

低渗透砂岩油藏注采井网调整对策研究

曲瑛新^{1,2}

(1. 中国石油大庆油田有限责任公司第九采油厂, 黑龙江大庆 163853; 2. 浙江大学地球科学系, 浙江杭州 310027)

摘要: 低渗透油藏注水开发后, 注采井网难以满足后续开发需求。应用油藏工程和数值模拟预测等方法, 对低渗透油藏合理油水井数比、注采井网调整方式、调整时机以及调整后新、老井合理注水调整方法进行系统研究, 形成了低渗透油田井网调整技术。考虑低渗透储集层的渗流特性、启动压力梯度导致油水井地层压力的差异, 推导了适应低渗透油藏的油水井数比计算公式。根据储层裂缝发育状况以及剩余油分布特征, 选择水驱面积波及系数较高的井网进行调整。鞍南油田合理的调整方式是将裂缝不发育井区反九点法井网调整为五点法井网, 裂缝发育井区转线性注水。对不同调整时机下的开发效果预测表明, 调整越早, 效果越好。井网调整后要适当控制老井注水, 加强新井注水, 使地层压力分布更加合理。研究结果表明, 利用上述调整对策对低渗透油藏实施注采井网调整是可行的, 可以为低渗透油田井网调整提供新的技术支持。

关键词: 低渗透油藏 砂岩油藏 合理油水井数量 井网调整

中图分类号: TE324 文献标识码: A 文章编号: 1001-0890(2012)06-0084-06

Adjustment Strategy of Injection-Production Patterns for Low Permeability Sandstone Reservoirs

Qu Yingxin^{1,2}

(1. No. 9 Oil Production Plant, Daqing Oilfield Ltd., PetroChina, Daqing, Heilongjiang, 163853, China; 2. Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang, 310027, China)

Abstract: When low-permeability reservoirs turn to waterflooding, injection-production well pattern, it is difficult to meet the actual needs of the subsequent development. By using reservoir engineering and numerical simulation, the ratio of producer to water injector, injection-production well pattern adjustment, adjustment timing and proper water injection regime of new and old wells are studied systematically. Considering the seepage flow in low permeability reservoirs, formation pressure difference between the producer and water injector, the formula of producer to water injector ratio for low-permeability reservoirs was derived. According to the distribution of fracture and remaining oil, the pattern with high sweeping coverage factor should be selected for adjustment. The adjustment in Aonan Oilfield involves the conversion of inverted nine spot well pattern to five spot well pattern in areas with undeveloped fractures, and linear water injection in blocks with developed fractures. Prediction of development effect at different adjustment timing shows the sooner the adjustment, the better the effect. After the pattern adjustment, injection in old wells should be restricted while injection in new wells should be strengthened to make the reservoir pressure distribution more reasonable. The results show that the well pattern modification method is feasible for low-permeability reservoirs and will provide technical support for well pattern modification of low permeability reservoirs.

Key words: low-permeability reservoir; sandstone reservoir; reasonable oil-water well ratio; pattern adjustment

低渗透油藏储层条件差, 产液指数随着含水率上升急剧降低, 产量递减快, 并且实际产液产油指数比合理的产液产油指数低。因此, 在延长低含水期的前提下, 要保证油田达到最大的产液量, 减缓产量递减, 合理的注采系统就尤其重要。大庆外围鞍南

收稿日期: 2012-05-07; 改回日期: 2012-10-14。

作者简介: 曲瑛新(1980—), 男, 黑龙江大庆人, 2002 年毕业于大庆石油学院石油工程专业, 浙江大学构造地质学专业在读工程硕士研究生, 工程师, 主要从事低渗透和特低渗透油藏开发管理工作。

联系方式: (0459)4697786, quyx@petrochina.com.cn。

油田初期采用反九点井网,油水井数比2.9,多向水驱比例仅为12.95%,注水井负担重,注水压力年平均上升1.0 MPa,地层压力保持水平仅为68.6%,老井自然递减快。因此,有必要对注采井网进行调整,改善油田开发效果。

