

四川龙门山唐王寨地区泥盆纪生物礁

郑和荣

(胜利石油管理局地质科学研究院, 山东东营)

曾允孚 林文球

(成都地质学院沉积研究所)

龙门山唐王寨地区泥盆纪生物礁是由缓坡丘礁、镶边台地边缘线状丘礁和开阔及局限台地内补丁礁构成的礁体群。造礁生物主要为各种生态的层孔虫和床板珊瑚。生物礁从早泥盆世甘溪晚期(相当于艾姆斯晚期)开始发育一直延续到晚泥盆世沙窝子期(相当于弗拉斯期),以发育时间早、延续时间长为特点。单个礁体规模小,高与宽之比一般小于1/30,呈透镜状和丘状。礁体群的发育和演化主要受古区域构造、沉积环境和古气候所控制。

关键词 生物礁 层孔虫 床板珊瑚 泥盆纪 龙门山

第一作者简介 郑和荣 男 29岁 硕士 石油地质与勘探

一、引言

龙门山是位于四川盆地西缘的一条北东-南西向展布的山脉,北起广元、南抵泸定,全长约500 km。大地构造位置属扬子板块西部边缘^[1]。前人按古生代以来的地层、岩石和构造特征将其分为前山带和后山带。本文所研究的唐王寨地区即是指龙门山前山带的唐王寨-仰天窝向斜(逆冲席^[1])及其东南侧零星的泥盆系露头区(逆冲片^[1]),位于江油、北川、广元和平武等县、市境内(图1)。

唐王寨地区泥盆系发育完整,厚度巨大(最厚处大于4800 m),化石丰富,是我国南方泥盆系建立标准剖面的地点之一。从泥盆系下部(按厚度分)的陆源碎屑岩到上部的碳酸盐岩构成一个完整的沉积旋回。上部碳酸盐岩为一套由同斜碳酸盐缓坡、镶边碳酸盐台地和末端变陡的碳酸盐缓坡环境产物构成(图2),生物礁即在此基础上发育起来。按礁体发育的古环境位置可将区内生物礁分为同斜缓坡上的丘礁(发育于下泥盆统甘溪组至中泥盆统观雾山组下段)、镶边台地边缘的线状丘礁(发育于观雾山组上段)和开阔及局限台地内部的补丁礁(发育于上泥盆统沙窝子组)。礁体群从早泥盆世甘溪期晚时(相当于艾姆斯期或四排期的晚时)开始出现一直断续延续至晚泥盆世沙窝子期^[2](相当于弗拉斯期或畚田桥期),具发育时间早、延续时间长的特点。

