

文章编号: 1006-6535(2009)05-0101-03

# 高分子预脱水剂在油气集输中的应用

吴楠

(中油长城钻探工程有限公司,北京 100101)

**摘要:**高分子预脱水剂是针对高含水期采出液处理难度大、外输原油含水高和处理后污水含油高等问题而研制和应用的。通过室内实验和现场应用的方法,给出了适应范围较宽,以水包油型(O/W)为主的乳状液,或油包水与水包油共存的复杂油水乳状液都适用的高分子预脱水剂,来代替传统的聚醚型破乳剂。结果表明,大庆萨北油田通过高分子预脱水剂处理后的污水含油由 60 mg/L 左右下降至 5 mg/L 左右,滤后污水悬浮物含量在 4 mg/L 左右,外输水质得到了明显的改善,减小了污水外排造成的污染,同时能够降低生产成本  $50 \times 10^4$  元/a,取得了较好的经济和社会效益。

**关键词:**聚合物驱;采出液;含油污水;悬浮物;高分子预脱水剂;破乳剂

**中图分类号:**TE869 **文献标识码:**A

## 前言

随着大庆萨北油田开发进入高含水期,采用聚驱和三元复合驱采油之后<sup>[1,2]</sup>,采出液中含有聚合物、表面活性剂等成分,原油乳化形态发生了质的变化,即从油田开发初期的油包水型(W/O)为主的乳状液,转变为水包油型(O/W)为主的乳状液,或以水包油、油包水等形式共存的复杂油水乳状液,增大了污水处理的难度。由于传统的聚醚型破乳剂适应范围较窄,依靠表面活性作用,即通过降低油水界面张力实现破乳,仅对状态较为单一的乳状液比较有效,已经不能适应目前生产的需要<sup>[3-6]</sup>。近年来,曾试用过部分净水剂和反相破乳剂进行污水处理,但大都存在破乳剂用量偏大、影响脱水器电场等问题,效果不是很理想。污水含油偏高,一方面造成原油损耗,另一方面使回注污水和外排污水超标严重。为了从根本上解决问题,针对现场实际需求,研制出了适应范围较宽,对多种形式共存的复杂的油水乳状液都适用的高分子预脱水剂,来代替传统的聚醚型破乳剂,通过现场统计数据表明,污水处理站即使不加絮凝剂,外输水质也得到了明显的改善,同时又降低了生产成本,

取得了较好的经济效益。

## 1 高分子预脱水剂的作用机理及技术指标

### 1.1 作用机理

高分子预脱水剂是由阳离子表面活性剂、非离子表面活性剂和其他助剂组成,它具有亲水性,利用了相似相容、协同作用的理论,通过吸附乳状液中的水分子,降低油水界面张力,加快破坏胶质、沥青质等极性物质在油-水界面形成的弹性膜,以达到提高油脱水速度的目的,使原油乳状液平衡被破坏,快速地使采出液进行油水分离,使水中的乳化原油破乳<sup>[7-9]</sup>;同时具有反相破乳性,在油水转相过程中使微小的油珠聚结、合并、上浮,逐步形成大油珠,最终导致破乳,并且通过其胶联性,絮凝、聚结污水中的原油和悬浮物,包裹水中的固体颗粒并使其下沉,吸附油相随之上浮<sup>[10,11]</sup>,达到降低污水悬浮物含量的作用。

### 1.2 主要技术指标

高分子预脱水剂具有较好的水溶性,能够有效提高原油的破乳脱水速度,使脱出的污水中原油含

收稿日期:2009-06-01;改回日期:2009-06-12

基金项目:本文研究内容系国家自然科学基金重点项目“低渗透油层提高驱油效率的机理研究”(50634020)部分成果

作者简介:吴楠(1982-),女,助理工程师,2008年获大庆石油学院油气储运工程专业硕士学位,主要从事油气储运工程研究工作。

量显著降低,其主要技术指标见表1。

表1 高分子预脱水剂主要技术指标

表观	除油效果 (mg/L)	脱水率 /%	固体物 含量/%	pH值	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
乳白色液体	<1000	>96	>42	6.5~ 7.8	0.94~ 1.22

