



(21) 申请号 202210585016.8

E21B 43/22 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.27

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 112226223 A, 2021.01.15

申请公布号 CN 114774096 A

CN 113881411 A, 2022.01.04

(43) 申请公布日 2022.07.22

US 2021115324 A1, 2021.04.22

(73) 专利权人 山东新港化工有限公司

WO 2022047904 A1, 2022.03.10

地址 257081 山东省东营市东营港经济开

徐金腾. 玛湖凹陷特低渗透油藏减阻增注纳
米液体体系筛选.《中国优秀硕士学位论文全文数
据库 工程科技I辑》.2019, (第7期), 第B019-316
页.

发区港西六路以东、港北一路以北

(72) 发明人 姜力华 秦玉斌 祝东明 齐高政

(74) 专利代理机构 青岛清泰联信知识产权代理

审查员 喻丝雨

有限公司 37256

专利代理师 张洁

(51) Int. Cl.

C09K 8/58 (2006.01)

C09K 8/584 (2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱
剂及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明提供了一种低渗透油藏驱油用耐温
抗盐纳米渗吸排驱剂及其制备方法和应用,属于
油田化学领域。本发明提供的低渗透油藏驱油用
耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,以质量百分比计,包
括纳米表面活性剂30%-40%、非离子表面活性
剂10%-20%、两性离子表面活性剂15%-20%,
低碳醇5%,其余为水。本发明提供的排驱剂可有
效应用于地层温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 、地层水矿化度0-
100000mg/L、其中钙镁离子浓度 $\leq 2000\text{mg/L}$ 、渗
透率为 $(0.1\sim 50)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 的低渗透油藏中,且
制备工艺简单、成本低廉、绿色环保。

1. 低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,其特征在於,以质量百分比计,包括纳米表面活性剂30%-40%、非离子表面活性剂10%-20%、两性离子表面活性剂15%-20%,低碳醇5%,其余为水;

所述纳米表面活性剂为纳米表面活性剂LP702,粒径 $\leq 200\text{nm}$;

所述非离子表面活性剂为表面活性剂TERRAVIS AK13M;

所述两性离子表面活性剂选自十二烷基丙基羟磺基甜菜碱、十六烷基丙基羟磺基甜菜碱和十八烷基丙基羟磺基甜菜碱中的至少一种;

所述低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂在与矿化度0-100000mg/L、其中钙镁离子浓度 $\leq 2000\text{mg/L}$ 的水相配伍时,界面张力 $\leq 0.0022\text{ mN/m}$ 、接触角 $\leq 19.4^\circ$ 、渗吸效率 $\geq 40.5\%$ 、毛细管自吸高度 $\geq 32\text{mm}$,耐温 $\leq 150^\circ\text{C}$ 前后性能大体不变。

2. 根据权利要求1所述的耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,其特征在於,所述低碳醇为甲醇、乙醇和异丙醇中的至少一种。

3. 根据权利要求1或2所述的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂的制备方法,其特征在於,包括以下步骤:

将非离子表面活性剂加入到反应釜中,再加入低碳醇,于温度50-60 $^\circ\text{C}$ 下搅拌均匀后,加入水,搅拌25-30min,最后加入两性离子表面活性剂和纳米表面活性剂充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

4. 根据权利要求1或2所述的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂在地层温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ 、地层水矿化度0-100000mg/L、其中钙镁离子浓度 $\leq 2000\text{mg/L}$ 、渗透率为 $(0.1\sim 50)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 的低渗透油藏压驱中的应用。

5. 根据权利要求4所述的应用,其特征在於,所述耐温抗盐渗吸排驱剂的使用浓度为0.3%。

低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于油田化学领域,尤其涉及一种低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 低渗透油藏开发将是我国未来油气开发的主力,也是中国石油实现长期稳产的重要基础。目前在新探明的石油地质储量中低渗透油藏占到了30.9%左右,而渗吸驱油是低渗透油藏提高采收率的重要措施之一。渗吸过程比较复杂,容易受到多种因素的影响,其中界面张力和岩石表面的润湿性是影响低渗透油藏渗吸作用的重要因素,而表面活性剂通常具有能够显著改变界面张力值和润湿接触角的作用。

