

酸化返排液/原油乳状液的破乳脱水研究

万里平¹, 孔斌¹, 朱利¹, 孟英峰¹, 周柏年¹, 翟立团²

1. 西南石油大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 成都 610500

2. 中国石油塔里木油田分公司, 库尔勒 841000

摘要 酸化返排液与原油混合可形成稳定性强的乳状液, 影响原油的脱水及原油沉降罐的安全运行。通过室内实验考察温度、破乳剂加量、pH值及降黏剂加量对乳状液黏度和破乳效果的影响, 并采用显微镜观察不同阶段乳状液微观形态变化。实验表明: 酸化返排液与原油混合成的乳状液其黏度随温度升高先急剧下降, 后平缓下降, 在温度低于40℃时乳状液稳定性较强, 温度50~60℃时, 随着温度升高, 乳状液脱水率上升幅度不大, 综合选取破乳温度为50℃; 添加破乳剂有利于降低乳状液黏度, 但效果不明显, 破乳剂加量越大, 乳状液破乳效果越好, 当破乳剂加量达到150 mg/L后, 随破乳剂用量加大, 乳状液脱水率上升幅度不大, 综合选取破乳剂加量为150 mg/L; 调节酸化返排液pH值至6.0~7.0有利于乳状液破乳, pH值越高, 油水界面变得棱角分明, 脱出水的原油结构更加紧密; 加入降黏剂后, 乳状液脱水速度明显加快。研究结论对指导油田酸化改造后, 井口初期返出的乳状液实施破乳具有借鉴作用。

关键词 酸化返排液; 乳状液; 破乳; 脱水率

中图分类号 TE357

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.13.006

Study on demulsification and dehydration of emulsion of returned acidizing fluids and crude oil

WAN Liping¹, KONG Bin¹, ZHU Li¹, MENG Yingfeng¹, ZHOU Bonian¹, ZHAI Lituan²

1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China

2. Tarim Oilfield Company, PetroChina, Kuerle 841000, China

Abstract The emulsion that is mixed with returned acidizing fluids and crude oil has strong stability, which may have a great influence on the crude oil dehydration and the safe operation of crude setting tank. The effects of temperature, demulsifier dosage, pH value, viscosity reducer dosage on the viscosity of emulsion and demulsification performance are studied, and the microscopic changes of emulsion at different times are observed. It is indicated by experiments that the viscosity of emulsion mixed with returned acidizing fluids and crude oil declines significantly firstly and then decreases gradually with the increasing temperature; when the temperature is lower than 40℃, the emulsion has stronger stability, however, between the temperature of 50~60℃, the dehydration rate does not increase significantly with the increasing temperature. So it is concluded that the best demulsification temperature is 50℃. It is also found that emulsion viscosity could be decreased by adding demulsifier, but not significantly; the more the dosage of demulsifier is, the better the demulsification performance is, and the dehydration rate is not remarkably increased when the demulsifier dosage is more than 150 mg/L. So it is concluded that the best demulsifier dosage is 150 mg/L. Moreover, it is beneficial for demulsification performance to adjust the returned acidizing fluids pH value to 6.0~7.0. With the increasing pH value, the oil water interface grows

收稿日期: 2015-01-27; 修回日期: 2015-05-11

基金项目: 中石油长庆油田分公司项目(20140320)

作者简介: 万里平, 副研究员, 研究方向为欠平衡钻井、石油管材腐蚀与防护、油气田废水治理, 电子信箱: wanliping72@sohu.com

引用格式: 万里平, 孔斌, 朱利, 等. 酸化返排液/原油乳状液的破乳脱水研究[J]. 科技导报, 2015, 33(13): 39-45.

suddenly angular and the structure of crude oil after dewatering is more tight. Finally, the dehydrating speed is improved obviously by using viscosity reducer. These conclusions can be used as references to the demulsification and dehydration of emulsion that is flowed back early after the implementation of acidification.

