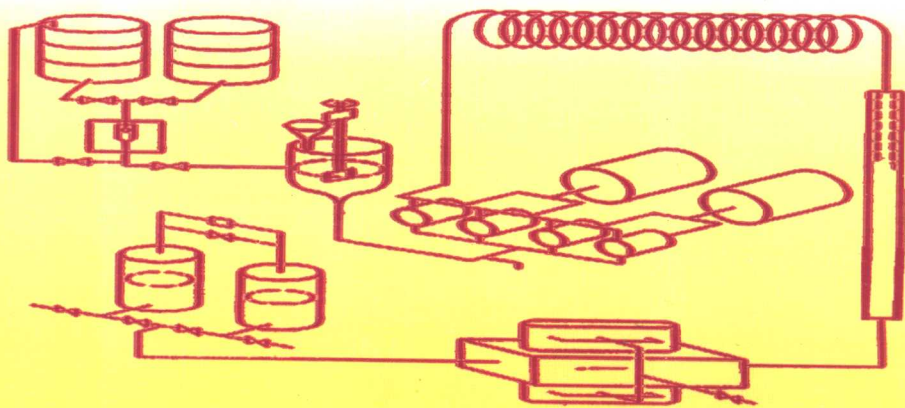


压裂液、破胶剂技术 及其应用

主 编 吴信荣 彭裕生
副主编 廖锐全 赵金猷



石油工业出版社

压裂液、破胶剂技术 及其应用

主 编 吴信荣 彭裕生
副主编 廖锐全 赵金猷

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了20世纪90年代后期国内外压裂液、破胶剂技术的主要成果和现场应用,突出了生物技术在这一领域的应用成果。本书内容分3篇。压裂液篇中着重介绍了国外压裂产品和添加剂,合理选择压裂液的方法,压裂液的现场应用,水力压裂用无聚合物压裂液,水基压裂液的替代产品液态CO₂和砂;化学破胶剂篇着重阐述了胶囊破胶剂、过硫酸盐破胶剂、氧化及过氧化物破胶剂的性能和应用;生物破胶剂篇主要论述了酶破胶剂原理及其性能的实验研究和现场应用,生物破胶剂的筛选方法、制备装置和工艺。

本书可供从事油气田开发的工程技术人员和石油院校的有关专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

压裂液、破胶剂技术及其应用/吴信荣,彭裕生主编.

北京:石油工业出版社,2003.8

ISBN 7-5021-4167-7

I. 压...

II. ①吴...②彭...

III. ①压裂液②破胶剂

IV. TE 357.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第007371号

石油工业出版社出版

(100011北京安定门外安华里二区一号楼)

湖北荆州市石地彩印有限公司排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开 17印张 422千字 印1—1000

2003年9月北京第1版 2003年9月湖北荆州第1次印刷

ISBN 7-5021-4167-7/TE·2941

定价:38.00元

前 言

本书系统地阐述了压裂液、破胶剂技术的主要内容，对这些技术的现场应用列举了国外油气田近十年来的新成果和新经验，阐述了压裂液技术的现状与发展方向。

在压裂液篇中，笔者详细介绍了国外压裂产品和添加剂，论述了如何合理选择压裂液，详细介绍了水力压裂用无聚合物压裂液、液态 CO₂ 和砂、冷冻氮气技术的现场应用效果。

在破胶剂篇中，笔者对破胶剂（化学的、生物的）技术作了深入的论述。新的破胶剂技术致力于改善聚合物降解，改善裂缝导流能力，从而提高油（气）井产量。这些新技术包括：低残渣胍豆基聚合物和延迟释放破胶剂；适合高温应用的氧化、过氧化和胍豆链系特效酶（GLSE）破胶剂，胶囊破胶剂（化学的、酶的）的制配工艺等。GLSE 破胶剂在现场应用中效果甚佳，同氧化破胶剂相比具有一系列优点，有广阔的发展前景，显示了生物技术在石油开采工业中巨大的应用潜力。本篇对酶破胶剂、氧化破胶剂、催化氧化破胶剂的原理、性能、应用范围、效果亦作了深入浅出的论述。

本书第一篇的第一章、第四章和第二篇的第七章由吴信荣编写；第三篇的第九章、第十章、第十一章由彭裕生编写；第一篇的第五章和第二篇的第六章以及第三篇的第八章由廖锐全编写；第一篇的第三章和第三篇的第十二章由赵金献编写；第一篇的第二章由关建庆编写。

全书由吴信荣审校，彭裕生统编定稿。

在编写此书过程中，黄鹂、叶梦琳、刘学东、吕贤慧、杜洪荣、朱佑览等曾参与本书的资料收集、整理或文印等工作，在此表示感谢。

本书为从事油气田开发的工程技术人员和石油院校有关专业师生提供了该技术的有益读物。

编 者

2003.6

目 录

第一篇 压裂液

第一章 压裂液及其选择方法	(1)
第一节 压裂液和添加剂	(1)
第二节 选择压裂液的合理方法	(11)
第二章 新型无伤害压裂液技术	(16)
第一节 水力压裂用无聚合物压裂液	(16)
第二节 无聚合物压裂液使死井复活	(22)
第三节 低聚合物压裂液	(26)
第四节 低胍豆硼酸盐压裂液可以提高产量	(28)
第三章 液态 CO ₂ : 水基压裂液替代产品	(29)
第四章 压裂液的现场应用	(31)
第一节 新的压裂液体系提高低温油井的产量	(31)
第二节 压裂液滤失于油藏对产能的影响	(31)
第三节 提高气井压裂效果的碳化物烃	(33)
第四节 冷冻氮气作为水力压裂液的现场应用	(33)
第五节 新型流体表面调整剂 (SMA) 提高了裂缝导流能力	(42)
第六节 低凝胶硼酸 (OLGB) 压裂液系的低温应用	(47)
第五章 压裂液技术现状与发展趋势	(51)
第一节 压裂液技术的进展	(51)
第二节 水力压裂技术的发展动向	(57)
第三节 罗特里根 (Rötligend) 气井水力压裂增产措施的发展趋势	(66)