[0003] 随着纳米技术的不断发展,国内外相关纳米化学驱油技术研究在世界范围内已经引起了极大的关注。近些年来,纳米膜驱和纳米材料降压增注技术已取得一定的效果和认识,目前已经开展的室内评价研究和部分油田的矿场试验表明,纳米颗粒能够通过降低界面张力,改变岩石表面的润湿性,在一定程度上提高洗油效率。

[0004] CN105860949A公开了一种油藏用的渗吸剂组合物及该油藏用的渗吸剂组合物的制剂,主要由非离子表面活性剂和阴离子表面活性剂组成,该组合物虽然在动、静态方面渗吸效果均好,但界面张力没有达到超低,也没有充分发挥毛管力的作用。CN 107216863A公开了一种应用于低渗透油藏渗吸采油的渗吸剂,但该渗吸剂为有机氯硅烷改性纳米SiO₂,由于含有有机氯,所以不适合在油田应用。因此,充分发掘纳米材料与化学驱油的有机结合点,实现低渗透油藏大幅度提高原油采收率的目标十分有必要。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,该排驱剂可有效应用于地层水矿化度 $\leq 100000\text{mg/L}$ 、其中钙镁离子浓度 $\leq 2000\text{mg/L}$ 、渗透率为 $(0.1\sim 50) \times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 的低渗透油藏中,且制备工艺简单、成本低廉、绿色环保。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供了一种低渗透油藏驱油用耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,以质量百分比计,包括纳米表面活性剂30%-40%、非离子表面活性剂10%-20%、两性离子表面活性剂15%-20%,低碳醇5%,其余为水。

[0007] 作为优选,所述纳米表面活性剂选用从宁波锋成纳米科技有限公司商购获得的代号为LP702的纳米表面活性剂,粒径 $\leq 200\text{nm}$ 。所用纳米表面活性剂注入性良好,并具有耐温抗盐的特点。

[0008] 作为优选,所述非离子表面活性剂选用从沙索(中国)化学有限公司商购获得的代号为TERRAVIS AK13M的表面活性剂,主要成分为异构十三醇聚氧乙烯醚,分子式: $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$,n为环氧乙烷加成物质的量,n选自7、8、10、12和14中的任意数值。该非离子表面活性剂易溶于水,具有优良的润湿性,渗透性和乳化性,并具有耐温抗盐的特点。

[0009] 作为优选,所述两性离子表面活性剂选自十二烷基丙基羟磺基甜菜碱、十六烷基丙基羟磺基甜菜碱和十八烷基丙基羟磺基甜菜碱中的至少一种。

[0010] 作为优选,所述低碳醇为甲醇、乙醇和异丙醇中的至少一种。

[0011] 作为优选,其在与矿化度0-100000mg/L、其中钙镁离子浓度 ≤ 2000 mg/L的水相配伍时,界面张力 ≤ 0.005 mN/m、接触角 $\leq 20^\circ$ 、渗吸效率 $\geq 40\%$ 、毛细管自吸高度 ≥ 30 mm,耐温 $\leq 150^\circ\text{C}$ 前后性能大体不变。

[0012] 本发明提供了一种根据上述任一项技术方案所述的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂的制备方法,包括以下步骤:

[0013] 将非离子表面活性剂加入到反应釜中,再加入低碳醇,于温度 $50-60^\circ\text{C}$ 下搅拌均匀后,加入水,搅拌30min,最后加入两性离子表面活性剂和纳米表面活性剂充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0014] 本发明提供了一种根据上述任一项技术方案所述的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂在地层温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ 、地层水矿化度0-100000mg/L、其中钙镁离子浓度 ≤ 2000 mg/L、渗透率为 $(0.1\sim 50) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的低渗透油藏压驱中的应用。

[0015] 作为优选,所述耐温抗盐渗吸排驱剂的使用浓度为0.3%。

[0016] 与现有技术相比,本发明的优点和积极效果在于:

