

文章编号:1673-9469(2008)03-0067-03

## 污水快速净化器处理乳品废水的试验研究

许吉现<sup>1</sup>, 张建周<sup>1</sup>, 马新刚<sup>2</sup>, 张 郁<sup>3</sup>

(1. 河北工程大学 城建学院, 河北 邯郸 056038; 2. 邯郸市环境保护局, 河北 邯郸 056002;

3. 邢台市建筑设计研究院, 河北 邢台 054000)

**摘要:**本试验采用污水快速净化器,以硫酸铝(AS)和聚合氯化铝(PAC)为混凝剂处理乳品废水,研究其投加量与浊度和COD去除率之间的关系,确定出硫酸铝的最佳投加量为390mg/L,聚合氯化铝的最佳投加量为320mg/L。同时研究了最佳无机混凝剂(PAC)与有机助凝剂聚丙烯酰胺(PAM)在废水处理中的协同作用,得出PAC(240mg/L)+PAM(0.5mg/L)是最佳、最经济的组合方式。

**关键词:**污水快速净化器;乳品废水;混凝剂;去除率;协同作用

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

## Test research on treating dairy wastewater by the rapid sewage sanctifier

XU Ji-xian<sup>1</sup>, ZHANG Jian-zhou<sup>1</sup>, MA Xin-gang<sup>2</sup>, ZHANG Yu<sup>3</sup>

(1. College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China;

2. The Bureau of Environmental Protection of Handan City, Handan 056002, China;

3. Xingtai Institute of Architectural Design, Xingtai 054000, China)

**Abstract:** The test adopted the rapid sewage sanctifier for treating dairy wastewater with the coagulants of AS and PAC. Relation of dosage and the removal rates of turbidity and COD was investigated, and the optimized dosage of AS and PAC is 390 mg/L and 320 mg/L, respectively. At the same time, the synergism of the best inorganic coagulation PAC and organic flocculator polyacrylamide (PAM) in sewage treatment was studied, PAC(240 mg/L) + PAM(0.5mg/L) is the best and the most economic combination.

**Key words:** rapid sewage sanctifier; dairy wastewater; coagulant; removal rate; synergism

当前, 污水处理的方法主要有物理处理法、化学处理法以及生物处理法, 但其中大多数处理技术存在设备复杂, 运行成本高等不利因素, 在实践中难以得到人们的推广和应用<sup>[1]</sup>。再者, 工业废水因其污染物成份不稳定、浓度变化大而给传统的生化法造成威胁, 同时生化法基建与运行费用都较高, 针对某种工业废水的微生物驯化周期长, 难度大。所以物化法在当今的污水处理行业中越来越受到重视。对于物化法而言, 除了混凝反应设备外, 混凝剂也是影响处理效果的关键因素之一。如果选择了不合适的混凝剂, 可能导致出水不达标或者大大增加运行费用<sup>[2,3]</sup>。因此, 混凝剂的合理选择有着重要的意义。

聚合氯化铝(PAC), 分子式 $[Al(OH)_n C_{k-n}]_m$ ,

是一种高效无机高分子净水剂, 已广泛用于生活饮用水、工业用水净化及工业废水、生活污水处理领域, 具有絮凝体形成速度快、反应和沉淀时间短、对浊度和碱度以及有机物含量的变化适应性强、有较高的净水安全性等一系列优点。硫酸铝(AS), 又称明矾, 分子式 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , 在空气中长期存放易吸潮结块, 由于有少量硫酸亚铁存在而使产品表面发黄, 絮凝速度受水温的影响明显<sup>[4]</sup>, 但溶于水后能立即水解出铝离子, 生成低聚物 $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ 以至沉淀物, 与此同时, 在它们表面将发生颗粒物的吸附过程, 是使用历史最久, 目前应用仍较为广泛的一种无机盐混凝剂。

本试验采用污水快速净化器, 以邯郸溢阳乳业的乳品废水作为处理对象, 选用PAC和AS两种

无机混凝剂和一种有机助凝剂聚丙烯酰胺(PAM)作为研究对象,分析了不同加药量与COD、浊度的去除率之间的关系。

## 1 污水快速净化器简介

### 1.1 原理

混凝沉淀是一个十分复杂的过程,混凝剂溶于水后,经一系列复杂的化学反应形成各种水解聚合物,它们附着在水中悬浮颗粒的周围,改变其表面特性,破坏胶粒的凝聚稳定性。随着凝聚稳定性的破坏,动力稳定性也将随之解体,小颗粒悬浮物便凝聚成大颗粒絮状物而缓慢下沉<sup>[5]</sup>。

