

Research on Fine Injection-Production Adjustment Technology for Wang-3 Fault Block Reservoir

Suling Pan Ziyi Fan Xiaofeng Zhang Qun Liu

Henan Oilfield Second Oil Production Plant, Nanyang, Henan, 473400, China

Abstract

In recent years, Wang-3 fault block is restricted by the fault block structure, sedimentation and other conditions, the injection production well pattern in local area is not perfect, the injection water direction is strong, the oil well receiving direction is single, and the plane adjustment is difficult, resulting in the fast rise of comprehensive water cut, the rapid decline of oil production and the gradual deterioration of the effect of measures. In view of the existing problems, the fine injection production adjustment technology research of Wang-3 fault block reservoir is carried out, and the three-dimensional control technology system of fault block reservoir in medium and high water cut stage is formed to improve the development effect.

Keywords

fault block reservoir; fine residual description; fine injection-production adjustment

王3断块油藏精细注采调整技术研究

潘素玲 范子宜 张晓峰 刘群

河南油田采油二厂, 中国·河南 南阳 473400

摘要

王3断块近年来受断块构造、沉积等条件制约,局部区域注采井网不完善,注入水方向性强,油井受效方向单一,平面调整难度大,导致断块综合含水上升快、产油量递减快、措施效果逐渐变差。针对目前存在的问题,开展王3断块油藏精细注采调整技术研究,形成中高含水期断块油藏立体调控技术体系,改善开发效果。

关键词

断块油藏;精细剩余描述;精细注采调整

1 王3断块油藏基本情况

王3断块地层自南向北抬升,被断层F4、F5号断层切割成一倾角10~19°、倾向180~211°的单斜构造,断块内发育4条次级断层,南部为鼻状构造^[1]。砂体以西北物源沉积为主,整体上具有西厚东薄的特点,呈朵状向东或南东方向展布并变薄,局部出现砂坝体。储层物性中等,油层平均孔隙度19.3%,平均空气渗透率为 $302 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。储层非均质性中等-强。王3断块地面原油密度0.8887~0.909g/cm³,70℃时地面脱气原油粘度27.74~99.38mPa.s,胶质沥青含量4.13~8.83%,含蜡10.54~28.71%。

2 目前存在主要问题

2.1 局部区域注采井网不完善,储量未能得到有效动用

王3断块北部局部区域次级断层发育,构造复杂,油水关系不清楚,钻遇油水井少;中南部区域存在集团采油区,有采无注。注采井网不完善,导致区域内水驱控制程度中等、动用程度低(水驱控制程度为80%,动用程度为74.5%),仍有部分储量未能得到有效动用^[2]。

2.2 注入水方向性强,油井受效方向单一,平面调整难度大

王3断块因构造、储层砂体展布及物性、注采井网不规

则、油井动态采液强度差异大,导致采油井平面受效不均。处在水下分流河道的油井见效好、见水快;处在席状砂的油井见效差、见水慢;靠近断层处油井见效差;注采关系对应好油井采液强度高,见水快;注采对应较差油井采液强度低,注水油井受效方向单一^[3]。

3 精准刻画剩余油分布特征

通过数值模拟法、油藏工程法及动态流线分析方法,精准刻画剩余油分布状况,该断块中高含水期剩余油平面富集规律为“普遍分布、弱驱富集”,仍有较大挖潜空间。

该断块剩余油分布在:(1)次级断层制约,注采关系不完善,储量未动用,导致局部区域注采井网不完善,无法满足开发需求,导致区域内储量未得到控制,剩余油相对富集^[4]。(2)在封闭性断层附近,往往会形成注入水驱替不到或水驱很差的水动力滞留区,在这类滞留区,可形成剩余油分布区;由于注入水常向低处绕流,如果构造高部位无井控制、注水不见效,水驱动用程度差,则可能造成水动力滞留区,注入水驱替不到,从而形成剩余油区。(3)距过大,井网未控制,井间剩余油连片富集,储量未动用^[5]。

通过数值模拟法对剩余油进行了定量描述,王3断块剩余可采储量为12.10万t,主要分布在4个区域,I区、II区、III区、IV区,剩余可采储量分别为 4.0×10^4 t、 3.03×10^4 t、 0.79×10^4 t、 3.64×10^4 t,这四个区域平面剩余油分布相对集中,利于后期调整挖潜。

4 油藏精细注采调整技术对策

针对动态井网不完善区域,部署新井进行控制,提高储量控制程度,油井转注,优化完善注采井网;针对劣势沉积相带,储层物性差、近断层剩余油富集区,适当的缩小注采井距;针对优势沉积相带、注水窜流以及优势方向,适当放大注采井距。注水井调剖、调配、油井堵水、限液,促使液流转向,调整流线;针对套损井控区及多层叠合区,实施更新分注^[6]。

