

文章编号:1673-8217(2012)04-0019-04

横山油田魏家楼区三叠系延长组长 6^1 储层特征研究

段海礁,任战利

(大陆动力学国家重点实验室/地质系·西北大学,陕西西安 710069)

摘要:针对横山油田魏家楼区长 6^1 油层段,对其储层岩石学、储层物性、孔隙结构及储层控制因素等进行了研究。该层段储层岩石类型主要为细粒长石砂岩和岩屑长石砂岩,成分成熟度低,结构成熟度高;岩石物性总体较差,属低孔、低渗储层,发育有粒间孔、粒间溶孔、粒内溶孔、铸模孔、晶间微孔和微裂缝等几种孔隙,其中又以次生粒间溶孔为主。喉道以细喉—微喉为主;沉积作用发生后,成岩作用控制着储层孔隙结构特征及储层物性。根据岩性和物性特征,该区储集岩分为3类:Ⅰ类为好储集层,Ⅱ类为较好储集层,Ⅲ类为差储集层。

关键词:横山油田;三叠系;长 6^1 油层;孔隙结构;储层特征

中图分类号:TE112.23

文献标识码:A

1 概况

横山油田魏家楼区在区域构造上位于鄂尔多斯盆地Ⅱ级构造单元陕北斜坡之上,该斜坡为一平缓西倾的大单斜^[1],地层倾角一般小于 1° ,平均地层倾斜梯度(7~10) m/km,内部构造简单(图1)。

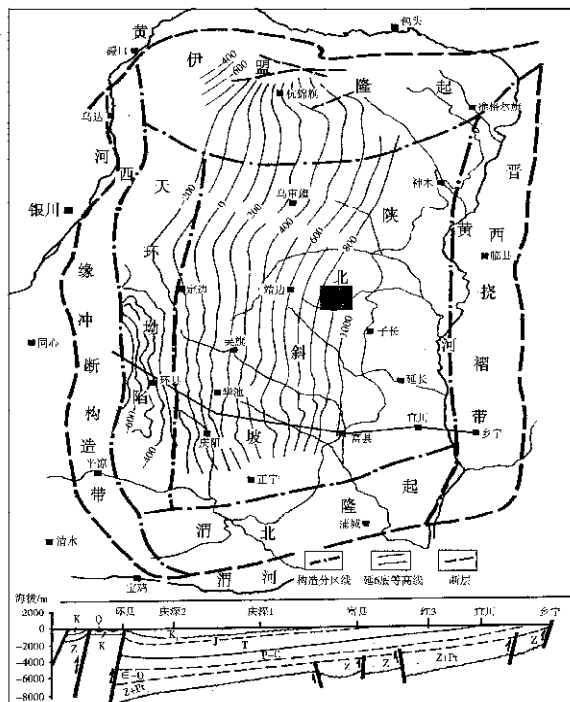


图1 横山油田魏家楼区构造位置

2 储层岩石学特征

依据魏家楼油区钻井岩心、岩屑观察描述及其样

品实验分析结果,该区长 6^1 储层岩性主要由细粒及中—细粒长石砂岩组成^[2],其碎屑结构成份主要为:石英 22%~25%,长石 56%~62%,云母 3%~16%,岩屑 6%~11%。颗粒分选好,次棱角状。绿泥石、方解石孔隙式、接触式胶结,胶结物含量 1.5%~6.0%,颗粒支撑,点线接触,岩性较为疏松。

碎屑粒度分布在 $1.7\sim 3.2\phi$,平均 2.225ϕ ,粒度普遍较细,以细砂岩为主;标准偏差值 $0.34\sim 0.53$,平均 0.397 ,大部分样品分选较差;偏度值 $-0.04\sim 0.1$,平均 0.029 ,属正偏度;尖度属于中等峰态。

粒度概率累积曲线可见两段型和三段型,以两段型为主。两段型概率累积曲线上部细粒段倾角略小于下部粗粒段,主要由跳跃次总体组成,悬浮次总体少量。多见于河道—河漫沉积中;三段型分别代表悬浮、跳跃和牵引总体是水道型沉积最特征的粒度分布曲线。

