

文章编号: 1001-6112(2011)S1-0067-02

塔河油田三叠系下油组 储层夹层对剩余油分布的影响

郑小杰, 刘蕊, 段洪泽, 蒋玉梅, 李伟

(中国石化西北油田分公司勘探开发研究院, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 夹层是表征储层非均质性主要参数之一, 也是影响剩余油分布的主要因素。综合岩心、电性及相关地质统计学分析资料, 对塔河油田三叠系下油组辫状河三角洲辫状河道砂坝中夹层的成因类型、分布特征及夹层对剩余油的影响进行了研究, 划分识别了泥质、钙质和物性夹层; 夹层分布特征主要呈连片分布、单井控制孤立透镜状分布及不规则冲刷充填沉积; 认为储层上部夹层对剩余油的控制作用最强, 其次为底部油水界面附近泥质充填沉积夹层, 中部夹层控制剩余油作用最弱。

关键词: 剩余油; 分布特征; 夹层; 下油组; 三叠系; 塔河油田

中图分类号: TE122.2

文献标识码: A

Influence of reservoir interbed in Triassic lower oil group on residual oil distribution, Tahe Oil Field

Zheng Xiaojie, Liu Rui, Duan Hongze, Jiang Yumei, Li Wei

(Research Institute of Petroleum Exploration & Production, SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Interbed is an important parameter to characterize reservoir heterogeneity. It is also the key factor influencing residual oil distribution. Based on core, logging and geological statistic data, the origin, distribution and influence on residual oil of interbed in braided channel sand bar of braided channel delta of the Triassic lower oil group in the Tahe Oil Field were studied. The interbeds were divided into muddy, calcareous and petrophysical ones. They might distribute contiguously, or in lens shape controlled by single well, or sometimes deposit due to irregular erosion and filling. The upper interbeds in reservoir have the strongest control on residual oil. The muddy interbeds near to oil-water interface at the bottom have less control on residual oil. The middle ones have the least control.

Key words: residual oil; distribution characteristics; interbed; lower oil group; Triassic; Tahe Oil Field

夹层是油层内的非有效层, 分布一般不稳定, 只能局部分隔油层, 不能作为划开发层系的地质依据, 是影响储层非均质性最主要的因素之一, 夹层的存在影响了油水的渗流规律, 控制了剩余油的形成与分布。

1 夹层描述

塔河油田三叠系下油组储层成因类型为辫状河三角洲辫状河道砂坝, 岩性为含砾粗中粒岩屑砂岩, 储层砂体结构型式呈由多期河道平面拼接、纵向叠置的巨厚板状, 其间各种溢岸沉积的泥岩、砂质泥岩、粉砂岩等低渗透或非渗透隔夹层条带状分布^[1]。

夹层的划分一般依据夹层的宏观和微观地质

特点、沉积和成岩等地质作用以及封隔能力来进行分类^[2-3]。根据测井、取心资料, 结合夹层对剩余油的控制, 对该区夹层分为 3 类。

泥质夹层是受沉积作用控制的一类夹层, 由灰色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩以及含砂砾泥岩组成, 对底水的锥进封挡作用最强。自然电位正偏, 自然伽马值明显高于围岩, 电阻率相当于或稍高于围岩电阻率, 声波时差较大, 渗透率一般小于 $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 孔隙度一般小于 9%, 井径曲线明显扩径。

钙质夹层是受沉积作用和成岩作用共同控制的一类夹层^[4], 常出现在物性较好的储集体中, 以钙质中一细砾岩、含细砾中一粗砂岩和中砂岩为主。

电阻率极高,与围岩可有明显区别,自然电位与自然伽马曲线趋于反向,孔隙度小于 10 %、渗透率小于 $10 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,密度较大,声波时差明显变小。

物性夹层,即低渗透夹层,分布不稳定,岩性以粉砂质泥岩与泥质细、粉砂为主,有一定的孔隙度和渗透率,根据岩性的差异,封挡性一般至较差。自然电位与自然伽马曲线回返幅度约为泥质夹层的 $1/3 \sim 1/5$,电阻率、声波介于泥岩和钙质层之间。

2 夹层的分布特征

由于夹层的成因类型不同,其分布面积和分布形式也有很大的差别。根据研究区夹层纵向及平面分布特征(图 1,2),认为塔河三叠系下油组储层夹层不发育,夹层平面分布形式可分为多井控制的连片分布、单井控制孤立透镜状分布和不规则冲刷充填沉积 3 种类型。

