

# 污水站滤罐反冲洗参数优化试验

梁玉艳<sup>1</sup>

**摘要:** 为解决部分污水站外输水中悬浮物含量不能稳定达标的问题,开展了含油污水站滤罐反冲洗参数优化试验。选择污水站进行小型模拟和现场试验,优化反冲洗参数,确定某含油污水站滤罐最佳反冲洗强度为  $9 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,单座滤罐最佳反洗历时  $29 \text{ min}$ ,最佳反洗周期为  $22 \text{ h}$ ,此时悬浮物去除效率达到  $82.7\%$ ,二次滤罐出口悬浮物质量浓度为  $5 \text{ mg}/\text{L}$  以下,滤罐达到较好的出水效果。

**关键词:** 污水处理站;反冲洗;参数优化;悬浮物;去除率

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.5.009

## Experimental Study on Optimization of the Back Flush Parameters of Filter Tank in the Sewage Station

Liang Yuyan

**Abstract:** In order to solve the problem that the suspended solids in the outlet water of the sewage station can not be settled up to the standard, the optimization of the back flush parameters of the filter tank in the oil sewage station was carried out. Selection of wastewater station small simulation experiment and field test, through backwashing parameters optimization and adjustment to determine Y sewage station filter tank optimum backwashing intensity is  $9 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , single filter tank optimum backwashing duration  $29 \text{ min}$ , optimum backwashing cycle is  $22 \text{ h}$ . At this time suspended solids removal efficiency reached  $82.7\%$ , secondary filter tank outlet suspended matter content below  $5 \text{ mg}/\text{L}$ , filter tank achieve better outlet water effects.

**Key words:** sewage station; back flush; parameter optimization; suspended matter; removal rate

滤罐是油田水处理工艺中的主要设备,通过其内部填料的吸附和截留作用去除水中的含油及悬浮杂质,达到净化注水的目的<sup>[1]</sup>。过滤介质运行一段时间以后,截留悬浮杂质逐渐增多,过滤效果变差,需要反洗再生,使滤料恢复截污能力<sup>[2]</sup>,反洗时一般按设计给定的反冲洗参数进行。

由于每座污水站滤罐的内部填料、源水水质和设备运行状态不尽相同,如果均按照设计初期给定的反冲洗参数运行,滤罐有时达不到理想的再生效果<sup>[3]</sup>。因此,2012年初,某含油污水站将优化滤罐反冲洗参数作为工作重点,开展滤罐反冲洗参数优化现场试验。

## 1 污水站现状

某含油污水处理站建于1999年,于2002年和

2009年分别进行了扩建和扩改建,目前该站设计处理规模  $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ ,实际运行负荷  $1600 \sim 2000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

该污水站设计出水指标要求含油浓度不高于  $8 \text{ mg}/\text{L}$ ,悬浮物浓度不高于  $3 \text{ mg}/\text{L}$ ,从污水站2011年外输水质检测情况看,含油合格率  $100\%$ ,但悬浮物达标困难<sup>[4]</sup>。

滤罐反冲洗的目的是将运行一段时间滤料所截留的杂质去除,使滤料恢复截污能力。该含油污水站滤罐整个反洗过程分为气洗、气水混合反洗、水洗三个阶段,历时  $29 \text{ min}$  (未包括流程切换时间)。气洗:向滤罐内连续充入空气,松动压实的填料;气水混合反洗:滤料中的杂质在连续气泡和小强度水流作用下脱附并被携带上移;水洗:用大强度水流将滤料摩擦碰撞脱附下来的杂质排出

<sup>1</sup>大庆油田有限责任公司第八采油厂

罐外。

## 2 现场试验

直接调整现场滤罐参数可能影响正常生产运行，另外由于现场气泵不易调控和滤罐结构特点为上部敞口形式，调整参数时容易出现滤料流失，因此首先在小型模拟装置上开展试验。试验装置采用透明玻璃管模拟现场一、二次过滤罐，配有加气泵和反洗泵，可直接观察滤料运行状况和反洗过程。

### 2.1 小型模拟装置优化试验

为使模拟装置得出的数据能对现场滤罐优化真正起到指导作用，模拟装置与现场滤罐并联同步运行。从运行数据可以看出，含油污水站待优化滤罐对悬浮物总的去除效率为52%，模拟装置对悬浮物总的去除效率为54.5%，水处理效果基本相同，检

测数据见表1。模拟装置的试验数据可以为待优化滤罐的参数调整提供可靠依据。

(1) 模拟装置反冲洗强度优化。通过1个月的优化试验，水洗强度由4.0 L/(m<sup>2</sup>·s)分别调整为6.0、7.5、9.0 L/(m<sup>2</sup>·s)。通过可视化的模拟装置可观察到，随着反冲洗强度升高，滤料开始膨化。膨化后能够将前期气洗和气水洗摩擦作用脱附下来的杂质清出至罐外。而原有反冲洗方式强度过低，滤料未膨化，水流的冲刷作用力过低，无法将脱附下来的杂质清出至罐外，仍夹留在滤料层中，滤料再生不彻底，影响过滤效果。不同反冲洗强度时模拟装置过滤效果见表2。

