

# Research of the Characteristics of the Chang 8 Reservoir in Zhangjiawan Area, Fuxian County, Ordos Basin

Shiqi Zhou<sup>1,2</sup>

1.School of Earth Sciences and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2.Shaanxi Key Laboratory of Petroleum Accumulation Geology, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

## Abstract

In order to clarify the characteristics and influencing factors of the Chang 8 tight sandstone reservoir in the Fuxian area of the Ordos Basin, the sedimentary characteristics, petrological characteristics, physical properties, pore throat characteristics, and their correlation and control factors of the Chang 8 tight sandstone reservoir in the Zhangjiawan area of Fuxian were studied through experimental data such as microscopic identification, core observation, X-ray diffraction, and constant velocity mercury injection experiments. The results indicate that the Chang 8 reservoir in the study area is mainly composed of delta front sediments, mainly composed of fine-grained feldspathic sandstone, with low compositional and structural maturity of the rocks; the average porosity of Chang 8 is 7.7%, and the average permeability is 0.3mD; the main types of pores are intergranular pores, feldspar dissolution pores, and microcracks, with an average throat radius of 0.06 $\mu$ m, the throat is mainly composed of small pores; the physical properties of reservoirs are influenced by two factors: sedimentary environment and diagenesis, the physical properties of reservoirs in distributary channels are better than those in underwater distributary bays, and the thicker the sand body, the better the physical properties; compaction and cementation are destructive effects on the reservoir, while dissolution, metasomatism, and fracturing have constructive effects on the reservoir.

## Keywords

Zhangjiawan area; Yanchang formation; reservoir characteristics; heterogeneity

# 鄂尔多斯盆地富县张家湾地区长 8 储层特征研究

周世琪<sup>1,2</sup>

1. 西安石油大学地球科学与工程学院, 中国·陕西·西安 710065

2. 西安石油大学陕西省油气成藏地质学重点实验室, 中国·陕西·西安 710065

## 摘要

为了明确鄂尔多斯盆地富县地区长8致密砂岩储层特征及其影响因素,通过镜下的薄片鉴定、岩心观察、X衍射、恒速压汞实验等实验数据,对富县张家湾地区延长组长8储层的沉积特征、岩石学特征、物性特征、孔喉特征等微观性及其相关性和控制因素进行研究。结果表明,研究区内长8储层主要是三角洲前缘沉积,以细粒长石砂岩为主,岩石的成分成熟度和结构成熟度较低;长8平均的孔隙度为7.7%,平均渗透率为0.3mD;孔隙类型主要是粒间孔、长石溶孔和微裂缝,喉道的平均半径为0.06 $\mu$ m,喉道主要是小细孔喉;储层的物性影响因素来自沉积环境和成岩作用两方面,在分流河道的储层物性好于水下分流间湾,砂体厚度越大的部分物性更好;压实作用、胶结作用对储层是一个破坏作用,溶蚀作用、交代作用、破裂作用对储层具有建设性作用。

## 关键词

张家湾区; 延长组; 储层特征; 非均质性

## 1 引言

研究区位于鄂尔多斯盆地的伊陕斜坡的南部,在位置上已经靠近了南部的渭北隆起。总体上是一个近南北向的展布并由东向西倾斜的单斜构造,倾角的坡度平缓,倾角未达到1°,局部发育鼻状构造,整个地层中含有多套具有潜力的生储盖组合。而在上三叠系的延长组中一共是发育了十套

的油层组,长10段是一个湖盆开始下沉湖面开始上升的时期,长9时期地层的沉降速度变快,直到长7段时期整个的这个湖盆的面积达到了最大后进入收缩时期。

前人对于富县地区已经做过一定的勘探研究,对于长8储层的特征已经总结并且形成了一定的认识。陈飞、王桂成等研究了富县地区延长组的一个整体沉积特征(陈飞,2012;王桂成,2003);周家全等研究了整个富县地区的成岩作用(周家全,2019),相对优质的储层可以通过相对有利的成岩作用进行控制及筛选;蔡劲等通过地球化学方

【作者简介】周世琪(1997-),男,中国河北承德人,在读硕士,从事非常规油气勘探研究。

法对长8地层进行了油源对比,对勘探开发有重要的作用;万有利、宋健等对长8有利储层的特征及形成机理进行了详细的研究(万有利,2010;宋健,2019),同时郭兰等也通过核磁共振技术对富县长8储层参数进行了描述(郭兰,2017)。

总体上对富县地区的整体研究已经很多了,所以为了更精确地对储层进行研究,要对富县地区按照区块不同进行研究,通过岩心实验分析剖析张家湾地区储层参数,希望达到对张家湾长8段砂岩储层的进一步认识。

## 2 长8储层岩石学特征

通过岩心观察以及岩石薄片鉴定的手段,中—细粒长石砂岩和长石砂岩是在研究区内占主体的岩石类型。长石的含量在26%~67%之间,平均值为50.2%,石英的含量在18%~28%之间,平均值为24.6%,岩屑的含量在5%~15%之间,平均值为10.4%,岩屑的主要类别是变质岩岩屑和火成岩岩屑,沉积岩岩屑的含量最少,仅为1%。重矿物中,云母含量最高(4.2%)。

