

文章编号:1673-8217(2014)02-0027-04

# 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

钟鸣<sup>1</sup>, 田景春<sup>1</sup>, 雷启宏<sup>2</sup>, 王峰<sup>1</sup>, 林小兵<sup>1</sup>

(1. 成都理工大学沉积地质研究院, 四川成都 610059; 2. 中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院)

**摘要:**在众多前人研究成果的基础上,充分利用岩心测试分析资料,对鄂尔多斯盆地贺旗—环北地区延长组长8段储层特征、储层发育控制因素进行深入研究。结果表明,以辫状河三角洲沉积为主的长8段储集层主要为灰色、灰白色细砂岩、中砂岩和粉砂岩与灰黑色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩的互层,部分内含少量薄层凝灰岩和碳质泥岩,具有成分成熟度和结构成熟度均较低的岩石学特点。储层以残余原生粒间孔为主,次生孔隙少见,为典型低孔低渗储层。储层发育受多种因素控制,主要包括岩性因素、沉积相因素、成岩因素,其中岩性是基础,沉积是条件,成岩是关键。

**关键词:**鄂尔多斯盆地;贺旗—环北地区;储层特征;控制因素;长8段

**中图分类号:** TE112.23

**文献标识码:** A

贺旗—环北地区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡的西南部,南以城川为界,北至周家湾,西到靖边,东至堆子梁(图1)。

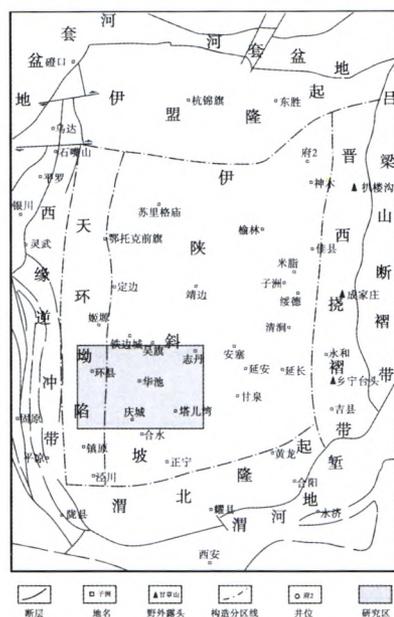


图1 鄂尔多斯盆地构造单元划分及研究区位置

区内长8段是长庆油田在鄂尔多斯盆地西南部发现的一个主力产层,其岩性主要为灰色、灰白色细砂岩、中砂岩和粉砂岩与灰黑色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩的互层,部分内含少量薄层凝灰岩和碳质泥岩,沉积环境以辫状河三角洲为主。通过查阅研究区近年来的部分研究成果及完钻新井的研究资

料,发现对研究区的储层特征,尤其是储层的控制因素对油藏影响的认识仍有不足<sup>[1-6]</sup>。本文在众多前人研究成果的基础上,运用各种资料,对贺旗—环北地区长8储层特征进行研究,在此基础上进一步讨论储层发育的主控因素,为该区进一步勘探开发提供基础资料。

## 1 储层特征

### 1.1 储层岩石学特征

根据400余块薄片统计,研究区长8储层的储集砂岩主要为长石岩屑砂岩和岩屑长石砂岩,其中石英含量为27%~51.6%,平均为37.56%;长石含量26%~48%,平均为33.6%;岩屑含量10.4%~41.3%,平均27.6%。长8储层总体具低石英,高长石、岩屑的特点,石英/长石约等于1。岩屑成分以变质岩和火山岩屑为主,沉积岩屑含量很少。颗粒分选中等,以次棱为主,以细粒为主;岩石成分成熟度和结构成熟度均较低;填隙物以粘土矿物(绿泥石、高岭石、伊利石、伊蒙混层)、硅质、碳酸盐矿物(方解石、铁方解石、铁白云石)等,其中伊利石、绿泥石、铁方解石十分普遍。据长8储层的400块样品填隙物统计,长8填隙物平均含量为16.16%,

