

文章编号:1009-3850(2011)01-0085-04

# 鄂尔多斯盆地冯地坑-洪德地区 延长组长4+5段储层砂岩成岩作用研究

刘良刚,罗顺社,伍媛,刘启亮

(长江大学地球科学学院,湖北 荆州 434023)

**摘要:**鄂尔多斯盆地冯地坑-洪德地区长4+5段储层以长石砂岩和岩屑长石砂岩为主。本文通过岩心观察、薄片鉴定、扫描电镜、粘土矿物分析等,研究延长组长4+5段的成岩作用特征,分析其对储层物性的影响,确定储层砂岩的成岩作用阶段。早成岩期的压实作用和多种矿物的胶结作用是造成本区岩石孔隙体积减少的重要因素,而溶解作用尤其是长石的溶蚀作用是储层变好的重要控制因素。

**关键词:**鄂尔多斯盆地;冯地坑-洪德地区;成岩作用;成岩阶段

中图分类号:TE122.2+3

文献标识码:A

## 1 引言

鄂尔多斯盆地是中国最早进行石油勘探开发的大型含油气盆地之一。冯地坑-洪德地区位于鄂尔多斯盆地西南部(图1),该区西接天环坳陷,东邻陕北斜坡,北起冯地坑北部池401井,南至洪德。三叠系延长组是冯地坑-洪德地区重要的含油层系。该套地层分布广,埋藏浅,油层多。冯地坑-洪德地区延长组长4+5油层组沉积期是继长7之后盆地南部又一次重要的生油岩形成时期,长4+5期发育了一套属于湖盆收缩期的曲流河三角洲前缘沉积。

## 2 岩石学特征

冯地坑-洪德地区长4+5段储集砂岩岩性特征主要为河流相、三角洲相沉积环境中形成的碎屑岩。沉积物源主要来自研究区北东部,其次来自西北部,具有距离物源区较近、搬运距离较短、堆积速度相对快的特点<sup>[1]</sup>。镜下观察及统计表明,岩性主要为灰色粉砂岩、细砂岩以及少量中砂岩与深灰色泥岩。砂岩以长石砂岩为主(占70%以上),其次为

岩屑长石砂岩(占20%左右)和长石岩屑砂岩(占8%左右)(图2)。砂岩的成分成熟度普遍较低,碎屑颗粒中石英的含量36.%,长石的含量48%,碎屑含量为16%。砂岩粒度一般介于0.05~0.35mm,以0.05~0.20mm之间最为常见,砂岩分选中等,结构成熟度中等,碎屑颗粒以次菱角状、次圆-次棱角状为主,反映了沉积区距离物源较近,水动力较强的特征。

长4+5砂岩填隙物以粘土矿物和碳酸盐胶结物为主,同时可见普遍发育的硅质胶结。常见的自生粘土矿物有高岭石、水云母、绿泥石,碳酸盐胶结物以铁方解石和铁白云石为主。

## 3 成岩作用特征

成岩作用是指沉积物从沉积到变质之前发生的一系列的变化<sup>[2]</sup>,它不仅使岩石成分、结构发生变化,而且对岩石的孔隙类型、孔隙数量、渗透性强弱、孔隙结构以及分布等物理特征均有着重要的影响。通过岩石薄片观察、阴极发光和扫描电镜研究,冯地坑-洪德地区长4+5段成岩作用比较强烈,主要的成岩作用有:压实(溶)作用、胶结作用和溶

