

四川盆地川东地区三叠系嘉陵江组第二段滩微相的发育分布及对气藏形成的控制^①

黄继祥 曾 伟

(西南石油学院勘探系, 南充 637001)

张高信 冉 宏

(四川石油川东开发公司, 重庆 630021)

提 要 四川盆地川东地区三叠系嘉陵江组第二段滩微相的发育, 受海平面相对升降的控制。提出了浅海滩和变浅暴露滩的新分类, 分析了滩微相的古地理和层位分布规律, 建立了滩的组成模型, 总结了滩发育的三种相序模式。变浅暴露滩有有利的生、储和盖组合, 发育的孔隙层段, 早期形成的沉积—成岩圈闭, 控制了各种圈闭中裂缝—孔隙型气藏的形成。上述思想提供了与滩有关的气藏勘探的新思路。

关键词 四川盆地 三叠系 嘉陵江组 滩 微相 气藏

第一作者简介 男 54 岁 副教授 沉积学和油气田勘探。

1 地质背景

川东地区指达县、渠县和邻水一带的华莹山以东的四川盆地。研究范围主要在重庆—涪陵一线以北, 邻水—渠县以东, 达县—开县以南, 丰都—万县以西, 面积约 50000km²(图 3)。区内构造主体为狭长的北东—北北东走向的隔挡式背斜褶皱, 轴部多出露二、三叠系地层, 同走向的逆断层发育, 背斜的完整性遭到破坏。但是, 由于平面和地腹变形的差异性, 三叠系嘉陵江组, 特别是嘉二段, 仍然是埋藏较浅的一个重要的油气勘探目的层。目前在嘉二段地层中, 已发现十七个气田和含气构造。滩微相的发育和分布, 对该段气藏的形成有重要的控制作用。

构造裂缝在川东嘉二段碳酸盐岩气藏的富集中起着重要的作用, 但是, 气藏的基本储存空间是各种孔隙。要找到气藏富集区, 一是要找孔隙发育区, 二是要找裂缝发育带。前者是基础, 后者是条件。我们把孔隙率 $\Phi \geq 3\%$ 的储层称为孔隙层。孔隙的发育和孔隙层的分布与滩微相的发育和分布密切相关。

川东三叠系嘉陵江组第二段主要是一套灰岩→白云岩→硬石膏组成的多旋回沉积, 按其旋回性, 分成三个亚段, 从下到上分别叫嘉二¹(Tc₂¹)、嘉二²(Tc₂²)和嘉二³(Tc₂³)。三个亚段均有滩发育, 但以嘉二²亚段为主(图 2), 本文将主要以该亚段为例进行论述。

