

文章编号: 2095—0411 (2011) 01—0036—03

# PTA 废水污泥浓缩工艺的改造及试验<sup>\*</sup>

王哲明, 蔡晓健, 韦 艳

(中国石化 扬子石化分公司水厂, 江苏 南京 210048)

**摘要:** 为解决扬子石化水厂平流式重力浓缩池处理量小和浓缩效率低的问题, 将 PTA 废水剩余污泥重力浓缩工艺改造为闭环式的涡凹气浮 (CAF) 浓缩工艺, 并对相关工艺条件进行了系统的研究。与传统的重力浓缩工艺相比, 改造工艺的污泥的处理量增加了近 10 倍, 且含水率下降 5%, 出水上清液悬浮物浓度下降 20 倍左右。本文提出的工艺条件关联关系为实际装置的生产运行提供了依据。

**关键词:** PTA 废水; 涡凹气浮; 污泥浓缩; 投配比

**中图分类号:** TB 499

**文献标识码:** A

## Reform and Test of PTA Wastewater Sludge Concentration Process

WANG Zhe—ming, CAI Xiao—jian, WEI Yan

(Water Plant of Yangzi Petrochemical Company, SINOPEC, Nanjing 210048, China)

**Abstract:** To solve the problems of pool capacity and low efficiency in concentrating sludge of PTA wastewater in flat streaming gravity process of Yangzi water plant, gravity concentration was reformed into cavitations—air flotation. Compared with the traditional process, the new one provides a 10 times capacity of sludge concentration with a 5% lower water content in settled sludge. Suspending particles in upper layer water decreased by nearly 20 times. The relevancies between different operating factors developed in this paper can be applied as bases to design practical operation.

**Key words:** PTA wastewater; cavitations—air flotation; sludge concentration; dosing ratio

污泥处理系统是污水处理厂重要工艺和设施之一<sup>[1]</sup>。污泥处理系统是否能正常工作, 直接影响污水处理工艺的稳态控制, 而污泥浓缩工艺能否正常运行, 直接影响污泥处理系统的效率。

扬子石化水厂净水装置采用厌氧、两级好氧联合处理工艺处理 PTA 生产废水, 扩容后废水处理量由原来的  $0.84 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  增至  $1.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 产生大量的剩余污泥, 增加了原本处理量和效率较低的平流式重力浓缩池的负荷。由于剩余污泥产量大, 无法通过现有重力浓缩将其高效浓缩, 实现闭环处理, 给污水处理工艺的稳态控制造成不良影

响; 另一方面 PTA 废水属于含重金属不含氮磷等营养元素的难处理废水, 水质水量波动大, 易发生重金属中毒、氮磷比例失调或容积负荷波动大引起的污泥膨胀, 造成污泥沉降性能降低, 出水上清液水质恶化; 经重力浓缩的污泥含水率在 99.0% 左右, 污泥质量浓度只有 10g/L, 远不能满足带式污泥脱水机对污泥浓度的要求。

本文根据工厂实际条件和查阅相关文献 [2—5], 结合现有设施、改造的难易程度、工人操作强度和污泥浓缩效果的分析, 将现有的污泥重力浓缩

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2010—10—13

作者简介: 王哲明 (1970—), 男, 江苏江阴人, 高级工程师。

池改造成涡凹气浮污泥浓缩池，并考察此工艺的操作条件，为装置实际生产运行提供了依据。

# 1 方 案

## 1.1 试验试剂与设备

主要试验试剂：重铬酸钾、浓硫酸、硫酸银、阴离子型聚丙烯酰胺、阴离子表面活性剂、剩余活性污泥（二级好氧池排放）。

主要试验设备：CAF-100EX 型涡凹气浮。

## 1.2 测试方法

COD 值测定：重铬酸钾法（GB11914-89）；污泥、悬浮物浓度及含水率测定：烘干称量法。

## 1.3 试验的流程

本试验在原有污泥浓缩池结构的基础上，将浓缩池前端改造为配水区 and 曝气区，将浓缩池中部和后端改造为气浮区和刮渣区，增设机械搅拌设备、气浮设备、浮渣去除设备和加药设备；根据实验结果，破乳剂投加在 1# 加药点，絮凝剂投加在 2# 加药点，污泥浓缩工艺改造流程如图 1 所示。