Keywords returned acidizing fluids; emulsion; demulsification; dehydration rate

近年来为提高油井产量,各油田普遍采用酸化压裂改造工艺。酸化后,从地层返出的残酸中往往含有10种以上的化学添加剂,与原油形成稳定的乳状液,将改变原油性质,增加原油黏度,使地面原油的脱水脱盐变得更加困难,影响原油储罐的安全平稳运行。因此,有必要开展酸化返排液/原油的乳状液破乳脱水研究,为油田安全生产提供依据。

酸化返排液的存在对原油乳状液破乳脱水效果影响较大,会使原油乳状液稳定性增强^[1-6]。消除酸化返排液对原油乳状液的影响常用方法是加碱化剂,选择碱化剂时基于对脱水性能、安全性及成本等方面的考虑,选碳酸钠较为合适。然而在加入碳酸钠调节酸化返排液pH值后,虽然有利于原油乳状液的破乳脱水^[2],但也会由于酸化返排液中大量的Ca²⁺、Mg²⁺等金属离子遇碱生成固体颗粒,使得油水界面张力及界面剪切黏度增加,而且会增强油膜的强度^[7,8],且不利于原油乳状液的破乳脱水。所以使用碱化剂,一方面有利于原油乳状液的破乳,另一方面又增加了乳状液的油膜强度,目前未见系统的实验研究来解决此问题。本研究考察温度、破

乳剂加量、pH值及降黏剂加量对原油乳状液破乳脱水效果的影响,并从微观角度分析原油乳状液的破乳脱水过程。

1 材料与方法

1.1 实验仪器与材料

实验仪器:Brookfield黏度计,上海平轩科学仪器有限公司;DJ1C磁力电动搅拌器,江苏省金坛市大地自动化仪器厂;CH-1015型超级恒温水浴槽,陕西太康生物科技有限公司;PHS-25型pH计,上海仪电科学仪器股份有限公司;Discovery.V20显微镜,上海麦聚瑞电子仪器有限公司;BS224电子天平,赛多利斯科学仪器有限公司。

实验材料:聚醚型破乳剂、油溶性降黏剂、原油及酸化返排液,由西部某采油厂提供,其中,原油的基本组分为48.28%饱和烃、25.17%芳香烃、18.58%胶质及7.97%沥青质;碳酸钠与盐酸(分析纯),成都市科龙化工试剂厂生产酸化返排液化学成分如表1所示。

表1 酸化返排液化学成分

Table 1 Chemical constituents of returned acidizing fluids

井号	阳离子/(mg·L ⁻¹)				阴离子/(mg·L ⁻¹)			pH值	外观
	K ⁺ +Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺	Cl ⁻	F ⁻	SO ₄ ²⁻		
SH-1	2087.5	857.5	582.6	961.6	6729.7	30.5	1447.8	4.1	青灰色
SH-2	4719.9	664.8	504.0	1398.8	18096.0	78.6	1424.6	3.6	棕红

1.2 实验内容

1.2.1 破乳实验

按照石油行业标准《SY/T 5281—2000 原油破乳剂使用性能检测方法(瓶试法)》配制原油乳状液并对其进行破乳脱水实验。配制原油乳状液步骤为:用量筒分别量取35 mL的原油与酸化返排液置于不同的烧杯中,然后将上述两烧杯置于比脱水温度低5~10℃的恒温水浴槽中预热;启动磁力搅拌器,转速设置为1000 r/min,将烧杯中的酸化返排液缓慢均匀地加入原油中,充分搅拌,形成含水体积为50%的原油乳状液。原油乳状液破乳脱水步骤为:将配制好的乳状液置于比脱水温度低5~10℃的恒温水浴槽中预热30 min,然后倒入比色管至60 mL;升温至脱水温度;在比色管中加入破乳剂,旋紧瓶塞,将比色管颠倒2~5次,缓慢松开瓶塞放气后,重新旋紧瓶塞;再次将比色管置于恒温水浴槽中静置沉降,目测并记录不同时间的脱水量;取3组平行实验的算术平均值作为

检测结果,并计算脱水率。

$$\text{脱水率} = (\text{脱水量}/30) \times 100\% \quad (1)$$

1.2.2 微观观察分析实验

用胶头滴管将配制好的乳状液(每滴约0.05 mL)滴加到载玻片上,盖上盖玻片,放置到Discovery.V20显微镜视野下观察乳状液形态变化,由显微镜获取乳状液特征照片。

1.2.3 黏度测量实验

将恒温水浴槽加热至预定温度,打开Brookfield黏度计,进行自动校零;在Brookfield黏度计上安装ULA转子(视样品的黏度情况选择转子),设置剪切速率为6 r/min(视黏度情况选择相应转子的转速),在测量杯中加入配好的乳状液,以埋没转子凹槽为准,并将装有试样的测量杯在恒温水浴槽中预热15 min;打开黏度计测定开关,读取数据,每个样品在3、5、8 min时各测量1次,计算平均值作为测定结果。

