

城市污水水解-厌氧-微氧联合处理工艺

孙艳玲, 杜兵, 司亚安, 申立贤(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037, E-mail: sqyl@yahoo.com)

摘要: 采用水解-厌氧-微氧联合处理工艺处理城市污水的研究结果表明: 在总 HRT 不超过 8.5h(水解 2.5h、厌氧 4.0h、微氧 2.0h), 平均温度为 19℃, 进水 COD 浓度为 300±50mg/L 时, 总 COD 和 SS 的去除率分别可达 75% 和 80% 以上. 总出水 COD、BOD、SS 完全达到国家二级排放标准. 微氧单元对厌氧出水中残余有机物去除效果良好, HRT 不超过 2h, DO 控制在 0.2mg/L ~ 0.5mg/L 左右, 进水为 150mg/L 时, 去除率可达 53% 以上. 微氧污泥沉降性能良好, SVI= 38.8m l/g. 水解-厌氧-微氧工艺在突出低能耗的前提下, 达到了较高的有机物去除率, 与现有的城市污水处理工艺相比有一定的优越性.

关键词: 城市污水; 水解; 厌氧; 微氧; 厌氧后处理

中图分类号: X799.3 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2000)06-03-0077

Integrated Hydrolysis, Anaerobic and Micro-Aerobic Treatment of Municipal Wastewater

Sun Yanling, Du Bing, Si Yaan, Shen Lixian(Beijing Municipal Research Academy of Environmental protection, Beijing 100037, China E-mail: sqyl@yahoo.com)

Abstract: The Hydrolysis-Anaerobic-Microaerobic process to treat municipal wastewater show that while the influent COD is 300±50mg/L and HRT is 8.5h(hydrolysis tank 2.5h, Anaerobic tank 4.0h, Micro-aerobic tank 2.0h), temperature is 19℃, removal rates 75% of COD and 80% of SS were obtained. The effluent COD, BOD, SS can meet II of State Discharge Standard. Micro-aerobic process can effectively remove the remainder in the effluent of the anaerobic tank. The removal efficiency exceeds 53% when HRT is less then 2h, DO is about 0.2 ~ 0.5 mg/L and the influent COD is 150 mg/L. The SVI of micro-aerobic sludge is 38.8 ml/g. The results indicate that the hydrolysis-anaerobic-microaerobic process can achieve higher organic removal efficiency with lower energy consumption, and have several advantages over current municipal wastewater treatment process.

Keywords: municipal wastewater; hydrolysis; anaerobic; micro-aerobic; anaerobic post-treatment

近年来城市污水厌氧处理取得了很大的发展^[1,2], 本研究充分利用已取得的成果, 最大限度地发挥非好氧技术的优势, 开展多种厌氧单元的工艺组合研究, 提出一种新型厌氧处理工艺流程. 重点探索了用微氧工艺处理厌氧出水的可行性与工艺条件; 在中试规模对水解-厌氧串联工艺处理城市污水进行了考察. 研究表明水解-厌氧-微氧联合处理工艺在总停留时间与传统工艺相当的条件下, 处理城市污水是可行的, 实现了污水污泥同时处理. 本工艺具有节省能耗、污泥产量低、能有效地控制污泥膨胀的优点.

1 试验设备和材料

1.1 试验流程

城市污水水解-厌氧-微氧联合处理工艺试验流程如图 1 所示.

1.2 试验水质

试验用水为北京市环境保护科学研究院生活小区排出的生活污水, 试验水质见表 1.

表 1 试验用生活污水水质/mg·L ⁻¹						
指标	温度/℃	pH	COD _t	滤纸过滤后 COD	SS	VFA
最大值	25	8.0	500	320.7	242	87.4
最小值	11.5	7.9	185.5	97.6	70	24.5
平均值	18.25	7.95	346.3	221.2	127	51.3

1.3 测定项目

每日测定 COD、VFA、SS. 不定期测定 MLSS 和厌氧污泥活性.

2 试验运行

水解池、厌氧池、微氧池的接种污泥取自北京市密

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目(96-909-01-02-03)
作者简介: 孙艳玲(1973~), 女, 硕士, 助理.
收稿日期: 2000-03-29

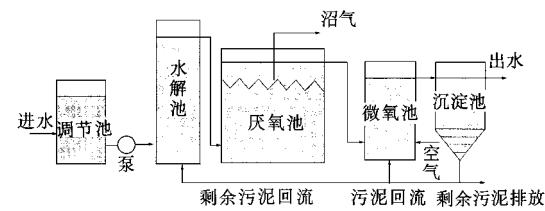


图1 试验装置及工艺流程图

云城市污水处理厂剩余污泥, 由于该厂采用水解-好氧处理工艺, 所以水解、厌氧池的污泥几乎不用驯化培养, 微氧池的污泥经曝气($DO=2\sim 4\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)2周后, 控制曝气量($DO=0.2\sim 0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). 整个试验完全在环境温度下运行, 流程总的HRT为8.5h(水解2.5h、厌氧4h、微氧2h). 微氧单元DO控制在 $0.2\sim 0.5\text{mg/L}$. 试验经过小试和中试, 运行稳定, 效果较好.

