

文章编号: 1006-6616 (2017) 04-0577-08

# 鄂尔多斯盆地什社地区延长组长 $3_1$ 储层特征及评价

喻雅敏<sup>1,2</sup>, 文志刚<sup>1,2</sup>

(1. 长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室, 湖北 武汉 430100;

2. 长江大学资源与环境学院, 湖北 武汉 430100)

**摘要:** 本文依据岩石薄片、铸体薄片、物性分析、压汞曲线等资料, 对鄂尔多斯盆地什社地区延长组长 $3_1$ 储层特征进行了深入的研究。研究分析认为: 什社地区长 $3_1$ 储层主要为长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩, 属于低孔—特低孔、特低渗—超低渗储层, 储集空间主要为粒间孔和长石溶孔。储层的分布主要受沉积相带的控制, 后期成岩作用对储层的储集性能也有一定的改造。综合储层分类评价标准, 将研究区储层分为3类, 什社地区长 $3_1$ 油层组以I类、II类储层为主。

**关键词:** 什社地区; 长 $3_1$ 储层; 储层特征; 分类评价

**中图分类号:** TE122.2

**文献标识码:** A

鄂尔多斯盆地作为我国中生界大型沉积盆地之一, 其内部构造样式简单, 地层发育平缓, 蕴藏着丰富的油气资源<sup>[1-3]</sup>。什社地区位于鄂尔多斯盆地陕北斜坡西南部, 北至白马, 西至西峰, 面积约1000 km<sup>2</sup>。研究区长3油藏勘探程度相对较低, 但自2003年以来, 相继发现了宁21、西90、板19及宁124等出油井点, 并在宁21井区、西90井区投入滚动开发, 实施效果良好。勘探结果显示, 什社地区长 $3_1$ 段是长3的主力含油层, 说明长 $3_1$ 油层组具有较高的石油资源潜力。但目前关于什社地区储层地质方面的综合研究较少, 因而弄清研究区长 $3_1$ 储层特征, 合理对其进行分类和综合评价, 对于什社地区长 $3_1$ 油层组的后续挖潜工作具有重大意义。

## 1 样品与实验

本次研究共采集41个实验样品, 分别来自研究区内12口探井的长 $3_1$ 油层组, 且均取自岩心(见图1)。通过常规物性实验, 对岩心的孔隙度及渗透率进行分析, 并测定岩心油—水饱和度。同时制作岩石薄片及铸体薄片直接观察孔吼大小、分布、连通及胶结情况等, 铸体薄片厚度一般为

0.03 mm, 面积不小于15 mm × 15 mm。由于不同矿物在扫描电镜中会呈现出其特征的形貌, 如高岭石在扫描电镜中常呈假六方片状、假六方板状、假六方似板状; 蒙脱石一般为卷曲的薄片状; 绿泥石单晶通常呈六角板状, 集合体则呈叶片状堆积或定向排列等, 故用扫描电镜来鉴定不同矿物成分。另外, 本次研究采用压汞法测定岩石毛管压力曲线, 主要用于描述孔吼大小及分布等一系列特征参数。

## 2 实验结果与分析

### 2.1 储层岩石学特征

什社地区延长组长3期主要发育三角洲前缘沉积<sup>[4]</sup>, 储集岩主要是水下分流河道砂岩。依据砂岩分类标准<sup>[5]</sup>, 可以得出浅灰色细—中粒长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩为研究区长 $3_1$ 储层的主要岩石类型(见图2)。在陆源碎屑成分中, 石英、长石、岩屑的含量分别为44.09%、20.83%和23.40%, 三者的比例接近于2:1:1。岩屑成分中以含有较为丰富的白云母碎片为特征, 中基性喷发岩岩屑、中浅变质岩屑等成分含量较高, 构成了岩屑的主要组成部分。

收稿日期: 2017-05-26

基金项目: “十二五”国家科技重大专项项目(2011ZX05033-004); 中国地质调查局地质调查项目(1212011120965, 1212011220762)

