

水源水生物处理工艺启动中氨氮的去除

梅 翔¹, 陈洪斌², 张全兴¹, 高廷耀²

(1. 南京大学环境学院污染控制与资源化研究国家重点实验室, 江苏南京 210093;

2. 同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘 要:通过沉淀槽与生化槽串联的试验系统, 分析了微污染源水生物接触氧化处理工艺启动过程氨氮和亚硝酸盐氮的变化规律。研究表明, 在无曝气条件下和曝气条件下, 填料上硝酸盐细菌的生长均依赖于亚硝酸盐细菌转化氨氮为亚硝酸盐氮的过程。启动中氨氮去除效果趋于稳定的过程是两类硝化细菌在生长速率和转化能力上趋于稳定的过程。提供生化槽充足的曝气量是保证填料上硝化细菌稳定生长, 顺利完成启动过程的必要条件。

关键词:水源水; 生物接触氧化; 启动; 硝化细菌; 氨氮; 亚硝酸盐氮

中图分类号: X52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2141(2001)01-0050-03

Ammonia-Nitrogen Removal during Startup of Biological Process for Treatment of Source Water

Mei Xiang¹, Chen Hongbin², Zhong Quanxing¹, Gao Tingyao²

(1. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, School of the Environment,

Nanjing University, Nanjing 210093;

2. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract: The variations of ammonia-nitrogen and nitrite-nitrogen during startup of the biological contact oxidation process for treating slightly polluted source water have been analyzed by using the experimental system with the sedimentation tank and the biochemical tank in series. The research results showed that the growth of Nitrobacter always depended on the conversion of ammonia-nitrogen to nitrite-nitrogen by Nitrosomonas under both no aeration and aeration. The startup during which ammonia-nitrogen removal approached the steady state was such a stage, during which the growth rates and conversion capacities of two groups of nitrifying bacteria approached the steady state, respectively. Sufficient air supply for the biochemical tank was necessary for the steady growth of nitrifying bacteria on the packing materials and the smooth completion of process startup.

Key words: Source water, Biological contact oxidation, Startup, Nitrifying bacteria, Ammonia-nitrogen, Nitrite-nitrogen.

1 前言

微污染源水生物接触氧化处理工艺的启动是指通过自然或人工的方法对生化反应器进行微生物接种, 通过培养驯化使填料挂膜, 生化反应器发挥硝化功能并形成稳定的生物处理能力的过程, 并且已经知道, 生物硝化过程是该工艺中的主要生化过程^[1-5]。但有关两类硝化细菌完成硝化过程的生化行为的报道较少, 而研究微污染源水生物接触氧化处理工艺启动过程氨氮的去除规律, 对了解硝化细菌的生长变化过

程, 控制工艺系统的运行, 提高系统的硝化性能具有重要意义。

本研究利用中试规模的试验系统, 考察了沉淀槽与生化槽串联情况下两者的生物硝化性能, 探讨了处理系统启动过程两类硝化细菌的生长变化规律, 为工艺系统的运行控制提供了重要的依据。

