

文章编号:0253-9985(2012)06-0845-08

## 镇泾地区延长组八段低渗岩性油藏形成过程动态分析

李潍莲<sup>1,2</sup>,刘震<sup>1,2</sup>,王伟<sup>1,2</sup>,潘高峰<sup>1,2</sup>,赵舒<sup>3</sup>,张健<sup>3</sup>

(1. 中国石油大学 地球科学学院,北京 102249; 2. 中国石油大学 油气资源与探测国家重点实验室,北京 102249;

3. 中国石化 华北分公司 勘探开发研究院,河南 郑州 450006)

**摘要:**为了更好地揭示鄂尔多斯盆地镇泾地区延长组八段(长<sub>8</sub>段)低渗砂岩性油藏的成藏特征和成藏主控因素,在该区埋藏史、热史、生烃史和成岩作用史研究的基础上,开展长<sub>8</sub>段岩性油藏动态解剖,确定储层孔隙度、圈闭形成期次、烃源岩地层压力及石油充注动力窗口等成藏要素的演化特征,综合分析油藏的动态形成过程。结果表明:成藏期早白垩世中期长<sub>8</sub>段储层孔隙度为20%,成藏后储层逐渐致密化到现今12%,具有先成藏后致密的特点;长<sub>8</sub>段岩性圈闭形成于晚侏罗世,持续发育至今,圈闭形成早、发育时间长;成藏期长<sub>7</sub>段烃源岩内部地层压力达22 MPa,早白垩世末增加到35 MPa,压力系数达到1.5,至新近纪逐渐演化为正常压力;石油充注动力大,充注动力与阻力的压力差达15 MPa,充注动力窗口从早白垩世持续到新近纪末期,持续时间长。各成藏要素和成藏作用过程在时间和空间上的有效配置决定长<sub>8</sub>段低渗岩性油藏的形成,其中成藏期砂岩物性和充注动力是成藏主控因素。

**关键词:**成藏要素;成藏过程;低渗砂岩;岩性油藏;延长组;镇泾地区;鄂尔多斯盆地

**中图分类号:**TE112.3

**文献标识码:**A

## Hydrocarbon accumulation process of Chang-8 low-permeability lithological reservoirs in Zhenjing area, Ordos Basin

Li Weilian<sup>1,2</sup>, Liu Zhen<sup>1,2</sup>, Wang Wei<sup>1,2</sup>, Pan Gaofeng<sup>1,2</sup>, Zhao Shu<sup>3</sup> and Zhang Jian<sup>3</sup>

(1. College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;

3. Exploration and Development Research Institute, Huabei Branch Company of SINOPEC, Zhengzhou, Henan 450006, China)

**Abstract:** In order to better understand the characteristics and main controlling factors of hydrocarbon accumulation in low-permeability lithological reservoirs of Member 8 of Yanchang Formation (Chang-8) in Zhenjing area, Ordos Basin, we performed dynamic analysis of the Chang-8 lithological reservoirs based on study of burial history, thermal history, hydrocarbon generation history and diagenetic process. The evolution features of various hydrocarbon accumulation factors were clarified such as porosity, timing of traps, formation pressure of source rocks and the window of hydrocarbon charging kinetics. Finally, a comprehensive analysis of the dynamic process of hydrocarbon accumulation was performed. The results indicate that porosity of Chang-8 reservoir was of 20% during hydrocarbon accumulation in the middle Early Cretaceous and lowered progressively to current 12% due to reservoir tightening of the later evolution stage. The lithological traps of the Chang-8 were formed at the Late Jurassic and kept on developing till now, thus they are characterized by early formation and long process of development. The formation pressure of Chang-7 source rocks was 22 MPa during the period of hydrocarbon accumulation. It increased up to 35 MPa with a pressure coefficient of 1.5 at the end of Early Cretaceous and

收稿日期:2011-07-11;修订日期:2012-10-20。

第一作者简介:李潍莲(1969—),女,博士、副教授,油气地质。

基金项目:“十二五”国家科技重大专项(2011ZX05002)。

later lower progressively to normal pressure in the Neogene. The charging pressure of oil was 15 MPa higher than the pressure of resistance, and the window of hydrocarbon accumulation lasted for a long time from the Early Cretaceous to the end of Neogene. The formation of the low-permeability lithological reservoirs in the Chang-8 is controlled by the favorable temporal and spatial matching of between the factors and process of hydrocarbon accumulation. Physical properties of sandstone and charging kinetics are the main factors controlling hydrocarbon accumulation.

