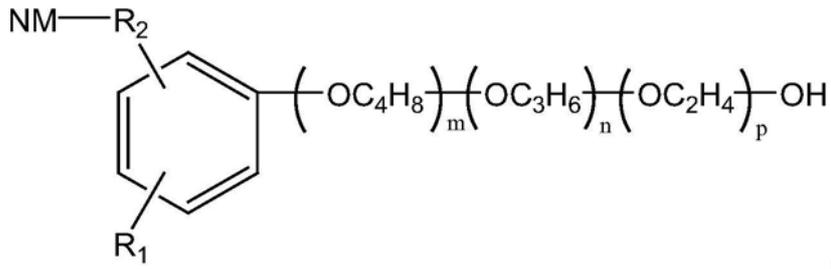




1. 一种烃基芳基阴非离子表面活性剂,其特征在于,所述烃基芳基阴非离子表面活性剂具有式(I)所示的分子通式中的至少一种:



式(I)中, $R_1$ 为 $C_1\sim C_{30}$ 的脂肪烃基或脂肪烃基取代芳香基中的任意一种; $R_2$ 为碳原子0-10的亚烷基、亚烯基、亚芳基中的任意一种; $M$ 为阴离子基团; $N$ 为阳离子或阳离子基团任意种; $m=0\sim 100$ , $n=0\sim 90$ , $p=0\sim 120$ ,且 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 均大于0。

2. 根据权利要求1所述烃基芳基阴非离子表面活性剂,其特征在于所述 $R_1$ 为 $C_1\sim C_{20}$ 的烷基、烯基或烷基苯、烯基苯中的任意一种。

3. 根据权利要求1所述烃基芳基阴非离子表面活性剂,其特征在于所述 $R_2$ 为碳原子数0-6的亚烷基、亚烯基、亚芳基中的任意一种。

4. 根据权利要求1所述烃基芳基阴非离子表面活性剂,其特征在于所述 $m=0.5\sim 50$ , $n=1\sim 75$ , $p=1\sim 50$ 。

5. 一种权利要求1~4任一所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,包括以下步骤:

a) 将起始剂和氧化丁烯、氧化丙烯、氧化乙烯,在催化剂存在下,进行醚化反应,得到醚化产物;其中,所述起始剂为取代基为 $C_1\sim C_{30}$ 脂肪基的芳香酚中的任意一种;

b) 步骤a)合成的醚化产物通过磺化反应或者烷基化反应,得到所述烃基芳基阴非离子表面活性剂;

或:

a') 将含有羧酸根起始剂为原料,和氧化丁烯、氧化丙烯、氧化乙烯,在催化剂存在下,进行醚化反应,得到所述烃基芳基阴非离子表面活性剂。

6. 根据权利要求5所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,其特征在于所述醚化反应的反应温度为 $140\sim 200^\circ\text{C}$ ,反应压力为 $0\sim 5\text{MPa}$ 。

7. 根据权利要求5所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,其特征在于所述起始剂与氧化丁烯、氧化丙烯、氧化乙烯的摩尔比分别选为 $1:(0.5\sim 50)$ 、 $1:(1\sim 75)$ 、 $1:(1\sim 50)$ 。

8. 根据权利要求5所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,其特征在于所述催化剂为碱金属氢氧化合物、DMC双金属聚醚催化剂或磷腈催化剂,用量为起始剂重量的 $0.001\sim 2.0\%$ 。

9. 根据权利要求5所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,其特征在于所述醚化产物与磺化试剂的摩尔比为 $1:(1\sim 3)$ ;所述磺化反应温度为 $20\sim 80^\circ\text{C}$ ,磺化反应时间为 $0.5\sim 10$ 小时;所述加碱后的pH值为 $10\sim 14$ ,水解反应时间为 $0.5\sim 5$ 小时。