污水快速净化器采用最新的闪速混合技术,然后采用微观物理吸附法将污水中各种胶粒和悬浮颗粒凝聚成大块密实的絮体,再依靠旋流和过滤水力学原理,在自行设计的污水快速净化器内使絮体与水快速分离,清水经过罐体内自我形成的致密的悬浮泥层过滤后排出,污泥则在污泥浓缩室内高度浓缩,定期靠压力外排,从而达到污水快速净化的目的<sup>[6]</sup>。

### 1.2 工艺流程

生活污水与乳品废水在调节池充分混合后由污水泵打入管道,混凝药剂由加药泵打入安装在管道上的闪速混合器,从而使药剂与污水充分混合。混合液从净化器的底部进入罐体,在罐体内完成反应、快速分离、过滤和污泥浓缩等过程。净化后出水由顶部管道流出,污泥经浓缩后由底部排泥管排出。

## 2 试验部分

### 2.1 乳品废水水质特征

乳品加工业在中国是一个新兴行业,近些年来发展迅速。但是,在乳制品的加工过程中要排放大量的废水,废水主要来自生产过程中的洗涤水、冷却水以及产品加工废水<sup>[7]</sup>。

邯郸溢阳乳业有限公司主要产品为超高温灭菌奶、凝固型酸奶、巴氏杀菌奶,其生产废水来源主要有两个方面:一是加工乳品产生的废水以及容器、管道、设备、生产车间清洗产生的废水,二是厂区里生活污水。试验期间原水主要水质参数见表1。

表1 试验期间原水水质

Tab.1 Quality of the raw water during the experiment period

项目	水温 (°C)	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	浊度 (NTU)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	pH
值	24~28	400~650	100~210	2~8	6~8

## 3 试验结果及分析

本试验所采用的污水快速净化器设计进水量为1.5m<sup>3</sup>/h,加药泵1(混凝剂投加)和加药泵2(助凝剂投加)的流量均为50L/h。试验分两部分:第一部分为混凝剂单独作用试验,即对两种无机混凝剂PAC和AS采用不同的投药量,试验COD、浊度的去除率随加药量增加的变化趋势,确定出各自最佳投药量。然后对两种无机混凝剂的处理效果进行比较,确定出效果最佳的一种混凝剂。第二部分为无机混凝剂与有机助凝剂PAM的协同作用试验。选用第一部分中确定出的无机混凝剂PAC,依次改变助凝剂PAM的投加量,确定出其最佳和最经济的组合方式。

### 3.1 无机混凝剂单独作用

分别将AS和PAC单独投加,不同投加量对COD和浊度的去除效果如图1所示。

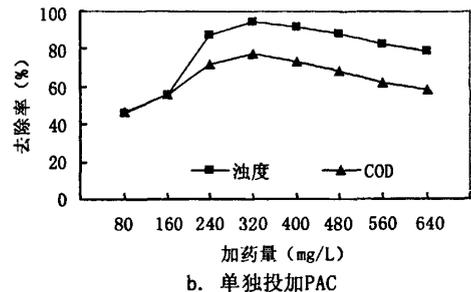
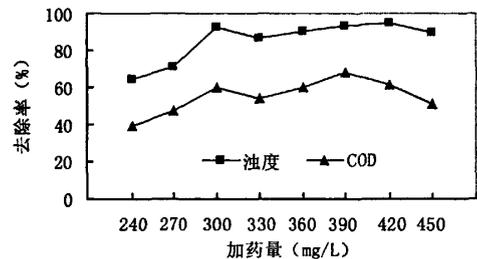


图1 AS与PAC投加量效果图

Fig.1 The removal efficiency of COD and turbidity with dosage of AS and PAC

由图1(a)知,硫酸铝对COD的去除率随着加

药量的增加先上升后下降,当硫酸铝投加量为 390 mg/L 时, COD 去除率达 67% 左右, 浊度的去除率稳定在 90% 以上。由图 1(b) 知, 当 PAC 投加量为 320mg/L 时, COD 去除率在 77% 左右, 浊度的去除率稳定在 90% 以上, 继续加大投药量, 去除效果反而呈下降趋势。显而易见, 在最佳投加情况下, 这两种混凝剂对浊度的去除率都很高, 但是对 COD 去除效果而言, PAC 比硫酸铝高出约 10%。因此, 最终确定 PAC 为最佳的混凝剂, 单独投加时加药量为 320mg/L。

