. Pal., 1, P. 85—92.
- [13] Rigby, J. K. and Blodgett, R. B., 1983, Jour. Pal., 57, 4, P. 773—786.
- [14] Senowbari-Daryan, B., 1989, Abh. Berliner Geowiss., 106 (A), P. 473—515.

PALEOCOLOGY OF REEF-BUILDING SPONGES IN KEFENG REEF, LONGLIN, GUANGXI

Zhang Xiaolin

(Yunnan Institute of Petroleum Geology)

Zhang Wei

(Institute of Geology, Academia Sinica)

Abstract

Four fossil reef communities can be differentiated from Kefeng reef, Longlin region, Guangxi, in which three communities belong to Middle Permian (from *Misellina* zone to *Neoschwagerina* zone), and one belongs to Late Permian (*Palaeofusulina* zone). Many of the 25 genera and 38 species found here are restricted to Sphinctozoa, Inozoa and Sclerospongiae. Based on the general characteristics of the communities, the sequence of Kefeng reef can be divided into four distinct reef-cycles. And these cycles are corresponding to the flourish of the reef-building sponge communities.

Some statistical data suggest that the size and form of calcisponges can indicate different environment. In general, those sponges lived in a higher-energy water are always smaller in their form and denser in distribution. The binding organisms play an important role in reef development. They are very abundant in quantity and important to the building up a typical reef.

请订阅综合性石油科普杂志《石油知识》

一册《石油知识》在手，可以帮助您增长丰富的石油、石化知识，掌握石油科技的最新信息，推广各项科技成果和实用技术，了解国内外石油工业的历史、现状及发展动向，还可以欣赏到有关石油的见闻、趣谈、轶事和石油科普文艺作品，使您收到启迪开拓宏志、激发探索精神、陶冶高尚情操之效益。

《石油知识》为双月刊，逢单月下旬出版。国内统一刊号：CN—1090。单价 0.95 元，全年 5.70 元。对订阅本刊 50 份以上的集体订户，实行 9 折优惠。自 1991 年全国报刊征订季开始，本刊完全实行自办发行，新老订户请凭订阅单或直接汇款至“辽宁省盘锦市兴隆台辽河石油报社广告报刊发行公司”订阅。邮政编码：124010。开户银行：工商银行辽河油田兴隆台办事处。帐号：31080。本刊承接广告业务，广告经营许可证：盘市广告字—009 号。本刊编辑部地址：辽宁省盘锦市兴隆台。电话：(辽河油田) 22151；国内长途直拨电话：04271、7、20845。