2.1 纵向分布特征

通过统计学分析,计算塔河 1,9 区三叠系下油组夹层密度平均为 0.12,夹层频率平均为 0.09。可见夹层总体不发育。这主要是因为研究区下油组处于辫状河三角洲辫状河道成因砂体强烈建设时期,溢岸沉积不发育。

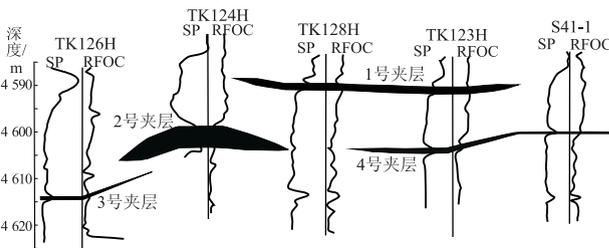


图 1 塔河油田三叠系下油组夹层对比

Fig. 1 Correlation of interbeds in the Triassic lower oil group of Tahe Oilfield

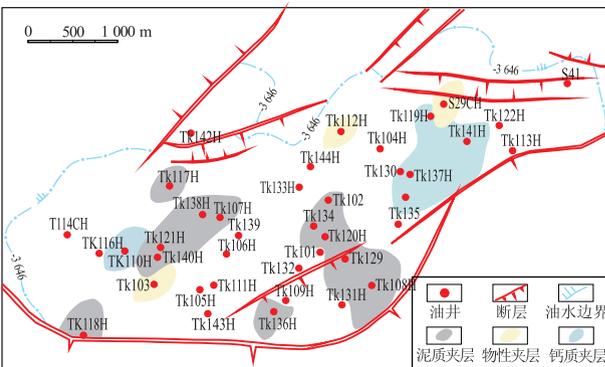


图 2 塔河 1 区三叠系下油组 3 号夹层平面分布

Fig. 2 Plan distribution of the third interbed in the Triassic lower oil group in Tahe Oilfield

2.2 平面分布特征

研究区夹层均呈沿河道方向展布的条带状及透镜状分布。展布宽度多在 200~1 000 m。根据夹层纵向及平面分布特征(图 1,2),认为三叠系下油组夹层分布形式为多井控制的不规则连片分布、单井控制孤立透镜状分布和不规则冲刷充填沉积 3 种类型。

2.2.1 连片分布夹层

主要呈多井控制的不规则席状、片状、椭圆状连片分布,该类夹层主要以泥质夹层为主,厚度一般在 1~2 m,对局部底水的锥进具有很好的抑制作用,延伸范围在 300~1 500 m。其次部分物性夹层和钙质夹层也呈不规则的片状分布,该类夹层大部分厚度较小,多在 0.3~1.5 m,以泥质粉砂质或者灰质砂岩为主,延伸长度在 400~1 200 m。

2.2.2 透镜状分布夹层

该类夹层主要以单井控制的物性夹层及钙质夹层为主,少量泥质夹层,夹层多呈沿物源方向延伸的单井控制的透镜状,厚度 0.2~1.0 m,平面延伸局限于 100~250 m。

2.2.3 不规则冲刷充填夹层

该类夹层体现辫状河道冲刷充填沉积特征,主要以泥质夹层为主,夹层厚度较大,厚 2~4 m,但分布范围比较局限,井间不连续,延伸有限,一般不超过一个井距。

3 夹层对剩余油的控制

夹层影响了油水的渗流规律,控制了剩余油形成与分布^[5-7],由于夹层的存在,流体的垂向流动受阻,局部的驱替效果变差,形成了剩余油富集区。在辫状河三角洲辫状河道砂坝内,夹层的展布性质、面积、厚度及夹层发育的位置都影响了油藏最终采收率。研究区夹层分布位置对剩余油的控制作用非常明显,该区夹层在油层的上、中、下部均有发育,它的存在增加了储层的非均质性,对剩余油的形成有利。

上部夹层阻碍对剩余油的动用。剩余油分布主要受储层物性规律的控制,受沉积时期水动力影响,夹层上部往往物性较差,一般形成较多的剩余油,研究区内三叠系下油组储层属于正韵律的辫状河三角洲辫状河道砂坝,油层上部物性变差,主要发育泥质和物性夹层。