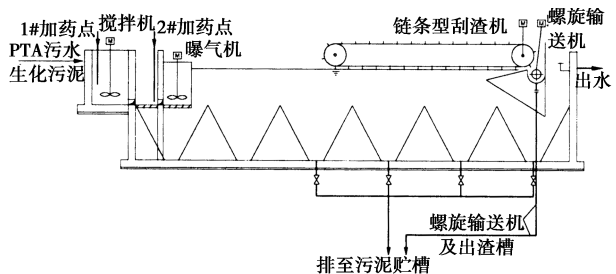


图 1 CAF 污泥浓缩工艺改造试验  
Fig. 1 CAF sludge concentration process

# 2 试验结果与分析

CAF 污泥浓缩系统试运行结果表明：系统的表面活性剂使用量少（3.0-5.0kg/t 干污泥），但絮凝剂相对表面活性剂使用量较大，且对气浮浓缩效果影响很大，因此本试验重点对絮凝剂投配比进行系统考察。

通过对 2010 年 1 月 5 日至 1 月 17 日的运行数据进行统计分析，筛选出离群值，得到数据采用 SPSS 13.0 统计程序进行统计分析，确定了不同投配比与出水上清液浓度（SS）、污泥含水率的关系及不同污泥浓度下的投配比。

## 2.1 SS 与投配比的关系

调节絮凝剂的加入量得到不同的投配比（絮凝剂使用量对剩余污泥处理量的比率， $g \cdot m^{-3}$ ），测定不同投配比时 PTA 废水污泥的出水上清液悬浮物的浓度，所得结果见图 2。

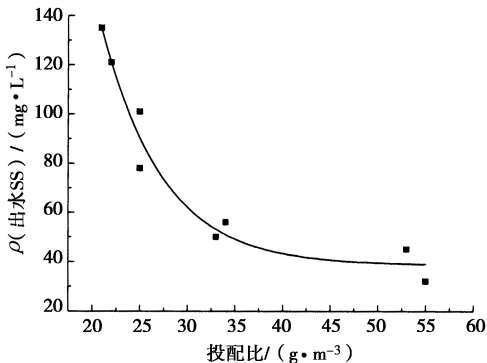


图 2 投配比与出水上清液 SS 浓度的关系  
Fig. 2 Relationship between dosing ratio and effluent SS concentration

由图 2 可见，在此试验投配比范围内，随着投配比的增加，出水上清液 SS 浓度呈先快后慢的下降趋势。这主要是随着投配比的增加絮凝体的平均直径和紧密度也随之增加，但其增幅不断下降，最终达到一个极限值。因此，出水上清液 SS 浓度表现为最初下降速度很快，慢慢下降幅度减缓，最终趋于稳定，此时如继续增加投配比，出水上清液 SS 浓度降幅不明显。当投配比达到  $25g \cdot m^{-3}$  时，经气浮浓缩后出水上清液 SS 在  $100mg/L$  以下，已满足工艺生产要求，且远优于传统的污泥浓缩方式（SS 在  $1\,000-3\,000mg/L$ ）。

## 2.2 污泥含水率与投配比的关系

调节絮凝剂的加入量得到不同的投配比，测定不同投配比时 PTA 废水污泥处理后底层的污泥的含水率，所得结果见图 3。

由图 3 可见，在试验投配比范围内，随着投配比的增加，污泥含水率呈先快后慢的下降趋势。因为浓缩去除的水主要是污泥中的间隙水和部分毛细水。当这两部分水被分离后，污泥含水率就不能再降低，因此通过浓缩只能将污泥含水率降低到某个极限值<sup>[2]</sup>，而不是随着投配比的增加而一直降低。当投配比达到  $25g \cdot m^{-3}$  时，经气浮浓缩后污泥含水率在  $94.5\%-96.2\%$ ，已满足工艺生产要求，与传统的污泥浓缩方式（污泥含水率在  $99\%$  左右）相比，污泥含水率下降了  $2.8-4.5$  个百分点，效

