

聚驱后含油污水絮凝剂JY-7絮凝效果的影响因素

邓文星¹ 王诏² 苗李蒙³ 周惠存⁴

1 青海油田采油二厂 2 青海油田四方服务公司生产安全环保科

3 青海油田公司花土沟社区管理中心 4 青海油田井下作业公司

摘要: 聚合物驱已成为我国陆上油田提高采收率的一种有效手段, 含油、含聚的污水处理也成为陆上油田污水处理的难题之一。以丙烯酰胺、丙烯酸和二甲基二烯丙基氯化铵为共聚单体, 采用溶液自由基聚合法合成了一种聚丙烯酰胺类高分子絮凝剂JY-7。以除油率和去浊率为评价指标, 采用烧瓶实验研究JY-7加量、絮凝温度、搅拌速度和搅拌时间对含油污水絮凝效果的影响, 优选出一种针对试验区含油污水的最佳处理工艺。结果表明: 当JY-7的加量为500 mg/L, 搅拌速度250 r/min, 搅拌时间5 min, 温度为40 ℃时, 处理效果最好, 除油率和去浊率分别高达77.85%和82.28%。絮凝剂JY-7对于陆上油田聚驱后含油污水的处理具有很好的适应性。

关键词: 聚合物驱; 含油污水; 絮凝剂; 除油率; 去浊率

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.9.018

引言

聚合物驱已成为我国陆上油田一种重要的三次采油手段。聚合物可溶于注入水中, 增加注入水的黏度比, 从而降低水油流度比, 提高注入流体的波及体积, 可大幅度提高原油采收率。但是随着聚合物驱油技术在油田大面积推广应用, 其产生的采出污水中含有大量的聚合物残留, 残留的聚合物会吸附在油水界面上, 在采出污水中的油滴之间形成空间障碍, 阻碍了油滴之间的聚并。与常规的油田水驱污水分离相比, 含聚污水的黏度更高、乳化现象更严重, 携带悬浮物的能力更强, 油滴和固体颗粒的上浮和下沉阻力更大, 这使得含聚污水油水分离的难度更大^[1-3]。絮凝法是一种重要的含油污水处理方法, 该方法的优点是没有改变现有工艺, 只是在油水分离工艺中加入絮凝剂, 加速了油水的分离^[4-5]。但是目前聚驱后油田常用无机和有机絮凝剂用量比较大且成本也较高^[6], 既有阳离子基团又有阴离子基团的两性聚丙烯酰胺类高分子絮凝剂, 以其良好的反聚电解质效应已成为一种有效的聚驱后油田采出污水处理剂^[7]。

以丙烯酰胺、二甲基二烯丙基氯化铵和丙烯酸为单体, 在复合引发体系的引发下, 利用自由基聚合法合成了一种两性聚丙烯酰胺类絮凝剂JY-7。在对其分子结构分析的基础上, 以青海油田某聚合物区块采出污水为试验对象, 利用烧瓶实验研究JY-7絮凝剂加量、絮凝温度、搅拌条件对含油污

水絮凝效果的影响, 提出了一套适应于试验区块的最佳处理工艺。

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

丙烯酰胺, 国药集团化学试剂有限公司; 丙烯酸, 国药集团化学试剂有限公司; 氯化钠, 天津市科密欧化学试剂有限公司; 二甲基二烯丙基氯化铵, 江苏飞翔化工有限公司; 尿素, 天津化学试剂六厂; 乙二胺四乙酸二钠, 河南明欣化工有限公司; 丙酮, 国药集团化学试剂有限公司; 石油醚, 国药集团化学试剂有限公司; 复合引发剂, 实验室复配。实验污水采用青海油田某聚合物驱区块含油采出水, 采出污水浊度和含油量分别为76、180 mg/L, 聚合物浓度为250~350 mg/L。

电子天平(万分之一), 赛多利斯科学仪器有限公司; 数显恒温水浴锅, 上海梅香仪器有限公司; 搅拌器, 江苏金坛电热仪器有限公司; TU-BR550T浊度仪, 意大利HANNA公司; 756PC型紫外可见分光光度计, 上海恒平科学仪器有限公司; Bruker-Tensor27型傅里叶变换红外光谱仪, Bruker公司。

