

河道砂油藏注水初期“间注间开”技术应用

刘洪发, 王凤英, 张伟, 张淑会, 何雪芹

(中国石化西北油田分公司采油一厂, 新疆轮台 841600)

摘要:河道砂岩油藏纵向及平面非均质性均较强。局部发育边水, 规模小, 主要以弹性驱动为主, 开采后期地层亏空严重, 能量供应不足, 注水补充能量是必然趋势。注水初期, 注水方式的选择对注水开发起着举足轻重的作用。常规连续注水初期有效但容易发生水窜, 后期改为周期注水效果差。对河道砂油藏初期注水提出了试验“间注间开”注水技术, 即在注水井注水过程中中油井停止生产, 待能量补充到位后确定开井时机, 将注水井停注, 恢复油井生产。

关键词:河道砂; 岩性油藏; 间注间开; 注水方式

中图分类号: TE35

文献标识码: A

Intermittent water flooding and oil production applied in channel sandstone reservoirs during early water flooding

Liu Hongfa, Wang Fengying, Zhang Wei, Zhang Shuhui, He Xueqin

(No.1 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xinjiang 841600, China)

Abstract: Channel sandstone reservoirs are small reservoirs with edge water, and have a strong heterogeneity both vertically and horizontally. Elastic drive is a common way in production. Water flooding is necessary during late production period because that formation pressure is insufficient. Conventional continuous flooding works well during early period; however, water breakthrough often takes place. The effect of cyclic water flooding during late period is poor. We propose a new method named “intermittent water flooding and oil production”. When water is injected, oil wells stop producing until formation pressure is high enough. And then, water injection stops, and oil production goes on.

Key words: channel sand; lithologic reservoir; intermittent water flooding and oil production; water flooding pattern

河道砂岩油藏由大套泥岩背景下的薄层河道砂体组成, 受沉积环境影响, 纵向及平面非均质性均较强。局部发育边水, 规模小, 主要以弹性驱动为主, 开采后期地层亏空严重, 能量供应不足。采油一厂目前有 7 个河道砂岩油藏投入注水开发, 探明储量 793×10^4 t。西达里亚区块注水开发初期效果好, 后期水窜严重, 改为周期注水效果仍不理想, YT2 区块整体注水效果稳定, 但局部井组已发生水窜。

1 河道砂岩油藏开发中存在的矛盾

塔河油田砂岩油藏自 2006 年开始注水开发。采用常规连续注水, 初期取得了较好的注水效果, 但自 2012 年以后注水效果逐渐变差, 注水沿高渗带水窜至油井, 后改为周期注水, 目前效果不明显。

河道砂岩油藏采用常规注水方式注水容易发生水窜。YT2-18X 井位于 YT2 井区西南分支河道

中部, 2011 年开展注水, 邻井 YT2-13H 和 YT2-23H 井作为受效井, 日注水量 $40 \sim 30 \text{ m}^3$ 。从实际生产动态看, YT2-18X 井注水一个月后, 2 口邻井动液面从 1 850 m 降低到 2 603 m, 能量未得到补充; 综合含水率从 38.1% 上升到 57.0%, 说明已经发生明显水窜现象(图 1)。

分析水窜发生的原因, 主要受储集层非均质性影响。YT2 区块三叠系中油组油藏为大套泥岩背景下的薄层砂岩沉积, 整体处于三角洲前缘环境。通过岩心、薄片、测井、地震及实验分析资料的综合研究认为, YT2 井区三叠系中油组砂体为河道砂岩。纵向上受当时的沉积环境影响, 形成了下粗上细的正韵律特征。上部岩性细, 储集层物性相对较差, 下部粒度粗, 储集层物性好, 纵向渗透率级差达 73 828, 非均质性强^[1]。由此导致注水过程中注入水易沿下部高渗条带发生窜进。

