

# Research and Application of Low Temperature Demulsifier in Jidong Oilfield

Yong Chen Ying Ma Xiaofu Yang Yajie Kou Jiajie Luo Fangfang Li Kai Yang

Tangshan Jiyou Ruifeng Chemical Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063200, China  
Hebei Oilfield Chemical Agent Engineering Technology Innovation Center Tangshan City Hebei Province, Tangshan, Hebei, 063200, China

## Abstract

Based on the comprehensive investigation of the surface gathering and transportation process parameters of Jidong Oilfield, combined with the need of optimization and simplification engineering, this paper establishes the research direction of low temperature demulsifier, and develops the low temperature demulsifier at each station. The laboratory test and field test show that the developed low temperature demulsifier has better effect of clear water and dehydration, and can effectively reduce the temperature of demulsification and dehydration of crude oil.

## Keywords

low temperature; demulsifier; water action

# 冀东油田低温破乳剂的研究与应用

陈勇 马英 杨晓拂 寇雅洁 罗佳洁 李芳芳 杨凯

唐山冀油瑞丰化工有限公司, 中国·河北唐山 063200  
河北省油田化学剂工程技术创新中心, 中国·河北唐山 063200

## 摘要

论文在对冀东油田地面集输工艺参数全面调研的基础上, 结合优化简化工程需要, 确立了低温破乳剂研究的方向, 并开展了各站点低温破乳剂的研制。室内试验和现场试验表明, 所研制的低温破乳剂具有较好的清水作用和脱水效果, 能够有效降低原油破乳脱水温度。

## 关键词

低温破乳; 破乳剂; 清水作用

## 1 油田地面集输系统和优化简化工程

油田地面集输系统原有布局普遍为单井—井站—转油站—联合站, 对于低温破乳较为重要的环节在转油站和联合站。转油站的功能主要为接收井站来液, 分离部分污水作为掺水, 其余输往联合站。联合站的功能主要为将原油脱水至达标和将污水处理至达标外排或者回注。地面优化简化工程主要在于取消计量站、关停并转中小型场站和单井集油管线的串接, 减少了管线的长度和数量, 一定程度上减少了单井的掺水量。

### 1.1 陆上作业区地面集输系统工艺及参数

高一联来液包括三区 G14 转、四区的 G29 转、G5 转和 G43-23 转。G14 转液量为 5100m<sup>3</sup>/d, 来液温度为 40℃, 不

加热进三相, 掺水量为 1782m<sup>3</sup>/d, 掺水温度由 40℃提升至 46℃, 天然气消耗量为 1716m<sup>3</sup>/d; 外输液量为 4655m<sup>3</sup>/d, 外输温度由 40℃提升至 43℃, 天然气消耗量为 605m<sup>3</sup>/d; 油量为 507m<sup>3</sup>/d, 破乳剂加药浓度为 45mg/L。四区三个转油站液量为 4500m<sup>3</sup>/d, 掺水量为 1600m<sup>3</sup>/d, 掺水不加热, 外输不加热, 油量为 450m<sup>3</sup>/d, 破乳剂加药浓度为 50mg/L。柳一联的液量为 8500m<sup>3</sup>/d, 掺水为 500m<sup>3</sup>/d, 外输液量为 650m<sup>3</sup>/d, 掺水和外输不加热, 柳一联及卸油的液量共计为 2100m<sup>3</sup>/d。

高一联预脱水器不加热, 经预脱水器分离后, 进入三相的原油经过加热炉加热升温, 河东的原油由 38℃提升至 50℃, 天然气消耗量为 680m<sup>3</sup>/d; 河西原油由 40℃提升至 55℃, 天然气消耗量为 700m<sup>3</sup>/d; 柳赞及卸油原油由 38℃提升至 55℃, 天然气消耗量为 450 m<sup>3</sup>/d。

