

城镇污水处理厂好氧池出水加药絮凝试验

马千里¹, 宋锐², 李浩然¹, 陈凡阵¹, 郝赫¹, 田建权¹, 陈璐³

(1.天津市环科水务开发有限公司, 天津 300191; 2.杭州萧水市政工程有限公司, 杭州 311203;

3.天津市环境保护科学研究院, 天津 300191)

摘要: 通过对好氧池出水混合液的加药絮凝试验, 探讨了加药量、水温、pH 值、污泥浓度、搅拌时间对絮凝沉淀效果的影响, 并通过生产性试验, 验证了试验结果的正确性。从而解决了某污水处理厂因进水量超过设计规模, 出水 SS 不能稳定达标的问题。

关键词: 絮凝; 沉淀; 加药; 聚合氯化铝

中图分类号: X703.1; X505 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2455(2010)02-0049-04

Chemical adding flocculation test for treatment of effluent water from aerobic tank of municipal wastewater treatment plant

MA Qian-li¹, SONG Rui², LI Hao-ran¹, CHEN Fan-zhen¹, HAO He¹, TIAN Jian-quan¹, CHEN Lu³

(1. Tianjin Huanke Water Service Co., Ltd., Tianjin 300191, China; 2. Hangzhou Xiao Water Municipal Engineering Co., Ltd., Hangzhou 311203, China; 3. Tianjin Academy of Environmental Science, Tianjin 300191, China)

Abstract: Through the chemical adding flocculation test for treatment of effluent water from aerobic tank, the effects of chemical dosage, water temperature, pH value, sludge concentration and stirring time on flocculation sedimentation were discussed, and the correctness of the test results was verified through the production test. Therefore, the problem of effluent SS concentration doesn't meet the discharge standard steadily due to the influent water quantity of the WWTP over the design scale can be solved.

Keywords: flocculation; sedimentation; chemical addition; polyaluminium chloride

天津市某郊区污水处理厂, 设计规模为 1 万 m³/d, 设计出水为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的二级标准, 主要的处理工艺是水解-接触氧化工艺。随着该区经济的快速发展, 污水处理厂进水量迅速增长, 平均日进水量达到 13 500 m³ 以上, 远超过了当初的设计值。但由于该污水处理厂进水主要以城镇生活污水为主, 进水水质相对比较稳定, 其生化系统设计又较为合理, 出水水质除 SS 外, 其余各项指标仍稳定达到了二级排放标准, 个别指标达到了一级 B 标准。但该水厂因为占地、经济性以及规模等各方面的原因, 采用了平流式二沉池, 平均流量时的设计负荷达到 1.2 m³/(m²·h), 实际出水负荷达到 1.62 m³/(m²·h), 致使其出水 SS 难以稳定达标。因此, 该污水处理厂亟需采取工艺措施, 保障出水 SS 稳定

达标, 同时又要保证投资较低、运行费用较省。通过小试和工程性试验, 向曝气池出水口投加絮凝剂, 加强活性污泥的沉降性能很好地解决出水 SS 过高的问题。

1 试验部分

1.1 主要仪器和试剂

六联搅拌器、pH 计、电子天平。

聚合氯化铝(PAC) 4 种, 其中本地 1 种, 外地 3 种, 分别记录为 A、B、C、D。PAC 符合《水处理剂 聚合氯化铝》(GB 15892—2003)中 I 类固体一等品的标准, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) \geq 28\%$ 。

1.2 试验水样

试验水样为好氧池出水口的混合液。试验期

收稿日期: 2009-11-03; 修回日期: 2009-12-18

间, 污泥质量浓度为 1 500 ~ 2 250 mg/L。同时, 为保证试验的准确性, 试验期间严禁向池中投加任何化学物品。

1.3 试验方法

总计进行 6 组试验, 每组试验至少进行 3 次, 每次取水样混合搅拌均匀后, 将水样分为数个小样同时进行絮凝沉淀试验^[1], 试验完成后取 3 次试验数据的平均值作为最终的数据, 并以此绘制絮凝沉淀曲线。第 1 组试验为药剂筛选试验, 其余 5 组试验用于检验加药量、水温、pH 值、污泥浓度、搅拌时间对絮凝沉淀效果的影响。利用试验数据绘制絮凝沉淀曲线, 并分析试验结果。

絮凝剂溶液的配比: 溶药量 10 g, 水量 100 mL, 质量分数 10%。

单个小样试验步骤为: 取 1 000 mL 混合均匀的水样, 投加一定量的絮凝剂, 搅拌一定时间后, 静置, 自停止搅拌起每隔 15 s 记录污泥界面的高度, 记录时长为 10 min。

