

# 伊通盆地莫里青断陷西北缘双阳组二段 储层敏感性流动实验评价

成赛男<sup>1</sup>, 田继军<sup>1\*</sup>, 张鹏辉<sup>2</sup>

(1.新疆大学 地质与矿业工程学院,新疆 乌鲁木齐 830049; 2.北京师范大学 资源学院,北京 100875)

**摘要:**伊通盆地莫里青断陷西北缘双阳组二段是莫里青油藏的主要产油层位,该油藏储层为中低孔超低渗透储层,储层敏感性对其物性影响较大,所以研究其储层敏感性对防止储层伤害和油田高效开发意义重大。在分析双阳组二段矿物成分和岩石性质的基础上,采用储层敏感性流动实验评价方法,对其储层敏感性进行了评价。结果表明:储层的速敏指数平均为37.23%,水敏指数平均为66.08%,盐敏临界矿化度为6 272 mg/L,酸敏指数平均为-31.37%,碱敏指数平均为7.71%;研究区储层属于强水敏性、中等偏强盐敏性、中等速敏性、弱碱敏性和无酸敏性储层。研究区储层中存在高岭石、伊/蒙混层、伊利石及绿泥石等粘土矿物,这些敏感性粘土矿物是造成储层伤害的重要因素。因此,在对研究区油藏进行施工时,应将防止水敏、盐敏和速敏放在首位,再考虑其他因素的影响,有针对性地采取措施来保护储层。

**关键词:**超低渗透储层 储层敏感性 油层保护 双阳组二段 莫里青断陷西北缘 伊通盆地

**中图分类号:** TE311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-9603(2013)03-0076-03

储层敏感性通常会造造成渗透率降低而使油气产量下降,是影响油气开发的重要因素,针对断陷湖盆中低孔超低渗透储层敏感性的研究意义重大<sup>[1-3]</sup>。影响断陷盆地储层敏感性的因素主要有2方面:一是砂体总体分选性较差,颗粒成分复杂,基质含量较高,储层非均质性强,岩性纵、横向变化快;二是储层内部的高岭石填隙物、伊/蒙混层、伊利石及绿泥石等陆源及自生粘土矿物含量高。为此,笔者结合伊通盆地莫里青断陷西北缘双阳组二段(简称双二段)储层特征选取实验样本,采用储层敏感性流动实验评价方法<sup>[4]</sup>,从速敏、水敏、盐敏、酸敏和碱敏5个方面进行了评价,以确定储层敏感性类型及其主要影响因素<sup>[5]</sup>,以为油田开发措施调整提供依据。

## 1 区域地质概况

伊通盆地可划分为莫里青断陷、伊丹隆起、鹿乡断陷和岔路河断陷4个二级构造单元<sup>[6-7]</sup>,其中莫里青断陷是呈北东向展布的狭长半地堑式断陷。莫里青油藏烃源岩发育,油气资源丰富,位于莫里

青断陷的西北缘。其古近系自下而上主要发育双阳组、奢岭组、永吉组、万昌组,其中双二段是莫里青油藏目前主要的产油层位,也是此次研究的主要层位,其油藏类型主要为构造-岩性油气藏<sup>[8]</sup>。据莫里青油藏313块岩心样品的物性资料分析结果可知,孔隙度平均值为13.36%,渗透率平均值为 $4.32 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属于中低孔超低渗透储层。

## 2 储层粘土矿物特征

由莫里青油藏双二段全岩X衍射分析结果可知:石英含量为38%~77%,平均为59.05%;钾长石含量为3%~33.4%,平均为9.68%;斜长石含量为7.4%~32.3%,平均为14.9%;方解石含量为0.1%~20.5%,平均为1.6%;白云石含量为0.3%~1.3%,平均为0.75%;储层岩石类型以石英砂岩和长石质石英砂岩为主。莫里青油藏双二段粘土矿物X衍射分析结果表明,高岭石含量最高,约为15%~76%,平均为50%;其次为伊/蒙混层,含量为17%~74%,平均为35%;绿泥石含量最少,为4%~41%,平均为12%。粘土矿物的含量和类型决定了储层的敏感

