

湖北松滋早奥陶世生物礁

朱忠德* 刘秉理 孟宪富 李建明 胡明毅 肖传桃 李维峰

(江汉石油学院地质系)

湖北松滋早奥陶世生物礁为笔者首次发现。可分为藻岩隆礁、叠层石层礁和灰泥岩隆礁。最有代表性的藻岩隆礁由一系列丘状、面包状和似层状礁体组成。单个礁体高1.5—22 m, 宽6—50 m, 高/宽比变化于1:3.6—1:4.5间。原地生长的主要造礁生物为蓝绿藻、托盘藻、古钵海绵和少量苔藓虫、钙质海绵。附礁生物为头足类、腕足类、三叶虫、海百合、瓣鳃类、介形虫等。一个完整的礁体由礁基、礁核、礁盖层和礁间沉积物组成。礁核从底到顶可分出三个微相:(1) 粘结岩,(2) 障积-粘结岩,(3) 粘结-障积岩。与此相应, 礁体存在三个发展期: 奠基期、发育期和衰亡期。

关键词 生物礁 藻礁灰岩 沉积环境 早奥陶世 松滋

1990年4、5月间, 笔者等在湖北南部松滋县境内进行地层剖面研究时, 发现了下奥陶统生物礁。其后, 系统研究获得了许多新的认识。由于是地史上早期生物造礁, 加之成礁期特定的沉积环境, 所发现的生物礁类型多样, 主要成礁方式特殊。因此, 该生物礁的研究在理论上和生产实际中都有重要意义。

一、礁的分类

研究区位于扬子地台鄂黔台褶皱带北东缘^[1], 区内中、上寒武统, 奥陶系、志留系等构成一轴向东西的背斜。礁体赋存于背斜南翼的下奥陶统。据曾庆奎等将奥陶系分上、下统^[2], 下奥陶统包括西陵峡组、南津关组、分乡组、红花园组、大湾组和牯牛潭组。产礁地层为南津关组、分乡组和红花园组。上述地层中所产礁体的形态, 造礁生物, 内部微相, 规模等诸方面差异明显, 应属不同的生物礁类型(图1)。

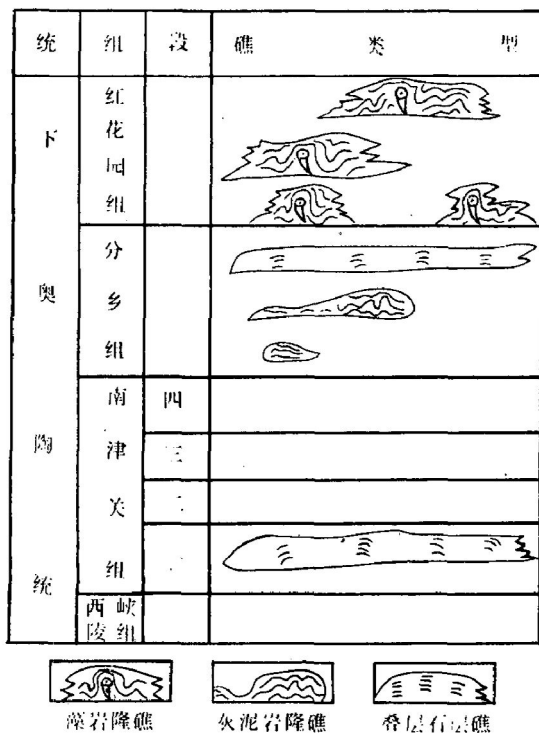


图1 湖北南部松滋生物礁垂向分布示意图

本文1990年6月20日收到, 7月2日改回。

* 撰稿人。参加野外剖面测制的还有张旭辉、虞建华、李新生、周海、张立功等5名86届毕业生。

生物礁的分类因原则和强调点不同,分类方案众多^{[3-5]*},从不同角度反映了礁体的某一本质。但由于礁的概念和标准的理解不同,在认识上仍然歧义频生。范嘉松等根据多年的实践经验,结合当前国内外生物礁研究中的问题,引进“岩隆”(Buildup)概念,强调指出:“一个岩隆礁的先决条件必然是一个三度空间的碳酸盐几何体,其中生物一般呈原地生长状态”。并进一步依据所含生物的含量、功能、习性和灰泥含量多少将其分为生物岩隆礁、障积岩隆礁、灰泥岩隆礁。在确认生物骨架的同时,强调了粘结格架或缠结(绕)格架。这也是近年来礁概念的发展^[6,4]。笔者根据范嘉松的分类原则,结合区内已发现生物礁的实际资料,将本区已发现的生物礁分为藻岩隆礁、叠层石层礁和灰泥岩隆礁。

