

丝状菌在工业废水处理中的控制与有效利用

张瑞¹, 王绪锋¹, 付维国²

(1. 山东凯赛生物公司, 济宁 272073; 2. 山东环境保护研究设计院, 山东 济南 250012)

摘要:任何活性污泥系统中都存在着丝状菌, 在丝状菌与菌胶团细菌平衡生长时, 不会发生膨胀污泥问题, 只有当丝状菌生长超过菌胶团细菌时, 就会出现污泥膨胀问题。丝状菌在工业废水中的有效控制与利用尤为重要。

关键词:CASS工艺; 丝状菌; 菌胶团; 污泥指数

The control and effective utilization of filamentous bacteria in industrial waste water treatment

Zhang Rui¹, Wang Xu-feng¹, Fu Wei-guo²

(1. Shang Dong Cathay Biotechnology Co. Ltd, Jining 272073;

2. Shandong Institute of Science on Environmental Protection, Jinan Shandong 250012)

Abstract: Filamentous bacteria exists in every activated sludge system, the problem of sludge bulking will happen only when filamentous bacteria grows over than zoogloea, the above-mentioned problem will not occur when filamentous bacteria and zoogloea equally grow. The effective control and utilization of filamentous bacteria play an important part in industrial waste water treatment.

Key words: Cyclic Activated Sludge System process (CASS process); filamentous bacteria, zoogloea, SVI

在污水的活性污泥生化处理中, 活性污泥中的细菌在有机物的降解、水体净化中起着最为重要的作用。通常细菌分为两大类, 一是丝状细菌, 二是菌胶团细菌。在活性污泥絮凝体中丝状菌形成网架结构, 菌胶团细菌附在其上形成一个共生关系的微生物生态体系, 当菌胶团细菌与丝状细菌保持一个适当的比例平衡生长时, 所形成的污泥絮体较大且密实, 易于沉淀, 当丝状菌的生长超过菌胶团细菌时, 便会出现污泥膨胀。

根据 Chudoba 的选择理论在完全混合曝气池前加一生物选择器(即小池), 在选择器内利用菌胶团细菌与丝状菌在某一环境中不同的生长速率

进行环境调控, 选择性培养和发展菌胶团细菌, 使其成为曝气池中的优势菌。环境调控的出发点, 就是使曝气池中的生态环境, 有利于选择性地发展菌胶团细菌, 应用生物竞争的机制抑制丝状菌的过度生长和繁殖, 从而控制污泥膨胀的发生和发展。

这种方法不是不要丝状菌, 也不是杀死丝状菌, 而是将丝状菌控制在一个合理的范围之内, 利用丝状菌的特性, 净化污水, 稳定处理工艺。改变过去利用投加有机或无机混凝剂或助凝剂促使活性污泥沉降, 或采用杀生剂杀死丝状菌控制污泥膨胀的方法, 因为这种治标不治本的方法不仅不

能彻底解决污泥膨胀,而且还会带来出水水质恶化的不良后果。这就需要在管理污水处理生产过程中要认真研究丝状菌的有效控制方法,防止污泥膨胀和其在工业污水中的有效利用。

山东凯赛生物高科技有限公司主要生产以石蜡为原料的高分子二元酸(C₁₃、C₁₄),公司污水处理站处理的废水包括经烷烃发酵和提取过程中产生的工业废水和部分生活污水,处理工艺采用的是连续活性污泥系统 CASS。运行一年以来先后出现了两次污泥膨胀,我们根据污水水质水量的变动情况,参考国内外最新污泥膨胀控制理论,合理调整运行参数,对活性污泥进行微环境调控,在不影响排水效果的情况下对两次不同起因的污泥膨胀进行了成功的控制。

1 低溶解氧低负荷引起的污泥膨胀的控制

2003年3月初公司污水处理开始调试运行,同年4月底 CASS 系统调试成功,各项运行参数基本满足设计要求,排水达到 GB8978-96 规定的二级排放标准,相关的参数如下表所示。

指标类型	指标值
污泥浓度	3500 mg/L
进水量(一个周期)	700 m ³
进水 COD	4000 mg/L
排水 COD	140 mg/L
排水 SS(悬浮物)	127 mg/L
曝气时间(一个周期)	9h
DO(溶解氧)	3.2~7.5 mg/L
SLR(污泥负荷、F/M)	0.18 kgBOD ₅ /kgMLSS·d
VLR(容积负荷)	0.63 kgBOD ₅ /m ³ ·d
SVI(污泥指数)	45~108ml/g

