

古代生物礁研究中的若干问题, 兼论我国西南地区二叠系生物礁的类型

范嘉松

(中国科学院地质研究所)

本文根据我国生物礁的研究现状和争论焦点, 在讨论生物礁术语、分类的基础上提出岩隆礁或碳酸盐岩隆礁一词, 以统一繁多纷乱的各种术语, 进而将其分为: (1) 生物岩隆礁; (2) 障积岩隆礁; (3) 灰泥岩隆礁三大类。同时论述了生物礁的发育过程和造礁作用的旋回性。结合我国西南地区二叠系生物礁的不同典型, 作了进一步的阐述、概括和归类。

生物礁是碳酸盐岩分布区由各种生物组成的一种特殊的碳酸盐隆起构造。在欧美称为碳酸盐建隆 (Carbonate buildup)。在苏联称为生物建隆。它是一种独特的碳酸盐体, 由群体或单体生物骨骼组成, 彼此叠覆生长, 保存于生长地, 形成坚固的骨架。或为几代生物的骨架, 在生长时粘连在一起, 形成坚固的构造, 耸立于海底之上。它具有特有的沉积组合和生物群落。因而它是古生物学、古生态学的重要研究对象。

当前国内外生物礁研究都围绕着以下各个方面进行: (1) 生物礁的形态、大小与围岩的接触关系; (2) 生物礁的岩性特征、结构和构造; (3) 生物礁的生物组成 (包括造架生物、联结包覆生物和附礁生物)、生物群落以及生物群落演化; (4) 生物礁的沉积相带划分和微相研究; (5) 生物礁的发育过程和阶段; (6) 生物礁的成岩作用、成岩顺序和孔隙特征; (7) 生物礁的区域分布规律。

从生物礁研究总趋势来看, 基本上沿着两个不同方向开展研究: (1) 从古生物学、古生态学角度来研究生物礁的性质和成因; (2) 从碳酸盐岩石学和沉积学角度来研究生物礁。前者如美国和西欧, 以研究藻类化石为主的一批古生物学家, 他们对生物礁作出了重要贡献, 象特米 (D.F. Toomey)、莱丁 (R. Riding); 后者如美国、加拿大从事油田勘探的生物礁研究者以岩石学、沉积学手段来研究生物礁, 他们重视礁的野外特征、礁的结构、构造, 特别重视研究礁的成岩作用对油气储集的影响。

西德以弗吕格 (E. Flügel) 为首的一批生物礁研究者, 既重视碳酸盐岩石学研究, 特别是微相研究, 又进行生物礁内各类生物的综合研究, 因而取得了显著的成果。看来只有把两者紧密地结合起来, 才能阐明生物礁的特征和发育规律。

中国科学院地质研究所自1980—1982年在湖北西部利川地区, 对晚二叠世生物礁连续进行了数年的野外调查和室内研究, 并与江汉石油管理局研究院、江汉石油学院、四

川石油管理局研究院共同协作，终于建立起利川二叠纪生物礁的礁型剖面。

1985年我们又与南京地质古生物研究所、成都地质学院共同研究重庆北碚老龙洞生物礁；又与滇黔桂石油地质研究所共同研究广西隆林祥播生物礁，开展这些生物礁的研究，使我们扩大了视野、增进了知识、丰富了内容，因而对我国二叠纪生物礁有了更加深入的认识。

一、生物礁研究的现状和争论焦点

(一) 生物礁的术语

关于礁的定义，长期以来处于争论之中，至今仍未获得统一的认识。根据劳文斯坦 (Lowenstam, 1950)、纽威尔 (N.D. Newell, et al., 1953) 对礁所下的定义，礁是由造架生物和联结生物组成，它们有足够的力量形成坚固的抗浪构造。因此在本世纪五十年代，绝大多数的学者对礁的定义都是强调生物作用，并且严格地遵循着它是由造架生物形成的抗浪构造。

顿哈姆 (Dunham, 1970) 提出了礁的双重概念，即(1)地层礁：分布于地层柱内，侧向受局限的碳酸盐体；(2)生态礁：由能抗浪的生物形成的碳酸盐体。

海格尔 (Heckel, 1974) 对礁的定义作了如下的规定：(1)它能在动荡海水中生长发育，即能抗浪；(2)控制周围的环境，使其发生分化，从而形成不同的相带。