合理油水井数比是指油田注水井和采油井的流动压力一定、开发总井数一定的条件下,油田能够获得最高产液量的采油井与注水井的数量比,是注采井网调整的重要依据。确定合理油水井数比的模型和方法很多,常见的有3种方法:

1) 吸水、产液指数法^[1-3]。该方法基于注采平衡,仅考虑了产液指数和吸水指数对油水井数比的影响,对中高渗透砂岩油藏注采系统调整起积极作用,但低渗透油田受启动压力梯度等因素影响,往往难以达到注采平衡,因此,该方法不适用于低渗透油田。

2) 吸水、产液指数及注采比法^[4-5]。该方法在第一种方法的基础上,考虑了注采比的影响,对合理的油水井数比计算公式进行了推导,但在推导过程中,错误的将注采比理解为注入流体与采出流体的地层体积之比,因此,该公式计算结果是不准确的。

3) 吸水产液指数及注采压差法^[6]。目前各种文献计算合理油水井数比应用最多的就是该方法。该方法只是根据现有数据简单求解,求出来的油水井数比就是现井网条件下的油水井数比,而不是最大产液量条件下的油水井数比,因此,其计算结果对生产指导意义不大。

笔者在前人研究的基础上,从低渗透油藏开发特征入手,对合理油水井数比的计算方法进行了推导,并以此为基础,对低渗透油藏注采井网调整的方法进行了系统研究。

1 合理油水井数量的确定

由于渗流阻力及启动压力梯度和压力敏感性等因素的影响,低渗透储集层油水井间容易憋起高压^[7],即油水井地层压力之间存在很大压差,因此,

$$Q_l = \frac{R}{1+R} \frac{(n_o + n_w) J_1 \left[(1 - f_w) \frac{B_o}{\rho_o} + f_w \frac{B_w}{\rho_w} \right] I_w (p_{inj} - \Delta p - p_{wf})}{R_{IP} R J_1 \left[(1 - f_w) \frac{B_o \rho_w}{B_w \rho_o} + f_w \right] + I_w} \quad (8)$$

$$\text{令 } a = (n_o + n_w) J_1 \left[(1 - f_w) \frac{B_o}{\rho_o} + f_w \frac{B_w}{\rho_w} \right] I_w (p_{inj} - \Delta p - p_{wf}), b = R_{IP} J_1 \left[(1 - f_w) \frac{B_o \rho_w}{B_w \rho_o} + f_w \right], c = I_w.$$

在计算合理油水井数比时必须考虑这一因素的影响^[8-9]。

假设油井平均地层压力为 p_{ows} ,注水井和采油井的地层压力差为 Δp ,那么注水井地层压力 p_{iws} 可以表示为:

$$p_{iws} = p_{ows} + \Delta p \quad (1)$$

如果采油井数量为 n_o ,注水井数量为 n_w ,那么油田的日产液量 Q_l 和日注水量 Q_{inj} 的地下体积分别为:

$$Q_l = n_o J_1 (p_{ows} - p_{wf}) \left[\frac{(1 - f_w) B_o}{\rho_o} + \frac{f_w B_w}{\rho_w} \right] \quad (2)$$

$$Q_{inj} = \frac{n_w I_w (p_{inj} - p_{iws}) B_w}{\rho_w} \quad (3)$$

式中: I_w 为吸水指数, $t^3/(MPa \cdot d)$; J_1 为采液指数, $t/(MPa \cdot d)$; B_o , B_w 分别为油和水的体积系数; ρ_o , ρ_w 分别为油和水的密度, t/m^3 。

将式(1)代入式(3),得:

$$Q_{inj} = \frac{n_w I_w (p_{inj} - p_{ows} - \Delta p) B_w}{\rho_w} \quad (4)$$

