

低幅度断块油藏构造精细刻画及挖潜对策

王小曼

胜利油田分公司东辛采油厂

DOI: 10.12238/jpm.v4i3.5744

[摘要] 油田 X 区块油藏是典型的低幅度复杂断块油藏, 采出程度低、综合含水高、储量动用程度不均, 区块原油粘度大, 目前该类油藏在国内外已开发油藏中占比较小, 尚未见到其它油田有类似油藏开发的成功经验。本次研究从 A 块油藏综合地质开发规律及适应技术研究中, 探索区块合理有效开发技术, 为改善低幅度复杂小断块油藏开发效果和um提高采收率提供有效途径。

[关键词] 低幅度复杂断块油藏; 储层刻画; 断层识别; 开发技术; 配套工艺

Fine characterization of reservoir structure and potential countermeasures

Wang Xiaoman

Dongxin Oil Production Plant of Shengli Oilfield Company, Shandong Dongying 257000

[Abstract] The reservoir in block X is a typical low-amplitude complex fault block reservoir with low production degree, high comprehensive water content, uneven reserve utilization degree, and large crude oil viscosity in the block. At present, this type of reservoir is relatively small in the developed reservoirs at home and abroad, and no other fields have seen successful experience in similar reservoir development. In this study, from the comprehensive geological development law and adaptation technology of block A reservoir, the reasonable and effective development technology of block is explored to provide an effective way to improve the development effect of low-amplitude complex small broken block reservoir and improve the oil recovery.

[Key words] low amplitude complex block reservoir; reservoir characterization; fault identification; development technology; supporting process

1 油藏基本概况

油田区域构造位于西部次洼南部斜坡带上, 主力含油层位 X 一段 II 砂组, 埋深 500~550 m, 含油面积 1.3 Km², 地质储量 79.0×10⁴ t。孔隙度 14.3~19.7%, 渗透率 10.4~42.3 mD, 原油密度 0.87~0.90 g/cm³, 粘度 111.83~489.07 mPa·s, 为中孔低渗层状普通稠油断块油藏。油藏分布具有“多、薄、小、窄、强”的特点, 油藏品位相对较差, 属于复杂小断块边水稠油油藏。目前边水侵入受多因素影响, 受边水影响水淹区储量采出程度低, 剩余油分布复杂。利用动态分析法及油藏工程方法, 对各小层的剩余油分布规律进行研究, 通过重构开发层系、面积组合吞吐、分层整体治理、配套工艺技术, 提高储量动用, 从而改善区块开发效果、最大限度经济有效的提高采收率。

2 油藏精细描述

2.1 构造精细刻画, 小断层识别

X 断块区总体构造平面为一个呈 NWW 向倾斜 NNE 向延伸的

的宽缓鼻状构造, 断鼻顶部被二条相向而倾的纵向横断层切割, 又形成断鼻中部的地堑构造。X 断块区断层较发育, 在约 7km² 的范围内, 就有近 9 条大、小断层分布, 断距小 (一般均小于 100m), 延伸距离短 (最短平面延伸仅 1.2km), 断块小。其断层是位于白音断层下降盘靠近洼陷区的一条补偿正断层, 贯穿东、西断鼻构造, 断距约 50~80m, 平面延伸距离约 15 km。断面南倾, 走向北东。是其构造上的一条重要的油气控制断层, 它对 X9 含油断块区和 X14 含油断块区的构造和油藏具有重要的控制作用。X14 断层、X19 断层、X20 断层和 X16 断层等小断层, 断距一般在 20~40m, 断层平面延伸距离约几百米, 其中 X14 断层和 X19 断层平面延伸距离仅 1.2km。这些断层对油藏主要起到断块的分割作用。

2.2 储层精细评价

2.2.1 砂体沉积微相与分布特点

根据油层对比分析, D 一段 II 砂组油藏纵向上主要由 7 个

单层油砂体组成, 迭加厚度 2.5~9.7 米, 平均单井油层砂体厚度约 4.1 米, 储层砂体总体由东边 X2-1 井向西到 X16-2 井、向西北到 X20 井方向逐渐相变、厚度逐渐减小、尖灭。该区砂体发育差; X14-1 块有效厚度零线大致位于构造等高线-505 米处, 而砂体是向东 2 块方向更发育, 表现砂体层数增多、厚度增厚; 处于断鼻构造中部的 X14—X19 井一带, 油层砂体厚度中等。

2.2.2 储层岩性特征

X14、X16 块都一段 II 砂组储层岩性主要为粉砂岩, 岩性较疏松, 岩石薄片分析主要矿物成分是石英含量 65.0%, 其次是长石含量 18.0%, 岩屑含量占 17%, 胶结物以灰质为主, 含量 15.0%±, 局部存在沥青, 胶结类型以孔隙式为主。碎屑颗粒粒度中值为 0.06~0.08mm, 属粉砂级颗粒, 分选性中等, 分选系数 1.53~1.66。