1.2 实验方法

1.2.1 新型絮凝剂JY-7的合成

在盛有一定体积去离子水的四口烧瓶中加入一定质量配比的丙烯酰胺、丙烯酸和二甲基二烯丙基氯化铵, 同时加入适量的溶解助剂尿素和聚合络合



剂乙二胺四乙酸二钠, 搅拌使混合物完全溶解。在通氮气并保持一定转速的情况下, 以0.5 mL/min的速度缓慢加入复合引发剂 ($K_2S_2O_8$ - $NaHSO_3$ -AIBN), 同时升高水浴锅温度至60 °C, 反应4~6 h后, 将得到的胶体用丙酮提纯, 除去未反应的单体及小分子物质, 最后将合成产物在70 °C恒温箱中烘干, 粉碎待用。

1.2.2 絮凝剂JY-7的IR分析

利用Bruker-Tensor27型傅里叶变换红外光谱仪, 采用KBr压片法, 分析絮凝剂的IR谱, 波数范围400~4 000 cm^{-1} 。

1.2.3 絮凝剂絮凝效果评价

絮凝剂评价方法参考中华人民共和国石油天然气行业标准《絮凝剂评定方法 (SYT 5796-93)》。现场取试验区块采出污水样品置于50 mL具塞带刻度比色管中, 放入恒温水浴预热至设定温度。向比色管中加入絮凝剂, 用玻璃棒充分搅拌, 使絮凝剂与采出液脱出污水样品充分混合, 重新将比色管置于恒温水浴中静置沉降。30 min后观察测定污水浊度和含油量。

(1) 采出污水浊度。将污水置于试管和比色管中, 放置1.5 h后用TUBR550T浊度仪测污水浊度。

(2) 采出污水含油量。使用765PC型紫外可见分光光度计测量含油量, 以430 nm作为吸收波长。具体的测量方法: 用移液管从试管中取10 mL水, 注入分液漏斗中, 加入3 mL 10%的NaCl溶液破乳, 后用50 mL石油醚萃取3次。用紫外分光光度计在430 nm波长下测其吸光度, 求其含油量 (水中含油量标准曲线拟合方程为 $C=0.0034-0.0026$)。

2 结果与讨论

2.1 絮凝剂JY-7的IR分析

图1为实验室自制的絮凝剂JY-7的红外光谱图。从图1可看出, 3 449 cm^{-1} 和1 740 cm^{-1} 处分别为絮凝剂中N—H基团以及羰基的伸缩振动吸收峰; 1 459 cm^{-1} 和1 423 cm^{-1} 处为絮凝剂中含有C—C和C—N键链节的六元环伸缩振动吸收峰; 1 339 cm^{-1} 和900 cm^{-1} 处的吸收峰为絮凝剂中O—H基团的弯曲振动吸收峰。综合絮凝剂的红外光谱曲线可看出, 絮凝剂JY-7是丙烯酰胺、丙烯酸和二甲基二烯丙基氯化铵的共聚物。

2.2 絮凝剂JY-7的絮凝性能评价

2.2.1 JY-7加量对絮凝性能的影响

图2为不同JY-7加量下的絮凝效果。实验温度为40 °C, 搅拌速度为250 r/min, 搅拌时间为5

min。由图2可看

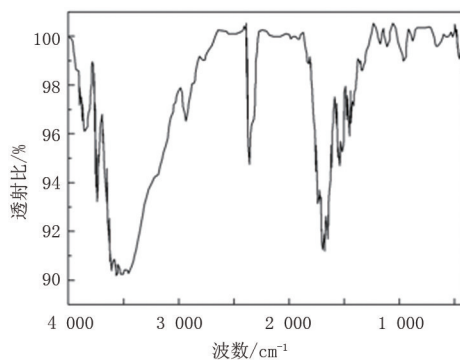


图1 JY-7的IR谱图

出, 随着絮凝剂JY-7用量的增加, 絮凝剂对含油采出污水的去浊率和除油率逐渐增大; 当加量大于500 mg/L后, 除油率和去浊率的增加幅度逐渐变缓; 加量为500 mg/L时, 除油率和去浊率分别为77.85%和82.28%。在污水处理过程中, 为了保证处理效果的同时减少絮凝体的产生, 防止后续分离困难, 同时考虑处理成本, 选择絮凝剂JY-7的加量为500 mg/L。

