

斜板溶气气浮装置处理油田污水实验

王大华¹

摘要: 东北地区某油田采油污水经处理后水质达标率低, 为了提高水质达标率, 污水处理采用斜板溶气气浮技术, 研究斜板间距、回流比、表面负荷、絮凝剂投加量、气泡层厚度等对污水处理效果的影响, 确定最优的参数值。在连续45天的现场试验中, 该装置运行稳定。实验表明, 与传统的溶气气浮法相比, 斜板溶气气浮法处理含油污水的效果持续、稳定, 处理后水体含油量可控制在10 mg/L以下。

关键词: 斜板溶气气浮; 含油污水; 气浮工艺; 污水处理

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.3.010

Experimental Study on Treatment of Oilfield Wastewater with Inclined Plate Dissolved Air Flotation Devices

Wang Dahua

Abstract: Wastewater quality compliance rate is low after treatment in an oilfield in North-east China, in order to improve the water quality compliance rate, inclined plate dissolved air flotation technology is used in sewage water treatment. Research on the wastewater treatment effect after using inclined plate spacing, reflux ratio, surface loading, flocculant dosage, gas bubble layer thickness etc., to determine the optimal parameter values. In 45 consecutive days' experiments, the operation of the device is stable, the result is superior. Experiments show that compared to the traditional gas dissolved air flotation, inclined plate dissolved air flotation processing oily wastewater effect that can be sustained and stable, after processing the oil content in water control below 10 mg/L.

Key words: inclined plate dissolved air flotation; oily wastewater; air flotation process; wastewater treatment

东北地区某含油污水处理站水质处理达标率低, 为此采用斜板溶气气浮技术进行含油污水处理实验, 确定气浮的最佳参数, 建立安全、有效的油田含油污水处理方法, 进而改善油田回注污水水质^[1]。

1 斜板溶气气浮工艺

1.1 工作原理

溶气气浮法的原理是增加含油污水的压力, 再将空气充入到含油污水中, 由于压力增大, 空气将完全溶解到含油污水中, 这就大大增加了含油污水中的气体量^[2]。当含油污水进入到气浮池中, 释放器开始工作, 气浮池的压力会迅速降到常压, 由于压力突降, 原本溶解在水中的空气就会析出, 分散成大量的微小气泡, 这些气泡会将污水中的杂质、微小颗粒等带到水面, 进而实现固体颗粒和污水的

分离^[3]。

1.2 实验装置与方法

溶气气浮实验装置由配水系统、混凝反应系统和溶气释放分离系统组成。其中配水系统包括配水水箱、加压水泵、回流泵; 混凝反应系统包括加药装置、管式反应器; 溶气释放分离系统包括空压机、溶气罐、溶气释放器、气浮池。

该溶气气浮装置尺寸为850 mm × 400 mm × 900 mm, 设计流量为0.8 m³/h, 其中接触区的尺寸为300 mm × 400 mm × 530 mm。

在气浮池中增加斜板结构, 是整个气浮实验装置的一大特点。当溶解有大量空气的含油污水通过气浮池的释放器时, 就会与气浮池中需要处理的污水混合在一起, 因为压力突降, 溶气水中大量空气

¹大庆油田庆升实业公司锅炉安装与维修工程分公司

得以释放，释放出来的微气泡就会与污水中含有的杂质等颗粒粘附在一起。由于斜板具有浅池作用，存在于污水中的各种杂质能更好地与微气泡混合，进而和水分离得更加彻底，处理效果会更好。图1为气浮池构造图。图2为斜板溶气气浮实验装置处理含油废水工艺方案^[4]。

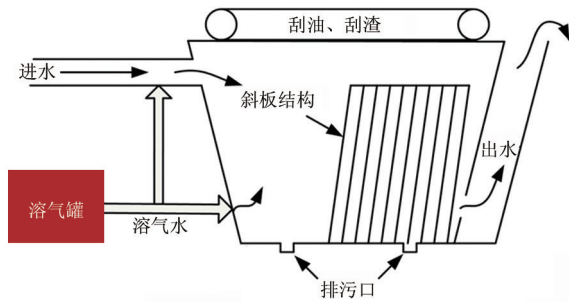


图1 气浮池结构

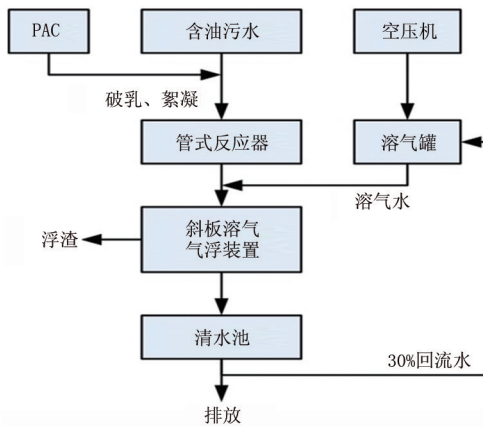


图2 斜板溶气实验装置处理含油废水工艺方案

2 影响气浮处理效果的因素

影响气浮处理效果因素实验过程包括含油污水破乳、混凝阶段和油粒、悬浮物、杂质与水分离两个阶段。实验中，改变各工艺参数，分析气浮法对含油污水处理的效果，确定各参数最佳值^[5]。