2 结果与讨论

2.1 温度对原油乳状液破乳效果的影响

温度对原油乳状液破乳脱水效果至关重要^[9,10]。为此,根据现场工艺实际情况,使用2种酸化返排液SH-1与SH-2分

别配制含水体积为50%的原油乳状液,分别命名为YL-1与YL-2,破乳剂加量初步确定为200 mg/L,分别在破乳温度为30、35、40、45、50、55及60℃进行原油乳状液破乳脱水实验,结果如表2所示。

表2 温度对乳状液破乳效果的影响

Table 2 Effect of temperature on demulsification performance

温度/℃	井号	脱水量/mL					界面状态	水相清洁度	脱水率/%
		15 min	30 min	60 min	90 min	120 min			
35	SH-1	0	0	4.0	6.4	6.5	清晰	微浊	21.7
	SH-2	0	0	3.7	6.3	6.3	清晰	微浊	21.0
40	SH-1	3.1	4.8	9.6	11.9	12.1	清晰	微浊	40.3
	SH-2	2.9	4.0	8.4	10.6	10.7	清晰	微浊	35.7
45	SH-1	3.4	5.1	17.9	19.0	19.2	挂壁	澄清	64.0
	SH-2	3.1	4.0	16.1	18.0	18.3	挂壁	澄清	61.0
50	SH-1	5.1	7.3	12.2	20.6	20.7	清晰	微浊	69.0
	SH-2	4.5	5.1	11.6	19.5	20.0	清晰	微浊	66.7
55	SH-1	6.7	10.4	17.0	20.8	21.1	挂壁	澄清	70.3
	SH-2	6.0	9.8	15.0	20.2	20.8	挂壁	澄清	69.3
60	SH-1	7.5	13.4	19.1	21.5	21.6	清晰	微浊	72.0
	SH-2	7.6	12.6	16.9	21.2	22.2	清晰	微浊	74.0

将配制好的原油乳状液置于温度分别为30、40、50、60、70及80℃的恒温水浴槽中恒温15 min后测定其黏度,同时对测试原油黏度,结果见图1。使用显微镜观察在30℃恒温水浴槽中恒温30 min的原油及原油乳状液制作的样本,照片见图2。

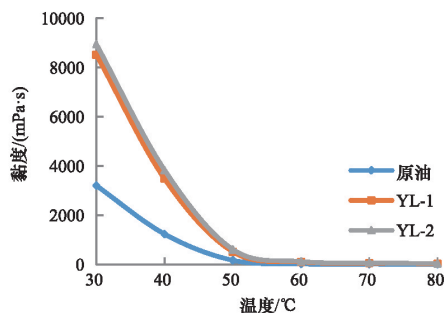
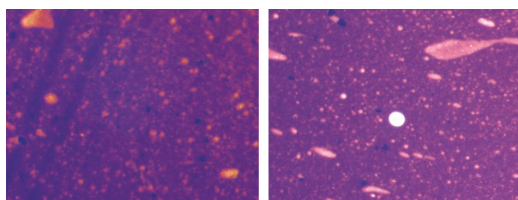


图1 乳状液黏度与温度关系

Fig. 1 Relationship between temperature and viscosity of emulsion



(a) 原油 (b) 原油乳状液

图2 原油及乳状液显微照片(50×)

Fig. 2 Microphotographs of crude oil and emulsion (50×)

由表2可知,在温度小于40℃时,2种原油乳状液稳定性都较强,脱水率较低;温度在50~60℃时,随着温度的升高,原油乳状液黏度降低,脱水率升高,但脱水率上升幅度不大。若温度太高,不仅会增加生产的成本,而且会加大安全风险。因此,后续实验中选取破乳温度为50℃。由图1可知,原油及原油乳状液的黏度随着温度的升高先急剧下降,后平缓下降,在温度较低时,原油乳状液的黏度远远大于原油的黏度,随着温度继续升高,两者差值变小。由图2(a)可知,原油在载玻片上的透光效果较差,透过的光显黄色;由图2(b)可知,原油乳状液中含有大量水滴,并且在载玻片上的透光效果较好,照片亮度较好,并且有明显的亮斑,但整体以黑色为主,据此可以推断实验所配制乳状液类型为油包水型。

2.2 破乳剂加量对原油乳状液破乳效果的影响

温度为50℃,探讨聚醚型破乳剂(油田提供)加量对乳状液的破乳效果,实验结果见表3。破乳脱水120 min时,测试乳状液黏度,结果见图3。

从表3可知,与未加破乳剂的乳状液相比,破乳剂加量100 mg/L、破乳120 min后,虽然乳状液脱水效果依旧较差,但脱水率有明显上升;当破乳剂加量从150 mg/L增加到300 mg/L时,2种酸化返排液SH-1与SH-2所配制的原油乳状液脱水率分别由66.0%与61.0%增加到70.3%与66.3%,说明增加破乳剂加量,可以提高脱水率,但当质量浓度大于150 mg/L后,随着破乳剂用量加大,乳状液脱水率上升幅度不大,从经济角度考虑,后续实验中选取破乳剂加量为150 mg/L。

