

A 区块注入参数匹配调整方法研究

王立敏

(大庆油田有限责任公司第一采油厂,黑龙江 大庆 163000)

摘要:2013 年 A 区块二次返层后至注剂前连续 6a 处于空白水驱阶段,2019 年 6 月投注三元复合驱前置聚合物段塞。在前置阶段,初期按驱油方案要求注入速度、浓度稳定生产,过程中出现注入压力上升较慢、动用比例较低、采出井受效差的开发问题,前置段塞发挥调堵作用不明显。提出分区域、分类井组注入参数匹配调整方法,通过动态调整注入参数,提高油层动用程度及三元复合体系的利用率,进一步改善三元复合驱开发效果,取得了较好的效果。

关键词:注入压力;调堵;参数调整;渗透率

1 区块概况

A 区块主要发育二类油层,空白水驱末综合含水 98.09%。区块 2019 年投注后前置聚合物段塞后,注入压力平稳上升。但是从采油井生产数据来看,投注 9 个月综合含水下降 0.40%,见效井仅有 25 口,见效井比例 12.9%,占比较低,采出端见效不明显。分析同时期吸水剖面数据显示,吸水层仍以有效厚度 $>4\text{m}$ 的层为主,有效厚度 $>4\text{m}$ 的油层中,吸水的层数占比为 84.8%,吸水层的有效厚度占比为 63.1%,整体动用比例为 61.0%,动用比例较低注入端改善剖面效果不明显。区块动态上整体表现为压力上升较慢、采出井受效差、动用比例较低,说明前置段塞未充分发挥调堵作用^[1]。

从油层发育考虑,区块纵向上发育 11 个沉积单元,4 种类型砂体,其中 5 个沉积单元有效厚度 $>1\text{m}$,有效厚度 $>1\text{m}$ 的 5 个沉积单元的有效厚度合计占开发层段总有效厚度的 74.7%,渗透率变异系数 0.595。平面上,井间渗透率和有效厚度差异较大。区块平均渗透率 $0.671\mu\text{m}^2$,单井渗透率在 $0.1 \sim 1.2\mu\text{m}^2$ 之间,其中渗透率 $0.5 \sim 0.9\mu\text{m}^2$ 的井占比达到 71.8%;平均射开有效厚度 10.8m ,单井有效厚度在 $1.6 \sim 18.5\text{m}$ 之间。平面层间发育差异性较大。区块返层后至投注前空白水驱时间 $>6\text{a}$,注入速度 0.37PV/a ,长时间高速注水冲刷加剧了平面、层间矛盾。从注聚后示踪剂监测数据看(曲线 1),最小见聚时间仅 17d,油层渗流能力较强^[2]。投注初期单井配注不能表达井间差异性,亟须跟踪调整方法。

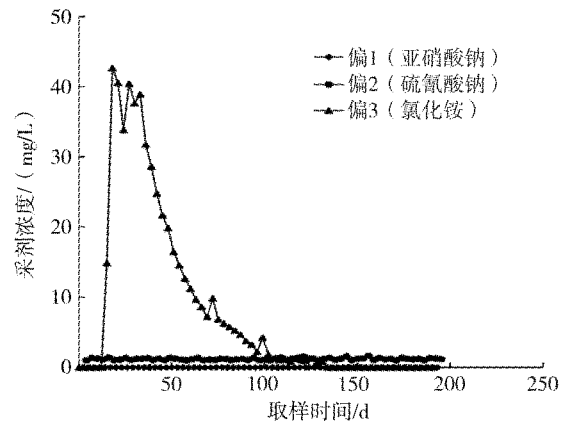


图 1 示踪剂监测结果

2 跟踪调整做法

A 区块发育厚度大,整体渗透率水平高于其他二类油层区块。与其他开发二类油层区块对比,A 区块渗透率水平最高(表 1)。在空白水驱阶段,注入速度高、注入强度大,二类油层平均单井日配注 $>80\text{m}^3$,注入速度达到 0.37PV/a ,强度达到 $7.8\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{d})$ 。该区块长时间空白水驱又进一步提高高渗层渗透率,加剧层间矛盾^[3]。