第二篇 化学破胶剂技术

第六章 性能研究与实验评价	(74)
第一节 用于高渗透层压裂的新型破胶剂技术	(74)
第二节 水基聚合物压裂液的胶囊破胶剂	(84)
第三节 胶囊破胶剂的设计与工艺	(87)
第四节 用于压裂液的综合防滤失添加剂和破胶剂的实验室和矿场评价	(90)
第五节 降低压裂液积聚引起的支撑剂充填层的渗透率损害所需的破胶剂浓度	(98)
第六节 用酶、氧化和催化氧化的破胶剂降解羟丙基胍胶压裂液	(104)
第七节 破胶机理对胶凝剂残渣和在 20/40 目砂层中的导流能力的影响	(112)

第七章 现场应用	(118)
第一节 适用于高温的延迟破胶体系的研制与油田应用	(118)
第二节 利用破胶剂技术优化裂缝导流能力	(122)
第三节 压裂液中增加破胶剂浓度改善气井动态	(124)
第四节 通过改善破胶剂技术增加低温气井产量	(131)
第五节 提高峡谷地区砂岩天然气产量的新增产措施的实例研究	(137)
第六节 为改善油井性能的高温压裂液破胶剂	(143)
第七节 过氧化镁破胶剂系统改善滤饼清除	(144)
第八节 利用一种高温破胶剂系统控制降粘和增加裂缝导流能力	(146)

第三篇 生物破胶剂技术

第八章 引言	(154)
第一节 氧化破胶剂	(154)
第二节 胶囊氧化破胶剂	(154)
第三节 酶破胶剂	(155)
第四节 胍豆链系特效酶破胶剂	(155)
第五节 滞后释放酶破胶剂, 即胶囊破胶剂	(155)
第九章 酶破胶剂原理	(157)
第一节 胍豆酶破胶剂机理	(157)
第二节 纤维素酶的降解机理	(158)
第三节 淀粉酶的降解机理	(158)
第四节 聚合物特效酶机理	(159)
第五节 聚合物降解机理	(160)
第六节 提供极好理解的酶的分子模型	(160)
第七节 其它	(166)
第十章 酶破胶剂性能的实验研究	(167)
第一节 根据交联压裂液的降解作用产生聚合物碎片的粒度分布确定破胶剂的有效特性	(167)
第二节 根据聚合物碎片的粒度分布评价破胶剂的有效特性	(177)
第三节 用酶破胶剂体系无损清除纤维素的封堵凝胶	(185)
第四节 应用酶破胶剂技术清除地层损害	(188)
第五节 粘性生物胶的高温、耐盐的酶破胶剂	(192)
第十一章 生物破胶剂的应用研究	(193)
第一节 油井增产措施	(193)
第二节 GLSE 破胶剂在中、高温油井压裂应用的状况	(195)
第三节 为油田应用的耐高 pH 值的酶破胶剂	(200)
第四节 在低、中温破坏交联纤维素基封堵胶使用的酶合成物	(203)
第五节 在新墨西哥东南部增产措施作业中, 滞后释放酶破胶剂对滤饼清除的影响效果	(210)
第六节 用酶解堵剂清除聚合物伤害提高油井产能	(217)

第七节	用酶破胶剂清除聚合物伤害提高油井产能的应用研究	(219)
第八节	用新的酶处理作业清除黄原微粒凝胶	(225)
第十二章	生物破胶剂的研制、筛选方法、制备装置和工艺	(234)
第一节	酶破胶剂的破裂压裂液的制作方法及其使用	(234)
第二节	半乳甘露聚糖基压裂液的酶破胶剂	(238)
第三节	在 pH 和温度的极限值情况下纤维素酶活性及其在油井中的使用	(244)
第四节	胶囊破胶剂及其在处理地层的使用方法	(255)
第五节	一种粘性微生物多糖成分的降解工艺	(259)
附录	本书常用法定计量单位及其换算表	(264)

第一篇 压裂液

压裂液在压裂施工中的基本作用为：(1) 使用水力尖劈作用形成裂缝并使之延伸；(2) 沿裂缝输送并铺置压裂支撑剂；(3) 压裂后液体能最大限度地破胶与返排，减少裂缝与液层的伤害，使其在储集层中形成一定长度的高导流的支撑缝带。压裂液及其性能是影响压裂成败的最重要因素之一。

