

工程实例

传统推流式曝气池对印染废水氨氮去除效果的研究

奚晓东

(绍兴水处理发展有限公司, 浙江 绍兴 312073)

摘要: 浙江省某污水处理厂处理以印染废水为主的工业废水及少量生活污水,其一期工程设计处理能力为 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,好氧处理采用传统推流式曝气池,2010年出水氨氮在 20 mg/L 左右,从2011年起每年10月至次年5月出水氨氮季节性升高至 $40 \sim 50 \text{ mg/L}$ 。通过分析认为,除水温影响外,推流式曝气池前半池供风供氧是影响氨氮生物降解效果的关键因素。通过增设内回流系统,将推流式曝气池改为半混合式曝气池,提高了氨氮降解效果及其稳定性。

关键词: 印染废水; 推流式曝气池; 氨氮降解

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0063-04

Performance of Traditional Plug Flow Aeration Tank on Ammonia Nitrogen Removal from Printing and Dyeing Wastewater

XI Xiao-dong

(Shaoxing Sewage Treatment Development Co. Ltd., Shaoxing 312073, China)

Abstract: The mixture of printing-dyeing wastewater and less proportion of domestic sewage was treated in a wastewater treatment plant (WWTP) in Zhejiang Province. The WWTP employed the traditional plug flow aeration tank with capacity of $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The effluent ammonia nitrogen concentration remained a relatively low level around 20 mg/L during 2010, while it increased to $40 \sim 50 \text{ mg/L}$ from October to May since 2011. The fluctuation of effluent ammonia nitrogen content was due to seasonal changing (mainly temperature). But it is believed that the key factor responsible for ammonia nitrogen removal was oxygen supply level in the inlet part of the aeration tank. In this study, has been demonstrated that ammonia nitrogen removal could be improved via some modifications of aeration tank by adopting the internal reflux pipelines, thus changing the tank from plug flow to semi-mixed tank.

Key words: printing and dyeing wastewater; traditional plug flow aeration tank; ammonia nitrogen removal

浙江省某污水处理厂先后建成一期、二期、三期污水处理工程,综合污(废)水处理能力达到 $90 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,处理以印染废水为主的工业废水及少量生活污水^[1](工业废水约占85%,生活污水约占15%),其中一期工程于1999年设计,2001年7月建成投运,设计处理能力为 $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,原采用“厌氧-好氧-混凝沉淀”工艺,后改造为“预处理

-厌氧-好氧-气浮加药”工艺,其好氧处理段采用传统推流式曝气池。与国内从2003年逐渐兴起的氧化沟^[2,3]工艺相比,该污水处理厂一期工程存在稳定性差、处理效果不理想的缺点。特别是与该污水处理厂二期、三期工程相比,一期工程好氧处理段存在一个技术难题,每年10月中下旬至次年5月中上旬好氧处理段出水氨氮值会季节性升高,达到

40~50 mg/L 以上,而相同进水条件的三期工程,因采用大型氧化沟工艺,好氧处理出水氨氮一直稳定在 5 mg/L 以下。

1 工程现状及好氧出水氨氮偏高原因

1.1 一期工程现状

该污水处理厂一期工程进水氨氮值在 40~70 mg/L 之间波动,出水氨氮一般在 20 mg/L 上下波动,但从 2011 年后出水氨氮发生明显变化,每年 10 月中下旬至次年 5 月中上旬期间出水氨氮值大幅升高,达到 40~50 mg/L 的水平,各年 5 月—10 月则明显下降,达到 10 mg/L 以下,部分月份可稳定在 3 mg/L 以下。2009 年—2013 年该厂一期工程进、出水氨氮值变化如图 1 所示。