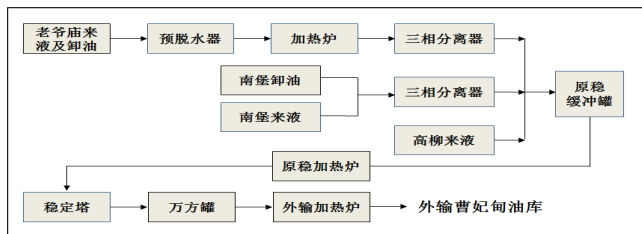


图1 庙一联原油处理工艺流程图

如图1所示，陆上作业区五区来液量为 2500 m<sup>3</sup>/d，经预脱水器分离后原油为 120 m<sup>3</sup>/d，进入加热炉加热，温度由 36℃提升至 55~65℃之间进入三相脱水，天然气消耗量无计量。

### 1.2 南堡作业区地面集输工艺及参数

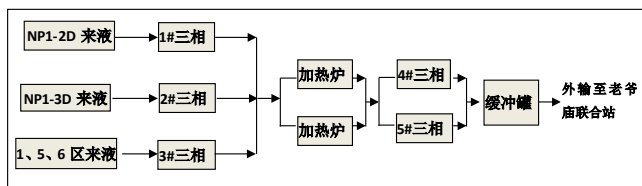


图2 南堡1#岛原油处理工艺流程图

如图2所示，1#岛集输站1#预脱水器处理南堡2#岛来液，来液量为 1700~2100 m<sup>3</sup>/d，来液温度为 39.8℃，加热至 40.8~42℃进预脱水器；2#预脱水器处理南堡3#岛来液，来液量为 2200 m<sup>3</sup>/d左右，来液温度为 36.5~38.5℃，加热至 40℃左右进预脱水器；3#预脱水器处理南堡2-3、南堡3-2、4#岛和1#岛来液，来液温度为 50℃左右，1#岛未加热，但南堡2-3、南堡3-2、4#岛混合液在先导站加热，温度由 45℃提升至 55℃再与 118、1#岛来液混合。3#预脱水器来液量为 6400~7100m<sup>3</sup>/d之间，温度为 50℃；二段脱水包括 4#、5#三相，来液总量为 3800m<sup>3</sup>/d，来液温度为 45℃，经过加热炉后温度提升至 50℃，统计 1#、2#、3#预脱水器和 4#、5#三相总的耗气量为 2340m<sup>3</sup>/d左右。

4#岛液量为 1200m<sup>3</sup>/d，温度为 32℃，加热至 53℃进三相，每天耗气量为 1200m<sup>3</sup>/d；3#岛液量为 2000m<sup>3</sup>/d，温度为 33℃（冬季）-37℃（夏季），来液经加热外输，夏季外输温度为 42℃，耗气量为 1500m<sup>3</sup>/d，冬季外输温度为 41℃，耗气量为 2500m<sup>3</sup>/d；5#岛来液量为 4700m<sup>3</sup>/d左右，来液温度为 50℃（冬季）-54℃（夏季），来液温度脱水，外输提温至 58℃，耗气量为 644m<sup>3</sup>/d；3-2液量为 6900m<sup>3</sup>/d，来液温度为 62℃，冬季时提温至 65℃脱水，耗气量为 700m<sup>3</sup>/d，加温至 65℃外输，耗气量为 1000m<sup>3</sup>/d。

## 2 低温破乳剂的室内试验

针对油田地面集输系统的工艺现状和优化简化的需要，分别对各站点的破乳剂进行了重新的优选复配，确定了各站的低温破乳剂的配方、最低加药浓度和最低脱水温度。

### 2.1 低温破乳剂的筛选复配试验

由于集输系统各段来液性质和处理目的不同，破乳剂的优选复配试验分为两个目的：一是对于含大量游离水的转油站和联合站预脱水器来液主要优选具备清水作用的破乳剂配方，降低污水含油同时兼顾破乳脱水；二是对于含水较低的三相来液，主要优选脱水速度较快，脱水较为彻底的破乳剂。

因此，确定了两种破乳剂优选的方法：一是采用原油乳状液和游离污水同时存在时进行破乳剂的优选，考察污水的水色和脱水量；二是只用原油乳状液进行破乳剂的优选，考察脱水速度和最终脱水量。根据这两种方法，分别优选了油田所有站点的破乳剂。

### 2.2 破乳剂筛选实验结果

#### 2.2.1 各站脱水最低温度

最低脱水温度的确定主要考虑在不大幅增加破乳剂添加量的条件下，各加药点采出液在该温度下可以达到脱水和游离污水水色要求。如表1所示，给出了陆上作业区各站脱水可以达到的最低温度<sup>[1]</sup>。

