

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 5 月 22 日 (22.05.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/102779 A1

- (51) 国际专利分类号:
C08F 220/56 (2006.01) *C08F 220/54* (2006.01)
C08F 220/58 (2006.01) *C09K 8/588* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/104416
- (22) 国际申请日: 2024 年 7 月 9 日 (09.07.2024)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202311506132.7 2023 年 11 月 13 日 (13.11.2023) CN
- (71) 申请人: 中国石油化工股份有限公司
(**PETROCHINA COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中
国北京市东城区东直门北大街 9 号 100007 (CN)。
- (72) 发明人: 刘雷(**LIU, Lei**); 中国黑龙江省大庆市让胡
路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。赵鹏飞
(**ZHAO, Pengfei**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马

鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。王志勇(**WANG, Zhiyong**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。刘晶(**LIU, Jing**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。孙海波(**SUN, Haibo**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。高俊(**GAO, Jun**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。尼萌(**NI, Meng**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。张建晔(**ZHANG, Jianye**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。逯德成(**LU, Decheng**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。董亮(**DONG, Liang**); 中国黑龙江省大庆市让胡路区马鞍山大庆炼化公司 163411 (CN)。

(54) **Title:** POLYMER AND PREPARATION METHOD THEREFOR AND USE THEREOF

(54) 发明名称: 聚合物及其制备方法和应用

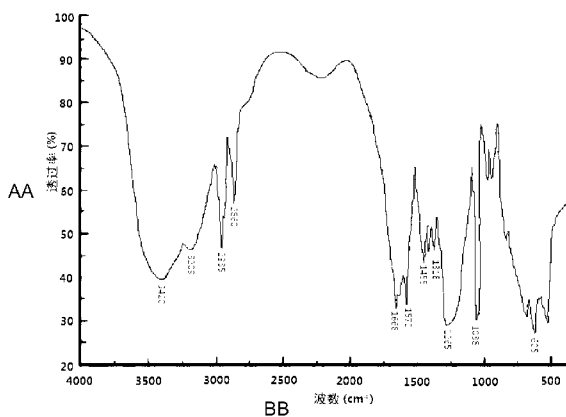


图 1

AA Transmittance
BB Wavenumber

(57) **Abstract:** The present invention relates to the field of development and recovery of oilfields, and discloses a polymer and a preparation method therefor and use thereof. The polymer contains a structural unit A shown in formula (I), a structural unit B shown in formula (II) and a structural unit C shown in formula (III), wherein the molar ratio of the structural unit A : the structural unit B : the structural unit C is (30-480) : (10-85) : 1. The viscosity-average molecular weight of the polymer is 200-1200 g/mol. The polymer has low molecular weight, good water solubility and excellent salt resistance. Using an aqueous solution of the polymer to displace low permeability oil reservoirs can significantly improve the oil displacement effect and enhance the oil recovery efficiency.

(57) 摘要: 本发明涉及油田开发采收领域, 公开了一种聚合物及其制备方法和应用。所述聚合物含有式(I)所示的结构单元A、式(II)所示的结构单元B和式(III)所示的结构单元C; 所述结构单元A: 结构单元B: 结构单元C的摩尔比为(30-480): (10-85): 1; 所述聚合物的粘均分子量为200-1200g/mol。该聚合物具有较低的分子量, 水溶性好, 并具有优异的抗盐性能, 采用该聚合物的水溶液对低渗透油藏进行驱替, 能够显著改善驱油效果, 提高采收率。

(74) 代理人: 北京润平知识产权代理有限公司
(RUNPING & PARTNERS); 中国北京市海淀区北四环西路9号银谷大厦515室 100190 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

聚合物及其制备方法和应用

相关申请的交叉引用

本申请要求 2023 年 11 月 13 日提交的发明名称为“聚合物及其制备方法和应用”的中国专利申请 202311506132.7 的权益，该申请的内容通过引用被合并于本文。

技术领域

本发明涉及油田开发采收领域，具体涉及一种聚合物及其制备方法和应用。

背景技术

国内油田大多属于陆相沉积，具有非均质性严重、油稠等特点，水驱平均采收率约 32%，并已进入注水后期。目前三次采油以聚丙烯酰胺驱为主要手段，技术人员围绕聚丙烯酰胺驱做了大量的工作，聚丙烯酰胺驱配套技术日趋完善，自 1995 年大庆油田开始工业化推广聚丙烯酰胺驱油以来，聚丙烯酰胺驱油技术已经成为大庆油田稳产的重要技术支柱，同时胜利油田、吉林油田、新疆油田等其他国内油田也陆续开展了聚合物驱油技术的研究。

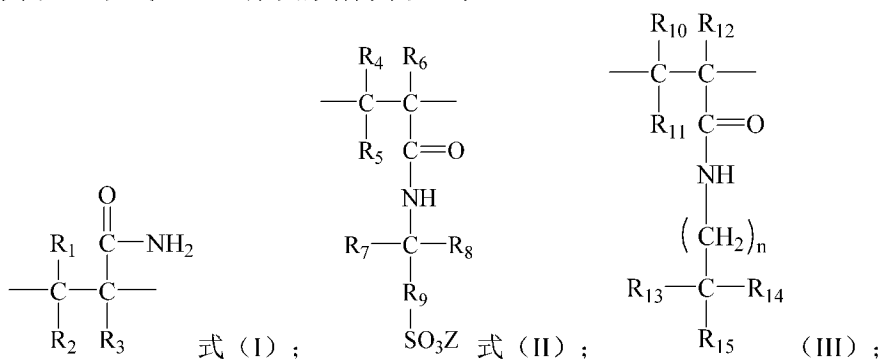
为满足油田高效开发要求，需要进一步研究提高采收率的方法和技术，以及与之相匹配的新型驱油剂产品。化学驱特别是聚合物驱应用技术成熟，是可行的开发措施。对于二类、三类油藏，其地层渗透率低，孔隙小，进行聚合物驱需要使用较低分子量的聚合物，但普通的中低分子量聚合物在高矿化度水中粘度低，容易出现“指进”、“突进”等问题，造成驱替效率低。

因此，亟需开发分子量低且在盐水中具有较高粘度的聚合物，以提高二、三类油藏的驱油效率。

发明内容

本发明针对现有聚合物驱所采用的驱油剂难以兼顾低分子量和良好的抗盐性能，进而导致低渗透油藏驱油效率较低的问题，提供一种聚合物及其制备方法和应用。

为了实现上述目的，本发明第一方面提供一种聚合物，所述聚合物含有式 (I) 所示的结构单元 A、式 (II) 所示的结构单元 B 和式 (III) 所示的结构单元 C；



其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_7 、 R_8 各自独立地选自 C_1 - C_2 的烷基； R_9 选自 C_1 - C_2 的亚烷基； R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 各自独立地选自 -H 或 - CH_3 ； R_{15} 选自 -H、- CH_3 、- COOM^1 、- SO_3M^2 或 -X；Z 选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；n 为 4-18 的整数；其中， M^1 、 M^2 各自独立地选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；X 为卤素；

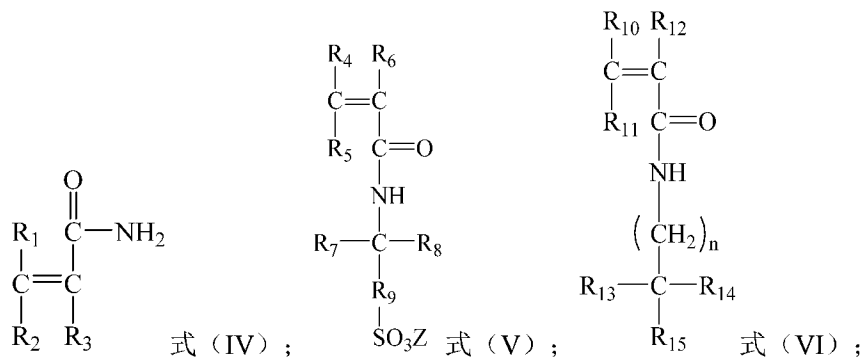
所述结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的摩尔比为 (30-480) : (10-85) : 1；

所述聚合物的粘均分子量为 200-1200g/mol。

本发明第二方面提供一种聚合物的制备方法，包括：在引发剂、助溶剂和溶剂存在下，将单体 A'、单体 B' 和单体 C' 进行聚合反应，得到聚合物；

其中，所述单体 A' 为具有式 (IV) 所示结构的单体，所述单体 B' 为具有式 (V) 所示结构的单体，所

述单体 C' 为具有式 (VI) 所示结构的单体,

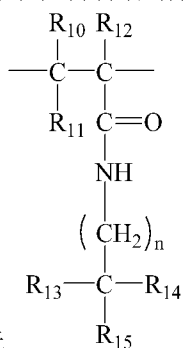
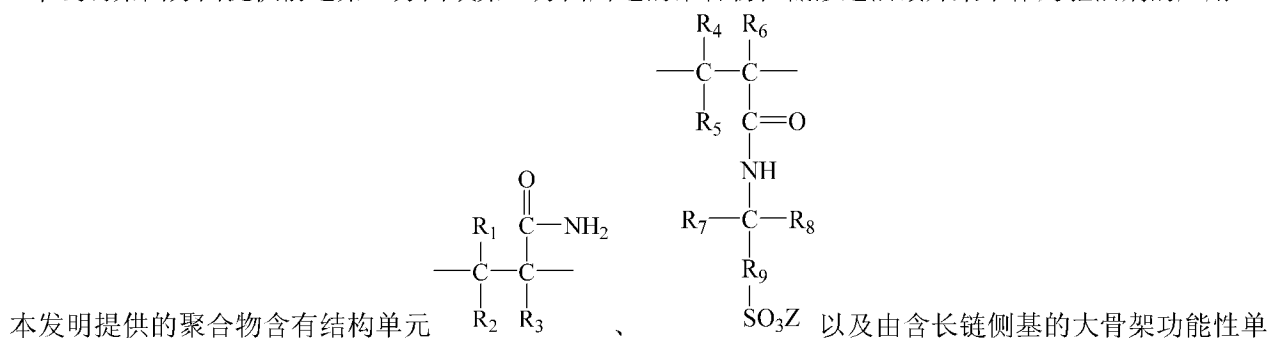