作者简介: 喻雅敏(1992-), 女, 硕士研究生, 主要从事油气地质综合研究。E-mail: 542998916@qq.com

通讯作者: 文志刚(1965-), 男, 教授, 主要从事油气地球化学和石油地质综合研究。E-mail: wzg728@sina.com

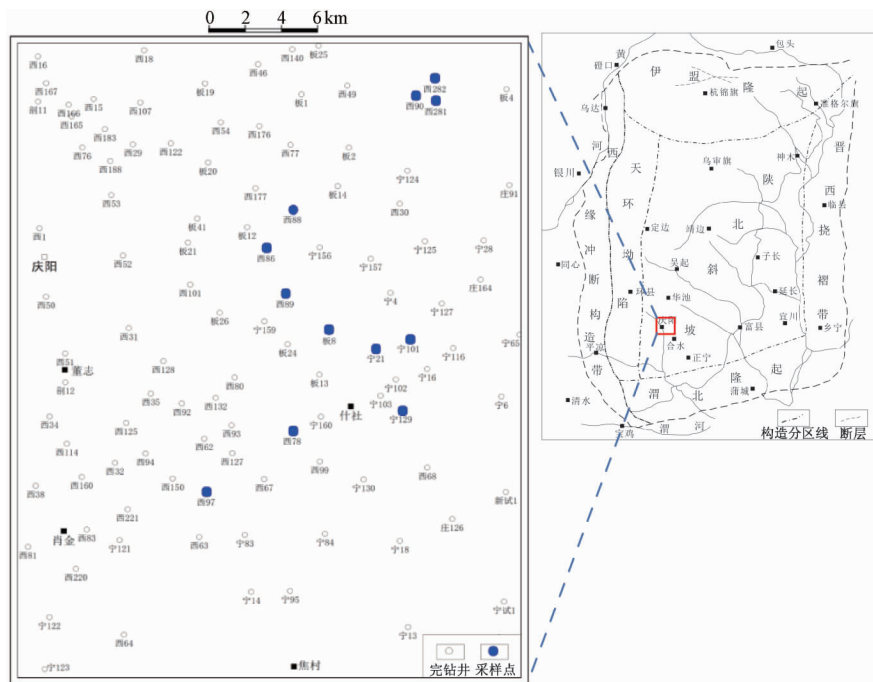
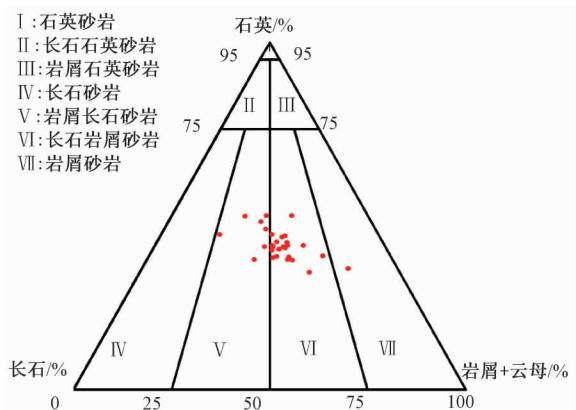


图1 研究区与采样点位置图

Fig. 1 Location map of the study area and sample collection sites

图2 什社地区长 $3_1$ 砂岩分类三角图Fig. 2 The sandstone classification of Chang  $3_1$  in Shishe area

长 $3_1$ 砂岩中填隙物的种类较为单一, 含量为11.09%, 大体上由粘土矿物、碳酸盐胶结物及硅质、长石质胶结物组成, 其它成分的填隙物含量较少。粘土矿物中则以伊利石、高岭石为主, 二者含量基本相当, 分别占到了2.33%和2.10%; 碳酸盐胶结物中方解石含量最少, 仅占到0.25%, 含量最多的为铁白云石, 占1.18%, 铁方解石居中, 占到了0.25%。

长 $3_1$ 砂岩基本上在细—中粒的粒度范围, 分选程度中等, 磨圆主要为次棱角状; 砂岩颗粒间以点—线接触、孔隙—薄膜式胶结为主, 也可见

孔隙—加大和薄膜—孔隙式等胶结类型。

## 2.2 储层物性特征

长 $3_1$ 储层物性实验结果表明: 什社地区砂岩孔隙度值为7.2%~15.8%, 平均值为13%; 渗透率值为0.03~34.39 mD, 平均值为6.07 mD。依据石油行业标准<sup>[5]</sup>, 什社地区长 $3_1$ 储集砂体属于低孔—特低孔、特低渗—超低渗储层。

## 2.3 储层孔隙类型

通过铸体薄片的观察, 发现什社地区长 $3_1$ 砂岩储层的孔隙类型丰富多样, 其中主要储集空间为粒间孔、长石溶孔, 其次为岩屑溶孔, 也有少量的粒间溶孔、晶间孔等其他孔隙类型(见图3)。据统计, 研究区样品的平均面孔率为8.3%, 原生孔隙类型主要为粒间孔, 多呈不规则的形态发育在砂岩骨架颗粒之间, 其面孔率为5.4%, 占到了总面孔率的63.29%; 另外一种重要的储集空间为长石溶孔, 是由长石碎屑颗粒中的可溶物质在一定条件下被溶解而形成<sup>[6-7]</sup>, 其面孔率为1.8%, 占到了总面孔率的21.53%; 而岩屑溶孔在研究区分布则相对较少, 面孔率仅为0.6%, 占总面孔率的6.94%; 其它类型孔隙如晶间孔, 粒间溶孔等, 占总面孔率的8.24%(见表1)。

