

# A<sup>2</sup>/O 工艺生化处理农药废水研究

郑永鑫<sup>1</sup>, 张海滨<sup>2</sup>, 张福美<sup>2</sup>, 周少奇<sup>1,3,4</sup>, 刘 聃<sup>1</sup>, 周 晓<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学环境与能源学院, 广东 广州 510006; 2. 南通江山农药化工股份有限公司, 江苏 南通 226010; 3. 贵州科学院, 贵州 贵阳 550001; 4. 华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室, 广东 广州 510006)

**摘要:**考察了 A<sup>2</sup>/O 工艺某农药污水生化处理系统的实际处理效果, 对该厂生化系统进行了 1 年的跟踪监测, 结果表明, 在进水浓度有较大波动时, 进水 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TP 浓度分别在 950~2 500、18~43、50~71.7 mg/L 时, 经改良 A<sup>2</sup>/O 工艺处理后, 出水 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TP 的平均浓度分别为 188、4.7、8 mg/L, 对 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TP 的平均去除率分别达到 84.99%、87.64%、75.97%。

**关键词:** 农药废水; A<sup>2</sup>/O; 脱氮除磷

中图分类号: X703

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2014)07-0138-02

## Pesticide wastewater biological treatment by A<sup>2</sup>/O process

ZHENG You-xin<sup>1</sup>, ZHANG Hai-bin<sup>2</sup>, ZHANG Fu-mei<sup>2</sup>, ZHOU Shao-qi<sup>1,3,4</sup>,  
LIU Pin<sup>1</sup>, ZHOU Xiao<sup>1</sup>

(1. College of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2. Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co., Ltd., Nantong 226010, China; 3. Guizhou Academy of Sciences, Guizhou 550001, China; 4. National key Laboratory of Subtropical Building Science, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** The actual processing effects of A<sup>2</sup>/O process in a pesticide wastewater biochemical treatment system in Nantong are investigated in this study. Sequential monitoring is applied to the treatment system for one year. The results indicate that when a large concentration fluctuation is presented in the influent, namely, COD<sub>Cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N and TP in the influent are 950-2 500 mg/L and 18-43 mg/L 50-71.7 mg/L, respectively, the concentrations of COD<sub>Cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N and TP in the effluent treated with modified A<sup>2</sup>/O process can reach 188, 4.7 and 8 mg/L, respectively. Their removal rates are 84.99%, 87.64% and 75.97%, respectively.

**Key words:** pesticide wastewater; A<sup>2</sup>/O process; nitrogen and phosphorus removal

我国是一个农药生产和使用大国,截至 2010 年底,我国拥有农药企业 1 819 家,农药产量已占世界的 1/3 以上。然而农药工业的整体水平与世界发达国家相比仍有较大的差距,存在新产品研发和环保投入不足,“三废”污染严重,尤其是对于特殊污染物缺乏有效的处理手段等问题。农药生产过程中产生大量废水,该废水有机物浓度高,成分复杂,可生物性差,含有多种难降解的有机物<sup>[1-3]</sup>。经过处理后氮磷的含量仍旧居高不下,若直接排放必定造成环境污染而引起水体富营养。

## 1 试验水样与工艺流程

试验污水来自江苏南通某农药化工厂生产废水经一系列预处理后的调节池出水。根据 1 年的统计数据,调节池出水 COD<sub>Cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N、总磷、盐浓度和

Cl<sup>-</sup> 平均浓度如表 1。

表 1 试验废水水质指标

pH	COD <sub>Cr</sub>	NH <sub>3</sub> -N/ (mg·L <sup>-1</sup> )	TP	盐浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup> / (mg·L <sup>-1</sup> )	SV/ %
8.95	1590	43	47	9364	5676	34

该厂生产废水处理如图 1 所示。废水按生产过程中产生废水的 COD 浓度划分为高浓度与低浓度废水,各经预处理后按一定比例进入调节池后,利用改良过的 A<sup>2</sup>/O 生化系统工艺微生物降解水体中的有机污染物并脱氮除磷;之后进入沉淀池,采用中进周出的幅流式沉淀池利用重力作用使活性污泥与处理水分离,并使污泥得到一定的浓缩,最后经总排排向该工业区的污水集中处理中心。

