

改性聚丙烯酰胺絮凝废弃油基钻井液中有害固相的研究

吴嘉蕾^{1,2}, 佟拉嘎^{1,2*}, 李红英³, 张云雷³, 孙保明³

(1.北京石油化工学院新材料与化工学院,燃料清洁化及高效催化减排技术北京市重点实验室,北京 102617; 2.北京石油化工学院油田应用化学与化工技术研究所,北京 102617; 3.北京中科日升科技有限公司,北京 102600)

摘要:以丙烯酰胺和甲基丙烯酸乙基三甲基氯化铵为原料,采用反相乳液聚合法制备了应用于废弃油基钻井液的新型絮凝剂。通过红外光谱、热重分析等方法测定了絮凝剂分子的结构与热稳定性;通过特性黏度法测量了絮凝剂分子的分子质量;通过絮凝剂乳液及絮凝前后分散相的粒径变化规律,分析了该絮凝剂对废弃油基钻井液的絮凝率与絮凝效果。结果表明,该处理剂在油相中对于有用固相絮凝效果微弱,但可以高选择性地絮凝钻屑等有害固相,在絮凝剂最佳质量分数为2.5%时,固液分层效率最高(43%),絮凝效果最好(92.13%)。将该絮凝剂应用于湛江某井的废弃油基钻井液,絮凝率达到了97.92%,经固控设备处理后的废弃油基钻井液性能稳定,能满足现场使用要求。絮凝剂可以循环使用,有效降低了钻井液使用成本。

关键词:絮凝剂;有害固相;废弃油基钻井液;聚丙烯酰胺;反相乳液聚合

中图分类号:TE254

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2023)02-0203-06

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2023.02.038

Study on modified polyacrylamide to flocculate harmful solid phase in spent oil-based drilling fluid

WU Jia-lei^{1,2}, TONG La-ga^{1,2*}, LI Hong-ying³, ZHANG Yun-lei³, SUN Bao-ming³

(1.Beijing Key Laboratory of Fuels Cleaning and Advanced Catalytic Emission Reduction Technology, College of New Materials and Chemical Engineering, Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China; 2.Institute of Applied Chemical Technology for Oilfield, Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China; 3.Beijing Zhongke Rising-sun Technology Co., Ltd., Beijing 102600, China)

Abstract: Acrylamide and methacryl ethyl trimethyl ammonium chloride are used as raw materials to prepare new flocculant for spent oil-based drilling fluid through inverse emulsion polymerization method. The structure and thermal stability of the flocculant are determined by means of infrared spectroscopy and thermogravimetric analysis. The molecular weight of flocculant is measured by means of intrinsic viscosity method. The flocculation rate and flocculation effect of the flocculant on spent oil-based drilling fluid are analyzed through the change rules of particle size of the dispersed phase before and after flocculating emulsion and flocculation. Results show that the flocculant has weak flocculation effect on the useful solid phase in oil phase, but can flocculate harmful solid phase such as drilling cuttings with high selectivity. The solid-liquid stratification efficiency reaches the highest (43%) and the flocculation effect is the best (92.13%) when the optimal dosage of flocculant is 2.5%. As the flocculant is applied to spent oil-based drilling fluid from a well in Zhanjiang, China, the flocculation rate reaches 97.92%. The spent oil-based drilling filtrate treated by solid control equipment has stable performance, can meet on-site use requirements, can be recycled, and reduces effectively the use cost of drilling fluid.

