

文章编号:1001-6112(2012)S1-0102-04

# 塔河油田某污水处理站水质控制措施

杨新勇,蒋勇,胡岐川,王娜,和锦秀,蔡奇峰

(中国石化西北油田分公司塔河采油一厂,新疆轮台841600)

**摘要:**油田开发中后期,注水工作势在必行。但水质如何达标一直是个难题,不合格水注入地层引起粘土矿物水化膨胀而损害地层。该文以塔河油田某污水处理站(流程)为例,并结合各类化学药剂加注评价试验,提出了现场工艺流程节点控制、化学药剂加注调整和取样检测环节控制的共同优化思路。2011年7月后,在现场根据此思路进行了应用,取得了较好的效果。目前该污水处理系统末端水质已经完全达到碎屑岩油藏注水B1要求。

**关键词:**净水剂;滤料清洗剂;铁离子稳定剂;污水处理站;水质;塔河油田

中图分类号:TE45

文献标识码:A

## Controlling measures of water quality in a certain sewage treatment station in Tahe Oil Field

Yang Xinyong, Jiang Yong, Hu Qichuan, Wang Na, He Jinxiu, Cai Qifeng

(Tahe No. 1 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xinjiang 841600, China)

**Abstract:** During the middle and late stages of oil field exploration, water injection is imperative; however, it is a problem to make sure that the injected water is up to the standard. The water below the standard may lead to the hydration expansion of clay mineral and further damage formation. A certain sewage treatment station in the Tahe Oil Field was taken as an example in this paper. Based on the evaluations of chemical agent injection, a new optimization method combining scene process node control, chemical agent injection adjustment and sampling detection link control was proposed. This method has been practiced in field works since July of 2001, and has gained good effects. The quality of processed water has completely reached the clastic reservoir water B1 requirements.

**Key words:** water purification agent; filter cleaning agent; ferric ion stabilizer; sewage treatment station; water quality; Tahe Oil Field

塔河油田某污水处理站2009年11月投产,其污水处理规模为9 000 m<sup>3</sup>/d,实际处理量为10 000 m<sup>3</sup>/d,超负荷运行。2010年以前,该系统处理后污水主要用于碳酸盐岩油藏注水替油,废水回灌和洗井压井。对水质要求较低,水质常年低于碎屑岩油藏注水标准C3指标,但基本满足现场需求。

随着塔河油田碎屑岩油藏注水工作的深入,对水质要求从C3提升为B1。塔河油田其它注水站水源井水质较好但水量不足,并且运输距离较远,即使依靠拉水车注水,也因多环节存在二次污染而不能保证注入水质合格。该注水站位于塔河油田的核心位置,如将水质提升,能经济、合理的满足日益增多的碎屑岩注水的需要。通过注水流程现场工艺流程节点控制、化学药剂加注调整和取样检测

环节控制的共同优化,目前该注水站的处理后水质达到B1要求,已满足碎屑岩注水的需要。

### 1 处理工艺及水质问题分析

#### 1.1 污水处理工艺及加药工艺

##### 1.1.1 污水处理工艺

原油脱水系统来水→2 000 m<sup>3</sup>除油罐→500 m<sup>3</sup>污水缓冲罐→提升泵→高效压力聚结除油器→全自动双滤料过滤器→1 000 m<sup>3</sup>注水罐→污水外输泵→回注站(图1)。

流程中1 000 m<sup>3</sup>注水罐存在二次污染,而滤后水质相对较好,2011年6月切改流程,将需要砂岩注水的部分从双滤料过滤器出口分出,经过新建过滤器后进入注水井站。

收稿日期:2011-11-14;修订日期:2012-03-20。

作者简介:杨新勇(1980—),男,本科,从事油气田化学、注水及防腐技术管理工作。E-mail:yxy0991@126.com。

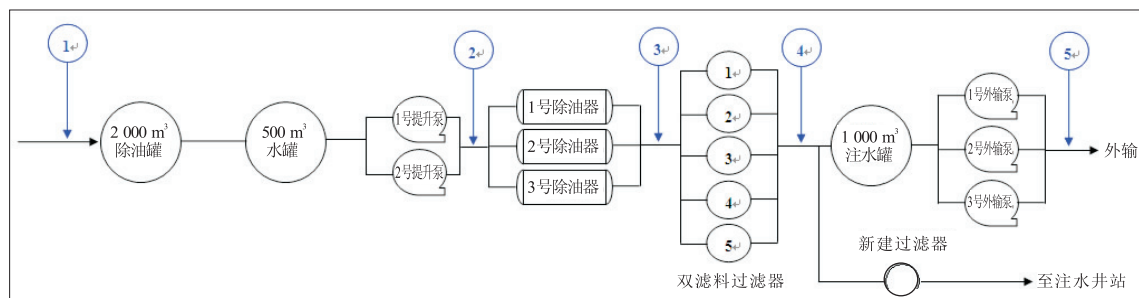


图 1 塔河油田某污水处理站流程示意

Fig. 1 Flow chart of a certain sewage treatment station in Tahe Oil Field

### 1.1.2 系统加药工艺

(1) 破乳剂在计转站和联合站进站阀组后(脱水流程前)加注,综合浓度  $80 \times 10^{-6}$ ;