### 3.2 PAC 和 PAM 的协同作用

在确定 PAC 为最佳混凝剂的情况下, 通过加药泵 2 加入 PAM, 并依次改变其投加量为 0.3 mg/L, 0.5 mg/L 和 0.7 mg/L, 出水效果如图 2 所示。

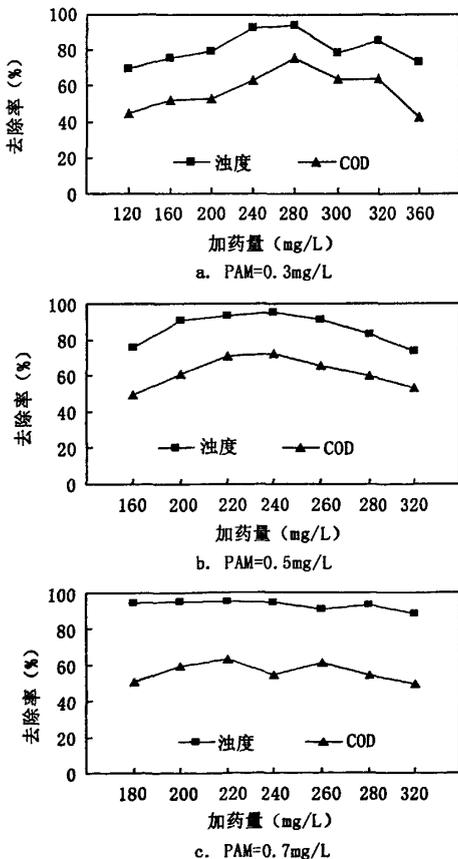


图2 不同 PAM 投加量下 PAC 投加量与去除率之间的关系

Fig.2 The relation between the dosage of PAC and the removal rate under different dosage of PAM

从图 2 可知, 随着 PAM 的投加量的增加, 浊度

的去除率整体呈上升趋势。当 PAM = 0.5 mg/L 时, 浊度的去除率均达到 90% 以上。在基本相同的处理效果下, 随着助凝剂投加量的增加, 混凝剂的用量呈下降趋势。但是, 当 PAM = 0.7 mg/L 时, COD 的去除率整体偏低, 最高去除率只有 63%, 比最佳去除率降低了 10% 以上。因此, 确定“240mg/L(PAC) + 0.5mg/L(PAM)”的投药方式为最佳投药组合方式, 此时 PAC 用量比单独投加时减少了 80mg/L。

### 4 不同加药组合的成本分析

在处理效果基本相同的情况下, 判断某种投药方式是否为最佳投药方式, 主要看其药剂费用是否最低。本试验的三种药剂投加方式所对应的药剂费用比较见表 2 所示。

表 2 药剂费用比较

Tab.2 The comparison of medicament cost

投药方式	药剂投加量 (mg/L)		折合实际投加量 (kg/m <sup>3</sup> 污水)		药剂费用 (元/ m <sup>3</sup> 污水)		总费用 (元/ m <sup>3</sup> 污水)
	PAC	PAM	PAC	PAM	PAC	PAM	
1	320	0	0.32	0	0.512	0	0.512
2	280	0.3	0.28	0.0003	0.448	0.006	0.454
3	240	0.5	0.24	0.0005	0.384	0.01	0.394

从表 2 中可以看出, 第 3 种投加方式“240mg/L (PAC) + 0.5mg/L(PAM)”为最佳投药组合方式, 单位体积(m<sup>3</sup>)的污水处理药剂费用仅为 0.394 元, 比投加“280mg/L (PAC) + 0.3mg/L (PAM)”时的 0.454 元减少 0.06 元, 比单独投加 PAC 时的 0.512 元减少 0.118 元, 经济效益十分显著。

### 5 结论

1) 采用污水快速净化器处理乳品废水时, 无机高分子混凝剂 PAC 的投加量比无机低分子混凝剂 AS 的投加量少, 且处理效果好。无机高分子混凝剂对 COD 的去除率比低分子的高 10% 以上。

2) 无机混凝剂 PAC 与有机助凝剂 PAM 复合使用, 在相同的处理效果下, PAC 的用量比单独投加时减少了 1/4, 大大降低了药剂费用。

3) 采用污水快速净化器, 在 240mg/L(PAC) + 0.5mg/L(PAM) 的最佳组合投药方式下, 可使出水的浊度达到 10NTU 以下, COD 在 100 mg/L 左右, 基本满足二级排放标准要求, 而且出水水质一直稳定可靠, 说明本设备可以用于生产实际。(下转第 87 页)

