



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110684519 A

(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201911246659.4

(22)申请日 2019.12.09

(71)申请人 山东新港化工有限公司

地址 257091 山东省东营市东营港经济开发  
区港西六路以东、港北一路以北

(72)发明人 吴庆凯 李金平 秦玉斌 祝东明  
姜力华 胡朋朋 丁锡刚

(74)专利代理机构 青岛清泰联信知识产权代理  
有限公司 37256

代理人 张洁

(51)Int.Cl.

C09K 8/584(2006.01)

C07C 309/42(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

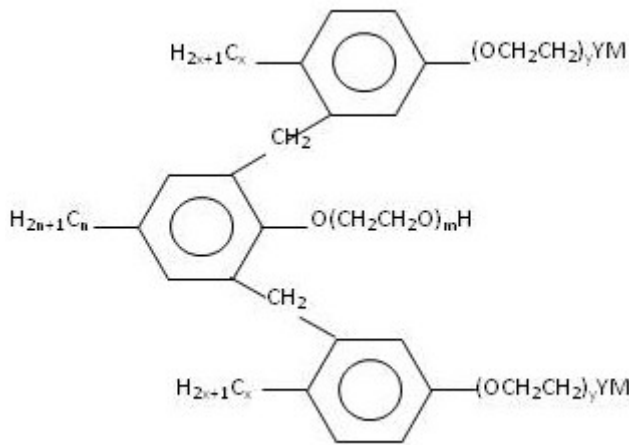
(54)发明名称

耐地层吸附的稠油降粘驱油剂及其应用

(57)摘要

一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂及其应用,属于石油开采技术领域。所述驱油剂由三联阴非离子表面活性剂、阴非离子表面活性剂、非离子表面活性剂、低碳醇和水组成,各组分含量为:10~15wt%的三联阴非离子表面活性剂;10~15wt%的阴非离子表面活性剂;10~30wt%的非离子表面活性剂;15~25wt%的低碳醇;15~55wt%的水。在0.3%浓度下,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1}$  mN/m,降粘率 $\geq 95\%$ ,自然脱水率 $\geq 80\%$ 。经模拟地层砂吸附后,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1}$  mN/m,降粘率 $\geq 90\%$ 。该产品原料易得,使用方便,适用于地层水矿化度低于300000mg/L,钙镁离子浓度低于5000mg/L,原油粘度低于10000mPa·s的稠油油藏,可以大大提高原油采收率。

1.耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,其特征在于,按重量比计,由以下原料组成:具有式(A)结构的表面活性剂10-15%,阴非离子表面活性剂10-15%,非离子表面活性剂10-30%,低碳醇15-25%,水15-55%;



其中: $H_{2x+1}C_x$ 和 $H_{2n+1}C_n$ 为烷基链,x为8~30的整数,n为8~24的整数,x和n的值可以相同或不同; $(CH_2CH_2O)_y$ 和 $(CH_2CH_2O)_m$ 为聚氧乙烯基团,y为0~30的整数,m为1~30的整数,y和m的值可以相同或不同;Y为阴离子基团,至少包括但不限于具有0~6个长度的碳链并可连接0~6个羟基的羧酸基团、磺酸基团中的一种或多种,M为 $Na^+$ 、 $K^+$ 或 $NH_4^+$ 离子;

所述阴非离子表面活性剂为脂肪醇聚氧乙烯醚磺酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羧酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羧酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐中的一种或多种,所述非离子表面活性剂为脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚、脂肪酸二乙醇酰胺的一种或多种。

2.根据权利要求1所述的耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,其特征在于,按重量比计,由以下原料组成:具有式(A)结构的表面活性剂10%,阴非离子表面活性剂15%,非离子表面活性剂15%,低碳醇20%,水40%。

3.根据权利要求1或2所述的耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,其特征在于,具有0~6个长度的碳链并可连接0~6个羟基的羧酸基团、磺酸基团选自乙酸、乙基磺酸、丙基磺酸、丙基磺酸、羟乙基丙磺酸基团中的一种或多种。

