

文章编号:1673-8217(2015)02-0049-04

# 鄂尔多斯盆地旬邑地区长8 储层特征及控制因素分析

张亮, 杨江, 张鹏, 蔺建武

(陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院, 陕西西安 710075)

**摘要:**利用铸体薄片、扫描电镜、岩心、压汞及测井等资料,对旬邑地区长8储层综合研究表明,该地区岩石类型主要是岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩,孔隙类型以粒间孔、溶蚀孔隙为主,孔隙结构压力参数与物性具有较好的相关性,长8储层属于低孔超低渗储层。长8储层由于受沉积、成岩及构造作用的共同影响,水下分流河道和河口坝储层物性最好,远砂坝次之;压实和胶结作用会使储层致密化,损失部分孔隙,但溶蚀作用改善了孔喉的储渗能力、使储层物性得以改善,后期构造改造作用使储层岩石破碎形成裂缝,进一步改善了储层孔渗条件。

**关键词:**鄂尔多斯盆地;旬邑地区;孔隙结构类型;储层特征;控制因素

**中图分类号:**TE112

**文献标识码:**A

近年来,鄂尔多斯盆地延长组勘探开发取得了重大进展<sup>[1]</sup>。目前,盆地南部的旬邑地区开展的石油勘探结果显示,长8段油气显示较好,但该地区前期的基础地质研究不足,尤其是对储层孔隙结构特征的认识更少,制约了区块整体勘探开发评价<sup>[2-3]</sup>。因此有必要对该地区长8储层的物性特征、孔隙结构特征等进行研究,为今后深入开展油气勘探开发提供依据。

## 1 区块地质概况

旬邑地区位于陕西省咸阳地区西北部,西南与彬县相接,北与甘肃省正宁、宁县接壤,东临耀县、宜君,东北与黄陵双龙镇相连,面积1811 km<sup>2</sup>;构造上处于鄂尔多斯盆地渭北隆起与陕北斜坡的过渡带,构造较复杂,主要为应力构造及差异压实构造。该区延长组地层沉积上处于旬邑-宜君三角洲的前端,长8期为辫状河三角洲前缘沉积,物源主要来源于南部的秦岭地区,长8储层优势沉积微相为水下分流河道及河口坝<sup>[4-5]</sup>,储层平均孔隙度6.83%,平均渗透率 $0.23 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属于典型的低孔超低渗储层。

## 2 储层特征

### 2.1 岩石学特征

旬邑地区延长组长8储集砂岩主要为岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩(图1),其组分特征为:石英平

均含量为32.72%,阴极发光下,石英多为不发光的沉积石英,少数颗粒发红紫色,表明该区存在岩浆岩来源的石英颗粒;该地区长石含量普遍较高,平均含量为40.32%,主要为斜长石和钾长石;岩屑平均含量为26.96%,以沉积岩岩屑和岩浆岩岩屑为主。整体上,长石、岩屑含量高,石英含量相对较少,具成分成熟度低的特点。碎屑颗粒胶结方式为点、线接触,以线接触为主。

杂基是充填于岩石颗粒之间的微粒物质,经薄片分析,研究区主要是泥质杂基。胶结物是成岩期在岩石颗粒之间起黏结作用的化学沉淀物,硅质胶结物在研究区较常见,含量小于2%,主要以石英次生加大边形式出现,少量碳酸盐胶结物,自生长石和黄铁矿含量极低,分布局限。

### 2.2 储层物性特征

物性特征是决定储层储集、渗滤性能的关键,其直观表现为孔隙度和渗透率的大小,根据大量岩心物性资料分析统计,长8储层孔隙度为1.45%~14.90%、平均6.83%,渗透率为 $(0.03 \sim 6.25) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、平均 $0.23 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (图2),具有低孔超低渗储层特征。

