

聚合物驱油田采出水处理工艺新技术

聂春红^{1,2}, 王宝辉¹

(1. 东北石油大学, 黑龙江 大庆 163318; 2. 绥化学院, 黑龙江 绥化 152061)

摘要: 在传统油田采出水处理工艺技术的基础上, 设计了创新工艺, 增加了预处理工艺流程和处理设备, 将水力旋流配合速沉器的工艺作为精细过滤的前处理工艺, 其工艺流程为: 来水→水力旋流除油→速沉器→精细过滤→出水。经该工艺处理后, 出水含油质量浓度平均为 1.34 mg/L, 出水悬浮物固体质量浓度为 3.77 mg/L, 粒径中值达 1.419 μm, 含油量达标率 100%, 悬浮物达标率 100%。

关键词: 聚合物驱油; 水处理; 水力旋流

中图分类号: TQ028.53

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2011)06-0086-02

New treatment process of polymer-drive oil produced water

NIE Chun-hong^{1,2}, WANG Bao-hui¹

(1. Northeast Petroleum University, Daqing 163318, China; 2. Suihua College, Suihua 152061, China)

Abstract: On the basis of traditional process, new produced water treatment technologies are designed. The process and facilities on the pretreatment are added. The combination of hydrocyclone and quick-setting utensil is applied in the pretreatment of fine filtration. The process is shown as follows: the wastewater firstly entered into hydrocyclone equipment, then into the settling and separation equipment, after the fine filtration, the treated water obtained finally. In the treated water, the oil and the suspended substance content are 1.34 mg/L and 3.77 mg/L, respectively. The median diameter of the grains can reach 1.419 μm averagely. The oil content and the suspended substance content up to the standard are 100%.

Key words: polymer-drive oil; water treatment; hydrocyclone

油田水处理工艺有很多种, 归纳起来多数采用三段式处理工艺, 即除油-混凝沉降(或气浮)-过滤, 再辅以阻垢、缓蚀、杀菌处理后即可用于回注。这种含油污水处理工艺简单, 是目前含油污水处理的典型工艺流程, 国内大部分油田都采用此法处理含油废水^[1]。油田水处理一般包括除油和过滤 2 个主要的方面。近来国内外都在设备的研发上做了很多的工作, 在对原有设备改进的基础上, 出现了很多新的设备, 如浮选设备、水力旋流器、过滤设备等。这些设备的成功开发。对提高含油废水的处理效果、改进设备的处理效能以及实现处理设备功能的一体化都大有裨益^[2-3]。

1 实验流程

1.1 整体工艺选择

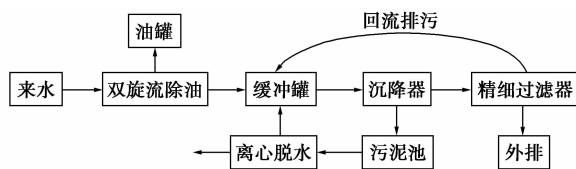


图1 水力旋流除油-精细过滤工艺流程

根据国内油田采出水处理技术的发展, 提出了水力旋流配合速沉器的工艺作为精细过滤的前处理工艺, 出水经过精细过滤达到低渗透层油层回注水标准, 工艺流程见图 1。

1.2 创新工艺设备及技术

创新工艺是在传统含油污水处理工艺的基础上发展起来的, 其目的是为了解决传统工艺存在的 2 个问题。一是传统工艺处理流程长、占地面积大、一次性投资高、细菌滋生繁殖严重、污泥处理不完善; 二是含聚合物的污水的深度处理问题。创新工艺保留了传统工艺的特点, 并在此基础上增加了新的预处理工艺流程和处理设备。

1.2.1 水力旋流除油技术

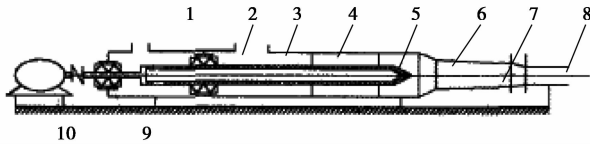
(1) 技术原理及设备

应用于油水分离作业的水力旋流设备称为复合型动态水力旋流器。该技术的油水分离的原理是: 油水分离的过程中, 电机通过联轴器或皮带轮使旋转栅高速旋转, 待分离的油水混合液经旋转栅加速, 接连而来的液体推动已经加速旋转液体由流道进入旋流器入口腔, 此时液流被强制旋转, 产生高转速涡流。旋流强度在旋流器大小锥段内得到加强, 轻质

收稿日期: 2011-02-25

作者简介: 聂春红(1979-), 女, 博士生, 从事化学工艺方面的研究, 0455-8301261, chunhongnie@126.com; 王宝辉(1960-), 男, 教授, 博士生导师, 新能源与环境科学方面的研究, 通讯联系人, 0459-6503498, wangbaohui60@163.com。

相油受离心力作用运移到旋流分离体中心,形成油核,沿旋转轴中心反向运移至溢流嘴、空心驱动轴中心孔及溢流腔后被排出;重质相水被甩到旋流器内壁,沿尾管的底流口排出^[4]。复合式水力旋流器具有水力除油、动力沉降、过滤三大功能。



