

华北油田别古庄采油作业区采出液破乳剂筛选与评价

李丽 中国石化华北油田采油四厂

摘要:为解决华北油田第四采油厂别古庄采油作业区采出液油水分离难的问题,开展了油田采出液破乳剂室内筛选评价研究。将原油跟破乳剂按照一定比例混合,分别在不同温度条件下测定不同时间的脱水量、油水界面张力,进行破乳剂筛选。研究表明:非离子型破乳剂PRF-2在油藏温度条件下具有较高的脱水速度和破乳速度,其最佳使用浓度为10 mg/L;破乳剂PRF-1和PRF-2均具有降低油水乳状液界面张力的性能,并且随着破乳剂浓度的增加,油水乳状液的界面张力都有所降低。

关键词:采出液;破乳剂;浓度;界面张力;筛选实验

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.11.011

随着油田原油的不断开采,原油含水率逐渐增高,其中大部分含水均以乳状液的形式存在^[1]。原油乳状液体系十分复杂,其稳定性影响因素较多,主要有原油组成、密度、黏度、含水量、分散相粒径等^[2]。原油含水危害极大,增加了管道输送动力消耗和管道设备的腐蚀^[3],所以对油田采出液脱水至关重要。原油脱水的前提就是要求原油乳状液破乳,破乳主要是指分散相的水滴相互接触、碰撞,界面膜破裂,水滴合并,在油相中沉降分离的过程。影响乳状液破乳的因素主要有乳状液的性质、破乳剂的性质和脱水条件^[4]。华北油田采油四厂别古庄采油作业区采出原油密度 0.8212 g/cm^3 ($20\text{ }^\circ\text{C}$),原油凝点 $32\text{ }^\circ\text{C}$,油藏温度($65\text{ }^\circ\text{C}$)条件下原油黏度 $5.53\text{ mPa}\cdot\text{s}$,原油含蜡量11.02%,胶质沥青质含量6.92%。本文主要对采出液破乳剂进行筛选和评价,为该作业区筛选出一种采出液高效破乳剂并确定其最佳使用浓度,从而解决采出液油水分离问题。

破乳剂的破乳效果与乳状液的界面张力有关,破乳剂降低界面张力的能力越强,破乳效果越好^[5]。破乳剂在乳状液中会扩散至油水界面,具有较高的界面活性,能在油水界面顶替天然乳化剂,破坏界面膜,释放乳状液中的水,使水滴凝聚沉积达到油水两相分离的目的^[6]。

1 实验材料及方法

1.1 实验仪器

JJ-1电动搅拌器,上海攸茜实业有限公司;PL3002型电子分析天平,精度 0.0001 g ,梅特勒-托利多;TC-502P型恒温水浴,控温范围为 $-20\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$,美国Brookfield公司;800型离心机,金坛市城东新瑞仪器厂;WS70-1型红外快速干燥箱,

上海英化仪器设备有限公司。

1.2 实验药品

阳离子型破乳剂:PRY-1、PRY-2、PRY-3;阴离子型破乳剂:PRY-4、PRY-5、PRY-6;非离子型破乳剂:PRF-1、PRF-2;两性离子型破乳剂:PRL-1、PRL-2,均为天津市万丰顺科贸发展有限责任公司提供的工业品。乙醇、二甲苯、石油醚等,分析纯,淄博旺旭化工有限公司。

1.3 药剂溶液配制

(1)乳状液配制。用500 mL烧杯称取500 g脱水原油,置于水温为 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 的恒温水浴中30 min;量取500 mL人工配制的模拟水倒入500 mL三角烧瓶中,置于水温为 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 的恒温水浴30 min。然后将蒸馏水倒入500 g的脱水原油中,置于JJ-1电动搅拌器高速搅拌5 min至完全乳化。

(2)破乳剂配制。分别称取1.0 g各种破乳剂,然后根据破乳剂的溶解性分别用乙醇和二甲苯溶解至100 mL(水溶性破乳剂用乙醇溶解,油性破乳剂用二甲苯溶解)。

1.4 破乳剂筛选及界面张力测定

(1)破乳剂筛选。将原油跟破乳剂按照一定比例混合装入50 mL具塞量筒,在脱水温度下恒温15 min,然后摇晃100次,分别在不同温度条件下测定不同时间的脱水量、油水界面张力,进行破乳剂筛选。

(2)界面张力测定。破乳剂能改变油水界面张力:因此,在实验过程中通过测油水界面张力评价破乳剂的破乳效果。采用滴体积法测油水界面张力,由于油水两相存在密度差,先将一定量的模拟水跟破乳剂混合,在实验温度下恒温;然后将脱水原油从毛细管针头挤出1滴,置于油和破乳剂混合



液中，并计算油滴的体积 V ，利用 Tate 公式计算油水界面张力，其计算公式为^[7]

$$\gamma = \frac{(\rho_1 - \rho_2)Vg}{2\pi r} \quad (1)$$

式中 ρ_1 为模拟水的密度 (g/cm^3)； ρ_2 为油和破乳剂混合液的密度 (g/cm^3)； V 为液滴的体积 (mL)； g 为重力加速度 (m/s^2)； r 为毛细管针头半径 (mm)； γ 为油水两相界面张力 (mN/m)。

2 破乳剂的室内筛选

2.1 不同浓度条件下破乳剂的脱水效果

分别将华北油田脱水原油与水按 1:1 的质量比在实验温度 (65°C) 条件下乳化，取出 40 mL 进行不同加药量条件下破乳剂脱水效果评价，破乳剂的浓度分别为 25 和 50 mg/L。各种破乳剂在不同浓度条件下的脱水效果见图 1、图 2。

