

Accumulation Geological Condition of Chang8 Reservoir of Yanchang Formation in Wuqi Area in Ordos Basin

Cheng Li^{1,2}, Weidong Dan^{1,2}, Jing Zhu^{1,2}, Weibin Wang^{1,2}, Yanni Liu^{1,2}, Jingsu Yuan³

¹Research Institute of Exploration and Development, Changqing Oilfield Company, PetroChina, Xi'an Shaanxi

²National Engineering Laboratory for Exploration and Development of Low Permeability Oil and Gas Fields, Xi'an Shaanxi

³No.8 Oil Production Plant, Changqing Oilfield Company, PetroChina, Xi'an Shaanxi

Email: c8lc_cq@petrochina.com.cn

Received: Oct. 10th, 2015; accepted: Dec. 23rd, 2015; published: Mar. 15th, 2016

Copyright © 2016 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Chang8 Reservoir in Yanchang Formation of Wuqi Area was an important stratum for exploration in Ordos Basin. It was characterized by thicker sand body, good lateral connection, fine granularity of sandstone, high content of packing material, strong cementation and poor physical property. The analysis of oil source, reservoir and caprock indicates that there exists rich oil source condition. Under the low permeability condition, a good reservoir with relatively high permeability and porosity is developed, by which position is provided for oil accumulation with good source, reservoir and caprock relation; it provides oil geological condition for the development of large-scale lithological reservoirs.

Keywords

Reservoir Property, Low Permeability, Source Rocks, High Quality Reservoir, Wuqi Area

鄂尔多斯盆地吴起地区长8油层组成藏地质条件分析

李成^{1,2}, 淡卫东^{1,2}, 朱静^{1,2}, 王维斌^{1,2}, 刘艳妮^{1,2}, 袁京素³

¹中石油长庆油田分公司勘探开发研究院, 陕西 西安

²低渗透油气田勘探开发国家工程实验室, 陕西 西安

³中石油长庆油田分公司第八采油厂, 陕西 西安

作者简介: 李成(1984-), 男, 硕士, 工程师, 现主要从事油藏评价及综合地质研究工作。

Email: c8lc_cq@petrochina.com.cn

收稿日期: 2015年10月10日; 录用日期: 2015年12月23日; 发布日期: 2016年3月15日

摘要

吴起地区三叠系长8油层组是鄂尔多斯盆地勘探的重要层位, 该油层组具有砂体厚度较大, 横向连片性好, 但砂岩粒度细、填隙物含量较高、胶结作用强、储层物性差的地质特征。通过对生、储、盖特征的研究表明, 区内长7油层组烃源岩较为发育, 具有丰富的油源条件; 在低渗透背景下局部发育相对高孔、高渗的优质储层, 能够为石油聚集提供场所; 生、储、盖组合配置关系良好, 具备发育大规模岩性油藏的石油地质条件。

关键词

储层特征, 低渗透, 烃源岩, 充注动力, 优质储层, 吴起地区

1. 引言

鄂尔多斯盆地吴起地区已探明的油藏主要集中于三叠系延长组上部长6油层组及侏罗系, 下部层系勘探程度相对较低。近几年, 该区长8油层组的勘探已取得了重大的发现和进展, 展现出较大资源潜力。在系统分析长8油层组储层特征的基础上, 开展成藏地质条件分析, 总结成藏模式, 为勘探部署提供地质依据。

2. 地质背景

2.1. 层序地层划分

吴起地区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡地质构造单元, 整体构造简单, 主要发育平缓的西倾单斜构造, 地层平缓(倾角不足 1°) [1] [2]。按照层序地层学方法, 延长组可划分为1个二级层序和5个三级层序(图1), 长8油层组整体处于二级层序首次洪泛面(长 9_1 油层顶部)和最大洪泛面(长 7_3 油层下部)之间, 为水进体系域。跨越2个三级层序(SQ2、SQ3), 长 8_2 油层位于三级层序SQ2的顶部, 为水退体系域; 长 8_1 油层位于SQ3的底部, 为水进体系域, 长 8_1 油层和长 8_2 油层之间存在体系域转换面(SB3)。