第一章 压裂液及其选择方法

第一节 压裂液和添加剂

压裂强化处理输送流体的过程包括注入预前置液、前置液、携砂液和顶替液。预前置液是像油、水或泡沫一样的稀而低粘的基液，具有很低的胶体或其它添加剂浓度可以防止油层污染；前置液是没有支撑剂的粘性压裂液，用来产生动态裂缝宽度和长度，为支撑剂携带液准备裂缝；携砂液从井眼向外扩展裂缝，继续保持裂缝的宽度和长度并携带支撑剂进入裂缝；顶替液是像预前置液一样的低粘基液，具有很低的摩擦损失特征，用来清除井下管柱内的支撑剂携带液。压裂产品和添加剂可以归并为 21 种功能的流体添加剂：水基聚合物、减摩剂、降滤失剂、破胶剂、乳化剂、粘土稳定剂、表面活性剂、非乳化剂、pH 值控制剂、交联剂、起泡剂、凝胶稳定剂、消泡剂、油胶凝剂、杀菌剂、水基胶体体系、交联胶体体系、乙醇—水体系、油基体系、聚合物段塞、连续混合胶体浓缩液。支撑剂：树脂涂敷支撑剂、中到高强度陶瓷材料。

一、(压裂) 处理作业方式

压裂增产措施的泵送过程包括注入预前置液、前置液、携砂液、顶替液。

1. 预前置液

预前置液是像油、水或泡沫一样的稀而低粘的基液，一般加有低的凝胶浓度或降阻剂、防滤失剂和表面活性剂或者 KCl (氯化钾)，以防止地层损害。预前置液在主压裂液泵入之前泵入，以帮助开始形成裂缝。低粘度前置液更容易渗入岩石基质和冷却地层，减少高温凝胶剂的降解。在低、中温地层中，预前置液并非是不可少的。

2. 前置液

前置液是不带支撑剂的粘性压裂液。泵入前置液的目的是造成一定几何尺寸的裂缝，为携砂液进入做准备。较高粘度的流体可以减少液体滤失到地层。为了防止在总的裂缝几何尺寸生成并布砂之前液体就全部滤失，需要有足够的前置液。可以通过增加注入液体速度、前置液体积或流体系统效率来减少过早脱砂的机会。通常用总粘性压裂液 (前置液和携砂液)

的百分数来报导前置液的用量。典型的前置液的用量为 25% ~ 45%，但是对于存在天然裂缝或孔洞的储层，前置液的用量要高一些。然而，较大的前置液用量将增加压裂用水回采的难度，处理作业成本以及地层损害的风险也增加。

3. 携砂液

泵入携砂液阶段将继续延展裂缝，并将支撑剂携入到裂缝中。最大的支撑剂浓度随地层特性、流体体系类型和凝胶剂浓度而定。最有效、最经济的处理作业设计是用最小体积的压裂液充填最大数量的支撑剂。

4. 顶替液

顶替液是像预前置液一样的低粘性基液，具有低摩阻损失特性，用于将井筒内的全部携砂液替入裂缝中，但不能过分驱替而使支撑剂远离近井底地带。

二、压裂产品和添加剂一览表

见表 1-1

表 1-1 压裂产品和添加剂一览表

项 目	BJ 服务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	NowSCO 公司	OscA 公司
用于分批混合延迟水化的粉末状胍(豆)胶聚合物	GW-27	J424, J877	WG-15	WG-19	NWG-10, GW-27	
适合连续混合快速水化、含有内部破胶剂的粉末状胍(豆)胶聚合物		J133, J457			NWG-12	
适合分批混合的延迟水化聚合物、无内部破胶剂的粉末状羧基丙基胍胶	GW-32	J347, J362, J456, J876	WG-16	WG-11	NWG20, GW-32	
适合连续混合快速水化、有内部破胶剂的粉末状羟基丙基胍胶增粘剂		(80% HPG) J348(海水)			NWG-25	
粉末状羟乙(烷)基纤维素增粘剂延迟水化作用, 适于二次凝胶或分批混合使用的聚合物	AG-21R	J164	通用的	WG-17	NWG-70	粘性
化学改性 HEC、无内部破胶剂的交联液			WG-5	WG-33		
适合分批混合应用设计的磷酸盐交联液用的粉末状 HPG 延迟水化聚合物			WG-16	WG-11	NWG-20	
在油基砂浆中的 CMHPG 胶	XLFC-3	J916	通用的	LGC-V1	NWG-31SLR, LFC-3	
供油基砂浆中的 CMHPG 胶	GW-38, J22L	J486	WG-8	WG-18	NWG-31, GW-38	
在油基砂浆中使用的快速水化的粉末状胍豆胶聚合物	GW-4	J457	WG-15	WG-31, WG-22	NWG-11, GW-4	
在油基砂浆中的胍豆胶	XLFC-1	J877	通用的	LGC-IV, LGC-8	NWG-11SLR, LFC-1	GC-2
油基砂浆使用的粉末状 HPG 胶	GW-32	J456	WG-16	WG-11	NWG-21, GW-32	
在油基砂浆中的 HPG 胶	LFC-2, XLFC-2	J876	通用的	LGC-V	NWG-21SLR, LFC-2	GC-1
高屈服的 CMHPGC(可悬浮的)	GW-38	J916	WG-8	WG-18	NWG-36, GW-38	

