

文章编号:1673-9469(2016)04-0093-05

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2016.04.020

鄂尔多斯盆地西南部长6储层岩石学特征

李凯强,张景军,李静伟,张娜

(东北石油大学 地球科学学院,黑龙江 大庆 163318)

摘要:利用岩心、岩石薄片、铸体薄片,扫描电镜和X衍射观察分析数据,结合前人研究成果,对鄂尔多斯盆地西南部长6砂岩储层岩石学特征进行研究,并对不同区块的岩石学特征进行对比分析。结果表明:该区岩石以岩屑长石砂岩和长石砂岩为主;石英、长石含量较高,岩屑、填隙物含量较低,成分成熟度较低;岩屑以变质岩岩屑为主,塑性岩屑含量较高,刚塑性岩屑相对含量变化具有明显的方向性;分选性中—好,颗粒以次棱角为主,结构成熟度相对较高,各小区块岩石学特征有所差别;物源和沉积环境的不同是该区域岩石学特征的重要影响因素。

关键词:长6储层;岩石学特征;西南部;鄂尔多斯盆地

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

Petrologic characteristics of Chang 6 reservoir in southwest of Ordos Basin

LI Kaiqiang, ZHANG Jingjun, LI Jingwei, ZHANG Na

(College of Geosciences, Northeast Petroleum University, Heilongjiang Daqing, 163318, China)

Abstract: Using core, rock thin section, cast thin section, scanning electron microscope and X diffraction analysis data, combined with previous research results, we studied the petrological characteristics of long 6 sandstone reservoir in Longdong area of Ordos Basin. And the petrological characteristics of different blocks were compared and analyzed. The results show that the main rock types of this area are lithic feldspathic sandstones and feldspar sandstones. Quartz, feldspar content is high, detritus, interstitial material content and compositional maturity are low. The interstitial material is mainly of metamorphic detritus, and the plastic detritus content is high. The change of relative content of rigid-plastic debris has obvious orientation; Sorting is medium-well, particle is main of sep-angular, structure maturity is relatively high. Petrological characteristics of each cell block are different. The difference of provenance and sedimentary environment is the important factor for the petrologic characteristics.

Key words: Chang 6 Reservoir; rock property; southwest; Ordos Basin

目前我国油气勘探现状为东部勘探程度较高、常规储层研究较多,西部勘探程度较低、非常规致密储层研究较少,勘探重点由东部向西部转移^[1-2]。鄂尔多斯盆地是我国西部的重要油气富集盆地,是近年来勘探开发的热点地区,盆地内发育有重要的含油层系——延长组地层,长6储层是其重要的油气储层和主力产油层,也是盆地重要的勘探目的层,近年来吸引了许多学者对其开展分析研究^[3-4]。但大多数研究只局限于个别区域,且仅对岩石学特征进行宽泛描述,未进行深入

分析。钟大康等对陇东地区延长组储层岩石学特征进行了整体研究,而未对长6储层进行重点分析^[5-7]。针对目前国内学者对盆地西南部长6储层岩石学特征的针对性研究较少的现状,本文在总结大量前人研究成果的基础上,结合719口井6984块岩石薄片观察分析资料,采用多种分析方法,对此区域长6储层岩石学特征进行了较深入的分析研究,并对与其密切相关的孔隙度演化进行了简要分析。从整体上对研究区长6储层岩石学特征进行针对性研究,并对不同区块进行

收稿日期:2016-05-29

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41472125)

作者简介:李凯强(1990-),男,河南柘城人,硕士,主要从事沉积岩与开发地质方面的研究。

对比分析,对于认识研究区长6储层岩石学特征及平面变化规律、储层物性特征及影响因素有重要意义,也可为后期有效储层预测、进一步勘探开发发挥积极作用。

1 区域概况

鄂尔多斯盆地是一个大型多旋回克拉通盆地,由伊盟隆起、西缘冲断构造带、陕北斜坡、天环拗陷、晋西挠褶带、渭北隆起等构造单元构成,周边被活动的褶皱山系和地堑系环绕,内部构造简单、地层平缓^[3,8]。研究区位于盆地西南部,北以靖边一定边为界,南至正宁—宁县、西达大水坑—环县—庆阳一线,东至双城—延安—罗山府一带,受控于天环凹陷和陕北斜坡两个地质构造单元,地势平缓,面积约 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$,可分为姬嫫、安塞、合水三大区块。研究区长6储层埋深为2 000 ~ 2 700 m,储层岩石以灰绿色、灰黑色细粒砂岩为主,成岩作用处于晚成岩A期,孔隙度较低、渗透率极低,为典型的致密储层;目前该区域已发现姬嫫、安塞、华庆等油田,油气勘探潜力巨大。