3 试验结果及讨论

3.1 水解-厌氧的运行结果

在中试规模($Q=0.6\text{m}^3/\text{h}$)运行了8个多月, 考察

表2 HUSB-UASB 两级厌氧运行结果

项目	7~10月(20~26℃)				10~12月(20~13℃)			
	COD_t	过滤后COD	SS	VFA	COD_t	过滤后COD	SS	VFA
水解池	进水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	314.1	187.8	127.4	48	363.6	223.6	143.2
	出水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	225	153.1	74.9	38.1	300	191.6	92.1
	去除率/%	28.3	18.5	41.2	17.5	14.3	51.1	50.2
厌氧池	进水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	225	153.1	74.9	38.1	300	191.6	92.1
	出水/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	154.9	100.9	42.1	17.1	227.3	141.8	43.2
	去除率/%	31.2	34.1	32.8	24.2	26	49	36.9
总去除率/%	50.6	46.3	67		37.6	36.4	70	

(1)实验结果 试验结果见图3和表3, 表3为平均结果. 从表3可以看出, 经过厌氧处理的城市污水只需简短的微氧处理, 总COD就可以降至 $70\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 左右, 溶解性COD低于 $30\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

表3 微氧单元平均处理结果

名称	进水 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	出水 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	去除率/%
COD_t	150	70.4	53
滤纸过滤后COD	87.5	24.1	77.0
SS	58.7	42.7	27.6

(2)微氧污泥性能分析 系统运行稳定后, 微氧污泥SVI值的变化情况见图4. 平均值为 $38.8\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$, $VSS/SS=47\%$. 污泥性状介于厌氧絮状污泥和好氧污

了水解-厌氧串联工艺处理城市污水的能力及工艺的稳定性, 试验结果见表2及图2. 从表2和图2可以看出, 在常温条件下, ($10^\circ\text{C}\sim 25^\circ\text{C}$), 进水COD在 $300\pm 50\text{mg/L}$ 左右时, 采用水解(HUSB)-厌氧(UASB)两级厌氧串联工艺处理城市污水可以得到50%总COD和70%的SS去除率, 且运行较为稳定. 冬季温度下降去除率略有下降, 但总体要比一级厌氧去除率高, 厌氧出水COD值约在 $100\text{mg/L}\sim 200\text{mg/L}$ 之间变化, 后续微氧处理过程的负担大大减轻, 并且厌氧出水的VFA较低, 有利于后续的微氧处理, 不会出现污泥膨胀.

3.2 微氧单元的处理结果

试验采用的厌氧出水水质见表3, 从表3可以计算出, 厌氧出水COD中包含40%以上的悬浮物和胶体性COD, 这部分COD采用简单的沉淀很难去除. 本研究利用胶体物质可以被微生物快速吸附和微氧条件下有机物的降解规律^[3], 采用微氧工艺对水解-厌氧的出水进行处理. 试验装置为有污泥回流的完全混合反应器(内径9.0cm, 有机玻璃柱高150cm), 污水由底部进入, 在柱底进行曝气. 微氧单元的HRT为2h, DO控制在 $0.2\text{mg/L}\sim 0.5\text{mg/L}$, 试验连续运行5个月.

泥之间, 污泥粘性不及好氧污泥, 颜色为灰黑色. 污泥生长较慢, 生长率(VSS/COD)平均约为0.061, 污泥龄约为30d, 所以污泥剩余量很少, 降低了污泥处理费用. 在试验运行的半年中, 没有污泥膨胀现象, 说明本工艺有很好地控制丝状菌膨胀的能力.

(3)微氧工艺与好氧工艺的比较 作为厌氧后处理工艺, 微氧工艺与好氧工艺相比, 曝气量减少, 微氧工艺的气水比仅为1:4, 从而大大减少曝气电耗. 另外微氧工艺中污泥生长量为 $0.061\text{kg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 左右, 污泥产量低, 节省了污泥处理费用, 且微氧工艺有效地控制了污泥膨胀. 但微氧污泥不及好氧污泥粘性好, 有细小的悬浮物不易沉降.