取油田原油和泥垢混合后油样 60 mL，加入水 350 mL，石油磺酸钠 8 g，加热并充分搅拌混合 0.5 h 得到实验水。设置水温 25 °C，溶气压力 0.7 MPa，气水体积比为 0.15，污水的絮凝反应时间为 180 s，管式反应器中水流速为 1 m/s。

2.1 板间距

分别设定 45、65、85 mm 间距条件，进行溶气气浮处理含油污水效果的实验。回流比设定为 30%，表面负荷为 9 m³/(m²·h)。由实验结果可知，在间距为 65 和 85 mm 时，虽然进水含油量增加，但是出水含油量却比较小，并且保持稳定，最优处理效果在其间距为 65 mm 时。

2.2 表面负荷

在不同表面负荷下进行含油污水的处理效果实验。实验初始条件为：污水中含油量为 300 mg/L 左右，浊度为 70~80 NTU，回流比设定为 30%，间距 65 mm。从实验结果可知，在表面负荷增加时，去油效果仍然比较稳定；但是，对浊度的消除效果较差。当表面负荷高于 9 m³/(m²·h) 时，浊度迅速升高，去除效果很差。而表面负荷低于 9 m³/(m²·h) 时，处理后污水中含油量和浊度都很理想。

2.3 回流比

在不同的回流比下进行含油污水的处理效果实验。实验初始条件为：污水中含油量为 200 mg/L 左右，浊度为 40~50 NTU。从实验结果可知，当回流比大于 30% 时，处理效果较好。当回流比高于 30% 时，出水中含油量和浊度已经基本保持不变。回流比在 10%~30% 时，出水含有较高的含油量和浊度，当回流比增大时，浊度和含油量均下降很快。所以，确定最佳回流比为 30%。

2.4 分离区气泡层厚度

在不同的分离区气泡层厚度下进行含油污水的处理效果实验。实验初始条件为：污水含油量为 200 mg/L 左右，浊度为 60~65 NTU。气、液、固三相混合分离区气泡层的作用是从水中分离出污水中的杂质、油等。由实验结果可知，随着气泡层增厚，出水含油量和浊度降低，其中浊度反应尤为明显。而当气泡层厚度大于 15 cm 时，出水含油稳定。由此可知，当污水浊度较大时，分离区气泡层厚度应达到 15 cm 以上^[6]。

2.5 絮凝剂

采用絮凝剂聚合氯化铝和阳离子聚丙烯酰胺分别进行污水处理效果的实验，结果见表 1。实验初始条件为：污水含油量为 65~120 mg/L，浊度为 60~80 NTU。

表 1 絮凝剂对气浮效果的影响

指标	不加 PAC、添加 PAC PAM	添加 PAC(60 mg/L)、 PAM(60 mg/L)	添加 PAC(60 mg/L)、 PAM(1 mg/L)
出水含油量/(mg·L ⁻¹)	22.6	12.3	6.8
出水浊度/NTU	38.5	16.9	5.7

2.6 与传统溶气气浮的处理效果比较

在不同的污水初始含油量和表面负荷条件下，斜板溶气气浮法和传统溶气气浮法处理效果对比见图 3 和图 4。由图 3、图 4 可以看出，当污水初始含油量和表面负荷变化时，斜板溶气气浮法比传统气浮法有更好的处理污水效果。

