

鄂尔多斯盆地彭阳地区侏罗系延安组 油气成藏主控因素分析

刘联群¹, 刘建平², 李 勇¹, 魏敏珠³

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054 2. 中国石油天然气集团公司 长庆油田公司, 陕西 西安 710021; 3. 陕西省区域地质矿产研究院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 分析了鄂尔多斯盆地彭阳地区侏罗系延安组油藏成藏特征, 并探讨了烃源岩、沉积、储层、构造等成藏主控因素, 为寻找该区油气勘探有利区提供参考。结果表明: 彭阳地区侏罗系延安组油藏类型为岩性圈闭和构造圈闭, 岩性圈闭油藏主要受沉积因素控制, 构造圈闭油藏主要受断层圈闭和构造因素控制; 延安组烃源岩主要为炭质泥岩及暗色泥岩, 有机质丰度较高, 侏罗系成藏具有良好的油源条件; 侏罗系延 9、延 8 及延 7 沉积期间发育的三角洲平原分流河道砂体是重要的储集层, 河流边滩微相砂体及河道心滩砂体是最有利的储集砂体; 侏罗系延安组储层物性越好, 含油性越好; 侏罗系延安组构造复杂多样, 断层和穹窿及小型鼻状隆起等微构造十分发育。综合分析认为, 主砂体与有利构造叠合部位形成的构造圈闭和岩性圈闭是最有利的油气聚集区; 侏罗系石油勘探重点应在穹窿、鼻隆等构造高点部位与主河道叠合区。

关键词: 延安组; 油藏类型; 成藏因素; 彭阳地区; 鄂尔多斯盆地

中图分类号: P618.13; TE122 文献标志码: A 文章编号: 1672-6561(2010)03-0263-05

Main Factors Influencing Oil Reservoir in Jurassic Yan'an Formation in Pengyang Area, Ordos Basin

LIU Lian-qun¹, LIU Jian-ping², LI Yong¹, WEI Min-zhu³

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;
2. Changqing Oilfield Company, China National Petroleum Corporation, Xi'an 710021, Shaanxi, China;
3. Institute of Regional Geology and Mineral Resources, Xi'an Yang 712000, Shaanxi, China)

Abstract: The characteristics of oil reservoir in Jurassic Yan'an Formation in Pengyang Area, Ordos Basin were analyzed, and the factors influencing oil reservoir, which were hydrocarbon source rock, sedimentation, reservoir and structure, were discussed in order to search the payable oil development area. The results showed that the types of oil reservoir in Jurassic Yan'an Formation in Pengyang Area were lithologic and structural traps, oil reservoir of lithologic trap was influenced by sedimentation, and that of structural trap was influenced by fault trap and structure; delta plain distributary channel sand reservoir, which developed in Jurassic Yan-9, Yan-8 and Yan-7 Formations, was an important reservoir, and marginal bank and river island micro sands were optimum reservoir; the more physical property of reservoir in Jurassic Yan'an Formation, the better petroliferous property; structure was complicated, micro structures (such as fault, fornix, small nose uplift, etc.) fully developed in Jurassic Yan'an Formation. In general, lithologic and structural traps, which developed in superposition part of main sand and favorable structure, were the most favorable oil gas accumulation area; the superposition part of high point of structure (such as fornix, nose uplift, etc) and main watercourse could be important for oil prospecting in Jurassic.