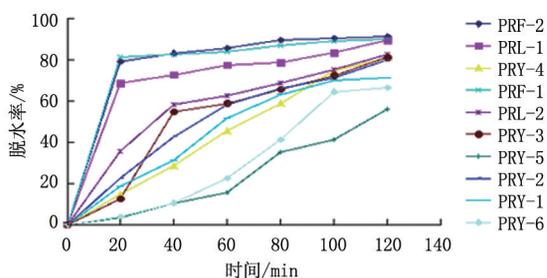


图 1 破乳剂浓度为 25 mg/L 条件下的脱水效果

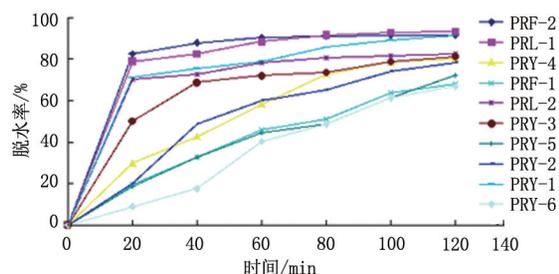


图 2 破乳剂浓度为 50 mg/L 条件下的脱水效果

由图 1 和图 2 可知，在温度 65°C 条件下，PRF-2、PRF-1、PRL-1 和 PRL-2 四种破乳剂在浓度为 25 和 50 mg/L 时破乳效果较好，其余破乳剂在低浓度添加下，原油脱水效果不够理想。选择 PRF-2、PRF-1、PRL-1 和 PRL-2 四种破乳剂进行低加药量 (10 mg/L) 破乳效果评价，实验结果见表 1。

由表 1 可知，PRF-2、PRF-1 和 PRL-1 三种破乳剂在 60 min 时脱水率均高于 75%；在 65°C 、浓度为 10 mg/L 的条件下，破乳剂 PRF-2 在 80 min 时的脱水率高于 85%，且脱水速率快，其破乳速度最快，油水界面清晰，脱出水清晰可见。最终筛选破乳剂 PRF-2 为华北油田原油脱水的理想破乳剂。

2.2 破乳剂最佳破乳浓度确定实验

在 65°C 温度条件下进行破乳剂 PRF-2 浓度分别为 10、15、25、50、75 和 100 mg/L 的脱水率实验，实验结果见图 3。

表 1 实验温度 65°C 破乳剂加药量为 10 mg/L 条件下的脱水效果

破乳剂类型	脱水率/%							界面状态/水层清洁度
	0 min	20 min	40 min	60 min	80 min	100 min	120 min	
PRF-2	0	76.0	81.5	84.5	88.5	90.0	91.0	界面清晰/清
PRF-1	0	66.5	70.0	75.0	77.5	81.0	89.0	界面清晰/浊
PRL-1	0	80.0	81.0	82.5	85.5	87.0	89.0	界面清晰/浊
PRL-2	0	32.5	55.5	60.0	65.5	72.5	81.5	界面清晰/浊

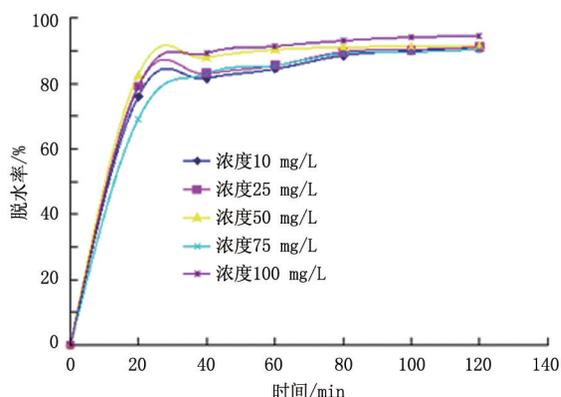


图 3 不同浓度条件下破乳剂 PRF-2 的脱水效果

通过分析破乳剂 PRF-2 在 65°C 温度条件下的不同加药浓度脱水效果可知，破乳剂的脱水率与其使用浓度有着密切的关系，在油田脱水温度条件下应选择低浓度的破乳剂进行现场应用，通过分析选择破乳剂 PRF-2 的现场使用浓度为 10 mg/L。

2.3 破乳剂对油水乳状液界面张力的影响

破乳剂在乳状液中会扩散至油水界面。破乳剂具有较高的界面活性，能在油水界面吸附天然乳化剂，破坏界面膜，释放乳状液中的水，使水滴凝聚沉积，达到油水两相分离的目的。

实验测定了 65°C 温度条件下，破乳剂 PRF-2 对油水乳状液的界面张力的影响，结果见图 4。

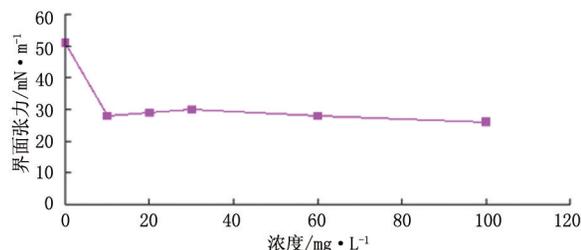


图 4 破乳剂 PRF-2 对油水乳状液的界面张力的影响

由图 4 可知，破乳剂 PRF-2 具 (下转第 34 页)

