

城市污水一级半处理方法的研究

李正凯 顾国维 王建民

(浙江大学)

(同济大学)

摘要 本文提出了用高负荷生物接触氧化法对城市污水进行一级半处理的方法。

采用软性填料接触氧化池处理模拟城市污水的合成污水,在负荷为 $10-25 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$ 时,有机物去除率为 $60\%-70\%$,处理程度介于一级与二级处理之间,相当于一级半处理。

一级半处理方法可使有机物去除速度大大增加,同时获得含能量较大的生物污泥,为消化产气、能量回收创造条件。

关键词 接触氧化 一级半处理 城市污水 有机物去除

X 799.03

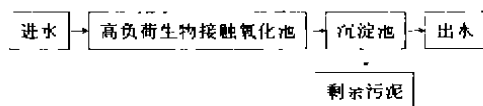
1 引言

用AB两级生物处理法的A级作为城市污水处理的主要流程。该流程不设初沉池,在曝气池内污水只停留半小时。用沉淀池作泥水分离,流程总水力停留时间为2小时左右,如采用气浮池进行泥水分离,则总时间不到1小时。流程的 BOD_5 去除率可达 $50\% \sim 60\%$,处理效率介于沉淀处理和通常的城市污水二级处理之间,可称之为一级半处理。由于流程的总停留时间大大缩短,基建和运行费用明显降低。此外,A级的剩余污泥量是大于通常的二级处理过程,可通过厌氧消化进行能源回收。这样的一级半处理有可能达到污水处理厂的能量平衡,适用于发展中国家。

2 实验部分

2.1 一级半处理流程

一级半处理流程如下:



2.2 实验用水

以葡萄糖为碳源,加入必要的营养元素

(1[#]);

以淀粉、蛋白胨、葡萄糖为混合碳源氮源配制,并加入必要的营养元素(2[#]),其更接近于实际污水。

2.3 主要测试项目

COD 、 BOD_5 、 DO 、 SS 、 VSS 和污泥的耗氧速率。

3 结果与讨论

3.1 不同负荷下有机物去除率

不同水力停留时间和有机负荷下的有机物去除结果见表1和图1。

从表1看,当生物处理的水力停留时间为 $30 \sim 45$ 分钟,相应的有机负荷为 $15 \sim 22 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$, COD 去除率可达 $61.8\% \sim 70\%$,达到了一级半处理的要求。

在实验过程中,当有机负荷较低时($5 \text{ kg COD/m}^3 \cdot \text{d}$),填料上生物膜适中,水流畅通,反应状态良好;随着负荷提高,膜的生长速度加快,但是受水力条件限制,不易脱膜,生物接触氧化池易堵塞,有效容积被多余生物膜占据,处理效果下降。当负荷随水力时间缩短而再次提高时,去除率反而略有回升(图1),这是因为水流的紊动作用造成了生物膜脱落频繁,

表 1 不同状态下有机物去除结果(1*用水, 组合填料)

水力停留时间 (min)	有机负荷 ($\text{kg} \cdot \text{COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	进水COD ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	出水COD ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	去除率 (%)
120	5.46	492.0	68.2	86.1
90	9.75	479.4	152.6	68.2
60	12.13	472.5	174.5	63.1
45	15.37	461.2	138.2	70.0
30	22.05	486.3	185.6	61.8
25	29.16	515.3	224.8	56.4

