

文章编号: 1000-0550(1999)03-0367-07

相对海平面升降与中国南方二叠纪生物礁油气藏

沈安江 陈子料 寿建峰

(中国石油天然气集团公司杭州石油地质研究所 杭州 310023)

摘要 根据相对海平面升降速率与礁生长速率之间的关系,中国南方二叠纪生物礁可划分为三种类型:退积礁、并进礁和进积礁。不同类型的礁有其特有的成岩、成藏模式。首先,相对海平面升降控制了礁储集体的非均质性,这种非均质性又控制着原油在礁体内的时空展布,搞清这种时空展布规律对礁油气藏勘探极为重要;其次,相对海平面升降控制着礁含油气系统要素的形成机理及空间配置关系,对礁的含油气系统进行分析可在钻前对礁的含油气潜力作出初步评价。不同类型的礁体群均具有各自不同的成因联系及时空迁移规律,分析这种成因联系及时空迁移规律使我们可以更加准确预测潜伏礁体。

关键词 相对海平面升降 进积礁 退积礁 并进礁

第一作者简介 沈安江 男 1966 年出生 博士 沉积地质学

中图分类号 P588.24⁺8 **文献标识码** A

1 前言

中国南方二叠纪生物礁主要分布于南盘江地区及川东—鄂西地区,南盘江地区发育的层位有茅口期及长兴期,川东—鄂西地区的生物礁仅见于长兴期。自 70 年代以来,国内外不少知名学者对中国南方二叠纪生物礁作过研究,其古生物学、岩石学方面的研究程度之深是南方其它层位的生物礁所不可比拟的。但从相对海平面升降对礁生长发育控制的角度研究中国南方二叠纪生物礁尚属首次,其研究意义在于为潜伏礁预测提供了更为可靠的方法。从相对海平面升降角度研究生物礁的成岩、成藏模式更是填补了南方二叠纪生物礁研究的空白。

2 相对海平面升降与生物礁成因类型

根据相对海平面升降速率与礁生长速率的关系,生物礁可划分为三大类:退积礁、并进礁和进积礁。其中,进积礁又可划分为三个亚类。在地质历史中,进积礁是最常见的。

退积礁(offlapping reef) 相对海平面上升速率大于礁的生长速率时形成退积礁(图 1)。其特点是:垂向序列上海水逐渐加深;台地边缘及海岸线均向陆迁移形成海侵;盆地范围扩大而台地范围缩小;由海向陆的方向礁体层位逐渐抬高。

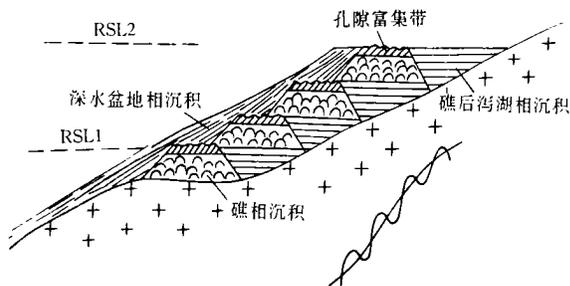


图 1 相对海平面上升速率大于礁的生长速率时形成退积礁

Fig. 1 When relative sea level rising rate is higher than reef growth rate, offlapping reef configuration was formed.

并进礁(aggradational reef) 相对海平面上升速率等于礁的生长速率时形成并进礁(图 2)。其特点是:垂向序列上海水既不加深也不变浅;台地边缘及海岸线均不发生迁移;盆地及台地范围不变;礁体不发生侧向迁移而在原地垂向加积生长。

进积礁(progradational reef) 分三个亚类,第一类为相对海平面上升速率小于礁的生长速率时形成的进积礁(图 3A);第二类为相对海平面静止不动时形成的进积礁(图 3B);第三类为相对海平面下降时形成的进积礁(图 3C)。进积礁的共同特点是:垂向

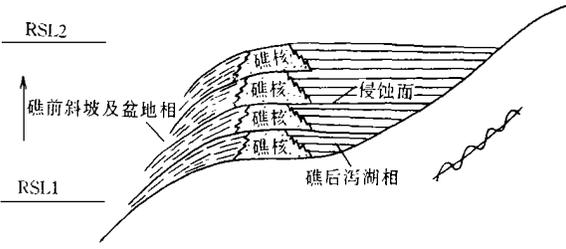


图 2 相对海平面上升速率等于礁的生长速率时形成并进礁

Fig. 2 When relative sea level rising rate is equivalent to reef growth rate, aggradational reef configuration was formed.

