(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109641983 A
(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201680081387.5

(22)申请日 2016.12.07

(30)优先权数据
62/264700 2015.12.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/065394 2016.12.07

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/100329 EN 2017.06.15

(71)申请人 凯米罗总公司
地址 芬兰赫尔辛基

(72)发明人 L.杰克逊 T.J.林奇 R.罗宾逊 F.福尼耶 H.杨 S.奥拉 D.H.金 D.A.亚历克西斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 童春媛 周李军

(51)Int.Cl.
C08F 20/56(2006.01)
C09K 8/26(2006.01)

权利要求书2页 说明书15页

(54)发明名称

反相乳液组合物

(57)摘要

一种反相乳液组合物,包含:一种或多种具有至少约100℃的沸点的疏水液体;至多约38重量%的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物;一种或多种乳化剂表面活性剂;和一种或多种反转表面活性剂;其中,当所述组合物在水溶液中反转时,提供具有约1.5或更小的使用1.2微米过滤器的过滤比(FR1.2)的经反转溶液。

CN 109641983 A

1.一种反相乳液组合物,包含:

一种或多种具有至少约100℃的沸点的疏水液体;

至多约38重量%的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物;

一种或多种乳化剂表面活性剂;和

一种或多种反转表面活性剂;

其中,当所述组合物在水溶液中反转时,它提供具有约1.5或更小的使用1.2微米过滤器的过滤比(FR1.2)的经反转聚合物溶液。

2.权利要求1的组合物,其中所述水溶液包含产出水、淡水、盐水、卤水、海水或其组合。

3.权利要求1的组合物,其中当所述组合物在水溶液中反转以提供包含约2000ppm活性聚合物的经反转聚合物溶液时,所述经反转聚合物溶液在40℃下具有至少10cP的粘度。

4.权利要求1的组合物,其中当所述组合物在水溶液中反转以提供包含约2000ppm活性聚合物的经反转聚合物溶液时,所述经反转聚合物溶液在40℃下具有至少20cP的粘度。

5.权利要求1的组合物,其中当所述组合物在水溶液中反转时,所述经反转聚合物溶液具有约1.0至约1.3的FR1.2。

6.权利要求1的组合物,其中当所述组合物在水溶液中反转时,所述经反转聚合物溶液具有约1.2或更小的FR1.2。

7.权利要求1的组合物,其中当所述组合物在水溶液中反转时,所述经反转聚合物溶液具有约1.5或更小的使用5微米过滤器的过滤比(FR5)。

8.权利要求1的组合物,其中所述一种或多种具有至少约100℃的沸点的疏水液体选自链烷烃、环烷烃、芳族烃、烯烃、油、稳定表面活性剂和前述物质的混合物或组合。

9.权利要求1的组合物,其中所述一种或多种乳化剂表面活性剂选自:脱水山梨糖醇酯,具有1-4个亚乙氧基的乙氧基化脂肪醇,邻苯二甲酸酯,脂肪酸甘油酯,甘油酯,脱水山梨糖醇单油酸酯,油酸与异丙醇酰胺的反应产物,邻苯二甲酸十六烷基酯钠,邻苯二甲酸癸基酯钠,脱水山梨糖醇硬脂酸酯,蓖麻油酸,氢化蓖麻油酸,月桂酸的甘油酯单酯,硬脂酸的甘油酯单酯,油酸的甘油二酯,12-羟基硬脂酸的甘油三酯,蓖麻油酸的甘油三酯,以及每摩尔碱性乳化剂含有1至10摩尔环氧乙烷的前述物质的乙氧基化形式,改性聚酯表面活性剂,酸酐取代的乙烯共聚物,N,N-二烷醇取代的脂肪酰胺,牛脂胺乙氧基化物,和前述物质的混合物或组合。

10. 权利要求1的组合物,其中所述一种或多种反转表面活性剂选自:乙氧基化醇,醇乙氧基化物,脱水山梨糖醇的乙氧基化酯,脂肪酸的乙氧基化酯,乙氧基化脂肪酸酯,山梨糖醇和脂肪酸的乙氧基化酯,包含烃基和足够亲水特性的聚亚烷氧基的非离子表面活性剂,通式R^1—O—(CH(R^2)—CH_2—O)$_n$H (I)的非离子表面活性剂,其中R^1是C_8-C_{22}-烃基,n是≥4的数,且R^2是H、甲基或乙基,且至少50%的基团R^2是H,基于C_{10}-C_{18}-醇的聚乙氧基化物,包含4至14个亚乙氧基的十三烷醇乙氧基化物,十三烷醇·8 EO,或$C_{12/14}$脂肪醇乙氧基化物,$C_{12/14}$·8 EO,改性聚酯表面活性剂,酸酐取代的乙烯共聚物,N,N-二烷醇取代的脂肪酰胺,牛脂胺乙氧基化物,以及前述物质的混合物和组合。

11.权利要求1的组合物,其中所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含相对于(共)聚合物中所有单体单元的总量为至少30重量%的丙烯酰胺单体单元,且所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含至少一种另外的烯属不饱和单体。

12.权利要求1的组合物,其中所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含一种或多种以下的单体,所述单体选自共聚单体:丙烯酸,甲基丙烯酸,巴豆酸,衣康酸,马来酸,富马酸,含有磺酸基的单体,乙烯基磺酸,烯丙基磺酸,2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸,2-甲基丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸,2-丙烯酰氨基丁磺酸,3-丙烯酰氨基-3-甲基丁磺酸,2-丙烯酰氨基-2,4,4-三甲基戊磺酸,或包含膦酸基团的单体,乙烯基膦酸,烯丙基膦酸,N-(甲基)丙烯酰氨基烷基膦酸,(甲基)丙烯酰氧基烷基膦酸,(甲基)丙烯酸羟乙酯,(甲基)丙烯酸羟丙酯,烯丙醇,羟基乙烯基乙基醚,羟基乙烯基丙基醚,羟基乙烯基丁基醚或聚环氧乙烷(甲基)丙烯酸酯,具有铵基的单体,3-三甲基铵丙基丙烯酰胺,2-三甲基铵(甲基)丙烯酸乙酯,丙基丙烯酰胺3-三甲基氯化铵(DIMAPAQUAT),甲基丙烯酸乙酯2-三甲基氯化铵(MADAME-QUAT),可引起所述(共)聚合物的疏水缔合的单体,N-烷基丙烯酰胺,N-烷基季铵丙烯酰胺,或前述物质的盐。

13.权利要求1的组合物,其中所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的至少一种包含2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸或其盐。

14.权利要求1的组合物,其中所述组合物可以在小于30分钟内在水溶液中反转。

反相乳液组合物

[0001] 相关申请的交叉引用

本申请要求在2015年12月8日提交的美国临时申请号62/264,700的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

[0002] 背景

聚合物驱油(polymer flooding)是一种用于强化采油(EOR)的技术。它涉及将水溶性增稠聚合物(例如,高分子量聚丙烯酰胺)的水溶液注射到矿物油沉积物中。结果,可以使地层中额外的矿物油活动化。聚合物驱油的细节和适用于此目的的聚合物的细节公开在例如"Petroleum, Enhanced Oil Recovery," Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 在线出版, John Wiley and Sons, 2010中。