研究区长8储层中砂岩的填隙物成分含量高(16%),主要是胶结物,杂基含量少。胶结物的平均含量为14.2%,主要包含有粘土矿物中的绿泥石、伊利石、浊沸石;碎屑中的方解石、铁白云石、长石以及自生石英等,杂基的含量较少仅有0.13%。X衍射化验后的粘土矿物含量分析中发现研究层段中的粘土含量中占据主要地位的是伊利石和绿泥石(56%),含量稍次之的是伊/蒙混层(43%),而高岭石的含量微乎其微;伊利石在镜下观察到了片状和丝状的分布状态;砂岩中的硅质发生了石英的自生加大;长石质胶结物发生不同程度的钠长石和钾长石的自生加大现象。

## 3 物性特征

长8<sub>1</sub>的砂岩储层孔隙度主要分布在之间5.2%~10.4%,平均孔隙度为8.18%;渗透率的主要数值范围在 $0.05 \times 10^{-3}$ ~ $0.99 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间,渗透率的平均值是 $0.34 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,其中样品渗透率的频率集中在 $0.07 \times 10^{-3}$ ~ $0.49 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。长8<sub>1</sub>储层相较于长8<sub>2</sub>的好一些,其中长8<sub>2</sub>砂岩的孔隙度介于之间0.8%~15%,平均孔隙度为7.46%,渗透率在 $0.01 \times 10^{-3}$ ~ $1.63 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间,渗透率的平均是 $0.29 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,不同样品的渗透率出现频数集中在 $0.06 \times 10^{-3}$ ~ $0.51 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。通过样品统计分析表明,二者都是一个低孔低渗的储层,由于长8<sub>1</sub>和长8<sub>2</sub>不同的沉积特点从而影响了储层物性的不同,尽管长8<sub>2</sub>是三角洲进积影响形成的,但由于压实、胶结作用仍使得它物性比长8<sub>1</sub>的要差一些。通过孔隙度与渗透率的相关性拟合法得出二者之间存在着较强的一个正相关性,砂岩中孔隙度大于10%的储层渗透率一般在 $0.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 左右。

统计完研究区内的样品数据后发现,研究区内的孔隙类型主要是粒间孔,其余孔隙的数量从多到少依次是长石溶

孔、岩屑溶孔、填隙物溶孔还有少量微裂缝。其中粒间孔占总孔隙的55.8%,长石溶孔占了大约有32.5%,而其他类型的孔隙含量较少,共占12%。由于长8储层中发育绿泥石环边,所以对孔隙起到了一定的保护作用,使孔隙度的下降变慢。

## 4 成岩作用

像鄂尔多斯盆地其他地区和层位一样,该研究区的成岩作用也是压实作用、胶结作用、交代作用、溶蚀作用,同时还在研究区发现了少部分的破裂作用。

### 4.1 机械压实作用

在盆地内部的东南部,通过研究发现该地区延长组今天的地貌是地层中沉积下来的砂岩经过百万年的中等压实下所形成的。通过扫描电镜发现研究区内作为沉积主体的长石砂岩中普遍发育有绿泥石充填孔隙的现象。虽然绿泥石的充填使孔隙减小,但绿泥石的保护作用阻止了孔隙的进一步压实破坏。目的层中碎屑颗粒的接触方式以点—线接触为主,同时可以在照片中看到有残余粒间孔发育,这说明在该地方因脆性矿物的支撑作用导致了机械压实作用并没有完全起作用导致了孔隙的残留。而在那些绿泥石并不发育并且还胶结了很多泥质矿物的岩屑长石砂岩中,可以看到云母因压实导致的强烈变形。储层接触方式也变为了线接触,偶尔有凹凸接触,孔隙被充填和接触方式改变的直接结果就是导致原生的孔隙消失,储层致密。

### 4.2 胶结作用

在研究区内发生的胶结作用有孔隙式胶结、压嵌式胶结、压嵌—孔隙式胶结、压嵌—薄膜式胶结、基底—孔隙式胶结以及薄膜—孔隙式胶结,其中最多的是孔隙式胶结,其次是薄膜—孔隙式胶结。胶结物的不同导致了不同的储集性能有所差异,从X衍射分析,胶结物中最常见到的是碳酸盐岩胶结、粘土矿物胶结、硅质胶结、浊沸石胶结。其中碳酸盐岩含量达到了12.9%,因为研究区内部的碳酸盐岩形成在晚期,所以并没有经历有机酸的溶蚀作用。最终该地区的碳酸盐矿物与物性形成一种负相关的关系,碳酸盐岩发育的地方导致储层物性参数变小。粘土矿物在该区的含量12.6%,主要为伊利石、绿泥石和伊/蒙混层等。绿泥石在研究内普遍发育(7.2%),早期的绿泥石是以薄膜的形式依附在碎屑颗粒表面,多为针叶状和单独的玫瑰花状从而破坏了原生孔隙。同时本区的硅质胶结也是常见的类型,由于石英的次生加大导致了孔隙的永久性破坏,从而大大降低了砂岩的储集性能。在研究区内成岩过程中还伴随着长石的次生加大的胶结类型,破坏了储层的孔隙结构。

