

试验研究

# 磷化废水处理中膜生物反应器的应用研究

罗伟锋 叶海林 薛笋静 富潇彬 柴少龙 方杰

(煤炭科学研究总院杭州环保研究院 浙江杭州 311201)

**摘要:**本文介绍了化学沉淀作为预处理工艺,膜生物反应器(MBR)作为主体工艺处理磷化废水,系统出水满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准,可以作为生产生活杂用水回用,减少新鲜水的消耗与废水排放,对同类企业有较好的借鉴意义。

**关键词:**磷化废水 膜-生物反应器(MBR)

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2012)06-0024-03

## APPLICATIONS OF MEMBRANE BIOREACTOR IN PHOSPHATING WASTEWATER TREATMENT

LUO Wei-feng YE hai-lin XUE sun-jing FU xiao-bin YE xi-shou CHAI shao-long

ZHOU hong LOU hua-min Fang jie Zhang huan

(Hangzhou Institute for Environmental Protection, CCRI, Hangzhou, 311201, China)

**Abstract:** This paper describes the chemical precipitation as a pretreatment process, membrane bioreactor (MBR) as the main treatment processing in Phosphating wastewater. The treated water meet to "Integrated Wastewater Discharge Standard" (GB8978-1996), and can be reused as the production of the life miscellaneous water, to reduce fresh water consumption and wastewater discharge. The applications have significance to similar enterprises.

**Keywords:** Phosphating wastewater, Membrane BioReactor(MBR)

### 0 前言

磷化是常用的一种生产工艺,也是涂装表面处理不可或缺的重要环节,磷化过程是一种化学与电化学反应形成磷酸盐化学转化膜的过程<sup>[1]</sup>,但磷化前往往需要采用除油、酸洗等辅助工艺,对工件进行预处理,因此磷化废水中含有一定浓度的磷酸盐、石油类、COD、酸、LAS、重金属等污染物。由于磷化企业点多分散、规模较小,导致磷化企业废水乱排、杂排,对周边水体所造成的污染日益严重,因此开发一种占地小、管理方便、较适合于小规模处理水量的处理工艺彻底解决磷化企业的污

染问题,改善磷化废水的污染现状,具有较高的社会与环境意义。

### 1 水质水量分析

台州某汽车部件企业为业内较大的龙头企业,其一分厂每天产生约40吨废水,主要为工件除油、酸洗、磷化过程中产生的废水,以及厂区生活污水,设计废水水质如下:

表1 设计进出水水质(除pH外,单位:mg/L)

污染物名称	pH	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	TP	石油类	NH <sub>3</sub> -N	LAS
废水浓度	5~6	800~1200	100~200	≤200	80~120	50~100	20~30	20~30
排放标准	6~9	≤100	≤20	≤70	≤0.5	≤20	≤15	≤5.0

收稿日期:2012-12-20

作者简介:胡小龙(1972-),男,高工,毕业于华中工学院,主要从事技术推广。

从表 1 可以看到,该企业由于生产过程中有除油工艺,因此所产生的废水中含油脂较多,COD 浓度较高,同时含有一定浓度的 TP,而企业所在地无市政管网可以纳管,处理后的废水直接进入周边自然水体,所以排放废水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准,所以处理工艺中必须选择对石油类、COD、TP 去除率较高的工艺。同时由于企业地处沿海,水资源比较紧张,因此立项时,企业已考虑拟将处理后的废水作为生产生活杂用水回用。

## 2 工艺流程及主要设计参数

根据废水水质特点及项目废水排放要求,考虑到厂区可用于废水处理设施的建设场地已非常有限,采用混凝—沉淀工艺作为预处理工艺,对废水进行化学除磷的同时去除废水中部分悬浮物、有机物等污染物<sup>[2]</sup>;采用水解酸化—膜—生物反应器(MBR)作为 COD 降解工艺的同时实现部分生物除磷。膜—生物反应器工艺具有占地小、污泥浓度高、产水水质稳定、自控程度高等特点,比较适合该厂废水处理。