Key words: flocculant; harmful solid phase; spent oil-based drilling fluid; polyacrylamide; inverse emulsion polymerization

油基钻井液具有抗污染能力强、润滑性好、抑制性强、保护井壁稳定等特点^[1]。钻井过程中,随着钻屑等有害固相的不断侵入,有害固相吸附着钻井液中大量的油及各种烃类等化学物质^[2],致使体系黏度、切力增加,低密度固相含量增高。为节约成本,油基钻井液在完钻后再转井处理时,会大量补充

新的油基钻井液,以维护钻井液性能,但旧钻井液越积越多,最终形成了废弃钻井液。目前,无害化处理与回收利用钻井过程中产生的废弃物是钻井行业环境保护工作的当务之急^[3]。国内外油基钻井液的常用处理方法主要有热蒸馏、坑内密封掩埋、溶剂萃取、超临界流体抽提、生物修复、化学破乳、固化法、

收稿日期:2022-02-16;修回日期:2022-12-26

作者简介:吴嘉蕾(1997-),女,硕士研究生,研究方向为油基钻井液循环利用处理剂的研发及应用,1046214648@qq.com;佟拉嘎(1966-),男,博士,副教授,研究方向为功能材料制备与应用性研究,通讯联系人,tonglaga@bpipt.edu.cn。

油基泥浆资源化利用技术(LRET)等。由于这些方法普遍存在能源消耗大、设备要求严格、操作安全性低、后处理费用高等弊端^[4-7],因此废弃钻井液新型处理剂的研发就显得至关重要。

基于水溶性絮凝剂的原理^[8-9],笔者选用反相乳液聚合的工艺条件,将单体与接枝单体在反相乳液体系中进行聚合和接枝改性,从而制得具备良好选择性的油溶性絮凝剂。将该絮凝剂应用于废弃油基钻井液中,可以将其体系内的有害固相从亲油相转变为亲水相,从而使粒径微小的有害固相颗粒吸附并聚集沉淀,便于固控设备的清除。清除处理后的滤液可以继续使用,降低了钻井液使用成本,实现降本增效。

1 实验部分

1.1 试剂及仪器

丙烯酰胺,上海易恩化学技术有限公司生产;甲基丙烯酰乙基三甲基氯化铵,北京市津同乐泰化工产品有限公司生产;司盘 80、吐温 80、OP-10,广东汕头市西陇化工厂;十二烷基苯磺酸钠,天津百伦斯生物技术有限公司生产;十六烷基三甲基氯化铵,天津市福晨化学试剂厂生产;过硫酸铵、亚硫酸氢钠,天津市致远化学试剂有限公司生产;无水乙醇,现代东方(北京)科技发展有限公司生产;丙酮、环己烷、甲苯、三氯甲烷,北京化工厂生产;四氢呋喃,北京化学试剂公司生产;以上试剂均为分析纯。白油(工业级),泰昌石油化工有限公司生产;去离子水,自制。

集热式恒温加热磁力搅拌器(DF-101S型),巩义市予华仪器有限责任公司生产;高温高压失水仪(GGS42型)、电子六速黏度计(ZNN-D6B型)、变频调速搅拌机(GJS-B12K型),青岛同春石油仪器有限公司生产;电稳定性测试仪(DWY-2A型),青岛海通达专用仪器有限公司生产;真空干燥箱(DZF型),永光明医疗仪器有限公司生产;超声波清洗器(KQ-500E型),昆山市超声仪器有限公司生产;傅里叶变换红外光谱仪(NICOLET 6700型),美国生产;马尔文激光粒度仪(MS3000型),英国生产;正置偏光显微镜(DM2700P型),德国徕卡有限公司生产;热重分析仪(Setline STA TGA-DSC 1100型),法国塞塔拉姆生产。

1.2 絮凝剂乳液的制备

将白油与油溶性乳化剂混合得到油相;将单体和接枝单体(以及水溶性乳化剂)在水中充分溶解

得到水相;将引发剂溶解于部分水中得到引发剂溶液。将水相逐滴滴加到油相中高速搅拌 40 min 后得到预乳液。将预乳液倒入四口烧瓶中,水浴加热。通入氮气 30 min 后,滴加引发剂,等待反应自发升温后停止通入氮气。体系升温结束后保持水浴加热 70℃,1 h 后结束实验,得到淡黄色絮凝剂乳液。