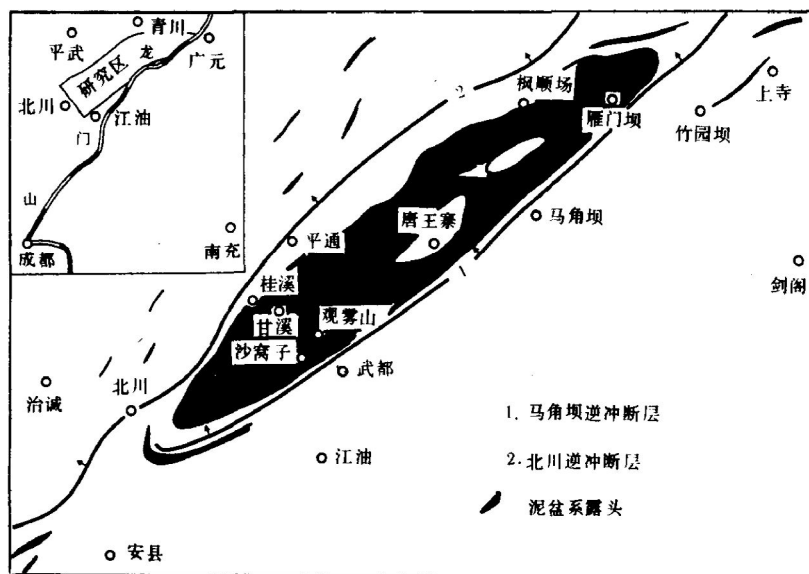


图1 研究区位置及泥盆系露头示意图

二、同斜碳酸盐缓坡上的丘礁

该类礁体主要发育于北川甘溪下泥盆统甘溪组至中泥盆统观雾山组下段，计有14层。总的特征是，礁体规模不大，一般高数米至十余米，出露宽度百余米至数百米，呈透镜状和丘状。礁体均发育于生物屑泥晶灰岩之上，造礁生物有层孔虫、珊瑚和少量苔藓虫。造礁层孔虫多为 *Salarirella multicea*, *Atopostroma ertiolata*, *Hermatostroma schluteri* 等，呈薄层状、板状、结壳状、球状、半球状等。薄板状层孔虫直径10—30 cm，厚0.5—2 cm；板状层孔虫大小不等，直径30—70 cm，高3—5 cm。造礁珊瑚以床板珊瑚为主，少量四射珊瑚，常呈不规则块状、柱状和圆盘状。不规则块状者38×45×78 cm，圆盘状者直径35—50 cm，厚5—10 cm。附礁生物有腕足类、腹足类、介形类和双壳类等。礁岩有粘结岩、粘结-骨架岩、障积岩和障积-骨架岩四类：