其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基; R_7 、 R_8 各自独立地选自 C_1 - C_2 的烷基; R_9 选自 C_1 - C_2 的亚烷基; R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基; R_{13} 、 R_{14} 各自独立地选自 -H 或 - CH_3 ; R_{15} 选自 -H、- CH_3 、- COOM^1 、- SO_3M^2 或 -X; Z 选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ; n 为 4-18 的整数; 其中, M^1 、 M^2 各自独立地选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ; X 为卤素;

所述单体 A': 单体 B': 单体 C' 的摩尔比为 (30-480): (10-85): 1。

本发明第三方面提供前述第二方面所述方法制得的聚合物。

本发明第四方面提供前述第一方面或第三方面所述的聚合物在低渗透油藏开采中作为驱油剂的应用。



体提供的结构单元, 该聚合物具有较低的分子量, 水溶性好, 在高矿化度的水环境中可以保持较大的水动力学尺寸, 具有优异的抗盐性能, 将该聚合物配制成聚合物浓度为 1000mg/L 且矿化度为 1100-6000mg/L 的聚合物盐水溶液, 所述聚合物盐水溶液在 45℃ 条件下的表观粘度为 20-80mPa·s。采用该聚合物的水溶液对低渗透油藏进行驱替, 能够显著改善驱油效果, 提高采收率。

附图说明

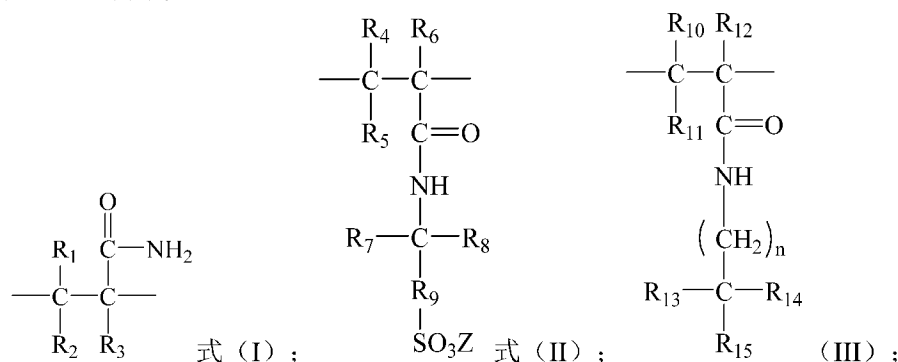
图 1 为本发明实施例 1 制备的聚合物的红外测试图谱。

具体实施方式

在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值, 这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说, 各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间, 以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围, 这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

以下对本发明的具体实施方式详细说明。应当理解的是, 此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明, 并不用于限制本发明。

本发明在第一方面提供一种聚合物，所述聚合物含有式 (I) 所示的结构单元 A、式 (II) 所示的结构单元 B 和式 (III) 所示的结构单元 C；



其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_7 、 R_8 各自独立地选自 C_1 - C_2 的烷基； R_9 选自 C_1 - C_2 的亚烷基； R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 各自独立地选自 -H 或 - CH_3 ； R_{15} 选自 -H、- CH_3 、- COOM^1 、- SO_3M^2 或 -X；Z 选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；n 为 4-18 的整数；其中， M^1 、 M^2 各自独立地选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；X 为卤素；

所述结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的摩尔比为 (30-480) : (10-85) : 1；

所述聚合物的粘均分子量为 200-1200g/mol。

根据本发明，所述聚合物中，所述结构单元 A 能够起到聚合物骨架作用。优选地，在式 (I) 所示的结构单元 A 中， R_1 、 R_2 和 R_3 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_2 的烷基。

根据本发明，所述聚合物中，所述结构单元 B 能够增强所述聚合物的水溶性，并能够抵抗溶液中盐离子对所述聚合物中酰胺基的水解作用。优选地，在式 (II) 所示的结构单元 B 中， R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_2 的烷基； R_7 、 R_8 为 - CH_3 ； R_9 为 - CH_2 -。该优选的结构单元 B 可使得所述聚合物具有更好的水溶性和抗水解性。

根据本发明，所述聚合物中，所述结构单元 C 含有长链大侧基，具体地，在式 (III) 中，n 为 3-18 的整数，所述长链大侧基能够带来聚合物分子链刚性的增强，并提高聚合物分子链的均方旋转半径，所述长链大侧基能够在水中伸展缠结，进而能够提高聚合物的粘度。通过在所述聚合物的分子链上引入具有较大骨架的所述结构单元 C，能够增强聚合物分子链的刚性，提高聚合物的水化能力，使得聚合物分子在高矿化度水环境中可以保持较大的水动力学尺寸，这在一定程度上能够增强聚合物的抗盐性能，进一步地，所述结构单元 C 能够抑制所述聚合物在高矿化度水质条件下水解，从而进一步提升所述聚合物的抗盐性能，不易与钙离子、镁离子等发生反应生成沉淀。优选地，在式 (III) 所示的结构单元 C 中， R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_2 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 为 -H； R_{15} 选自 - SO_3M^2 或 -X。该优选的结构单元 C 可使得所述聚合物具有更高的粘度和更好的抗盐性能。

根据本发明，在式 (III) 所示的结构单元 C 中，卤素 X 优选为 F、Cl 或 Br。

根据本发明，在式 (III) 所示的结构单元 C 中，优选地，n 为 8-16 的整数，利于所述聚合物能更好地兼顾抗盐性能和水溶性。

根据本发明，在满足上述结构和组成的基础上，优选地，在所述聚合物中，所述结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的摩尔比为 (100-280) : (28-70) : 1，能够使得所述聚合物具有更好的抗盐性能和更好的水溶性。

根据本发明，优选地，所述聚合物的粘均分子量为 300-900g/mol。

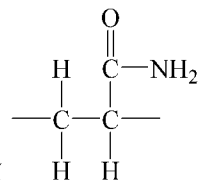
根据本发明，所述聚合物满足上述结构和组成，由此具有优异的抗盐性能，可表现为所述聚合物溶于高矿化度的盐水溶液中，能够使得所述盐水溶液具有较高的表观粘度。优选地，将所述聚合物配制成聚合物浓度为 1000mg/L 且矿化度为 1100-6000mg/L 的聚合物盐水溶液，所述聚合物盐水溶液在 45℃ 条件下的表观粘度为 20-80mPa·s。

在本发明中，使用美国 Brookfield DV-II 粘度计，采用 0 号（即 0#）转子，在转速为 6rpm、温度为 45℃ 的条件下测定所述聚合物盐水溶液的表观粘度。

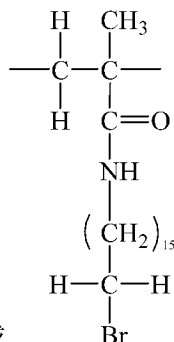
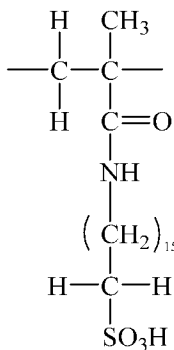
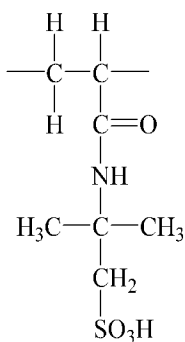
在本发明中，矿化度可用 1L 水中含有的 NaCl 量 (mg/L) 来表示。

本发明提供的所述聚合物具有较低的分子量，同时聚合物的分子链刚性强，分子链旋转半径大，在油层中运动的过程中能够有效带动地层孔壁附着的原油，同时所述聚合物具有优异的抗盐性能，在高矿化度地层中依然能够保持原有结构和较高的粘度，而普通低分子量聚合物的分子链柔软，极易缠结，导致旋转半径小，在油层中很难带动孔壁附着的原油，且在高矿化度地层中易沉淀失效，因此，本发明提供的所述聚合物

作为油藏开发用驱油剂，相较于现有聚合物驱所采用的普通低分子量聚合物，具有更好的驱油效果，能够显著提升油藏（特别是低渗透油藏）的采收率。



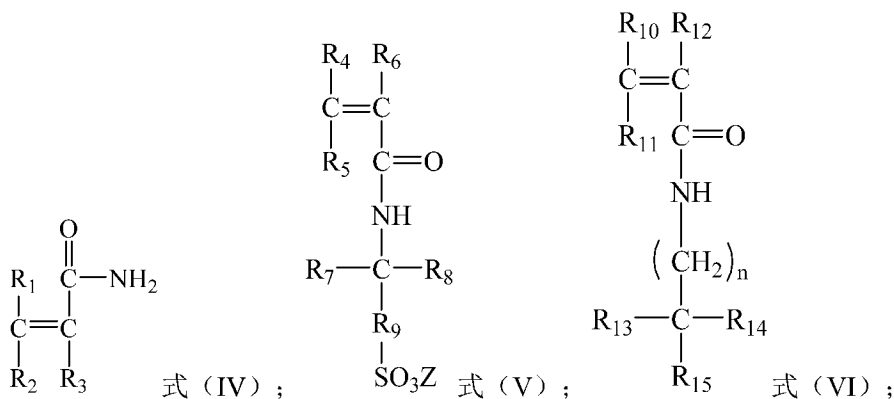
根据本发明的一种最优选实施方式，所述聚合物含有结构单元 A (



() 和结构单元 C ()，结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的重量比 (130-140)：(45-48)：1，所述聚合物的数均分子量为 600-750g/mol，具有更优异的抗盐性能和驱油性能。