收稿日期: 2014-01-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(21277052); 华南理工大学亚热带建筑科学国家重点实验室重点研究项目

作者简介: 郑永鑫(1989-),男,硕士生,研究方向为工业废水处理,020-86088198,kanzheng@qq.com。

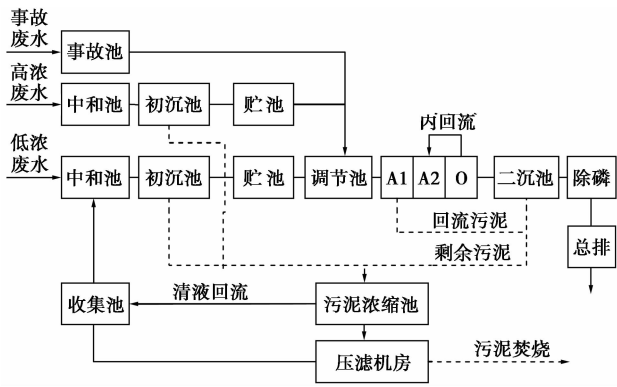


图1 该厂废水生化处理装置流程图

## 2 处理效果与分析

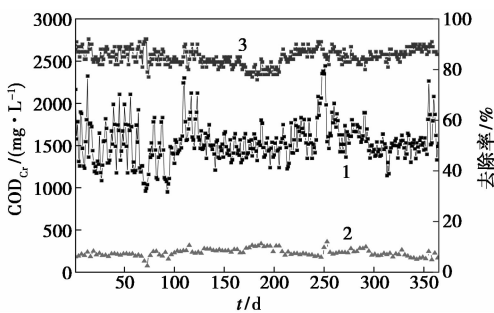
对该废水处理系统进行了1年(7月至次年6月)的跟踪监测,其对废水的处理效果见表2。由表2可知,该工艺对碳、氮、磷达到了较好的同步去除效果,出水水质符合该工业区企业规定排放标准。

表2 废水处理效果

项目	进水/(mg·L <sup>-1</sup> )			出水/(mg·L <sup>-1</sup> )			去除率/%
	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	
COD <sub>Cr</sub>	1542	2446	950	188	360	153	84.99
NH <sub>3</sub> -N	43	96	18	4.7	12.5	1.4	87.64
TP	71.70	99	50	17.3	26	4	75.97

### 2.1 对 COD<sub>Cr</sub> 的去除效果

由图2可知,在全年的运行过程中,由于生产需求的原因导致全年进水的 COD<sub>Cr</sub> 有较大的变化,在950~2400 mg/L波动。而经过 A<sup>2</sup>/O 工艺处理后,出水的 COD<sub>Cr</sub> 浓度基本变化不大,平均值为188 mg/L,去除率基本保持在80%左右。这表明 A<sup>2</sup>/O 工艺中的微生物已完全适应污水环境,产生大量的优势菌种分解农药中大部分有机物<sup>[4-5]</sup>,即使在进水 COD<sub>Cr</sub> 浓度较低时,都能达到一个理想的去除效果,说明该生化系统抗冲击负荷能力强。