2.2. 物源及沉积环境

通过物源分析, 结合周缘老山对比认为, 吴起地区重矿以石榴子石和楣石为主, 轻矿以基性斜长石

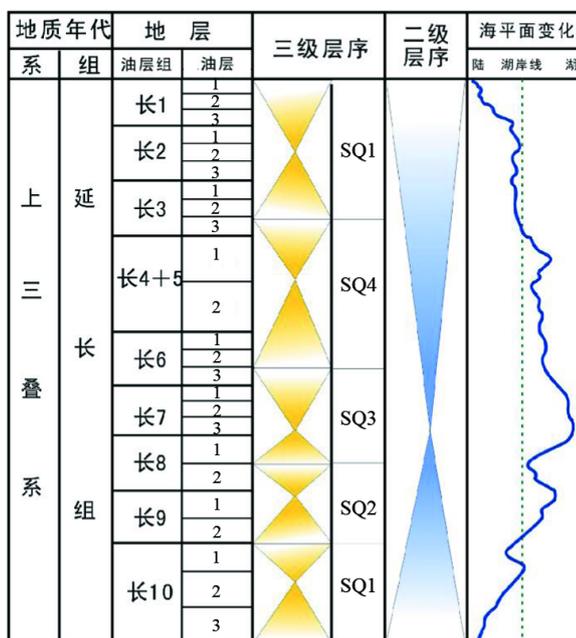


Figure 1. The sequence stratigraphy of Yanchang formation in Wuqi Area

图 1. 吴起地区延长组层序地层划分

为主，属于盆地东北沉积体系，沉积物主要来源于盆地北部阴山以结晶片岩和岩浆岩为主的母岩区，为远源沉积。

根据岩心观察，单井相、联井相分析，结合物源分区、沉积体系展布特征，吴起地区长 8 油层组为曲流河三角洲沉积体系，长 8₁ 油层主要发育三角洲前缘和三角洲平原亚相，砂体类型主要为水下分流河道和分流河道砂体，厚度较大，一般 12~25 m，局部砂厚达 30 m，且横向连续性较好，分布稳定；长 8₂ 油层砂体厚度薄，一般 8~16 m，以河口坝砂体为主。受沉积微相的影响，长 8₁ 油层砂体规模大于长 8₂ 油层。

3. 成藏地质条件

油气聚集成藏的过程，就是在各种因素的作用下，油气从生烃层系到储集层集中的过程，主要取决于是否具有良好的生、储、盖配置，是否具有良好的运移通道和圈闭保存条件[3]。分析认为，吴起地区长 8 油层组具备规模成藏的石油地质条件。

3.1. 油源条件

鄂尔多斯盆地吴起地区发育长 9 油层组和长 7 油层组 2 套深湖泥岩[4] [5]，其中长 7₃ 油层泥岩厚度较大，整体介于 16~30 m，平均 25 m 左右；长 9 油层组泥岩厚度相对较薄，主要分布在 6~12 m 之间，平均厚度约 9 m (图 2)。前人对该区延长组下组合(长 8~长 10 油层组)原油与长 7、长 9 油层组烃源岩生物标志化合物特征进行对比分析[6] [7]表明：长 8 油层组原油具有高 C₃₀ 藿烷、低重排藿烷和重排甾烷的特征，与长 7 油层组烃源岩相似；而长 9 油层组烃源岩则表现为高重排藿烷和重排甾烷、低 C₃₀ 藿烷的特征。长 7 油层组烃源岩是吴起地区长 8 油层组油藏的主力油源岩，其生烃能力强，体积膨胀率远大于烃源岩的孔隙度(烃源岩实测孔隙度 0.5%~0.8%，体积可以膨胀至 108.0%~118.7%)，生烃膨胀产生的超压大，过剩压力可达 20 MPa 以上，是石油运移和充注的主要动力[8]。吴起地区具有良好的油源条件，能够为长 8 油层组提供丰富的油源供给。