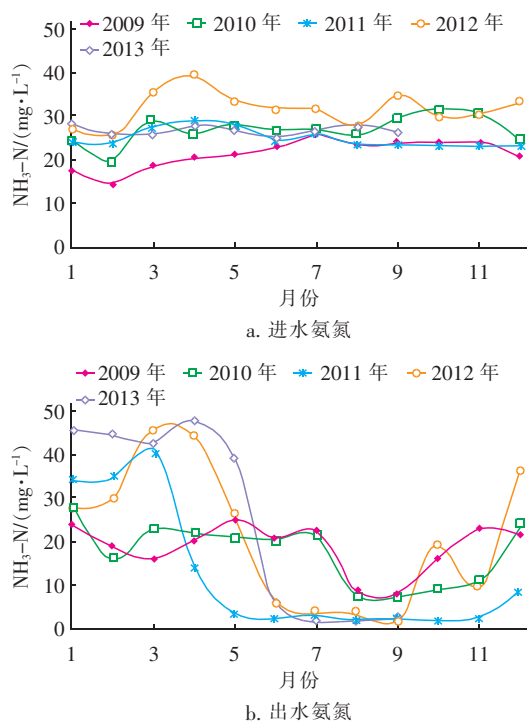


图1 2009年—2013年一期工程进、出水氨氮月均值变化

Fig. 1 Average of ammonia nitrogen concentration of phase I project during 2009-2013

1.2 出水氨氮偏高的原因

该厂一期工程与三期工程进水水质完全相同,但一期工程好氧处理出水氨氮在每年 10 月至次年 5 月保持较高水平,往往在 40 mg/L 以上,远远高于三期工程出水氨氮。在 2013 年 1 月—4 月,一期工程出水氨氮维持在 40~50 mg/L,三期则在 5 mg/L 以下,相差极大。在工艺处理效果上,一期、三期工程的预处理段完全相同,一期工程的厌氧处理段和

三期工程的水解酸化处理段都不起脱氮、降解污染物的作用,差异主要在好氧曝气池,表现如下:

① 构筑物结构差异。一期工程采用推流式曝气池,三期工程采用大型氧化沟式曝气池,二者分属推流式、完全混合式好氧反应系统工艺。对废水好氧处理中的微生物,尤其是硝化菌,两种曝气池是完全不同的生长环境。

② 反应停留时间差异。一期工程曝气池停留时间比三期的短得多,一期 HRT 为 20 h,三期为 36 h。

③ 溶解氧差异。一期工程曝气池溶解氧梯度大,三期则要小得多。在一期传统推流式曝气池中,第 1 廊道溶解氧在 0.4 mg/L 以下,其余各廊道渐次升高,到第 6 廊道末端时溶解氧升至 4~5 mg/L,即前端存在低溶解氧反应区,之后再过渡到高溶解氧区,而在三期工程氧化沟式曝气池中溶解氧稳定控制在 3~4 mg/L,不存在低溶解氧反应区。

2 解决问题的主要思路

针对一期工程好氧处理出水氨氮偏高的问题,主要解决思路有两种:

① 在好氧处理之后增设单独的硝化段(即硝化反应池和二沉池),好氧出水氨氮通过单独的硝化段降解去除。

② 在曝气池内增设内回流系统,使其具有二、三期氧化沟循环混合的反应特征。同时,适当提升风量尤其是曝气池前端供风量,使一期曝气池整体的供氧效果适当改善。此思路最经济、最便捷的实现方式是,在各曝气池第 6 廊道的末端安装 1 台轴流泵(预计功率为 55 kW),安装一根通到第 1 廊道始端的内回流管(直径为 0.6 m 左右)。

两种思路相比,第一种基建及设备投资非常大,且所需的土地也是难题;第二种只需增加内回流泵和相应的管道,投资较小,且不存在土地问题,新增运行成本预计在 5 940 元/d[按功率为 330 kW、电价为 0.75 元/(kW·h)计],更具经济性和可实施性。

3 研究过程及结果

为解决该厂一期工程好氧出水氨氮偏高的技术难题,2013 年 5 月—6 月启动了中试及生产性试验,2013 年 6 月—2014 年 4 月在一期工程的部分曝气池上进行增设内回流系统改造,开展生产性技术研究。