近年来，西欧、北美广泛使用岩隆这一术语。岩隆的定义为(1)它是正向地貌隆起，与周围的同期沉积物以及上覆和下伏岩层在组成成份上和内部组构上均有明显的不同；(2)厚度较同期沉积物要大；(3)沉积期间发育于地貌高地。岩隆这一术语实际指碳酸盐岩隆起体。不论其组成成份，所含生物多寡有怎样的变化，只要它具备一个碳酸盐岩实体就可以称为岩隆，或碳酸盐岩隆。

在苏联，第三届沉积岩石学-古生态会议以后，广泛使用了“生物建隆”这一术语。

至于滩 (Bank) 这一术语，建议仍保留使用。滩也具有一定的或微弱的地貌隆起，但显然不及岩隆明显。它由生物和非生物颗粒组成，生物已破碎，受到搬运和改造。

生物层 (Biostrome) 一般不具隆起，横向伸展甚远，它是由完整的生物组成。生物层是柯明思 (Cumings, 1930, 1932) 所建立的术语。对于生物层的认识，各家的意见颇不统一。柯明思和施罗克 (Cumings and Shrock, 1928)、柯明思 (1930, 1932) 认为生物层是由固着生物形成的，为透镜状生物层，如介壳层、海百合层和珊瑚层。分歧在于造成生物层的生物是否必定是造架生物。柯明思的意见是它既可以是群体造架生物，也可能是软体动物、腕足动物。克劳特 (Cloud, 1952) 甚至把生物层这一术语只限于介壳层。

在苏联，对生物层的概念和定义已有相当大的修正。根据苏联第三届沉积岩石学-古生态会议的决议，生物层是块状或层状古代生物建隆，它并不高耸于周围同期沉积物之上。这些生物层是由具有钙质骨骼的固着生物造成，指原地生长生物，不包括柯明思所说的介壳层、海百合层。因此苏联所使用的生物层的定义显然与柯明思原来的概念完全不同，他们建议由介壳组成的生物堆积，不应当命名为生物层，而应命名为滩，如新生

代牡蛎滩、贻贝滩以及其他的滩；古生代的腕足类滩、腹足类滩等。笔者认为把组成生物层的生物给予一定的局限，只限于由那些原地呈生长状态的造架生物组成的层状岩层命名为生物层也许能被大家所接受。

生物层的厚度可以从数厘米到几米，长可达几千米。其底面一般平坦，顶面波状起伏。生物层内的造架生物的生长速度与周围同期沉积物的堆积速度大致相当，因此其厚度与周围沉积层的厚度大致相同。生物层与围岩的接触关系，为透镜状尖灭接触或互生接触。骨架生物在生物层内均匀分布，或斑点状分布，或呈带状分布。

生物丘 (Bioherm)：生物丘是柯明思所创立的一个术语，指生物成因的丘状构造或其他圆形构造，它们分布于其他岩性之内，或被其他沉积物所包围，但并未说明它是否达到波基面或海面。奈尔逊 (Nelson et al., 1962) 专指那些原地的生物堆积为生物丘。生物丘实际上就是礁的同义名。苏联生物礁研究者认为生物丘的顶面，或生长形态不可能高于波基面，这样生物丘本身不致遭受海浪的剥蚀，而无伴生的破碎产物。一旦生物丘生长到波基面之上，这时生物丘就要遭受波浪强烈冲刷，在其周围堆积了破碎的生物碎屑。这时生物丘就转变为礁。

目前，对生物丘概念的理解至少有三种认识：(1) 海逊 (Henson, 1950)、林克 (Link, 1950)、童豪威 (Twenhofel, 1950) 都是把生物丘与礁作为同义语，纳里富金 (Наливкин, 1956) 也同意生物丘就是生物礁的同义语；(2) 裴迪琼 (Pettijohn, 1975)、麦克尼尔 (MacNeil, 1954) 等人以一般概念出发，把生物丘看作是厚大的碳酸盐块体，礁只是生物丘达到海面时的一种个别特殊情况；(3) 生物丘是丘状生物建造，它没有达到海面或波基面，因此不具有受波浪破碎后形成的生物碎屑堆积。苏联学者大多持这种观点。克劳特 (Cloud, 1952) 在早年的文献中也倾向于这一认识。

(二) 生物礁的分类

生物礁可以根据不同标志、特征来进行分类，最常见的为形态分类和成因分类：

1. 形态分类

根据生物礁形态特征和古地理分布位置，一般可分为：(a) 堤礁 (Barrier reef)；(b) 镶边礁或岸礁 (Fringing reef)；(c) 点礁或斑块礁 (Patch reef)；呈分散、孤立状分布于泻湖内；(d) 环礁 (Atoll reef)；(e) 马蹄形礁 (Horse shoe reef)。

