

污水处理厂生物泡沫的影响与控制

雒满意

(福州市祥坂污水处理厂, 福州 350002)

摘要: 生物泡沫对污水处理厂的运行和出水水质都会产生不良影响。研究了由乙酸钙不动杆菌产生的生物泡沫的生物相特性和温度、pH 值、溶解氧、泥龄这些环境因子变化对微生物的影响, 通过改变环境因子可预防生物泡沫的产生。并介绍了福州市祥坂污水处理厂由乙酸钙不动杆菌引起的生物泡沫的处理方法。生产运行证明, 控制生物泡沫除了常用的物理和化学方法之外, 改变工艺运行方式也是非常有效的措施。

关键词: 生物泡沫; 乙酸钙不动杆菌; 控制对策

中图分类号: X505 文献标识码: B 文章编号: 1009-2455(2005)05-0056-03

活性污泥工艺是目前污水处理厂应用最广泛的生物处理方法, 多数采用活性污泥法的污水处理厂经常受到生物泡沫的困扰, 这些生物泡沫集中于生物曝气池, 有时也会漂浮至二沉池, 对污水处理厂的运行和出水水质产生不良影响^[1]。福州市祥坂污水处理厂在 2002 年至 2004 年就不断地发生过由乙酸钙不动杆菌引起的生物泡沫。本文介绍了该生物泡沫发生时的处理方法。

1 生物泡沫的产生

福州市祥坂污水处理厂设计规模为日处理污水 5×10^4 t, 采用单级前置反硝化 A/O 工艺, 进水水质设计 $\rho(\text{BOD}_5) = 200 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{SS}) = 250 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{NH}_3\text{-N}) = 40 \text{ mg/L}$ 。工艺运行流程见图 1。

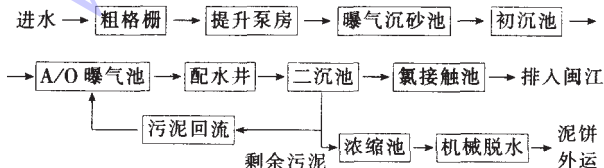


图 1 工艺运行流程

祥坂污水厂自 1997 年运行以来, 进厂污水以

表 1 祥坂污水处理厂历年进水水质平均值

年份	$\rho(\text{BOD}_5)/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{COD}_\text{Cr})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{SS})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH 值	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{TP})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
1998	61.6	113.9	123.7	7.24	15.3	2.8
1999	42.6	111.7	105.0	7.24	9.9	2.7
2000	56.0	154.0	123.0	7.18	12.2	3.0
2001	68.5	173.9	148.0	7.23	15.0	2.9
2002	81.7	209.7	161.4	7.10	21.7	2.9
2003	78.4	182.4	126.6	7.03	20.6	2.5
2004	54.0	131.2	111.8	7.10	21.4	2.3

基本平稳, 无太大波动, 处理效果良好, 出水指标均达到国家一级排放标准。2002 年 4 月, 味精厂技改期间大量的高浓度的酸性废水未经处理进入该厂: $\rho(\text{BOD}_5) = 1\,000 \sim 8\,500 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{COD}_\text{Cr}) = 3\,000 \sim 13\,000 \text{ mg/L}$, $\text{pH} = 3 \sim 5$, 引起进厂水质发生变化: $\rho(\text{BOD}_5) = 80 \sim 160 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{COD}_\text{Cr}) = 300 \sim 450 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{SS}) = 180 \sim 310 \text{ mg/L}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ 与 TP 变化不大, $\text{pH} = 5 \sim 6$ 。曝气池开始出现深褐色泡沫, 其粘性大, 不易破碎, 严重时泡沫将整个池面覆盖, 厚达 0.5 m。镜检观察到极少的丝状菌, 但没有诺卡氏菌。生物泡沫产生时: 出水 pH 值明显降低, 一般为 4 ~ 5, 正常情况下为 6 ~ 8,



