

川东鄂西晚二叠世长兴期沉积相与生物礁 含油气有利相带特征探讨

刘大成 李书舜

(地质矿产部西南石油地质局)

笔者根据野外实践和大量数据资料,在综合分析研究的基础上,恢复了川东鄂西长兴期沉积相的基本格局,认识到区内长兴期并不是一个平板式台地,而是存在着较为明显地相分异作用。表现在沉积面貌上,有台地相、台沟相,台盆相,生物滩相。既有浅水相,又有深水相,既有开阔海相,也有局限海相,其中生物礁相又有其特殊的成礁序列和特定的沉积环境,构成了含油气相带,并在油气勘探中证实。

川东鄂西晚二叠世长兴期沉积相,过去有关单位已作过研究,由于当时还认识不到长兴组有生物礁,所以“六五”期间的重新研究颇有必要。在研究过程中,观测了本区五十条剖面,十余条含礁地层剖面,归纳总结出一些与生物礁有关的规律和特征。在大量实践和资料综合分析的基础上写成此文。

一、晚二叠世长兴期沉积相特征

晚二叠世长兴期,来自东南方向的古太平洋和西南方向的古特提斯海水广泛入侵四川海域。除西侧的康滇古陆有较轻微的活动外,马尔康、摩天岭、大巴山等海隆均没于水下。使本区形成一个较大型碳酸盐台地。在海西期拉张运动作用下,台地受到分割,一些地方在隆升,另一些地方在下陷。在台地地形隆升的高部位沉积礁、滩,低部位沉积硅泥质,其沉积相出现了明显的分异。按生物组合与岩性变化,可划分为潮坪沼泽含煤相,台地局限浅海相,台地开阔浅海相三个二级沉积单元(图1)。

I、峨眉乐山潮坪沼泽含煤相(相当于原宣威组)

大致沿康滇古陆前缘略呈南北向分布,以紫红、灰黑色碎屑岩沉积为主,间夹薄煤层。炭屑、植物化石丰富。局部间有河流相沉积。代表了长兴期早时海侵阶段产物,中、晚时为潮坪沼泽和滨岸漫滩沼泽环境。

II、成都南充台地局限浅海相

位于华蓥山以西的川中和川西的大部分地区,约占碳酸盐台地区的一半。为深灰色泥晶灰岩,含绿藻屑灰岩,含泥质灰岩夹页岩。生物门类单调,个体小。瓣科有孔虫、海百合茎多呈条带状分布。表现为海水浑浊,海域环境局限。