3.1 中试及生产性试验

① 中试

2013年4月底,在该厂一期工程现场建成一套处理量为 $1.5\text{ m}^3/\text{h}$ 的中试装置,其工艺及处理进水水质与一期工程完全相同,且接种一期工程曝气池好氧污泥。中试装置于5月2日、3日接种一期工程曝气池好氧污泥,5月4日起连续运行,5月7日—10日进行指标检测。结果显示,中试好氧出水氨氮 $<6\text{ mg/L}$,氨氮去除率 $>90\%$,而一期工程好氧出水氨氮 $>50\text{ mg/L}$ 。

5月11日将中试装置好氧系统预排空并重新接种一期工程好氧污泥,5月13日起连续运行,5月14日起进行指标检测并控制溶解氧。结果是出水氨氮 $<2\text{ mg/L}$,唯一不同的是装置前两廊道溶解氧分别为 0.5 、 3.2 mg/L ,高于一期工程。5月20日—6月10日,中试装置前两廊道溶解氧逐渐降至 0.3 mg/L 以下,出水氨氮逐渐升高,5月14日—24日稳定在 5 mg/L 以下,5月27日起出水氨氮明显升高,6月1日—10日升高至 10 mg/L 以上,最高达到 25 mg/L 。

② 生产性试验

基于一期工程曝气池前端溶解氧显著低于三期,2013年5月16日下午,将一期工程全部曝气池前半池风量各提升 $2\,000\text{ m}^3/\text{h}$,由 $12\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 提升至 $14\,000\text{ m}^3/\text{h}$,2013年5月23日下午再降至 $12\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 。

经5天运行后,2013年5月21日一期工程出水氨氮由 50.7 mg/L 迅速降至 23.5 mg/L ,22日、23日分别为 21 、 21.5 mg/L 。5月24日起5天内,出水氨氮升高至 $26\sim 28\text{ mg/L}$ 。

③ 分析

该污水处理厂一期工程好氧污泥接入中试装置,氨氮很快被硝化降解,表明该厂一期工程好氧污泥存在数量充足的硝化菌;在中试装置前两廊道溶解氧逐渐降至 0.3 mg/L 以下的过程中,出水氨氮显著上升以及一期工程曝气池前半池生产性风量调整过程中出水氨氮迅速降低及升高,表明供风供氧是影响该厂一期工程曝气池氨氮降解的关键因素(除水温外)。

3.2 工程化解决措施及生产性试验

3.2.1 工程化解决措施

根据以上原因分析及2013年5月—6月中试

及生产性试验情况,按解决思路2增设内回流系统作为该污水处理厂一期工程曝气池出水氨氮季节性偏高问题的工程化解决措施,各曝气池安装 55 kW 干式内回流泵、DN600内回流管及相应的控制阀门,使一期工程6座曝气池变为半混合式曝气池。2013年10月先建成3#、4#曝气池内回流系统,并进行生产性试验,2014年9月再建成1#、2#、5#、6#曝气池内回流系统,使全部曝气池变成半混合式曝气池。通过该工程化措施,因内回流系统的稀释作用使曝气池内的COD、BOD₅、DO梯度变化减小,再加上适当调大曝气池前半端风量的措施,使曝气池前半池的供风供氧效果明显改善。

3.2.2 第一阶段生产性试验

2013年10月—2014年4月,该厂一期工程进行氨氮降解生产性试验,开启3#、4#曝气池内回流系统并加大气水比。

① 处理水量及气水比

在此期间处理水量主要控制在 $(23\sim 26)\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,部分月份因进水量过大和控制在水 $(27\sim 30)\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,2013年10月—12月气水比为 $12\sim 13$,2014年1月—4月(春节期间除外)气水比控制在 $10\sim 12$ 。