表 1 二类油层区块油层发育对比统计

区块	井距/m	驱替体系	渗透率/ μm^2	突进系数	变异系数
A	150	三元	0.671	3.00	0.595
B	125	聚	0.525	3.24	0.623
C	175	三元	0.632	2.35	0.586
D	125	三元	0.521	2.37	0.533
E	125	三元	0.501	2.86	0.536

作者简介:王立敏(1987—),女,研究生,工学硕士,工程师,研究方向为三次采油。

以a井为例,该井注入过程中压力上升较慢。现场示踪剂试验结果表明(图2),注剂液平均推进速度为2.08m/d,3#层e井方向推进速度达到4.76m/d,试验17d后在采出端即见到示踪剂,说明存在低效、无效循环。从静态数据来看,该井渗透率匹配模板浓度1000mg/L,而实际注入浓度为2580mg/L,实际渗流能力要远高于静态数据匹配渗流能力,需要不断调整注聚浓度,匹配实际渗流能力^[4]。

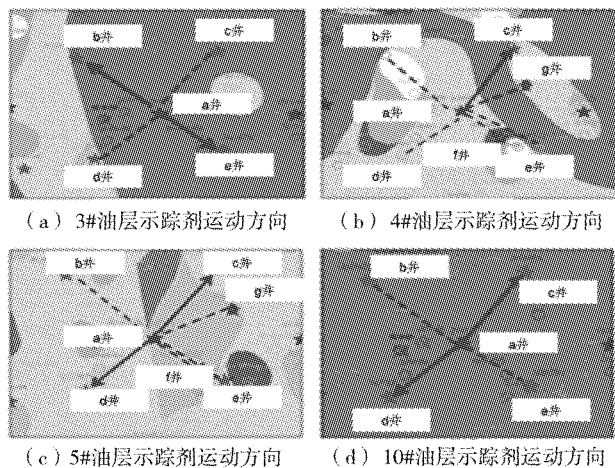


图2 示踪剂试验主要吸水层采出示踪剂情况

2.1 浓度调整

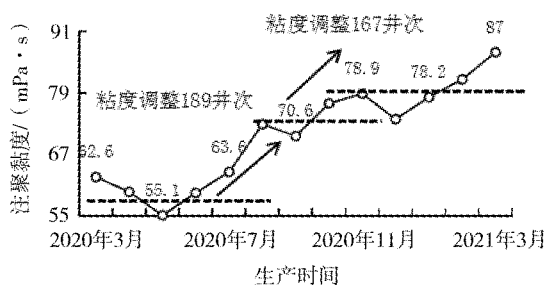
对比同类井组发育、压力变化、剖面动用与注聚浓度匹配情况,分析异常低压井。对注入剖面极不均匀、注聚后注入剖面没有改善的井组,进行浓度匹配调整,提出渐进式提浓调整方法,见表2。确定动态评分方法,对压力空间、月压力上升幅度、动用厚度比例进行赋分,根据评分情况提浓调整,优选月压力上升幅度 < 0.3MPa、采出液聚合物浓度升幅 > 200mg/L、压力空间 > 1.0MPa、注采比 > 1.0、厚注厚采型的注入井提浓^[5]。

表2 A块渐进式浓度调整方法 单位:mg/L

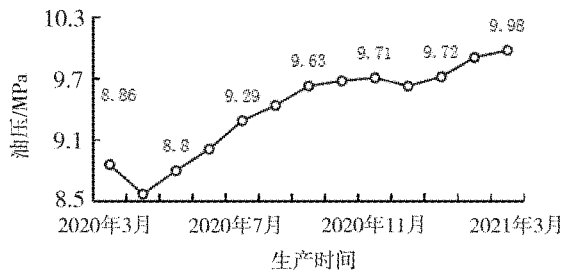
静态分类	动态评分对应提浓幅度							
	3分	4分	5分	6分	7分	8分	9分	10分
一、二类井	100	100	150	150	150	200	200	200
三、四类井	50	50	80	80	80	100	100	100

