

Physical Property Change Characteristics of Lower Triassic Oil Formation Reservoir after High-multiple Water Flooding in S Area of Tahe Oilfield

Puli Chen^{1,2} Ruiming Zhao^{1,2} Jing Xu^{1,2} Xiaoyu Zhang^{1,2} Dongchen Ma^{1,2}

1. Experimental Center SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang, 830011, China

2. Key Laboratory for Enhanced Oil Recovery in Fractured Vuggy Reservoir of SINOPEC, Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract

In order to improve oil production, water injection development has become one of the main measures to improve oil recovery in Tahe oilfield, but long-term water injection scouring of the reservoir will change the reservoir property. In this paper, high-multiple water flooding experiments are carried out on the physical core with formation water to study the physical property change characteristics of the reservoir, with the help of scanning electron microscope and X-ray diffraction analysis, it can be seen from the permeability and porosity of core samples measured before and after displacement that the porosity changes little before and after displacement, but the permeability decreases significantly.

Keywords

improve oil production; Tahe oilfield; reservoir property; high-multiple water flooding; porosity; permeability

塔河油田 S 区三叠系下油组储层高倍水驱后物性变化特征

陈蒲礼^{1,2} 赵瑞明^{1,2} 许婧^{1,2} 张晓宇^{1,2} 马冬晨^{1,2}

1. 中国石化缝洞型油藏提高采收率重点实验室, 中国·新疆 乌鲁木齐 830011

2. 中国石化西北油田分公司实验检测技术中心, 中国·新疆 乌鲁木齐 830011

摘要

为提高油田采油量, 注水开发成为塔河油田提高采收率的主要措施之一, 但长期对储层进行注水冲刷会改变储层物性特征。论文在室内利用地层水对实物岩心进行高倍水驱实验, 研究储层的物性变化特征, 借助扫描电镜和X衍射分析, 从驱替前后所测岩心样品的渗透率、孔隙度可知, 水驱前后孔隙度变化不大, 但渗透率明显变低。

关键词

提高采收率; 塔河油田; 储层物性; 高倍水驱; 孔隙度; 渗透率

1 引言

塔河油田 S 区三叠系油藏为强底水砂岩油藏, 动用地质储量高, 经长年开采, S 区油井含水持续上升并引起产量递减, 影响油田整体开发效果。前期研究人员对此问题开展过很多研究^[1]。在注水开发过程中, 长期冲刷对储层物性及储层孔隙结构有较大影响, 因此研究注水开发前后的储层物性变化具有重要意义。论文依据 S 区范围内 2 口井的 4 块实物岩心, 从室内出发, 研究在不同驱替倍数下岩心渗透率、孔隙度的变化。

【作者简介】陈蒲礼(1982-), 中国江西吉安人, 硕士, 副研究员、技术员, 从事油气田勘探开发实验研究。

2 实验准备

2.1 岩心准备

选取 S 区范围内 2 口井的 4 块岩心, 其岩心数据如表 1 所示。

表 1 岩心原始物性数据

岩心编号	岩心长度 cm	岩心直径 cm	气测孔隙度 %	气测渗透率 mD
T15	5.231	2.250	22.6	94.2
T16	5.456	2.249	23.0	312
T39	4.899	2.250	23.0	459
T47	4.785	2.248	23.1	978

2.2 配制地层水

为了防止水敏发生, 需按实际地层水的性质, 室内配置地层水^[1]。地层水性质: 总矿化度为 215011mg/L, Ca²⁺

的矿化度为 12474mg/L, Na⁺ 的矿化度为 69217mg/L, Mg²⁺ 的矿化度为 1133mg/L, Cl⁻ 的矿化度为 131909mg/L。所配地层水在 20℃时, 密度为 1.154g/cm³。

2.3 实验步骤

- ①截取少量岩心进行扫描电镜分析及粘土 X 衍射分析。
- ②将剩余岩心装入岩心夹持器中, 接好实验流程, 准备流体驱替实验。
- ③对岩心注入地层水, 初始液测渗透率测量完成后, 间隔一段时间记录一次压力、流量等参数, 并计算该时间点对应 PV 数下的液测渗透率。
- ④当注入地层水总量大于 1000PV 的时, 结束注水实验。
- ⑤烘干岩心样品, 烘干流程, 参见标准 SY/T 5336。对水驱后的岩心样品进行扫描电镜分析及粘土 X 衍射分析^[2]。
- ⑥回收样品, 待后续实验。

