

低分子环保型压裂液技术的开发及应用

徐非凡¹ 李景群¹ 马玉峰¹ 张和开² 高红萍²

(1. 长庆石油勘探局质量安全环保处; 2. 长庆石油勘探局井下技术作业处)

摘 要 通过对低分子环保型压裂液体系 (LMF) 与传统瓜尔胶压裂液体系的性能进行对比分析, 得出低分子环保型压裂液体系, 无论在工程还是在环保方面, 都有明显的优势。它的推广应用, 将产生明显的经济和社会效益, 为我国绿色环保压裂液的发展, 提供了新的思路。

关键词 低分子 环保型 压裂液 环境效益

0 引 言

利用压裂酸化技术改造地层是提高油气井单井产量的有效手段。在石油天然气压裂增产施工作业中, 产生了大量返排液体, 对环境造成一定危害。压裂液一次性使用造成的水资源浪费以及后期废水处理, 均给企业带来巨大的成本压力。因此, 长庆石油勘探局研制开发了新型低分子环保型压裂液技术。

1 压裂在长庆油田产能建设中的重要作用

压裂是指在井筒中形成高压迫使地层形成裂缝的技术。通常是应用水力传压原理, 从地面泵入携带支撑剂的高压工作液, 使地层形成并保持裂缝, 其结果相当于扩大了井筒半径, 增加了泄流面积, 降低了渗流阻力, 从而能大幅度提高油、气井产量, 提高采油速度, 缩短开采周期, 降低采油成本。因此, 在油田勘探开发过程中得到普遍应用。

长庆石油勘探局国内主要工作区域在鄂尔多斯盆地及周边地区。鄂尔多斯盆地的地质特点是“三低一高”(低产、低压、低渗透率, 高含硫)。据统计, 长庆油田目前在延长组已探明石油地质储量中, 渗透率大于 10 毫达西的占 14.2%, 3~10 毫达西的占 3.8%, 1~3 毫达西的占 59.2%, 0.5~1 毫达西的占 13.4%, 0.3~0.5 毫达西的占 9.2%, 0.1~0.3 毫达西的占 0.2%。而渗透率凡小于 3 毫达西的属特低渗透地层。由此看来, 长庆油田绝大部分是特低渗透层。若长庆油田要有效地提高单井产量, 必须在生产中经常性地压裂改造。因此, 长期以来压裂技术在长庆油田油气生产中起着重要地位。

2 原有压裂液的缺陷

压裂液的主要作用是将地面设备的能量传递到油层岩石上, 形成裂缝, 把支撑剂输送到裂缝中。一般较好的压裂液应具备滤失小、携砂能力强、摩阻低、稳定性好、配伍性好、低残渣、易返排等性能。随着石油工业的发展, 压裂施工的规模越来越大, 压裂液用量也随之增加。所以压裂液还应具备货源广、成本低、配制简单等特点, 以满足大型压裂和新井压裂施工的需要。

目前国内油田压裂施工基本上采用的是高分子压裂液体技术, 即水基聚合物压裂液所应用的瓜尔胶及其衍生物。由于它低廉的费用和较好的流变控制特性, 在压裂工艺中已应用了许多年。

这种压裂液具有抗剪切性好、热稳定性好、水不溶物和破胶残渣含量较低、控制滤失能力强等诸多优点。然而, 和其他众多的水基压裂液一样, 羟丙基瓜尔胶 (HPGF) 仍具有一定的不足: 难以满足施工规模及快速破胶返排的要求; 压裂液在地层易残留高分子, 对地层孔喉和微裂缝会造成持久的伤害; 在压裂增产施工过程中会产生大量返排压裂残液, 对环境造成很大影响。且这种压裂液破胶后的返排液是不可再利用的, 一次性使用和后期处理导致浪费严重, 排放会污染环境, 处理费用大, 许多企业难以承受。因此, 市场急需新型低分子环保型压裂液。