填隙物主要由绿泥石、方解石、石英、钠长石等组成。填隙物含量纵向上表现不均衡,最高可达6%,最低为1.5%,一般在3%~4%。各类填隙物中以绿泥石的纵向分布相对较为稳定,与填隙物含量的正相关性比较明显,所以绿泥石对填隙物含量的影响最大,因而也是影响储层孔隙发育的重要因素之一。

此外,胶结物中还有少量黄铁矿、浊沸石、重晶石和沥青质,均呈零星分布,含量极低。

收稿日期:2011-11-01;改回日期:2011-12-28

作者简介:段海礁,1983年生,硕士研究生,研究方向为石油与天然气勘探开发。

3 成岩作用特征

3.1 成岩阶段的确定

据目前掌握的成岩指标、岩石结构、孔隙类型、自生矿物(成分、形态、产状、生成顺序及其组合特征)等综合参数特征,依照部颁碎屑岩成岩阶段划分标准,可确定魏家楼油区目的层已经历了早、晚两个成岩阶段。

根据铸体薄片分析,本区砂岩中石英颗粒部分呈次生加大边现象;其次,砂岩溶蚀型次生孔隙较发育,并出现少量微裂缝,据此,可初步分析本区砂岩的成岩阶段处于晚成岩阶段B期。

3.2 主要成岩作用

根据对研究区岩矿资料的研究,储集层在埋藏成岩过程中发生的成岩作用主要为压实作用,压溶作用,充填、交代作用,溶蚀作用和破裂作用。

3.2.1 压实作用

(1)机械压实作用:普遍较强烈,原生孔隙急剧减少,喉道变小。强烈的压实作用使碎屑颗粒之间呈点一线接触,碎屑颗粒紧密靠拢,呈半定向排列。

(2)压溶作用与自生石英形成:石英颗粒的压溶、及石英硅酸盐的溶蚀交代等析出SiO₂,使孔隙水中的硅质成分达到饱和,在石英颗粒表面形成石英次生加大边,颗粒之间由点接触渐变为线接触,缩小孔隙^[3]。

3.2.2 充填、交代作用

沉积物形成后,压实作用不断进展,最先析出绿泥石薄膜边。随后见自生石英、钠长石、方解石不均匀充填。成岩早期阶段压实作用仍可见及,同时析出绿泥石薄膜边,随后粒间被浊沸石、方解石充填,见可方解石交代石英等现象。

3.2.3 溶蚀作用

可能在自生石英、钠长石加大边形成以后,这个阶段发生溶蚀。粒间溶孔主要是沸石溶蚀而成;粒内溶孔为经压实作用后未完全充填的原生孔隙^[4];粒内溶孔出现在长石、楣石、泥岩岩屑内;铸模孔为部分粒间溶孔进一步溶蚀,由长石、泥岩岩屑或楣石完全溶蚀而成;晶间微孔多出现在绿泥石晶间。

泥质岩中的有机质在烃化脱羧基时放出CO₂,使地下水呈酸性,当其渗流到储集层中时,对碎屑颗粒进行选择性溶蚀。溶蚀作用在本区比较强烈,形成了该区主要的孔隙类型,依次为:①粒间溶孔;②粒间余孔;③粒内溶孔;④铸模孔;⑤晶间微孔。

3.2.4 破裂作用

岩石成岩后,在轻微的垂向升降运动下,发生了破裂作用,形成了各种微裂缝:包括微裂缝、层间缝、贴粒缝等,这些微缝的形成,都和轻微的垂向升降运动有关。

就长6¹亚组而言,各砂层所经历的成岩作用大体是相同的;根据铸体薄片鉴定,总结出长6¹油层段砂岩的主要成岩序列可能为:压实作用—绿泥石—浊沸石—方解石(—重晶石)—黄铁矿。

