

文章编号: 0253-9985(2005)02-0208-06

川西坳陷上三叠统成藏年代学特征

杨克明^{1,2}, 叶 军², 吕正祥^{1,2}

(1. 成都理工大学能源学院, 四川成都 610059; 2. 中国石化西南分公司, 四川成都 610081)

摘要: 川西坳陷上三叠统可划分为两套生储盖组合: 下部组合的生排烃高峰期为晚三叠世中晚期; 上部组合的生排烃高峰期为晚侏罗世。导致须家河组储层致密化的原因: 一是机械压实; 二是自生矿物充填。须家河组储层致密化时期为中侏罗世上沙溪庙期末至晚白垩世。流体包裹体指示须家河组二段气藏的主要充注时期为须家河组须四时末至中侏罗世末。多期次的构造运动在川西坳陷形成了多期次的圈闭, 以燕山期形成的大型古隆起与油气运聚匹配最好。综合源岩生排烃期、储层致密化期、流体充注储层时期、圈闭形成期, 可以确定川西坳陷上三叠统的主要成藏期为印支中晚期—燕山中晚期。

关键词: 川西; 上三叠统; 致密化; 圈闭; 油气充注; 成藏年代

中图分类号: TE112.111 **文献标识码:** A

Chronological characteristics of Upper Triassic reservoirs in western Sichuan depression

Yang Keming^{1,2}, Ye Jun², Lu Zhengxiang^{1,2}

(1. Energy College, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan;

2. Southwest Branch Company, SINOPEC, Chengdu, Sichuan)

Abstract: The Upper Triassic in western Sichuan depression can be divided into 2 source-reservoir-cap rock combinations. The peak of hydrocarbon generation and expulsion in the lower combination occurred during middle-late stages of Late Triassic; while that in the upper combination occurred in Late Jurassic. Both mechanical compaction and infilling of authigenic minerals would have contributed to the tightening of reservoirs in Xujiahe Fm, which occurred at the end of the Middle Jurassic Upper Shaximiao through to Late Cretaceous. Analysis of fluid inclusions indicates that gas reservoirs in the 2nd member of Xujiahe Fm were charged mainly at the end of the deposition of the 4th member of Xujiahe Fm through to the end of Middle Jurassic. Multiple phases of tectonic movements resulted in polyphase traps in western Sichuan depression, of which the large Yanshanian palaeohigh had the best timing with hydrocarbon migration and accumulation. Based on the stages of hydrocarbon generation and expulsion, tightening of reservoirs, fluid charging and trap formation, it can be determined that the main reservoiring stage in the Upper Triassic in western Sichuan depression would be from middle-late Indosinian to middle-late Yanshanian.

Key words: western Sichuan; Upper Triassic; tightening; trap; hydrocarbon charging; reservoiring period

川西坳陷上三叠统经历了印支、燕山、喜山多期构造旋回, 晚三叠世以来形成了 9 期构造运动界面*, 油气成藏跨越了多个构造期。关于川西坳

陷上三叠统的成藏期认识较多^[1~5], 其中最主要的是早期成藏和晚期成藏两种对立的认识: 早期说强调排烃聚集期的古构造, 认为储层致密之前

基金项目: “十五”国家重点科技攻关课题“川西坳陷天然气勘探开发关键技术研究”(2001BA-605-05)

第一作者简介: 杨克明, 男, 50 岁, 教授级高级工程师, 油气地质勘探和综合研究

收稿日期: 2005-02-28

* 安凤山, 曹伟, 梁恩宇, 等. 四川盆地西部碎屑岩领域天然气富集规律及大型气田预测与评价. “八五”国家重点科技攻关项目一级专题成果报告, 1995

的充注是天然气成藏的前提; 晚期说则认为喜马拉雅期构造形变明显, 背斜构造相对高大以及配套的裂缝和断裂发育, 利于致密储层圈闭成藏。两种认识各据其理, 长期争执未能统一。解决川西上三叠统成藏问题的核心是“生排烃高峰期”、“储层致密化时期”、“圈闭形成期”及各种要素在时间上的匹配。