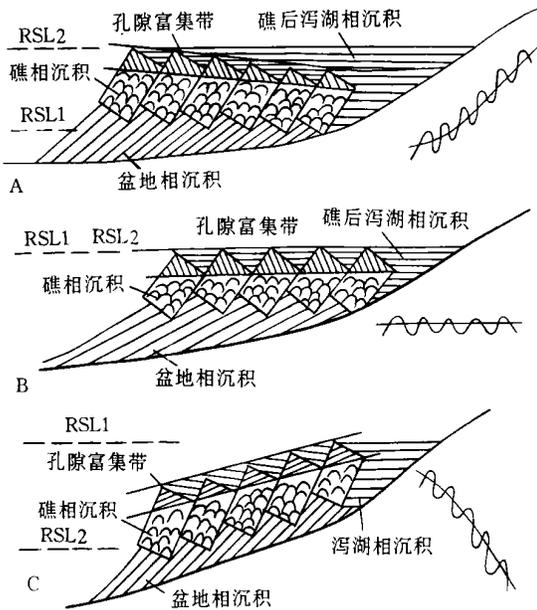


图 3 进积礁的三种类型：A 相对海平面上升速率小于礁的生长速率时形成的进积礁；B 相对海平面静止不动时形成的进积礁；C 相对海平面下降时形成的进积礁(据 Luis Pomar, [1])。

Fig. 3 Three types of progradational reef configuration formed during: A Relative sea level rising rate is lower than reef growth rate B. Stillstand of relative sea level and C. Relative sea level fall(from Luis Pomar, 1991.)

上为一向上变浅序列；台地边缘及海岸线均向盆地迁移形成海退；盆地范围萎缩而台地范围扩大；由陆向海的方向礁体层位逐渐抬高。

无论是退积礁、并进礁还是进积礁，在相对海平面总体上升、静止或下降的过程中，均可发生次级或更次级的相对海平面升降旋回。不同级别的相对海平面升降旋回对应不同级别的“礁增生单元”，“礁增

生单元”间为相应级别的侵蚀面(或暴露面)，它们构成退积、并进及进积礁复合体。

3 中国南方二叠纪生物礁类型

3.1 南盘江地区生物礁

该区茅口期为进积礁，长兴期为并进礁。茅口期生物礁其平面分布可概略地分为东西两排(图 4)，东排自南而北为滇东的蒙自老寨→广南→蕲暮→阿科→桂西的祥播安然→黔西南的册亨赖子山，西排自南而北为滇东的丘北岜六→温浏→黔西南的兴英雄武。从沉积序列分析，上述礁点均为向上变浅序列，下部为盆地相沉积，中部为礁相沉积，上部为礁后泻湖—潮坪相沉积。从化石带分析，茅口阶有四个化石带，由底至顶依次为 *Cancellina* → *Neoschwagerina* → *Yabeina* → *Neomisellina*，西排礁的层位相当于 *Cancellina* 化石带(据罗祖虞，?)，东排礁的层位相当于 *Neoschwagerina* 化石带。显然礁带是由西排向东排进积的，台地边缘由西向东迁移，台地范围扩大而盆地范围缩小，礁体由西排向东排也提高了一个化石带。

长兴期生物礁其平面分布自南而北为滇东广南→蕲暮→阿科→桂西的祥播→黔西南的板街→册亨赖子山→望漠平绕→播东→猴场→紫云，为一近南北向展布的条带状窄相带，与茅口期东排生物礁的展布位置相吻合(图 5)。从沉积序列分析，盆地相、礁前斜坡相、礁相及礁后泻湖—潮坪相沉积为侧向相变关系，而非上下层位关系，它们均覆盖在吴家坪期台地相碳酸盐岩之上，并为三叠纪迪拉阶碳酸盐岩由南向北超覆。从化石带分析，礁体由两个成礁旋回构成，下部旋回常见吴家坪期的标准化石 *Codonofusiella*，上部旋回含蜓化石带 *Paleofusulina*，*Paleofusulina* 化石带层位高于 *Codonofusiella* 化石带层位，但礁体并没有发生侧向迁移而在台地边缘垂向加积生长(图 6)。

