

文章编号: 0253-9985(2005)06-0800-08

川西前陆盆地南部储层流体包裹体特征及其在天然气成藏研究中的应用

张莉¹, 柳广弟¹, 谢增业², 高嘉玉², 单秀琴²

(1. 中国石油大学石油天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京 100249)

(2. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院, 河北廊坊 065007)

摘要: 川西前陆盆地南部邛西、平落坝及白马庙气田上三叠统原生气藏和侏罗系次生气藏储集层有机包裹体以气相、气液两相为主, 形态多不规则, 大小以 3~6 μm 为主, 主要分布在石英颗粒裂隙及充填裂缝的方解石脉中。须家河组二段有机包裹体均一温度分布范围为 60~170℃, 主峰在 90~130℃; 侏罗系有机包裹体均一温度范围在 70~130℃, 主峰为 80~100℃。根据均一温度测试结果, 结合三叠系烃源岩演化史分析, 须家河组二段气藏经历了印支晚期少量油气充注, 燕山期的大量油气充注及喜马拉雅期的调整、少量充注的全过程, 其主要充注时期为燕山期(侏罗纪—白垩纪)。侏罗系气藏为次生气藏, 主要充注时期为喜马拉雅期。通过恢复不同时期包裹体的古流体势, 认为川西前陆盆地南部须家河组二段气藏流体势呈无序性。天然气运移以源、储之间的垂向运移为主, 侧向运移不明显。

关键词: 流体包裹体; 充注期次; 运移方向; 川西前陆盆地南部

中图分类号: TE112.1 文献标识码: A

Characteristics of fluid inclusions in reservoirs and its application in study of natural gas reservoiring in southern West Sichuan foreland basin

Zhang Li¹, Liu Guangdi¹, Xie Zengye², Gao Jiayu², Shan Xiuqin²

(1. University of Petroleum, Beijing; 2. Langfang Branch of Research Institute of Petroleum

Exploration and Development, PetroChina, Langfang, Hebei)

Abstract In the Upper Tertiary primary gas reservoirs and Jurassic secondary gas reservoirs in Qiongxij Pingluoba and Bainaniao gas fields in southern West Sichuan foreland basin, organic inclusions are mainly in gas phase and gas-fluid biphasic. They are usually irregular in shape, with dominant size in the range of 3~6 μm , and are mainly distributed in the fissures of quartz grains and in the calcite veins. The homogenization temperature of the fluid inclusions in the 2nd member of Xujiahe Fm is in the range of 60~170℃, with the main peak to be 90~130℃, while that in Jurassic is in the range of 70~130℃, with the main peak to be 80~100℃. Based on the results of homogenization temperature and in combination with the analysis of evolutionary history of Triassic source rocks, it is believed that the charging of gas in reservoirs in the 2nd member of Xujiahe Fm is earlier than that in Jurassic gas reservoirs. The gas reservoirs in the 2nd member of Xujiahe Fm has experienced a complete hydrocarbon charging process from small amount of charging in late Indosinian, to large amount of charging in Yanshanian and to adjustment and minor charging in Himalayan, of which Yanshanian (Jurassic-Cretaceous) is the major charging period. The Jurassic gas reservoirs are secondary gas accumulations, with Himalayan as the main charging period. Based on reconstruction of palaeo-fluid potentials of inclusions formed in different geologic periods, it is believed that the fluid potentials of gas reservoirs in the 2nd member of Xujiahe Fm in southern West Sichuan foreland basin are in random distribution. Gas migration is dominated by vertical migration between source rocks and reservoir rocks with unevident lateral migration.

Key words fluid inclusion; charging period; migration direction; southern West Sichuan foreland basin

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2001CB209103)