粘结岩（图版I-2, 3）：由板状、透镜状和圆盘状层孔虫（少量蓝绿藻）披覆、粘结碎屑物质而成，形成于中、低等能量环境。

粘结-骨架岩：是粘结岩和骨架岩之间的一种过渡型礁岩，由体大的半球状、球状及少量球根状层孔虫紧密堆叠而成（图版I-8），形成于中等能量环境。

障积岩（图版I-4, 5, 7, 9）：由球状、球根状和枝状层孔虫以及枝状群体珊瑚在低能环境中形成。

障积-骨架岩：是障积岩和骨架岩之间的一种过渡类型礁岩，由块状群体珊瑚和大个体半球状层孔虫等构成（图版I-6），形成于中等能量环境。

区内生物丘礁在剖面上反复出现，中间以滨外碎屑滩相的中细粒石英砂岩和陆棚相的石英细砂岩、石英细砂生物屑灰岩以及局限陆棚相的泥晶灰岩等，从而造成区内生物礁发育的

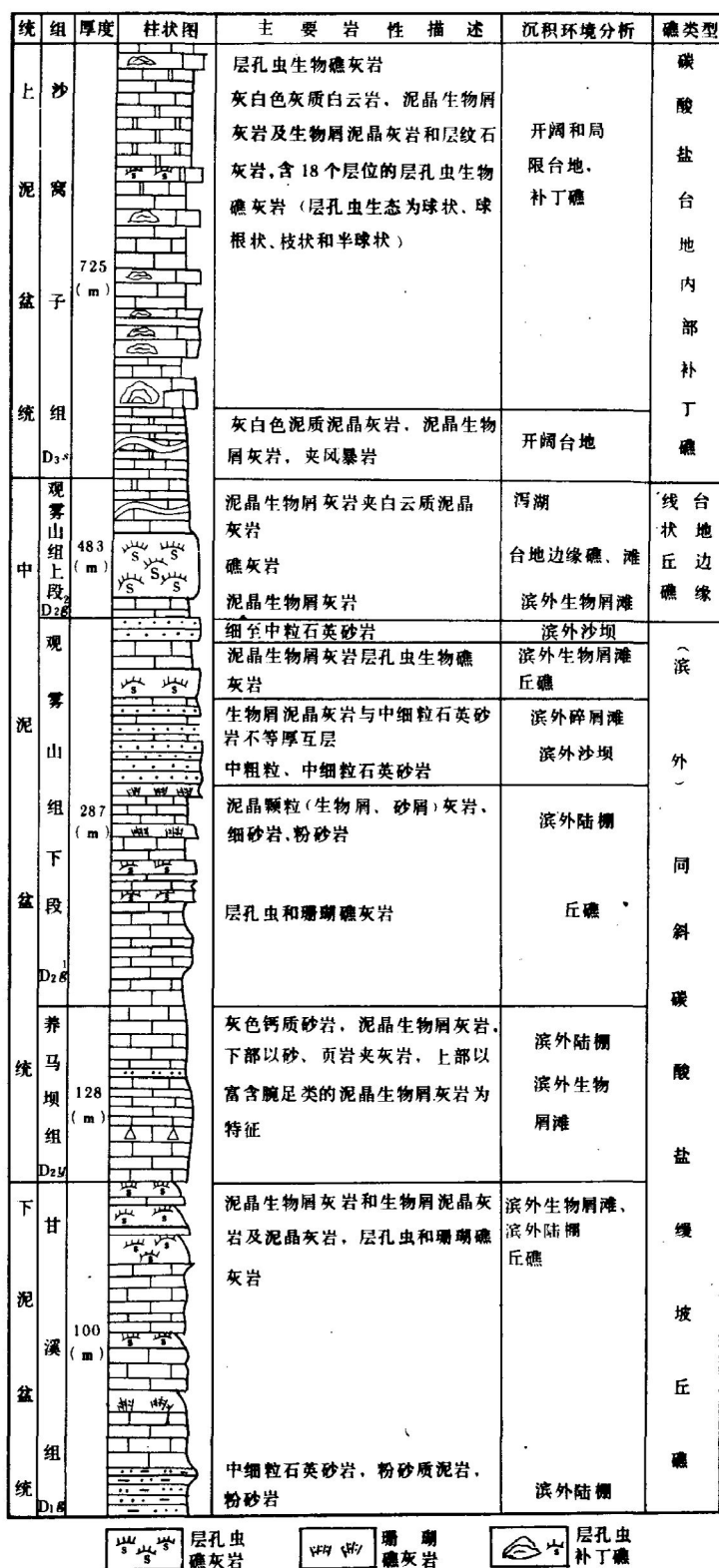


图2 唐王寨地区泥盆纪地层沉积相综合柱状图

规模小、成透镜状和丘状,反映区域构造和基底构造的频繁活动性。区域构造的活动性表现在盆地内有间歇性的陆源硅质碎屑的注入;基底构造的活动性则表现在生物丘礁的基底沉降速度大于礁体生长速度。这在丘礁的剖面结构中可见一斑(图3)。

生物丘礁的发育演化可以分为三个阶段。据甘溪剖面 B83 层丘礁的发育演化表明(图4),最先是板状层孔虫披覆,粘结生物碎屑而开始丘礁的拓殖阶段;之后,较大个体的半球状、球状和球根状层孔虫大量繁殖,紧密堆叠构成丘礁的泛殖阶段,最后,小个体球状层孔虫与珊瑚类共同构成礁体的统殖阶段。

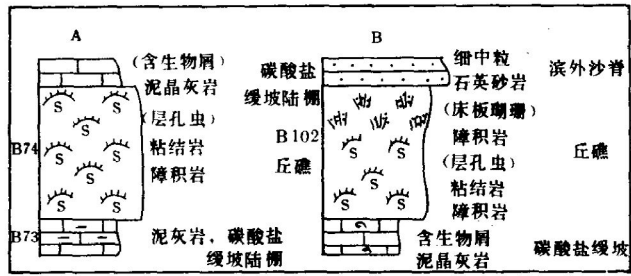


图3 丘礁剖面结构类型(北川甘溪 D₁g)

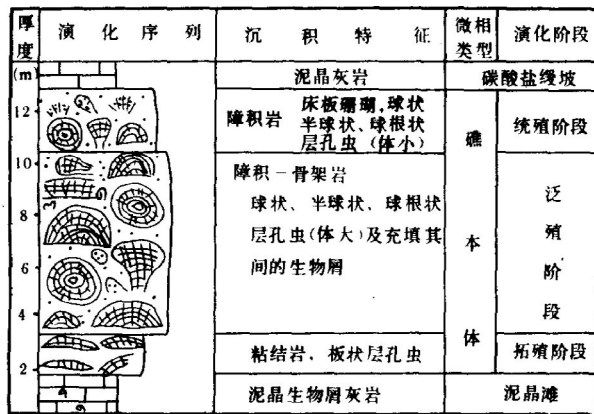


图4 生物丘礁发育演化阶段图
(北川甘溪 B83 为例)

