

莫西庄油田侏罗系三工河组储层四性关系研究

孟蕾¹⁾, 王敏^{1,2)}, 关丽¹⁾, 张顺^{1,2)}

1) 中石化胜利油田分公司勘探开发研究院, 山东东营, 257000;

2) 中石化胜利油田博士后工作站, 山东东营, 257000

关键词: 三工河组; 储层四性关系; 莫西庄油田

储层四性关系即为储层的岩性、物性、含油性、电性之间的相互关系。储层四性关系研究是正确识别油水层的基础和关键, 对于研究油气分布规律起到重要的指导作用(陈代鑫, 2017; 刘丽, 2018)。侏罗系三工河组储层是莫西庄油田主要的含油层段, 该储层物性较差, 非均质性强, 四性关系有一定对应性但较为复杂, 油水层识别难度大, 致使勘探进展较为缓慢。本文基于测井、试油、钻井取芯及分析化验等资料, 系统地开展了工区内储层四性关系研究, 为莫西庄油田今后勘探提供新的认识。

1 地质背景及储层特征

莫西庄油田位于准噶尔盆地中央隆起区正向构造中部 1 区块南部, 侏罗系构造总体为南倾的单斜, 表现出 NE-SW 向的低幅鼻状构造背景(刘传鹏, 2013)。

该区三工河组储层埋深 3900~4800 m, 自下而上分为三工河组一段、二段和三段。一段为大套半深湖—深湖相暗色泥岩与薄层粉砂岩和细砂岩的交互沉积; 二段地层主要为一套巨厚的辫状河和曲流河三角洲前缘砂体沉积; 三段以半深湖—深湖相暗色泥、页岩沉积为主, 夹细砂岩和粉砂岩。通过岩芯观察, 储层岩性以灰色、浅褐灰色中、细砂岩为主。储层孔隙度平均为 12.3%, 渗透率平均为 31.0 mD, 总体属于低孔低渗储层。

2 储层四性关系研究

2.1 岩性与物性的关系

通过对莫西庄地区三工河组储层不同岩性的孔隙度、渗透率的统计, 认为: ①随着粒度的逐渐降低, 孔渗性逐渐变差, 峰值位置不断左移; ②砾

岩和砂质砾岩与含砾砂岩相比, 其孔渗性较差; ③同一岩性中分选好的则物性较好, 而含砾对岩石物性有较大影响, 含砾砂岩与砂岩相比, 其孔隙度明显较高, 但渗透率相差不大; ④各岩性的孔隙度与渗透率相关性较好。

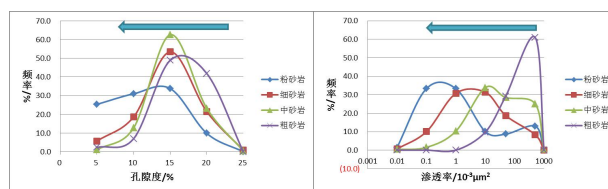


图 1 不同岩性孔渗峰值变化趋势图

2.2 岩性与含油性的关系

为探求莫西庄地区三工河组储层岩性—含油性关系, 对其取芯段不同岩性的含油级别进行统计, 发现随着粒度逐渐降低, 含油性也相应变差, 体现了岩性与含油性有较好的相关性。

2.3 物性与含油性的关系

在物性与含油性关系上, 分选较好、颗粒相对较粗、孔渗性较好的储层, 其含油性相对较好, 而分选差、粒度细、孔渗性差的储层其含油性差或不含油, 但总体来说含油级别不高, 最高仅为油浸级, 其次为油斑、油迹和荧光级。

通过研究储层孔隙度与含油产状的关系, 表现为油浸或油斑的岩芯孔隙度相对较高, 主要集中在 10%~20%。总体表现为随着含油级别的降低, 储层孔隙度显示出逐渐降低的趋势。

渗透率—含油产状的关系与上述孔隙度—含油产状关系类似, 总体表现为随着含油级别的降低, 储层渗透率依次递减。其岩芯样品中无显示的样品数量最多, 可能与岩芯所处位置和砂体厚度有关。