3 水驱前样品的扫描电镜和粘土 X 衍射分析

对岩心样品的新鲜面进行扫描电镜分析, 可发现颗粒表面及粒间分布大量粘土矿物, 粘土矿物以高岭石、绿泥石为主, 局部见蒙脱石及伊蒙混层(见图 1)。

4 岩心高倍水驱实验

4.1 渗透率变化

对编号为 T15、T16、T39、T47 四块岩心样品以 0.5mL/min 的速率进行 1000PV 以上体积的地层水驱替(岩心实测临界

流速为 1.1mL/min)。得到的岩心渗透率数据如图 2~ 图 5 所示。

从四幅图中不难发现四块岩心在被高倍地层水冲刷后渗透率均明显降低^[3]。T15 号样品的液测渗透率随着驱替倍数的增大从初始的 46.3mD 下降到 1.4mD, 渗透率下降了 97%; T16 号样品的液测渗透率从初始的 176.9mD 下降到 4.9mD, 渗透率下降了 97.2%; T39 号样品的液测渗透率从初始的 66.6mD 下降到 1.58mD, 渗透率下降了 97.6%; T47 号样品的液测渗透率从初始的 203.3mD 下降到 6.8mD, 渗透率下降了 96.7%。四块样品的液测渗透率平均下降了 97.1%。

4.2 孔隙度变化

将高倍水驱后的 4 块岩心进行烘干。对烘干后的 4 块岩心进行孔隙度测量, 并与水驱前的孔隙度数据进行对比^[4]。对比数据见表 2, 不难发现水驱前后岩心样品的孔隙度变化不大。

表 2 水驱前后样品孔隙度变化情况

岩心编号	水驱前气测孔隙度 %	水驱后气测孔隙度 %
T15	20.6	20.9
T16	25.0	25.4
T39	23.0	23.6
T47	23.2	23.5

