

ICEAS反应器处理城市污水最优工况

张立秋^{1,2}, 张可方², 李淑更^{1,3}, 吴学伟²

(1. 华南理工大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510641; 2. 广州大学土木工程学院, 广东 广州 510006;

3. 广州大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510006)

摘要:对 ICEAS 工艺的最优工况的确定进行了研究, 结果表明, ICEAS 采用连续进水时, 最优工况为曝气 2.5h, 沉淀 1h, 排水 1h; 曝气过程中保持 DO 在 3mg/L 左右, 沉淀 30 min 后开始排泥, 排泥 0.5h 结束, 一周期为 4.5h。在此运行工况下, ICEAS 反应器既能去除有机物, 又能达到脱氮除磷的效果。

关键词: ICEAS 工艺; 污水处理; 最优工况

中图分类号: X703.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2006)05-0058-03

间歇式延时循环曝气系统(ICEAS)工艺是一种连续进水的改良型 SBR 工艺, 运用连续进水和周期性排水原理, 生物氧化作用, 硝化和反硝化作用, 除磷, 固液分离等都在一个反应池中进行。ICEAS 工艺由反应、沉淀和滗水 3 个阶段组成, 其反应器由进水端的预反应区和主反应区组成, 运行方式为连续进水(沉淀期和排水期仍保持进水), 间歇排水, 没有明显的反应阶段和闲置阶段。由于 ICEAS 连续进水, 运行操作的复杂性降低, 故适用于较大规模的污水处理。

本文所研究内容为 ICEAS 工艺处理城市污水最佳工艺参数的确定, 目的是在满足出水水质要求(COD 60 mg/L; BOD₅ 20 mg/L; NH₄⁺-N 8 mg/L), 保证剩余污泥稳定的前提下, 尽量缩短水力停留时间(曝气时间与沉淀时间)及确定最优曝气量, 以降低处理系统的基建费用和运行费用。

1 试验装置与方法

1.1 试验装置

本试验装置及工艺流程如图 1 所示。

反应器用有机玻璃制作, 有效容积为 42.8 L, 好氧时主反应区采用微孔管曝气, 预反应区采用穿孔管曝气。

1.2 试验水样

在试验中, 主要采用配水, 尽可能使其和实际生

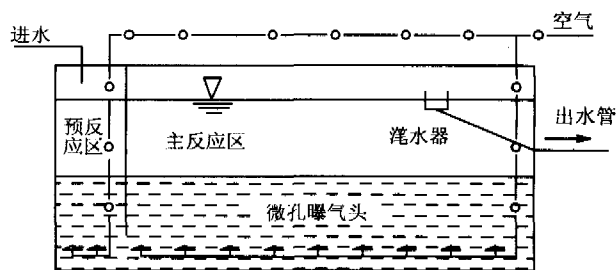


图1 ICEAS工艺流程及反应装置图

Fig. 1 Technical flow chart and reaction equipment of ICEAS

活污水成分相近。配水主要成分: 啤酒、磷酸盐、氨盐及其它营养盐等。试验水质见表 1。试验过程中的水温为常温, 在 25℃ 左右。

表 1 试验用水水质 (mg/L)

项 目	范 围
COD	86.2~264.2
BOD ₅	48.1~135.3
TN	18.5~27.2
TP	2.6~6.85
NH ₄ ⁺ -N	17.0~25.6
NO ₃ ⁻ -N	0.28~1.87
NO ₂ ⁻ -N	未检出

1.3 试验运行方式及监测方法

试验运行开始, 从广州市大坦沙污水厂取污泥进行培养, 20 d 后开始试运行, 试运行一周后正式运行。试验运行方式为连续进水, 采取曝气 - 沉淀 - 滗水的运行方式。

收稿日期: 2005-06-21

基金项目: 广州市教育局资助科研项目 (01-24)

作者简介: 张立秋 (1978-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为水污染控制; 联系电话: 13128235252; E-mail: zllqiu@163.com。