## 2.4 孔隙结构特征

经砂岩薄片观察发现研究区发育的吼道类型,

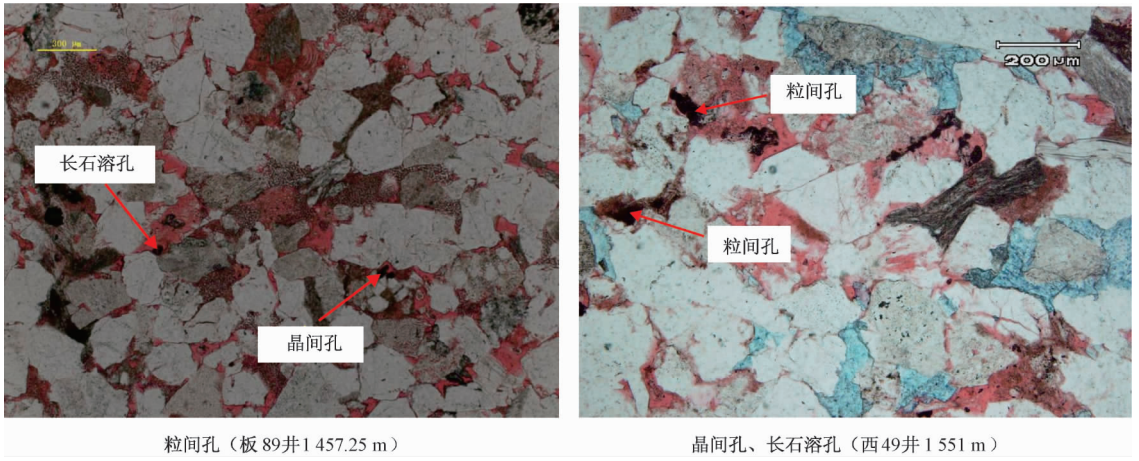


图 3 什社地区长 3<sub>1</sub> 储层孔隙类型

Fig. 3 Pore types of Chang 3<sub>1</sub> reservoirs in Shishe area

表 1 什社地区长 3<sub>1</sub> 砂岩储层孔隙类型

Table 1 Pore types of Chang 3<sub>1</sub> sandstone reservoirs in

孔隙类型	Shishe area			所占面孔率 比例/%
	面孔率/%			
	最大值	最小值	平均值	
粒间孔	10	0.3	5.4	63.29
长石溶孔	3.2	0.3	1.8	21.53
岩屑溶孔	1.9	0.2	0.6	6.94
其它	2.5	0.1	0.2	8.24

除管束状喉道较为少见外, 其他吼道类型如孔隙缩小型喉道、片状或弯片状喉道和缩颈型喉道均

较为发育 (见图 4)。结合压汞曲线特征分析, 什社地区长 3<sub>1</sub> 储层平均排驱压力为 0.26 MPa, 中值压力平均值为 1.32 MPa, 最大连通喉道半径平均值为 2.88 μm, 中值半径平均值为 0.63 μm, 最大进汞饱和度为 88.84%, 退汞效率为 27.15%。压汞曲线特征表明, 研究区长 3<sub>1</sub> 储层粒度偏细, 吼道半径较小, 曲线有着较长的平台段, 表明储层分选较好, 依据前人的分级标准<sup>[8]</sup>, 孔喉结构类型为大孔微细喉型、中孔微喉型, 属于特低渗储层压汞曲线 (见图 5)。

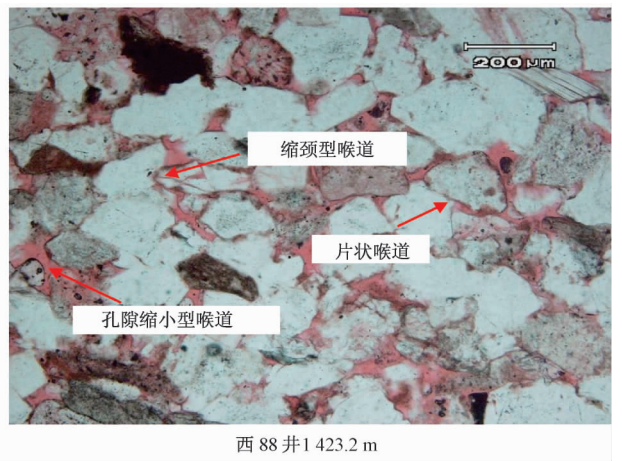
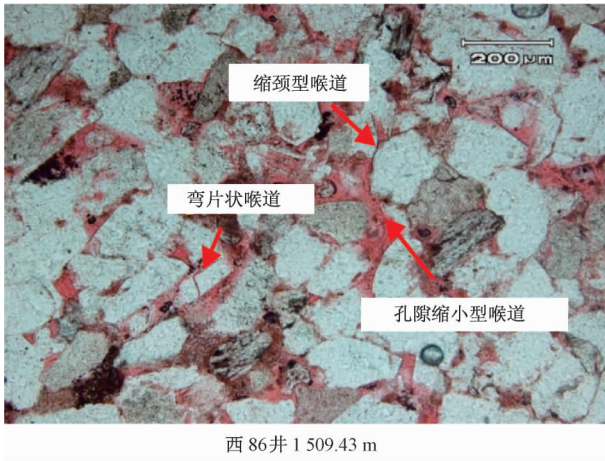


图 4 什社地区长 3<sub>1</sub> 储层主要发育的喉道类型

Fig. 4 Main throat types of Chang 3<sub>1</sub> reservoirs in Shishe area

### 3 储层影响因素分析

#### 3.1 沉积作用主控储层物性

鄂尔多斯盆地长 3<sub>1</sub> 时期湖盆大面积萎缩, 三

角洲建设性发育。在此背景下, 研究区主要发育三角洲前缘沉积亚相<sup>[9-11]</sup>, 水下分流河道砂体作为其最主要的储集体类型, 在研究区内广泛发育。且河道越发育的地区, 其相应砂体的孔隙度、渗透率相对也越好。研究区砂地比与储层的孔隙度