1.3 絮凝剂的性能评价及表征

1.3.1 红外光谱分析

利用傅里叶变换红外光谱仪(NICOLET 6700型)对聚合物样品进行红外光谱测试,扫描的波数范围为 400~4 000 cm^{-1} 。其中聚合物样品为絮凝剂乳液经大量乙醇洗涤、抽滤、干燥研磨后的共聚物粉末,共聚物采用溴化钾压片进行红外光谱的扫描测试。

1.3.2 热稳定性分析

采用热重分析仪(Setline STA TGA-DSC 1100型)测定样品的热分解温度,预估聚合物的热寿命。准确称取 10 mg 的各样品粉末于坩埚中,在氮气气氛中以 10℃/min 升温速率于 30℃ 升温至 500℃,降至常温后结束实验。

1.3.3 特性黏度法计算分子量

采用稀释型乌氏黏度计测量并计算絮凝剂的特性黏度,根据 Mark-Houwink 方程计算絮凝剂的分子量。具体方法参考国标 GB/T 12005.1-89、GB/T 31246-2014。

1.3.4 絮凝剂的选择性

为了直观地观察絮凝剂的性能,将配制的 3 组基液样品中加入絮凝剂,对比 3 组样品的分层情况,模拟评价絮凝剂对废弃油基钻井液中主要存在的三类固相(钻屑、有机土、重晶石)的絮凝作用。其中:钻屑为有害固相,有机土、重晶石为有用固相。

基液配方如下:白油+1%润湿剂+15%钻屑+1%絮凝剂;白油+1%润湿剂+15%有机土+1%絮凝剂;白油+1%润湿剂+15%重晶石+1%絮凝剂。

1.3.5 絮凝剂最佳用量的确定

基液配方:4 个量筒中加入白油+1%润湿剂+15%岩屑(岩屑经研磨后过 200 目筛),分别加入 1.0%、1.5%、2%、2.5%的絮凝剂。混合均匀后静置 30 min,对比观察分层情况并计算固液分层效率(S):

$$S = (V_0 - V_1) / V_0 \quad (1)$$

式中: V_0 为空白组基液的体积; V_1 为加入 1.0%、1.5%、2.0%、2.5%絮凝剂的基液的体积。

1.3.6 絮体微观形貌的观察

由于光学显微镜可对成像呈现一定的三维效果,因此,在调整合适的物镜倍数情况下,利用DM2700P型正置偏光显微镜对各样品表面进行微观形貌的观察。

1.4 絮凝剂的现场应用效果评价

1.4.1 现场基浆配制

基浆配制:将湛江某井的废弃油基钻井液(老浆)通过4 800 r/min转速离心15 min,再通过200目振动筛取滤液作为基浆,静置备用。

样品浆配制:向制备的基浆中加入2.5%絮凝剂,利用低速搅拌机于100 r/min下搅拌20 min后静置15 min,待样品充分作用后,通过200目振动筛取滤液作为样品浆,静置备用。

处理剂性能评价:分别将静置完成后的样品浆与基浆通过200目振动筛,对比筛余物,并参照国标GB/T 16783.2—2012中所述的方法测试钻井液的各项性能指标。

1.4.2 观察法评价废弃油基钻井液中有害固相清除效果

筛余物对比评价:2种试样浆(基浆、基浆+2.5%絮凝剂)经200目筛处理后,观察筛面颗粒物剩余情况。

泥饼质量的评价:3种试样浆(老浆、基浆、基浆+2.5%絮凝剂+过200目筛)经过高温高压滤失量测量后,取下泥饼,在室温条件下自然风干3 d后拍照并进行对比。

1.4.3 粒度分析

利用马尔文激光粒度仪对各样品进行粒径分布测定,清洗仪器、设置参数、校准清零后进行粒径分布测量。导出数据并进行处理,考察絮凝前后钻屑粒径变化,同时计算其絮凝率(η)^[10]。