区块浓度共调整3批次,在黏度调整过程中,全区注入压力稳步上升,全区综合含水下降,低渗透油层的动用程度提高,见图3。

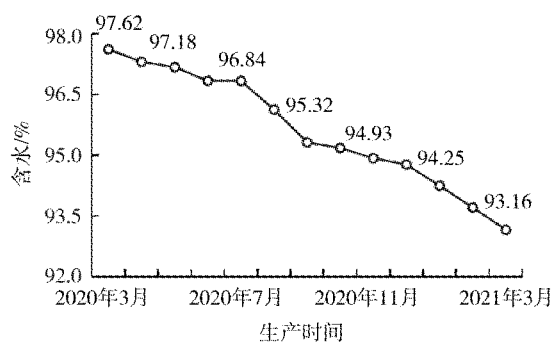
浓度调整过程中,部分井浓度上升压力变化不明显,存在控制不住的高渗透通道。以精细地质研究成果为依据,动、静态资料相结合,在河道一类连通比例高、



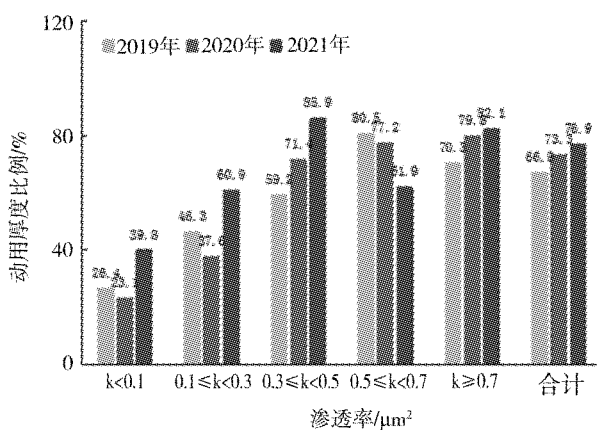
(a) 区块注入井浓度调整



(b) 提浓后区块压力变化



(c) 提浓后区块含水变化



(d) 提浓后区块动用程度

图3 A区块提浓效果

注采完善的井区,优选动用状况不均衡、注入压力低、井组采出井含水高的井进行调剖。调剖过程中根据开发动态及时调整调剖参数:①调剖层注入压力上升慢,调剖段塞由3段改为2段,取消最小粒径;②非调剖层注入压力下降,提高注调剖剂速度,减少调剖周期,保

证调剖效果。调剖井组最大含水降幅 2.54%, 促进含水快速下降^[6]。

2.2 速度调整

对于提浓后压力上升不明显的井, 分区计算注采比, 平面上查找地层亏空井组。计算 A 块返层后合采阶段二类油层的劈分注采比(图 4), 由于投注前油水井封堵和降速时间不同步, 使月度注采比持续下降至 < 0.6, 截至化学驱投注前, 区块累计注采比为 0.9。

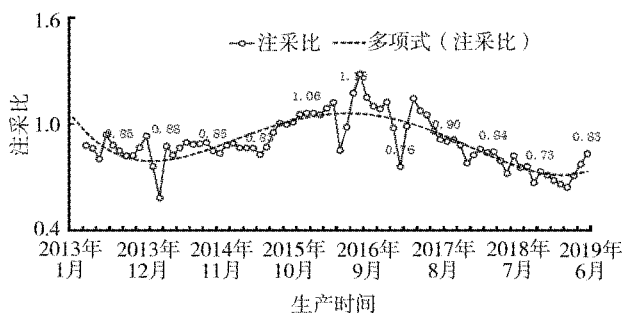


图 4 A 块二类油层注采比曲线

针对由于油水井封堵、降速工作不同步, 导致部分区域注采失衡、地下亏空问题, 定性确定累计注采比、注水强度与注入压力上升值之间关系, 制定区域提速方案, 定量补充能量损失, 改善注聚效果^[7]。计算补孔后区域内平均单井亏空量, 根据亏空程度进行井组补偿式提速^[8]。