3.2 川东—鄂西地区生物礁

该区长兴期生物礁有两种类型：双 15 井、卧 117 井→板东 4 井→老龙洞及华莹山礁体构成退积礁序列；深 2 井、池 24 井→丰都太运→开县红花、建南气田→开县满月、巫溪田坝、见天坝礁群构成进积礁序列(图 7)。

退积礁序列据张继庆 [2] 等研究认为礁体产出的层位由东向西逐渐升高，层位跨度为长一段至长二段。含礁地层垂向上为向上变深序列，下部为泻

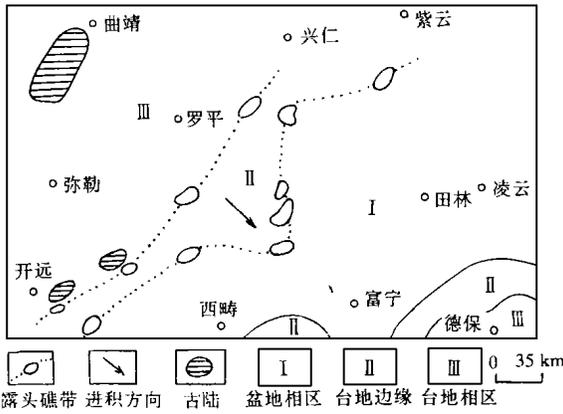


图4 南盘江地区茅口期生物礁分布图
Fig. 4 Distribution of the Maokou Age reef in Nanpanjiang area.

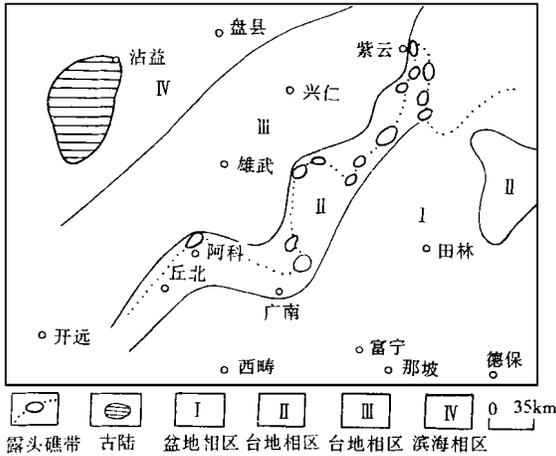


图5 南盘江地区长兴期生物礁分布图
Fig. 5 Distribution of the Changxing Age reef in Nanpanjiang area.

湖沼泽相含煤沉积, 中部为礁相沉积, 上部为台地或深水台地相沉积。

进积礁序列据范嘉松^[3]等研究认为礁体产生的层位由西向东逐渐升高, 层位跨度为长一至长三段^[4]。含礁地层垂向上为向上变浅序列, 下部为盆地相沉积, 中部为礁前→礁核→礁后泻湖沉积, 上部为潮坪相沉积。

川东—鄂西地区在同一海平面升降时期发育有两种类型的生物礁, 显示台地与台地边缘的构造沉降幅度是有差异的, 台地的构造沉降幅度大于台地边缘的构造沉降幅度, 导致台地内礁体的生长率小于容纳空间的增长率, 形成向上加深序列, 礁体由海向陆迁移, 台地边缘礁体的生长率大于容纳空间的增长率, 形成向上变浅序列, 礁体由陆向盆迁移。

4 相对海平面升降对生物礁成岩模式的控制(以紫云并进礁为例)

相对海平面升降对礁体成岩作用的控制集中体现在任何级别的“礁增生单元”均为非均质成岩体, 由下至上至少可划分出三个成岩带(图8): ①礁基及下部礁核相成岩带, 该带海水胶结作用强烈, 原生孔隙几乎消失殆尽, 形成次生孔隙的潜力很小; ②中部礁核相成岩带, 该带经历的海水胶结作用时间较短, 并时而暴露于海平面, 常保留部分残留的原生孔隙, 间断性淡水淋溶作用还可以形成部分次生溶孔, 孔隙度可达2%~4%; ③上部礁顶相成岩带, 该带往往经历各种白云化作用形成礁顶的一套白云岩层, 白云石晶间孔隙度可达10%, 还有各种裂缝及扩大的次生溶孔。相对海平面升降的旋回性导致礁复合体由若干个“礁增生单元”构成。对并进礁而言, “礁增生单元”的垂向叠置导致孔隙富集带在纵向上相间出现(图8); 对进积礁而言, “礁增生单元”的侧向下超叠覆导致孔隙富集带为一穿时的地质体, 并位于礁体的顶部(图3); 对退积礁而言, “礁增生单元”的侧向上超叠覆导致孔隙富集带的时空展布更为复杂(图1)。

