

文章编号: 1001-6112(2011)06-0592-05

# 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区 典型油藏动态解剖及成藏过程恢复

尹伟<sup>1</sup>, 胡宗全<sup>1</sup>, 李松<sup>1</sup>, 刘震<sup>2</sup>, 商晓飞<sup>3</sup>, 张华照<sup>4</sup>

(1. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油大学(北京), 北京 102249;  
3. 山东科技大学, 山东 青岛 266510; 4. 中国石油长城钻探工程公司 HSE 监督中心, 北京 100101)

**摘要:** 利用孔隙演化史恢复、生烃史热模拟和流体包裹体分析等技术对鄂尔多斯盆地南部镇泾地区典型油藏进行了动态解剖。分析结果表明, 研究区长 8 岩性圈闭形成时间为晚侏罗世以来(160 Ma); 长 7 主力烃源岩初始生烃时间为侏罗纪末(140 Ma), 大规模生烃时间为早白垩世末期(100 Ma); 长 8 油藏为两期成藏, 成藏时间分别为早白垩世中期(130 Ma)和晚白垩世早期(90 Ma); 圈闭形成期、主力生烃期和关键成藏期时间配置关系好, 有利于长 8 油藏的形成。结合构造演化, 恢复油气充注成藏过程, 建立了油气成藏动态演化模式, 即“多期成藏、中期为主、晚期调整定型”。

**关键词:** 生烃史; 成藏期次; 成藏过程; 动态成藏模式; 镇泾地区; 鄂尔多斯盆地南部

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

## Dynamic analysis and accumulation process recovery of typical reservoirs in Zhenjing region, south of Ordos Basin

Yin Wei<sup>1</sup>, Hu Zongquan<sup>1</sup>, Li Song<sup>1</sup>, Liu Zhen<sup>2</sup>, Shang Xiaofei<sup>3</sup>, Zhang Huazhao<sup>4</sup>

(1. SINOPEC Exploration & Production Research Institute, Beijing 100083, China; 2. China University of Petroleum, Beijing 102249, China; 3. Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266510, China;  
4. HSE Supervision Center, Great Wall Drilling Company, PetroChina, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The dynamic analyses of typical reservoirs in Zhenjing region of the southern Ordos Basin have been carried out based on pore evolution history recovery, petroleum generation history thermal simulation and fluid inclusion analyses. The Chang8 lithologic traps were formed since the late Jurassic (160 Ma). The Chang7 source rocks began to generate petroleum at the end of Jurassic (140 Ma) and achieved the peak at the end of early Cretaceous (100 Ma). The Chang8 reservoirs were formed during 2 stages, including the medium of early Cretaceous (130 Ma) and the beginning of late Cretaceous (90 Ma). The times for trap formation, petroleum generation and reservoir formation matched well, which was favorable for the formation of Chang8 reservoirs. The charging and accumulation processes of petroleum were recovered according to the studies of tectonic evolution. A dynamic evolution model illustrating the process of reservoir formation was made, characterized by “multiple stages of accumulation, mainly formed during the middle stage and late stage adjustment”.

**Key words:** hydrocarbon generation history; accumulation stage; accumulation process; dynamic accumulation model; Zhenjing region; southern Ordos Basin

镇泾区块(又称镇泾地区)构造位置位于鄂尔多斯盆地西南部, 天环向斜的南部<sup>[1-3]</sup>(图 1), 与中石油长庆油田的西峰油田<sup>[4-5]</sup>具有相似的岩性油藏成藏背景, 构造背景为一近西倾单斜, 构造平缓; 三叠纪延长期湖盆面积大, 烃源岩广泛发育, 研究区位于或紧临生烃中心, 生烃条件良好<sup>[6-7]</sup>; 发

育辫状河三角洲前缘水下分流河道砂体, 储层发育, 具低孔、特低渗特点<sup>[8-12]</sup>。主要目的层位为上三叠统延长组, 延长组自上而下分为长 1—长 10 共 10 个油层组。截止到目前, 在研究区所有层系均钻遇油层, 但规模发现主要集中在长 8 油层组, 长 8 油藏具有典型代表性。该区整体资源探明率仅