**Key words:** hydrocarbon accumulation element, accumulation process, low-permeability sandstone, lithological reservoir, Yanchang Formation, Zhenjing area, Ordos Basin

低孔渗砂岩岩性油藏在我国陆相湖盆中具有特殊地位,其成藏过程分析对于该类型油藏勘探具有重要意义。低孔渗砂岩成藏物理模拟实验显示,异常压力越大,越有利于低孔渗砂岩成藏,成藏效率越高<sup>[1-3]</sup>,并且低孔渗砂岩成藏具有一定的地质临界条件<sup>[4-6]</sup>。传统油藏解剖主要侧重于现今成藏条件,静态分析油藏的圈闭特征、储集层特征、储盖组合、烃源岩条件、油气运聚及保存条件。由于单时间点油藏特征分析对指导勘探所带来的风险,油气成藏动态研究已经成为一种必须。目前对于构造油藏成藏动态研究主要是分析油气运聚过程、构造圈闭演化及油藏保存条件演化等,储层物性与盖层封闭性等成藏要素的研究仍基本处于静态描述阶段。而对于低孔渗砂岩岩性油藏的动态成藏研究则较少。

前人对镇泾地区延长组岩性油藏成藏研究,多专注于以成藏基本要素分析为主的油藏静态解剖<sup>[7-9]</sup>,对岩性圈闭的形成与演化过程、低孔渗砂岩成藏与储层致密时间的匹配关系、成藏动力学机制尚没有系统研究。国内外大中型油气田勘探经验表明,油藏形成需要优质成藏要素与高效成藏作用在时间和空间上良好配置,油藏动态解剖可以更系统、定量地描述油气成藏过程,预测有利勘探目标。

文中以镇泾地区红河105井延长组八段(长<sub>8</sub>段)低渗岩性油藏为例,开展油藏动态解剖,模拟油气成藏关键要素的演化过程,分析成藏前、成藏期以及成藏后储层孔隙度、圈闭条件、成藏动力等成藏要素的演化规律,研究油气的生成、充注和保存过程,确定优质成藏要素和成藏作用过程的最佳时空配置关系,进而综合分析岩性油藏的动态形成过程。

## 1 地质概况

镇泾地区位于鄂尔多斯盆地西缘天环坳陷的南段(图1),地层平缓西倾,主要为单斜背景,局部发育低幅度鼻状隆起<sup>[10-11]</sup>。主要含油层系为中生界三叠系延长组长<sub>8</sub>段,以岩性油藏为主。延长组镇泾地区发育西南物源辫状河三角洲沉积体系,长<sub>8</sub>段储层主要为三角洲前缘水下分流河道砂体,上覆长<sub>7</sub>段半深湖-深湖相泥岩,既是主力烃源岩,又是区域盖层,从而形成上生下储型成藏组合。

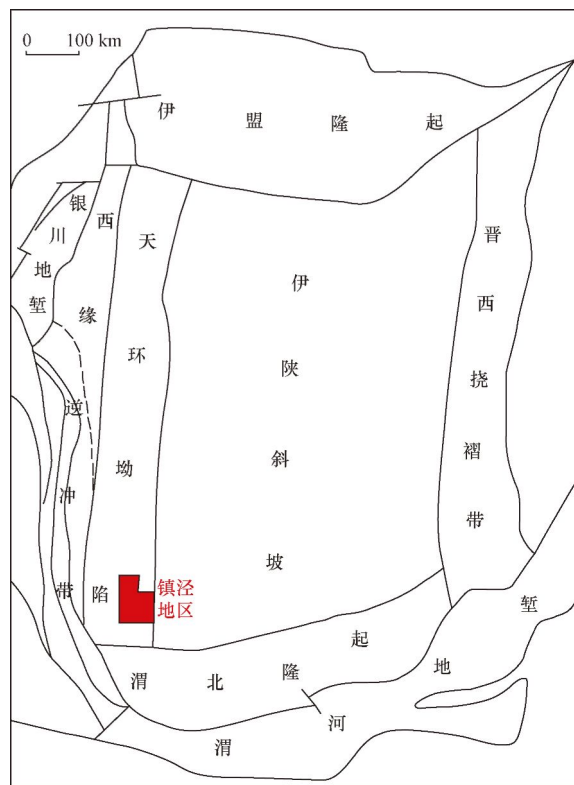


图1 鄂尔多斯盆地构造单元划分

Fig. 1 Structural units of Ordos Basin

## 2 油藏静态特征

红河 105 油藏含油层系为三叠系延长组八段第一小层(长<sub>8</sub><sup>1</sup> 小层)。长<sub>8</sub><sup>1</sup> 小层埋深 1 859~2 217 m, 平均单井钻遇油层有效厚度 8.4 m。

### 2.1 储层特征

长<sub>8</sub> 段储层砂岩类型主要为灰色、灰绿色长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩。胶结物以方解石、高岭石和绿泥石为主, 胶结物平均含量为 5.43%, 胶结类型以孔隙式和薄膜孔隙式为主。砂岩粒度较细, 分选中等, 呈次棱角状, 以点-线和线接触为主。岩石结构普遍表现为成分成熟度偏低、结构成熟度中等的特点。

长<sub>8</sub> 段砂岩属于低孔、特低渗储层, 平均孔隙度为 9.9%; 平均空气渗透率为  $0.25 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储层物性受沉积微相控制, 水下分流河道中部孔隙度、渗透率较高, 水下分流河道两侧均变差。孔隙类型主要为原生残余粒间孔隙和溶蚀型次生孔隙, 储层微观结构评价属于小孔微细喉分选差型储层。

### 2.2 盖层特征

长<sub>8</sub> 段油藏的区域盖层为长<sub>7</sub> 段及上覆泥岩, 直接盖层为长<sub>8</sub> 段内部泥岩, 泥岩分布较稳定。泥岩厚度统计结果显示, 长<sub>8</sub> 段泥岩最厚达 58 m, 平均为 42 m; 长<sub>7</sub> 段泥岩最厚 69 m, 平均为 54 m; 长<sub>6</sub> 段泥岩最厚为 60 m, 平均为 32 m; 长<sub>4+5</sub> 段泥岩最

