

## 含交联胍胶废水与油田采出水掺混处理模拟试验

王学才 大庆油田采油九厂

**摘要:**以交联胍胶为主的施工作业产生的废液按不同比例加入到水驱含油污水深度处理站污水中,模拟不同程度联合站污水水质波动情况,在室内研究考察废液含量对采出污水处理的影响规律。随污水中废液含量增加,污水的透光率和过滤性能接近线性降低。分析了废液中交联胍胶影响污水处理效果的机理。废液含量对絮凝处理的影响规律为:对CPAM絮凝影响较大,含1%废液污水最佳絮凝效果CPAM加剂量为10 mg/L,其余水样最佳絮凝效果加剂量均为20 mg/L;对PAC絮凝影响较小,加剂量100 mg/L以后,絮凝效果增加幅度减小;对CPAM与PAC复配絮凝影响基本符合废液含量增大絮凝效果降低的规律,PAC加量超过50 mg/L后,絮凝效果增加不明显。

**关键词:**污水处理;水质波动;废液含量;透光率;过滤性能;絮凝

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.12.008

油田生产后期采出液含水率逐渐增高,破乳后产生大量污水,污水成分极其复杂,含油、悬浮物、矿化度盐类高,处理难度很大;因此,近年来针对油田污水的处理展开了大量的研究工作。

针对不同的采油区块,为了尽可能提高采收率,采取了各种增效作业措施。这些增效作业的实施过程中,向地层注入了交联胍胶、交联聚丙烯酰胺、各种酸液等,施工作业结束后,尽管已采取措施将注入药剂返出地面,但仍有大部分药剂滞留地层,逐渐随采出液进入联合站处理系统,对联合站的正常运行造成冲击,甚至对污水处理、破乳造成严重影响。

以往的污水处理研究多是针对化学驱各种驱油剂的影响展开的<sup>[1-6]</sup>,对上述增效作业造成的地面污水处理问题研究很少<sup>[7]</sup>,迫切需要对这些作业药剂影响地面处理系统的规律充分认识。本文将交联胍胶为主的施工作业产生的废水按不同比例加入到联合站污水中,模拟联合站污水水质不同程度波动情况,室内研究考察其对采出污水处理的影响规律。

## 1 试验

絮凝剂阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)、聚合氯化铝(PAC)均为油田使用商品水处理剂。

使用的仪器包括722型光栅分光光度计;BME100LX型高剪切混合乳化机;磁力加热搅拌器;微量进样器。

### 1.1 水样制备

取某水驱含油污水深度处理站加药前污水和作

业废水(其中主要含交联胍胶,以及少量的表面活性剂、固体悬浮颗粒、油类),两水样按一定比例进行混合,根据生产情况确定两水样混合比例,制备含废液为1%、4%、7%、15%的四个水样,考察各废液含量对水质的影响规律。

### 1.2 水样性质分析

由取样分析结果可知,含胍胶污水的悬浮物含量高,含油少,透光率低,碳酸氢根含量高。水驱污水含油量高,悬浮物低,碳酸氢根含量低,但pH值高。具体分析结果见表1。

表1 水样性质分析

水样	pH值	透光率/ %	含油量/ mg·L <sup>-1</sup>	悬浮物/ mg·L <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> / mg·L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> / mg·L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / mg·L <sup>-1</sup>
水驱污水	8.52	69.2	27.5	32.0	39.29	0	1140.3
含胍胶污水	7.45	23.7	8.0	530.0	30.46	6.32	2957.0

### 1.3 絮凝试验方法

采用烧杯试验方法,用磁力加热搅拌器进行定时搅拌,在50 mL的烧杯中,加入40 mL含油污水,温度45℃,预热5 min。在高速搅拌下(100~120 r/min)用进样器加入预定量的絮凝剂溶液,搅拌1 min,然后降低转速至60 r/min,搅拌3 min,水浴静置2 h后取上清液,用722型光栅分光光度计测定透光率和吸光度。