收稿日期: 2011-01-10; 修订日期: 2011-10-09。

作者简介: 尹伟(1972—), 男, 博士后, 高级工程师, 从事油气成藏研究。E-mail: yinwei\_syky@sinopec.com。

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX05002)和中国石化科技部项目(P09014)资助。

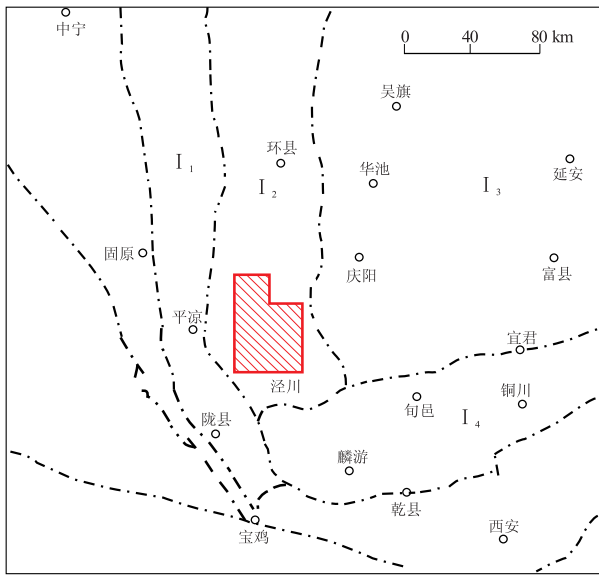


图 1 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区构造位置  
I<sub>1</sub>. 西缘冲断带; I<sub>2</sub>. 天环坳陷; I<sub>3</sub>. 伊陕斜坡; I<sub>4</sub>. 渭北隆起  
Fig. 1 Tectonic location of Zhenjing region, southern Ordos Basin

大量试油资料统计结果表明,长 8 储层现今含油临界孔隙度为 4%, 油层孔隙度多分布于 4%~14%, 现今含油的临界渗透率为  $0.01 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。这说明原油的分布不完全取决于储层现今的孔隙度、渗透率条件, 储层可能具有先成藏后致密的特征。统计结果还表明, 随孔隙度增加, 油层所占的比例增加, 当孔隙度大于等于 10.5% 之后, 油层所占的百分比大于水层和干层, 以油层为主, 这说明油层有一个临界充注孔隙度, 由此推测研究区长 8 储层临界充注孔隙度可能为 10.5%; 随渗透率增加, 油层所占的比例增加, 当渗透率大于等于  $0.35 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  之后, 油层所占的百分比大于水层和干层, 以油层为主, 同样表明油层有一个临界充注渗透率, 由此推测长 8 储层临界充注渗透率为  $0.35 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。综上所述, 确定研究区长 8 储层烃类充注物性下限: 孔隙度临界值为 10.5%, 渗透率临界值为  $0.35 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

5.55%, 勘探潜力巨大。

### 1 圈闭演化史分析

众所周知, 有效岩性圈闭的形成必须满足以下 2 个条件: 一是储层物性条件必须大于烃类充注的临界物性下限, 否则烃类将无法充注; 二是砂体上覆直接盖层条件必须达到盖层封闭烃类的要求, 否则无法封盖住烃类。然而, 随埋深增加储层烃类充注临界物性下限和上覆直接盖层封闭烃类的临界物性下限是一对矛盾统一体, 因此, 岩性圈闭必须达到一个临界埋藏深度, 储层和盖层均有效才能形成有效岩性圈闭。

盖层的遮挡主要包括物性遮挡、高压遮挡、烃浓度遮挡和流体封存箱遮挡<sup>[13]</sup>。前人研究成果表明, 研究区油藏盖层主要为上覆泥岩的物性遮挡。根据国内学者的研究<sup>[14-15]</sup>, 依靠物性遮挡的盖层, 泥岩的排替压力大于 0.5 MPa 时为较好的封闭层, 因此, 当上覆泥岩的排替压力( $P_c$ )大于 0.5 MPa 则该盖层有效。据此将有效盖层的排替压力临界值定为 0.5 MPa。

