

文章编号: 1009-3850(2006)01-0088-04

姬塬地区上三叠统长2油层组高岭石胶结与储层评价

朱世全¹, 黄思静¹, 姚鹏², 吴素娟¹, 胡作维¹

(1. 成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 姬塬地区长2油层组次生孔隙在储层砂岩的孔隙构成中比值偏大, 成岩作用对储集空间的发育具有明显的控制优势。同时, 该区长2油层组高岭石分布是鄂尔多斯盆地中南部较为集中且相对偏高的地区, 显示出姬塬地区长2油层组在大气水作用、次生孔隙发育等方面具有特殊性。通过对该区高岭石胶结物含量和分布特征的研究, 综合考虑储层物性的平面变化特征、沉积相带、构造高点等影响因素, 对有利的储层区块提出了建议。

关键词: 姬塬地区; 上三叠统; 长2油层组; 高岭石胶结; 储层评价; 鄂尔多斯盆地

中图分类号: TE122.2 **文献标识码:** A

至少有1/3的砂岩油气储集空间是在成岩过程中形成的^[1]。20世纪80—90年代, 人们普遍认为有机酸在地下岩石孔隙形成过程中具有巨大作用^[2]。90年代以来, 人们认为许多次生孔隙的产生和铝的迁移可能发生在大气水作用带, 在以后的继续深埋藏过程中, 这些孔隙可以被保持下来^[3, 4]。

姬塬地区长2油层组储层砂岩靠近印支期不整合面(上三叠统延长组与上覆侏罗系延安组或富县组界面), 同时远离延长组下部烃源层, 在其沉积之后经历了较长时间的表生大气淡水作用, 造成了长石等铝硅酸岩矿物的广泛溶解和次生孔隙的形成以及高岭石胶结物含量的增加。

笔者通过镜下观察及在对近千个薄片鉴定数据统计分析的基础上, 总结了姬塬地区长2油层组孔隙及胶结矿物的构成特征, 并利用次生孔隙在储层砂岩的孔隙构成中比例较大(与整个鄂尔多斯盆地相比)这一特性, 以及次生孔隙在成因及含量上与高岭石胶结物的相关关系, 来突出高岭石在该区储层评价中的重要作用。同时综合考虑了其它的影响因素, 对该区储层进行了评价。

1 地层简介

姬塬地区位于鄂尔多斯盆地西部, 地处陕西、甘肃和宁夏的交界地带(图1)。该地区上三叠统延长组与下侏罗统延安组、富县组为不整合接触, 延长组分为长2—长10油层组, 其中长2油层组又分为长2¹、长2²、长2³三个小层, 长2油层组沉积物粒度较细, 主要为浅灰色、灰绿色细砂岩夹暗色泥岩(表1)。

2 孔隙构成特征

据该区长2油层组158个铸体薄片的统计结果, 在砂岩发育的各种孔隙类型中, 粒间孔隙占面孔率的56%左右, 其余各种次生成因的孔隙(主要是长石、岩屑溶蚀孔隙和晶间孔隙)占面孔率的44%左右。由于粒间孔隙中包括了一部分次生成因的粒间溶孔和经溶蚀作用改造扩大的粒间孔隙, 因而在姬塬地区长2油层组砂岩的孔隙构成中, 原生孔隙与次生孔隙大致各占一半。相比整个盆地长2油层组储层的粒间孔隙70%左右的含量和次生孔隙30%

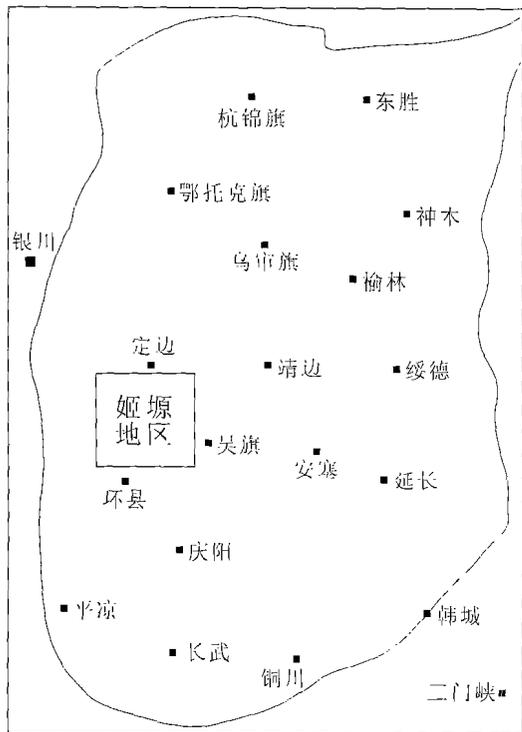


图1 姬塬地区位置图

Fig.1 Location of the Jiyuan region

表1 姬塬地区上三叠统延长组地层简表

Table 1 Stratigraphic division of the Upper Triassic Yanchang Formation in the Jiyuan region