量为 $7\,000 \sim 14\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ，溶解氧仍低至 1 mg/L 左右；活性污泥出现解絮，MLSS 由 $3\,000 \sim 5\,000 \text{ mg/L}$ 降低至 $1\,000 \sim 3\,000 \text{ mg/L}$ ，SV%降低且泥水界面不清晰，SVI 变化不大，污泥负荷升高至 $0.3 \sim 0.5 \text{ kg}[\text{BOD}_5]/(\text{kg}[\text{MLSS}] \cdot \text{d})$ 。由于溶解氧的不足，含硫有机物分解释放出 H_2S ，因此曝气池、二沉池上都有很重的 H_2S 气味。

根据祥坂污水厂 2002 ~ 2004 年运行经验，通常在 2 种情况下最容易产生生物泡沫：一是与进水水质有关，当进水 BOD_5 ， COD_Cr 高于正常值的 2 倍左右、pH 值在 5.5 左右；二是与季节有关，4 ~ 5 月份和 9 ~ 10 月份，福州水温多处 28°C 上下。

2 泡沫的生物相特性

将祥坂污水厂生物曝气池的生物泡沫通过平板培养试验，确定优势菌群，再经过斜面纯化培养，最终确定了一种产生泡沫的优势菌，经鉴定为乙酸钙不动杆菌。并对其进行了污水处理因子影响试验。

2.1 乙酸钙不动杆菌特性

该菌为近球状，无芽孢，无鞭毛，无动力，兼性好养，革兰氏染色阴性（诺卡氏菌则丝体短、分支、不运动、看不到横隔和缩缢、无鞘、革兰氏染色阳性）^[2]。该菌群主要存在于泡沫中，其次是污泥、水中。

2.2 温度影响

该菌群在 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 均可生长，最适宜的温度为 28°C 。当温度升至 $85 \sim 90^\circ\text{C}$ 时对细菌有损伤，大于 95°C 时 10 min 内可致死。说明该菌群在污水中对温度的适应性较强。该厂水温常年在 $15 \sim 31^\circ\text{C}$ ，春秋季节多处 28°C 上下，最适宜该菌群生长。

2.3 pH 影响

该菌群在 pH 值为 $3 \sim 12$ 均能生长，但 pH 值为 $7 \sim 10$ 时生长较好，最佳是 pH 值为 10。

2.4 溶解氧影响

通过试验发现，该菌群对溶解氧的适应范围是很广的，它是一种兼性菌。

3.1 温度

废水好氧生物处理中活性污泥是一个由多种细菌组成的混杂的群体。由于各种细菌的适宜生长温度范围都不一致，因此在水温随季节缓慢变化时，存在着一个天然的驯化或淘汰的过程，与变化的水温相适宜的细菌逐渐繁殖并不断增多^[2]。据该厂运行资料记载，污水温度一般为 $15 \sim 31^\circ\text{C}$ ，春秋季节多处于 28°C 上下，最有利于乙酸钙不动杆菌的生长，事实也是如此，祥坂污水处理厂的生物泡沫多产生于 4 ~ 5 月份和 9 ~ 10 月份，即春夏和秋冬季节变换时期。

3.2 pH 值

在脱氮除磷工艺中硝化细菌为主导菌，硝化细菌对 pH 值的反应很敏感，在 pH 值为 $8 \sim 9$ 时，生物活性最强，当 pH 值小于 6.0 或者大于 9.6 时，硝化细菌的活性将受到抑制，pH 值小于 7.0 时硝化速率明显下降，pH 值小于 5.5 时，硝化细菌的活性极弱^[2]。但乙酸钙不动杆菌在 pH 值为 $3 \sim 12$ 均能生长，因此 pH 值的变化也是乙酸钙不动杆菌生长繁殖的重要因素。应采取措施保持 pH 值在 $6 \sim 9$ ，用硝化菌的生长繁殖来抑制乙酸钙不动杆菌的生长。

3.3 溶解氧

脱氮除磷工艺摄取氧的主要是硝化细菌，而硝化细菌为专性的好氧菌，若曝气池中混合液溶解氧不足，硝化细菌生长受到抑制，促使适合低溶解氧生长的乙酸钙不动杆菌的优势生长，从而产生生物泡沫。