三、镶边台地边缘的 线状生物丘礁

发育于北川甘溪剖面观雾山组上段(图2),向北东可延伸至平武平驿铺。线状生物丘礁是指发育于台地边缘呈线状延伸的一类礁体。该线状丘礁的后侧(靠古陆一侧)发育有泻湖,但其前缘却无塌积岩。礁体在甘溪剖面出露厚度 35.8 m,呈北东-南西延伸,高/宽比小于 1/30。礁岩以粘结岩和骨架岩为主,局部发育有障积岩和缠结岩;礁岩间充填生物屑泥粒岩和粒泥岩。造礁生物以层孔虫和珊瑚占绝对优势,偶见苔藓虫。层孔虫有 *Stromatopora*

hupschii, *Hermatostroma perseptatum*, *Actinostroma stellulatum* 等,呈块状和板状,偶见球状和半球状。附礁生物有腕足类、棘皮类、单体珊瑚、双壳类和介形类等。

1. 岩石组合和造礁生物生态

除具有前述缓坡上生物丘礁的礁岩类型外,还发育有骨架岩和缠结岩。

骨架岩(图版 1-1):由块状层孔虫连接构成,充填生物屑和灰泥,并为结壳状层孔虫和蓝绿藻缠结加固,从而形成骨架岩。构成线状丘礁核部的主体,代表中-高能量环境产物。

缠结岩(图5):是结壳状层孔虫(也称缠结层孔虫)或与蓝绿藻缠结棘毛虫、床板珊瑚和生物碎屑而形成。

层孔虫除呈块状和结壳状外,余者与缓坡上丘礁中的一致。块状层孔虫的特点是三轴长度变化不大,一般宽 5—30 cm,长 10—80 cm,高 5—25 cm,构成骨架岩。结壳状层孔虫形如其名,常包缠生物(屑)或与灰泥形成缠结岩。

2. 微相类型

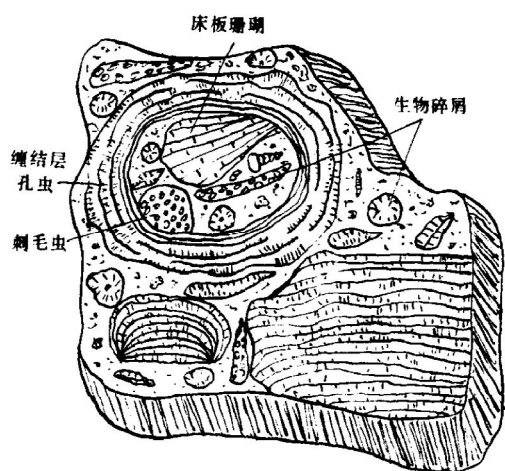


图5 缠结层孔虫素描示意图

(1) 礁基：位于礁的底部，厚逾 20 m，包括泥晶生物屑灰岩和生物屑泥晶灰岩两个微相类型。由原地生物骨骼经波浪打碎后堆积而成，属台地边缘生物屑滩环境产物，生物有腕足、珊瑚和棘皮类的个体及碎屑。

(2) 礁核：厚 35.8 m，由下而上分别发育薄层状层孔虫粘结岩，球状、半球状层孔虫障积岩，枝状层孔虫和枝状珊瑚障积岩，板状-块状层孔虫骨架岩，以及充填其间的生物屑灰岩等，偶见缠结岩。由原地生长的生物为主构成。由于生物骨架间的空间大，因而发育有孔洞充填构造，主要为各类造礁生物的碎屑和附礁生物，自下而上分别为：杂乱堆积的块状层孔虫巨砾-珊瑚和层孔虫的较小砾屑-细小的各类生物屑。