表1 陆上作业区各站脱水的最低温度

站点	G5转	G43-23转	G29转	G14转	柳北转	柳一联
来液温度/℃	42	38	39	40	45	54
最低温度/℃	40	35	37	37	43	45
析蜡点/℃	35	32	30	25	35	/

从表1可以看出，陆上作业区各站点基本可以实现不加热脱水，目前均已实现不加热脱水，运行平稳，而且除柳一联外，陆上作业区各站点作用主要是利用三相分水作为掺水，添加破乳剂的作用一是保证能够分离出足够的掺水，二是破乳剂在集输管道中起到破乳作用，使采出液到达高一联预脱后易于分离，保证预脱水器油出口含水降至 20%以下。

表2 南堡作业区各站脱水最低温度

站点	NP1-2D	NP1-3D	1/5/6区来液	二段脱水	NP2-3LP
来液温度/℃	39.8	38	44	43	54
最低温度/℃	35	37	40	45	45

实际温度 /°C	42	40	52	45	54
站点	NP3-2LP	NP403×1	NP4-2D		
来液温度 /°C	62	35	36		
最低温度 /°C	40	40	48		
实际温度 /°C	62	54	54		

如表2所示,可以看出NP2-3LP、NP3-2LP两个站来液温度较高,均在来液温度下脱水, NP1-2D、NP1-3D、1/5/6区来液和NP4-2D可降低脱水温度,目前现场已将1/5/6区来液脱水温度降至47℃,停用了先导站加热炉,现场运行平稳。

表3 高一联各点脱水最低温度

站点	1# 预脱	2# 预脱	3# 预脱	河西三相	河东三相	柳赞三相
来液温度 /°C	40	38	38	40	38	38
最低温度 /°C	38	36	35	50	40	40
实际温度 /°C	40	38	38	55	50	55

如表3所示,可以看出高一联三个预脱水器基本可以实现不加热脱水,三个三相分离器脱水温度均可实现一定程度的降低,目前考虑到高一联外输油需输往庙一联,油温降低约11-13℃,准备进行粘温曲线测定,在确保管输的情况下,确定三相最低运行温度<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 破乳剂清水效果

油田采出液目前综合含水约为88%以上,大量的游离水进入集输系统,针对这种情况联合站采用了二段脱水工艺,在预脱水器分离出约80%以上的污水,将进入二段脱水的原油含水控制在20%以内。因此在一段和转油站添加的破乳剂必须考虑脱出游离水中的含油,以减少原油损失减轻污水处理系统的压力。

清水型破乳剂的添加可以有效的降低游离水中的含油量,目前在陆上作业区G14转,南堡作业区4#岛、5#岛、3-2和1#岛预脱水器均采用了清水型破乳剂,其中1#岛预脱水器水出口含油控制在100mg/L以下。

### 2.2.3 破乳剂的脱水效果

在二段脱水时,需要控制三相油出口含水在0.5%以下。因此二段脱水破乳剂需要选择脱水速度快,脱水彻底的破乳剂,并且尽量降低脱水温度。如表4所示,给出了高一联1-3#三相和南堡三相原油脱水的试验数据。

表4 高一联河西三相原油脱水数据

来液温度: 40℃		三相脱水温度: 55℃		实验温度: 50℃					
现场加药: 40ppm		试验加药量: 40mg/L		含水量: 约28%					
试样量: 50ml 乳化油									
序号	药剂名称	加药浓度 (mg/L)	脱水时间 (min) 和脱水体积 (mL)					界面	水色
			10	20	30	45	60		
1	YT-3	40	5	7	8	10	10	齐	清
2	JL-18	40	5	6	7	8	9	齐	清
3	JRP-6	40	5	8	9	13	14	齐	清
4	JL-39	40	4	7	7	8	8	严挂	清
5	JL-87	40	1.5	10	10	13	13	严挂	清
6	空白	0	0	1	1.5	2	2.5	齐	清

