

文章编号:1673-8217(2010)03-0020-04

鄂尔多斯盆地旦八地区长₄₊₅油层组储层特征研究徐子炎^{1,2},苗建宇^{1,2},曾明³,张文选^{1,2}(1. 大陆动力学国家重点实验室(西北大学),陕西西安 710069;2. 西北大学地质学系;
3. 中国石油长庆油田公司第二采油厂)

摘要:对鄂尔多斯盆地旦八地区长₄₊₅储层,采用了铸体薄片分析、扫描电镜、压汞法等分析手段研究了微孔隙结构特征,结果表明该储层有残余粒间孔隙、溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙和裂缝孔隙等,孔喉分布大多具双峰型特征,其次为单峰型;同时对储层特征的影响因素即沉积作用、成岩作用、溶解作用和破裂作用等进行了探讨。

关键词:鄂尔多斯盆地;储层特征;长₄₊₅油层组;储层影响因素

中图分类号:TE112.23

文献标识码:A

鄂尔多斯盆地旦八地区位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡中部,现今的鄂尔多斯盆地构造形态总体显示为东翼宽缓,西翼陡窄的不对称大向斜的南北向矩形盆地。盆地边缘断裂褶皱较发育,而盆地内部构造相对简单,地层平缓,一般倾角不足1度^[1]。延长组长₄₊₅油层组以一套细粒、泥质含量高的沉积物为主,该段岩性明显,地层稳定,是延长组油层组内划分对比的标志层之一。

1 储层沉积特征

研究区延长组砂体主体属于志丹三角洲砂体^[1],由于河道的频繁摆动,砂岩单层厚度小,延伸长,层数多,叠合连片性好。研究表明,长₄₊₅油层组发育4支水下分流河道,由于小规模湖侵作用,导致砂地比值有所降低,介于30%~40%。研究区不同层位的水下分流河道砂体和分流河道砂体成为油气藏的主要储层相带,砂体之间被水下分流间湾和分流间湾所分隔,这种沉积相带的展布方式结合西倾单斜构造背景,构成砂体上倾方向优越的遮挡环境,从而有利于油气的储藏和圈闭。

2 储集层岩石学特征

据野外钻井岩心观察描述及室内对全区100多口钻井、100多块铸体薄片的显微镜详细观察和统计,旦八区长₄₊₅油层段为一套灰绿色细粒、极细粒的长石砂岩、岩屑砂岩、钙质粉砂岩、泥质粉砂岩互层,部分层段含大量的植物碎屑,沥青质及煤线(图1)。

储层中碎屑成分一般约占79.00%~92.00%,

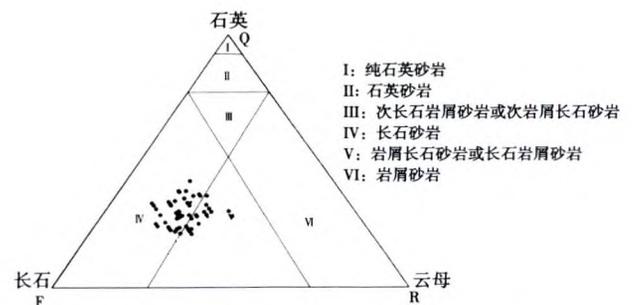


图1 旦八地区长₄₊₅油层段砂岩成分分类
以长石为主,其次为石英,并有一定量云母和岩屑,成分成熟度低。其中长石含量22.00%~60.00%,平均46.00%,表面普遍绢云母化;石英含量25.00%~42.00%,平均25.00%;岩屑含量2.00%~15.00%,平均8.40%;云母含量4.00%~23.00%,平均7.50%(图2)。

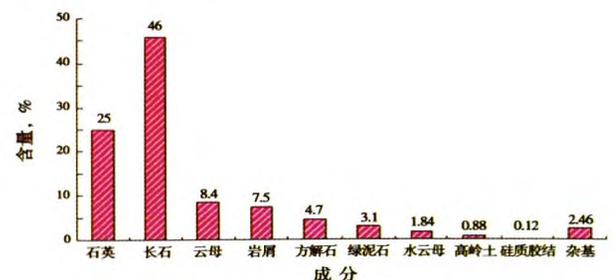


图2 旦八区长₄₊₅油层段砂岩储层组分直方图

收稿日期:2009-12-10;改回日期:2010-03-02

作者简介:徐子炎,1984年生,2007年毕业于西北大学地质学系资源勘查工程专业,在读硕士,主要从事油气藏评价方面的工作。
基金项目:国家973项目“多种能源同层共存的成矿(藏)机理与赋存条件的实验模拟研究”(编号2003CD214606)。