[0003] 用于聚合物驱油的聚合物水溶液通常具有约0.05重量%至约0.5重量%的活性聚合物浓度。可以将另外的组分加入到聚合物水溶液中,例如表面活性剂或杀生物剂。

[0004] 大量的聚合物水溶液对于聚合物驱油是必需的,且该过程可持续数月或甚至数年。考虑到所需的体积,常规聚合物驱油涉及使用淡水、卤水、海水、生产水和/或地层废物现场溶解聚合物(以干粉形式)。遗憾的是,传统的溶解过程是耗时的,且几乎没有方法可以在不损坏聚合物的情况下减少时间。现场溶解干粉聚合物所需的空间也很重要。虽然空间通常不是陆基油生产的限制因素,但离岸油生产中的空间受限。无论是陆基或离岸,常规的、基于干粉现场制备聚合物驱油溶液的必要设备是昂贵的。

[0005] 反相乳液(油包水)为干粉的现场溶解提供替代方案,特别是对于离岸油生产。反相乳液中的活性聚合物浓度通常为约30重量%。使用时,将反相乳液用水稀释以提供所需的聚合物最终浓度。欧洲专利公开号2283915 A1公开了一种连续溶解用于EOR的聚丙烯酰胺乳液的方法。

[0006] 这里对已知方法和设备的某些优点和缺点的描述并非旨在限制本发明的范围。实际上,本实施方案可以包括上述特征中的一些或全部,而不会遭受相同的缺点。

[0007] 概述

鉴于前述,一个或多个实施方案包括:反相乳液组合物,其包含:一种或多种具有至少约100℃的沸点的疏水液体;至多约38重量%的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物;一种或多种乳化剂表面活性剂;和一种或多种反转表面活性剂;其中,当所述组合物在水溶液中反转时,它提供具有约1.5或更小的使用1.2微米过滤器的过滤比(FR1.2)的经反转聚合物溶液。

[0008] 详述

通常,本文所述的各种示例性实施方案提供包含丙烯酰胺(共)聚合物的反相乳液组合物,以及由其衍生的经反转聚合物溶液。本文所述的各种示例性实施方案还提供制备反相乳液组合物的方法。示例性反相乳液组合物在EOR应用中提供改进的性能。本文更详细地描述了反相乳液组合物,其性能特征也是如此,通常参考由其衍生的经反转聚合物溶液。

[0009] 在EOR应用中,常规反相乳液组合物的反转通常是困难的。最终用户的要求通常非常严格:在小于5分钟内完全和连续地全部溶解。在示例性实施方案中,反相乳液组合物在水溶液中在小于约30分钟,或小于约20分钟,或小于约10分钟,或小于约5分钟内溶解至约

50至约15,000ppm,或约500至约5000ppm的最终浓度。

[0010] 由示例性反相乳液组合物制备的经反转聚合物溶液提供改进的性能。示例性经反转聚合物溶液流过地层而不堵塞地层的孔。堵塞地层可减缓或抑制油生产。这尤其涉及在地层渗透率低的地方开始。

[0011] 定义

如本文所用,“至多”表示存在至少一些所提及的组分。

[0012] 如本文所用,“强化采油”(缩写为“EOR”)是指用于增加可从传统技术无法开采的油田提取的原油量的各种技术。

[0013] 如本文所用,“过滤比”(缩写为“FR”)或“过滤商”在本文中可互换地使用,以指用于在低地层渗透率条件下测定反相乳液组合物(或由其衍生的经反转聚合物溶液)的性能的测试,包括测量给定体积/浓度的溶液流过过滤器所花费的时间。FR通常比较两个相等的连续体积的聚合物溶液的过滤性,这表明溶液堵塞过滤器的趋势。较低的FR表示更好的性能。

[0014] 本文提及两种过滤比测试方法。第一种方法,称为“FR5”或“使用5微米过滤器的过滤比”,包括在1巴压力(+/- 10%)的N_2或氩气下在环境温度(例如,25℃)下将500mL聚合物溶液样品通过具有5微米孔的47mm直径聚碳酸酯过滤器。记录获得100g、200g、400g和500g的滤液所需的时间,且将FR5过滤比计算为$\frac{500g\text{的时间}-400g\text{的时间}}{200g\text{的时间}-100g\text{的时间}}$。第二种方法,称为“FR1.2”或“使用1.2微米过滤器的过滤比”,包括在1巴压力(+/- 10%)的N_2或氩气下在环境温度(例如,25℃)下将200mL聚合物溶液样品通过具有1.2微米孔的47mm直径聚碳酸酯过滤器。记录获得60g、80g、100g和200g的滤液所需的时间,且FR1.2过滤比计算为$\frac{200g\text{的时间}-180g\text{的时间}}{80g\text{的时间}-60g\text{的时间}}$。

[0015] 其它过滤比测试方法是已知的且在该领域中使用。例如,所使用的过滤介质可以具有不同的尺寸(例如,90mm)、不同的孔大小和/或不同的基底(例如,硝酸纤维素),压力可以是不同的(例如,2巴),过滤间隔/量可能不同,且可以设想其它变化。例如,美国专利号8,383,560(通过引用并入本文)描述了FR测试方法,其比较给定体积的含有1000ppm活性聚合物的溶液在2巴压力下流过直径为47mm的5微米过滤器所花费的时间。相比之下,本文描述的方法为商业条件提供更好的筛选方法。特别地,在较低压力下使用较小的孔大小的本文所述的FR1.2测试方法在商业领域测试中提供更可预测的结果。在FR1.2测试方法中提供可接受结果的聚合物表现出更容易的加工,同时地层损害的风险更低。

[0016] 如本文所用,“反转”是指反相乳液组合物溶解在水溶液中,使得乳液组合物的乳化聚合物相变成基本上连续相,且疏水液相变成分散的不连续相。反转点可以表征为在给定的一组条件下经反转聚合物溶液的粘度基本上达到其最大值的点。在实践中,这可以例如通过如下确定:随时间周期性地测量组合物的粘度,且当三个连续测量在测量的误差标准内时,则认为该溶液被反转。

[0017] 如本文所用,术语“聚合物(polymer)”、“聚合物(polymers)”、“聚合的”和类似术语以如本领域技术人员所理解的其普通含义使用,且因此可在本文中用于指代或描述含有重复单元的大分子(或这种分子的基团)。聚合物可以以各种方式形成,包括通过聚合单体

和/或通过化学改性前体聚合物的一个或多个重复单元。聚合物可以是“均聚物”,其包含通过例如聚合特定单体而形成的基本相同的重复单元。聚合物也可以是“共聚物”,其包含通过例如共聚两种或更多种不同单体、和/或通过化学改性前体聚合物的一种或多种重复单元而形成的两种或更多种不同的重复单元。术语“三元共聚物”在本文中可用于指含有三种或更多种不同重复单元的聚合物。如本文所用的术语“聚合物”旨在包括聚合物的酸形式及其各种盐二者。