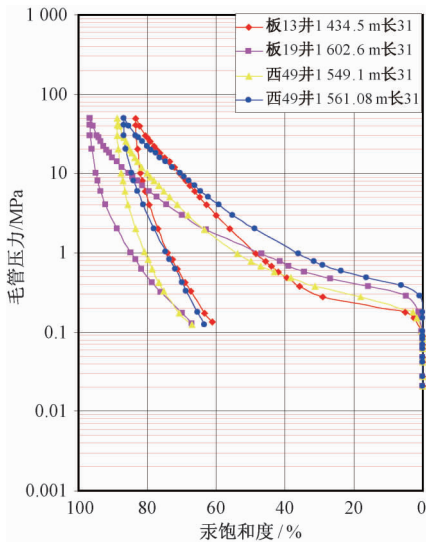


图5 什社地区长 $3_1$ 毛细管压力曲线

Fig. 5 Capillary pressure curves of Chang $3_1$  in Shishe area

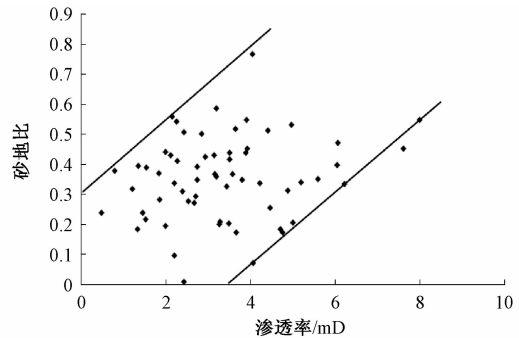
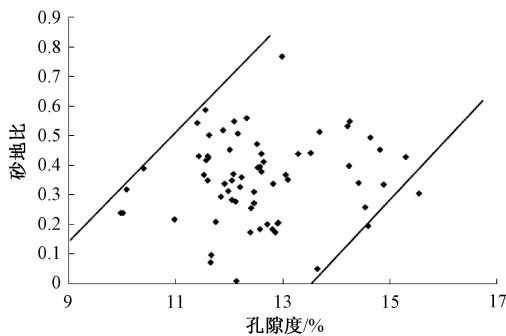


图6 什社地区长 $3_1$ 储层孔隙度、渗透率与砂地比相关性

Fig. 6 Correlation between porosity, permeability and sand-stratum ratio respectively of Chang $3_1$  reservoirs in Shishe area

### 3.2.1 压实—压溶作用

成岩早期,随埋深不断增加,压实强度增加较快,对储层的改造较为明显。此时,研究区长 $3_1$ 储层原生孔隙度降低、物性变差的主要原因可归结于机械压实作用的影响,且在局部地区压溶作用明显。主要表现为:(1)颗粒间的接触关系发横变化,逐渐由点接触向点—线接触、线接触演化,凹凸接触和缝合线接触在局部可见;(2)储层原生孔隙损失严重,导致孔隙连通性变差;(3)碎屑颗粒发生定向排列,塑性颗粒如泥质岩屑等发生强烈的弯曲变形、并可见云母碎片的蚀变变形(见图7a、7b)。

### 3.2.2 胶结作用

#### (1) 粘土矿物胶结

本区各层位均广泛发育有大量的自生粘土矿物,主要包括绿泥石、伊利石和高岭石等,个别层段可见到伊蒙混层。经岩石薄片分析,什社地

和渗透率均呈正相关关系(见图6),说明储层物性受沉积微相控制作用明显,在水下分流河道主带上储层物性较好。

### 3.2 成岩作用影响孔隙类型分布

成岩作用对于储集层的改造有建设性一面也有破坏性的一面。成岩作用早期,由于压实和胶结作用,往往会在很大程度上破坏储层内的原生孔隙,使其分布规律发生变化,从而对储层的储集性能产生一定的影响;而随着埋深不断增加,成岩作用中后期,沉积物和自生胶结物的溶蚀作用会引起次生孔隙的形成,在一定程度上改善储层的储集物性,形成有利的储集空间<sup>[12-16]</sup>。研究发现本区长 $3_1$ 时期,储层经历的主要成岩作用类型有压实—压溶作用、胶结作用和溶蚀作用,其中机械压实作用贯穿始终,成岩阶段各个过程中都一直存在,作用时间最长,影响力度由强变弱。

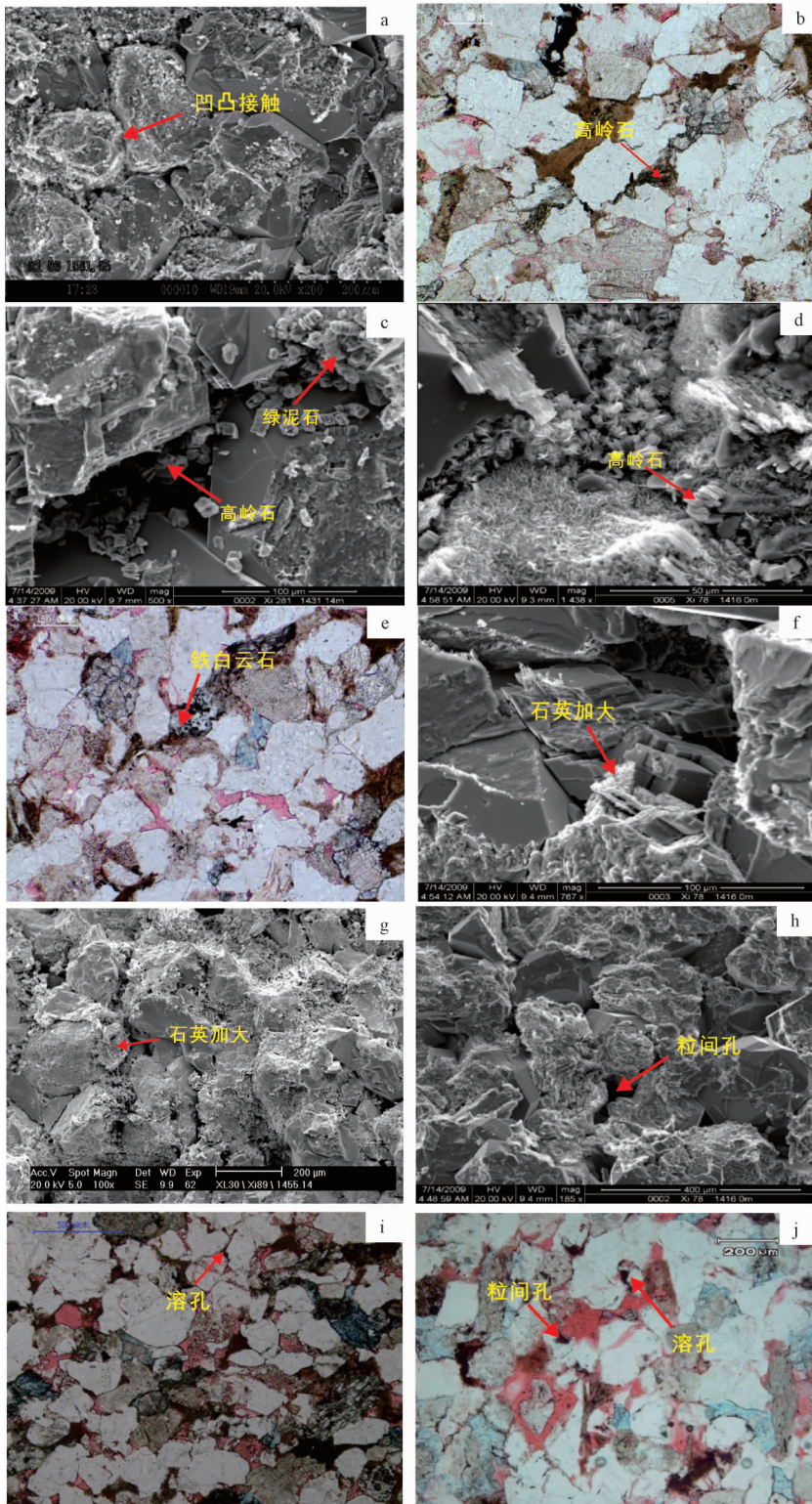
区长 $3_1$ 储层中发育的自生粘土矿物主要为伊利石(2.33%)和高岭石(2.10%),绿泥石(0.43%)在研究区含量相对较少。在扫描电镜下,可观察到高岭石、绿泥石等粘土矿物颗粒主要以孔隙充填的方式分布(见图7c、7d)。