3 储集层孔隙类型

按照其成因可将孔隙分为原生孔隙和次生孔隙,次生孔隙是粒间或粒内物质溶蚀带出而形成的孔隙^[2]。

3.1 原生孔隙

残余粒间孔隙:指砂质沉积物在成岩过程中颗粒间孔隙被填隙物部分充填改造后形成的一类孔隙。扫描电镜观察中,孔隙分布不均一,具有强烈的非均质性。充填孔隙的多为薄膜式胶结的绿泥石,此外有再生式胶结的石英与长石加大边和孔隙式充填的绿泥石、方解石、石英、高岭石及黄铁矿等,此类孔隙连通性较好。

3.2 次生孔隙

溶蚀粒间孔隙:砂岩中的残余粒间孔隙在成岩过程中因部分碎屑和填隙物发生溶解而被改造扩大形成的次生孔隙,此类孔隙是旦八区长4+5油层组砂岩储集层的主要孔隙类型。

溶蚀粒内孔隙:指砂岩中部分碎屑内部在埋藏成岩中发生部分溶解而产生的孔隙类型。通过铸体薄片和扫描电镜观察分析,溶蚀粒内孔隙多见于长石、云母和部分岩屑内,常见溶蚀粒内孔隙与溶蚀粒间孔隙连通。其孔径一般为0.02~0.10 mm,常见与溶蚀粒间孔隙伴生分布,但分布很不均匀。

裂缝孔隙:砂岩在外力作用下发生破裂而形成的次生孔隙。根据岩心、铸体薄片和扫描电镜观察,长₄₊₅砂层组砂岩储集层中发现岩石破裂缝,缝宽约

0.01~0.20 mm,但裂缝在砂岩储层中的分布很不均一。

4 孔喉分布

根据孔喉半径、汞饱和度直方图及渗透率贡献值累积曲线频率分布直方图来看,旦八区长₄₊₅油层组砂岩储集层的孔喉分布大多具双峰型特征,其次为单峰型,峰位变动范围较宽,孔喉半径在0.0063~6.30 μm。

单峰型:单峰型分布一般具较粗孔喉峰态,表现为砂岩孔喉主体以较粗孔喉分布为主的分布特点,主峰位多处于0.60~4.00 μm,喉道中值半径在1.07~4.28 μm(图3A)。

双峰型:当孔喉分布为双峰型时,常表现为其中一个峰为主峰,而另一个峰为次要峰,孔喉分布具不对称性,峰态较明显,主峰值偏向粗孔喉一侧,次峰值位于细孔喉一侧。从薄片或电镜下观察,认为它们往往是由两种(较粗孔和微孔)或两种以上孔隙类型出现在同一岩样中的反映,两个峰的峰值差异视砂层组不同有所差别。主峰峰值相对较高,主峰峰值位于0.40~0.80 μm处,喉道中值半径在0.03~0.13 μm(图3B、图3C)。

单峰偏细型:峰态不明显,主峰峰值和次峰峰值含量相差不大,主峰峰值位于0.10~0.016 μm处,喉道中值半径约为0.01 μm。镜下薄片观察证实,具此种孔喉分布特点的砂岩中胶结物发育,孔喉连通性很差(图3D)。