紫云二叠纪长兴期生物礁由两个礁旋回(相当于三级)构成(图9), 这种旋回性决定了沥青在礁储集体内的时空展布。下部旋回的顶部见有一套5~10 m厚的沥青富集层, 孔隙度达5%~10%, 沥青含

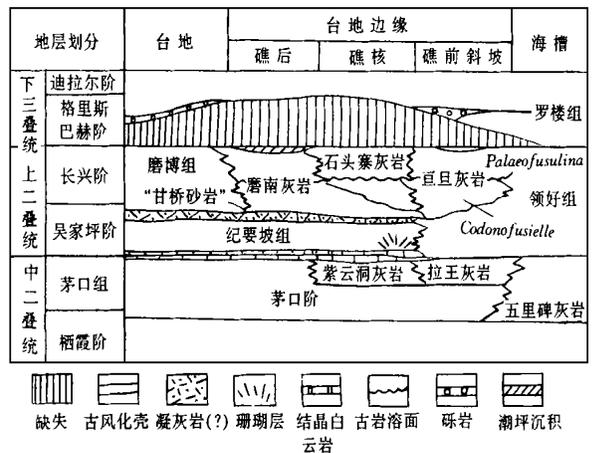


图6 紫云二叠纪长兴期台地边缘礁相带的时空展布及相变关系(据王海生, 1993)
Fig. 6 Distribution of the time and space of the platform margin reef facies belt in Ziyun County(from Wang Haisheng, 1993).

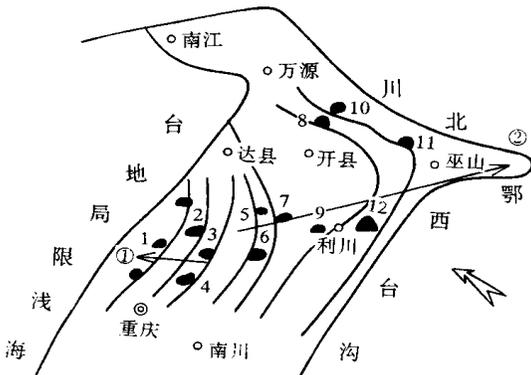


图 7 川东—鄂西地区长兴期生物礁分布图。

1—4 为退积礁序列, 5—12 为进积礁序列

1. 华莹山礁群 2. 板东 4 井 3. 卧 117 井 4. 双 15 井 5. 深 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. 见天坝礁群

Fig. 7 Distribution of the Changxing Age reef in Eastern Sichuan to Western Hubei area. 1—4 offlapping reef
5—12 progradational reef

量达 5%~8%，主要充填于礁格架孔、裂缝及白云石晶间孔中，为三级相对海平面下降形成的孔隙富集带，裂缝系统为油气向孔隙富集带运移提供了良好的通道。上部旋回的顶部见有一套近 40 m 厚的白云岩层，白云石晶间孔隙度达 8%~12%，几乎全为沥青充填，为 T₁/P₂ 之交的二级相对海平面下降形成的孔隙富集带，裂缝及溶洞系统同样为油气向孔隙富集带运移提供了良好的通道。上部旋回沥青富集带的厚度远大于下部旋回沥青富集带的厚度，这是由于由二级相对海平面下降导致礁体暴露的时间和幅度要长于由三级相对海平面下降导致礁体暴露的时间和幅度的缘故。

不同类型礁复合体“礁增生单元”叠置方式的不同决定了孔隙富集带时空展布及厚度的不同，这对指导油气勘探很有意义。并进礁的油气勘探要考虑礁复合体在纵向上可能存在多个勘探目的层，向深部扩展勘探成果；进积礁的油气勘探要考虑勘探目的层的侧向迁移和穿时，向邻区扩展勘探成果。

5 相对海平面升降对生物礁成藏模式的控制(以紫云并进礁为例)

含油气系统研究可简单地表示为：含油气系统要素(生、储、盖及上覆地层)+地质作用(成烃、运移聚集作用、圈闭形成作用等)+要素及地质作用之间的时空配置。相对海平面升降对礁油气藏成藏条件的控制主要体现在对礁油气藏含油气系统的要素及其空间配置的控制。