2.2.3 油层物性特征

断块区 D 一段 II 砂组油层物性较好, 为中、高孔渗储层, 按储层分类标准为 I 类储层, 但是从渗透率级差来看, 反映该区储层物性层间差异很大。X 块 D 一段储层亲油矿物含量高, 亲油矿物绿泥石含量达 37.28%, 润湿偏亲油, 储层水敏、酸敏中等偏强。

2.3 剩余油分布研究

剩余油潜力主要在井网不完善区, 注水未波及区、分别占总剩余可采储量的 31.8%和 39.8%, 其次分布在构造高部位断层遮挡带。

3 开发效果评价

3.1 注水开发效果分析

3.1.1 水驱开发效果评价

X 块都一段油藏采出程度低, 含水与采出程度曲线基本沿 15%延伸; 年含水上升率在 10%左右波动, 含水上升率加大, 耗水指数上升, 累积存水率低于理论曲线, 注水利用率相对较低, 因原油粘度偏大, 含水上升率不断增加, 水驱效果变差。

3.1.2 注水见效状况分析

X 块都一段油藏随着储层逐渐变好, 见效效果也逐渐变好, 北端 X14 东块效果最好。采用在河道、侧翼, 边内注水, 水井加絮凝剂、油井加降粘剂增油效果明显, 见效井组 9 个, 见效增油 6 个, 平均注采井距 230 米, 日增液 2 方, 日增油 0.5 吨, 平均单井增油 300 吨, 累计增油 2404 吨。

3.2 影响开发效果因素分析

(1) 储层原生粒间孔发育丰富、扩大粒间孔次之, 孔喉结构非均质性中等到偏强, 引起水体突进。(2) 储层亲油矿物含量高, 导致水驱油效率低, 润湿偏亲油, 导致含水上升快。

(3) 储层水敏、酸敏中等偏强, 是影响注水开发效果的原因之一。(4) 原油粘度偏大, 含水上升率增加, 水驱效果差。

4 提高采收率开发技术

结合低粘度稠油开发特点, 研究合理有效的开发思路, 最终提高稠油的采收率, 对同类油藏开采具有重要的指导意义。

4.1 提高采收率开发方法及措施

4.1.1 单油层注水技术

单独采用油层进行有效注水, 减少注水外溢, 提高水驱效果; X14 东块单注油层储量得到了完全动用, 水驱动用程度由单注前的 51.1%提高到 91.3%, 提高 40.2%, X14 东块 2004 年以来的开发指标, 实施单注后, 含水上升率和自然递减得到有效控制, 水驱开发效果逐步改善。

4.1.2 降粘剂+氮气增能技术

针对性的提出了降粘剂+氮气增能的单井吞开发技术对策。优选出 9 口油井进行了 13 周期单井吞吐试验, 累计注入降粘剂 59.6 吨, 氮气 18.4 万方。措施后日产油增加 14.0 吨, 含水下降 24 个百分点, 累积增油 2991 吨, 平均单井增油 332 吨。

4.1.3 水淹层采取分层整体治理技术提高采收率

油井生产层目前均已受到边水影响, 生产过程中, 边水为主要矛盾, 2018 年至 2021 年针对边水的治理主要依靠热化学辅助措施单井抑制边水推进, 取得了一定的效果, 但是目前仍处于多轮次治理阶段, 治理效果差, 递减幅度大。针对边水区的治理, 将油层依据构造部位划分为低、中、高三部分, 针对不同的特点进行分层整体治理, 分层整体治理技术对策为:

1、构造低部位: 研究表明边水侵入速度与构造位置相关, 构造位置越低, 边水侵入越快, 因此构造低部位认为是强水淹区, 边水能量最强, 但是相关研究表明, 边水在平面上是广泛分布, 但是经过小层细分对比后, 边水在纵向上和平面上是不均匀分布, 因此在构造低部位的挖潜主要分为以下两个方面。一是在弱势区段挖潜, 包括平面上边水能量的弱势区域和纵向上边水的未淹或者弱淹层段, 主要措施是氮气辅助抑水挖潜及堵水单采等。二是强势区段排水, 由于边水能量强, 导致多轮次治理后无法进一步挖潜, 这一阶段弱低部位油井返至其他层生产, 则导致油层中部及构造高部位油井失去低部位排边水保护作用, 进而使得边水迅速向高部位推进, 影响开发效果, 因此考虑整个层的生产效果, 需要构造低部位井进行排边水生产。

2、油层中部分析认为属于弱水淹区, 边水能量较弱, 但是已经经过多轮次治理, 效果不理想, 下步主要挖潜分为以下两个方面。①组合优化抑水, 受边水影响后, 主要采取短周期注汽方式, 避免边水进一步推进, 同时避免注汽过程中, 注汽量越大, 蒸汽浪费越多, 同时辅助热化学措施, 可进一步抑制边水推进, 但是由于短周期注汽蒸汽波及半径无法进一步扩大, 导致多轮次治理后, 递减幅度大, 效果差, 下步需采取“1+N”