10. 一种权利要求1~4任一所述的烃基芳基阴非离子表面活性剂的应用。

## 烃基芳基阴非离子表面活性剂及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种烃基芳基阴非离子表面活性剂及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 稠油是指沥青质和胶质含量较高、黏度较大的原油。通常把相对密度大于 $0.92\text{g}/\text{cm}^3$  ( $20^\circ\text{C}$ )、地下黏度大于 $50\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的原油叫稠油,也叫做重油。目前针对稠油的开采方式主要分冷采与热采两种。其中热采方式包括:蒸汽驱、蒸汽吞吐、蒸汽辅助重力泄油(SAGD);而冷采方式包括:聚驱、表活剂驱、泡沫驱、溶剂萃取(VAPEX)、微生物驱等。针对黏度大于 $10,000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的特稠油和超稠油,往往采用热采的开发方式。

[0003] 我国具有丰富的稠油资源,主要包括胜利油田的单家寺油田、胜坨三区、草桥油田、孤岛油田等,新疆克拉玛依的九区、六东区、红山嘴油田和风城稠油区,辽河油田的曙光一区、欢喜岭稠油区和高升油田,河南油田的井楼油田、古城油田等,大港油田的枣园油田、羊三木油田等。王春智等人设计了三维大尺寸的岩心驱替实验装置,用于模拟HDCS驱油过程,可以监测注入、焖井、回采阶段的压力与温度情况,为稠油的开采提供实验室模拟手段。实验使用胜利油田模拟油以及SLKF系列油溶性降黏剂进行。通过实验发现,当HDCS吞吐实验进行到第六周期时,回采含水率达到85%,油藏压力降低至 $5\text{MPa}$ 以下,达到转为蒸汽驱的条件,之后改用蒸汽驱,同时使用调剖剂进行高渗层带的封堵,可以提高采收率。

[0004] 目前,国内外三次采油表面活性剂应用的最多的还是石油磺酸盐、烯烃磺酸盐等表面活性剂,如CN1203935A、CN1426833A、US2010/0282467等专利文献。上述表面活性剂具有来源广泛、价格低廉等优点。但随着油田开采程度的日益深入,采油地层越来越深,表面活性剂的使用温度越来越高、水质矿化度也越来越高。然而上述表面活性剂耐盐性能,特别是耐二价阳离子性能较差,导致其不能适用于高温、高矿化度的油田区块。因此开发新型耐温抗盐表面活性剂对于三次采油产业具有极为重要的意义。

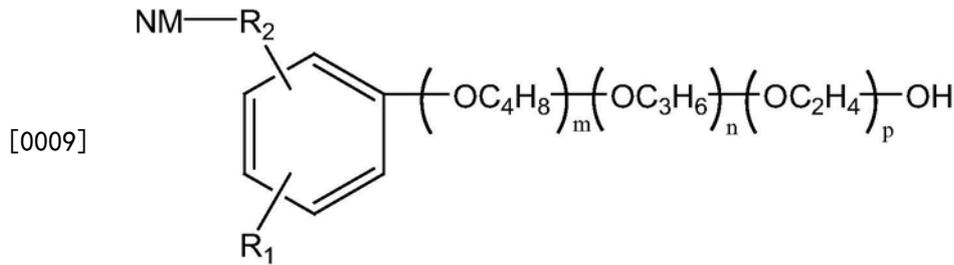
### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题之一是现有技术中含表面活性剂在高温高盐条件下对稠油乳化性能差、活性低的技术问题,提供一种新型烃基芳基阴非离子表面活性剂。

[0006] 本发明所要解决的技术问题之二是提供一种与解决技术问题之一相对应的烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法。该方法具有工艺简单、反应条件温和、产品收率高的特点。

[0007] 本发明所要解决的技术问题之三是提供一种与解决技术问题之一相对应的烃基芳基阴非离子表面活性剂的应用。

[0008] 为解决上述技术问题之一,本发明采用的技术方案如下:一种烃基芳基阴非离子表面活性剂,其中,所述烃基芳基阴非离子表面活性剂具有式(I)所示的分子通式中的至少一种:



[0010] 式(I)中, $R_1$ 为 $C_1\sim C_{30}$ 的脂肪烃基或脂肪烃基取代芳香基中的任意一种; $R_2$ 为碳原子0-10的亚烷基、亚烯基、亚芳基中的任意一种; $M$ 为阴离子基团; $N$ 为阳离子或阳离子基团任意种; $m=0\sim 100$ , $n=0\sim 90$ , $p=0\sim 120$ ,且 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 都大于0。

