

# 前置厌氧池 DAT - IAT 的工艺特性试验\*

张 芳<sup>1</sup>,刘国田<sup>1</sup>,张大群<sup>2</sup>,徐伟锋<sup>1</sup>

(1. 天津城市建设学院市政与环境工程系,天津 300384;

2. 天津市市政工程设计研究院,天津 300051)

**摘要:**试验采用前置厌氧池的 DAT - IAT 工艺方法,以城市污水为处理对象研究工艺的生物降解过程及除磷效果。试验结果表明:该工艺处理城市污水能获得很好的处理效果且工艺稳定性高。IAT 池曝气 4h COD<sub>Cr</sub> 平均去除率可达到 97.6%;氨氮的去除率因受进水氨氮负荷影响使得变化范围较大,从 53.3%到 98.7%,平均去除率在 90%以上;厌氧池的设置使总磷的去除效果尤为突出,平均去除率在 90.0%以上。

**关键词:**DAT - IAT;A/ DAT - IAT;除磷;聚磷菌;厌氧池

**中图分类号:**X703 **文献标识码:**A **文章编号:**1002 - 1264(2003)增 - 0076 - 03

## Performance of DAT - IAT with a Pre - anaerobic Tank

ZHANG Fang<sup>1</sup>,LIU Guo-tian<sup>1</sup>,ZHANG Da-qun<sup>2</sup>,XU Wei-feng<sup>1</sup>

(1. Tianjin Institute of Urban Construction, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute, Tianjin 300051, China)

**Abstract:** By means of setting up an anaerobic tank in front of DAT - IAT, biological degradation performance and phosphorus removal efficiencies are studied with municipal sewage. It is shown that the process can attain better treatment performance and better stability. The average removal efficiency of COD can reach 98.7% after 4 - hour aeration of IAT tank. The ammonia removal efficiency varies with great range from 53.3% to 98.7% as the result of inlet ammonia loading variations and the average removal efficiency is 90%. The total phosphorus removal is particular outstanding through establishing anaerobic reactor and the average efficiency is more than 90%.

**Key words:** DAT - IAT;A/ DAT - IAT;phosphorus removal;phosphate accumulating bacteria; anaerobic tank

DAT - IAT 法是 SBR 工艺继 ICEAS、CASS、CAST、IDEA 法之后不断完善发展起来的一种新工艺,其主体构筑物由需氧池 (Demand Aeration Tank, 简称 DAT) 和间歇曝气池 (Intermittent Aeration Tank, 简称 IAT) 串联组成。一般情况下, DAT 池连续进水,连续曝气,其出水经双层导流墙进入 IAT 池,在此可完成曝气、沉淀、滗水和排出剩余污泥工序<sup>[1]</sup>。

试验以 DAT - IAT 工艺为研究基础,在 DAT - IAT 池进水处设置一厌氧池,使厌氧池与 DAT - IAT 工艺相结合,形成了 A/DAT - IAT 工艺。在厌氧池中进行磷的厌氧释放,在后续的 DAT 和 IAT 池中进行磷的过量吸收,最后污水中的磷通过富含磷的剩余污泥排除到系统外以实现生物除磷的目的。

## 1 试验

### 1.1 试验流程及设备

试验所用反应器尺寸为 1000 mm × 400 mm × 300 mm,取保护高为 30 mm,则反应器的有效

容积为 108 L。整个试验装置见图 1。

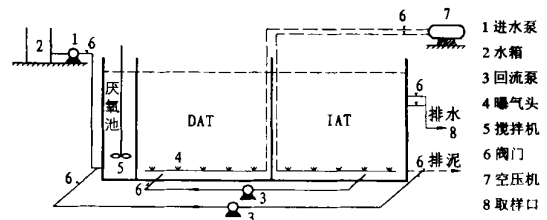


图 1 SBR 实验装置图

### 1.2 试验原水和主要分析方法

试验原水直接取自天津城市建设学院下水道的生活污水,原水水质变化范围见表 1。

表 1 原水水质及变化范围

项目	COD	NH <sub>3</sub> - N	TP	pH
范围	147.7 ~ 601.9	26.0 ~ 79.0	2.71 ~ 12.00	7.04 ~ 7.14
均值	371.9	55.2	6.73	7.07