Key words: Yan'an Formation; oil reservoir type; oil accumulation factor; Pengyang Area; Ordos Basin

0 引言

鄂尔多斯盆地晚三叠世末, 印支运动强烈的构

造抬升, 使得上三叠统延长组遭受不同程度的剥蚀及河谷下切作用, 形成了沟壑纵横的古地形; 在此基础上盆地进入侏罗纪河流、湖泊和三角洲沉积阶

收稿日期: 2009-10-25

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2003CB214606)

作者简介: 刘联群(1974), 男, 陕西泾阳人, 工程师, 工学博士研究生, 从事油气田地质与开发研究。E-mail: llq1974@163.com

段。沉积地层自下而上分为下侏罗统富县组,中侏罗统延安组、直罗组、安定组和上侏罗统芬芳河组。下侏罗统富县组与下伏三叠系呈角度不整合接触,中侏罗统延安组与下伏富县组呈沉积间断接触。到了中侏罗世延安期,地形差异逐渐变小,形成河流-湖泊三角洲沉积体系组合^[1-4]。

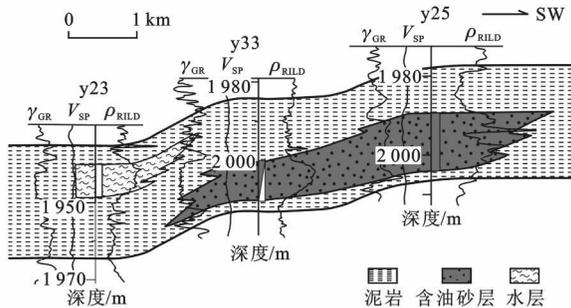
彭阳地区位于鄂尔多斯盆地西部,横跨鄂尔多斯盆地西缘逆冲带和天环拗陷 2 个构造单元,北起殷家城,南到郭塬,西至彭阳,东抵孟坝,面积约为 3 300 km²,近年来在该区发现了侏罗系油气藏。鄂尔多斯盆地侏罗系延安组油藏为隐蔽性油气藏,油藏规模小,勘探难度大,但是其油层物性好,产能高,具有“小而肥”的特点^[5-10]。笔者通过对彭阳地区烃源岩、沉积和储层特征、构造与油气运移和聚集等成藏主控因素分析,总结出侏罗系延安组油气富集规律,对油气勘探方向提出建议。

1 油藏类型

彭阳地区横跨鄂尔多斯盆地西缘逆冲带和天环拗陷 2 个构造单元,其边界断裂构造发育但内部构造相对简单,在平缓单斜构造背景下发育一系列鼻隆、穹窿及小断层等次级构造。该区发育典型的岩性圈闭和构造圈闭,油藏形成受沉积、断层卷闭、构造等因素控制。

1.1 岩性圈闭油藏

此类油藏主要受沉积因素影响。沉积环境控制了河道砂体展布,油藏位于主砂体带上;主河道砂体侧向相变形成的泥岩遮挡使其圈闭成藏。从图 1 可以看出,y33 井与 y25 井延 7 含油砂体连通,主砂体带上储层物性好,油层稳定,且该砂体四周为相变泥岩组成的遮挡构成了岩性圈闭。



γ_{GR} —自然伽马; V_{SP} —自然电位; ρ_{RILD} —深感应电阻率

图 1 彭阳地区 y23—y25 井延 7 油藏剖面

Fig. 1 Yan-7 Reservoir Section Crossing from

Well y23 to Well y25 in Pengyang Area

1.2 构造圈闭油藏

1.2.1 断层圈闭油藏

此类油藏主要受断层圈闭控制,油藏虽然位于主河道砂体上,但不是主河道砂体侧向泥岩相变圈闭成藏,而是断层形成的封堵遮挡条件使其最终圈闭成藏。从图 2 可以看出,y23 井与 y24 井延 8 含油砂体连通,且二井均为构造高部位含油,其两侧逆断层分别对 y23 井及 y24 井的油藏形成起到了封堵圈闭作用。

