

前置酸压裂技术在志丹低渗透油田的应用

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

摘要: 志丹低压、低渗油田稍园子区块砂岩油藏, 采取常规水力压裂技术经常会造成油层损害, 导致常规压裂效果不佳。随着注水开发的持续推进, 地层能量有所恢复, 为了改善该区域压裂增产效果, 通过技术调研和理论研究, 巧妙地将砂岩酸化和加砂压裂结合起来, 利用酸溶酸蚀工艺可以消除部分影响因素, 提高地层与裂缝间以及裂缝间的连通性, 由此创造性地提出长 2 油层前置酸加砂压裂工艺技术, 取得较好的效果, 为该区域后续增产措施提供了一种压裂新工艺。

关键词: 前置酸; 低渗透; 水力压裂

0 引言

志丹油田稍园子区域构造为一平缓的西倾单斜, 内部构造简单, 局部具有差异压实形成的低幅度鼻状隆起; 主力开发层位为长 2 组, 主要产油层为长 2¹、长 2² 两个亚组。属于三角洲体系沉积, 主要的亚相为三角洲平原相, 以分流河道和河漫滩的砂、泥岩互层及泥炭沼泽沉积为特征。该区块属于低渗透砂岩储层, 埋深 1300m 左右, 温度 55℃ 左右, 压力系数低 0.7 左右, 通常需要经过压裂改造引效才能取得较好油井产量, 多年来一直沿用的常规水力压裂技术, 具备一定的效果但是增产幅度有待提高。通过室内研究, 认为前置酸水力压裂技术对该区域原层复压具有一定作用, 决定开展前置酸水力压裂技术现场应用研究。

1 前置酸压裂技术原理

前置酸压裂技术主要应用于老井挖潜 (原层复压), 通过前置酸将混合酸液 (主体酸是醋酸 + 氢氟酸) 沿历次压裂裂缝高压挤入, 使一部分混合酸液处于裂缝最前缘, 一部分混合酸液滤失到裂缝壁面两侧, 然后挤入顶替液, 混合酸液浸泡油层 2h。随后进行常规水力压裂作业, 继续向油层泵入滑溜水、顶替液, 从而完成常规水力压裂施工作业, 如图 1 所示前置酸增产技术路线。

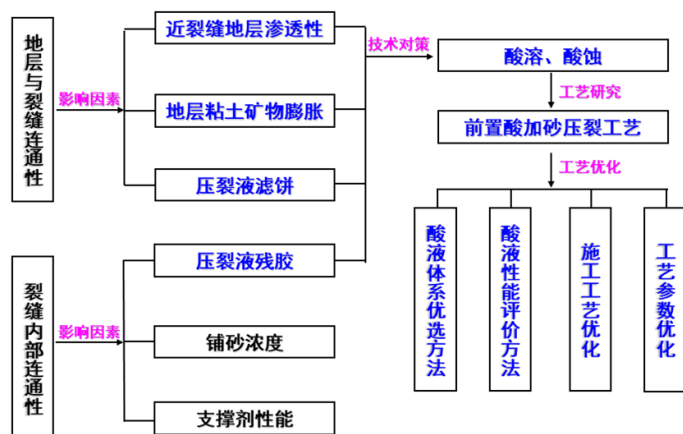


图 1 前置酸增产技术路线

2 前置酸压裂增产机理

根据多项室内研究, 前置酸压裂是将酸液在高于破

裂压力下泵入地层, 可以有效改善油层与裂缝之间的渗流条件, 增加油层导流能力从而提高单井产量。当酸液沿着裂缝流动进入地层后, 与储层岩石基质接触后, 开始溶解储层中无机垢和粘土矿物等酸溶成分, 沟通微裂缝。

压裂施工结束后, 随着压裂液的放喷或抽吸, 滤入裂缝两侧的酸液和裂缝前缘的酸液沿着人工加砂裂缝排出地层, 与此同时, 对破胶不彻底的压裂液进行非降解性破胶, 达到进一步降低压裂液残渣含量、清洗人工裂缝, 防止地层二次污染, 提高了填砂裂缝的导流能力, 以及裂缝两侧基质的渗透率, 实现提高压裂施工效果的目的, 如图 2 所示。其改善水力压裂效果的机理主要表现在以下几个方面:

- ①前置酸液能够溶解地层中无机垢和粘土矿物质等酸溶成分, 可以减少储层中粘土矿物, 提高裂缝及地层的渗透性;
- ②前置酸液中的表面活性剂可以减小外来流体对地层的伤害, 避免水锁、贾敏效应;
- ③前置酸液在酸性条件下, 可以提高压裂液破胶程度, 降低残渣含量;
- ④储层中的粘土矿物在酸性环境下, 可以得到抑制粘土膨胀;
- ⑤酸液可以溶解压裂液残渣、压裂液滤饼以及支撑剂中的杂质;
- ⑥酸可以溶解细小的泥质颗粒, 疏通孔隙喉道。

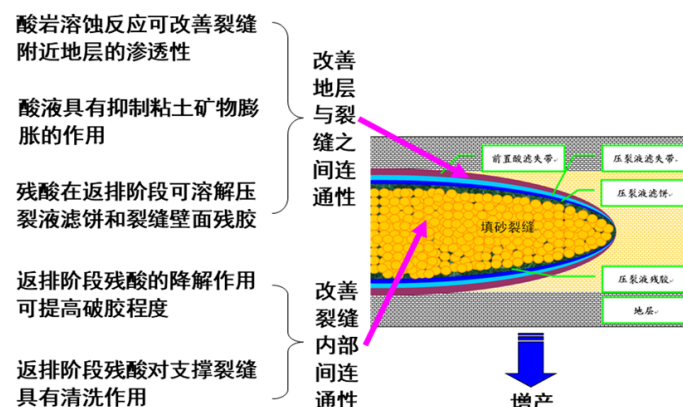


图 2 前置酸压裂增产机理

3 前置酸压裂现场实施

志丹低渗透油田稍园子区块共实施前置酸压裂作业14口,作业效果显著。本文以方93-1井为例,该井原生产层位为C2²小层,该区域C2²小层含油性较好且注水后地层能量有所恢复,现对该井C2²小层油层段进行改造引效。因该井采取的是原层复压作业,正对性的展开了该井的前置酸压裂设计。