4.根据权利要求1或2所述的耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,其特征在于,所述阴非离子表面活性剂的碳链长度为8~30,E0数为2~30,所述非离子表面活性剂的碳链长度为8~30。

5.根据权利要求1或2所述的耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,其特征在于,所述低碳醇为甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、丁醇中的一种或多种。

6.权利要求1-5任意一项所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂在石油开采中的应用。

7.根据权利要求6所述的应用,其特征在于,将所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂配制成0.3%浓度的水溶液时,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} mN/m$ ,降粘率 $\geq 95\%$ ,自然脱水率 $\geq 80\%$ ,洗油率 $\geq 45\%$ ;经模拟地层砂吸附24h后,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} mN/m$ ,降粘率 $\geq 90\%$ 。

## 耐地层吸附的稠油降粘驱油剂及其应用

## 技术领域

[0001] 本发明属于石油开采技术领域,特别涉及一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂。

## 背景技术

[0002] 稠油降粘驱油技术是一种稠油冷采技术,该技术通过将稠油降粘驱油剂溶液注入到地层,利用驱油剂的洗油功能剥离地层砂上的原油,并降低原油粘度,便于原油在地层内的运移,从而提高原油采收率,是一种极具发展潜力的采油技术。

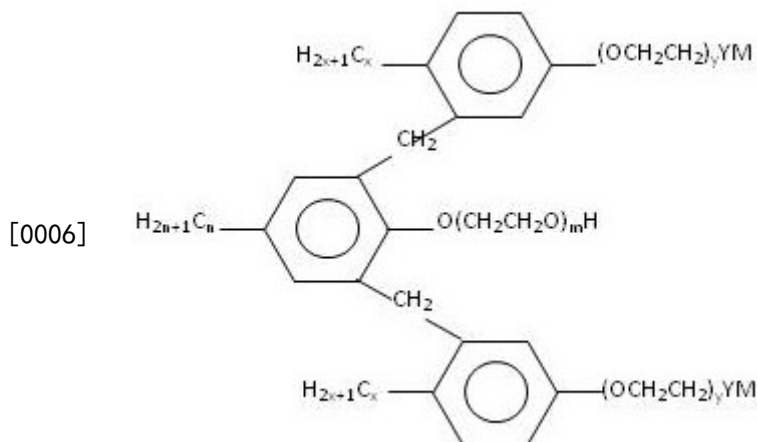
[0003] 随着稠油冷采技术的发展,人们开发了许多不同种类的稠油降粘驱油剂。CN107365574A公开了一种用于普通稠油油藏的降粘驱油剂,适用于普通稠油油藏。该降粘驱油剂以烷基醇聚氧乙烯醚硫酸酯盐为主,在实际应用中,硫酸酯盐容易水解导致驱油剂失效,水解产生的硫酸根可与钙镁离子形成沉淀,堵塞地层。CN107365575A公开了一种适用于稠油油藏的降粘驱油剂及驱油体系。该专利所用的酯类化合物,在地层中容易水解,并形成难溶物质,抗钙镁能力差。CN109135709A公开了一种适用于稠油油藏的降粘驱油剂及驱油体系,降粘驱油剂由非离子表面活性剂、阳离子型低聚表面活性剂、低碳醇和水组成。该驱油剂虽然能够有效降低稠油的粘度。但该专利中的阳离子型低聚表面活性剂,不耐地层吸附,经地层吸附后性能下降明显,采收率提高幅度有限。因此,亟需发明一种耐盐能力强,降粘率高且耐地层吸附的驱油剂。

## 发明内容

[0004] 本发明针对现有稠油降粘驱油剂抗盐能力差、不耐地层吸附和采收率提高幅度有限的问题,提出一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂及其应用。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案为:

一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,按重量比计,由以下原料组成:具有式(A)结构的表面活性剂10-15%,阴非离子表面活性剂10-15%,非离子表面活性剂10-30%,低碳醇15-25%,水15-55%。



式(A)