收稿日期:2013-03-04。

作者简介:成赛男,女,在读硕士研究生,从事储层沉积学方面的研究。联系电话:18095991767, E-mail:chengsainan409@sina.cn。

\*通讯作者:田继军,男,副教授,博士,从事储层沉积学方面的研究。联系电话:13319896996, E-mail:tianjijun@xju.edu.cn。

性<sup>[9-11]</sup>,其中高岭石和伊/蒙混层容易引起储层速敏,蒙脱石和伊利石遇水膨胀会堵塞孔喉,易发生水敏,绿泥石对酸性物质敏感性较强,易发生酸敏。

分析扫描电镜结果(图1)可知:高岭石集合体常呈书页状或蠕虫状充填于孔隙和喉道中或分布于粒表,产状为孔隙充填式,晶形发育较好(图1a);

伊利石集合体呈片状或丝状分布于粒表或以孔隙衬边出现,产状为孔隙充填式和薄膜式(图1b);绿泥石多以针叶状聚合体出现,多分布于粒表,常与石英等矿物共生,产状为孔隙充填式,少数为栉壳式(图1c)。由此可见,不同粘土矿物在储层中的不同产状对储层潜在的损害不同。

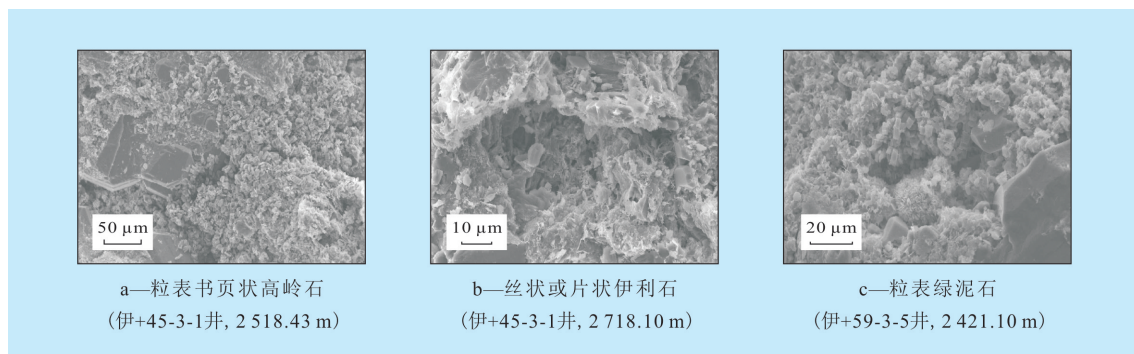


图1 莫里青油藏双二段储层粘土矿物镜下微观特征

### 3 储层敏感性评价结果与分析

#### 3.1 速敏性

根据研究区伊+45-3-1、伊+59-3-5和伊59共3口井18块速敏样品的实验结果可知:研究区的速敏指数为6.69%~56.9%,其中,4块中等偏强速敏,9块中等偏弱速敏,5块弱速敏,平均速敏指数为37.23%,表明双二段储层属于中等速敏。分析速敏性实验结果发现:随着流速的增加,6个样品的渗透率均有不同程度的下降;当流速为0.52 mL/min时,伊+45-3-1井中26号样品的渗透率曲线出现拐点,此流速为临界流速。说明当流速大于0.52 mL/min时,储层就会产生速敏,导致储层渗透率下降。

研究发现,影响储层速敏性的原因有2个:一是储层中的粘土矿物,储层速敏性与储层中的高岭石和伊利石等粘土矿物有关<sup>[12-13]</sup>,在注入流速不断增大的情况下,书页状高岭石和伊利石等粘土矿物会发生破裂,使不稳定颗粒运移聚集,最终堵塞喉道,导致渗透率降低<sup>[14-16]</sup>。二是储层的物性,即与孔隙喉道和渗透率有关。对于孔喉较大且孔隙与喉道的直径比接近于1的砂岩储层,不容易造成喉道堵塞而易造成出砂现象;而对于孔喉较小的砂岩储层,微粒运移则易导致喉道堵塞,从而造成储层速敏性。

