



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112143473 A

(43)申请公布日 2020.12.29

(21)申请号 201910567758.6

C09K 8/58(2006.01)

(22)申请日 2019.06.27

(71)申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100027 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22号

申请人 中国石油化工股份有限公司石油勘  
探开发研究院

(72)发明人 张锁兵 路熙 陈立峰 齐义彬  
伦增珉 吕成远 赵春鹏 王海涛  
赵清民 周霞

(74)专利代理机构 北京思创毕升专利事务所  
11218

代理人 孙向民 廉莉莉

(51)Int.Cl.

C09K 8/58A(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种乳状液调驱剂及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种乳状液调驱剂及其制备方法。该乳状液调驱剂包括如下组分：油相、乳化剂、界面膜稳定剂、余量为水；所述乳化剂为表面活性剂复配体系，包括阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂；所述界面膜稳定剂为纳米粒子。本发明所使用的乳化剂为阴/阳/非离子表面活性剂复配体系，三者的协同作用使得渣油更容易乳化；同时，由于静电作用，表面活性剂在油水界面膜上排布更加均一，有利于水包油乳状液的形成与稳定；此外，选用的水基纳米聚硅粒子对体系的pH值不敏感，纳米粒子可与表面活性剂分子在油水界面膜上形成有序结构缔合体，该结构使得乳状液更加稳定，180天不破乳，有利于延长调驱作业的有效期。

1. 一种乳状液调驱剂,其特征在於,以所述乳状液调驱剂的总重量为基准,该乳状液调驱剂包括如下组分:

油相5~20wt%、乳化剂0.5~2wt%、界面膜稳定剂0.1~2wt%、余量为水;

所述乳化剂为表面活性剂复配体系,包括阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂;

所述界面膜稳定剂为纳米粒子。

2. 根据权利要求1所述的乳状液调驱剂,其中,阴离子表面活性剂、非离子表面活性剂和阳离子表面活性剂的重量比为1:0.2~1.2:0.2~1.5,更优选为1:0.3~1:0.3~1.2。

3. 根据权利要求1所述的乳状液调驱剂,其中,所述阴离子表面活性剂为磺酸盐型阴离子表面活性剂,所述非离子表面活性剂为烷基糖苷,所述阳离子表面活性剂为季铵盐型阳离子表面活性剂。

4. 根据权利要求1所述的乳状液调驱剂,其中,所述油相为渣油。

5. 根据权利要求4所述的乳状液调驱剂,其中,所述渣油的软化点为21.0℃~46.0℃。

6. 根据权利要求1所述的乳状液调驱剂,其中,所述纳米粒子为水基纳米聚硅,所述水基纳米聚硅以二氧化硅为核,表面修饰带有疏水性、助吸附性和亲水性基团的有机化合物,粒径为2-100nm。

7. 根据权利要求1所述的乳状液调驱剂,其中,所述水为油田注入水。

8. 根据权利要求7所述的乳状液调驱剂,其中,所述油田注入水的矿化度 $\leq 20000\text{mg/L}$ 。

9. 权利要求1-8中任意一项所述的乳状液调驱剂的制备方法,其特征在於,该制备方法包括:

将油相、乳化剂、界面膜稳定剂、水均匀混合后得到所述乳状液调驱剂。

10. 权利要求4或5所述的乳状液调驱剂的制备方法,其特征在於,该制备方法包括:

1) 将乳化剂、界面膜稳定剂于加热至70-90℃的水中均匀混合得到混合物;

2) 将渣油加热至流动状态,然后在搅拌状态下加入至步骤1)得到的混合物中,经研磨后,得到所述乳状液调驱剂。

## 一种乳状液调驱剂及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于石油开发领域,更具体地,涉及一种乳状液调驱剂及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 我国大部分注水开发的中高渗透率老油田已进入高含水、高采出程度的“双高”开发阶段。在我国对石油需求越来越大的背景下,加大对剩余油的开发显得尤为重要。但由于长期注水开发,这些老油田已出现严重的储层平面和纵向非均质性,导致吸水剖面和采液剖面不均,油田开发中存在含水率上升过快、产量快速递减的问题,采出液含水率达到90%以上。因此,稳油控水成为改善油藏开发效果亟需解决的技术难题。