其中： $H_{2x+1}C_x$ 和 $H_{2n+1}C_n$ 为烷基链， $x$ 为8~30的整数， $n$ 为8~24的整数， $x$ 和 $n$ 的值可以相同或不同； $(CH_2CH_2O)_y$ 和 $(CH_2CH_2O)_m$ 为聚氧乙烯基团， $y$ 为0~30的整数， $m$ 为1~30的整数， $y$ 和 $m$ 的值可以相同或不同； $Y$ 为阴离子基团，至少包括但不限于具有0~6个长度的碳链并可连接0~6个羟基的羧酸基团、磺酸基团中的一种或多种， $M$ 为 $Na^+$ 、 $K^+$ 或 $NH_4^+$ 离子。

[0007] 作为优选，所述驱油剂按重量比计，由以下原料组成：具有式(A)结构的表面活性剂10%，阴非离子表面活性剂15%，非离子表面活性剂15%，低碳醇20%，水40%。

[0008] 作为优选，具有0~6个长度的碳链并可连接0~6个羟基的羧酸基团、磺酸基团选自乙基羧酸、乙基磺酸、丙基羧酸、丙基磺酸、羟乙基丙磺酸基团中的一种或多种

作为优选，所述阴非离子表面活性剂为脂肪醇聚氧乙烯醚磺酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羧酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羧酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐中的一种或多种，所述非离子表面活性剂为脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚、脂肪酸二乙醇酰胺的一种或多种。

[0009] 作为优选，所述阴非离子表面活性剂的碳链长度为8~30，EO数为2~30，所述非离子表面活性剂的碳链长度为8~30。

[0010] 作为优选，所述低碳醇为甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、丁醇中的一种或多种。

[0011] 本发明还公开了所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂在石油开采中的应用。

[0012] 所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂，适用于地层水矿化度低于300000mg/L，钙镁离子浓度低于5000mg/L，地下原油粘度低于10000mPa·s的稠油油藏。将所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂配制成0.3%浓度的水溶液时，油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1}$ mN/m，降粘率 $\geq 95\%$ ，自然脱水率 $\geq 80\%$ ，洗油率 $\geq 45\%$ ；经模拟地层砂吸附24h后，油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1}$ mN/m，降粘率 $\geq 90\%$ 。

[0013] 本发明所采用的表面活性剂组分，均是耐水解、耐温、抗盐、地层吸附量低的类型，不会对地层造成破坏，同时各组分之间具有协同效应，能够降低界面张力和提高降粘率，有利于产品深入地层发挥效用。

[0014] 本发明与现有技术相比较具有如下优点和有益效果：

1、稠油降粘驱油剂采用三联阴非离子表面活性剂、阴非离子表面活性剂、非离子表面活性剂组合，具有更强的耐盐能力和更高的降粘率；

2、稠油降粘驱油剂经地层吸附后依然具有较高的降粘率和较低界面张力，有利于驱替液在深入地层后仍然能够发挥降粘和降低界面张力的作用，效果更为持久；

3、稠油降粘驱油剂具有较高的自然沉降脱水率，有利于采出液破乳；

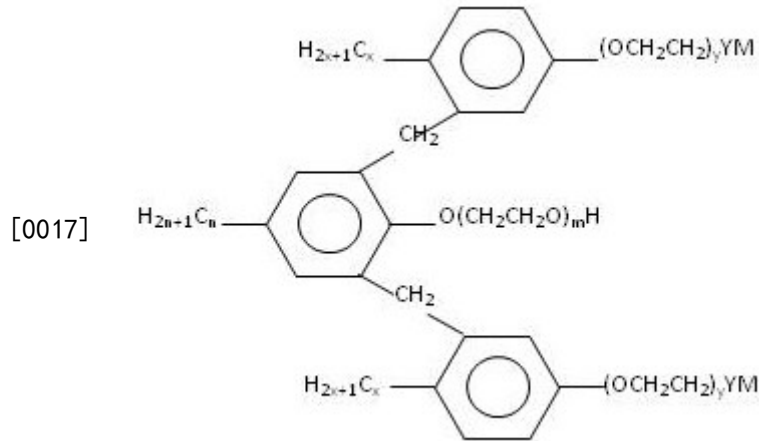
4、稠油降粘驱油剂具有较高的洗油效率，易于将原油从油砂上剥离，提高原油采收率；在现场应用中原油采收率得到了大幅度的提高，获得了良好的效果。