试验监测分析方法采用国家环保局编制的水和废水监测分析方法^[1]。

2 最优曝气时间及曝气量

2.1 预反应区曝气量的确定

ICEAS 反应器和传统的 SBR 反应器相比,最大的特点是进水端增加了一个预反应区,把 ICEAS 反应器分为两个反应区:预反应区和主反应区。主反应区是污水的主要反应区域,预反应区兼具生物选择器的作用,使活性污泥在选择器中处于高负荷的快速基质积累阶段,有利于絮凝性细菌的生长,使 ICEAS 同样保持 SBR 不易发生污泥膨胀的优点。试验发现,生物选择区采用限制性曝气可以取得较好的实验结果,一般控制生物选择区 $DO \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 。这样,一方面可使部分难降解的有机物在缺氧状态下转化为易降解的物质,提高污染物的去除率;另一方面可有效防止污泥膨胀。据有关资料介绍^[2]:在缺氧条件下(有硝态氮,没有溶解氧),菌胶团细菌可以利用硝酸盐作为最终电子受体,实现有机物的吸收、储存和降解利用,而丝状菌则缺乏这种能力。从而在选择器中菌胶团细菌占优势,抑制了丝状菌生长。所以在预反应区曝气采用穿孔管曝气,并限制 $DO \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 。

预反应区曝气时间和主反应区的曝气时间一致。

2.2 主反应区曝气时间及曝气量

要得到最优的曝气时间和曝气量,必须首先研究有机物的去除与曝气过程的关系,即研究有机物的降解规律。试验中采用连续进水,滌水结束后再开始曝气的方式。连续监测了从曝气开始到曝气结束过程中 COD 和 DO 的变化情况,具体见图 2 所示。

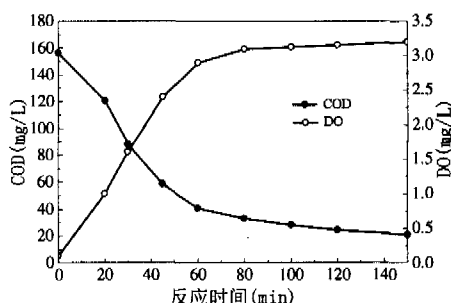


图2 COD、DO变化曲线

Fig.2 Changing curve of COD and DO

需要指出的是在曝气开始时,COD 的浓度为 156.5 mg/L ,并不是进水浓度 195.6 mg/L ,出现这一现象的主要原因是:预反应区基本上处于缺氧状态,污

水源源不断进入预反应区,首先被该区的混合液稀释,混合液的 COD 越低,稀释作用就越大。同时,混合液中剩余的大量硝态氮在这段厌氧或缺氧条件下要进行反硝化消耗碳源,故反硝化作用越强,该区内有机物降解的就越多。另外,活性污泥本身具有的吸附和凝聚作用也会使水中悬浮和胶体性的有机物大量降低。原水中悬浮和胶体性有机物越多,这种作用就越强。污水在预反应区有近 20% 的 COD 被去除。所以在曝气开始时主反应区内的 COD 低于进水 COD 值。

由图 2 可以看出,在曝气开始时,DO 为 0.1 mg/L ,随着曝气时间的延长,DO 在 45min 内迅速增长至 2.4 mg/L ,为有机物的氧化降解提供了足够的溶解氧,有机物也在此期间内大量降解,此后的降解速度降低。由于在曝气充氧阶段,不仅有有机物要降解,消化细菌还要把有机氮转化为氨氮,继而转化为亚硝酸氮和硝酸盐氮,除磷菌也要大量的“吸磷”,所以要继续曝气。

由 COD、DO 变化规律可得出,在曝气 45 min 左右,DO 上升到 2.4 mg/L 左右时,COD 就可达到 60 mg/L 以下。在曝气 60 min 后,COD 的降解幅度已很小,曲线趋于平稳。单纯从降解有机物的角度看,曝气时间可以缩短,但由于脱氮除磷的需要,要相应的延长曝气时间。 NH_4^+-N 的降解不同于有机物,它的降解速度低于有机物,所需反应时间要长,氨氮需要在曝气 120~150min 左右出水才能达到排放标准 (8 mg/L 以下)。

从以上两个方面考虑,为使硝化反应进行得更彻底,以 NH_4^+-N 出水指标低于 8 mg/L 为基准,最优曝气时间不低于 150min。

最优曝气量的确定要根据去除有机物、氨氮的指标来控制。曝气量的控制是以 DO 浓度来体现的。去除有机物的 DO 浓度,在 2h 曝气时间里,DO 浓度达到并保持在 2 mg/L 左右,有机物去除就可以达到要求。去除氨氮的 DO 浓度,曝气 45min 时达到 2.0 mg/L 以上,60min 时达到 3.0 mg/L 左右,并一直保持到曝气结束,氨氮的去除效果较好,出水浓度低于 8.0 mg/L 。