(3) 礁顶：在礁核的上面有 30 cm—1 m 厚的生物屑灰岩，构成了礁体的顶部层。生物屑以单体珊瑚、腕足、棘皮类、双壳类和介形类等组成。

3. 丘礁的发育演化

生物丘礁的发育演化分为五个阶段（图 6）：

阶段 I：中泥盆世观雾山期（相当于吉维特期）中时，在滨外沙脊的较高地貌隆起上，碳酸盐岩发育形成生物屑滩。

阶段 II：在滩的基础上，板状层孔虫定殖形成薄的生物层（1 m），在总体上仍不利于生物大量繁殖。

阶段 III：基底缓慢沉降，在适宜的温度、盐度和透光条件下，层孔虫大量繁殖构成镶边，导致礁后形成泻湖，并在与基底沉降幅度保持一致的条件下，形成了台地边缘线状丘礁的主体（厚 35.8 m）。

阶段 IV：基底快速沉降导致海平面相对上升过快，礁体又被生物屑滩和生物层所替代。

阶段 V：海侵继续，礁体停止生长。

台地边缘线状生物丘礁沉积时的岩相古地理见图 7。

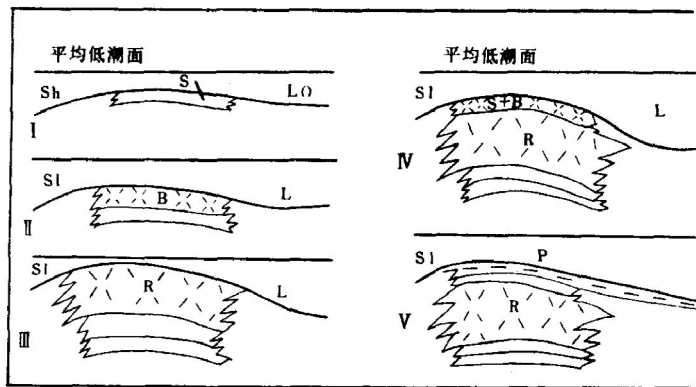


图6 台地边缘生物礁发育演化示意图

（北川甘溪 D_{2g}）

S—浅滩，Sh—陆棚，Lo—滩后洼地，B—生物层，Sl—台缘斜坡，
L—泻湖，R—生物礁，P—开闢台地

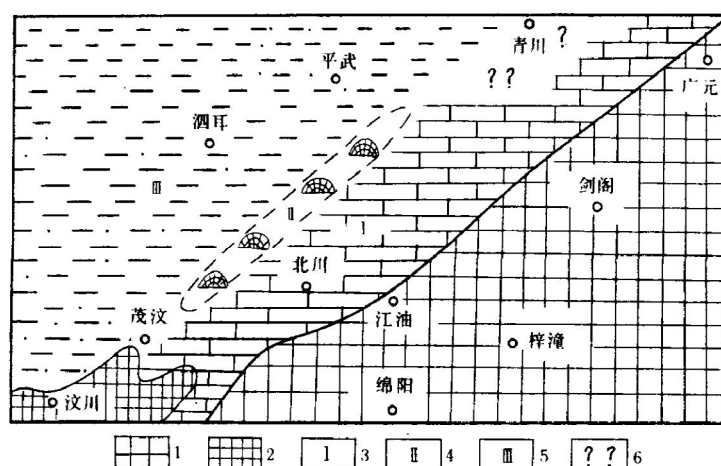


图7 唐王寨地区中泥盆世线状生物丘礁沉积期岩相古地理示意图

1—上扬子低缓古陆, 2—彭灌古岛, 3—台地碳酸盐岩相, 4—台地边缘线状生物丘礁相, 5—斜坡-盆地砂泥岩相, 6—情况不明区

四、碳酸盐台地内部补丁礁

补丁礁主要发育于上泥盆统（江油马角坝中泥盆统观雾山组顶部亦零星见到）沙窝子组（相当于弗拉斯阶），以北川甘溪至江油马角坝一带最为发育，位于（开阔和局限）台地相内部，在甘溪剖面主要发育于开阔台地相内，而在马角坝地区则主要发育于局限台地相中。礁体呈透镜状和丘状，长几十米至百余米，高2—8 m不等，最高者可达20余米。造礁生物几乎全为层孔虫，呈小个体球状、半球状、球根状和枝状等，偶有枝状床板珊瑚。相应的礁岩类型为障积岩。造礁层孔虫体小，一般4—8 cm，小者仅2—3 cm，大者逾20 cm；大多数保持有较好的原始生态，但球根状者多有倒伏，呈倾斜状或横卧状。在层孔虫体间充填了大量生物碎屑和灰泥。根据造礁层孔虫不能暴露于潮间生长以及礁体顶部有绿藻存在，推测成礁时水体深度约为15—24 m（估计水深用补丁礁高再加上其压实率取值20%计算^[3]）。