果显著。

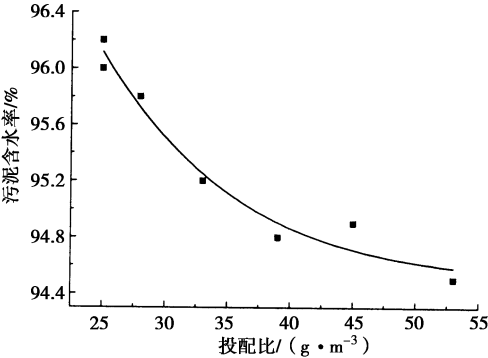


图 3 投配比与污泥含水率的关系

Fig. 3 Relationship between dosing ratio and moisture content of sludge

2.3 污泥浓度与投配比的关系

污泥浓度是污泥浓缩工艺的一个重要特征之一，而絮凝剂加入量是影响污泥浓度的重要因素。本试验测定了不同投配比时所得污泥的污泥浓度，所得结果见图 4。

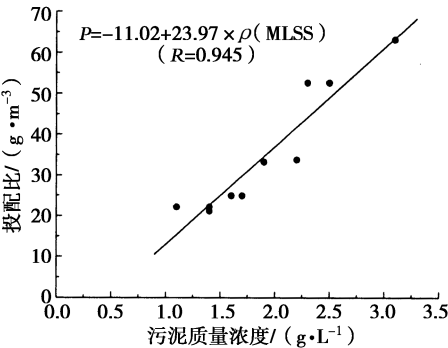


图 4 投配比与污泥浓度的关系

Fig. 4 Relationship between dosing ratio and sludge concentration

由图 4 可见，投配比与污泥浓度有着较好的线性相关性。随着污泥浓度的增加，投配比呈直线上升趋势。这可由聚合物的架桥理论进行解释。架桥反应主要有两个步骤<sup>[2]</sup>：①高分子聚合物由电荷效应、色散力或氢键结合等作用吸附于污泥颗粒表面；②吸附聚合物的污泥颗粒互相碰撞，形成架桥。因此当污泥浓度增加，所需要提供架桥的聚合物量也应相应地增加。因此在实际运行中，CAF 污泥浓缩系统的投配比不是固定不变，而是随污泥浓度的变化而及时调整的。

通过以上试验分析，投配比主要取决于污泥浓度，通过对污泥浓度的测量，就可以较为准确地确定絮凝剂的投配比。经线性回归分析，建立了一个反映两者关系的数学模型，二者的关系如下：  
 $P = -11.02 + 23.97 \times \rho \text{ (MLSS)} \text{ (} R = 0.945 \text{)}$

式中： $P$ —投配比， $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ； $\rho \text{ (MLSS)}$ —污泥浓度， $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.4 污泥浓缩池改造前后效果对比

对装置改造后的 CAF 污泥浓缩系统进行试运行，浓缩 PTA 废水剩余污泥。与传统的重力浓缩工艺相比，CAF 的浓缩工艺表现出绝对的优势，其优势如表 1 所示。

表 1 污泥浓缩改造前后效果对比

Table 1 Effect of sludge concentration before and after reconstruction

对比点	改造前	改造后
污泥处理量/ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	10	80—100
$\rho$ (出水上清悬浮物) / ( $\text{mg}/\text{L}$ )	1 000—3 000	77—135
污泥含水率/ %	99	94.5—96.2
$\rho$ (脱水机进泥) / ( $\text{g}/\text{L}$ )	10	38—55
脱水机产量/ (包/d)	250—300	400—450
脱水泥饼含水率/ %	90	80—85
脱水系统能耗/ ( $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{kg}$ )	0.644	0.495

与污泥重力浓缩池相比，涡凹气浮 (CAF) 浓缩工艺具有以下优势：①出水上清液清澈透明，SS 浓度低；②浓缩效果好，污泥回收率高；③运行管理简单；④运行电耗低。

3 结 论

(1) 扬子净二车间的 PTA 废水剩余污泥经过涡凹气浮污泥浓缩后出水上清液 SS 浓度正常在  $100\text{mg}/\text{L}$  以下，污泥含水率在  $94.5\% - 96.2\%$ ，优于传统的重力污泥浓缩工艺 (SS 浓度在  $1\,000 - 3\,000\text{mg}/\text{L}$ ，污泥含水率在  $99\%$  左右)。

(2) 通过对投配比与污泥浓度的数据统计和分析，建立了投配比与污泥浓度的线性回归方程：  
 $P = -11.02 + 23.97 \times \rho \text{ (MLSS)}$ 。为装置的实际生产操作提供了模型依据。

参考文献：

[1] 李亚峰, 佟玉衡, 陈立杰. 实用废水处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 77, 230—237.  
[2] 李健光. 涡凹气浮在石化污水预处理中的应用 [J]. 石油化工安全环保技术, 2007, 23 (3): 38—40.  
[3] 胡锋平, 黄晓东, 汪琳媛, 等. 低浓度剩余活性污泥涡凹气浮浓缩工艺研究 [J]. 给水排水, 2006, 32 (6): 31—34.  
[4] 胡锋平, 汪琳媛, 马双群, 等. 氧化沟剩余污泥涡凹气浮浓缩设备改进 [J]. 重庆建筑大学学报, 2008, 30 (5): 105—107.  
[5] 沈彩琴, 臧炳祺, 徐文庆. 用 CAF 涡凹气浮设备处理含油废水 [J]. 上海环境科学, 2001, 20 (10): 506—507.