

· 试验研究 ·

城市污水化学生物强化一级处理及后续脱氮中试研究

杨殿海, 吴 军, 周 琪

(同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092)

摘要: 介绍了化学生物强化一级处理用于城市污水处理及其出水的氨氮处理的中试研究。通过试验表明在较低的 PAC 投加量的情况下, 化学生物强化一级处理仍然可以使 COD 和 TP 的去除率保持在 60% 左右。后续脱氮中试研究也表明, 新型悬浮填料接触氧化工艺可以在较短停留时间的情况下, 取得较好的氨氮去除效果。

关键词: 城市污水; 生物絮凝; 化学混凝; 悬浮填料

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1001-3644(2003)04-0026-03

Pilot Plant Research on Enhanced Bio-chemical Primary Treatment of Sewage and Its Secondary Denitrification Process

YANG Dian-hai, WU Jun, ZHOU Qi

(School of Environmental Science & Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The article introduces the research on enhanced bio-chemical primary treatment and the denitrification of the primary treatment effluent. The enhanced bio-chemical primary treatment has a high COD and TP removal rate as 60% with a low dosage of PAC. Followed denitrification research also indicates that new filler contact oxidation method has a good NH_4^+ removal ratio under short hydraulic retention time.

Key words: Sewage; biological flocculation; chemical coagulation; suspended filler

1 前 言

城市污水是城市水环境污染的主要来源之一, 解决城市污水污染的根本措施是建设集中式城市污水处理厂, 但以自然沉淀为主体的一级处理污染物去除率较低, 难以有效地控制水环境污染, 为了提高其去除率, 必须加以强化处理, 但普及二级处理设施, 由于资金、能源等的限制, 在短时间内很难达到, 而已建成的二级生物处理厂, 由于其高昂的运行费和高能耗, 也希望能够通过强化一级处理, 减轻二级处理负荷, 降低能耗, 所以近年来, 一级处理强化技术的研究已成为新的热点, 引起了国内外水处理工程界的关注和重视。本工艺采取气动搅拌絮凝反应, 通过气动搅拌, 可以活化原污水中的有效絮凝成分, 和化学药剂一起达到对一级处理的强化作用, 从而取得较高的总磷, COD, SS 的去除率。但是由于单纯的一级强化处理难以达到对氨氮的去除, 因此, 本次中试使用了悬浮填

料接触氧化对氨氮进行进一步的去除。

2 试验材料和方法

2.1 工艺流程和装置 (见图 1)

污水经提升、计量后进入污水处理试验装置, 空气搅拌快速混合池最大停留时间 60s, 采用空气作为快速混合的动力, 池底部布置带 3mm 布气孔的穿孔管, 空气搅拌絮凝池最大停留时间 35min, 采用微孔曝气管曝气, 分三段推流回转式布置, 阶梯式速度梯度变化, 每段可独自调节曝气量以改变速度梯度, 且可单独计量, 曝气采用三叶式小型回转鼓风机, 絮凝反应池与沉淀池间采用穿孔配水墙, 沉淀池设计水力停留时间 1.5h, 采用三角堰出水, 多斗重力排泥。后续生物膜脱氮系统采用高比面积球型填料, 设计水力停留时间 1~2h, 后续沉淀池分离脱落的老化生物膜。