表3 破乳剂加量对乳状液破乳效果的影响

Table 3 Effect of demulsifier dosage on demulsification performance

破乳剂加量/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	井号	脱水量/mL					界面状态	水相清 洁度	脱水 率/%
		15 min	30 min	60 min	90 min	120 min			
0	SH-1	3.2	4.7	5.4	7.3	7.3	挂壁	澄清	24.3
	SH-2	2.8	4.0	4.8	6.3	6.4	挂壁	澄清	21.3
100	SH-1	4.6	11.6	14.7	17.3	17.6	清晰	微浊	58.7
	SH-2	3.9	10.4	14.0	16.1	16.3	挂壁	澄清	54.3
150	SH-1	4.9	12.5	15.5	19.4	19.8	清晰	微浊	66.0
	SH-2	4.2	10.1	13.3	18.0	18.3	清晰	微浊	61.0
200	SH-1	5.1	14.7	17.8	20.6	20.7	清晰	微浊	69.0
	SH-2	4.5	12.9	16.5	19.5	20.0	清晰	微浊	66.7
250	SH-1	5.2	15.1	18.8	20.8	21.0	清晰	微浊	70.0
	SH-2	5.0	13.5	16.9	19.7	19.7	清晰	微浊	65.7
300	SH-1	5.7	15.3	19.2	20.2	21.1	挂壁	澄清	70.3
	SH-2	5.3	13.9	17.5	19.0	19.9	挂壁	澄清	66.3

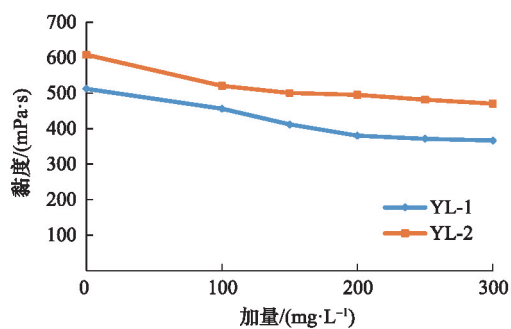


图3 破乳剂加量与乳状液黏度关系(50°C)

Fig. 3 Relationship between demulsifier dosage and viscosity of emulsion (50°C)

从图3可以看出,当破乳剂加量从0增加到300 mg/L时,

2种原油乳状液黏度缓慢下降,分别从512.4与608.3 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 降低到366.5与470.3 $\text{mPa}\cdot\text{s}$,说明此类破乳剂降低原油乳状液黏度有限。

破乳剂加量为150 mg/L,破乳温度为50°C,不同破乳时间的SH-1原油乳状液微观形态变化如图4所示。

由图4可知,破乳不同时间后,原油乳状液微观形态明显不同。加入破乳剂15 min后,乳状液表面小亮斑增多(图4(a)),说明原油乳状液已开始破乳脱水,已有大量的水滴开始聚并;60 min后,小亮斑减少,大亮斑变多,全黑部分增多,油水膜变大变薄(图4(b)),说明水滴继续聚并,有部分乳状液已完全脱水(黑色部分);90 min后,水变成连续相,原油变成分散相,但还存在油包水液滴(图4(c));120 min后,大部分油水已经分离,水质澄清,油相依旧还有少量亮斑,说明还有部分水未脱出(图4(d))。