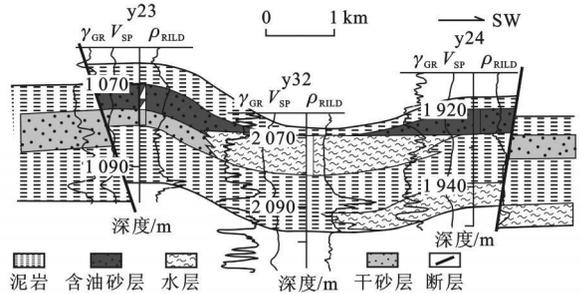


图 2 彭阳地区 y23—y24 井延 8 油藏剖面

Fig. 2 Yan-8 Reservoir Section Crossing from

Well y23 to Well y24 in Pengyang Area

1.2.2 鼻隆、穹窿构造高点圈闭油藏

此类油藏主要受构造因素控制,油藏虽然位于主河道砂体上,但油气成藏不受主河道砂体侧向泥岩相变控制,而是在鼻隆、穹窿等构造高点圈闭成藏,构造低部位含水,油藏具有明显的低水特征。从图 3 可以看出,y23 井与 y32 井延 9 含油砂体连通,y23 井为构造最高点含油,而其两侧构造低部位则含水。

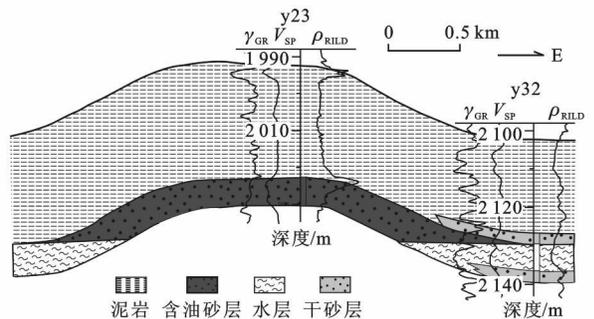


图 3 彭阳地区 y23—y32 井延 9 油藏剖面

Fig. 3 Yan-9 Reservoir Section Crossing from

y23 to Well y32 in Pengyang Area

2 成藏主控因素分析

2.1 烃源岩因素

鄂尔多斯盆地油气源岩主要为中生界暗色泥

岩、油页岩、炭质泥岩等, 纵向上主要发育于上三叠统延长组长 7、长 6、长 4+5 及下侏罗统延安组延 9 和延 7 油层组, 烃源岩分布明显受沉积环境制约。由于延长组与延安组沉积环境存在一定差异, 其烃源岩分布特征亦有所不同。延长组烃源岩主要发育于深湖—半深湖相沉积环境, 其有机质丰度高, 有机碳质量分数普遍较高, 平均为 1.56%, 氯仿沥青“*A*”平均为 0.142 7%, 质量浓度平均为 773 mg/L。延安组烃源岩主要为炭质泥岩及暗色泥岩, 有机质丰度较高, 有机碳质量分数平均为 2.32%, 氯仿沥青“*A*”平均为 0.083 2%, 氢碳原子比平均为 262 mg/L。与延安组相比, 延长组烃源岩的有机碳含量相对不高, 但其可溶有机质含量及烃转化率明显高, 这说明延长组烃源岩生烃性更好, 为中生界主要生油岩。彭阳地区位于盆地生油中心的西南部(图 4), 紧临西缘逆冲带, 断裂、裂缝系统十分发育, 油源与圈闭沟通条件十分优越, 因此该区侏罗系成藏具有良好的油源条件。