2 结果与讨论

2.1 药剂筛选试验

按照絮凝试验方法, 对 A、B、C、D 四种 PAC 进行筛选试验。水样的污泥质量浓度为 1 500 mg/L, 水温为 22 ℃, pH 值为 6.9, 搅拌强度为 180 r/min, 搅拌时间为 30 s。试验结果如图 1 所示。

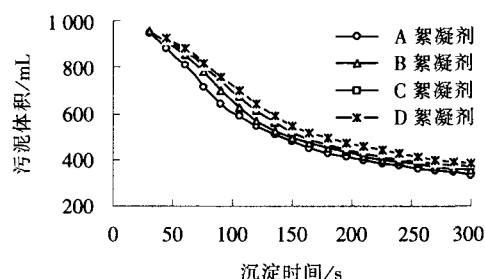


图 1 药剂筛选试验
Fig. 1 Screening experiment

由图 1 可知, A、B、C、D 四种 PAC 絮凝性能相差较小, 均能满足要求, A 絮凝剂的絮凝沉淀效果最好, 同时 A 为本地产品, 采购、运输较为方便, 因此采用 A 絮凝剂为本次试验及今后生产投加的絮凝剂产品。

2.2 加药量对絮凝沉淀效果的影响

按照絮凝试验方法, 絮凝剂投加量分别为 10、15、30、50 mg/L 做絮凝沉淀试验。水样的污泥质量浓度为 1 500 mg/L, 水温为 22 ℃, pH 值为 6.9,

搅拌强度为 180 r/min, 搅拌时间为 30 s。试验结果如图 2 所示。

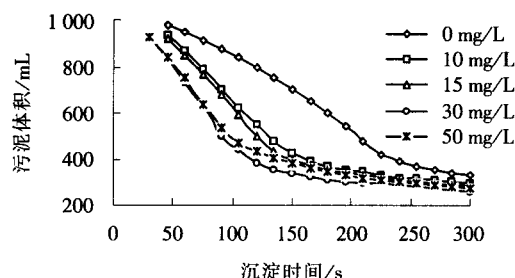


图 2 加药量对絮凝沉淀效果的影响
Fig. 2 Effect of chemical dosage on flocculation and sedimentation

由图 2 可知, 水样的最佳投药量在 30 mg/L 左右, 一般情况下投药量可选为 10 ~ 15 mg/L, 此时原水的絮凝沉淀性能明显改善, 能够满足出水水质的要求, 实现加药的目的。投药量大于 30 mg/L, 水样的絮凝沉淀性能相比加药量为 30 mg/L 时没有明显改善, 因此在经济上很不划算。

2.3 水温对絮凝沉淀效果的影响

按照絮凝试验方法, 用冰箱或水浴锅分别调节各个小样的水温为 10、15、18、25、30 ℃ 后做絮凝沉淀试验。水样的污泥质量浓度为 2 250 mg/L, pH 值为 7.2, 投药量为 15 mg/L, 搅拌强度为 180 r/min, 搅拌时间为 30 s。试验结果如图 3 所示。

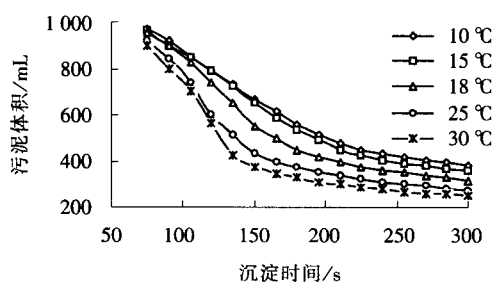


图 3 水温对絮凝沉淀效果的影响
Fig. 3 Effect of water temperature on flocculation and sedimentation

由图 3 可知, 在 10 ~ 30 ℃ 范围内, 水样的水温越高, 絮凝沉淀性能越好。水温在 10 ~ 15 ℃ 时, 水样的絮凝沉淀性能相差不大, 但水温从 18 ℃ 降低至 15 ℃ 时, 水样的絮凝沉淀性能有较大的降低。因此, 在冬季进水水温较低时, 应适当加大投药量。

2.4 pH 值对絮凝沉淀效果的影响

按照絮凝试验方法, 用硫酸或纯碱分别调节各

个小样的 pH 值为 5、6、7、8、9 后做絮凝沉淀试验。水样的污泥质量浓度为 1 530 mg/L, 水温为 22 ℃, 投药量为 15 mg/L, 搅拌强度为 180 r/min, 搅拌时间为 30 s。试验结果如图 4 所示。