本工艺在设计时, 注意了其灵活性, 当进行生物化学强化时, 由沉淀池排出的污泥一部分经过再生或者不再生直接回流到反应池; 当进行化学强化时, 可以取消污泥回流。

试验用药剂无机混凝剂或有机高分子絮凝剂, 首先用溶药箱配置成一定的浓度后, 采用美国 MILT-

收稿日期: 2003-04-14

作者简介: 杨殿海(1965-), 男, 江苏扬州人, 1996 年 6 月获同济大学环境工程博士学位, 现为同济大学环境科学与工程学院副教授。

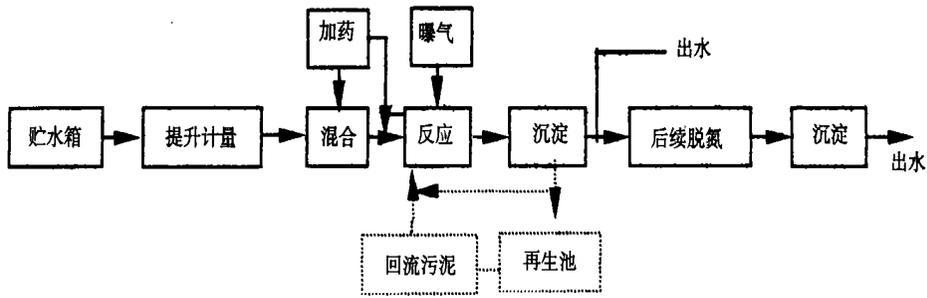


图 1 50m³/d 规模试验装置流程

ONROY 计量泵定量加药, 加药点可移动, 一般无机混凝剂投加点在混合池, 高分子絮凝剂投加点在反应池的第三个廊道的首端。

2.2 试验水质

本次试验污水取自上海市合流污水一期工程沉砂池。

2.3 主要测试方法

COD_{Cr}: 重铬酸钾法, TP: 过硫酸钾消解, 钼锑抗分光光度法, 氨氮: 纳氏试剂光度法, DO: 便携式溶氧仪, BOD₅: 标准稀释倍数法, MLSS: 过滤烘干水分后称重, MLVSS: 500℃灼烧 30 分钟后称重。

3 试验结果分析

3.1 化学生物强化处理试验结果分析

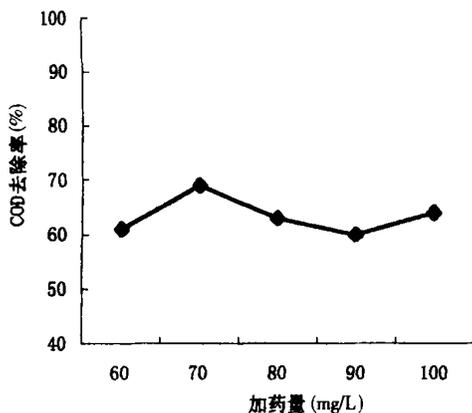
3.1.1 试验结果

表 化学生物絮凝工艺各工况运行效果汇总 (污泥回流比为 20%~25%)

工况号	主要运行条件	平均 COD (mg/L)		平均去除率 (%)	平均 TP (mg/L)		平均去除率 (%)	平均 SS (mg/L)		平均去除率 (%)
		进水	出水		进水	出水		进水	出水	
1	PAIFe: 100; PAM: 0.5	139	48	64	2.47	0.42	82			
2	PAC: 90; PAM: 0.5	178	67	60	2.83	0.84	71	140	30	78
3	PAC: 80; PAM: 0.5	141	52	63	2.4	0.82	65			
4	PAC: 70; PAM: 0.5	200	61	69	2.54	0.75	70	148	13	90
5	PAC: 60; PAM: 0.5	175	84	59	2.62	1.01	62			

3.1.2 COD 去除效果分析

从上表可看到, 在加药量变化的情况下, COD 出水总是可达污水综合排放一级标准 (GB8978—1996) 标准。但是从图 2 可看出, 随着加药量的提高, COD 的去除率确没有明显的变化, 这是因为污水本身的浓度较低, 污水中悬浮态和胶态物质在加药量为 60 mg/L 时, 已达到了较大的去除率, 而化学药剂对溶解性的 COD 去除率较低。因此, 本工艺不将 COD 作为控制指标。



3.1.3 TP 去除效果分析

城市污水中的磷总是以一种或者另一种磷酸盐的形式存在, 大部分的磷是由溶解态的正磷、聚磷、小部分的溶解态和悬浮态有机磷^[1]。通过投加 PAC, 铝离子和正磷酸离子化合, 形成难溶磷酸铝而沉淀^[2]。从图 3 可看到, 随着 PAC 投加的减少, TP 的去除效

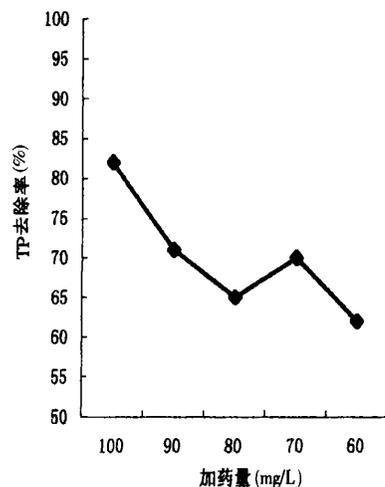


图 3 加药量与 TP 去除效果

果下降比较明显, 说明 TP 是本工艺的一个控制参数。从表可看到, 当 PAC 投加量 60mg/L (有效 Al_2O_3 为 6.6mg/L), 整个系统总磷的去除量为 1.61mg/L。Al 和 P 的摩尔比已经达到 2.5:1, 而 TP 的去除率已经达到 62%, 而单纯的化学絮凝达到相当的处理效果的药剂投加 Al:P 摩尔比一般要达到 (3~4):1^[3], 说明化学生物强化一级处理确定可较单纯化学强化处理降低加药量。

