

# 鄂尔多斯盆地华池-庆阳地区长 $6_3$ 油层组储层特征研究

李莉,张春生,周永霞,王美格

(长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室,湖北荆州,434023)

**摘要:**通过对鄂尔多斯盆地华池-庆阳地区的岩石薄片、铸体薄片观察、扫描电镜及物性资料分析,得出研究区长 $6_3$ 油层组储层的岩石学特征、物性特征及孔隙结构特征,并分析了影响储层物性的主要因素。结果表明,研究区长 $6_3$ 油层组储层碎屑岩以粉-细粒砂岩为主,矿物成熟度很低;储层储集和渗流空间主要依靠砂岩基质中的中、小孔-细、微喉型孔喉组合;孔隙类型以剩余粒间孔为主,为典型低孔隙度、超低渗透储层。长 $6_3^{1-2}$ -长 $6_3^{2-2}$ 与长 $6_3^{2-2}$ -长 $6_3^3$ 隔夹层最为发育,且连片分布,可作为分层注水的有利阻隔带。

**关键字:** 储层特征;影响因素;华庆长 $6_3$ ;鄂尔多斯盆地

**中图分类号:** P618.13.2\*1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2010)02-0215-04

鄂尔多斯盆地是一个稳定沉降、拗陷迁移、扭动明显的多旋回内陆克拉通盆地<sup>[1]</sup>。华庆地区位于盆地伊陕斜坡的中西部偏南处(图1),北起长官庙,南抵庆阳,西自白马,东到华池,东西宽32 km,南北长50 km,总面积约 $1.61 \times 10^3 \text{ km}^2$ 。目前的勘探工作表明,研究区长期处于湖盆深水区,深水沉积砂体发育,长6砂岩主要发育一套处于三角洲前缘亚相的砂岩储层,具有典型的低孔低渗特征<sup>[2-3]</sup>。基于前人对长6砂岩储层的特征研究<sup>[4]</sup>,本次研究不仅对研究区长 $6_3$ 油层采用了常规储层研究方法,而且从滚动勘探开发的角度对长 $6_3$ 油层渗流性能和隔夹层的分布做了相关研究,为日后油田开发配套增产措施的实施和层系细分调整方案的部署提供了依据。

## 1 储层岩石学特征

通过对研究区岩芯观察和岩石薄片鉴定,长 $6_3$ 油层组碎屑岩以微-细粒砂岩为主,夹于大套灰黑色-黑色泥页岩中。按结构和成分-成因分类与命名方案<sup>[4]</sup>,主要以微-细粒长石砂岩为主(图2),其次是细粒岩屑长石砂岩,少量中-细粒岩屑长石砂岩。碎屑骨架组分的组成特征如下:1)石英端元以单晶石英为主,偶见多晶石英,未见硅质岩屑,含量在18%~40%之间,以25%~30%为主,平均为28%;