[0003] 利用化学剂先调剖后驱油(调驱)是目前稳油控水的重要手段之一,也是目前改善储层非均质性、提高采收率的主要方法。目前油田应用的调剖剂主要有颗粒堵剂、冻胶堵剂、聚合物微球堵剂、泡沫堵剂、乳状液等,化学驱油剂主要有表面活性剂、碱、聚合物所构成的复合体系以及泡沫、乳状液等。其中,由于水包油型乳状液具有优异的选择性封堵及驱油能力,一次注入就可以起到调剖和驱油作用,作为一种调驱剂近年来得到研究者广泛重视。

[0004] 专利CN 106893571A(一种水包油乳状液驱油剂)报道了一种水包油乳状液调驱剂,利用纳米二氧化硅溶胶、表面活性剂、白油及水制备而成,室内可以在水驱基础上提高采收率30%以上。该专利的优点:采用纳米二氧化硅溶胶作为液膜稳定剂,增强了乳状液的黏度和稳定性。不足之处在于采用白油为油相,因而造成乳状液成本过高,在目前低油价情况下,基于上述油相的乳状液调驱剂无法获得大规模的推广应用。此外,对于纳米二氧化硅溶胶,目前只有水作为溶剂的体系,而纳米二氧化硅溶胶对体系的pH值变化比较敏感,pH值的变化往往会导致其较快的形成胶凝态;此外,高价离子的加入,也容易导致纳米二氧化硅溶胶快速形成胶凝态。最终导致其失去作为纳米材料的一些特殊性能。

[0005] 文献(崔丹丹.渣油及沥青乳状液驱油方法研究[J].石化技术,2016,23(2):67-68),专利CN 101949282B(一种渣油沥青乳状液驱油方法)报道了一种渣油及沥青乳状液调驱剂的制备技术,室内实验表明,乳状液无论对高渗或低渗的稠油油藏均能提高采收率,渣油含量为5%的乳状液可提高采收率25.56%;沥青含量为5%的乳状液可提高采收率23.12%。

[0006] 上述文献和专利报道的技术,其优点为:采用渣油及沥青为油相,而渣油和沥青为原油提取轻质油后所得的残余油,黏度极高,后续加工经济效益较低,因此制备的渣油及沥青乳状液调驱剂价格低廉。不足之处在于,仅依靠表面活性剂制备的水包油乳状液稳定性差,而且表面活性剂极易受到地层岩石的吸附,造成乳状液的破乳,没有起到应有的效果。

[0007] 因此,现有的调驱剂在技术和性能上仍有较大的改进提升余地。而价格低廉,性能优良的调驱剂的研发,都无疑会对现有的注水开发油藏产生积极作用,以及最终表现出的经济效益,都将产生重要影响。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的是为解决现有技术中存在的不足,提供一种乳状液调驱剂及其制备方法,采用阴/阳/非离子表面活性剂复配体系作为乳化剂,利用三者的协同作用使得油相更容易乳化。

[0009] 为了实现上述目的,本发明的第一方面提供一种乳状液调驱剂,以所述乳状液调驱剂的总重量为基准,该乳状液调驱剂包括如下组分:

[0010] 油相5~20wt%、乳化剂0.5~2wt%、界面膜稳定剂0.1~2wt%、余量为水;

[0011] 所述乳化剂为表面活性剂复配体系,包括阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂;

[0012] 所述界面膜稳定剂为纳米粒子。

[0013] 作为优选方案,所述阴离子表面活性剂、所述非离子表面活性剂和所述阳离子表面活性剂的重量比为1:0.2~1.2:0.2~1.5,更优选为1:0.3~1:0.3~1.2。

[0014] 本发明中,各组分均可通过商购获得。

[0015] 作为优选方案,所述阴离子表面活性剂为碳数为C12~18的烷基,可以是直链也可以是支链,氧乙烯数为6-20的磺酸盐型阴离子表面活性剂。更优选为磺酸盐型阴离子表面活性剂,如脂肪醇聚氧乙烯醚磺酸盐,所述脂肪醇聚氧乙烯醚磺酸盐包括但不限于正十二醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、正十三醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、正十四醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、正十六醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、正十二醇聚氧乙烯醚(8)磺酸钠、正十八醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、正十八醇聚氧乙烯醚(10)磺酸钠、正十八醇聚氧乙烯醚(12)磺酸钠、正十八醇聚氧乙烯醚(14)磺酸钠、正十八醇聚氧乙烯醚(16)磺酸钠中的至少一种。