从表4可以看出,在添加破乳剂JRP-6后,60min脱水量为14mL,上层原油基本不含水,在温度为50℃,加药量为40mg/L的条件下能够满足现场应用条件。

表5 高一联河东三相脱水数据

来液温度: 40℃		三相脱水温度: 50℃		实验温度: 40℃						
现场加药: 50mg/L		试验加药量: 45 mg/L		含水量: 约28%						
试样量: 50ml 乳化油										
序号	药剂名称	加药浓度 (mg/L)	脱水时间 (min) 和脱水体积 (mL)						界面	水色
			10	20	30	45	60	90		
1	JL-19	45	0.05	0.15	1.5	2.5	3	5		
2	JL-18	45	0.1	1.5	4.5	8.5	10.5	13		
3	YT-3	45	0.05	0.1	0.5	0.5	1	10		
4	YT-20	45	0.05	2.5	7.5	11.5	13	14		
5	A-4	45	0.2	2.5	5.5	11	12	14		
6	JRP-6	45	0.3	5	11	14	14	14		
7	TEL	45	0	0.1	0.5	0.5	1.2	2.5		
8	空白	0	0	0.05	0.05	0.2	0.5	0.7		

如表5所示,可以看出破乳剂JRP-6脱水速度快,45min时脱水量就达到100%,在温度为40℃,加药浓度为45mg/L时,可以满足现场脱水需要。

表6 高一联柳赞及卸油三相脱水数据

来液温度: 38℃		三相脱水温度: 55℃		实验温度: 40℃					
现场加药: 100mg/L		试验加药量: 50mg/L		含水量: 约18%					
试样量: 50ml 乳化油									
序号	药剂名称	加药浓度 (mg/L)	脱水时间 (min) 和脱水体积 (mL)					界面	水色
			10	20	30	45	60		
1	JL-19	50	0.05	1	1.8	3	4.8		
2	JL-18	50	0.3	3	3.5	6.5	8.5		
3	YT-3	50	0	0.2	0.6	0.8	1		
4	YT-20	50	0.8	1.5	2	3.5	6		
5	A-4	50	0.8	2	4	7	8		
6	JRP-6	50	0.2	2.2	4	8	9		
7	JL-39	50	0.6	1	2	2.5	3		
8	JL-87	50	0.5	1.5	2.5	7.2	8		
9	空白	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3		

如表6所示,可以看出破乳剂JRP-6脱水速度较快,在60min时脱水量达到100%,在温度为40℃,加药量为50mg/L的条件下可以满足现场脱水的需要。

表7 南堡1#岛三相脱水数据

来液温度: 45℃		三相脱水温度: 45℃		实验温度: 45℃					
现场加药: 14ppm		试验加药量: 14ppm		含水量: 约20%					
试样量: 50ml 乳化油									
序号	药剂名称	加药浓度 (mg/L)	脱水时间 (min) 和脱水体积 (mL)					界面	水色
			5	10	20	30	45		
1	JRP-6	14	10	10	10	10.5	10.5		
2	JL-12	14	8	8.5	9	9	9		
3	A-452	14	8	9	9	9	9		
4	JL-11	14	8.5	9	10	10	10		
5	JL-18	14	7.5	8	8.5	9	9		
6	YT-3	14	8	8.5	9	10	10		
7	YT-20	14	7	8	8	8	8		
8	空白	14	5	6	7	8	8		

如表7所示,可以看出破乳剂JRP-6脱水速度快,在5min时基本脱水完全,在温度为45℃,加药浓度为14mg/L

时可以满足现场脱水的需要。

### 3 结语

根据相关工作的开展,目前大部分加热脱水的站点均存在降温的空间,据统计,油田加热脱水所消耗的天然气约为1万方/天,如果实现低温脱水,天然气消耗量可降低4000-5000方/天,下一步将进行低温输送的药剂研究,尽可能的实现集输管线的不加热输送<sup>[9]</sup>。

### 参考文献

- [1] 李大勇. 探索超稠油低温破乳技术 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018(19):146-147.
- [2] 荆军航, 杨丽. 原油低温破乳技术研究 [J]. 中外能源, 2017(10):64-69.
- [3] 成琛, 王飞, 刘英杰, 等. 一种石蜡基原油低温破乳剂的合成研究 [J]. 现代化工, 2017(04):67-70.