## 具体实施方式

[0015] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0016] 本发明实施例提供了一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂，主要由具有式(A)结构

的表面活性剂、阴非离子表面活性剂、非离子表面活性剂、低碳醇和水组成。



式 (A)

其中： $H_{2x+1}C_x$ 和 $H_{2n+1}C_n$ 为烷基链， $x$ 为8~30的整数， $n$ 为8~24的整数， $x$ 和 $n$ 的值可以相同或不同； $(CH_2CH_2O)_y$ 和 $(CH_2CH_2O)_m$ 为聚氧乙烯基团， $y$ 为0~30的整数， $m$ 为1~30的整数， $y$ 和 $m$ 的值可以相同或不同； $Y$ 为阴离子基团，至少包括但不限于具有0~6个长度的碳链并可连接0~6个羟基的羧酸基团、磺酸基团中的一种或多种，优选为乙基羧酸、乙基磺酸、丙基羧酸、丙基磺酸、羟乙基丙磺酸基团中的一种或多种，更优选为磺酸基团； $M$ 为 $Na^+$ 、 $K^+$ 或 $NH_4^+$ 离子。

[0018] 在上述实施例中，如式 (A) 所示的表面活性剂是一种低聚型阴非离子表面活性剂，其分子内具有两种不同性质的亲水基，具有良好的耐碱、耐盐和耐高温及优良的分散性能和抗分解能力，且与其他表面活性剂或聚合物有良好的配伍性，特别适合在高温高盐稠油油藏开发领域应用。稠油降粘驱油剂采用阴非离子表面活性剂、非离子表面活性剂组合，充分发挥阴离子型和非离子型表面活性剂的优点，具有更强的耐碱、耐盐、耐高温能力和更高的降粘率，且本发明摒弃了阳离子型低聚表面活性剂的应用，提高了其耐地层吸附的能力。

[0019] 在一可选实施例中，所述驱油剂按重量百分比计由如下原料组成，具有式 (A) 结构的表面活性剂10~15%，阴非离子表面活性剂10~15%，非离子表面活性剂10~30%，低碳醇15~25%，水15~55%。

[0020] 在上述配比范围内，各组分之间配伍合理，制备的驱油剂可有效提高耐地层吸附的能力，经地层吸附后依然具有较高的降粘率和较低界面张力，有利于驱替液在深入地层后仍然能够发挥降粘和降低界面张力的作用，效果更为持久。

[0021] 在一优选实施例中，所述驱油剂按重量百分比计由如下原料组成，具有式 (A) 结构的表面活性剂10%，阴非离子表面活性剂15%，非离子表面活性剂15%，低碳醇20%，水40%。

[0022] 在最佳配比条件下得到的驱油剂各项性能指标最佳，在0.3%浓度下，油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} \text{mN/m}$ ，降粘率 $\geq 95\%$ ，自然脱水率 $\geq 80\%$ ，洗油率 $\geq 45\%$ 。经模拟地层砂吸附24h后，油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} \text{mN/m}$ ，降粘率 $\geq 90\%$ 。

[0023] 在一可选实施例中，所述阴非离子表面活性剂，为脂肪醇聚氧乙烯醚磺酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羧酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羧酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐、烷基酚聚氧乙烯醚羟丙基磺酸盐中的一种或多种；优选碳链长度为8~30，EO数为2~30。可以理解的是，本实施例使用磺酸盐和羧酸盐而避免硫酸酯盐阴非离子表面活性剂的应用，可以避免因硫酸酯盐水解后与钙镁离子形成沉淀，堵塞地层。

[0024] 在一可选实施例中,所述的非离子表面活性剂,脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚、脂肪酸二乙醇酰胺的一种或多种,优选碳链长度为8~30。所述非离子表面活性剂稳定性较高,水溶性较好,耐电解质,抗硬水能力强。