(2)  $2\,000\text{ m}^3$  除油罐进口加净水剂 A 剂(絮凝剂)、缓蚀剂。絮凝剂浓度  $100 \times 10^{-6}$ ,缓蚀剂浓度  $50 \times 10^{-6}$ ;

(3) 除油器进口加净水剂 B 剂(混凝剂),混凝剂浓度  $1.0 \times 10^{-6}$ 。

### 1.2 污水处理水质问题及分析

2011 年 7 月前,新建过滤器投产,但双滤料过滤器出口水质持续较差,造成新建过滤器进口和出口水质超标,不能达到注水水质要求。6 月,对污水处理流程各个节点水质进行检测,发现处理流程中存在一系列问题。

(1)  $2\,000\text{ m}^3$  除油罐进口含油高,影响下游处理效果,但满足设计要求,基本正常,有提升空间。

(2) 除油器出口水质略差于进口水质,说明未起到除油和除悬浮物效果,该环节存在问题,是重点治理内容。(3) 取样口取样,从取样到送检的 1 h 内,水质明显变黄。

针对检测结果及反映的问题,对造成该局面的原因进行分析:

(1)  $2\,000\text{ m}^3$  除油罐上游为原油脱水处理系统。当破乳脱水效果不佳时,油水界面不清晰,存在较厚的乳化层,影响出口水质。因此,提高破乳效果将减少中间乳化层的厚度,提升原油脱水系统

出口水质。

(2) 除油器处理效果差,有两方面原因。首先是收油排污的影响,其次是净水剂 B 剂加注效果差,破胶絮凝的污水小颗粒无法经高分子的混凝剂交联后沉降。通过改善 B 剂加注,增加除油器收油排污频率可能解决该问题。

(3) 水质变黄说明水中含铁和溶解氧,取样过程接触的氧气反应暴氧,生成氢氧化铁等沉淀。

## 2 室内试验及研究

### 2.1 破乳剂浓度评价

通过室内破乳脱水评价,证明破乳剂浓度越高,脱水量越多,脱水速度越快,乳化层越薄,脱水水质越好,油水界面清晰。但加到过量后,脱水效果会出现降低趋势,但不会出现明显负面效果(表 1)。因此,适当提高破乳剂浓度是可行的。

### 2.2 评价净水剂 B 剂加注效果

净水剂 B 剂为高分子量的聚丙烯酰胺,搅拌过程中,如淡水量小、加药过快会造成溶解不充分而形成冻胶。冻胶一旦形成将极难溶解,进入下游会堵塞过滤器。此外,冻胶形成后,剩余的有效成份明显变低。

实验室内,相同搅拌时间,提高搅拌器的搅拌转速,100 r/min 转速下 B 剂形成明显冻胶,形成后将降低 B 剂有效浓度,也容易堵塞加药管线及下游设备;250 r/min 转速下溶解效果明显较好,

表 1 破乳剂不同浓度对脱水的影响试验数据

Table 1 Test data of influence of demulsifiers with different concentrations on dehydration

试验油样	破乳剂名称	加药浓度/ $10^{-6}$	脱水量/mL			乳化层/ mm	水色	界面
			0.5 h	1 h	2 h			
稠油片	空		12.0	24.0	38.0	4.0	黄	
区计转站	FJY-4	80	25.0	25.0	43.0	2.0	微黄	
不加药油	FJY-4	100	37.0	41.0	47.0	1.0	较清	清晰
样,含水	FJY-4	120	39.0	41.0	48.0	0.0	较清	清晰
62%	FJY-4	140	36.0	40.0	48.0	1.0	较清	