[0017] 1、本发明提供的耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,由纳米活性材料和表面活性剂复配而成。纳米活性材料通过化学键作用在油湿岩石表面形成连续的吸附层,形成亲水表面,复配两性离子表面活性剂后,增强了体系润湿性改变的能力。非离子表面活性剂的加入,提高了体系的洗油能力。在纳米活性材料、两性离子表面活性剂和非离子表面活性剂的共同作用下,能使油水界面张力达到超低,从而增强了渗吸驱油效率,提高了原油采收率。

[0018] 2、本发明提供的耐温抗盐纳米渗吸排驱剂,主要应用于低渗透油藏压驱中,具有耐温耐盐的特点,与应用现场油水配伍性好,不产生沉淀,不会造成地层堵塞。

[0019] 3、本发明提供的耐温抗盐纳米渗吸排驱剂生产工艺简单,原料易购且不含有机氯,从生产到使用对环境和人员均无害,符合绿色环保要求。

具体实施方式

[0020] 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。

[0021] 下述实施例中所用原料均通过商业途径购买,纳米表面活性剂LP702购自宁波锋成纳米科技有限公司,表面活性剂TERRAVIS AK13M购自沙索(中国)化学有限公司,其它为市售产品。

[0022] 实施例1

[0023] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度 50°C 下搅拌均匀后,加入300kg水,搅拌25min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0024] 实施例2

[0025] 将120kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg乙醇,于温度52℃下搅拌均匀后,加入290kg水,搅拌25min,最后加入160kg十六烷基丙基羟磺基甜菜碱和380kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0026] 实施例3

[0027] 将140kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg异丙醇,于温度54℃下搅拌均匀后,加入280kg水,搅拌30min,最后加入170kg十八烷基丙基羟磺基甜菜碱和360kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0028] 实施例4

[0029] 将160kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg乙醇,于温度56℃下搅拌均匀后,加入270kg水,搅拌30min,最后加入180kg十六烷基丙基羟磺基甜菜碱和340kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0030] 实施例5

[0031] 将180kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg异丙醇,于温度58℃下搅拌均匀后,加入260kg水,搅拌30min,最后加入190kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和320kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0032] 实施例6

[0033] 将200kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度60℃下搅拌均匀后,加入250kg水,搅拌30min,最后加入200kg十六烷基丙基羟磺基甜菜碱和300kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0034] 本发明提供的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,其组分和配比是在大量的实验基础上确定的,任何改变都会造成检测指标的不合格。

[0035] 对比例1

[0036] 将400kg水加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0037] 对比例1为去掉实施例1配方中的表面活性剂TERRAVIS AK13M得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,其中,表面活性剂TERRAVIS AK13M的量用水补齐。

[0038] 对比例2

[0039] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入450kg水,搅拌30min,最后加入400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0040] 对比例2为去掉实施例1配方中的十二烷基丙基羟磺基甜菜碱得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,其中,十二烷基丙基羟磺基甜菜碱的量用水补齐。

[0041] 对比例3

[0042] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入700kg水,搅拌30min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0043] 对比例3为去掉实施例1配方中的纳米表面活性剂LP702得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,其中,纳米表面活性剂LP702的量用水补齐。

[0044] 对比例4

[0045] 将90kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入310kg水,搅拌30min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0046] 对比例4为实施例1配方中的表面活性剂TERRAVIS AK13M的量偏离了10%-20%的范围,即加入了90kg表面活性剂TERRAVIS AK13M(9%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,少加的表面活性剂TERRAVIS AK13M的量用水补齐。

[0047] 对比例5

[0048] 将210kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入190kg水,搅拌30min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0049] 对比例5为实施例1配方中的表面活性剂TERRAVIS AK13M的量偏离了10%-20%的范围,即加入了210kg表面活性剂TERRAVIS AK13M(21%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,多加的表面活性剂TERRAVIS AK13M的量从水中去除。

[0050] 对比例6

[0051] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入310kg水,搅拌30min,最后加入140kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0052] 对比例6为实施例1配方中的十二烷基丙基羟磺基甜菜碱的量偏离了15%-20%的范围,即加入了140kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱(14%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,少加的十二烷基丙基羟磺基甜菜碱的量用水补齐。