收稿日期:2014-10-24

作者简介:张亮,硕士,1983年生,2012年毕业于西安石油大学油气田开发工程专业,现从事油气田开发地质研究工作。

基金项目:陕西省科技统筹创新工程项目(2011KTZB01-04-06)资助。

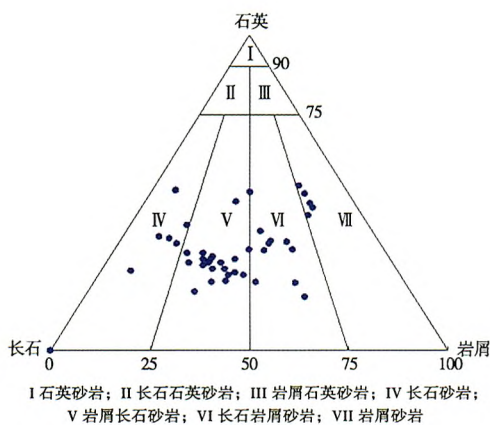


图1 旬邑地区长8储层砂岩类型三角图

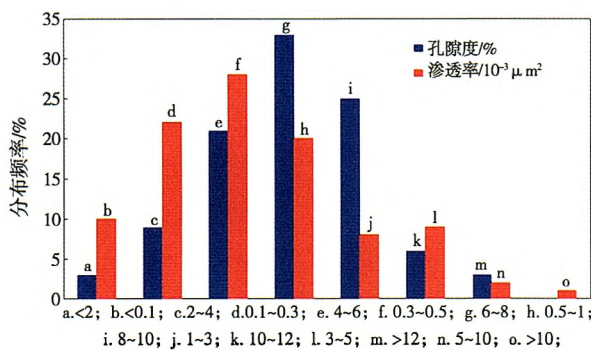


图2 旬邑地区长8储层孔隙度、渗透率分布直方图

研究表明,旬邑地区大部分井孔隙度与渗透率有较好的正相关性,即随着孔隙度增加,渗透率增加趋势明显(图3),反映储层的优劣主要取决于基质岩的孔渗性,为典型的孔隙型储层。若以渗透率变异系数( $K_v$ )粗略评价储集层内非均质程度( $K_v \leq 0.5$ 为均匀, $0.5 < K_v < 0.7$ 为较均匀, $K_v \geq 0.7$ 为不均匀),长8储层砂岩均匀和较均匀比例分别占21.8%和25.0%,不均匀占53.1%,表明该区储层砂岩非均质性强。

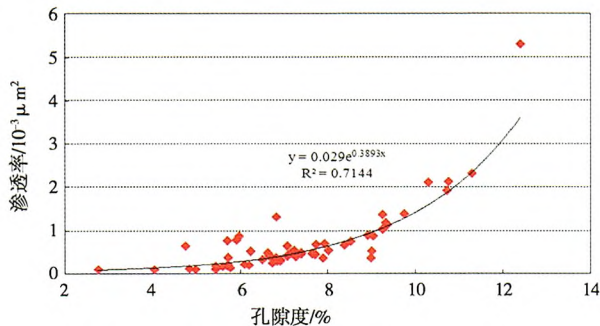


图3 旬邑地区长8储层孔隙度、渗透率关系

### 2.3 孔隙类型及孔隙结构特征

#### 2.3.1 孔隙类型

通过对旬邑地区长8储层的铸体薄片及扫描电

镜分析,其主要储集空间为残余粒间孔,次为溶蚀孔隙,分别占总孔隙的46.3%和37.5%,微孔、铸模孔等其他孔隙类型发育较少。从镜下观察,残余粒间孔多为三角形、多边形或不规则形状,平均面孔率为2.27%,孔径从0.01~0.25 mm不等。长8储层主要的溶蚀孔隙为长石的粒内溶孔,长石溶孔的发育程度与储集层内长石的含量和方解石胶结物的含量有密切关系,长石含量40.32%,方解石胶结物含量7.3%,长石溶孔面孔率0.93%。微孔发育很少,面孔率为0.12%,铸模孔极为罕见,仅出现在个别的样品中。总体来说,长8储层的粒间孔相对比较发育。

#### 2.3.2 孔隙结构分类特征

根据长8储层毛管压力曲线形态特征(图4)和反映砂岩孔隙结构参数,结合岩心观察,综合该区长8砂岩储层形成的有利因素和不利条件,分析储层沉积、成岩过程的孔隙组合和孔隙结构特征,利用鄂尔多斯盆地延长组孔隙喉道分级标准<sup>[6-9]</sup>,在研究区划分出I、II、III、IV类孔隙结构类型(表1)。