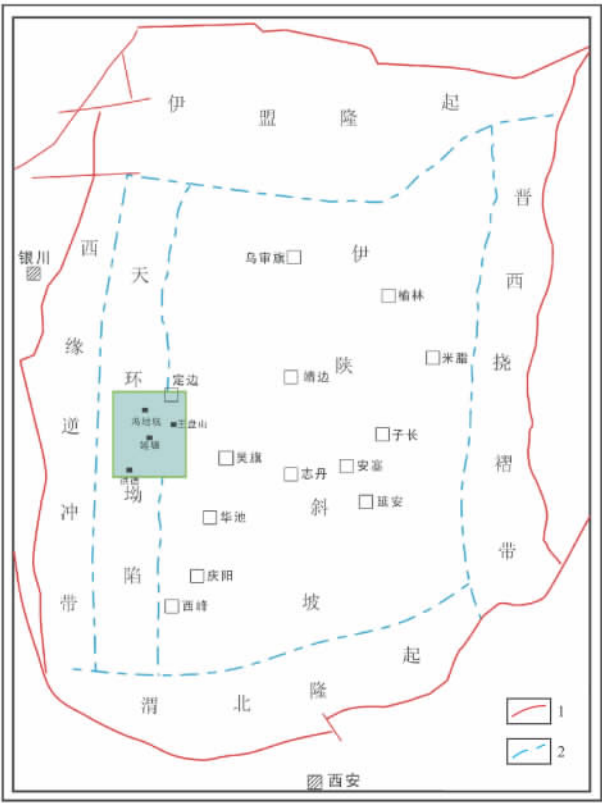


图1 冯地坑-洪德地区在鄂尔多斯盆地中的位置示意图  
1. 盆地边界断层; 2. 二级构造单元边界线  
Fig.1 Location of the Fengdikeng-Hongde region in the Ordos Basin  
1 = basin boundary; 2 = second-order tectonic boundary

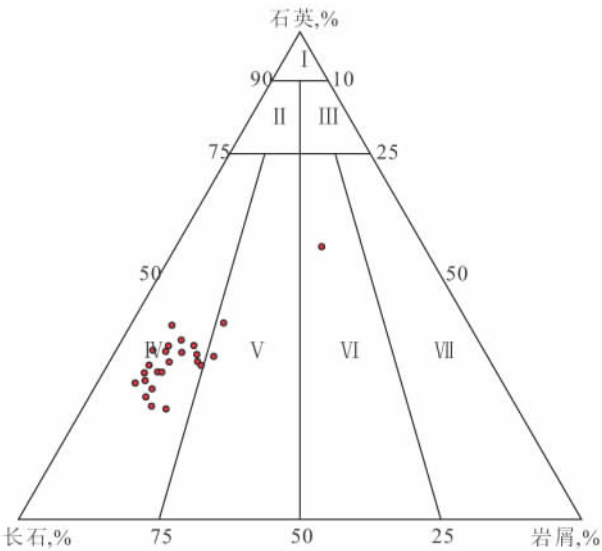


图2 砂岩岩石类型  
Fig.2 Classification of the sandstones in the study area

解作用等。

3.1 压实(溶)作用

压实(溶)作用包括机械压实作用和化学压溶

作用。冯地坑-洪德地区长4+5油层组砂岩的压实作用主要表现为改变颗粒的接触关系,塑性颗粒(如云母片、泥岩岩屑等)弯曲、变形、塑变、伸长或被硬碎屑机械的嵌入。矿物颗粒沿长轴方向定向排列。上覆压力超过颗粒抗压强度时,颗粒沿其薄弱裂理面和解理面、双晶面破裂,产生微细应力纹和裂缝(图3)。压溶作用的增强使石英发生溶解。

3.2 胶结作用

胶结作用和压实作用是共存并相互制约的。如果早期胶结作用不发育,那么中晚期压实作用就越强烈,孔隙度和渗透率会迅速降低。反之,早期形成的赋存于粒间的胶结物可以阻碍压实作用的进程。研究区砂岩储层中的胶结作用是仅次于压实作用的破坏性成岩作用,其中以碳酸盐胶结物的胶结作用对储层的破坏性影响最大,高岭石、绿泥石、水云母和硅质胶结物也比较发育(图3)。

1. 碳酸盐胶结

本区碳酸盐矿物是主要的胶结物,主要有铁方解石和铁白云石(图3)。多为不规则粉晶结构,少量为泥晶结构,呈孔隙式充填。碳酸盐矿物既能因胶结作用使岩石物性变差,在后期又被溶解形成次生孔隙而有利于油气聚集。次生孔隙的发育往往与碳酸盐类矿物和长石等碎屑被溶解有关。

2. 硅质胶结

硅质胶结物在研究区砂岩中分布普遍,其含量一般为3%~12%,个别最高可达15%以上。主要以石英次生加大生长的形式出现,部分硅质以自形石英的形式生长于孔隙壁或长石等颗粒溶孔的内部,呈孔隙充填状。除了压溶作用提供硅质胶结物外,粘土矿物的转化及长石的溶蚀也可以生成硅质胶结构,达到局部饱和后即发生沉淀形成自生石英胶结物。石英次生加大使孔隙变小、吼道变窄,使孔隙堵塞,破坏了储层的储集性能,降低了储层质量。