### 4.3 溶蚀作用

研究区内的溶蚀类型主要有大量的长石溶蚀、少量的石英溶蚀和浊沸石溶蚀等。X衍射的报告中斜长石的含量为35.8%,钾长石含量为7.7%,不稳定的长石发生溶蚀导致了

次生孔隙的生成。在扫描电镜的观察中还发现了有石英发生溶蚀的现象,同时在邻区的长8储层中发现了浊沸石表面发生残缺现象,表明浊沸石的溶蚀也对储层的储集性能起到了促进的作用。

#### 4.4 破裂作用

由于地层活动导致在鄂尔多斯盆地存在有十分发育的裂缝。但是在该地区长期稳定的构造活动影响下,因为储层中的塑性颗粒含量比较多,所以在这里长8破裂作用不是常见,虽然露头和岩心记录、铸体中都发现了天然的裂缝存在,但都是些微裂缝,还是充填了方解石的,所以微弱的破裂作用没有对储层进行有效的改善。

#### 4.5 交代作用

研究区交代作用在长8储层中常见,碎屑黑云母的水化碳酸盐胶结物通过在镜下观察发现被交代为长石、岩屑、云母等颗粒,如白云石和铁白云石的加大边、粘土矿物和碎屑矿物的交代,长石的粘土矿物化、长石向伊利石的转化、长石颗粒的粘土化。矿物在发生交代作用变为另一种矿物时,由于岩石的结构变化了所以孔隙度和渗透率也就变化了,那么就会对储层物性存在或有利或有害的影响。

### 5 非均质性特征

非均质性的研究分为宏观和微观两方面,在论文中主要从宏观角度进行描述,分为层内、层间和平面三个方面的内容。通过前人研究发现该地区的长8具有中等水平的非均质性,总的变异系数在0.45~0.60之内。不同砂体之间的非均质性存在着比较明显的差异,其中长8<sub>1</sub>的非均质性属于中等水平,而长8<sub>2</sub>的非均质性相对较弱。在平面展布上,由于不同地区的长8层位物性差异明显所以也表现出较强的非均质性,从物源开始头部到物源结束的尾部,因为砂体厚度变薄,整体的孔隙度、渗透率值就会逐渐降低。

### 6 结论

①研究区长8分为8<sub>1</sub>和8<sub>2</sub>两个小层,均为三角洲前缘

沉积相,长8<sub>1</sub>发生在湖侵时期三角洲发生退积,长8<sub>2</sub>发生在湖退时期三角洲发生进积。

②研究区的岩性主要是长石砂岩为主,填隙物为胶结物和杂基,其中胶结物含量相对多,杂基含量相对少。长8储层结构成熟度与成分成熟度低,分选性和磨圆度都是相对较好的,孔隙类型主要还是以粒间孔为主,喉道为细小喉道,孔喉结构的分选差,油气主要储集在孔隙内。总体上长8油层组储层物性差,为低孔隙度、低渗透这样的储层。两个层位中主力的油层在长8<sub>2</sub>、长8<sub>1</sub>,主要表现为岩心新鲜面有油味。

③通过对储层的综合研究来看,主要是来自沉积作用和成岩作用两方面因素共同控制着研究区的长8储层物性。其中形成该区低孔低渗的两个最主要原因分别是压实作用和胶结作用,破坏了储层物性的是储层压实和颗粒间的胶结,而对储层起到改善作用的是溶蚀增孔和微裂缝的发育。

#### 参考文献

- [1] 葛云锦,马芳侠.富县地区长8致密储层微观结构及致密化[J].断块油气田,2018,25(3):300-304.
- [2] 靳晓杰.鄂尔多斯盆地伊陕斜坡南部长6段储层特征及主控因素分析[J].中外能源,2022,27(5):35-41.
- [3] 王桂成,马维民,赵虹,等.鄂尔多斯盆地富县探区三叠系延长组沉积特征[J].西北大学学报(自然科学版),2003(5):608-612.
- [4] 周家全,张立强,王香增,等.鄂尔多斯盆地富县地区长8致密砂岩成岩差异性对储层物性的影响[J].油气地质与采收率,2019,26(3):54-62.
- [5] 万友利,丁晓琪,葛鹏莉,等.鄂尔多斯盆地富县地区长8油层组高效储层形成机理[J].石油天然气学报,2010,32(6):181-185+533.
- [6] 宋健,孟旺才,邓南涛,等.鄂尔多斯盆地富-黄地区延长组储层特征及物性影响因素分析[J].西北地质,2019,52(1):98-108.
- [7] 郭兰,丁超,门艳萍,等.基于核磁共振(NMR)技术进行致密储层参数研究——以鄂尔多斯盆地南部富县油田延长组长8致密储层为例[J].非常规油气,2017,4(3):29-35.