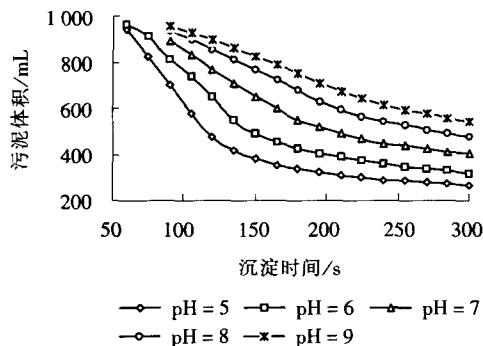


图4 pH值对絮凝沉淀效果的影响

Fig. 4 Effect of pH value on flocculation and sedimentation

由图4可知, pH值在5~9的范围内, 原水水样的pH值越低, 絮凝沉淀性能越好。因为原水pH值一般均稳定在7左右, 同时向原水中投加PAC仅会稍微降低原水的pH值, 不会对原水的絮凝沉淀性能产生明显的影响。

2.5 污泥浓度对絮凝沉淀效果的影响

按照絮凝试验方法, 用稀释的方法分别调节各个小样的污泥质量浓度为2 250、1 500、750 mg/L后做絮凝沉淀试验。水样的水温为22 ℃, pH值为7.2, 投药量为15 mg/L, 搅拌强度为180 r/min, 搅拌时间为30 s。试验结果如图5所示。

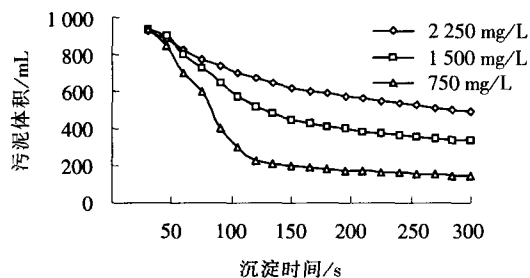


图5 污泥浓度对絮凝沉淀效果的影响

Fig. 5 Effect of MLSS on flocculation and sedimentation

由图5可知, 在污泥的质量浓度为750~2 250 mg/L的范围内, 水样的污泥浓度越低, 絮凝沉淀性能越好。

2.6 搅拌时间对絮凝沉淀效果的影响

按照絮凝试验方法, 调节搅拌时间分别为20、30、45、60、120 s做絮凝沉淀试验。水样的污泥质量浓度为2 250 mg/L, 水温为22 ℃, pH值为

7.2, 投药量为15 mg/L, 搅拌强度为180 r/min。试验结果如图6所示。

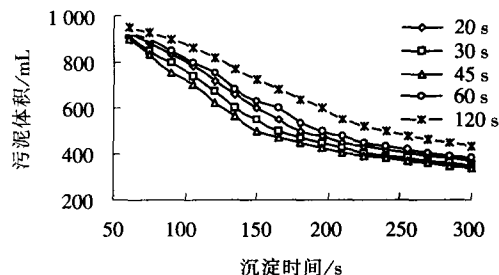


图6 搅拌时间对絮凝沉淀效果的影响

Fig. 6 Effect of stirring time on flocculation and sedimentation

由图6可知, 在20~45 s的范围内, 搅拌时间越长, 絮凝沉淀性能越好; 在45~120 s的范围内, 搅拌时间越长, 絮凝沉淀性能越差; 由此可见, 当搅拌时间为45 s时, 原水水样的絮凝沉淀性能最好。

本次试验仅针对该污水厂的好氧池出水进行, 同时考虑到絮凝沉淀的复杂性, 试验结果只对该污水厂是否上马加药装置提供定性的依据。生产性试验证明, 本次试验的结果与实际完全相符, 很好地指导了生产调试和运行管理。

3 工程试验

3.1 加药装置

1台溶药罐, 有效容积为0.86 m³; 1台储药罐, 有效容积为1.75 m³; 3台搅拌器, 浆叶数3个, 功率为0.55 kW; 2台加药泵, 流量为0~240 L/h, 工作压力为0~0.4 MPa, 额定功率为0.37 kW。

3.2 生产性试验

本工程生产性试验时的实际进水量为13 500 m³/d, 二沉池的出水负荷达到1.62 m³/(m²·h)。加药量为15 mg/L, 加药点为好氧池出水口。好氧池与二沉池均分为两个系统, 1#系统不加药, 2#系统加药, 2#系统好氧池出水在管道经过约30 s的混合后进入二沉池。试验进行了7 d, 每日检测进、出水的COD、SS、NH₃-N、TP, 最终计算出7 d的平均进、出水水质, 如表1所示。

