

在线压裂液在延长气田的研究及应用

杨国旗 (陕西延长石油(集团)有限责任公司延长气田采气一厂, 陕西 延安 716000)

摘要: 在线水力压裂已成为低渗透油气藏的最主要增产技术手段, 而压裂液则是压裂成功的关键因素之一, 其性能的好坏直接影响到压裂技术的施工质量和效果, 因此压裂液应具备良好的携砂性能, 较小的摩阻, 较低的滤失系数, 良好的配伍性, 在完成施工后能迅速破胶, 并且压裂液返排后在地层残留物质较少, 现场易操作, 成本低廉等特点。本文从压裂液的现状、分类和功能来论述其在延长气田的研究及应用。

关键词: 压裂液; 延长气田; 裂缝

0 引言

随着越来越多的油气藏的发现, 开发先进、成熟、适应性强、配套性强的储层改造技术显得尤为重要。由于低渗透储层的特殊性, 其入渗特性明显不同于中、高渗透储层。液体在多孔低渗介质中的渗透具有启动压力高、渗透阻力大、流动自由等特点。此外, 低渗透油藏具有高度的非均质性和应力敏感性, 导致单井产量低, 生产稳定性差, 驱油效率低, 从而大大增加了低渗透油藏的生产难度。

随着美国页岩气压裂市场的扩大和国内外对石油需求的不断增长, 对高性能压裂液的需求也在不断增加。替代传统瓜尔胶压裂液的研究和应用发展迅速, 如清洁压裂液、聚合物压裂液、低分子量聚合物压裂技术等, 对传统的应用提出了挑战。然而, 由于新技术的惯性和传统缺陷, 使得新型压裂液技术日趋成熟和普及。市场迫切需要操作简单、见效快的压裂液, slickwo 压裂增产技术应运而生。

被誉为“世界上最简单的压裂技术”, 它提供了良好的储层保护和增产效率, 可以携带更多的砾石。利用 slickwo 压裂液的强大功能和最简单的操作, 实现了一种绿色高效的压裂方法。

1 延长气井开发中的压裂液应用现状

大量研究表明, 低渗透油藏的开发需要更多的压裂液。压裂液的压裂胶不完整, 压裂液的粘附力和分子量是造成低渗透油藏伤害的主要因素之一, 严重影响了压裂效果。因此, 低渗透油藏的压裂改造需要研究适合油藏的压裂技术, 包括油藏特征分析、压裂工艺参数优化、压裂效果评价等。研究了携砂剂的评价性能、储层伤害机理和储层伤害发展规律。

目前, 延长气井压裂液开发中广泛采用胍胶或改性胍胶体系, 已经有较为完备、成熟的技术, 而且化学性质稳定。但是在同时也存在一些不足: 现场施工工艺复杂。胍胶是从瓜尔豆胚乳中提取的一种非离子半乳甘露聚糖, 所以在配制基液时, 为避免微生物发酵, 必须添加杀菌剂: 凝胶破裂后的残渣含量高, 对罐体有害; 耐高温性低, 高温使用时需要添加一些添加剂, 这将提高

成本。

目前, 国内外广泛使用的清洁压裂液主要是在氯化钾、氯化铵或水杨酸钠溶液中加入长链脂肪酸衍生物形成的活性剂制备的。与常规压裂液相比, 清洁压裂液具有表面活性剂分子小、配制实用、施工简单、破胶简单、残渣含量接近零、对油气藏伤害小、粘度小、但对砂的悬浮效果好等优点。成胶和破胶方法也不同于常规压裂液。向溶液中加入无机盐或有机盐, 使其自动冻结。清洁压裂液遇水、烃类等形成物质时能自动破胶; 残渣含量低, 施工后返收率高; 清洁压裂液具有良好的粘弹性, 因此具有较好的输砂性能; 不形成滤饼; 油田的压裂这是常规压裂液无法达到的, 可以在压裂过程中得到较好的高度和裂缝长度。因此, 研究开发一种清洁的压裂液体系, 取代胍交联胶和改性胍胶体系, 克服其在压裂作业中对地层损害大等缺点, 形成清洁、损害小的压裂液体系。适用于延长气田低渗透气藏的压裂液体系, 具有理论和现实意义。

2 在线压裂液性能

Slickwo 在线压裂液, 由 A、B、C 三种成分组成, 其中 A、B 两种匹配形成粘弹性的压裂液, C 剂为破胶剂, 主要应用于压裂、防砂工艺中, 最高携砂比超过 100%。