$$\eta = (W_0 - W_1) / W_0 \quad (2)$$

式中: W_0 为基浆1中的空白组某一粒径界限以下颗粒的体积分数; W_1 为实验组中加入絮凝剂絮凝后相同粒径界限以下颗粒的累计体积分数。

2 结果与讨论

2.1 红外光谱

所制备的共聚物粉末的红外光谱图如图1所示。由图1可知,3 446.17 cm^{-1} 处是 $-\text{NH}_2$ 的特征吸收峰,2 924.92 cm^{-1} 处是 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{CH}_2-$ 的伸缩振动吸收峰,1 653.02 cm^{-1} 处是 $\text{C}=\text{O}$ 的伸缩振动吸收峰,1 456.96 cm^{-1} 处是 $-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ 中

亚甲基的弯曲振动吸收峰,1 376.44 cm^{-1} 处为 $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ 的伸缩振动吸收峰,1 137.23 cm^{-1} 处为 $\text{C}-\text{N}$ 的伸缩振动峰。证明共聚物已成功制备。

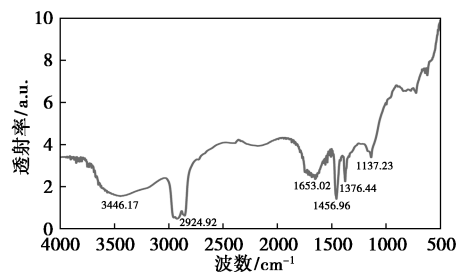


图1 絮凝剂红外光谱图

2.2 热稳定性分析

30~500 $^{\circ}\text{C}$ 范围内接枝改性共聚物样品的TG曲线如图2所示。由图2可知,共聚物的分解主要分为3个阶段:第1阶段为30~150 $^{\circ}\text{C}$,主要为试样中的少量水分或小分子质量溶剂等受热挥发引起的失重,失重约10%;150~220 $^{\circ}\text{C}$ 范围内接枝改性共聚物显示较好的热稳定性,未出现失重现象。第2阶段出现在250~300 $^{\circ}\text{C}$ 范围,主要为高分子质量溶剂挥发或开始分解,失重约25%~30%。第3阶段发生在300~420 $^{\circ}\text{C}$ 范围,原因是共聚物高分子主链开始断裂并分解引起,失重约40%;当加热温度大于420 $^{\circ}\text{C}$ 后,样品质量基本保持不变。说明该接枝改性絮凝剂热稳定性性能优良,在300 $^{\circ}\text{C}$ 以下可稳定使用。

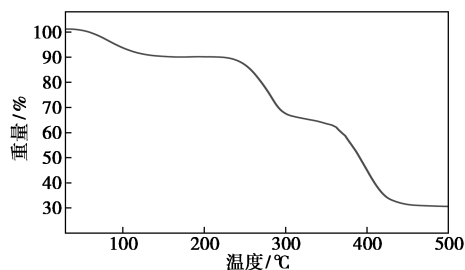


图2 絮凝剂热重曲线

2.3 絮凝剂的选择性

实验室模拟评价了絮凝剂对3种油相基液体系的絮凝效果,结果如表1所示。由表1可知,未加入絮凝剂前,3种不同类型的固相在润湿剂的作用下,固体表面迅速转变为亲油,良好悬浮在白油中,形成稳定的油相基液体系。加入絮凝剂后,反相乳液的絮凝剂体系使其具备油溶性的特点,可以良好地溶于油相基液体系中。在有害固相(钻屑)存在的油相基液体系中,接枝改性的絮凝剂由于本身带正电荷,可以通过静电吸附及架桥作用,将带有负电荷的

