

前置液增能压裂技术在志丹油田的探索与现场应用

王建军 石海鸿 袁 帅 刘 江 (延长油田志丹采油厂, 陕西 延安 717500)

摘要:受制于气源不足的原因, 二氧化碳增能压裂技术不适合应用于志丹油田, 非注水区域或者注水困难区域目前因各种原因暂时有效开展注水开发, 为了及时补充地层能量, 提高原油采收率, 我们探索将吞吐工艺技术与常规水力压裂工艺技术相结合, 采取活性水前置液增能压裂的方式, 压裂后采取闷井措施, 让压裂液在油层内部充分渗析, 从而达到补充底层能量, 实现油水置换, 油井增产的目的。

关键词: 渗析; 增能压裂; 吞吐工艺; 油水置换等

0 引言

志丹油田地处低渗、低压这类非常规油气田, 常规开采手段是不同程度力压裂改造, 但非注水区域或者注水效果较差的区域实施水力压裂改造后的共同特点是初产液量高、降产快的特点, 从投入产出的角度看达不到较好的经济效益。

因此我们探索对水力压裂技术参数进行优化, 一是前置 CO₂ 增能压裂技术 (CO₂ 含量 < 52%) 和泡沫 CO₂ 压裂工艺技术 (CO₂ 含量 > 52%) 均能够实现部分代替水基液的目的, 同时实现增产的效果, 但是由于气源的问题, 当前 CO₂ 压裂技术不适该区域规模推广。二是增能自生热压裂技术, 原理是将自生热处理体系引入到瓜胶压裂液体系中, 当两种自生热药 (例如亚硝酸盐和氯化铵) 剂混合后发生化学反应, 产生大量气体, 增加了压裂液破胶后返排量, 从而减少液体滞留, 降低压裂液对储层的伤害, 目前该项技术在本区域还处于技术验证阶段。针对志丹油田特殊的地理环境, 课题引入活性水前置液水力压裂技术, 原理大规模前置液 + 常规水力压裂工艺, 就是压裂前先大规模预置活性水饱满微缝补充地层能量, 然后实施常规加砂压裂造缝, 施工结束后进行焖井, 待压力扩散后再求产。

1 前置液增能压裂技术的原理

前置液增能压裂主要是针对低产低效区域的一种地层能量补充措施, 通过改变前置液注入参数, 解决目前志丹油田低压、低渗透油藏水力压裂改造单井产量低、注水困难、最终采收率低等问题。前置液增能压裂主要是通过大量的前置液 (不同区块参数可调整) 提高近井油层压力, 利用压裂液破胶所得破胶液剥离岩石表面原油, 通过充分的焖井置换储层微小孔隙中的原油, 提高原油采收率; 利用压裂液破胶所得破胶液提升周围地层能量, 解决注水难的问题。该项技术是常规压裂与吞吐技术的完美嫁接, 能够实现压裂增能驱油一体化, 是一种在同井同油层既压裂又驱油的生产方法, 可有效破解当前生产工艺方面的技术瓶颈。

2 前置液增能压裂技术的增产机理

①通过水利压裂引效形成导流通道, 高压泵入大量

预前置液 (不同的油藏区域可调整不同的参数), 形成较为复杂的裂缝, 焖井至压力充分扩散, 有效补充近井油层能量。大量注入前置液可以进入不同裂缝内, 同时滑溜水携砂支撑裂缝, 形成较为复杂的导流能力比基质高出接近百倍的人工裂缝。人工裂缝还可以起到连接天然裂缝的作用, 使得储层原油流入井底的有效裂缝渗流通道数量增加, 有效增加了导流能力并扩大了渗流面积。压裂后预留充足的关井时间, 在毛细管力的作用下, 使压裂破胶液与中小孔或基质中的原油产生置换作用, 从而油层中油、气、水重新分布, 再通过水力压裂破胶液的助排作用使得原油进入井筒, 从而提高原油采收率。

②由于活性水前置液粘度较小, 可以渗透较小的孔隙中, 有效补充并提高近井油层能量, 改善裂缝间孔隙油水渗吸, 发挥渗吸作用。焖井阶段地层压力扩散, 活性水前置液能够进入和延伸至更多裂缝及孔隙, 补充地层能量, 发挥增渗剂的油水置换作用。

③增能前置液不仅具备常规前置液造缝降低地层温度作用, 还具有防止粘土膨胀, 降低毛细管压力的作用; 所述压裂液为粘弹性表面活性剂具有底界面表面张力特性, 能将岩石的亲油表面转变为亲水表面, 将原油从岩石表面剥离出来, 提高波及系数, 通过压裂改造和压裂裂缝间储能相结合, 从而实现同井压裂驱油一体化和同步化技术。

3 前置液增能压裂技术现场应用

志丹低压、低渗透油田双核区块共实施前置酸压裂作业 2 口, 作业效果显著。本文以周 133-1 井为例, 该井为新井投产, 生产层位为 C6¹ 小层, 该区域 C6¹ 小层含油性相对较好但为进行注水开发, 现对该井 C2² 小层油层段进行活性水前置液增能压裂改造引效。正对性的展开了该井的增能压裂设计。

3.1 设计泵入程序

设计施工泵入程序低替活性水; 在目标油井层位大量注入预前置液, 按照砂比要求大排量注入携砂滑溜水; 最后大排量注入顶替液, 压裂开始后, 在前置液和携砂液阶段, 按 0.02%~0.03%~0.04% 在混砂车人工楔型追加入过硫酸铵。施工排量可根据现场施工压力情况随时调