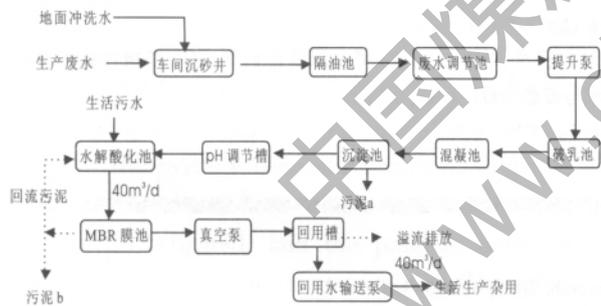


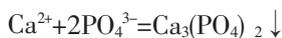
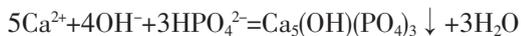
图1 工艺流程框图

### 2.1 工艺流程说明

#### 2.1.1 化学法系统

化学法处理工艺是先投加液碱将废水调节至 pH10~11,投加  $\text{CaCl}_2$  使废水中的石油类破乳,同时与废水中的磷酸盐反应生成羟基磷酸钙,再投加 PAC、PAM 进行混凝,使废水中的石油类、COD、磷等污染物进行去除。

反应池中发生如下反应:



#### 2.1.2 生化系统

进行化学法预处理后的废水通过加酸调节至 pH7.0~7.5,与生活污水一起进入水解酸化池,在厌氧菌的作用下,大分子有机物被水解酸化成小分子有机物,增加废水 B/C 比,有利于后续 COD 的去除。对好氧池中的污泥进行 1:1 回流,并及时排出剩余污泥,控制泥龄,使废水中的磷随着摄磷菌一起排出,为了防止污泥中的磷被释放影响最终出水水质,在好氧池中投加亚铁盐同步除磷<sup>[3]</sup>,有利于排放废水中 TP 的达标。

### 2.2 主要设计及工艺参数

1)  $\text{CaCl}_2$  加药浓度 500 mg/L,搅拌方式:机械搅拌;搅拌强度:80 rpm;

2) PAC 加药浓度:200 mg/L,搅拌方式:机械搅拌;搅拌强度:80 rpm;

3) PAM 加药浓度:20 mg/L,搅拌方式:机械搅拌;搅拌强度:40 rpm;

4) 斜板沉淀池:  $l \times w \times h = 2\text{m} \times 2\text{m} \times 3.5\text{m}$ ,沉淀负荷  $q = 0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ,泥斗坡度:  $60^\circ$ ,泥斗高度 1m,斜管区高度 0.8 m,缓冲区高度 0.5 m,超高 0.5 m;

5) 水解酸化池:  $l \times w \times h = 2.5\text{m} \times 1.5\text{m} \times 3.0\text{m}$ ,有效容积  $12\text{m}^3$ ,HRT=6 hr,控制  $\text{Do} \leq 0.2 \text{ mg/L}$ ,污泥回流比 1:1;

6) 好氧池:  $l \times w \times h = 3.5 \text{ m} \times 3.5 \times 3.0 \text{ m}$ ,有效容积  $40 \text{ m}^3$ ,HRT=20 h;

内置:MBR 膜组件:材质 PVDF,膜面积共  $320 \text{ m}^2$ ;控制  $\text{Do} = 1.5 \sim 2.0 \text{ mg/L}$ 。

MBR 每 10 min 反洗 1 min,反洗流量  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

7) 硫酸亚铁投加浓度:300 mg/L;

### 2.3 处理结果

经污泥接种、驯化 15 d 后,开始进水,调试运行 40 d 后,系统出水水质基本稳定,出水水质见表 2。

表 2 系统进出水水质(除 pH 外,单位:mg/L)

污染物名称	pH	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	TP	石油类	$\text{NH}_3\text{-N}$	LAS
废水	5.8	1150	180	186	86.9	68.8	32.1	25.1
沉淀池出水	9.8	286	45.0	121.3	3.8	10.4	16.8	10.2
系统出水	6.8	87	8.6	12.6	0.42	5.8	8.2	1.2