钻屑从亲油相转变成亲水相,使均匀分布在油相中的钻屑脱离油相并聚集在一起,随后通过重力作用沉降下来,便于固液分离;在有用固相(有机土)存在的油相基液体系中,由于有机土是季铵盐改性的产物,表面带正电荷,絮凝剂不吸附有机土,因此无絮凝效果;在有用固相(重晶石)存在的油相基液体系中,由于重晶石是惰性固体(不带电荷),絮凝剂作用于重晶石颗粒表面主要以部分包被为主,在重晶石颗粒表面形成一层高分子吸附膜,不仅可以良好的溶于油相体系中,还可以阻止重晶石与水的接触,因此无絮凝效果。由此可以看出,所制备的絮凝剂具有高选择性絮凝有害固相的特点。

表 1 絮凝剂对不同类型固相的絮凝效果评价

实验条件	未加絮凝剂	加入絮凝剂	絮凝效果
白油+1%润湿剂+15% 钻屑+1%絮凝剂			絮凝效果十 分明显
白油+1%润湿剂+15% 有机土+1%絮凝剂			无絮凝现象
白油+1%润湿剂+15% 重晶石+1%絮凝剂			无絮凝现象

2.4 絮凝剂最佳质量分数的确定

絮凝剂质量分数对固液分层效果及絮凝率的影响如图 3 所示。絮凝剂吸附带负电荷的有害固相(钻屑),使其中值粒径变大,具体表现为钻屑可以明显的从基浆体系中分离并沉淀下来。由图 3 可知,加入絮凝剂后,基浆体系的固液分层效果及絮凝率明显变大。絮凝剂质量分数在 0~2.5% 范围内时,絮凝剂质量分数越大,絮凝剂吸附有害固相(钻屑)中值粒径越大,因此,固液分层效率以及絮凝率越大。其中,絮凝剂质量分数在 2.5% 时的固液分层效率为 43%,絮凝率为 92.13%。由此可以看出,

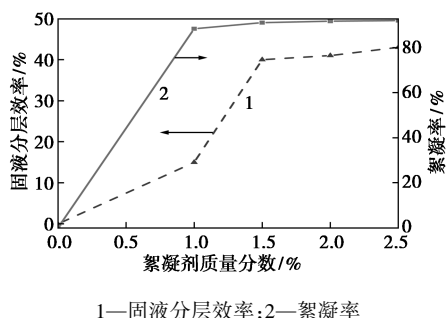


图 3 絮凝剂质量分数对基浆的影响

所制备絮凝剂不仅可以选择性絮凝钻屑,并且在絮凝剂质量分数较小时仍具备絮凝效果良好的特点。

2.5 絮体微观形貌的观察

偏光显微镜放大 200 倍后,钻屑在实验室模拟废弃油基钻井液体系中的分散效果图如图 4 所示。由图 4 可知,钻屑在空白的体系中分散不均匀,颗粒大小不均一。其中,大量存在油相体系中的颗粒由于粒径过小,难以从油相中分离出来。在空白组的钻屑体系中加入 2.5% 絮凝剂后,絮凝剂包裹着钻屑颗粒,使絮体粒径变大,有利于沉降,固液分离效果好。