厚为 60 m, 平均为 27 m。封盖机理主要以泥岩物性封闭和超压封闭为主, 也有一定程度烃浓度封闭。

### 2.3 圈闭特征

长<sub>8</sub><sup>1</sup> 油层顶面构造简单, 为西倾单斜, 地层倾角约  $0.5^\circ$ , 因差异压实作用形成微幅度鼻状隆起构造, 构造对成藏不起控制作用。油藏油气分布主要受沉积相带、岩性及物性控制。沉积相带控制砂体展布, 水下分流河道中部砂体厚度大、物性好, 是油气富集区。沿河道延伸方向油层大面积连片分布, 垂直河道方向油层受沉积砂体控制明显, 砂体边界即为油藏边界。油层内部无明显的油水分异现象, 无边底水。综合确定为岩性油藏(图 2)。

### 2.4 运移通道特征

长<sub>8</sub> 段油藏的油源主要是长<sub>7</sub> 段烃源岩, 长<sub>8</sub> 段储层与长<sub>7</sub> 段烃源岩直接接触, 仅发生初次运移或短距离的二次运移即可成藏。长<sub>7</sub> 段烃源岩油气初次运移以泥岩微裂隙为主, 油气进入长<sub>8</sub> 段砂岩之后, 在砂岩叠合连片处的横向二次运移主要以砂岩大孔隙和微裂缝为主; 同时断裂活动所形成的微裂缝更有利于油气的汇流和早期充注<sup>[10,12]</sup>。

## 3 油藏动态解剖

油气藏的形成不仅仅取决于现今成藏条件的优劣, 更重要的是取决于各成藏要素形成与保持

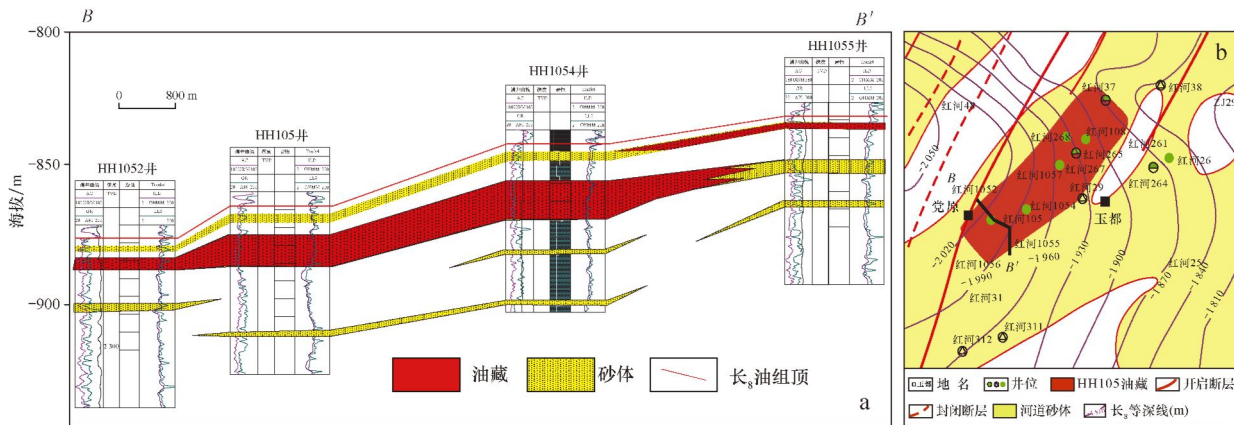


图2 镇泾地区红河 105 井长<sub>8</sub> 段油藏剖面、平面图

Fig. 2 Sectional and plane views of the Chang-8 oil reservoir in well Honghe-105 block, Zhenjing area

的时效性、成藏作用过程的时效性以及两者在时间和空间上有效配置的时效性。通过油藏动态解剖,可更好地确定成藏要素和成藏作用在时空上的最佳耦合点。

### 3.1 埋藏史

红河105井长<sub>8</sub>段油藏储层从晚三叠世中期开始沉积,其后经历了4次主要构造抬升和1次热事件(图3)。第三次构造抬升之后的快速埋深与热事件的时空耦合促使了烃源岩的快速生烃、储层的溶蚀,并且为油气的运移动力、封盖提供了条件。

第一次抬升是晚三叠世末期,抬升了600多米,上覆的长<sub>3</sub>段—长<sub>1</sub>段以及富县组全部被剥蚀;第二次抬升发生在中侏罗世延安组末期,由于这一期抬升之前地层埋深并没有达到之前经历过的最大埋深,因此这次抬升对地层的物性和有机质热演化的影响很小;第三次抬升发生在晚侏罗世,地层抬升了170多米,此后地层快速沉降,早白垩世盆地经历一次广泛的热事件,地温梯度明显上升。伴随着地温的快速上升和地层的沉降,有机质热演化程度加强,排出大量有机酸,长<sub>8</sub>段进入70~90℃的次生溶蚀窗口。此后地层继续沉降,早白垩世中期油气充注成藏,早白垩世末期油藏达到最大埋深2460m。此后地层持续抬升500m,第四系沉积300多米。