注采比定义为:

$$R_{IP} = \frac{Q_{inj}}{Q_l} \quad (5)$$

油水井数比定义为:

$$R = \frac{n_o}{n_w} \quad (6)$$

将式(2)和式(4)代入式(5),求解可得油井的地层压力:

$$p_{ows} = \frac{I_w (p_{inj} - \Delta p) + R_{IP} R J_1 p_{wf} \left[(1 - f_w) \frac{B_o \rho_w}{B_w \rho_o} + f_w \right]}{R_{IP} R J_1 \left[(1 - f_w) \frac{B_o \rho_w}{B_w \rho_o} + f_w \right] + I_w} \quad (7)$$

将式(7)代入式(2),可得油田产液量的表达式为:

$$\text{则式(8)可简写为:}$$

$$Q_l = \frac{aR}{(1+R)(bR+c)} \quad (9)$$

对式(9)求导,可以得到:

$$\frac{dQ}{dR} = \frac{a(c - bR^2)}{[(1 + R)(bR + c)]^2} \quad (10)$$

令 $\frac{dQ}{dR} = 0$, 并考虑 $B_w = 1.0$, $\rho_w = 1.0 \text{ t/m}^3$, 由极值原理, 可得油田合理油水井数比的表达式为:

$$R = \sqrt{\frac{I_w}{R_{IP} J_1 [(1 - f_w) B_o \rho_o + f_w]}} \quad (11)$$

式(11)即为油田产液量最大时合理的油水井数比。从式(11)可以看出, 储层产液、吸水能力对合理油水井数比有着重要的影响, 合理油水井数比随着注水井吸水能力的降低而降低。

表 1 实际产液量与理论计算产液量对比
Table 1 Comparison of actual production and theoretical fluid production

油田	油水井数比	实际产液量/(t·d ⁻¹)	计算产液量/(t·d ⁻¹)	差值/(t·d ⁻¹)	误差, %
敖南	2.9	551	565	14	2.5
齐家北	3.7	224	232	8	3.6

同时, 从油水井数比与产液量的关系曲线(见图1)可以看出, 产液、吸水能力较强的齐家北油田其产液量随油水井数比的变化幅度较敖南油田小, 说明储层物性差、吸水能力弱的油田对油水井数比更敏感。

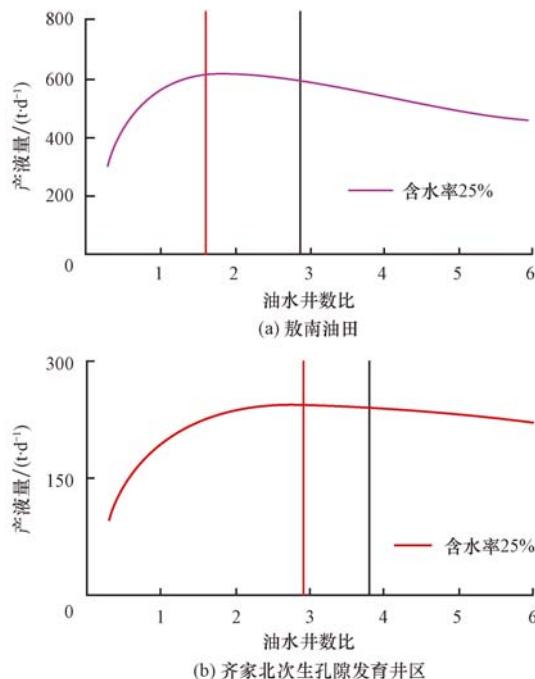


图 1 敖南和齐家北油田油水井数比与产液量关系曲线
Fig. 1 Relationship of producer-water injector ratio and production curve of Aonan and Qijiabei Oilfield

计算可得, 敖南油田合理油水井数比为 1.6, 目前的实际值为 2.9, 说明敖南油田目前井网适应性差, 有必要对注采井网进行调整, 以降低油水井数比, 调整后日产液量可以由 551 t 提高至 622 t。齐

应用该方法, 对敖南和齐家北油田次生孔隙发育井区合理油水井数比进行了研究。敖南油田储层以席状砂为主, 储层物性差, 注水井平均吸水指数为 $2.01 \text{ m}^3/(\text{MPa} \cdot \text{d})$, 而齐家北油田主要为水下分流河道砂, 特别是次生孔隙发育井区^[10]注水井吸水能力较敖南油田强, 注水井平均吸水指数为 $4.30 \text{ m}^3/(\text{MPa} \cdot \text{d})$ 。敖南和齐家北油田在目前油水井数比下的计算产液量与实际产液量相差不大, 误差在 5.0% 以内, 说明式(11)对低渗透油田具有较好的适应性(见表 1)。