III、重庆万县台地开阔浅海相

在台地开阔浅海相内,可分出次一级的台沟、台盆、台内浅滩、台内生物礁等亚相

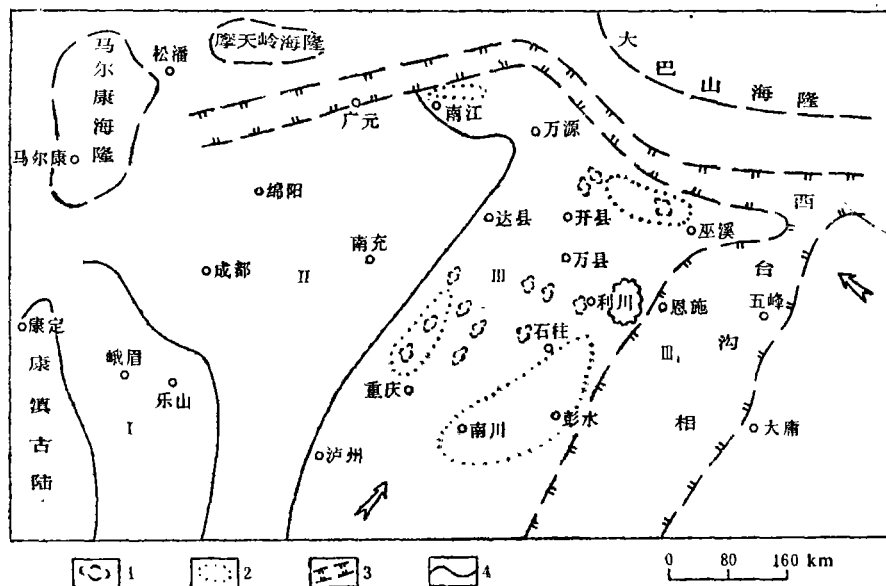


图1 川东鄂西晚二叠世长兴期沉积相图

I. 峨眉乐山潮坪相, II. 成都南充台地局限浅海相, III. 重庆万县台地开阔浅海相, IV. 川北鄂西台沟相
图例: 1. 生物礁, 2. 生屑滩, 3. 台沟, 4. 相区界线

沉积单元。有趣的是台地开阔浅海相区三条边界恰好与华蓥山、大巴山、利川古断裂吻合，断裂就是开阔台地的相界。可能为沉积期规模较大的同生断层，两侧的沉积相有显著差别。在大巴山和利川古断裂外侧发育台沟相，在华蓥山断裂以西发育局限海相。唯台地南面敞开与黔桂台地相连。海域正常，海水清浅鲜活，气候温暖，水域畅通。有利于各类生物的发育繁殖。按照生物的分异和变化，可划分为海百合茎-有孔虫-瓣科组合、藻类-水螅-海绵组合。在大巴山南缘的宣汉渡口、巫溪田坎以及方斗山东南段的石柱冷水溪、彭水罗家坨等地富含海百合茎及瓣科。一般单层厚度约20.0m，单因素统计海百合茎含量高达80%，亮晶胶结，表现为高能浅滩环境（图1）。在米仓山前缘的南江桥亭，杜家坪一带出现瓣滩和海绵滩。瓣科个体大，厚度大，集中发育在长兴组中上部，与横向异相的成礁期大致同时。单因素统计瓣科含量约70%，大都为 *Palaeofusulina* sp.，亮晶胶结。这三个浅滩的形成与长兴期本区水下隆起有关，例如南江瓣滩处于米仓山水下隆起的缓坡上；宣汉，巫溪百合滩处于大巴山水下隆起的斜坡上（图1）；石柱、彭水浅滩则处于方斗山水下隆起之上。所以长兴期生物滩的形成是与本区古隆起、古断裂活动有关。

另一类藻类-水螅-海绵组合，是指长兴期中、晚时沉积形成的生物礁相。目前长兴组发现的生物礁，其造礁生物主要是串管海绵、sphinctozoans、水螅和少量群体珊瑚。附礁生物为腕足、苔鲜虫、海百合、有孔虫、菊石等。粘结生物蓝绿藻，管壳石，是碳酸盐台地的一种特殊沉性环境（详见成礁序列）。这些生物礁大都沿着古断裂和台沟边缘分布，所以礁受到同生断裂和台沟控制。

Ⅱ₁、川北鄂西台沟、台盆相（相当于长兴灰岩相变带和原大隆组）：围绕长兴期碳酸盐台地边部下陷沉降的负地形沉积单元，还包含长兴灰岩越过利川完全相变为硅质页岩。此台沟在四川东北部呈东西向展布，至鄂西转为南北向延伸，一直伸展到黔桂台地的天峨一带。台沟局部时被台地切割，形成台盆。这类台沟、台盆大都为深水沉积环境。产：Pseudotirolites sp.以及放射虫等化石。岩性为深灰色含放射虫硅质岩、含海绵骨针硅质灰岩及硅质页岩、含炭质泥质岩夹泥晶灰岩等。

综观长兴期沉积相的总体变化，有潮坪、浅水、深水等多样化沉积。表现了海相碳酸盐沉积相的复杂化和多样化。本区沉积地形西高东低，中部为较大范围的碳酸盐平台，形成了由陆到海，由浅水到深水的沉积面貌。