从埋藏史看,前3次抬升期油藏还没有形成,第四次抬升油藏已经被深埋,对油藏的影响较小。油藏埋藏最大深度并不是很大,因此早白垩世盆地的热事件对于油气的生成至关重要。总的来说

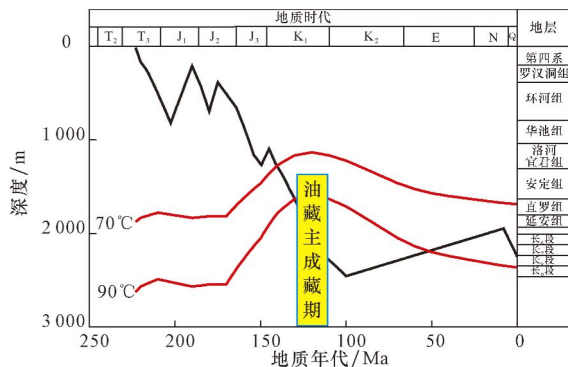


图3 镇泾地区红河105井长<sub>8</sub>段油藏埋藏史  
Fig. 3 Burial history of the Chang-8 oil reservoir in well Honghe-105, Zhenjing area

油藏的埋藏史有利于油藏的形成和油气的保存。

### 3.2 烃源岩热演化史和生烃史

镇泾地区长<sub>7</sub>段烃源岩现今处于中成熟阶段,有机质镜质体反射率 $R_o$ 为0.9%左右。中侏罗世之前由于地层的两次抬升有机质热演化程度不高, $R_o$ 为0.3%~0.4%;晚侏罗世地层快速沉降并且早白垩世的热事件导致大地热流迅速上升<sup>[13]</sup>,长<sub>7</sub>段有机质热演化加快。从晚侏罗世到早白垩世末, $R_o$ 从0.4%快速上升到0.9%,早白垩世早期达到早成熟阶段开始生油,早白垩世中期进入中成熟演化阶段,烃源岩进入生油窗,油气大量生成。后期由于地层抬升加上盆地热流值降低,有机质基本上停止演化,烃源岩停止生油(图4)。

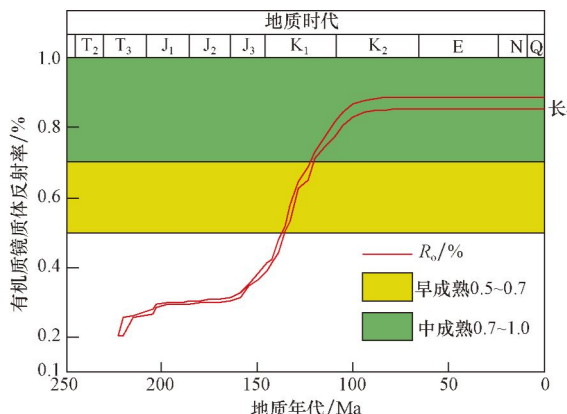


图4 镇泾地区长<sub>7</sub>段烃源岩热演化史

Fig. 4 Thermal history of the Chang-7 source rocks, Zhenjing area

### 3.3 储层孔隙度演化

储层孔隙度演化受控于成岩作用。不同成岩作用对储层的影响阶段和影响强度不同,随着埋深、时间及温度的变化而变化,因此孔隙度演化也是时间与埋深综合作用的结果<sup>[14]</sup>。文中利用基于成岩作用效应模拟的砂岩古孔隙度恢复方法,研究长<sub>8</sub>段储层孔隙度演化特征<sup>[15]</sup>。

红河105油藏长<sub>8</sub>段储层距今224.4 Ma开始沉积,沉积孔隙度为47%;之后在224.4~151.2 Ma,地层经历了震荡性的抬升剥蚀和持续沉降,由于压实及胶结使孔隙度减小到14.7%;151.2~136.8 Ma,早白垩世全盆地发育区域性热事件,地温快速上升,尽管有一个短暂的抬升,但

长<sub>8</sub>段已经进入酸化窗口,这一阶段次生溶蚀孔大量形成,到油气大量充注时次生溶蚀增孔量达到7.5%,同时减孔作用使得孔隙度减小了2.7%,因此总的孔隙度增加了4.8%,为19.5%;136.8~100 Ma,地层快速沉降,石油侵位酸化作用停止。在100 Ma时达到最大埋深,孔隙度减小了6.1%,为13.4%;100 Ma至今地层抬升,受时间效应的影响孔隙度在这100 Ma期间减小了1%,现今储层孔隙度为12.5%(图5)。

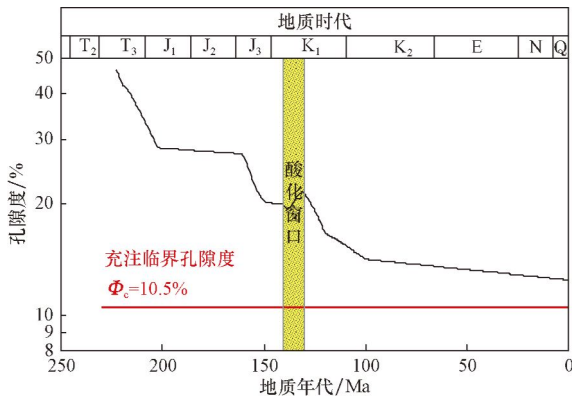


图5 镇泾地区红河105井长<sub>8</sub>段油藏储层孔隙度演化过程

Fig. 5 Porosity evolution of the Chang-8 oil reservoir in well Honghe-105, Zhenjing area