家北油田次生孔隙发育井区由于吸水能力较强, 油水井数比降低后增液幅度不大, 说明在目前含水情况下油水井数比基本可以满足开发需求。

2 注采井网调整的方式和时机

2.1 合理调整方式研究

2.1.1 储层裂缝不发育

对于储层裂缝不发育的油田, 应根据储层砂体发育状况, 选择合理的井网调整方式。通常正方形反九点法井网的调整, 根据油田地质特征有 4 种方式可供选择: 第一, 调整为五点法井网; 第二, 调整为横向线状行列注水; 第三, 调整为纵向线状行列注水; 第四, 到开发后期可调整为九点法井网。对于薄层、连通性好的大片席状砂体, 注采井网首先应保证具有较高的水驱面积波及系数。从不同井网水驱面积波及系数^[11]来看(见图 2), 在相同流度比下, 五点法井网水驱面积波及系数明显高于行列注水和反九点井网, 水驱波及面积明显增大, 同时由于储层连通性较好, 水驱控制程度高, 剩余油主要分布在角井区域, 调整为五点法井网后可以有效动用角井区域剩余油。

对敖南油田试验区按不同的调整方式进行预测, 结果见表 2。从表 2 可以看出, 反九点法井网转五点法井网后, 剩余油动用程度最高, 阶段末和最终开发效果好于其他井网。这说明对于储层裂缝不发育、连通性较好的低渗透油田, 井网调整为水驱面积

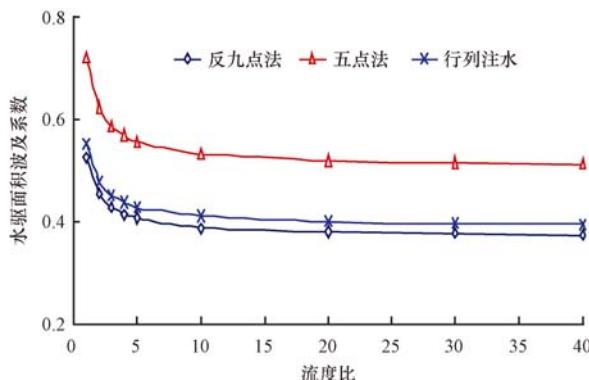


图 2 不同井网水驱面积波及系数随流度比变化曲线

Fig. 2 Relationship of different pattern sweeping area coefficient vs. mobility ratio

表 2 不同井网调整方式数值模拟预测结果
Table 2 Numerical simulation results of different well pattern adjustment

方案	注采井网调整方案					数值模拟预测结果			
	井网	转注井数量	油井/口	水井/口	油水井数量比	水驱控制程度, %	阶段末采出程度, %	阶段末含水率, %	最终采收率, %
原井网	反九点		47	13	3.6	97.8	17.7	77.7	24.4
1	五点法	13	34	26	1.3	98.1	19.6	75.1	26.3
2	行列式	12	35	25	1.4	98.6	19.2	75.2	25.6
3	行列式	12	35	25	1.4	99.4	19.4	75.7	25.8

2.2 合理调整时机研究

低渗透油田初期采用较高的油水井数比,受储层条件的影响,地层压力保持水平往往较低。敖南油田在反九点井网条件下,地层压力保持水平为69.1%,而合理的地层压力保持水平在80%左右^[14-15]。因此,合理的注采井网调整时机要有利于地层压力保持在合理水平,便于后期的调整挖潜。为此,对不同转注时机的开发效果进行了预测。从预测结果来看,转注越晚,压力恢复至合理保持水平的时间越长,最终开发效果越差。含水60%时转注较含水30%时转注压力恢复至合理的水平时间晚3.1 a,最终采收率要低1.4个百分点。因此,低渗透油田在注采井网不能满足开发需要后,越早调整,越有利于提高油田开发效果。