二、藻岩隆礁

藻岩隆礁产于下奥陶统红花园组。

(一) 礁体的基本特征

1. 形态和分布 礁体形态多样,可呈丘状、面包状,亦可呈“似层状”块体。它们可以孤立出现,也可上、下叠置形成复合礁(图2,3,4)。已知单个礁体最宽近百米,小者仅数米,最高22 m,小者高度不足1 m(表1)。无论是单个礁体,还是叠置复合礁,其厚度均大于同期沉积物,呈明显的正性地貌。沿地层走向,它们的厚度在短距离内可急骤膨大缩小,直至尖灭、再现(图4)

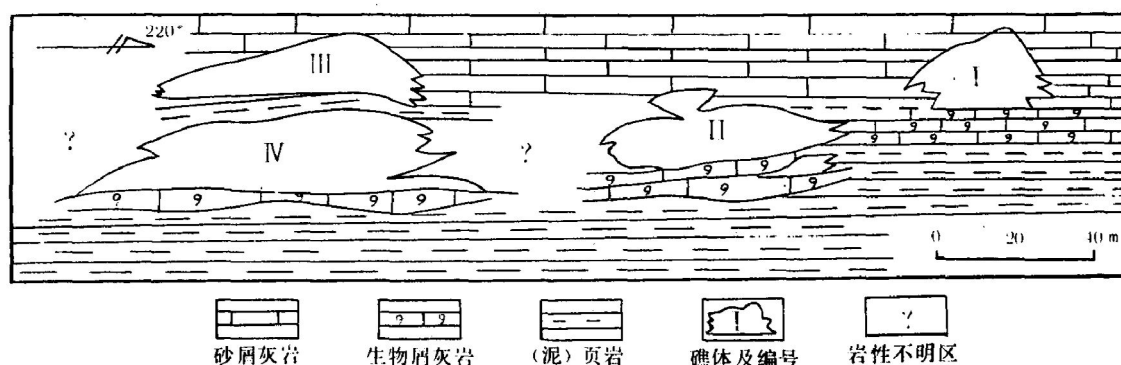


图2 红花园组上部I—IV号礁剖面图

在所测主剖面线附近,已查明8个礁体。在东西向延伸的该套地层中追索3000余米,也发现近10个大小不一的礁体,表明该组确存在一个点礁群。从红花园组底部至顶部均已发现礁体。相对而言,礁体在该组下部比上部小,高度一般不超过10 m,宽度不超过20 m,呈面包状者居多。仅从形态和大小而言,该组内可分为下部成礁带和上部成礁带(图2)。

2. 造礁生物和附礁生物 造礁生物主要为蓝绿藻(*Pulchrilamina*),古钵海绵(*Archaeoscyphia* sp.),托盘藻(*Calathium* sp.)^[7]及少量苔藓虫(*Batostomella antiqua*)、钙质海绵等(图版I-1, 2, 3, 4; 图版II-1, 2, 3, 4, 5)。蓝绿藻分布于礁体各个部位,但不均一。分布形态如云似絮,曲曲弯弯,回旋缠结(图版I-2),呈藻席者极为罕见。托盘藻多呈孤立生长的