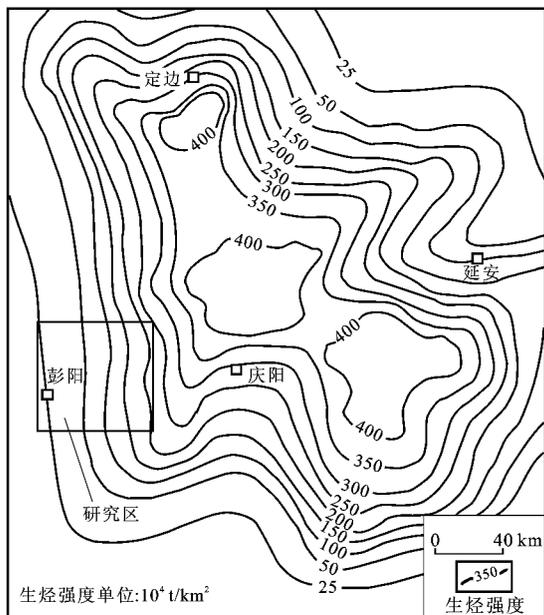


图 4 长 7 烃源岩生烃强度等值线

Fig. 4 Intensity of Hydrocarbon Generation of Chang 7 Hydrocarbon Source Rocks

2.2 沉积因素

彭阳地区位于前侏罗纪古地貌甘陕一级古河道南岸的演武高地, 为高地及高地斜坡古地貌单元。该区在富县期及延安组延 10 期处于剥蚀区, 未接受沉积, 延安组延 9—延 7 期沉积了一套河流湖泊三角洲沉积体系(图 5), 是侏罗纪油藏主要储集层。

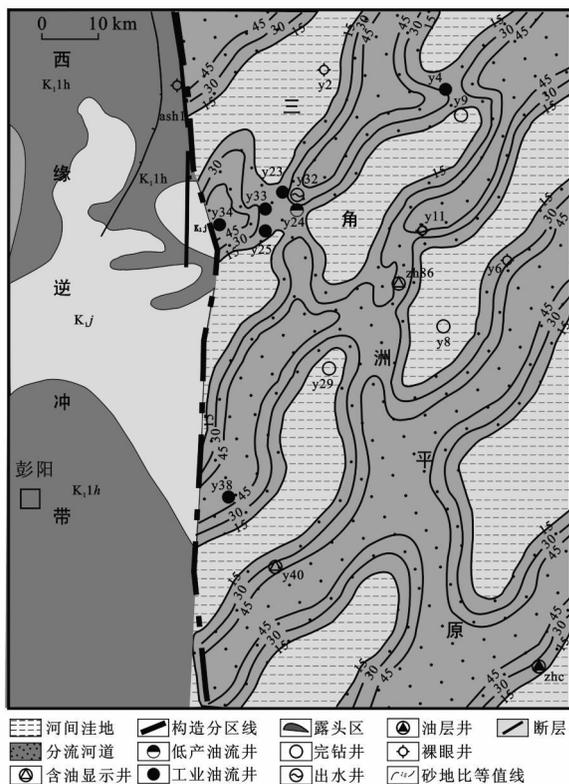


图 5 彭阳地区延 9—延 7 沉积相

Fig. 5 Sedimentary Facies Distribution of Yan 9—Yan 7 in Pengyang Area

延 9 沉积期盆地中部和东南部相对沉降, 早期盆内积水形成湖泊, 为河湖过渡期, 湖区面积迅速增大, 盆地内高地、残丘消失殆尽, 甘陕古河道及其他支流河道演变为一组退积型湖泊三角洲体系, 形成了多源性河湖三角洲^[2, 11]。此时彭阳地区所在的演武高地继而演变为三角洲平原相, 其中分流河道主要以曲流河为主, 所以边滩微相比较发育, 砂体厚度超过 15 m, 向两侧斜坡部位厚度逐渐减薄, y23~y25 等井是多条砂体延伸的混合区。

延 8 沉积期, 盆地发生了局部构造抬升, 其地层厚度分异系数变小, 盆地继续填平补齐, 湖泊开始淤浅。研究区延 8 期砂体展布方向在总体上仍然继承了延 9 期的特点, 但是河道沉积中心随盆地局部构造抬升而向北部迁移。

延 7 沉积期是盆地发育的稳定充填时期, 沉积体系发育的主要特点是三角洲平原分布范围明显扩大, 含煤沼泽广泛发育, 是主要的成煤时期, 湖区面积进一步缩小。研究区延 7 期砂体继续向北迁移, 原 y23、y27、y38 井的 2 条曲流河汇聚为一条主河流。