[0011] 上述技术方案中,所述 $R_1$ 为 $C_1\sim C_{20}$ 的烷基、烯基或烷基苯、烯基苯中的任意一种;当 $R_1$ 为 $C_1\sim C_{20}$ 的烷基苯、烯基苯中的任意一种时, $R_1$ 中的苯环可与上述结构式中的苯环形成萘环。

[0012] 上述技术方案中,优选所述 $m=0.5\sim 50$ , $n=1\sim 75$ , $p=1\sim 50$ ;更优选 $n=1\sim 50$ 。

[0013] 上述技术方案中,所述 $R_2$ 为碳原子数0-6的亚烷基、亚烯基、亚芳基中的任意一种,所述 $R_2$ 为碳原子数0时,表示不存在连接基, $M$ 直接与结构式中的苯环相连。

[0014] 上述技术方案中,所述 $N$ 为阳离子或阳离子基团任意种,表示阳离子或阳离子基团的种类,并不代表 $N$ 的数量,为使所述分子通式电荷平衡即可,优选选自羧酸根、磺酸根、硫酸根、磷酸根中的任意一种,更优选为羧酸根、磺酸根中的任意一种。

[0015] 上述技术方案中,所述 $N$ 进一步优选为碱金属、碱土金属、铵根离子中的任意一种,更优选为 $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $NH_4^+$ 中的任意一种。

[0016] 为解决上述技术问题之二,本发明采用的技术方案如下:一种烃基芳基阴非离子表面活性剂的制备方法,包括以下步骤:

[0017] a) 将起始剂和环氧乙烷、环氧丙烷、环氧丁烷,在催化剂存在下,进行烷氧基化反应,得到聚醚;其中,所述起始剂为取代基为 $C_1\sim C_{30}$ 脂肪基的芳香酚中的任意一种;

[0018] b) 步骤a)合成的聚醚通过磺化反应或者烷基化反应可以得到聚醚磺酸盐,即为所述烃基芳基阴非离子表面活性剂;

[0019] 或:

[0020] c) 将含有羧酸根起始剂的原料,按照步骤a)合成的聚醚与醚化试剂进行反应,得到聚醚羧酸盐,即为所述烃基芳基阴非离子表面活性剂。

[0021] 上述技术方案中,所述烷氧基化反应的反应温度为 $140\sim 200^\circ C$ ,反应压力为 $0\sim 5MPa$ ,所述起始剂与环氧乙烷、环氧丙烷或环氧丁烷的摩尔比独立选为 $1:(1\sim 50)$ ;所述催化剂为碱金属氢氧化合物、DMC双金属聚醚催化剂或磷腈催化剂,用量为起始剂重量的 $0.001\sim 2.0\%$ 。

[0022] 上述技术方案中,所述烃基芳基聚醚与磺化试剂的摩尔比为 $1:(1\sim 3)$ ;所述磺化反应温度为 $20\sim 80^\circ C$ ,磺化反应时间为 $0.5\sim 10$ 小时;所述加碱后的pH值为 $10\sim 14$ ,水解反应时间为 $0.5\sim 5$ 小时。

[0023] 上述技术方案中,所述含有羧酸根起始剂优选为取代基为 $C_1\sim C_{30}$ 脂肪基的芳香羧酸,例如但不限于为取代基为 $C_1\sim C_{30}$ 烷基的水杨酸,如十二烷基水杨酸、十八烷基水杨酸等。

[0024] 为解决上述技术问题之三,本发明采用的技术方案如下:一种烷基芳基阴非离子表面活性剂的应用。

[0025] 上述技术方案中,所述应用并无特殊限定,例如但限定在油气田提高采收率中的应用,如将含本发明表面活性剂的水溶液注入地下提高油气田采收率,所述表面活性剂的使用浓度优选为0.05w.t.%以上。

[0026] 本发明的烷基芳基阴非离子表面活性剂,通过分子结构中同时包含苯环、多聚醚官能团(聚氧丁烯、聚氧丙烯、聚氧乙烯三嵌段)的嵌段结构,增强了与原油的相互作用,特别是增强了与稠油组分之间的相互作用,从而解决现有强化采油技术中表面活性剂乳化性能差、活性低的技术问题,可以有效提高驱油效果。