地层时代		厚度/m	岩性特征	
段	油层组			
第五段	长1	0~240	暗色泥岩、泥质粉砂岩、粉细砂岩不等厚互层,夹碳质泥岩及煤线	
第四段	长2	2 ¹	灰绿色块状细砂岩夹暗色泥岩	
		2 ²	浅灰色细砂岩夹暗色泥岩	
		2 ³	灰、浅灰色细砂岩夹暗色泥岩	
	长3	3 ¹	40~45	浅灰、灰褐色细砂岩夹暗色泥岩
		3 ²	40~45	
		3 ³	40~55	

左右的含量,该区长2油层组具有较低的粒间孔隙和较高的次生孔隙含量。这意味着姬塬地区长2油层组砂岩储集空间发育对成岩作用和次生孔隙的依赖会较大,而对粒间孔隙起主控作用的沉积相因素则不具有明显的优势。

3 自生矿物的构成特征

从361个薄片鉴定结果统计得出了该区长2油层组主要自生矿物含量分布直方图(图2)。自生矿物总量平均值为9.7%,其中含量最高的是碳酸盐岩矿物,其次是高岭石和绿泥石,这3种自生矿物之和

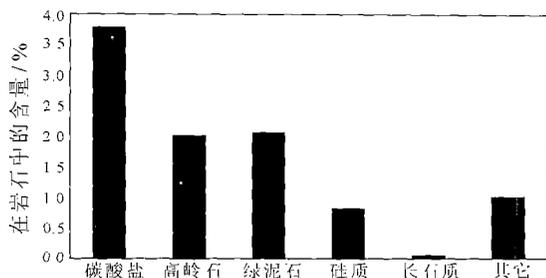


图2 姬塬地区长2油层组主要自生矿物含量直方图

Fig.2 Bar charts showing the contents of main authigenic minerals from the Chang-2 pay set in the Jiyuan region

占自生矿物总量的80%以上。

比较而言,在鄂尔多斯盆地中南部,姬塬地区长2油层组高岭石发育较为集中,且值较高,绿泥石含量为较低值区。这可能与缺乏绿泥石形成通常所需要的富铁沉积物有关。

纵向演化上,该区长2油层组无论是胶结物(图3)、碳酸盐胶结物、高岭石胶结物,还是硅质胶结物,都以偏于上部小层(长2¹、长2²)的含量相对较高。这在一定程度上与印支期暴露时间间隔中大气淡水溶解作用为上部小层胶结物提供更多的物质来源有关。

4 高岭石胶结物及其分布特征

姬塬地区长2油层组高岭石分布,在鄂尔多斯盆地中南部是较为集中且相对偏高的地区(图4)。通过对709个包括姬塬、陕北和陇东3个地区的薄片鉴定结果统计对比发现,姬塬地区高岭石含量平均值是陕北地区长2油层组的5倍以上,类似于陇东而不同于陕北,但高于陇东。这说明姬塬地区长2油层组受大气淡水的作用比陇东地区可能会更强,造成了更多的铝硅酸盐溶解和更多的高岭石胶结。

从图4可以看出,在姬塬地区东北角的A字号

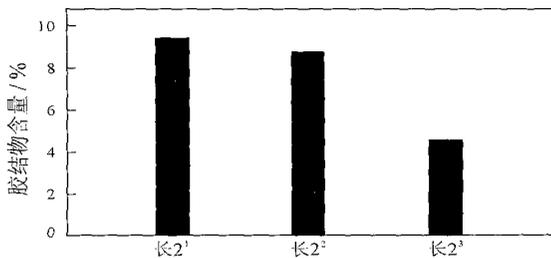


图3 长2油层组不同小层胶结物总量直方图

Fig.3 Bar charts showing the total contents of cements from individual beds of the Chang-2 pay set in the Jiyuan region