2. 成因分类

主要依据岩性、古生态特征，并结合考虑形态标志。目前较有代表性的分类有海格尔 (Heckel, 1974)、威尔逊 (Wilson, 1975)、特米 (Toomey, 1981)、弗吕格 (Flügel, 1982)、詹姆斯 (James, 1983) 等。

海格尔对生物礁的分类：海格尔以是否具有抗浪标志为依据，把生物礁划分为两大类。抗浪标志主要为是否存在礁被波浪破碎后所形成的礁角砾堆积 (Talus)。如有这些礁角砾堆积，就称为骨架礁。骨架礁又可分为以下几类：(a) 生物骨架礁；(b) 非生物联结骨架礁；(c) 叠层石礁；(d) 灰泥格架礁。如缺乏礁被破碎后所形成的角砾堆积，海格尔把它们分为以下三类：(a) 亮晶胶结的碎屑礁；(b) 生物联结的骨屑礁；(c) 深水礁。

威尔逊对碳酸盐台地边缘礁的分类：主要依据波浪、水流强度对生物礁的组分和生

物种类的不同而划分为三种类型：(a)下斜坡灰泥堆积(灰泥丘)；(b)圆丘礁；(c)造架礁。

根据生物在地史期间演化顺序和组合面貌的不同，特米重新厘定了丘(Mound)和礁的含义。他强调指出只有中三叠世以后，由六射珊瑚为造架生物所形成的碳酸盐岩隆，才能命名为礁。而对于由其他一切造架生物组成的岩隆则称为丘，因为这些生物还缺乏足够的能力建成坚固的抗浪构造。这里所指的丘完全不同于灰泥丘。

弗吕格把生物礁分为礁和泥丘两大类。詹姆斯把生物礁分为礁和礁丘(Reef mound)两大类，这里的礁丘相当于特米所厘定的丘的含义。

笔者根据多年来的实践，结合当前国际上生物礁的类型，认为礁的定义已经发生了明显的变化，同时出现了术语繁多、难以掌握的局面。如果我们同意采用岩隆这一术语，就可以把繁多的术语统一于一个基本术语——岩隆之内。但考虑到礁这一术语沿用已久，深入人心，并已为使用者所习惯。因此我们在岩隆后面再加上一个“礁”字，即岩隆礁或碳酸盐岩隆礁，这样就能生动地反映出礁就是一个碳酸盐隆起构造，它是一个三度空间的碳酸盐几何体。

根据岩隆礁所含生物的功能、习性、含量以及灰泥的数量，我们把岩隆礁分为三大类：

(1)生物岩隆礁：由各类造架生物组成，构成礁的骨架。生物含量大，且都呈生长状态。如鄂西利川见天坝生物礁，广西隆林祥播生物礁。

(2)障积岩隆礁：主要由障积生物(如苔藓虫、海百合茎、海绵等)构成，含有一定数量的灰泥和生物屑，或灰泥和生物屑较多。如重庆北碚老龙洞生物礁。

(3)灰泥岩隆礁：主要由灰泥组成，无造架生物。如英国下石炭统沃尔索特(Waulsortian)型灰泥丘。

(三)生物礁发育过程和阶段

一个生物礁是怎样发育起来的，可以划分为哪几个阶段，这也是生物礁研究者普遍关心的问题。

詹姆斯(James, 1983)把生物礁的发育分为四个阶段：(a)奠基期(稳定期)；(b)定殖期；(c)泛殖期；(d)顶峰期。现将各期的特征归纳如下：

奠基期[Pioneer (stabilization) stage]

该期主要为滩或生物碎屑堆积，常见为棘屑滩，或绿藻屑堆积。在这些生物堆积的表面往往被藻类、海草等铺盖。这些植物的根茎可起加固基底作用，从而使分枝状藻类、苔藓虫、珊瑚等迅速地繁殖。

定殖期(Colonization stage)

本期造架生物开始繁殖，但生物品种单一，主要为枝状生物丛。在枝状生物之间往往生长着附着和包覆生物。

泛殖期(Diversification stage)

代表生物礁发育繁盛阶段，这时生物礁已发育到海面，并形成不同相带。生物种类繁多，既有骨架生物，又有联结包覆生物，伴生的附礁生物也十分发育，因而产生了许多生物碎屑。

顶峰期 (Domination stage)

