

优化进水比提高脱氮效率的应用研究

梅庆新 赵月来 马兴龙 李淑花 (光大水务(济南)有限公司, 山东 济南 250000)

摘要: 生物脱氮是一种节约资源能源、环保安全的脱氮途径,但其反应复杂、路径太多,在不同的条件下找到合适的途径进行高效生物脱氮就成了必须要解决的问题。提高生物脱氮效率亦是污水处理行业多年来亘古不变的研究热点。污水中所含碳源,是最经济亦是最容易被利用的碳源,优于外加碳源。为了提高“原污水”中碳源利用率,采用某污水处理厂的改良型 AAO 工艺在内、外回流比、污泥浓度等都相对稳定的基础上,对选择池和厌氧池两个进水点的进水量进行了系列应用实验。结果表明,采用两点进水且进水比约为 1:4 时,“原污水”中碳源的利用率最高,并为采用同种工艺的污水处理厂提供借鉴,促进污水处理行业高质量发展。

关键词: 进水比; 进水点; 碳源; 脱氮效率

随着“国家新环保法”实施力度的空前加大,国家级、省级督察组督察强度的不断提升,山东省济南市小清河流域执行水污染物区域排放限值的实施,国家生态环境部、省生态环境厅、市生态环境局等生态环境部门对水处理行业关注度的提高,“四个经得起”(经得起看、经得起听、经得起测、经得起闻)成为污水处理厂稳定运行的新“底线”。“提质增效”虽为各污水处理厂带来了福音,但进水碳源不足依然是日常运行过程中的最大“痛点”,为在节能降耗的基础上保证出水总氮达标排放,提高“原污水”中碳源脱氮效率势在必行。笔者以某污水处理厂的改良型 AAO 工艺为研究对象,在其内外回流比、污泥浓度等工艺参数相对稳定的前提下,开展了通过调整改良型 AAO 不同进水点进水比的方式提高“原污水”中碳源的脱氮效率,减少外加碳源的投加量,在节能降耗的基础上确保出水各指标连续稳定达标。

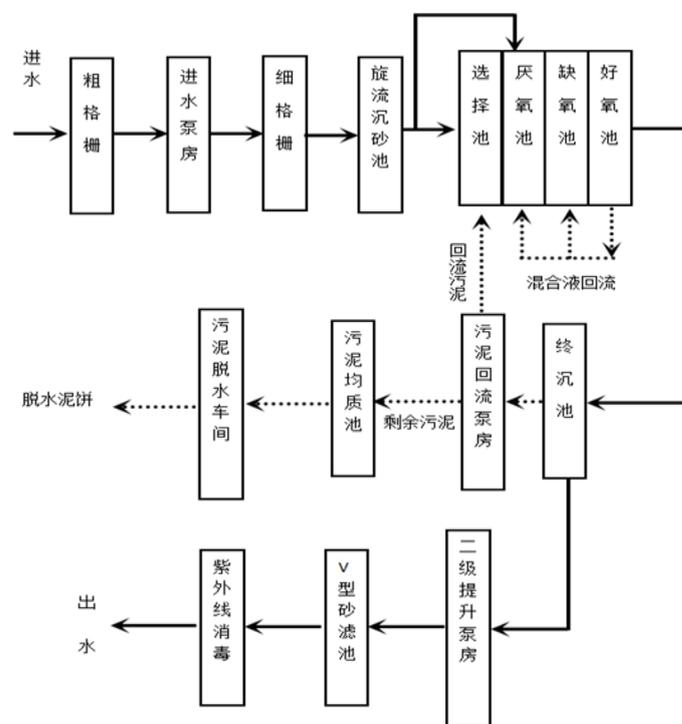
1 实验背景

某污水处理厂设计规模为日处理 3 万 m^3 ,采用改良型 AAO 污水处理工艺,主要处理生活污水,设计进水水质为 BOD_5 为 180mg/L, COD 为 380mg/L, SS 为 300mg/L, TN 为 45mg/L, 氨氮为 35mg/L, TP 为 5mg/L,设计出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。其实际进水水质相对稳定,大都在污水处理厂的设计范围内波动,采用传统三级处理(预处理、生物处理、深度处理。具体详见工艺流程图),其中主处理单元采用改良型 AAO 工艺,在选择池和厌氧池分别有一处进水点,在厌氧池和缺氧池首端分别有一内回流点,采用在内回流点、外回流点、回流比等工艺参数都确定的基础上对生物南、北池的进水量进行水量调配实验。

2 脱氮工艺调控

传统生物脱氮过程由硝化、反硝化过程构成,首先由硝化细菌在好氧环境下将氨氮氧化成硝酸盐氮和亚硝酸盐氮;随后在好氧区末端由内回流泵将硝酸盐氮和亚硝酸盐氮回流至缺氧区,再由反硝化菌在碳源充足的前提下,将硝酸盐氮和亚硝酸盐氮还原成氮气并脱离系统

从而实现脱氮。硝化过程和反硝化过程相互影响、协同作用。基于此,需要对生物脱氮的硝化、反硝化过程进行控制。



某厂工艺流程图

2.1 硝化过程控制

硝化过程需要合理控制生物池溶解氧。溶解氧过低,硝化反应不完全,出水氨氮和总氮存在超标的风险;溶解氧过高,一方面会导致内回流带回过多的溶解氧同反硝化“争夺”碳源,能耗升高;另一方面会使风机耗电增加,吨水电费增加。某污水厂最终采用分段控制溶解氧的方式控制好氧区内回流点处的溶解氧。生物池好氧段共有三个廊道,控制硝化反应在二廊道末端完成,将三廊道的主风阀调低,有翻花且保证污泥不沉即可,如此控制,一般内回流点处的溶解氧会保持在 1mg/L 以内。