第一作者简介: 张莉, 女, 29岁, 博士生, 储层评价及油气成藏机理

收稿日期: 2005-09-27

近年来,很多学者进行了川西前陆盆地天然气成藏的研究^[1~13],尹长河等^[3]根据平落坝天然气和凝析油地球化学研究,认为该气田深层气成藏期为 140 Ma(燕山中期),浅层天然气的形成时期相对较晚,应在燕山晚期;郑荣才等^[4]通过对不同期次构造裂缝和溶蚀孔洞中充填的次生石英和方解石的研究,认为川西坳陷深层气成藏期为 94~21.6 Ma(燕山晚期晚幕–喜马拉雅中期早幕),浅层气气藏形成时期为 14.9 Ma(喜马拉雅中期晚幕);而王金琪^[5]则通过对全坳陷作深入剖析,认为川西天然气具有“早聚晚藏”的特征,即燕山期随着储层的致密,天然气被大面积封固在盆地中心,喜马拉雅期地层隆升,褶皱、断层、裂缝发育,油气发生调整聚集成藏。为了合理取舍这些成藏研究成果,本文通过川西前陆盆地南部储层有机包裹体的研究,寻找油气聚集成藏的直接证据,以便更加准确地认识气藏的成藏过程,进一步揭示川西前陆盆地南部天然气的成藏规律。

1 地质概况

川西前陆盆地南部是指龙门山以东、龙泉山以西、峨眉山和瓦山以北、成都–都江堰一线以南

的地区,面积 16 885 km²(图 1)。该区经历了晚三叠世龙门山前陆盆地与侏罗纪至现今的陆内沉积盆地两大构造演化发展阶段。发育了上三叠统、侏罗系、白垩系、第三系、第四系,沉积地层厚度巨大,现今最厚达 6 000 m 以上。其中,须家河组一、三、五段(以下简称须一、三、五段)腐殖型烃源岩的生烃强度达 $20 \times 10^8 \sim 100 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^{2[1]}$,潜在资源量 $2 844.57 \times 10^8 \text{ m}^3$,占川西坳陷潜在资源量的 19.2%。侏罗系为内陆河湖沉积,属氧化环境下的浅湖–滨湖–三角洲–河流–冲积扇的沉积。由于受龙门山逆冲推覆和频繁升降运动的影响,剖面上普遍呈不完整相序的湖泊–河流相交叠置。储集体多为被厚层泥岩围限的河、湖相砂岩透镜体,砂体大小、厚薄不一,厚者可达 20 m 以上,薄者仅 1~2 m。侏罗系储层物性好于下伏须家河组,具备形成岩性气藏的条件^[2,5~10]。

研究区的储层主要分布于须家河组二、四段(以下简称须二、四段)、沙溪庙组和蓬莱镇组,已发现的气藏主要分布于须二段和侏罗系沙溪庙组。沙溪庙组气藏为次生岩性气藏,须二段气藏为原生背斜气藏。须二段是川西天然气的主力产层,属超致密砂岩储层,平均孔隙度为 3.99%,平