3.1 前置酸压裂设计泵入程序

设计施工加入前置酸4m³,为醋酸和氢氟酸(主体酸是13%醋酸+3%氢氟酸,配合2%缓蚀剂+0.5%助排剂+1%稳定剂)的混合酸体系,设计加砂量9m³。主要采用的前置酸压裂施工工序为:低排量活性水进行低替洗井作业,低排量活性水进行坐封作业,低排量混合酸液进行挤酸作业后焖井2h,使得混合酸液在裂缝中充分反应,从而达到解堵得目的,低排量注入前置液,提排量注入携砂液,最后注入顶替液。

3.2 前置酸压裂瓜胶压裂液配方

基液:清水+0.35%瓜胶(HPG)+0.3%助排剂(BZT-2)+0.1%活性剂(AE1910)+0.1%碳酸钠(NaCO₃)+0.05%杀菌剂+0.3%粘土稳定剂(TCB-3)+0.1%低温活化剂(BM-1);胶联液:清水+0.4%硼砂(BS)+0.4%过硫酸铵(APS);胶联比:100:8;活性水:清水+0.3%助排剂+0.3%粘土稳定剂。

3.3 前置酸压裂取得的效果

该井施工过程常规水力压裂正常,顺利的完成了加砂作业,压后投产日产油6.3t,明显高于该区块其他常规压裂井,投产后正常产量是常规水力压裂产量的2倍以上,取得了非常好的效果,见表1。

表1 方93-1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	方93-1	8.5/6.3	6/4.7
2	方84	4/2.5	2/1.5
3	方85-1	5/3.8	3/2.1
4	方85-2	4.5/2.7	2.5/1.8

4 得出结论

①前置酸压裂技术可以很好的解决稍园子区块常规加砂压裂过程中压裂液滤饼、残渣颗粒、支撑剂中杂质和储层岩石中不溶解颗粒等固体会对储层基质和支撑裂缝造成损害,从而改善压裂效果;

②碱性的羟丙基瓜尔胶(HPG)压裂液可以作为隔离液,其中加入碳酸盐物质,与酸接触产生气泡,阻挡酸液与隔离液的接触,减缓隔离液的破胶速度,可以起到更好的隔离作用;

③可以针对储层的岩性情况,选择更优的酸液(醋

酸和氢氟酸)体系,提高酸液的溶解效果,可能会取得更好的效果;

④继续优化前置酸的用量及前置液的用量等参数研究,寻求适合本区域前置酸配比体系,从而更好地提高前置酸压裂效果;

⑤针对本区域低产低效区域开展前置酸+前置液吞吐试验,从而解决注水困难或者注水效果差区域地层能量补充的问题;

⑥前置酸压裂工艺在志丹油田长2油层上实施效果表明,该项技术好于常规压裂,可以有效地提高压裂效果,达到增产的目的,在充分研究长6、长4+5等油层特征的基础上,可以调整混合酸配比进一步扩大试验。

参考文献:

- [1] 顾燕凌,樊红旗,刘运强,等.前置酸压裂工艺在低渗砂岩储层中的试验与评价[J].油气田地面工程,2008,027(008):4-5.
- [2] 杨俊杰,等.乙酸对长石砂岩溶蚀作用的试验模拟[J].石油勘探与开发,1995,22(4):82-86.
- [3] 王文东,赵立强.酸化加砂压裂复合增产技术[J].断块油气田,2009,16(5):113-115.
- [4] 刘飞,赵立强,孟向丽,等.前置缓速酸加砂压裂中酸岩反应模拟研究[J].石油天然气学报,2014,36(001):104-108.
- [5] 杨永华.砂岩储层酸压可行性研究[D].成都:西南石油学院,2004.
- [6] 李杨,郭建春,王世彬,等.一种致密砂岩储层瓜胶压裂液吸附伤害实验评价装置,中国:CN207703850U[P].2018.
- [7] 徐乐,吴志俊,张子明.前置酸压裂技术在辽河低渗透油藏的应用[C]//第四届全国低渗透油气藏压裂酸化技术研讨会,2010.
- [8] 吴天江,李华斌,何先军,等.低渗透砂岩储层岩心应力敏感性实验评价与分析[J].试采技术,2010,000(003):6-8.
- [9] 付永强,马发明,曾立新,等.页岩气藏储层压裂实验评价关键技术[J].天然气工业,2011(4).
- [10] 王俊杰,唐洪明,沈建军,等.致密砂岩气储层压裂液损害实验评价方法,中国:CN106153518B[P].2018.
- [11] 袁学芳,高运宗.低渗砂岩储层酸压改造再认识[C]//中国石油学会水力压裂技术学术研讨会.中国石油学会,2004.
- [12] 王俊杰,唐洪明,沈建军,等.致密砂岩气储层压裂液损害实验评价方法,中国:CN106153518A[P].2016.
- [13] 杨丙秀,蒋廷学,丁云宏,等.低孔低渗储集层探井低伤害压裂技术研究与应[J].石油勘探与开发,2005,032(002):119-122.

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。