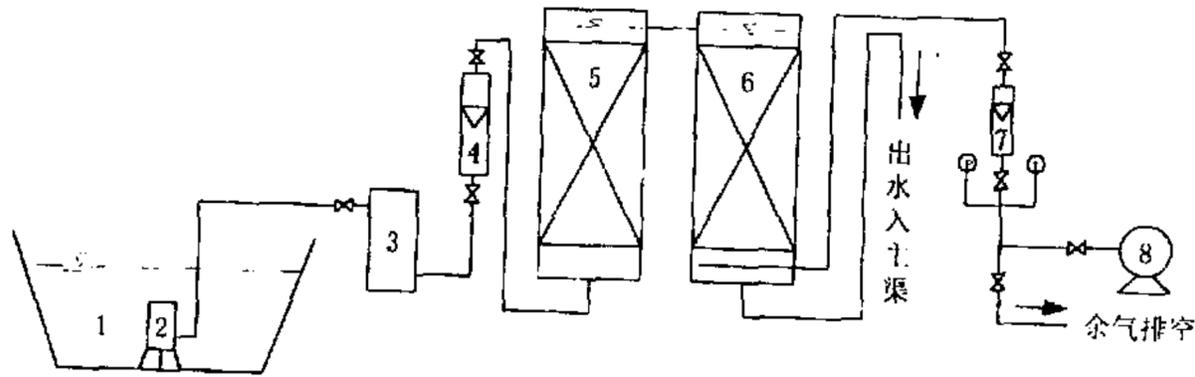
2 试验概况

试验在广东省东江的一条引水渠道边开展, 工艺流程如图1所示。

渠道内受污染的水源水经潜水泵提升后通过毛发过滤器和转子流量计进入沉淀槽, 沉淀槽出水进入与沉淀槽等容积的生化槽。沉淀槽与生化槽内分别设置两

收稿日期: 2000-10-12

作者简介: 梅翔(1967-), 男, 江苏扬中人, 博士, 讲师, 主要研究方向为水污染控制。



1-引水渠;2-潜水泵;3-毛发过滤器;4-进水流量计;
5-沉淀槽;6-生化槽;7-进气流量计;8-罗茨鼓风机。

图1 工艺流程示意图

组共 8 根规格相同的 YDT 型弹性立体填料(单体尺寸为 $\varnothing 200\text{mm} \times 3000\text{mm}$),沉淀槽内不设置空气扩散装置,生化槽内设置穿孔曝气管,以罗茨鼓风机向生化槽供气,并通过压力式温度计、压力表和玻璃转子流量计计量空气量。试验系统于 1998 年 6 月 18 日开始投入水源水自然接种的工艺启动过程,启动过程沉淀槽和生化槽的水力停留时间(HRT)均为 60min,生化槽采用 1.25 的气水比曝气(空气量已换算成 20C 、 $1.013 \times 10^5\text{Pa}$ 状态)。试验中采用的反应器、材料及运行工况如表 1 所示。

表 1 试验中采用的反应器、材料及运行工况

| 反应器 | 尺寸(长×宽×深) (m) | 填料 | 空气扩散装置 | 启动过程运行工况 |
|-----|-------------------------------|-----------------|-----------|------------------------|
| 沉淀槽 | 0.80×0.40×4.00 (有效水深 3.80) | YDT 型弹性 立体填料 | 无 | HRT=60min |
| 生化槽 | 0.80×0.40×4.00 (有效水深 3.80) | YDT 型弹性 立体填料 | 穿孔曝 气管 | HRT=60min, 气水比=1.25 |

3 结果分析与讨论

3.1 沉淀槽的硝化性能

沉淀槽氨氮去除效果的历时变化如图 2 所示。工艺启动过程中,沉淀槽进、出水氨氮较为接近,氨氮去除率起伏波动较大,未见明显的氨氮去除规律,氨氮去除率平均为 9.4%,氨氮去除量($-\Delta[\text{NH}_4^+-\text{N}]$)平均为 0.24mg/L 。

沉淀槽亚硝酸盐氮去除效果的历时变化如图 3 所示。运行初期,6 月 18 日和 19 日,沉淀槽出水与进水亚硝酸盐氮基本一致,6 月 20 日出水亚硝酸盐氮达到 0.391mg/L ,比进水亚硝酸盐氮高出 0.107mg/L 。随后,尽管出水亚硝酸盐氮比进水要高,但出水与进水亚硝酸盐氮之间的差值(即亚硝酸盐氮增量 $\Delta[\text{NO}_2^--\text{N}]$)逐渐减小,6 月 23 日后出水亚硝酸盐氮低于进水。此后亚硝酸盐氮去除率虽有波动,但总体呈上升趋势,6 月 27 日后,沉淀槽亚硝酸盐氮去除效果趋于稳定,亚硝酸盐氮去除率约 30%。