整, 确保现场施工安全。

3.2 基液类型及配方

滑溜水: 清水 +0.10% 降阻剂 +0.3% 助排剂 +0.3% 粘土稳定剂 +0.1% 杀菌剂; 破胶剂: APS 过硫酸铵, 泵注阶段楔型追加; 活性水: 清水 +0.3% 助排剂 +0.3 粘土稳定剂 +0.5% 氯化钾。

3.3 压裂施工参数

表 1 压裂施工参数表

类型	液体类型	液量 m ³	施工排量 m ³ /min	支撑剂量 m ³	平均比 %
混合水 压裂	滑溜水	690	套管: 8.0	30	8.8

3.4 压裂后放喷和排液

①前置液增能压裂施工结束后关井, 井口安装压力表待压力扩散至 0MPa 时进行缓慢放喷;

②压裂液返排开始的 0.5h、0.5h、0.5h、0.5h、1h、1h、1h、1h、1h、2h、2h、2h 分别取样检测返排液的 pH 值、粘度及 Cl⁻ 含量;

③若不能自喷, 抽吸排液, 油水同出井排液量达到压入地层压裂液量 80% 以上, 且 Cl⁻ 含量在 3 天内波动值 < 5% 后转求产。

3.5 增能压裂取得的效果

该井施工过程前置液增能压裂作业正常, 顺利的完成了加砂作业, 压后投产日产油 6t, 明显同一井场同一层位 2 口常规压裂井, 投产后正常产量能达到常规压裂油井产量的 8 倍左右, 增产效果十分显著, 详见表 2 所示。

表 2 周 133-1 井与同区块其他井压裂效果对比表

序号	井号	压后 (液 / 油)	正常 (液 / 油)
1	周 133-1	10.5/8.4	8.5/6.5
2	周 133-2	2/1.25	1.1/0.7
3	周 133-3	3/1.25	1.2/0.8

4 结论

①活性水前置液增能压裂技术能够实现压裂、增能及驱油三重功能, 有效简化了压裂工艺, 缩短了压裂时间, 节约经济成本; ②活性水前置液增能压裂技术压裂破胶液不返排, 既节约水又保护环境, 尤其是对于陕北等水资源严重缺乏的区域; ③活性水前置液增能压裂技

术有效的利用压裂破胶液增压效应, 恢复和提高地层压力, 所述关井有利于压裂破胶液向基质中渗透, 与更多原油充分接触置换, 提高油藏动力程度; ④活性水前置液增能压裂技术压后关井的关井阶段, 压力扩散, 地层能量提高, 所述增渗剂发挥置换作用, 置换出空隙中的原油; 压裂液破胶产生压裂破胶液不返排, 可发挥驱油剂的作用驱替原油, 使储层原油进入高渗通道; 增渗剂与破胶剂协同发挥作用, 降低储层伤害, 增加单井产量, 提高最终采收率; ⑤活性水前置液增能压裂技术有效缓解了非注水区域地层亏空且无法补充的问题, 利用常规水利压裂技术与吞吐技术相结合, 完美的解决了注水难的困局, 为油田可持续发展提供了一种可靠的增产措施。

参考文献:

- [1] 朱宏亮. 增能压裂技术在青海油田乌南区块的应用 [J]. 中国化工贸易, 2013, 000(021): 126-126.
- [2] 胡文瑞. 中国低渗透油气的现状与未来 [J]. 中国工程科学, 2009, 11(08): 29-37.
- [3] 郭晓林, 张红运, 朱争, 等. 重复压裂技术在青海油田七个泉区块的应用 [J]. 石化技术, 2015, 22(06): 129-130.
- [4] 田磊, 何建军, 杨振周, 魏晓敏. 二氧化碳蓄能压裂技术在吉林油田的应用 [J]. 钻井液与完井液, 2015, 32(06): 78-80+84+109.
- [5] 张雷平. 自生热增能压裂工艺技术在七里村采油厂的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 000(004): 80-80.
- [6] 卞晓冰, 张士诚, 刘天宇, 等. 乌南油田乌 5 区块整体压裂优化设计 [J]. 钻采工艺, 2012, 35(001): 41-44.
- [7] 佚名. 吉林油田前置二氧化碳压裂获突破 [J]. 石油化工应用, 2016, 35(7): 142-142.
- [8] 朱争, 谌军. 压裂新技术、新工艺在青海油田的应用 [J]. 硅谷, 2013, 000(020): 126-127.
- [9] 邢宽宏. 二氧化碳泡沫压裂技术在新场气田的应用研究 [J]. 石化技术, 2015, 22(10): 74.
- [10] 罗小明. Petrel 软件在乌南油田 X 区块开发中的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 000(002): 182-182.
- [11] 佚名. 中国二氧化碳干法加砂压裂获重大突破 [J]. 石油化工应用, 2017(05): 148-148.
- [12] 范浙璐, 乔勇. 多物源相控建模方法在青海油田七个泉区块的应用 [J]. 内蒙古石油化工, 2011(19): 139-142.
- [13] 刘小忠. 柴北缘侏罗系三低油藏储层改造工艺技术研究与应用 [D]. 成都: 西南石油大学, 2014.

作者简介:

王建军 (1985-), 男, 汉族, 陕西榆林人, 硕士, 中级工程师, 研究方向: 油气田开发方向。