本发明第二方面提供一种聚合物的制备方法，包括：在引发剂、助溶剂和溶剂存在下，将单体 A'、单体 B' 和单体 C' 进行聚合反应，得到聚合物；

其中，所述单体 A' 为具有式 (IV) 所示结构的单体，所述单体 B' 为具有式 (V) 所示结构的单体，所述单体 C' 为具有式 (VI) 所示结构的单体，



其中，R₁、R₂、R₃、R₄、R₅ 和 R₆ 各自独立地选自 -H 或 C₁-C₄ 的烷基；R₇、R₈ 各自独立地选自 C₁-C₂ 的烷基；R₉ 选自 C₁-C₂ 的亚烷基；R₁₀、R₁₁ 和 R₁₂ 各自独立地选自 -H 或 C₁-C₄ 的烷基；R₁₃、R₁₄ 各自独立地选自 -H 或 -CH₃；R₁₅ 选自 -H、-CH₃、-COOM¹、-SO₃M² 或 -X；Z 选自 H⁺、K⁺、Na⁺ 或 NH₄⁺；n 为 4-18 的整数；其中，M¹、M² 各自独立地选自 H⁺、K⁺、Na⁺ 或 NH₄⁺；X 为卤素；

所述单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 (30-480)：(10-85)：1。

根据本发明，所述聚合物的制备方法中，所述单体 A' 具有优异的聚合性，能够起到聚合物骨架作用。优选地，在式 (IV) 所示的单体 A' 中，R₁、R₂ 和 R₃ 各自独立地选自 -H 或 C₁-C₂ 的烷基。

根据本发明，所述聚合物的制备方法中，所述单体 B' 能够使所制得的聚合物更易溶于水，并能够抵抗溶液中盐离子对所制得的聚合物中酰胺基的水解作用。优选地，在式 (V) 所示的单体 B' 中，R₄、R₅ 和 R₆ 各自独立地选自 -H 或 C₁-C₂ 的烷基；R₇、R₈ 为 -CH₃；R₉ 为 -CH₂-。

根据本发明，所述聚合物的制备方法中，所述单体 C' 具有较大的骨架结构，并且含有长链大侧基，能够使所制得的聚合物具有较强的分子链刚性、较大的均方旋转半径和较高的粘度。通过在聚合物的分子链上引入所述单体 C' 提供的结构单元，能够增强聚合物分子链的刚性，提高水化能力，使得聚合物分子在高矿化度水环境中可以保持较大的水动力学尺寸，进而增强聚合物的抗盐性能，进一步地，所述单体 C' 提供的结构单元能够抑制所述聚合物在高矿化度水质条件下水解，从而进一步提升所述聚合物的抗盐性能。优选地，在式 (VI) 所示的单体 C' 中，R₁₀、R₁₁ 和 R₁₂ 各自独立地选自 -H 或 C₁-C₂ 的烷基；R₁₃、R₁₄ 为 -H；R₁₅ 选自 -SO₃M² 或 -X。该优选的单体 C' 可使所制得的聚合物具有更高的粘度和更好的抗盐性能。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,在式(VI)所示的单体C'中,卤素X优选为F、Cl或Br。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,在式(VI)所示的单体C'中,优选地,n为8-16的整数,可使所制得的聚合物能更好地兼顾抗盐性能和水溶性。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,所述单体A'、单体B'和单体C'在满足上述比例关系的基础上,优选地,所述结构单元A:结构单元B:结构单元C的摩尔比为(100-280):(28-70):1,能够使得制得的聚合物具有更好的抗盐性能和更好的水溶性。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,优选地,在含所述引发剂、助溶剂、溶剂、单体A'、单体B'和单体C'的反应体系中,所述单体A'、单体B'和单体C'的总单体浓度为0.1-50wt%,利于聚合反应进程的控制。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,优选地,所述助溶剂:单体C'的重量比为1:(1-10),可使得所述单体C'更好的溶解并参与聚合。

根据本发明,所述助溶剂可以选自烷基硫酸盐、烷基磺酸盐、烷基苯磺酸盐、烷基三甲基卤化铵、烷基苯三甲基卤化铵、脂肪醇聚氧乙烯醚和烷基酚聚氧乙烯醚中的至少一种。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,优选地,所述引发剂:单体C'的重量比为1:(10-1000)。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,对所述引发剂的限定较宽,可以采用常规的自由基聚合反应用引发剂,例如偶氮类引发剂、过氧化物类引发剂或氧化还原体系引发剂。

根据本发明,优选地,所述偶氮类引发剂可以选自偶氮二异丁酸二甲酯(AIBME)、偶氮二异丁腈盐(AIBA)、偶氮二甲酰胺(ADC)、偶氮二异丙基咪唑啉盐酸盐(AIB1)、偶氮异丁氰基甲酰胺(CABN)、偶氮二环己基甲腈(ACCN)、偶氮二氰基戊酸(ACVA)、偶氮二异丙基咪唑啉(AIP)、偶氮二异丁腈(AIBN)、偶氮二异戊腈(AMBN)和偶氮二异庚腈(ABVN)中的至少一种。

根据本发明,优选地,所述过氧化物类引发剂可以选自过氧化氢、过硫酸铵、过硫酸钠、过硫酸钾,过氧化苯甲酰和过氧化苯甲酰叔丁酯中的至少一种。

根据本发明,优选地,所述氧化还原体系引发剂可以选自硫酸盐-亚硫酸盐、过硫酸盐-硫脲、过硫酸盐-有机盐、过硫酸铵-脂肪胺和过硫酸盐-硫代硫酸盐中的至少一种。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,所述聚合反应优选采用水溶液聚合法或乳液聚合法。当采用水溶液聚合法时,所述溶剂为水;当采用乳液聚合法时,所述溶剂为水与有机物的混合物。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,当采用乳液聚合法时,所述有机物可以选自己烷、石油醚、丙酮、乙酸乙酯、苯、甲苯、二甲苯、二氯甲烷、三氯甲烷和煤油中的至少一种。优选地,水:有机物的重量比为1:(1-20)。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,所述聚合反应的条件包括:pH值为4-11,温度为0-90℃,时间为2-24h。

根据本发明,所述聚合物的制备方法中,所述聚合反应在保护气氛下进行,例如氮气、氩气、氙气或氦气。

根据本发明的一些优选实施方式,对于采用水溶液聚合法,制备所述聚合物的过程包括:

(1)按照上述物种及比例,将所述单体A'、单体B'、单体C'、助溶剂和水进行混合,得到反应体系;所述反应体系中,所述单体A'、单体B'和单体C'的总单体浓度为0.1-50wt%;

(2-1)在所述反应体系中加入引发剂,在保护气氛下,进行第一聚合反应,得到第一产物体系;其中,所述第一聚合反应的条件包括:pH值为4-11,温度为0-30℃,时间为1-8h;

(2-2)将所述第一产物体系进行第二聚合反应,所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎,得到所述聚合物;其中,所述第二聚合反应的条件包括:pH值为4-11,温度为50-90℃,时间为1-6h。

根据本发明的一些优选实施方式,对于采用乳液聚合法,制备所述聚合物的过程包括:

(1)按照上述物种及比例,将所述单体A'、单体B'、单体C'、助溶剂、有机溶剂和水进行混合,得到乳液体系;

所述乳液体系中,所述单体A'、单体B'和单体C'的总单体浓度为1-30wt%;

(2-1)在所述乳液体系中加入引发剂,在保护气氛下,进行第一聚合反应,得到第一产物体系;其中,所述第一聚合反应的条件包括:pH值为4-11,温度为0-30℃,时间为1-16h;

(2-2)将所述第一产物体系进行第二聚合反应,所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎,得到所述聚合物;其中,所述第二聚合反应的条件包括:pH值为4-11,温度为40-70℃,时间为1-8h。

采用本发明所述方法制得的聚合物具有较低的分子量,粘均分子量为200-1200g/mol,并具有优异的抗盐性能,将该聚合物配制成聚合物浓度为1000mg/L且矿化度为1100-6000mg/L的聚合物盐水溶液,所述聚合物盐水溶液在45℃条件下的表观粘度为20-80mPa·s,该聚合物作为驱油剂,能够显著改善驱油效果,提高

采收率。

本发明第三方面提供前述第二方面所述方法制得的聚合物。

根据本发明，由前述第二方面所述方法制得的聚合物，其结构、组成及性能均同本发明前述第一方面所述的聚合物，此处不再赘述。

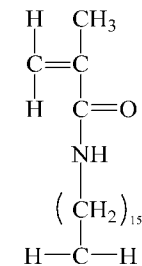
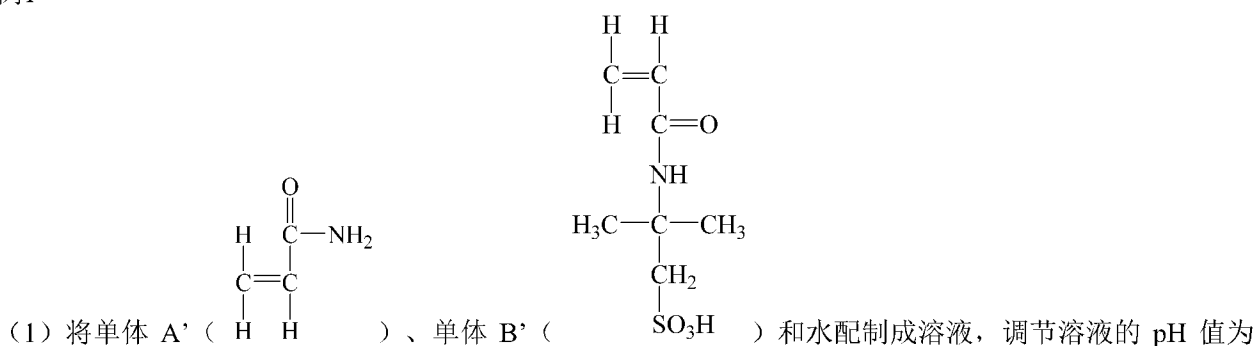
本发明第四方面提供前述第一方面或第三方面所述的聚合物在低渗透油藏开采中作为驱油剂的应用。

根据本发明，所述聚合物具有较低的分子量，分子链刚性强，分子链旋转半径大，同时具有优异的抗盐性能，在高矿化度环境下依然能够保持较高的粘度，作为驱油剂可显著提升油藏（特别是低渗透油藏）的采收率。