莫里青油藏双二段储层属于中等速敏,因此,在注水开发过程中,要找出发生速敏时的临界流速,且流速不能超过储层的临界流速,以降低速敏对储层的损害程度。

#### 3.2 水敏性

研究区伊+45-3-1、伊+59-3-5和伊59共3口井水敏样品的实验结果表明:水敏指数为47.69%~90.28%,平均水敏指数为66.08%。其中伊+45-3-1井、伊+59-3-5井和伊59井的平均水敏指数分别为67.53%,62%和72%。在这3口井的16块水敏样品中,4块为强水敏,8块为中等偏强水敏,2块为中等偏弱水敏,极强水敏和中等水敏各1块,表明双二段储层属于强水敏。

大部分粘土矿物遇水具有不同程度的膨胀性。其中蒙脱石的膨胀能力最强,其次为伊/蒙混层和绿/蒙混层,而绿泥石和伊利石膨胀能力很弱,高岭石则无膨胀性<sup>[17]</sup>。研究区储层中最易发生水敏的蒙脱石含量虽较低,但较易发生水敏的伊/蒙混层含量相对较高,其遇到淡水会发生膨胀,由于双二段为中低孔超低透渗储层,故对其影响较大。因此,在对该储层进行钻井、完井作业时,应避免清水和低矿化度液体进入储层,或在注水开采时,在注入水中加入一定量的粘土稳定剂或防膨剂<sup>[18]</sup>。

#### 3.3 盐敏性

随着地层水盐度的不断变化,储层渗透率也随之变化,盐敏性就是指储层耐受低盐度流体能力的量度。找出临界盐度,保证施工液及注入水矿化度高于临界矿化度,从而保护油层不受损害。分析莫里青油藏双二段盐敏性实验结果可知:随着地层流体盐度的下降,渗透率也不断降低;伊+45-3-1井和伊+59-3-5井14块样品的临界矿化度均为6 272 mg/L,表明双二段储层属于中等偏强盐敏。

造成研究区储层中等偏强盐敏的原因为:①储

层中石英和伊/蒙混层的含量偏高;②研究区储层的水敏性强,一般盐敏实验是在水敏实验基础上进行的。因而在注水开发过程中,要特别注意控制注入水的矿化度,储层随着矿化度的不断下降而受到损害。因此,要控制注入水的矿化度高于临界盐度,一旦注入水的矿化度低于临界盐度,则应使用粘稳剂或者采取酸化等措施,以抑制注入水对储层的损害。

### 3.4 酸敏性

由伊+45-3-1和伊+59-3-5这2口井的16块样品的酸敏实验结果可知:研究区酸敏指为-154.9%~48.01%,平均为-31.37%,除了伊+59-3-5井的S18和S72号样品的酸敏指数大于0,其余14块样品的酸敏指数均小于0;伊+45-3-1井和伊+59-3-5井的平均酸敏指数分别为-51.29%和-11.45%。结果表明研究区储层无酸敏性。

### 3.5 碱敏性

当碱性工作液进入储层后,其与储层发生反应,导致渗透率下降,在pH值不断增大的情况下,应了解岩样在碱性溶液中储层渗透率的变化程度,以保护储层不受碱敏性的损害。由碱敏样品实验结果可知:研究区碱敏指数为0~19.93%,平均为7.71%;伊+45-3-1井样品的碱敏指数为0~17.31%,平均为8.43%;伊+59-3-5井样品的碱敏指数为0~19.93%,平均为6.99%。