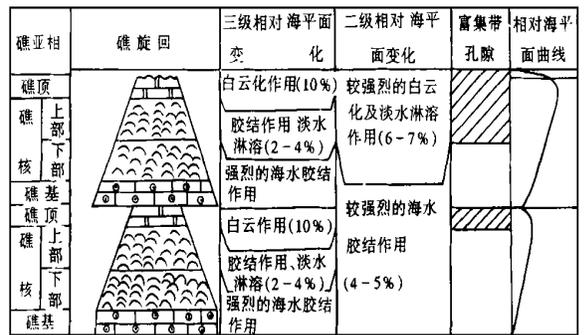


图 8 示“礁增生单元”为非均质成岩特征

Fig. 8 Showing “reef accretional units” as heterogeneous diagenetic body.

不同类型的礁具有不同的含油气系统要素形成机理和空间配置关系。并进礁不发生侧向迁移，其含油气系统要素的空间配置关系为盆地相沉积物为烃源岩，台地边缘礁为储集体，两者为侧向相变关系，盖层为第二次相对海平面升降旋回形成的沉积体，位于含油气系统的上部(图 10)。进积礁含油气系统要素的空间配置可划分出两种类型(图 11)，一种形成于相对海平面上升及静止时(A)，一种形成于相对海平面下降时(B)。前者盆地相沉积物为烃源岩，台地边缘礁为储集体，礁后泻湖—潮坪相沉积物为盖层，如有机质丰富可兼作烃源岩，三者剖面表现为进积型。后者盆地相沉积物为烃源岩，台地边缘礁为储集体，但由于相对海平面下降，礁后泻湖—潮坪相沉积物几乎剥蚀殆尽，其盖层必然形成于第二次相对海平面上升时形成的超覆在礁体上的沉积体，一般不能兼作烃源岩。退积礁含油气系统要素的空间配置关系为下部的泻湖沼泽相含煤沉积物为烃源岩，台地边缘礁为储集体，在含油气系统的中部，披盖在礁体上的深水沉积物既是烃源岩又兼作盖层(图 12)。

刘炳温(1989)对紫云礁古油藏的油源和运移问题作过深入研究，主要结论有：①排除了礁古油藏的油源来自上覆三叠系的可能，即不是“新生古储”的油藏；②长兴期盆地相泥质岩、台地边缘相礁灰岩及礁基相生屑灰岩的有机碳分析显示三种不同的岩石均具有生油能力，但盆地相泥质岩明显优于礁灰岩及生屑灰岩；③根据沥青面孔率计算的礁古油藏储量应该有 5473 万吨，这么多的原油不可能是在长 6000 m、宽 800 m 的礁体内生成的，主要依靠盆地相泥质岩生油后向礁体运移而来；④根据时温指数

TTI 法计算结果, 盆地相泥质岩的生油高峰期为晚三叠世末, 这时礁埋深为 1500 m 土; ⑤ 烃的运移通道是成岩过程中形成的各种裂缝及溶解扩大的次生溶孔, 运移载体为地层被挤压而挤出的地层水; ⑥ 据计算, 晚三叠世末礁灰岩被压实的厚度为 9 m, 而盆地相泥质岩被压实的厚度为 25 m, 假设晚三叠世末同时代地层可视为在同一水平面上, 则流体流动方向为从压力高的盆地相向压力低的礁相流动, 即盆地相生成的烃向礁体内运移聚集; ⑦ 长长期礁体之上, 直接覆盖着三叠系罗楼组薄板状泥晶灰岩, 厚 1500 m, 对油气保存可起较好的披盖作用。总之, 紫云二叠纪长长期礁古油藏的油源对比显示礁体内富集的烃(现为沥青)主要是依靠盆地相泥质岩生油后向礁体运移而来的, 盖层为上覆三叠系罗楼组薄板状泥晶灰岩。

层位	层号	厚度	岩性柱	岩性描述	孔隙富集带 (沥青充填带)	相对海平面升降
长兴阶	25	7.8		礁顶相:白云岩、	[斜线填充]	[曲线]
	24	10.83		沥青充填(5-8%)		
	23	9.34		礁核相:藻包覆海绵格架岩,但海绵及栉壳构造均不如下旋回发育		
	22	9.08				
	21	11.24				
	20	16.44		礁基相:生屑亮晶灰岩局部(10%)可见点礁格架岩		
	19	7.8		礁顶相:白云岩、沥青	[斜线填充]	
	18	7.2		充填		
	17	8.66		礁核相:藻包覆海绵格架岩,栉壳构造发育、		
	16	7.01		局部见有沥青充填,尤其礁核相上部		
吴家坪阶	15	6.42				
	14	7.27				
	13	7.72				
	12	6.65		礁基相:生屑亮晶灰岩,局部(10%)可见点礁格架岩		
油拉阶	11	6.39				
	10	6.07				
	9	8.08		铁锰质泥岩,厚3-4		
	8	12.59		米水平纹层发育		
	6	25.1		台地相:浅灰色中厚层状泥晶灰岩、粒泥岩、中部夹珊瑚层		