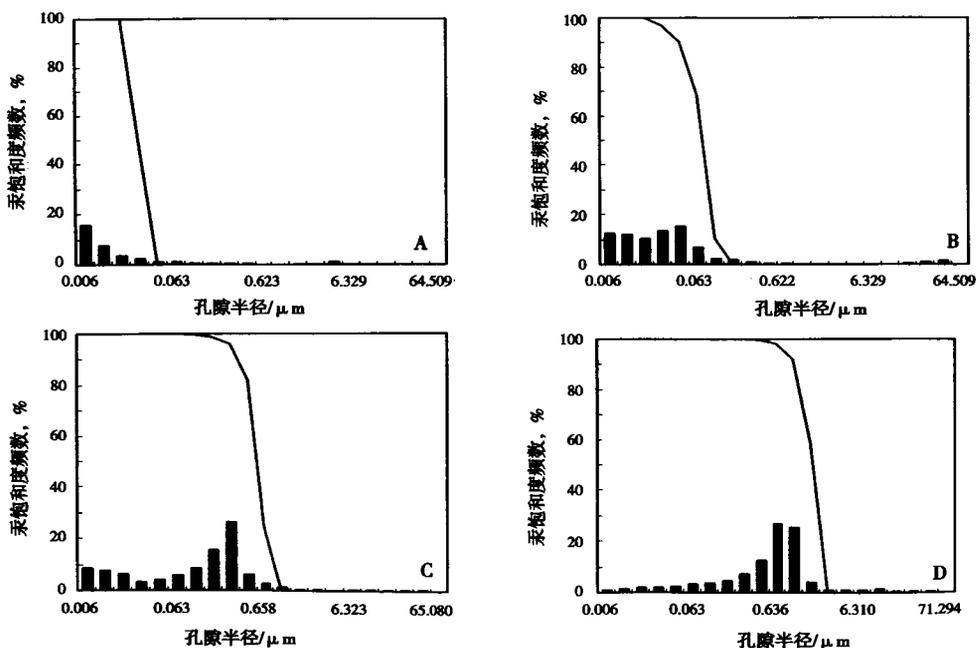


图3 旦八区长4+5油层组砂岩储层孔喉分布

上述这些孔喉分布类型基本反映了旦八区长₄₊₅油层组砂岩储集层中不同砂岩类型间孔隙结构的多变性、复杂性和极强非均质性。

5 储层物性参数特征

砂岩储集层的孔隙度和渗透率是反映储集层储集和渗滤性能的两个最基本参数。研究层段砂岩总体物性属低孔、低渗储集特征^[3]。通过对旦八区长₄₊₅油层组 100 多口井的常规物性资料的统计,得出孔隙度平均值为 8.99%(图 4),渗透率平均值为 $3.15 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

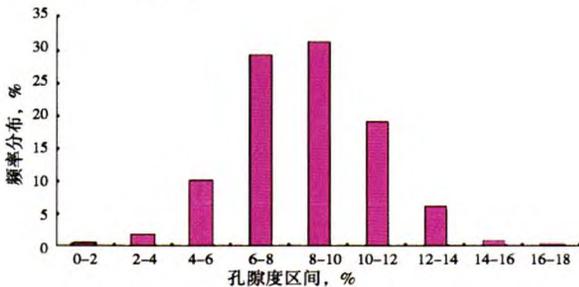


图 4 旦八区长₄₊₅ 下油层段孔隙度分布直方图

运用钻井取心测试的砂岩孔隙度和渗透率参数进行计算、作图,发现旦八区长₄₊₅油层组砂岩的孔隙度和渗透率两者之间具有较好的相关关系(图 5)。区别之处在不同砂层段砂岩的孔隙度样品频率分布不尽相同,显示出了它们的相对好差程度。

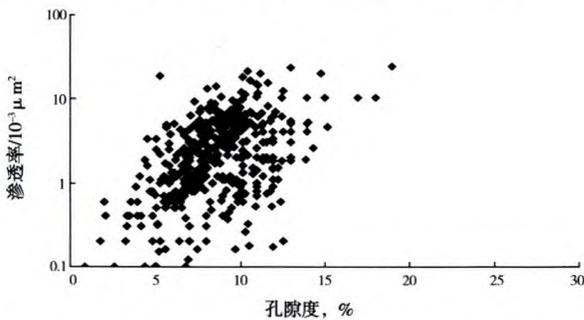


图 5 旦八区长 4+5 油层组孔隙度与渗透率相关关系

研究中发现不同砂层组孔隙度的变化规律明显受到岩相变化的影响,即砂岩储集层在平面上出现的高值区都与相关岩相带符合得较好,位于分流河道或席状砂相带的井段中,储集层物性都具有较高的孔隙度值,而处于分流间洼相带的砂体孔隙度、渗透率一般都较差。