依据上文确定的储层烃类充注临界物性下限和盖层物性遮挡临界物性下限, 结合储层孔隙随深度演化曲线、盖层物性随深度演化曲线和典型井的埋藏史, 同时满足有效储层和有效盖层条件则为有效岩性圈闭窗口, 确定研究区长 8 油层组岩性圈闭初始形成时间为 160 Ma, 即晚侏罗世中期, A 和 B 砂体都进入了有效岩性圈闭窗口(图 2)。

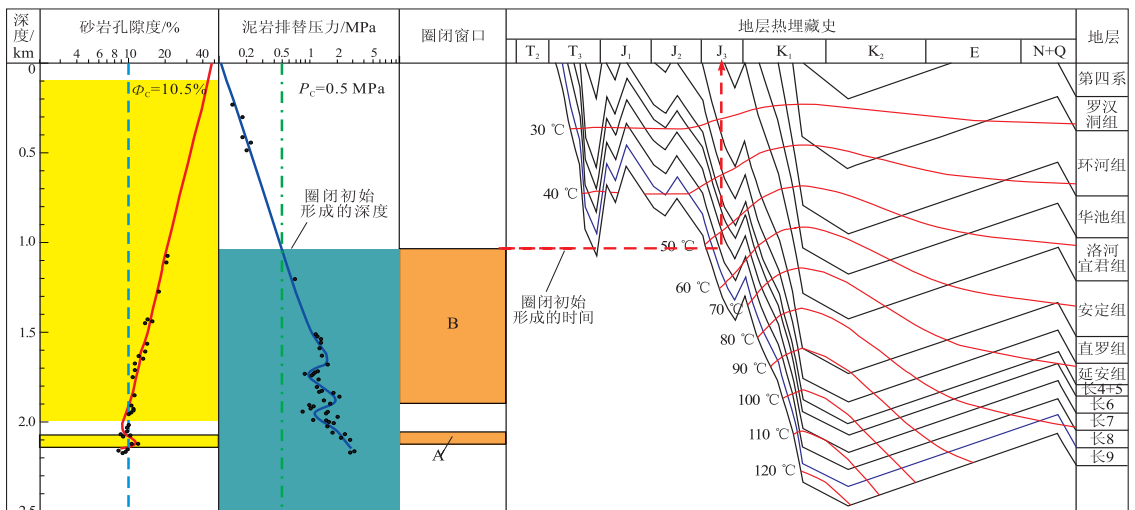


图 2 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区延长组长 8 油层组圈闭形成演化史

Fig. 2 Formation and evolution of Chang8 reservoirs in Yanchang Formation, Zhenjing region, southern Ordos Basin

## 2 生烃史分析

研究区长期处于延长期湖盆的沉积中心附近, 延长组烃源岩遍布全区, 烃源岩厚度可达 150~300 m<sup>[16]</sup>。主力烃源岩为长 7 油层组暗色泥岩, 该套烃源岩有机质丰度高, 大部分地区有机碳含量大于 1%, 局部地区可达到 4% 以上; 有机碳分布总体上北东、正东和北部高, 南西低, 自西南向东北逐渐增高, 有机碳平均含量为 2.42%, 总烃含量为 0.0828%, 达到中等—好烃源岩; 但成熟度并不高, 大部分地区  $R_o$  达到 0.5%, 局部地区  $R_o$  达到 0.8%, 整体处于低—中成熟阶段。根据前人热史研究成果<sup>[17-18]</sup>, 利用 BasinMod-1D 软件开展长 7 生烃史热模拟, 结果表明: 长 7 烃源岩初始生烃时间为早白垩世早期(大约 140 Ma), 大规模生烃时间为早白垩世晚期(大约 100 Ma)(图 3)。

## 3 成藏期次分析

采集红河 105 井长 8 油层油砂样品 15 块, 开展烃类包裹体相伴生盐水包裹体产状、与成岩矿物切割期次的关系、盐度和均一化温度分析测定。根据与烃类包裹体相伴生的盐水包裹体均一化温度的测试结果统计, 长 8 油层组包裹体均一化温度分布明显呈双峰分布, 2 个主峰分别为 90~100 °C 和 105~115 °C(图 4), 显示长 8 油层组存在 2 期油气充注成藏。