[0016] 作为优选方案,所述非离子表面活性剂为碳数为C8~C16的烷基,可以是直链或支链,糖苷的聚合度为1-10的烷基糖苷。更优选地,所述烷基糖苷选自正十烷基葡萄糖一苷/二苷、正十一烷基葡萄糖一苷/二苷、正十二烷基葡萄糖一苷/二苷、正十三烷基葡萄糖一苷/二苷、正十四烷基葡萄糖一苷/二苷、正十六烷基葡萄糖一苷/二苷中的至少一种。

[0017] 作为优选方案,所述阳离子表面活性剂为碳数为C12-C18,烷基链可以是直链或支链的季铵盐型阳离子表面活性剂。更优选地,所述季铵盐型阳离子表面活性剂选自正十四烷基三甲基溴化铵、正十六烷基三甲基溴化铵、正十八烷基三甲基溴化铵等中的至少一种。

[0018] 作为优选方案,所述油相为渣油。更优选选用软化点为21.0℃~46.0℃的渣油。渣油作为油相,降低了调驱体系成本,从而克服了现有技术中存在的成本高等不足之处。

[0019] 作为优选方案,所述纳米粒子为水基纳米聚硅。所述水基纳米聚硅作为界面膜稳定剂可使表面活性剂分子在界面膜上形成有序缔合体,使得乳状液更加稳定。

[0020] 更优选地,所述水基纳米聚硅可选用以二氧化硅为核,表面修饰带有疏水性、助吸附性和亲水性基团的有机化合物,粒径为2-100nm的水基纳米聚硅。如中国专利CN 101831283B记载的水基纳米聚硅微粒,所述水基纳米聚硅微粒二氧化硅与带有疏水性基团的有机化合物的摩尔比为2-20:1,带有疏水性、助吸附性和亲水性基团的有机化合物在纳米聚硅微粒中所占重量比分别为1%-25%、0%-7%和5%-85%;所述的带有疏水性、助吸附性基团的有机化合物是带有功能性基团的碳原子数为1-20的碳链化合物,疏水性功能基团为三甲基、二甲基、乙基、乙烯基、氟代烷基中的一种或几种,助吸附性功能基团为羟基、羧基、环氧基、胺基中的一种或几种;带有亲水性基团的有机化合物为含有羟基、羧基、胺基

之一种或几种的有机胺化合物和/或表面活性剂,所述的表面活性剂为阴离子表面活性剂和/或非离子表面活性剂。也可选择河南王屋纳米科技有限公司生产的水基纳米聚硅。

[0021] 作为优选方案,所述水为油田注入水,进一步优选为矿化度 $\leq 20000\text{mg/L}$ 的油田注入水。

[0022] 本发明的第二方面提供上述的乳状液调驱剂的制备方法,该制备方法包括:

[0023] 将油相、乳化剂、界面膜稳定剂、水均匀混合后得到所述乳状液调驱剂。

[0024] 当油相为渣油时,上述的乳状液调驱剂的制备方法包括:

[0025] 1) 将乳化剂、界面膜稳定剂于加热至 $70-90^{\circ}\text{C}$ 的水中均匀混合得到混合物;

[0026] 2) 将渣油加热至流动状态,然后在搅拌状态下加入至步骤1)得到的混合物中,经研磨后,得到所述乳状液调驱剂。

[0027] 本发明中,本领域技术人员可根据需要对步骤2)的研磨时间进行调整,通常情况下,10-15min即可得到所述乳状液调驱剂。

[0028] 本发明的乳状液调驱剂的使用方法可按包括如下的步骤实施:

[0029] 1、当地层水矿化度 $> 30000\text{mg/L}$ 时,需用 $10-20\text{m}^3$ 的油田注入水(矿化度 $\leq 20000\text{mg/L}$ )作为预处理段塞泵入地层,注入压力 $\leq 10\text{MPa}$ ,注入速度 $5-10\text{m}^3/\text{h}$ ,避免井筒周围地层水对乳状液调驱剂造成破坏,导致注入压力过高,给连续施工带来不便。若地层水矿化度 $\leq 30000\text{mg/L}$ ,可将乳状液调驱剂直接注入地层。

[0030] 2、注入乳状液调驱剂,注入速度 $2-5\text{m}^3/\text{h}$ ,注入压力控制在低于地层破裂压力 $3\text{MPa}$ 以下,设计处理半径为 $3-5\text{m}$ ,乳状液调驱剂注入量 $V=\pi r^2 \phi h$ ,其中, $r$ 为计划调剖半径(单位,m), $\phi$ 为目标油藏孔隙度(单位,%), $h$ 为出水段长度(单位,m), $\pi=3.14$ 。

[0031] 3、利用油田注入水以 $5-10\text{m}^3/\text{h}$ 的速度注入速度进行持续水驱。

[0032] 本发明的有益效果包括:

[0033] 1、本发明所使用的乳化剂为阴/阳/非离子表面活性剂复配体系,三者的协同作用使得渣油更容易乳化;同时,由于静电作用,表面活性剂在油水界面膜上排布更加均一,有利于水包油乳状液的形成与稳定;此外,选用的水基纳米聚硅粒子对体系的pH值不敏感,也不易受到钙、镁等二价离子的影响,纳米粒子可与表面活性剂分子在油水界面膜上形成有序结构缔合体,该结构使得乳状液更加稳定,可稳定180天不破乳,有利于延长调驱作业的有效期。

[0034] 2、本发明可通过调整表面活性剂与纳米粒子的用量及比例来控制乳状液界面膜的粘弹性及厚度,进而起到调控乳化液滴稳定性及粒径的作用,最终可实现对不同条件(渗透率、孔隙度、温度、矿化度)油藏进行调驱的目的。

[0035] 3、本发明所使用的油相可以为渣油,价格低廉且用量小;同时,乳液制备对乳化设备要求较低,乳液使用方法简单,因此使用该乳液进行调驱有利于降低作业成本。

[0036] 本发明的其它特征和优点将在随后具体实施方式部分予以详细说明。

## 具体实施方式

[0037] 下面将更详细地描述本发明的优选实施方式。虽然以下描述了本发明的优选实施方式,然而应该理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施方式所限制。相

反,提供这些实施方式是为了使本发明更加透彻和完整,并且能够将本发明的范围完整地传达给本领域的技术人员。

[0038] 本发明实施例中的水基纳米聚硅购自河南王屋纳米科技有限公司。

[0039] 实施例1:

[0040] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0041] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油5%,表面活性剂0.5%,水基纳米聚硅0.1%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.2%的正十二醇聚氧乙烯醚(8)磺酸钠、0.15%正十二烷基葡萄糖一苷和0.15%正十八烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为10000mg/L。

[0042] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中,10分钟后得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为6.32μm,取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过180天。

[0043] 实施例2:

[0044] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0045] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油20%,表面活性剂2%,水基纳米聚硅2%,其余为配液用水。其中表面活性剂为1%的正十四醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、0.5%正十二烷基葡萄糖一苷和0.5%正十六烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为10000mg/L。

[0046] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。12分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为8.17μm。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0047] 实施例3:

[0048] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0049] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油15%,表面活性剂1%,水基纳米聚硅1%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.5%的正十八醇聚氧乙烯醚(6)磺酸钠、0.25%正十二烷基葡萄糖一苷和0.25%正十八烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为10000mg/L。

[0050] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中,15分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为3.57μm。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0051] 实施例4:

[0052] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0053] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效

果:渣油8%,表面活性剂0.8%,水基纳米聚硅0.2%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.4%的正十八醇聚氧乙烯醚(8) 磺酸钠、0.2%正十二烷基葡萄糖二苷和0.2%正十八烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为8000mg/L。

[0054] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中,10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为7.37 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过180天。

[0055] 实施例5:

[0056] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0057] 1) 按照以下各组份质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油15%,表面活性剂1%,水基纳米聚硅0.8%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.6%的正十八醇聚氧乙烯醚(10) 磺酸钠、0.2%正十六烷基葡萄糖二苷和0.2%正十四烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为8000mg/L。