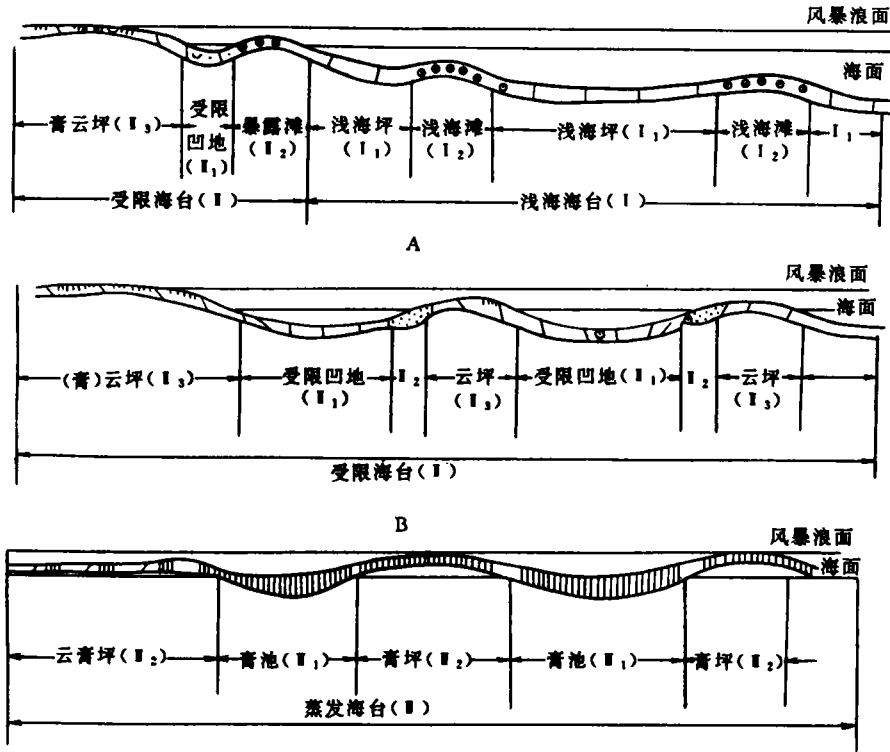
① 八五国家攻关项目, 石油天然气总公司储集层研究成果之一。

2 滩微相的类型

碳酸盐沉积环境的滩微相主要是指浅水(包括间歇暴露)高能的动荡环境及其沉积产物。所以,可以据沉积环境的特点及其沉积产物类型来对嘉二段的滩微相进行分类。

2.1 沉积环境特点分类

本世纪六十年代以来,国内外的学者对滩的沉积环境进行了不同的划分,诸如陆表海潮下高能带,台地边缘浅滩相带,下部前滨带和上部前滨带,陆棚边缘砂滩带和陆表海碳酸盐台地内砂滩带^[1],陆棚边缘滩坝和陆棚泻湖砂坪^[2]等。国内的学者,如关士聪(1981)在海域沉积综合模式中,台地边缘带、开阔台地与台盆(沟)间的边缘带、陆地边缘沿岸带,均是滩发育的地方。王英华把中下扬子海相碳酸盐岩的滩分成潮间浅滩、台内点滩和台地边缘滩^[3]。我们在研究中国南方海相碳酸盐沉积环境和相时,认为滩可以发育于连岸碳酸盐台地和孤立碳酸盐台地的边缘及内部^[4]。上述划分的不同,除认识差异外,反映了不同地区、不同时代滩发育的环境特点。这些环境主要与该时该地的大地构造位置、海域性质及由此而产生的一系列环境因素有关。



A. 海面相对快速上升期 B. 海面相对上升减缓—高水位期 C. 海面高水位—相对下降期

图1 川东地区嘉二段沉积模式图

Fig. 1 Sedimentary model of the 2-section of Jialingjiang Group in the eastern of Sichuan Basin

川东地区所在的上扬子地台,在晚古生代和三叠纪时,基本上是陆表海环境,相对周围的

洋盆和陆缘海盆,可称为陆表浅海台。这个浅海台,由于沉积界面平坦(仅有微起伏),域广水浅(几十万 km²,水深不超过 20—50m),陆源碎屑短暂而局限,主要是浅水碳酸盐沉积。川东地区是远离浅海台边缘的台内地区,潮汐能难于企及,风浪起主导作用。在嘉二段沉积期,总的处于海面相对上升的高水位到海退期,形成浅水碳酸盐与石膏的多旋回沉积,其沉积模式是随海平面的相对升降和沉积加积特点而变化的(图 1)。

这个沉积模式是一个受海平面相对升降和沉积古地理微变控制的模式,所以,每个阶段,沉积加积的特点不同,并随古地理位置不同而异。该模式在扬子地台内部具有较好的代表性,是一个远离大陆边缘的浅水碳酸盐沉积模式。滩微相的发育,受海平面相对升降的控制,发育位置与沉积古地貌的微变有关。

由上述沉积模式,我们把滩分成浅海滩和变浅暴露滩(I₂和Ⅱ₂),都属于陆表浅海台内点滩。浅海滩形成于海面相对上升快速的海侵期的水下高地处(或某种原因形成的碳酸盐快速堆积处),可以说是海侵成滩;变浅暴露滩形成于海平面相对上升减缓—高水位期的有利水下位置,由于碳酸盐砂加积速度快,向上变浅暴露,为高水位成滩型。