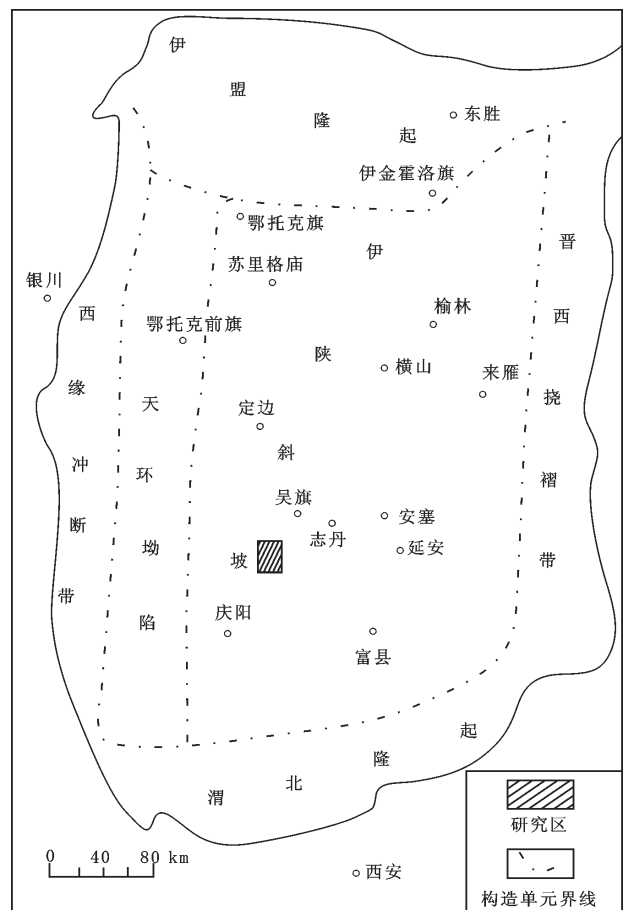


图1 研究区地理位置图

Fig. 1 Location map of the Huaqing area

收稿日期: 2010-05-04

基金项目: 中国石油长庆油田分公司:“华庆油田元284-白281井区长63油藏整体评价”

作者简介: 李莉(1985-),女(汉),湖北,长江大学地球科学学院硕士,主要从事储层地质学研究,E-mail: lililove047@163.com。

2) 长石端元以斜长石为主, 次为条纹长石、微斜长石, 有部分钠长石及正长石, 含量在 41%~74% 之间, 以 50%~60% 为主, 平均为 61.7%; 3) 岩屑成分类型相对较复杂, 以浅变质岩岩屑为主, 其次为沉积岩岩屑, 偶见中基性岩浆岩岩屑, 各类岩屑的总含量在 3%~34% 之间, 以 6%~16% 为主, 平均为 10.2%。

由此可见, 研究区砂岩矿物成熟度很低, 说明沉积环境对沉积物的改造程度低, 为沉积物快速混杂堆积作用的产物。

## 2 储层孔渗特征

### 2.1 孔隙度分布特征

根据对研究区长<sub>6</sub>油层组 251 件样品物性分析资料统计, 长<sub>6</sub>油层砂岩储层孔隙度分布范围较宽, 为 2%~20.14%, 平均值为 8.96%, 在孔隙度分布直方图上主峰位于 8%~14% 之间, 按孔隙度因素分类, 属于低孔隙度储层。

### 2.2 渗透率分布特征

长<sub>6</sub>油层砂岩储层渗透率分布范围较宽, 为 0.001~6.0 mD, 平均值为 0.27 mD, 在渗透率分布直方图上主峰位于 0.1~0.2 mD 之间, 按渗透率因素分类, 属于典型的超低渗透储层。

### 2.3 孔隙度与渗透率相关性

从油层砂岩储层孔隙度与渗透率相关图(图 3) 上看, 储层孔隙度与渗透率相关性较好, 在 251 件样品中孔隙度位于 8%~12% 之间的孔渗相关性较好; 对于渗透率而言, 渗透率处于 0.02~0.5 mD 之间的孔渗相关性同样较好。因此砂岩的储、渗能力主要依赖于砂岩基质孔隙与喉道。

## 3 孔隙结构特征

### 3.1 喉道形态类型及大小

长<sub>6</sub>油层砂岩储层喉道类型以孔隙缩小型、缩颈型、管状喉道型与粒间隙喉道型为主, 而点状喉道基本未见。最大连通孔喉半径 ( $R_{c10}$ ) 平均值 0.55  $\mu\text{m}$ ; 中值孔喉半径 ( $R_{c50}$ ) 为平均值 0.203  $\mu\text{m}$ , 其中  $R_{c50} < 0.10 \mu\text{m}$  的样品微喉占 50%,  $R_{c50} > 0.5 \mu\text{m}$  占 7.1%, 未见  $R_{c50} > 2 \mu\text{m}$  的粗喉。在产出规模上, 多以细喉和微喉为主, 少量中喉, 而粗喉基本未见。