图 9 紫云石头寨二叠纪长长期生物礁地层柱状图

Fig.9 Stratum histogram of the Changxing Age reef of Permian in Shitouzhai, Ziyun County showing reef development cycles and pore rich accumulation zone alternating appearance vertically .

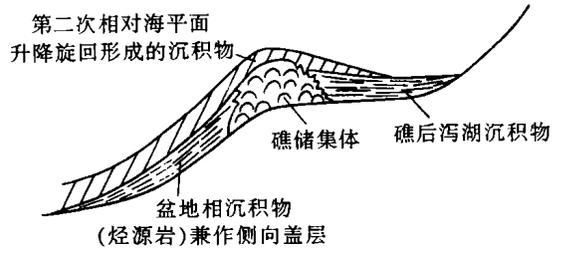


图 10 示并进礁含油气系统要素的形成机理和空间配置关系

Fig. 10 Showing mechanism and configuration of the elements of oil and gas bearing system in aggradational reef.

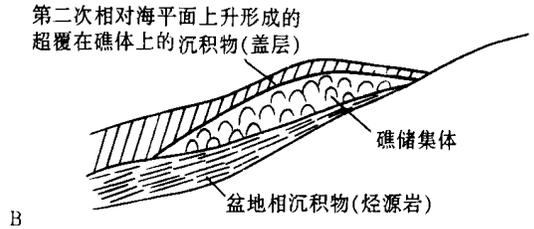
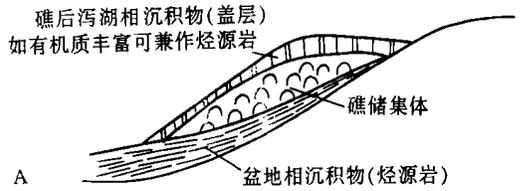


图 11 示进积礁含油气系统要素的形成机理和空间配置关系, A 相对海平面上升及静止时 B 相对海平面下降时

Fig. 11 Showing mechanism and configuration of the elements of oil and gas-bearing system in progradational reef. A. stillstand of relative sea level and relative sea level rise; B. relative sea level fall

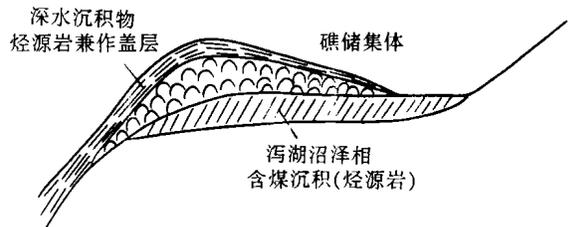


图 12 示退积礁含油气系统要素的形成机理和空间配置关系。

Fig. 12 Showing mechanism and configuration of the elements of oil and gas bearing system in offlapping reef.

通过露头、地震及钻井资料分析潜伏礁体的含油气系统要素和时空配置及保存状况, 我们在钻前可对礁体的含油气潜力作出初步的评估³, 从而大大提高钻探成功率。如台一内的点礁(群)不具备含

油气系统要素合理配置关系,成藏潜力极为渺茫,台地边缘礁可分为进积、并积和退积三种类型,含油气系统要素的空间配置关系各异,但只要礁油气藏油气系统各要素保持良好的配置和保存状况,均具有成藏潜力。

6 相对海平面升降法预测中国南方二叠纪潜伏礁

传统的岩相古地理法预测潜伏礁的立足点为礁体群是由一个个孤立的无成因联系的个体礁构成的,而相对海平面升降法预测潜伏礁的立足点为礁体群是由一个个有成因联系的个体礁构成的。显然,后者比前者具有更大的潜伏礁预测可信度。