月度分析注入压力和注入强度关系, 滚动调整, 优选月压力上升幅度 < 0.3MPa、压力空间 > 1.0MPa、采出井沉没度 < 250m、井组注采比 < 0.8、薄注厚采、薄注薄采型的注入井提速。A 区块亏空井提速原则见表 3。

表 3 A 区块亏空井提速原则

累计注采比	月注入压力上升值/MPa		
	最低 (≤0.1)	偏低 (0.1, 0.3)	正常 (0.3, 0.5)
最低(≤0.6)	+20%	+15%	+10%
偏低(0.6, 0.8]	+15%	+10%	+5%
正常(0.8, 1.0]	+10%	+5%	0

3 综合调整效果

调整后区块注入速度上升至 0.20PV/a, 压力空间进一步下降至 1MPa 左右, 平面上区域间注入压力差异缩小, 高压、低压区间压力差缩小, 平面压力均衡^[9]。油井端含水下降明显, 日增油幅度大, 区块综合含水下降 6.0%, 见效高峰期月含水下降值为 0.39%。见效井比例 > 95%。油层动用厚度比例提高, 见效高峰期有效

厚度动用比例达到 83%。从压力、含水、油层动用多维度评价, 区块开发效果向好^[10]。

4 结语

(1) 空白水驱阶段含水高、空白水驱时间长, 对注聚后渗流通道产生不利影响, 最终影响化学驱开发效果, 因此要做好区块返层时间和投产时间衔接, 精细空白阶段分层调整, 控制注水速度, 减少低效、无效循环。

(2) 合理的注采压力是提高化学驱采收率和保证良好开发效果的前提。前置阶段要不断分析注聚压力变化, 精准分析注入压力变化异常原因, 通过注入参数调整减少层间、井间压力差异。

(3) 分类型、分区域治理压力系统能达到较好的开发效果。

参考文献

- [1] 李璐琪. 南六西二类 B+ 三类油层弱碱三元区块基础井网注水井排附近剩余油潜力分析[J]. 化学工程与装备, 2023(6): 131-134.
- [2] 关文婷, 张晓芹, 蔡志彪, 等. 大庆油田三类油层弱碱三元复合驱表面活性剂浓度优化[J]. 大庆石油地质与开发, 2023, 42(2): 99-107.
- [3] 石昌帅, 王成之, 祝效华. 多分支废弃油井层温衰减规律及注入参数对注采性能的影响[J]. 天然气工业, 2024(2): 178-187.
- [4] 王小龙, 高庆贤, 董双福. 超低渗致密油藏二氧化碳吞吐合理注入参数确定[J]. 石油钻采工艺, 2023(3): 368-375.
- [5] 汤佳佳, 霍萍萍, 武金卫, 等. 超低渗油藏低含水阶段氮气泡沫驱注入参数设计[J]. 石化技术, 2023(7): 137-139.
- [6] 张尧, 毛振强, 吕成远. 高青稠油油藏降黏剂驱注入参数数值模拟优化[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2023(4): 145-150.
- [7] 周振, 张云宝, 王承州. “弱凝胶+水基微球”组合调驱数值模拟量化的表征研究[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2023(4): 72-77.
- [8] 刘湘, 胡韵, 肖佳林. 洗象池群白云岩多级交替注入酸压工艺优化研究[J]. 石化技术, 2023(5): 76-78.
- [9] 石昌帅, 王成之, 祝效华. 多分支废弃油井层温衰减规律及注入参数对注采性能的影响[J]. 天然气工业, 2024(2): 178-187.
- [10] 秦旗, 陈文若, 梁文福. 大庆油田萨南开发区三类油层三元复合驱注入参数数值模拟优化[J]. 大庆石油地质与开发, 2023(5): 123-129.