### 3.4 岩性圈闭形成及演化

岩性圈闭形成需要有效储层和有效盖层的匹配。大于临界孔隙度的砂岩为有效储层,镇泾地区储层石油充注临界孔隙度为10.5%<sup>[16]</sup>;当泥岩排替压力大于0.5 MPa时,为有效盖层<sup>[17]</sup>。在地史时期内砂岩的孔隙度和泥岩的排替压力都在不断的演化,岩性圈闭也随着二者的演化而不断受到改造。

综合分析红河105油藏砂岩孔隙度演化史和泥岩排替压力演化史,泥岩在埋深达到1 150 m,即晚侏罗世中期排替压力开始大于0.5 MPa,从而形成有效的物性封堵盖层,随着埋深继续增大在早白垩世中期超压发育形成物性超压混合封堵盖层。长<sub>8</sub>段砂岩储层孔隙度一直大于油气充注的临界孔隙度(图5),因此红河105油藏岩性圈闭在晚侏罗世中期形成,之后持续发育(图6)。

### 3.5 成藏期次

结合前人对鄂尔多斯盆地中生界油藏形成期

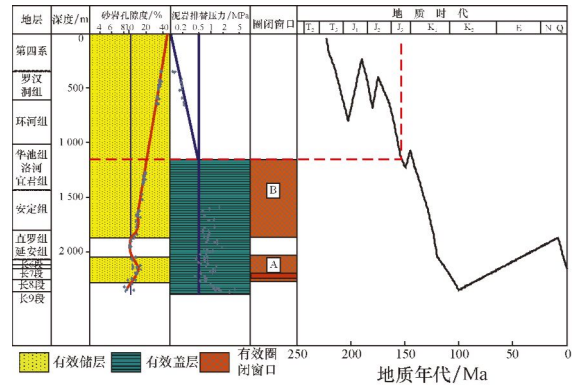


图6 镇泾地区红河105井砂岩圈闭形成时间

Fig. 6 Timing of the sandstone trap formation in well Honghe-105, Zhenjing area

次的研究<sup>[18-19]</sup>,进行镇泾地区储层有机包裹体分析。长<sub>8</sub>段含油砂岩在石英次生加大边和方解石嵌晶中见可测温包裹体,包裹体均一温度以双峰为特征,主峰为90~95℃和105~110℃(图7)。结合埋藏史、热史分析两期充注间隔很短,分别为125 Ma和130 Ma,因此长<sub>8</sub>段储层很有可能为一期充注,对应的时代是早白垩世中期。

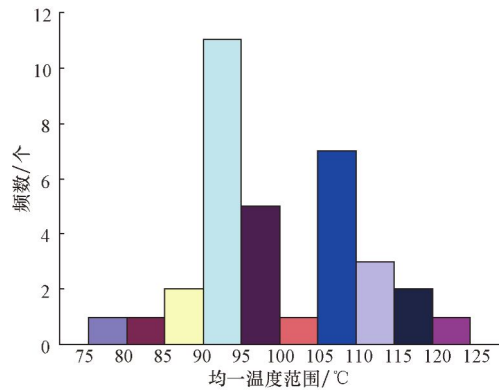


图7 镇泾地区长<sub>8</sub>段盐包裹体均一温度分布直方图

Fig. 7 Histogram of homogenization temperatures of saline inclusions in the Chang-8 member, Zhenjing area

### 3.6 烃源岩地层压力演化

镇泾地区长<sub>7</sub>段烃源岩在早白垩世之前由于埋深较浅且地层多次抬升,地层压力为静水压力。早白垩世地层快速埋深,由于欠压实以及生烃作用,烃源岩普遍发育超压,烃源岩内部地层压力在成藏期早白垩世中期达22 MPa,早白垩世末期增加到35 MPa,压力系数达到1.5,形成高幅度超压。晚白垩世以来随着地层的抬升,压力逐渐释放,至新近纪逐渐演化为正常压力(图8)。

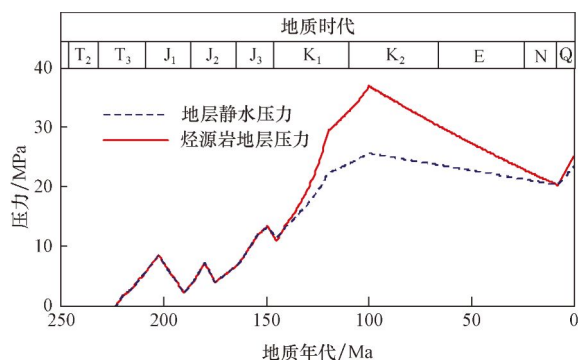


图8 镇泾地区红河105油藏长<sub>7</sub>段烃源岩  
地层压力演化过程

Fig. 8 Formation pressure evolution of the Chang-7  
source rocks in well Honghe-105, Zhenjing area

