

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.05.013

低负荷运行时内回流比对A²O工艺脱氮的影响

赵俊娜

(沧州市供水排水集团有限公司, 河北 沧州 061000)

摘要: 考察了低负荷运行情况下,内回流比对A²O工艺脱氮效果及碳源投量的影响。结果表明,内回流比由400%降至200%时,缺氧池出水NO₃⁻-N浓度由5 mg/L降至2 mg/L左右,该过程大约需要6 h。相比于内回流比为400%,内回流比为200%时,在碳源投量相同的条件下,总氮去除率提高22.4%;在好氧池出水NO₃⁻-N浓度相同的条件下,碳源投量节约13.8%。

关键词: 低负荷运行; 内回流比; A²O; 碳源; 脱氮

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)05-0081-03

Effect of Internal Reflux Ratio on Nitrogen Removal in A²O Process under Low Load Operation

ZHAO Jun-na

(Cangzhou Water Supply and Drainage Group Co. Ltd., Cangzhou 061000, China)

Abstract: The effects of internal reflux ratio on nitrogen removal efficiency and carbon source dosage of A²O process under low load operation were investigated. When the internal reflux ratio was reduced from 400% to 200%, NO₃⁻-N in the effluent of anoxic tank decreased from 5 mg/L to approximately 2 mg/L, and the process lasted for about 6 hours. Under the same carbon source dosage, compared with internal reflux ratio of 400%, the total nitrogen removal efficiency increased by 22.4% when the internal reflux ratio was 200%. The carbon source dosage could be saved by 13.8% when the same NO₃⁻-N in the effluent of the aerobic tank was maintained.

Key words: low load operation; internal reflux ratio; A²O; carbon source; nitrogen removal

近年来,国家对污水厂氮磷排放要求不断提高。A²O工艺作为最简单、最常用的同步生物脱氮除磷工艺被广泛应用于国内外大型污水处理工程^[1]。目前,我国大多数污水厂存在进水碳源不足问题,导致A²O脱氮除磷效果下降,必须外加碳源,由于碳源的药剂成本相对较高,因此如何在确保水质达标的前提下提高脱氮效率成为污水厂关注的重点^[2]。内回流比是影响脱氮效率的关键因素,对碳源投量具有直接影响^[3]。目前关于正常运行情况下内回流和碳源对脱氮除磷效率的影响已有研究,但针对低负荷

运行条件下内回流比和碳源对脱氮效果的影响尚未见报道。笔者针对疫情期间进水量降低造成的低负荷运行情况进行了内回流比调整策略研究,以实现最佳的控制模式,达到节能降耗的目的。

1 材料与方法

1.1 污水厂概况

以采用A²O工艺的某污水处理厂为研究对象,该污水厂设计处理能力为6×10⁴ m³/d。实验期间运行负荷较低,约为(2.5~3)×10⁴ m³/d,污泥浓度约为5 000 mg/L,进水COD约为250 mg/L,进水总氮约为

基金项目:沧州市重点研发计划指导项目(192107003)

70 mg/L,进水 COD/TN 值约为 3.4。进水碳源不足问题比较突出,运行中需要投加碳源实现总氮达标。该污水厂使用的碳源为液态复合型醋酸钠(含量为 25%),碳源投量由精准投加系统控制。 A^2O 生化系统包括并列运行的南北两条沟,南北沟各有两台内回流泵,单台内回流泵的流量为 1 250 m³/h。

1.2 实验方法

水质分析以缺氧池出水 and 好氧池出水在线硝态氮监测数据为主,分别考察在相同碳源投量下,内回流比对脱氮效果的影响,以及不同内回流比对碳源投量的影响,并确定最佳运行模式。

2 结果与讨论

2.1 基本运行情况分析

南北沟进水量均约为 3×10^4 m³/d,均开两台内回流泵,内回流比为 400%。图 1 为生化池脱氮的基本情况。南北沟碳源投量相当,缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度约为 4~6 mg/L,好氧池出水 NO_3^- -N 浓度约为 13~14 mg/L。可见,南北沟整体运行情况一致。