3 低分子环保型压裂液的优点

低分子环保型压裂液在环境保护方面具有以下

徐非凡, 1992 年毕业于江汉石油学院安全工程专业, 工程师, 现任长庆石油勘探局质量安全环保处副处长, 主管环保工作。通讯地址: 陕西省西安市长庆石油勘探局质量安全环保处, 710021

优点:

◆ 是一种以低分子聚合物为稠化剂的压裂液。低分子增稠剂是一种分子量比传统羟丙基瓜尔胶 (HPGF) 要小 25~30 倍的低分子增稠剂, 因此和传统压裂液达到相同的增稠效果时, 所使用的低分子压裂液的质量只是传统增稠剂的 1/30~1/25, 大大节约了化学剂的使用量, 从源头上减少了污染物的产生, 节约了生产成本和污染防治成本。

◆ 具有较好的耐温抗剪切能力。同一温度下压裂液可保持恒定的黏度而不下降; 压裂液可避免在泵送过程中持续降黏; 不需象传统瓜尔胶压裂液体系那样需持续添加稠化剂, 使该压裂液体系中的化学物配制比例保持稳定, 为其能循环利用创造了有利的条件。

◆ 低分子环保压裂液 (LMF) 采用屏蔽交联技术和聚合物网络结构破坏与恢复技术, 实现体系的破胶与交联可逆, 施工中不需要氧化破胶剂就可以实现破胶返排, 并能有效降低对裂缝导流能力的伤害。破胶后液体中增稠剂的化学结构不受破坏。因此, 对压裂液的返排液进行回收后循环使用。其效果不受重复利用次数的影响; 回收利用压裂返排液, 降低了废液处理成本。

4 环保型压裂液的开发应用及效益分析

4.1 国 外

2003 年, 哈利伯顿公司发明了一种称为哈里伯顿微束聚合物 (HMP) 体系的压裂液, 在美国得克萨斯油田的压裂改造中取得成功。这种新型压裂液无需使用破胶剂, 因而在泵送过程中避免了常规压裂液中破胶剂对压裂液的持续降黏, 具有非常稳定的流变性能。压裂之后, 依靠地层的固有酸碱环境, 使压裂液体系降解至短分子链, 可以清洁支撑裂缝, 并可回收再利用。

4.2 国 内

从 2003 年开始, 长庆油田在国内率先进行低分子环保型压裂液体系的研究开发, 并取得成功。打破了传统高分子压裂液一统天下的局面, 使得压裂液技术向环保、节约、降低施工成本的方向发展。

该压裂液体系突破了 4 项关键技术, 在低分子增稠剂的开发、低分子的交联技术、聚合物网络结构破坏与恢复技术、返排液的回收再利用技术方面, 取得重要的创新和实质性的突破。LMF 结合了常规 HPGF 及清洁压裂液两者的优点, 既保持了低的残渣, 又保

持了聚合物压裂液体系的优点, 它不仅成本低而且在现场容易操作, 在降低伤害裂缝导流能力的同时, 保证了良好的滤失控制性能。压裂液在裂缝壁面易被破坏, 避免了对地层孔喉和微裂缝造成持久伤害。

4.3 效益分析

由于压裂液的返排液可以循环使用, 节约了用水及化学添加剂, 减少了废液的排放和处理费用, 获得了可观的经济和社会效益。

2005 年, 长庆油田井下技术作业处在西峰油田陇东区块长 8 储油层 6 口井现场, 先后进行了以下三个试验:

◆ 压裂观察试验, 观察压裂液能否满足现场的压裂施工要求;

◆ 返排液回收测试, 对回收的压裂液返排液进行了性能测试;

◆ 返排液回收利用试验, 对回收液体的实际应用性能进行评价。

在此基础上, 2006 年针对长庆油田各区块油层特点确定并优化了 LMF 压裂液配方; 研制了升降式分离除砂器, 能有效脱气、消泡、去除回收液中的泥砂和支撑剂等机械杂质, 使用安全方便。2006 年共推广应用 37 口井, 改造效果显著, 比常规压裂液压裂的邻井产量提高 20%~70%, 单井加砂量最小 3 m³, 最大 85 m³, 单层最大加砂量 45 m³, 均按施工设计圆满完成了加砂, 施工成功率 100%。平均每口井使用回收液约 70 m³, 压裂液中返排液占 32.26%, 单井最高达 85.7%; 平均返排液回收率 51.3%; 平均每井节约用水 94 m³, 节约用水 38.2%。单井经济效益见