两者的特征比较如下(表 1)。

表 1 浅海滩和变浅暴露滩特征比较

Table 1 Comparison of shallow-bank characters with shallow exposed bank

滩特点	浅海滩	变浅暴露滩
相关系	属浅海海台亚相的微相	属受限海台亚相的微相
环境特点	浪基面上,水动力强,无暴露	波浪冲洗较强,晚期变浅暴露
岩相	微—亮晶粒屑灰岩	微—亮晶粒屑(化)岩、膏质粒屑云岩
颗粒类型	砂、鲕粒为主,生屑可达 30%—50%	砂屑、鲕粒外,粘结核较多,生屑少
生屑成分	双壳、腹足、介形虫、海百合等	介形虫、有孔虫、藻等
岩性组合	上下围岩及夹层为(泥质)泥晶灰岩、生物灰岩	上下围岩为石膏、微晶白云岩、藻纹层(膏质)微晶白云岩
发育层位	嘉二 ² 中下部,部分嘉二 ³ 下部	嘉二 ² 上部和嘉二 ¹ 下部
厚度	平均 4.0m (1—11m)	平均 5.2m (1—13m)
储集性	差	差—好

2.2 滩岩成分分类

按组成滩微相的岩石颗粒类型,嘉二段滩分成以下几种。

2.2.1 内碎屑滩 主要岩性为微—亮晶砂屑灰岩或残余砂屑白云岩。常含有一定数量的砾屑、粉屑、鲕粒和生屑。砂屑为中—粗砂,分选磨圆较好。内碎屑滩是各亚段滩的主要类型。

2.2.2 鲕粒滩 主要岩性为微—亮晶鲕粒灰岩和残余鲕粒白云岩。鲕粒大小 0.2—0.5mm,有正常鲕和表鲕,正常鲕一般圈层较少。可含部分砂屑颗粒。鲕粒滩是仅次于内碎屑滩的一种类型。

2.2.3 生屑滩 主要岩性为微—亮晶生屑灰岩、砂屑生屑灰岩和残余生屑白云岩。生屑以双壳、腹足、有孔虫、介形虫、藻和棘屑为主,主要分布于嘉二²下部灰岩段中,厚度薄,层位分散。

2.2.4 藻粘结核滩 由藻鲕、藻粘结核团块和核形石等某种颗粒为主或混合组成。厚度薄,常构成上述前三种滩的一部分。

此外,在一个滩组合或相序中,常由上述几种类型混合而成复颗粒滩。

3 滩微相的分布

川东地区嘉二段滩微相在纵向上有一定层位,横向上有一定分布规律。

3.1 层位上的发育和分布

层位上的发育和分布受沉积旋回性的控制。三个亚段有四个明显的成滩期:嘉二¹下部、嘉二²下部、嘉二²上部和嘉二³下部。成滩期与沉积模式的 A 和 B 期是一致的,受海平面快速上升期和高水位期控制。

从下伏的嘉一到嘉二¹是一个沉积旋回,浅海滩发育于嘉一,嘉二¹只有高水位期的变浅暴露滩发育。嘉二²自身形成一个由浅→深→浅的旋回,浅海滩和变浅暴露滩分别发育于其下部和上部。嘉二³海面相对上升期较短,中晚期基本上处于高水位—海面相对下降期,以石膏或膏质白云岩发育为主,滩仅在早期有短暂发育,且浅海滩与变浅暴露滩在演化相序上不如前两亚段分化清楚(图 2)。