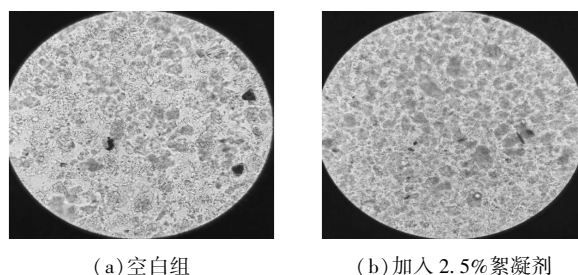


图 4 空白组和加入 2.5% 絮凝剂后钻屑分散效果

2.6 油基钻井液性能评价

根据国标 GB/T 16783.2—2012 中所述的方法测试的钻井液性能指标如表 2 所示。由表 2 可知,未经任何处理的废弃油基钻井液(湛江某井的老浆),虽然电稳定性与高温高压滤失量在标准范围内,但是该体系的黏度、动切力、密度、固相质量分数整体偏大,加入新的油基钻井液稀释老浆仍然难以再次随钻使用。利用固控处理(离心及 200 目振动筛)清除 $\geq 10 \mu\text{m}$ 的固相颗粒后,相较于老浆而言,基浆的黏度、密度、固相质量分数明显降低,电稳定性和高温高压滤失量也在标准范围内,但固相质量分数仍然偏高,因此需要进一步清除小于 $10 \mu\text{m}$ 的固相颗粒;反相乳液的絮凝剂体系不仅可以良好地溶于经过固控处理的老浆中(基浆),而且 2.5% 絮凝剂处理后的基浆与基浆相比,其体系黏度下降明显,电稳定性和高温高压滤失量变化很小,钻井液基本性能稳定,总固相质量分数降低 30.77%,低密度固相质量分数降低 28.66%,由此可见,加入絮凝剂并固液分离处理后,小于 $10 \mu\text{m}$ 的固相颗粒被有效清除。综上所述,制备的絮凝剂添加到湛江某井的废弃油基钻井液中进行有害固相处理时,不仅具备良好的油溶性,而且不会影响油基钻井液性能,可以代替或直接加入到新的油基钻井液中循环使用,节约了钻井成本。

表2 试样浆性能表

实验条件	老浆	基浆	絮凝剂处理后
$\varphi 600 / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	232	64	53
$\varphi 300 / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	134	37	31
$\varphi 6 / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	96	3	3.5
$\varphi 3 / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	57	2.5	2.5
$AV / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	116	32	26.5
$PV / (\text{mPa} \cdot \text{s})$	98	27	22
YP/Pa	18	5	4.5
ES/V	920	1106	1035
密度/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^3)$	1.5735	1.1180	1.0250
固相质量分数/%	29	19.5	13.5
低密度固相质量分数/%	18.2	16.4	11.7
高密度固相质量分数/%	8.8	0.2	0.1
HTHP 滤失量/mL	3.2	6.4	7.2

2.7 絮凝剂对废弃油基钻井液中有害固相清除效果评价

基浆和 2.5% 絮凝剂处理后过 200 目筛后筛面颗粒物剩余情况如图 5 所示。由图 5 可知,未加入絮凝剂的基浆经 200 目筛处理后,由于 200 目筛无法分离粒径微小的有害固相颗粒,因此过筛基本没有筛余物;加入 2.5% 絮凝剂后,反相乳液的絮凝剂体系良好地溶于废弃油基钻井液中,而且吸附、架桥、聚集、沉降了废弃油基钻井液中的有害固相,使固相颗粒的粒径变大,经过 200 目过筛处理后,过筛筛余效果明显。

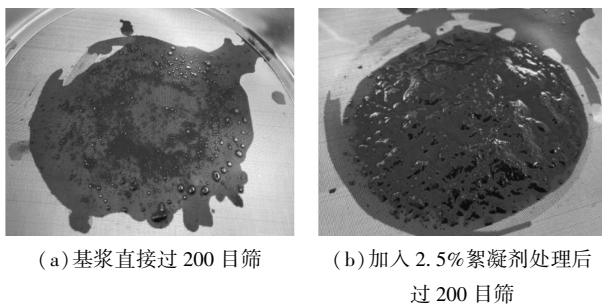


图5 基浆和 2.5% 絮凝剂处理后过 200 目筛后筛面颗粒物剩余情况

2.8 泥饼质量的评价

观察对比评价了 3 种油基钻井液的泥饼质量,结果如图 6 所示。由表 2 可知,3 种钻井液体系的高温高压滤失量都在标准范围内 ($< 20 \text{ mL}$),但低渗透、柔韧、薄而致密的滤饼更有利于稳定井壁、保护油气层,因此观察滤饼质量同样重要^[11]。由图 6 中