[0018] 如本文所用,“聚合物驱油”是指使用由可溶性聚合物增粘的水的强化采油技术。与传统的水驱油技术相比,聚合物驱油可得到油开采率的显著提高。增加粘度直到注射剂的流动性小于适当位置的油相的流动性,因此流动比小于1。这种条件可以使采油驱扫效率最大化,创造平滑的驱前沿而不会产生粘性指进。聚合物驱油也应用于非均质储层;粘性注射剂沿着高渗透层流动,降低它们内的流速,且增强渗透率较低的区域的驱扫。在聚合物驱油中最频繁使用的两种聚合物是部分水解的聚丙烯酰胺和黄原胶。典型的聚合物驱油项目包括在延长的时间段内混合和注射聚合物,直到已注射储层孔体积的至少约一半。

[0019] 反相乳液组合物

根据示例性实施方案,反相乳液组合物包含在一种或多种疏水液体中乳化的一种或多种聚合物。在示例性实施方案中,反相乳液组合物进一步包含一种或多种乳化表面活性剂和一种或多种反转表面活性剂。反相乳液组合物可包含一种或多种另外的组分,其基本上不会降低组合物的所需性能或活性。本领域普通技术人员将理解如何适当地配制反相乳液组合物以提供必要或所需的特征或性质。

[0020] 在示例性实施方案中,反相乳液组合物进一步包含水。在示例性实施方案中,水处于乳化的聚合物相中。在示例性实施方案中,反相乳液包含大于约12重量%的水,基于组合物的所有组分的总量。在示例性实施方案中,反相乳液组合物中的水可以是淡水、盐水或其组合。通常,所用的水可以来自任何来源,条件是它不含有过量的可能不利影响组合物中的其它组分的化合物。

[0021] 在示例性实施方案中,反相乳液组合物包含:一种或多种具有至少约100℃的沸点的疏水液体;至多约38重量%的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物;一种或多种乳化剂表面活性剂;和一种或多种反转表面活性剂。

[0022] 在示例性实施方案中,当反相乳液组合物在水溶液中反转时,提供具有约50至约15,000ppm,约500至约5000ppm,或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液,经反转聚合物溶液具有在约40℃下至少10cP,或至少20cP的粘度,和约1.5或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0023] 在示例性实施方案中,当反相乳液组合物在水溶液中反转时,提供具有约50至约15,000ppm,约500至约5000ppm,或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液,经反转聚合物溶液具有在约30℃下至少10cP,或至少20cP的粘度,和约1.5或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0024] 在示例性实施方案中,当反相乳液组合物在水溶液中反转时,提供具有约50至约15,000ppm,约500至约5000ppm,或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液,经反转聚合物溶液具有在约25℃下至少10cP,或至少20cP的粘度,和约1.5或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0025] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约40℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.1至约1.3的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0026] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约30℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.1至约1.3的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0027] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约25℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.1至约1.3的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0028] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约40℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.2或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0029] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约30℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.2或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0030] 在示例性实施方案中，当反相乳液组合物在水溶液中反转时，提供具有约50至约15,000ppm，约500至约5000ppm，或约500至约3000ppm活性聚合物浓度的经反转聚合物溶液，经反转聚合物溶液具有在约25℃下至少10cP，或至少20cP的粘度，和约1.2或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)。

[0031] 在示例性实施方案中，反转前的反相乳液组合物包含至多约38重量%的聚合物，至多约35重量%，或至多约30重量%的聚合物，基于组合物的所有组分的总量。在示例性实施方案中，反转前的反相乳液组合物按重量计包含约10%至约38%，约10%至约35%，约15%至约30%，约15%至约38%，约20%至约38%，或约20%至约30%的聚合物，基于组合物的所有组分的总量。

[0032] 在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约25℃下具有大于约10cP、或约20cP的粘度。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约25℃下具有约10cP至约40cP，约20cP至约40cP，约25cP至约40cP，或约24cP至约36cP范围的粘度。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约30℃下具有大于约10cP，或约20cP的粘度。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约30℃下具有约10cP至约30cP，约15cP至约30cP，约15cP至约25cP，约25cP至约30cP，约15cP至约22cP，约20cP至约30cP范围的粘度。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约40℃下具有大于约10cP、或约15cP的粘度。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液在约40℃下具有约10cP至约40cP，约15cP至约35cP，约15cP至约30cP，约18cP至约30cP，或约20cP至约30cP范围的粘度。

[0033] 在示例性实施方案中，当在水溶液中反转时，反相乳液组合物提供具有约1.5或更

小的FR1.2的经反转聚合物溶液。换句话说，衍生自本文公开的反相乳液组合物的经反转聚合物溶液提供约1.5或更小的FR1.2。在现场测试中，示例性反相乳液组合物在反转时提供比市售可得聚合物组合物、包括具有约1.5或更小的FR5(使用5微米过滤器)的其它聚合物组合物改进的注射性。在示例性实施方案中，当在水溶液中反转时，反相乳液组合物提供具有约1.0至约1.3，1.0至约1.25或约1.1至约1.3的FR1.2的经反转聚合物溶液。

[0034] 在示例性实施方案中，反相乳液组合物在反转时提供具有约1.5或更小，约1.4或更小，约1.3或更小，约1.2或更小，或约1.1或更小的FR1.2(1.2微米过滤器)的经反转聚合物溶液。在示例性实施方案中，反相乳液组合物在反转时提供具有约1.5或更小，约1.4或更小，约1.3或更小，约1.2或更小，或约1.1或更小的FR5(5微米过滤器)的经反转聚合物溶液。在示例性实施方案中，反相乳液组合物在反转时提供具有约1.2或更小的FR1.2和约1.2或更小的FR5的经反转聚合物溶液。

[0035] 在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.5或更小，约1.4或更小，约1.3或更小，约1.2或更小，或约1.1或更小的FR1.2。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.5或更小，约1.4或更小，约1.3或更小，约1.2或更小，或约1.1或更小的FR5。在其它实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.5或更小的FR5和约1.5或更小的FR1.2。

[0036] 下面，更详细地讨论反相乳液组合物的组分。

[0037] 聚合物组分

在示例性实施方案中，反相乳液组合物包含至少一种聚合物或共聚物。所述至少一种聚合物或共聚物可以是任何合适的聚合物或共聚物，例如水溶性增稠聚合物或共聚物。非限制性实例包括高分子量聚丙烯酰胺，丙烯酰胺与其它单体(例如乙烯基磺酸或丙烯酸)的共聚物。聚丙烯酰胺可以是部分水解的聚丙烯酰胺，其中一些丙烯酰胺单元已经水解成丙烯酸。此外，还可以使用天然存在的聚合物，例如黄原胶或聚糖基葡聚糖，例如，如美国专利号6,392,596 B1或CA 832 277所述。

[0038] 在示例性实施方案中，反相乳液组合物包含一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物。在示例性实施方案中，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物是可用于强化采油(EOR)应用的聚合物。在一个具体实施方案中，所述至少一种聚合物是高分子量聚丙烯酰胺或其部分水解产物。

[0039] 在示例性实施方案中，所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物为颗粒形式，其在反相乳液组合物中乳化。在示例性实施方案中，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物的颗粒具有约0.4μm至约5μm，或约0.5μm至约4μm，或约0.5μm至约2μm的平均粒度。平均粒度是指粒度分布的d50值(数均)，其可以由本领域技术人员使用用于确定粒度分布的已知技术测量。在示例性实施方案中，丙烯酰胺(共)聚合物处于在反相乳液组合物中乳化的水相中。