2.2 反硝化控制

反硝化过程需要控制合理的内回流比和碳源投加量。内回流比过小会导致硝酸盐氮和亚硝酸盐氮回流量

不足, 从而影响反硝化效率, 进而导致出水总氮超标; 而内回流比过大, 一是导致过量的溶解氧回流至缺氧池, 碳源被溶解氧消耗^[1-2]而浪费; 二是增加回流泵开启台数, 从而增加用电负荷。因此反硝化过程的控制, 首先应根据实际进水氨氮浓度调整内回流比(某污水厂的外回流比一般控制在100%), 将缺氧池末端的氨氮控制在6mg/L左右。在进水氨氮浓度、缺氧池末端氨氮浓度、外回流比、进水量都确定的情况小, 核算出其内回流比。

一般情况下, 某污水厂的进水氨氮相对稳定, 大都维持在设计值以内, 据此, 只需保证缺氧池末端的硝酸盐氮和氨氮之和在出水总氮的目标值以内即可。

外加碳源主要是在内碳源不足的情况下, 补充碳源对总氮进行去除。当外加碳源投加过量时会导致缺氧段出水COD偏高, 不仅会浪费药剂, 还会造成好氧段曝气量能耗上升; 而碳源投加量不足则会导致缺氧段末端出水仍然有较多硝酸盐氮存在, 出水总氮可能超标。外加碳源的投加量可以通过缺氧池出水COD以及硝酸盐氮浓度确定, 具体调控方案见下表:

缺氧池出水 COD	缺氧池出水硝酸盐氮	调控方法
< 20	$\text{NO}_3^- \text{-N} < 4$	降低碳源投加量
	$4 > \text{NO}_3^- \text{-N} < 8$	维持现状
	$\text{NO}_3^- \text{-N} > 8$	增加碳源投加量
> 20	$\text{NO}_3^- \text{-N} < 4$	停止投加碳源

3 实验结果

在内回流比一定、生物池溶解氧调控方法成熟、生物池污泥浓度稳定的基础上, 综合考虑进行了以下实验:

3.1 实验一

生物南池: 单点进水(厌氧段首端进水); 生物北池: 两点进水(选择池首端进水20%左右; 厌氧段首端进水80%左右)。在调整进水量之后让系统稳定一段时间(约3-4天), 再分别对两组生物池多点位取样监测硝酸盐氮, 详见下表:

日期	3月20日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)		3月21日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)	
	生物南池	生物北池	生物南池	生物北池
选择池末端	8.8	6.1	9.2	8.0
厌氧池末端	8.5	8.0	9.2	8.8
缺氧池末端	7.9	7.1	8.3	7.9
好氧池末端	10.7	10.2	11.4	10.8

为确保数据的准确性, 此次实验对两组生物池各段进行了2次硝酸盐氮取样检测, 从上表中数据可以看出: 两点进水的效果优于从厌氧段单点进水的效果, 因生物

北池在选择池有20%左右的进水, 故其硝化效率优于在厌氧段进水的效果。

3.2 实验二

生物南池: 单点进水(选择池首端进水); 生物北池: 两点进水(选择池首端进水20%左右; 厌氧段首端进水80%左右)。

日期	4月1日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)		4月2日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)	
	生物南池	生物北池	生物南池	生物北池
选择池末端	5.4	6.2	4.9	4.9
厌氧池末端	7.6	7.2	7.4	6.9
缺氧池末端	6.5	5.6	6.6	6.3
好氧池末端	10.7	9.4	10.4	9.3

此次实验对两组生物池各段进行2次硝酸盐氮测试, 从上表中数据可以看出: 两点进水的效果优于从选择池单点进水的效果, 因生物北池在选择池有20%左右的进水, 故其硝化效率优于在选择池进水的效果。

3.3 实验三

生物南池: 两点进水(选择池首端进水20%左右; 厌氧段首端进水80%左右); 生物北池: 两点进水(选择池首端进水20%左右; 厌氧段首端进水80%左右)。

日期	4月9日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)		4月10日 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度 (mg/L)	
	生物南池	生物北池	生物南池	生物北池
选择池末端	9.3	9.2	7.7	7.5
厌氧池末端	10.9	10.7	9.3	10.5
缺氧池末端	10.1	10.3	8.6	10.0
好氧池末端	13.4	13.2	11.8	11.5

此次实验对两组生物池各段进行2次硝酸盐氮测试, 从上表中数据可以看出: 两点进水的效果优于从选择池或厌氧池单点进水时的效果, 因此某污水处理厂根据初步设计等内容, 现采用了生物池两点进水且进水比为1:4的运行模式。

4 结论

根据某污水处理厂为期近两个月的应用实验, 最终采用两点进水的运行模式, 配水比例为选择池进水20%左右, 厌氧段首端进水80%左右。

参考文献:

- [1] 李培, 潘杨. A^2/O 工艺内回流中溶解氧对反硝化的影响[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(1): 103-106.
- [2] 温沁雪, 唐致文, 陈志强, 等. A^2/O 工艺好氧末端溶解氧变化对脱氮除磷影响[J]. 环境工程学报, 2011, 5(5): 1041-1046.