[0025] 在一可选实施例中,所述低碳醇为甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、丁醇中的一种或多种。

[0026] 本发明实施例还公开了所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂在石油开采中的应用。

[0027] 在一可选实施例中,将所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂配制成0.3%浓度的水溶液时,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} \text{mN/m}$ ,降粘率 $\geq 95\%$ ,自然脱水率 $\geq 80\%$ ,洗油率 $\geq 45\%$ 。经模拟地层砂吸附24h后,油水界面张力 $\leq 1.0 \times 10^{-1} \text{mN/m}$ ,降粘率 $\geq 90\%$ 。

[0028] 在上述实施例中,将所述耐地层吸附的稠油降粘驱油剂用于金家油田稠油油藏中,大大提高了原油采出率,实验油井日采油由7.2t/d逐步增加至18.3t/d,效果显著。

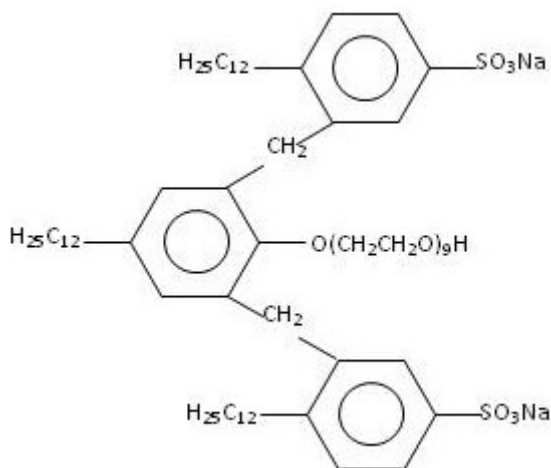
[0029] 为了更清楚详细地介绍本发明实施例所提供的一种耐地层吸附的稠油降粘驱油剂,下面将结合具体实施例进行描述。

[0030] 、实施例的制备

### 1.1 实施例1:稠油降粘驱油剂样品1的制备

取十二烷基酚聚氧乙烯醚(9EO)-3,5-二甲撑-双十二烷基苯磺酸钠10%、取十二醇聚氧乙烯醚(3EO)磺酸钠15%,取辛基酚聚氧乙烯醚(10EO)10%,取月桂酸二乙醇酰胺5%,取甲醇20%,补水到100%,混合搅拌均匀,即得稠油降粘驱油剂样品1。

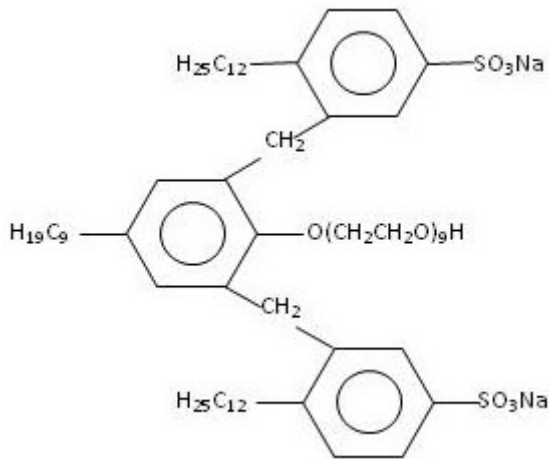
[0031] 实施例1所用的十二烷基酚聚氧乙烯醚(9EO)-3,5-二甲撑-双十二烷基苯磺酸钠结构式如下:



### 1.2 实施例2:稠油降粘驱油剂样品2的制备

取壬基酚聚氧乙烯醚(9EO)-3,5-二甲撑-双十二烷基苯磺酸钠15%、取十二醇聚氧乙烯醚(4EO)羧酸钠15%,取壬基酚聚氧乙烯醚(10EO)10%,取棕榈酸二乙醇酰胺5%,取乙醇20%,补水到100%,混合搅拌均匀,即得稠油降粘驱油剂样品2。