[0040] 根据示例性实施方案，所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物选自水溶性丙烯酰胺(共)聚合物。在各种实施方案中，相对于(共)聚合物中所有单体单元的总量，丙烯酰胺(共)聚合物包含至少30重量%，或至少50重量%的丙烯酰胺单元。

[0041] 任选地，丙烯酰胺(共)聚合物除丙烯酰胺外还可包含至少一种另外的单体。在示例性实施方案中，丙烯酰胺(共)聚合物可以包含小于约50重量%，或小于约40重量%，或小于约30重量%，或小于约20重量%的所述至少一种另外的单体。在示例性实施方案中，另外的单体是水溶性的、烯属不饱和的、特别是单烯属不饱和的单体。示例性的另外的水溶性单体应

当可以任何比率与水混溶，但足以使单体在水相中充分溶解以与丙烯酰胺共聚。通常，这些另外的单体在室温下在水中的溶解度应为至少50g/L，优选至少150g/L，更优选至少250g/L。

[0042] 其它示例性水溶性单体包含一个或多个亲水基团。亲水基团特别是包含选自O-、N-、S-或P-原子的原子的官能团。这些官能团的实例包括羰基> C=O，醚基-O-(特别是聚环氧乙烷基团-$(CH_2-CH_2-O-)_n$-，其中n优选为1至200的数)，羟基-OH，酯基-C(O)O-，伯、仲或叔氨基，铵基，酰胺基团-C(O)-NH-或酸基团(如羧基-COOH，磺酸基-SO_3H，膦酸基-PO_3H_2或磷酸基-$OP(OH)_3$)。

[0043] 包含酸基团的示例性单烯属不饱和单体包括：包含-COOH基团的单体，例如丙烯酸或甲基丙烯酸，巴豆酸，衣康酸，马来酸或富马酸；包含磺酸基团的单体，例如乙烯基磺酸，烯丙基磺酸，2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸，2-甲基丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸，2-丙烯酰氨基丁磺酸，3-丙烯酰氨基-3-甲基丁磺酸或2-丙烯酰氨基-2,4,4-三甲基戊磺酸；或含有膦酸基团的单体，例如乙烯基膦酸，烯丙基膦酸，N-(甲基)丙烯酰氨基烷基膦酸或(甲基)丙烯酰氧基烷基膦酸。当然，单体可以作为盐使用。

[0044] 聚丙烯酰胺共聚物中的-COOH基团不仅可以通过共聚丙烯酰胺和包含-COOH基团的单体获得，而且可以通过在聚合后水解-COOH基团的衍生物来获得。例如，丙烯酰胺的酰胺基团-CO-NH_2可水解，从而产生-COOH基团。

[0045] 还提及为丙烯酰胺衍生物的单体，例如N-烷基丙烯酰胺和N-烷基季铵丙烯酰胺(N-alkyl quarternary acrylamide)，其中烷基是C2-C28；N-甲基(甲基)丙烯酰胺，N,N'-二甲基(甲基)丙烯酰胺和N-羟甲基丙烯酰胺；N-乙烯基衍生物例如N-乙烯基甲酰胺，N-乙烯基乙酰胺，N-乙烯基吡咯烷酮或N-乙烯基己内酰胺；和乙烯基酯，如甲酸乙烯酯或乙酸乙烯酯。N-乙烯基衍生物可在聚合后水解成乙烯胺单元，乙烯基酯水解成乙烯醇单元。

[0046] 其它示例性单体包括含有羟基和/或醚基的单体，例如(甲基)丙烯酸羟乙酯，(甲基)丙烯酸羟丙酯，烯丙醇，羟基乙烯基乙基醚，羟基乙烯基丙基醚，羟基乙烯基丁基醚或聚环氧乙烷(甲基)丙烯酸酯。

[0047] 其它示例性单体是具有铵基的单体，即具有阳离子基团的单体。实例包括3-三甲基铵丙基丙烯酰胺或2-三甲基铵甲基丙烯酸乙酯的盐，例如相应的氯化物，例如丙基丙烯酰胺3-三甲基氯化铵(DIMAPAQUAT)和甲基丙烯酸乙酯2-三甲基氯化铵(MADAME-QUAT)。

[0048] 其它示例性单体包括可引起(共)聚合物的疏水缔合的单体。除乙烯基外，这些单体还包括亲水部分和疏水部分。这种单体公开于例如WO2012/069477A1中。

[0049] 在某些示例性实施方案中，所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种可任选地包含交联单体，即包含多于一个可聚合基团的单体。在某些实施方案中，所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物可任选地包含基于所有单体的量小于约0.5重量%、或约0.1重量%的量的交联单体。

[0050] 在一个示例性实施方案中，所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含至少一种包含酸基团的单烯属不饱和单体，例如包含至少一个选自-COOH、-SO_3H或-PO_3H_2的基团的单体。这种单体的实例包括但不限于丙烯酸，甲基丙烯酸，乙烯基磺酸，烯丙基磺酸或2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸，特别优选丙烯酸和/或2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸，且最优选丙烯酸或其盐。在一个示例性实施方案中，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物包含，或其

中一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含2-丙烯酰氨基-2-甲基丙磺酸或其盐。基于所有单体的量,包含酸基团的这种单体的量按重量计可以为约0.1%至约70%,约1%至约50%,或约10%至约50%。

[0051] 在一个示例性实施方案中,所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含约50重量%至约90重量%的丙烯酰胺单元和约10重量%至约50重量%的丙烯酸单元和/或它们各自的盐。在一个示例性实施方案中,所述一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物中的每一种包含约60重量%至80重量%的丙烯酰胺单元和20重量%至40重量%的丙烯酸单元。

[0052] 在示例性实施方案中,一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物具有大于约5,000,000道尔顿,或大于约10,000,000道尔顿,或大于约15,000,000道尔顿,或大于约20,000,000道尔顿;或大于约25,000,000道尔顿的重均分子量(M_w)。

[0053] 在示例性实施方案中,在25℃下在1.0M NaCl水溶液中具有0.1%活性聚合物的反相乳液组合物溶液的溶液粘度(SV)大于约3.0cP,或大于约5cP,或大于约7cP。可以至少部分地基于经反转聚合物溶液的预期活性聚合物浓度来选择反相乳液组合物的SV,以在经反转聚合物溶液中提供所需的性能特征。例如,在示例性实施方案中,其中经反转聚合物溶液旨在具有约2000ppm的活性聚合物浓度,合乎需要的是反相乳液组合物的0.1%溶液的SV在约7.0至约8.6的范围内,因为在该水平下,经反转聚合物溶液具有所需的FR1.2和粘度性质。具有较低或较高SV范围的反相乳液组合物仍可提供所需结果,但可能需要改变经反转聚合物溶液的活性聚合物浓度以获得所需的FR1.2和粘度性质。例如,如果反相乳液组合物具有较低的SV范围,合乎需要的是增加经反转聚合物溶液的活性聚合物浓度。