[0027] 本发明烷基芳基阴非离子表面活性剂用于三次采油中,特别是稠油油藏,具有以下优点:

[0028] (1) 表面活性剂界面活性高、乳化能力强。其在浓度0.05%以上时,即可与地下原油形成 $10^{-3}$ ~ $10^{-4}$ 毫牛/米的超低界面张力,增溶参数达到10以上。

[0029] (2) 耐高温、抗盐能力强。由于其同时含有聚氧丁烯、聚氧丙烯、聚氧乙烯等非离子基团,因而其抗盐能力显著提高;而不同官能团之间通过C-C键或C-O键相连,因而其水热稳定性高。

[0030] 下面通过实施例对本发明作进一步阐述。

### 具体实施方式

#### [0031] 【实施例1】

[0032] 在聚合反应釜加入壬基酚和以其质量计1%KOH为催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到200℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<2.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,降温至180℃,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次降温至150℃,并加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到烷基芳基聚醚非离子表面活性剂。

[0033] 在上述产物中加入2倍摩尔量的三氧化硫,在60℃下反应1小时,然后在反应体系中加入3倍摩尔量的氢氧化钾的水溶液,在80℃水解6个小时,得到产物壬基酚聚醚磺酸钾。将此产物溶解在乙醇/水(V/V=7:3)混合溶液中经过酸性离子交换柱,然后用氢氧化钠水溶液中和壬基酚聚醚磺酸,升温到100℃减压除去溶剂得到壬基酚聚醚磺酸钠阴非表面活性剂。结构见表1。

#### [0034] 【实施例2】

[0035] 在聚合反应釜加入十八烷基萘酚和以其质量计0.5%KOH及30ppm磷腈催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到200℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<2.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,降温至180℃,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次降温至150℃,并加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到烷基芳基聚醚非离子表面活性剂。

[0036] 在上述产物中加入2倍摩尔量的三氧化硫,在60℃下反应1小时,然后在反应体系中加入3倍摩尔量的氢氧化钾的水溶液,于80℃水解6个小时。得到产物十八烷基萘酚聚醚磺酸钾,将此产物溶解在乙醇/水(V/V=7:3)混合溶液中经过酸性离子交换柱,然后用氢氧化钙水溶液中和十八烷基(磺酸)萘酚聚醚,升温到80℃减压除去溶剂得到十八烷基萘酚聚醚磺酸钙阴非表面活性剂。结构见表1。

[0037] 【实施例3】

[0038] 在聚合反应釜加入十五烷基苯酚和以其质量计2.0%KOH及30ppm磷腈催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到180℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<0.60MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次加入计算量的环氧乙烷,降温至150℃,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到十五烷基苯酚聚醚非离子表面活性剂。

[0039] 常温下在前述产物加入等摩尔量的甲酰氯,反应完成后加入三氯化铝,搅拌升温到80℃,慢慢滴加4-氯-2-丁烯酸,加完后继续反应5小时,经后处理得到十五烷基酚-2-丁烯酸-聚醚甲酸酯。在反应物中加入2倍摩尔量的氢氧化钠的水溶液,升温到80℃,搅拌6个小时后加入溶剂苯回流除去水分,过滤除去反应物中固体得到产品十五烷基酚-2-丁烯酸钠-聚醚甲酸酯阴非离子表面活性剂。结构见表1。

[0040] 【实施例4】

[0041] 在聚合反应釜加入辛基酚和以其质量计0.5%KOH催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到200℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<2.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,降温至180℃,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次降温至150℃,并加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到辛基酚聚醚非离子表面活性剂。

[0042] 常温下在前述产物加入等摩尔量的甲酰氯,反应完成后加入三氯化铝,搅拌升温到80℃,慢慢滴加4-氯甲基苯磺酸,加完后继续反应5小时,经后处理得到辛基酚(4-甲基苯磺酸)聚醚甲酸酯。在反应物中加入2倍摩尔量的氢氧化镁的水溶液,升温到80℃,搅拌6个小时后加入溶剂苯回流除去水分,过滤除去反应物中固体得到产品辛基酚(4-甲基苯磺酸钠)聚醚阴非离子表面活性剂。结构见表1。