#### (2) 碳酸盐胶结

研究区碎屑岩储层中碳酸盐胶结作用普遍存在,通常是以胶结物、交代物的形式充填在粒间孔隙当中,或是以次生孔隙内的填充物形式出现。在岩石薄片和扫描电镜下可观察到,研究区长 $3_1$ 储层的部分孔隙中充填有自生的铁白云石,并且可观察到有明显的多期次形成特征,晶体大小也有所差异,这主要是受到不同成岩阶段过程中温度、介质环境的影响<sup>[17]</sup>(见图7e、7f)。

#### (3) 硅质胶结

研究区长 $3_1$ 储层中碎屑岩的成分成熟度较低,



a—西 86 井 1531.43 m 长 3<sub>1</sub> 颗粒凹凸接触, 压实作用强烈, 致密结构特征; b—西 63 井 1483.6 m 长 3<sub>1</sub> 塑性岩屑强烈变形, 具压溶现象, 少量高岭石充填孔隙, 可见孔不发育; c—西 78 井 1416.0 m 长 3<sub>1</sub> 少量自生高岭石及绿泥石充填孔隙; d—西 281 井 1431.14 m 长 3<sub>1</sub> 自生高岭石粘土充填粒间孔喉生长; e—西 78 井 1416.0 m 长 3<sub>1</sub> 部分孔隙中充填自生铁白云石; f—西 63 井 1483.6 m 长 3<sub>1</sub> 云母及塑性岩屑变形, 石英加大常见, 铁白云石和高岭石充填孔隙, 具粒间孔及长石溶孔; g—西 78 井 1416.0 m 长 3<sub>1</sub> 加大状石英普遍胶结充填残余孔喉连通形态; h—西 89 井 1455.14 m 长 3<sub>1</sub> 全貌, 粒间残余孔较发育, 石英次生加大普遍可见; i—板 19 井 1602.6 m 长 3<sub>1</sub> 颗粒溶蚀孔; j—西 90 井 1502.1 m 长 3<sub>1</sub> 粒间孔、溶孔

图 7 什社地区长 3<sub>1</sub> 储层铸体薄片和电镜扫描照片

Fig. 7 Casting thin section and SEM photographs of Chang 3<sub>1</sub> reservoirs in Shishe area

从而造成硅质胶结物含量相对较少。主要以石英次生加大状态充填在残余孔喉中,或是以自形石英晶体的形式产出在碎屑石英颗粒的表面、粒间孔壁上(见图7g、7h)。

### 3.2.3 溶蚀作用

研究表明,什社地区长 $3_1$ 段储层砂岩中发育有大量的溶蚀孔,且以长石溶孔为主(见图7i、图7j)。溶蚀孔隙作为研究区的主要储集空间,其含量仅次于粒间孔(见表1)。显然,成岩过程中有机酸溶蚀作用形成了大量的次生孔隙,且这些次生孔隙对于改善研究区长 $3_1$ 储层的储集物性起到了至关重要的作用。

### 3.2.4 成岩相分布

什社地区长 $3_1$ 储层主要发育粒间孔—长石溶蚀相、硅质—伊利石胶结相、伊利石胶结相等成岩相。其中,粒间孔—长石溶蚀相是最为有利的成岩相带(见图8)。位于有利成岩相带上的储层孔隙类型以粒间孔、长石溶孔为主。