* 曾鼎乾等,1986,世界礁油气藏文献汇编(三),中国各地质时期生物礁及礁油气藏(1963—1986)(上),南海西部石油公司勘探开发科学研究院生物礁研究室。

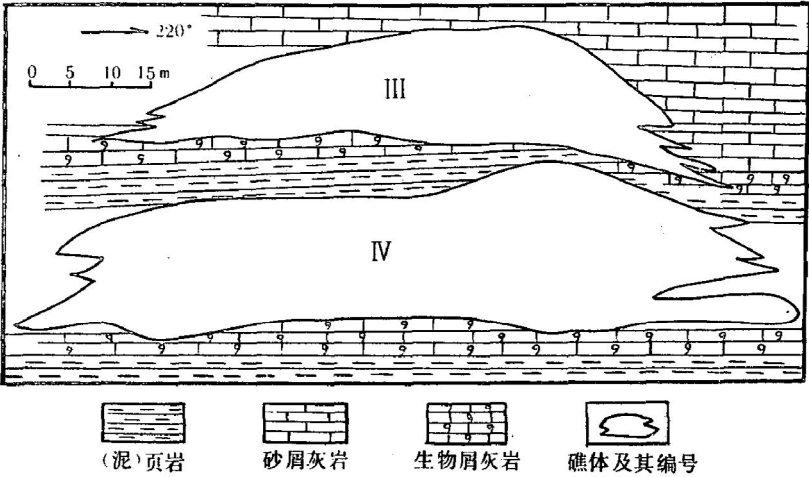


图 3 III—IV号礁剖面图

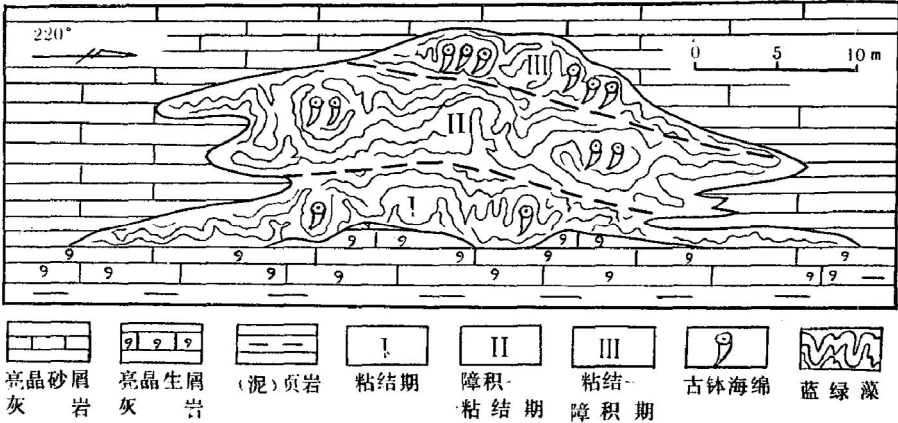


图 4 I号藻岩隆礁演化剖面图

表 1 红花园组部分礁体形态参数表

层 段	礁体编号	残留高度 (m)	宽度 (m)	高/宽
上部成礁带	I	14	50	1/3.6
	II	14.3	56	1/3.9
	III	17.3	75	1/4.3
	IV	22	98	1/4.5
下部成礁带	V	1.5	6	1/4

单体，最大者高 20 余公分，外壁直径大于 10 cm 者并不鲜见。在层面上普遍为圆形、近圆形，垂直层面方向呈杯状、倒锥状（图版 I-1, 3），除少数略倾斜于层面，个别平卧于层面方向外，未见一例呈相反生态者。不仅如此，其个体无论在层面，还是垂向剖面中均普遍完整。即使少数破碎，也呈半完整状态。极佳地显示了原地生长状态。古钵海绵亦呈完整的个体和原地生态。二者一般在礁体顶部最密集，每平方米多达 100 个以上，被蓝绿藻紧密缠绕，形成一幅十分壮观的共生景象。钙质海绵和苔藓虫等在礁体中亦呈原地生长状态（图版 I-4）。附礁生物包括头足类（*Hopeicoceras*, *Cameroceas* 等）、腕足类、海百合、三叶虫、瓣鳃类、介形虫，

它们主要分布于礁间。头足类大多仅保存粗大的体管,局部定向排列,腕足类可呈单瓣,个体小者完整,三叶虫多呈碎片状,显示了一定的水流作用。

3. 礁组合及礁演化史 礁体由礁基、礁核、礁盖层和礁间沉积构成。

礁基是礁核生长的基底。在礁核之下,一般都能追索到由亮晶颗粒灰岩组成的礁基。其主要岩石有亮晶腕足屑灰岩,海百合灰岩,生物屑砂屑灰岩,局部偶见亮晶砾屑灰岩。上述岩石具以下特征:颗粒含量占岩石含量65%以上,且中粒以上者居多;亮晶方解石大于30%,一般无灰泥填隙物。颗粒磨蚀现象明显,生物屑破碎者占优势。砾、砂屑呈次圆、圆状,最大砾屑 $10\times 3\text{ mm}$,一般均在厘米级以下,它们随机分布,主要为泥晶灰岩组成,其外缘可具氧化圈。对某个礁基而言,或由亮晶腕足屑灰岩组成,或由亮晶海百合灰岩组成,多种岩石共同组成一个礁基的现象不多见。单个礁基厚度小,延伸极为有限。一般仅厚1—3 m或小于1 m,最厚者也不超过3—5 m。沿走向数十米内即可尖灭,实为不稳定的“似层状”。上述岩石中可发育平行层理,如Ⅱ号礁礁基。也可发育中、大型交错层理,如Ⅳ号礁第一剖面测线起点处。