下部夹层一般分布在油水界面附近,对剩余油的控制与夹层性质、厚度、分布面积等因素有关。夹层厚度和面积越大,致密或者泥质,剩余油相对

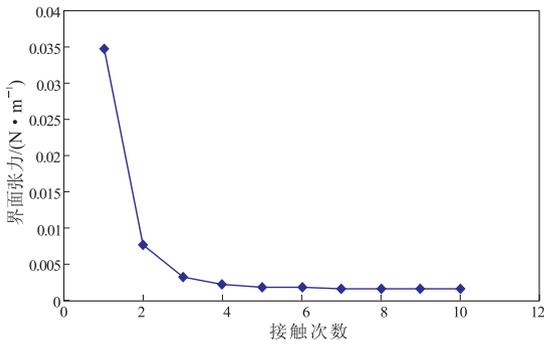


图 12 向前多级接触气液相界面张力变化

Fig. 12 Gas-liquid phase interfacial tension changes in forward multistage contact

2) 根据相态分析,在一定压力下,注入气—反凝析油向前多次接触可达到蒸发混相,有利于提高凝析油的采收率。

3) 注气过程中液相中 C_7+ 等重质组分含量降低,说明注入气有利于重质组分的蒸发。

4) 注气过程中的溶解—抽提作用可有效改善

凝析油性质,使凝析油膨胀系数增加,粘度和密度下降,气液相界面张力显著降低。可见大涝坝凝析气田注入外输气开发将有效提高凝析油采收率。

致谢:在厂领导赵习森同志的大力支持下,与西南石油大学联合开展了注气驱替长岩心实验测试研究、相态模拟实验研究,为大涝坝凝析气藏注气开发提供了实验基础,为凝析气藏高效开发提供参考依据和有效指导,也使本人有机会接触凝析气藏开发的科技前沿。在此,对各级领导、老师和同事表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 李仕伦,张正卿,冉新权,等. 注气提高石油采收率技术[M]. 成都:四川科学技术出版社,2001:140,184.
- [2] 刘尧文,刘建仪. 氮气的溶解及抽提效应对原油性质的影响[J]. 西安石油大学学报(自然科学版),2004(5):28-30.
- [3] 李向良. 注 N_2 提高低渗透油藏采收率的可行性实验研究[D]. 成都:西南石油大学,2006.

(编辑 徐文明)

(上接第 68 页)

会富集。研究区内油水界面附近往往由于发育有不规则的泥质充填沉积,在局部井控区域可有效地拟制底水的锥进,对剩余油非常有利。

中部夹层往往不容易形成大规模的剩余油分布。主要由于该区中部岩层物性相对较好,夹层相对不发育,仅有少量的薄物性夹层,具有一定的渗透性。只有当中部存在诸如上部 and 下部不渗透层时,才会形成局部富集的剩余油。

4 结论

1) 塔河油田三叠系下油组储层夹层主要分为泥质夹层、钙质夹层和物性夹层,夹层的密度和频率较低,夹层总体不发育。

2) 夹层的平面分布特征主要为多井控制的连片分布、单井控制孤立透镜状分布和不规则冲刷充填沉积。

3) 纵向上不同部位,不同类型的夹层控制剩余油程度不同。塔河三叠系下油组油层上部夹层对剩余油的形成最有利;下部局部井控区域油水界面

附近发育有泥质夹层或泥质充填沉积,可有效拟制底水的锥进;油层中部夹层相对不发育,对剩余油控制较差。

参考文献:

- [1] 付国民,赵俊欣,杨磊,等. 塔河油田 9 区三叠系中上统高分辨率层序地层及沉积演化[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2007,43(3):13-17.
- [2] 姚光庆,马正,赵彦超,等. 浅水三角洲分流河道储层砂体特征[J]. 石油学报,1995,16(1):1-8.
- [3] 孙永传,李惠生. 碎屑岩沉积相和沉积环境[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [4] 林承焰,候连华. 辽河西部凹陷沙三段浊积岩储层中钙质夹层研究[J]. 沉积学报,1996,14(3):72-80.
- [5] Ma Shizhong, Zhang Jing, Jin Ningde, et al. The 3-D architecture of point bar and the forming and distribution of remaining oil [J]. SPE 57308,1999:1-71.
- [6] 王洪辉. 河南双河油气田 IV 1-3 层系夹层分布研究[J]. 天然气工业,2000,20(3):26-29.
- [7] 李阳,王端平,刘建民. 陆相水驱油藏剩余油富集区研究[J]. 石油勘探与开发,2005,32(3):91-96.

(编辑 叶德燎)