3 井网调整后的合理注水调整方法

注采井网调整后,新老井压力场必然存在较大差异。此时应该以调整地层压力场为主,缓解平面矛盾。

3.1 储层裂缝不发育

对于储层裂缝不发育油田,转注初期,为恢复地

波及系数较高的五点法好。

2.1.2 储层裂缝发育

对于储层裂缝发育的油田,大量研究及实践表明,沿裂缝方向调整为线性注水是较为合理的方式^[12-13]。储层裂缝具有双重作用,一方面,注入水沿裂缝突进,造成注水井排的油井过早见水;另一方面,裂缝可以提高注水井的吸水能力和采油井的生产能力。因此,沿裂缝方向调整为线性注水后,平行裂缝方向注水,垂直裂缝方向驱油,可以缓解平面矛盾,充分利用裂缝系统的高导流能力,改善油田的开发效果。

层压力,老注水井强度不变,新注水井正常配水,受效后按照不同调整方法进行了预测,结果见表3。从表3可以看出:老注水井不变,加强新注水井,含水上升快,压力保持水平过高,降低了储层驱油效率,开发效果较差,最终采收率仅为24.87%;控制老注水井,新注水井不变,压力保持水平低,储层产能得不到充分发挥;而控制老注水井,加强新注水井,使地层压力保持在合理水平,压力分布更加趋于合理,最终采收率可以达到26.93%,具有较好的开发效果。

3.2 储层裂缝发育

对储层裂缝发育的油田,井网沿裂缝方向调整后,为充分利用裂缝,发挥线性驱油的效果,应使新老注水井水线尽早沟通。对新老注水井水线沟通按照不同调整方法进行了预测,结果见表4。从表4可以看出,由于新老注水井压差小,水线沟通时间较长,转注后老注水井不变、加强新注水井,和新老注水井均控制注水两种调整方法的水线沟通时间,分别为18个月和24个月;而适当控制老注水井、加强新注水井的调整方法,增加了新老注水井压差,可以使水线较早得以沟通,水线沟通仅需6个月,可以取得较好的开发效果。

表 3 转注受效后新老井调整方法数值模拟预测结果

Table 3 Numerical simulation results after well pattern adjustment

方案	调整方法	注水强度/(m ³ ·d ⁻¹ ·m ⁻¹)				数值模拟预测结果			
		受效前		受效后		阶段末		最终采收率, %	
		老井	新井	老井	新井	采出程度, %	含水率, %		
1	老注水井不变, 加强新注水井			3.1	3.8	19.24	77.86	105.4	24.87
2	控制老注水井, 加强新注水井	3.1	2.8	2.3	3.8	19.70	72.43	81.6	26.93
3	控制老注水井, 新注水井不变			2.3	2.8	18.73	69.70	66.5	25.46

表 4 水线沟通前不同调整方法数值模拟预测结果

Table 4 Numerical simulation and prediction results before waterline communication of different adjustment methods

方案	调整方法	注水强度/(m ³ ·d ⁻¹ ·m ⁻¹)				数值模拟预测结果		
		转注后		水线沟通时间/月	阶段末		最终采收率, %	
		转注前	老井		采出程度, %	含水率, %		
1	老注水井不变, 加强新注水井		2.8	4.2	18	15.85	73.2	26.98
2	控制老注水井, 加强新注水井	2.8	1.9	4.2	6	16.92	72.3	27.85
3	新老注水井均控制注水		1.9	2.5	24	14.24	70.4	26.42

水线沟通后, 由于老注水井压力扩散范围大, 新注水井注水时间短, 压力扩散范围小, 为平衡地层压力, 新注水井注水强度应该大于老注水井; 同时, 为避免老方向过早见水, 老注水井采取层段周期注水

适当降低注水强度, 新方向加强注水, 促进均衡动用。从数值模拟预测结果来看, 水线沟通后, 适当控制老井注水, 新井保持不变, 最终采收率可以达到 28.68%, 高于其他几种调整方式(见表 5)。