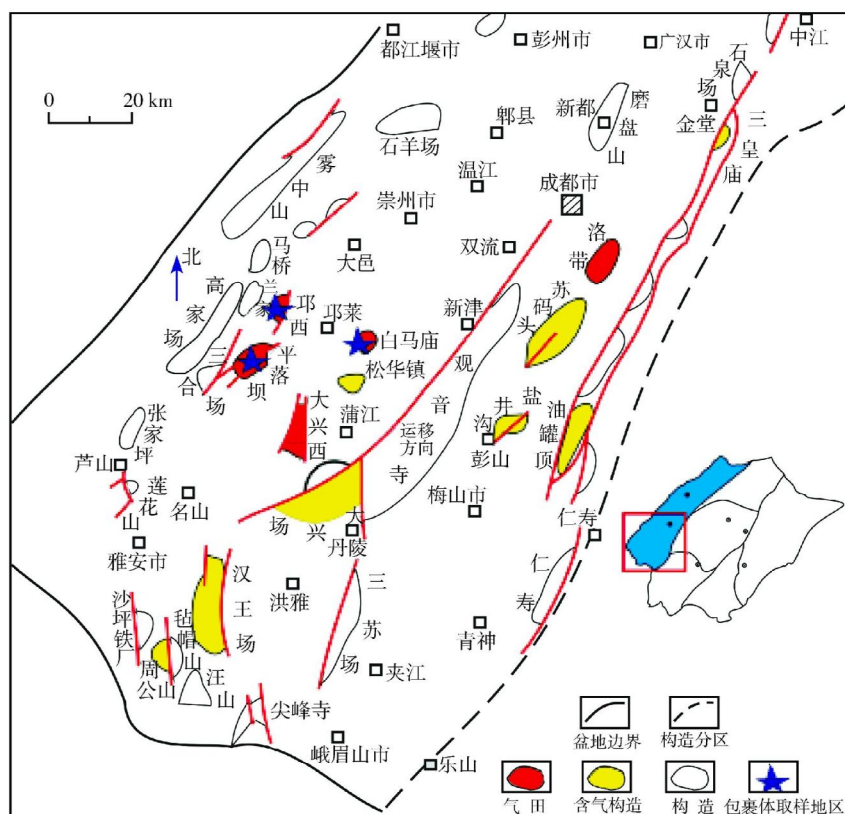


图 1 川西前陆盆地南部区域构造位置

Fig. 1 Location map of areal structures in southern West Sichuan foreland basin

均渗透率为 $0.279 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。侏罗系储层物性虽然略好于须二段储层,但最大孔隙度也不超过 10%,属致密储层^[14~8]。这种致密砂岩储层发育的地区,断裂系统是油气运聚和产出的重要通道。

2 流体包裹体特征

2.1 流体包裹体的分布

通过对川西前陆盆地南部邛西、平落坝及白马庙气田上三叠统须二段和侏罗系 30 余个砂岩储层样品中有机包裹体进行观察和均一温度的测试。发现包裹体主要分布在石英颗粒裂隙及充填裂隙的方解石脉中(图 2 表 1)。

从各样品有机包裹体丰度看,上三叠统样品有机包裹体丰度明显高于沙溪庙组样品。从有机包裹体大小看,以 3~ 6 μm 的为主,有时能见到

10 μm 的有机包裹体。有机包裹体形态以无定形或不规则状- 椭圆状为主,其中,气态烃相以椭圆形、圆形为主,个体较大的为不规则状;液态烃相包裹体形态极不规则,明显受溶蚀缝和孔隙形态的控制;气态烃 + 盐水相包裹体形态不规则。

从冰点、盐度和密度上看,川西前陆盆地南部须二段和侏罗系砂岩储层中流体包裹体冰点变化较大;流体类型均为 NaCl- H₂O 型,盐度普遍较高;流体密度变化较小。总体上,须二段砂岩储层流体包裹体冰点分布范围较侏罗系稍广,盐度及密度较侏罗系稍大。须二段有机包裹体冰点为 - 7.0~ 4.0℃,盐度多大于 5.0%,密度大于 0.97 g/cm³;侏罗系有机包裹体冰点为 - 4.0~ 5.0℃,盐度多介于 1.0% ~ 2.8%,也可见盐度大于 5% 的测点,密度为 0.96~ 0.99 g/cm³。



井号	深度 /m	层位	丰度 /%	分布	相态和类型	形态及大小	气液比 / %	均一温度 /℃	冰点温度 /℃	盐度 / %	密度 / (g•cm ⁻³)
白马 7	3 691.5	T ₃ x ²	< 10	石英裂隙	气相、气液两相为主	不规则 3~ 5 μm	10	93~ 148	- 2.3~ - 5.9	3.80~ 9.07	0.97~ 1.03
白浅 26	479.0	J ₃ p	< 2	石英裂隙	气相为主	不规则,椭圆形 3~ 6 μm	10~ 15	70~ 127	0~ - 4.0	2.70~ 6.40	0.96~ 0.99
邛西 4	3 496.0	T ₃ x ²	< 10	石英裂隙	气相、气液两相为主	椭圆 - 不规则 3~ 5 μm	10~ 15	67~ 96	0~ - 6.6	0.40~ 9.99	0.97~ 1.01
平落 2	3 421.0	T ₃ x ²	< 10	石英裂隙	气相、气液两相为主	椭圆 - 不规则 3~ 5 μm	10	85~ 163	- 1.0~ - 7.0	5.20~ 10.5	0.93~ 1.04
平落 5	3 693.5	T ₃ x ²	< 10	方解石脉	气相、气液两相及液相	不规则 5~ 10 μm	10	118~ 128	- 5.5~ - 7.0	8.54~ 10.5	1.00~ 1.02
平落 7	1 888.0	J ₂ s	< 1	石英裂隙	气相为主	不规则 3~ 6 μm	10	80~ 97	5.0~ - 0.6	1.05	0.97
	3 798.0	T ₃ x ²	< 10	石英裂隙	气相、气液两相为主	不规则 3~ 5 μm	10	98~ 130	4.0~ - 3.6	0.18~ 5.85	0.97~ 0.99