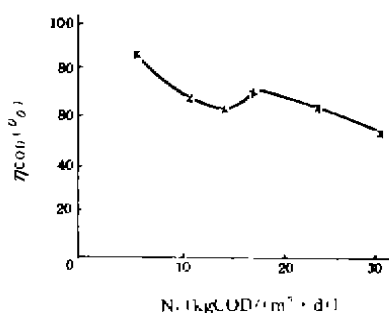


图 1 容积负荷—去除率关系

生物量的动态平衡得以维持, 且不侵占过多有效容积。当去除率再次下降时负荷已接近系统承受能力。

3.2 填料对处理效果的影响

试验过程中发生了接触氧化池内生物膜过度增殖的现象, 需人为清理, 这在实际工程中是不现实的。为此, 我们将半软性填料改用全软性填料进行实验。

全软性填料和半软性填料的运行结果见图2。

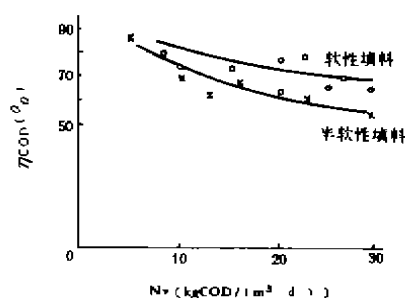


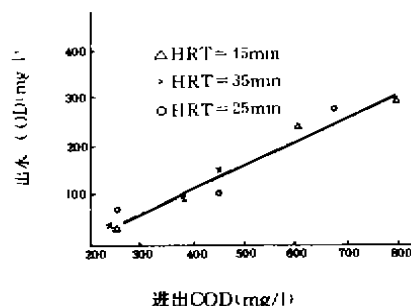
图 2 两种填料运行效果比较

由图 2 可见, 用全软性填料, 其有机物去除率约高出用半软性填料的 5%~10%, 并且, 全软性填料随水漂流, 生物膜呈绒球状立体结构, 流态均一, 不堵塞反应器。

一级半处理在快速去除有机物的同时, 污泥快速增长, 因此选择全软性填料有利于排除剩余污泥, 对于工艺具有积极的意义。

3.3 不同进水浓度时的出水水质

不同进水 COD 浓度为 250~800 mg/l (城市污水含量) 时, 出水 COD 浓度变化见图3。

图 3 进出水COD浓度关系 进水COD(mg/l)

在进水 $\text{COD} \leq 400 \text{ mg}/\text{l}$ 时, 出水 $\text{COD} < 100 \text{ mg}/\text{l}$ 。进水浓度较高时, 相应的出水水质变差。图 3 中 3 种不同水力停留时间对出水浓度影响不大。由此可见, 尤其对浓度较低的进水, 可以通过缩短水力停留时间来提高处理过程的有机负荷。

在高负荷和短的水力停留时间前提下, 生物膜更新速度加快, 泥龄甚至只有 0.6 天, 这有利于微生物对污染物的吸附降解。当生物膜处于频繁的更新脱落时, 表面吸附饱和的污泥在尚未完全氧化时就被冲刷下来随水流走。与此同时, 新裸露出来的生物膜已通过一段时间的氧化作用, 处于饥饿状态, 它一旦与污水直接接触, 又可大量吸附和吸收污染物。如此循环往复, 一方面减少了好氧过程对氧的需求, 另一方又可以增加污泥产量, 从而在厌氧消化中

可得到更多的甲烷气。

3.4 有机物的去除速率

有机物的去除速率,是指单位时间内单位反应器体积所去除污染物质的量 ($\text{kg} \cdot \text{COD} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$), 为了便于比较说明, 在一级半系统后面增加一个接触氧化池和二沉池, 构成一个完整的两级串联处理流程。实验结果见表 2 和图 4。

表 2 有机物的去除速度
[单位: $\text{kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}$]

第一级		第二级		两级串联系统	
负荷	去除速度	负荷	去除速度	负荷	去除速度
8.0	6.5	2.0	1.6	2.7	2.5
10.0	7.5	1.9	0.9	3.4	2.8
13.7	10.4	4.0	2.8	4.7	3.0
19.1	12.0	4.3	3.0	6.5	5.7
18.3	14.1	3.4	2.0	6.3	5.3
21.3	16.5	3.3	1.9	7.3	6.4
24.9	15.2	7.3	5.7	8.5	7.4
28.2	17.2	6.9	5.8	9.6	8.8
26.0	17.8	5.2	4.3	8.9	8.3

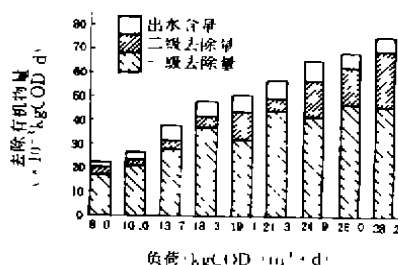


图 4 有机物的去除总量

第一级的有机物去除速率可达 $17.8 \text{ kg} \cdot \text{COD} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。随着负荷的升高, 第一级去除的有机物总量成倍增加, 同时, 第二级的作用也逐步发挥。总的来看, 第一级去除单位有机物的投资与运行费远远小于第二级。因此, 就我国水污染控制现状而言, 有效控制污染物总量比单纯考察去除率指标更合理。