1 生排烃高峰期

由于晚三叠世须家河期须三时古地温梯度较高, 每百米达 3.2~3.5℃, 加上 ②型干酪根生烃门限较 iv 型和 ③型早, 致使上三叠统烃源岩在侏罗纪中晚期就已达到生烃高峰。晚侏罗世末的累计生气量已达到总生气量的 84%, 到早白垩世末该比例上升到 95% (表 1)*。

表 1 四川盆地上三叠统—下侏罗统烃源岩主要阶段生气量表

Table 1 Amounts of gas generated from Upper Triassic-Lower

Jurassic source rocks in various periods in Sichuan basin

阶 段	T _{3x} ³ 末	J ₁ 末	J ₃ 末	K ₁ 末	E 末
源岩中部埋深/m	1 000	2 000	2 000	4 000	5 000
生气量/(10 ¹² m ³)	50	70	242	50	20

注: 总生气量为 432 × 10¹² m³

上三叠统自下而上分为 5 段: 其中马鞍塘-小塘子组(T_{3x}¹)、须家河组三段(T_{3x}³)、须家河组五段(T_{3x}⁵)以含煤泥质烃源岩为主, 须家河组二段(T_{3x}²)、四段(T_{3x}⁴)以储集砂岩为主。上三叠统不同岩性段构成两套生储盖组合, 即须家河组下部成藏组合(T_{3x}¹-T_{3x}²-T_{3x}³)和须家河组上部成藏组合(T_{3x}³-T_{3x}⁴-T_{3x}⁵)^[6]。

通过排烃速率研究^[7,8], 须家河组下部成藏组合的排烃高峰在晚三叠世中晚期, 即印支中晚期; 须家河组上部成藏组合排烃高峰在晚侏罗世到晚白垩世即燕山中期到晚期。须家河组下部成藏组合在东西方向上, 不同地区的排烃速率变化规律基本一致, 晚三叠世中晚期的排烃速率很高, 其排烃速率是晚侏罗世排烃速率的 6~10 倍。因此, 针对须家河组下部成藏组合, 排烃高峰期应为印支中晚期(即晚三叠世须家河期须三时至须五时, 须四时是高峰)。须家河组上部成藏组合, 东西方

向各地区的排气速率变化规律基本一致, 都有两个排气高峰期, 一个是晚三叠世中晚期, 另一个是晚侏罗世。虽然晚三叠世中晚期排气速率最高, 但该阶段属埋藏初期低温氧化环境下的微生物作用成气阶段, 盖层还未形成, 此阶段的天然气难以保存。因此, 须家河组上部成藏组合排烃高峰期为燕山中晚期(即中侏罗世—白垩纪, 晚侏罗世是高峰)。

2 储层致密化进程

川西坳陷上三叠统岩石致密、低渗透的特征使成藏年代、运聚动力等成藏问题较常规碎屑岩领域更加复杂。储层何时致密化问题与天然气何时大规模成藏息息相关。研究储层物性的动态演化, 确定致密化时期, 是致密砂岩领域成藏年代学研究中的一项特殊的重要内容。

川西坳陷上三叠统区域性广泛分布的储层主要是须家河组二段和四段。研究表明: 致使须家河组储层致密的两种主要成岩作用是机械压实作用和自生矿物充填作用。在自生矿物充填作用中主要分两种, 一是次生石英的破坏作用, 二是碳酸盐胶结物的破坏作用。当其中任何一种含量超过 10% 时, 就成为最主要的致密矿物。

2.1 成岩矿物形成的相对顺序

根据显微镜下的特征观察、扫描电镜分析、阴极发光观察并结合各种成岩矿物的电子探针微成分分析结果, 可以确定须家河组二段储层砂岩发生成岩事件的相对顺序(由早到晚)为: 绿泥石薄膜—早期溶蚀—绿泥石孔隙衬边—自生石英(加大、剩余粒间孔和粒间溶孔中充填石英)—溶蚀—自生石英(粒间溶孔、粒内溶孔中充填石英)—晚期碳酸盐胶结(白云石为主, 方解石次之)—溶蚀—自生石英(溶洞型、超大孔型)—后期溶蚀作用等。须四段储层主要成岩矿物形成的相对顺序为(由早至晚): 绿泥石衬垫—自生石英(次生加大、残余粒间孔充填)—溶蚀—自生石英(粒间溶孔、粒内溶孔充填)—方解石、白云石—溶蚀—自生石英—方解石、白云石。