[0043] 【实施例5】

[0044] 在聚合反应釜加入间十五烷基酚(腰果酚)和以其质量计0.5%KOH催化剂,搅拌下将体系温度加热至170℃,而后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<1.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到腰果酚聚醚非离子表面活性剂。

[0045] 常温下在前述产物加入等摩尔量的甲酰氯,反应完成后加入三氯化铝,搅拌升温到80℃,慢慢滴加3-氯丙磺酸,加完后继续反应5小时,经后处理得到腰果酚(丙磺酸)聚醚甲酸酯。在反应物中加入3倍摩尔量的氢氧化钠的水溶液,升温到80℃,搅拌6个小时后加入

溶剂苯回流除去水分,过滤除去反应物中固体得到产品腰果酚聚醚丙磺酸钠阴非离子表面活性剂。结构见表1。

**[0046] 【实施例6】**

[0047] 在聚合反应釜加入十二烷基水杨酸和以其质量计1.5%KOH及30ppm磷腈催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到200℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<2.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,降温至180℃,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次降温至150℃,并加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到十二烷基酚聚醚羧酸钾表面活性剂。结构见表1。

**[0048] 【实施例7】**

[0049] 在聚合反应釜加入十八烷基水杨酸和以其质量计1.5%KOH及30ppm磷腈催化剂,搅拌下将体系温度加热至80~90℃,开启真空系统,脱水1小时,而后用氮气吹扫3~4次以除去体系中的空气,然后将反应温度升高到200℃后缓缓通入计量的环氧丁烷,控制反应压力<2.0MPa进行醚化反应。待该步反应结束后,降温至180℃,继续缓缓通入计算量的环氧丙烷,反应结束后,再次降温至150℃,并加入计算量的环氧乙烷,再次进行醚化反应,直至反应结束(反应压力不变),用氮气吹扫体系,除去未反应的环氧乙烷,得到十八烷基酚聚醚羧酸钾表面活性剂。结构见表1。

**[0050] 【实施例8】表面活性剂乳化性能评价**

[0051] 按照SPE 113313方法进行相态评价,从而计算乳化能力。主要步骤如下:将所需体积和浓度的表面活性剂水溶液加入到玻璃管中,然后将原油加入到溶液中,水-油体积比(WOR)为~1.0。密封后进行混合。然后将其置于金属浴中,加热到设定温度,定期取出样品混合,以增强各相之间的传质。直至目测界面位置没有变化,就可认为达到平衡。其乳化能力以增溶参数SP表示,即单位体积或质量的表面活性剂在油中增溶水或在水中增溶油的体积或质量。结果见表2、3。

**[0052] 【实施例9】表面活性剂界面性能评价**

[0053] 采用TX-500C旋转滴界面张力仪或者Dataphysics SVT20,在油藏温度,转速为5000转/分条件下,测定上述0.3wt%表面活性剂与原油之间的界面张力变化,直至油滴平衡。结果见表2、3。

**[0054] 【实施例10】表面活性剂洗油性能评价**

[0055] 取一定量油砂,按照油:砂=1:4(质量比)在油藏温度下老化10天,每2小时搅拌5分钟;而后取出上述老化后的油砂5g,与0.3wt%的表面活性剂溶液按油砂:溶液质量比=1:10混合均匀,在油藏温度下老化48小时后,用石油醚萃取溶液中的原油,用50ml比色管定容,分光光度计在波长430nm处比色分析。利用标准曲线计算表面活性剂溶液中原油浓度。结果见表2、3。

**[0056] 【实施例11】表面活性剂驱油性能评价**

[0057] 按照SY/T6424-2000复合驱油体系性能测试方法中的复合驱油体系物理模拟驱油效果测试,在油藏温度进行模拟驱油实验。先用注入水水驱至无油,而后转注0.3PV(岩石孔隙体积)上述表面活性剂,然后再次水驱至无油,计算提高原油采收率。结果见表2、3。

[0058] 【比较例1】

[0059] 按照实施例1的方法制备烃基芳基聚醚阴非离子表面活性剂,只是不加环氧丙烷、环氧丁烷,并进行性能评价,结果见表2、3。

[0060] 【比较例2】

[0061] 按照US20110281779A1方法制备表面活性剂 $C_8H_{17}O-(BO)_7-(PO)_7-(EO)_{25}-SO_3Na$ ,并进行性能评价,结果见表2、3。

