

型在不同黏土含量下的性能评价II高级优质筛管

陈柯源 修李海

(长江大学石油工程学院 湖北武汉 430100)

【摘要】在疏松砂岩油藏开采过程中,高级优质筛管II型作为一种广泛使用的机械式防砂筛管,不同储层黏土含量将对挡砂效果和油井产能产生影响。采用自行研发的挡砂驱替模拟实验装置,对高级优质筛管II型在不同黏土含量下进行挡砂驱替实验。分析了筛管的堵塞规律和挡砂原理,并基于实验数据,结合筛管的挡砂性能和流通性能指标的计算方法,系统地评价了筛管的挡砂性能和流通性能。实验结果表明:储层黏土含量越高,筛管达到堵塞平衡的时间越短,渗透率下降的越快;当黏土含量超过10%后,对黏土含量较为敏感。综合评价结果表明:当黏土含量为5%和10%时,高级优质筛管II型综合性能最优,当黏土含量为15%时,高级优质筛管II型综合性能较差,因此该筛管适用于黏土含量小于10%的储层。

【关键词】高级优质筛管II型 堵塞机制 挡砂性 流通性 性能评价

1 高级优质筛管II型结构组成

金属网布优质筛管是指由一层或者多层的金属网布包裹在基管外围作为挡砂介质的一种机械筛管。高级优质筛管II型是一种被广泛应用的金属网布优质筛管,其结构组成:保护套+方孔网+密纹网+密纹网+方孔网+内保护罩+基管。

2 实验原理及装置

2.1 实验原理及方法

实验过程中,挡砂试样的渗透率计算公式为:

$$K = \frac{Q\mu L_s}{A(P_o - P_i)} \quad (1)$$

式中, Q 为试验过程中泵排量, m^3/s ; μ 为携砂液流体粘度,

$Pa \cdot s$; A 为挡砂试样的面积, m^2 ; L_s 为挡砂介质的厚度, m ; P_o 为防砂系统入口端压力, Pa ; P_i 为防砂系统出口端压力, Pa ; K , 渗透率 m^2 。

2.2 实验装置及条件

本次实验采用自行研制的挡砂驱替模拟装置,该装置由主体装置、混砂系统、隔膜混输泵、分流阀、流量计、压力传感器、压差传感器、振动筛、计算机数据采集系统、伺服控制系统等组成;主体装置由装置入口、装置出口、防砂试样、泄流口、压差传感器接口组成。

筛管挡砂模拟驱替实验在室内进行,温度为室内常温;携砂液为清水;泵的频率及排量为:7Hz, 1000 L/h;模拟地层砂材料及参数为:石英砂 D50=250, $U_c=4.1$ 。

3 实验结果分析

3.1 实验堵塞过程分析

按照设定的实验条件完成高级优质筛管II型试样在三种黏土含量(5%、10%、15%)下的挡砂驱替模拟实验。高级优质筛管II型试样在不同黏土含量下测得压差随时间变化曲线如图1所示。

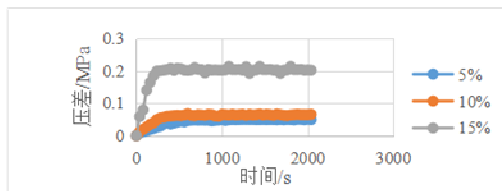


图1 高级优质筛管II型在不同黏土含量下实验压差曲线

3.2 三种筛管在不同黏土含量下的堵塞规律

如图2所示;从图中可以看到在实验初期随着筛管试样的逐渐堵塞,渗透率逐渐下降,最终趋于稳定;高级优质筛管II型最终稳定的渗透率随着黏土含量的增加而下降,且黏土含量越高,筛管达到堵塞平衡的时间越短,渗透率下降的越快;高级优质筛管II型在不同黏土含量下稳定压差稳定渗透率对比如图3所示,通过对比可以得到,当黏土含量在5%到10%范围内, T2 筛管的稳定压差、稳定渗透率变化程度较小,而黏土含量超过10%后 T2 筛管的

稳定压差、稳定渗透率变化程度很大。

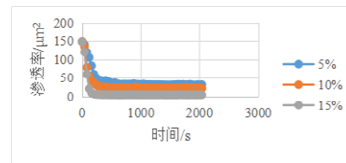


图2 高级优质筛管II型在不同黏土含量下渗透率变化曲线

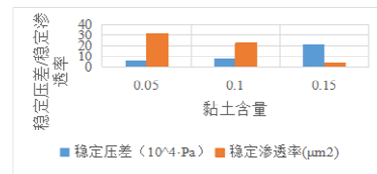


图3 高级优质筛管II型在不同黏土含量下稳定压差和稳定渗透率对比

4 高级优质筛管II型的综合性能评价

4.1 筛管的综合性能评价方法

4.1.1 流通性能评价方法

筛管流通性能评价方法采用匡韶华提出的综合渗透率计算方法,综合渗透率表征整个实验过程中的流通性能,计算公式为:

$$k_s = k_{so} X_s + k_{sa} (1 - X_s) \quad (2)$$

$$k_{sa} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_{si}$$

式中, k_s 为综合渗透率, μm^2 ; X_s 为加权平均系数,取0.25; k_{so} 为初始渗透率, μm^2 ; k_{sa} 为实验全过程平均渗透率, μm^2 ; N 为实验过程测试点数。

多个筛管的流通性评价指标计算公式为:

$$S_{l(j)} = \frac{k_{s(j)}}{k_{s \max}} \quad (3)$$

式中, $k_{s(j)}$ 为第 j 个筛管的综合渗透率, μm^2 ; $k_{s \max}$ 为全部筛管的综合渗透率最大值, μm^2 ; $S_{l(j)}$ 为第 j 个筛管的流通性评价指标。

