

复杂断块油藏分类开发模式研究

张 辉 (临盘采油厂管理八区, 山东 德州 251507)

摘 要: 本文以临 A 断块为例从复杂断块油藏地质开发特征入手, 在原断块分类标准的基础上, 以“层系块”为分类对象, 加入储量丰度、断块目前采出程度、开发水平高低等关键点, 结合层系开发状况综合考虑, 给出了符合复杂断块特点的精细断块分类标准及分类方案; 针对不同类别断块主要开发矛盾, 开展了基于精细断块分类的提高水驱采收率开发模式研究, 提出了针对该区块不同类型复杂断块的 3 种提高水驱采收率开发模式并以此指导注采调整, 同时配套应用了油藏数值模拟、分区调控、注采耦合等技术, 极大地改善了区块开发效果, 有效提高了水驱采收率。

关键词: 复杂小断块; 精细断块分类; 开发模式; 水驱采收率

1 精细断块分类及提高采收率模式研究及应用

1.1 临 A 沙二下精细断块分类研究

1.1.1 原复杂断块分类方案

原断块油藏分类主要基于油藏天然能量、开发方式、含油面积、井网等因素, 共分为四类断块:

I 类断块: 多为单一弧形断层遮挡, 内部断层少, 含油面积大于 0.5km^2 ; 油藏边底水能量充足, 目前以天然水驱为主; 储层物性、原油性质相对较好; 采收率高。

II 类断块: 构造较简单, 储层发育稳定; 单个油藏含油面积大于 0.5km^2 ; 能形成完整注采井网; 采收率较高。

III 类断块: 断层较发育, 油层分布零散; 平均含油面积 $0.1 < S \leq 0.5\text{km}^2$; 注采井网不完; 采收率较低。

IV 类断块: 低序级断层十分发育; 平均含油面积 $S \leq 0.1\text{km}^2$; 天然能量微弱; 点状注水或弹性开采。

1.1.2 临 A 沙二下复杂小断块精细分类标准确定及分类结果

油藏分类的要求及目的包括五个方面: ①能反映不同的油藏特征; ②能反映出不同油藏的开发规律; ③有利于对油藏开发效果评价; ④对各类油藏开发有指导作用; ⑤便于各个层次的油藏经营管理。

原断块分类方案主要基于含油面积和构造特点进行分类, 无法满足临 A 沙二下复杂小断块的地质及开发特点。因此, 本次以明晰各类油藏开发潜力为目的, 在原有分类方案的指导下, 确定了适合临 A 沙二下复杂小断块油藏地质开发特点的精细分类方案。

临 A 沙二下层块分类标准: 在原断块油藏分类的基础上, 我们以完善低丰度小断块平面井网, 减缓高丰度小断块层间矛盾, 提高临 A 沙二下水驱程度和断块采收率为目标, 以“层系块”为分类对象加入储量丰度、目前采出程度、开发水平高低等关键点, 结合层系开发状况制定, 给出了符合临 A 沙二下断块特点的精细断块分类方案, 并完成临 A 沙二下块复杂小断块的精细分类。

表 1 临 A 沙二下精细层块分类标准

分类	含油面积 km^2	储量丰度 10^4t	开发层系 套	采出程度 %
----	-----------------------	------------------------	-----------	-----------

A 类	≥ 0.5	≥ 400	≥ 3	≥ 28
B 类	0.3-0.5	200-400	1-2	20-28
C 类	< 0.3	< 200	1 套或者不完善	< 20

1.2 基于精细层块分类的提高水驱采收率模式研究及应用

我们针对不同类型断块的开发特点及主要矛盾, 在剩余油分析评价的基础上, 提出了 3 种提高水驱采收率的开发模式: 即地质工艺一体化促差层产吸模式、注采优化调控强控含水模式及动态注水 + 注采耦合扩波及、补能量模式。

1.2.1 地质工艺一体化, 促差层产吸模式

该模式主要针对 A 类高丰度多层非均质油藏层间矛盾突出的问题, 综合应用各项动静态资料的基础上, 明确层间及平面剩余油潜力, 工艺上通过优化配套, 强化差层吸水及产液, 缓解层间矛盾。水井方面通过分注、调剖、分层调配、分层酸化等强化差层吸水, 补充能量; 油井方面通过卡水、挤灰重射、次动层补孔等, 强化差层动用, 深挖潜力, 以改善注水开发效果。

典型断块如临 A-9 沙二下: 2015 年对该块进行整体调整, 目前分 5 套层系开发。各层系井网相对完善, 但水井多为多套层系分注, 受层间非均质性影响, 层间吸水强度差异大, 各小层动用程度差异大。

针对非主力层剩余油, 我们采用地质工艺一体化, 促差层产吸模式, 配套应用多种工艺措施, 实施水井调剖 1 井次、细分 3 井次、补孔 1 井次, 油井措施挖潜次动层及平面剩余油 5 口, 开发效果得到明显改善, 单元日油由 18t/d 上升至 29t/d 。

1.2.2 注采精细调控, 均衡流场控含水模式

该模式主要针对 B 类中等丰度非均质多层小断块含水上升快的问题, 通过动态分析及数值模拟技术, 对断块注采流线进行评价, 区分出主流线和非主流线, 针对非主流线剩余油 (图 1、图 2), 通过定量注采优化调控, 优化产液结构、注水结构及注采调配, 达到调流场、降耗水、控运行成本的目的。

典型断块如临 A-1 沙二下, 断块存在的主要问题有: ①平面流线不均衡; ②层间干扰严重, 小层动用差异大;