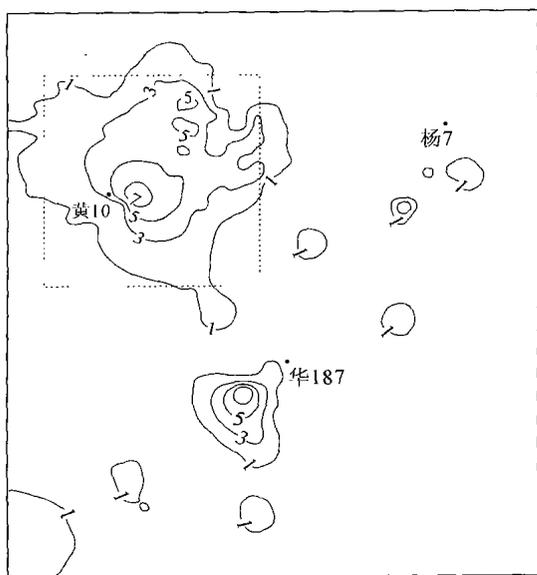


图4 鄂尔多斯盆地中南部长2油层组高岭石含量(%)等值线图

Fig. 4 Isogram showing the contents of kaolinite (%) in the Chang-2 pay set in the south-central part of the Ordos Basin

井区、东南角的元字号井区和中部的姬7井一定58井一姬3井区是高岭石含量集中分布的地区,其中以中部井区面积最大。

在显微镜下,高岭石呈假六方板状,集合体呈书页状或蠕虫状,作为粒间或粒内孔隙充填物的形式产出,并富晶间孔隙。高岭石经常占据长石溶解形成的次生孔隙,显示了其沉淀与长石溶解之间的相关关系。高岭石在该区通常是长石溶解和次生孔隙发育的指示矿物。

从姬塬地区长2油层组高岭石含量等值线图可以看出,在姬塬地区东北角的A字号井区、东南角的元字号井区和中部的姬7井一定58井一姬3井区是高岭石含量集中分布的地区,其中以中部井区面积最大(图5)。

5 高岭石胶结物在储层评价中的意义

如前所述,由于该地区长2油层组中次生孔隙在砂岩孔隙构成中所占的比例较大,次生孔隙在储层评价中具有特殊的重要性,而高岭石又是该区长石溶解和次生孔隙发育的指示矿物,故高岭石的含量及分布特征可作为该区储层评价的重要参数。

6 长2油层组物性的平面变化特征

总体上,姬塬地区北部,尤其是东北部的物性好

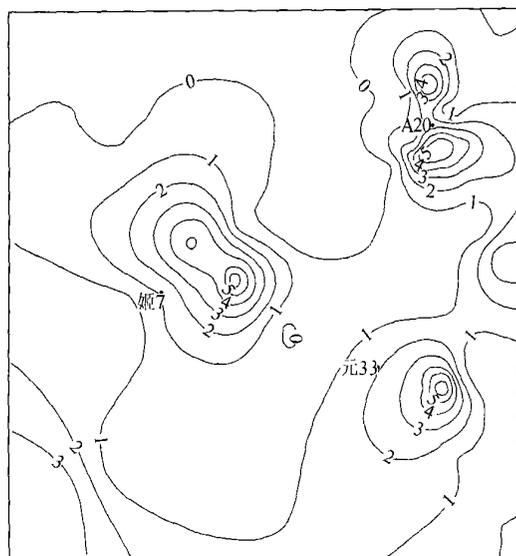


图5 姬塬地区长2油层组高岭石胶结物含量(%)等值线图

Fig. 5 Isogram showing the contents of kaolinite (%) in the Chang-2 pay set in the Jiyuan region

于南部,这与其更靠近主要物源有关。姬塬地区长2油层组的孔隙度变化不大,绝大多数钻井的孔隙度平均值都能在12%以上,从这个角度来说,姬塬地区长2油层组并不缺乏储集空间,这与姬塬地区是印支期大气淡水作用的有利地区有关。印支期大气淡水对砂岩的溶解作用在一定程度上造成了砂岩孔隙度的均一化,使一些在沉积相上对孔隙度不利的区段的孔隙度得以提高。纵向上也会使处于不利沉积相的上部小层因大气淡水溶解作用而使其孔隙度高于处于有利沉积相的下部小层,同时也会导致孔隙度与沉积相的关系变得相对模糊。

与孔隙度相比,姬塬地区长2油层组的渗透率变化范围较大,从西南部的不到 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 到东北部的大于 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (各井平均值的变化范围从 $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 到接近 $20 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$),其原因之一是孔隙度与渗透率不是一个简单的线性关系。另外一个原因,就是印支期大气淡水对孔隙度的改善显著大于对渗透率的改善。