4.3 水驱后样品的扫描电镜和粘土 X 衍射分析

4.3.1 扫描电镜分析

烘干水驱后的岩心样品, 取少量用于扫描电镜分析。在电镜下观察岩心颗粒表面的特征, 并与水驱前对岩心样品做的扫描电镜分析做对比, 见图 6。

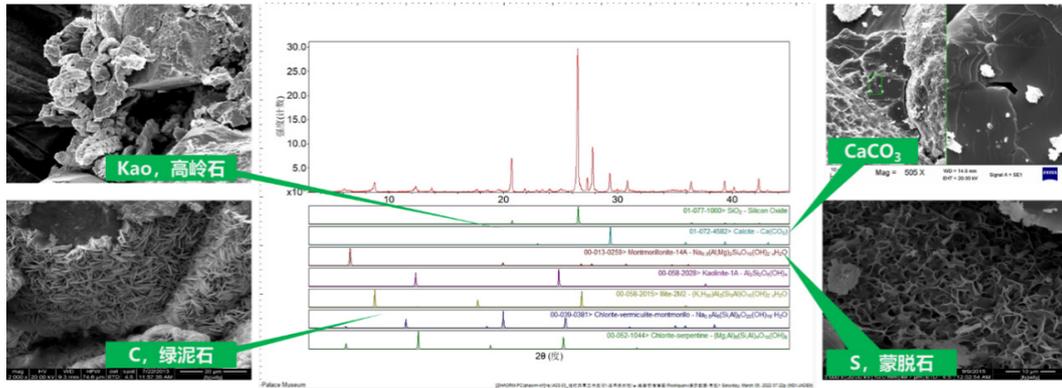


图 1 岩心样品的扫描电镜分析和 X 衍射分析

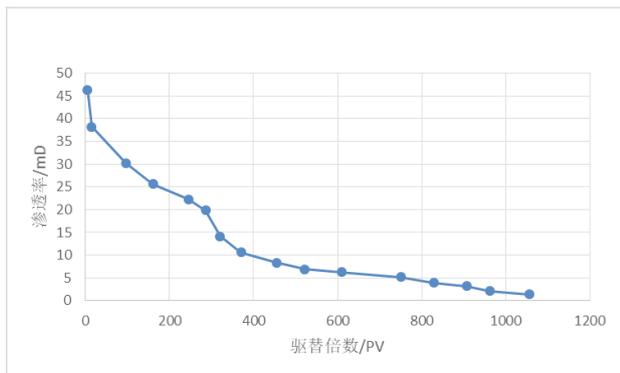


图 2 T15 岩心高倍水驱下的渗透率变化

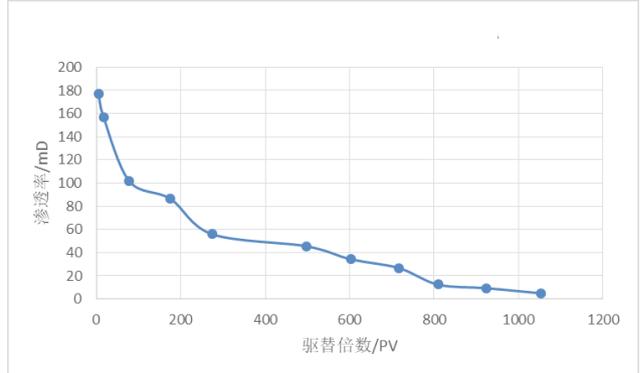


图 3 T16 岩心高倍水驱下的渗透率变化

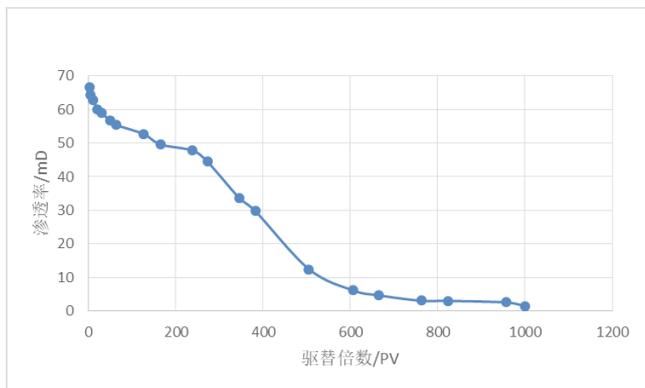


图4 T39 岩心高倍水驱下的渗透率变化

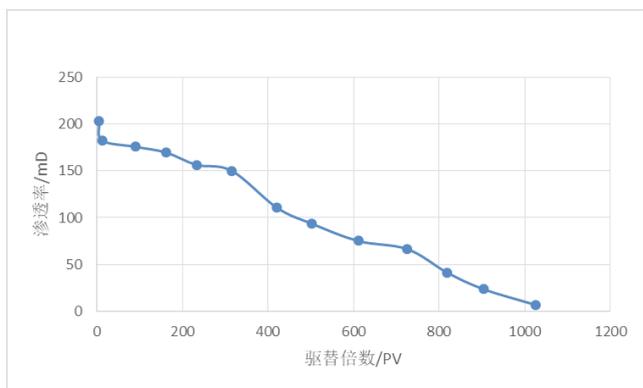


图5 T47 岩心高倍水驱下的渗透率变化

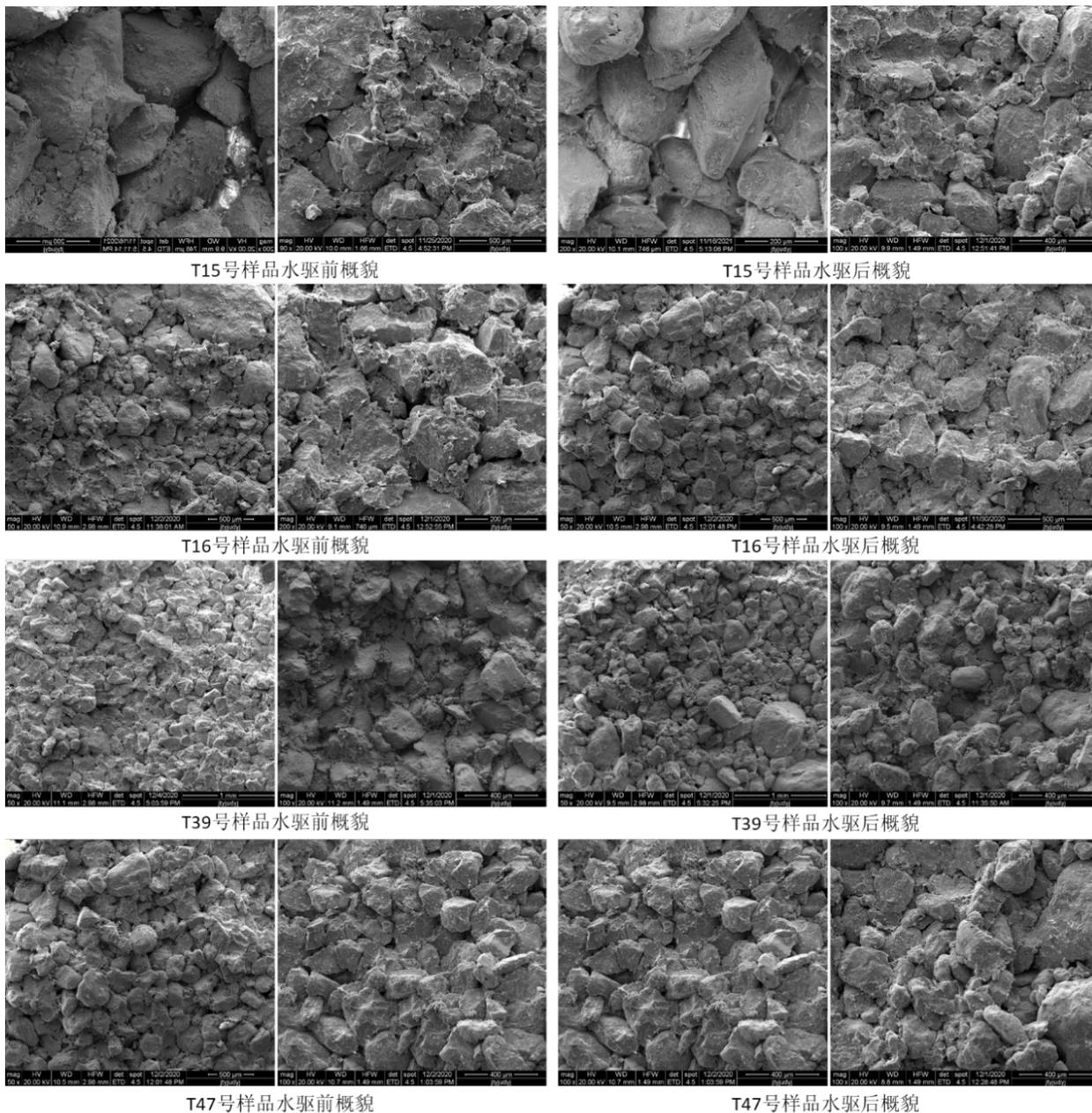


图6 运用扫描电镜观察岩心样品驱替前后颗粒表面的变化

从图中对比可以发现,4块岩心样品经过1000PV的地层水驱替后,岩心的骨架颗粒并未发生明显的位移,但是颗粒表面及面积稍大的粒间孔中的填充物数量有一定程度的减少。

4.3.2 粘土 X 衍射分析

烘干水驱后的岩心样品,取少量用于粘土 X 衍射分析。将该分析结果与水驱前的粘土衍射分析结果做对比,见表3。

表3 驱替前后样品粘土矿物含量表

样品号	高岭石		蒙脱石		绿泥石		伊蒙混层	
	驱替前	驱替后	驱替前	驱替后	驱替前	驱替后	驱替前	驱替后
T15	42	41	8	7	41	44	18	17
T16	54	55	7	5	26	26	15	13
T39	42	43	9	7	28	27	25	24
T47	47	45	6	8	30	29	22	20