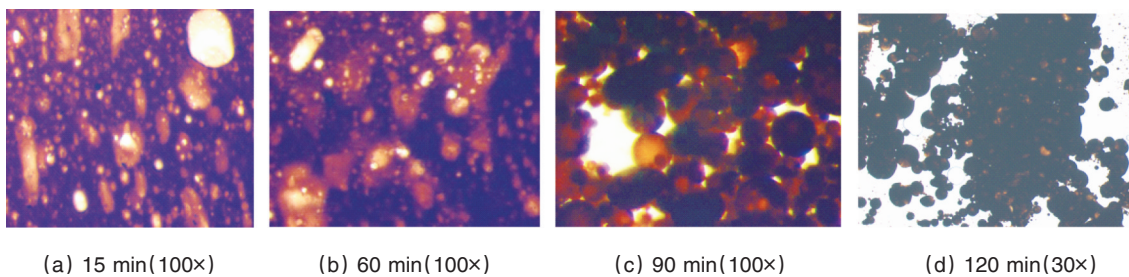


图4 不同时间时乳状液破乳效果显微照片

Fig. 4 Microphotographs of demulsification performance at different times

2.3 pH值对原油乳状液破乳效果的影响

酸化返排液的pH值对乳状液的稳定性也有很大影响^[1-6]。将盐酸与碳酸钠分别配制成质量分数为30%和20%的溶液,用以调节乳状液pH值。

破乳温度为50°C,破乳剂加量为150 mg/L,不同pH值时2种乳状液破乳效果见表4。破乳120 min后,2种乳状液黏度测试结果见图5。破乳120 min后的SH-1原油乳状液形态变化见图6。

表4 pH值对乳状液破乳效果的影响

Table 4 Effect of pH value on demulsification performance

井号	pH值	脱水量/mL					界面状态	水相清洁度	脱水率/%
		15 min	30 min	60 min	90 min	120 min			
SH-1	4.1	4.5	7.0	14.6	18.5	18.5	挂壁	微浊	61.7
	5.0	4.7	7.5	15.0	18.0	18.2	挂壁	微浊	60.7
	6.0	4.7	8.1	14.3	22.4	23.7	挂壁	微浊	79.0
	7.0	8.5	10.2	15.3	23.6	24.4	有乳化层	轻微挂壁	81.3
	8.0	8.3	12.3	19.1	20.6	20.9	有乳化层	澄清	69.7
	9.0	5.5	11.3	15.6	19.4	19.5	挂壁	微浊	65.0
SH-2	3.6	3.6	8.1	11.0	15.3	16.0	轻微挂壁	微浊	53.3
	5.0	3.6	8.5	10.8	15.5	16.2	轻微挂壁	澄清	54.0
	6.0	4.0	8.6	11.1	22.0	22.5	轻微挂壁	轻微挂壁	75.0
	7.0	8.3	14.5	18.4	23.0	23.6	轻微挂壁	轻微挂壁	78.7
	8.0	8.5	13.9	19.6	23.4	19.6	有乳化层	澄清	65.3
	9.0	5.1	9.2	12.5	16.9	17.3	轻微挂壁	轻微挂壁	57.7

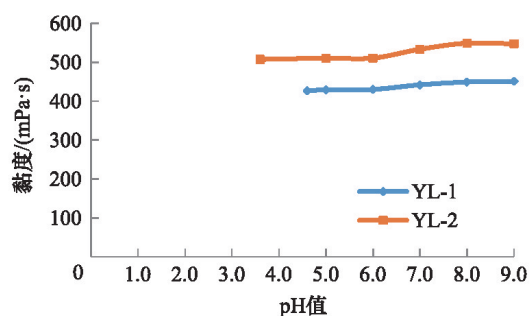
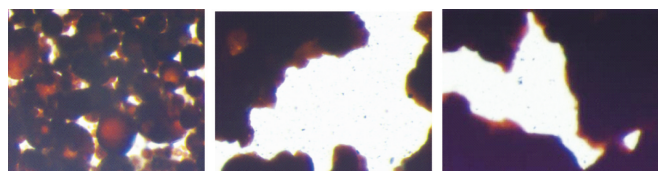


图5 pH值与乳状液黏度关系(50°C)

Fig. 5 Relationship between pH value and viscosity of emulsion (50°C)



(a) pH=5.0 (b) pH=7.0 (c) pH=9.0

图6 不同pH值乳状液破乳效果显微照片(100×)

Fig. 6 Microphotographs of demulsification performance with different pH values (100×)

从表4可知,调节酸化返排液pH值至6.0~7.0时,所形成的原油乳状液容易破乳脱水,并且破乳脱水速率是先慢后快,脱水率显著升高;若pH值继续升高,由于酸化返排液中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等金属离子遇碱后生成沉淀颗粒,其原油乳状液脱水率显著下降。由图5可知,当升高酸化返排液pH值时,其原油乳状液黏度略有升高。

从图6可以看出,不同pH值的酸化返排液配制成的原油

乳状液破乳脱水120 min后,油水界面形状不同。pH值为5.0时,没有生成新的固体颗粒,其原油乳状液破乳脱水后油水界面为光滑的圆弧形(图6(a));随着pH值的升高,有新的固体颗粒生成,其原油乳状液破乳脱水后油水界面呈不规则形状(图6(b)),这可能是由于生成的固体颗粒改变了油水界面形状;当酸化返排液pH值继续升高,油水界面变得棱角分明,脱出水的原油结构紧密(如图6(c))。