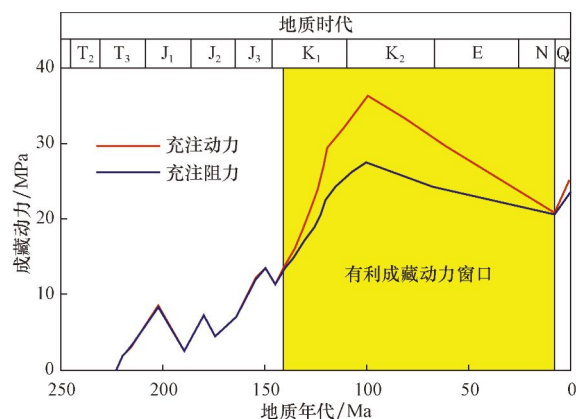


图9 红河105长<sub>8</sub>油藏油气充注动力窗口演化过程  
Fig. 9 Accumulation dynamics evolution of Chang-8  
oil reservoir of well Honghe-105

### 3.7 油气充注动力窗口演化

油气在地质历史时期的赋存状态、位置取决于其所受力之间的平衡关系。通过宏观力学和微观力学相结合的角度对临界注入状态下的油柱进行力学分析得出,只有油气充注动力大于阻力的条件下,油气才有可能在圈闭中成藏<sup>[4]</sup>。镇泾地区长<sub>8</sub>段岩性圈闭成藏过程中,其动力主要为上覆源岩内的地层压力,阻力为下覆砂岩储层地层压力、油柱浮力、毛细管力和内摩擦力。内摩擦力与浮力相差6个数量级,与毛细管力相差4~6个数量级,在实际计算中可忽略。

长<sub>8</sub>段油藏成藏动力分析发现有利的油气充注动力期具有窗口特征。早期源岩与储层内部都以静水压力为主,油气尚未形成,充注动力与阻力

平衡,不利于油气的充注。早白垩世,随着源岩内部的超压积累到一定程度便会间歇性地向储层排烃排液,引起储层内部地层压力增大,但源岩和储层一直保持较大的压力差,压力差达到15 MPa,充注动力大于阻力,进入有利的油气充注动力窗口,促使油气快速充注成藏。晚白垩世以来随着地层抬升,地温下降和生烃停止导致源岩压力逐渐下降,至新近纪末充注动力和阻力回到平衡,流体充注基本停滞(图9)。

## 4 油藏动态形成过程

通过前面各成藏要素的动态分析总结油藏的成藏过程和成藏主控因素(图10)。红河105井长<sub>8</sub>段油藏岩性圈闭形成于晚侏罗世中期,之后持

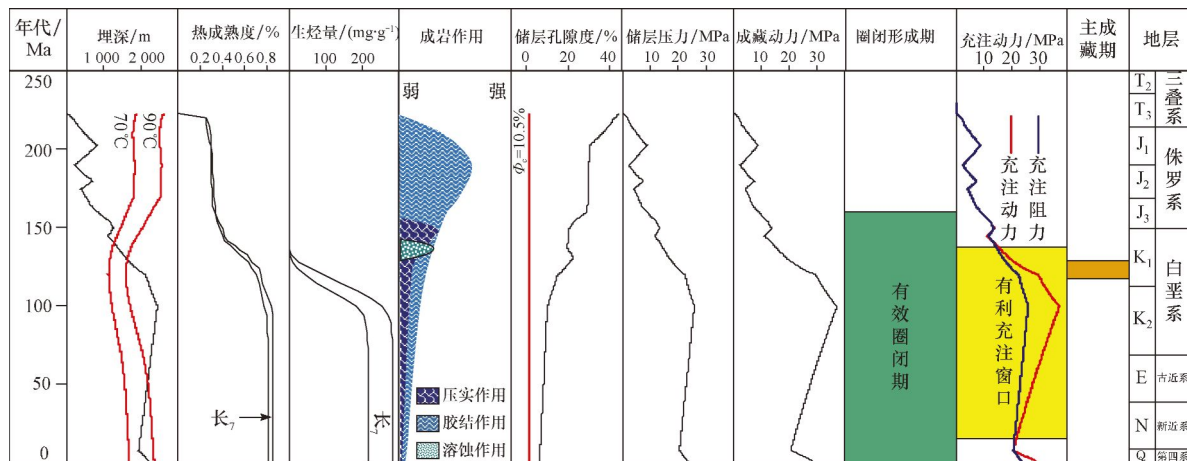


图10 镇泾地区红河105长<sub>8</sub>油藏成藏要素演化

Fig. 10 Synthetical chart showing evolution of key elements contributing to the formation of Chang-8  
oil reservoir of well Honghe-105, Zhenjing area

续发育,具有形成早、持续时间长的特点,有利于油气的早期充注及后期保存。早白垩世早期烃源岩开始排出有机酸,燕山期断层活动和储层早期的酸化溶蚀作用形成的高孔渗带为油气运移聚集提供了好的输导系统和储集空间<sup>[10]</sup>。早白垩世中期,段烃源岩地层压力快速增大,圈闭处在有利的充注动力窗口内,油气大量充注进入储层成藏。成藏后油藏埋深继续加大,泥岩超压持续发育,晚白垩世虽抬升但构造活动平缓,有利于油气保存。