大多数补丁礁可分出三个生长期（图8），有些第一、二期界线不明，则只可分出二期。

初始期：球状层孔虫和枝状珊瑚生物屑泥晶灰岩构成礁基，呈似层状或扁透镜状层。

兴旺期：形成礁的主体部分——礁核，组成生物为层孔虫和珊瑚，形成障积岩，生物含量大于40%，呈明显丘状突起，厚1—12 m。

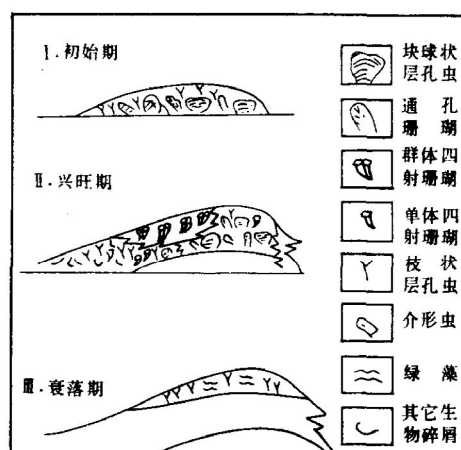


图8 唐王寨地区晚泥盆世补丁礁发育演化图

衰落期：补丁礁顶部均可见略显纹层的含枝状层孔虫泥晶灰岩，有些还含有绿藻-介形虫组合，这不仅反映礁体已接近海面，而且也说明海水环境淡化，从而造成礁体衰落，最终死亡。

五、生物礁发育和演化的控制因素

龙门山泥盆系发育于古扬子板块西北被动大陆边缘^{*}。泥盆纪初，随着被动陆缘又一次拉张，盆地基底差异升降强烈，造成唐王寨地区西南面的彭（县）灌（县）地区和西北面的轿子顶地区强烈上升成为古（半）岛，东面的上扬子地区垂直缓慢上升形成低缓古陆（古海拔高度和地形起伏均小，几乎不供给盆地陆屑物质），而唐王寨地区则强烈沉降，接受来自古（半）岛上的陆屑物质。随后（相当于艾姆斯-齐根期），盆地基底构造的活动呈间歇性，活动

期堆积陆源碎屑；平静期发育碳酸盐沉积。这种碳酸盐岩的沉积环境为一种由浅水至深水均匀过渡的类型，即为同斜的碳酸盐岩缓坡。在有利的古气候条件下，在缓坡的滨外陆棚上，层孔虫和床板珊瑚等大量繁殖，构成生物碳酸盐岩体即甘溪期和观雾山早期的丘礁。此后，由于区域构造的短暂活动，导致古（半）岛上相当数量的陆屑物质快速堆积，使陆棚边缘得以加积。随着区域构造活动渐趋平静，层孔虫等造礁生物在陆棚边缘再度生长，形成线状丘礁，使同斜碳酸盐岩缓坡演化为镶边碳酸盐台地即观雾山晚期加积镶边台地。线状丘礁与堤礁的区别以不发育礁前塌积相为特征。至晚泥盆世沙窝子早期，随着广泛的区域性海侵（与中国南方晚泥盆世早期的区域海侵^[5]基本一致），由于台地上碳酸盐加积速度小于海侵速度，从而导致加积镶边台地发展成为末端变陡的缓坡，在缓坡靠古陆的浅水地域发育球状和枝状层孔虫为主构成的补丁礁。沙窝子晚期，随着全球性层孔虫类生物的绝灭，唐王寨地区的生物礁也随之消失。