礁核为巨厚层、块状的碳酸盐岩堆积体。不显层理,没其它任何流水构造。顶部凹凸不平,剖面上常形成陡峭突起的地貌。根据造礁生物类型、含量以及岩石的结构类型,可将礁核自下而上划分出三个微相(图4)。

(1) 粘结礁灰岩。基本上由灰泥组成,呈浅灰、灰色,具粘结结构。托盘藻、古钵海绵含量小于10%,附礁生物及生物屑含量小于10%,与灰泥一起构成底质,蓝绿藻则缠结这些底质生长,形成粘结格架。在该格架中,灰泥是最广泛地被粘结物质,其次还有生物屑。由于硬体少,所形成的格架主要为“窗孔构造”。这些“窗孔构造”形态各异,大小不一,多被亮晶方解石充填。周围藻团发育,粘结现象明显(图版Ⅱ-6)。围绕托盘藻、古钵海绵等硬体生物则显示明显的缠结现象,多不具方向性。

(2) 障积-粘结礁灰岩。灰泥是主要组分,蓝绿藻活动所形成的粘结结构更为发育。托盘藻,古钵海绵占岩石含量10—20%,原地生长起障积作用(图版Ⅰ-2)。

上述二类微相在礁核中很发育。

(3) 粘结-障积礁灰岩(图版Ⅰ-1)造礁硬体生物托盘藻、古钵海绵、钙质海绵、苔藓虫等含量一般大于20%,局部接近或超过30%,甚至,1 m²露头上,原地生态的单体古钵海绵、托盘藻多达100个以上。腕足、头足、海百合等块状、茎状、枝状生物含量也可达10%左右。障积作用明显增加,灰泥仍是岩石最主要组分,它们部分是硬体生物障积作用的结果,部分是蓝绿藻捕获粘结的产物。由于这一原因,该微相结构不均一。而二者间区别在于:障积作用形成的灰泥除含1—2%粉屑级生物屑外,成分单一,颜色浅而结构均匀。分布在原地生态的生物体腔内,或生物骨壳的内凹面,或骨壳之间的孔缝中。粘结作用形成的灰泥伴随“雪花构造”,颜色深,有机质含量高,藻迹明显,隐约显明、暗层。捕获物灰泥中还有粗粉屑、藻屑、生物屑等,由于组成物多样,“分选”变差。

该微相一般发育在礁核(顶)部,如Ⅰ、Ⅱ号礁(图4),也有的礁核完全缺失,如Ⅲ、Ⅳ号礁。

礁盖层是礁发育终止后的沉积物。一般为黄褐色页岩,或者为夹泥质条带的中、薄层状生物屑灰岩(图版Ⅰ-5,图2,3,4)。红花园组顶部的礁体,上覆为大湾组含海绿石生物屑灰岩、砂屑灰岩,时夹泥质条带(纹)。

礁间沉积是指与礁体大体同期形成的沉积物。迄今未发现礁翼崩塌堆积物,所见主要为中、薄层状亮晶砂屑灰岩,亮晶生物屑灰岩。岩石中可含泥晶方解石,但其含量少于亮晶方解石。礁间沉积与礁核最直观的产状是指状穿插,即亮晶颗粒灰岩与粘结礁灰岩、粘结-障积礁灰岩在相邻处呈锯齿形相互交叉出现(图版 I-6,图 2, 3, 4)形成指状穿插接触带。该带宽度 1 米至几米不等,如 I、Ⅲ和 IV 号礁侧翼。偶见礁间沉积物呈中、厚层状伸入到礁核中部,几乎将礁核一分为二。为指状穿插接触的极端现象。另一种接触关系是纵剖面上与粒屑灰岩突变,礁灰岩在局部伸入礁间沉积中,因穿入部分色浅,其厚度又急剧变化而格外醒目。