因此提高搅拌强度是可行的。此外,从数次配制 B 剂过程分析,水量少时加药多容易形成冻胶,水量多时再缓慢加药溶解效果较好,因此,增加淡水量也是可行的。

### 2.3 评价铁离子稳定剂对暴氧的防治效果

笔者携 WGZ-2000 浊度仪,在该污水处理站新过滤器出口取样。共 3 个 500 mL 取样瓶,第 1 个未加注铁离子稳定剂,第 2 个加注 0.5 mL(浓度 0.1%)铁离子稳定剂,第 3 个加注 1.0 mL(浓度 0.2%)铁离子稳定剂。取水样消泡后于现场测试浊度。测试后将水样带回实验室,每隔 30 min 测试 1 次浊度(表 2)。未加注铁离子稳定剂的水样暴氧明显,仅 30 min 水质变差 34.6%,分析为暴氧后形成氢氧化铁等物质造成固体悬浮物含量增加<sup>[1]</sup>。而加注铁离子稳定剂的水样,水质稳定性较好。其中 0.1% 加药浓度下,水质和真实水质较为接近,能代表真实水质;0.2% 浓度下,加药水样具有明显的水质改善效果,但不能代表真实水质。因此建议取样环节加注 0.1% 浓度的铁离子稳定剂。

## 3 现场应用与效果

### 3.1 提高破乳剂加药浓度

根据前文 2.1 部分试验评价结果,脱水系统将破乳剂加药浓度从  $60 \times 10^{-6}$  适当提高到  $80 \times 10^{-6}$ 。

表 2 加注铁离子稳定剂对水质稳定效果测试

Table 2 Influence of ferric ion stabilizer on water stability

放置时间	空白水样 浊度/NTU	加注铁离子稳定剂水样浊度/NTU	
		浓度 0.1%	浓度 0.2%
现场测试	3.32	3.25	3.12
30 min	4.47	3.22	3.05
60 min	4.68	3.26	3.07
90 min	5.84	3.39	3.11

通过对 2 000 m<sup>3</sup> 除油罐进口水质监测,来确定破乳效果。

从图 2 可以看出,2011 年 1 月 8 日前,含油量高,和年初更换破乳剂类型有关。3 月底对破乳剂浓度优化,浓度从  $80 \times 10^{-6}$  降低至  $60 \times 10^{-6}$ ,2000 m<sup>3</sup> 除油罐进口的含油、浊度骤升。6 月新过滤器投产,水质不合格,通过提高破乳剂浓度至  $100 \times 10^{-6}$ ,2 000 m<sup>3</sup> 除油罐水质明显好转。

### 3.2 优化净水剂 B 剂加注

根据试验结果,B 剂增加搅拌强度或增加淡水量将增加溶解效果。该污水处理站在日加干剂量不变的前提下,采用增加 1 个 1.6 m<sup>3</sup> 方的加药罐,并在原搅拌器的中心轴中部焊接一组叶片以增加搅拌,取得明显效果。

### 3.3 污水处理站流程控制到位促进水质

#### 3.3.1 控制 2 000 m<sup>3</sup> 除油罐进口水质

进入 2 000 m<sup>3</sup> 除油罐的水主要来自于原油脱水系统,有小部分水来自于生产储油罐排污。通过 2 项措施强化控制。首先是在破乳剂浓度提高的前提下,破乳效果提升,乳化层减薄,油水界面易于控制。并尽可能使油水界面提升,使进入 2 000 m<sup>3</sup> 除油罐含油减少。其次,生产储罐排污环节专人负责,杜绝了过度排污造成油进入水系统的可能。

#### 3.3.2 保证储水罐液位,促进收油工序功效

污水处理系统的储罐、容器都有收油装置。浮油收集后再次进行脱水处理。如不按时收油,设备中浮油进入下级设备,未发挥出本节点作用,将压力传递给下游设备,从而造成水质处理的被动。现场通过控制流量保证流程中各个储罐水的液位。此外,现场加强收油频率控制,避免过度收油、不均匀收油,保证各节点的油尽量不进入下游。

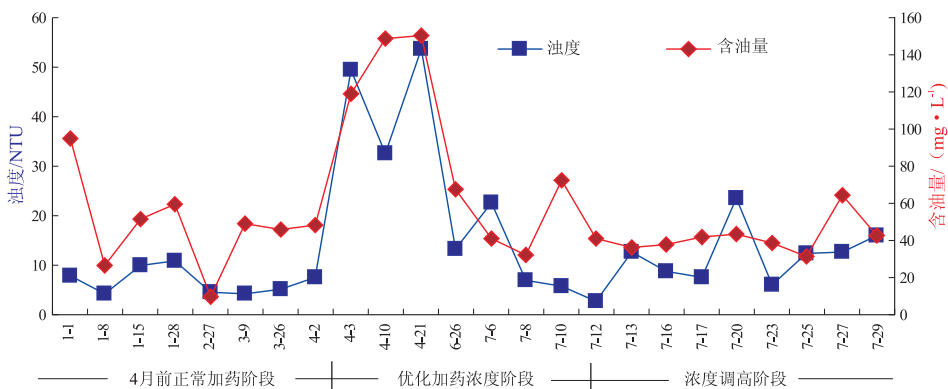


图 2 塔河油田某污水处理站 2 000 m<sup>3</sup> 除油罐进口水质波动

Fig. 2 Water quality fluctuation at import of 2 000 m<sup>3</sup> in a certain sewage treatment station, Tahe Oil Field