以包覆或层纹状生物为主, 可能代表该礁已进入激浪带, 从而形成粗砾岩 (Rudstone)。

詹姆斯提出的四个期, 并不是在任何一个生物礁发育过程中都可以具备, 因此在分析每一个生物礁发育过程中必须具体分析, 切忌套用。

分布于滇黔桂地区的二叠系生物礁的基底, 即奠基期, 是以砂砾屑、叶状藻和团块组成的滩, 其上即发育典型的骨架生物, 种类繁多, 代表泛殖期的沉积物, 完全缺失定殖期的发育阶段。

重庆北碚附近的老龙洞生物礁, 其奠基期为典型的棘屑滩, 其上发育定殖期的枝状生物, 无泛殖期和顶峰期发育过程。

(四) 造礁作用旋回性

生物礁的出现有旋回性, 最繁盛的发育期见于震旦纪、泥盆纪、二叠纪、晚三叠世、晚侏罗世、中新世。在每一旋回开始和结束, 生物礁的规模比较小, 结构简单, 呈孤立状产出。这种旋回性十分明显地反映于全世界, 甚至在一个大区域内也可以表现出旋回性。至于每一旋回的繁盛期 (或称主要发育阶段) 未必位于旋回的中部。例如, 苏联乌拉尔地区, 早古生代主要繁盛阶段位于旋回的开始, 而晚古生代则位于旋回的结束期。

每一旋回的繁盛期也不相当于最大海侵和碳酸盐沉积分布最广泛时期。

由于海平面经常发生变化, 因而在剖面内多次出现生物礁, 这种现象称为礁的韵律性。生物礁的规模虽较小, 但频率十分稳定, 这样就产生厚度较薄 (0.5—2 或 3 m) 的生物丘或生物层。生物丘或生物层之间夹有同样厚度的石灰岩层。礁的韵律层可达数十米, 乃至数百米。

总的来说, 在整个地质历史发展过程中, 礁的繁盛期和衰落期有交替更换现象。

此外, 造礁生物在地史期间有由简单到复杂的变化, 即从叠层石→古杯类→层孔虫→苔藓虫→珊瑚, 藻类积极地参加了各时期造礁活动。

(五) 生物礁的油气储集性和储层

生物礁的油气一般储集于生物礁白云岩化的储层内, 或次生溶蚀储层, 这是生物礁储层的一般规律。由于生物礁内生物骨架之间的原生孔隙绝大多数在成岩作用过程中已被胶结物所填充, 因此一般不具有重要意义。

二、我国西南地区二叠系生物礁的类型

二叠系生物礁广泛分布于川东、鄂西以及滇黔桂等地区。根据这些生物礁的结构、构造、生物组合以及发育特征, 基本上可分为三种类型。

(一) 鄂西利川见天坝生物礁

主要分布于利川复向斜, 典型发育地点为利川东北的见天坝。生物礁出露于鱼皮泽背斜、罗圈坝背斜、凉桥背斜的西南翼, 以见天坝到公山垭口最为发育, 呈悬崖陡壁, 甚为壮观。

由见天坝礁相剖面(厚320 m)向东到相距仅0.5 km的吴家湾,可以看到礁核相层位明显提高,再向东经1 km距离到岩湾,厚度显著变薄(120 m),到沐抚只有50 m。这表明由碳酸盐台地到盆地的剧烈相变情况。

对见天坝典型剖面,通过岩石学微相分析和古生态研究,分出了盆地相、礁前斜坡相、礁核相和礁后泻湖相。从这个剖面可以看出,此礁是在盆地相基础上海水逐渐变浅,在海退或海平面缓慢上升、而礁体生长速度超过海平面上升速度时发育成长起来。当盆地转变为碳酸盐台地时,礁就开始生长。在本剖面上出现礁前斜坡相,根据推理,生物礁应在见天坝以西的地腹。其上就逐渐发育成礁核相。随着海水变浅,使礁顶露出海面,遭受大气水的淋滤,形成了许多次生溶蚀孔;另一方面,在海水淡化的情况下,或盐水与淡水混合作用之下产生白云岩化,形成糖粒状白云岩。世界上许多生物礁的储层多半是在出露水面后,遭受溶蚀和白云岩化后才形成重要的油气储集层。

现将各个相带特征叙述如下:

盆地相:深灰、黑灰色薄层到中层状含海绵骨针-钙球泥晶灰岩,夹燧石条带和硅质岩。生物屑除海绵骨针和钙球外,尚有放射虫。灰泥基质呈暗色,表明有机质含量高。

斜坡相:浅灰、褐灰色厚层状海绵生物灰岩,开始出现造架的串管海绵,查遍含联结(包覆)生物——蓝绿藻。夹多层礁前坍塌角砾岩,皆呈薄层状,以楔形体插入礁体内。在斜坡趾有礁化化石,如硅化腕足类化石堆积。

礁核相:由灰色、深灰色不具层理的礁灰岩组成。造架生物为发育完好的串管海绵、纤维海绵、水螅(*Disjectopora*)以及苔藓虫。在造架生物之外,有蓝绿藻包覆,然后为纤状方解石胶结物,可见数个世代。这些纤状方解石原代表海底、在沉积期间(或成岩早期)形成的文石,以后转变为方解石。它对于加固礁体、形成抗浪构造可起较大作用。

礁后相:深灰色中及厚层状、泥晶-粉晶、含棘屑、藻屑的石灰岩与白云岩、灰质白云岩的互层。含棘屑、瓣类、有孔虫和大量裸海松藻。

在利川生物礁内,造架生物有串管海绵、纤维海绵、水螅(主要为*Disjectopora*)、*Tabulozoan*和苔藓虫。联结(包覆)生物有蓝绿藻、*Tabulozoan*以及管壳石。附礁生物有腕足类、双壳类、腹足类、棘皮类、窗格苔藓虫、有孔虫,甚至有鹦鹉螺等。

利川生物礁组合可分为五个生物群落:

(1) 串管海绵、蓝绿藻群落

以串管海绵和苔藓虫为主,常被蓝绿藻、管壳石(*Tubiphytes*)所包覆,代表最早期的生物群落。在这些生物之间,灰泥和生物屑颇多,可能是被这些生物捕获和障积而成。附礁生物包括腕足类、腹足类、棘皮类以及其它生物。

(2) *Tabulozoan*和串管海绵群落

此群落的特征是以*Tabulozoan*为主,有少量串管海绵。在生物之间主要为灰泥和细小的生物屑所充填,有一部分则为纤状方解石和亮晶方解石所填充。这一群落可能代表位于礁核隐蔽地带的群落。

(3) 串管海绵和纤维海绵群落

这一群落的特征以串管海绵占优势, 纤状方解石充填海绵之间的孔洞, 显示出数个世代。这一群落代表面向深水盆地的礁核相群落。

(4) 礁后绿藻、裸海松藻、棘皮类、有孔虫群落

这一群落以一系列生物为特征, 包括粗枝藻、裸海松藻、棘皮类、有孔虫和瓣类等, 此系碳酸盐台地或礁后泻湖相的生物群落。

(5) 礁前硅质海绵-放射虫群落

此群落以放射虫、钙球和硅质海绵为主, 代表较深水盆地相生物群落

根据鄂西、川东晚二叠世沉积变化, 结合二叠系生物礁的地表和钻孔剖面资料的对比, 以及对不同相区的上二叠统剖面沉积特征的研究, 可以看出, 见天坝地区晚二叠世吴家坪期沉积以后, 海水逐渐变浅, 最后向着碳酸盐台地过渡。在台地的边缘形成典型的堤礁。特别是随着海水变浅, 礁核的层位有向东逐渐提高的趋势, 这是典型的向海推进式 (Progradation) 生物礁形成方式。在鄂西, 可以区分为两个台地: 一个台地的边缘分布着堤礁; 而另一个台地仅见斜坡相堆积, 如利川黄泥塘等地。

(二) 重庆北碚上二叠统长兴组生物礁

以重庆北碚附近的老龙洞最为典型。生物礁层位位于长兴组上部。礁体宽约40余米, 高约50 m, 属于一个典型的丘状礁。它以块状、不显层理、厚度较同期沉积物大为特征。其上直接被早三叠世飞仙关组碎屑岩所覆盖。

生物礁发育于碳酸盐台地之上。台地相的岩石类型为生物屑粒泥状灰岩和泥粒状灰岩, 层理清楚, 含燧石结核或燧石条带。岩石内含丰富的松藻、裸海松藻、假蠕孔藻化石碎片, 有隐口目、泡孔虫和窗格目苔藻虫代表, 其他伴生的生物碎屑有腕足类、棘皮类、有孔虫、瓣类、双壳类、腕足类和介形虫等。根据这些生物组合充分表明这是典型的碳酸盐台地沉积。