[0054] 在示例性实施方案中,反相乳液组合物中的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物的量基于组合物的所有组分的总量(溶解前)小于约38重量%,或小于约35重量%,或小于约30重量%。在示例性实施方案中,反相乳液组合物中的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物的量基于组合物的所有组分的总量(溶解前)为约10重量%至约38重量%,或约10重量%至约35重量%,或约15重量%至约30重量%,或约20重量%至约30重量%。

[0055] 疏水液体

在示例性实施方案中,反相乳液组合物包含疏水液体组分。可以使用任何合适的疏水液体组分。疏水液体组分包括至少一种疏水液体。

[0056] 在示例性实施方案中,所述一种或多种疏水液体是有机疏水液体。在示例性实施方案中,一种或多种疏水液体各自具有至少约100℃、约135℃或约180℃的沸点。如果有机疏水液体具有沸程,则术语"沸点"是指沸程的下限。

[0057] 在示例性实施方案中,一种或多种疏水液体是脂族烃,芳族烃或其混合物。示例性疏水液体包括但不限于水不混溶性溶剂,例如链烷烃,环烷烃,芳族烃,烯烃,油,稳定表面活性剂及其混合物。链烷烃可以是饱和的、直链或支链的链烷烃。示例性芳族烃包括但不限于甲苯和二甲苯。在示例性实施方案中,疏水液体包含油,例如植物油如大豆油、油菜籽油和芥花籽油,以及由几种油菜植物中任一的籽产生的任何其它油。

[0058] 在示例性实施方案中,反相乳液组合物中一种或多种疏水液体的量基于反相乳液组合物的所有组分的总量为约20重量%至约40重量%。

[0059] 乳化表面活性剂

在示例性实施方案中,反相乳液组合物任选包含一种或多种乳化表面活性剂。

[0060] 在示例性实施方案中，所述一种或多种乳化表面活性剂能够稳定油包水乳液。乳化表面活性剂尤其降低反相乳液组合物中的水与水不混溶性液体之间的界面张力，从而促进油包水型聚合物乳液的形成。本领域已知通过使用所谓的“HLB值”(亲水-亲油平衡)来描述表面活性剂稳定油包水乳液或水包油乳液的能力。HLB值通常是0至20的数字。在具有低HLB值的表面活性剂中，分子的亲脂性部分占优势，因此它们通常是良好的油包水乳化剂。在具有高HLB值的表面活性剂中，分子的亲水部分占优势，因此它们通常是良好的水包油乳化剂。在示例性实施方案中，所述一种或多种乳化表面活性剂是HLB值为约2至约10的表面活性剂，或所述一种或多种乳化表面活性剂的混合物具有约2至约10的HLB值。

[0061] 示例性乳化表面活性剂包括但不限于：脱水山梨糖醇酯，特别是具有C12-C18基团的脱水山梨糖醇单酯，例如脱水山梨糖醇单月桂酸酯，脱水山梨糖醇单棕榈酸酯，脱水山梨糖醇单硬脂酸酯，脱水山梨糖醇单油酸酯；具有多于一个酯基的脱水山梨糖醇酯，例如脱水山梨糖醇三硬脂酸酯，脱水山梨糖醇三油酸酯；具有1-4个亚乙氧基的乙氧基化脂肪醇，例如聚氧乙烯(4)十二烷基醚醚，聚氧乙烯(2)十六烷基醚，或聚氧乙烯(2)油基醚。

[0062] 示例性乳化表面活性剂包括但不限于HLB值为约2至约10、优选小于约7的范围的乳化剂。代表性的非限制性乳化剂包括脱水山梨糖醇酯，邻苯二甲酸酯，脂肪酸甘油酯，甘油酯，以及上述物质的乙氧基化形式和任何其它熟知的相对低HLB乳化剂。这种化合物的实例包括脱水山梨糖醇单油酸酯，油酸与异丙醇酰胺的反应产物，邻苯二甲酸十六烷基酯钠，邻苯二甲酸癸基酯钠，脱水山梨糖醇硬脂酸酯，蓖麻油酸，氢化蓖麻油酸，月桂酸的甘油酯单酯，硬脂酸的甘油酯单酯，油酸的甘油二酯，12-羟基硬脂酸的甘油三酯，蓖麻油酸的甘油三酯，及其每摩尔碱性乳化剂含有1-10摩尔环氧乙烷的乙氧基化形式。因此，可以使用将允许形成初始乳液并在聚合反应期间稳定乳液的任何乳化剂。乳化表面活性剂的实例还包括改性聚酯表面活性剂，酸酐取代的乙烯共聚物，N,N-二烷醇取代的脂肪酰胺和牛脂胺乙氧基化物。

[0063] 在一个示例性实施方案中，反相乳液组合物包含按重量计约0%至约8%，约0.05%至约5%，约0.1%至约5%，或约0.5%至约3%的一种或多种乳化表面活性剂。

[0064] 单独或以混合物使用的这些乳化表面活性剂以总反相乳液组合物的大于约0.5%或大于约1%的量使用。

[0065] 反转表面活性剂

在示例性实施方案中，反相乳液组合物任选包含一种或多种反转表面活性剂。在示例性实施方案中，一种或多种反转表面活性剂是在将反相乳液组合物与水溶液混合后可用于加速经反转聚合物溶液(例如(共)聚合物溶液)形成的表面活性剂。

[0066] 一种或多种反转表面活性剂不是在示例性实施方案中用作乳化表面活性剂的那些。示例性反转表面活性剂包括但不限于乙氧基化醇，醇乙氧基化物，脱水山梨糖醇的乙氧基化酯，脂肪酸的乙氧基化酯，乙氧基化脂肪酸酯，和山梨糖醇和脂肪酸的乙氧基化酯，或前述物质的任何组合。示例性反转表面活性剂包括非离子表面活性剂，其包含烃基和足够亲水特性的聚亚烷氧基。优选地，可以使用通式R^1—O—(CH(R^2)—CH_2—O)$_n$H (I)的非离子表面活性剂，其中R^1是C_8-C_{22}烃基，优选脂族C_{10}-C_{18}烃基，n为≥4，优选≥6的数，且R^2为H、甲基或乙基，条件是至少50%的基团R^2为H。这种表面活性剂的实例包括基于C_{10}-C_{18}醇(例如$C_{12/14}$-，$C_{14/18}$-或$C_{16/18}$-脂肪醇，C_{13}-或$C_{13/15}$-氧代醇)的聚乙氧基化物。可以通过选择乙氧基

的数目来调节反转表面活性剂的HLB值。具体实例包括含有4-14个亚乙氧基的十三烷醇乙氧基化物，例如十三烷醇•8 EO或$C_{12/14}$脂肪醇乙氧基化物，例如$C_{12/14}$•8 EO。反转表面活性剂的实例还包括改性聚酯表面活性剂，酸酐取代的乙烯共聚物，N,N-二烷醇取代的脂肪酰胺和牛脂胺乙氧基化物。

[0067] 其它示例性反转表面活性剂包括阴离子表面活性剂，例如包含磷酸酯或膦酸基团的表面活性剂。

[0068] 在示例性实施方案中，反相乳液组合物中的一种或多种反转表面活性剂的量按重量计为约0.5%至约10%，或约1%至约6%，基于反相乳液组合物的所有组分的总量。