结合红河 105 井单井埋藏史及热史模拟结果, 油气成藏分为 2 期。第 1 期为早白垩世中期(约 130 Ma); 结合圈闭演化、生烃史模拟结果, 不难看出

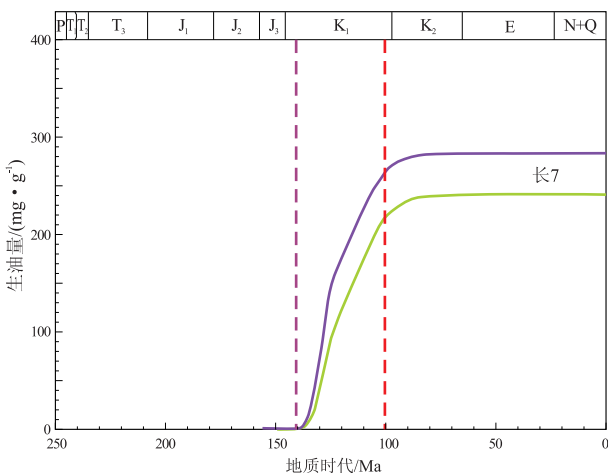


图 3 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区 延长组长 7 主力烃源岩生排烃史模拟

Fig. 3 Simulation of hydrocarbon generation and charging of Chang7 main source rocks in Yanchang Formation, Zhenjing region, southern Ordos Basin

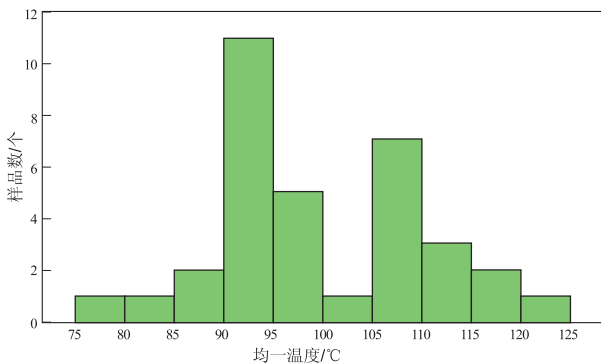


图 4 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区 延长组长 8 油藏流体包裹体均一温度分布

Fig. 4 Homogenization temperatures of fluid inclusions in Chang8 reservoirs, Yanchang Formation, Zhenjing region, southern Ordos Basin

出该期烃类充注时间对应于长 7 主力烃源岩初始生烃期。第二期为晚白垩世中晚期(90 Ma), 对应于长 7 主力烃源岩高峰生烃期; 结合构造演化, 该期对应于晚白垩世中晚期盆地整体抬升剥蚀期, 此时构造运动导致研究区长 8 砂体由原来的东倾变为西倾, 圈闭条件更为有利, 加之断裂活动强烈, 一方面导致烃类沿断裂运移快速充注, 另一方面翘倾运动导致砂体内烃类调整再聚集成藏和富集, 该期是研究区关键成藏期(图 5)。

## 4 成藏过程恢复及动态成藏模式建立

在成藏要素和成藏作用分析基础上, 结合构造演化, 以时间为主线恢复油气成藏过程。首先, 确定各成藏作用发生的时间。根据岩性圈闭形成所需临界储层物性下限( $\Phi \geq 10.5\%$ )和有效盖层物性下限( $P_c \geq 0.5$  MPa)确定圈闭形成时间为晚侏罗世以来(160 Ma); 根据主力烃源岩热模拟结果, 确定主力烃源岩长 7 油层组初始生烃时间为侏罗期末(140 Ma), 大规模生烃时间为早白垩世末期(100 Ma); 根据红河 105 井长 8 油层组与烃类包裹体相伴生的盐水包裹体均一化温度分布, 结合埋藏史、热史, 确定长 8 油层组油藏为两期成藏, 成藏时间分别为早白垩世中期(130 Ma)和晚白垩世早期(90 Ma); 由此可见, 圈闭形成期、主力生烃期和主要成藏期时间匹配好, 有利于长 8 岩性油藏的形成。