从表 2 可以看出,经化学沉淀—膜—生物反应器工艺处理后的废水,其水质已完全满足国家排放标准,而且悬浮物非常低,澄清度好,可以作为生产生活杂用水回用。

### 2.4 MBR 运行情况

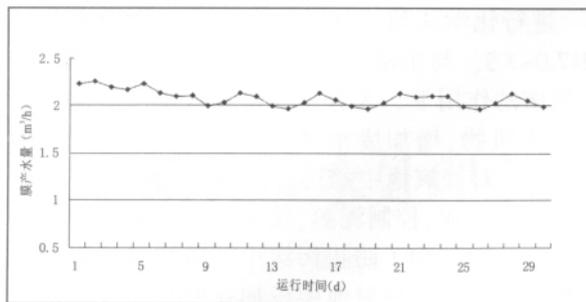


图2 MBR产水量曲线图

从图2可以看出,经过近30天的运行,MBR的产水量基本上稳定在 $2\text{ m}^3/\text{h}$ 左右,产水量比较稳定。在系统运行的前5天,产水量稍微大点达到 $2.2\text{ m}^3/\text{h}$ ,估计是膜表面基本未受污染。但是随着系统运行,膜表面浓差极化基本趋于稳定,产水量也趋于稳定,说明在数据统计的30天时间内膜未受较大污染,MBR膜清洗周期可以大于一个月,

表3 主要技术经济

项目	单位	指标	项目	单位	指标
处理能力	$\text{m}^3/\text{d}$	40	电费	元/吨·废水	2.1
工程投资	万元	45.8	人工费	元/吨·废水	0.67
工程占地面积	$\text{m}^2$	60	药剂费	元/吨·废水	2.0
年回用水	$\text{m}^3/\text{年}$	12000	膜更换费用	元/吨·废水	1.2
回用水收益	万元/年	6.0	(注:以膜使用寿命3年计)		
(注:当地水价5元/吨)			运行费用	元/吨·废水	5.97
年净收益	万元/年	-1.164	运行费用	万元/年	7.164

该工艺比较适应该废水的处理。

### 3 技术经济分析

项目主要技术经济分析见表3。

从上表可以看出,废水经处理后回用,废水处理站每年所需投入的运行费用较低,从而可以减轻污水处理站的运行成本。

### 4 小结

1)对磷化废水,化学沉淀预处理工艺可以部分去除绝大部分SS、COD、石油类及TP等污染物;

2)经膜生物反应器工艺处理后,出水水质较好,可以作为生产生活杂用水部分回用,减少新鲜水的消耗,降低废水排放对周边水体的影响;

3)膜生物反应器作为磷化废水的主体处理工艺,占地面积小,自动化程度高,比较适合在磷化企业中进行推广,有利于该行业的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 徐保林. 磷化废水除磷絮凝剂的研制与应用研究[D]. 武汉, 武汉理工大学, 2008, 16~17.
- [2] 张显忠, 张智, 魏虎兵. 酸洗磷化废水处理工程[J]. 水处理技术, 2007, 33(8): 85~87.
- [3] 刘召平, 陆少鸣, 李杉. 铁盐同步除磷研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 3(6): 16~19.

(上接第38页)

身条件的处理工艺,也可通过改造河道、水塘、自然湿地等,构建复合湿地处理系统,在确保污水达标排放的同时,以达到处理效益的最佳化和环境效果的最优化。

### 参考文献

- [1] 王玉华,方颖,焦隽. 江苏农村"三格式"化粪池污水处理效果评价[J]. 生态与农村环境学报, 2008, 24(2): 80~83.
- [2] Abegglen, C., Ospelt, M., Siegrist, H. Biological nutrient removal in a small-scale MBR treating household wastewater [J]. Water Re-

search, 2008, 42:338~346.

- [3] 叶红玉,曹杰,王浙明,等. 浙江省农村生活污水处理技术模式导向研究[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(3): 95~99.
- [4] 梁祝,倪晋人. 农村生活污水处理技术与政策选择[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2007, 7(3): 18~22.
- [5] 贾晓竟,毕东苏,周雪飞等. 农村生活污水生态处理技术研究与应用进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31): 19307~19309.
- [6] 范建伟,张杰,尹大强. 加强型生物化粪池/潜流人工湿地处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2009, 25(24): 69~71.
- [7] 蒋岚岚,刘晋,钱朝阳等. MBR/人工湿地工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2010, 26(4): 29~31.
- [8] 李松,单胜道,曾林慧等. 人工湿地/稳定塘工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2008, 24(10): 67~69.