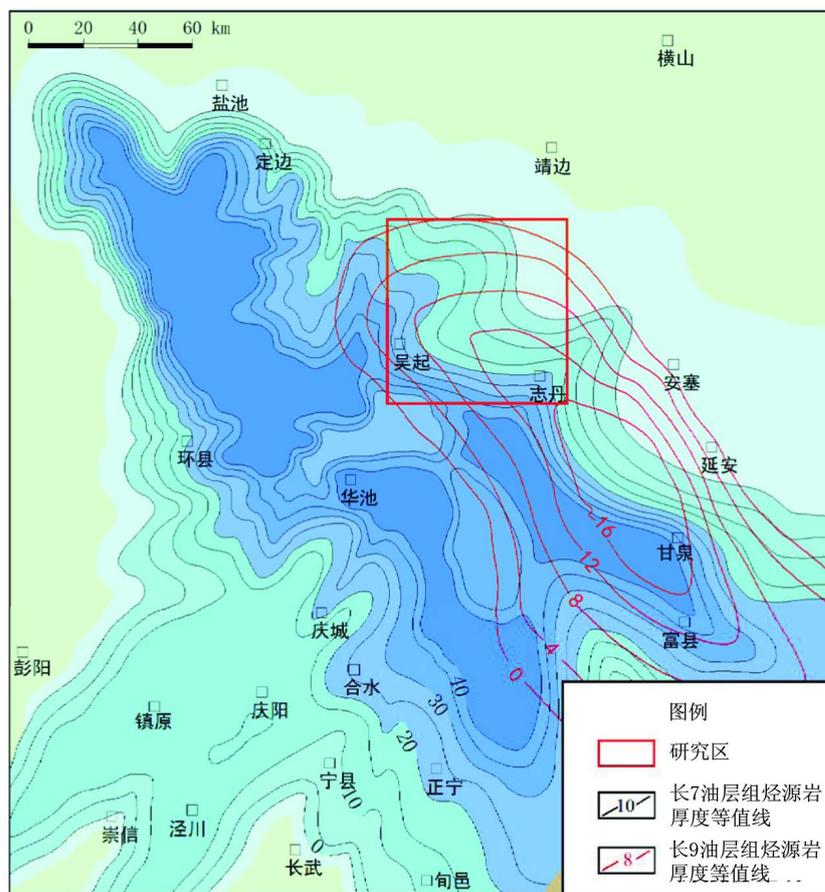


Figure 2. The source rock thickness of Chang7, Chang9 in Ordos basin
图2. 鄂尔多斯盆地长7、长9油层组烃源岩厚度等值线图

3.2. 储层特征及储集性能

根据铸体薄片和扫描电镜观察、统计、分析,吴起地区长8油层组储层碎屑成分中长石含量较高,主要岩石类型为岩屑长石砂岩和长石砂岩。岩石粒径以细粒为主,含少量的中砂,细砂及以下占到了94%以上,粒度较细,且长 8_2 油层较长 8_1 油层岩石粒度偏细。吴起地区长 8_1 油层储层填隙物以铁方解石、水云母、绿泥石及硅质为主(表1),主要为胶结物及自身黏土矿物,体积分数一般介于5%~27%之间,平均13.7%;长 8_2 油层铁方解石体积分数较高(6.3%),平均填隙物体积分数15.9%。

根据砂岩铸体薄片及扫描电镜等资料,吴起地区长8油层组储层的孔隙类型主要以粒间孔和长石蚀孔为主,局部发育少量的晶间孔和微裂隙。面孔率较低,长 8_1 油层平均面孔率2.68%,长 8_2 油层平均面孔率仅为1.86%(表2)。

吴起地区长8油层组储层本身粒度细、填隙物中铁方解石含量较高,在成岩阶段遭受了严重的机械压实、碳酸盐胶结和黏土矿物胶结等破坏性成岩作用,储层物性进一步变差。统计表明:吴起地区长8油层组储层孔隙度集中分布于6%~12%,渗透率集中分布于0.1~0.3 mD。长 8_1 油层平均孔隙度为10.5%,平均渗透率为0.29 mD;长 8_2 油层平均孔隙度为10.3%,平均渗透率为0.24 mD,整体物性较差,属典型的低孔、低渗储层。

研究区长8油层组储层致密,但在沉积和差异成岩作用控制下,局部发育相对高孔、高渗储层。高压压汞资料表明,吴起地区长8油层组储层排驱压力较高,平均达1.55 MPa,但排驱压力小于1.0 MPa

Table 1. The filling mineral composition of Chang8 in Wuqi Area

表 1. 吴起地区长 8 油层组储层填隙物成分统计表

层位	填隙物体积分数/%							合计	样品数/个
	高岭石	水云母	绿泥石	铁方解石	浊沸石	硅质	其它		
长 8 ₁ 油层	0.1	3.6	2.7	3.6	0.5	1.5	1.7	13.7	131
长 8 ₂ 油层	0.7	2.4	4.3	6.3	0.2	1.4	0.8	15.9	84