[0069] 在某些实施方案中，在制备包含在一种或多种疏水液体中乳化的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物和任选的一种或多种乳化表面活性剂的组合物后，将一种或多种反转表面活性剂直接加入到反相乳液组合物中；即，从制造地点运输到使用地点的反相乳液组合物已经包含一种或多种反转表面活性剂。在另一个实施方案中，一种或多种反转表面活性剂可以在使用位置，例如在离岸生产现场加入到反相乳液组合物中。

[0070] 其它组分

在示例性实施方案中，反相乳液组合物可任选地包含一种或多种另外的组分，以例如为组合物或应用提供必要或所需的性质。这些组分的非限制性实例包括自由基清除剂，氧清除剂，螯合剂，杀生物剂，稳定剂或牺牲剂。

[0071] 反相乳液组合物的制备

在示例性实施方案中，反相乳液组合物可根据以下程序合成。

[0072] 使用本领域技术人员已知的程序合成丙烯酰胺(共)聚合物的反相乳液(油包水乳液)。这种反相乳液通过聚合在疏水油相中乳化的丙烯酰胺和其它单体(如水溶性烯属不饱和单体)的水溶液而获得。示例性技术例如描述于美国专利公开号2005/0239957 A1(通过引用并入本文)。

[0073] 对于聚合，制备包含丙烯酰胺和任选的其它单体的单体水溶液。丙烯酰胺在室温下是固体，且包含约50重量%丙烯酰胺的水溶液是市售可得的。如果使用具有酸性基团的单体如丙烯酸，则可以通过加入水性碱如氢氧化钠水溶液来中和酸性基团。所有单体一起在水溶液中的浓度通常基于单体溶液的所有组分的总数按重量计应为约10%至约60%，或按重量计约30%至约50%，或约35%至约45%。

[0074] 使用一种或多种乳化表面活性剂将丙烯酰胺和单体的水溶液在一种或多种疏水液体中乳化。可以将一种或多种乳化表面活性剂加入到混合物中，或可以在混合之前将其加入到单体溶液或疏水液体中。乳化可以通常的方式进行，例如，通过搅拌混合物进行。

[0075] 在形成乳液后，可以通过加入引发剂来引发聚合，所述引发剂导致生成合适的自由基。可以使用任何已知的自由基引发剂。引发剂可以溶解在溶剂中，包括但不限于水或水混溶性有机溶剂，例如醇，及其混合物。引发剂也可以乳液的形式加入。示例性引发剂包括但不限于：偶氮化合物，包括2,2'-偶氮双(2-脒基丙烷)二盐酸盐，2,2'-偶氮双[2-(2-咪唑啉-2-基)丙烷]，2,2'-偶氮双(异丁腈)(AIBN)，2,2'-偶氮双(2,4-二甲基戊腈)(AIVN)，2,2'-偶氮双(2-甲基丙脒)二盐酸盐等。其它示例性引发剂包括过氧化物引发剂，例如苯甲酰过氧化物，叔丁基过氧化物，叔丁基氢过氧化物和过苯甲酸叔丁酯。其它示例性引发剂包括，例如，溴酸钠/二氧化硫，过硫酸钾/亚硫酸钠，和过硫酸铵/亚硫酸钠，以及美国专利号

4,473,689中公开的引发剂。

[0076] 在某些实施方案中，可在聚合期间将一种或多种链转移剂加入到混合物中。通常，链转移剂具有至少一个弱化学键，其因此促进链转移反应。可以使用任何常规的链转移剂，例如丙二醇，异丙醇，2-巯基乙醇，次磷酸钠，十二烷基硫醇，巯基乙酸，其它硫醇和卤代烃，例如四氯化碳。链转移剂通常以总乳液重量的约0.001%至约10%的量存在，但可以使用更多。

[0077] 聚合温度通常为约30℃至约100℃，或约30℃至约70℃，或约35℃至约60℃。加热可以通过外部热源进行和/或可以通过聚合反应本身产生热，特别是在聚合开始时。聚合时间可以例如是约0.5h至约10h。

[0078] 聚合产生反相乳液，其包含在水中溶解或溶胀的一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物的水相，其中水相在包含一种或多种疏水液体的有机相中乳化。

[0079] 在示例性实施方案中，反相乳液组合物的制备在化学生产装置中进行。

[0080] 经反转聚合物溶液的制备

根据各种示例性实施方案，制备经反转聚合物溶液的方法可包括根据本文所述实施方案和在水溶液中反转和稀释反相乳液组合物，以提供经反转聚合物溶液。在示例性实施方案中，将示例性反相乳液组合物和水溶液混合，直到反相乳液组合物在水溶液中反转以提供经反转聚合物溶液。可以采用各种过程制备经反转聚合物溶液。经反转聚合物溶液可用于例如强化采油的方法中或摩擦减小应用中。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液包含根据实施方案的反相乳液组合物和水溶液。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液包含根据实施方案的反相乳液组合物，其已在水溶液中反转。

[0081] 根据各种示例性实施方案，用于强化采油的方法可包括根据本文所述实施方案和在水溶液中反转和/或稀释反相乳液组合物以提供经反转聚合物溶液。在示例性实施方案中，将示例性反相乳液组合物和水溶液混合，直到反相乳液组合物在水溶液中反转，以提供经反转聚合物溶液。

[0082] 在示例性实施方案中，水溶液包含产出水，淡水，盐水(例如含有溶解在其中的一种或多种盐的水)，卤水(例如由地下地层产生的)，海水，或其组合。

[0083] 本文所用的术语“卤水”或“水性卤水”是指：海水；天然存在的卤水；基于氯化物，基于溴化物，基于甲酸盐或基于乙酸盐的卤水，其含有一价和/或多价阳离子或其组合。合适的基于氯化物的卤水的实例包括但不限于氯化钠和氯化钙。合适的基于溴化物的卤水的实例包括但不限于溴化钠、溴化钙和溴化锌。此外，基于甲酸盐的卤水的实例包括但不限于甲酸钠、甲酸钾和甲酸铯。

[0084] 在某些实施方案中，水溶液包含约15,000至约160,000；约15,000至约100,000；约15,000至约50,000；约30,000至约40,000；或约15,000至约16,000总溶解固体(tds)。在一个示例性实施方案中，水溶液包含具有约15,000tds的卤水。通常，所用的水可以来自任何来源，条件是它不含过量的可能不利影响组合物或溶液中的其它组分的化合物。

[0085] 在示例性实施方案中，水溶液具有约4℃至约45℃的温度。在示例性实施方案中，水溶液具有约45℃至约95℃的温度。

[0086] 在示例性实施方案中，将反相乳液组合物在水溶液中反转并稀释，以提供具有约50至约15,000ppm，或约500至约5000ppm的丙烯酰胺(共)聚合物的活性聚合物浓度的经反

转聚合物溶液。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.5或更小的FR1.2。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.0至约1.3，或约1.1至约1.3的FR1.2。在示例性实施方案中，经反转聚合物溶液具有约1.25，或约1.2或更小的FR1.2。