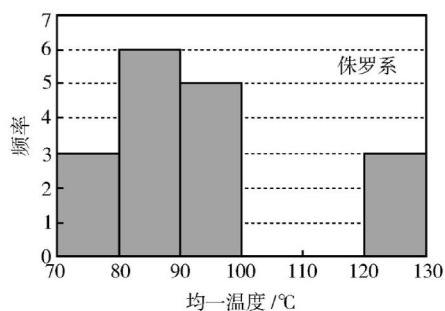
由于胶结物以黑色、褐黑色的粘土杂基和自生粘土矿物为主, 在胶结物中很难见到有机包裹体; 在石英次生加大边中能见到零星分布的有机包裹体, 但数量很少, 个体很小; 有机包裹体主要充填在石英颗粒内溶蚀缝或孔隙以及充填于裂缝的方解石脉中。

显微镜下观察, 样品中石英裂隙内的有机包裹体的相态、大小、光性等比较类似, 可以认为它们基本上为同一地质发展过程的产物; 而充填在裂缝方解石脉中的大量有机包裹体是在裂缝形成之后, 再一次发生油气运移的遗迹。

2.2 有机包裹体均一温度

有机包裹体是油气运移聚集过程中留下的证据。研究认为, 与有机包裹体同期的盐水包裹体被捕获时是均一相的, 并一直处于等容封闭体系, 盐水包裹体的均一化温度即为油气包裹体被捕获时 (油气充注时) 地层温度的下限值^[14]。因此, 利用包裹体均一温度, 结合盆地的生烃史、古地温史, 可以推测油气充注的时期。

根据均一温度测试结果, 尽管川西前陆盆地南部各储层样品均一温度变化较大, 但主峰还是集中于一定的温度段。侏罗系有机包裹体均一温度分布范围在 70~130℃, 主峰为 80~100℃; 须二段有机包裹体均一温度分布范围较大, 为 60~170℃, 但总体上也只有一个主峰, 分布范围在 90~130℃ (图 3)。可见, 侏罗系有机包裹体均一温度要低于须二段有机包裹体均一温度。需要强调的是, 包裹体均一温度反映的是烃类进入储集层并被捕获形成包裹体时的地层的最低温度, 其实际生成的温度可能会更高。二者的温度差与垂向运移距离和地温场的分布有关。



3 天然气充注期次与运移方向

3.1 天然气充注期次

本文以平落 1 井为例, 利用镜质体反射率数据对川西前陆盆地的埋藏史、热史和生烃史进行了反演模拟, 然后结合有机包裹体均一温度资料进行分析, 以展示气藏中天然气的充注过程和主要充注时期 (图 4)。

根据图 4 显示, 川西须二段气藏是一个连续充注的过程。须二段气藏从三叠纪末 (有机包裹体均一温度分布范围在 60~70℃) 开始就有油气聚集, 但是, 油气大量运移到须二段气藏的时期却是在燕山期 (即侏罗纪—白垩纪, 此时有机包裹体均一温度分布范围为 90~130℃)。结合三叠系烃源岩演化史分析, 在三叠纪末期, 上三叠统烃源岩镜质体反射率为 0.5%, 开始进入低熟阶段。由于此时油气生成量较少, 油气充注量也很少。其后, 随着埋藏深度的增加, 地温不断升高, 有机质演化程度加强, 至侏罗纪早期, 上三叠统烃源岩镜质体反射率为 0.7%, 进入成熟期, 烃类生成量逐渐加大, 向圈闭充注的数量也有所增加, 这个过程一直持续到侏罗纪末期; 晚侏罗世之后, 上三叠统烃源岩镜质体反射率达到 1.0%, 烃源岩进入高熟—过熟阶段, 达到生烃高峰期, 烃类大量向须二圈闭中充注, 是须二段气藏形成的主要时期。进入第三纪 (均一温度超过 130℃) 以后, 地壳开始抬升并遭受剥蚀, 地层厚度减薄, 地层温度降低, 此时, 油气形成过程减慢甚至停滞, 烃类注入圈闭的速度也开始减慢。因此, 须二段气藏的主要充注时期为燕山期。