2.2 成岩矿物形成时期

成岩矿物形成时期的确定是进行储层演化研究的关键。成岩矿物形成时期的确定方法有直接测试和间接推算。直接测定如 ESR 测年、K-Ar

* 邓康龄, 李汶国, 陈昭国, 等. 四川盆地地质结构与天然气藏勘探新领域区划研究. “八五”国家重点科技攻关项目研究成果报告, 1995

法测年等,但绝大多数情况下不满足直接定年条件,因此间接定年方法被广泛应用。本文主要通过包体测温法结合古地温梯度推算和同位素地质温度计确定成岩矿物的形成时期。

大量分析数据及计算结果表明,川西坳陷新场-孝泉-合兴场地区须家河组二段砂岩储层中的各种石英次生矿物的均一化温度为 54~ 85 ℃,推算形成时期为晚三叠世须家河期须四早时一须五

时末;北段的中坝、柘坝场、九龙山、老关庙等地区须家河组二段储层中自生石英的形成时期较晚,大部分在中侏罗世形成,少部分形成于早侏罗世(表 2)。根据须家河组二段储层中碳酸盐胶结物包裹体均一温度特征和通过同位素地质温度计得到的形成温度(表 3),川西坳陷须家河组二段中碳酸盐胶结物的主要形成时期是自中侏罗世早期到晚侏罗世末期。

表 2 川西坳陷须家河组二段储层成岩矿物包体均一温度及形成时期估算
Table 2 Estimation of homogenization temperatures and ages of diagenetic mineral inclusions in the 2nd member of Xujiahe Fm in western Sichuan depression

地 区	成岩矿物	均一温度/℃	平均均一温度/℃	井深/m	形成时期估算
新场	石英次生边	77, 83	80	4 786	T _{3x} ⁵ 末
	剩余粒间孔中石英	76	76	4 841	T _{3x} ⁵ 中
	粒间溶孔石英	61, 66, 67	65	4 837~ 4 841	T _{3x} ⁴ 末
孝泉	石英次生边	70	70	4 858	T _{3x} ⁴ 末
	粒间溶孔中石英	81, 85	83	4 858	T _{3x} ⁵ 中
	粒间孔中交代石英	54	54	4 903	T _{3x} ⁵ 末
	粒间孔中一代石英	76	76	4 903	T _{3x} ³ 末
	粒间孔中二代石英	58, 62, 68	63	4 858	T _{3x} ⁴ 早
合兴场	加大石英	80	80	4 581	T _{3x} ⁵ 中
	加大石英	57	57	4 538	T _{3x} ⁴ 中
	加大石英	60	60	4 538	T _{3x} ⁴ 中
柘 1 井	加大石英	84	84	4 407	J _{2s} 早
关 6 井	加大石英	84	84	4 325	J _{2x} 早
中 46 井	充填孔隙石英	66	66	2 278	J _{2s} 中
龙 4 井	充填孔隙石英	63	63	3 517	J _{2x} 晚

表 3 须家河组储层碳酸盐胶结物同位素地质温度
Table 3 Isotopic geologic temperature of carbonate cements in T_{3x} reservoirs

井 号	井深/m	层 位	矿 物	δ ¹³ C/‰	δ ¹⁸ O/‰	温度/℃	时 期
龙 5 井	3 579~ 3 580	须二	白云石	- 6. 31	- 93. 74	82	J _{2s} 中
龙 12 井	3 414~ 3 414	须二	白云石	- 3. 31	- 107. 69	92	J _{3sn} 末
龙 12 井	3 422~ 3 422	须二	白云石	- 4. 90	- 102. 82	88	J _{3sn} 末
柘 1 井	4 396~ 4 396	须二	白云石	0. 41	- 113. 64	96	J _{2s} 中
关 6 井	4 316~ 4 316	须二	方解石	- 0. 58	- 154. 17	130	J _{3p} 晚
龙 5 井	3 596~ 3 596	须二	方解石	- 25. 85	- 148. 14	124	J _{3p} 晚
联 150 井	4 730	须二	方解石	18. 30	- 140. 40	128	J _{3p} 早
联 150 井	4 733	须二	方解石	6. 00	- 115. 20	105	J _{2s} 末
关 5 井	3 772~ 3 772	须四	方解石	10. 24	- 108. 07	92	J _{2s} 中
关 4 井	3 614~ 3 614	须四	方解石	18. 08	- 88. 34	78	J _{2q} 早