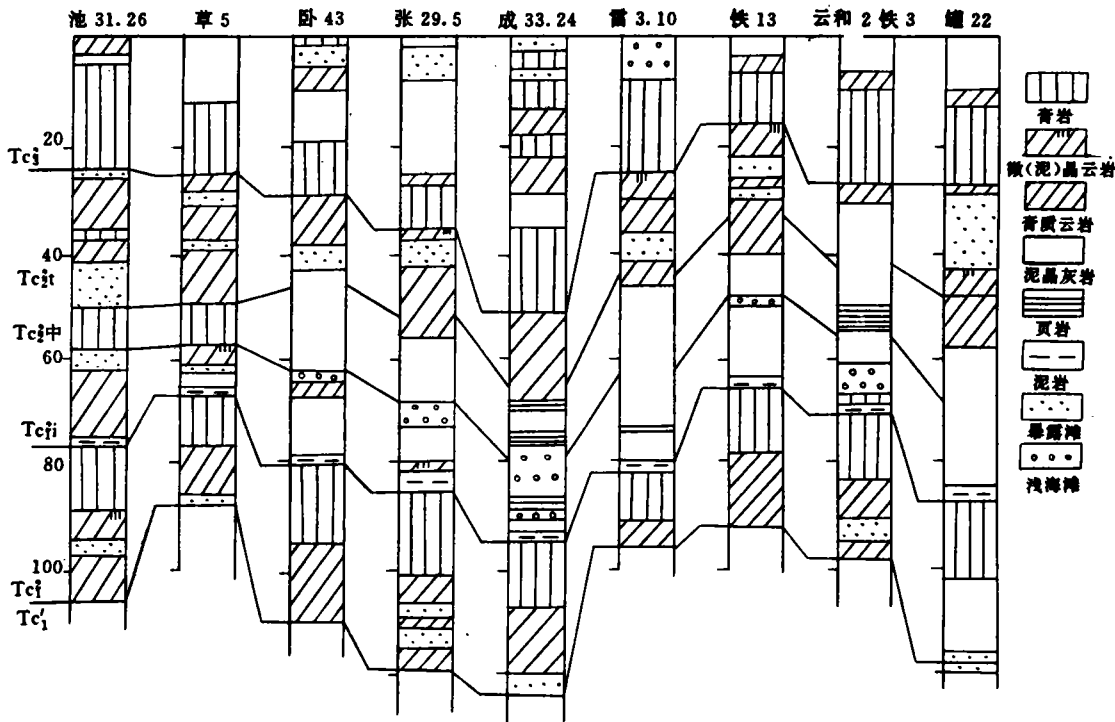


图 2 川东嘉二段滩发育层位

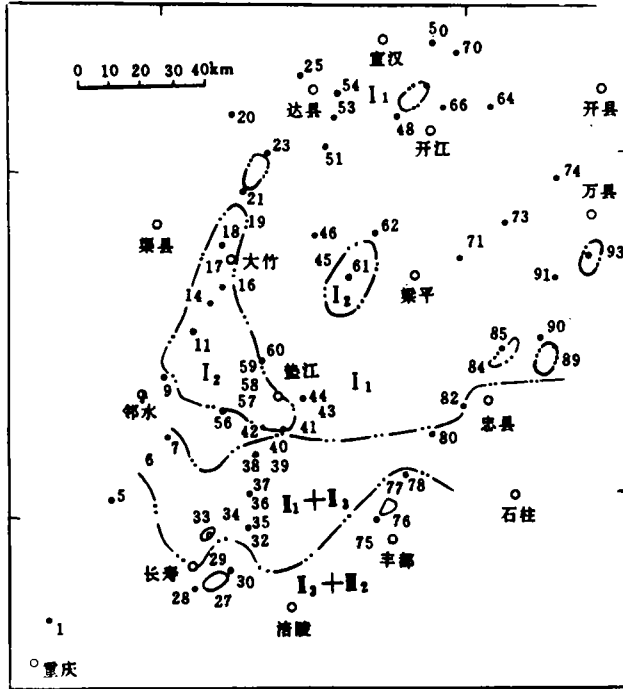
Fig. 2 Developing seat of Jialingjiang 2-section banks in the eastern of Sichuan

3.2 古地理分布

我们以 Tc_2^2 为代表,分别截取上部和下部滩集中发育的三分之一地层厚作沉积微相图(图 3、图 4)。

从图 3 和图 4 可以看出

(1)嘉二²下部是海平面快速上升的浅海海台亚相发育期,浅海滩(I_2)集中发育在邻水—



I₁、I₂ 等的微相名称，见图 1

图 3 川东地区嘉二² 下部沉积微相图

Fig. 3 Microfacies diagram of the 2-subsection of Jialingjiang 2-section

大竹—垫江间，它区仅有零星分布，可能与中三叠世时泸州—开江古隆起始发育有关。

(2)嘉二² 上部是海平面到达高水位由于沉积加积海水变浅的时期，微地貌的起伏对变浅的海水循环起到一定的限制作用。所以，变浅暴露滩主要在常载水体的受限凹地(I₁)与间歇暴露和蒸发的(膏)云坪微相带(I₂)之间发育，并大致沿二微相边缘呈带分布。嘉二² 上部滩的分布控制了储集相带和与滩有关的气藏分布。