从表1可以看出, 加药对SS、COD的去除效果明显, 对NH₃-N、TP的去除效果则不明显。这是因为, 该污水厂进水主要是生活污水, 出水中SS主要为有机性固体物, 因此加药去除SS的同时, 也去除了此类有机物; 又因为进水中TP含量较少, 在不加药的情况下, 出水TP已经较低, 加

表 1 生产性试验进、出水水质
Tab. 1 Influent and effluent quality of production test

项目	$\rho(\text{COD})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{TP})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	$\rho(\text{MLSS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	pH 值	水温/ ℃
进水水质	443	312.5	25.4	3.0		7.2	22
1# 系统出水	48.5	30	13.5	0.6	1 950 ~ 2 320	7.2	22
2# 系统出水	26.5	12	12.3	0.2	2 050 ~ 2 400	7.2	22

药难以明显增加 TP 的去除率；同时加药对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除没有明显作用。

3.3 运行费用

PAC 约为 1 850 元/t(含运输费)，加药量按照 15 mg/L 计，则吨水的药剂费用为 0.027 8 元。

计量泵功率为 0.37 kW，溶解搅拌器功率为 0.55 kW(每天运行 3 h)，溶药搅拌器功率为 2 × 0.55 kW，则吨水的电费为 0.003 7 元。

总的吨水运行费用为 0.031 5 元。

4 结语

通过本次加药试验，可以得出这样的结论，为提高污水处理厂二沉池内污泥的沉降性能，可以选择投加 PAC，加药量可选在 10 ~ 15 mg/L；原水的水温越高，絮凝沉淀性能越好，冬季的加药量要稍大于夏季；pH 值在 5 ~ 9 时，原水水样的 pH 值越

低，絮凝沉淀性能越好；对于污水处理厂来说，原水水样的污泥浓度越低，絮凝沉淀性能越好；搅拌时间不易过长，搅拌时间为 45 s 左右时，絮凝沉淀性能最好。因此，加药可以作为污水处理厂由二级出水标准升级达到一级出水标准，保障出水 SS 达标的有效方法之一。其投资低、运行费用不高、见效快，可以作为临时措施，在水厂出水水质突然恶化时使用。

参考文献：

[1] 孙丽欣，张振宇. 水处理工程应用实验[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2002. 79-82.

作者简介：马千里(1981-)，男，山西夏县人，工程师，本科，主要从事水处理行业的设计与运行等相关工作，(电话)022-23051629(电子信箱)maqian12345@163.com。

(上接第 41 页)

由于 1# IC 反应器接种污泥产甲烷菌较少，活性不强，产酸菌的代谢产物不能及时被消耗而造成 VFA 的积累。

3 结论

(1) 用不同污泥进行接种，IC 反应器均能启动成功，采用絮状消化污泥启动时，应该采取低浓度、脉冲方式进水，以防止在反应器产气量较小、水力混合条件较差的情况下出现酸化现象，但用颗粒污泥接种，IC 反应器可以在短时间内达到设计负荷，节省了大量时间，且不容易出现酸化现象。

(2) 颗粒污泥接种的 IC 反应器容积负荷较高，但由于水力停留时间较短，COD 去除率相对较低。

(3) 出水 VFA 的高低直接反映了有机物是否降解彻底。在颗粒污泥接种运行过程中，VFA 的变化幅度小，说明抗冲击负荷能力强，不容易发生酸败现象。

(4) 用颗粒污泥接种的花费要远大于用絮状污

泥接种的费用，因此，在选择接种污泥时企业应根据自身的情况做出合适的选择。

参考文献：

[1] Vidal G, Diez M C. Methanogenic toxicity and continuous anaerobic treatment of wood processing effluents[J]. Journal of Environmental Management, 2005, 74(4): 317-325.
[2] C Nicoletta, M C M van Loosdrecht, J J Heijnen. Wastewater treatment with particulate biofilm reactors[J]. Journal of Biotechnology, 2000, 80(1): 11-13.
[3] 曾金樱，杨仁斌，吴根义，等. 内循环厌氧反应器的运行特性研究[J]. 工业用水与废水，2006, 37(3): 63-66.
[4] 胡纪萃. 试论内循环厌氧反应器[J]. 中国沼气，1999, 17(2): 3-6.
[5] Vereijken T, Ljspeert P. Anaerobic Industrial Wastewater Treatment Seminar Biotechnological Wastewater Treatment [M]. The Netherlands: Paques BV, 1992. 20-80.

作者简介：史明(1985-)，男，山东潍坊人，硕士研究生，研究方向为水污染控制，(电子信箱)shiming0502@126.com。