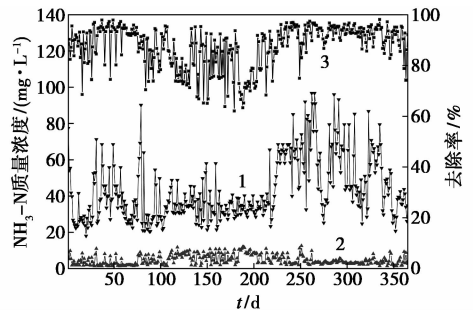


1—进水;2—出水;3—去除率

图2 对 COD<sub>Cr</sub> 的去除效果

### 2.2 对氨氮的去除效果

系统对氨氮的去除效果见图3。



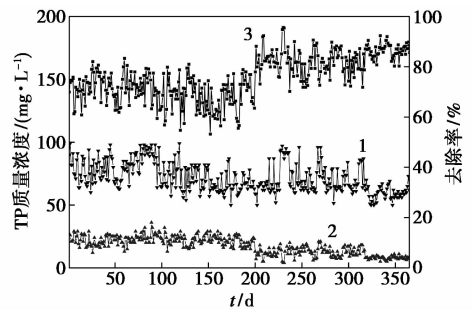
1—进水;2—出水;3—去除率

图3 对 NH<sub>3</sub>-N 的去除效果

由图3可知,全年废水进水的氨氮在96~18 mg/L之间有较大的起伏,其原因跟该厂的产品生产周期有关,尤其春夏季起伏变化更为明显。经 A<sup>2</sup>/O 工艺处理后,其出水氨氮浓度全年平均为4.7 mg/L,全年平均去除率为87.64%。然而在春夏季节,虽然进水氨氮有较大起伏,但出水氨氮浓度维持在一定的低位,而秋冬季进水氨氮比较稳定但出水氨氮浓度却处于全年较高水平,这跟当地秋冬季节温度有关。当温度过低时,A<sup>2</sup>/O 工艺中无法产生大量的优势硝化菌种,微生物活性较低,硝化与反硝化反应运行速率较慢<sup>[6]</sup>,导致氨氮的处理能力下降。

### 2.3 对 TP 的去除效果

由图4可知,系统对 TP 的去除率一般,全年的平均去除率达到了76%左右,且去除效果有一定的波动。Mulkerrins 等<sup>[7]</sup>系统地归纳了影响生物除磷的因素,包括污水组分、挥发性脂肪酸(VFA)、阳离子(Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>等)、温度、污泥沉降性能、DO、厌氧释磷、二次释磷、磷负荷、pH等,其中对系统影响较大的是污水组分。该厂废水中含有大量的有机



1—进水;2—出水;3—去除率

图4 对 TP 的去除效果

系统的脱硫性能,达到节能降耗、节约成本的经济效果。相关研究如广西大学张冬云等<sup>[7]</sup>对栲胶-络合铁体系进行了脱硫研究,发现适宜的栲胶浓度有利于脱硫液再生,增加溶液中络合铁的浓度可增大脱硫液硫容。中国氮肥工业协会王文善<sup>[8]</sup>在其文章中也提出复合脱硫剂,其以栲胶法为例,在栲胶溶液中加入888,与单独栲胶法相比,硫容可提高1倍,液体循环量可减少1/3~1/2,不但降低电耗,还可以脱除一些有机硫。

对于脱硫设备,目前工业应用以塔设备为主,包括填料塔、筛板塔、鼓泡塔等,但存在气液流动不均匀、相间传质效率低、设备体积庞大、维修困难、能耗高等缺点。而超重力旋转填料床作为一种新型、高效的传质设备具有传质效率高、设备体积小、安装维修方便、能耗低等优点,在气体净化领域表现出独特的优势<sup>[9-11]</sup>。鉴于此,本文中选用硫容大、脱硫速率快、绿色环保的络合铁法<sup>[12-14]</sup>,与脱硫剂活性较高、副反应少、应用范围广的888法复合,采用错流旋转填料床为脱硫设备,对模拟气中的H<sub>2</sub>S开展了脱硫实验研究,考察了各种操作参数对脱硫率的影响,并对比分析了888、络合铁及络合铁-888复合体系的脱硫性能,旨在得出错流旋转填料床中络合铁-888法脱硫的最佳操作条件,为其工业化应用提供理论依据。

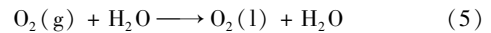
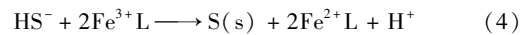
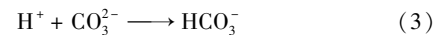
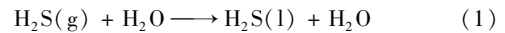
## 1 实验部分