注汽组合模式,即一次整周期注汽扩大蒸汽波及体积后,采取短周期注汽方式生产,改善开发效果。②是整体治理挡水,经过研究表明泌浅67断块进入高周期吞吐后,边水主要沿着汽窜通道向高部位推进,以往的治理往往采取的是单井点的热化学辅助措施治理,效果不理想,主要原因为热化学辅助措施抑水强度有限,目前为了保护高部位油井的生产,需要在油层中部实施整体治理,同时加大抑水强度,采取高强度组合调剖措施,一方面抑制边水推进,一方面封堵汽窜通道,截断边水向高部位推进的通道,避免边水向高部位推进。

3、构造高部位分析认识是未水淹区,主要治理思路是在边水推进之前尽可能多采出,主要挖潜分为两个方面:①采注控制保压,即在油层中部与构造高部位结合带油井主要实施短周期注汽,控制采注比,保持一定的地层压力,减缓边水推进。②氮气辅助增能,即在高部位油井目前已处于高周期吞吐阶段,地层能量不足,因此需要配套氮气助排措施补充地层能量,扩大蒸汽波及体积。

4.2 配套工艺技术研究

4.2.1 转变原油加热及现场清防蜡方式,提高机采工艺技术水平

由于地处北方,冬季漫长,在气温较低的情况下,结蜡、管线冻堵成为制约生产管理提高的主要因素。通过利用超导炉自循环热洗、电加热杆技术、化学剂防污染热洗以及常规热洗清蜡技术防蜡技术等综合应用,使生产管理中的蜡卡躺井难题得到有效解决,油田平均检泵周期达到716天,区块注采管理水平得到有效提升。

4.2.2 面积组合吞吐技术研究

随着开发的不断深入,在稠油开发高周期吞吐后,稠油热采矛盾呈多元化发展趋势,单井治理无法从根本上解决问题,需要转变思路,由单井治理变为单元综合治理。热化学辅助面积组合吞吐技术综合考虑了汽窜单元内油井不同治理需求,能够较好的改善油井的生产效果。热化学辅助面积组合吞吐是指在蒸汽吞吐过程中,两口或两口以上的井按优选设计的排列组合在一起进行有序的热化学辅助蒸汽吞吐的方式。其主要机理为:利用多井集中注汽、集中生产,提高蒸汽的热利用率;通过合理安排注汽顺序,改善油层温度场,含油饱和度场和压力场的平面分布,使地下流体由孤立的单井点运移转换为开发单元内的整体运移,从而明显改善吞吐开发效果。油田稠油开发目前主要采取蒸汽吞吐方式,大部分区块进入高周期吞吐阶

段,面临周期吞吐效果变差,成本变高,含水升高等实际问题,自2018年以来,采取了一系列改善吞吐效果的注汽方式,其中主要包括组合注汽和热化学辅助面积组合吞吐两类。

组合注汽主要适用于两口井之间的单向汽窜或者互相汽窜,是一种通过对两口采油井同时实施注汽、焖井、放喷和转抽等手段,达到减少汽窜的影响,提高蒸汽利用率,提高油井生产时率,进而提升油井生产效果的吞吐方式。热化学辅助面积组合吞吐主要适用于一个或多个汽窜现象严重的井组,尽可能采取集中注汽,同时转抽开采,达到多井整体吞吐,减少汽窜的效果,使蒸汽在井下进行充分的热交换,有效提高蒸汽的热利用率,保持区域的压力平衡,同时也减弱了汽窜条件。除此之外,针对不同周期采取不同的注汽顺序,对井间的驱油方向的改变也有一定影响,在一定程度上增加了油层的动用效果。随后发展的化学辅助面积注汽技术是利用氮气或调剖化学药剂优先进入阻力小(采出高、汽窜通道)区域,达到平衡后,蒸汽更多的进入动用低的区域,提高蒸汽利用率及有效波及体积。同时利用反复的同注、同焖、同采过程中,油层压力呈现出的规律性波动,促使含油饱和度场重新分布,达到改善吞吐效果的目的。面积组合吞吐由于井组压力有规律地波动,促使含油饱和度不断重新分布。当生产井同时注汽时,高渗带压力高于低渗带,促使蒸汽进入低渗带;而当生产井生产时,低渗带压力相对高于高渗带,于是低渗带的原油流入高渗带,再流至井底被采出来。

5 结论与认识

5.1 针对主力油层分布与油藏潜力,对主力油层采取单独用油层注水,可以有效改善低幅断块油藏注水效果;

5.2 以降粘剂+氮气增能为主的化学吞吐技术,可以有效解决白音查干凹陷浅层薄互层稠油油藏常规开采难度大,注水开发效果差的问题。

[参考文献]

[1]于会永,刘慧卿等.超稠油油藏注氮气辅助蒸汽吞吐数模研究[J].特种油气藏,2021,19(2):76-78.

[2]杨阳,刘慧卿等,孤岛油田底水稠油油藏注氮气辅助蒸汽吞吐的选区新方法[J].油气地质与采收率,2014,21(3):58-61.

[3]杨福成,侯平舒,卞连军,张津滔.白音查干凹陷低幅度油藏开发配套技术对策[J].油气田地面工程,2013,8(1)40-42