## 2 结果与讨论

### 2.1 水样的透光率及过滤性能

测定了所制备的不同作业废液含量污水水样的



透光率, 结果见图1。分析各水样的过滤性能, 取40 mL水样, 经孔径为0.45 μm的滤膜过滤, 得到过滤时间随废液含量的数据, 见图2。

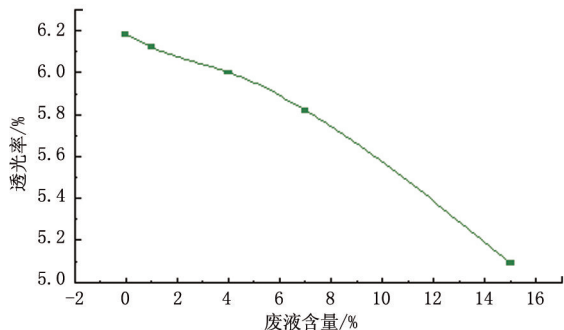


图1 不同废液含量水样的透光率

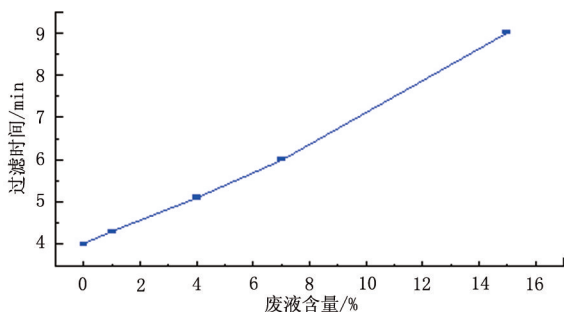


图2 不同废液含量水样经0.45 μm滤膜过滤时间

从图1、图2可见, 不同含量的废液与水驱含油污水深度处理站污水混合后, 水样的透光率不断下降, 通过孔径0.45 μm滤膜的过滤时间大幅度增加, 且变化率基本呈线性关系, 说明废液对透光率和过滤性能影响很大。

### 2.2 污水处理后透光率的变化规律

将不同作业废液含量的水样进行絮凝处理, 分别考察了单独使用无机絮凝剂聚合氯化铝、有机絮凝剂阳离子聚丙烯酰胺及复配絮凝剂不同加量下的絮凝效果。室内采用烧杯试验法研究含交联胍胶的作业废水对污水处理效果的影响规律, 以此模拟水驱含油污水深度处理站污水水质波动情况, 为联合站污水处理系统的抗冲击性提供数据参考。

图3为废液含量对CPAM絮凝效果的影响。从图3可看出, 随CPAM加剂量增加, 均有一最佳加剂量。这是絮凝剂的较普遍规律, 因为絮凝剂带阳离子电荷, 能中和油珠和悬浮物表面负电, 使其脱稳除去, 但随着电荷中和完成后, 继续加大絮凝剂量, 会使正电荷过量, 同时起到静电斥力的作用, 因此絮凝效果又降低。

含1%废液污水最佳絮凝效果CPAM加剂量为10 mg/L; 其他几个废液含量的污水及水驱含油污水深度处理站污水, 最佳絮凝效果加剂量均为20 mg/L。而且在20 mg/L加剂量时, 处理水透光率从高到低

的顺序为: 含15%废液 > 含7%废液 > 含4%废液 > 联合站污水。从总体透光率随絮凝剂加剂量变化规律看, 可以将5个水样分为处理效果和规律接近的两组: 联合站污水、废液含量1%、4%为一组, 废液含量7%、15%为一组。