以上分析表明, 侏罗系延 9、延 8 及延 7 沉积期

间发育的三角洲平原分流河道砂体是研究区重要的储集层,也是油气勘探最为重要的目的层,河边滩微相砂体及河道心滩砂体是最有利的储集砂体,是油气富集的最有利相带。目前该地区勘探已发现的工业油流井和较好油气显示井均处于分流河道相的主砂带上,如 y4、y23、y25、y33、y34 及 y38 等 5 口井分别见 4~8 m 不等的油水层或油层,经试油为工业油流井;zhc 井见 5 m 油水层,zh86 井及 y40 井分别见 3 m 及 7 m 的含油水层。而处于主砂体带之外的探井均未见较好的含油显示,如 y8、y9、y29 等 3 口井,由此可见该区表现出明显受有利沉积相带控制特征。

2.3 储层因素

在沉积相及砂体控制的基础上,储层物性也是影响油气富集的一个关键因素。研究表明,三角洲平原分流河道常发生复合与分叉,在复合与分叉处的水动力较强,常常发育较好的储集体^[3-4, 12-13]。本区三角洲平原亚相中的分流河道砂体以中细粒砂岩为主,砂体的分选性和磨圆度均较好、渗透率较高(平均达到 $690 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$),是较好的油气储集体。从图 6 可以看出,储层物性越好,含油性越好。

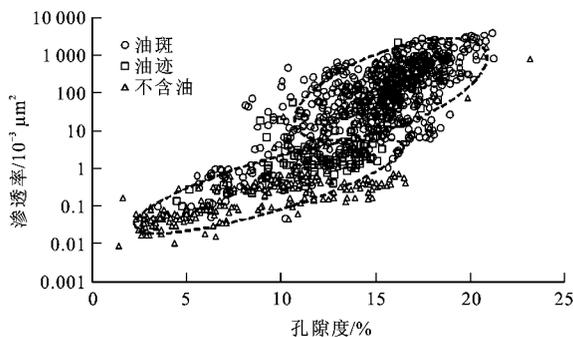


图 6 彭阳地区延安组含油性与物性关系

Fig. 6 Relationship Between Petroliferous and Physical Properties of Yan'an Formation in Pengyang Area

2.4 构造因素

区域构造研究结果表明,研究区内构造复杂多样,断层和穹窿及小型鼻状隆起等微构造十分发育,构造对研究区内侏罗系延安组油藏的运移和聚集具有重要控制作用。

2.4.1 断层为良好的油气运移通道

断层在成藏方面的建设性作用主要表现在:①依靠断层侧向的封堵性形成断层控制的含油气圈闭;②依靠断层的开启性沟通油源和有效储盖组合,为多层系成藏提供了运移输导体系。对于控制

区域性油气富集带的断裂而言,在生排烃期具有开启性质,沟通油源和圈闭;在油气运移充注后又具有封闭性质,以便于油气聚集。这些断层的活动性质具有分段性,其开启段作为油气运移通道,其封闭段作为控油圈闭^[14-15]。彭阳地区断裂和裂缝近于直立,从延长组向上延伸至侏罗系,沟通了三叠系延长组油源与延安组储层,使延长组油气沿断层及裂缝向上穿层运移进入侏罗系延安组地层,在有利圈闭区富集成藏。如图 7, y34 井延 9 油藏、y34 井和其东侧的 y25 井延 9 层段砂岩储层连通性好,且存在构造圈闭,但由于 y34 井西侧的断裂沟通了下部延长组油源与上部延安组延 9 层段构造圈闭,油气供给条件好;而 y25 井周围无断裂,下伏延长组油气难以向上穿层运移进入延 9 构造圈闭,因此只在 y34 井延 9 层段形成了油藏,而 y25 井延 9 层段则为水层(图 7)。