可以看出,老浆的泥饼因老浆中劣质固相质量分数高,表面粗糙有毛孔,泥饼虚厚,不利于稳定井壁;通过固控条件初步处理后(离心及过 200 目筛),基浆的泥饼表面的粗糙性有所改善,但是由于基浆中依旧含有大量小于 $10 \mu\text{m}$ 的劣质固相,因此泥饼虚厚,同样不利于稳定井壁;在基浆中加入絮凝剂并过筛处理后,泥饼表面光亮致密、薄且有弹性,表明泥饼质量良好,有利于稳定井壁、保护油气层。由此可见,加入絮凝剂处理后,测量该体系的高温高压滤失量不仅在标准范围内,而且有效改善了滤饼的质量,使该体系更有利于稳定井壁、保护油气层,从而可以代替或直接加入到新的油基钻井液中循环使用,节约成本。

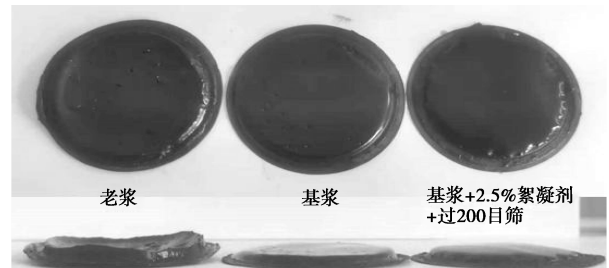
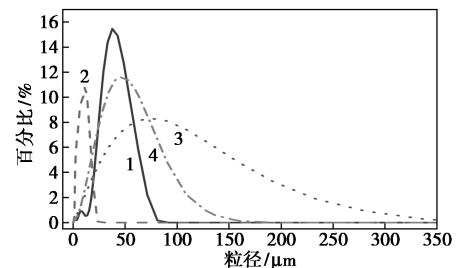


图6 滤饼质量对比图

2.9 粒径分析

用激光粒度分析仪测得各样品的中值粒径分布,结果如图 7、表 3 所示。从图 7、表 3 中可以看出,絮凝剂乳液的粒径分布较窄,在 $15 \sim 60 \mu\text{m}$ 之间,单峰的出现可视为单分散分布,表明反相乳液体系的絮凝剂制备成功。加入絮凝剂前,基浆体系中固相颗粒粒径微小,仅有 $6.21 \mu\text{m}$;加入絮凝剂后,絮凝剂通过静电吸附及架桥作用,使颗粒的粒径分布变宽且向右平移,体系中固相颗粒的中值粒径从 $6.21 \mu\text{m}$ 增大到 $50.1 \mu\text{m}$,此时絮凝率为 88.71%,颗粒在体系中聚集、沉淀,从而有助于进一步清除有害固相。经过 200 目筛固液分离后,体系的中值粒径从 $50.1 \mu\text{m}$ 减小到 $34.31 \mu\text{m}$,粒径分布集中、均



1—絮凝剂;2—基浆;3—基浆+絮凝剂;
4—基浆+絮凝剂(过 200 目筛)

图7 各样品粒径分布图

表 3 废弃油基钻井液絮凝效果

实验条件	$D_{50}/\mu\text{m}$	在 6.21 μm 粒径下 累计体积分数/%	絮凝率 $\eta/\%$
基浆	6.21	50.03	—
基浆+2.5%絮凝剂	50.10	5.65	88.71
基浆+2.5%絮凝剂+ 过 200 目筛	34.31	1.04	97.92

匀,絮凝率为 97.92%。综上所述,加入絮凝剂并固液分离处理后,絮凝效率高。

3 结论

(1)所制备的絮凝剂分子质量在 6.86×10^8 左右,粒度分布均匀、紧凑,中值粒径为 35.6 μm ,在 300℃前可稳定使用,耐高温性良好。

(2)所制备的絮凝剂具备油溶性的特点,并且在油相中能够起到良好的选择性絮凝作用,可以将油相中的有害固相从亲油相转变为亲水相,絮凝剂在静电吸附及架桥作用下,使油相中粒径微小的有害固相颗粒吸附并聚集沉淀,便于固控设备清除,且对油相中的有用固相等有用物质絮凝作用较弱。