4 滩微相组成和发育模式

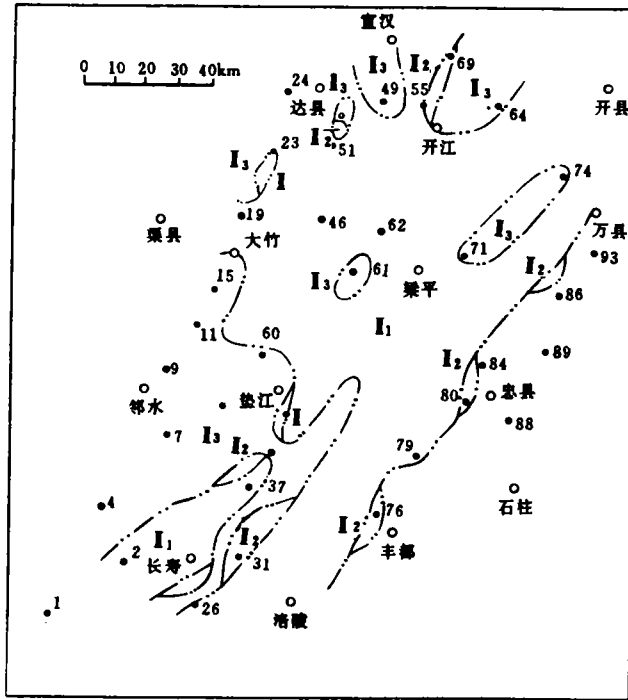
4.1 滩的组成和代表模型

我们选择了取芯较全的铁山构造的几口井，通过岩芯观察和薄片鉴定及相应的分析，画出了从浅海滩到变浅暴露滩的组成和发育模型(图 5)。从图可见：

(1)滩的组成可以明显分成滩核、滩缘和滩外(属其他相带)。

(2)滩核是滩的主体，滩从这里开始发育，向外扩展，堆积厚度大、继承性强。主要是鲕粒和砂屑，向两侧，生屑含量高些。滩核也有间歇期，相对较短。从浅海滩(I₂)到变浅暴露滩(I₂)的间滩期较长，这与海面上升，海水加深有关。变浅暴露滩的滩发育期和间滩期有多旋回性，它是海面相对上升减缓和碳酸盐加积速度较快的旋回性反映。海面相对上升期，水较浅，滩发育；随着加积速度的变快，形成间歇暴露的微环境，蒸发加强，进入间滩期，波浪和潮汐能鞭长没

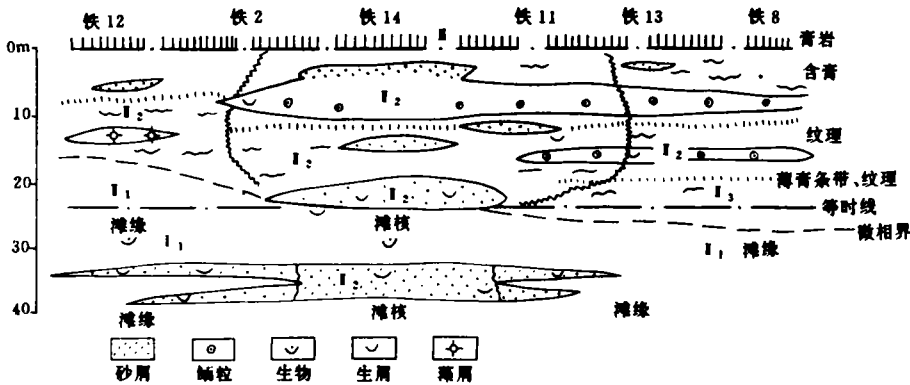
及,以发育膏纹(条带)、泥纹、藻纹的微—粉晶云岩为主,常有鸟眼、干裂和干裂角砾片,从而完成一次成滩旋回。



说明同图3

图4 川东地区嘉二²上部沉积微相图

Fig. 4 Microfacies diagram of the 2-upsection of Jialingjiang 2-section



图中 I₁、I₂ 等为微相名称,见图1

图5 嘉二段滩组成及发育的代表模型

Fig. 5 Representative model of the bank composition and development of Jialingjiang 2-section