其次, 以时间为主线, 分成藏前、成藏期和现今, 分别恢复油藏区古构造面貌、圈闭条件、充注动力条件。在此基础上, 结合各成藏作用发生时间, 恢复油气动态成藏演化过程。研究区油气成藏过程: (1)晚侏罗世中期—早白垩世晚期缓慢充注成藏阶段。晚侏罗世以来圈闭形成, 长 7 主力烃源岩

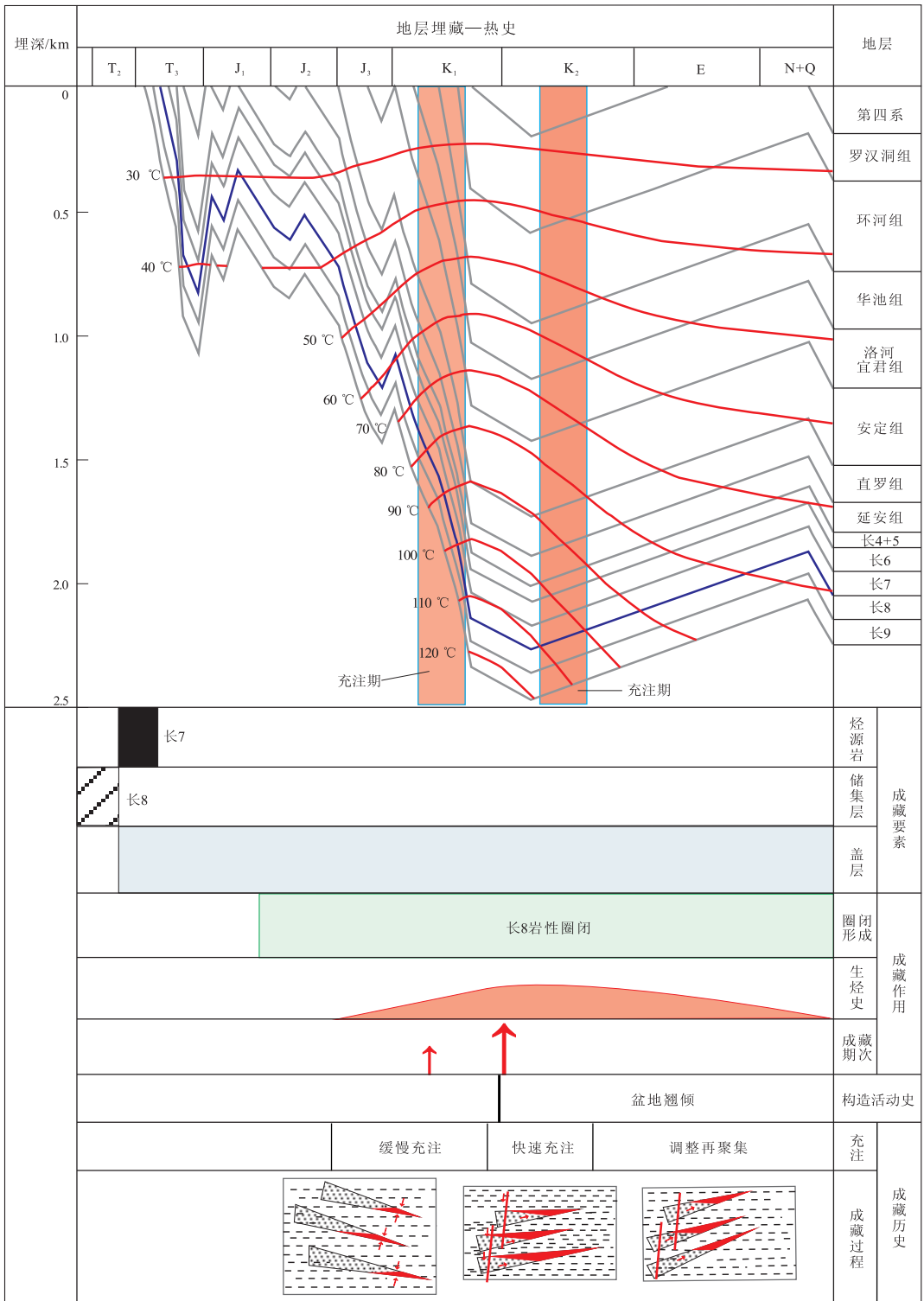


图 5 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区延长组长 8 油藏动态成藏演化模式

Fig. 5 Dynamic simulation of accumulation of Chang8 reservoirs in Yanchang Formation, Zhenjing region, southern Ordos Basin

开始生烃,长 8 油层组砂体向东北倾,油气缓慢充注砂体前端;(2)早白垩世末—晚白垩世中期快速充注大规模成藏阶段。中生代构造热事件(主要发生在早白垩世(138~100 Ma),构造热事件持续时间约在 10~40 Ma 之间)导致长 7 烃源岩快速成熟,进入生排烃高峰,大规模生排烃;晚白垩世以

来,燕山晚期构造运动一方面导致盆地整体抬升,进入后期改造演化阶段;另一方面导致延长组右旋走滑断层的发育,断层沟通长 7 烃源岩和长 8 砂体,油气大规模快速充注成藏,是现存油藏的主要形成期;(3)古近纪以来油藏调整再聚集成藏和富集阶段。古近纪盆地整体抬升翘倾<sup>[19]</sup>,研究区长 8