表 5 水线沟通后不同调整方法数值模拟预测结果

Table 5 Numerical simulation and prediction results after waterline communication of different adjustment methods

方案	调整方法	注水强度/(m ³ ·d ⁻¹ ·m ⁻¹)				数值模拟预测结果			
		水线沟通前		水线沟通后		阶段末		最终采收率, %	
		老井	新井	沟通时间/月	老井	新井	采出程度, %		
1	老注水井加强, 新注水井不变				2.8	4.2	16.02	72.5	27.45
2	控制老注水井, 新注水井不变	1.9	4.2	6	1.0	4.2	17.77	71.6	28.68
3	老注水井不变, 控制新注水井				1.9	2.5	14.36	70.6	26.58

4 结论及认识

1) 低渗透油田合理的注采井网调整方式应综合考虑砂体的展布规律、裂缝的发育程度, 以实现最大程度提高水驱面积波及系数和剩余油的动用。注采井网调整时机要有利于地层压力保持在合理水平, 低渗透油田在注采井网不能满足开发需要后, 调整越早, 越有利于提高油田开发效果。

2) 调整后应以平衡地层压力分布为基础, 裂缝不发育油田重点是受效后及时控制老注水井、加强新注水井注水; 裂缝发育油田初期控制老注水井、加强新井注水, 促进水线尽早沟通, 水线沟通后, 适当控制老注水井、加强新注水井注水, 充分利用裂缝, 达到线性驱油效果。

3) 油田在实际开发中受储层非均质、注水管理等多方面因素的影响, 应该根据油田动态变化特征及时进行调整, 以达到较好的开发效果。

参 考 文 献

References

- [1] 范姝, 刘晨丽. 海 26 区块稠油油藏改善注水开发效果方法研究 [J]. 石油钻探技术, 2007, 35(1): 82~84.
Fan Shu, Liu Chenli. Method to improve flooding effectiveness of heavy oil reservoirs in the Hai-26 Block [J]. Petroleum Drilling Techniques, 2007, 35(1): 82-84.
- [2] 周书院, 陈雷, 解立春, 等. 安塞油田长 6 油藏井网适应性研究 [J]. 石油天然气学报, 2008, 30(1): 292~295.
Zhou Shuyuan, Chen Lei, Xie Lichun, et al. Study on adaptability of well patterns in Chang 6 reservoir, Ansai Oilfield [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2008, 30(1): 292-295.
- [3] 李松泉, 程林松, 李秀生, 等. 特低渗透油藏非线性渗流模型