此外, 据图 4 还可发现, 侏罗系储层流体包

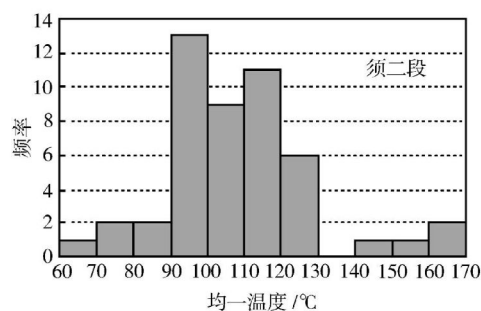


图 3 川西前陆盆地南部上三叠统须二段和侏罗系储层包裹体均一温度分布

Fig. 3 Distribution of homogenization temperature of the inclusions in the 2nd member of Upper Triassic Xujiage Fm and Jurassic reservoirs in southern West Sichuan foreland basin

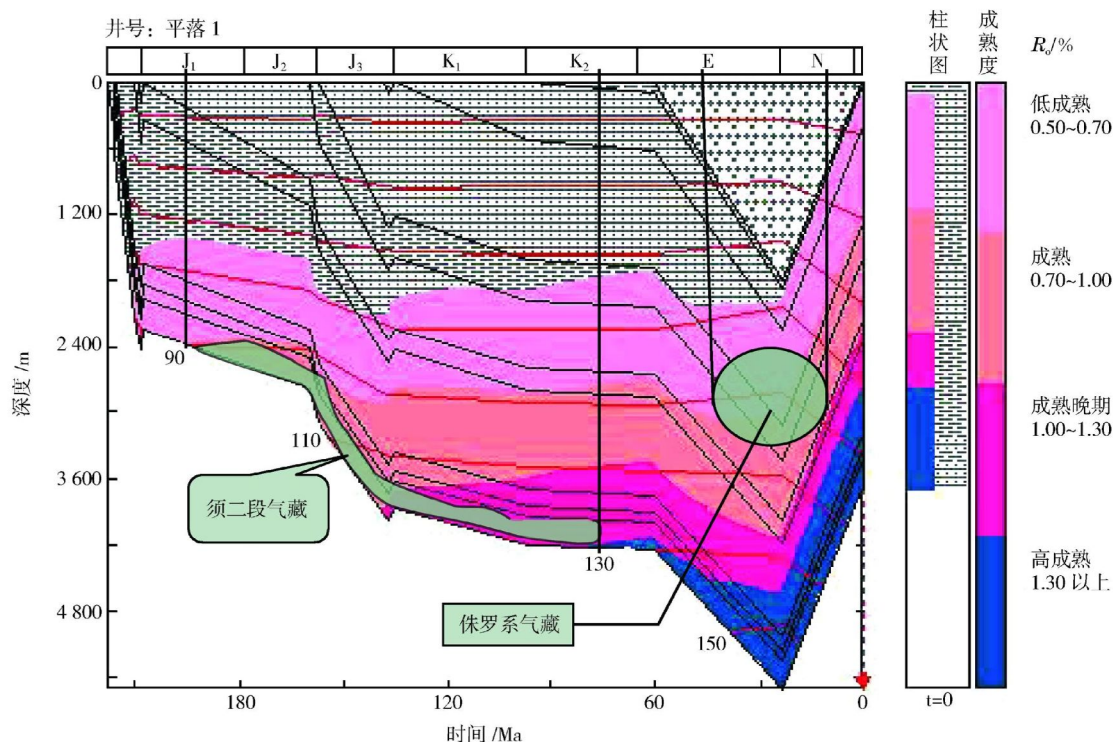


图 4 川西地区地层埋藏史、地温史与须二段、侏罗系储层包裹体形成时期

Fig. 4 Burial history, geotemperature history and formation time of inclusions in the 2nd member of Xujiahe Fm and Jurassic in West Sichuan