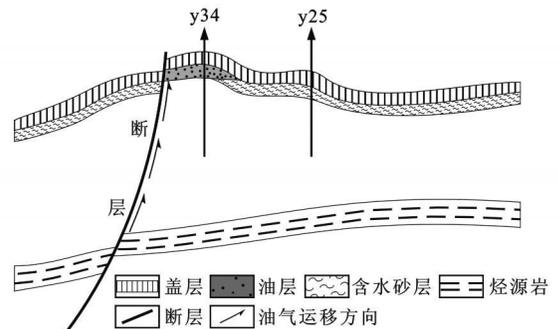


图 7 y34 井延 9 油藏成藏模式

Fig. 7 Forming Model of Yan 9 Oil Reservoir in Well y34

2.4.2 穹窿、鼻隆微构造为良好的油气圈闭场所

在存在良好油气运移通道基础上,研究区发育的穹窿、鼻隆等微构造是本区侏罗系延安组主要的构造圈闭,对延安组油藏富集具有明显控制作用。

从研究区延安组延 9、延 8 及延 7 层段顶面构造特征(图 8)分析发现,各段从南至北依次发育 3 支小型鼻状隆起,起伏幅度较低,为 20~40 m,特别是在 y23—y24 井区发育“穹窿”构造。这些鼻隆、穹窿等局部构造高点控制着该区侏罗系延安组油藏的聚集,目前所有已发现的侏罗系油藏均分布在这些局部构造高点部位,如 y23~y25、y27、y33、y34 等工业油流井均分布于 y23—y24 穹窿构造高点;zh86 穹窿构造高点上的 zh86 见 3 m 含油水层;y38 南鼻隆带上的 y38 井在延 7 层段为工业油流井,靠近该鼻隆带的 y40 井见 5 m 含油水层。而处于这些鼻隆、穹窿等局部构造高点之外的探井均未