识别的门禁考勤系统提供了基础。不过,在实验中发现,本文所提方法在速度上还需要提高。在识别率不降低的前提下,如何寻找速度提高的方法还需进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] TURK M, PENTLAND A. Eigenfaces for recognition [J]. *Cognitive Neuroscience*, 1991, 3(1):71-86.
- [2] JIAN YANG, JING YU YANG. Uncorrelated image projection discriminant analysis and face recognition[J]. *Journal of Computer Research and Development*, 2003, 40(3): 447-451.
- [3] 韩争胜,李映,张艳宁.基于LDA算法的人脸识别方法的研究[J].*微电子学与计算机*, 2005, 7(22):131-138.
- [4] KIRBY M, SIROVICH L. Application of the KL procedure for the characterization of human faces [J]. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1990, 12(1):

103-108.

- [5] 金忠,胡钟山,杨静宇.基于BP神经网络的人脸识别方法[J].*计算机研究与发展*, 1999, 36(3): 47-50.
- [6] 陈伏兵,张生亮,高秀梅,等.小样本情况下Fisher线性鉴别分析的理论及其验证[J].*中国图象图形学报*, 2005, 10(8):1767-1770.
- [7] KAUFMAN G J, BREEDING K J. The automatic recognition of human faces from profile silhouettes [J]. *IEEE Transaction on Syst, Man and Cybern.*, 1976, 1(6): 113-121.
- [8] JEFFERY R P, TIMOTHY F G. Face recognition using direct, weighted linear discriminant analysis and modular subspaces [J]. *Pattern Recognition*, 2005, 4(38): 209-219.
- [9] 边肇祺,张学工.模式识别[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [10] LING CHEN, HONG MAN, ARAV NEFIAN. Face recognition based on multi-class mapping of Fisher scores [J]. *Pattern Recognition*, 2005, 4(38): 799-811.

(责任编辑 闫纯有)

(上接第69页)

#### 参考文献:

- [1] 孙晨光,高丽君,宋黑,等.膨润土在污水处理中的应用研究与展望[J].*河北建筑科技学院学报*, 2005, 22(3):17-20.
- [2] 李为兵,金雪中.处理低温低浊水的混凝剂优选[J].*中国给水排水*, 2006, 22(13):49-52.
- [3] 赵立志,杜国勇,冯英,等.水处理中的无机混凝剂与有机混凝剂的协同作用[J].*化工时刊*, 2005, 19(1):21-22.
- [4] 王大志,柳秉洁,杨玉亭,等.混凝剂与助凝剂的合理

使用[M].北京:中国建筑工业出版社,1993,27(5):129-136.

- [5] 郝火凡,王亚娥.混凝法去除水中有机物浊度的试验研究[J].*兰州铁道学院学报*, 2003, 22(4):16-18.
- [6] 许吉现,胡卜元,武斌,等.高浊度污水快速净化新技术[J].*环境污染治理技术与设备*, 2006, 7(9):126-129.
- [7] 高大文,彭永臻,王淑莹,等.利用ORP和pH控制豆制品废水的处理过程[J].*哈尔滨工业大学学报*, 2003, 35(6):647-650.

(责任编辑 闫纯有)

(上接第80页)

- [6] 河北省人民政府.河北经济年鉴2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [7] 王振铭.热电联产要为节能降耗做出更大贡献[R].北京:电力产业峰会,2007.
- [8] 《中国电力年鉴》编委会.中国电力年鉴2006[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [9] 中国可再生能源学会风能专业委员会(中国风能协会).中国风电产业现状及发展[EB/OL].<http://www.china5e.com/conference/imgdata/200608/1154498898.pdf>. 2006.
- [10] 国家发改委.煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十一五”规

划[R].北京:国家发改委,2005.

- [11] 国家发改委.河北省晋州秸秆发电项目设计文件[R].北京:国家清洁生产机制审核理事会,2006.
- [12] 时景丽,王众颖,胡润青,等.我国垃圾填埋场填埋气体排放和回收利用现状分析[J].*中国能源*, 2002, (8):26-28.
- [13] 孟宝峰.我国城市垃圾资源化处理技术的现状与发展趋势(续)[J].*再生资源研究*, 2003, (6):28-30.
- [14] 胡秀莲,姜克隽,崔成.城市生活垃圾焚烧发电CDM项目案例分析[J].*能源与环境*, 2002, (7):21-27.

(责任编辑 闫纯有)