4 储层孔隙结构

4.1 储层孔隙类型

铸体薄片鉴定资料表明,长6¹砂岩储层中可见粒间孔、粒间溶孔、粒内溶孔、铸模孔、晶间微孔和微裂缝等几种孔隙,其中又以次生粒间溶孔为主。

对长6¹储层发育的各种孔隙类型的统计结果表明,长6¹砂岩储层面孔率一般在4%~11.8%,平均8.18%。其中溶蚀孔隙(主要为粒间溶孔)为其最主要的孔隙类型,其面孔率占总面孔率的77.18%;其次为粒间余孔,其面孔率占总面孔率的13.72%;铸模孔和晶间微孔含量分别为4.85%和4.89%。

铸薄图象分析特征参数反映孔隙分布特征,长6¹砂岩储层的平均孔隙半径分布为1.025~3.31 μm,平均1.6095 μm;总面孔率0.06%~11.92%,平均3.102%;配位数为1~1.38,平均1.133(表1);分选系数为7.94~59.68,平均24.815。

表1 长6¹储层图象分析特征参数统计

层位	长6
总面孔率/%	$\frac{0.06 \sim 11.923}{102}$
平均孔隙比/%	$\frac{1.03 \sim 3.31}{1.6095}$
平均孔隙半径/μm	$\frac{10.25 \sim 62.43}{32.154}$
平均配位数	$\frac{1 \sim 1.38}{1.133}$
分选系数	$\frac{7.94 \sim 59.68}{24.815}$

4.2 孔隙分布特征

根据长6¹油层段压汞样品试验分析,砂岩的排驱压力普遍小于1.8 MPa,储集岩平均孔隙半径分布区间为0.143~2.672 μm,均值为1.43 μm,曲线形态属小孔隙细喉道孔隙结构。根据砂岩毛管压力曲线的形态、排驱压力、中值压力、最大连通孔隙半径、平均孔隙半径等特征参数,可将其曲线分为三

类^[5](图 2)。

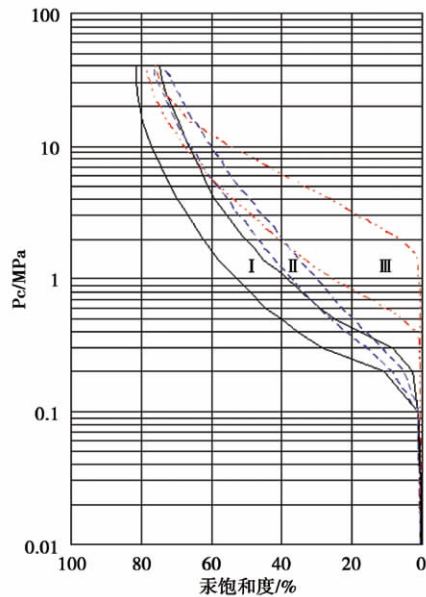


图 2 长 6¹ 储层毛管压力曲线类型

由毛管压力曲线图分析可知,样品分析结果普遍以分选中等、略粗或略细歪度为其基本特征。毛管压力曲线普遍不具平台特征。储集岩平均孔喉半径分布区间为 0.143~2.67 μm ,均值为 1.43 μm ,属细孔喉。根据排驱压力、中值压力、平均喉道半径和孔隙度、渗透率等项类指标,对其进行分类^[6-8]:

I类:毛管压力曲线为缓坡型,孔喉分选较好,粗歪度,汞饱和度 10%时的毛管压力小于 0.18 MPa,中值压力小于 2 MPa,平均喉道半径大于 1.57 μm ,属好储集岩。

II类:毛管压力曲线为陡坡型,孔喉分选较差,较粗歪度,汞饱和度 10%时的毛管压力 1.8~1.7 MPa,中值压力 2~4 MPa,平均喉道半径 0.1~1.57 μm ,属较好储集岩。

III类:毛管压力曲线向右上方拱起,斜率远大于II类压汞曲线,样品以小孔隙为主,孔喉分选较好,偏于细歪度,汞饱和度 10%时的毛管压力大于 1.7 MPa,中值压力大于 4 MPa,均值喉道半径小于 0.143 μm 。属于差储集层。