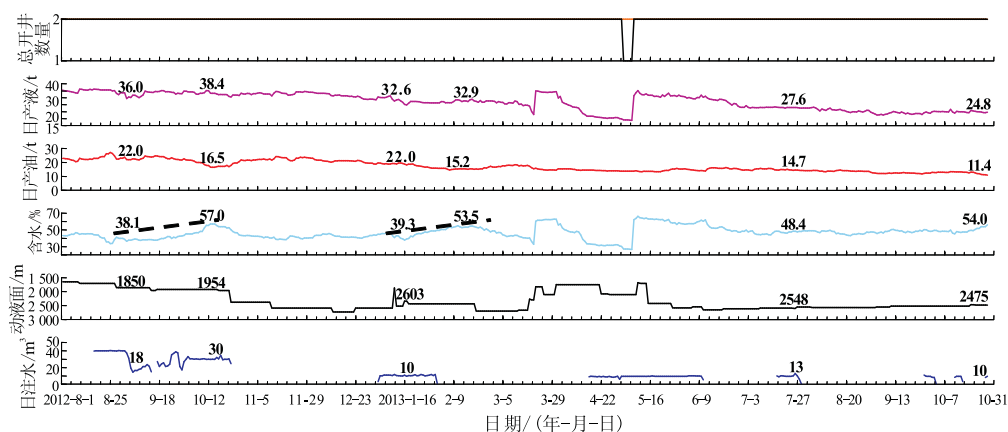


图 1 YT2-18X 井组注采对应曲线

Fig.1 Injection and production curves of YT2-18X well group

2 间注间开注水技术的提出

面对注水水窜现象,曾试验调剖封堵高渗通道,但因注入压力受限于地层破裂压力而无法实施;也曾试验周期注水,但可能因时机不对注水量减少仍无法实现补充能量的目的。如何保证注水补充能量的同时,防止沿高渗条带发生水窜现象,是河道砂油藏注水过程中必须解决的矛盾。调研了目前国内注水方式主要有周期注水、脉冲注水等,“周期注水”适用于注水后期扩大波及体积^[1,3-5],“脉冲注水”适用于非均质性油藏扩大低渗油层波及体积^[2]。均不适合河道砂油藏初期注水。

设想在注水井注水过程中,如果油井停止生产,则可有效降低压差,减小水窜速度,同时也可以适当提高排量快速补充地层能量,待能量补充到一定程度后注水井停止注水,油井恢复生产。为此提出了“间注间开”注水技术,并在 TK1115 井区率先开展试验。

3 实施情况及效果分析

TK1115 区块三叠系阿四段为辫状河三角洲沉积。该区含油砂体处于阿四段中下部,岩性为浅灰色细粒岩屑长石砂岩。通过岩心、测井、地震资料综合研究认为,TK1115 区块三叠系阿四段中部含油砂体为辫状河三角洲前缘亚相水下分流河道微相沉积。从纵向及平面看,储集层非均质性均较强。边水规模比较小,油井在生产过程中地层压力下降较快,表现为地层能量不足,分析认为该区以弹性驱动为主,边水驱动为辅。自 2006 年开始试采,2011 年该河道全面投入开发,截至 2013 年 6 月,累计产油 7.14×10^4 t,采出程度 12.3%。受天然能量供应不足影响,产量递减速度快,至 2013 年 6

月已面临全面停产状态。

本次试验选取 TK1115 井区,主要是考虑到该区前期未注过水,且能量亏空严重,压力保持程度仅 39.7%。区块日产量不足 5 t,区块整体关井对产量影响较小,试验意义大。

2013 年 8 月对该区 4 口注水井注水,对应 4 口油井全部关井。日注水量 90 m^3 ,累计注水 $1.7 \times 10^4 \text{ m}^3$,注水过程中每季度监测一次注水井静压。每半月监测一次油井静液面,起压后每天关注油井压力变化情况。

TK1115 井区“间注间开”注水试验取得明显效果:

(1) 能量得到有效补充。到 2014 年 5 月,该区 4 口油井液面恢复均在 1 000 m 以上,其中位于河道中部的 TK1115-1H 井液面恢复至井口;4 口注水井静压也均有不同程度恢复,其中位于河道中部的 TK1115-2H 井压力恢复 9.13 MPa。

(2) 生产效果有所改善。注水井 TK1115-2H 和 TK1115-5H 分别注水 $4 411 \text{ m}^3$ 和 $4 380 \text{ m}^3$ 后,对应油井 TK1115-1H 并于 2014 年 8 月 1 日起压至 11 MPa,2 口注水井停注,20 d 后油井 TK1115-1H 井油压稳定后开井。初期套管自喷生产,日产量 12 t,不含水生产;目前机抽生产,日产 19.4 t,不含水,已累计增油 2 712 t。TK1115 井 2015 年 2 月初开井评价,目前也已见到效果,日产能达到 10 t。

4 推广及应用

间注间开注水技术已在 TK1115 井区初见成效,为进一步证实该项注水技术的应用价值,已选取与 TK1115 井区地质特征相似的西达里亚油田上油组开展推广试验,对 DK3C-DK15 注水井组油

(下转第 89 页)

剩余油主要的赋存方式。冻胶堵水虽然封堵强度大,但对油水同出段形成封堵后易导致油井供液不足,因此堵水效果较堵疏结合的复合堵剂差。

参考文献:

[1] 杨兵,李敬松,祁成祥,等.底水油藏水平井堵水选井决策方法[J].科技导报,2013,31(25):1000-7857.

[2] 徐燕东,李冬梅,李江.塔河油田底水油藏水平井见水特征[J].新疆石油地质,2011,32(2):167-169.

[3] 刘欣颖,胡平.非均质底水油藏水平井三维物理模拟实验[J].

石油学报,2011,32(6):1012-1016.

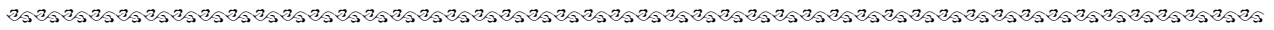
[4] 秦飞,吴文明,杨建清,等.塔河油田堵水选井选层因素分析及方法探讨[J].西南石油大学学报:自然科学版,2013,35(6):121-126.

[5] 曲兆选,王桂勋.乳化稠油选择性堵剂的室内研究[J].石油钻探技术,2003,31(4):56-58.

[6] 赵福麟,陈东,臧金福.碱性硅酸凝胶堵水剂[J].石油大学学报:自然科学版,1988,12(4):1-9.

[7] 王鉴.高价金属离子交联聚丙烯酰胺机理[D].东营:石油大学(华东)开发系,1991.

(编辑 叶德燎)



(上接第 83 页)

井 DK11、DK27X、DK30H 关井,注水井 DK3C、DK15 井提高注水量,目前油井静液面已有明显上升。该项技术的推广及应用价值有待油井开井后进一步观察。可继续在塔河油田 TK7226 井区、AT9 井区实施间注间开。

参考文献:

[1] 姜泽菊,安身法,于彦,等.注水油田转周期注水开发影响因

素探讨[J].石油钻探技术,2005,33(6):54-56.

[2] 周延军.脉冲注水技术应用探讨[J].长江大学学报:自然科学版,2011,8(4):66-67.

[3] 冯斌,吕爱民,王伟,等.河道砂油藏开发中后期配产配注方法及应用[J].石油与天然气地质,2011,32(54):934-939.

[4] 张继春,柏松章,张亚娟,等.周期注水实验及增油机理研究[J].石油学报,2003,24(2):76-80.

[5] 梁卫东,姜贵璞,王丽敏,等.砂岩油田合理注水压力的确定[J].大庆石油学院学报,2004,28(4):42-44.

(编辑 叶德燎)