川东—鄂西地区见天坝礁群以东应该存在层位相当于长三段的潜伏礁(图 13),因:①目前所掌握的全球生物礁资料^[5]表明从长兴早期到长兴晚期均为礁体的繁盛期;②深 2 井、池 24 井→丰都太运→开县红花、建南气田→开县满月、巫溪田坝、见天坝礁群为由西向东的进积礁序列;③最东侧的见天坝礁群层位仅相当于长二段,礁体仍有向东迁移的空间和潜力。川东老龙洞、华莹山礁群以西同样有潜伏礁存在的可能性(图 13),因:①双 15 井、卧 117 井→板东 4 井→老龙洞、华莹山礁群为由东向西的退积礁序列;②老龙洞、华莹山礁群层位虽相当于长三段,但顶部仍为一套台地相碳酸盐岩沉积,也就是说礁体仍有向西迁移的潜力;③川中涪滩 1 井已证实了潜伏礁带的存在^[6],更西侧的合川—内江一带发现有 9 处地震反射异常,被解释为潜伏礁体^[7]

南盘江盆地寻找茅口期潜伏礁的潜力很大(图 14)。如前所述,茅口期有四个化石带(*Cancellina*→*Neoschwagerina*→*Yabeina*→*Neomisellina*),西排礁带的层位相当于 *Cancellina* 化石带,东排礁带的层位相当于 *Neoschwagerina* 化石带,茅口期又是由西向东的进积礁,而目前所掌握的全球生物礁资料表明茅口期从早期到晚期均为礁的繁盛期,故推测向南盘江盆地内部及十万大山盆地内部有可能潜伏着另两排礁带,层位分别相当于 *Yabeina* 和 *Neomisellina* 化石带。^[8]、十万大山地区用电法、地震方法寻找到的茅口期潜伏礁已初步证实了所预测潜伏礁的存在。

南盘江盆地寻找长兴期潜伏礁的可能性不大,因:①长兴期为并进礁,礁带没有发生侧向迁移;②长兴期礁带大都由两个礁旋回构成(如紫云、祥播长

兴期生物礁),上部礁旋回的层位已相当于长兴晚期,并直接与上覆三叠系呈假整合接触,已不可能有层位更高的长兴期生物礁生长空间;③在南盘江盆地及十万大山盆地已经开展的电法、地震方法寻找到的潜伏礁均为茅口期的,未见有长兴期潜伏礁的报道,这绝对不是偶然的巧合。

7 结论

根据相对海平面升降速率与礁生长速率之间的关系,中国南方二叠纪生物礁可划分为三种类型:退积礁、并进礁和进积礁,它们均具有各自的时空迁移规律。各种礁体之间均具有成因联系,通过这种成因联系使我们可以更加准确地预测潜伏礁和有利的礁油气藏勘探目标。

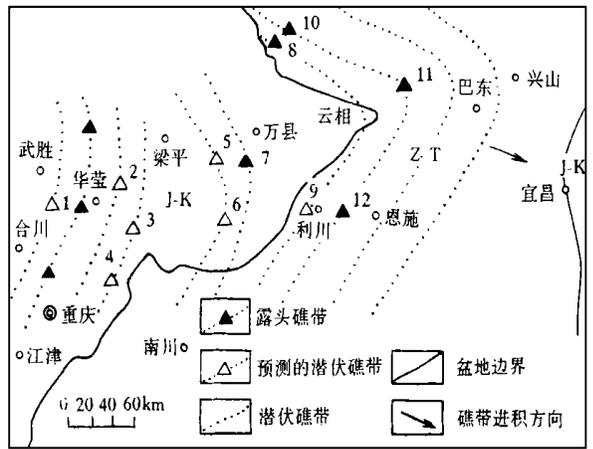


图 13 川东—鄂西地区长兴期潜伏礁预测图。

Fig. 13 Prediction of the Changxing Age buried reef in Eastern Sichuan to Western Hubei area.

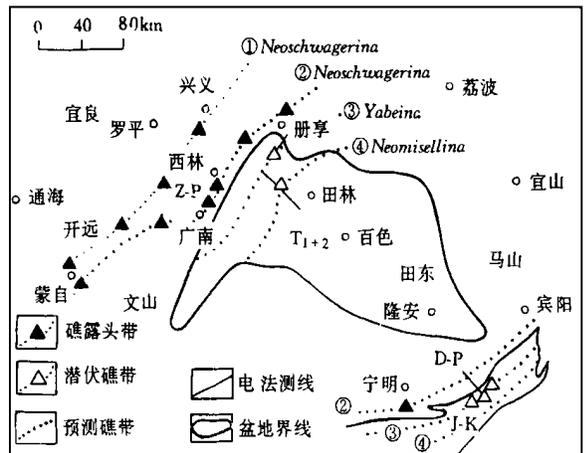


图 14 南盘江盆地茅口期潜伏礁预测图。

Fig. 14 Prediction of the Maokou Age buried reef in Nanpanjiang area.