二、川东鄂西长兴组成礁类型

川东鄂西已发现地面、井下生物礁20余处（图2），按生物礁所处的古地理位置，大致可以分为三种类型：岸礁、堡礁（堤礁）（曾鼎乾等，1984，范家松等，1982，张书明等，1987）、点礁。其中堡礁的成熟度较高，而岸礁和点礁的成熟度较低。岸礁和堡礁表现在成礁序列上有着明显的相序区别，岸礁在含礁剖面之下是潮坪沼泽含煤相，向上为台地相、礁格架相、浅海相。从纵向上看，由潮坪至台地水体加深，说明礁相沉积之前，距离海岸线较近，所以岸礁又称海侵礁。本区华蓥山椿木坪、老龙洞、板东4井、双15井等均属这种海侵岸礁类型。堡礁在含礁剖面之下是台盆相，向上为台地相、礁格架相、潮坪相。从台盆深水至台地潮坪是一个向上变浅的海退序列，又称海退礁。也有人称台盆边缘礁，因为这类礁在平面位置上大都沿着台盆、台沟边缘分布。这样，含礁岩相的纵向下部是盆，横相与之同期沉积的也是盆，从盆到台显然是一种海退关系，例如湖北利川见天坝堡礁群、开县红花堡礁群，都属这种海退礁类型。第三类是点礁，这种

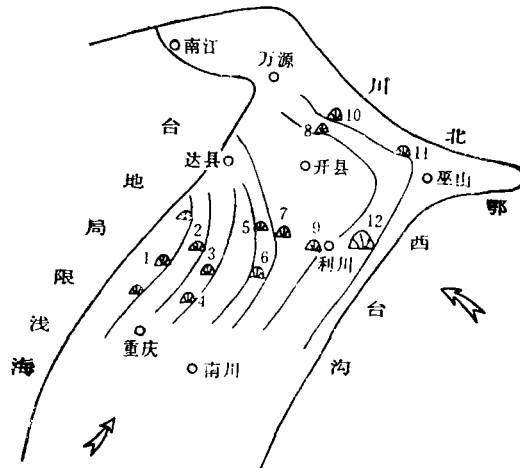


图2 川东鄂西长兴组生物礁分布图

- 1. 华蓥山岸礁群 2. 板东4井 3. 卧117井 4. 双15井 5. 梁2井 6. 池24井 7. 丰都太运 8. 开县红花
- 9. 建南气田 10. 开县满月 11. 巫溪田坝 12. 见天坝堡礁群

礁分不出礁前、礁后，只有礁翼，其规律很难摸清，今后应多做这方面的工作。

三、川东鄂西长兴组成礁序列特征

通过本区大量的地面调查和井下资料对比研究，发现海退型堡礁有一定规律可循，并具有比较完整的序列，这种成礁序列是指含礁地层剖面纵向上的沉积相反映在横向上的变化环境（瓦尔特相律，见图3、图4）。利川见天坝，开县红花礁都符合这一相律，以相序完整的开县红花生物礁为例（张书舜等，1985，曾允孚等，1982），自下而上含七个相序。