统计来自长8油层组7口井样品数据,I类、II类、III类及IV类样品比例分别为22.1%、42.9%、20.7%和14.3%,孔隙结构类型以II类为主,I类、III类次之。

#### 2.3.3 储层孔喉压力参数与物性关系

该地区长8储层孔隙度、渗透率与排驱压力呈负相关(图5a,图5b),只有在排驱压力处于0.8 MPa以下时储层物性才有可能趋好,总体可以显示出储层孔隙喉道细小,排驱压力增大,储层渗流物性

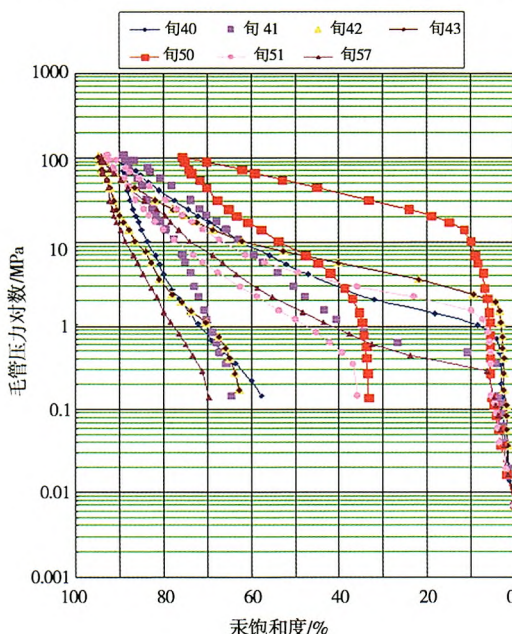


图4 旬邑地区长8储层毛管压力曲线特征

表 1 旬邑地区长 8 储层孔隙结构分类

孔隙结构类别	I 类	II 类	III 类	IV 类
孔隙度/%	$\geq 9.0$	9.3~7.8	8.0~6.7	$< 6.7$
渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$	$\geq 1.2$	1.2~0.4	0.70~0.15	$< 0.15$
排驱压力/MPa	$< 0.27$	0.25~0.68	0.68~1.40	$> 1.4$
中值压力/MPa	$< 1.61$	1.62~4.95	4.95~6.65	$> 6.65$
最大孔喉半径/ $\mu\text{m}$	$> 4.61$	4.65~1.12	1.12~0.6	$< 0.6$
中值半径/ $\mu\text{m}$	$> 0.36$	0.38~0.15	0.15~0.12	$< 0.12$
喉道均值/ $\mu\text{m}$	1.17~1.16	1.16~0.29	0.29~0.11	0.11~0.02
孔喉组合	中孔细喉	小孔细喉	小孔微细喉	微孔微喉
评价	较好	中等	差	致密层

孔渗变差,其中尤以渗透率随排驱压力增大而大幅度降低,明显反应喉道细小与渗透率敏感性强的特征。长 8 储层孔隙度、渗透率与中值压力亦呈负相关(图 5c,图 5d),只有在中值压力处于 5 MPa 以下储层物性才有可能趋好,总体也显示出储层孔隙喉道细小,中值压力增大,储层渗流物性变差,其中也

尤以渗透率随中值压力增大而下降的敏感性强为特征。该区长 8 储层中值半径小(小孔喉多),在 0.4  $\mu\text{m}$  中值半径范围内渗透率、孔隙度变化范围大,物性散点“胖”,尤以渗透率及中值半径相关性差,非均质性强。总体上,随细小孔喉中值半径增大,渗透率、孔隙度升高,但变化趋势不明显(图 5e,图 5f)。