Table 2. The pore structure of Chang8 in Wuqi Area

表 2. 吴起地区长 8 油层组储层孔隙结构统计表

层位	孔隙所占体积分数/%					面孔率/%	样品数/个
	粒间孔	长石溶孔	岩屑溶孔	晶间孔	微裂隙		
长 8 ₁ 油层	1.40	1.02	0.11	0.07	0.08	2.68	107
长 8 ₂ 油层	0.66	1.01	0.08	0.02	0.05	1.86	78

的样品占到了 42%以上, 也进一步说明了在低渗透背景上, 局部发育的相对高孔、高渗优质储层, 能够为石油聚集提供场所。

3.3. 遮挡及保存条件

区内长 8 油层组构造平缓, 储层致密, 构造对油气聚集控制作用不明显, 为典型的岩性油藏。顺物源方向, 随着远离物源区沉积物粒度变细, 泥质含量增加, 砂体尖灭形成区域性遮挡带; 河道主砂带两侧的分流间洼地、分流间湾泥质沉积, 形成侧向遮挡; 而纵向上, 上部的长 7 油层组泥岩构成了良好的盖层, 最终形成了良好的圈闭条件。

3.4. 油藏分布规律

依据储层基本特征、物性特征、油源条件及生储配置关系等的分析, 吴起地区长 8 油层组具有大规模成藏的地质条件。结合勘探实践, 其油藏富集具有以下主要特征: 长 8 油层组油藏受构造作用不明显, 为无边底水的岩性油藏; 油藏分布范围受烃源岩控制, 主要分布在周家湾-五里湾-志丹以南区域; 油气富集程度主要受储层物性影响, 长 8₁ 油层油藏在水下分流河道砂体中大面积连片发育, 长 8₂ 油层油藏分布较为分散, 连片性较差(图 3)。

4. 成藏模式

总结研究区生、储、盖特征及配置条件, 认为鄂尔多斯盆地在早白垩世晚期油气大量成熟, 油气在生烃膨胀产生的巨大超压作用下, 通过长 7 油层组底部、长 8 油层组的天然裂缝和渗透性砂岩等运移通道, 在平面上以多点式向下大规模的运移[9] [10], 在长 8 油层组相对高孔、高渗优质储层中充注、聚集, 形成大规模的岩性油藏(图 4)。

5. 结语

鄂尔多斯盆地吴起地区长 8 油层组储层粒度细、填隙物含量高、胶结作用强、储层物性差, 是典型的低渗透储层, 但该区具备丰富的油源条件, 低渗透背景下局部发育相对高孔、高渗的优质储层, 具有良好的生、储、盖配置, 具备发育大规模岩性油藏的石油地质条件。