须家河组四段成岩矿物形成时期约有 4 期,其中早期致密储层沉积埋藏约 1 300 m,一般由大量的碳酸盐胶结物组成;一般储层中成岩矿物分别形成于中侏罗世 J_{2x} 末期、J_{2s} 期和晚侏罗世 J_{3sn} 末、J_{3p} 早期(表 4)。

2.3 储层致密化进程

通过对川西坳陷须家河组二段、四段储层中不同胶结物含量的定量统计、胶结物的形成时期以及原生孔隙在压实作用下的定量变化、成岩作用过程中次生孔隙变化等的系统研究,实现了对

表 4 须家河组四段成岩矿物形成时期推算表

Table 4 Estimated ages of diagenetic minerals in the 4th member of Xujiache Fm

井 号	成岩矿物	温度/℃	平均温度/℃	井深/m	形成时期
川孝 93	充填石英	88	88	3 746	J _{3p} 早
川孝 93	碳酸盐胶结物	59, 63	61	3 657	J _{2x} 末
川孝 93	碳酸盐胶结物	78	78	3 650	J _{3sn} 末
川孝 93	碳酸盐胶结物	71, 74	73	3 650	J _{2s} 中-末
川孝 93	白云石胶结物	71, 72	72	3 750	J _{2s} 中
川合 140	加大石英	68	68	3 402	J _{2s} 早
川合 140	加大石英	73	73	3 402	J _{2s} 中

须家河组储层致密化进程的定时、定量动态描述。

动态计算公式为

$$\Phi_{\text{剩余}} = \Phi_{\text{初始}} - \Phi_{\text{成岩矿物破坏}} - \Phi_{\text{机械压实损失}} + \Phi_{\text{次生}} \quad (1)$$

式中 $\Phi_{\text{剩余}}$ 为剩余孔隙度; $\Phi_{\text{初始}}$ 为初始孔隙度; $\Phi_{\text{成岩矿物破坏}}$ 为成岩矿物破坏损失的孔隙度; $\Phi_{\text{机械压实损失}}$ 为机械压实作用损失的孔隙度; $\Phi_{\text{次生}}$ 为次生溶蚀作用增加的孔隙度。

根据国内外常用的储层致密化的孔隙度标准,当剩余孔隙度小于或等于 7%~10%时,即认为储层进入致密化阶段,所对应的地质年代就是储层致密化的时期。

近几年来,国外开展了大量砂岩初始孔隙度的实验模拟,总结出了许多预测初始孔隙度的数学模型。其中,利用 $\text{Trask}(S_0)$ —特拉斯克分选系数)分选系数^[9]求取初始孔隙度的方法应用较为普遍,它与储层的初始孔隙度关系密切,两者的关系式为: $\Phi = 20.91 + 22.9/S_0$ 。根据本区储层砂岩的粒度结构,利用特拉斯克分选系数计算出须家河组二段储层初始孔隙度为 40.8%。