生物礁发育的基底为棘屑滩, 其沉积物为棘屑粒泥状灰岩、苔藻虫-棘屑粒泥状灰岩。苔藻虫主要为窗格苔藻虫, 其他生物则有腕足类、有孔虫等。在棘屑滩之上即发育串管海绵、纤维海绵、水媳 *Disjectopora*、苔藻虫和 *Tabulozoan* 作为主要障积生物的障积岩隆礁。可见泡孔目苔藻虫 *Fistulipora* 包覆海绵, 并见古石孔藻 *Archaeolithoporella* 包覆海绵。在此礁的底部含有由灰泥和生物屑组成的破碎砾块。在被障积的灰泥内, 含有较多生物屑, 但始终没有发现典型的栉壳构造。

对于北碚老龙洞生物礁的性质, 我们应当如何认识? 它显然不属于生物岩隆礁, 因为它不具栉壳构造, 生物含量不大, 而灰泥和细小的生物屑较多。它是否类似西欧、北美广泛分布的灰泥丘? 根据地表露头和薄片观察, 老龙洞生物礁内的海绵、水媳、苔藻虫还占有一定数量, 特别是发现泡孔目苔藻虫、古石孔藻包覆海绵现象。在典型的灰泥丘内, 以灰泥为主, 生物十分稀少, 而侧翼层内充满着棘屑。所以北碚老龙洞生物礁也不象典型的灰泥丘。看来这是一类由障积生物为主要骨架的障积岩隆礁, 它可能形成于波基面以下的较深水中。

(三) 滇黔桂地区二叠系生物礁

分布于滇黔桂地区, 以广西隆林、云南广南为代表。生物礁发育层位位于下二叠统茅口组和上二叠统吴家坪组、长兴组。礁体发育宏伟, 厚度巨大, 并呈多旋回性。早二叠

世茅口组生物礁的基底为砂砾屑、生物滩。生物礁的造架生物以串管海绵、纤维海绵和硬海绵为主。以古石孔藻包覆造架生物现象极为普遍，在此之外有十分发育的纤状方解石胶结物。因此可称为藻类-海绵/胶结物生物礁。这些特征代表滇黔桂地区二叠系生物礁的一般特征。

(四) 生物礁的基本特征

我国西南地区二叠系生物礁的基本特征可归纳如下：

(1) 从时代分布来看，川东、鄂西生物礁都分布于上二叠统长兴组内，早二叠世至今仍未发现礁；而滇黔桂地区生物礁既有茅口期的，又有长兴期，甚至有吴家坪期。

(2) 利川见天坝生物礁代表碳酸盐台地边缘的堤礁。它是在盆地相沉积基底上发育起来的礁。

(3) 重庆北碚生物礁代表碳酸盐台地内部的点礁，它是由海绵、水螅组成的障积岩隆礁，其内灰泥和生物屑颇多。其基底或奠基期为棘屑滩。

(4) 滇黔桂地区的生物礁，分布于碳酸盐台地的边缘或盆地内孤立分布的碳酸盐小台地上。藻包覆和典型的栉壳构造都极为发育。它的基底一般为由瓣类化石、砂砾屑组成的生物滩。

(5) 尽管我国西南地区生物礁的类型较多，但它们共同之处是造架生物均为海绵、水螅、硬海绵和苔藓虫。藻包壳极为发育。*Tubiphytes* 也十分普遍。

(五) 我国二叠系生物礁与世界二叠系生物礁的关系

关于世界二叠系生物礁的类型和造礁生物，Flügel 和 Stanley (1984) 曾作过很好的总结。他们根据主要造架生物、联结(包覆)生物或障积生物把二叠系生物礁分为七种类型(图1, 2)：

1. 钙质海绵和藻类生物礁 此礁的主要特征是含有丰富的串管海绵和纤维海绵，伴生的有各种藻类(*Tubiphytes*、藻包壳、*Archaeolithoporella* 以及管孔藻)和苔藓虫。这些礁分布于台地边缘或下斜坡。典型的实例有美国德克萨斯、突尼斯、中国鄂西利川、广西隆林、意大利西西里、希腊斯基鲁思(*Skyros*)岛。

2. *Tubiphytes* 和藻包壳组成的生物礁 在此种类型内，钙质海绵不占重要地位，而 *Tubiphytes* 和藻包壳则占重要位置，特别是藻包壳对形成纤状方解石胶结物作用很大。典型的实例有南阿尔卑斯特鲁克科菲尔(*Trogkofel*)礁、苏联乌拉尔早二叠世生物礁、南斯拉夫尤列(*Julian*)阿尔卑斯早二叠世勃雷特(*Bled*)礁、美国德克萨斯二叠系生物礁以及苏联高加索生物礁。