1—溢流腔;2—空心驱动轴;3—入口腔;4—旋流栅;5—溢流嘴;
6—静态旋流体;7—底座;8—底流口;9—密封装置;10—电机

图2 复合型水力旋流器装置图

(2) 设备运行参数

进水压力 < 0.4 MPa; 工作压降 0.1 MPa; 单台尺寸 $\Phi 1.8 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$; 电机功率 0.75 kW; 聚合物质量浓度 118.2 ~ 241.7 mg/L; 含油量 36.6 ~ 2 977 mg/L; 悬浮物质量浓度 16 ~ 1 053 mg/L; 处理量 2 000 ~ 2 200 m^3/d 。

1.2.2 沉降分离

(1) 技术原理及设备

进行沉降分离的设备称为沉降罐,其工作原理是:根据油和水的密度不同,利用油水的密度差使油上浮,达到油水分离的目的;利用悬浮固体和水的密度差,使悬浮固体下沉,达到悬浮固体和水分离的目的。

(2) 投入药剂量

对适合现场水质特性的絮凝剂、杀菌剂、助凝剂、脱水剂进行筛选、复配。

表1 污水处理药剂筛选情况

药剂	类型	絮凝剂	助凝剂	脱水剂	杀菌剂
	型号	W101	WY202	W-102-2	WY401
加药量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	聚驱原水	30 ~ 40	1.0	5	10 ~ 15
	聚污滤后水	10 ~ 15	0.5	5	10 ~ 15

(3) 设备运行参数

水质来源为水力旋流除油器出水;聚合物质量浓度平均值为 187.4 mg/L;采用顶排式排泥方式;排泥周期 2 ~ 4 次/h,每次 6 ~ 8 s;排泥量 3 ~ 5 m^3/d 。

1.2.3 精细过滤器

(1) 技术原理及设备

低渗透油田回注水精细处理的首要任务是去除水中的固体悬浮物以及可能产生固体悬浮物的因素。过滤技术是保证注入水固体悬浮物含量和粒径达标的关键技术,本套工艺中完成过滤任务的装置为精细过滤器。

精细过滤器的过滤介质采用不锈钢 5 层烧结网,过滤器进水采用螺型流道进水,使得进水在滤网外部形成双涡旋流场,清洁滤桶表面,保证过滤通量的稳定性。滤网中心嵌入超声波震合,根据运行时间或压差启动,利用空化效应清除附着在滤桶表面的污染物,底部回流与进水流道形成错流,时时冲刷滤桶表面,减少污染物附着在滤桶表面的几率。

(2) 设备运行参数

运行周期 90 ~ 100 min;运行时间 9 ~ 10 s;互洗周期 80 ~ 90 min;互洗时间 8 ~ 10 s;回流率 8% ~ 10%。

(下转第 89 页)

(上接第 85 页)

(3) 该系统很好地解决了高效粉碎分级过程中的过粉碎、物料温升、粉体分散性差和粒径分布窄等问题,为获得理想粉末涂料提供了前提条件。适合于粉末涂料等热敏性物料和低硬度的非金属矿物的粉碎分级加工。

参考文献

[1] 左常勇. ACM 磨分级效率与粒度分布[J]. 粉末涂料与涂装, 1995, (5): 23 - 37.

[2] 刘宏, 向寓华, 董观秀. 粉末涂料对涂装产品质量的影响[J]. 涂料工业, 2006, 36(12): 38 - 40.

[3] 周师岳. 粉末涂料涂装工艺学[M]. 上海: 上海科技技术文献出版社, 2000: 160 - 162.

[4] 张亚南, 任朝富, 罗泽元, 等. SCX400 型超细选粉机研制[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2008, 21(5): 98 - 101.

[5] 饶甲如. ACM 磨的影响因素及不正常现象分析[J]. 涂料工业, 1999, (11): 19 - 20.

[6] 徐子勤, 吴志林. CM 型超细粉磨机磨粉能力研究分析[J]. 非金属矿, 1998, (3): 20 - 21, 56.

[7] 申祖武. MLC 高速冲击式粉碎系统工艺及影响因素[J]. 河南建材, 2002, (4): 22 - 23.