根据各时期成岩矿物含量的定量化统计,可以求出成岩矿物使储层孔隙的损失量。

对应次生矿物的几个主要形成时期,利用储层在压实埋藏过程中的原生孔隙损失规律,求得各时期保留下的原生孔隙。

通过对储层中次生孔隙的定量统计,以及次生孔隙中形成的次生矿物含量及形成时期分析,可以推算出主要地质时期的次生孔隙度。

根据上述统计计算结果,可以求得川西坳陷须家河组储层的孔隙度在地史过程中的定量演化特征,即储层致密化进程的全面认识。须家河组

二段储层致密化进程如图 1 所示。

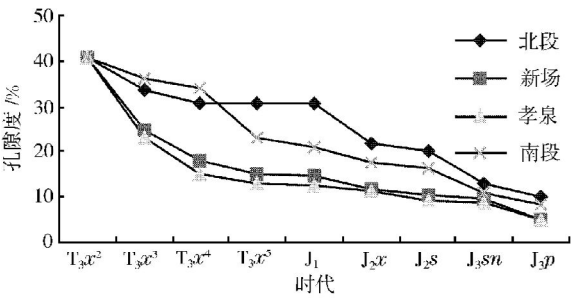


图 1 须家河二段储层孔隙度随时代的演化

Fig. 1 Evolution of T_{3x2}reservoir porosity with time

须家河组二段储层在须家河组三段沉积末期前孔隙度普遍大于 20%,属高孔储层,推测其渗透率较高。

到中侏罗世末期,储层孔渗性变差,但大部分储层孔隙度仍大于 7%~8%。与须家河组三段沉积末期前储层的储集性相比,虽趋于致密,但仍满足天然气运移聚集的储集条件,特别是在须家河组四段沉积初期到中侏罗世上沙溪庙组沉积前的较长地史时期内,仍有较好的储集条件。北段储层孔隙度更高,即使到中侏罗世末,仍有高于 20% 的孔隙度。

晚侏罗世遂宁组沉积后,须家河组二段储层变得更加致密,中段储层孔隙度普遍小于 7%,北段、南段储层孔隙度虽相对较高,但孔隙度也多小于 10%,渗透性也变得更差,储层属致密-超致密储层。

川西坳陷上三叠统须家河组二段储层整体致密化时期为上沙溪庙期末—蓬莱镇末期,即燕山早期晚时—燕山中期。

须家河组四段储层致密化进程如图 2 所示。储层自沉积埋藏后到早侏罗世末期,储层孔渗性好,孔隙度普遍高于 30%,为高孔、高渗常规储层。自中侏罗世开始到白垩纪末,储层由于压实、胶结等破坏性成岩作用影响,储层物性逐渐变差,但到白垩纪末孔隙度仍接近 10%。在此阶段的大部分时期(中侏罗世初到晚侏罗世遂宁组沉积末期)内储层属常规-近常规储集条件。白垩纪后,自生矿物对储层喉道进一步破坏,使得渗透性大大降低,储层变得更加致密,属致密储层,但在溶蚀作用特强和裂缝发育的局部地区,孔渗性得到有效改善,仍发育有良好储层,其孔隙度一般大于 8%。

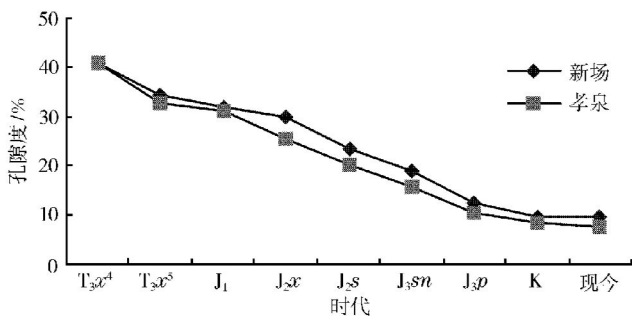


图2 须家河组四段储层孔隙度随时代的演化

Fig. 2 Evolution of T_{3x4} reservoir porosity with time

3 烃类流体充注时期与成藏期

天然气从烃源岩排出后,经过一定距离的运移在圈闭中聚集成藏。在运移、聚集过程中,与此同时或近于同时形成的自生矿物中可能捕获流体包裹体。通过分析流体包裹体的烃类组分,可以大致推断其油气充注时期^[9]。

从液相和气相包裹体组分中总烃的含量与形成年代关系图上可见,液相包裹体中总烃含量有两个高峰期(图3),即晚三叠世须家河期须四末时—须五末时和中侏罗世中期—中侏罗世末期。气相包裹体总烃含量包络线也显示两个高峰(图4),即须