(3)所制备的絮凝剂加量越多,基浆固液分层效率越好,絮凝钻屑的效率越高。絮凝剂的最佳质量分数为 2.5%,此时固液分层效率为 43%,絮凝率为 92.13%。加入 2.5%絮凝剂后,絮体的形貌由大小不均一转变为规则密集,便于固液分离。

(4)将絮凝剂应用到经固控处理后湛江某井的老浆中(基浆),该体系黏度下降明显,总固相质量

分数降低 30.77%,低密度固相降低 28.66%,电稳定性和高温高压滤失量变化很小,泥饼表面光亮致密,泥饼质量良好,钻井液基本性能稳定。

(5)将絮凝剂应用到湛江某井的废弃油基钻井液中,可以吸附废弃油基钻井液中有害固相,使粒径微小的有害固相颗粒吸附并聚集沉淀,絮凝效果好,将沉淀利用固控设备清除后,絮凝效率在 97%以上。

参考文献

- [1] 王中华.钻井液技术员读本[M].北京:中国石化出版社,2017:4-46.
- [2] 冯金禹,闫铁,李卓,等.钻井作业废弃物处理技术研究与应用进展[J].应用化工,2019,48(8):1966-1969,1984.
- [3] 聂强勇.油基钻井废弃物处理技术研究进展[J].化工设计通讯,2020,46(11):196-197.
- [4] 张文勇,姜婷婷,马媛,等.废弃油基钻井液处理技术研究现状与发展前景[J].化工设计通讯,2017,43(1):51.
- [5] 杨双春,佟双鱼,李东胜,等.废弃钻井液无害化处理技术研究进展[J].应用化工,2019,48(12):3037-3041.
- [6] 赵晓丽,杨欢,黎然,等.川南页岩气开采废弃油基钻井液再利用研究[J].现代化工,2021,41(S1):286-288.
- [7] 田丰.废弃油基钻井液及钻屑萃取处理技术研究[D].成都:西南石油大学,2015:6-9.
- [8] 孙军波,朱建文,胡惠宁,等.CPAM对河道泥水混合物的絮凝效果研究[J].中国给水排水,2021,37(11):84-88.
- [9] 姜盛基,王刚,严亚萍,等.絮凝剂对水中污染物去除性能和机理的最新研究进展[J].应用化工,2021,50(5):1348-1354.
- [10] 蒋官澄,李新亮,彭双磊,等.一种亚微米固相絮凝剂的合成及性能评价[J].钻井液与完井液,2017,34(4):15-19.
- [11] 乌效鸣,胡郁乐.钻井液与岩土工程浆液实验原理与方法[M].武汉:中国地质大学出版社,2010:31.■

赢创推出生物表面活性剂 REWOFERM® RL 100

赢创推出可持续鼠李糖脂产品 REWOFERM® RL 100,REWOFERM® RL 100 采用可再生原料生产,可完全生物降解,并具有优异的清洁性能。这是继在斯洛伐克斥资数亿欧元兴建全新的生物表面活性剂工厂之后,赢创在生物表面活性剂方面的进一步举措。

赢创位于斯洛伐克的新工厂将满足新增的鼠李糖脂生产需求,该工厂预计在 2023 年底完工。

作为一种生物表面活性剂,鼠李糖脂以欧洲玉米为来

源的糖为主要原料,通过可持续的发酵工艺生产,无需使用化石原料或热带油。鼠李糖脂不仅可完全生物降解,且在生命周期中对环境影响低。此外,它对皮肤也非常温和,毒性与生态毒性极低。REWOFERM® RL 100 具有出众的发泡性能,适用于多种应用,包括洗衣液、硬质表面清洁剂、汽车护理以及用于食品和饮料行业的清洁配方;此外,它可用作配方中的主表活和辅表活,全面降低配方的复杂性。(杨惠莹)