分析各样品的碱敏性实验结果可以看出:伊+45-3-1井的渗透率随pH值的增大变化不大,有的呈平稳趋势,有的甚至呈现上升趋势,表明该井储层不存在碱敏性;而伊+59-3-5井的渗透率随pH值的增大呈现不同程度的下降,但下降缓慢,当pH值为10时,S15号样品渗透率下降明显,故临界pH值为10。总体来说研究区属于弱碱敏。解决研究区弱碱敏的方法包括:一是要控制pH值小于10;二是避免在研究区使用强碱性工作液。

## 4 结束语

由于伊通盆地莫里青断陷西北缘双阳组二段储层的中低孔超低渗透特征及该储层中高岭石、伊/蒙混层、伊利石等粘土矿物的产状差异,使得储层具有强水敏性、中等偏强盐敏性、中等速敏性、弱碱敏性和无酸敏性。因此,在注水开发过程中,须高度重视水敏、盐敏和速敏对储层的伤害。在配制工作液时,应控制注入水的盐度和pH值;施工时,通

过控制流速和添加粘土稳定剂来尽量避免储层敏感性对储层的损害,从而达到提高油藏开发效率和增产的效果。

### 参考文献:

- [1] 杨浩,郑秀华,李江,等.巴麦区块泥盆系超低渗透层敏感性实验研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2011,33(9):116-122.
- [2] 王培玺,刘仁静.低渗透储层应力敏感系数统一模型[J].油气地质与采收率,2012,19(2):75-77.
- [3] 杨文新,金崮,何建华,等.特低渗透储层的应力敏感性研究及应用[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2011,33(11):113-116.
- [4] 曲岩涛,房会春,朱健,等.SY/T 5358—2010 储层敏感性流动实验评价方法[S].北京:石油工业出版社,2010.
- [5] 董清水,孟庆涛,贾钰,等.伊通地堑莫里青断陷双阳组敏感性储层类型及其分布规律[J].石油实验地质,2009,31(3):231-236,243.
- [6] 侯启军,赵志魁,陈红汉,等.伊通盆地演化与油气成藏动力学[M].北京:石油工业出版社,2009:5-10.
- [7] 刘国超.伊通盆地莫里青断陷双阳组水下扇储层特征及控制因素[J].岩性油气藏,2009,21(3):40-44.
- [8] 王永春.伊通地堑含油气系统与油气成藏[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [9] 夏长淮,周海彬,邹士雷.下寺湾李家塔油田2段储层敏感性研究[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2009,31(4):219-222.
- [10] Civan F, Knapp R M. Effect of clay swelling and fines migration on formation permeability [R]. SPE Production Operations Symposium, Oklahoma, 1987: 8-10.
- [11] Sharma M M, Yortsos Y C, Caltex P T. Release and deposition of clays in sandstones [R]. The International Symposium on Oilfield and Geothermal Chemistry, Phoenix, 1991.
- [12] 王昌军,罗觉生,陈武,等.油田储层敏感性评价试验研究[J].化学与生物工程,2006,23(6):44-46.
- [13] 刘义坤,魏丽影,隋新光.大庆油田萨中地区过渡带储层的敏感性[J].大庆石油学院学报,2004,28(1):106-108.
- [14] 常学军,尹志军.高尚堡沙三段油藏储层敏感性实验研究及其形成机理[J].石油实验地质,2004,26(1):84-88.
- [15] 何勇明,王允诚,董长银,等.稠油油藏储层伤害产能预测新模型及表皮因子研究[J].油气地质与采收率,2006,13(1):79-81.
- [16] 贾统权.粘土矿物与油藏演化的对应关系对储层敏感性的影响——以正理庄油田樊131区块沙四段滩坝砂油藏为例[J].油气地质与采收率,2007,14(5):12-15.
- [17] 曹维政,杨清彦,石京平,等.葡西油田储层敏感性实验分析[J].大庆石油地质与开发,2002,21(2):52-55.
- [18] 蒋官澄,王晓军,吴雄军,等.模式识别在储层敏感性预测中的应用[J].油气地质与采收率,2010,17(5):61-64.