测验指标及分析方法如下:

COD<sub>Cr</sub>:重铬酸钾法; TP:钼酸铵分光光度法; MLSS:105 烘 2 h 称重; NH<sub>3</sub> - N:纳氏试剂分光

\* 基金项目:天津市重大科技攻关项目  
收稿日期:2002 - 10 - 28

光度法;pH 值:酸度计。

### 1.3 试验方法

取运行良好的天津市纪庄子污水处理厂的回流污泥进行驯化和培养。厌氧池中的搅拌器慢速搅拌为聚磷菌创造所需的生存环境,并定期换水,使污泥有充足的营养。经大约 10 d 的培养后,COD、TP 以及 NH<sub>3</sub> - N 的去除率显著提高且基本稳定不变,可认为污泥的培养驯化已基本成熟,试验进入运行阶段。

## 2 试验结果及分析

### 2.1 A/DAT- IAT 工艺的处理效果

共进行了 5 种工况的运行试验,试验工况及平均处理效果详见表 2。

表 2 各种工况下的处理效果

编号	工况	COD <sub>Cr</sub>			氨氮			TP		
		进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)	进水 (mg/L)	出水 (mg/L)	去除率 (%)
(1,1,1)		255.6	41.8	83.6	35.0	5.9	83.1	3.56	0.43	87.9
(2,1,1)		393.2	50.1	87.3	40.0	4.3	89.3	7.90	0.85	89.2
(2,1,1)		554.0	57.1	89.7	65.5	30.6	53.3	10.0	0.89	91.1
(4,1,1)		551.1	24.7	95.6	38.4	0.5	98.7	11.0	0.48	95.6
(4,1,1)		292.1	24.3	91.7	52.0	3.2	93.8	8.47	0.89	89.5

注:(1,1,1)表示 IAT 池曝气 1h、沉淀 1h、滗水 1h,DAT 池连续曝气。

由表 2 可以看出,A/DAT- IAT 工艺对城市污水的处理效果很好,即使在曝气时间很短的情况下也能取得相当好的处理效果,例如工况 I, IAT 池仅曝气 1 h 就可使出水 COD<sub>Cr</sub> 去除率达 83.6%。对于城市污水处理试验的 5 个工况,除工况 III 外其它各个工况的 COD<sub>Cr</sub> 平均去除率都在 85% 以上;氨氮的平均去除率变化范围较大,从工况 I 的 53.3% 到工况 V 98.7%,主要原因是工况 III 的进水氨氮负荷太高,致使去除率不高,因此为保证氨氮的去除效果,氨氮进水浓度不可太高,总磷的去除效果尤为突出,平均去除率在 87.9% ~ 95.6% 之间。

### 2.2 厌氧池的设置对系统的影响

厌氧池的设置主要是为了有效地增强生物除磷功能,为了探讨 DAT- IAT 工艺特点,研究厌氧池的除磷功能,试验同时对目前的 DAT- IAT 工艺进行了对比。

由图 2 可以清楚的看出,未设厌氧器的 DAT- IAT 工艺的 TP 去除率在 62.8% ~ 77.2% 之间变化,原因是运行过程中 IAT 池通过曝气和非曝气阶段使活性污泥不断地处于好氧/缺氧/厌氧环境,为生物除磷提供了可能,但试验过程中发现去除率很难再进一步提高,笔者认为原因有以下几点:(1)DAT- IAT 属非限制曝气工艺类型,即系统充水的同时也曝气,其厌氧阶段只发生在滗水阶