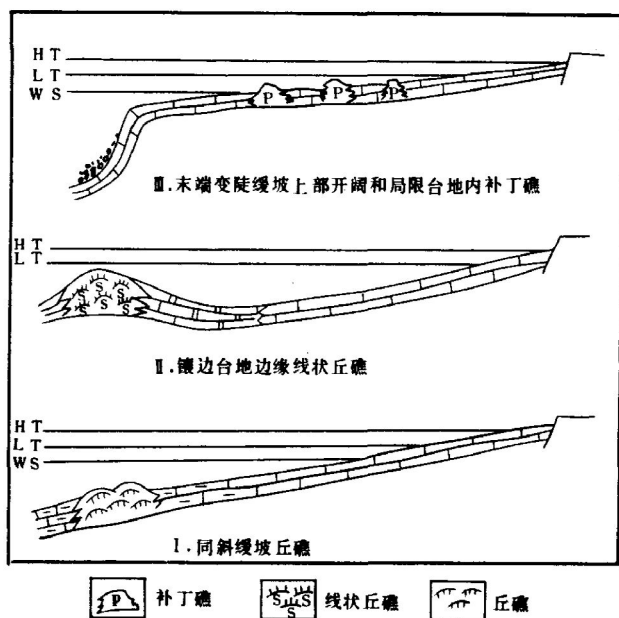


图9 唐王寨地区生物礁沉积模式图

上碳酸盐加积速度小于海侵速度，从而导致加积镶边台地发展成为末端变陡的缓坡，在缓坡靠古陆的浅水地域发育球状和枝状层孔虫为主构成的补丁礁。沙窝子晚期，随着全球性层孔虫类生物的绝灭，唐王寨地区的生物礁也随之消失。

综合唐王寨地区泥盆纪生物礁的沉积模式如下（图9）。

结 论

(1) 研究区生物礁群按其生长的古环境位置可分为同斜缓坡上的丘礁、镶边台地边缘的

* 郑和荣，龙门山唐王寨地区泥盆纪沉积特征和沉积盆地演化，成都地质学院研究生论文，1988。

线状丘礁和台地内部补丁礁。造礁生物以各种生态的层孔虫为主，次为床板珊瑚。

(2) 构成生物丘礁的岩石类型有粘结岩、障积岩、骨架岩和缠结岩及其过渡类型，一定的礁岩组合是一定沉积环境的产物。不同的礁体有不同的生物生态组合、微相组合和不同的演化特征。

(3) 生物礁群的发育演化主要受古区域构造和沉积环境所控制，尤以古区域构造为关键。工作中曾得到张锦泉副教授、刘文均副研究员和田洪均、黄思静等的帮助，特此致谢！

参 考 文 献

- [1] 张宗命、胡 明，西南石油学院学报，1990，12 (3)：46—70。
- [2] 四川龙门山泥盆纪标准剖面研究课题组，岩相古地理通讯，第2辑，1987，1—21。
- [3] 田洪均、郑和荣，矿物岩石，1983，3 (4)。
- [4] 曾允孚等，南岭泥盆系层控矿床，地质出版社，1987。

DEVONIAN REEF IN TANGWANGZHAI REGION OF LONGMEN MOUNTAINS, SICHUAN

Zheng Herong

(Research Institute of Geology, Shengli Oilfield)

Zeng Yunfu Lin Wenqiu

(Research Institute of Sedimentation, Chengdu College of Geology)

Abstract

The Devonian reefs in Tangwangzhai Region are a series of reefs which consist of hummock reefs on carbonate ramp, linear hummock reefs on the rim of carbonate platform and patch reefs on carbonate platform that developed with the evolution of the carbonate platform. The reef-building organisms were mainly stromatoporoids and tabulate coral. They began to develop from the late Ganxi stage (late Emsian) till Shawozi stage (Famennian). They are characterized by small body size and lenticular or hummock in shape. The development and evolution of the reefs were controlled mainly by regional tectonics, sedimentary environments and paleoclimates.