3. 粘土矿物胶结

研究区粘土矿物胶结类型多样,含量也较高,主要有绿泥石、高岭石、水云母等。绿泥石薄膜在本区非常发育,绿泥石薄膜一方面充填原生孔隙,使孔隙度降低;另一方面绿泥石薄膜的形成阻碍了孔隙水与颗粒的进一步反应,并限制了石英次生加大的发育,又有利于原生孔隙的保存<sup>[3]</sup>。粗结晶高岭石是砂岩中常见的自生粘土矿物,多充填于粒间,电镜下观察呈蠕虫状或书页状集合体(附图)。砂岩碎屑颗粒间的溶蚀孔内常见到自生高岭石充填,高岭石书页状晶形保留了良好的晶间孔,是重要

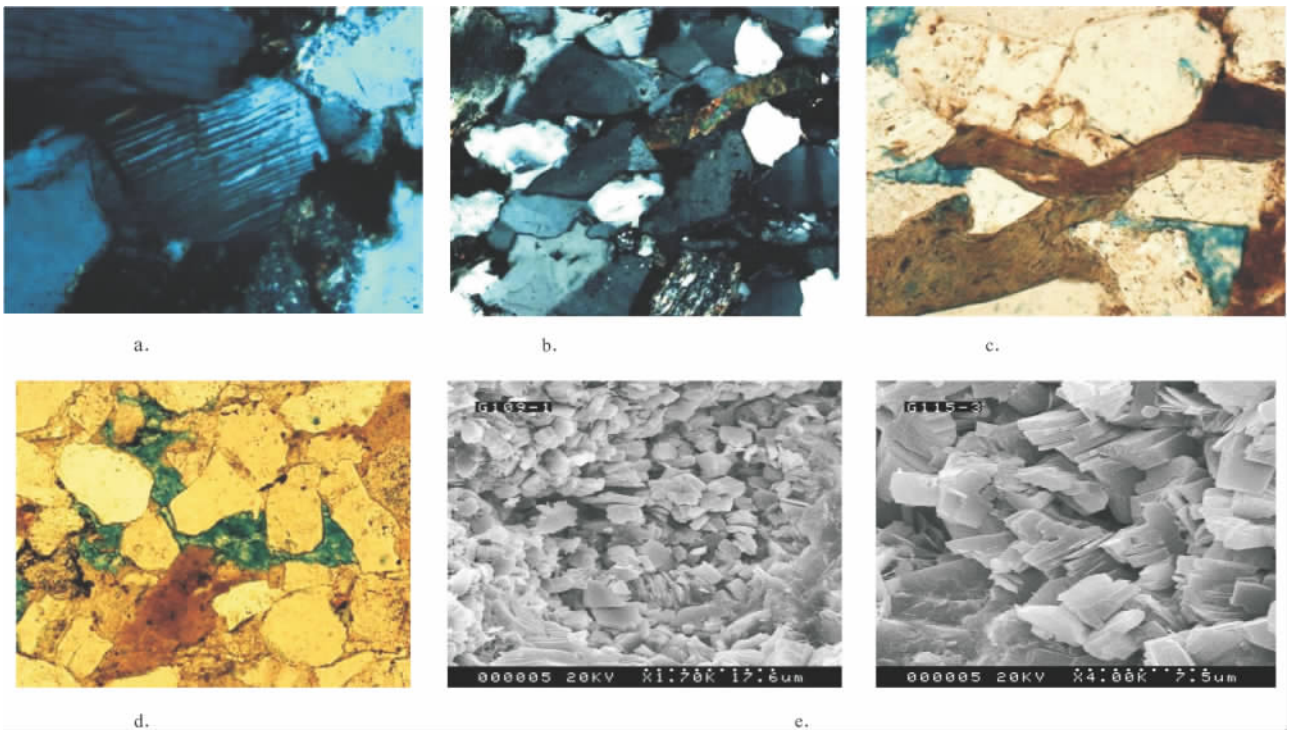


图 3 储集砂岩成岩作用照片

Fig. 3 SEM of the diagenesis of the sandstone reservoirs

a. Rupture of feldspar twin crystals; b. Sutured contact of quartz grains; c. Deformation of biotite by compaction; d. Cementation of ankerite; e. Cementation of kaolinite