3. 叠层石礁 此类型主要由叠层石和隐藻层纹岩组成，含极少量的苔藓虫。形成于正常海洋潮下和潮上环境。典型实例为中欧 *Zechstein* 盆地的晚二叠世生物礁。

4. 苔藓虫和藻类生物礁 在此类型内，窗格苔藓虫和藻类是主要造架生物。典型实例同上。

5. *Palaeoplysina* 生物礁 主要分布于苏联乌拉尔西坡阿赛尔-萨克马尔阶，伴生的生物还有叠层石、腕足类以及苔藓虫。加拿大埃丽斯迈尔(*Ellesmere*)岛和育空省、斯卑茨伯根岛中部以及美国爱达荷州有此种类型。

6. 四射珊瑚礁 在二叠纪各种类型礁内，不占重要位置。

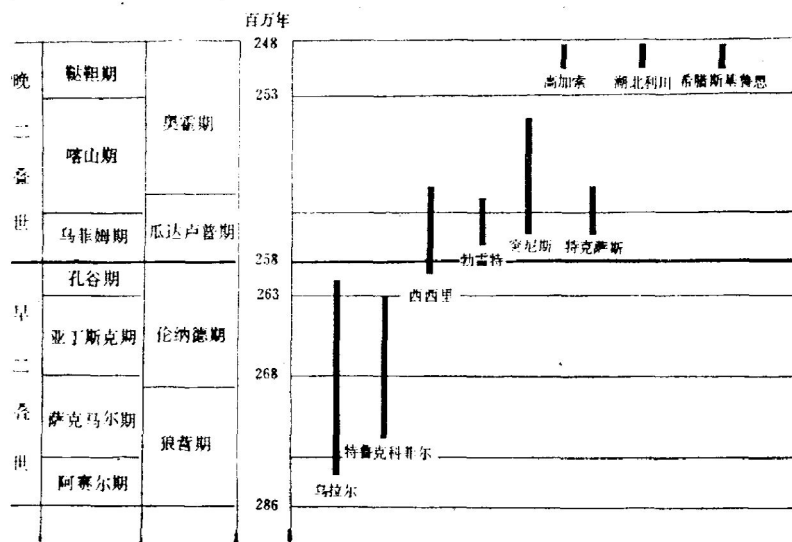


图1 世界二叠系生物礁地层分布图
(据 Flügel 和 Stanley, 1984)

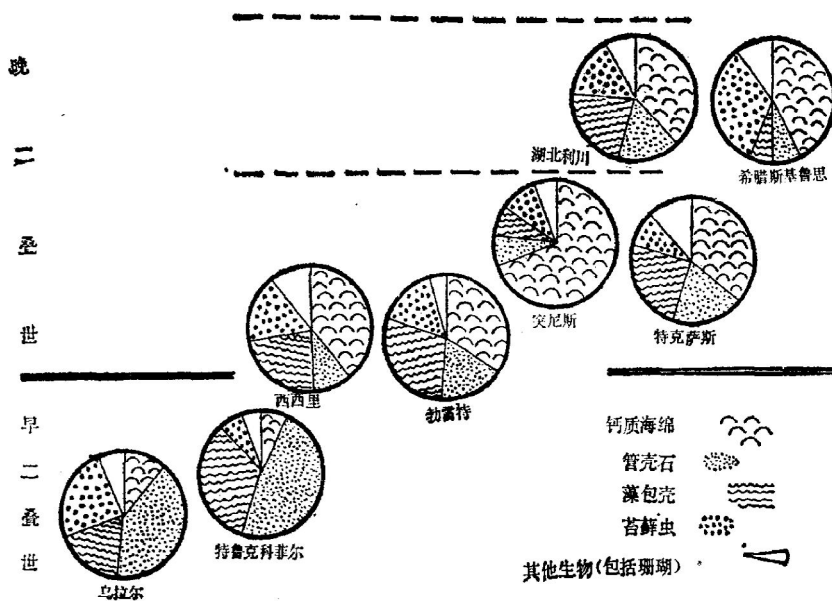


图2 世界二叠系典型生物礁生物组成图
(据 Flügel 和 Stanley, 1984)