2.4 降黏剂加量对原油乳状液破乳效果的影响

升高温度、加入破乳剂及调节酸化返排液pH值至6.0~7.0有助于提高原油乳状液脱水率,但乳状液黏度还是相对较高。若乳状液黏度高,则摩擦阻力大,可阻止水滴之间的相互碰撞聚结,减缓水珠的下沉速度,不利于乳状液破乳脱水^[10,11]。因此,研究了温度为50°C、破乳剂加量为150 mg/L、pH值为7.0时,降黏剂加量对乳状液破乳效果的影响,实验结果见表5和图7。降黏剂加量为200 mg/L时,原油乳状液微观形态变化见图8。

从表5可以看出,加入降黏剂后,原油乳状液的脱水速度明显加快;与单一调节返排液pH值相比,加入降黏剂使得乳状液破乳脱水速度更快,这可能是由于原油乳状液黏度的降低使得水滴更容易絮凝和聚并。由图7可以看出,加入降黏剂后,原油乳状液黏度先显著下降,后平缓下降。当降黏剂加量大于200 mg/L后,原油乳状液黏度不再显著下降。因此,确定降黏剂最佳用量为200 mg/L。从图8(a)可以看出,加入降黏剂后,原油乳状液流动性增强,可以明显看出水滴的聚合,说明降黏剂的加入更有利于原油乳状液破乳脱水;原油乳状液破乳脱水120 min后,原油乳状液含水量减少,油水分离微观上更加明显。由于少量固体颗粒的存在,脱水后油水界面也呈不规则形状。

表5 降黏剂加量对乳状液破乳效果的影响

Table 5 Effect of viscosity reducer dosage on demulsification performance

降黏剂 加量/(mg·L ⁻¹)	井号	脱水量/mL					界面状态	水相清洁度	脱水率/%
		15 min	30 min	60 min	90 min	120 min			
0	SH-1	8.5	10.2	15.3	23.6	24.4	有乳化层	轻微挂壁	81.3
	SH-2	8.3	14.5	18.4	23.0	23.6	轻微挂壁	轻微挂壁	78.7
100	SH-1	9.4	14.1	22.5	24.3	25.3	轻微挂壁	轻微挂壁	84.3
	SH-2	9.0	15.4	21.1	23.8	24.6	清晰	澄清	82.0
200	SH-1	11.3	19.7	26.7	28.5	28.9	清晰	澄清	96.3
	SH-2	12.2	20.5	27.1	28.0	28.4	轻微挂壁	微浊	94.7
300	SH-1	12.5	20.2	26.9	28.5	28.7	清晰	澄清	95.7
	SH-2	12.9	19.9	27.6	28.5	29.0	清晰	微浊	96.7
400	SH-1	12.0	20.5	28.5	29.1	29.1	清晰	澄清	97.0
	SH-2	13.1	21.3	27.7	28.6	28.6	清晰	澄清	95.3

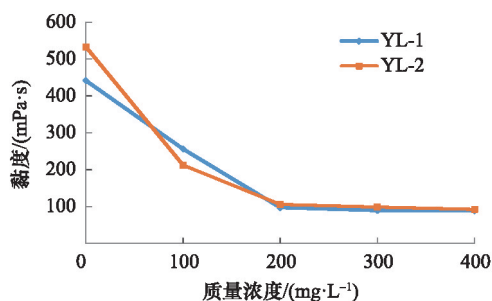
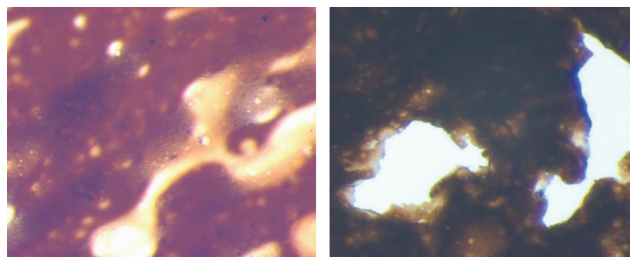


图7 降黏剂加量与乳状液黏度关系(50°C)

Fig. 7 Relationship between viscosity reducer dosage and viscosity of emulsion (50°C)



(a) t=15 min

(b) t=120 min

图8 不同时间乳状液破乳效果显微照片(100×)

Fig. 8 Microphotographs of demulsification performance at different times (100×)