4.1.2 挡砂性能评价方法

计算挡砂性能评价时引入“允许出砂比”指标进行计算,以消除不同筛管挡砂精度的影响。“允许出砂比”即实验使用的地层砂中小于实验筛管标称精度的地层砂质量占地层砂总质量的比值,可根据实验使用的地层砂筛析曲线求得。

评价指标的计算公式为:

$$S_d = \frac{m_t \cdot R - m_s}{m_t \cdot R} \quad (4)$$

式中 m_s 为实验过程中产出砂的质量, kg ; m_t 为实验过程所使用的地层砂总质量, kg ; R 为允许出砂比。

4.2 三种筛管综合性能比较和优选

根据实验数据和上述评价方法计算得到高级优质筛管 II 型在不同黏土含量下的流通性指标、挡砂性指标对比如图 4 所示。高级优质筛管 II 型的流通性均随着黏土含量的增加而下降,挡砂性随着黏土含量的增加而增加,主要原因是黏土含量增加使得多层筛网结构更易形成堵塞,渗透率下降,出砂减少。

将筛管的两个评价指标绘制在图表中,如图 5 所示,可以比较直观的来判断筛管综合性能的好坏。对于各个筛管,性能指标越接近于 1 越好;两两指标越接近图中斜线,说明筛管这两项性能越平衡。依据以上两点可以得出,当黏土含量为 5%和 10%时,高级优质筛管 II 型综合性能最优,当黏土含量为 15%时,高级优质筛管 II 型综合性能较差。

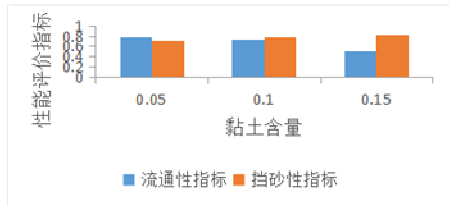


图 4 高级优质筛管 II 型单项指标对比

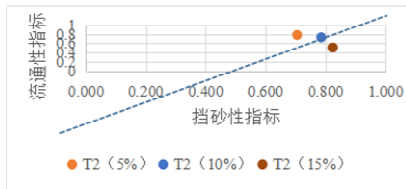


图 5 高级优质筛管 II 型在不同黏土含量下的流通性与挡砂性关系图

5 结论

(1) 分析了高级优质筛管 II 型的结构特征,进一步揭示了其挡砂原理和堵塞机制。采用长江大学防砂实验室的挡砂驱替模拟实验装置,高级优质筛管 II 型试样在不同黏土含量下进行了挡砂驱替模拟实验,分析了该筛管的堵塞过程及规律,并系统地评价了筛管的综合性能。

(2) 通过实验可以得出,储层黏土含量越高,筛管达到堵塞平衡的时间越短,渗透率下降的越快;当黏土含量超过 10%后,高级优质筛管 II 型的稳定压差、稳定渗透率变化程度很大,对黏土含量较为敏感。

(3) 通过对高级优质筛管 II 型进行系统评价可以得出,当黏土含量为 5%和 10%时,高级优质筛管 II 型综合性能最优,当黏土含量为 15%时,高级优质筛管 II 型综合性能较差,因此该筛管适用于黏土含量小于 10%的储层。

参考文献

- [1]董长银. 油气井防砂技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2009: 47-55.
- [2]Dong Changyin. Sand control technology for oil and gas wells [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2009: 47-55.
- [3]朱春明,王希玲,邓金根.防砂筛管性能评价实验方法的建立[J].新疆石油天然气,2011,7(04):69-72+109.
- [4]Zhu Chunming, Wang Xiling, Deng Jingen. Establishment of experimental method for performance evaluation of sand control screens [J]. Xinjiang Oil and Gas, 2011, 7 (04): 69-72+109.
- [5]Larsen O S, Fjellstad V, Mathisen A M et al. New Sand retention test setup exhibits no plugging tendencies with various screen types using nonuniform test sand[R].SPE 151346, 2012
- [6]王爱国.金属棉优质筛管适度防砂实验研究及应用[J].断块油气田,2013,20(04):535-538.
- [7]Wang Aiguo. Research and application of moderate sand control for metal wool high quality screen[J]. Fault Block Oil and Gas Field, 2013, 20(04): 535-538.
- [8]孙金,邓金根,王尧,王厚东,刘凯铭.新型泡沫金属筛管堵塞机理及影响因素试验研究[J].石油钻探技术,2015,43(05):123-128.
- [9]Sun Jin, Deng Jingen, Wang Wei, Wang Houdong, Liu Kaiming. Experimental study on plugging mechanism and influencing factors of new foam metal screen[J]. Petroleum Drilling Technology, 2015, 43(05): 123-128.
- [10]邓福成,林海,曹砚锋,潘豪,闫伟.微颗粒成分对金属网布筛管的堵塞机理实验研究[J].石油科学通报,2017,2(04):500-506.
- [11]Deng Fucheng, Lin Hai, Cao Yufeng, Pan Hao, Yan Wei. Experimental study on the plugging mechanism of micro-particles on metal mesh screens[J]. Petroleum Science Bulletin, 2017, 2(04): 500-506.
- [12]匡韶华.油井防砂筛管适应性试验评价方法研究[J].石油矿场机械,2017,46(04):43-47.
- [13]Kuang Shao hua. Study on the evaluation test method of oil well sand control screen[J]. Petroleum Mine Machinery, 2017, 46(04): 43-47.