续表

项 目	BJ 服务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Newsco 公司	Osc 公司	
水基聚合物	粉末状的羟甲基(烷)基纤维素增粘剂	GW-21	(内部破胶剂) J164	通用的	WG-17	NWG-70, GW-21	粘性的
	供分批和连续混合快速水化用的粉末状羟甲基乙基纤维素增粘剂	GW-28		WG-5		GW-28	
	化学改性的天然的聚合物CMHPG	GW-38	J486	WG-8, WG-9	WG-18	NWG-27, GW-38	高温粘性 508
	粉末状的生物胶凝胶剂,为砾石充填的携砂液	GW-22		通用的	WG-24		XCD
减摩剂	供水用的液态阴离子聚丙烯酰胺	FRW-14, AG-57L, FRW-15, FR-30	J313 (水和盐水)	FRW-2	FR-26LC	F-659, FRW-14, FRW-15, PR-30, AG-56L1	
	供酸、盐水和淡水用的液态阳离子聚丙烯酰胺	AG-12, 酸性胶	J321	FRA-1	FR-28LC	F-588, Aciroel	
	粉末状(的)酸、盐水和淡水的阳离子		J166 (水和盐水)				
	粉末状(的)酸、盐水和淡水的阳离子		J120 (酸)				
	烃类的液体摩阻减低剂	FRO-18	J257	FRO-1	FR-5	F-100	
降滤失剂	供水、油和酸选择粒级的精细筛网的二氧化硅粉末	FLC-8	J84, J418	SFA-200	WAC-9	FLA-20	
	对水和酸不损害的混合粒级的油可溶解树脂和可降解低分子聚合物的混合粒级		J238		WAC-11D, 海水物质 10		
	水力酸化和泡沫压裂处理用的 100 目砂苯(甲)酸	导流剂 II (苯甲酸片状粉末)	J277 (细粒)	苯甲酸片状粉末	通用	通用	
	用水、油和酸中的 100 目砂	100 目砂	FLA100	SFA-100	100 目砂	100 目砂	
	在水和酸中 100 目油可溶性树脂		FLA10005, S100	FLO-1	OSR-100	OFL-100	
	100 目盐	100 目盐		岩盐	通用	通用	
	水和油的降滤失剂 (FLAs)						
	专利液体滤失溶液	FLC-15, FLC-17	J451		WAC-12, FLD-1	OFL-600	
	在水和油中使用的降滤失剂 (Adomite 溶液)	Adomite 溶液	J110	Adomite 溶液	Adomite 溶液	Adomite 溶液	
	用于油基液中的 FLA (Adomite 号), II	FLC-41, FLC-5	J126	Adomite II 号	Adomite II 号	Adomite II 号	
	粉末状的 FLA, 用于 120-300 ^Q 水基液中完全可降解 FLA	重新 Adomite, 密封剂 WS	J478, J498, J499		WLC-4	恢复 Adomite	BD FL 44
	粉末状的 FLA, 在 21.1 ~ 176.7℃ 水基液中和内部破胶剂一起完全可降解 FLA	通用			恢复 Adomite, WLC-5, WLC-6 (小于 150°F), WLC-7 (小于 180°F)	FLA-35	重新 Adomite
	在 26.7 ~ 148.9℃ 有水基液的油井中使用液体 FLA (柴油或其它烃类)	通用			FLDIX	FLA-50	重新 Adomite
在 48.9 ~ 176.7℃ 水基液的柴油砂浆中完全降解 FLA	密封剂 WSL			通用	FL-60		
FLA-酸	FLC-18						

续表

项 目	BJ 服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	NowSCO 公司	OscA 公司
胍豆、胍豆和纤维素衍生物的酶破胶剂	GBW - 10	J134, J134L	破胶剂 F, 酶破胶剂 - 3, 酶破胶剂 - Z	GBW - 30	破胶剂 F, GBW - 10, 破胶剂 FLC	
高 pH 压裂液的高 pH 可稳定的酶破胶剂	GBW - 33D, GBW - 15, 酶 G	J134, J134L	酶破胶剂 - 3, 酶破胶剂 - 2	高 pH GBW, 高温最佳絮凝剂 (OptiFlo)	破胶剂 K, GBW - 15, 酶 G	酶破胶剂 - Z
胍豆类(特效)酶破胶剂	酶 G	J134, J134L	破胶剂 F, 酶破胶剂 - 3, 酶破胶剂 - Z	GBW - 3, GBW - 30, 高 pH·高温 最佳絮凝剂	酶 G	
纤维素类酶破胶剂	酶 C				酶 C	
淀粉类酶破胶剂	酶 S	J503	通用		酶 S	
黄原胶类酶破胶剂	酶 X				酶 X	
黄原胶携砂液的内部破胶剂	GBW - 7			GBW - 40		
胍豆、胍豆和纤维素衍生物的氧化剂破胶剂	GBW - 5	J218, B58	破胶剂 O	SP 破胶剂, Vicon NF, AP 破胶剂	破胶剂 S, GBS - 5, 破胶剂 N	GB - 1
胍豆、胍豆和纤维素衍生物的高温氧化破胶剂	GBW - 23, GBW - 24	J481	破胶剂 R	Vicon NF, 高温破胶剂	GBW - 23, GBW - 24	高温 GB - 2
胍豆、胍豆和纤维素衍生物的酸破胶剂	醋酐, 醋酸, Ferratrol 300			原生絮凝剂 11	破胶剂 H, BC - 2, 破胶剂 P	Nuperm 破胶剂
过硫酸盐激活剂的低温破胶剂	BC - 1, BC - 2, BC - 31	J318, J466	通用	CAT - 3, CAT - 4	LTA - 3, BC - 1, BC - 2, BC - 31	通用
低温油破胶剂	GBO - 5L	J318	OC - 破胶剂 S, OG - 破胶剂 J, OG - 破胶剂 B	破胶剂 MO II, K - 34 HL 破胶剂	RG - 25 SLR, GBD - 5L	
延迟破胶剂	GBW - 23, GBW - 24				破胶剂 ND, DRB - 10, GBW - 23, GBW - 24	DB - 1
胶囊氧化物破胶剂(井底温度 60 - 121.1℃)	超渗透率 CRB, 高渗透率 CRB	J475	GBO - IX	最佳絮凝剂 III	破胶剂 NE, 超渗透率 CRB	延迟破胶 - 1
胶囊氧化破胶剂(井底温度 107.2 - 176.7℃)	超渗透率 CRB, 特渗透率 CRB, 高渗透率 CRB	J490	CRO - IX		超渗透率 CRB, 特渗透率 CRB, 高渗透率 CRB	高温 DB - 2
胶囊氧化破胶剂(井底温度小于 60℃)	超渗透率 CRB, 高渗透率低温 CRB	J479	CRO - IX	最佳絮凝剂 II	超渗透率 CRB, 高渗透率低温 CRB	
胶囊氧化破胶剂(井底温度 121.1 - 204.4℃)	特渗透率 CRB	J490	CRO - IX		特渗透率 CRB	
胶囊酸破胶剂(井底温度小于 15.6 - 121.1℃)				最佳低温 絮凝剂		
胶囊酶破胶剂	高渗透率 CRE			最佳高温絮凝剂	高渗透率 CRE	