对长 6¹ 储层毛管压力曲线分类结果: I 类储集岩占 50%; II 类储集岩占 25%, III 类储集岩占 25%。

5 储层物性特征

本次研究对区内横探 11 等 9 口井长 6¹ 砂岩储层共 108 块样品的物性分析资料进行了系统整理和统

计,结果表明孔隙度最高值 15.2%,最低值 1.9%,平均值 10.8%;渗透率最高值 $38.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,最低值 $0.067 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值 $2.04 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,依据碎屑岩储层物性分类标准(表 2),魏家楼油区长 6¹ 砂岩储层属于低孔隙度特低渗透率储层^[9-10]。

表 2 碎屑岩储层物性分类

分类	储层孔隙度/%	储层渗透率/($10^{-3} \mu\text{m}^2$)
特高	≥ 30	≥ 1000
高	25~30	500~1000
中	15~25	50~500
低	10~15	5~10
特低	< 10	< 5

孔隙分布直方图呈单峰态,主峰区间在 8%~12%,孔隙度大于 8%以上样品频率达 81.9%。渗透率直方图呈现双峰,主峰区间分别在 $(0.08 \sim 0.16) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 和 $(1.25 \sim 2.5) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。对岩心实验分析资料的统计整理表明,区内长 6¹ 储层物性分布以渗透率 $0.01 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 为界限呈现两个明显的直线段,在渗透率大于 $0.01 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、孔隙度大于 8%的样点分布区间内,孔隙度与渗透率具有良好的正相关,表现为渗透率随着孔隙度的增大而增大(图 3)。

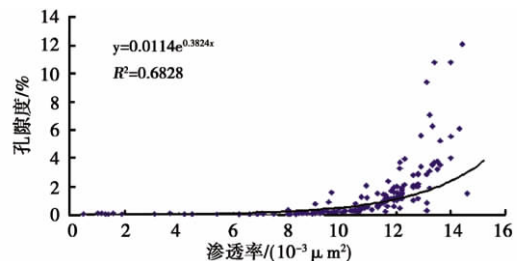


图 3 长 6¹ 砂岩渗透率与孔隙度散点关系

6 结论

(1) 横山油田魏家楼区长 6¹ 储层是受三角洲沉积控制的岩性油藏,砂体分布微相主要为三角洲缘的水下分流河道和分流河道间沉积,岩性主要为细粒长石砂岩和岩屑长石砂岩,结构成熟度中—好,有利于原生孔的保存,是构成本区有利储集岩的基本条件。

(2) 砂岩在成岩过程中经受溶蚀作用,形成了大量的次生孔隙,使储集性能得到改善。

(3) 对岩石的物性参数和孔隙结构参数分析,得出储层为低孔低渗砂岩储层, I 类:岩性为斑状、均匀、不均匀含油细粒长石砂岩,储集空间类型以粒间溶孔、粒间余孔和粒内溶孔为主,孔隙度大于

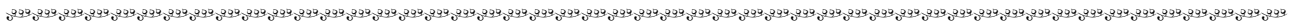
12%，渗透率大于 $2.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，毛管压力曲线 I 类，评价为好储集层。II 类：岩性斑状、不均匀含油中粒、细粒长石砂岩，储集空间类型多样，可见粒间溶孔、粒间余孔和粒内溶孔及铸模孔，孔隙度 12%~8%，渗透率 $(0.12 \sim 2.5) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，毛管压力曲线 II 类，评价为较好储集层。III 类：岩性为不含油细粒含云母长石砂岩，储集空间类型以粒间溶孔、粒间余孔和粒内溶孔，孔隙度小于 10%，渗透率小于 $0.12 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，毛管压力曲线 III 类，评价为差储集层。