2 储层岩石学特征

2.1 岩石分类及分布特征

对6 984块薄片鉴定结果进行统计分析,认为研究区岩石类型以岩屑长石砂岩和长石砂岩为主,其次为长石岩屑砂岩,岩屑砂岩含量较低,岩屑石英砂岩和长石石英砂岩含量极低,统计过程

中未发现石英砂岩。姬嫫区块岩屑长石砂岩高与长石砂岩、长石岩屑砂岩含量也较高,除石英砂岩外其余类型岩石均存在;安塞区块长石砂岩高与岩屑长石砂岩,二者之和占样品总数的96.51%;合水区块岩屑长石砂岩含量研究区最高,其余类型砂岩均较低(图1)。

2.2 碎屑成分特征及影响因素

2.2.1 碎屑成分总体特征

研究区石英、长石、岩屑、填隙物相对含量平均值分别为33.82%、34.16%、21.38%、10.64%,成分成熟度 $Q/(F+R)$ 值为0.71。石英、长石含量相近,岩屑含量不高但种类较多,以白云岩、千枚岩、喷发岩、石英岩和高变岩为主,片岩、变质砂岩含量较低,花岗岩、粉砂岩、泥岩含量极低,岩屑可分为岩浆岩岩屑、变质岩岩屑和沉积岩岩屑、其他岩屑、云母;从抗风化压实能力强弱的角度也可分为刚性岩屑和塑性岩屑,该区塑性岩屑含量高于刚性岩屑,含量较高的塑性岩屑是该区域原生孔隙遭到破坏的重要原因。填隙物含量较低,填隙物以胶结物为主,杂基主要为极少量的网状粘土和凝灰质,胶结物主要为绿泥石、伊利石和高岭石等粘土矿物胶结,碳酸盐岩胶结物也较多,其次为硅质胶结。