[0087] 在一些实施方案中，经反转聚合物溶液可具有至少50ppm(例如至少100ppm，至少250ppm，至少500ppm，至少750ppm，至少1000ppm，至少1500ppm，至少2000ppm，至少2500ppm，至少3000ppm，至少3500ppm，至少4000ppm，至少4500ppm，至少5000ppm，至少5500ppm，至少6000ppm，至少6500ppm，至少7000ppm，至少7500ppm，至少8000ppm，至少8500ppm，至少9000ppm，至少9500ppm，至少10,000ppm，至少10,500ppm，至少11,000ppm，至少11,500ppm，至少12,000ppm，至少12,500ppm，至少13,000ppm，至少13,500ppm，至少14,000ppm，或至少14,500ppm)的一种或多种合成(共)聚合物(例如，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物)的浓度。

[0088] 在一些实施方案中，经反转聚合物溶液可具有15,000ppm或更小(例如14,500ppm或更小，14,000ppm或更小，13,500ppm或更小，13,000ppm或更小，12,500ppm或更小，12,000ppm或更小，11,500ppm或更小，11,000ppm或更小，10,500ppm或更小，10,000ppm或更小，9,500ppm或更小，9,000ppm或更小，8,500ppm或更小，8,000ppm或更小，7,500ppm或更小，7,000ppm或更小，6,500ppm或更小，6,000ppm或更小，5,500ppm或更小，5,000ppm或更小，4500ppm或更小，4000ppm或更小，3500ppm或更小，3000ppm或更小，2500ppm或更小，2000ppm或更小，1500ppm或更小，1000ppm或更小，750ppm或更小，500ppm或更小，250ppm或更小，或100ppm或更小)的一种或多种合成(共)聚合物(例如，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物)的浓度。

[0089] 经反转聚合物溶液可具有一种或多种合成(共)聚合物(例如，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物)的浓度，其范围从上述任何最小值到上述任何最大值。例如，在一些实施方案中，经反转聚合物溶液可具有500至5000ppm(例如，500至3000ppm，或500至1500ppm)的一种或多种合成(共)聚合物(例如，一种或多种丙烯酰胺(共)聚合物)的浓度。

[0090] 在一些实施方案中，经反转聚合物溶液可以是水性不稳定胶体悬浮液。在其它实施方案中，经反转聚合物溶液可以是稳定水溶液。

[0091] 在一些实施方案中，经反转聚合物溶液在使用1.2μm过滤器的15psi下可具有1.5或更小的过滤比(例如，1.45或更小，1.4或更小，1.35或更小，1.3或更小，1.25或更小，1.2或更小，1.15或更小，1.1或更小，或小于1.05)。在一些实施方案中，经反转聚合物溶液在使用1.2μm过滤器的15psi下可具有大于1的过滤比(例如，至少1.05，至少1.1，至少1.15，至少1.2，至少1.25，至少1.3，至少1.35，至少1.4或至少1.45)。

[0092] 经反转聚合物溶液可以在使用1.2μm过滤器的15psi下具有范围从上述任何最小值到上述任何最大值的过滤比。例如，在一些实施方案中，经反转聚合物溶液在使用1.2μm过滤器的15psi下可具有1至1.5(例如，1.1至1.4，或1.1至1.3)的过滤比。

[0093] 在某些实施方案中，经反转聚合物溶液可具有基于剪切速率、温度、盐度、聚合物浓度和聚合物分子量的粘度。在一些实施方案中，经反转聚合物溶液可具有2cP至100cP的粘度，其中2cP至100cP是使用下表中的范围的输出：

聚合物粘度(cP)	2 ~ 100
剪切速率(1/sec)	0.1 ~ 1000

温度(℃)	1 ~ 120
盐度(ppm)	0 ~ 250,000
聚合物浓度(ppm)	50 ~ 15,000
聚合物分子量(道尔顿)	2M ~ 26 M

在示例性实施方案中,一旦溶解开始,反相乳液组合物在水溶液中反转所需的时间少于30分钟。

[0094] 根据实施方案的反相乳液组合物和经反转聚合物溶液可以用于地下处理。这种地下处理包括但不限于钻井作业,增产处理,生产和完井作业。受益于本公开,本领域普通技术人员将能够认识到合适的地下处理。

[0095] 本发明的实施方案的反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可具有各种用途,例如在从含油地层的原油开发和生产中,其可包括初次、二次或强化开采。化学技术(包括例如注射表面活性剂(表面活性剂驱油)以降低阻止或抑制油滴移动通过储层的界面张力,或注射允许存在的油更容易移动通过地层的聚合物)可以在实施初次和/或二次开采技术之前、期间或之后使用。这些技术也可用于强化采油,或补充其它强化采油技术。

[0096] 示例性反相乳液组合物和经反转聚合物溶液可用于如下的多种多样的过程:絮凝助剂,离心助剂,矿物浆料的脱水,薄提升脱水(thin lift dewatering),破乳,污泥脱水,原水和废水澄清,纸浆和纸张的制造中的助留助滤剂,采矿加工中的浮选助剂,颜色去除,和农业应用。通常,本文所述的示例性反相乳液组合物和经反转聚合物溶液可用作各种固液分离过程中的加工助剂,包括但不限于絮凝,脱水,澄清和/或增稠过程或应用。如本文所提及的,术语“脱水”涉及通过固液分离过程从固体材料或土壤中分离水,例如通过湿法分级,离心,过滤或类似过程。在一些情况下,脱水过程和装置用于硬化或改进悬浮液中分散的颗粒材料的硬化。

[0097] 本文所述的示例性反相乳液组合物和经反转聚合物溶液可用于各种脱水、澄清和/或增稠应用。例如,示例性反相乳液组合物和经反转聚合物溶液可用于市政和工业废水处理;澄清和沉降一级和二级工业和城市废物;饮用水澄清;部分或全部脱水固体或澄清水返回到环境的应用中,如污泥堆肥,污泥的土地施用,施肥的造粒,澄清水的释放或再循环,造纸;食品加工应用,如废物脱水,包括禽肉、牛肉、猪肉和马铃薯的废物脱水,以及糖脱色、糖加工澄清和甜菜澄清;采矿和矿物应用,包括各种矿物浆料的处理、煤矸石脱水和增稠、尾矿增稠,以及Bayer工艺应用,如赤泥沉降、赤泥洗涤、Bayer工艺过滤、水合物絮凝和沉淀;生物技术应用,包括废物的脱水和澄清,如发酵液的脱水和澄清;等等。

[0098] 在示例性实施方案中,反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用于使悬浮固体脱水。在示例性实施方案中,使分散固体的悬浮液脱水的方法包括:(a)将有效量的示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液与分散固体的悬浮液混合,和(b)使分散固体的悬浮液脱水。

[0099] 在示例性实施方案中,使分散固体的水性悬浮液脱水的方法包括:(a)向悬浮液中加入有效量的反相乳液组合物或经反转聚合物溶液;(b)将反相乳液组合物或经反转聚合物溶液混合到悬浮液中以形成经处理的悬浮液;和(c)对经处理的悬浮液进行脱水。

[0100] 示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可以单独用于上述应用中、与其它已知的处理结合使用或与其它已知的处理连续使用。