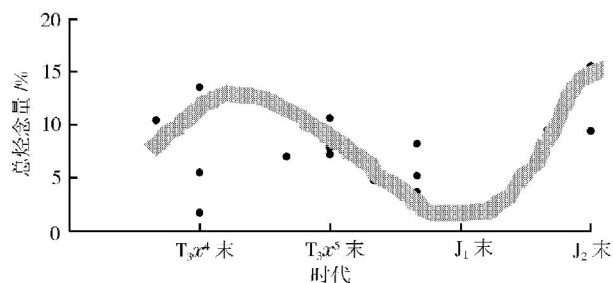


图3 自生矿物液相包裹体总烃含量与包体年代关系图

Fig. 3 Total hydrocarbon contents in liquid inclusions vs. ages of liquid inclusions in authigenic minerals

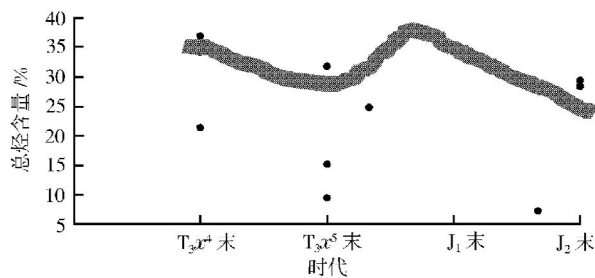


图4 自生矿物气相包裹体总烃含量与包体年代关系图

Fig. 4 Total hydrocarbon contents in liquid inclusions vs. ages of gas inclusions in authigenic minerals

四末时和早侏罗世中期—早侏罗世末期。设定天然气运移量最大的时期(即主成藏期)成岩包体具有最大的总烃含量,则上三叠统须家河组二段的主要运聚成藏时期为上三叠统须家河期须四末时—中侏罗世末期。

4 圈闭形成时期

油气藏的形成是油气在圈闭中聚集的结果,只有形成了圈闭,油气才能聚集。换言之,油气藏的形成时间,绝不会早于圈闭的形成时间。所以,可以根据圈闭的形成时间确定油气藏形成的最早时间^[10]。川西坳陷进入晚三叠世以来,经历了多期构造运动。在每一期构造运动中都相应地有局部背斜构造或大型隆起带形成,并且后期的构造运动总是对早期形成的构造进行叠加改造^[10~12]。伴随构造应力场的多期变动,流体活动和水岩相互作用十分强烈,从而导致上三叠统油气圈闭类型复杂,形态各异。早期圈闭以复合型为主,隐蔽性极强。

4.1 印支期古构造圈闭

须家河组三段沉积末的安县运动是印支期较强烈的构造运动幕,在龙门山前缘北段形成了印支期古构造圈闭,如中坝构造。至印支晚期初步形成了平落坝、金马—聚原、新场、马井、丰谷等古背斜雏形。

印支期古构造由于后期构造运动的改造,目前的勘探技术一般难以识别,使用构造层拉平方法能发现一些形迹。但根据安县运动波及范围和强度推测,目前的一些构造—成岩型圈闭可能与印支期古构造有关。

4.2 燕山期大型隆起带

根据钻井实际资料并结合野外地质露头资料新编川西坳陷中侏罗统厚度等值线图显示,燕山期存在着北东—北东东向的3个厚度减薄带,表明中侏罗统沉积前川西坳陷已经呈现出三隆两凹的构造格局。燕山中期,3个大型隆起区域进一步发展加强,形成了中坝、新场—丰谷、蒲江—彭山燕山期大型古隆起带,为油气运移聚集提供了构造条件。

除了形成大型隆起带外,也形成了一些新的局部背斜构造,如马井燕山期背斜构造。与此同时,印支期形成的背斜构造在该时期继承性发展,圈闭面积与闭合幅度都进一步扩大,如中坝背斜、平落坝背斜。

4.3 喜山期背斜圈闭

喜山运动是川西坳陷经历的最晚也是最强烈的构造运动,在此期间形成了东部龙泉山大背斜,与此同时一大批新的局部背斜、断背斜、鼻状背斜等形成。早期构造受到强烈的叠加改造,形成了古今构造叠合型圈闭及古构造-岩性型圈闭、古构造-成岩型圈闭、构造-裂缝型圈闭等聚集油气有效性高,但识别难度大的隐蔽圈闭。