2.2.2 不同区块碎屑成分特征

研究区不同区块岩石碎屑成分具有不同的特征。

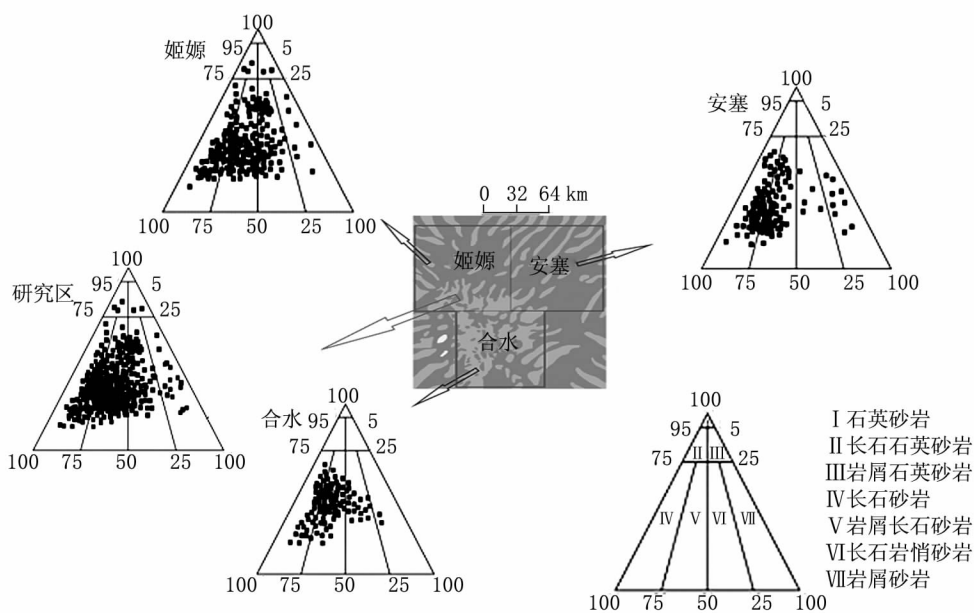


图1 研究区及各区块岩石类型三角图

Fig.1 Rock types triangle of study area and each block

表 1 研究区刚、塑性岩屑含量分区统计表
Tab. 1 Content of rigid and plastic detritus of different block in Study area

| 区块 | 刚性岩屑含量/% | | | | | | | | | 塑性岩屑含量/% | | | | | | | |
|----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 白云岩 | 灰岩 | 花岗岩 | 隐晶岩 | 高变岩 | 石英岩 | 变质砂岩 | 燧石 | 粉砂岩 | 总计 | 泥岩 | 喷发岩 | 片岩 | 千枚岩 | 板岩 | 云母 | 总计 |
| 姬嫫 | 2.93 | 0.37 | 0.21 | 1.36 | 2.30 | 1.68 | 0.90 | 0.59 | 0.29 | 10.63 | 0.31 | 1.84 | 0.70 | 2.20 | 1.29 | 7.06 | 13.40 |
| 安塞 | 0.43 | 0.03 | 0.28 | 0.96 | 2.86 | 1.55 | 0.75 | 0.35 | 0.12 | 5.78 | 0.11 | 2.07 | 0.70 | 1.95 | 0.96 | 6.38 | 12.17 |
| 合水 | 3.87 | 0.66 | 0.01 | 0.99 | 0.40 | 2.37 | 0.73 | 0.71 | 0.01 | 9.75 | 0.07 | 2.46 | 0.84 | 3.70 | 1.20 | 4.68 | 12.95 |

(1) 姬嫫区块石英、长石含量较高且差异不大,岩屑含量研究区最高而填隙物含量最低,成分成熟度为 0.57;岩屑以变质岩岩屑为主,刚塑性岩屑含量比值为 0.55,白云岩、高变岩千枚岩岩屑含量较高,花岗岩、粉砂岩、泥岩含量较低,云母含量最高(表 1);区块东部主要为绿泥石胶结,西部为高岭石胶结。

(2) 安塞区块石英和岩屑含量研究区最低,长石含量最高,填隙物含量中等,成分成熟度为 0.45;岩屑以变质岩岩屑为主,几乎不含沉积岩岩屑,刚塑性岩屑含量比值为 0.48,高变岩、喷发岩、千枚岩岩屑含量较高,泥岩、粉砂岩、灰岩、花岗岩含量较低;全区块以绿泥石胶结为主。

(3) 合水区块石英和填隙物含量研究区最高,长石含量最低,岩屑含量中等,成分成熟度 1.13;岩屑以变质岩岩屑为主,岩浆岩、沉积岩岩屑含量研究区最高。刚塑性岩屑比为 0.74,喷发岩、石英岩、千枚岩、白云岩岩屑含量较高,高变岩、灰岩含量较低,几乎不含粉砂岩、花岗岩、泥岩岩屑;云母含量研究区最低;区块西南部主要为伊利石胶结,东北部主要为绿泥石胶结。

2.2.3 物源对不同区块碎屑成分的影响

鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组沉积具有时间上的继承性和物源上的多向性^[4]。不同物源区提供的母岩类型不同,进而导致沉积区岩石碎屑组分产生较大差异^[9]。朱宗良,杨华等认为该区在不同的地质时期具有不同的物源方向^[4,10]。罗静兰,朱筱敏等认为长 6 期区存在东北、西南、南、北等多个物源方向^[9,11]。在对研究区刚塑性岩屑相对含量分析过程中发现其变化具有明显的方向性(图 2)。由此认为该区长 6 期该存在东北、西南、南三个物源方向,且东北向为主要物源方向。物源不同是三个区块的刚塑性岩屑相对含量变化出现明显方向性的原因。而物源区母岩类型的不同是三个区块岩石碎屑组分存在差异的重要原因。