[0053] 对比例7

[0054] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入240kg水,搅拌30min,最后加入210kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和400kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0055] 对比例7为实施例1配方中的十二烷基丙基羟磺基甜菜碱的量偏离了15%-20%的范围,即加入了210kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱(21%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,多加的十二烷基丙基羟磺基甜菜碱的量从水中去除。

[0056] 对比例8

[0057] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入410kg水,搅拌30min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和290kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0058] 对比例8为实施例1配方中的纳米表面活性剂LP702的量偏离了30%-40%的范围,即加入了290kg纳米表面活性剂LP702(29%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,少加的纳米表面活性剂LP702的量用水补齐。

[0059] 对比例9

[0060] 将100kg表面活性剂TERRAVIS AK13M加入到反应釜中,再加入50kg甲醇,于温度50℃下搅拌均匀后,加入290kg水,搅拌30min,最后加入150kg十二烷基丙基羟磺基甜菜碱和410kg纳米表面活性剂LP702,充分搅拌均匀后,得到低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂。

[0061] 对比例9为实施例1配方中的纳米表面活性剂LP702的量偏离了30%-40%的范围,即加入了410kg纳米表面活性剂LP702(41%)所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂,多加的纳米表面活性剂LP702的量从水中去除。

[0062] 性能测试:

[0063] 将上述实施例和对比例制备所得产品配成0.3%浓度进行性能测试,测试条件和测试方法如下:

[0064] 测试条件:

[0065] 1、测试仪器:TX500C旋转滴界面张力仪、SDC-200型接触角测量仪、恒温干燥箱、磨口刻度渗吸瓶、岩心抽真空饱和试验装置。

[0066] 2、测试温度:胜利油田某区块地层温度80℃;

[0067] 3、测试用原油:胜利油田某区块脱水原油;

[0068] 4、测试用水:胜利油田某区块注入水,矿化度100000mg/L,钙镁离子浓度2000mg/L。

[0069] 测试方法:

[0070] 1、界面张力测试

[0071] 用胜利油田某区块注入水配制渗吸排驱剂试液(质量分数为0.3%),然后使用TX500C旋转滴界面张力仪在80℃下测定试液与目标区块油样间的界面张力(转速5000r/min,密度差按0.1计算),记录界面张力最低值。

[0072] 2、接触角测量

[0073] 将储层天然岩心洗油烘干后切成大小一致的切片,然后将岩心切片放入纳米渗吸排驱剂溶液(质量分数为0.3%)中浸泡24h,取出用蒸馏水冲洗干净后烘干,使用SDC-200型接触角测量仪测定水滴在岩心切片表面的接触角。

[0074] 3、静态渗吸驱油试验

[0075] 具体试验步骤为:①将储层天然岩心抽真空饱和注入水;②在储层温度(80℃)下饱和原油,静置24h后取出;③将岩心表面擦拭干净,放入装有渗吸液的磨口刻度渗吸瓶中进行静态渗吸驱油试验(试验温度为80℃),记录不同时间的渗吸出油量,并计算静态渗吸效率。

[0076] 4、毛细管自吸高度测试

[0077] (1) 亲油毛细管的制备

[0078] 毛细管规格:毛细管内径0.3-0.35mm依次用四氯化碳、苯:丙酮:乙醇=7:1.5:1.5(体积比)进行超声处理30min,除去表面有机物质;再依次用稀盐酸溶液(1:10),氢氟酸溶液(10%)进行超声,对毛细管表面进行粗糙、活化30min;用去离子水进行超声清洗,除去残留的酸,直至 $\text{pH}>6.5$, 105°C 烘干。

[0079] (2) 按照比例配置老化油,老化油组成为原油:航空煤油:90#沥青=2:5:3;将处理后的毛细管完全浸没在老化油中, 60°C 温度条件下老化2~4周;将毛细管取出,用煤油进行浸润2min清洗毛细管内外壁沉积的沥青,以不影响观察为准;用氮气将管外煤油吹干,放置在 60°C 密闭环境下烘干,得到油湿毛细管,保存备用。