在红花园组下部,礁间沉积也可为黄褐色页岩。

礁组合是礁体发育史的记录,上述表明,红花园组一个完整的藻岩隆礁经历了三个发展时期(图 4)。奠基期:该期时有携带生物屑等颗粒的脉动水流进入能量不高的静水区。在盆底局部凸起处卸下携带物,形成由交错层亮晶颗粒灰岩组成的浅滩。由于水流不大,因而浅滩范围小,延伸不远,分布零星。正是这些浅滩,构成了礁体定殖的基础。发育期:是礁体繁育期按礁核的微相类型可再划分为三个阶段。粘结阶段:在浅滩上蓝绿藻开始生长,缠绕其它生物,粘结灰泥,形成粘结礁灰岩。由于处于发育的初期,其它生物不太发育,伴有粘结结构发育差的泥晶灰岩;障积-粘结阶段:蓝绿藻更发育,粘结作用更盛。与此同时,古钵海绵、托盘藻逐渐繁殖;粘结-障积阶段:礁核的发育进入鼎盛时期,光合作用最适宜于蓝绿藻,使其极为繁盛,托盘藻、古钵海绵类大量发育。前者的繁盛使粘结结构普遍发育,这又与后者一起,增强了障积作用。由于这两种作用并存,形成了粘结-障积礁灰岩。衰亡期:由于盆地基底沉降速度超过了造礁生物向上生长所能补偿的限度,导致了水深加大,光合作用变差,泥沙含量增加,水体混浊度提高,形成了礁盖层的黄褐色页岩和夹泥质条带的颗粒灰岩,从而结束了礁体的发育。

(二) 礁的性质

红花园组生物礁可归纳出以下几个基本特征:

1. 沉积厚度比同期沉积物大,侧向上岩性突变,厚度急剧增减,并与礁间沉积呈指状接触。
2. 造礁生物为蓝绿藻、托盘藻、古钵海绵以及少量苔藓虫,钙质海绵等,它们具原地生长状态。它们营建了礁体,尤其是蓝绿藻,在礁体的演化史中具有重要作用。
3. 礁核呈块状,无层理及其它流水构造。
4. 礁体全部由碳酸盐岩组成,成分纯度高。
5. 礁核具有一定的抗浪能力。礁间沉积物主要为亮晶胶结物。具平行层理、交错层理的礁基沉积物也为亮晶胶结物。礁核内部可见粘结格架及其孔隙(图版 II-6)。

上述特征表明,红花园组的藻岩隆礁符合一般生物礁的定义^[3,4,6]。综观整体,它无疑不是枝状、丛状、块状钙质骨骼格架构成的骨架礁,应属于灰泥岩隆礁与障积岩隆礁的过渡类型(表 1)。古钵海绵、托盘藻在礁核上部大量发育,并与苔藓虫、钙质海绵一起原地生长是灰泥岩隆礁所不具备,而与障积岩隆礁相似^[5]。另一方面,以下特征又相似于灰泥岩隆礁。

1. 礁体主要由灰泥组成,为粘结或缠结式抗浪格架。粘结-障积礁灰岩仅在部分礁体上(顶)部发育,占礁核体积 30% 以下,居次要地位。
2. 礁体中缺乏不同类型、不同世代的栉壳结构,粘结礁灰岩中亮晶方解石含量一般不大于 15%。说明形成于弱能量环境。

3. 礁核侧翼直接变为成层良好的生物屑灰岩 (图版 I-6)。

据以上所述,红花园组生物礁既具障积岩隆礁的某些特征,又具灰泥岩隆礁的部分特征。准确地说,区内一个发育完全的礁体,其下部具灰泥岩隆礁的特征,其上部更相似于障积岩隆礁,由于上、下部渐变演化,作为一个独立的碳酸盐堆积体,笔者将其命名为藻岩隆礁。