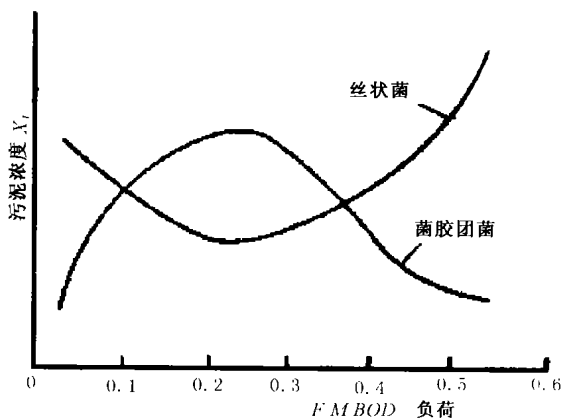
连续运行4个月后,从8月下旬开始,由于公司生产设备部分检修,污水水量减少,特别是生产工艺的调整,污水 COD 比以前有所降低,SLR(污泥负荷)由 0.18 kgBOD₅/kgMLSS·d 降至 0.05 kgBOD₅/kgMLSS·d。8月26日起我们将曝气时间从9小时降到4小时,这时 CASS 池排水仍然达标,污泥沉降性能也较好,只是通过显微镜镜检发现污泥絮凝体有所减小,但是9月21日至9月25日 CASS 污泥指数 SVI 突然上升至 150~230 ml/g。我们通过显微镜镜检发现活性污泥絮凝体相对较小,仅为正常运行时的三分之一大小。活性污泥絮凝体内丝状菌大量生长,并超出了絮体

的界限,伸展进入到主体溶液中。

丝状菌菌丝非常长,一般长 500~1000μm,不运动,不分枝,丝体稍弯的多细胞丝状体。细胞形态多变,从盘状(长 0.4~0.7μm,直径 1.8~2.2μm)到长柱状(长 2.0~3.0μm,直径 0.6~0.8μm),无鞘,放射状生长,不常见附着生长物,细胞中时有小硫粒,这比较符合 Eikelbomm021N 型菌的特征。

在这种情况下,我们没有采取以往的简单加氯杀死丝状菌的做法,而是尽可能利用丝状菌之间的骨干架桥作用,形成较为有效的菌胶团,实现污泥再生。针对丝状菌干扰絮体间的接近,妨碍絮体的沉淀和压实,首先调整了 CASS 的静沉时间,静沉由原来的1小时延长到2~3小时,保证 CASS 池出水时不带活性污泥,达标排放。其后又采取了如下措施:

(1)缩短 CASS 污泥龄,使污泥浓度降低,MLSS 值维持在 2000 mg/L 左右,使 SLR(污泥负荷、F/M)控制在 0.2 kgBOD₅/kgMLSS·d 左右。因为根据基质限制动力学模型曲线(如下图),将 SLR(污泥负荷)控制在此指标下运行时菌胶团细菌的生长速率最大,而丝状菌的生长速率最小。



F/M 与两种菌竞争生长的关系

Relationship between F/M and competitive growth of two bacteria

(2)由连续进水改为阶段进水,加大进水量,并增大了污泥回流量,使 CASS 第一区(相当于一个生物选择器)的水力停留时间控制在 20 分钟左右。

这一调整是基于 Van Niekerk 与 Lee 等人所做的选择器作用模拟实验结果:在中等负荷下活性污泥在生物选择器内的停留时间是有限的,实验和大量实际活性污泥系统的观察表明,水力

停留时间在 20 分钟左右时效果最好,时间太长或太短都会导致污泥膨胀。

当水力停留时间太短时,CASS 进水中溶解性基质会泄露到主曝气池中,在其中丝状菌具有高的基质亲和力和低的内源代谢率,促使丝状菌充分生长;水力停留时间太长时,这时所设计的生物选择器的容积会过大,进水中的溶解性基质被稀释到很低浓度,菌胶团细菌由于低的基质亲和力,使得其不能保持最大利用率,在与丝状菌的竞争中会处于劣势,从而导致污泥膨胀。