续表

项 目	BJ 服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Newsco 公司	Osca 公司	
破 胶 剂	磷酸酯油凝胶的破胶剂	GBO - 6, GBO - 5L, 碳酸钠, 乙酸钠	J318, YF60II, J295, J603, YF60III	OG - 1 破胶剂, OG 破胶剂 5, OG 破胶剂 J	K - 35, K - 34, HL 破胶剂, MO - II 破胶剂	RG - 25 SLR, GBO - 5L	乙酸钠
	破胶剂和滤饼降解处理采 用水基液 (井底温度 26.7 - 32.2℃)	纯酶, 纯氧化物	J134L, J218, J481		最佳 Kleen, 低温最佳 Kleen	NowpHox, 纯酶, 纯氧化物	Naperm 破胶剂
	低温油破胶剂	乙酸钠, GBO - 5L	Y3, M3	OG 破胶剂 S, OG 破胶剂 J, OG 破胶剂 B	MO II 破胶剂, HL 破胶剂	RG - 25 SLR, GBO - 5L	
	高温油破胶剂	GBO - 6, GBO - 5L		OG 破胶剂 J, OG 破胶剂 S		GBO - 6, GBO - 5L	
	油破胶剂		J318, (CYF - GO11)	OG - 1 破胶剂, OG 破胶剂 j, OG 破胶剂 5, OG 破胶剂 8			
	钻井泥浆破胶剂			EB5 - 1, EB5 - 2			
乳 化 剂	聚乳胶的乳化剂	E - 2	U78A (不适合柴油)	PS - 1, PS - 2, PS - 3	SEM - 5, SEM - 7	E - 10, E - 12, E - 30, WS - 50	
	聚乳胶的乳化剂 CO ₂ 乳 化剂或泡沫		U78E	PS - 1, PS - 2, PS - 3, WF - 1	SEM - 5, ACO - 1 SEM - 7, HC - 2 AQF - 2, Pen - 5	EF - 10	
粘 土 稳 定 剂	稳定粘土的阳离子聚合物	基本粘土 5C, 基本粘土 F5C	L55, L42	CS - 2	粘土稳定剂 XP, 粘土稳定剂 FS	粘土沉积物 3	CSC - 3
	阳离子 KCl 替换	粘土处理 3C	L64	CC - 2	粘土固定物 II	粘土沉积物 4	CS - 1
	阳离子粘土稳定剂	NE - 38, 基本粘土 5C, 基本粘土 F5C	M38W, L64, C238	CS - 2	粘土固定物 II	CSA - 6R, CSA - 5LP, NE - 38, 基本粘土 5C	CS - 3
表 面 活 性 剂	水和酸系统的非离子氟化 表面活性剂	输入洗涤剂 150 (InF10)	F75N	S - 10	特制洗涤剂 III	WS - 70, NWR - 256	FC100
	水和酸系统的阳离子氟化 表面活性剂	输入洗涤剂 100	TFA - 380		通用		
	煤(质)表面活性剂	输入洗涤剂 150, 煤质表面活性剂	J473		SSO - 21M	NWR - 300	
防 乳 化 剂	非离子防乳化剂	NE - 118, NE - 940, S - 400, 低温 - 32, 流水	W53, F38	NE - 2, D - 3	轻油表面活性 剂 259, 轻油表 面活性剂 300, 轻油表面活性 剂 357	单 WS - 6, NE - 9, NE - 118, NE - 940, 流水, S400, 低温 - 32	
	油的阴离子防乳化剂	NE - 118, NE940, 流水				HD10 - 8D, NE - 9, NE - 118, 流水, NE - 940	
	油的阴离子防乳化剂	NE - 110W, Parasol D		D - 2		洗涤剂水合物 IV M NNE - 24, NE - 110W, HD10 - 70	