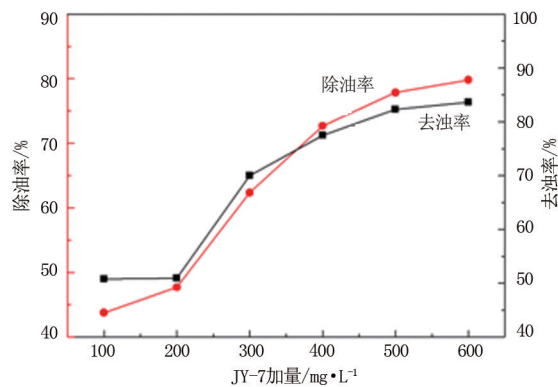


图2 不同JY-7加量下的絮凝效果

2.2.2 絮凝温度对絮凝性能的影响

图3为不同温度下JY-7絮凝剂的絮凝效果, JY-7加量为500 mg/L, 搅拌速度为250 r/min, 搅拌时间为5 min。由图3可看出, 温度可影响絮凝剂JY-7的絮凝效果, 特别是絮凝反应过程、絮凝体成长及沉降分离过程; 随着温度的升高, 絮凝剂JY-7的除油率和去浊率逐渐增大, 这主要是由于温度的升高可使JY-7的扩散速率增大, 降低污水中乳化原油的黏度和密度, 使得絮凝效果变好。综合考虑矿场实际条件, 建议絮凝温度为40 °C左右。

2.2.3 搅拌条件对絮凝性能的影响

除了絮凝剂的加量和絮凝温度对絮凝剂的絮凝效果影响较大以外, 实验过程中的搅拌时间和搅拌速度等搅拌条件对絮凝剂的絮凝效果也有很重要的影响, 搅拌条件主要是影响絮凝反应过程、絮凝体成长及沉降分离过程。图4为不同搅拌条件JY-7



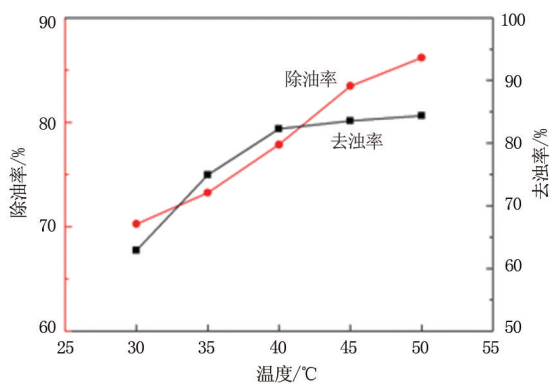


图3 不同温度下JY-7絮凝剂的絮凝效果

絮凝剂的絮凝效果, 实验温度为40℃, JY-7加量为500 mg/L。由图4可看出, JY-7加量为500 mg/L时, 由于去浊率较高, 产生的絮凝体增多; 搅拌速度会影响到絮凝体的聚集。