### 3.2 孔喉组合关系

由于贯穿始终的压实作用较强, 再加上颗粒间一代胶结的绿泥石和二世代胶结的方解石、硅质

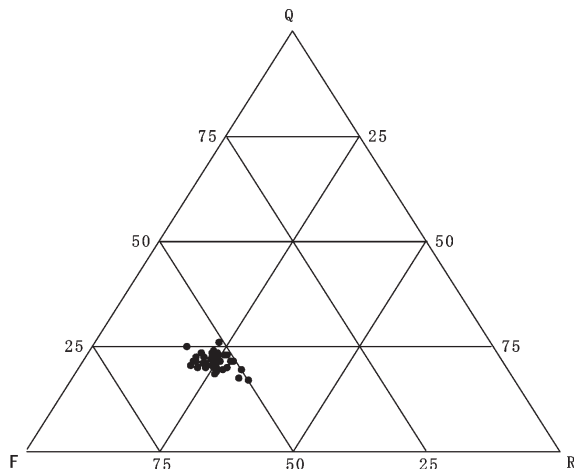


图2 华庆地区长<sub>6</sub>油层部分砂岩三元组分图

Fig. 2 Plot of Q, F and R for Chang 6<sub>3</sub> sandstone in Huaqing area

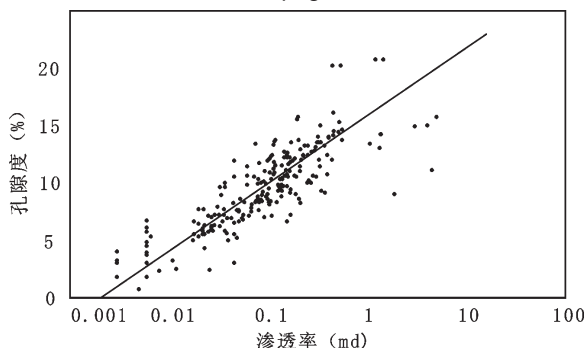


图3 华庆地区长<sub>6</sub>油层砂岩储层孔-渗关系图 (样品数 251)  
Fig. 3 Relation between porosity and permeability of Chang 6<sub>3</sub> reservoir in Huaqing area (251 samples)

充填作用形成致密化的成岩背景<sup>[5]</sup>, 也就注定了研究区长<sub>6</sub>油层砂岩储层孔隙结构普遍较差, 尽管破裂和溶蚀作用在很大程度上增加了孔隙空间, 并在局部明显改善喉道的连通性。从铸体薄片资料来看, 岩石的各种粒间孔隙虽然较发育, 但孔隙之间的连通性仍然较差, 其孔喉关系以中、小孔-细、微喉型组合为主(图 4), 孔隙类型以剩余粒间孔为主, 其次为溶孔、微孔。

## 4 隔夹层分布特征

通过特低渗油藏的开发实践表明, 影响油藏注水开发效果重要因素之一就是隔夹层的分布。不稳定的夹层发育会影响水线推进速度, 导致注水困难, 往往使得注水不能到达目的层, 产生无效注水效应; 而稳定发育的厚隔层, 可作为分层注水的阻隔层, 能够显著提高油藏的开发效率, 有效提高采收率<sup>[6]</sup>。因此本次研究分细层着重研究了层内夹层, 层间隔层

的分布。

研究表明,长6<sub>3</sub><sup>1-1</sup>夹层不发育,平面上呈点状分布,长6<sub>3</sub><sup>1-2</sup>、长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup>夹层较为发育,平面上呈片状分布但连片性差,长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup>、长6<sub>3</sub><sup>3</sup>夹层发育,平面上呈连片状分布。长6<sub>3</sub><sup>1-2</sup> - 长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup>隔层与长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup> - 长6<sub>3</sub><sup>3</sup>隔层最为发育,且连片分布,可作为分层注水的有利阻隔带。

### 5 储层物性影响因素的探讨

华庆地区长6<sub>3</sub>油层属于三角洲前缘沉积物大规模滑塌形成的湖底细碎屑浊积扇<sup>[7]</sup>,本次研究主要讨论储层受沉积微相和岩石类型对储层物性的影响:

(1)沉积微相对储层物性的控制,主要表现为单一的内扇 - 中扇分流水道砂体对储层的控制,随分流水道的延伸方向,砂体趋于减薄、变细和泥质含量增加,储层物性变差<sup>[8]</sup>。好储层主要集中在分支水道微相(图5)。

(2)由于组成内扇 - 中扇分流水道砂体来自统一和稳定的北部三角洲前缘滑塌沉积物<sup>[9]</sup>,砂体粒度、物质组分、结构和成岩后生变化基本一致,均以细粒长石砂岩为主(表1)。

因此,仅就水道砂体的纵向延伸方向上岩性对储层物性的控制并不很明显,整体表现为相对的均质性。在垂直水道的方向上,位于水道中心的砂体粒度较粗以细粒长石砂岩为主,物性相对较好,向水道两侧逐渐变细为微 - 细粒长石砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩与泥岩的互层组合,储集物性迅速变差,且往往又因水道频繁地分流和侧向迁移活跃,迁移叠置的水道砂体之间斜交泥岩夹层较为发育,因此,往往存在侧向上的严重非均质性。

### 6 结论

(1)鄂尔多斯盆地华庆地区长6<sub>3</sub>油层以粉 - 细粒砂岩为主,矿物成熟度较低,具有低孔、超低渗特征<sup>[10]</sup>,砂岩的储、渗能力主要依赖砂岩基质孔隙与喉

道。储层喉道类型以孔隙缩小型、缩颈型、管状喉道型与粒间隙喉道型为主,孔喉关系以中、小孔 - 细、微喉型组合为主。

(2)长6<sub>3</sub><sup>1-2</sup> - 长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup>与长6<sub>3</sub><sup>2-2</sup> - 长6<sub>3</sub><sup>3</sup>隔层最为发育且连片分布,可作为分层注水的有利阻隔带。长6<sub>3</sub>

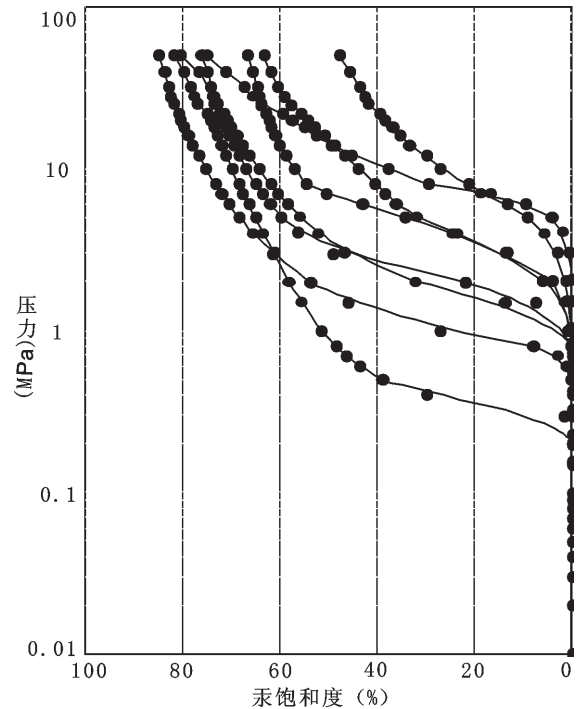


图4 长6<sub>3</sub>储层压汞曲线图

Fig. 4 Mercury curve of Chang 6<sub>3</sub> reservoir

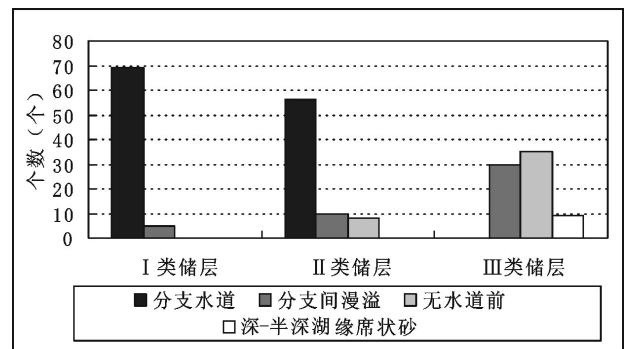


图5 华庆地区长6<sub>3</sub>储层沉积微相统计图

Fig. 6 Microfacies charts of Chang 6<sub>3</sub> reservoir in Huaqing area

表1 沉积微相与物性关系统计表(华庆地区长6<sub>3</sub>油层383件样品)