6 储层特征影响因素分析

6.1 沉积作用对砂岩储层储集特征的影响

从大的方面讲,控制碎屑岩储层发育的主要地

质因素为沉积因素、成岩作用及构造改造作用^[4]。在不同的沉积环境,砂体分布具有不同的分布规律,这主要体现在沉积体系和沉积相对砂体分布的控制^[5]。

6.2 成岩作用对储层的影响

6.2.1 压实作用对储集层的影响

在正常压实的情况下,地层沉积后,随上覆地层的增加,其孔隙度和厚度不断减小^[6]。

早期成岩阶段发生的机械压实作用可导致砂岩颗粒间的紧密排列、位移及再分配,云母类及塑性岩屑发生膨胀及塑性变形,导致原生粒间孔大量丧失,是造成本区砂岩原生孔隙大量丧失的主要原因^[7-9]。据研究,压溶作用在富含云母和伊利石的砂岩中较发育,这样使储层物性进一步变差。

6.2.2 胶结作用对储集层的影响

储层内胶结物含量的增加,会导致岩石孔隙度降低。延长组储集岩内的胶结作用是最主要的成岩作用之一,胶结作用和压实作用是导致储层物性变差的最主要原因^[10]。

延长组储集层胶结作用非常显著,主要是碳酸盐胶结物充填部分或大部分孔隙空间。由于碳酸盐溶蚀程度较弱,因此往往形成低孔低渗的致密储集层。

6.3 溶解作用有效地改善了储集层物性

砂岩储集层的溶解作用可形成各种类型的次生孔隙,作为志丹油田旦八区长₄₊₅油层组储集层主要的孔隙类型之一,长石颗粒表面及内部、岩屑发生溶蚀对改善砂岩储层的储集性能起到了建设性的作用。

6.4 破裂作用对储层物性的影响

低渗透储层中的裂缝主要起渗流通道的作用。根据岩心描述和显微薄片观察发现志丹油田旦八区长₄₊₅油层组储层内部发育小规模裂缝。

在低渗透储层中,裂缝是油气运移和流体渗流的主要通道,可以提高储层的渗透性^[11-12]。前人研究表明,延长组中的区域裂缝可使其渗透率比基质渗透率增高 1~2 个数量级,并使其水平渗透率各向异性高达 50:1 以上,裂缝的存在大大改善了储集层的物性条件。

7 结论

鄂尔多斯盆地旦八区长₄₊₅油层组储层主要为低孔低渗层,孔隙度平均值为 8.99%,渗透率平均值为 $3.15 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。孔隙类型主要为残余粒间孔

隙、溶蚀粒内孔隙、溶蚀粒间孔隙。此外还有少量的自生矿物晶间孔隙和裂缝孔隙。其孔喉分布大多具双峰型特征,其次为单峰型,峰位变动范围较宽,孔喉半径分布在 0.0063~6.30 μm。

研究区影响储层物性的主要因素是沉积作用、成岩作用。位于分流河道或席状砂相带的井段中,储集层物性都具有较高的孔隙度值,而处于分流间洼相带的砂体孔隙度、渗透率一般都较差。成岩作用对砂岩储集层物性的影响既有建设性也有破坏性。压实作用、碳酸盐、粘土矿物的胶结作用是破坏储集层孔隙度、降低渗透率的主要因素;溶蚀作用易产生次生溶蚀孔隙,改善储集层的物性。成岩作用控制了本区的储层特征,是本区储层低孔低渗的主要原因。