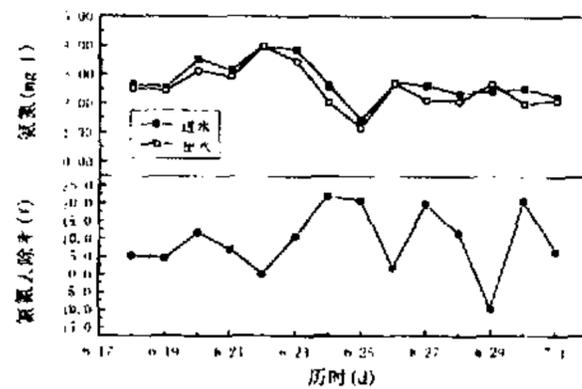


图 2 沉淀槽氨氮去除效果的历时变化

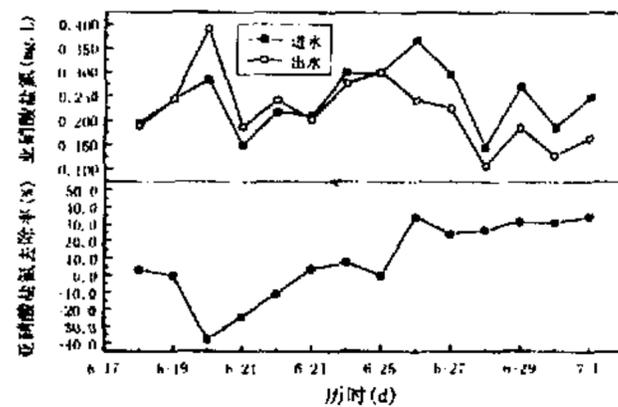


图 3 沉淀槽亚硝酸盐氮去除效果的历时变化

从上述沉淀槽氨氮和亚硝酸盐氮去除效果的变化可以看出,在没有曝气的条件下,水源水中的硝化细菌在填料上同样有一个富集和生长的过程,但填料上硝化细菌的数量较小。另外,亚硝酸盐细菌附着生长状态不稳定,而硝酸盐细菌虽然滞后于亚硝酸盐细菌的生长,但在有亚硝酸盐氮基质存在的条件下能够稳定生长。因此,两类硝化细菌在自然富集后的生长过程中生长状态是不同的:由于没有人工曝气,亚硝酸盐细菌受到的影响较大,氨氮硝化量小且不稳定;硝酸盐细菌对氧的需求量较小且由于氨氮转化为亚硝酸盐氮的过程受到抑制,故硝酸盐细菌能够在低亚硝酸盐氮水平和低氧条件下稳定生长。