为了保证氨氮的出水效果,反应装置中 DO 浓度应在曝气 60min 时达到 3 mg/L 左右,并一直保持到曝气结束。

3 最优沉淀时间及排水时间的确定

对于 ICEAS 处理系统,由于反应是在一个装置

中进行,沉淀时间的确定显得更为重要。沉淀时间过短,水中悬浮物过高,影响出水水质;另外,系统要具有脱氮除磷功能,就必须保证系统中厌氧和好氧的交替进行,因为 ICEAS 在前期只有曝气阶段,没有提供单独的厌氧阶段,所以在沉淀时间的确定上,要相应的延长沉淀时间,使反应器中的污泥层能够出现缺氧和厌氧的时段,为反硝化和除磷菌的释磷提供条件,实验表明,沉淀 15min 之后,污泥进入厌氧阶段。若沉淀时间太长,释磷菌释放的磷将穿过污泥层,重新回到污水中,降低除磷效果。

实验结果还表明经过 20min 的沉淀,就基本完成了沉淀过程;沉淀 30 min 后,水中的 SS 浓度基本不再进一步降低了,泥水界面变化也很小。在不同的工况运行时,即使曝气时间不一样,重复上述试验,都得到了基本相同的结果。所以在沉淀 30min 后,开始排泥,这主要是为了排除含磷高的污泥,达到除磷的目的。排泥在 30min 内结束。

鉴于以上考虑,最优沉淀时间定为 1h。此时,泥水已经完全分离,并且污泥层已经进入厌氧阶段,实现了好氧和厌氧的交替。

由于 ICEAS 反应器为连续进水,因此在排水时为了保证水质,不能瞬时排水,而是用滗水器将沉淀后的上清液一层层较均匀地从 ICEAS 反应器内滗走,确保出水水质。排水时间为 1h。

4 实际污水在最优工况的试验及效果

在上述试验得出的最优工况(曝气 2.5h,沉淀 1h,排水 1h,沉淀 30min 后开始排泥,排泥 0.5h 结束)下,进行实际污水试验,并与传统 SBR 工艺进行对比,经过多个周期的对比试验,结果表明,在

COD 和 BOD 的去除方面,ICEAS 工艺要略优于 SBR 工艺;而对于 TN、TP 和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 而言,ICEAS 工艺的去除效果要比传统 SBR 好得多,去除率分别高出 9.4%、6.7%和 23.49%。通过以上数据分析可以看出,同样的运行工艺和曝气量下,ICEAS 具有更好的出水效果,且其耐冲击负荷性强。

5 结 论

在预反应区曝气采用穿孔管曝气,并限制 $\text{DO} \leq 0.5 \text{ mg/L}$ 。在主反应区,DO 浓度应在曝气的 1h 后达到 3.0mg/L,并一直保持到曝气结束。这样可以达到较好的脱氮除磷的效果。

在沉淀阶段,反应器内既要进行泥水分离,又要为反硝化提供厌氧环境,为了使反硝化进行较彻底,沉淀时间定为 1h。为防止在沉淀阶段释磷菌释放的磷穿过污泥层,重新回到污水中,降低除磷效果,在沉淀 30min 后开始排泥。

ICEAS 的运行周期为 4.5h,其中曝气 2.5 h,沉淀 1h,排水 1h,沉淀 30min 后开始排泥,排泥 0.5 h 结束。

在试验确定的最优工况下采用实际污水进行试验,并与传统 SBR 工艺进行对比,结果表明 ICEAS 的处理效果要优于传统的 SBR 工艺。

参考文献:

- [1] 国家环保局.水和废水监测分析方法(第三版)[M].北京:中国环境科学出版社,1997.
- [2] 郑兴灿.“九五”国家重点科技攻关成果给水和废水处理技术丛书:污水除磷脱氮技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.

OPTIMIZATION OF WORKING CONDITIONS FOR MUNICIPAL SEWAGE TREATMENT BY ICEAS REACTOR

Zhang Li-qiu^{1,2}, Zhang Ke-fang², Li Shu-geng^{1,3}, Wu Xue-wei²

(1.School of Environmental Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;

2.School of Civil Engineering, Guangzhou University, Guangzhou, 510006 China;

3. School of Environmental Science and Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The optimum working conditions of Intermittent Cycle Extended Aeration System (ICEAS) was studied in this paper. The optimum working conditions were determined as follows: the aeration period was 2.5h; deposition time was 1h; drainage time was 1h. During aeration DO should be kept at 3mg/L. Sludge discharging time was 0.5h after deposition for 30min. The whole treating period was 4.5h. Under the working conditions, the organics as well as nitrogen and phosphorus could be removed simultaneously by ICEAS reactor.

Key words: ICEAS method; wastewater treatment; optimum working conditions