油层组砂体倾向倒转,由原来的东北倾变为现在的西南倾,砂岩上倾尖灭岩性圈闭幅度提高,油气在砂体内部调整再聚集,并在局部地区富集。在此基础上,建立了研究区中生界典型油藏油气动态成藏演化模式(图 5),即“多期成藏、中期为主,晚期调整定型”。

## 5 结论

1)长 8 油层组岩性圈闭形成时间为 160 Ma,即晚侏罗世以来。

2)长 7 主力烃源岩初始生烃时间为侏罗纪末(140 Ma),大规模生烃时间为早白垩世末期(100 Ma)。

3)长 8 油层组油藏为两期成藏,成藏时间分别为早白垩世中期(130 Ma)和晚白垩世早期(90 Ma)。

4)圈闭形成期、主力生烃期和主要成藏期时间配置关系好,有利于长 8 岩性油藏的形成。

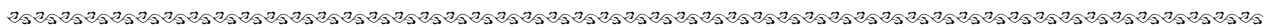
5)建立了研究区长 8 油层组油气动态成藏演化模式,即“多期成藏、中期为主,晚期调整定型”。

### 参考文献:

[1] 杨俊杰.鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律[M].北京:石油工业出版社,2002:20-25.  
 [2] 周文,刘飞,戴建文,等.镇泾地区中生界油气成藏影响因素[J].油气地质与采收率,2008,15(2):5-8.  
 [3] 王震,李仲东,惠宽洋,等.鄂尔多斯盆地镇泾地区中生界油气成藏主控因素分析[J].断块油气田,2007,14(3):25-27.  
 [4] 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.  
 [5] 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.