收稿日期:2013-09-22;改回日期:2013-11-06

作者简介:钟鸣,1988年生,2011年毕业于中国地质大学长城学院地质学专业,在读硕士研究生,研究方向为储层沉积学。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05007-004-01)资助。

胶结类型主要为孔隙式(图2)。

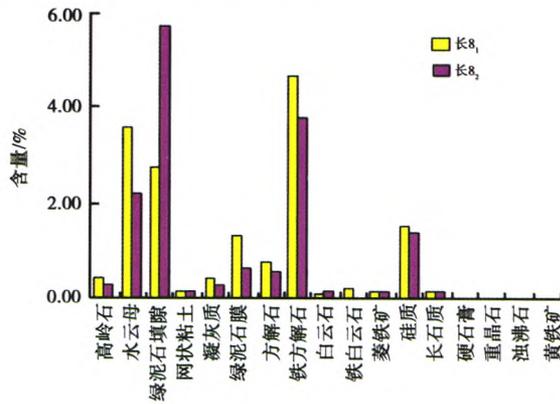


图2 储层填隙物含量对比

### 1.2 储层孔隙类型

根据铸体薄片和扫描电镜观察分析,研究区长8储层的孔隙类型主要有残余原生粒间孔、溶蚀粒间溶孔、长石溶孔、粒内溶孔、自生矿物晶间孔、微裂隙等。其中,以残余原生粒间孔为主,次生孔隙少见。

### 1.3 储层的物性特征

据研究区1000余块样品分析资料统计,长8储层孔隙度集中分布在6.5%~16.2%,平均10.3%,渗透率集中分布在(0.1~1.95) × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均0.72 × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>(图3)。在整体低渗的背景下,局部存在相对高渗区。

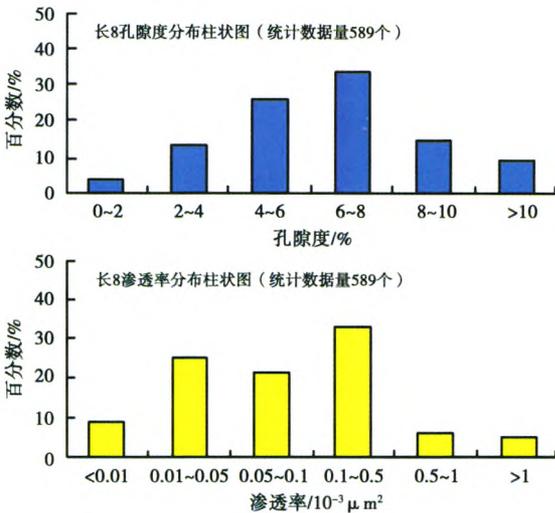


图3 储层物性分布柱状图

研究区长8储层孔隙度、渗透率具有较好的相关性特征,这反映出长8储层是以粒间孔为主要的储集空间和渗流空间。

## 2 储层发育主控因素

研究区长8储层相对高孔隙段或区域是油气勘

探中主攻方向,分析相对高孔渗区域形成的控制因素十分必要<sup>[7]</sup>。影响研究区长8储层发育的控制因素很多,主要为三个方面:岩性特征、沉积相带和成岩作用<sup>[8]</sup>。

### 2.1 岩性特征对储层的影响

岩性特征对储层的影响,主要体现在骨架颗粒和填隙物的特征对于储层发育演化的控制作用。

#### 2.1.1 骨架颗粒影响因素

储层岩性特征决定了岩石骨架颗粒的组成,骨架颗粒的刚性直接影响后期压实强度。石英、长石、硅质岩、石英岩和花岗岩等矿物颗粒硬度大,抗压能力强;岩屑(尤其是容易塑性变形的浅变质岩屑、喷发岩屑等)抗压能力差,容易变形而造成颗粒间的紧密接触,形成线、凹凸接触甚至发生溶蚀形成缝合线接触,从而大大破坏储层的孔渗性能。因此,刚性颗粒的高含量有利于储层孔隙的保存。