3.2 生化槽的硝化性能

水源水经沉淀槽预处理后进入生化槽,启动过程生化槽氨氮和亚硝酸盐氮变化量的历时变化如图 4 所

示,生化槽氨氮和亚硝酸盐氮去除效果的历时变化如图5所示。

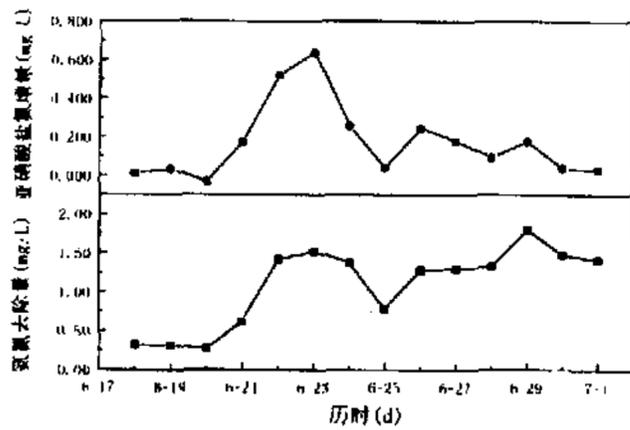


图4 生化槽氨氮与亚硝酸盐氮变化量的历时变化

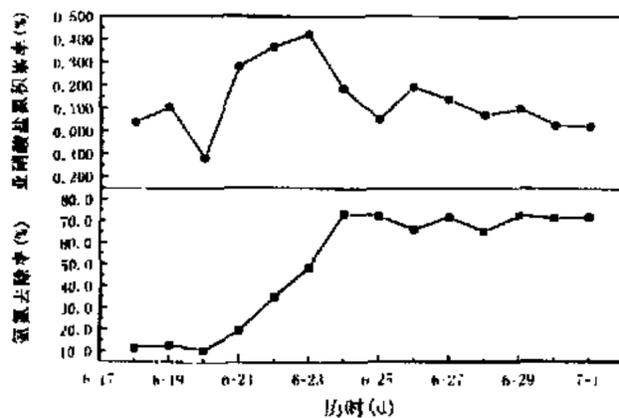


图5 生化槽氨氮和亚硝酸盐氮去除效果的历时变化

由图4可见,启动初期生化槽氨氮去除量很小,出水与进水亚硝酸盐氮也很接近,6月20日生化槽对亚硝酸盐氮还略有去除,但随着氨氮去除量的增大,亚硝酸盐氮增量也变大,6月23日亚硝酸盐氮增量升至最高,随后由于氨氮去除量突然下降(此时进水氨氮为1.08mg/L),亚硝酸盐氮增量随之突降。此后,随着氨氮去除量趋于稳定,亚硝酸盐氮增量逐渐趋于0。由此可见,生化槽启动过程填料上亚硝酸盐细菌成熟的过程也是硝酸盐细菌成熟的过程,即硝化体系中只有当氨氮转化为亚硝酸盐氮的过程趋于稳定时,亚硝酸盐氮转化为硝酸盐氮的过程才会趋于稳定。故生化槽形成稳定的氨氮去除效果是启动过程完成的主要标志。

同样,由图5可见,生化槽运行的最初几天即有约10%的氨氮去除率,这可能与水源水经沉淀槽预处理后的出水中硝化细菌数量有所增加有关,此后几天生

化槽对氨氮的去除率很快上升至约70%,并且随后氨氮去除效果趋于稳定。而启动过程中生化槽亚硝酸盐氮的积累率($\Delta[\text{NO}_2^- - \text{N}] / \{-\Delta[\text{NH}_4^+ - \text{N}]\}$)总体上经历了由小到大、再减小、最后趋于0的过程。由此可见,生化槽氨氮去除效果趋于稳定的过程是亚硝酸盐细菌和硝酸盐细菌在生长速率和转化能力上趋于稳定的过程,同时也说明通过人工曝气为生化槽供氧并提供槽内良好的传质效果是启动过程顺利完成的必要条件。

4 结论

综合无曝气和曝气条件下工艺系统启动过程的硝化性能,可以得到:

4.1 在无曝气条件下和曝气条件下,系统启动中填料上硝酸盐细菌的生长均依赖于亚硝酸盐细菌转化氨氮为亚硝酸盐氮的过程,亚硝酸盐细菌成熟的过程也是硝酸盐细菌成熟的过程。

4.2 启动过程氨氮去除效果趋于稳定既是指硝化细菌数量上的稳定化也是指亚硝酸盐细菌和硝酸盐细菌在生长速率和转化能力上的稳定化。处理系统形成稳定的氨氮去除效果是启动过程完成的主要标志。

4.3 人工曝气条件下充足的供氧和良好的传质效果是保证硝化细菌在填料上稳定生长,处理系统顺利完成启动过程的必要条件。

5 参考文献

- 1 吉村满弘,金井弘. 大野城市における生物処理の实用規模実験. 用水と廃水,1983,25(8):19~25.
- 2 Takasaki M., Kim H., Sato A., Okada M. and Sudo R. The submerged biofilm process as a pre-treatment for polluted raw water for tap water supply. Water Science and Technology,1990, 22(1/2):137~148.
- 3 胡江泳,方振东,王占生. 低温低浊微污染水源水的生物净化技术研究. 环境科学,1996,17(1):54~56.
- 4 梅翔,陈洪斌,高廷耀. 水源水生物处理工艺中两种曝气方式的初步比较. 上海环境科学,1999,18(6):283~285.
- 5 肖羽堂,许建华. 姚江饮用水源生化工艺除污染总结. 中国给水排水,1998,14(2):8~10.

更正:本刊2000年第6期封三版环保型饰材品牌名录中,“百姓高级乳胶漆”中的“姓”应为“信”,即“百信高级乳胶漆”,特此更正。