续表

项 目	BJ 服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Newsco 公司	Osca 公司	
防 乳 化 剂	阴离子防乳化剂	SLA-46, NE-110W, NE-32, 低温-31, Parasol D	B60, W35	ASA-15, D-2, 莫烷洗 涤油Ⅲ, AS-5	洗涤油水合物 IV M, NEA 96, AS-9	DL-22, DL-26, NE-110W	
	油和水在中可分散的阴离子防乳化剂	NE-110W Parasol D		ASA-15, D-2	洗涤油水合物IVM	NE-110W	
	水和酸的非离子防乳化剂	NE-118, S-400, 反洗涤油 20, 低温-32, 流水, NE-940	F40, W53, F75N, W54	NE-2, D-3	LOSURF 259, 300 和 357	单 WS-6, NE-118, NNE- 24 流水, NE-940	EP700, WA200, EP600
	水和酸的阳离子防乳化剂	NE-13, 1-5 WK-1, 低温-17, NE-38	M38W, W39, W27, W22	ASA-18X	阳离子 N, 化合物 19N	AL-170, DL-16	
	水和酸的非离子氟(化)表面活性剂	输入洗涤油 150, 输入洗涤油 100	F-75N	S-10	特殊洗涤油Ⅲ	NWR-250, 输入洗涤油 150, WS-70	FC-100
	微乳化表面活性剂	低温-32			SSO-21M, Pen-88M, NEA-96	MS-400	EP-700
	非离子表面活性剂和水和酸的防腐化剂	低温-21, 低温-31, NE-118, NE-940	F40	S-10, NE-2	Pen-5(酸泡沫 剂), 特殊洗涤油Ⅲ	单 WS-6, NNE-10, NNE-16, NNE-18, NNE-22	EP 400, WA 200
	水和酸的阴离子防腐化剂	NE-110W, NE-32, SLA-46		ASA-15, D-2	莫烷洗涤油Ⅱ, AS-5, NEN-96	DL-26	
水和酸的非离子氟(化)表面活性剂	输入洗涤油 150			S-10	特殊洗涤油Ⅲ	NWR-250, 输入洗涤油 150, S-70	FC-100
pH 控 制 添 加 剂	强碱	苛性钠, BF-8, 碳酸钠, 氢氧化铵	MII, J221, (2%苛性钠)	S-10 苛性钠	苛性钠 MO-67, K-35, 氢氧化铵, MO-67, BA-40, BA-40L	苛性钠, NowpHix 6P, 氨水	FC-100, 乙酸, 氨水
	弱有机酸	富马尿酸, Ferrotrol110, Ferrotrol 300, 300L		缓冲剂-8, 缓冲剂 10	CW-1, HYG-3	富马酸	乙酸
	在升温时持续抑制时间的 协合添加剂	退火的水合物 382, 退火的水 合物 0, 退火 的水合物 1, 退火 的水合物 400	L6, L36	甲酸, IS-2	甲酸	甲酸	甲酸
	缓冲剂(有专利的)	乙酸钠, BF-7, 碳酸钠	M47, J494	缓冲剂, 缓冲剂 16X, 缓冲剂 17X	BA-10, BA-20, BA-40, BA-40L, K-35	缓冲剂 E, NowpHix 11X	pH 控制-1L, pH 控制-2L
	粉末状的弱碱	碳酸氢钠	J464	通用	K-34	Nowadd 3	碳酸氢钠
	氨基磺酸	氨基磺酸	U43	通用	BA-2	氨基磺酸	快水合物

续表

项 目	BJ服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	NowSCO 公司	OscA 公司
有专利的(离子)交联控制 剂					AKXL	
有专利的(离子)交联剂: 锑 (Sb)				HII - 500	AKXL	
有专利的(离子)交联剂: 钛 (Ti)	XLW - 45	J352	CX - 5, CX - A	CL - 11, CL - 18	QTX - 25A, XLW - 45	
有专利的(离子)交联剂: 硼 酸盐	Boic Acid, 四硼酸钠, XLW - 24, XLW - 56, XLW - 30, XLW - 32, XLW - 4	L - 10(粉末), J506	CX - 3, CXB - 1 CXB - 2, CX - 4 CXB - 5X, CXB - 6X	CL - 28M, CL - 31, CL - 22, BC - 140, BC - 200	BXL - 1W, XLW - 30, BXL - 4, BXL - 7B, XLW - 32, XLW - 24, XLW - 56, XLW - 4	X - 键 - 1
有专利的(离子)交联剂: 锆	XLW - 52, XLW - 14, XLW - 49, XLW - 22C, XLW - 60	J515	CXZ - 1X	CL - 24, CL - 29, CL - 23, CL - 33, CL - 34	CL - 12, XLW - 60	
有专利的(离子)交联剂: 铝	XLW - 53		CX - 9		XLW - 53	
高温、延迟硼酸盐交联剂	XLW30, XLW - 56	J506	CXB - 5X	CL - 28M, CL - 22, BC - 200	XLW - 56	X - 键 - 1
延迟交联添加剂	XLD - 30				XLR - 2	
起泡剂	FAW - 18W, FAW - 20, FAW - 4, FAW - 1, S - 400, FAW - 21	F52, 1	AF - 1, CF - 1, WF - 1, MF - 1	HC - 2, SPERSEII 含 一些 CO 气泡, AQF - 2, Pen - 5	SF - 1, SF - 2, SF - 15, SF - 16 SF - 17, SF - 18, SF - 19	
水和盐水的起泡剂	FAW - 18W, FAW - 20, S - 400	F52, 1(水、 盐水和酸)	WF - 1		CF - 1, SF - 1	
水和酸的起泡剂	S - 400, FAW - 1, FAW - 21, FAW - 20	F78 (起泡剂和 细粒悬浮物)	AF - 1	SPERSE - AII, SSO - 21, SGA - 1, Pen - 5	SF - 2, SF - 6D	SS 100, SS 200
烃类的起泡剂	FAO - 25		OF - 1	OFA - 2	SF - 3	
油和凝析液的起泡剂	FAO - 25	G8	OF - 1	OFA - 2	SF - 3	
水和甲醇的起泡剂	S - 400		CF - 1, MF - 1	ACO - 1	SF - 8	
100% 甲醇和甲醇水混合物 的起泡剂	通用		MF - 1	ACO - 1	SF - 8	
凝胶稳定剂	高温液体的稳定剂	甲醇	K46, J450	甲醇, 凝胶稳定剂	甲醇	
高温粉末状的稳定剂	GS - 1, GS - 6, GS - 7	J353	SG - 1, SG - 2	凝胶稳定剂	GS - 1, GS - 1A	GS - 1