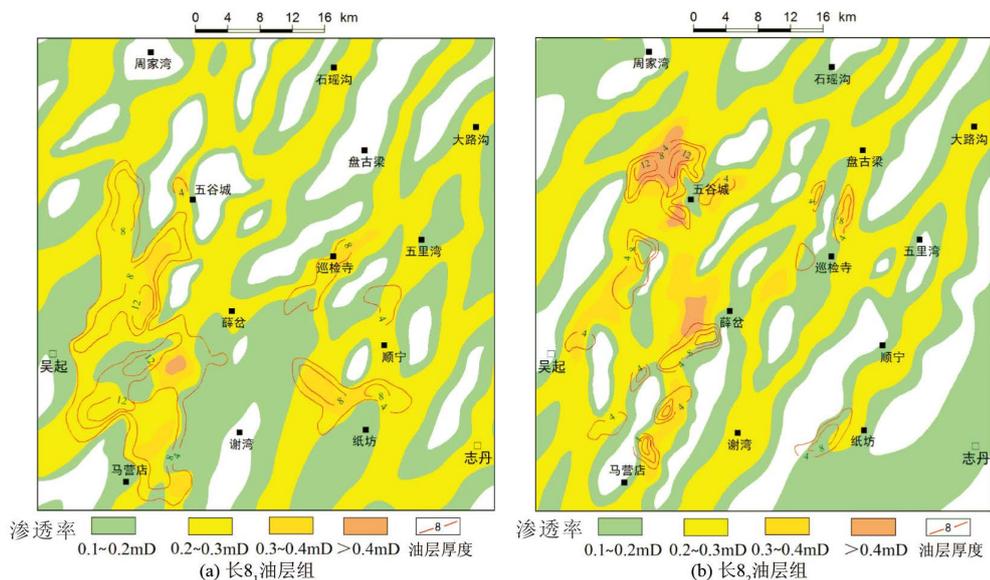


Figure 3. The oil area and permeability of Chang8₁ (a), Chang8₂ (b) in Wuqi Area
 图 3. 吴起地区长 8₁ (a)、长 8₂ (b) 油层含油面积与渗透率叠合图

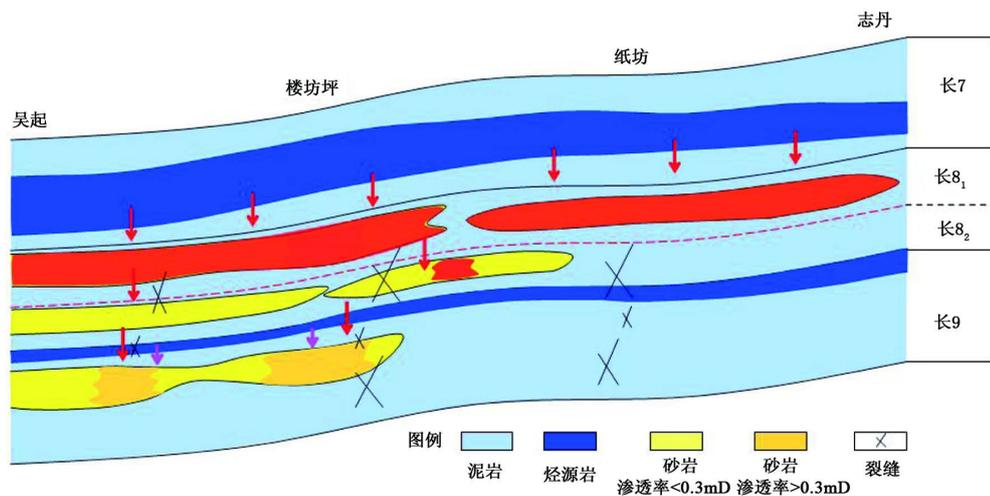


Figure 4. Accumulation model of Chang8 - 9 in Wuqi Area
 图 4. 吴起地区长 8~长 9 油层组油藏成藏模式图

基金项目

国家“973”项目(2014CB239003); 国家自然科学基金项目(41390451)。

参考文献 (References)

- [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.
- [2] 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [3] 蒋有录. 石油天然气地质与勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2006.
- [4] 张文正, 杨华, 付锁堂, 等. 鄂尔多斯盆地长 91 湖相优质烱源岩的发育机制探讨[J]. 中国科学(地球科学), 2007, 37(增刊): 33-38.
- [5] 张文正, 杨华, 李善鹏, 等. 鄂尔多斯盆地长 91 湖相优质烱源岩成藏意义[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(5): 557-

568.

- [6] 张文正, 杨华, 侯林慧, 等. 鄂尔多斯盆地延长组不同烃源岩 $17\alpha(H)$ -重排藿烷的分布及其地址意义[J]. 中国科学(地球科学), 2009, 39(10): 1438-1445.
- [7] 席胜利, 李文厚, 李荣西, 等. 烃源岩生烃期次与油气成藏——以鄂尔多斯盆地西缘马家滩地区长 7 烃源岩为例[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(6): 657-663.
- [8] 张文正, 杨华, 李剑锋, 等. 论鄂尔多斯盆地长 7 段优质烃源岩在低渗透油气成藏富集中的主导作用——强生排烃特征及机理分析[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(3): 289-293.
- [9] 杨华, 付金华, 喻建, 等. 陕北地区大型三角洲油藏富集规律及勘探技术应用[J]. 石油学报, 2003, 24(3): 6-10.
- [10] 李元昊, 刘池洋, 王秀娟, 等. 鄂尔多斯盆地西北部延长组下部幕式成藏特征[J]. 石油学报, 2009, 30(1): 61-66.