礁体是一个非均质的成岩体及储集体, 这种非均质性是受相对海平面升降控制的。从理论上讲, 后期成岩改造对礁体的叠加是均质的, 即使存在局部的非均质性也是偶然的。礁体的这种非均质性控制着原油在礁体内的时空展布, 搞清这种时空展布规律对礁油气藏勘探和开发均具有极为重要的意义。

不同类型的礁体, 有其自身特有的含油气系统要素形成机理及空间配置关系, 用含油气系统理论对潜伏礁所在的含油气系统特征及保存状况进行研究, 可使我们在钻前对礁的含油气潜力作出初步评估。

参 考 文 献

1 Luis Pomar. Reef geometries, erosion surfaces and high-frequency

- sea-level changes, upper Miocene Reef Complex, Malbrca [J]. Spain. Sedimentology 1991, 38: 243~269
- 2 张继庆, 李汝宁, 官举铭等. 四川盆地及邻区晚二叠世生物礁 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1990: 72~76
- 3 范嘉松, 张维, 马行等. 鄂西二叠纪生物礁的基本特征及其发育规律 [J]. 地质科学, 1982, 17(3): 274~282
- 4 沈昭国. 湖北利川见天坝上二叠统海绵礁成岩历史及孔隙演化 [J]. 西南石油学院学报, 1983, 1: 1~8
- 5 Erik Flügel, Erentraud Flügel-Kahler, Erlangen. Phanerozoic Reef Evolution: Basic Questions and Data Base [J]. Facies, 1992, 26: 167~278
- 6 孙金孟, 姚声贤, 任兴国. 川中涪滩1号井的潜伏生物礁及其测井特征 [J]. 石油勘探与开发, 1990, 6: 41~48
- 7 罗志立, 宋鸿彪. 川中内江—合川一带地震反射异常的发现及其勘探意义 [J]. 成都地质学院学报, 1987, 14(2): 73~78
- 8 汤祖伟. 南海相碳酸盐岩分布区 1994—1996 年电法勘探找油实践 [J]. 海相油气地质, 1996, 1(4): 45~52

Permian Reef Oil & Gas Pool in Southern China Controlled by Relative Sea Level Changes

SHEN An-jiang CHEN Zi-liao SHOU Jian-feng

(Hangzhou Institute of Petroleum Geology, CNPC Hangzhou 310023)

Abstract

According to the relation between relative sea level changes rates and reef growth rates Permian reef in southern China can be divided into three types: offlapping reef, aggradational reef and progradational reef. When relative sea level rising rate is higher than reef growth rate, offlapping reef configuration was produced. When relative sea level rising rate is equivalent to reef growth rate, aggradational reef configuration was formed. There are three types of progradational reef configuration: 1) During relative sea level rising rate is lower than reef growth rate; 2) Stillstand of relative sea level; 3) relative sea level fall. Permian reef in southern China distributed mainly over Nanpanjiang area and eastern Sichuan to western Hubei area. There are the Maokou Age progradational reef and the Changxing Age aggradational reef in Nanpanjiang area. There are both offlapping reef and progradational reef of the Changxing Age in eastern Sichuan to western Hubei area.

There are typical models of diagenetic and oil-gas pool in different types of reef. Firstly, relative sea level changes control on reef heterogeneous reservoir rocks and pore rich accumulation zone. Distribution of the time and space of petroleum in reef were controlled by reef heterogeneity. It is very important to recognize the regular patterns of the time and space of reef pore rich accumulation zone for exploration of the reef oil and gas pool. Secondly, relative sea level changes control on mechanism and configurations of the elements of the reef oil and gas bearing system. Analysis of the reef oil and gas-bearing system could help us preliminarily evaluate the potential of reef oil and gas-bearing system before drilling. Thirdly, different types of the reef complexes have their own contributing factors and regular patterns of the time and space. Through analysis of the contributing factors and regular patterns of the time and space, we might predict buried reef more precisely.

Key words relative sea level changes progradational reef aggradational reef offlapping reef