### 1.1 实验原理

#### 1.1.1 络合铁法脱硫原理

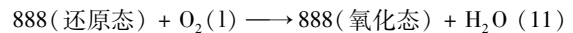
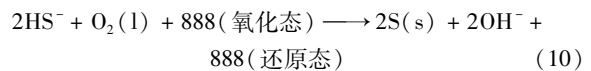
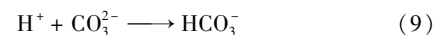
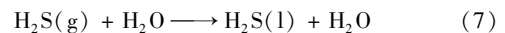
络合铁溶液吸收H<sub>2</sub>S的过程主要是模拟气中

的H<sub>2</sub>S从气相转入液相后,液相中的H<sub>2</sub>S部分解离出H<sup>+</sup>和HS<sup>-</sup>,其中H<sup>+</sup>和碱液中的CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>等离子结合,从而降低了H<sup>+</sup>的浓度,使得溶液对H<sub>2</sub>S的吸收过程可连续进行。而解离出的HS<sup>-</sup>则被氧化性较强的Fe<sup>3+</sup>L氧化为单质硫;同时,Fe<sup>3+</sup>L被还原为Fe<sup>2+</sup>L,后通过氧气将其再生,并循环使用。相关的反应方程式如下(式中L表示络合剂):



#### 1.1.2 888法脱硫原理

以Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>为碱源,碱液中的H<sub>2</sub>S部分解离为H<sup>+</sup>和HS<sup>-</sup>;在888催化剂的作用下,液相HS<sup>-</sup>被液相中的氧气氧化为单质硫,被还原了的888催化剂也通过液相溶解氧将其氧化再生,并循环使用。相关的反应方程式如下:



络合铁-888法脱硫工艺主要是利用络合铁脱硫剂直接参与脱硫反应的特点,其硫容随液相铁浓度的增加而增大,以此来提升复合工艺的工作硫容;同时,利用888脱硫催化剂较高的载氧能力以及极高的释放氧的活性等特点,提高脱硫及再生过程中

(上接第139页)

磷。后期因加强了对进水有机磷的预处理,在不降低进水TP的前提下,出水TP得到一定的控制,基本保持在8 mg/L左右,去除率80%以上。

## 3 结论

经1年的连续监测结果表明,在进水水质污染物指标有较大波动时,COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TP的平均去除率分别为85%、87.64%、76%,出水COD<sub>Cr</sub>、氨氮、TP的平均浓度分别为188、4.7、17.3 mg/L,后期经增加除磷预处理后,出水磷浓度能达到8 mg/L。该生化系统的运行效果表明,A<sup>2</sup>/O工艺对农药废水水质和环境变化的适应能力较强,对有机物、氮和磷的同步去除效果好,有较强的抗冲击负荷能力。

## 参考文献

- [1] 陈伟青,谢有奎.有机磷农药废水净化方法的进展[J].西南给排水,2006,28(4):28-31.
- [2] 吴启模,吴建忠,杨兵.Fe<sup>2+</sup>+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>氧化法处理农药废水[J].环境工程水,2005,23(5):88-89.
- [3] 程寒飞,郑俊,陈祥宏.臭氧氧化+水解酸化+氧化沟工艺处理综合农药废水[J].中国给水排水,2002,28(5):50-52.
- [4] 陈凌霞,魏峰,徐志伟.A+A<sup>2</sup>O工艺在泰安市污水处理厂的应用[J].中国给水排水,2005,21(12):83-85.
- [5] 杨志泉,周少奇,何伟.改良A<sup>2</sup>/O工艺生物脱氮除磷应用研究[J].中国给水排水,2010,26(1):79-82.
- [6] 彭轶,彭永臻,吴昌永.A<sup>2</sup>/O工艺中的反硝化除磷[J].环境工程学报,2008,2(6):753-754.
- [7] Mulkerins D, Dobson A D W, Collieran E. Parameters affecting biological phosphate removal from wastewaters[J]. Environ Int, 2004, 30(2):120-125. ■