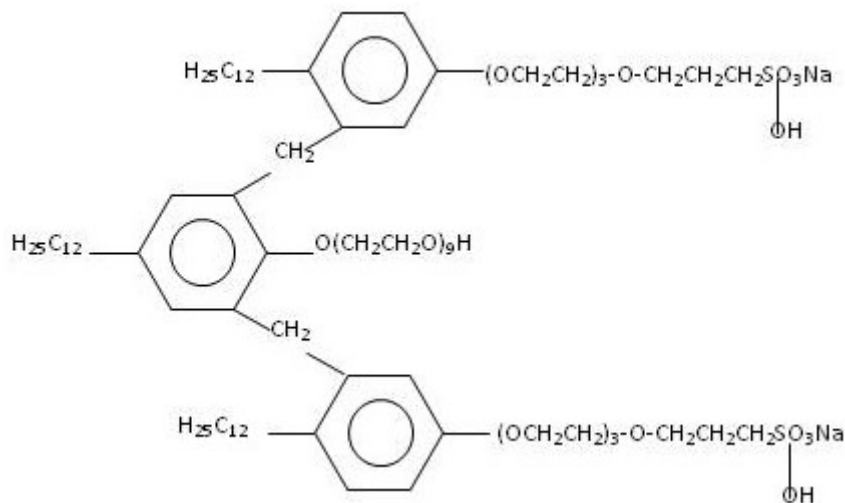
[0032] 实施例2所用的壬基酚聚氧乙烯醚(9EO)-3,5-二甲撑-双十二烷基苯磺酸钠结构式如下:



### 1.3 实施例3:稠油降粘驱油剂样品3的制备

取十二烷基酚聚氧乙烯醚(9E0)-3,5-二甲撑-双十二烷基酚聚氧乙烯醚(3E0)羟基丙磺酸钠10%、取十二醇聚氧乙烯醚(4E0)磺酸钠15%,取壬基酚聚氧乙烯醚(5E0)羟基丙磺酸钠10%,取硬脂酸二乙醇酰胺5%,取异丙醇20%,补水到100%,混合搅拌均匀,即得稠油降粘驱油剂样品3。

[0033] 实施例3所用的十二烷基酚聚氧乙烯醚(9E0)-3,5-二甲撑-双十二烷基酚聚氧乙烯醚(3E0)羟基丙磺酸钠结构式如下:



## 2、实验室性能测试

### 2.1 稠油降粘驱油剂界面张力的测定

取实施例1~3的样品,用矿化度250000mg/L的模拟地层水配制0.3%的溶液,待测。

[0034] 用粘度为2000mPa·s左右的原油作油样,按照SY/T 5370-1999中3.3的规定,在50℃下测定样品溶液与油样间的界面张力(转速5000 r/min),记录界面张力最低值。