参考文献

[1] 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: 88-108.
 [2] 郝世彦, 李旦. 志丹油田义正区三叠系延长组长 6 石油地质特征[J]. 西北地质, 2005, 35(4): 94-100.
 [3] 朱国华. 成岩作用与孔隙演化[J]. 石油与天然气地质, 1982, 9(3): 195-202.
 [4] 邵红梅, 刘昭君, 王成, 等. 松辽盆地北部砂岩成岩

作用与孔隙演化[J]. 世界地质, 2005, 24(1): 58-62.
 [5] 孟宪富, 陈堂锁, 洛跃雄, 等. 鄂尔多斯盆地杏河地区长 6 油组不同微相储层孔隙结构特征[J]. 石油地质与工程, 2009, 23(4): 20-22.
 [6] 裘怿楠, 薛叔浩. 油气储层评价技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994: 59-164.
 [7] 杨建鹏. 鄂尔多斯盆地合水地区长 4+5 储层特征与低渗成因探讨[J]. 石油地质与工程, 2011, 25(2): 23-26.
 [8] 王允诚. 油气储层评价[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999: 80-100.
 [9] 许永涛, 朱玉双, 张洪军, 等. 安塞油田王窑区长 6 储层特征及孔渗特性控制因素[J]. 石油地质与工程, 2011, 25(4): 25-28.
 [10] 柳益群, 李文厚. 陕甘宁盆地东部上三叠统含油长石砂岩的成岩特点及孔隙演化[J]. 沉积学报, 1996, 14(3): 87-96.

编辑: 吴官生



(上接第 18 页)

[2] 钱伯章, 朱建芳. 页岩气开发的现状与前景[J]. 天然气技术, 2010, 4(2): 11-13.
 [3] 张大伟. 加速我国页岩气资源调查和勘探开发战略构想[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(2): 135-139, 150.
 [4] 王峰, 陈洪德, 赵俊兴, 等. 鄂尔多斯盆地寒武系一二叠系层序界面类型特征及油气地质意义[J]. 沉积与提提斯地质, 2011, 31(1): 6-12.
 [5] 李功强, 赵永刚, 温伟, 等. 鄂尔多斯盆地镇泾油田长 8 段储层的判别标准[J]. 石油地质与工程, 2010, 24(5): 16-19.
 [6] 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.
 [7] 赵文智, 王新民, 郭彦如, 等. 鄂尔多斯盆地西部晚三叠世原型盆地恢复及其改造演化[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(1): 6-13.
 [8] 曹红霞. 鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积中心迁移演化规律研究[D]. 西安: 西北大学, 2008.
 [9] 庞军刚, 李文厚, 石硕, 等. 陕北地区长 7 沉积相特征及石油地质意义[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2010, 40(3): 487-492.
 [10] 张文正, 杨华, 杨奕华, 等. 鄂尔多斯盆地长 7 优质烃源岩的岩石学、元素地球化学特征及发育环境[J]. 地

球化学, 2008, 37(1): 59-64.
 [11] 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.
 [12] 陈小梅, 温爱琴, 李仲东. 鄂尔多斯盆地南部镇泾地区中生界油气成藏规律研究[J]. 石油地质与工程, 2009, 23(5): 12-14.
 [13] 董大忠, 程克明, 王玉满, 等. 中国上扬子区下古生界页岩气形成条件及特征[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(3): 288-299, 308.
 [14] 李玉喜, 乔德武, 姜文利, 等. 页岩气含气量和页岩气地质评价综述[J]. 地质通报, 2011, 30(Z1): 308-317.
 [15] 李延钧, 刘欢, 刘家霞, 等. 页岩气地质选区及资源潜力评价方法[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2011, 33(2): 28-34.
 [16] 赵鹏飞, 余杰, 杨磊. 页岩气储量评价方法[J]. 海洋地质前沿, 2011, 27(7): 57-63.
 [17] 王祥, 刘玉华, 张敏, 等. 页岩气形成条件及成藏影响因素研究[J]. 天然气地球科学, 2010, 21(2): 350-356.