#### 2.1.2 填隙物对储层的影响

通常来说,填隙物含量与面孔率为镜像关系,填隙物越高,面孔率越低,物性也随之降低。据统计,高岭石含量、绿泥石含量与孔隙度成较差的正相关关系,碳酸盐含量与孔隙度成负相关。在早期绿泥石薄膜胶结为主的砂岩中,由于绿泥石薄膜的形成限制了石英次生加大的发育,使得原生孔隙的保存略好于其它类型的砂岩,因此绿泥石含量高的储层,孔隙度也相对较高。长石或富含长石的岩屑可部分或完全蚀变成高岭石质集合体,因此高岭石含量高的储层,溶蚀孔发育,孔隙度也相应较高。

碳酸盐胶结堵塞储层孔隙,特别是后期铁方解石的胶结对储层孔隙的影响更大,导致储层孔隙减少。因此碳酸盐胶结物含量高的储层,孔隙度相对较小。

### 2.2 沉积相带对储层的影响

沉积相带决定了沉积物颗粒的大小和分选程度,分选好的砂体在高压作用下,虽然颗粒间堆积紧密但仍能保持较好的孔隙。同时,颗粒粒径大小将直接影响粒间孔的保存、孔径的大小和喉道的粗细。往往粒间孔为连通性最好的孔隙类型。

研究区长8段储集砂岩相带是属于陇东辫状河浅水三角洲沉积体系,由于长8期属于相对湖退期,内夹煤线、植物碎片、根土岩、垂直虫孔等,湖水面小幅度变动频繁,故该地区长8期处于水动力变化频繁三角洲平原与三角洲前缘过渡带<sup>[9]</sup>。储集砂体由多期水上分流河道及水下分流河道叠置组成,砂体由厚层块状灰绿色、灰色细、中粒岩屑长石砂岩组

成。结构成熟度、成分成熟度由较低到低,分选性中等到较好,测井相成箱状。水上分流河道砂岩与水下分流河道砂岩中均物性较好(表 1)<sup>[10]</sup>。而当水动力条件变弱至静水时,大量悬浮水云母片,泥质沉积物沉积,则形成层面上含有大量水云母片的泥质粉

砂岩及砂岩。由于水上天然堤河漫滩、水下天然堤沉积物粒度细,不利于储集砂岩的形成,因此,水下分流河道、水上分流河道砂岩或两者叠置是长 8 储集砂体相对高孔渗区域形成的先决条件。

### 2.3 成岩作用对储层的影响

表 1 储层不同相带物性统计

沉积微相	岩性	平均孔隙度/%	平均渗透率/ 10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup>	代表井
水上分流河道	细-中粒长石砂岩	8.64	0.260	环 99
水上分流河道	细-中粒长石砂岩	12.43	0.799	木 11
水上天然堤、河漫滩	泥质粉砂岩,细砂岩	5.90	<0.100	木 3
分流间湾	泥质粉砂岩	6.44	0.060	里 45
水下分流河道	细-中粒长石砂岩	10.20	0.915	里 47
水下分流河道	细-中粒长石砂岩	11.25	1.172	环 30
水下分流河道	细粒长石砂岩	7.17	0.150	里 127
水下天然堤	细砂岩、泥质粉砂岩	6.10	0.110	西 27

成岩作用最终决定储层的性能和优劣,不同成岩作用对储层的影响不同,主要表现为对孔隙发育演化的控制作用<sup>[11]</sup>。

根据大量的岩石薄片镜下观测、扫描电镜分析、阴极发光样品及 X 衍射测试研究,研究区长 8 砂岩储层经历了复杂的成岩作用有:压实、胶结、溶蚀<sup>[12]</sup>。

#### 2.3.1 压实(压溶)作用对储层的影响

压实(压溶)作用是主要的破坏性成岩作用类型之一。长 8 机械压实作用较强,颗粒间已达到线接触,部分达到凹凸接触,火山岩屑,泥岩屑,云母等经过柔性组分变形成假杂基挤入颗粒空间。因机械压实作用,大致使得原生孔隙度损失 25% 左右<sup>[13]</sup>。