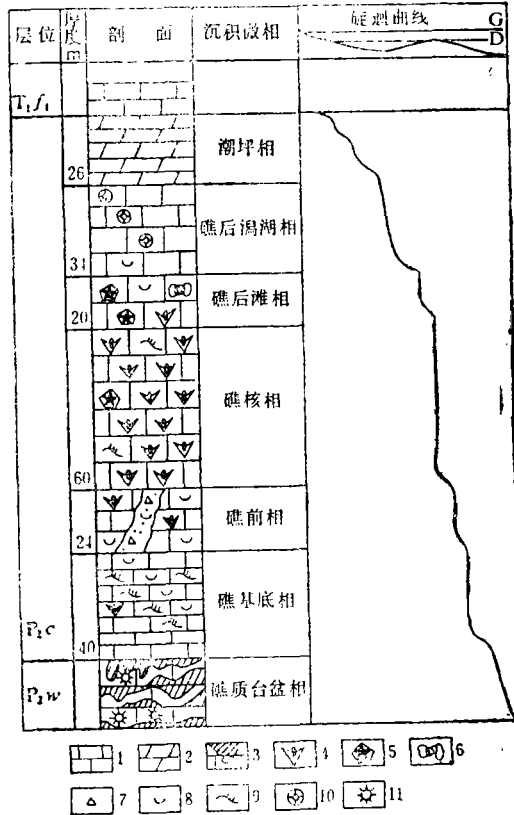


图3 开县红花生物礁微相剖面图

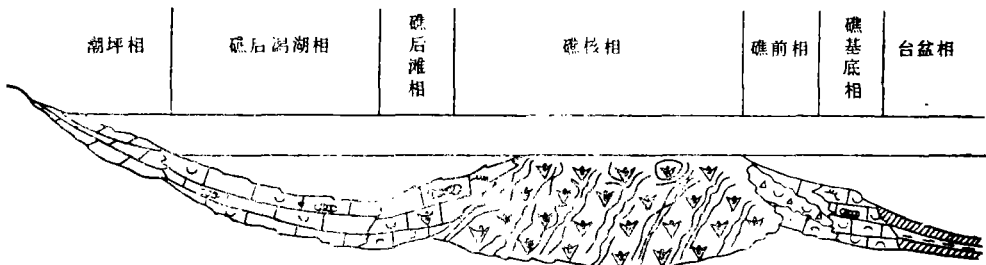


图4 开县红花生物礁横向环境图

1. 富硅质台盆相

是指含礁剖面之下的吴家坪相沉积,与长兴组生物礁为渐变过渡关系,是礁相下部的相关环境。其特征是颜色深、层理薄、硅质含量高,单因素统计为60%,含大量硅质放射虫及海绵骨针,为一套深水沉积的环境。

2. 台地浅滩相

由台盆渐次过渡到台地,硅质含量明显减少,灰质含量增高,层理增厚,颜色变浅。在含硅质条带的灰岩中,开始出现大个体海绵。向上为腕足、有孔虫、棘皮、藻屑、生屑等混杂组成的骨屑灰岩,构成浅滩(礁基底或礁底盘),局部出现选择性白云石化。

3. 礁前相

大小混杂的礁角砾呈透镜状或指状穿插于含礁灰岩中。角砾成份主要为破碎的海绵屑或粗颗粒,其岩性与礁核相完全一致,表现为礁体前缘的高部位浪击滑塌而成。

4. 礁核相

发育在浅滩之上的大量蓝绿藻缠绕的海绵群体,形成捆结状抗浪礁格架相。具有同心纹状的藻丝体连片分布,其间常包海绵屑。向上块状海绵密集,除少数直立外,多因风浪作用向某一方向倒伏。礁格架相串管海绵含量40~70%,架间由生物砂及亮晶方解石充填。形成了厚约80m的礁核相,礁灰岩表面粗糙,不显层理,色浅而发白。

5. 礁后滩相

受礁体阻挡,一些礁核削蚀下落的碳酸盐砂堆积在礁后形成浅滩。由于礁体在发育过程中向上隆起,浅滩的位置随着上升,“当然也不排除后滩和前滩连为一体构成礁基座,相当于礁坪,在礁坪上发育礁核,类似现代的西沙礁相”。在海平面下降时,滩体露出水面,海绵数量减少,以海百合、藻类为主,局部出露穹状迭层石,表明礁体已处于消亡时期,环境已发生变化,不再适应海绵生长。