### 3.4 取样及检测环节的优化

#### 3.4.1 加铁离子稳定剂减少暴氧造成的水质不合格<sup>[2]</sup>

该污水处理站污水含铁均高于 20 mg/L, 根据 2.3 节所述, 不加铁离子稳定剂, 仅 30 min 水质恶化 34.6%。即使水质达标, 也极有可能因暴氧造成检测不合格。6 月后, 该污水处理系统检测水样取样前, 均先在空瓶中滴入 0.5 mL 的铁离子稳定剂, 检测水质达到 B1 要求。

#### 3.4.2 取样瓶及取样口的洁净问题

目前现场的取样口繁多, 共同特点是末端均为金属, 容易在取样环节沾染铁锈造成水质的污染。此外, 取样瓶是瓶盖与瓶体分开放置, 容易沾染沙尘等污物。

通过在取样口加装胶皮管, 延长取样时间, 清洗取样瓶后加盖等方式, 已基本解决取样环节造成的二次污染问题。

## 4 结论

1) 经过现场工艺控制环节、化学药剂加注环节和取样检测环节的优化, 目前联合站污水处理系统双滤料过滤器出口水质达到建站以来近两年的

最好值。目前水质稳定, 含油小于 1.0 mg/L, 浊度小于 2.0 NTU, 悬浮物含量小于 3.0 mg/L, 粒径中值小于 2.0  $\mu\text{m}$ , 已经完全达到 B1 要求。

2) 笔者从事 3 年多水质管理工作, 认为水质管理工作难度极大。当处理流程、加药、取样等 3 大环节均正常运行时, 水质才能勉强达标。当某个环节出现波动, 比如收油不及时, 造成大量油进入过滤器等设备, 净水剂 B 剂搅拌结块, 新井投产脱水异常等现象, 都会引起水质超标。一旦超标, 至少需要一周时间来恢复。

3) 随着油田开发的深入, 综合含水的升高, 原油脱水处理难度逐渐降低, 而注水工作的进一步开展, 对水质的要求更高。本文提出的 3 方面措施, 尤其前 2 方面, 应该持续稳定的做好, 从而提高注水率和水质达标率, 最终达到增产之目的。

#### 参考文献:

- [1] 蒋建勋, 王永清, 李海涛, 等. 注水开发油田水质优化方法研究[J]. 西南石油学院学报, 2003, 25(3): 3, 26-29.
- [2] 范韬. 油田污水水质稳定技术的研究[J]. 石油与天然气化工, 2011, 42(2): 214-217.

(编辑 黄娟)

(上接第 101 页)

列堵剂对塔河油田碎屑岩水平井深部封堵、控水增油具有较好的适应性。

## 3 结论与认识

1) 该体系具有耐高温、高矿化度、高强度、封堵率高等性能, 适应塔河油田油藏条件。

2) 该体系具有一定油水选择性, 且成胶时间和封堵强度可控。

3) 现场试验表明, 油井深部堵水技术是一项经济效益可观的、提高采收率可行的技术。

#### 参考文献:

- [1] 任皓. 油井堵水技术进展[J]. 钻采工艺, 1994, 17(3): 39-44.
- [2] 赵福麟. 堵水剂[J]. 油田化学, 1986, 3(1): 39-49.
- [3] 张小平, 罗跃. 高渗透地层选择性堵水剂 JTD 的研制与应用[J]. 油田化学, 2001(3): 215-218.
- [4] 胡博仲. 大庆油田机械细分堵水技术[J]. 石油钻采工艺, 1998, 20(5): 79-84.
- [5] 赵福麟. 采油用剂[M]. 东营: 石油大学出版社, 1997: 57-76.
- [6] 赵福麟. 采油用剂及其发展趋势[J]. 石油大学学报(自然科学版), 1988, 12(S): 124-144.
- [7] 刘翔鹏. 油田堵水技术论文集[M]. 北京: 石油工业出版社, 1998: 7.

(编辑 徐文明)