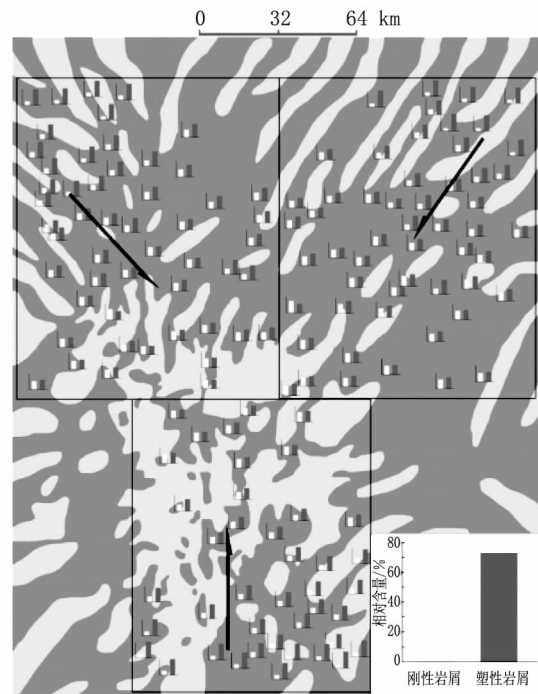


图 2 不同区块刚塑性岩屑相对含量变化趋势图
Fig. 2 Trend of rigid plastic relative content change

2.3 岩石结构特征及影响因素

2.3.1 研究区整体岩石结构特征

研究区长 6 储层砂岩颗粒粒度整体较细,以细砂岩为主,占统计样品总数的 89.50%,其次为中砂岩和粉砂岩,粗砂岩含量仅占 0.06%;磨圆度主要为次棱角状,棱一次棱、次棱一次圆、次棱角的占样品总数的 99.24%;分选以中和好为主,占统计样品数的 82.46%,分选性差的占 11.29%;整体而言结构成熟度较高。纵向上自长 63 至长 61 砂岩粒度逐渐变细。

2.3.2 不同区块岩石结构特征

(1) 姬嫫区块细 - 粉砂岩占样品总数的 95.72%,磨圆度为次棱角状的占样品总数的 88.81%,中等以上分选级别占样品总数的 90.52%,各项特征参数均属中等(表 2)。

(2) 安塞区块细 - 粉砂岩占样品总数的 86.05%,中 - 粗砂岩占 13.95%,整体粒度较粗;

磨圆度为次棱角状的占样品总数的 85.54%,次圆的占 8.14%,磨圆度最好。中等以上分选级别占样品总数的 93.56%,分选性最好。

(3) 合水区块细 - 粉砂岩占样品总数的 96.22%,颗粒最细;磨圆度为次棱角状的占样品总数的 94.38%,次圆状的为 2.25%,磨圆度最差。中等以上分选级别占样品总数的 57.26%,分选性差的占 24.34%,分选性最差。

2.3.3 沉积环境对不同区块岩石结构的影响

鄂尔多斯盆地湖盆自长 6 期开始由扩张改为收缩,从长 63 至长 61 湖盆自北向南逐渐萎缩,面积不断减小,至长 6 期末研究区南部合水区块的大部分为湖泊^[4],导致该地区杂基含量较高,泥质沉积较多,颗粒粒度更细,分选较差;北部姬嫫、安塞区块主要被辫状河和曲流河三角洲占据,杂基含量相对较低,沉积物粒度相对要粗,分选较好;研究区长 6 储层岩石平面上的粒度变化趋势、杂

基含量和分选级别的差异和纵向上粒度的不同与该区域湖盆的变化趋势相吻合。

3 岩石学特征与储层孔渗性的关系

储层砂岩岩石学特征对储层孔渗性有较大影响,不同的碎屑成分在成岩演化过程中会发生不同的变化改变储层的孔渗性^[12]。硬度较大的石英和刚性岩屑颗粒在成岩过程中不易受压变形,而使原生孔隙易于保留(图 3(a)),长石、石灰岩、白云岩等易溶颗粒和胶结物后期受酸性孔隙水溶蚀可产生大量次生孔隙(图 3(b)、(c));原生孔隙的保留和次生孔隙的增加使储层孔渗性变好。胶结物的广泛发育是使储层孔渗性变差的重要因素,如石英颗粒周围形成的绿泥石膜,碎屑颗粒间形成的高岭石胶结等(图 3(d)、(e));云母、泥岩、板岩等塑性成份容易受压变形挤占原有孔隙空间,这也是使孔渗性变差的重要原因(图 3(f))。