[0062] 表1实施例1-7表面活性剂组成及结构

实施例	表面活性剂
1	$R_1=C_9H_{19}$ , $m=20$ , $n=20$ , $p=40$ , $R_2=0$ , $M=SO_3^-$ , $N=Na^{2+}$
2	$R_1=C_{18}H_{37}-C_4H_3$ (即: 与通式中苯环形成萘环), $m=20$ , $n=10$ , $p=50$ , $R_2=0$ , $M=SO_3^-$ , $N=Ca^{2+}$
3	$R_1=C_{15}H_{29}$ , $m=1$ , $n=50$ , $p=35$ , $R_2=CH_2CHCH$ , $M=COO^-$ , $N=Na^+$
4	$R_1=C_8H_{17}$ , $m=50$ , $n=10$ , $p=40$ , $R_2=CH_2C_6H_4$ , $M=SO_3^-$ , $N=Mg^+$
5	$R_1=C_{15}H_{27}$ , $m=25$ , $n=7$ , $p=39$ , $R_2=CH_2CH_2CH_2$ , $M=SO_3^-$ , $N=Na^+$
6	$R_1=C_{12}H_{25}$ , $m=1$ , $n=1$ , $p=8$ , $R_2=0$ , $M=COO^-$ , $N=K^+$
7	$R_1=C_{18}H_{37}$ , $m=5$ , $n=2$ , $p=12$ , $R_2=0$ , $M=COO^-$ , $N=K^+$
比较例1	$R_1=C_9H_{19}$ , $m=0$ , $n=0$ , $p=10$ , $R_2=CH_2$ , $M=COO^-$ , $N=Ca^{2+}$
比较例2	$C_8H_{17}O-(BO)_7-(PO)_7-(EO)_{25}-SO_3Na$

[0064] 表2实施例1-7表面活性剂性能

[0065] 测试条件:

[0066]  $90^\circ C$ , 矿化度35,000mg/L, 二价离子含量1,000mg/L, 原油API=25, 岩芯渗透率220mD

[0067]

实施例	增溶参数	界面张力 (mN/m)	洗油性能 (%)	提高采收率 (%)
1	14	0.00315	63	9.0
2	16	0.00038	79	13.7
3	13	0.00065	70	11.1
4	12	0.00436	61	7.8
5	14	0.00064	77	12.9
6	9	0.00171	66	8.7
7	15	0.00092	63	9.4
比较例1	6	0.02572	31	4.1
比较例2	7	0.00341	51	6.5

[0068] 将实施例2制备的表面活性剂配制成不同浓度,测试与上述原油油水界面张力,结果见表3。

[0069] 表3不同浓度表面活性剂组与原油油水界面张力

[0070]	表面活性剂用量 (wt %)	0.05	0.1	0.2	0.3
	界面张力 (毫牛/米)	0.00677	0.00356	0.00081	0.00040

[0071] 上述结果表明,本发明表面活性剂对于测试的稠油具有很高的油水界面活性。

[0072] 将本发明的表面活性剂,再次用于高温高盐稠油油藏,测试其油水界面张力,结果见表4。

[0073] 表4实施例1-7表面活性剂性能

[0074] 测试条件:

[0075] 120℃,矿化度300,000mg/L,二价离子含量10,000mg/L,原油API=18,岩芯渗透率500mD

[0076]	实施例	增溶参数	界面张力 (mN/m)	洗油性能 (%)	提高采收率 (%)
	1	13	0.00091	73	11.1
	2	15	0.00141	71	11.0
	3	16	0.00427	62	8.3
	4	12	0.00056	74	12.3
	5	15	0.00261	70	10.9
	6	16	0.00282	68	10.6
	7	11	0.00314	63	9.0
	比较例1	3	0.08101	33	3.6
	比较例2	7	0.00443	52	7.0

[0077] 由表2、表3、表4结果可见,相同条件下,本发明制备的表面活性剂,其性能优良,尤其是增溶能力、洗油性能,使得本发明的表面活性剂具有超高的提高采收率的效果。