4.1 完善部署及更新转注,完善注采井网

以王3断块原有注采井网为基础,采用不规则矢量化井网,王3断块部署完善油水井共18口,其中采油井11口,注水井3口,老井转注4口。注采关系由注采两向对应为主转为注采三、四向对应为主,主力层水驱控制程度提高到

99%,水驱动用程度提高到89.6%。

4.2 注水结构调整,促使油层均衡动用

4.2.1 适当缩小、放大调整注采井网

在矢量井网中,不同方向采用不同注采井距部署井网,该类井网能明显增大平面波及系数,进而可有效改善平面非均质储层的驱替效果,最大程度实现均衡驱替,改善油藏的水驱开发效果^[7]。

王3井组为例,新部署油井王136井与注水井王3井井距较小209m,且处于原注水流线上,初期该井自喷日产液30t,含水84.7%,关井套压1.5MPa,含水上升速度快,12天后含水98%,对王136井实施化学堵水窜流层措施,对邻井王141井实施补孔,拉大注采井距至431m,措施后王141井日增油4t。

4.2.2 油井堵水、氮气抑制增油,促使液流转向

油井堵水是油田开发中后期不可缺少的一项重要调整措施,对因注水井水窜导致油井过早水淹、出水严重的层位进行控制,促使液流转向。

氮气抑水增油措施利用氮气在油藏中可以形成气阻效应,气体更容易进入低渗层,驱替束缚油,提高波及系数,同时气泡也有一定的堵水作用。

王120井组为例,王120井注水向王146、王140井注水方向窜流,对王146井实施氮气抑水增油措施、王140井实施机械堵水措施,王146井氮气抑水增油后,日增油1.5t,动液面下降500m左右,起到堵水不堵油作用。王120井注水向井组内油井王114、王106井转向,王114井日产液上升6t,日产油上升3吨;王106井日产液上升5t,日产油上升1.5t。井组内实现注水均衡驱替,生产效果得到有效改善。

4.2.3 注水井不稳定注水

不稳定注水,即通过不断改变注水量、注水方向及采出量,造成高渗透层与低渗透层之间以及同一层的高渗透部位与低渗透层之间的波动压差,充分发挥毛细管吸渗作用,提高注入水波及系数,驱替出低渗透区的剩余油,从而提高采收率。

王117井对应3口油井王139、王138、王41井,王117井历史上注水一直向王41井单向突进,后期加密新井王138、王139井注水不见效。通过对王117井实施不稳定注水,王41井含水上升速度减慢。

4.2.4 注水井调剖

注入水沿高渗条带突进至油井,引起油井含水上升。注水井调剖通过封堵高渗透层,提高注入水波及系数,达到提高采收率的目的^[8]。

王117井组为例:王117井注水向王41井单向突进,王117井不稳定注水可暂时降低王41井含水上升速度,但由于长时间不稳定注水,后期油井含水对注水井不稳定注水敏感度下降,且该井区累计注采比低,地层亏空严重,注水井注水压力低,油井液量持续下降,生产效果持续变差。因此对王117井进行调剖,调剖后王117井注水压力大幅度上升,由5.5MPa上升至12.2MPa,优势方向王41井能量逐渐得到恢复,含水稳定且又下降趋势。注水井调剖可以有效控制油井递减。

5 结论与认识

通过对王集西区王3断块精细注采调整技术对策研究,得出了以下结论与认识:

(1) 断块油藏的构造、储层特征、以及剩余油分布特征研究是油藏精细注采调整的基础。

(2) 完善动态注采井网、矢量注采网优化调整,注水

井分注、调配、调剖,采液井堵水、补孔、提限液为精细注采调整的有效手段。

参考文献

- [1] 耿师江,赵洁峰,田振亚.复杂断块油藏开发中后期调整技术及效果[J].石油地质与工程,2003(03):29-31.
- [2] 潘晓霞.复杂小断块高含水油藏剩余油分布特征及开发对策研究[D].青岛:中国石油大学,2006.
- [3] 张继风,田晓东,郭玮琪,等.水驱油田含水上升规律探讨及其应用[J].钻采工艺,2011(03):49-51.
- [4] 陈元千.油气藏工程实用方法[M].北京:石油工业出版社,1999.
- [5] 朱青云,兰小林.断块油田注氮的研究与实践[J].油气井测试,2008(04):55-57.
- [6] 左青山,温鸿滨.断块油田不同方式注氮气的研究与实践[J].钻采工艺,2007(05):42-43+52.
- [7] 袁文芳,王磊,南江峰,等.周期不稳定注水技术的研究及应用[J].内蒙古石油化工,2008(21):68-69.
- [8] 周涌沂,李阳,王端平.矢量井网改善平面非均质油藏水驱开发效果研究[J].岩土力学,2008(01):135-139.