③断层夹角剩余油未得到有效动用。

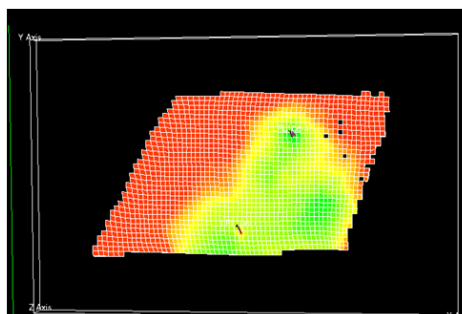


图1 临A沙二下非主力层剩余油分布

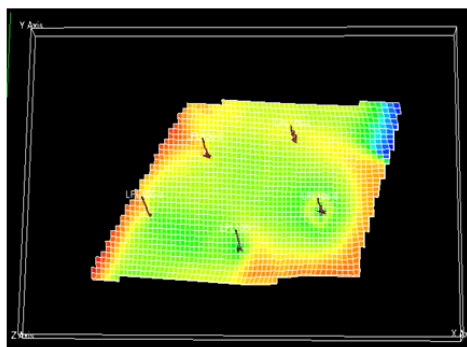


图2 临A沙二下主力层剩余油分布图

针对断块问题,我们采用注采精细调控,均衡流场控含水模式,利用数值模拟技术精确定量优化各井各层配注,利用数模进行平面液量优化,从而纵向调剖面,平面调流线,实现均衡水驱。

首先,利用数模技术,进行配产优化。分别设计主流线油井降液80%、60%、40%三套方案,根据数模计算结果,方案2最优。其次,利用数模技术,进行配注优化:根据平面剩余油及注采井距分析,LA-1、LA-4注采井距较近,应下调配注;LA-6注采井距较远,配注可调高。通过数值模拟指导精细注采优化,指导断块实施工作量6井次,实施后单元效果明显好转,日油由5.0t/d上升至10.0t/d。

1.2.3 动态注水+注采耦合扩波及、补能量模式

C类断块受构造大小、形态、储量规模等限制,注采井网一般欠完善,注采流线单一且固定,水驱波及面积受限。动态注水+注采耦合扩波及、补能量模式提高水驱采收率主要通过2方面起作用,一是通过油水井交替注采引起压力场的交替变化,不断打破油藏内部渗流场的平衡关系,使非主流区域在驱替压差、渗析作用下得到有效动用,从而扩大注入水波及系数;二是通过交替注采实现率蓄积能量与利用能量的有效接替(图3)。

典型断块如临A-31块,断块1注1采,采出程度8.12%。该块存在主要问题为:注水方向单一,长期的一注一采导致注采流线固定;井组注采敏感性强,表现为一注就淹,不注没能量。针对这一问题,对该块开展注采耦合,实施前油井日油0.2t/d,含水98.6%,耦合后含水降至94.5%,日油1.5t/d,动液面保持稳定,9个月后动液面开始出现明显下降,但含水也出现较大幅度的下降,最低降至86.5%,日油2.2t/d。

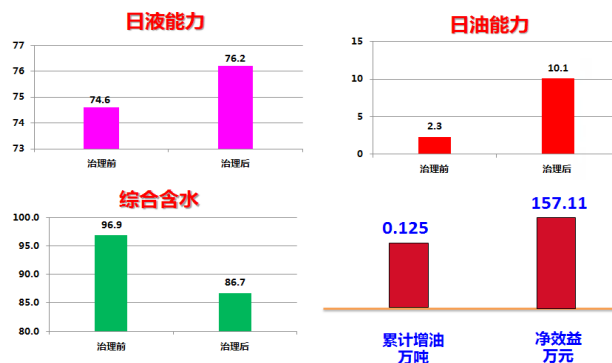
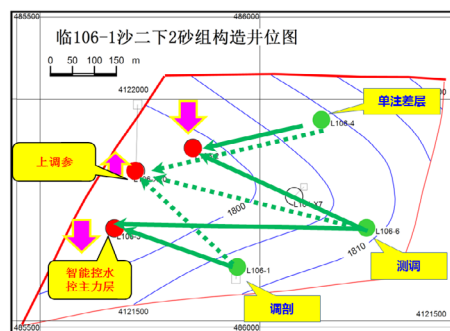


图3 典型断块措施及效果图

2 取得的效果及结论

2.1 取得的效果

①临A沙二下开发效果明显变好:日油水平保持稳中有升,日油由158t/d最高上升至189t/d,上升了31t/d;综合含水由92.6%下降到90.6%,下降了2个百分点;自然递减率下降3.6个百分点;②稳产基础加强:区块层段注采对应率上升3.4个百分点,水驱控制程度由78.3%上升到81.4%,水驱动用程度由63.1%上升到69.5%,采收率提高1.8%。

2.2 结论与认识

在原断块油藏分类的基础上,以“层系块”为分类对象加入储量丰度、目前采出程度、层系开发状况、开发水平高低等关键点制定了临A沙二下精细断块分类标准及分类方案,比原方案更符合临A沙二下断块特点及开发矛盾;运用基于精细断块分类的3种提高水驱采收率开发模式指导注采调整,有益于凸显主要矛盾并重点解决。通过该项目实施极大地改善了临A沙二下开发效果,有效提高了水驱采收率,下步可在其他地区复杂小断块油藏推广。

参考文献:

- [1] 刘泽容. 复杂断块油藏描述的技术方法[J]. 石油学报, 1993.
- [2] 余守德等. 复杂断块砂岩油藏开发模式[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.
- [3] 才汝成, 李阳, 孙焕泉编著. 油气藏工程方法与应用[M]. 东营: 石油大学出版社, 2002.
- [4] 关富佳, 刘德华等. 复杂小断块油藏立体井网开发模式研究[J]. 断块油气田, 2010(02).
- [5] 陈路原. 复杂断块油藏精细油藏描述与剩余油分布规律研究[J]. 西南石油学院, 2001.