段的末期,因此持续时间较短,磷不能充分释放,并且受 IAT 池中残留的溶解氧和 NO<sub>x</sub> - N 浓度影响,使除磷效果难以进一步提高;(2)污水中剩余的易生物降解有机物在滗水阶段末期基本上已耗尽,使聚磷菌无合适基质可利用而影响磷的释放程度,从而导致在下一周期好氧时对磷的摄取能力的下降进而影响系统的除磷效果。

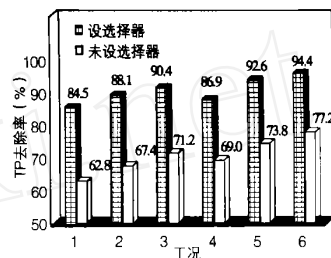


图 2 TP 和去除率对比图

厌氧池的设置一方面为竞争能力很差的聚磷菌创造了专门的厌氧环境<sup>[2]</sup>,消除了 IAT 池滗水末期 DO 和 NO<sub>x</sub> - N 对摄磷的不利影响;另一方面原污水中的碳源首先进入厌氧池,通过快速酶去除机理聚磷菌优先吸附和吸收污水中的易生物降解有机物成为优势菌种。根据 Goronszy 等人的研究,当微生物体内吸附和吸收大量易降解物质而且处在氧化还原电位为 +100 mV 至 -150 mV 的交替变化的环境中时,系统可具有良好的生物除磷功能<sup>[3]</sup>。

### 2.3 进水 COD 浓度对系统的影响

为了考察系统中主要污染物浓度对处理效果的影响,进行了进水 COD 浓度对系统出水效果的试验研究。根据处理城市污水各个工况的结果分析,选定周期为 6 h, IAT 池周期时间分配为:曝气 4 h、沉淀 1 h、滗水 1 h。试验过程中适当地加入了葡萄糖以控制进水 COD 从 156.8 mg/L 上升到 1 268.5 mg/L。

#### 2.3.1 对 COD 去除率的影响

图 3 绘出了进水 COD 浓度与 COD 平均去除率(Nr)之间的关系曲线。如图 3 所示,随着进水 COD 浓度的增加,COD 平均去除率呈上升趋势。原因是:当 BOD 负荷较高,微生物处于营养过剩环境中,基质中有机物以最大速率氧化分解或被转化为生物体,有机物降解速率达到最大。在整个实验过程中有机物降解速度很快,这也正说明该系统具有处理高浓度有机废水的潜力,在处理高浓度有机废水时,DAT 池连续曝气的优越性可以充分发挥,同时 DAT 的曝气也使整个系统更接近于完全混合状态,有利于消除毒性物质或 COD 浓度有某一点过高积累而带来的不良影响。

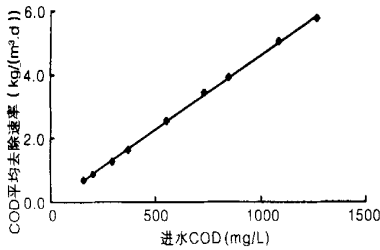


图3 进水 COD 变化对 COD 平均去除速率的影响

### 2.3.2 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果的影响

图4绘出了反应器中有机物浓度从156.8 mg/L变化到1268.5 mg/L时,系统对氨氮的去除率的影响情况。由图4可以看出,在进水COD低于400 mg/L时对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率影响不大,其去除率仍能保持在99.5%以上,随着有机物浓度的进一步增加, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率呈下降趋势,当进水COD继续增大到1268.5 mg/L以上时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率降至78.4%,说明高有机物浓度对硝化反应有明显的抑制作用。这可从两方面说明:一是硝化菌是自养型细菌,高的有机物浓度会使增殖速度较高的异养型细菌迅速增殖,从而使得硝化反应无法进行;二是异养微生物对氧的利用将影响硝化菌获取足够的溶解氧,在水中有机物浓度较低时,水中的氧能满足两者的需氧量,这时不会产生明显的竞争,表现在进水COD低于400 mg/L时有机物和氨氮的去除率保持基本稳定。但当水中有机物相对较高时,硝化菌竞争不过异养菌从而影响硝化速率。