总的说来,下部小层具有对储层发育更为优越的沉积相优势,因而孔隙构成中以原生成因为主的粒间孔隙的贡献值较大,孔隙连通性也相对较好;而上部小层,随着河床坡度的逐渐变缓、古陆的逐渐夷平、沉积物供给的逐渐减少和粒度的逐渐变细,储层对次生孔隙依赖性更大。尽管上部小层因更靠近不整合面而具有产生更多次生孔隙的优越条件,但次

生孔隙的连通性会差于以原生成因为主的粒间孔隙, 因而其孔隙度-渗透率关系较差, 要获得与下部小层相同渗透率所需要的孔隙度值相对较大。

7 有利区块评价

综合考虑姬塬地区长 2 油层组的高岭石含量、沉积相带、构造高点等影响因素, 笔者建议了 6 个相对有利的区块(图 6)。

致谢: 本文得到了长庆油田分公司勘探开发研究院有关领导和同志的大力帮助, 特表示感谢!

参考文献:

[1] 冯增昭. 沉积岩石学(上册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993. 218.

[2] SURDAM R C, BOESE S W, CROSSEY L J. The chemistry of secondary porosity [C]. AAPG Memoir 37, Tulsa: AAPG Housing Bureau, 1984. 127-149.

[3] RAM M. Porosity- depth trends in reservoir sandstones theoretical models related to Jurassic sandstones, offshore Norway [J]. Marine and Petroleum Geology, 1992, 9: 553-567.

[4] BLOCH S, FRANKS S G. Preservation of shallow plagioclase dissolution porosity during burial; implications for porosity prediction and aluminum mass balance [J]. AAPG Bulletin, 1993, 77: 1488-1501.

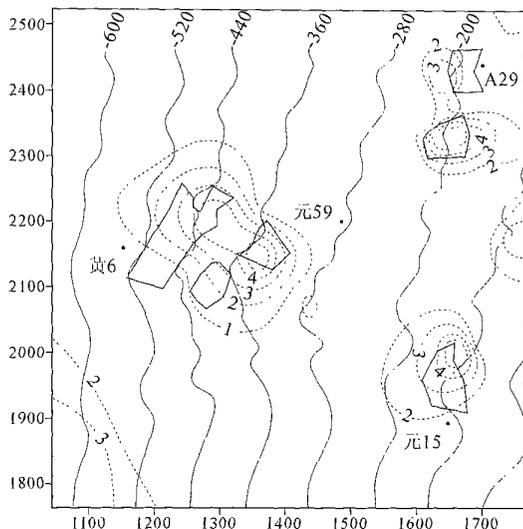


图 6 建议的有利评价区块(粗实线为有利区块界线; 细实线为长 2¹⁻¹小层顶面等高线, 线上的数值为现今海拔高程(m); 虚线为高岭石含量等值线, 线上的数值为高岭石在岩石中的含量/%)

Fig. 6 Proposed favourable areas for hydrocarbon accumulation (Thick solid lines indicate the boundary of favourable areas; numerical values in the thin solid lines refer to the elevation of the top surface of Chang-2¹⁻¹ bed, and numerical values on the dashed lines represent the content of kaolinite in the rocks.)

The kaolinite cementation and reservoir assessment of the Upper Triassic Chang-2 pay set in the Jiyuan region, Shaanxi

ZHU Shi-quan¹, HUANG Si-jing¹, YAO Peng², WU Su-juan¹, HU Zuo-wei¹

(1. Laboratory of Petroleum Geology and Exploration Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The secondary pores accounts for a greater proportion (almost 50%) of reservoir sandstones in the Chang-2 pay set in the Jiyuan region. The diagenesis may exercise a major control on the development of oil reservoir spaces. The concentration of kaolinite in the Jiyuan region in the south-central part of the Ordos Basin implies that stronger meteoric water action resulted in the dissolution of aluminosilicates and cementation of kaolinite in the Jiyuan region than in the other parts of northern Shaanxi. The integration of the content and distribution of kaolinite, sedimentary facies belts and structural highs led us to delineate eight relative favourable areas for further assessment of hydrocarbon accumulation in the Jiyuan region.

Key words: Jiyuan region; Upper Triassic; Chang-2 pay set; kaolinite cementation; reservoir assessment; Ordos Basin