以下将通过实施例对本发明进行详细描述。下述制备例、实施例和对比例中，如无特殊说明，均为常规方法；所述试剂和材料，如无特殊说明，均可从商业途径获得。

以下实施例和对比例中，所制得的聚合物中含有的结构单元的重量比通过原料的投料量计算得到。

实施例1

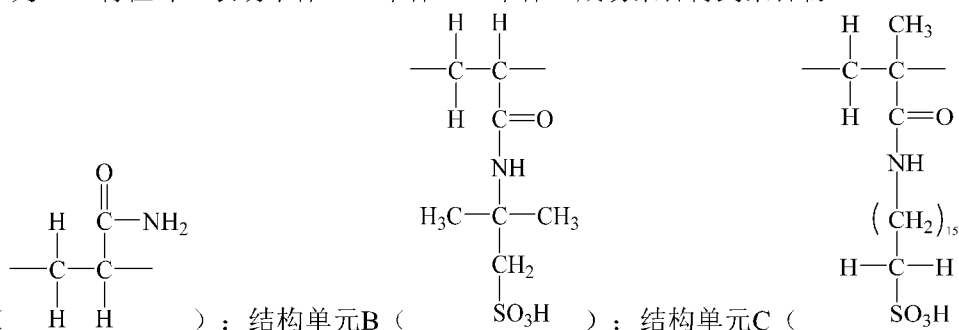


7.0，之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 和助溶剂（十二烷基苯磺酸钠），充分溶解后，得到反应体系；

其中，单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 138.6：46.2：1；助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：10；该反应体系中，单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 25wt%；

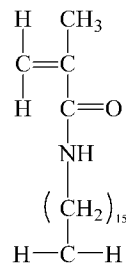
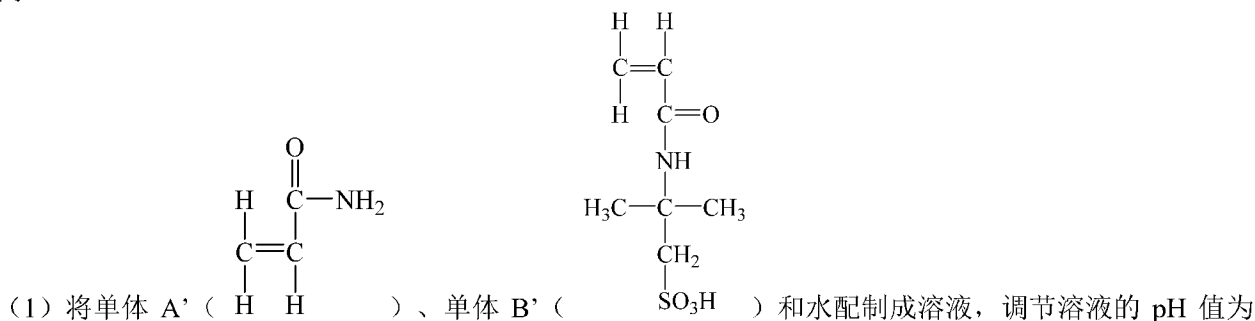
(2) 在上述反应体系中加入引发剂（过硫酸钾-硫代硫酸钠）（引发剂：单体 C' 的重量比为 1：125），在氮气气氛下，在 20℃ 下进行第一聚合反应 2h，之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为 P1）；

对 P1 进行红外光谱测试，结果如图 1 所示，在图 1 中，3420cm⁻¹ 和 3209cm⁻¹ 为 -NH₂ 的特征峰，2935m⁻¹ 为 -CH₃ 特征峰，2860m⁻¹ 为 -CH₂- 特征峰，1668m⁻¹ 为 C=O 特征峰，1453m⁻¹ 为 C-N 特征峰，1265m⁻¹、1038m⁻¹ 和 605m⁻¹ 为 -SO₃H 特征峰，1570m⁻¹ 为 -NH- 特征峰，表明单体 A'、单体 B'、单体 C' 成功聚合得到聚合物。



P1 中，结构单元 A ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ | \\ \text{C} - \text{C} - \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$)：结构单元 B ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{C} - \text{C} - \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$)：结构单元 C ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C} - \text{C} - \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 的摩尔比为 138.6：46.2：1。P1 的粘均分子量为 652g/mol。

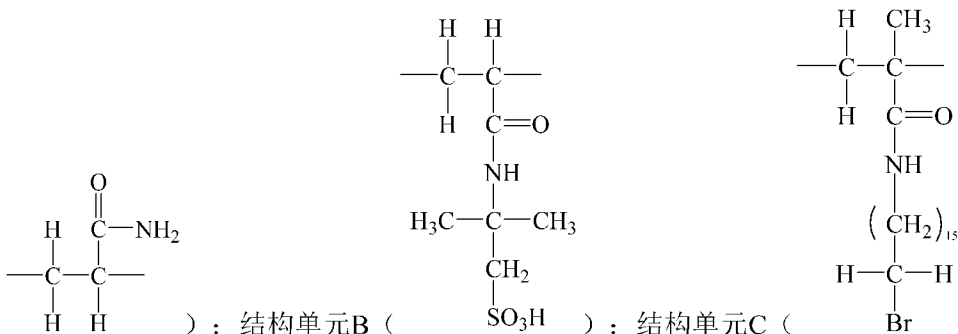
实施例2



7.0，之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 和助溶剂（十二烷基苯磺酸钠），充分溶解后，得到反应体系；

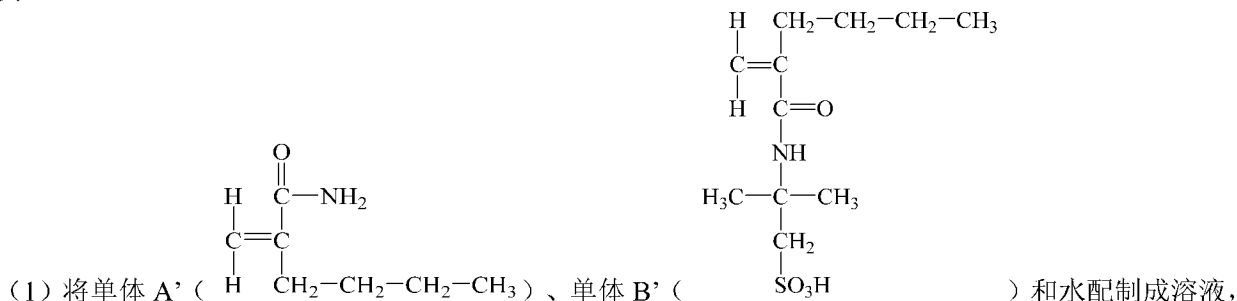
其中，单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 135：45：1；助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：3；该反应体系中，单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 25wt%；

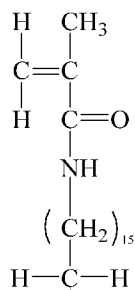
(2) 在上述反应体系中加入引发剂（过硫酸钾-硫代硫酸钠）（引发剂：单体 C' 的重量比为 1：125），在氮气气氛下，在 20℃ 下进行第一聚合反应 2h，之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为 P2）；



P2 中，结构单元 A ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$)：结构单元 B ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$)：结构单元 C ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{Br} \end{array}$) 的摩尔比为 135：45：1。P2 的粘均分子量为 721g/mol。

实施例3

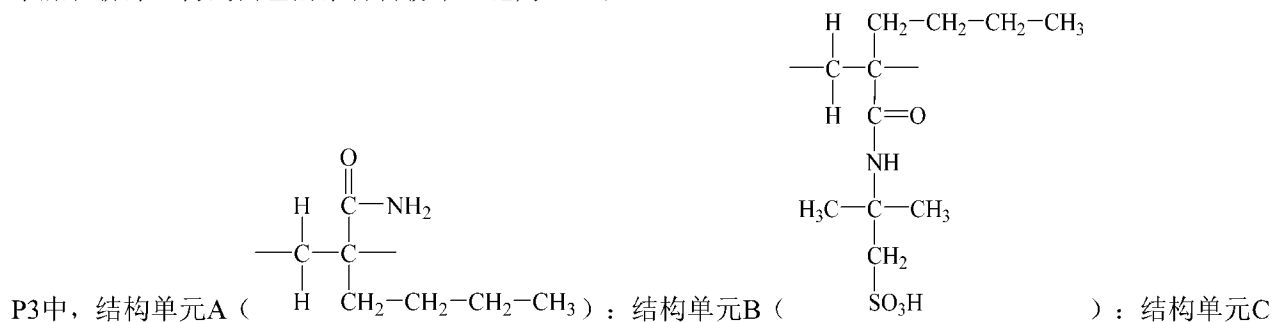




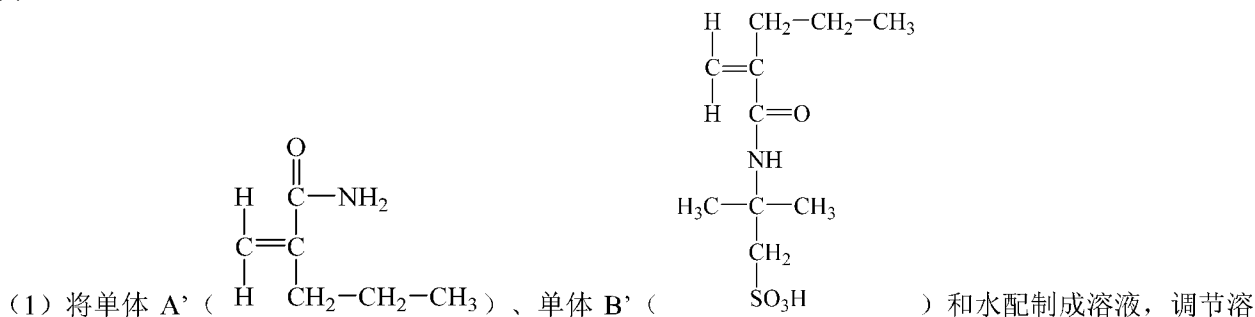
调节溶液的 pH 值为 7.0，之后加入单体 C' (COOH) 和助溶剂 (十二烷基苯磺酸钠)，充分溶解后，得到反应体系；