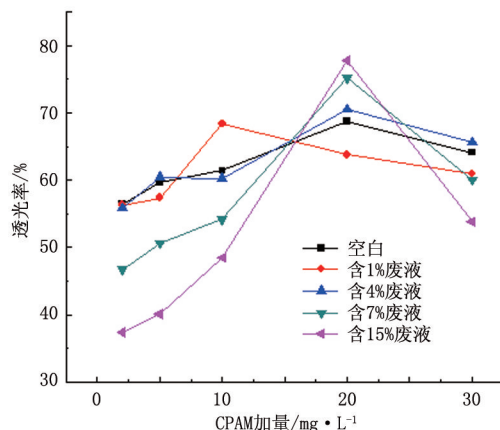


图3 废液含量对CPAM絮凝的影响

图4为废液含量对絮凝剂PAC絮凝效果的影响规律。用PAC对各水样絮凝处理, 当加剂量达到100 mg/L以后, 再增大药剂量, 絮凝效果增加不明显。基本符合返排液量增大絮凝效果降低的规律。在PAC低于100 mg/L时, 含废液7%、15%水样的絮凝效果较差且透光率相差较大, 加剂量大于100 mg/L后, 各水样透光率较接近。同样PAC加剂量下, 含废液15%水样的透光率均最低, 这证明了废液对污水絮凝处理具有不良影响。

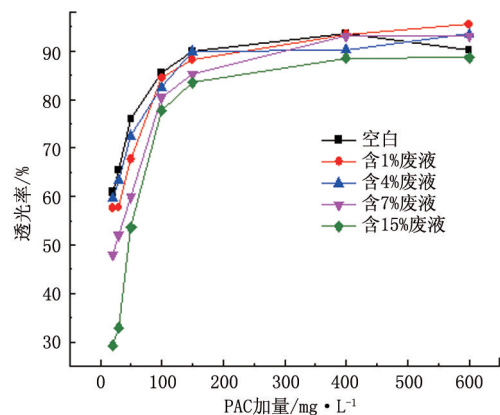


图4 废液含量对PAC絮凝的影响

无机絮凝剂PAC与有机絮凝剂CPAM复配使用能提高污水处理效果, 因此考察了二者不同的复配比例下各水样的处理效果规律。用PAC+2 mg/L CPAM复配处理各水样, 各水样基本符合絮凝效果随返废液量增大而变差的规律, 如图5所示。当PAC加量50 mg/L时, 透光率的提高速度变慢。

图6中增大了复配药剂中CPAM的加量, 用PAC+5 mg/L CPAM复配絮凝剂处理各水样, 其结



果也基本符合随废液量增大絮凝效果变差的规律。是当PAC加量50 mg/L时,透光率的升高变慢,且此加剂量下,废液含量4%、7%、15%的三个水样透光率非常接近,在图5中也能看到这种趋势。联合站污水与含废液1%的水样透光率非常接近。