[8] 陈海焱, 陈文梅, 胥海伦. 气流分级机操作参数对分级性能的影响[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2006, 38(3): 87 - 91. ■

液体密度发生明显变化);

(3) 仅仅气相中 H₂S 组分被碳酸钾溶液吸收, 溶剂水不向气相中传递;

(4) 溶解热和反应热产生的同时被液相吸收, 忽略填料对热传导的影响;

(5) 忽略气相与液相间热量传递;

(6) 气体吸收过程是绝热的, 即吸收塔与环境之间没有热量交换。

基于以上假设, 计算中需要考虑的模型有湍流模型和多相流模型(含多相湍流模型)。

1.2 理论方程—湍流方程

由于 Reynolds 时均方程不封闭, 因此在计算的过程中需要采用“湍流模型”方程。 $k-\varepsilon$ 模型作为两方程模型的代表, 较单方程模型和多方程模型而言, 是最简单的完整湍流模型, 它同时考虑了对流和扩散对脉动速度的影响, 因而被广泛地应用于有回流的流动及三维边界层流动。其中, 标准 $k-\varepsilon$ 模型更是具有适用范围广、经济、精度合理等优点, 同时考虑到只有 $k-\varepsilon$ 模型适于后续计算中的多相流模型, 因此选择标准 $k-\varepsilon$ 模型进行湍流计算^[5]。

标准 $k-\varepsilon$ 模型是半经验公式, 由实验现象中总结得出。在稳态中, 对于单相而言, 其 k 方程和 ε 方程分别如下:

$$\rho u_x (\partial k / \partial x) + \rho u_y (\partial k / \partial y) = \partial / \partial y [(\mu + \mu_t / \sigma_k) \partial k / \partial y] +$$

(上接第 87 页)

2 实施效果分析

在对各阶段出水进行研究的基础上, 对采用创新工艺的系统处理效果进行了连续监测, 并对其进行分析, 结果见表 2。

表 2 创新工艺处理效果

监测项目 (平均值)	原水	水力旋流器		沉降罐		精细过滤器		标准
		进水	出水	进水	出水	进水	出水	
油质量 浓度/ mg·L ⁻¹	386.8	386.8	120.7	73.22	3.5	4.12	1.34	5
悬浮固体 量浓度/ mg·L ⁻¹	187.4	187.4	109.2	99.2	10.5	7.59	3.77	5
粒径中值/ μm							1.419	2

创新工艺对聚驱污水处理效果, 出水含油质量浓度平均 1.34 mg/L, 达标率 100%; 出水悬浮物质

$$\mu_t (\partial u_x / \partial y)^2 - \rho \varepsilon - 2\mu (\partial k^{1/2} / \partial y)^2 \quad (1)$$

$$\rho u_x (\partial \varepsilon / \partial x) + \rho u_y (\partial \varepsilon / \partial y) = \partial / \partial y [(\mu + \mu_t / \sigma_\varepsilon) \partial \varepsilon / \partial y] + C_1 (\varepsilon / k) \mu_t (\partial u_x / \partial y)^2 - C_2 \rho \varepsilon^2 / k - (20 \mu \mu_t / \rho) (\partial^2 u_x / \partial y^2)^2 \quad (2)$$

方程中, C_1, C_2 为常量; σ_k 和 σ_ε 是 k 方程和 ε 方程的湍流普兰德数; μ_t 是湍流粘度, 可由 k 和 ε 计算:

$$\mu_t = \rho C_\mu k^2 / \varepsilon \quad (3)$$

式中, C_μ 为常量。模型中的常量 $C_1, C_2, C_\mu, \sigma_k, \sigma_\varepsilon$, 通常可以使用默认值:

$$C_1 = 1.44, C_2 = 1.92, C_\mu = 0.09, \sigma_k = 1.0, \sigma_\varepsilon = 1.3$$

这些默认值是由空气、水的基本湍流剪切流动试验得来的, 包括均匀剪切流和等方性衰减湍流。这些数据已经被证明能很好地处理墙壁束缚和自由剪切流。

1.3 建立物理模型

为了提高收敛性和计算效率, 在上述简化的基础上对吸收塔模型计算做进一步的简化: 忽略塔底进气管与 $x-z$ 平面的交角, 改为平行进入, 以求在不影响全塔流场性能的前提下尽可能地简化模型; 将全塔划分为上下两段, 分别划分网格, 各自做独立计算, 求解其单相及多相流场。由于上下两段塔仅气相连通, 因此分开计算并不会引入误差, 同时还可避免上下两层在计算过程中互相影响, 从而有效提高收敛速度。

量浓度 3.77 mg/L, 达标率为 100%; 粒径中值 ≤ 2 μm, 达标率 100%。

3 结语

创新工艺的水力旋流除油器对于浮油去除效果较好, 沉降罐处理效率较高, 工艺简化, 对含聚污水的处理效果能够达到高渗透层水质指标, 并且出水水质稳定, 可替代传统“混凝沉降 + 一级过滤”工艺。创新工艺的整体效果为出水含油质量浓度达标率 100%, 悬浮物质量浓度达标率 100%。

参考文献

[1] 张李锋, 尹先清. 油田水处工艺及设备进展[J]. 辽宁化工, 2007, 36(11): 748-751.
 [2] 镇祥华, 于水利, 庞焕岩, 等. 超滤膜处理油田采出水用于回注的试验研究[J]. 环境污染与防治, 2006, 28(5): 329-333.
 [3] 张雷, 李思强, 苗月. 采用微絮凝-过滤工艺处理油田采出水[J]. 化工环保, 2010, 30(2): 156-158.
 [4] 孙吉鹏, 童熊, 王成行. 国内外新型水力旋流器的发展与应用[J]. 矿山机械, 2009, 37(1): 107-112. ■