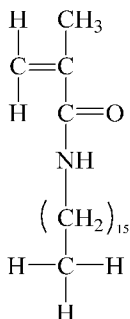
其中，单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 60：20：1；助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：7；该反应体系中，单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 28wt%；

(2) 在上述反应体系中加入引发剂 (过硫酸钾-硫代硫酸钠) (引发剂：单体 C' 的重量比为 1：100)，在氮气气氛下，在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h，之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末 (记为 P3)；



实施例4

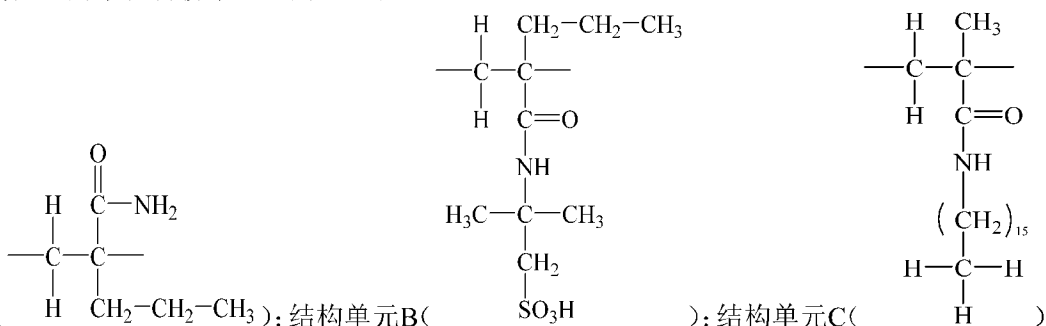




液的 pH 值为 7.0, 之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$) 和助溶剂 (十二烷基苯磺酸钠), 充分溶解后, 得到反应体系;

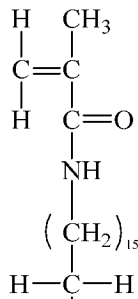
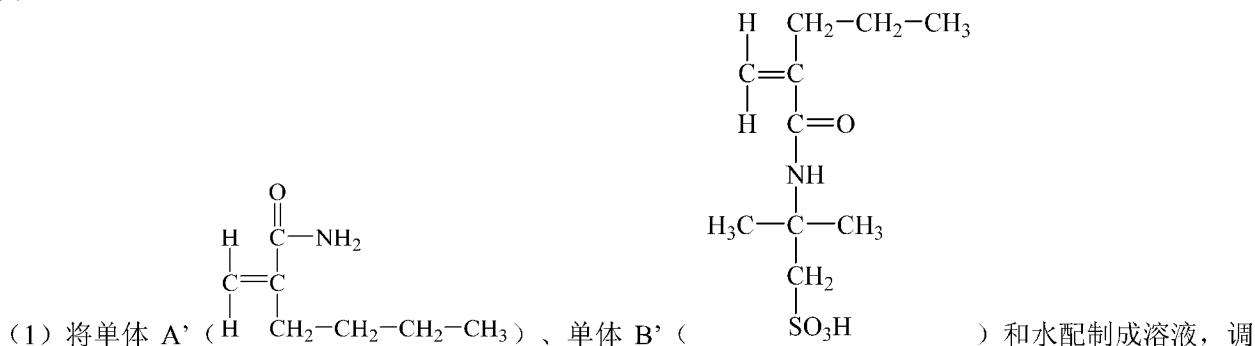
其中, 单体 A': 单体 B': 单体 C' 的摩尔比为 60: 20: 1; 助溶剂: 单体 C' 的重量比为 1: 2; 该反应体系中, 单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 28wt%;

(2) 在上述反应体系中加入引发剂 (过硫酸钾-硫代硫酸钠) (引发剂: 单体 C' 的重量比为 1: 100), 在氮气气氛下, 在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h, 之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h, 所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎, 得到白色的聚合物粉末 (记为 P4);



的摩尔比为 60: 20: 1。P4 的粘均分子量为 325g/mol。

实施例 5

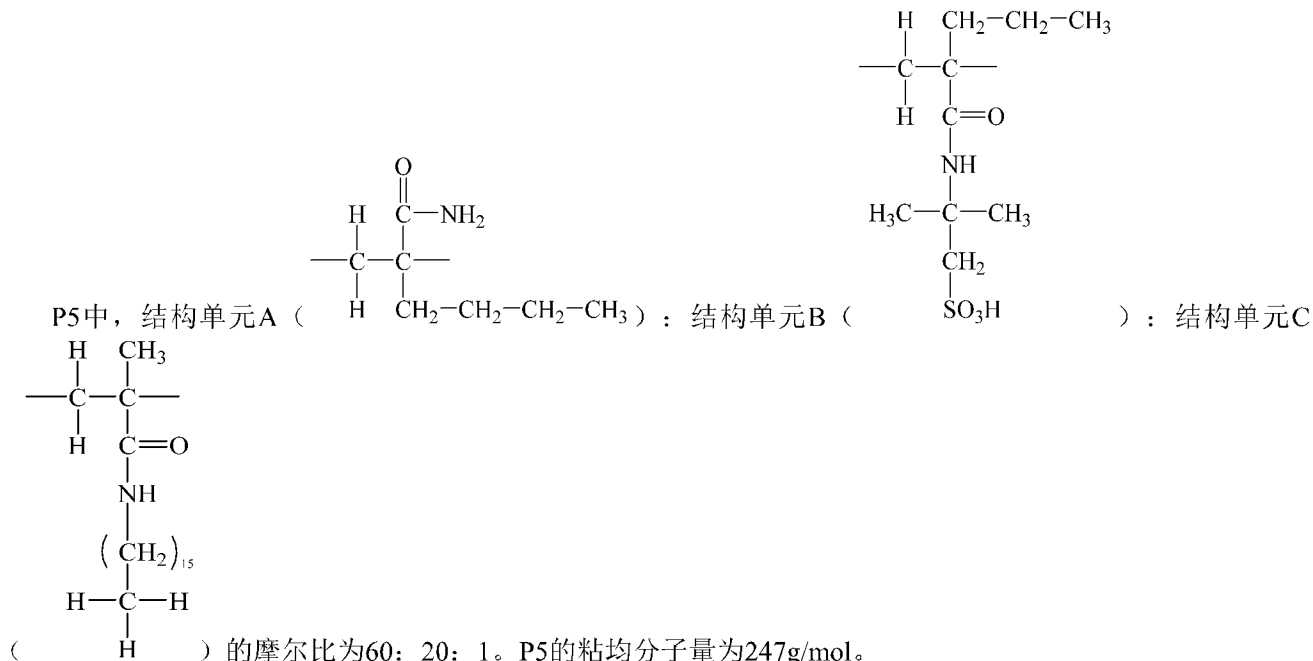


节溶液的 pH 值为 7.0, 之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$) 和助溶剂 (十二烷基苯磺酸钠), 充分溶解后, 得到反应体系;

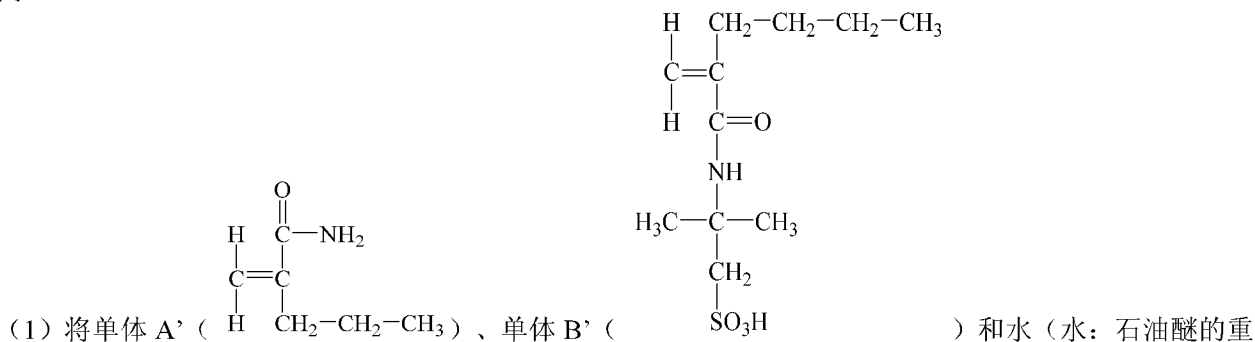
其中, 单体 A': 单体 B': 单体 C' 的摩尔比为 60: 20: 1; 助溶剂: 单体 C' 的重量比为 1: 2; 该反应体系中, 单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 28wt%;

(2) 在上述反应体系中加入引发剂 (过硫酸钾-硫代硫酸钠) (引发剂: 单体 C' 的重量比为 1: 100), 在氮气气氛下, 在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h, 之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h, 所得产物胶体经造

粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为P5）；

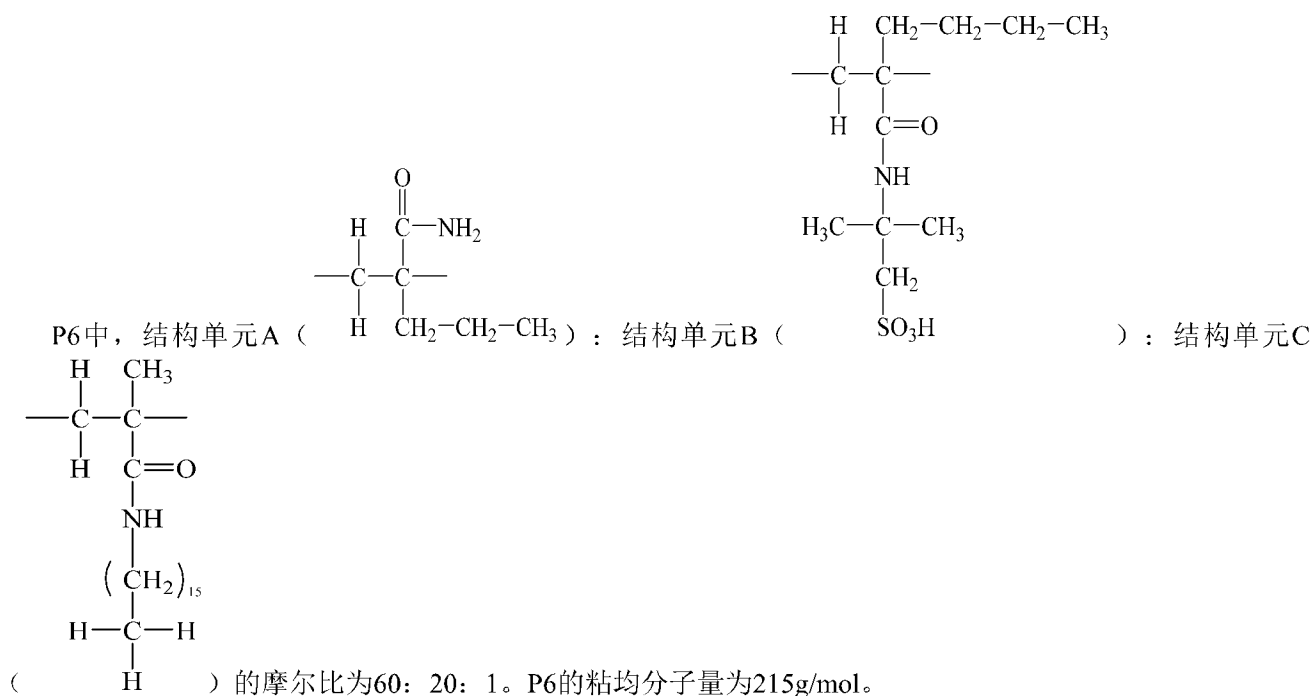


实施例6

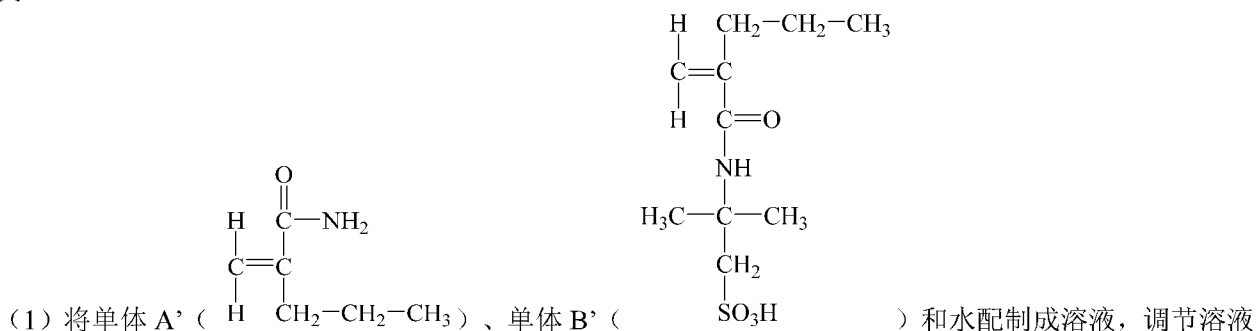


其中，单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 60：20：1；助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：2；该乳液体系中，单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 25wt%；

(2) 在上述乳液体系中加入引发剂（偶氮二异戊腈，即 AMBN）（引发剂：单体 C' 的重量比为 1：30），在氮气气氛下，在 30℃ 下进行第一聚合反应 12h，之后升温至 70℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经过滤、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为 P6）；



实施例7

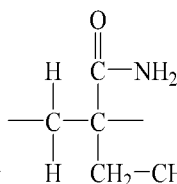


$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_4 \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

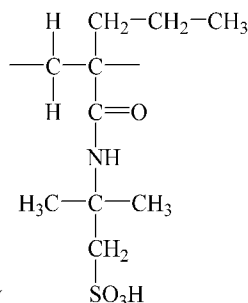
的 pH 值为 7.0，之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ -\text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_4 \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$) 和助溶剂 (十二烷基苯磺酸钠)，充分溶解后，得到反应体系；

其中，单体 A'：单体 B'：单体 C'的摩尔比为 60：20：1；助溶剂：单体 C'的重量比为 1：5；该反应体系中，单体 A'、单体 B'和单体 C'的总单体浓度为 28wt%；

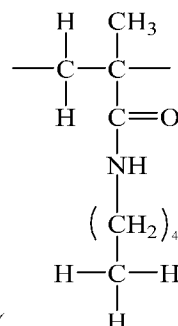
(2) 在上述反应体系中加入引发剂 (过硫酸钾-硫代硫酸钠) (引发剂：单体C'的重量比为1：100)，在氮气气氛下，在25℃下进行第一聚合反应2.5h，之后升温至80℃进行第二聚合反应4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末 (记为P7)；



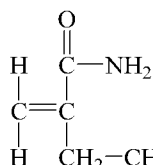
P7中, 结构单元A($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$): 结构单元B(



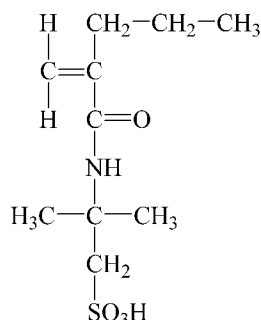
): 结构单元C(



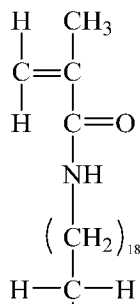
实施例8



(1) 将单体 A' ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$)、单体 B' (



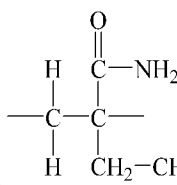
) 和水配制成溶液, 调节溶液



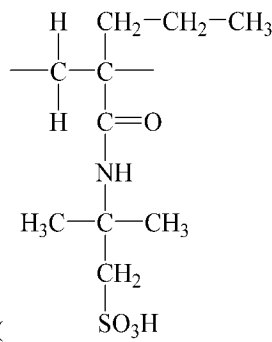
的 pH 值为 7.0, 之后加入单体 C' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{18} \\ | \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$) 和助溶剂 (十六烷基苯磺酸钠), 充分溶解后, 得到反应体系;

其中, 单体 A': 单体 B': 单体 C' 的摩尔比为 60: 20: 1; 助溶剂: 单体 C' 的重量比为 1: 1; 该反应体系中, 单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 28wt%;

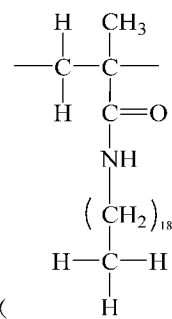
(2) 在上述反应体系中加入引发剂 (过硫酸钾-硫代硫酸钠) (引发剂: 单体 C' 的重量比为 1: 100), 在氮气气氛下, 在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h, 之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h, 所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎, 得到白色的聚合物粉末 (记为 P8);



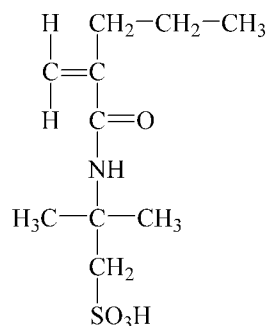
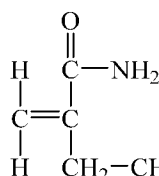
P8中, 结构单元A($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$): 结构单元B(



): 结构单元C(



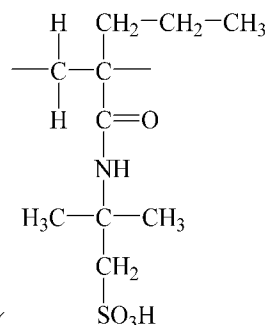
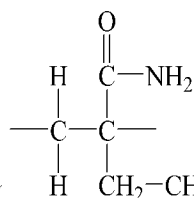
对比例1



(1) 将单体 A' ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \quad \text{C}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{C}=\text{C} \\ | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$)、单体 B' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C}=\text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 和水配制成溶液，调节溶液的 pH 值为 7.0，得到反应体系；

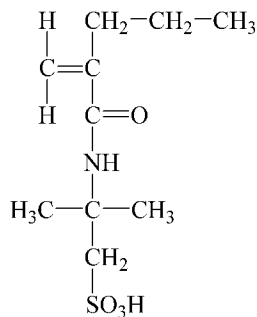
其中，单体 A'：单体 B' 摩尔比为 60：20；该反应体系中，单体 A' 和单体 B' 的总单体浓度为 28wt%；

(2) 在上述反应体系中加入引发剂（过硫酸钾-硫代硫酸钠）（引发剂：单体 A' 的重量比为 1：6000），在氮气气氛下，在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h，之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为 D1）；

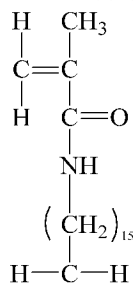


D1 中，结构单元 A ($\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \quad \text{C}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$)：结构单元 B ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 的摩尔比为 60：20。
D1 的粘均分子量为 1015g/mol。

对比例 2



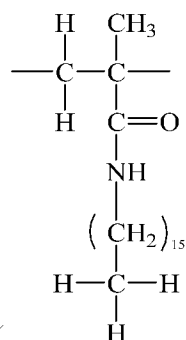
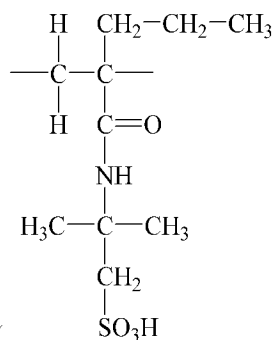
(1) 将单体 B' ($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C}=\text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$) 和水配制成溶液，调节溶液的 pH 值为 7.0，之后加入单体 C'



($\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C}=\text{C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$) 和助溶剂（十二烷基苯磺酸），充分溶解后，得到反应体系；

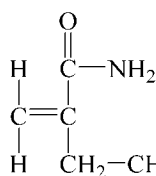
其中，单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 20：1；助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：2；该反应体系中，单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 28wt%；

(2) 在上述反应体系中加入引发剂（过硫酸钾-硫代硫酸钠）（引发剂：单体 C' 的重量比为 1：100），在氮气气氛下，在 25℃ 下进行第一聚合反应 2.5h，之后升温至 80℃ 进行第二聚合反应 4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为 D2）；