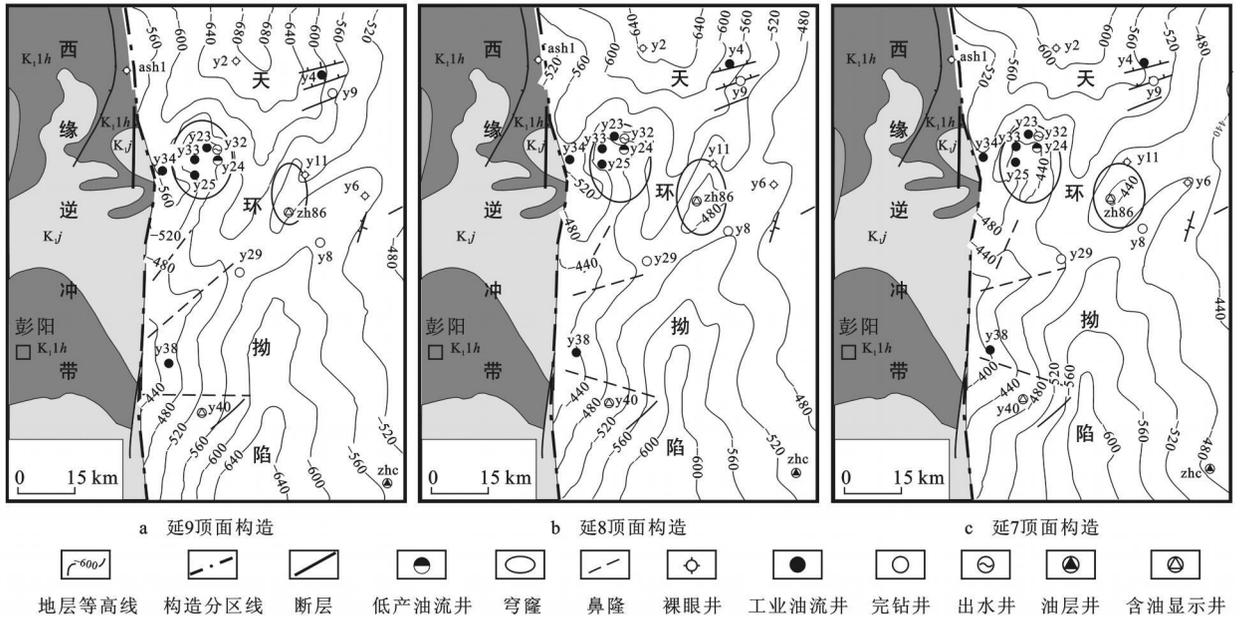


图 8 彭阳地区延 9—延 7 顶面构造

Fig. 8 Structural Sketch of Top Surface of Yan-9 Yan-7 in Pengyang Area

见较好的含油显示, 由此可见该区延 9、延 8、延 7 层段顶面的鼻隆、穹窿等构造高点是油气运聚的有利指向区。

3 结语

(1) 彭阳地区侏罗系延安组油藏类型包括构造油藏和岩性油藏, 沉积环境决定了分流河道分布, 亦即控制了砂体展布, 油藏主要位于主砂带上。后期区域构造改造或差异压实作用形成的穹窿、鼻隆等微构造构成聚油圈闭, 主砂带侧向泥岩相变或断层封闭形成良好的封盖和遮挡条件使其最终聚集成藏。

(2) 综合分析认为, 研究区侏罗系石油勘探重点应在穹窿、鼻隆等构造高点部位与主河道叠合区, 以主砂带侧向泥岩相变或断层封闭为有效遮挡、封盖条件的构造圈闭、岩性圈闭系有利勘探目标。

参考文献:

[1] 许建红, 程林松, 鲍 朋, 等. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组油藏地质特征[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2007, 29(5): 13-17.

[2] 陈 飞, 樊太亮, 高志前, 等. 鄂尔多斯盆地南部上三叠统延长组物源方向与沉积体系分析[J]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2009, 24(6): 24-28.

[3] 赵 虹, 党 森, 陈永胜, 等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区三叠系延长组长 2 油层组储层特征及影响因素[J]. 西安科技大学

学报, 2009, 29(5): 579-583.

[4] 郭艳琴, 刘昊伟, 李宽亮, 等. 富县探区上三叠统延长组长 3 油藏储集因素[J]. 西安科技大学学报, 2009, 29(1): 73-77.

[5] 张明山, 王天新, 王 萌, 等. 姬塬古高地东斜坡侏罗系油藏特征与勘探策略[J]. 特种油气藏, 2007, 14(4): 17-21.

[6] 黄志龙, 江青春, 席胜利, 等. 鄂尔多斯盆地陕北斜坡带三叠系延长组和侏罗系油气成藏期研究[J]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2009, 24(1): 21-24.

[7] 欧梦常, 陈守民, 杨学峰, 等. 陕北地区侏罗系古地貌与油气成藏关系研究[J]. 地质与资源, 2007, 16(2): 99-101.

[8] 付国民, 孙 磊, 刘 蕊, 等. 延安地区长 6 油层裂缝特征及对注水开发影响[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2009, 31(3): 74-77.

[9] 王双明, 张玉平. 鄂尔多斯侏罗纪形成演化与聚煤规律[J]. 地学前缘, 1999, 6(增刊): 147-155.

[10] 李 旦, 葛芷渊, 程小兵. 志丹油田侏罗纪沉积前古地貌特征与延 10 油藏分布[J]. 西北地质, 2006, 39(3): 55-58.

[11] 赵俊兴, 陈洪德. 鄂尔多斯盆地侏罗纪早中期甘陕古河的演化变迁[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(2): 152-158.

[12] 赵俊兴, 陈洪德, 杨 华, 等. 鄂尔多斯中南部中下侏罗统储层成因类型与油气聚集关系[J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2005, 32(3): 246-251.

[13] 冯娟萍, 郭艳琴, 董海波, 等. 何家集区延长组储层特征及其主控因素分析[J]. 西安科技大学学报, 2009, 29(2): 195-199.

[14] 何登发, 贾承造. 冲断构造与油气聚集[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(2): 55-62.

[15] 段宏亮, 钟建华, 马 锋, 等. 柴达木盆地西部侏罗系油气勘探前景[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2007, 29(1): 47-50.