参考文献

- [1] 何自新. 鄂尔多斯盆地演化与油气[M]. 北京:石油工业出版社,2003:112-115
- [2] 胡见义,赵文智. 中国含油气系统的应用与进展[M]. 北京:石油工业出版社,2001:197-204
- [3] 朱亚军,苗建宇,朱静. 鄂尔多斯盆地志丹旦八地区延长组长₄₊₅储层成岩作用研究[M]. 西北地质,2008,41(4):119-123
- [4] 林壬子,张金亮. 陆相储层沉积学进展[M]. 北京:石油工业出版社,1996:29-74
- [5] 李相明,黎成,洛跃雄. 安塞油田赛 431 井区长 2 油层沉积微相特征[J]. 石油地质与工程,2007,21(3):11-14
- [6] Pittman E D, R E Larese. Compaction of lithic sands: experimental results and applications [J]. APPG Bull,1991,75:1279-1299
- [7] 倪新锋,陈洪德,韦东晓. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层格架与油气勘探[J]. 中国地质,2007,(1):77~84
- [8] 宋凯,吕剑文,杜金良,等. 鄂尔多斯盆地中部上三叠统延长组物源方向分析与三角洲沉积体系[J]. 古地理学报,2002,(3):62-69
- [9] 付金华,郭正权,邓秀芹. 鄂尔多斯盆地西南地区上三叠统延长组沉积相及石油地质意义[J]. 古地理学报,2005,(1):37-47
- [10] 何义中,陈洪德,张锦泉. 鄂尔多斯盆地中部石炭-二叠系两类三角洲沉积机理探讨[J]. 石油与天然气地质,2001,(1):70-73
- [11] 陈洪德,倪新锋. 陇东地区三叠系延长组沉积层序及充填响应特征[J]. 石油与天然气地质,2006,(2):17-25
- [12] 王宏波,郑希民,冯明. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层与生储盖组合特征[J]. 天然气地球科学,2006,(5):81-85
- [5] 刘化清,袁剑英,李向博,等. 鄂尔多斯盆地延长期湖盆演化及其成因分析[J]. 岩性油气藏,2007,19(1):53-56
- [6] 刘勇,金晓辉,雷天成,等. 鄂尔多斯盆地延长组油气初次运移特征[J]. 西安石油学院学报,1997,12(1):8-11
- [7] 林壬子,张金亮. 陆相储层沉积学进展[M]. 北京:石油工业出版社,1996:29-74
- [8] 徐俊杰,宁正福,薛永超. 鄂尔多斯盆地杏白地区长 6 段沉积微相研究[J]. 石油地质与工程,2009,23(3):27-30
- [9] 李相明,黎成,洛跃雄. 安塞油田赛 431 井区长 2 油层沉积微相特征[J]. 石油地质与工程,2007,21(3):11-14
- [10] 武富礼,李文厚,李玉宏,等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组三角洲沉积及演化[J]. 古地理学报,2004,6(3):308-315
- [11] 武富礼,赵靖舟,闫世可,等. 陕北地区中生界石油补偿成藏规律研究[J]. 石油学报,2007,28(3):23-26
- [12] 高剑波,庞雄奇,王志欣,等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区延长组碎屑岩储层低渗特征及含油主控因素[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2007,31(1):6-12

编辑:吴官生

编辑:吴官生

(上接第 19 页)

- [5] 刘化清,袁剑英,李向博,等. 鄂尔多斯盆地延长期湖盆演化及其成因分析[J]. 岩性油气藏,2007,19(1):53-56
- [6] 刘勇,金晓辉,雷天成,等. 鄂尔多斯盆地延长组油气初次运移特征[J]. 西安石油学院学报,1997,12(1):8-11
- [7] 林壬子,张金亮. 陆相储层沉积学进展[M]. 北京:石油工业出版社,1996:29-74
- [8] 徐俊杰,宁正福,薛永超. 鄂尔多斯盆地杏白地区长 6 段沉积微相研究[J]. 石油地质与工程,2009,23(3):27-30
- [9] 李相明,黎成,洛跃雄. 安塞油田赛 431 井区长 2 油层沉积微相特征[J]. 石油地质与工程,2007,21(3):11-14
- [10] 武富礼,李文厚,李玉宏,等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组三角洲沉积及演化[J]. 古地理学报,2004,6(3):308-315
- [11] 武富礼,赵靖舟,闫世可,等. 陕北地区中生界石油补偿成藏规律研究[J]. 石油学报,2007,28(3):23-26
- [12] 高剑波,庞雄奇,王志欣,等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区延长组碎屑岩储层低渗特征及含油主控因素[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2007,31(1):6-12