6. 礁后泻湖相

受礁体阻挡,水域受限,能量减弱,颜色变深,层理减薄,以灰泥沉积为主,含少量绿藻、有孔虫,海绵绝迹。

7. 潮坪相

海水已退到最大限度,含藻白云岩大片出露,从而结束了成礁历史过程。向上为下三叠统飞仙关组的泥灰岩沉积。

以上七个相序表现了生物礁各亚相形成时期的特殊沉积环境,显示了生物礁经历了生长、发育、消亡三个阶段。相当于詹姆斯划分的定殖、拓殖、繁殖、统殖阶段。在浅滩形成期,海绵首先在浅滩上定殖、拓殖,在礁核期大量的海绵生物得以繁殖,礁核顶部海绵占统治地位。在海侵与海退基础上完成成礁历史全过程。

四、成礁序列在油气勘探中的作用

川东鄂西已钻到的五口礁型气井,大都是构造布钻碰上的。目前对一些钻穿长兴组产大气的高产井,是礁型气藏还是构造气藏尚有争议。在钻井过程中只有根据钻时加

快、泥浆比重下降、岩心岩屑有无造礁生物海绵、伽玛曲线特低值等来确定礁（杜尚明，1985）。这样就需要一口井钻完测井后才能判别是否为礁。如果应用成礁序列特征，即使是在钻井过程中，也可以及时预测和判别。在正常情况下礁都具有较完整的序列，当钻入长兴组见到白云岩时，表明已钻到礁的第一个序列，以此类推，下伏应是礁后泻湖相、礁后滩相、礁核相等。如果只钻到其中某一个序列，应推测其它序列的位置方向，考虑另行布钻探索。勘探证明，礁核相间夹的白云岩和礁后潮坪白云岩这两段，储层最好，产气最高（陈季高等）。天然气产量8—1000万立方米不等，是海相碳酸盐的一种新型油气藏类型。

五、生物礁含油气有利相带特征

区内长兴组低能深水沉积的台盆、台沟相是有利的生油岩相带。邻近潮坪沼泽含煤相的局限浅海（本区不含蒸发岩）也是有利的生油岩相带。浅水高能沉积的礁滩相是有利的储油岩相带（图2）。特别是在台地与台盆边缘的缓坡带上的礁滩相更为有利。本区华蓥山以西为台地局限浅海，比邻的相对较高地形的沼泽含煤区，搬运下来的大量腐植—腐泥型有机质，在局限海内停积，还原条件好，有机质含量高，生油岩厚度大。在长兴组下部有龙潭组巨厚的含煤沉积，具有形成煤成气的条件。与潮坪同期沉积的吴家坪燧石灰岩相，不具备油气的生储条件。煤成气形成之后，向上运移至长兴组礁滩相内储集并保存下来。海侵早期的长兴组随海水带来的各种微体生物也具备生油能力。本区有机碳含量 $>0.2-0.8\%$ ，沥青A $>0.01-0.02\%$ ，总烃 $>50-100\text{ppm}$ ，达到生油门限标准。区内在有利于礁滩储油岩相的下部有成煤盆地生气，横向上有局限海生气，长兴组本身也能生气。上覆为中下三叠统巨厚的膏盐盖层，礁滩相处于纵、横生油岩相的包围之中。既捕获横向生成的油气，又封隔纵向运移的油气，双向油气的迭加生油量得以增多。符合凹陷生油，隆起储油基本搭配原理。本区位于局限海边部的第一排华蓥山礁滩，已暴露地表，油气意义不大。第二、三排礁滩深埋地腹3000多米，经钻探发现了板东4井产天然气38.9万立方米/日，张23井8.7万立方米/日，双15井102.0万立方米/日。第四排梁2井产水（产水还有其它因素），是否为储油岩距离生油区较远的缘故，前三排最好。

鄂西地区同样具有生油岩相和储油岩相条件（图2）。其东北边为深水台沟相，除硅质岩不利生油外，大量的黑色页岩对生油岩是有利的。鄂西台沟从下二叠统到上二叠统都是深水相区，是一个继承性的凹陷沉积区。有机质的大量堆积和迭加，形成了较厚的生油岩。沿台沟边部的第一排见天坝礁滩相已暴露地表，第二排发现了建南礁型气田（陈劲人等，1981），第三排发现了石宝寨礁型气井，第四排池24井产水。区内两大生油区边部出现的含油气组合完全类同，表明油气藏的形成与相带展布及礁体埋深有关。

