文章编号: 1009-3850(2008) 02-0036-04

鄂尔多斯盆地彭滩 杨井地区长 2储层的成岩作用

李娴静^{1,2},罗顺社²,韩永林³,王鹏万¹

(1. 中国石油杭州地质研究院,浙江杭州 310023, 2 长江大学地球科学学院,湖北荆州434023, 3 长庆油田分公司勘探开发研究院,陕西西安 710021)

摘要: 彭滩 杨井地区长 2主力层砂岩岩石学、成岩作用、孔隙类型研究表明: 该区长 2储层岩石类型以长石砂岩和岩 屑长石砂岩为主,成分和结构成熟度均较低,主要经历的成岩作用有压实作用、胶结作用、交代作用和溶解作用。 根 据砂岩成岩作用特征,结合其埋藏深度、岩石古地温、有机质成熟度等分析资料及岩石结构、孔隙类型特征,长 2主力 层主要处于晚成岩 A期成岩阶段。

关键 词:鄂尔多斯盆地;长2储集层;成岩作用;成岩阶段
 中图分类号: TE122 2⁺3 文献标识码: A

彭滩 杨井地区位于鄂尔多斯盆地二级构造单 元伊陕斜坡中部偏西^[1],与天环坳陷毗邻 (图 1)。 鄂尔多斯盆地在晚三叠世延长期为一大型内陆淡水 湖盆,经历了完整的湖进 湖退过程,其中长 2油层 组为湖退沉积期^[2 3],发育了一套曲流河三角洲平 原亚相沉积,其中水上分流河道砂体为主要的油气 储层,河漫滩和河漫湖泥岩成为良好的盖层。

本文是在对长 2砂岩储层宏观沉积学特征描述 的基础上,针对不同沉积微相砂岩样品进行了岩石 薄片、铸体薄片、^X衍射、阴极发光、电镜扫描、物性 等方面进行分析测试,进而对砂岩的储层沉积学特 征,成岩作用类型与特征,成岩作用与孔隙演化、储 层发育的关系进行了系统研究和总结,旨在揭示砂 岩储层在埋藏成岩演化过程中孔隙消长的内在规律 及其受控因素。

1 储层岩石学类型与成岩作用特征

1.1 岩石类型

彭滩杨井地区长 2主力层砂岩较发育,砂体分 布面积较大,呈条带状沿北东南西向展布,该区砂 岩以细砂岩为主,其次为粉砂岩和中砂岩。砂岩岩 石类型主要为长石砂岩、岩屑长石砂岩,少量长石岩 屑砂岩(图 2)。其中石英以岩浆岩和变质岩破碎后 形成的单晶石英为主,其含量在24%~48%之间,平 均为 31%;长石在砂岩中含量较丰富,为 29%~ 49%,平均为 39%,其多蚀变成高岭石、伊利石和绢 云母;岩屑含量一般为13~30%,平均为 18%。以变 质岩屑和沉积岩屑为主,其次为火山岩岩屑。除上 述碎屑矿物外,砂岩中均含有一定数量的泥质杂基, 组成矿物主要高岭石、绿泥石和水云母,其含量在砂 岩中变化较大,一般为4%~14%。

砂岩以中细粒砂岩为主,主要粒径为012~ 032^{mm},其次为粉砂岩。储层岩石结构成熟度偏低,砂岩中碎屑颗粒多呈为次圆次棱角状,分选磨圆中等。

1.2 结构特征

1.粒度

本区砂岩以中细粒砂岩为主,主要粒径为 0 12~0 32^{mm},其次为粉砂岩,说明研究区砂岩储 层粒度较细。

收稿日期: 2007-04-18, 改回日期: 2007-10-16

作者简介: 李娴静 (1982—), 女, 主要从事储层沉积方向的科研。 Tel 15906627295





图 1 研究区构造位置图 1 盆地边界断层; 2 二级单元构造边界线; 3 市县; 4 乡镇 Fig 1 Tectonic setting of the study area

 $1 = basin boundary fault 2 = second_order tectonic$ boundary 3 = city or county 4 = town



图 2 彭滩杨井地区长 2主力层砂岩岩石类型

Fig 2 Rock types in the Chang-2 sand stones in the Pengtan Yang jug region

2 成熟度

研究区储层岩石结构成熟度较低,砂岩中颗粒

形态为次圆 次棱角状和次棱角状,分选磨圆中等。 反映出河流水动力较强,距物源较近和物快速堆积 的特点。

- 1.3 成岩作用特征
 - 1. 成岩作用类型及特征

通过偏光显微镜对岩石铸体薄片中各种成岩组 构、孔隙类型和自生矿物组合等特征的详细观察,长 2砂岩主要经历了压实作用、绿泥石粘土膜形成、石 英次生加大、长石及火成岩屑溶蚀和晚期含铁碳酸 盐岩胶结、交代作用、溶蚀作用的叠加改造。其主要 成岩特征如下:

(1)砂岩中泥质岩屑和云母碎片等塑性碎屑普 遍发生较强烈的塑性变形,还可见到部分刚性颗粒 受压破碎。随埋深增加,颗粒接触关系渐趋紧密,由 点线接触到线线接触到缝合接触,表明储集砂岩经 受了比较强的压实作用改造。

(2)胶结作用主要表现为:①石英早期加大,次 生加大为不完整加大边或小丘状晶体充填于粒间孔 隙中;②晚期方解石胶结,晚期方解石多发育在深 部,为含铁方解石,常在石英加大边的外围沉淀,有 时交代加大边,多以颗粒状充填于碎屑颗粒之间,使 孔隙降低,阴极发光颜色为橙红色。碳酸盐胶结物 的形成对次生孔隙具强烈的破坏作用。

(3)溶蚀作用主要表现为: ①长石溶解, 石英颗 粒被溶蚀成港湾状, 产生少量次生孔隙。次生孔隙 主要指各种溶蚀孔隙, 包括粒间溶孔、粒内溶孔、特 大溶孔 (颗粒和胶结物均被强烈溶蚀)和晶间孔 等^[4]。粒间溶孔多出现在可溶蚀的长石、碳酸盐岩 和花岗岩质岩屑附近, 形状多为不规则, 边缘呈港湾 状, 粒间多充填自生高岭石、石英和晚期碳酸盐胶结 物。粒内溶孔主要指易溶颗粒如长石、岩屑等发生 溶蚀形成的位于颗粒内部的次生孔隙, 形状不规则, 常见颗粒溶蚀残骸, 有时可被晚期含铁碳酸盐胶结 物充填。晶间孔主要指由自生高岭石集合体中单晶 体之间的微小缝状孔, 这种孔隙与次生溶蚀作用有成 因上的联系, 通常划归为次生孔隙; ②碳酸盐胶结物 的溶解, 早期的泥晶碳酸盐已经被溶蚀殆尽, 早期方 解石沉淀多被溶蚀, 呈星点状分布于粒间孔隙之间。

2 成岩阶段及成岩序列

2.1 成岩阶段

沉积物在进入埋藏成岩环境后,其孔隙演化主 要受各种成岩作用的控制,沉积物本身的内在特征 (如颗粒大小、分选程度、成分、物理化学性质及填 隙物类型和含量等)也在不同程度上制约着成岩作 用的发生、发展,进而直接影响着孔隙的演化进 程^[5~7]。

根据埋藏深度、粘土矿物组合,以及砂岩中的成 岩作用现象,研究区长 2 主力层砂岩为晚成岩 A期 成岩阶段,其主要的特征表现为:①埋藏深度大致在 2000ⁿ左右,岩石古地温在 120℃左右;②砂岩中自 生高岭石较多,绿泥石和伊利石开始大量出现;③砂 岩中颗粒的接触方式以线线接触为主,在少数高孔 渗的砂岩中,可以出现点线的接触方式,同时少部分 砂岩中已出现缝合接触方式;④石英次生加大普遍 存在,同时含铁方解石和含铁白云石开始出现 (图 3)。

2.2 成岩序列

根据薄片观察和扫描电镜分析,按照自生矿物 或成岩事件首次出现的相对顺序,归纳总结出研究 区砂岩主要成岩作用序列为:早期粘土膜→压实作 用→长石、岩屑溶解→次生孔隙形成→自生高岭石 →石英、长石次生加大→晚期铁方解石、铁白云石胶 结作用。

2.3 成岩孔隙演化模式

通过对研究区成岩作用类型、成岩阶段和成岩 序列的研究,研究区砂岩孔隙演化模式为:早成岩期 压实作用,使得孔隙度大大降低,经薄片观察估算由 此损失的原生孔隙高达10%~15%。但由于压实作 用相对较弱和颗粒表面普遍发育同沉积期形成的粘 土膜,有效地抑制了自生石英的生长,因此,原生粒 间孔隙较发育。早期碳酸盐胶结作用和硅质石英次 生加大胶结作用强烈,使得原生孔隙进一步有所降 低。在晚成岩期由于酸性溶液易于流动,溶解作用 强烈,长石、岩屑和杂基发生溶解,可形成部分次生 溶孔。

2.4 成岩作用与储层发育的关系

研究区主要的成岩作用类型有压实作用、胶结 作用、溶蚀作用等,不同类型的成岩作用对储层的发 育作用不同,其中压实作用损失了大部分原生粒间

成岩阶段成岩变化		同生期	早成岩作用(A)	早成岩作用(B)	晚成岩作用(A)
成岩温度		常温	常温~70	$70 \sim 90$	90~130
R ₀ (%)			<0.35	0.35~0.5	0.5~1.3
粘土质包壳			_		
机械压实					
自生石英					
自生长石					
方解石类胶结					石 铁方解石
白云石类胶结					石 铁白云石
硬石膏胶结					
自生高岭石					
伊利石			<u> </u>		
绿泥石					
浊沸石					
伊蒙、绿蒙混层					
长石富硅酸盐岩屑溶解					
硅质组分溶解					
碳酸盐矿物溶解				·	局 部
压溶作用					
孔隙演化趋势	0- 孔 10- 度 20- (% 30- % 40- 50				