3.4 泥龄

一个污水处理厂最佳的泥龄应该从系统的运行过程各项出水指标的统计数据中得出，常规的好氧处理工艺泥龄一般应在 $5 \sim 15 \text{ d}$ ，低温时可适当延长^[3]。泥龄的控制与排泥有关，排泥不及时就会增大泥龄，使污泥老化。而排泥过量，会使污泥泥龄变短，污泥的耗氧速率及呼吸速率提高，曝气池中溶解氧值降低，这些都不利于硝化菌的正常生长，



4.1 喷水

这是一种最常用的物理方法,通过水流喷洒可以打碎水面的气泡,来减少泡沫,但只能减少泡沫的体积,却无法消除产生泡沫的细菌。

4.2 人工捞取

由于乙酸钙不动杆菌主要存在于泡沫中,捞取浮于水面的浮渣、泡沫,会去除部分泡沫菌,但相当费时费力,不能治本。

4.3 药物杀菌

药物杀菌在非常必要时才考虑的,药物杀菌通常采用强氧化性的杀菌剂,如:氯、臭氧、次氯酸盐和过氧化物等。这些广泛应用的杀菌剂普遍存在着副作用,因为过量投加或位置不当,都会大量杀伤正常生长的菌胶团^[1]。我们曾试验发现:NaClO 中有效氯为 MLSS 的 0.08%~2.6% 时有杀灭乙酸钙不动杆菌等多种泡沫菌的作用,但对活性污泥中的硝化细菌等多种菌胶团菌仅有抑制作用,而无杀灭作用。

药物投放点有 2 个位置可以考虑:

① 在 A/O 曝气池的前段投药,这样才能充分利用 NaClO 杀死乙酸钙不动杆菌,但也带来对生化优势菌的抑制,影响生物降解能力。

② 在 A/O 曝气池的出口(或配水井)投药,这样也可以起到杀死乙酸钙不动杆菌的作用,而且优势菌被抑制的过程是在二沉池中度过,不影响 A/O 曝气池中优势菌的生物降解能力,但对乙酸钙不动杆菌的杀灭效果会差些。

4.4 改变工艺运行方式

由乙酸钙不动杆菌产生的生物泡沫与环境变化有关,改变运行方式使生存环境发生变化来控制生物泡沫,实践证明效果显著。

祥坂污水处理厂的 A/O 曝气池共有 2 组,将一组 A/O 曝气池的混合液全部排空,进行彻底清洗,再进入新鲜的污水培养活性污泥,同时二沉

池外排大量污泥,这样可以降低污泥负荷,也能去除大量的乙酸钙不动杆菌群,改变曝气池混合液生物菌群的生长环境,破坏乙酸钙不动杆菌的最佳生长状态,遏制其生长繁殖。

停止一组 A/O 曝气池的进水,使所有污水进入另一组 A/O 池,降低水力停留时间,提高生物处理系统的有机负荷,同时加强二沉池排泥量的调节,提高供氧量。这样对乙酸钙不动杆菌的生长环境起到冲击作用,不利于其生长繁殖,从而控制生物泡沫的产生。但是,当生物泡沫得到有效控制后,应立即恢复原运行方式,使生产运行逐渐恢复到正常状态,保证出水达标排放。

5 结束语

由于废水好氧生物处理中活性污泥是一个多种菌群共同生长的群体,当环境因素适宜某种菌群的生长而又同时制约了其他菌群的生长时,它就会迅速繁殖成为主导优势菌。因此预防生物泡沫的产生就是要调节各种因素使之成为有利于生物降解所需的优势菌群的最佳生长环境,不利于乙酸钙不动杆菌等能够产生生物泡沫的菌群。

目前对于乙酸钙不动杆菌产生泡沫的原理还无法解释清楚,有待于进一步研究,希望此文能与有类似问题的同行共同探讨。

参考文献:

- [1] 李探微,彭永臻,陈志根,等.活性污泥法的生物泡沫形成和控制[J].中国给水排水,2001,17(4):73-76.
- [2] 徐亚同,黄民生.废水生物处理的运行管理与异常对策[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 王洪臣,杨向平,涂兆林.城市污水处理厂运行控制与维护管理[M].北京:科学出版社,1997.

作者简介:雒满意(1964-),女,河南武陟人,高级工程师,主要从事污水处理厂运行管理,(电话)0591-83794648(电子信箱)xu.gd@163.com。