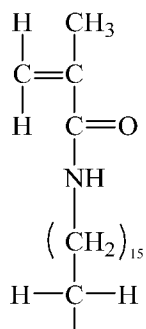


D2中，结构单元B（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C=O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ \text{H}_3\text{C---C---CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 \\ | \\ \text{SO}_3\text{H} \end{array}$ ）：结构单元C（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C=O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H---C---H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ）的摩尔比为20：1。D2的粘均分子量为34g/mol。

对比例3



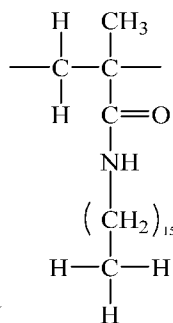
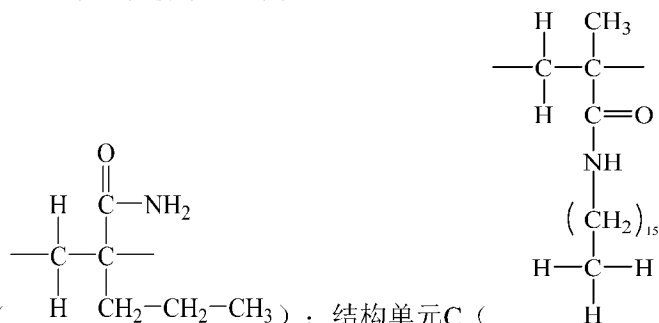
(1) 将单体 A'（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C=C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$ ）和水配制成溶液，调节溶液的 pH 值为 7.0，之后加入单体 C'



（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{C=C} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C=O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H---C---H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ）和助溶剂（十二烷基苯磺酸），充分溶解后，得到反应体系；

其中，单体 A'：单体 C'的摩尔比为 60：1；助溶剂：单体 C'的重量比为 1：2；该反应体系中，单体 A'和单体 C'的总单体浓度为 28wt%；

(2) 在上述反应体系中加入引发剂（过硫酸钾-硫代硫酸钠）（引发剂：单体C'的重量比为1：100），在氮气气氛下，在25℃下进行第一聚合反应2.5h，之后升温至80℃进行第二聚合反应4h，所得产物胶体经造粒、干燥和粉碎，得到白色的聚合物粉末（记为D3）；



D3中，结构单元A（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$ ）：结构单元C（ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{---C---C---} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{C=O} \\ | \\ \text{NH} \\ | \\ (\text{CH}_2)_{15} \\ | \\ \text{H---C---H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ）的摩尔比为60：1。D3的粘均分子量为1137g/mol。

对比例4

L4	38.6
L5	32.6
L6	29.7
L7	21.9
L8	41.3
DL1	11.5
DL2	4.7
DL3	/
DL4	10.2
DL5（含市售驱油剂 A）	10.7

注：D3 不溶于该浓度的盐水，无法测试 D3 盐水溶液的表现粘度

由表 1 可见，本发明提供的聚合物 P1-P8 具有较低的分子量，并表现出优异的抗盐性能。而在同样条件下，对比例 1-4 制备的聚合物 D1-D4 和市售驱油剂 A 的聚合物盐水溶液的表现粘度低，抗盐性能显著差 P1-P8。

2、驱油性能测试

将聚合物 P1-P8、D1、D2、D4 及上述市售驱油剂 A 分别与水配制成表观粘度为 18mPa·s 的聚合物水溶液（分别记为 Q1-Q8、DQ1-DQ4），分别利用上述聚合物水溶液 Q1-Q8、DQ1-DQ4 对人造长方岩芯（岩芯渗透率为 100mD）进行驱油实验，聚合物水溶液的注入速度为 0.3mL/min，注入聚合物水溶液体积为 0.9PV，评价聚合物采收率能力。结果见表 2。

表 2

测试对象	采收率（%）
Q1	12.11
Q2	11.89
Q3	9.93
Q4	9.78
Q5	9.88
Q6	9.72
Q7	9.67
Q8	10.47
DQ1（含 D1）	7.07
DQ2（含 D2）	2.98
DQ3（含 D4）	6.86
DQ4（含市售驱油剂 A）	9.54

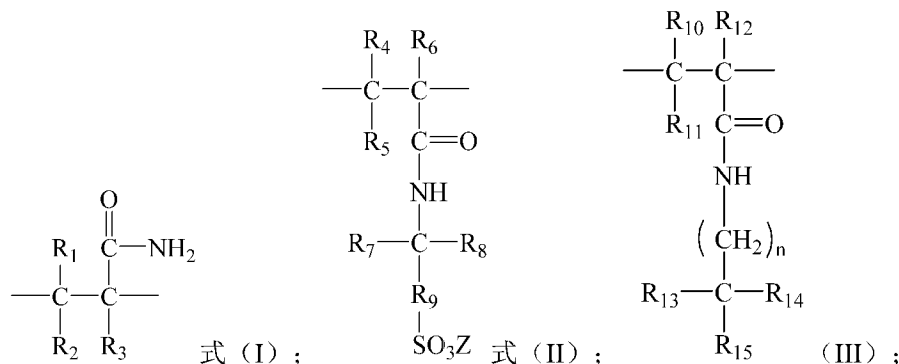
由表 2 可见，在上述驱油实验中，本发明提供的聚合物 P1-P8 表现出优异的驱油效果，在该实验条件下采收率均高于 9.5%，与普通的低分子量聚合物相比，本发明提供的低分子量抗盐聚合物在相同浓度下的水溶液粘度更高，同时分子链刚性和弹性更强，更容易从油藏孔道中带出剩余油。

以上详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以

对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合，这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本发明的保护范围。

权利要求书

1、一种聚合物，其特征在于，所述聚合物含有式（I）所示的结构单元 A、式（II）所示的结构单元 B 和式（III）所示的结构单元 C；



其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_7 、 R_8 各自独立地选自 C_1 - C_2 的烷基； R_9 选自 C_1 - C_2 的亚烷基； R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 各自独立地选自 -H 或 - CH_3 ； R_{15} 选自 -H、- CH_3 、- COOM^1 、- SO_3M^2 或 -X；Z 选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；n 为 4-18 的整数；其中， M^1 、 M^2 各自独立地选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；X 为卤素；

所述结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的摩尔比为 (30-480) : (10-85) : 1；

所述聚合物的粘均分子量为 200-1200g/mol。

2、根据权利要求 1 所述的聚合物，其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_2 的烷基； R_7 、 R_8 为 - CH_3 ； R_9 为 - CH_2 -； R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_2 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 为 -H； R_{15} 选自 - SO_3M^2 或 -X；

和/或，n 为 8-16 的整数。

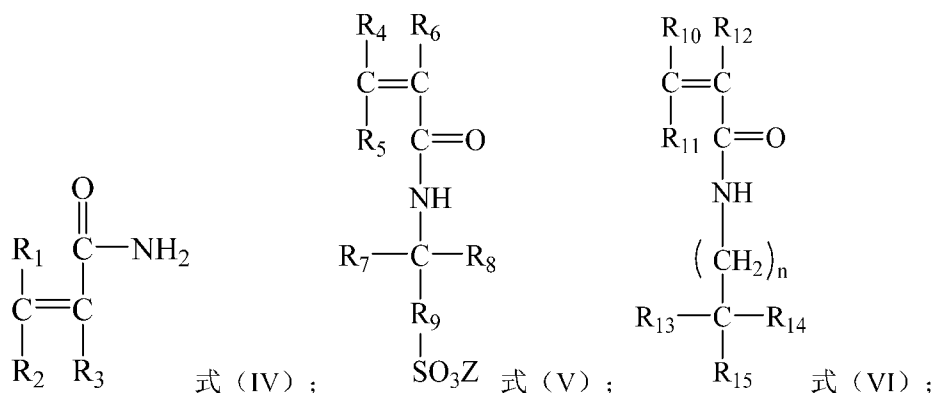
3、根据权利要求 1 或 2 所述的聚合物，其中，所述结构单元 A：结构单元 B：结构单元 C 的摩尔比为 (100-280) : (28-70) : 1。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的聚合物，其中，所述聚合物的粘均分子量为 300-900g/mol。

5、根据权利要求 1 或 2 所述的聚合物，其中，将所述聚合物配制成聚合物浓度为 1000mg/L 且矿化度为 1100-6000mg/L 的聚合物盐水溶液，所述聚合物盐水溶液在 45℃ 条件下的表观粘度为 20-80mPa·s。

6、一种聚合物的制备方法，包括：在引发剂、助溶剂和溶剂存在下，将单体 A'、单体 B' 和单体 C' 进行聚合反应，得到聚合物；

其中，所述单体 A' 为具有式（IV）所示结构的单体，所述单体 B' 为具有式（V）所示结构的单体，所述单体 C' 为具有式（VI）所示结构的单体，



其中， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_7 、 R_8 各自独立地选自 C_1 - C_2 的烷基； R_9 选自 C_1 - C_2 的亚烷基； R_{10} 、 R_{11} 和 R_{12} 各自独立地选自 -H 或 C_1 - C_4 的烷基； R_{13} 、 R_{14} 各自独立地选自 -H 或 - CH_3 ； R_{15} 选自 -H、- CH_3 、- COOM^1 、- SO_3M^2 或 -X；Z 选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；n 为 4-18 的整数；其中， M^1 、 M^2 各自独立地选自 H^+ 、 K^+ 、 Na^+ 或 NH_4^+ ；X 为卤素；

所述单体 A'：单体 B'：单体 C' 的摩尔比为 (30-480)：(10-85)：1。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，在含所述引发剂、助溶剂、溶剂、单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的反应体系中，所述单体 A'、单体 B' 和单体 C' 的总单体浓度为 0.1-50wt%；

和/或，所述助溶剂：单体 C' 的重量比为 1：(1-10)；

和/或，所述引发剂：单体 C' 的重量比为 1：(10-1000)。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的方法，其中，所述溶剂为水或水与有机物的混合物；