从表3中可以看出,水驱后四块岩心样品的粘土矿物仍然以高岭石和绿泥石为主,少量含有蒙脱石和伊蒙混层^[5]。并且岩心样品在经过1000PV地层水冲刷后,粘土矿物的相对含量没有发生明显变化^[6]。

通过对比水驱前后岩心样品的扫描电镜分析结果,说明岩心在高倍体积的地层水冲刷下,在一定程度上使岩心颗粒表面和面积稍大的粒间孔中的粘土矿物发生运移^[7]。通过对比水驱前后粘土 X 衍射分析结果,岩心样品中的粘土矿

物并没有被地层水带出岩心。

5 结论

借助扫描电镜和 X 衍射分析,从驱替前后所测岩心样品的渗透率、孔隙度可知,水驱前后岩心的孔隙度变化不大,而渗透率有明显的降低,说明高倍的地层水冲刷使岩心内部的粘土矿物微粒发生位移,改变了岩心内部的孔隙结构,使岩心的物性变差。

参考文献

- [1] 张晓宇,陈蒲礼,汪霞,等.塔河油田三叠系砂岩储层岩心高倍数流体冲刷后孔隙结构变化研究[J].工程技术与管理,2020,15(4):38-42.
- [2] 王昕立,姚远,刘峰,等.长期冲刷条件下的储层物性参数变化规律研究[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2011,13(3):8-9+20.
- [3] 玉珍,吴素英,张广振,等.注水开发过程中储集层物理特征变化规律研究[J].油气采收率技术,1996,3(4):53-58.
- [4] 袁盛贵,官凤英.关于油层水淹后岩石物性参数变化的讨论[J].大庆石油地质与开发,1986,5(2):69-74.
- [5] 吴素英,孙国,程会明,等.长期水驱砂岩油藏储层参数变化机理研究[J].油气地质与采收率,2004,11(2):9-11.
- [6] 王成胜,田津杰,阚亮,等.高倍数水驱开发效果评价研究[J].石油化工应用,2020,39(12):31-43.
- [7] 邓玉珍,吴素英,张广振,等.注水开发过程中储集层物理特征变化规律研究[J].油气采收率技术,1996,3(4):53-58.