三、叠层石层礁

分布于下奥陶统南津关组第一段,分乡组上部两个层段,每个层段各见一礁体,它们产出特征和内部结构基本相同。

礁体为块状层,具突起地貌,造礁生物为蓝绿藻(图版 I-8)。礁基由中厚层状亮晶砾屑灰岩、砂屑灰岩、生物屑砂屑灰岩组成,最大厚度逾 3 m。具大、中型交错层理。也可缺失上述岩性,为黄褐色页岩。礁盖层为中层状条带泥晶灰岩,或者为黄褐色页岩。礁体内,蓝绿藻呈水平、波状、穹状、柱状及分枝柱状产出。水平藻席,波状、穹状叠层石是基本的形态。叠层石在亮晶砾、砂屑灰岩的滩面开始呈水平、波状藻席,向上逐渐变成穹状、柱状,尔后柱体开始分叉,形成多个柱体,并各自向外侧倾斜、发散,形似一张开的(手)掌状(图版 I-8)。柱间仍为水平、波状叠层石。单柱宽数十厘米,高 1—2 m。掌状叠层石发散最宽处可达 2 m,掌高 1—2 m。柱体为粘结结构的藻灰岩,主要由灰泥组成。亮晶方解石约 10%,多呈“乌眼构造”沿一定方向分布,显示了断续的明、暗层变化。其内见葛万藻,生物屑少量。水平藻席均为亮晶藻团礁灰岩,藻团外形似砂屑但又连片成团,不规则成堆分布。还可见被蓝绿藻缠绕的砾、砂屑。

由水平藻席演变为波状叠层石,再向上到柱、掌状叠层石,反映了水深加大,光合作用渐差,蓝绿藻“奋力”向上,犹难适应水深变化而终致消亡,为礁盖层的中层状条带夹瘤状泥晶灰岩所取代。

礁体层厚 3 m 左右,侧向可增厚、减薄,如南津关组礁体沿走向 30 m,厚度由 3 m 变为 2 m。但其变化却甚微弱,仍具有良好的成层性,保持有地层意义。按形态成因分类命名,属叠层石层礁。

四、灰泥岩隆礁

分布于分乡组中下部。

礁体呈团块状、似透镜状、饼状,小者 40×60 cm,大者仅 4×1 m(图版 I-7)。沿岩层走向延伸,厚度急剧增减,5 m 内即可从 1 m 变至 10 cm,甚至尖灭。沿层追索,亦可再现。由于厚度大于同期沉积物,可显示“穿层”现象。沿走向与正常成层的、厚度不大的泥质条带状泥晶灰岩呈指

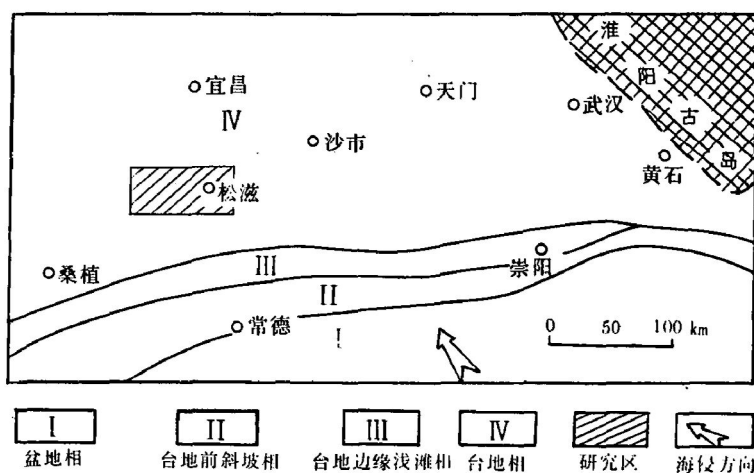


图5 中扬子地台东南缘早奥陶世沉积相展布图

(据江汉石油管理局地质大队, 1984)