表 1 单井使用低分子环保型压裂液经济效益分析

项 目	节约用水	回 收 压裂液	减 少 处理污水	合 计
体 积 (m ³)	94	70	164	
单价 (元/ m ³)	80	170	60	
经济效益 (元)	7520	11900	9840	29260

表 2 使用低分子环保型压裂液经济效益及预测

年 份	2006	2007	2008	2009
井数 (口)	37	60	500	1500
经济效益 (万元)	108.26	175.56	1463	4389

上表 1。2007 年共试用 60 口, 2008 年计划试用 500 口, 2009 年将全面推广, 预计达到 1500 口, 将产生的经济效益见上表 2。

5 结束语

通过改变常规压裂液的交联和破胶方式, 在保证压裂施工的前提下, 对返排液还原恢复使其达到新鲜压裂液的性能, 不仅减少了压裂施工作业污水的处理量, 还能变废为宝, 减少压裂液的成本, 是一种既环保又节约的技术创新。在干旱、生态脆弱的西部地区, 节约了宝贵的水资源, 减少了环境污染, 符合创建和

谐、节能社会的发展要求。不仅推动了长庆油田压裂施工作业污水处理技术进步, 而且为我国绿色环保压裂液的发展提供了新的思路。

参 考 文 献

- [1] 詹鲲, 薛万东主编. 油田企业环境保护. 北京: 石油工业出版社, 2004
- [2] 吴奇主编. 井下作业监督. 北京: 石油工业出版社, 2002

(收稿日期 2007-11-03)

(编辑 宋淑云)

绿色保险：第二项环境经济政策出台

国家环保总局和中国保监会近日联合发布了《关于环境污染责任保险的指导意见》，正式确立建立环境污染责任保险制度的路线图。两部门将于今年对生产、经营、储存、运输、使用危险化学品企业，易发生污染事故的石油化工企业和危险废物处置企业，特别是近年来发生重大污染事故的企业和行业开展试点工作。这是继“绿色信贷”后推出的第二项环境经济政策。

对此，国家环保总局副局长潘岳表示，环境污染责任保险是国际上普遍采用的制度，它是企业就可能发生的环境事故风险在保险公司投保，由保险公司对污染受害者进行赔偿。企业避免了破产，政府又减轻了财政负担，这符合三方的共同利益。

潘岳介绍，环保部门将会同保监会在“十一五”期间，初步建立环境污染责任保险制度，在重点行业和区域开展环境污染责任保险的试点示范工作，初步建立重点行业基于环境风险程度投保企业或设施目录以及污染损害赔偿标准。到 2015 年，基本完善环境污染责任保险制度，并在全国范围内推广，基本健全风险评估、损失评估、责任认定、事故处理、资金赔付等各项机制。

在操作层面，环境污染责任险将按照以下四个步骤实施：

一、确定环境污染责任保险的法律地位，在国家和各省市自治区环保法律法规中增加“环境污染责任保险”条款，条件成熟的时候还将出台“环境责任保险”专门法规。

二、明确现阶段环境污染责任保险的承保标的以突发、意外事故所造成的环境污染直接损失为主。

三、环保部门、保险监管部门和保险机构三方面各司其职。

四、环保部门与保险监管部门将建立环境事故勘查与责任认定机制、规范的理赔程序和信息公开制度。

潘岳最后强调，中国的现实一再说明，行政力量是不能单独解决环境问题的，建立一套完整成熟的环境经济政策体系迫在眉睫，环保总局正和各部委携手共同完成这一规划。

(摘自《中华工商时报》2008-02-19)