裹体均一温度的主峰分布范围 (80~100℃) 对应的时间为早第三纪末和晚第三纪早期, 也就是第三纪地层抬升前后, 说明侏罗系气藏的充注时间发生在喜马拉雅期。在第三纪地层抬升以前, 侏罗系储层距离下伏上三叠统烃源岩大约有几百到上千米, 且其下伏气藏上部的地层中发育了封隔能力极强的泥岩盖层, 因此烃类只能通过扩散作用, 仅有少量的油气注入到侏罗系圈闭中。地层抬升之后, 由于构造应力的作用, 产生了大量断层和裂缝系统, 贯穿了侏罗系储层与下伏烃源层甚至气层, 烃类气体在下伏源岩或气层与上部储层之间的压力差作用下向上运移, 在侏罗系储层中聚集成藏。因此, 侏罗系气藏中烃类注入的重要时期应该是在晚第三纪地层抬升之后。

构造作用沟通了下伏烃源岩或气藏与侏罗系储层的同时, 也在须二段气藏内部形成了大量微裂隙, 扩大了储集空间, 促进了气藏内部气体的重新调整, 并导致气藏压力的下降, 从而使得具有较高压力的源岩内部气体可以向须二段气藏进行补充, 避免了气藏的散失破坏, 而保存至今, 成为具有开采价值的气藏。这在须二段有机包裹体均一温度的分布范围上也可以得到体现, 在其主峰分布范围之外的 140~

170℃ 的温度区间内, 仍然存在少量有机包裹体。

综上所述, 可知须二段气藏的主要充注时期为燕山期 (侏罗纪—白垩纪), 侏罗系气藏的主要充注时期为喜马拉雅期 (第三纪末)。二者的主要形成期不同, 前者早, 后者晚, 但它们的形成是一个连续的过程, 须二段气藏是通过长期的油气注入过程形成的, 经历了前期少量注入, 到大量注入, 再到后期调整、少量注入的过程。而侏罗系气藏的气体注入过程则主要发生于喜马拉雅期。由于喜马拉雅期构造活动产生的断裂系统, 贯穿了侏罗系储层与下伏上三叠统烃源层或气层, 从而为侏罗系气藏油气运移、聚集成藏提供了有利条件。侏罗系储层方解石脉中常见有机质包裹体或富气态烃包裹体, 正是油气沿裂缝通道运移的强有力证据。

3.2 天然气运移方向初探

利用包裹体均一温度和盐度数据, 可以恢复不同时期包裹体的古流体势值^[15-16]。流体势值的大小, 反映了油气运移的方向。根据研究区流体包裹体古流体势值的计算结果, 发现燕山中晚期须二段气藏流体势呈无序性 (表 2 图 5)。这一研究结果与平落坝—邛西构造带储层沥青含氮化合物分析得到的结论基本一致 (表 3)。

表 3 平落坝-邛西构造带储层中吡咯类含氮化合物基本地球化学参数

Table 3 Basic geochemical parameters of nitrogenous compounds in reservoirs in Pingluoba-Qiongsi structural belt

井号	井深 /m	层位	地球化学参数					
			丰度 (重量) / ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	苯并吡唑 / ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	苯并 [a] 吡唑 / (苯并 [a] 吡唑 + 苯并 [c] 吡唑)	二甲基吡唑 / 三甲基吡唑	3- 甲基吡唑 / 4- 甲基吡唑	C / (C + BC)
平落 1	3 542.0	须二	13.871 1	0.773 1	0.516 362 696	8.203 173	0.885 304	0.575 059
平落 2	3 564.2	须二	56.996 6	9.904 6	0.531 571 234	13.220 633	0.905 049	0.516 819
平落 3	3 579.8	须二	75.998 1	6.585 0	0.502 158 120	6.990 969	0.804 760	0.382 443
平落 5	3 797.2	须二	47.001 4	4.613 1	0.430 353 385	10.398 336	0.833 619	0.409 854
邛西 12	3 724.0	须二	112.045 0	14.847 7	0.578 369 007	5.522 480	0.799 939	0.146 298

注: C- 三甲基吡唑 (C); B- 三甲基吡唑 (B)。

在多年的实践中已被证实,中性含氮化合物中的吡唑类化合物,由于其稳定性及其极性的差异为具有实效的油气运移地球化学指标^[17,18]。但由于原油中含氮化合物的组成特征不仅受油气运移影响,还可能与其他多种地球化学因素有关。因此,不同地区、或同一地区不同层位,相同参数的变化特征也存在差异。本次研究主要是结合我国陆相原油的特性,选择吡咯类含氮化合物丰度、1,8-二甲基吡唑/2,7-二甲基吡唑等参数进行了分析。