#### 2.3.2 胶结作用对储层的影响

胶结作用是另外一种主要的导致储层物性变差的成岩作用,它是使储层孔隙度降低的重要因素。由于长 8 储集砂岩的初始渗透性相对较好,所以,砂岩中的成岩自生矿物种类多、含量高。长 8 段胶结物成分复杂,有粘土矿物(水云母、伊利石、高岭石、绿泥石)、硅质、碳酸盐矿物(方解石、铁方解石、铁白云石)、还有少量的凝灰质、菱铁矿,伊利石、绿泥石、铁方解石。硅质胶结物最普遍,绿泥石胶结物含量在三十里铺、白马坪庄、环北高于七里塬;伊利石胶结物含量北部大于南部,木钵—上里塬地区含量高;高岭石胶结物在环县、木钵分布含量高;方解石分布局限于蔡家庙、太白梁地区。

#### 2.3.3 溶蚀作用对储层的影响

对研究区长 8 储层来说,最常见的溶蚀作用是来自有机质演化的、有机酸的溶蚀作用,长石、火山

岩屑等被溶物质是在富含 CO<sub>2</sub> 的酸性孔隙水中进行溶蚀。延长组厚层暗色泥岩内的有机质处于热演化的成熟阶段,即早成岩晚期和晚成岩早期。有机质在大量生烃之前,会有大量有机酸释放,使有机酸浓度达到最高值,导致地层水的 pH 值呈酸性,这些酸性溶液向长 8 段侵入,在热对流的作用下,流动于砂岩的孔隙中,溶蚀骨架颗粒和早期碳酸盐胶结物<sup>[14]</sup>。由于该区早期碳酸盐胶结物不发育,所以主要溶蚀物质为长石颗粒<sup>[15]</sup>。

总体而言,溶蚀作用在储集砂岩成岩过程中比较普遍。由于研究区储集砂岩中长石的溶蚀,使储集砂岩的孔隙度得到恢复,砂岩的储集性得到了较大的改善,在研究区低渗透背景下形成了局部的相对高渗透性砂体,成为好的储集层。

## 3 结论

(1)贺旗—环北地区长 8 段为典型低孔低渗储层,其骨架颗粒类型主要为石英、长石和各类岩屑,岩石成分成熟度和结构成熟度均较低。

(2)研究区长 8 段储层孔隙类型多样,以残余原生粒间孔为主,孔隙度平均为 10.3%,渗透率平均为 0.72×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>。

(3)研究区长 8 段影响储层发育的主要因素包括岩性特征、沉积相带和成岩作用。

### 参考文献

- [1] 杨金龙. 鄂尔多斯盆地陇东地区上三叠统延长组长 8 油层组沉积相与层序地层学研究[D]. 西安:西北大学硕士论文,2004.
- [2] 莫建武. 鄂尔多斯盆地华池地区长 3 特低渗透储层特

征及综合评价[D]. 西安:西北大学硕士论文,2010.

[3] 吴朝东,刘建民,王军,等. 河流沉积单元分析与储层宏观非均质性[J]. 地质科学,2003,38(1):60-73.

[4] 张一果,孙卫,任大忠,等. 鄂尔多斯盆地英旺油田长8储层微观孔隙结构特征研究[J]. 岩性油气藏,2013,25(3):72-76.

[5] 孙卫,杨希濮,高辉,等. 溶孔-粒间孔组合对超低渗透储层物性的影响——以西峰油田庆阳区长8油层为例[J]. 西北大学学报(自然科学版),2009,39(3):507-509.

[6] 万畅璐,段福海,杨哲,等. 鄂尔多斯盆地镇泾地区长6、长8储层物性对比研究[J]. 石油地质与工程,2012,26(2):14-15.

[7] 刘春雷,李文厚,袁珍,等. 鄂尔多斯盆地东南缘上三叠统长8段砂岩储层成岩作用与孔隙演化[J]. 地质通报,2013,32(5):807-814.

[8] 邢长林,英亚歌. 鄂尔多斯盆地陇东地区长8段储层特征与储层四性关系研究[J]. 石油地质与工程,2012,26(4):42-46.