图 3 彭滩 杨井地区长 2主力层砂岩的成岩阶段及成岩作用的序列关系

Fg.3 Diagenetic stages and sequences of the Chang-2 sandstones in the Pengtan-Yangjing region

孔隙,是本区原生孔隙减少的最主要原因之一。研 究区硅质胶结作用发育,它使孔隙进一步降低。早 期碳酸盐胶结一方面充填了部分原生孔隙,另一方 面也为后期溶蚀作用提供了物质基础,而晚期碳酸 盐胶结主要表现为破坏性成岩作用。溶蚀作用是控 制有效储层形成的主要成岩作用。区内长石、岩屑 的溶蚀、碳酸盐胶结物、交代物的溶解、粒间杂基的 溶解为改善储层物性起到了至关重要的作用。

3 结 论

(1)研究区长 2发育曲流河三角洲平原水上分 流河道砂体,岩石类型以长石砂岩和岩屑长石砂岩 为主,含少量长石岩屑砂岩。其中石英以岩浆岩和 变质岩破碎后形成的单晶石英为主;长石多蚀变成 高岭石、伊利石和绢云母;岩屑以变质岩屑和沉积岩 屑为主。

(2)研究区长 2 主力层成岩作用进入晚成岩 A 期,主要成岩作用类型有压实作用、胶结作用、交代 作用和溶解作用,其中压实作用和胶结作用主要降 低原生孔隙,破坏储层储集性能,而溶解作用增加次 生孔隙,改善储层物性。主要成岩作用序列为早期 粘土膜→压实作用→长石、岩屑溶解→次生孔隙形 成→自生高岭石→石英、长石次生加大→晚期铁方 解石、铁白云石胶结作用。

参考文献:

- [1] 长庆油田石油地质志编写组.中国石油地质志(卷 12)—长 庆油田[^{M]}.北京:石油工业出版社,1992
- [2] 付金华,罗安湘,喻建,等.西峰油田成藏地质特征及勘探方向
 [1.石油学报, 2004, 25(2): 25-29
- [3] 喻建,韩永林,凌升阶.鄂尔多斯盆地庆阳以南三叠系延长组 油田成藏地质特征及油藏类型[J.中国石油勘探,2001,6 (4):13-19.
- [4] 李娴静, 罗顺社, 等. 鄂尔多斯盆地彭滩 杨井地区长 21层段沉积微相研究[]. 天然气地球科学, 2006, 17(6): 794-796
- [5] 禚喜准,等.鄂尔多斯盆地盐池 姬塬地区三叠系长 2砂岩成岩 演化特征与优质储层分布 [J.矿物岩石, 2005, 25(4): 100-101.
- [6] 王琪, 史基安, 薛莲花, 等. 碎屑 储集岩成岩演化过程中流体 岩石相互作用特征[]. 沉积学报, 1999, 17(4): 584-590.
- [7] IUO J I, MORAD Ş ZHANG X I, Reconstruction of the diagenesis of the fluvial lacustrine deltaic sandstones and its influence on the reservoir quality evolution J. Science in China (Series D), 2002 45(7): 616-625.
- [8] 史基安,陈国俊,王琪,等.塔里木盆地西部层序地层与沉积、 成岩演化[^{M]}.北京:科学出版社, 2001.

Diagenesis of the Chang₂ reservoirs in the Pengtan Yangjing region, Ordos Basin

LIX ian_ jing 2 LUO Shun_she HAN Yong lin WANG Peng_war

(1. Hangzhou Research Institute of Geology PetroChina, Hangzhou 310023, Zhejiang, China, 2. School of Geosciences Yangtze University Jingzhou 434023, Hubei China, 3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development Changqing Oil Field Company, Xian 710021, Shaanxi China)

Abstract The examination of petrology diagenesis porosity type and evolution indicates that the Chang₂ reservoirs composed of fellspar sandstone and lithic feldspar sandstone with low compositional and texturalmaturity have undergone several stages of diagenesis including compaction, cementation, replacement and dissolution. The Chang₂ reservoirs in the Pengtan Yangjing region, Ordos Basin are now in Stage A of the late diagenesis judged from diagenetic characteristics, burial depth, palaeo.geotemperatures and organic mattermaturity. Key words, Ordos Basin, Chang₂ reservoirs, diagenesis, diagenesis, diagenesis, diagenetic stage