成藏期砂岩物性的优劣和充注动力的强弱是控制镇泾地区长<sub>8</sub>段低孔渗岩性油藏成藏的最主要因素。红河105井长<sub>8</sub>段储层成藏期孔隙度一直在20%左右,属于常规储层,成藏后由于快速沉降储层逐渐致密化,具有先成藏后致密的特点;成藏期石油充注动力充足,成藏效率高。

## 5 结论

1) 镇泾地区长<sub>8</sub>段岩性油藏动态解剖揭示储层孔隙度、成藏动力等成藏主控因素在成藏期及成藏后存在明显的差异。

2) 现今长<sub>8</sub>段低渗储层在成藏期具备较好物性,成藏期后储层逐渐致密化;成藏期石油充注动力明显大于阻力,到新近纪末期动、阻力则趋于平衡。

3) 油气成藏动态分析是深入刻画低渗砂岩体岩性油藏形成过程的有效手段,可弥补单时间点油藏特征分析的不足,更好地指导低渗岩性油藏成藏研究及有利勘探目标的优选。

## 参 考 文 献

- [1] 李元昊,刘建平,梁艳,等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组低渗透岩性油藏成藏物理模拟[J]. 石油与天然气地质, 2009,30(6):706-712.  
Li Yuanhao, Liu Jianping, Liang Yan, et al. Physical simulation of hydrocarbon accumulation in low-permeability lithologic reservoirs: an example from the Yanchang Formation in the Upper Triassic of the Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2009, 30(6):706-712.
- [2] 廖纪佳,唐洪明,朱筱敏,等. 特低渗透砂岩储层水敏实验及损害机理研究——以鄂尔多斯盆地西峰油田延长组第8油层为例[J]. 石油与天然气地质, 2012,33(2):321-328.  
Liao Jijia, Tang Hongming, Zhu Xiaomin, et al. Water sensitivity experiment and damage mechanism of sandstone reservoirs with ultra-low permeability: a case study of the eighth oil layer in the Yanchang Formation of Xifeng oilfield, Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2012,33(2):321-328.
- [3] 英亚歌,王震亮,范昌育. 鄂尔多斯盆地陇东地区延长组流体动力作用下的石油运移与聚集特征[J]. 石油与天然气地质, 2011,32(1):118-123.  
Ying Yage, Wang Zhengliang, Fan Changyu. Oil migration and accumulation under the influence of fluid dynamics in the Yanchang Formation, eastern Gansu Province, the Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011,32(1):118-123.
- [4] 刘震,赵阳,梁全胜,等. 隐蔽油气藏形成与富集[M]. 北京:地质出版社,2007:127-142.  
Liu Zhen, Zhao Yang, Liang Quansheng, et al. Formation and accumulation of subtle reservoir [M]. Beijing: Geology Press, 2007:127-142.
- [5] 姜福杰,庞雄奇,武丽. 致密砂岩气藏成藏过程中的地质门限及其控气机理[J]. 石油学报, 2010,31(1):49-55.  
Jiang Fujie, Pang Xiongqi, Wu Li. Geologic thresholds and its gas-controlling function during forming process of tight sandstone gas reservoir [J]. Acta Petrolei Sinica, 2010, 31(1):49-55.
- [6] 庞雄奇,陈冬霞,李丕龙,等. 砂岩透镜体成藏门限及控油气作用机理[J]. 石油学报, 2003,24(3):38-41.  
Pang Xiongqi, Chen Dongxia, Li Pilong, et al. Accumulation thresholds of sand lens and controlling mechanism for oil and gas distribution [J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(3):38-41.
- [7] 丁晓琪,张峭楠,谢世文,等. 鄂尔多斯盆地镇泾地区中生界成藏系统[J]. 石油与天然气地质, 2011,32(2):157-164.  
Ding Xiaoqi, Zhang Shaonan, Xie Shiwen, et al. Hydrocarbon accumulation system of the Mesozoic in Zhenjing oilfield, the Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011,32(2):157-164.
- [8] 李士祥,刘显阳,韩天佑,等. 陕北地区延长组长10油层组成藏特征[J]. 石油与天然气地质, 2011,32(5):698-709.  
Li Shixiang, Liu Xianyang, Han Tianyou, et al. Characteristics of hydrocarbon pooling in Chang-10 interval of the Yanchang Fm in the northern Shaanxi province [J]. Oil & Gas Geology, 2011,32(5):698-709.
- [9] 邓虎成,周文. 镇泾地区三叠系延长组油气成藏条件研究. 石油天然气学报, 2008,30(5):11-19.  
Deng Hucheng, Zhou Wen. Research on hydrocarbon accumulation conditions of Triassic Yanchang Formation in Zhenjing Area [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2008,30(5):11-19.
- [10] 尹伟,郑和荣,胡宗全,等. 鄂南镇泾地区延长组油气富集主控因素及勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 2012,33(2):159-165.  
Yin Wei, Zheng Herong, Hu Zongquan, et al. Main factors controlling hydrocarbon accumulation and favorable exploration targets for the Yanchang Formation in Zhenjing area, south Ordos Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2012,33(2):159-165.
- [11] 张宗林,周文,苏付义. 镇泾地区延长组河流相砂体分布与圈闭形成的关系研究[J]. 矿物岩石, 2008,114(4):95-99.