7. 叶状藻礁 主要分布于美国中西部、苏联和南阿尔卑斯。

通过上述讨论，我们可以看出我国二叠系生物礁在世界二叠系生物礁系列中占据重要地位。

参 考 文 献

- [1] 范嘉松等, 1982, 地质科学, 第3期, 274—282页。
- [2] 范嘉松等, 1985, 岩石学报, 第1卷 第3期, 45—59页。
- [3] 范嘉松等, 1987, 地质科学, 第1期, 50—60页。
- [4] 库兹涅佐夫, 1983, 礁地质学及礁的含油气性。石油工业出版社。

- [5] 查多罗日娜娅等, 1986, 生物建隆沉积发育区的地质测量. 地质出版社.
- [6] Cloud, P.E., Jr., 1952, Bull. AAPG, Vol. 36, No.11, P.2125-2149.
- [7] Cumings, E.R., 1932, Bull. Geol.Soc. Amer., Vol. 43, No.1, P.331-352.
- [8] Cumings, E.R. and Shrock, R.R., 1928, *ibid.*, Vol.39, No.2, P.579-620.
- [9] Davies, G.R. and Nassichuk, W. W., 1986, GEOS, Vol.15, No.4, P.1-5.
- [10] Dunham, R.J., 1970, Bull. AAPG, Vol.54, P.1931-1932.
- [11] Flügel, E., 1982, Microfacies Analysis of Limestones. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- [12] Flügel, E., and Stanley, G. D., Jr., 1984, Palaeont. Amer., No. 54, P.177-186.
- [13] Heckel, P. H., 1974, In, Reefs in time and Space (Ed. by L. F. Laporte), P. 90-154. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., 18, Tulsa.
- [14] Henson, F. R. S., 1950, Bull. AAPG, Vol. 34, No. 2, P. 215-238
- [15] James, N.P., 1983, In, Sediment Diagenesis, (Ed. by A. Parker, and B. W. Sellwood) P. 289-348. Reidel Publishing Comp.
- [16] James, N. P., 1983, In, Carbonate Depositional Environments (Ed. by P. A., Scholle, D. G. Bebout, and C. H. Moore,) Mem. AAPG, Vol. 33.
- [17] Link, T. A., 1950, Bull. AAPG, Vol. 34, No. 2, P.263-294.
- [18] Lowenstam, H. A., 1950, Jour. Geol., Vol. 58, No. 4, P. 430-487.
- [19] MacNeil, F. S., 1954, Am. Jour. Sci., Vol. 252, No. 7, P. 385-401.
- [20] Nelson, H. F., Brown, C. W. and Brineman, J. H., 1962, Mem. AAPG, Vol. 1, P. 224-252.
- [21] Newell, N. D., Rigby, J. K., Fischer, A. G., Whiteman, A. J., Hickox, J. E. and Bradley, J. S., 1953, The Permian reef complex of the Guadalupe Mountains region, Texas and New Mexico. W. H. Freeman Co., P.236 San Francisco.
- [22] Pettijohn, F. J., 1975, Sedimentary Rocks, P.628, Harper and Row, New York.
- [23] Toomey, D. F., 1981, Organic buildup constructional capability in Lower Ordovician and Late Paleozoic mounds. Communities of the Past (Ed. by J. Gray et al.), Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania.
- [24] Twenhofel, W. H., 1950, Bull. AAPG, Vol. 34, P. 182-202
- [25] Wilson, J. L., 1975, Carbonate Facies in Geologic History. Springer-Verlag, Berlin.

SOME PROBLEMS ON THE RESEARCH OF ANCIENT ORGANIC REEFS, WITH REFERENCE TO THE TYPES OF THE PERMIAN REEFS IN SOUTHWESTERN CHINA

Fan Jiasong

(Institute of Geology, Academia Sinica)

Abstract

In this paper following topics will be discussed: 1. Definition of organic reefs and the associated terms; 2. Classification of reefs and their various schemes; 3. Stages of reef growth; 4. Cyclothems of forming various reefs during the Phanerozoic; 5. Diagenetic processes of ancient reefs and their potentiality of reservoir for oil and gas. Then the paper briefly described three types of the Permian reefs developed in southwestern China. These are (a) Jintianba reefs which are regarded as carbonate platform margin-reefs; (b) Baffling mounds or buildups which are irregularly spread on carbonate platform of east Sichuan and west Hubei; and (c) Sponge-algal reefs which are well developed in east Yunnan, southwestern Guizhou and northwestern Guangxi.