3.5 水质改变对运行效果影响

1*、2*水质的运行结果见图 5。

由图 5 可见, 2*水质处理过程基本上再现了 1*水质的处理过程。

3.6 溶解氧对处理效果的影响

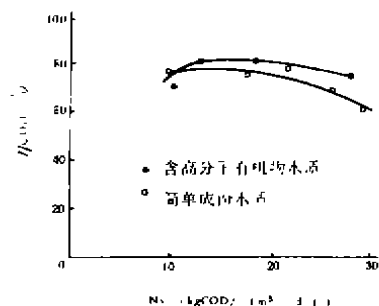


图 5 两种水质运行结果比较

选定水力停留时间 45min, 负荷为 $15 \text{ kg} \cdot \text{COD} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$ 条件下, 曝气反应器溶解氧变化对有机物去除效果的影响 (见图 6)。

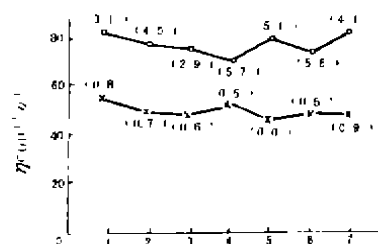


图 6 DO对去除效果的影响

由图 6 可知, 在 $\text{DO} > 2.0$ 时的正常供氧条件下, COD 的去除率是 70%, 当 $\text{DO} < 1.0$ 时, 接触氧化器为兼性状态时, 去除率下降, 但仍能达到 45% 的去除率。

4 结论

4.1 用一级半方法处理污水, 在容积负荷为 $15 \sim 20 \text{ kg} \cdot \text{COD} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$ 时, COD 可达到 60%~70% 的去除率。在此负荷范围内, 浓度与停留时间的改变对污染物去除率影响不大。

4.2 一级半系统采用软性填料时, 处理效果优于半软性复合填料。好氧状态下的有机物去除率高于兼性状态。

4.3 一级半污水处理是建立在污染物总量控制基础上的概念, 进水浓度略高时, 出水水质将超过普通的浓度排放标准, 但有机物的去除速度可成倍增加。一级半污水厂比常规的二级

(下转第 38 页)

表 7 鄱阳湖水质综合评定表

采样垂线	溶解氧				化学耗氧量				氨 氮				挥发酚				氰化物				神化物				6 价铬				综合评定			
	均值等级				均值等级				均值等级				均值等级				均值等级				均值等级											
	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期	枯水期	涨水期	丰水期	退水期				
5(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
6(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
7(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
11(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
12(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
13(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
17(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
18(湖区)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
19~21(湖口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
1(昌江河口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
2(乐安河口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
3(信江东支口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
4(鄱阳)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
10(信江西支口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	I	I	II	II	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
14(蚌湖)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
15(赣江西支口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
8(赣江南支口)	I	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
9(抚河口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	
16(修河口)	I	II	II	II	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	II	

鄱阳湖湖水浅,湖水流动性强,全年风浪较大,湖水上下混和激烈,各要素在垂直方向上的变化甚微。

鄱阳湖的水质,在全国淡水湖泊中属最好的湖泊之一。

参考文献(略)

• 本文得到熊道光、江安周和王仕刚等的支持和帮助,特此致谢。

(收到修改稿日期:1992年3月)

(上接第33页)

率在90%以上, S^{2-} 去除率为100%,氨氮去除率在70%以上;二是耐冲击性好,废水量在60~120吨/日, COD_{Cr} 浓度在10000~25000 mg/l范围内,都能正常运行,剩余污泥少。

在A/O系统后加一氧化塘,其处理效果更佳。除氨氮超上海市地方排放标准外,其它指标都达标或接近达标,所以氧化塘出水可作鱼塘肥水养鱼或直接作农田灌溉用水。

该处理系统环境效益、社会效益明显,经济效益也较好。以日产沼气140 m^3 计算,全部利用,每年可节约原煤153吨,节约23000多元。处理成本约为0.6元/吨,以每天处理100吨计,全年处理费为21900元,如不计人工费用,收支

基本可以达到平衡。但这套治理设施的一次性投资较高。还有待于进一步改进。

(收到修改稿日期:1992年4月10日)

(上接第19页)

厂投资与运行费用均可大为节省,是解决目前国内量大面广的水污染问题的良策。

5 参考文献

- [1] 郑兴灿, A B 工艺的运原理与特性, 中国给水排水, 1989, 5(6): 40
- [2] 滝口洋, 糸状菌による废水处理, 水处理技术, 1979, 20(5): 31

(收到修改稿日期:1992年3月25日)