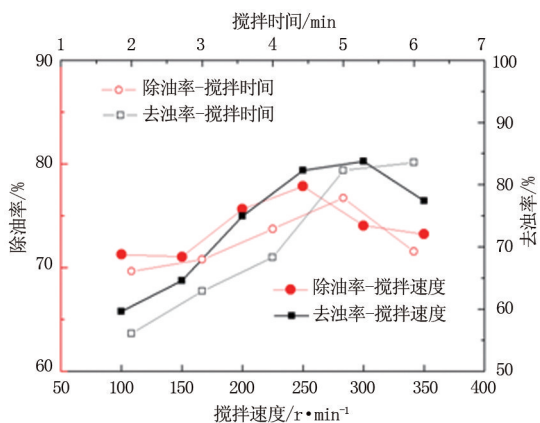


图4 不同搅拌条件下JY-7絮凝剂的絮凝效果

实验表明, 当搅拌速度低于250 r/min时, JY-7的除油率和去浊率随着搅拌速度的增大而增大, 这主要是由于搅拌速度越大, 絮凝剂与污水的混合效果越好。当搅拌速度为250 r/min时, JY-7的去浊率和去油率均较高, 产生的絮凝体较大, 且絮凝速度也较快, 污水迅速变清。继续增大搅拌速度, 除油率开始下降, 后趋于稳定, 去浊率继续增大, 但是增加幅度较小。当搅拌速度大于300 r/min时, 去浊率反而下降, 其原因可能是由于过高的搅拌速度打碎了产生的絮凝体, 反而使得去浊率下降。因此建议优选絮凝处理的搅拌速度为250 r/min。

通过图4也可看出, JY-7对试验区含油污水的除油率随着搅拌时间的延长先增大后减小, 去浊率随着搅拌时间的延长逐渐增大。在搅拌时间为5 min时, 除油率最高。当搅拌时间较短时, JY-7与含油污水不能充分混合, 而搅拌时间过长反而会导致形成的絮凝体被打碎, 这在一定程度上会影响污水中油滴的聚集吸附和聚并, 导致污水变为热力学稳定体系, 除油效果变差, 除油率下降。因此建议优

选絮凝处理时的搅拌时间为5 min。

通过JY-7絮凝剂对试验区含油污水的絮凝效果的影响因素研究, 优选出了一种针对试验区含油污水最佳的处理工艺: JY-7的加量为500 mg/L, 搅拌速度250 r/min, 搅拌时间5 min, 温度为40℃时, 处理效果最好, 除油率和去浊率分别高达77.85%和82.28%。

3 结论

(1) 以丙烯酰胺、丙烯酸和二甲基二烯丙基氯化铵为共聚单体, 采用溶液自由基聚合法合成了一种聚丙烯酰胺类高分子絮凝剂JY-7。红外光谱仪分析表明, JY-7是丙烯酰胺、丙烯酸和二甲基二烯丙基氯化铵的共聚物。

(2) 以除油率和去浊率为评价指标, 采用烧瓶实验研究了JY-7加量、絮凝温度、搅拌条件对含油污水絮凝效果的影响, 优选出一种针对试验区含油污水的最佳的处理工艺。在最佳处理工艺下, 该体系对试验区污水的除油率和去浊率分别高达77.85%和82.28%。絮凝剂JY-7对于陆上油田聚驱后含油污水的处理具有很好的适应性。

参考文献

- [1] 檀国荣, 邹立壮, 王金本, 等. 聚合物对原油乳液破乳效果影响的实验研究[J]. 大庆石油地质与开发, 2006, 25 (1): 93-94.
- [2] 邓述波, 周抚生, 陈忠喜, 等. 聚丙烯酰胺对聚合物驱油污水中油珠沉降分离的影响[J]. 环境科学, 2002, 23 (2): 69-72.
- [3] 郭亚梅, 李明远, 贺辉宗, 等. 聚合物-表面活性剂对原油模拟油/水界面zeta电位的影响[J]. 油田化学, 2009, 26 (4): 415-418.
- [4] 卢磊, 高宝玉, 陈德华, 等. 利用絮凝剂提高聚合物驱采出液脱水效果[J]. 山东大学学报: 理学版, 2006, 41 (6): 114-118.
- [5] 唐晓东, 邓杰义, 李晶晶, 等. 复合高分子絮凝剂的制备及研究进展[J]. 工业水处理, 2015, 35 (2): 1-5.
- [6] Wang L P, Yan X F, Xu X, et al. Preparation of new poly silicate iron coagulants and their coagulation property on micro-polluted water[J]. Journal of Environmental Science and Engineering, 2011, 5 (1): 1-4.
- [7] 高宝玉. 水和废水处理用复合高分子絮凝剂的研究进展[J]. 环境化学, 2011, 30 (1): 337-345.

收稿日期 2015-06-29

(栏目主持 杨军)