[0101] 在示例性实施方案中，示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用于造纸厂工艺用水的脱墨方法中。

[0102] 在其它示例性实施方案中，澄清工业废水的方法包括：向废水中加入有效量的LP组合物；和澄清工业废水。

[0103] 在示例性方法中，反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用作唯一的处理剂或加工助剂。在其它实施方案中，反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可以与其它处理剂和加工助剂组合使用。在示例性实施方案中，该方法进一步包括向废水中加入有机或无机凝结剂。

[0104] 在示例性实施方案中，示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用于污泥脱水方法中。

[0105] 在示例性实施方案中，示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可以用于澄清含油废水的方法中。

[0106] 示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用于处理、澄清或破乳这种废水。

[0107] 示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液也可用于澄清食品加工废物的方法中。

[0108] 在另一个示例性实施方案中，反相乳液组合物或经反转聚合物溶液可用于由纤维素原料制造纸或纸板的过程中。

[0109] 可受益于示例性反相乳液组合物或经反转聚合物溶液的其它应用包括土壤改良、再造林、侵蚀控制、种子保护/生长等，其中将反相乳液组合物或经反转聚合物溶液施用于土壤。

[0110] 以下实施例的存在仅用于说明目的，而不旨在是限制性的。

[0111] 实施例1.示例性反相乳液组合物的制备

向1000mL烧杯(含有磁力搅拌棒)中加入丙烯酰胺(作为53重量%的水溶液，276.89g溶液)。搅拌溶液，且向其中加入冰丙烯酸(63.76g)，二亚乙基三胺五乙酸(Versenex 80，40%，0.53g)和水(183.31g)。缓慢加入氢氧化钠(50重量%，70.79g)，保持溶液温度低于30℃，直到达到6.0-6.5的pH。如果需要，重新检查pH并调节至6.0-6.5。

[0112] 向1000mL烧杯(含有磁力搅拌棒)中加入高沸点石蜡溶剂套装(211.1g)。加入乳化表面活性剂(12.18g)，且搅拌混合物直到表面活性剂溶解。在剧烈混合下将单体溶液加入到油相(在30秒的时间内)以形成粗单体乳液。一旦加入，将混合物搅拌20分钟。

[0113] 然后将粗单体乳液均化20秒(使用Ross ME100L均质器，在4500rpm下运行)。然后将均化的乳液转移到1000mL夹套反应器中，该反应器配备有顶置式搅拌器、氮气和二氧化硫气体入口、热电偶、排气口和受控温度再循环浴。然后将反应器内容物鼓泡1.0小时。

[0114] 引发聚合反应，且反应温度保持在约40至约45℃。放热停止后，将反应混合物温热至50℃并保持1.5小时。在1.5小时结束时，加入偏亚硫酸氢钠溶液(37.5重量%，17.88g)并使其混合10分钟。

[0115] 实施例2.经反转聚合物溶液的制备

制备合成卤水，其包括以下物质：Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、Cl^-，和约15,000ppm的TDS。制备卤水制剂并在使用前通过0.45μm过滤器过滤。

[0116] 使用1000mL烧杯、Teflon涂覆的混合叶片和顶置式搅拌器，将360g卤水加入到烧

杯中。将卤水在500rpm下搅拌，并将实施例1中制备的反相乳液组合物通过注射器以一定剂量加入到卤水溶液中以得到10,000ppm，基于活性聚合物浓度。将其在恒定500rpm下混合2小时。使用80g母液和320g另外的卤水将该母液稀释至2,000ppm。首先将卤水加入到烧杯中，所述烧杯具有混合叶片，用顶置式混合器以500rpm搅拌，并将母液加入到混合卤水中的涡旋肩部。将其再混合2小时。

[0117] 实施例3:经反转聚合物溶液的测试

制备两种经反转聚合物溶液的样品用于评估。第一种由上面实施例1中描述的乳液制成。第二种由KEMFLOW A-4358(可从Kemira Chemicals,Inc.市售可得)制成，它是市售可得的乳液聚合物，具有与示例性乳液类似的装料。如上文实施例2中所述地反转聚合物。

[0118] 使用Anton Paar MC302测量卤水溶液的粘度，使用同心圆心轴附件在40℃的受控温度下进行0.1 sec^{-1}至100 sec^{-1}的剪切速率扫描。以10 sec^{-1}记录数据，目标粘度为20cP +/- 1cP。

[0119] 过滤比：

过滤比以两种方式测量。FR5(使用5微米过滤器的过滤比)通过在1巴压力的N_2或氩气下使500mL如上所述制备的经反转聚合物溶液样品通过5μm 47mm聚碳酸酯过滤器来测定。FR5计算为$\frac{500g\text{的时间}-400g\text{的时间}}{200g\text{的时间}-100g\text{的时间}}$。对于该实施例，通过结果认为是FR5 ≤ 1.2。在FR5>1.2的样品中，认为产品没有通过，且没有完成进一步的测试。

[0120] FR1.2(使用1.2微米过滤器的过滤比)通过在1巴压力的N_2或氩气下使200mL样品通过47mm 1.2μm聚碳酸酯过滤器来测定。FR1.2计算为$\frac{200g\text{的时间}-180g\text{的时间}}{80g\text{的时间}-60g\text{的时间}}$并报告。对于该实施例，通过结果认为是FR1.2 ≤ 1.5，但该实施例的目标是FR1.2 ≤ 1.2。

[0121] 表1.

	40℃下的粘度(cP)		过滤比*	
	1 sec-1	10 sec-1	5um	1.2um
KEMFLOW A-4358	46.5	28.1	1.598	n/a
实施例 1	33.6	24.2	1.102	1.191

*聚碳酸酯膜

如表中所示，仅示例性乳液提供可接受的过滤比结果。

[0122] 实施例4

在该实施例中，评估示例性含AMPS的反相乳液组合物的样品。如实施例1中所述制备示例性乳液4-A至4-F的样品，其中将AMPS单体与丙烯酸单体一起加入，以提供具有表3中所示的AMPS含量(摩尔%)的聚合物，和总装料30%。该聚合物包含约70摩尔%的丙烯酰胺。所得聚合物组合物具有约25%的活性聚合物浓度，并如实施例2中所述进行反转。使用实施例3中描述的测试方法测定每个样品的粘度和FR1.2值。结果显示在下表2中：

表2.

样品	AMPS 含量(%)	粘度 25 °@ 10^{-s} (cps)	粘度 40 °@ 10^{-s} (cps)	FR 1.2 μm, 47mm
4-A	5	35.5	29.2	1.07
4-B	10	29.2	23.1	1.22
4-C	15	24	18.8	1.25
4-D	5	33.3	27.1	1.20
4-E	10	30.2	23.5	1.20
4-F	15	25.6	19.8	1.08

当将样品乳液组合物反转并稀释至2000ppm活性聚合物浓度时，提供所需性质的组合物是FR1.2为约1.2或更小的那些。

[0123] 在前面的说明书中，已经描述了各种实施方案。然而，将显而易见的是可以对其进行各种修改和改变，且可以实现另外的实施方案，而不脱离如在所附权利要求中阐述的示例性实施方案的更宽范围。因此，说明书被认为是说明性的而非限制性的意义。