Table 1 Relation between microfacies and physical properties (383 samples)

沉积微相	岩性	样品数	孔隙度/%		渗透率/(10 <sup>-3</sup> μ m <sup>2</sup> )	
			区间值	平均值	区间值	平均值
内-中扇分流水道砂体	细-中粒长石砂岩	37	2.6~18.7	10.6	0.026~6.0	0.727
中扇分流水道砂体	细粒长石砂岩	188	1.4~21.3	11.3	0.003~5.2	0.678
	微-细粒长石砂岩	91	2.0~9.7	8.0	0.01~4.2	0.598
前缘无水道席状砂体	粉砂岩	41	0.6~4.6	4.8	0.01~3.2	0.523
外扇远源浊积砂体	泥质粉砂岩	26	1.6~3.4	2.3	0.002~2.1	0.320

油层物性受沉积微相和岩石类型的影响。好储层主要集中在分支水道微相。组成内扇-中扇分流水道砂体均以细粒长石砂岩为主。

#### 参考文献:

- [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] 陈全红,李文厚,高永祥,等.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组深湖沉积与油气聚集意义[J].中国科学D辑,2007,37(增刊 I):39-48.
- [3] 刘昊伟,郑兴远,陈全红,等.华庆地区长6深水沉积低渗透砂岩储层特征[J].西南石油大学学报(自然科学版),2010,32(1):21-26.
- [4] 文华国,郑荣才,陈洪德,等.鄂尔多斯盆地白豹-华池地区区长6砂岩储层特征[J].石油学报,2007,28(4):46-51.
- [5] 郑荣才,文华国,韩永林,等.鄂尔多斯盆地白豹地区长6油层组湖底滑塌浊积扇沉积特征及其研究意义[J].成都理工大学学报(自然科学版)2006,33(6):566-575.
- [6] 赵澄林,朱筱敏.沉积岩石学(第二版)[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [7] 程启贵,张春生.吴旗地区吴410井区氏6油藏孔隙结构特征研究[J].石油天然气学报,2006,28(3):240-242.
- [8] 朱筱敏,张强,吕雪雁等.塔里木盆地塔北与塔中地区沉积特征对比[J].中国地质,2005,32(4):648-654.
- [9] 李凤杰,王多云,徐旭辉.鄂尔多斯盆地陇东地区三叠系延长组储层特征及影响因素分析[J].石油实验地质,2005,27(4):365-370.
- [10] 于兴河.油气储层地质学基础[M].北京:石油工业出版社,2009:259-260.

## Research on the Features of Chang 6<sub>3</sub> Reservoir in Huaqing Area, Ordos Basin

LI Li, ZHANG Chun-sheng, ZHOU Yong-xia, WANG Mei-ge

(Key Laboratory of Exploration Technologies for Oil and Gasresources, Ministry of Education, Yangtze University, Jing-zhou, Hubei 434023, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the cast slice and petrophysics, the petrology characteristics, physical properties and pore structure of the Chang 6<sub>3</sub> reservoir in Huaqing area are studied, and its influencing factors are analyzed. The result shows that the petrology characteristics of Chang 6<sub>3</sub> reservoir are mainly of powder - fine sandstone with a low mineral maturity. Medium pore and small pore in sandstone matrix are the main reservoir space. Fine and micro-pore throat are the basic seepage passage. Remaining intergranular pore are the main pore types. Chang 6<sub>3</sub> is a typical low porosity, low permeability reservoir. Interbeds are developed well and distributed continuously, which could be a fine barrier layer as water injection. Reservoir property is influenced by the material composition of the sedimentary environment, texture and structure.

**Keywords:** reservoir characteristic; influencing factor; Chang 6<sub>3</sub> in Huaqing area; Ordos Basin