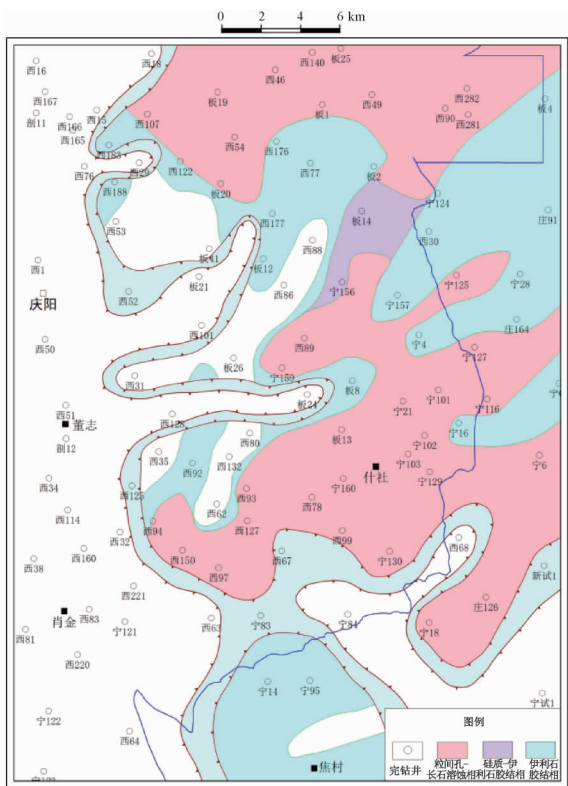


图8 什社地区长 $3_1$ 成岩相平面图

Fig. 8 Diagenetic facies of Chang  $3_1$  in Shishe area

## 4 储层综合评价

前人在储层综合评价方面已经作出大量工作<sup>[18-22]</sup>,由于不同的沉积盆地、不同的油气田的地

质情况不尽相同,所以并没有形成统一的评价标准,具体到每个研究区的储层评价,往往都是采取特定的综合评价方法。在吸纳前人研究工作经验的基础上,本文从影响储层储集性能的多因素出发,结合储层孔隙的发育类型,最终建立了一个适合什社地区储层的综合分类评价标准(见表2)。

表2 什社地区长 $3_1$ 储层分类评价表

Table 2 Classification evaluation of Chang  $3_1$  reservoir in

Shishe area

分类标准	I	II	III
沉积微相	水下分流河道	河道侧翼、河口坝	分流间湾
渗透率/mD	$\geq 3.0$	3.0 ~ 1.0	1.0 ~ 0.5
孔隙度/%	$\geq 12.0$	12.0 ~ 10.0	10.0 ~ 8.0
孔隙类型	粒间孔—溶孔	粒间孔—溶孔、微孔	微孔
储层评价	优质储层	相对优质储层	一般储层

依据该储层分类综合评级标准,什社地区长 $3_1$ 储层类型以I类、II类储层最为发育,其中I类优质储层面积 $212 \text{ km}^2$ ,位于水下分流河道发育之处,在研究区内呈片状、条带状展布,分布面积较广;II类相对优质储层面积为 $120 \text{ km}^2$ ,主要发育在河道侧翼、河口坝砂体中,分布面积有限;III类储层分布面积局限,主要发育在分流间湾等砂体较薄的地方(见图9)。

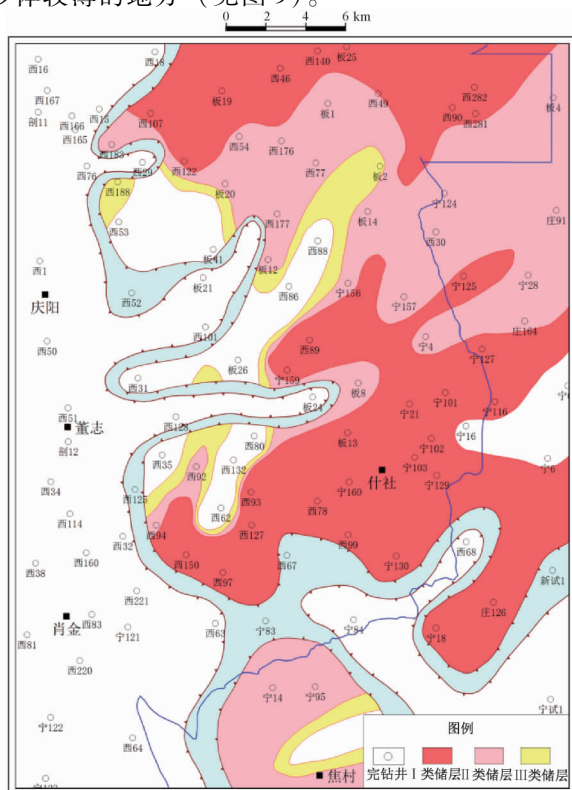


图9 什社地区长 $3_1$ 储层分类综合评价图

Fig. 9 Classified and comprehensive evaluation of Chang  $3_1$  reservoirs in Shishe area

## 5 结论

(1) 什社地区长 $3_1$ 砂岩岩石类型主要为中—细粒浅灰色长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩,颗粒接触类型整体上以点线接触为主,线接触较为常见,局部可见镶嵌接触,分选、磨圆中等。

(2) 研究区长 $3_1$ 储层物性总体较差,为低孔—特低孔、特低渗—超低渗储层,局部发育相对高孔渗区;孔隙类型以粒间孔为主,长石溶孔次之;孔喉结构属于大孔微细喉型、中孔微喉型,孔喉结构较差;孔隙缩小型喉道、缩颈型喉道以及片状或弯片状喉道为研究区发育的主要喉道类型,管束状喉道在研究区则较为少见。