研究区流体势和储层沥青含氮化合物运移参数的无序性可能与研究区的位置有关。由于平落坝、邛西、白马庙构造带均位于川西生油拗陷内部,油气运移以源、储之间的垂向运移为主,仅伴随有近距离的侧向运移,而且,储层致密化进程又与烃源岩演化同步^[5],因此,利用包裹体均一温度和盐度数据,所恢复的包裹体古流体势值具有无序性。

参 考 文 献

1 张光亚,薛良清.中国中西部前陆盆地油气分布与勘探方向[J].石油勘探与开发,2002,29(1):1~5
Zhang Guangya Xue Liangqing Hydrocarbon occurrences and exploration suggestions in the foreland basins of central western China[J]. Petroleum Exploration & Development, 2002, 29(1): 1-5

2 杨克明.川西拗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

3 尹长河,王廷栋,郑丽辉.平落坝气田成藏时期的确定[J].天然气地球科学,1999,10(3~4):70~75
Yin Changhe Wang Tingdong Zheng Lihui Timing of gas pool forming in Pingluoba gas field[J]. Natural Gas Geoscience, 1999,

10(3~4):70~75

4 郑荣才,彭军,高红灿,等.川西拗陷断裂活动期次、热流体性质和油气成藏过程分析[J].成都理工大学学报(自然科学版),2003,30(6):551~557
Zheng Rongcai Peng Jun Gao Hongcan et al Analysis of fracture active stages, hot fluid nature and the process of forming reservoir in western Sichuan sag[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2003, 30(6): 551- 557

5 王金琪.早聚晚藏——川西拗陷天然气基本特征[J].天然气工业,2001,21(1):5~12
Wang Jinqi Early accumulation and late gas pool forming fundamental characteristics of natural gas in West Sichuan[J]. Natural Gas Industry, 2002, 21(1): 5- 12

6 兰大樵,邱宗恬.川西拗陷平落坝气田须二段气藏成藏研究[J].石油勘探与开发,2002,29(3):8~10
Lan Daqiao Qiu Zongtian The research on the formation of Upper Triassic Xuer gas reservoir of Pingluoba gas field in Chuanxi depression[J]. Petroleum Exploration & Development, 2002, 29(3): 8- 10

7 周江羽,吴冲龙,韩志军,等.川西拗陷天然气成藏条件与成藏模式[J].四川地质学报,1998,18(2):116~120
Zhou Jiangyu Wu Chonglong Han Zhijun et al Gas reservoir forming condition and model for West Sichuan depression[J]. Journal of Geology in Sichuan, 1998, 18(2): 116- 120

8 曹伟,安凤山,王允诚,等.致密砂岩天然气藏地质特征——川西深井钻探的启示[J].矿物学报,1998,73(18):39~44
Cao Wei An Fengshan Wang Yuncheng et al The geological characteristics of natural gas pools in tight sandstones inspiration from the deep-well explorations in western Sichuan basin[J]. Mineral Petroleum, 1998, 19(2): 146- 151

9 黄志龙,高岗,刚文哲.川西平落坝气田原生与次生气藏烃类组成特征[J].天然气地球科学,2003,14(2):116~119
Huang Zhilong Gao Gang Gang Wenze Hydrocarbon characteristics of primary and secondary gas accumulations in Pingluoba gas field in western Sichuan[J]. Natural Gas Geoscience, 2003, 14(2): 70- 75