续表

项 目	BJ服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Nowsco 公司	Osca 公司	
消泡剂	水基液的消泡剂	消泡剂 1	D47(冷水), D144	消泡剂 - 1, 消泡剂 - 3, 消泡剂 - 4	NF - 3, NF - 4	AFA - 2, AFA - 3, 消泡 I	消泡 II
	油基液的消泡剂		J291				
油凝胶剂	皂类凝胶的液体稠化剂				V1 - 10		
	常规石油凝胶的粉末稠化剂			OG - 1 稠化剂		羟(类胶) - 2000	
	磷酸酯凝胶的液体稠化剂	GO - 64		OG - 6 稠化剂, OG - 10 稠化剂, OG - 14 稠化剂	MO - 65, MO - 75	RC - 20, GO - 64	
	磷酸酯凝胶的液体稠化剂	XLO - 5	J453, J602, J601	OG - 6 活化剂, OG - 8 活化剂, OG - 14 活化剂	MO - 66, MO - 67, MO - 76	RG - 21, XLO - 5	X - 键 - 0
	高温油凝胶剂	GO - 63, GO - 64	J452	OG - 10 稠化剂	MO - HTB	GO - 64	
杀菌剂	杀菌剂			B - 4X, Ucarbide 250	BE - 5, BE - 3, BE - 3S, BE - 6	X 射线杀 菌 102W, X 射线 杀 菌 207	X 射线杀 菌 207
	杀菌剂	X 射线杀 菌 207, 磁力杀 菌 575	M290, M275, B90	B - 4X	BE - 5, BE - 6, BE - 3S, BE - 3	X 射线杀 菌 102, X 射线杀 菌 207	X 射线杀 菌 207, 磁 力 杀 菌 545
	在碎添加剂上的杀菌剂						
水基胶体体系	水和摩阻减低剂	水基压裂	清水压裂		通用	水基压裂	
	稠化水	稠化水, 水基压裂	水基压裂, WF100(瓜豆), WF200(HPG)	水基压裂 1, 水基压裂 2, 水基压裂 3	水基压裂	水基压裂	
	有降滤失 (FLA) 剂的稠化水	稠化水附加降 滤失剂	重新压裂	通用	水压裂附加降 滤失剂	通用	
	低残渣稠化水 (HPG)	GW - 32	WF200	水基压裂 2	WG - 11	NWG - 20, GW - 32	通用
	无残渣稠化水 (HEC)	GW - 21	YFHC	通用	WG - 17, W - 33	NWG - 70, GW - 21	
交联胶体体系	交联瓜豆系统	能谱压裂 G, 饱和 1, Viking, Viking D	YF 100, YF 100, IHTD 延迟 100 硼 酸盐, YF300 钛酸 盐, YF500 延迟铬 酸盐, YF100LG, YF100LGD	标准溶液 12, 标 准 溶 液 14X, 标准溶液 24X	摩核岩试验胶 III, 低温摩核岩试验胶, 高温摩核岩试验胶, 水合硼酸盐胶, δ 压裂胶, 硼酸(盐)胶, 压裂胶	特制 1000, Viking D, 能谱压裂 G, Viking	水成软性
	交联羧基丙基瓜胶 (HPG)	超流度变性胶 II	YF400 钛酸 盐(延迟的可用), YF200, YF200D, YF600(钴)	标 准 溶 液 1SG, 标 准 溶 液 2, 标 准 溶 液 10	多用途胶凝, 低温、 高温多用途胶凝, 水 合硼酸盐胶, 硼酸 胶, δ 压裂胶(聚阴离 子纤维素衍生物)	特制 2000	水成软性
	有悬浮型分散剂前置液控制向上增长		反向压裂				