(3) 什社地区长 $3_1$ 储层的储集性能和孔隙类型的分布主要受到沉积环境和成岩作用的影响。相对高孔渗带主要分布在水下分流河道砂体发育的区域;成岩作用对储层物性则有着双重影响,储集体在沉积后受到压实、胶结作用的影响,原生孔隙基本消失,后经溶蚀作用的改造,使得储层物性有了很大的改善。

(4) 依据储层综合分类评价标准,什社地区长 $3_1$ 储层可划分为3类,以I类、II类储层最为发育。

### 参考文献/References

- [1] 田亚铭,施泽进,宋江海,等.鄂尔多斯盆地东南缘延长组砂岩储集层裂缝特征研究[J].地质力学学报,2009,15(3):281~288.  
TIAN Yaming, SHI Zejin, SONG Jianghai, et al. Characteristics of fractures in the sandstone reservoirs of Yanchang formation in southeastern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 281 ~ 288.
- [2] 张林炎,范坤,刘进东,等.鄂尔多斯盆地镇原-泾川地区三叠系延长组构造裂缝分布定量预测[J].地质力学学报,2006,12(4):476~484.  
ZHANG Linyan, FAN Kun, LIU Jindong, et al. Quantitative prediction of distribution of tectonic fractures in the Yanchang formation in the Zhenyuan-Jingchuan area, Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2006, 12 (4): 476 ~ 484.
- [3] 李文厚,庞军刚,曹红霞,等.鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组沉积体系及岩相古地理演化[J].西北大学学报(自然科学版),2009,39(3):501~506.  
LI Wenhou, PANG Jungang, CAO Hongxia, et al. Depositional system and paleogeographic evolution of the late Triassic Yanchang Stage in Ordos Basin [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2009, 39 (3): 501 ~ 506.
- [4] 李凤杰,王多云,张庆龙,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组沉积相特征与层序地层分析[J].沉积学报,2006,24(4):549~554.  
LI Fengjie, WANG Duoyun, ZHANG Qinglong, et al. Sedimentary facies characteristic and sequence stratigraphy analysis of Yanchang Formation in Longdong Area, Ordos Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2006, 24 (4): 549 ~ 554.
- [5] 曾允孚 夏文杰.沉积岩石学[M].北京:地质出版社,1986,112~115.  
ZENG Yunfu, XIA Wenjie. Sedimentary petrology [M]. Beijing: Geological Press, 1986, 112 ~ 115.
- [6] 钟大康,周立建,孙海涛,等.储层岩石学特征对成岩作用及孔隙发育的影响——以鄂尔多斯盆地陇东地区三叠系延长组为例[J].石油与天然气地质,2012,33(6):890~899.  
ZHONG Dakang, ZHOU Lijian, SUN Haitao, et al. Influences of petrologic features on diagenesis and pore development: an example from the Triassic Yanchang Formation in Longdong area, Ordos Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33 (6): 890 ~ 899.
- [7] 李威,文志刚.陕北马岭地区延长组长 $7_1$ 储层特征及评价[J].沉积与特提斯地质,2013,33(3):40~47.  
LI Wei, WEN Zhigang. Characteristics and assessment of the Chang- $7_1$  reservoirs from the Yanchang Formation in the Maling region, northern Shaanxi [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2013, 33 (3): 40 ~ 47.
- [8] 李道品.低渗透砂岩油田开发[M].北京:石油工业出版社,1997,329~332.  
LI Daopin, et al. The development of the low permeability sandstone oil field [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997, 329 ~ 332.
- [9] 杨华,刘自亮,朱筱敏,等.鄂尔多斯盆地西南缘上三叠统延长组物源与沉积体系特征[J].地学前缘,2013,20(2):10~18.  
YANG Hua, LIU Ziliang, ZHU Xiaomin, et al. Provenance and depositional systems of the Upper Triassic Yanchang Formation in the southwestern Ordos Basin, China [J]. Earth Science Frontiers, 2013, 20 (2): 10 ~ 18.
- [10] 邓秀芹,付金华,姚涇利,等.鄂尔多斯盆地中及上三叠统延长组沉积相与油气勘探的突破[J].古地理学报,2011,13(4):443~455.  
DENG Xiuqin, FU Jinhua, YAO Jingli, et al. Sedimentary facies of the Middle-Upper Triassic Yanchang Formation in Ordos Basin and breakthrough in petroleum exploration [J]. Journal of Palaeogeography, 2011, 13 (4): 443 ~ 455.
- [11] 白玉彬,张乾.鄂尔多斯盆地定边油田长2低渗砂岩储层特征及评价[J].特种油气藏,2011,18(5):56~59.  
BAI Yubin, ZHANG Qian. Characteristics and assessment of the Chang 2 low permeability sandstone reservoir in the Dingbian oilfield of Ordos Basin [J]. Special Oil and Gas Reservoirs, 2011, 18 (5): 56 ~ 59.
- [12] 窦伟坦,田景春,王峰,等.鄂尔多斯盆地长6油层组储集砂岩成岩作用及其对储层性质的影响[J].成都理工大学学报(自然科学版),2009,36(2):153~158.  
Dou Weitan, TIAN Jingchun, WANG Feng, et al. Diagenesis and its influence on the reservoir quality of Member 6 of the Upper Triassic Yanchang Formation oil reservoirs in Ordos Basin, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2009, 36 (2): 153 ~ 158.