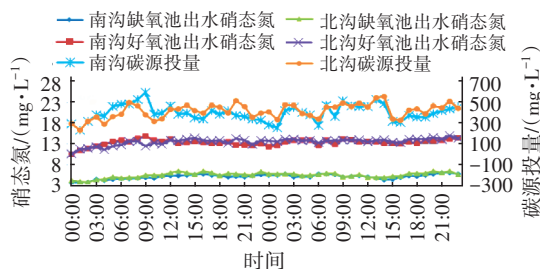


图1 生化池脱氮的基本情况

Fig.1 Basic situation of nitrogen removal in biochemical tank

2.2 内回流比对脱氮过程的影响

图 2 为内回流比对脱氮过程的影响(2月4日—8日)。2月4日 00:00 至 2月5日 21:00,南北沟内回流泵开启台数均为两台。从图 2 可知,南北沟碳源投加情况基本一致,南北沟缺氧池和好氧池出水的 NO_3^- -N 浓度基本相同。同时还可以看出,南北沟缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度在 5 mg/L 左右,处于较高水平。2月5日 21:00 关闭了南沟一台内回流泵,此后南沟缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度逐渐下降,约至 2月6日 03:00(即 6 h 后)缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度降至 2 mg/L,而北沟缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度仍处于较高水平。2月5日 13:00 至 2月6日 13:00,缺氧池出水 and 好氧池出水 NO_3^- -N 浓度都有下降趋势,原因可能与 2月5日、6日进水量降低有关。

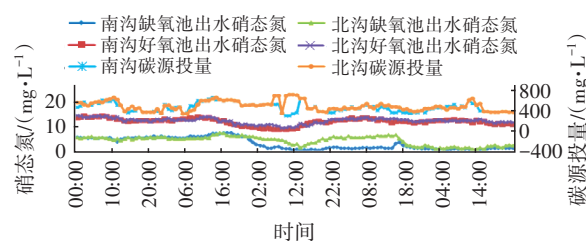


图2 内回流比对脱氮过程的影响

Fig.2 Effect of internal reflux ratio on nitrogen removal process

经过 2月6日全天的观察发现,不同内回流泵开启台数会造成缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度明显不同,但通过碳源投量的调控,南北沟好氧池出水 NO_3^- -N 浓度能保持基本一致的水平,且开一台内回流泵没有造成碳源增加,因此认为南沟开一台内回流泵即满足脱氮要求。2月7日 14:00 关闭北沟内回流泵,同样可以看出北沟缺氧池出水 NO_3^- -N 浓度立即呈下降趋势,约 6 h 后逐渐降至 2 mg/L 的稳定水平。此后南沟和北沟碳源投量和 NO_3^- -N 浓度的变化基本一致,可见在此情况下南北沟各开一台内回流泵即可,内回流比约为 200%。经核算,南北沟各关一台内回流泵后,每天可节约电耗 216 kW·h。

2.3 内回流比对脱氮效果的影响

南沟开一台内回流泵,内回流比约为 200%,北沟开两台内回流泵,内回流比约为 400%,南北沟碳源投量均控制在 250 L/h,内回流比对脱氮效果的影响如图 3 所示。

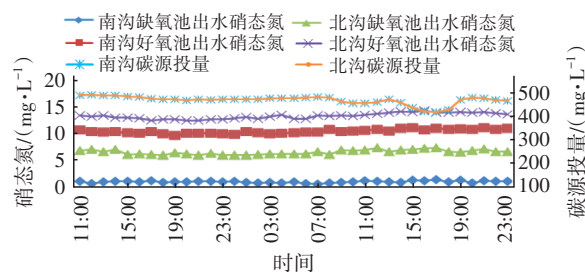


图3 内回流比对脱氮效果的影响

Fig.3 Effect of internal reflux ratio on nitrogen removal

由图 3 可以看出,在南北沟碳源投量相同的情况下,南沟缺氧池出水 and 好氧池出水的 NO_3^- -N 浓度均较低,平均值分别为 0.9 和 10.4 mg/L,而北沟缺氧池和好氧池的出水 NO_3^- -N 浓度相对较高,平均值分别为 6.5 和 13.4 mg/L。可见,在相同碳源投量下,相比于内回流比为 400%,内回流比为 200%时总氮去除率提高了 22.4%,这与传统认为的内回流

比越大总氮去除率越高的规律不一致。分析原因,这是因为内回流比过大时,一方面造成缺氧反硝化时间缩短,影响反硝化效果;另一方面,过高的内回流比造成大量的溶解氧进入缺氧区,溶解氧和NO₃⁻-N竞争碳源,造成脱氮效率下降。另外,吴昌永等^[4]认为,在内回流比较低(100%~300%)的条件下,回流到缺氧段的NO₃⁻-N负荷相对较低,NO₃⁻-N成为反硝化的限制因子;内回流比较高时(400%),回流到缺氧段的NO₃⁻-N负荷接近于饱和,但是由于进水C/N值较低,缺氧段可利用的有机碳源有限,因此,碳源不足成为影响反硝化效果的主要原因,造成NO₃⁻-N的“穿透现象”。