和/或，所述助溶剂选自烷基硫酸盐、烷基磺酸盐、烷基苯磺酸盐、烷基三甲基卤化铵、烷基苯三甲基卤化铵、脂肪醇聚氧乙烯醚和烷基酚聚氧乙烯醚中的至少一种；

和/或，所述聚合反应的条件包括：pH 值为 4-11，温度为 0-90℃，时间为 2-24h。

9、权利要求 6-8 中任意一项所述的方法制得的聚合物。

10、权利要求 1-5 和 9 中任意一项所述的聚合物在低渗透油藏开采中作为驱油剂的应用。

附图

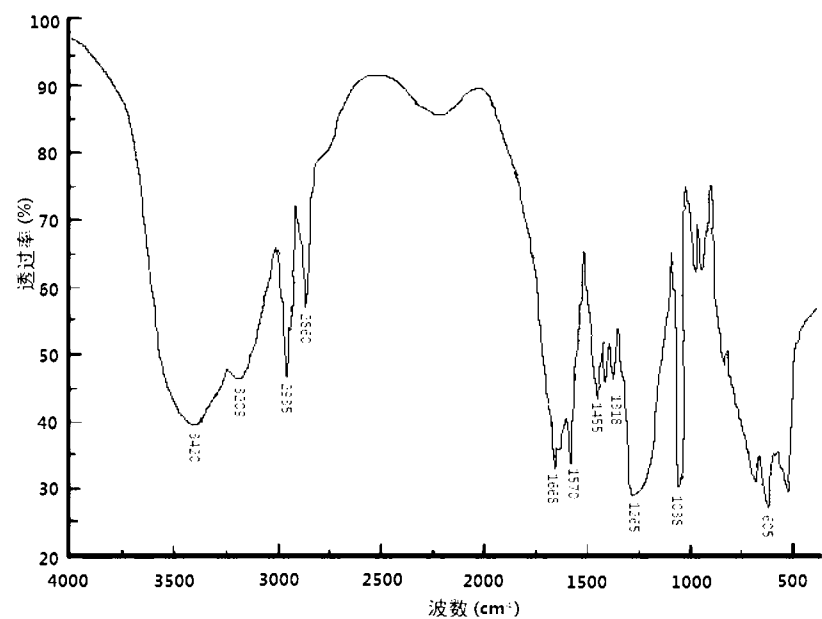
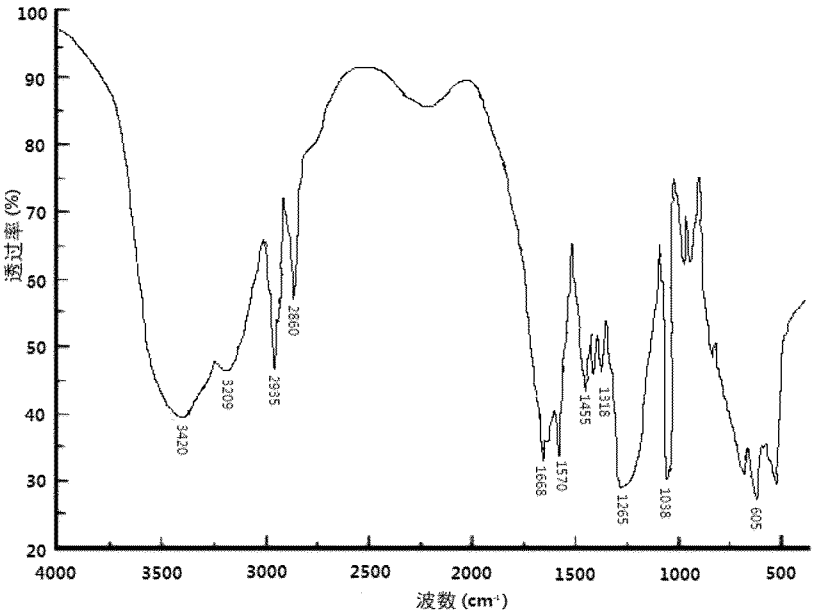


图 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/104416

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C08F 220/56(2006.01)i; C08F 220/58(2006.01)i; C08F 220/54(2006.01)i; C09K 8/588(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:C08F, C09K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, WPABS, WPABSC, ENTXTC, VEN, CNKI, ISI, STN: 丙烯酸胺, 磺酸, 疏水, 羧基, 驱油, 低渗透, 耐温, 耐盐, acrylamide, sulfonic, hydrophobic, carboxy, low permeation, temperature resistance, salt resistance, flooding

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 118063688 A (SHANDONG NUOER BIOTECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 24 May 2024 (2024-05-24) description, paragraphs 6-25	1-10
X	CN 105601805 A (SICHUAN GUANGYA POLYMER CHEMICAL CO., LTD.) 25 May 2016 (2016-05-25) description, paragraphs 32-39, and embodiments 1 and 6	1-10
X	CN 115260387 A (BEIJING HENGJU CHEMICAL GROUP CORP. et al.) 01 November 2022 (2022-11-01) description, paragraphs 17-23, and claim 4	1-10
X	CN 104693351 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 10 June 2015 (2015-06-10) description, paragraphs 52-62, and embodiment 1	1-10
X	CN 106317308 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 11 January 2017 (2017-01-11) description, paragraphs 19-38, and embodiment 1	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2024

Date of mailing of the international search report

15 October 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/104416

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106317311 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 11 January 2017 (2017-01-11) description, paragraphs 38-57, and embodiment 1	1-10
X	CN 109666096 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 23 April 2019 (2019-04-23) description, paragraph 21, and embodiment 2	1-10
X	CN 109666097 A (CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORP. et al.) 23 April 2019 (2019-04-23) description, paragraphs 9-19, and embodiment 1	1-10
X	CN 115197365 A (JIANGSU HENGFENG FINE CHEMICAL CO., LTD.) 18 October 2022 (2022-10-18) embodiments 2-3	1-10
X	US 10457862 B2 (RHODIA OPERATIONS) 29 October 2019 (2019-10-29) description, paragraphs 24-30 and 160-166	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/104416

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	118063688	A	24 May 2024	None			
CN	105601805	A	25 May 2016	None			
CN	115260387	A	01 November 2022	CN	115260387	B	05 December 2023
CN	104693351	A	10 June 2015	CN	104693351	B	17 August 2016
CN	106317308	A	11 January 2017	CN	106317308	B	17 August 2018
CN	106317311	A	11 January 2017	CN	106317311	B	17 August 2018
CN	109666096	A	23 April 2019	CN	109666096	B	11 May 2021
CN	109666097	A	23 April 2019	None			
CN	115197365	A	18 October 2022	None			
US	10457862	B2	29 October 2019	RU	2017111043	A	05 October 2018
				RU	2017111043	A3	12 March 2019
				RU	2735523	C2	03 November 2020
				EP	3189094	A1	12 July 2017
				FR	3025520	A1	11 March 2016
				US	2017298269	A1	19 October 2017
				CA	2953048	A1	10 March 2016
				CA	2953048	C	18 October 2022
				WO	2016034743	A1	10 March 2016

A. 主题的分类

C08F 220/56(2006.01)i; C08F 220/58(2006.01)i; C08F 220/54(2006.01)i; C09K 8/588(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:C08F, C09K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT,WPABS,WPABSC,ENTXTC,VEN,CNKI,ISI,STN; 丙烯酸胺, 磺酸, 疏水, 羧基, 驱油, 低渗透, 耐温, 耐盐, acrylamide, sulfonic, hydrophobic, carboxy, low permeation, temperature resistance, salt resistance, flooding

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 118063688 A (山东诺尔生物科技有限公司 等) 2024年5月24日 (2024 - 05 - 24) 说明书第6-25段	1-10
X	CN 105601805 A (四川光亚聚合物化工有限公司) 2016年5月25日 (2016 - 05 - 25) 说明书第32-39段, 实施例1、6	1-10
X	CN 115260387 A (北京恒聚化工集团有限责任公司 等) 2022年11月1日 (2022 - 11 - 01) 说明书17-23段, 权利要求4	1-10
X	CN 104693351 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2015年6月10日 (2015 - 06 - 10) 说明书第52-62段, 实施例1	1-10
X	CN 106317308 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2017年1月11日 (2017 - 01 - 11) 说明书第19-38段, 实施例1	1-10
X	CN 106317311 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2017年1月11日 (2017 - 01 - 11) 说明书第38-57段, 实施例1	1-10
X	CN 109666096 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2019年4月23日 (2019 - 04 - 23) 说明书第21段, 实施例2	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年9月21日

国际检索报告邮寄日期

2024年10月15日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王恒

电话号码 (+86) 027-59371381

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 109666097 A (中国石油化工股份有限公司 等) 2019年4月23日 (2019 - 04 - 23) 说明书第9-19段，实施例1	1-10
X	CN 115197365 A (江苏恒峰精细化学股份有限公司) 2022年10月18日 (2022 - 10 - 18) 实施例2-3	1-10
X	US 10457862 B2 (RHODIA OPERATIONS) 2019年10月29日 (2019 - 10 - 29) 说明书第24-30、160-166段	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/104416

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	118063688	A	2024年5月24日	无			
CN	105601805	A	2016年5月25日	无			
CN	115260387	A	2022年11月1日	CN	115260387	B	2023年12月5日
CN	104693351	A	2015年6月10日	CN	104693351	B	2016年8月17日
CN	106317308	A	2017年1月11日	CN	106317308	B	2018年8月17日
CN	106317311	A	2017年1月11日	CN	106317311	B	2018年8月17日
CN	109666096	A	2019年4月23日	CN	109666096	B	2021年5月11日
CN	109666097	A	2019年4月23日	无			
CN	115197365	A	2022年10月18日	无			
US	10457862	B2	2019年10月29日	RU	2017111043	A	2018年10月5日
				RU	2017111043	A3	2019年3月12日
				RU	2735523	C2	2020年11月3日
				EP	3189094	A1	2017年7月12日
				FR	3025520	A1	2016年3月11日
				US	2017298269	A1	2017年10月19日
				CA	2953048	A1	2016年3月10日
				CA	2953048	C	2022年10月18日
				WO	2016034743	A1	2016年3月10日