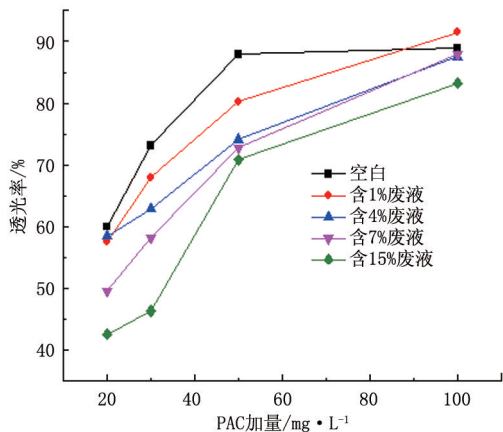


图5 废液含量对PAC+2 mg/L CPAM复配絮凝的影响

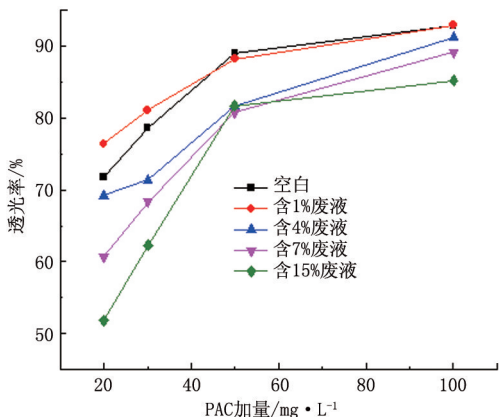


图6 废液含量对PAC+5 mg/L CPAM复配絮凝的影响

### 2.3 机理分析

油田增效作业形成的废液中主要成分为交联胍胶,它是影响污水处理效果的主要因素,因此对其影响的机理加以分析。

胍胶是半乳糖甘露聚糖结构,分子主链是甘露糖,侧链是半乳糖基,半乳糖与甘露糖的链节比为1:2,相对分子质量约为20万。这种环状的结构单元使其具有一定刚性,羟丙基改性胍胶提高了水溶解性。胍胶分子中的顺式羟基与有机硼交联剂解离后的硼酸根 $B(OH)^+$ 形成相对稳定的氢键,形成分子间适度交联体型分子结构。交联胍胶在施工过程中经历了化学破胶以及地层的剪切作用,主要使交联键及糖苷键断裂,形成的交联胍胶碎片部分溶于水,部分以悬浮物形式存在。

交联胍胶碎片与胍胶分子相比结构变化不大,一些醇羟基仍有氢键活性,与絮凝剂的作用较弱,絮凝处理比较困难。不溶的交联胍胶增加了水中悬

浮物含量。采出液中乳化油珠和悬浮物带负电,交联胍胶增大了扩散双电层的排斥力和稳定性,阻碍油珠与悬浮物颗粒的布朗运动,使其难聚并,因此处理难度显著增大。

### 3 结论

废液含量对水驱含油污水深度处理站污水透光率和过滤性能有影响,随废液含量增加,对透光率和过滤性能的影响接近线性增大。

废液含量对絮凝处理的影响具有一定规律:

(1)对CPAM絮凝影响,处理效果差别较大,且均有一最佳絮凝效果加剂量,数据波动较大。含1%废液污水最佳絮凝效果CPAM加剂量为10 mg/L,其余水样最佳絮凝效果加剂量均为20 mg/L。

(2)对PAC絮凝影响,当加剂量达到100 mg/L以后,再增大药剂量,絮凝效果增加不明显;基本符合废液含量增大絮凝效果降低的规律;废液含量对PAC处理效果影响不大。

(3)对CPAM与PAC复配絮凝影响,基本符合废液含量增大絮凝效果降低的规律;PAC加量超过50 mg/L后,絮凝效果增加不明显。

### 参考文献

- [1] 赵晓非, 闫晶红, 马静, 等. 表面活性剂对油田污水絮凝效果的影响[J]. 化学与生物工程, 2009, 26 (9): 73-90.
- [2] Zhao Xiaofei, Liu Lixin, Wang Yuchan, et al. Influences of partially hydrolyzed polyacrylamide (HPAM) residue on the flocculation behavior of oily wastewater produced from polymer flooding[J]. Separation and Purification Technology, 2008, 62 (1): 199-204.
- [3] Guo Jixiang, Cao Jingjing, Li Mingyuan, et al. Influences of water treatment agents on oil-water interfacial properties of oilfield produced water [J]. Petroleum Science, 2013, 10 (3): 415-420.
- [4] 王宜阳, 张路, 孙涛垒, 等. 不同结构破乳剂油水界面扩张黏弹性研究[N]. 物理化学学报, 2003, 19 (4): 297-301.
- [5] 卢磊, 高宝玉, 岳钦艳. 油田聚合物驱采出污水絮凝过程研究[J]. 环境科学, 2007, 28 (4): 761-765.
- [6] 马静, 赵晓非, 朱威, 等. 三元复合驱污水的无机絮凝剂处理效果研究 [J]. 工业用水与废水, 2010, 41 (3): 62-65.
- [7] 贾少辉, 李淑玲, 王慧云, 等. 石油磺酸盐对PAFSi-PAM+处理钻井废液絮凝作用的影响[J]. 工业水处理, 2014, 34 (3): 33-36.

[作者简介]王学才: 工程师, 2007年毕业于东北石油大学资源勘察工程专业, 现任大庆油田有限责任公司第九采油厂新站采油作业区副大队长。

(0459) 4494900、wangxuecai@petrochina.com.cn

收稿日期 2015-05-05

(栏目主持 杨 军)