2.4 内回流比对碳源投量的影响

南沟内回流比约为200%,北沟内回流比约为400%,控制碳源投量使好氧池出水NO₃⁻-N维持在12 mg/L左右,内回流比对碳源投量的影响见图4。可知,南沟缺氧池出水NO₃⁻-N浓度较低,约为1~2 mg/L,平均碳源投量约为475 mg/L;北沟缺氧池出水NO₃⁻-N浓度较高,约为3~6 mg/L,同时碳源投量较大,平均约为549 mg/L。经计算,相比于内流比为400%,内回流比为200%时节省碳源13.8%。同时还可以看出,维持缺氧池出水NO₃⁻-N浓度在1~2 mg/L时能够实现较好的脱氮效果。

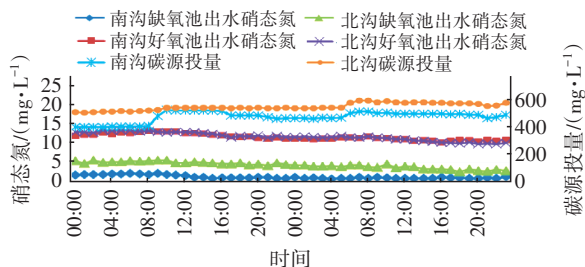


图4 内回流比对碳源投量的影响

Fig.4 Effect of internal reflux ratio on the dosage of carbon source

3 结论

① 内回流比对缺氧池出水NO₃⁻-N浓度有直接影响,当内回流比由400%减小至200%时,缺氧池出水NO₃⁻-N浓度由5 mg/L左右降至2 mg/L左右,该过程大约需要6 h。经计算,内回流比降低后每天可节约耗电216 kW·h。

② 在其他条件均相同的情况下,内回流比为200%和400%时,好氧池出水NO₃⁻-N浓度分别为

10.4和13.4 mg/L。与内回流比为400%相比,当内回流比为200%时,总氮去除率提高22.4%,说明并不是内回流比越大总氮去除率越高。

③ 通过调控碳源投量,使好氧池出水NO₃⁻-N浓度维持在12 mg/L左右,当内回流比为200%和400%时,缺氧池出水NO₃⁻-N浓度分别为1~2、3~6 mg/L。相较于内回流比为400%,当内回流比为200%时,碳源投量节省13.8%。

参考文献:

- [1] 王琼,庞雪玲,史彦伟,等. 改良A²O工艺处理生活污水的脱氮除磷效果[J]. 中国给水排水,2018,34(23):100-104.
WANG Qiong, PANG Xueling, SHI Yanwei, et al. Nitrogen and phosphorus removal in domestic sewage by modified A²O process[J]. China Water & Wastewater, 2018,34(23):100-104(in Chinese).
- [2] 魏楠,赵思东,孙雁,等. 污水处理厂强化脱氮过程中碳源投加策略研究[J]. 中国给水排水,2017,33(1):71-75,79.
WEI Nan, ZHAO Sidong, SUN Yan, et al. Strategies for dosing carbon source for enhanced nitrogen removal in wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater,2017,33(1): 71-75,79(in Chinese).
- [3] 滕荣国,庄新民. 城市污水厂减少外碳源投加量的研究[J]. 中国给水排水,2013,29(21):65-68.
TENG Rongguo, ZHUANG Xinmin. Study on reduction of carbon source dosage for sewage treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2013, 29 (21) : 65-68 (in Chinese).
- [4] 吴昌永,彭永臻,彭轶. A²O工艺处理低C/N比生活污水的试验研究[J]. 化工学报,2008,59(12):3126-3131.
WU Changyong, PENG Yongzhen, PENG Yi. Biological nutrient removal in A²O process when treating low C/N ratio domestic wastewater[J]. CIESC Journal, 2008, 59 (12) :3126-3131(in Chinese).

作者简介:赵俊娜(1988-),女,河北邢台人,硕士,工程师,主要研究方向为污水厂运行和污水处理技术。

E-mail:zhaojunna61@163.com

收稿日期:2020-02-27

修回日期:2020-03-07

(编辑:任莹莹)