2.1 slickwo-A 剂

主要成分: 高分子活性物, 为生物接枝活性聚合物, 含活性成分和聚合物成分, 好配制, 易溶解, 摩阻低, 护油藏。

2.2 slickwo-B 剂

辅剂, 成分为一种生物表面活性剂, 可提升携砂液性能, 并可改变油水界面张力, 改变岩石的润湿性, 使原油更容易从地层流出, 使其起到一剂多效功能。

2.3 slickwo-C 剂

催化破胶剂: 破胶作用, 破胶彻底无残渣。使用浓度一般为 0.005-0.025%。其中表观粘度 MPa.s ≥ 60 ; 耐温耐剪切能力, MPa.s ≥ 25 ; 粘弹性储能模量, Pa > 20 ; 耗能模量, Pa > 8 ; 携砂能力沉降时间 min, 25℃ ≥ 30 ; 沉降时间, min, 90℃ ≥ 30 ; 破胶时间, h ≤ 2 ; 破胶液粘

度, $\text{MPa}\cdot\text{s} \leq 5$; 表面张力, $\text{mN/m} \leq 35$ 残渣含量, $\text{mg/l} \leq 100$; 滤失系数 $\leq 6 \times 10^{-4}$; 岩心渗透率伤害率, $\% \leq 20$; 降阻率, $\% \geq 60$ 时有机氯 0。

3 压裂液的主要作用与应用实例

压裂液的主要作用是形成和扩大裂缝, 通过混合和泵送设备将支撑剂输送到裂缝中, 并将其放置在裂缝中的预定位置。克拉克在 1949 年出版了一本书, 描述了水力压裂提高单井产量的方法。他建议压裂液应满足以下性能要求:

- ①足够的粘度使支撑剂破裂并输送;
- ②与储层相容性好, 一般能将伤害降到最低;
- ③一旦支撑剂输送完成, 达到裂缝的最大导流能力, 凝胶就完全破碎, 容易返排。

3.1 操作简便



①药剂无需在配制站或配制池配制, 将配制、携砂一体化。在满足压裂液稳定携带支撑剂能力下, 可有效的简化工序, 提高液体质量、减少监控所需的条件、降低成本、提高压裂效率;

②直接用泵自动打入混砂器, 和水在混砂车中形成完美压裂液, 并携带支撑剂, 配制和混砂一步完成;

③可轻松实现多种压裂措施技术。配制到监测全自

动化, 现场工程师可以艺术的从事管理, 可根据实际情况, 现场进行携砂和液体匹配的完美优化, 及时调整浓度和携砂量。简单从容, 可实现低浓度滑溜水到高浓度胶体携砂的无缝对接; 实现如脉冲缝网的自由表现; 实现氮气泡沫等工艺措施。

3.2 安全环保

①所选取的材料都是非常安全、生物降解性好、好控制的环保化学品;

②中性制剂。pH=7, 对人对设备无伤害;

③节约环保, 采取在线添加、随用随配的方式, 可避免因特殊情况无法施工造成的压裂液浪费现象。不会造成环境压力, 会产生很好的节约环保效果;

④可以实现返排液二次利用, 节约水资源, 保护环境。

3.3 增效明显

①压裂液中添加了特殊的超强生物表面活性解堵功能药剂, 可以有效降低润湿角, 降低表面张力, 消除水锁、油垢, 特别是将所能波及的原油轻松带出, 将勾勒出的多裂缝中的原油轻松诱导出来, 增产效果可提高 50% 以上, 甚至 1 倍;

②压裂液中添加有阻垢成分, 可有效防止有机垢、无机垢的沉积, 延长作业有效期;

③包装储存: Slickwo-A 剂和 Slickwo-B 剂选用吨罐包装, 每吨净质量 $1000 \pm 10\text{kg}$, 或根据要求选取其他包装形式; Slickwo-C 剂采用牛皮纸袋(带内衬)包装, 每袋净质量为 $25 \pm 0.25\text{kg}$, 也可根据要求选取其他包装形式。装卸及运输时, 应轻装、轻放、切勿倒置、避免损坏包装桶(袋)。本产品应贮存在阴凉、干燥、通风处, 该产品保质期为一年。避免阳光长期直射, 远离火源和热源。

4 总结

随着压裂技术的发展, 泡沫压裂液和乳化压裂液也被用于水力压裂。泡沫压裂液一般的成分为常规压裂液、二氧化碳或氮气和发泡剂。在线压裂液在延长气田的研究及应用十分广泛, 具有支撑输送、相容性高、控制成本等优势, 具有重要实际应用价值。

参考文献:

- [1] 王帅, 谢元, 周渝, 等. 延长气田微弱伤害胍胶压裂液体系的研究应用 [J]. 石油化工应用, 2020, 039(004):26-31.
- [2] 李政. 低浓度胍胶压裂液对延长气田储层伤害实验及其优化研究 [D]. 延安: 延安大学, 2017.
- [3] 罗立锦, 谢元, 沈燕宾, 等. 延长气田山西组深井低浓度胍胶压裂液体系的应用研究 [J]. 石油化工应用, 2018, 37(12):16-21.

作者简介:

杨国旗 (1985-), 男, 汉族, 籍贯: 河南省唐河县, 本科, 职称: 工程师, 研究方向: 气田开发。