- Zhang Zonglin, Zhou Wen, Su Fuyi. Research on the relationship between distribution of fluvial facies sandbody and the formation of trap, the Yanchang Formation in Zhenjing region[J]. Journal of Mineral and Petrology, 2008, 114(4): 95-99.
- [12] 丁晓琪, 张峭楠, 易超, 等. 鄂尔多斯盆地镇泾地区中生界油气二次运移动力研究[J]. 天然气地球科学, 2011, 22(1): 66-72.
- Ding Xiaoqi, Zhang Shaonan, Yi Chao, et al. Dynamic of mesozoic hydrocarbon secondary migration in Zhenjing Oilfield, Southwestern Ordos Basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2011, 22(1): 66-72.
- [13] 任战利, 张盛, 高胜利, 等. 鄂尔多斯盆地热演化程度异常分布区及形成时期探讨[J]. 地质学报, 2006, (05): 674-684.
- Ren Zhanli, Zhang Sheng, Gao Shengli, et al. Research on region of maturation anomaly and formation time in Ordos Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2006, (05): 674-684.
- [14] 刘震, 邵新军, 金博, 等. 压实过程中埋深和时间对碎屑岩孔隙度演化的共同影响[J]. 现代地质, 2007, 21(1): 125-132.
- Liu Zhen, Shao Xinjun, Jin Bo, et al. Co-effect of depth and burial time on the evolution of porosity for classic rocks during the stage of compaction[J]. Geoscience, 2007, 21(1): 125-132.
- [15] 潘高峰, 刘震, 赵舒, 等. 砂岩孔隙度演化定量模拟方法——以鄂尔多斯盆地镇泾地区延长组为例[J]. 石油学报, 2011, 32(2): 249-256.
- Pan Gaofeng, Liu Zhen, Zhao Shu, et al. Quantitative simulation of sandstone porosity evolution: a case from Yanchang Formation of the Zhenjing area, Ordos Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(2): 249-256.
- [16] 潘高峰, 刘震, 赵舒, 等. 鄂尔多斯盆地镇泾地区长8段致密砂岩油藏成藏孔隙度下限研究[J]. 现代地质, 2011, 25(2): 271-278.
- Pan Gaofeng, Liu Zhen, Zhao Shu, et al. The study on lower limit of porosity for oil accumulation in Chang-8 Member, Zhenjing Area, Ordos Basin[J]. Geoscience, 2011, 25(2): 271-278.
- [17] 陈章明, 姜振学, 郭水生, 等. 泥质岩盖层封闭性综合评价及其在琼东南盆地的应用[J]. 中国海上油气(地质), 1995, 9(1): 1-6.
- Chen Zhangming, Jiang Zhenxue, Guo Shuisheng, et al. Comprehensive evaluation of argillaceous caprock and its application in Qiongdongnan Basin[J]. China Offshore Oil and Gas (Geology), 1995, 9(1): 1-6.
- [18] 武明辉, 张刘平, 罗晓容, 等. 西峰油田延长组长8段储层流体作用期次分析[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(1): 33-36.
- Wu Minghui, Zhang Liuping, Luo Xiaorong, et al. Analysis of hydrocarbon migration stages in the 8th member of yanchang Fm in Xifeng oilfield[J]. Oil & Gas Geology, 2006, 27(1): 33-36.
- [19] 梁宇, 任战利, 王彦龙, 等. 鄂尔多斯盆地子长地区延长组流体包裹体特征与油气成藏期次[J]. 石油与天然气地质, 2011, 32(2): 182-191.
- Liang Yu, Ren Zhanli, Wang Yanlong, et al. Characteristics of fluid inclusions and reservoir phases in the Yanchang Formation of Zichang area, the Ordos Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2011, 32(2): 182-191.

(编辑 张亚雄)

## 《石油与天然气地质》核心影响因子创历史新高

据2012年12月7日在北京国际会议中心举行的“中国科技论文统计结果发布会”公布的中国科技期刊的相关统计分析数据,《石油与天然气地质》期刊2011年核心影响因子创历史新高,达2.086,在1998种中国科技核心期刊中名列第6位,在能源科技类期刊中名列第2位;核心被引频次也创历史新高,达2250次,在1998种中国科技核心期刊中名列第191位,在能源科技类期刊中名列第4位;综合评价总分从2010年的62.7分上升为72.9分,在1998种中国科技核心期刊中排名从2010年的第169位上升为第83位,首次冲入前百名,在能源科技类期刊中排名保持在第3位。

“中国科技核心期刊”是中国科技信息研究所(ISTIC)受国家科技部委托,按照美国科学情报研究所(ISI)《期刊引证报告》(JCR)的模式评选的,学科范畴主要为自然科学领域,每年以《中国科技期刊引证报告(核心版)》(CJCR)出版统计源期刊目录。2012年版《中国科技期刊引证报告(核心版)》共收录中国科技论文统计源期刊1998种。

(李军 供稿)