反洗强度为9 L/(m<sup>2</sup>·s)时，滤料膨化率能够达到25%。同时模拟装置在水洗强度9 L/(m<sup>2</sup>·s)条件

表1 各节点悬浮物浓度检测数据

工艺名称	一滤进口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	二滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤去除率/%	二滤去除率/%	总去除率/%
原工艺	90.6	63.3	43.4	30.1	31.4	52.0
试验工艺	90.6	69.0	41.2	23.8	40.3	54.5

表2 不同反冲洗强度时模拟装置过滤效果（悬浮物去除效果）

反冲洗强度/(L·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	一滤进口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	二滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤去除率/%	二滤去除率/%	总去除率/%
4	21.3	11.7	7.8	45.1	33.3	63.4
6	23	8.6	6.4	62.6	25.6	72.2
9	30.5	5.8	3.6	80.9	37.9	88.2

下水水质相对较好，因此没有进行更高强度反冲洗试验，模拟装置确定的适合该含油污水站最佳水洗反冲洗强度为9 L/(m<sup>2</sup>·s)。

(2) 模拟装置反冲洗历时优化。在最佳反冲洗强度下，利用模拟装置对反冲洗出水进行了2天连续监测。从监测结果可见，随着反冲洗时间延长，反冲洗出水水质逐渐转好，在气水洗10 min后出水水质相对平稳，12~14 min出水水质变化不大；水洗时间达到8 min后出水水质趋稳，10 min反冲洗出水和反冲洗来水水质基本相同，停止反洗。通过模拟装置运行结果可见，目前采用的反冲洗历时可应用于现场滤罐反冲洗。不同作用时间水质变化规

律见图1。

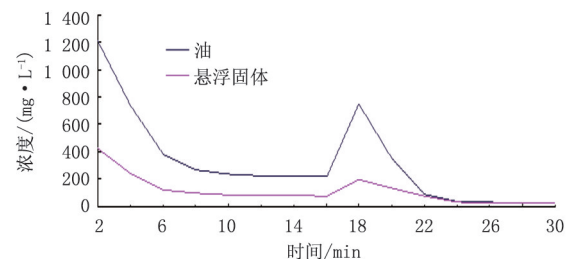


图1 模拟滤罐反冲洗过程不同时间出水水质变化规律

(3) 模拟装置反冲洗周期优化。在模拟试验确定了反冲洗强度和历时后，利用模拟装置摸索滤罐反冲洗周期。在装置整个运行过程中，出水含油量均可达标，因此针对反冲洗周期的研究主要是考察

表3 反冲洗周期内不同时间点出水悬浮固体含量变化规律

水质监测	2 h	6 h	10 h	20 h	22 h	24 h	26 h	28 h	30 h	32 h	35 h
来水/(mg·L <sup>-1</sup> )	19.9	20.0	19.5	19.8	20.2	20.4	22.4	25.1	28.8	28.5	28.8
第一组 一滤/(mg·L <sup>-1</sup> )	7.80	6.50	7.60	3.50	5.70	5.90	6.20	6.80	7.30	7.40	7.90
二滤/(mg·L <sup>-1</sup> )	3.10	3.00	2.70	2.40	2.90	2.50	3.00	3.40	5.00	5.70	7.10
去除率/%	84.42	85.00	86.15	87.88	85.64	87.75	86.61	86.45	82.64	80.00	75.35
来水/(mg·L <sup>-1</sup> )	15.6	23.5	18.6	24.7	27.5	22.6	24.0	22.5	24.8	23.2	25.9
第二组 一滤/(mg·L <sup>-1</sup> )	5.70	5.80	4.30	5.40	5.70	6.00	6.20	6.60	6.70	6.90	7.30
二滤/(mg·L <sup>-1</sup> )	3.40	2.60	2.00	2.70	3.10	2.80	3.40	3.70	4.50	4.70	6.70
去除率/%	82.05	88.94	89.25	89.07	88.73	87.61	85.83	83.56	81.85	79.74	74.13

悬浮固体含量的变化规律,结果见表3。

对上述数据进行处理,计算每个点数据的平均值。由图2可知,无论是一次还是二次滤后水都存在一个水中悬浮固体含量降低再升高过程,时间点都在20~22 h。从去除率变化可见,在22 h时悬浮固体去除率降低,在26 h虽然去除率降低,但出水悬浮物含量上升,因此对于模拟装置在最佳反冲洗条件下周期应控制在26 h之内。