2.5 对比研究

调节酸化返排液pH值至6.0~7.0时,虽然原油乳状液的脱水率有显著提高,但是也会由于部分金属离子遇碱后生成固体颗粒,导致原油乳状液黏度略有上升。固体颗粒的生成增强了油膜的强度,并且油相黏度高时,摩擦阻力大,可阻止水滴之间相互碰撞,减缓水珠的下沉速度,不利于原

油乳状液的破乳脱水^[12-14]。所以有必要在不调节酸化返排液pH值(即pH值分别为4.1与3.6)、其他条件相同情况下,对原油乳状液进行破乳脱水实验。温度为50°C、破乳剂加量为150 mg/L时,实验结果如表6所示。对降黏剂加量为200 mg/L,破乳脱水120 min后的SH-1原油乳状液用显微镜照片如图9所示。

表6 未调节pH值乳状液破乳效果

Table 6 Demulsification performance without adjusting pH values

降黏剂加量/ (mg·L ⁻¹)	井号	脱水量/mL					界面 状态	水相清 洁度	脱水率/%
		15 min	30 min	60 min	90 min	120 min			
100	SH-1	8.9	14.0	20.1	23.0	23.1	清晰	微浊	77.0
	SH-2	8.4	15.4	19.7	22.3	22.4	清晰	微浊	74.7
200	SH-1	10.2	19.0	23.8	25.5	25.5	清晰	微浊	85.0
	SH-2	9.7	18.7	23.0	24.9	25.1	清晰	微浊	83.7
300	SH-1	10.4	19.1	24.0	24.5	24.9	清晰	微浊	83.0
	SH-2	9.7	18.6	23.1	24.7	24.8	清晰	微浊	82.7
400	SH-1	10.0	18.9	24.1	25.5	26.0	清晰	微浊	86.7
	SH-2	9.5	18.6	22.9	24.9	25.1	清晰	微浊	83.7

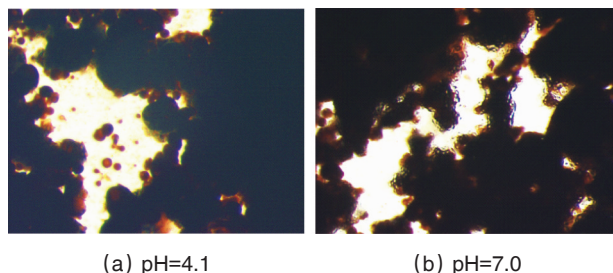


图9 不同pH值乳状液破乳效果显微照片(50×)

Fig. 9 Microphotographs of demulsification performance with different pH values (50×)

通过对比表5与表6可以看出,未调节pH值时,其原油乳状液脱水效果较差,脱水率没有超过90%,但是由于加入了降黏剂,虽然脱水率不高,但脱水速度较快;调节酸化返排液pH值至7.0时,其原油乳状液破乳脱水效果更好,脱水率更高。由此可知,虽然调节酸化返排液pH值至6.0~7.0时,生成的固体颗粒可能不利于乳状液破乳脱水,但调节pH值对酸化返排液所形成的原油乳状液破乳脱水更重要,并且使用降黏剂可以加快破乳脱水速度。

由图9可知酸化返排液pH值不同,原油乳状液微观形态也不同。在pH值为4.1时,原油乳状液中没有固体颗粒生成,油水界面形状较为规则,大多呈圆弧形,并且脱出的水中出现了大量水包油的油滴(图9(a));在pH值为7.0时,原油乳状液破乳脱水后,油水界面呈不规则形状,油滴之间连接较为紧密(图9(b))。

3 结论

1) 酸化返排液与原油形成的乳状液其黏度随温度升高先急剧下降,后平缓下降。在温度低于40℃时乳状液稳定性较强,在温度为50~60℃,随着温度升高,乳状液脱水率上升幅度不大,综合选取破乳温度为50℃。

2) 添加破乳剂有利于降低乳状液黏度,但效果不明显。破乳剂加量越大,乳状液破乳效果越好,当破乳剂加量达到150 mg/L后,随破乳剂用量加大,乳状液脱水率上升幅度不大,综合选取破乳剂加量为150 mg/L。

3) 调节酸化返排液pH值至6.0~7.0有利于乳状液破乳。pH值越高,油水界面变得棱角分明,脱出水的原油结构更加紧密。

4) 加入降黏剂后,乳状液脱水速度明显加快。

参考文献(References)