表 2 研究区不同区块岩石结构特征及相对含量统计表

(%)

Tab. 2 Rock structural features and relative content of table in different block of study area

| | 砂岩颗粒粒度 | | 磨圆度 | | 分选性 | |
|----|--------|--------|-------|------|-------|-------|
| | 粉 - 细砂 | 中 - 粗砂 | 次棱角 | 次圆 | 中等以上 | 差 |
| 姬嫫 | 95.72 | 4.28 | 88.81 | 4.78 | 90.52 | 6.82 |
| 安塞 | 86.05 | 13.95 | 85.54 | 8.14 | 93.56 | 4.37 |
| 合水 | 96.22 | 3.78 | 94.38 | 2.25 | 57.26 | 24.34 |

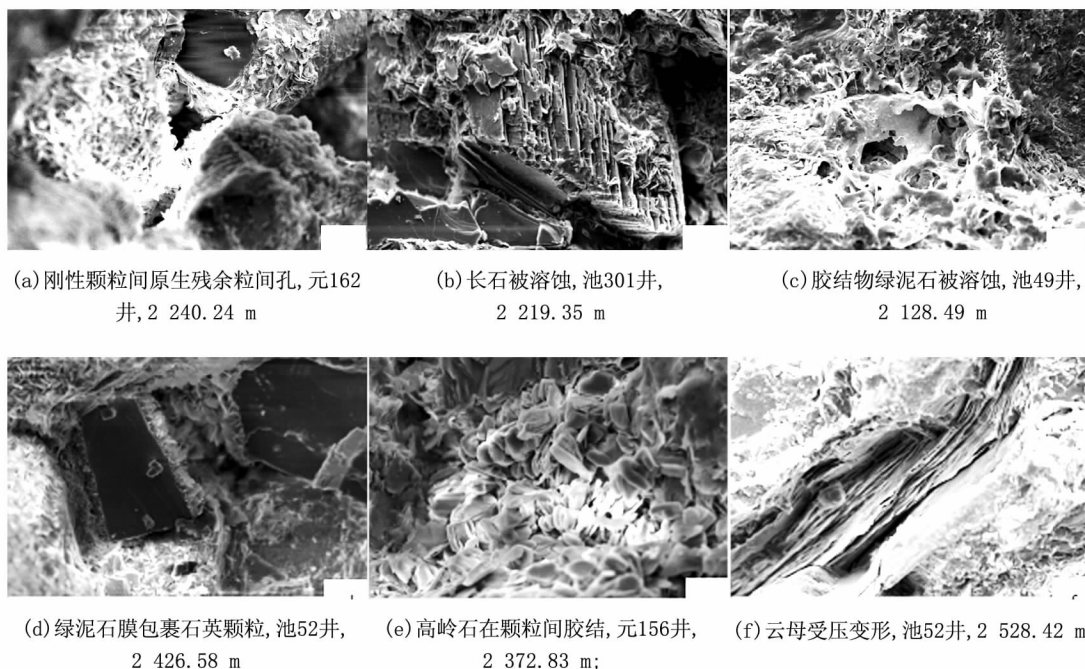


图 3 研究区储层岩石碎屑扫描电镜下的微观特征图版

Fig. 3 Plate of microscopic characteristics of the reservoir rocks under the scanning electron microscope in study area

表3 储层岩石颗粒粒度与储层孔渗性的关系表

Tab. 3 Relational table of particle size of reservoir and reservoir porosity and permeability

| | 细-粉砂岩相对含量/% | 孔隙度/% | 渗透率/ μm^2 |
|----|-------------|-------|-----------------------|
| 合水 | 96.22 | 9.72 | 0.28×10^{-3} |
| 姬嫫 | 95.72 | 10.18 | 0.46×10^{-3} |
| 安塞 | 86.05 | 11.45 | 0.94×10^{-3} |