[0080] (3) 测试制样

[0081] 取待测溶液,并加入胭脂红指示剂,保持溶液温度为 $25\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,将待测溶液倒入比色皿中至顶端边界,将标尺紧贴后壁立于后方;将处理好的毛细管竖直放置于比色皿中,使用载玻片保持所有测试用毛细管倾斜角度一致,读取记录管中液位高度与比色皿高度的高度差,分别记录毛细管没入液面10min时的液位高度。

[0082] 5、耐温性测试

[0083] 用胜利油田某区块注入水配制渗吸排驱剂试液(质量分数为0.3%),密封后放入 150°C 恒温干燥箱老化5d后取出,按照上述方法测试界面张力、接触角、渗吸效率和毛细管自吸高度。

[0084] 将上述实施例1-6和对比例1-9中得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂按照上述测试方法进行界面张力、接触角、渗吸效率和毛细管自吸高度的测试,测试结果如表1和表2所示。其中,参考几个相关标准,下述各参数的标准为:界面张力 $\leq 0.005\text{mN/m}$,接触角 $\leq 20^{\circ}$,渗吸效率 $\geq 40\%$,毛细管自吸高度 $\geq 30\text{mm}$ 。

[0085] 表1低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂性能测试

样品名称	界面张力, mN/m	接触角, °	渗吸效率, %	毛细管自吸 高度, mm
实施例 1	0.0015	18.5	40.8	31
实施例 2	0.0021	19.4	41.3	32
实施例 3	0.0019	17.3	42.1	32
实施例 4	0.0012	18.2	40.5	32

[0086]

[0087]	实施例 5	0.0022	17.7	41.6	31
	实施例 6	0.0016	18.8	42.9	31
	对比例 1	0.022	85.3	18.2	15
	对比例 2	0.058	82.8	21.0	18
	对比例 3	0.012	79.1	19.5	16
	对比例 4	0.0066	25.2	30.1	27
	对比例 5	0.0085	31.7	32.5	25
	对比例 6	0.0068	34.0	28.6	22
	对比例 7	0.0092	41.2	27.9	28
	对比例 8	0.0071	53.6	35.5	25
	对比例 9	0.0086	46.6	34.0	26

[0088] 表2低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂耐温(150℃)后性能测试

	样品名称	界面张力, mN/m	接触角, °	渗吸效率, %	毛细管自吸 高度, mm
	实施例 1	0.0023	18.8	40.5	31
	实施例 2	0.0026	19.6	40.9	31
	实施例 3	0.0029	18.2	42.0	30
	实施例 4	0.0033	18.6	40.6	31
	实施例 5	0.0025	18.1	41.5	31
	实施例 6	0.0018	19.3	42.2	32
[0089]	对比例 1	0.026	85.8	17.0	16
	对比例 2	0.066	85.5	21.3	18
	对比例 3	0.015	82.4	18.3	15
	对比例 4	0.0081	27.3	29.9	25
	对比例 5	0.0085	33.0	33.4	24
	对比例 6	0.0074	34.2	30.1	22
	对比例 7	0.0083	43.5	28.5	28
	对比例 8	0.0072	52.0	34.9	25
[0090]	对比例 9	0.0099	45.8	32.8	25

[0091] 由上述表1和表2可见,本发明申请所提供的配方在纳米表面活性剂LP702、表面活性剂TERRAVIS AK13M、十二烷基(十六烷基、十八烷基)丙基羟磺基甜菜碱及其组分配比的协同作用下,可使所得到的低渗透油藏驱油用耐温抗盐渗吸排驱剂具有界面张力 $\leq 0.0022\text{mN/m}$ 、接触角 $\leq 19.4^\circ$ 、渗吸效率 $\geq 40.5\%$ 、毛细管自吸高度 $\geq 32\text{mm}$ 、耐温 $\leq 150^\circ\text{C}$ 前

后性能大体不变等特点,显著优于上述参数目前的各自相关标准,即界面张力 $\leq 0.005\text{mN/m}$ 、接触角 $\leq 20^\circ$ 、渗吸效率 $\geq 40\%$ 、毛细管自吸高度 $\geq 30\text{mm}$ 。通过理论和实践经验,界面张力越低越好,接触角越小说明亲水性越好,毛管自吸高度越高说明渗吸越好,从而可在应用于低渗透油藏压驱中大幅度提高原油的采收率。