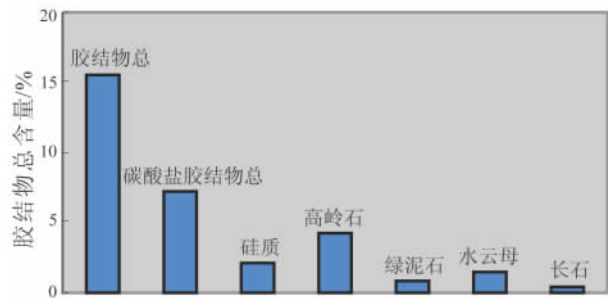


图 4 冯地坑-洪德地区胶结物总量分布直方图

Fig. 4 Bar chart showing the distribution of the total cement contents in the Fengdikeng-Hongde region

的储集空间组成部分。

3.3 溶解作用

砂岩储集层经受不同程度的溶解作用改造形成多种类型次生孔隙,对改善砂岩储集层的储集性能起到积极作用。鄂尔多斯盆地冯地坑-洪德地区长 4 + 5 砂岩中溶解作用非常发育,其中以长石溶蚀作用为主,粘土矿物、碳酸盐矿物和石英颗粒等溶蚀作用也能见到。长石的溶蚀作用应与有机质的大量有机酸的排出有关<sup>[4]</sup>。烃源岩在成岩过程,有机质向烃类转化过程中释放出大量的 CO<sub>2</sub>,使孔隙介质呈酸性。泥岩中干酪根的含氧官能团热裂解

形成有机酸,有机酸进入砂岩后,发生溶蚀,并使铝硅酸盐中的铝离子迁移出去,而不像 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>形成的 CaCO<sub>3</sub> 可以沉淀下来,所以大规模的溶蚀应与有机质演化中大量有机酸的排出有关。因而其形成时间应在有机质低成熟至成熟阶段。

4 结论

(1) 研究区的储集岩主要为细砂岩及粉砂岩。长石含量较高,碎屑成分复杂。填隙物以粘土矿物和碳酸盐胶结物为主,粘土矿物高岭石含量高,成分成熟度低。

(2) 影响研究区储集岩物性的因素主要有压实(溶)作用、胶结作用和溶解作用。前两者为破坏性成岩作用,后者为建设性成岩作用。

参考文献:

[1] 冯增昭. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.  
[2] 史基安、王金鹏、毛明陆. 鄂尔多斯盆地西峰油田三叠系延长组长 6 - 8 段储层砂岩成岩作用研究[J]. 沉积学报, 2003, 21 (3): 373 - 380.  
[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[J]. 西北地质, 2008, 41 (4): 119

- 122.
- [4] 郑浚茂、庞明. 碎屑储集岩的成岩作用研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.
- [5] 张玉明、李红、朱玉双. 新疆三塘湖盆地沉积成岩作用研究[J]. 西北大学学报自然科学版, 2005, 35(6): 793 - 798.
- [6] 陈刚、刘爱水、刘林玉. 吐哈盆地三叠统储层特征与成岩作用的关系[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2002, 32(6): 659 - 662.
- [7] 朱平、黄思静、李德敏. 粘土矿物绿泥石对碎屑储集岩孔隙的保护[J]. 成都理工大学学报, 2004, 31(2): 153 - 156.

## Diagenesis of the reservoir sandstones from the Chang 4 + 5 member in the Fengdikeng-Hongde region , Ordos Basin

LIU Liang-gang , LUO Shun-she , WU Yuan , LIU Qi-liang

( School of Geosciences , Yangtze University , Jingzhou 434023 , Hubei , China)

**Abstract:** The Chang 4 + 5 reservoirs in the Fengdikeng-Hongde region , Ordos Basin are dominantly composed of lithic feldspathic and feldspathic sandstones. The present paper deals , on the basis of cores , thin sections , SEM and clay minerals , with the diagenesis of the reservoir sandstones from the Chang 4 + 5 member of the Yanchang Formation and its affects on the reservoir physical properties. The compaction and mineral cementation during the early diagenetic phase are main controlling factors for the reduction of the porosity volumes of the reservoir sandstones , whereas dissolution of framework grains especially the dissolution of feldspar during the late diagenetic phase is interpreted as the key diagenetic controls for the formation of the excellent reservoirs.

**Key words:** Ordos Basin; Fengdikeng-Hongde region; diagenesis; diagenetic phase