(3)滩缘是滩核堆积产物的扩散地,厚度薄,小透镜体多,生屑相对增多,完整化石有一定

含量。滩缘向外有两种微环境(比较图上微环境和等时线),或处于浪基面下低能环境或处于波浪难以及的暴露环境。

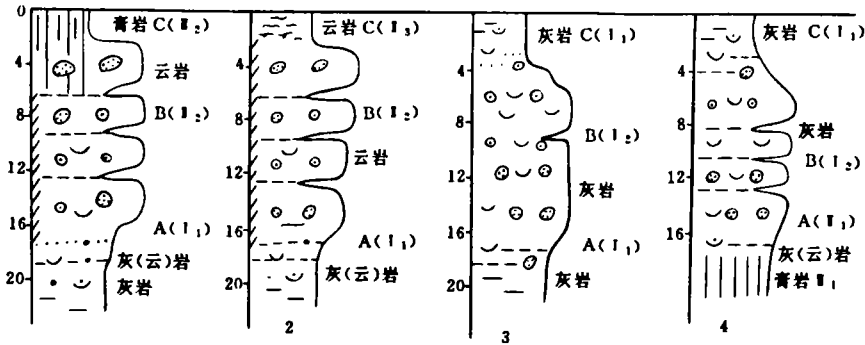
4.2 滩发育的相序模式

把滩的发育分成起势期、成滩期和结束期三个阶段(图6中的A→B→C),总结出有代表性的几种相序模型(图6)。

(1)变浅成滩暴露消失型(图6-1、2);这是变浅暴露滩的典型相序。1与2的差异,一是膏岩结束,一是藻纹层云岩结束。起势期显示浅海坪微相随海面上升减缓、加积活跃,局部能量增强,滩开始发育(A);成滩期是滩发育并扩大时期,其间间断很短,说明这里在相当长时期处于适合于滩发育的环境(B);结束期与海面相对停滞或开始下降有关,这时,滩暴露,蒸发加强,普遍出现蒸发台地沉积环境(C)。

(2)变浅成滩加深消失型(图6-3);这种相序主要发育于嘉二²下部的浅海坪微环境中,某种原因使加积增强,滩在这里开始发育(A);随后在相当长一段时期,保持了沉降与加积的同步,滩堆积加厚(B);以后海面相对上升加快,水深处于浪基面以下,出现欠补偿的深灰—灰黑色泥晶灰岩的沉积(C)。

(3)加深成滩加深消失型(图6-4);加深从蒸发海台的(云)膏坪开始(A);由于保持了加积与海面上升的同步,滩堆积加厚(B);滩的结束同样是由于海面相对上升加快,水变深,结束滩的发育(C)。



I₁、I₂等为微相名称,见图1;花纹符号同图5;斜线代表孔隙层

图6 川东嘉二段滩发育的相序模型

Fig. 6 Facies sequence model of bank development of Jialingjiang 2-section in the eastern of Sichuan

三种滩发育的相序模式控制了孔隙层段的分布,孔隙层主要存在于图6-1、2模式中,模式4局部有孔隙层发育。

5 滩微相对气藏形成的控制作用

目前在川东嘉二段各种圈闭中发现的裂缝—孔隙型气藏,无不与变浅暴露滩的发育和分布有关。其对气藏形成的控制作用表现在:

5.1 滩微相组合是有利的生储盖组合

图2和图6可以看出,以变浅暴露滩为中心形成下伏式的单一或多个生储盖组合,即下伏的泥晶灰岩作生油层, $C_{\#}$ 可达0.128%,高于下限指标0.1%;上覆的膏质白云岩和硬石膏,厚度在10m左右,可作良好盖层。凡是有变浅暴露滩分布的地方,这种组合都稳定存在。

5.2 滩微相与孔隙层的发育

统计表明,浅海滩的粒屑灰岩,孔隙度平均1%左右。变浅暴露滩的粒屑白云岩,平均孔隙度3.54%;部分粒屑白云岩,由于膏质胶结,孔隙度<3%。嘉二段3000多样品的实测岩芯孔隙度表明,孔隙度<3%的样品占86%。由此可见滩微相岩石在形成孔隙层方面的重要作用。两种滩在储集性上的差异,主要是成岩作用的差异引起的,已有专文另述。所以,可以通过滩微相的类型、发育模式和分布规律,加强识别变浅暴露滩的存在,预测它们的分布。