[6] 姚素平,张科,胡文瑄,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长组沉积有机相[J].石油与天然气地质,2009,30(1):74-81.  
 [7] 杨华,张文正.论鄂尔多斯盆地长 7 段优质油源岩在低渗透油气成藏富集中的主导作用:地质地球化学特征[J].地球化学,2005,34(2):147-154.  
 [8] 王震,李仲东,惠宽洋,等.鄂尔多斯盆地镇泾地区中生界油气成藏条件分析[J].天然气勘探与开发,2007,30(2):21-25.  
 [9] 李凤杰,王多云,徐旭辉.鄂尔多斯盆地陇东地区三叠系延长组储层特征及影响因素分析[J].石油实验地质,2005,27(4):365-370.  
 [10] 王新民,郭彦如,付金华.鄂尔多斯盆地延长组长 8 段相对高孔渗砂岩储集层的控制因素分析[J].石油勘探与开发,2005,32(2):35-38.  
 [11] 张晓莉,谢正温.鄂尔多斯盆地陇东地区三叠系延长组长 8 储层特征[J].矿物岩石,2006,26(4):83-88.  
 [12] 程启贵,郭少斌,王海红,等.鄂尔多斯盆地中西部长 6 油层组储层综合评价[J].石油实验地质,2010,32(5):415-419.  
 [13] 付广,陈章明,姜振学.盖层物性封闭能力的研究方法[J].中国海上油气(地质),1995(2):83-88.  
 [14] 黄志龙,郝石生.盖层突破压力及排替压力的求取方法[J].新疆石油地质,1994,15(2):163-166.  
 [15] 郑朝阳,张文达,朱盘良.盖层类型及其对油气运移聚集的控制作用[J].石油与天然气地质,1996,17(2):96-101.  
 [16] 周文,苏复义,戴建文.鄂尔多斯盆地曙光地区延长组低丰度油藏成藏机理[J].石油与天然气地质,2009,30(3):330-337.  
 [17] Zhao Mengwei, Behr H J, Ahrendt H, et al. Thermal and tectonic history of the Ordos Basin, China: evidence from apatite fission track analysis, vitrinite reflectance and K-Ar dating [J]. AAPG Bulletin, 1996, 80(7):1110-1134.  
 [18] 任战利,张盛,高胜利,等.鄂尔多斯盆地构造热演化史及其成藏成矿意义[J].中国科学 D 辑:地球科学,2007,37(S1):23-32.  
 [19] 邸领军,张东阳,王宏科.鄂尔多斯盆地喜山期构造运动与油气成藏[J].石油学报,2003,24(2):34-37.

(编辑 徐文明)



(上接第 591 页)

[5] 中国石油天然气总公司. SY/T57351995 中华人民共和国石油天然气行业标准:陆相烃源岩地球化学评价方法[S].北京:石油工业出版社,1995:3-8.  
 [6] 范明,黄继文,陈正辅.塔里木盆地库车坳陷烃源岩热模拟实验及油气源对比[J].石油实验地质,2009,31(5):518-521.  
 [7] 蒋有录,卓勤功,谈玉明,等.富油凹陷不同洼陷烃源岩的热演化及生烃特征差异性[J].石油实验地质,2009,31(5):500-505.  
 [8] 李成,王良书,郭随平,等.塔里木盆地热演化[J].石油学报,2000,21(3):13-17.  
 [9] 王铁冠,戴世峰,李美俊,等.塔里木盆地台盆区地层有机质热史及其对区域地质演化研究的启迪[J].中国科学辑:地球科学,2010,40(10):1331-1441.  
 [10] 王冰,马慧明,刘军瑛,等.塔里木盆地沙雅隆起雅克拉地区

三叠系烃源岩特征[J].特种油气藏,2009,16(2):43-49.  
 [11] 王超,黄智斌,谭泽金.塔里木盆地北部拗陷阿瓦提凹陷三叠系划分对比[J].新疆地质,2008,26(2):133-136.  
 [12] 党青宁,赵宽志,孙雄伟,等.阿瓦提凹陷三叠系地震相特征及有利探区预测[J].新疆石油地质,2009,30(2):208-210.  
 [13] 祝贺,刘家铎,田景春,等.塔北—塔中地区三叠纪岩相古地理特征及油气地质意义[J].断块油气田,2011,18(2):183-186.  
 [14] 王龙樟.塔里木盆地阿瓦提—满加尔坳陷三叠—侏罗纪沉积物源变迁[J].地球科学——中国地质大学学报,2000,25(1):39-43.  
 [15] 田作基,罗志立,罗蛰潭,等.塔里木阿瓦提前陆盆地构造特征及油气远景[J].新疆石油地质,1999,20(3):193-198.  
 [16] 吕修祥,李建交,赵凤云,等.塔里木盆地西部环阿瓦提凹陷区油气勘探前景再认识[J].海相油气地质,2007,12(3):10-13.

(编辑 韩 或)