- [J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(5): 606-612.
- Li Songquan, Cheng Linsong, Li Xiusheng, et al. Non-linear seepage flow models of ultra-low permeability reservoirs[J]. Petroleum Exploration and Development, 2008, 35(5): 606-612.
- [4] 贾自力, 高文君, 赵晓萍. 水驱油田合理井网密度和注采井数比的确定[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(5): 562-564.
- Jia Zili, Gao Wenjun, Zhao Xiaoping, et al. Determination of reasonable well spacing density and injection-to-production-well ratio in waterflooding field[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2005, 26(5): 562-564.
- [5] 欧阳明华, 谢丛姣. 低渗透油藏井网适应性研究: 以张天渠油田长 2 油藏为例[J]. 海洋石油, 2004, 24(2): 64-68.
- Ouyang Minghua, Xie Congjiao. Adaptability research of well pattern in low permeability reservoir: taken Chang-2 reservoir in the Zhangtianqu Oilfield as example[J]. Offshore Oil, 2004, 24(2): 64-68.
- [6] 蒋明. 二连低渗透砂岩油藏井网适应性研究[J]. 特种油气藏, 2000, 7(1): 20-22.
- Jiang Ming. Research on adaptability of well patterns in Erlian low permeability sandstone reservoirs[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2000, 7(1): 20-22.
- [7] 王吉彬, 周锡生, 韩德金, 等. 大庆外围油田合理油水井数比确定[J]. 低渗透油气田, 2005, 10(2): 48-50.
- Wang Jibin, Zhou Xisheng, Han Dejin, et al. Determination of reasonable injection-production well number ratio in Daqing peripherer oilfields[J]. Low Permeability Oil & Gas Field, 2005, 10(2): 48-50.
- [8] 张威, 梅冬, 李敏, 等. 裂缝性低渗透油田注采系统调整技术研究[J]. 大庆石油地质与开发, 2006, 25(6): 43-46.
- Zhang Wei, Mei Dong, Li Min, et al. Research on injection-production system adjustment technique in fractured and low permeable reservoirs[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2006, 25(6): 43-46.
- [9] 邹存友, 常毓文, 王国辉, 等. 水驱开发油田合理油水井数比的计算[J]. 石油勘探与开发, 2011, 38(2): 213-217.
- Zou Cunyou, Chang Yuwen, Wang Guohui, et al. Calculation on a reasonable production-injection well ratio water flooding oil-fields[J]. Petroleum Exploration and Development, 2011, 38(2): 213-217.
- [10] 王清斌. 松辽盆地齐家北地区扶余油层次生孔隙发育规律及次生孔隙发育带预测[D]. 长春: 吉林大学地球科学学院, 2007: 90-93.
- Wang Qingbin. The developing regularities and the developing zones forecasting of secondary pore of Fuyu reservoir in Qijia-bei Area, Songliao Basin[D]. Changchun: Jilin University, College of Earth Sciences, 2007: 90-93.
- [11] 李道品. 低渗透油田高效开发决策论[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003: 153-154.
- Li Daopin. High efficiency development of low permeability oilfield decision[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003: 153-154.
- [12] 张力佳, 肖洪伟, 马东. 裂缝型新肇油田注水开发特征研究[J]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(6): 54-55.
- Zhang Lijia, Xiao Hongwei, Ma Dong. Water flooding characteristics of fractured Xinzhaio Oil Field[J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2005, 24(6): 54-55.
- [13] 陈馨, 苏崇华, 刘双琪. 综合利用动静态资料研究剩余油分布规律[J]. 石油钻采工艺, 2007, 29(6): 45-48.
- Chen Xin, Su Chonghua, Liu Shuangqi, et al. Residual oil distribution research comprehensively utilizing dynamic and static data[J]. Oil Drilling & Production Technology, 2007, 29(6): 45-48.
- [14] 郭粉转, 唐海, 吕栋梁, 等. 低渗透油藏合理地层压力保持水平研究[J]. 特种油气藏, 2011, 18(1): 90-92.
- Guo Fenzhuan, Tang Hai, Lv Dongliang, et al. Research on rational formation pressure maintenance level in low permeability reservoir[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2011, 18(1): 90-92.
- [15] 范殊. 注采压力系统及合理注采比研究的一种方法[J]. 断块油气田, 2009, 16(5): 72-74.
- Fan Shu. A new method of research on injection-production pressure system and reasonable injection-production ratio[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2009, 16(5): 72-74.

Baker Hughes 公司研制出 LATIDRILL 高性能水基钻井液

Baker Hughes 公司研制出 LATIDRILL 高性能水基钻井液, 可提高页岩气井和水平井段的井身质量。相对于油基钻井液, 该钻井液对环境更友好, 可提高井眼稳定性和钻速。

在页岩油气开发中, 黏土水化可导致页岩坍塌、井径扩大, LATIDRILL 高性能水基钻井液可通过与其他常规水基钻井液配合来控制黏土水化。另外, 该钻井液中含有一种稳定剂, 可抑制井壁失稳。因为该钻井液具有稳定井壁的性能, 减小了地层压力传递, 最大限度地降低甚至消除了钻井液漏失。同时, 该钻井液中还含有润滑剂, 可以在高温高压环境中附着在钻具和钻屑表面, 提高钻速。LATIDRILL 高性能水基钻井液的又一优势是, 它是水基钻井液, 不需要像油基钻井液那样处理附油钻屑, 所以与其相比, 大大缩短了清理钻屑的时间。

〔王海波 供稿〕