- [1] 伊向艺, 张紫薇, 夏涛, 等. 不同酸液体系残酸-原油乳状液破乳室内评价[J]. 科技导报, 2014, 32(19): 58-63.
Yi Xiangyi, Zhang Ziwei, Xia Tao, et al. Demulsification experiment evaluation of emulsion of crude oil and different spent acids[J]. Science & Technology Review, 2014, 32(19): 58-63.
- [2] 胡文丽, 汪伟英, 于洋洋, 等. 残酸返排液对原油乳状液破乳效果的影响[J]. 断块油气田, 2007, 14(4): 78-79.
Hu Wenli, Wang Weiyang, Yu Yangyang, et al. Influence of reacted

- acid flow black fluid on crude oil emulsion[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2007, 14(4): 78-79.
- [3] 姜佳丽, 苟社全, 达建文, 等. 原油破乳研究进展[J]. 化学进展, 2009, 28(2): 214-221.
Jiang Jiali, Gou shequan, Da Jianwen, et al. Recent advances in crude oil demulsification[J]. Progress in chemistry, 2009, 28(2): 214-221.
- [4] 孙月文. 埕岛油田酸化油成因及乳化特性分析[J]. 油田化学, 2010, 27(1): 22-25.
Sun Yuewen. Origin and emulsifng behavior of acid sludge from Chengdao crude oil[J]. Oilfield Chemistry, 2010, 27(1): 22-25.
- [5] 李洋, 雷群, 刘卫东, 等. 原油乳状液微观组构剖析[J]. 科技导报, 2010, 28(4): 88-92.
Li Yang, Lei Qun, Liu Weidong, et al. Microcosmic composition of crude oil emulsion[J]. Science & Technology Review, 2010, 28(4): 88-92.
- [6] 范振中, 俞庆森. 残酸对原油脱水的影响及处理[J]. 浙江大学学报, 2005, 32(5): 546-549.
Fan Zhenzhong, Yu Qingsen. Treatment of residual acid and its influence on the crude oil dehydration[J]. Journal of Zhejiang University, 2005, 32(5): 546-549.
- [7] 康万利, 曹东青, 刘延莉, 等. 固体颗粒稳定乳状液研究进展[J]. 日用化学工业, 2011, 41(4): 281-284.
Kang Wanli, Cao Dongqing, Liu Yanli, et al. Progress of the research work with respect to solid particles-stabilized emulsions[J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2011, 41(4): 281-284.
- [8] 李文艳. 固体颗粒对原油乳状液稳定性影响[D]. 上海: 华东理工大学, 2010.
Li Wenyan. Effect of particles on the stability of the crude oil emulsions [D]. Shanghai: South China University of Technology, 2010.
- [9] 宋志峰, 张焯, 杨胜来, 等. 塔河油田含酸稠油破乳脱水工艺探讨[J]. 油田化学, 2012, 29(4): 482-485.
Song Zhifeng, Zhang Ye, Yang Shenglai, et al. Study on the demulsification technology of acid-heavy oil emulsion in tahe oilfield [J]. Oilfield Chemistry, 2012, 29(4): 482-485.
- [10] 李平, 郑晓宇, 朱建民, 等. 原油乳状液的稳定与破乳机理研究进展 [J]. 精细化工, 2001, 18(2): 89-93.
Li Ping, Zheng Xiaoyu, Zhu Jianmin, et al. Research progress of the stability and demulsification mechanism of the water-in-crude oil emulsion[J]. Fine Chemicals, 2001, 18(2): 89-93.
- [11] 肖中华. 原油乳状液破乳机理及影响因素研究[J]. 石油天然气学报, 2008, 30(4): 165-168.
Xiao Zhonghua. Crude oil emulsion demulsification mechanism and influencing factors of research [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2008, 30(4): 165-168.
- [12] 张卫东, 程玉虎, 朱好华, 等. 油田化学剂对原油破乳剂YT-100脱水效果的影响[J]. 油田化学, 2006, 23(2): 132-135.
Zhang Weidong, Cheng Yuhu, Zhu Haohua, et al. Effects of oilfield chemicals on crude oil dehydration by demulsifier YT-100[J]. Oilfield Chemistry, 2006, 23(2): 132-135.
- [13] Tambe D, Paulis J, Sharma M M. Factors controlling the stability of colloid-stabilized emulsions: IV. Evaluating the effectiveness of demulsifiers[J]. Journal of Colloid & Interface Science, 1995, 32(1): 463-469.
- [14] Mohammed R A. Dewatering of crude oil emulsions 2. Interfacial properties of the asphaltic constituents of crude oil[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1993, 36(2): 237-242.

(责任编辑 王媛媛)