② 生产性试验出水氨氮

在此期间一期工程生产性试验出水氨氮在12月13日前基本处于低值状态,12月14日起快速升高,之后除春节期间外,出水氨氮基本处在过高状态。具体变化见图2。

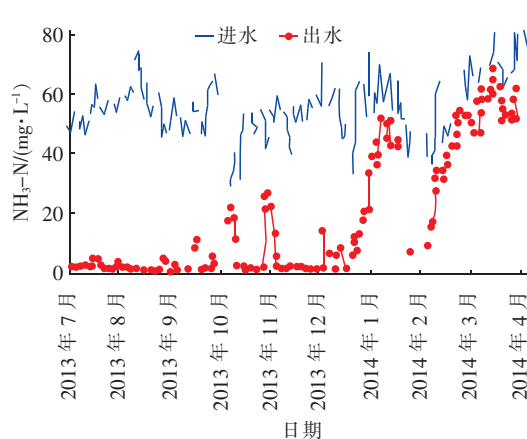


图2 生产性试验的一期工程进、出水氨氮

Fig.2 Ammonia nitrogen of influent and effluent of phase I project during full-scale test

③ 分析

2013年10月—2014年4月该厂一期工程曝气池生产性试验过程中,开启3#、4#曝气池内回流系统并调大气水比至12~13时(主要目的在于改善曝气池前半池溶解氧状态),出水氨氮基本能稳定在5 mg/L以下;而当处理水量过大或风量相对偏小时[如水量达到 $(27 \sim 30) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$],曝气池出水氨氮就会升至40~50 mg/L。就改善氨氮降解效果而言,内回流系统及调大前半池供风量都具有重要作用。

3.2.3 第二阶段生产性试验

2014年10月—2015年4月,该厂一期工程进行氨氮降解生产性试验,开启1#~6#曝气池全部内回流系统,内回流比控制在80%~120%。

① 处理水量及气水比

该期间处理水量控制在 $(22 \sim 25) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 之间,尽量不超过 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,除2014年12月11日因出水氨氮升高临时将气水比调高至13外,充分利用曝气池内回流系统带来的改善作用,将整体气水比控制在10左右,其中各池前半池风量控制在11 000~12 000 m^3/h 。

② 生产性试验出水氨氮

生产性试验出水氨氮具体变化见图3。

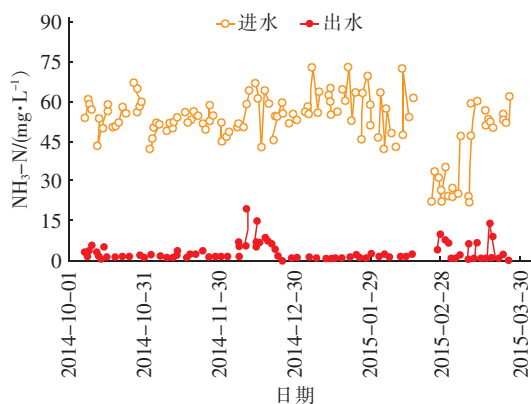


图3 一期工程进、出水氨氮(2014年10月之后)

Fig. 3 Ammonia nitrogen of influent and effluent of phase I project after October 2014

截止到2015年3月底,该污水处理厂一期工程出水氨氮基本稳定在3 mg/L以下,平均为2.28 mg/L,氨氮平均去除率为95.6%。

4 结论

① 对浙江省某污水处理厂推流式曝气池出水氨氮季节性偏高问题进行分析研究,可知除水温影响外,推流式曝气池前半池供风供氧是直接影响氨氮生物降解效果的关键因素。

② 通过在推流式曝气池内增设内回流系统,内回流比控制在80%~120%,进而将推流式曝气池改变为半混合式曝气池,氨氮降解效果及稳定性可与大型氧化沟相当。

参考文献:

- [1] 蔡芝斌,谢超群,包松考,等. 钱塘江流域某污水处理厂三期工程工艺设计[J]. 中国给水排水,2012,28(20):55-59.
- [2] 李柏林. A/A/O氧化沟工艺强化脱氮调控技术研究[D]. 重庆:重庆大学,2012.
- [3] 尹翠霞. 氧化沟处理污水库综合化工废水[D]. 天津:天津大学,2009.



作者简介:奚晓东(1982-),男,浙江桐庐人,学士,技术部副经理,主要从事印染废水处理技术研究。

E-mail: xiaodong_sx@126.com

收稿日期:2016-10-21