续表

项 目	BJ服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Nowaco 公司	Osca 公司
有聚合物预涂层砂分散剂的油前置液来控制向下和水侵入		反向压裂				
用降滤失 3% ~ 5% 烃类交联 HPG	通用柴油	地层压裂 II (可用于大多数系统)	通用	多用途凝胶加水合硼酸盐胶、柴油	高粘 LPW 加 5% 柴油	
有高温稳定剂交联的 HPG		YF600	通用	多用途高温胶、水合硼酸盐胶	高温(胶)2000	水成软性
交联羧甲基羟乙基纤维素 (CMHEC)	低温稳定压裂	通用	标准溶液 4, 标准溶液 5			
高温交联 CMHEC	低温稳定压裂		标准溶液 5			
用硼酸盐交联胍豆或 HPG		YF100(胍豆), YF200(HPG)	标准溶液 12	硼酸盐胶, 水合硼酸盐胶	高流量 1000	水成软性
兼容 CO ₂ 压裂液	补救性压裂	YF300, YF400, 低 pH YF CMHPG	标准溶液 3, 标准溶液 4, 标准溶液 5, 标准溶液 20X	纯凝胶液 III, 多用途低温胶, 水基液压裂 糜棱岩低温试验胶	超压裂, 补救性压裂	
经济的低残渣交联系统	Viking, Viking D	YF100	标准溶液 12		高流量 1000	水成软性
可控制延迟交联 HPG 系统	土压裂 RXL-II (阶状压裂)	YF600		多用途高温凝胶	高粘 D2000 Viking, Viking D	水成软性
高温可控制延迟交联系统	能谱压裂 G, 补救性压裂, 补救性高温压裂	YF600(HPG), YF500(胍豆), YF100, IHTD, YF100 LGD	标准溶液 16X	热凝胶液, 纯凝胶液 III, 高温 Versa 胶, 水合硼酸盐, 高温压裂凝胶液	高温压裂, 能谱压裂 G, 补救性压裂, 补救性高温压裂	水成软性
高温流体交联羧甲基羟丙基胍胶 (CMHPG)	补救性高温压裂, 补救性压裂	通用 YF CMHPG	标准溶液 3	热凝胶液	高热胶 3000	
CO ₂ 兼容的低 pH 交联 CMHPG 流体	补救性压裂	低 pH YF CMHPG 胶	标准溶液 3	纯凝胶液 III	特制胶 3000, 补救性压裂胶	
乙醇 / 水系统	凝胶水 乙醇系统	通用	通用	通用	通用	
	N ₂ 和 CO ₂ 泡沫	二元泡沫	二元泡沫	通用	通用	二元泡沫
	交联 100% 乙醇系统	压裂法	压裂法	交联甲醇 4X		压裂法
	没有增粘剂的油	通用			含砂原油	原油压裂
油基体系	凝胶油		ROC - 1, ROC - 6, ROC - 10, ROC - 15	粘性油压裂	烃(类胶) - 200	
	中温的交联凝胶油	超流变性胶 YF - GO III, YF - GO V	ROC - 6, ROC - 10, ROC - 15	糜棱岩试验石油 - IV	流变性胶	
	较高温的交联凝胶油	超流变性胶 YF - GO IV, YF - GO V	ROC - 10, ROC - 15	糜棱岩试验石油 - III	流变性胶	
	Exxon 研制的水包油乳状液	聚合乳状液	特级压裂砂 K-1	聚合乳状液	表层乳状液压裂	聚合乳状液
	连续交联凝胶油	超流变性胶 YF - GO III, YF - GO V	ROC - 15	糜棱岩试验石油 - IV	流变性胶	

续表

项 目	BJ服 务公司	Dowell 公司	主压裂公司	哈里伯顿公司	Nowseo 公司	Osc 公司	
油 基 体 系	有或没有凝胶的水、氮、泡沫	通用	泡沫压裂,稳定的泡沫压裂(SFS)	泡沫溶液	泡沫压裂,泡沫溶液	泡沫压裂	
	酸和氮泡沫	通用	通用		通用	酸泡沫	
	烃和氮泡沫	通用	通用		铈酸盐压裂	泡沫烃压裂	
	此刻稠化液的泡沫流	通用				化合碳压裂	
	甲醇和氮泡沫	甲基泡沫			乙醇泡沫	泡沫法 乙醇泡沫	
	水和 CO ₂ 泡沫	聚(合)-CO ₂	通用		CO ₂ 压裂	聚(合)-CO ₂	
	交联凝胶水泡沫	通用	精细泡沫		纯凝胶Ⅲ, CO ₂		
聚 合 物 段 塞	胍豆和羟丙基胍豆系统	通用	保护层 WL 300, 500		暂堵剂 100, 90		
	线性交联的羟乙基纤维素系统	净段塞	保护层 WCSO, 750(无交联)		暂堵剂 75, K-MAX	硬质胶-P5 快粘,长 时间特粘	
	交联羟丙基胍豆系统	高摩擦凝胶	保护层 WHSO, 750(无交联)		暂堵剂 50		
	交联胍豆或羟丙基胍豆系统	通用			暂堵剂 50	通用	
	交联 CMHPG	高温堵水胶					
	CMHEC	高温堵水胶, 净段塞					
连 续 混 合 胶 体 浓 缩 液	在水状砂(泥)浆中有 KCl 的 HPG				LGC-1		
	在水状砂(泥)浆中有 KCl 的胍豆						
	在水状砂(泥)浆中没有 KCl 的 HPG			通用			
	在柴油泥浆中的胍豆	XLFC-1	J877	通用	LGC-IV, LGC-8	LFC-1	
	在柴油泥浆中的 HPG	XLFC-2	J876	通用	LGC-V	LFC-2	
	在柴油泥浆中的 CMHPG	XLFC-3	J916		LGC-VI	LFC-3	
	在柴油泥浆中的 CMHEC	XLFC-4		通用			
	在石油(泥)浆中的胍豆	GW-27 L	通用	通用	通用	通用	GC-2
在石油(泥)浆中的 HPG	通用	通用	通用	通用	通用	GC-1	
支 撑 剂	裂缝闭合压力 ^②	陶质的			树脂涂层砂 ^④		
		支撑剂工艺	碳陶质(Carbo Ceramics)	Norton 耐磨铝合	Santrol	borden [®] 化学制 品	
	0-41.34 MPa (0-6000psi) ^⑤		节省碳的支撑剂 (Carbo Econ Prep), 实际碳支撑剂 (Carbo-Lite)	有用支撑剂 (ValuProp), Naplite, (间层支撑剂 interprop)	特级 LC(C) ^⑥ , 回火 LC(P) ^⑥ , 特级 TF(C), 回火 TF(P), 高温特级(C)	酸化压裂 CR- 4000(C), 酸化 压裂 PR-4000 (P), 酸化压裂 CR (低于 37.7°C), 酸化 压裂 SBU- 6000(C)	