参 考 文 献

- 王金琪. 川西坳陷须家河组气藏再认识[J]. 天然气工业, 2002, 22(2): 1~4
Wang Jinqi. Recognition of Xujiahe gas pool in western Sichuan depression[J]. Natural Gas Industry, 2002, 22(2): 1-4
- 王金琪. 早聚晚藏——川西坳陷天然气基本特征[J]. 天然气工业, 2001, 21(1): 1~6
Wang Jinqi. Early accumulation and late formation—basic characteristics of natural gas in western Sichuan depression[J]. Natural Gas Industry, 2001, 21(1): 1-6
- 刘树根, 罗志立, 戴苏兰. 川西前陆盆地的“四川运动”及与油气关系[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(4): 276~281
Liu Shugen, Luo Zhili, Dai Sulan, et al. Sichuan movement in western Sichuan foreland basin and its relation to oil and gas[J]. Oil & Gas Geology, 1996, 17(4): 276-281
- 王庭斌. 中国气田的成藏特征分析[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(2): 103~110
Wang Tingbin. Reservoiring characteristic analysis of gasfields in China[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(2): 103-110
- 李晓清, 汪泽成, 张兴为, 等. 四川盆地古隆起特征及对天然气的控制作用[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 347~350
Li Xiaoqing, Wang Zecheng, Zhang Xingwei, et al. Characteristics of paleo-uplifts in Sichuan basin and their control action on natural gas[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 347-350
- 邢焕清, 姜在兴, 王亚青, 等. 川西前陆盆地上三叠统须家河组二段可容空间转换系统的成因与演化[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5): 519~523
Xing Huanqing, Jiang Zaixing, Wang Yaqing, et al. Genesis and evolution of accommodation transformation systems in 2nd member of Upper Triassic Xujiahe Formation, Chuanxi foreland basin[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(5): 519-523
- 杨克明, 叶军, 吕正祥. 川西坳陷上三叠统须家河组天然气分布及成藏特征[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5): 501~505
Yang Keming, Ye Jun, Lu Zhengxiang. Characteristics of gas distribution and gas reservoiring in Upper Triassic Xujiahe Formation in western Sichuan depression[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(5): 501-505
- 杨克明. 川西坳陷油气资源现状及勘探潜力[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 322~326
Yang Keming. Status of oil & gas resources and prospecting potential in western Sichuan depression[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 322-326
- Bloch S. Empirical prediction of porosity and permeability in sandstones[J]. AAPG Bull, 1991, 75: 1145~1160
- 柳少波, 顾家裕. 包裹体在石油地质研究中的应用与问题讨论[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(4): 326~331
Liu Shaobo, Gu Jiayu. Application of fluid inclusions to petroleum geological study and discussion[J]. Oil & Gas Geology, 1997, 18(4): 326-331
- 张厚福. 石油地质学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 184
Zhang Houfu. Petroleum geology[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 184
- 吴世祥, 汪泽成, 张林, 等. 川西前陆盆地勘探思路分析[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3): 210~216
Wu Shixiang, Wang Zecheng, Zhang Lin, et al. Exploration strategy for the foreland basin in western Sichuan[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(3): 210-216
- 叶军. 川西坳陷的天然气是深盆地气吗? [J]. 天然气工业, 2003, 23(增刊): 1~5
Ye Jun. Reservoir mechanism of natural gas in west Sichuan depression[J]. Natural Gas Industry, 2003, 23(Sup): 1-5

第六届石油地质专业委员会在江苏无锡成立

中国地质学会第六届石油地质专业委员会成立暨第一次工作会议于2005年4月18日在江苏无锡市召开。金之钧主任首先汇报了第六届石油地质专业委员会的筹备过程及第六届石油地质专业委员会任期的工作思路及工作计划。经过委员的充分讨论,确定了第六届石油地质专业委员会总的工作思路: 1) 以学会为纽带, 加强三大油公司及高校和研究所之间的学术交流; 2) 既要坚持“三个贴近”原则, 又要有一定的前瞻性和导向性; 3) 学会活动形式要灵活多样, 因地制宜; 4) 构建专业人才培养平台, 培育和发现新人。为更好的开展学术活动, 专业委员会将下设六个学组: 盆地分析、海相碳酸盐岩油气勘探、天然气地质、成藏机理、油藏地质、勘探管理决策。会上各学组组长还向委员会汇报了本学组学术交流计划。

(王庭斌)