[0058] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为15.67 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0059] 实施例6:

[0060] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0061] 1) 按照以下各组份质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油10%,表面活性剂1%,水基纳米聚硅0.8%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.6%的正十八醇聚氧乙烯醚(12) 磺酸钠、0.2%正十六烷基葡萄糖二苷和0.2%正十八烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为8000mg/L。

[0062] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为10.67 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0063] 实施例7:

[0064] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0065] 1) 按照以下各组份质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油16%,表面活性剂1%,水基纳米聚硅1.2%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.6%的正十八醇聚氧乙烯醚(14) 磺酸钠、0.2%正十六烷基葡萄糖一苷和0.2%正十六烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为5000mg/L。

[0066] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80℃,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳

状液调驱剂进行测定,其平均粒径为11.83 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0067] 实施例8:

[0068] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0069] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油16%,表面活性剂1%,水基纳米聚硅1.2%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.6%的正十八醇聚氧乙烯醚(16)磺酸钠、0.2%正十六烷基葡萄糖一苷和0.2%正十四烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为5000mg/L。

[0070] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80 $^{\circ}\text{C}$ ,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为10.22 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0071] 实施例9:

[0072] 本实施例提供一种乳状液调驱剂及其制备方法。

[0073] 1) 按照以下各组分质量百分比含量配制乳状液调驱剂用于评价其提高采收率效果:渣油12%,表面活性剂1.6%,水基纳米聚硅1.2%,其余为配液用水。其中表面活性剂为0.5%的正十八醇聚氧乙烯醚(16)磺酸钠、0.5%正十六烷基葡萄糖一苷和0.6%正十八烷基三甲基溴化铵的混合物。配液用水为高矿化度油田注入水,其矿化度为5000mg/L。

[0074] 2) 将配液用水置于带有加热套的胶体磨中,将水温加热至80 $^{\circ}\text{C}$ ,依次加入表面活性剂、水基纳米聚硅,在600rpm转速条件下使其充分溶解,再将加热至流动状态的渣油缓慢倒入胶体磨中。10分钟后即可得到乳状液调驱剂。利用FEIQUAN-TA200F扫描电镜对得到乳状液调驱剂进行测定,其平均粒径为16.12 $\mu\text{m}$ 。取上述30mL乳状液调驱剂放入西林瓶,室温条件下密封保存,稳定时间超过200天。

[0075] 测试例:

[0076] 利用实施例1至实施例9中的乳状液调驱剂进行调驱物模试验。通过物模试验来说明本实施例所述乳状液调驱剂提高采收率的能力。本试验用的填砂管模型参数见表1。

[0077] 物模试验分三步进行。第一步以0.5mL/min的流速使用注入水进行水驱,驱至出口端含水率大于98%,停止水驱,记录水驱采收率。第二步是以0.3mL/min的流速向填砂管中注入0.2PV (PV为填砂管孔隙体积)的乳状液调驱剂。第三步是以0.5mL/min的流速使用注入水进行水驱,驱至出口端含水率大于98%,停止水驱,记录最终累积采收率。实验结果见表1。

[0078] 表1

[0079]

编号	渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$	孔隙度 /%	一次水驱 采收率 /%	注入乳状液 累积采收率/%	继续水驱后 累积采收率 /%
----	--------------------------------	-----------	-------------------	------------------	----------------------

[0080]

实施例 1	2156	29.6	38.2	68.1	87.1
实施例 2	2135	29.6	39.4	67.6	86.5
实施例 3	2155	29.6	38.7	67.3	85.2
实施例 4	2145	27.8	39.3	65.4	84.1
实施例 5	2422	33.3	37.5	70.2	89.5
实施例 6	2491	33.8	36.3	70.3	90.1
实施例 7	2535	34.0	35.5	71.5	90.3
实施例 8	2839	35.1	32.2	73.2	91.2
实施例 9	2859	35.1	31.9	73.1	91.7

[0081] 通过流动试验可知,本文发明的乳状液调驱剂可提高采收率50%左右,由此说明该纳米粒子强化的乳状液调驱剂具有优异的提高采收率能力。

[0082] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。