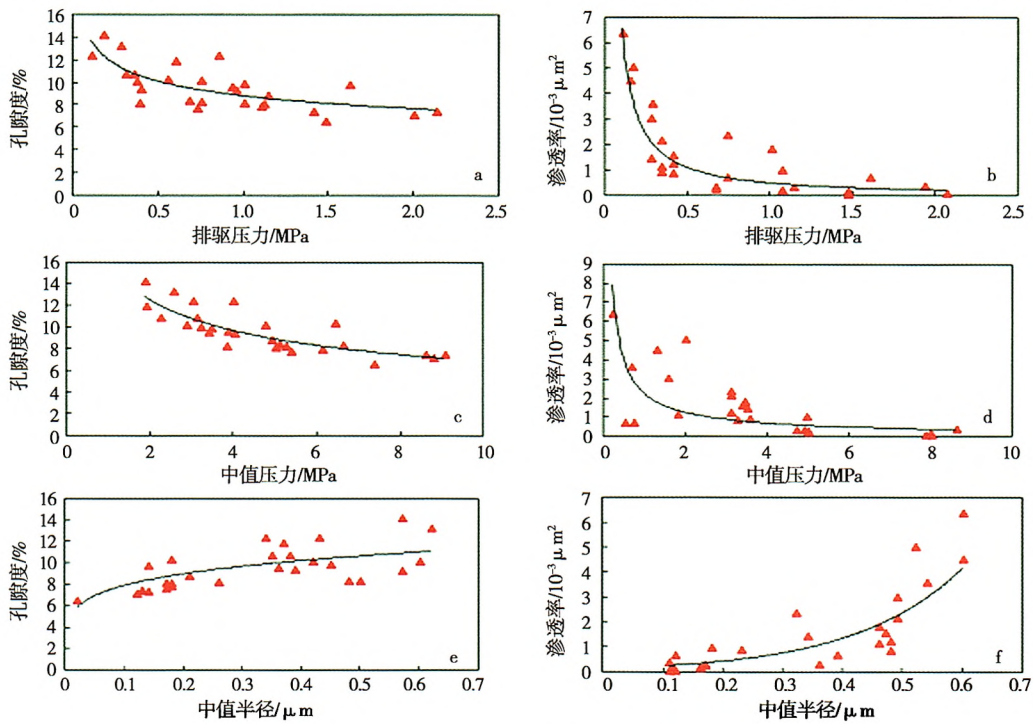


图 5 旬邑地区长 8 储层物性与排驱压力、中值压力、中值半径关系

### 3 储层物性影响因素分析

#### 3.1 沉积微相对储集层的控制

沉积环境是影响储层储集性能的地质基础,不同沉积微相砂岩储集性能之间存在明显的差异<sup>[10]</sup>。旬邑地区长 8 油层组不同沉积微相孔、渗统计结果(表 2)表明,三角洲沉积体系中水下分流河道储层物性最好,其次为河口坝、远砂坝。在同一沉积微相不同部位的砂岩储层物性也存在差异,水动力较强

的河道或河口坝主体部位储层物性较好;而边缘地带水动力减弱,颗粒变细,分选变差,孔渗相应变小。

表 2 长 8 油层组不同沉积微相砂体孔、渗物性统计

	孔隙度 / %		渗透率 / $10^{-3} \mu\text{m}^2$	
	分布范围	平均值	分布范围	平均值
水下分流河道	5.65~14.9	11.42	0.16~6.25	0.88
河口坝	4.67~12.28	8.63	0.10~5.04	0.53
远砂坝	1.95~7.16	4.08	0.03~1.77	0.12
分流间湾	1.45~5.47	3.75	0.03~1.32	0.06

### 3.2 成岩作用对储集层的影响

成岩作用对储层储集性能具有明显的控制作用,区内对储层物性改造较大的成岩作用主要有压实作用、胶结作用和溶解作用<sup>[11]</sup>。长8砂岩中长石及岩屑等软颗粒含量较高,在较长的埋藏过程中,因强烈的压实作用<sup>[12]</sup>,颗粒间的接触方式由点接触向线接触、面接触及凸凹接触转变,造成岩石逐渐致密化,大量原生孔隙损失,渗透性变差。较强的胶结作用对储层物性具有双重影响,区内发育的碳酸盐胶结和绿泥石黏土膜,碳酸盐胶结物附着在碎屑颗粒之上,占据了孔隙的位置,缩小或堵塞喉道,降低了岩石的孔隙度和渗透率。但成岩早期胶结作用对储层物性的影响也有积极的一面,胶结物的形成提供了碎屑颗粒间的支撑,从而抑制或减缓进一步深埋过程中的强烈压实作用。一般而言,成岩晚期的溶蚀作用对砂体次生溶孔的形成最为重要。铸体薄片分析统计发现长8油层组溶蚀现象发育,由于晚期有机质热成熟过程中释放出的CO<sub>2</sub>进入孔隙流体中,使水介质呈较强的酸性<sup>[13]</sup>,这些酸性的溶蚀流体不仅可以扩大、增加岩石孔隙,还可以改善孔隙的连通性和渗流条件,提高渗透率,从而使储层物性条件得到改善。