## 2 室内性能实验

### 2.1 净水效果实验研究

用高分子预脱水剂和破乳剂分别对萨北油田产出污水进行净水效果实验研究,实验温度为油藏温度45℃,产出污水含油为80 mg/L,实验结果见表2。

表2 高分子预脱水剂与破乳剂净水效果实验

药剂浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )	药剂类型	除油率/%
5	预脱水剂	25.0
	破乳剂	20.0
10	预脱水剂	45.6
	破乳剂	35.8
15	预脱水剂	55.2
	破乳剂	52.0
20	预脱水剂	75.8
	破乳剂	60.2
25	预脱水剂	80.5
	破乳剂	70.5

通过表2实验结果可以看出,药剂浓度从5 mg/L增加到25 mg/L的过程中,除油率都出现了明显的增加趋势,破乳剂的除油率由20.0%增加到70.5%,除油效果较好,而高分子预脱水剂的除油率由25.0%增加到83.5%,增加幅度较大,且其除油整体效果好于相同浓度条件下的破乳剂除油效果,进一步分析发现,当高分子预脱水剂药剂浓度由5 mg/L增加到20 mg/L过程中,其除油率增加了50%,而从20 mg/L增加到25 mg/L时,其除油率近增加了5%,说明20 mg/L左右是高分子预脱水剂在大庆萨北油田的最佳药剂浓度。

### 2.2 脱水实验研究

用高分子预脱水剂和破乳剂分别对萨北油田产出污水进行脱水实验研究,实验温度为油藏温度45℃,污水含油为80 mg/L,实验结果见表3。

从表3实验结果可以看出,当药剂浓度从15 mg/L增加到25 mg/L过程中,2种药剂对含油污

水脱水作用效果较好,并且随着作用时间的增加,其脱水量呈现逐渐增加的趋势。对于破乳剂在药剂浓度为20 mg/L时,脱水时间从15 min增加到120 min时,其脱水量由6.0%增加到了13.5%;而对于高分子预脱水剂,脱水时间从15 min增加到120 min时,其脱水量由7.5%增加到了16.5%,其脱水效果明显好于相同条件下破乳剂的脱水效果,其他浓度条件下具有相同的变化规律,说明高分子预脱水剂适合于大庆萨北油田。

表3 高分子预脱水剂与破乳剂脱水实验结果

药剂浓度 (mg·L <sup>-1</sup> )	药剂 类型	脱出水量/%				
		15min	30min	60min	90min	120min
15	预脱水剂	5.0	6.5	8.5	10.0	11.0
	破乳剂	6.5	7.5	9.5	11.5	13.5
20	预脱水剂	6.0	7.0	9.0	11.5	13.5
	破乳剂	7.5	8.0	10.5	13.5	16.5
25	预脱水剂	7.0	7.5	10.5	12.0	14.0
	破乳剂	8.5	10.5	13.5	15.5	18.5

## 3 现场试验

### 3.1 试验区基本概况

萨北油田联合站采用的是一级化学沉降,二级电脱水密闭集输工艺。其中污水处理采用的是“三级处理工艺”,即站外来油,进游离水脱除器进行化学沉降,然后分离出来的含油污水经5 000 m<sup>3</sup>污水沉降罐重力沉降后,进污水站进行单相重力过滤处理,污水指标达到:含油不大于20 mg/L、悬浮物不大于10 mg/L,然后外输至注水站进行地层回注。而污水站来水含油一般在80 mg/L左右,经常达到或超过100 mg/L,导致最终外输污水含油超标。为了更好地控制外输污水含油指标,从根本上解决问题,必须进行采出液的破乳试验。

### 3.2 试验效果分析

萨北联合站日处理液量为 $3.2 \times 10^4$  t/d,日外输原油为 $3.6 \times 10^3$  t/d,日外输滤后污水为 $2.5 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d,破乳剂正常加入量为150 kg/d,絮凝剂正常加入量为250 kg/d。

从2008年4月1日起开始投用高分子预脱水剂代替破乳剂,加药量为350 kg/d(100 kg高分子预脱水剂的成本与33.33 kg聚醚型破乳剂相当),絮凝剂加药量为250 kg/d。从2008年5月1日起联合站开始不加絮凝剂,处理前后污水含油量变化