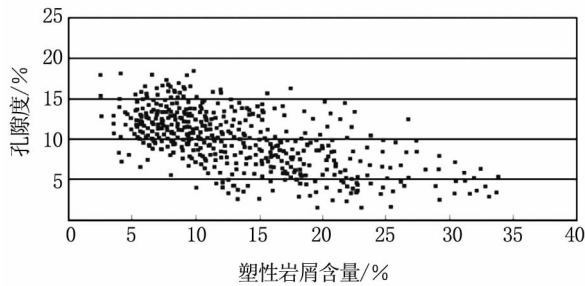


图4 塑性岩屑含量与孔隙度关系图

Fig. 4 Relation chart of plastic content and porosity

对数据的分析统计过程中发现孔隙度与塑性岩屑含量呈负相关关系便是其有力证据(图4)。岩石颗粒粒度也影响储层的孔渗性,颗粒较粗的中-细砂岩在成岩过程中更有利于原生孔隙的保存,颗粒间发育的胶结物在后期受溶蚀可形成大量次生孔隙,而粉-细砂岩粒度较细,胶结物发育较少,其形成的储层孔隙度较低、物性较差。研究区沉积物颗粒相对较粗的姬嫫、安塞区块,与泥质沉积较多的合水区块相比,孔渗性相对较好(表3)。

4 结论

1) 研究区长6储层岩石类型主要为岩屑长石砂岩和长石砂岩;石英、长石含量较高,岩屑、填隙物较低,成分成熟度较低,各个小区块碎屑组分含量有所不同;物源区母岩类型影响着不同区块的岩屑组成。

2) 整体上看,研究区砂岩粒度较细,分选性为中-好,磨圆度类型以次棱角为主,结构成熟度较高;沉积环境对岩石结构有较大影响。

3) 研究区存在东北、西南、南三个物源方向,东北向为主要物源方向;湖盆自长6期开始萎缩,区域由北向南及由长63至长61岩石结构变化趋势与该区域湖盆演化规律相符合。

参考文献:

- [1] 贾承造,郑民,张永峰. 中国非常规油气资源与勘探开发前景[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(2): 129-135.
- [2] 乔德武,任收麦,邱海峻,等. 中国油气资源勘探现状与战略选取[J]. 地质通报, 2011, 30(2): 187-196.
- [3] 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气[M]. 北京:石油工业出版社, 2003.
- [4] 杨华,陈洪德,付金华. 鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积地质与油藏分布规律[M]. 北京:科学出版社, 2012.
- [5] 方朝刚,李凤杰,陈俊宇,等. 鄂尔多斯盆地姬嫫油田上三叠统延长组长6油层组有利储层分布及控制因素[J]. 地质科技情报, 2014, 33(3): 126-132.
- [6] 文华国,郑荣才,陈洪德,等. 鄂尔多斯盆地白豹-华池地区长6砂岩储层特征[J]. 石油学报, 2007, 28(4): 46-51.
- [7] 钟大康,周立建,孙海涛,等. 鄂尔多斯盆地陇东地区延长组砂岩储层岩石学特征[J]. 地学前缘, 2013, 20(2): 52-60.
- [8] 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.
- [9] 朱筱敏,刘芬,朱世发,等. 鄂尔多斯盆地陇东地区延长组物源区构造属性研究[J]. 高校地质学报, 2015, 21(3): 413-425.
- [10] 朱宗良,李文厚,李克永,等. 鄂尔多斯盆地南部晚三叠世物源分析[J]. 高校地质学报, 2010, 16(4): 547-555.
- [11] 罗静兰,李忠兴,史成恩,等. 鄂尔多斯盆地西南部上三叠统延长组长8、长6油层组的沉积体系与物源方向[J]. 地质通报, 2008, 27(1): 101-111.
- [12] 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]. 石油天然气学报, 2012, 33(6): 890-899.

(责任编辑 王利君)