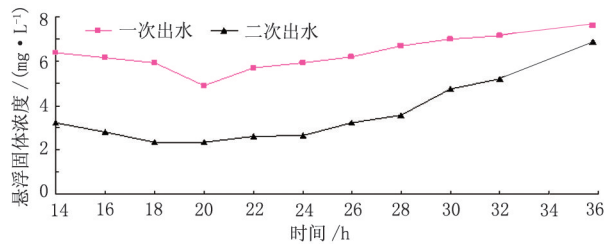


图2 模拟装置反冲洗周期

## 2.2 现场滤罐反洗参数优化试验

(1) 现场滤罐反冲洗强度优化。利用模拟装置确定适合含油污水站最佳反冲洗参数,在现场条件允许后进行了现场试验。分别进行了原反冲洗强度4、6和9 L/(m<sup>2</sup>·s)时反冲洗参数调整试验,结果见表4。从试验数据上看,随着水洗强度升高,去除率逐渐提高,滤罐出水水质逐渐转好。但是较模拟装置相比,出水水质略差,分析原因在于模拟装置处理量小,反冲洗时间及强度容易控制,而现场反冲洗受外输水罐液位、反冲洗泵效等影响,因此反

洗效果略有差异。现场滤罐上部结构为敞口形式,反洗强度增加时滤料膨胀高度增加,为避免滤料流失,没有进行更高强度的反冲洗试验。

(2) 现场滤罐反冲洗历时优化。通过小型装置模拟试验,确定含油污水站单座滤罐最佳反洗历时29 min,其中气洗7 min,气水混合反洗12 min,水洗10 min,与现场滤罐反冲洗历时相同,因此含油污水站滤罐反冲洗历时采用原参数。

(3) 现场滤罐反冲洗周期优化。对现场滤罐进行反冲洗周期优化试验,结果见图3。

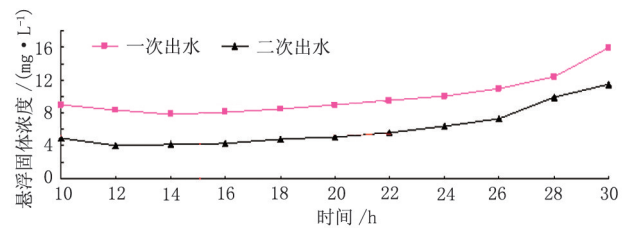


图3 现场滤罐反冲洗周期优化

从图3可见,与模拟装置相同,一次和二次滤后水都存在一个水中悬浮固体含量降低再升高过程,在反洗后22 h出水悬浮物与滤前水质相当,应进行下一次反洗。结合现场实际情况,现场滤罐最佳反冲洗周期确定为22 h。

## 3 结论和认识

(1) 某含油污水站滤罐最佳反冲洗强度确定为

表4 现场滤罐不同反洗强度去除悬浮物效果对比

反洗强度/(L·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	一滤进口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	二滤出口/(mg·L <sup>-1</sup> )	一滤去除率/%	二滤去除率/%	总去除率/%
4	27.9	15.5	10.1	44.4	34.8	63.8
6	25.3	12.0	7.3	52.6	39.2	71.1
9	26.0	9.1	4.5	65.0	50.5	82.7

9 L/(m<sup>2</sup>·s),此时悬浮物去除效率达到82.7%,二次滤罐出口悬浮物浓度在5 mg/L以下。

(2) 含油污水站单座滤罐最佳反洗历时29 min,其中气洗7 min,气水混合反洗12 min,水洗10 min。

(3) 在来水含油小于100 mg/L、运行负荷低于70%的情况下,含油污水站滤罐最佳反洗周期为22 h。

(4) 在源水水质差、运行负荷高的情况下,污水站应根据外输水质变化情况对反冲洗参数重新优化,以确保过滤效果。

## 参考文献

- [1] 赵雪峰,李福章.大庆低渗透油田地面工程简化技术[M].北京:石油工业出版社,2014:59-60.
- [2] 舒志明,程晓庆,岑立宏.大庆油田水处理“典型

站”反冲洗参数优化现场试验[C]//大庆油田水处理技术,北京:石油工业出版社,2012:55-65.

- [3] 杨绍英.改善油田污水处理效果方法研究[J].中国石油和化工标准与质量,2013(17):263-265.
- [4] 李小斌.污水站过滤罐反冲洗参数优化[J].石油石化节能,2013,3(6):60-62.

## 作者简介

梁玉艳:工程师,1994年毕业于华北石油学校,从事注水管理工作,0459-4512665,liangyuyan@petrochina.com.cn,黑龙江省大庆油田有限责任公司第八采油厂规划设计研究所地面工程室,163514.

收稿日期 2015-08-04

(栏目编辑 杨军)