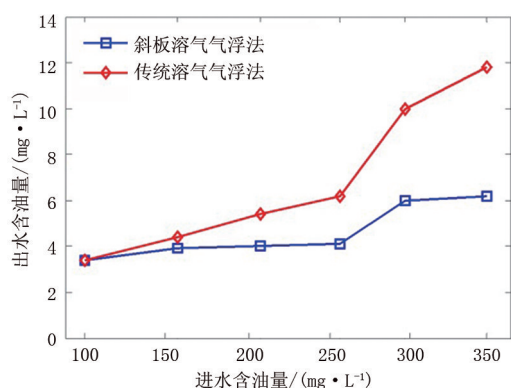


图3 不同的污水初始含油量处理效果

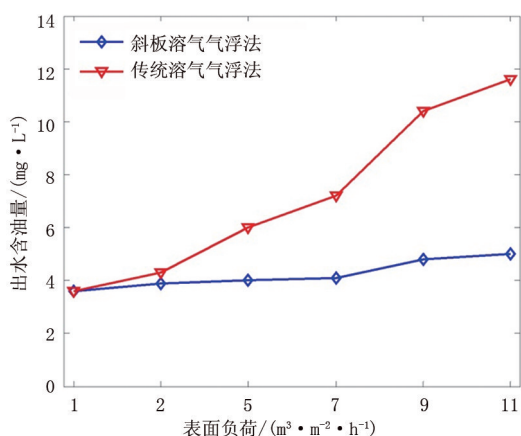


图4 不同的表面负荷时污水处理效果

3 现场试验

3.1 方法及流程

溶气气浮装置处理能力为 0.5 m³/h, 试验水为

该油田采出水, 其中油的质量浓度不大于 250 mg/L^[7]。该装置实际运行 50 d, 保持 24 h 正常运行, 每隔 2 h 记录一次参数, 对实验水取样分析。试验预期油的质量浓度降到 10 mg/L 以下。

图5为含油污水处理工艺流程。



图5 含油污水处理工艺流程

3.2 结果分析

由表2可知, 在试验水水质一致的情况下, 斜板溶气气浮法比传统的溶气气浮法有更好的处理效果。斜板溶气气浮法处理后得到的水体含油量均值为 7.31 mg/L, 而传统溶气气浮法处理得到的水体含油量均值为 25.4 mg/L。同时, 在连续 45 d 的运行过程中, 斜板溶气气浮法得到的水体含油量均值为 7.1 mg/L, 说明斜板溶气气浮装置运行稳定, 对含油污水处理效果较好。

4 结论

(1) 斜板溶气气浮法处理油田含油污水时的最佳参数: 絮凝剂聚合氯化铝与阳离子聚丙烯酰胺添加量为 60 mg/L 和 1 mg/L, 板间距 60 mm, 回流比 30%, 表面负荷 9 m³/(m²·h), 气泡层厚 30 cm。

(2) 对比传统处理方法, 斜板溶气气浮法有更好的处理效果, 通过现场试验, 在 45 d 连续运行过程中, 该法处理后水体含油量可保持 10 mg/L 以下。

表2 斜板溶气气浮法和传统溶气气浮法处理含油污水前后水质变化

处理方法	水体原含油量/(mg·L ⁻¹)			气浮处理后含油量/(mg·L ⁻¹)			过滤后含油量/(mg·L ⁻¹)		
	最小值	最大值	均值	最小值	最大值	均值	最小值	最大值	均值
斜板溶气气浮法	90	180	135	3.8	10.3	7.1	2.4	4.8	3.6
传统溶气气浮法	80	192	136	13.2	37.5	25.4	4.8	19.4	12.1

参考文献

- [1] KANG Y T, AKISAWA A, KASHIWANGI T. Analytical investigation of two different absorption modes: falling film and bubble tubes[J]. International Journal of Refrigeration, 2000 (23): 430-443.
- [2] 齐国瑞. 溶气气浮处理油田废水的试验研究[D]. 邯郸: 河北工程大学, 2010: 24-26.
- [3] 吴琦. 气浮选含油污水处理技术[J]. 油气田地面工程, 2010, 29 (3): 53-55.
- [4] 姜涛, 方健. 渤海油田常用气体浮选技术应用进展[J]. 油气田地面工程, 2012, 31 (2): 58-59.
- [5] ZHU Xihai, REN Xin, CHEN Weiguo, et al. The trend and present study on separation techniques by flotation[J]. Technology of Water Treatment, 1991 (5): 11-15.

- [6] 杜新勇, 王飞, 熊元俊, 等. 溶气浮选技术处理含油污水实验与应用[J]. 钻采工艺, 2006 (5): 18-20.
- [7] FUKUSHI K, TAMBO N, MATSUI Y. A kinetic model for dissolved air flotation in water and wastewater treatment[J]. Water Science and Technology, 1995 (2): 22-25.

作者简介

王大华: 工程师, 1985年毕业于大庆石油学院, 大庆油田工程建设公司庆升实业公司锅炉安装与维修工程分公司副经理兼主任工程师, 13845999962, wangdh_957@sina.com, 黑龙江省大庆市让胡路区西晓街28号, 163000。

收稿日期 2015-10-14

(栏目编辑 杨军)