### 3.3 构造作用对储集层的影响

构造作用是影响旬邑地区长8储层的重要因素。研究区位于陕北斜坡与渭北隆起的过渡带上,且沉积时受南部秦岭地质作用的影响,同生变形构造发育,复杂的湖盆边界类型和坡度很陡的湖盆地形及沉积体系复杂,主要发育三角洲前缘、滑塌扇沉积等。该区不断受后期改造作用,主要表现在使岩石破碎而形成裂缝。裂缝存在不仅提供了石油运移通道,改善了储层的储集性能,而且为大气、淡水、酸性水进入砂体提供了运移通道,形成良好的次生孔隙,改善了储层的物性,孔渗条件变好。因此构造作用在局部地区对储层改善起了很大的作用。

## 4 结论

(1) 旬邑地区长8储层主要岩性为岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩,储层储集空间主要为残余粒间孔,次为溶蚀孔隙;该区四类孔隙结构类型中,以小孔细喉型为主,中孔细喉型、小孔微细喉型次之。排驱压力、中值压力随孔隙喉道趋于细小而增大,反映孔隙结构决定储层物性。

(2) 长8储层受沉积环境的控制,水下分流河道和河口坝储层物性最好,远砂坝次之。压实及胶结

作用使储层损失部分孔隙且储层趋于致密,而溶蚀作用改善孔隙的连通性和渗流通道,提高渗透率,从而使储层物性得到改善。构造作用对长8储层的影响主要表现在使岩石破碎而形成裂缝,使得孔渗条件变好。

### 参考文献

- [1] 王勇,施泽进,田亚铭,等.鄂尔多斯盆地宜川-旬邑地区长八段储层特征及成岩作用[J].大庆石油地质与开发,2008,27(3):39-43.
- [2] 田亚铭,施泽进,吴晓明,等.宜川-旬邑地区长8油层组储层特征与控制因素[J].新疆石油地质,2011,29(3):314-318.
- [3] 袁凯涛,弓虎军,闫旭光.鄂尔多斯盆地彬县-旬邑地区长8储层特征研究[J].地下水,2014,36(1):196-197.
- [4] 李士春,冯朝荣,殷世江.鄂尔多斯盆地南部中生界延长组沉积体系与油气富集[J].岩性油气藏,2010,22(2):79-83.
- [5] 陈五泉,陈风陵.鄂尔多斯盆地渭北地区延长组沉积特征及石油勘探方向[J].石油地质与工程,2008,22(4):10-13.
- [6] 王道富.鄂尔多斯盆地特低渗透油田开发[M].北京:石油工业出版社,2007.
- [7] 陈小梅.鄂尔多斯盆地镇泾地区延长组长6、长8油层组储层特征研究[J].石油地质与工程,2007,21(6):29-32.
- [8] 谢庆邦.陕北三叠系延长组低渗储集层孔隙结构特征及其评价[J].石油勘探与开发,1988,15(2):48-55.
- [9] 冉新权,吴胜和,付晶,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组低渗透储层孔隙结构分类研究[J].地学前缘,2013,20(2):77-85.
- [10] 魏钦廉,郑荣才,肖玲,等.鄂尔多斯盆地吴旗地区长6储层特征及影响因素分析[J].岩性油气藏,2007,19(4):45-50.
- [11] 杨华,刘显阳,张才利,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长组低渗透岩性油藏主控因素及其分布规律[J].岩性油气藏,2007,19(3):1-6.
- [12] 李春玉,谢渊,刘绍光,等.陕北富县延长组特低孔渗砂岩储层控制因素分析[J].成都理工学院学报,2002,29(3):285-289.
- [13] 钟鸣,田景春,雷启宏,等.鄂尔多斯盆地贺旗-环北地区延长组长8段储层特征及控制因素[J].石油地质与工程,2014,28(2):27-29.

编辑:李金华