10 王世谦,罗启后,邓鸿斌,等.四川盆地西部侏罗系天然气成藏特征[J].天然气工业,2001,21(2):1~8

- Wang Shiqian, Luo Qihou, Deng Hongbin, et al. Characteristics of forming Jurassic gas reservoirs in the western part of Sichuan basin [J]. *Natural Gas Industry*, 2001, 21(2): 1-8
- 11 张金亮, 常象春, 王世谦, 等. 四川盆地上三叠统深盆气藏研究 [J]. *石油学报*, 2002, 23(3): 27-32
- Zhang Jinliang, Chang Xiangchun, Wang Shiqian, et al. Gas trap in deep basin of the Upper Triassic in Sichuan basin [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2002, 23(3): 27-32
- 12 王金琪. 川西坳陷须家河组 (T_3x) 气藏再认识 [J]. *天然气工业*, 2002, 22(2): 1-5
- Wang Jinqi. Recognition of Xujiache Formation (T_3x) gas reservoirs in West Sichuan depression [J]. *Natural Gas Industry*, 2002, 22(2): 1-5
- 13 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 Xiaqing, Wang Zecheng, Zhang Xingwei, et al. Characteristics of paleo-uplifts in Sichuan basin and their control action on natural gases [J]. *Oil & Gas Geology*, 2001, 22(4): 347-350
- 14 万晓龙, 邱楠生, 张善文. 东营凹陷岩性油气藏动态成藏过程 [J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(4): 448-451
- Wan Xiaolong, Qiu Nansheng, Zhang Shanwen. A study on dynamic reservoring process of hydrocarbon in lithologic reservoirs in Dongying depression [J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(4): 448-451
- 15 谈迎, 刘德良, 杨晓勇, 等. 应用流体包裹体研究古流体势及油气运移 [J]. *中国科学技术大学学报*, 2002, 32(4): 470-480
- Tan Ying, Liu Deliang, Yang Xiaoyong, et al. Research on paleo-fluid potential and migration of oil gas by use of inclusions in sedimentary rocks [J]. *Journal of University of Science and Technology of China*, 2002, 32(4): 470-480
- 16 单秀琴, 胡国艺, 高嘉玉. 鄂尔多斯盆地中部奥陶系方解石脉中包裹体流体势研究 [J]. *岩石学报*, 2003, 19(2): 355-358
- Shan Xiuqin, Hu Guoyi, Gao Jiayu. Paleocurrent energy study with inclusion of calcite gangue for Ordovician system in central Ordos basin [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2003, 19(2): 355-358
- 17 熊英, 程克明. 中性含氮化合物在酒西盆地石油运移研究中的应用 [J]. *石油勘探与开发*, 1999, 26(5): 27-29
- Xiong Ying, Cheng Keming. Application of neutral pyrrolic N compounds in the study of petroleum migration in Juxi basin [J]. *Petroleum Exploration & Development*, 1999, 26(5): 27-29
- 18 王铁冠, 李素梅, 张爱云, 等. 利用原油含氮化合物研究油气运移 [J]. *石油大学学报 (自然科学版)*, 2000, 24(4): 83-86
- Wang Tieguan, Li Sumei, Zhang Aiyun, et al. Oil migration analysis with pyrrolic nitrogen compounds [J]. *Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science)*, 2000, 24(4): 83-86

(编辑 李树森)

“第三届全国沉积学大会”在成都召开

“第三届全国沉积学大会”于 2005 年 9 月 22—24 日在四川成都胜利召开。大会由中国地质学会沉积地质专业委员会、中国矿物岩石地球化学学会沉积学专业委员会、国土资源部成都地质矿产研究所、国家自然科学基金委员会地球科学部、中国科学院地质与地球物理研究所、西南石油学院、成都理工大学、中国石化、中国石油、国际岩石圈计划中国委员会等 15 家单位联合主办, 由成都地质矿产研究所承办。与会代表人数超过 400 人。孙枢、牟书令、刘宝珺、傅家谟、秦蕴珊、李思田、何起祥等共 16 位知名专家就沉积学进展、应用与发展前景作了大会报告, 并设置“基础沉积学及其新技术、新方法应用”、“沉积学与油气、煤资源勘探开发”、“沉积体系及其相关的矿产资源”、“全球环境变化与沉积作用”、“大地构造沉积学、盆地动力学”和“青藏高原盆地研究与油气战略选区”等 6 个专题进行深入的交流和广泛的讨论, 共有 160 名沉积学专家作了专题报告。

(刘文汇 骆传才 胡宗全)

“2005 年中国 LNG 国际会议”在广州召开

2005 年 11 月 15—16 日, 在广州市召开了“2005 年中国 LNG 国际会议”。会议由广东油气商会主办, 国内外大型公司及相关研究单位约 150 名代表与会。会上, 与会代表就 LNG 资源和贸易、利用与投资等方面的问题进行了深入讨论, 分析了世界 LNG 的发展趋势, 并强调 LNG 的综合利用以降低成本。广东的 LNG 建设项目和台湾 LNG 发展中的经验教训引起了与会者的广泛关注。

(张 抗)