2.4 四性关系

储层电性是岩性、物性、含油性的综合反映。根据钻井、取芯、分析化验结合试油等资料显示岩性较纯、颗粒相对较粗的储层，物性、含油性较好，其测井曲线如 GR、SP、DT 等指示为明显渗透层，电阻率也相对较高，一般大于 $10 \Omega \cdot m$ ；粒度较细的砂岩，如细砂岩、粉砂岩，其物性较差，其测井曲线如 GR、SP、CAL 等指示为明显的非渗透层，电阻率值一般大于 $4 \Omega \cdot m$ ，该地区油水层识别的最有效方法既本次研究的电阻率比值识别法，深、中、浅部同探测深度的电阻率对流体的反应符合测井理论，也符合本地区的实际情况。

3 四性关系复杂原因分析

尽管在岩性、物性、含油性与电性上存在一定的对应关系，电性反映含油性好坏的趋势是明显的，但要在区块范围内划清油层和油水同层、油水同层和含油水层的具体界限却比较困难，出现了录井显示、测井解释与试油结果不相符的现象。如：庄 101 井 7 号层（井段 4333~4338 m），钻井取芯现场描述为油浸级，深感应电阻率为 $9 \Omega \cdot m$ ，测井解释为油层（含水），试油为含油水层。

研究工区内储层岩性变化多样，非均质性强，发育多种孔隙结构；油气分布于多种粒径的砂岩储层中，且与储层物性、构造位置有密切联系，从而造成该区三工河组储层的电性与含油性关系非常复杂，分析其原因是多方面的，从影响储层电性的因素方面归纳起来主要有三个因素：一是储层的骨架（包括岩性、物性），二是储层孔隙中的流体，三是油气成藏史。

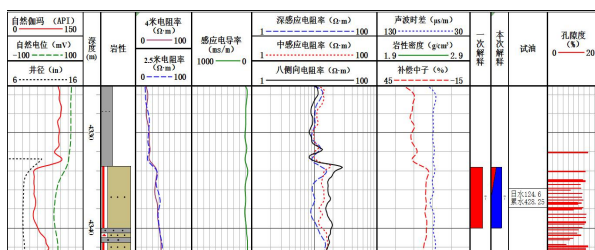


图 2 庄 101 井测井解释成果图

3.1 储层骨架

储层物性相对较差，复杂多变表现在以下几点：①由于沉积相带和埋深的不同，使得平面上储

层物性差异较大。②部分地区的储层孔渗关系较差，孔隙结构复杂多变。莫西庄地区不同的层位孔渗关系、孔隙结构也不相同，表现为孔隙度相差无几，但渗透率却千差万别。③局部裂缝发育。岩芯观察表明，在个别储层段，水平层理缝发育，对储层的物性，尤其是渗透能力有较大的改善作用。

3.2 孔隙流体

该区储层非均质性强，在有限的圈闭幅度条件下，部分层段不足以形成纯油层，储层中局部的隔、夹层对油气分布起了重要的控制作用，导致整个圈闭处于油水同层和含油水层的流体分布格局。

此外，该区的水性分布较为复杂，不同地区水性不同，同一地区不同层位水性也不相同。根据地层水分析资料统计，三工河组的地层水氯离子含量分布在 $8079 \sim 21889 \text{ mg/L}$ ，总矿化度在 $17492 \sim 42558 \text{ mg/L}$ ，水型有 NaHCO_3 、 Na_2SO_4 等。测井资料反映三工河组水层地层电阻率亦有较大的差异。

整体而言，三工河组油水分布十分复杂，大套砂岩中油、水层同时存在，且没有明显的纯泥岩隔层，油水同层远多于油层，试油结果也多为油水同层。另一方面，该区钻井所用泥浆既有淡水泥浆又有盐水泥浆，这较大地混淆了不同井之间的测井响应值，并使得它们之间的可比性大为降低。

3.3 油气成藏史

由于油气成藏后经历了多次构造运动，使得原以成藏的油气发生再次运移，这使得某些储层中含有大量的残余油，在录井时岩芯含油气显示尚可，但试油却以产水为主。

参 考 文 献 / References

- 陈代鑫. 2017. 低渗储层四性关系及油气分布规律研究. 石化技术, (5): 122
- 刘传鹏. 2013. 准噶尔盆地莫西庄地区三工河组二段储层微观特征及有效储层控制因素. 中国地质, 40(5):1515~1522.
- 刘丽. 2018. 低渗储层四性关系与油气分布规律探究. 石化技术, (3): 222, 229
- MENG Lei, WANG Min, GUAN Li, ZHANG Shun: Study on relationships of the four characters of Jurassic Sangonghe formation reservoir in Moxizhuang oilfield
- Keywords: Sangonghe formation; relationships of the four characters of reservoir; Moxizhuang oilfield