综上所述，得出四点认识：

1. 深水低能沉积的台盆、台沟相是有利的生油岩相带，油侵早期的台地相也能生油。
2. 浅水高能的礁滩相是有利的储油相带，尤其是发育在深水与浅水过渡的斜坡带粗

结构颗粒碳酸盐岩, 具有较好的储油能力。

3. 储油相带距离生油相带越近, 越易储油, 最好的储油条件是距离生油相带的前三排。

4. 含油气组合与有利相带展布有关, 当然还有构造和许多其它因素, 都要综合考虑, 礁滩相本身也具备良好的生储盖组合条件。

如上述, 川东鄂西长兴组生物礁已在勘探中得到证实。开拓了生物礁圈闭油气藏的新途径, 引起了一股勘探生物礁的热潮。目前已发现地面生物礁12处, 井下生物礁8处(图2)。这些礁大都沿着大巴山和利川古断裂呈马蹄形形成成群分布。单个礁体大小约1km², 推测其原始礁带不小于600km。是仅次于现代西沙礁带的一个有油气新希望的远景区域。为此, 必须加强物探、沉积相等综合研究, 探索潜伏生物礁的有利部位, 为钻井提供地质依据。

本文是向业治铮(共同考察)、张明书(共同考察)、曾允孚、曾学思、梁恩宇等同支请教后成文的。笔者所在单位的冯增模同志为该文写了英文摘要, 贾海花同志清绘插图, 在此一并致谢。

(收稿日期: 1987年11月16日)

参 考 文 献

- [1] 曾鼎乾、刘炳温, 1984, 中国西南地区二叠纪生物礁, 天然气工业, 第2期。
- [2] 范家松等, 1982, 鄂西二叠系生物礁的基本特征及其发育规律, 地质科学, 第3期。
- [3] 张明书、业治铮等, 1987, 风驱生物礁相模式——一种新的工作假说, 海洋地质与第四纪地质, 第2期。
- [4] 李书舜、刘大成、谷顺华, 1985, 四川开县红花生物礁的基本特征及找气意义, 天然气工业, 第2期。
- [5] 曾允孚等, 1982, 广西大厂龙头山泥盆纪生物礁的沉积和成岩作用, 矿物岩石, 第3期。
- [6] 陈季高等, 1985, 四川盆地上二叠统长兴组生物礁的分布及油气关系, 天然气工业, 第2期。
- [7] 陈劲人、银玉光, 1981, 建南气田长兴组生物礁气藏的勘探实践, 石油勘探与开发, 第2期。
- [8] 杜尚明, 1985, 川东上二叠统长兴组生物礁测井分析及预测, 天然气工业, 第2期。

APPROACH ON SEDIMENTARY FACIES AND
REEF WITH FAVOURABLE HYDROCARBON
BEARING FACIES BELTS IN CHANG XING SERIES
OF UPPER PERMIAN IN EASTERN SICHUAN
AND WESTERN HUBEI

Liu Dacheng Li Shushun

(Southwest Bureau of Petroleum Geology, Ministry of
Geology and Mineral Resources)

Abstract

Based on field practice and synthesis and analysis of a vast amount of data, the main pattern of sedimentary facies during Chang Xing period in eastern Sichuan and western Hubei was restored. It is recognized that the area during Chang Xing period was not a flat platform, and there are evidences of facies differentiation, including platform facies, platform trough facies, platform-basin facies, and biologic beach facies. There are shallow water facies, as well as deep water facies, and open sea facies, as well as restricted sea facies. The reef is characterized by special sequence of formation and certain sedimentary environment, and hydrocarbon bearing facies belts were formed, which has been proved through petroleum exploration.