[9] 李功强,赵永刚,温伟. 鄂尔多斯盆地镇泾油田长8储层的判别标准[J]. 石油地质与工程,2010,24(5):10-13.

[10] 罗静兰,张晓莉,S. Morad,等. 河流-湖泊三角洲相砂岩成岩作用的重建及其对储层物性演化的影响——以延长油区侏罗系-上三叠统砂岩为例[J]. 中国科学(D辑:地球科学),2001,31(12):1006-1016.

[11] 于波,崔智林,刘学刚,等. 西峰油田长8储层砂岩成岩作用及对孔隙影响[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2008,38(3):405-416.

[12] 田向阳. 鄂尔多斯盆地东南部地区延长组油藏特征研究[J]. 石油地质与工程,2012,26(4):38-41.

[13] 史建南,郑荣才,韩永林,等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区长8油层组岩性油藏成藏机理研究[J]. 岩性油气藏,2009,21(3):129-133.

[14] 王新民,郭彦如,付金华,等. 鄂尔多斯盆地延长组长8段相对高孔渗砂岩储集层的控制因素分析[J]. 石油勘探与开发,2005,32(2):35-38.

[15] 邹才能,陶士振,周慧,等. 成岩相的形成、分类与定量评价方法[J]. 石油勘探与开发,2008,35(5):526-540.

编辑:吴官生

(上接第26页)

退,古湖泊也随之退缩,进一步发生沼泽化,演化为洼地或干湖(图2H)。

### 4 结论

(1) 饶阳凹陷第四纪沉积物源主要来自西部,其次为西北、西南和东北方向,西部的古滹沱河、古黄河、古漕河是沉积物的主要搬运介质。

(2) 饶阳凹陷第四纪沉积环境演化具有继承性,古近纪和新近纪发育的河流-湖泊沉积体系依然控制着整个研究区,主要发育四种沉积相类型,分别为:冲(洪)积扇相、河流相、(扇)三角洲相和湖泊相。

(3) 饶阳凹陷第四纪沉积环境的演化受构造运动、气候变化(冰期的演化)、海平面升降等因素的共同制约。

### 参考文献

[1] 张文朝,崔周旗,韩春元,等. 冀中拗陷老第三纪湖盆演化与油气[J]. 古地理学报,2001,3(1):45-49.

[2] 杜金虎,邹伟宏,费宝生,等. 冀中拗陷古潜山复式油气聚集区[M]. 北京:科学出版社,2002,150-185.

[3] 曲长秀,高长海,查明. 冀中拗陷新生界底部不整合带

结构及其油气地质意义[J]. 石油地质与工程,2013,27(3):1-4.

[4] 张大智,纪友亮,张瑞峰,等. 饶阳凹陷古近系层序地层研究[J]. 地质调查与研究,2008,31(1):33-42.

[5] 倪超,纪友亮. 饶阳凹陷古近系沙河街组层序地层分析及沉积体系研究[J]. 中国地质,2006,33(1):193-200.

[6] 纪友亮,杜金虎,赵贤正,等. 饶阳凹陷下第三系层序类型及发育模式[J]. 沉积学报,2007,25(1):1-9.

[7] 闫宝义,黄艳,崔永谦,等. 饶阳凹陷构造转换带对新近系油气藏的控制作用[J]. 石油地质,2008,(2):17-20.

[8] 杜金虎,赵贤正,张以明,等. 中国东部裂谷盆地地层岩性油气藏[M]. 北京:地质出版社,2007:1-55.

[9] 龚再升,蔡东升,张功成. 郑庐断裂对渤海海域东部油气成藏的控制作用[J]. 石油学报,2007,28(4):1-10.

[10] 赵霞飞. 动力沉积学与陆相沉积[M]. 北京:科学出版社,1992:1-135.

[11] 赵兰,陈恭洋,汪飞,等. 文安斜坡外带东三段沉积微相研究[J]. 石油地质与工程,2013,27(2):18-21.

[12] 陈望和,倪明云. 河北第四纪地质[M]. 北京:地质出版社,1987:1-121.

编辑:吴官生