(3)将单周期的曝气时间提高到 8 小时以解决曝气池溶解氧不足。以上措施于 2003 年 10 月初逐步实施,通过显微镜镜检发现活性污泥絮凝体逐渐增大,菌胶团细菌数量逐渐变多,丝状菌菌丝逐渐变短和变少,到 11 月初活性污泥的污泥指数恢复到以前的水平,污泥膨胀得到控制。

2 N 源不足引起的污泥膨胀的控制

2004 年 5 月份我们通过显微镜镜检发现活性污泥絮凝体中的菌胶团体积有减小的趋势,丝状菌生长过快,菌胶团细菌减少,这是发生污泥膨胀的前兆。

我们及时对整个运行系统的各项参数进行分析,发现进水的氨氮含量不足,通过向 CASS 池投加尿素提高氮源,使丝状菌和菌胶团细菌维持在一个

相对稳定的环境,有效地防止了污泥膨胀的发生。

3 出水悬浮物含量高的控制

2004 年 3 月初,取样检测 CASS 出水悬浮物(SS)超出标准达到 180mg/L,其它水质参数和 CASS 运行参数均正常,污泥指数为 128 ml/g。

我们通过显微镜镜检发现活性污泥絮凝体的平均直径为 210 μ m,比以前有所减小,在活性污泥絮凝体内的丝状菌的数量和菌丝长度都变小了。由于作为污泥絮凝体骨架起固定作用的丝状菌减少了,所以活性污泥絮凝体的强度就降低了,在混合曝气时,抗剪能力不如以前,絮体中的部分附着物被空气吹散,造成出水混浊,悬浮物含量高。

我们延长污泥龄,提高了污泥浓度,减小了污泥负荷,使活性污泥絮凝体中的丝状菌数量适当增加,调整 1 周后,活性污泥絮凝体的平均直径达到 415 μ m,出水悬浮物 SS 达到 126 mg/L。

大量的运转资料表明,活性污泥中丝状菌含量太高、太低,在实际水处理运行效果都不理想,前者导致清澈的出水,但污泥沉降性能差;后者沉降性能好,但出水悬浮物较高。所以工业污水处理管理过程中,对活性污泥中的丝状菌进行适当的控制对于形成大直径沉降性能良好的污泥,提高污泥对有机物的降解效率,保持出水的清澈,稳定水处理系统的运行是非常有益的。

(上接 68 页)

既具有专用集成电路的速度,又具有很高的灵活性。C40 内部结构的主要优势是:所有指令的执行时间都是单周期,指令采用流水线,内部的数据、地址、指令及 DMA 总线分开,有较多的寄存器。这些特征使它有较高的处理速度。FPGA 具有硬件的高速性,而 C40 具有软件的灵活性,从器件上考察,能够满足处理复杂算法的要求。同时,C40 的 6 个通信口和 6 个 DMA 通道使其能够在不被中断的情况下比较从容地应付与外界大量的数据交换。

从 PU 内部互连来看,C40 使用了专用的通信口完成与 FPGA 的互连,能够保证在任何情况下 FPGA 与 C40 的数据通道的畅通。另外,FPGA 和 C40 各自都有输入端口,使得系统的处理结构多样化。比如,FPGA 可以作为处理流程中的一个模块,独立完成某项功能,也可以作为 C40 的协处理器,通过 C40 的调用来完成特定的子函数。底板将互连性延伸到 PU 之间,使得多

个电路板能够组成多处理机系统。前级的 C40 既可以与下一级的 C40 通信,也可以将数据发送到下一级的 FPGA。

5 结论

综上所述,本文提出的基于 DSP+FPGA 的线性流水阵列结构,为设计中如何处理软硬件的关系提供了一个较好的解决方案。同时,该系统具有灵活的处理结构,对不同结构的算法都有较强的适应能力,尤其适合实时信号处理任务。

参考文献

- [1] 来晓岚、赵佳明、卢焕章. DSP+FPGA 实时信号处理系统[J]. 电子技术应用, 2002. 7
- [2] 王爱英主编. 计算机组成与结构(第三版)[M]. 清华大学出版社
- [3] (美)Uwe Meyer-Baese 著,刘凌、胡永生译. 数字信号处理的 FPGA 实现[M]. 清华大学出版社出版
- [4] 胡广书. 数字信号处理—理论、算法与实现[M]. 清华大学出版社
- [5] 朱铭浩、赵勇、甘泉. DSP 应用系统设计[M]. 电子工业出版社