[0035] 稠油降粘剂降粘率的测定

取实施例1~3的样品,用矿化度250000mg/L的模拟地层水配制0.3%的溶液,待测。

[0036] 用粘度计或流变仪(剪切速率 $60\text{s}^{-1}$ )测定50℃下稠油油样的粘度 $\mu_0$ 。

[0037] 称取配制的样品溶液30g放入小烧杯中,加入目标区块油样70g,密封后置于恒温干燥箱内,在油藏温度下恒温2h。

[0038] 取出样品,用玻璃棒充分搅拌使油水混合均匀,迅速用粘度计或流变仪(剪切速率

60s<sup>-1</sup>)测定油藏温度下油水混合物的粘度 $\mu_1$ 。

[0039] 降粘率按公式 $f_1=(\mu_0-\mu_1)/\mu_0$ 计算。

[0040] 稠油降粘驱油剂洗油率的测定

将模拟地层砂与稠油油样按4:1比例(质量比)混合,放入恒温干燥箱中,在油藏温度下老化7d,每天搅拌1次,使油砂混合均匀。

[0041] 取实施例1~3的样品,用矿化度250000mg/L的模拟地层水配制0.3%的溶液,待测。

[0042] 称取老化好的油砂约5g放至100mL锥形瓶中,称重得 $m_1$ ,精确至0.001g。

[0043] 向锥形瓶中加入配制好的0.3%样品溶液50g,充分混合后在油藏温度下静置48h。

[0044] 将静置后的样品溶液中漂浮的原油及瓶壁上粘附的原油用干净的棉纱蘸出,并倒出样品溶液,将锥形瓶放在105℃烘箱中烘至恒重,得 $m_2$ 。

[0045] 用石油醚对锥形瓶中的剩余物进行原油洗脱,直至石油醚无色。将洗脱尽原油的锥形瓶置于120℃烘箱中烘至恒重,称重得 $m_3$ 。

[0046] 洗油率按照公式 $\sigma_1=(m_1-m_2)/(m_1-m_3)$ 计算。

[0047] 稠油降粘驱油剂自然脱水率的测定

取实施例1~3的样品,用矿化度250000mg/L的模拟地层水配制0.3%的溶液,待测。

[0048] 取配制的样品溶液9mL放入50mL具塞刻度试管中,加入稠油油样21mL,旋紧后置于恒温干燥箱内,在50℃下恒温1h,读取试管下部水相体积 $V_0$ 。

[0049] 摇晃试管使油水充分混合后置于恒温干燥箱内,在50℃下静置1h,读取试管下部出水体积 $V_1$ 。

[0050] 自然脱水率按照公式 $X=V_1/V_0$ 计算。

[0051] 性能测试结果如表1所示。

[0052] 表1 稠油降粘驱油剂性能测定结果

项目	实施例1	实施例2	实施例3
界面张力(mN/m)	$5.0 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-2}$	$4.2 \times 10^{-2}$
降粘率(%)	97.5%	98.8%	96.2%
洗油率(%)	45%	52%	48%
自然脱水率(%)	95%	92%	100%

## 2.5 稠油降粘驱油剂样品吸附后性能测定

取实施例1~3的样品,分别用矿化度250000mg/L的地层水配制0.3%的溶液,分别取溶液90g与30g模拟地层砂混合,放入50℃的恒温水浴振荡器中振荡24h(振荡频率170rpm),取出后静置30min,取上层清液(如果溶液浑浊用离心机离心)。

[0053] 按照前述方法对界面张力、降粘率和自然脱水率等指标进行测试,结果如表2所示。

[0054] 表2 稠油降粘剂吸附后测定数据

项目	实施例1	实施例2	实施例3
界面张力(mN/m)	$8.7 \times 10^{-2}$	$8.2 \times 10^{-2}$	$8.2 \times 10^{-2}$
降粘率(%)	95.5%	96.2%	95%
自然脱水率(%)	100%	100%	100%

通过比较表1和表2的测试结果可以看出,稠油降粘剂能够在吸附后仍然保持较低的界



面张力、较高的降粘率和较高自然脱水率,表明稠油驱油降粘剂具有较强的耐地层吸附的性能,能够深入地层发挥持久的驱油效果。

#### [0055] 、现场应用测试

##### 稠油降粘驱油剂在金家油田金8区块的现场应用

金8区块位于金家油田的南部,南部为鲁西隆起,西临金9块,北临金10块。金8块主力含油层系沙三上,埋深800~1000米,含油面积1.27km<sup>2</sup>,地质储量372.74万吨。构造形态为南高北低的单斜构造,平均孔隙度为36.5%,渗透率为 $1764 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,泥质含量16.8%,储层超强水敏,水敏指数在0.5~1.0之间。地面脱气原油粘度900mPa·s,原始油层压力8MPa,原始油层温度42℃,是一个高孔中渗、常温常压、具有边水的构造-岩性超强水敏普通稠油油藏。

[0056] 稠油降粘驱油剂注入前,金8区块采用热水驱,水井开2口,油井开9口,日液19.0t/d,日油7.2t/d,综合含水62.1%。

[0057] 2019年1月开始注入稠油降粘驱油剂,注入浓度0.5%。

[0058] 截止2019年5月,产能为日液47.4t/d,日油18.3t/d,综合含水61.4%。

[0059] 稠油降粘剂注入后,日液增加28.4t/d,日油增加11.1t/d,累增油861吨。

[0060] 目前,日油增加保持持续增加状态。