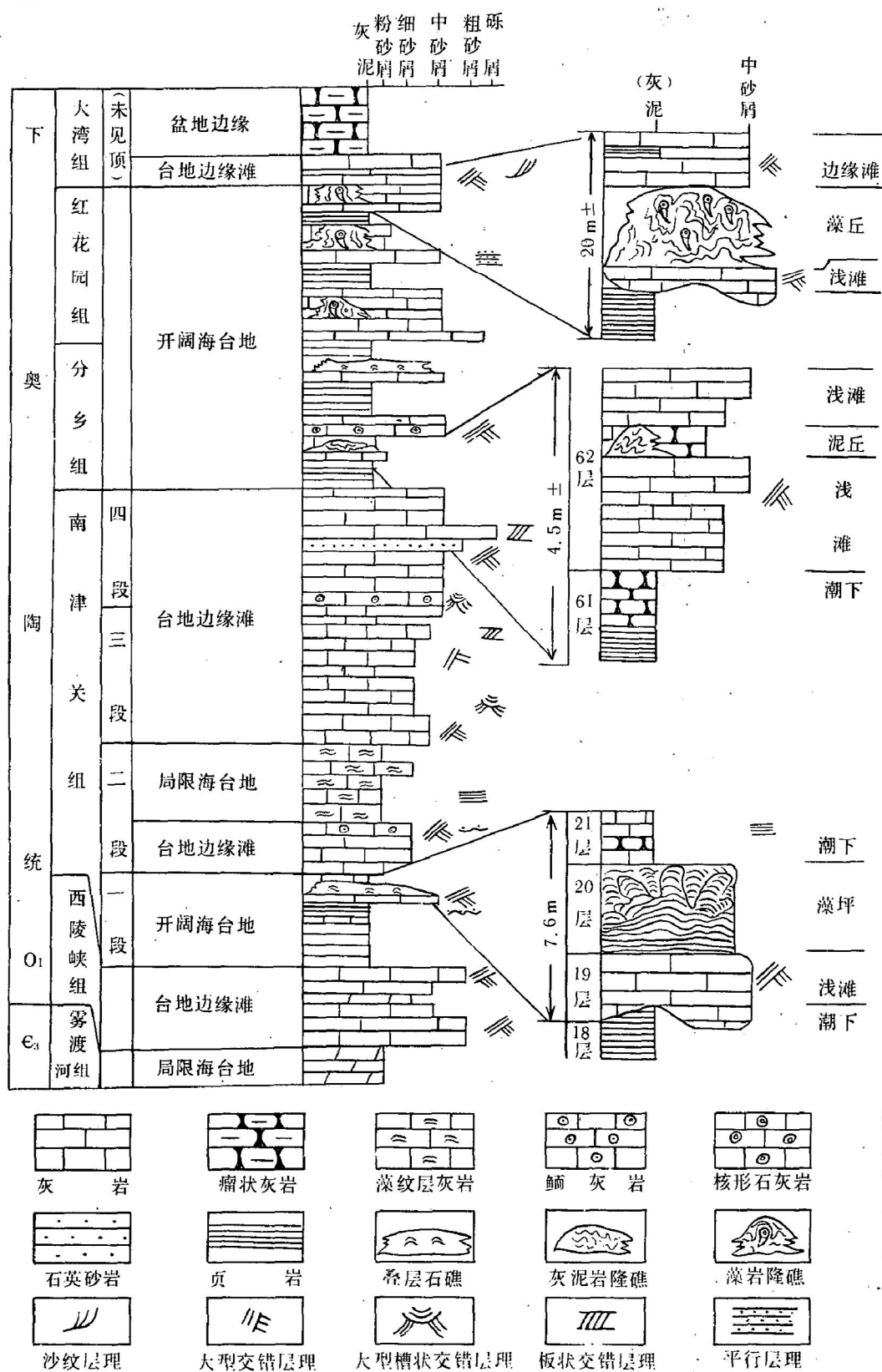


图6 湖北松滋下奥陶统沉积环境

状交叉, 其上覆亦为泥质条带状灰岩、粉屑灰岩。礁基为中层状泥晶、亮晶中、细粒砂屑灰岩。造礁生物为蓝绿藻、海绵, 苔藓虫偶见。附礁生物见头足、腕足类, 含有相当数量的三叶虫、瓣鳃类、介形虫等生物碎屑(图版Ⅱ-1)。岩石中灰泥为基本组分, 生物屑含量可达30—40%, 但分布不均一。粘结结构不普遍, 缺失处为泥晶灰岩。上述特征与西北欧石炭纪沃尔索蒂礁(Waulsortain reef)的灰泥岩隆礁相似, 也可以和现今佛罗里达及沙克湾的灰泥岩隆礁、湖南花垣至黔东铜仁一带下寒武统清虚洞组表附藻、葛万藻灰泥岩隆礁相对比^[5]。