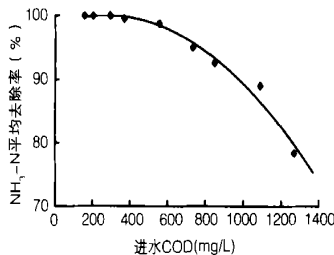


图4 进水 COD 变化对  $\text{NH}_3\text{-N}$  去除率的影响曲线

### 2.3.3 对 TP 去除效果的影响

厌氧池是高浓度污水污泥接触区,这将有利于聚磷菌在系统中的生长和积累,增强了除磷效果,生物除磷的效果很大程度上取决于进水中所含有的易生物降解基质的含量<sup>[4,5]</sup>。

图5是TP的去除效果随进水COD浓度变化的试验结果,因该进水COD是由葡萄糖产生,因此进水中的COD浓度基本上都是易生物降解的有机基质浓度。从图5可以看出,COD小于600 mg/L左右时,随着COD的增加,磷的去除率呈上升的趋势,当进水COD为600 mg/L左右时

达到最大值,磷的去除率达95.64%,但随着进水COD继续增加,除磷率则迅速下降,进水COD大于732.6 mg/L时磷的去除率大大下降,跌至79.63%左右,当进水COD增加到1268.5 mg/L时系统基本上不再存在过量生物除磷现象,这说明微生物对磷的吸收,即使是在合适的有机基质下的过量吸收,也是有一定限度的。

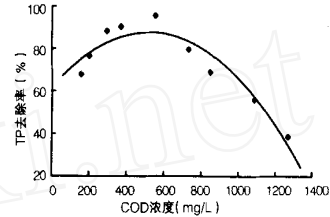


图5 进水 COD 浓度对 TP 去除率的影响

## 3 结论

3.1 A/DAT-IAT工艺对城市污水的处理效果很好,IAT池曝气4 h  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 平均去除率可达到97.6%;氨氮的去除率受进水氨氮负荷的影响使得变化范围较大,从53.3%到98.7%,进水氨氮负荷太高不利于氨氮的去除。总磷的去除效果尤为突出,平均去除率在90%以上。

3.2 厌氧池的设置对聚磷菌创造了专门的厌氧环境,增强了系统的除磷功能。

3.3 提高进水COD浓度,会产生以下结果:(1)COD的平均去除率呈上升趋势,说明系统具有处理高浓度有机废水的潜力;(2)高的有机物浓度对硝化反应有抑制作用;(3)进水中易生物降解的有机基质浓度的增加会提高TP的去除率,但当易降解有机物浓度增大到一定的程度,除磷率则迅速下降,以后基本上不存在过量生物除磷现象。

### 参考文献

- [1] 张大群,王秀朵. SBR工艺新方法DAT-IAT法及新型滗水器[J]. 中国给水排水,1996,12(1):26.
- [2] 陈欣燕,程晓如,陈忠正. 从微生物学探讨生物除磷脱氮机理[J]. 中国给水排水,1996,12(5):33.
- [3] 邱慎初. 循环式活性污泥法(CAST)[C]. 天津市土木工程学会优秀论文集,1998,12.
- [4] H. M. VAN. VELDHIJZEN. Modeling biological Phosphorus and Nitrogen Removal in a Full Scale Activated Sludge Process[J]. Wat. Res., 1999,33(16): 3459 - 3468
- [5] C. P. Leslie Grandy, JR., Gen T. Daigger, Henry C. Lim. Biological Wastewater Treatment [M]. Marcel Dekker, INC, 1999. 490 - 494.

作者简介:张芳(1976-),女,江苏盐城人,天津城市建设学院在读硕士研究生,主研水污染控制,发表论文数篇。