3.3 本工艺与现有城市污水厌氧处理工艺的比较

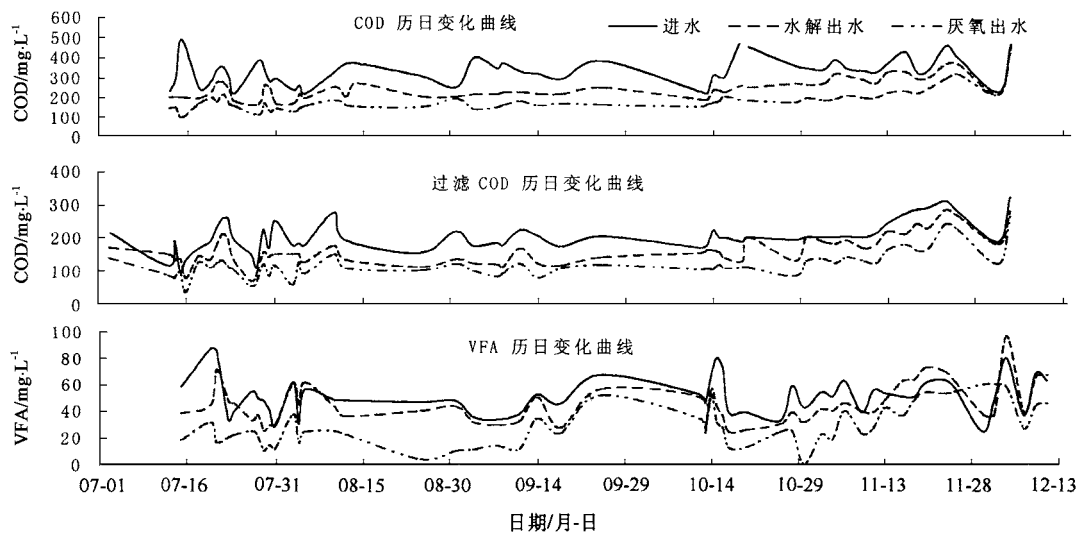


图 2 水解-厌氧对污染物的去除效果

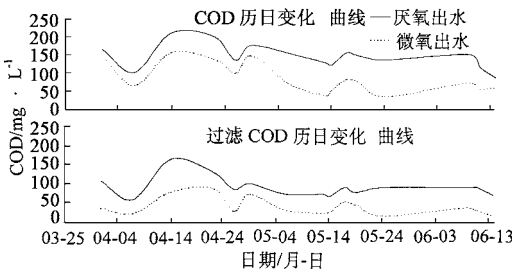


图 3 微氧单元对污染物的去除效果

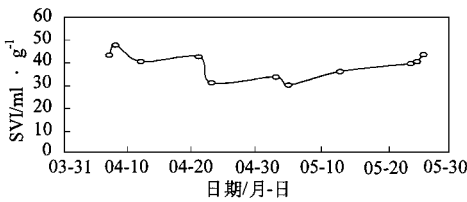


图 4 试验中污泥的 SVI 值变化情况

目前主要的城市污水厌氧工艺流程有: ①水解-好氧处理工艺; ②厌氧-好氧处理工艺。

本工艺是在总结了以上处理工艺的基础上提出的一种新的城市污水厌氧处理工艺, 与以上 2 种工艺相比有以下优点:

- (1) 在总 HRT 相当的条件下, 微氧单元的气水比为 1: 4, DO 控制在 0.2~ 0.5mg/L, 极大地减少了好氧阶段的曝气量。
- (2) 采用水解-厌氧两级厌氧出水 VFA 很低, 对后续的微氧单元不会产生污泥膨胀, 且微氧负荷已很低,

大大节省能量消耗。

(3) 进水中的无机物大部分被水解反应器截留, 后续的厌氧反应器进水可生化性、污泥活性、稳定性及沉淀性好, 厌氧污泥 SVI 平均为 $40\text{m l} \cdot \text{g}^{-1}$, VSS/SS = 45.5%。

4 结论

(1) 用水解-厌氧-微氧处理城市污水在总停留时间不超过 8.5h (水解 2.5h, 厌氧 4.0h, 微氧 2.0h) 条件下, 进水 COD 浓度在 $300 \pm 50\text{mg/L}$ 时, 总 COD 和 SS 的去除率分别达到 75% 和 80% 以上, 出水中总 COD、SS 分别低于 70mg/L 和 30mg/L 。达到国家二级排放标准中相应指标的要求, 说明此工艺是可行的。

(2) 微氧工艺对厌氧出水中的残余有机物去除效果良好。本试验中, 停留时间不超过 2h, 气水比为 1: 4, 溶解氧为 $0.2 \sim 0.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 进水 COD 平均为 $150\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 出水总 COD 为 $70\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 去除率可达 53% 以上。

参考文献:

- 1 贺延龄. 废水的厌氧生物处理. 北京: 中国轻工业出版社, 1998. 469~ 490.
- 2 Collignarelli Anaerobic-Aerobic Treatment of Municipal Wastewaters with Full-Scale Upflow Anaerobic Sludge Blanket and Attached Biofil Reactors. Wat. Sci. Tech., 1990, 22: 475~ 482.
- 3 王凯军. 生活污水厌氧后处理工艺研究——微氧升流式污泥床反应器. 中国给水排水, 1998, 14(3): 20~ 23.