鉴于基本缺失原地块、架状生态的生物, 粘结结构分布局限, 灰泥在礁体中占绝对数量, 岩石互呈块状, 厚度明显高于同期沉积物故定为灰泥岩隆礁。

五、成礁环境

研究区上寒武统雾渡河组为一套潮坪粉晶白云岩, 是此期世界范围内海退作用的产物。进入奥陶纪后, 全球又历经了一次较大的海侵。研究区也不例外处于海侵范围, 在早奥陶世始终为台地区(图5), 海平面升降只引起微环境的交替变更(图6)。生物礁正是形成在这种缓慢海侵的背景条件下, 因而生物礁本身的发育都是由浅到深而最终消亡, 但礁体的产生却建造于相对变浅的局部凸起上。这就是为什么礁都以浅滩为基底的原因。正是浅滩生物屑的加积作用, 在台地区形成更浅的适于蓝绿藻繁殖的微环境, 为生物礁的发育创造条件。但这种局部成礁条件不可能保持很久, 单靠生物礁的生长速度只能在一定的时间与海平面保持均衡。毕竟是在海侵的前提之下, 局部凸起无法长期左右形势, 这就是何以迄今所发现的生物礁体规模都很小的原因。当然, 由于环境变化的具体差异, 各时期礁类型又有不同。主要取决于: (1) 浅滩的位置、形态和规模; (2) 造礁生物的生长速度; (3) 海侵的速度和规模。

本文编写过程中, 蒙贺自爱教授级高工于百忙中赐教, 深表谢意!

参 考 文 献

- [1] 张宗命等, 1982, 中国石油大地构造。石油工业出版社。
- [2] 曾庆奎等, 1983, 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊。
- [3] 刘宝珩, 1980, 沉积岩石学。地质出版社。
- [4] 曾鼎乾等, 1988, 中国各地质历史时期生物礁。石油工业出版社。
- [5] 刘宝珩等, 1985, 岩相古地理基础和工作方法。地质出版社。
- [6] 冯增昭, 1989, 碳酸盐岩相古地理学。石油工业出版社。
- [7] Scholle, P. A., et al. 1983, AAPG Memoir, 33, P. 346—415.

EARLY ORDOVICIAN ORGANIC REEFS IN SONGZI, HUBEI

Zhu Zhongde Liu Bingli Meng Xianfu Li Jianmin

Hu Mingyi Xiao Chuantao Li Weifeng

(Jiangnan College of Petroleum)

Abstract

Early Ordovician organic reefs in Songzi were firstly discovered by the authors. The reefs can be divided into algal buildup reef, stromatolite beded reef and lime-mud buildup reef, of which the algal buildup reef is best represented and composed of a series of mound, bread-like, beded-like reef bodies. Individual reef bodies are 1.5–22m high, 6–50m wide, and the ratio of high/wide is 1:3.6–1:4.5. The main reef-building organisms in situ are blue-green algae, receptaculitid algae, sponges and a few bryozoans. The accessory organisms are cephalopods (*Hopecicoceras*, *Cameroceas*), brachiopods, trilobites, echinoderms, bivalves, ostracods, etc.

A complete reef body consists of reef base, reef core, reef cap, and interreef sediments. The reef core can be divided into three microfacies from bottom to top: 1. bindstone; 2. baffle-bindstone, 3. bind-bafflestone. Correspondingly, the development of the reef bodies can be divided into three periods: foundation stage, development stage and decline stage.

欢迎订阅 1991 年《地球科学进展》

《地球科学进展》是由国家自然科学基金委员会地球科学部中国科学院兰州文献情报中心、中国科学院地学情报网联合主办的综合性学科情报刊物。主要刊登地球科学的学科进展动态,提供天地生综合研究资料,报道边缘学科交叉学科信息,以及高新技术在地球科学中的应用,介绍国家自然科学基金项目选题意向,公布基金项目评审情况,交流基金项目管理工作经验,宣传基金项目具体内容和研究成果。

主要栏目有:学科发展与研究;地学与四化建设;基金项目管理与介绍;基金项目成果与应用;新学科、新发现、新考证;学术研究动态;探索与争鸣等栏目。

《地球科学进展》适宜从事地球科学和资源环境科学方面的科技人员,科研管理人员、图书情报人员、大专院校师生阅读。

《地球科学进展》每期 88 页,逢双月出刊,国内统一刊号:CN62—1091,ISSN1001—8166,每期定价 1.65 元,全年 9.90 元,需订购的单位和个人请与中国科学院兰州文献情报中心发行组联系。

地址:兰州市天水路 236 号 邮政编码:730000

开户银行:兰州市科技信用社 帐号:01—20