编辑: 吴官生

shale; shale gas; favorable area prediction

19 Research on Triassic Chang 6¹ reservoir in Weijialou area of Hengshan oilfield

Duan Haiqiao et al(Continental Dynamics National Key Laboratory /Geology Department, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069)

In the Hengshan oilfield Weijialou area Chang 6¹ oil layer, the reservoir petrology, physical properties, pore structure and reservoir controlling factors is studied. The layer of reservoir rock type is mainly fine-grained feldspar sandstone and lithic arkose, low compositional maturity, high textural maturity; overall petrophysical property is poorer. It is characterized by low porosity, low permeability reservoir with development of intergranular pores, intergranular dissolved pore, intragranular dissolved pore, mould pore, intergranular micropore and the micro crack pores, among which it is mainly secondary intergranular dissolution pores. In the throat channel, it mainly developed fine throat-micro laryngeal. After sedimentation occurs, the diagenesis controlled reservoir pore structure and reservoir physical property. Based on the lithology and physical property, the reservoirs are divided into 3 categories: Class I is good reservoir, class II for better reservoir, and Class III poor reservoir.

Key words: Hengshan oilfield; Triassic; Chang 6¹ oil layer; porous structure; reservoir features

27 Reservoir geological feature of Shangxi formation Shang I in the east of Ordos basin

Yang Chao et al(Shaanxi Yanchang Petroleum (Group) Co. Ltd, Institute, Xi'an, Shaanxi 710075)

With application of rock thin section, cast thin section and SEM data analysis, using statistical methods, Shanxi formation Shang I reservoir characteristics of Erdos basin is studied. Research results show that: the change of sedimentary facies in this area is the main influence factor to the sand body physical property. The sand body under different sedimentary facies showed different petrologic characteristics, different diagenesis characteristics have different reservoir space characteristics and reservoir physical property, and pore structure is the concrete form of the sand body physical property.

Key words: Ordos basin; Shanxi formation; diagenesis; physical property; porous structure

34 Research on dolomite reservoir diagenesis of Dengying formation in Nanshanping ancient reservoir

Tian Shaoting et al(China University of Geology (Wuhan), Faculty of Earth Sciences, Wuhan, Hubei 430074)

Nanshanping ancient reservoir is the typical representative of Southern China's Upper Sinian Dengying formation in dolomite reservoir. Based on the field profiles analysis and observation under microscope of the asphalt residue on the reservoir and within reservoir, the reservoir characteristics and diagenesis evolution process is studied. According to the reservoir mineral composition and pore formation and evolution, the reservoir evolution process is divided into six stages as deposition phase, the first shallow phase, supergene stage, the second shallow stage, deep buried stage and tectonic movement stage. Nanshanping Dengying formation reservoir is the platform edge shallow and inter-bank deposition, the fine powder crystal dolomite, micritic dolomite, oolitic dolomite formed in the deposition is the material basis of late diagenetic reformation. Dolomitization and supergene karstification is the main constructive diagenesis, which formed the main space for oil and gas storage.

Key words: ancient karst; Tongwan movement; Nanshanping; dolomite; reservoir

42 Chang 8 section reservoir characteristics and four properties relationship of Longdong region in Ordos basin

Xing Changlin et al(Continental Dynamics National Key Laboratory /Geology Department, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069)

Triassic Chang 8 reservoir in Longdong region of Ordos basin is one of the most important exploration target layer, reservoir physical property is poor, diagenesis is complex, resulting in reservoir with strong heterogeneity, so the reservoir characteristic research work has become one of the research focuses. According to the regional geological background of the study area, hundreds of well logging, logging, core and oil testing data have been collected, collated, corrected, analyzed. Combined with the casting thin sections and scanning electron microscopy and other experimental observation, relevant maps in the study area is interpreted and made, a more detailed analysis has been made on low permeability characteristics and four properties relations.

Key words: Ordos basin; Longdong region; reservoir; four properties relations; Chang 8 reservoir

47 Analysis of influence factors on seismic amplitude in Bohai sea area

Jiang Benhou et al(Exploration and Development Research Institution, Tianjin Branch Company, CNOOC, Tanggu, Tianjin 300452)