- [13] 朱世发, 徐黎明, 朱筱敏, 等. 鄂尔多斯盆地陇东地区延长组长4+5致密砂岩储层成岩作用特征 [J]. 岩性油气藏, 2014, 26 (3): 22~27.  
ZHU Shifa, XU Liming, ZHU Xiaomin, et al. Diagenetic characteristics of tight sandstone of Chang 4 + 5 reservoir in Longdong area, Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2014, 26 (3): 22~27.
- [14] 罗静兰, 刘小洪, 林潼, 等. 成岩作用与油气侵位对鄂尔多斯盆地延长组砂岩储层物性的影响 [J]. 地质学报, 2006, 80 (5): 664~673.  
LUO Jinglan, LIU Xiaohong, LIN Tong, et al. Impact of diagenesis and Hydrocarbon emplacement on sandstone reservoir quality of the Yanchang Formation (Upper Triassic) in the Ordos Basin [J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80 (5): 664~673.
- [15] 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.  
LIU Yiqun, LI Wenhong. Diagenetic characteristics and porosity evolution of the oil-bearing arkoses in the Upper Triassic in the eastern Shan-Gan-Ning Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1996, 14 (3): 87~96.
- [16] 张金亮, 司学强, 梁杰, 等. 陕甘宁盆地庆阳地区长8油层砂岩成岩作用及其对储层性质的影响 [J]. 沉积学报, 2004, 22 (2): 225~233.  
ZHANG Jinliang, SI Xueqiang, LIANG Jie, et al. Diagenesis of lacustrine deltaic sandstones and its impact on reservoir quality [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22 (2): 225~233.
- [17] 王琪, 史基安, 薛莲花, 等. 碎屑储集岩成岩演化过程中流体-岩石相互作用特征——以塔里木盆地西南坳陷地区为例 [J]. 沉积学报, 1999, 17 (4): 584~590.  
WANG Qi, SHI Ji'an, XUE Lianhua, et al. Characteristics of Fluid-Rock interaction in clastic reservoir controlled by evolution of diagenetic environment——Taking the southwest depression of Tarim basin as an example [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17 (4): 584~590.
- [18] 赵靖舟, 吴少波, 武富礼. 论低渗透储层的分类与评价标准——以鄂尔多斯盆地为例 [J]. 岩性油气藏, 2007, 19 (3): 28~31, 53.  
ZHAO Jingzhou, WU Shaobo, WU Fuli. The classification and evaluation criterion of low permeability reservoir: An example from Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19 (3): 28~31, 53.
- [19] 李南星, 刘林玉, 郑锐, 等. 鄂尔多斯盆地镇泾地区超低渗透储层评价 [J]. 岩性油气藏, 2011, 23 (2): 41~45.  
LI Nanxing, LIU Linyu, ZHENG Rui, et al. Super-low permeability reservoir evaluation in Zhenjing area, Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2011, 23 (2): 41~45.
- [20] 杨正明, 张英芝, 郝明强, 等. 低渗透油田储层综合评价方法 [J]. 石油学报, 2006, 27 (2): 64~67.  
YANG Zhengming, ZHANG Yingzhi, HAO Mingqiang, et al. Comprehensive evaluation of reservoir in low-permeability oilfields [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27 (2): 64~67.
- [21] 刁帆, 文志刚. 鄂尔多斯盆地胡尖山油田延长组长4+5<sub>2</sub>储层特征及综合评价 [J]. 岩性油气藏, 2011, 23 (2): 53~58, 79.  
DIAO Fan, WEN Zhigang. Characteristics and comprehensive evaluation of Chang 4 + 5<sub>2</sub> reservoir in Hujianshan Oilfield, Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2011, 23 (2): 53~58, 79.
- [22] 于雷, 陈建文, 金绍臣, 等. 鄂尔多斯盆地彭阳地区延安组、长3油层组储层特征及评价 [J]. 岩性油气藏, 2012, 24 (6): 49~53, 59.  
YU Lei, CHEN Jianwen, JIN Shaochen, et al. Reservoir characteristics and evaluation of Yan' an Formation and Chang 3 oil reservoir set in Pengyang area, Ordos Basin [J]. Lithologic Reservoirs, 2012, 24 (6): 49~53, 59.

## CHARACTERISTICS AND COMPREHENSIVE EVALUATION OF CHANG 3<sub>1</sub> RESERVOIRS OF YANCHANG GROUP IN SHISHE AREA, ORDOS BASIN

YU Yamin<sup>1</sup>, WEN Zhigang<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Oil and Gas Resources and Exploration Technology, Ministry of Education, Yangtze University, Wuhan 430100, Hubei, China;

2. College of Resources and Environment, Yangtze University, Wuhan 430100, Hubei, China)

**Abstract:** Based on the data of rock thin sections, casting thin sections, physical property analysis and intrusive mercury curves, the characteristics of Chang 3<sub>1</sub> reservoirs of Yanchang group in Shishe area of Ordos Basin were studied. The results show that the reservoirs of Chang 3<sub>1</sub> in Shishe area are mainly composed of feldspar lithic sandstone and lithic feldspar sandstone, belonging to low-ultra low porosity and low-ultra low permeability reservoir. The main pore types are intergranular pore and feldspar dissolved pore. The distribution of reservoirs is mainly controlled by sedimentary facies and the diagenesis afterwards also affects the reservoir properties. According to the evaluation criterion, the reservoirs of the study area can be divided into three types. Chang 3<sub>1</sub> reservoir group in Shishe area mainly are type I reservoir and type II reservoir.

**Key words:** Shishe area; Chang 3<sub>1</sub> reservoirs; reservoir characteristics; classification evaluation