5.3 滩微相形成的圈闭,有利于油气的早期聚集

图4和图5表明,变浅暴露滩在三度空间上呈透镜体,两侧与致密的微晶灰岩、微晶白云岩或膏质微晶白云岩呈指状交叉,上覆盖岩为膏质或纹层状微晶云岩和硬石膏岩。成岩作用研究表明,有效储集空间主要是残余原生孔和白云石的粒(晶)间溶蚀孔,这些孔隙均形成于石油成熟期前或同时,这就形成一种早期的沉积—成岩圈闭,有利于石油和天然气的就近早期聚集。

5.4 现今的各种圈闭中的裂缝—孔隙型气藏,形成基础是孔隙层的发育和早期油气的聚集

目前勘探井主要集中在地下潜伏高点和构造上,已发现的气藏,如黄草峡背斜东高点,大池干构造南高点,铁山构造南高点等,都是受构造改造的滩—背斜复合圈闭的气藏;反之,很多钻穿背斜顶部区的井,由于无变浅暴露滩的发育,往往是干井。

上述滩对气藏形成的控制作用和滩地质模型的结合,为本区嘉二段气藏的勘探提供了一种新思路,并可由此而构建勘探模型。由于嘉二段滩的厚度较薄(一般10m左右),地震勘探识别较困难,所以,以滩的发育模式为指导,加强录井中变浅暴露滩微相的测井和地质录井识别,以滩的组成模式和分布规律为指导,注意滩发育带和滩核位置的寻找,对进一步勘探嘉二段各种圈闭中的裂缝—孔隙型气藏具有重要的实际意义。

收稿日期:1995年5月10日

参 考 文 献

- [1]曾允孚、夏文杰主编,1986,沉积岩石学,北京:地质出版社。
- [2]Scholle, P. A., Bebout, D. G., and Moore, C. H., 1983, eds, Carbonate Depositional Environments, A. A. P. G. Memoir 33.
- [3]王英华主编,1991,中下扬子地区海相碳酸盐岩成岩作用研究,北京:科学技术出版社。
- [4]方少仙、黄继祥等,1989,中国南方泥盆、石炭纪岩相古地理及含油气性研究,《沉积相研究文集》编委会主编,《含油气盆地沉积相与油气分布》,北京:石油工业出版社。

The Development and Distribution of the Triassic Bank—Microfacies in the 2—Section of Jialingjiang Group and Its Gas—Pool Control Nature in the Eastern Part of Sichuan Basin

¹Huang Jixiang ¹Zeng Wei ²Zhang Gaoxing and ²Ran Hong

(1. Department Exploration of South West Petroleum Institute, Nanchong 637001)

(2. Eastern Development Company of Sichuan Petroleum Bureau, Chongqing 630021)

Abstract

The 2—section of Jialingjiang Group of Triassic in the eastern part of Sichuan Basin is an important gas—bearing position. The Development of bank—microfacies have played an important role in controlling the gas pool of fracture—pore type in traps.

The banks are point—bank on the platform in upper Yangtze epicontinental sea. The new classification of shallow—sea bank and shallow exposed banks has been suggested on the basis of the evolution model of depositional environments which were controlled by relative sea—level changes. The similarities and difference of two types of banks have been compared. There were four bank development periods in the multi—cycle sediments of 2—section of Jialingjiang Group. The distribution of banks in two bank—development periods, for example, the 2—subsection of 2—section, have been mapped. The composition and development model of point—bank at the Tishan anticline has been analysed. It clearly points out that the lithic facies in the core of bank have big thickness and good continuity in the multi—bank development periods. There are three types of facies sequences models: (1) the banks developed with sea—level up and disappeared with sea—level down; (2) the banks developed with sea—level down and disappeared to expose; and (3) the banks developed with sea—level up and disappeared with sea—level up.

Finally, the authors state how the shallow exposed bank control the formation of gas—pool. It has been recognized: ①the bank—microfacies complexes are beneficial for complexes of oil—producing, reservoir and seal formations, ②the shallow exposed bank is the microfacies zone of the pore—layers development, ③the sediment—diagenetic trap formed in bank—microfacies zone is beneficial for early accumulation of oil and gas pools ④the development of pore—layers and accumulation of oil and gas in early sediment—diagenetic traps are the base of present gas—pool of fracture—pore type in various traps.

Key words: Sichuan basin Triassic Jialingjiang Group bank microfacies gas—pool