及处理后污水悬浮物浓度试验结果见图1。

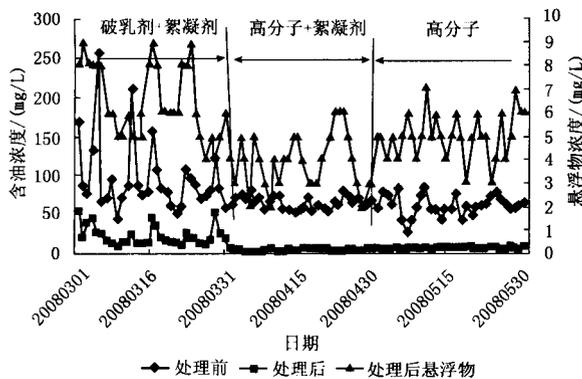


图1 污水含油处理前后试验结果

从图1可以看出,含油污水中加入高分子预脱水剂后,污水站的来液中污水含油基本在60 mg/L左右,比加破乳剂时来液中污水含油下降了20%~30%左右。加破乳剂后的滤后污水含油在15 mg/L左右,悬浮物含量为8 mg/L左右,而加入高分子预脱水剂后的滤后污水含油在5 mg/L左右,悬浮物基本在4 mg/L,水质得到明显的改善。同时对于仅加入高分子预脱水剂而不加絮凝剂的污水原油,其污水站来水含油基本控制在60~70 mg/L,滤后污水含油在7 mg/L左右,悬浮物含量为6 mg/L左右,也达到了污水外输指标,具有较好的应用效果。

### 3.3 经济效益分析

采用破乳剂进行含油污水处理时每天按处理量的0.01%加絮凝剂,污水站平均每天处理量为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,平均每天加絮凝剂250 kg/d,累计一个月用药7.5 t。絮凝剂价格为 $0.4359 \times 10^4$ 元/t,全年累计为 $39.23 \times 10^4$ 元。

投用破乳剂的用药量为150 kg/d,投用高分子预脱水剂的用药量为350 kg/d,破乳剂与高分子预脱水剂的价格比为3:1,即高分子预脱水剂加药量为450 kg/d时的生产成本与破乳剂的加药量为150 kg/d的生产成本相同,这样改用高分子预脱水剂后,每天可节省100 kg高分子预脱水剂的生产成本,累计一个月节省3 t高分子预脱水剂,高分子预脱水剂为 $0.2867 \times 10^4$ 元/t,折合人民币 $0.86 \times 10^4$ 元,即全年累计为 $10.32 \times 10^4$ 元。

联合站一次化学沉降改用高分子预脱水剂后,

污水站不加絮凝剂同样达到了外输指标,因此每年可节省 $49.55 \times 10^4$ 元的生产成本,具有较好的经济效益。

## 4 结论

(1) 高分子预脱水剂比聚醚型传统破乳剂更适用于大庆萨北油田油气集输过程中的需求。

(2) 高分子预脱水剂明显好于相同条件下传统破乳剂的净水效果和脱水效果。

(3) 通过使用高分子预脱水剂处理后的污水含油量和过滤后悬浮物含量明显降低,减少了环境污染,有效地回收了油田产出污水。

(4) 大庆萨北油田使用高分子预脱水剂具有较好的经济效益,节约生产成本 $50 \times 10^4$ 元/a。

## 参考文献:

- [1] 王德民,程杰成,吴军政,等. 聚合物驱油技术在大庆油田的应用[J]. 石油学报,2005,26(1):74~78.
- [2] 王凤巢,赵忠杰,余一刚,等. 复合驱采出液电脱水技术研究[J]. 油气田地面工程,2002,21(4):56~57.
- [3] 宁甲清,郭鹏宇. 超稠油掺稀剂脱水试验研究[J]. 特种油气藏,1998,5(3):60~63.
- [4] 蒋昌启,朱建华,刘红研,等. 超稠油化学降粘脱水技术[J]. 青岛科技大学学报,2005,26(2):109~112.
- [5] 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.
- [6] 陆守权,邹晓燕,杜金玉,等. 高效新型原油脱水剂的研究与应用[J]. 油气田地面工程,2003,22(10):3~4.
- [7] 赵振国. 应用胶体与界面化学[M]. 北京:化学工业出版社,2008:50~100.
- [8] 郑树贵,林文兴,张锡波,等. 原油预脱水剂LGS-2的应用研究[J]. 武汉化工学院学报,2000,22(2):30~34.
- [9] 李宗强. 超稠油预脱水剂的研究与应用[J]. 特种油气藏,2005,12(3):94~96.
- [10] 武本成,朱建华,蒋昌启,等. 采用脱水剂强化超稠油脱水的实验研究[J]. 中国石油大学学报(自然科学版),2006,30(4):123~126.
- [11] 王东升,宋志宗,杨建雨,等. 文11联原油脱水与注入水处理技术[J]. 油田化学,2000,17(1):45~48.

编辑 林树龙