3.2 后续脱氮处理试验

经过一级强化处理后的污水, 尽管对有机物和磷都有显著的去除效果, 但对氨氮的去除非常有限。然而, 氨氮也是造成环境污染和水体富营养化的主要因素之一, 因此, 从长远考虑, 一级强化污水处理厂提高氨氮的去除效果是不可忽视的, 本次试验在化学生

物一级强化工艺的后段设计了新型悬浮填料生物接触氧化处理工艺, 针对经过前面化学—生物絮凝处理工艺处理后的出水进行生物处理。

3.2.1 试验装置

生物接触氧化池 (钢板制) 尺寸为: 长×宽×高 = 1.18m×0.58m×6.5m (有效水深 6.0m); 池体分为串连的两格。池内按填充率 67% 投加悬浮填料 2.75m³ (填料为球形, 直径 25mm), 试验中始终用一侧的一组穿孔曝气管曝气, 以保证悬浮填料的悬流状态。正常运行时, 进水流量保持在 1.8~1.9m³/h, 气量为 3.6~4m³/h, 气水比 ≈ 2:1; HRT ≈ 2.2h, 水温约为 18~23℃,

3.2.2 试验结果分析

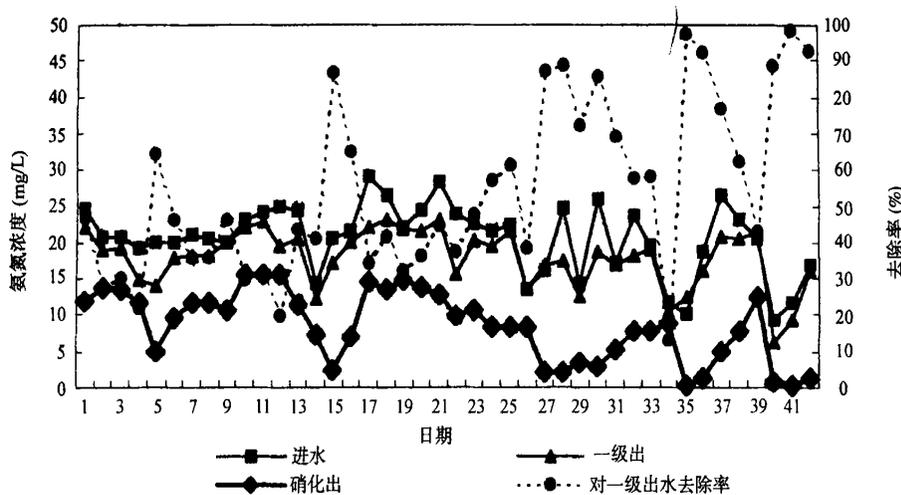


图 4 试验结果

从图 4 中可看出, 尽管在生物硝化装置中的水力停留时间仅 2.2h, 在平均进水氨氮浓度 21mg/L, 出水氨氮浓度基本均在 15mg/L 以下, 平均出水为 8.5mg/L, 对一级强化生水的平均去除率为 55%, 由此可以得出结果, 当污水中氨氮进水浓度在 20mg/L 左右时, 经一级强化处理后, 如采用悬浮填料生物接触氧化工艺使氨氮出水达到国家排放标准, 仅用 2h 左右的水力停留时间即可达到此要求, 工艺操作简单、动力消耗少。

4 结论与建议

4.1 竹园第一污水处理厂的污水以化学混凝法强化一级处理方式运行时, 在冬季运行条件下, 进水 COD、TP 等主要污染指标浓度较低时, 聚合氯化铝液体投加

量为 70~80mg/L (折算 Al_2O_3 : 7.7~8.8mg/L) 即可使出水 COD、TP 和 SS 等主要污染指标达标排放;

4.2 磷酸盐始终是影响出水水质的重要因素, 建议污水处理厂设计时完善自控设计, 以出水磷酸盐浓度控制加药量应该是最佳的运行方式。

参考文献:

- [1] Mogens Henze, Poul Harremo s. Wastewater Treatment Biological and Chemical Processes(Second Edition)[M]. New York: Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- [2] 张自杰, 林芝枕, 等. 排水工程(第四版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [3] 郑兴灿, 张悦, 等. 化学—生物联合絮凝的污水强化一级处理工艺[J]. 中国给水排水, 2000, 16(7): 29-32.