

DAT-IAT 工艺冬季、夏季有机物去除比较

储金宇 苏庆永

(江苏大学生物与环境工程学院 江苏 镇江 212013)

摘要 对天津经济技术开发区污水处理厂采用先进的 DAT-IAT 工艺进行冬季和夏季的实际运行效果比较,并就 DAT 池和 IAT 池在运行中的作用进行分析。研究发现,污水处理厂对 BOD 的平均去除率在 96% 以上,对 COD 的平均去除率在 75% 左右,均能保证出水达标,对于 BOD 和 COD 的去除效果冬季和夏季无明显差别,对 SS 的去除效果冬季略优于夏季,DAT-IAT 工艺系统的抗冲击负荷能力较强,污水处理厂 DAT 池过高的 BOD 去除率对后续的脱氮除磷效果会产生不利影响。影响处理效果的原因主要为污水处理厂进水量不充足,水质水量变化大,且 $\rho(BOD)/\rho(COD)$ 值偏低,不利于生化处理。此外,DAT 池的非限制性曝气工艺不仅使 BOD 在 DAT 池中过度消耗,影响后续处理,而且浪费能源,建议减少 DAT 池曝气时间或调整 DAT 池运行参数。

关键词 污水处理工艺;有机物;去除率;COD;BOD;SS

中图分类号:X703 文献标识码:B 文章编号:1004-693X(2007)03-0070-04

Comparison of organic matter removal by DAT-IAT techniques in winter and summer

CHU Jin-yu, SU Qing-yong

(College of Biology and Environmental Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract The advanced DAT-IAT (Demand Aeration Tank-Intermittent Aeration Tank) technique was used in the sewage treatment plant in Tianjin Economic and Technological Development Area. The operating effect in summer and winter was studied and compared, and the functions of DAT tank and IAT tank were analyzed. Results show that the average removal rate of BOD can reach 96%, and that of COD is around 75%, both meeting the discharge standard. The removal efficiency of BOD and COD was almost the same in summer and winter, while that of SS in winter is better than that in summer. The DAT-IAT technique system has strong ability to resist the striking loads. The exorbitant removing rate of BOD in DAT tank has harmful effects on the removal of phosphorus and nitrogen, which are mainly caused by insufficient influent quantity, distinct variation of water quality and quantity, the low ratio of BOD/COD, and all of these are unfavorable biochemical degradation. Besides, the nonrestrictive aeration processing in DAT tank not only causes the excessive consumption of BOD and is harmful to the following treatment, but also wastes energy. It is suggested that the aeration time be shortened or the operation parameter of DAT tank be adjusted.

Key words sewage treatment techniques; organic matter; removal efficiency; COD; BOD; SS

DAT-IAT (Demand Aeration Tank-Intermittent Aeration Tank) 工艺是 SBR 法中继 ICEAS、CASS、IDEA 工艺之后完善发展的又一种新工艺,其工艺主体构筑物是由一个需氧池(DAT)和一个间歇曝气池(IAT)串联而成,DAT 池连续进水,连续曝气,其出水

进入 IAT 池,在此完成曝气、沉淀、滗水和排除剩余污泥^[1]。此工艺具有能克服污水中工业废水比重大、水质水量变化大的优点^[2],目前工艺原理及设计方面研究较充分,但在应用于大型污水处理厂的运行效果及影响因素方面研究较少,本文着重研究应

用此工艺的污水处理厂对污染物的去除效果 ,试图从中探索规律 ,更好的指导实践。

1 DAT-IAT 系统构造及运行参数

天津经济技术开发区污水处理厂共设 6 座 DAT-IAT 池 ,每座大小为 80 m×32 m×4.3 m(有效水深) ,池容 1.1 万 m³。DAT 池和 IAT 池体积相等 ,中间设两道导流墙 ,第一道导流墙靠近地面处设 16 个直径为 300 mm 的导流孔 ,第一道导流墙后 1.4 m 处为第二道导流墙 ,底部设 20 个 100 mm×150 mm 的导流孔。

主要运行参数 :实际进水量 5 万~6 万 m³/d ,悬浮物中 BOD 负荷为 0.045 kg/kg·d ,水力停留时间 14.85 h ,混合液 MLSS 的质量浓度为 5000 mg/L ,污泥指数为 150 mL/g ,污泥龄为 22 d ,IAT 池运行周期 *T* 为 3 h(1 h 曝气 ,1 h 沉淀 ,1 h 滗水)。

2 污染物去除效果分析

2.1 COD 去除效果

污水处理厂 2 月份对 COD 的去除效果见图 1 ,进水 COD 的质量浓度变化很大 ,最高达 728 mg/L ,对整个处理系统是一次很大的冲击负荷 ,但去除率达 88.96% ,出水 COD 质量浓度为 80.4 mg/L ,达到了排放标准(120 mg/L) 。其他时间的 COD 负荷一般在 100~300 mg/L ,低于设计负荷(400 mg/L) 。出水 COD 曲线比较平稳 ,完全能达到排放标准 ,而且 COD 的去除率曲线与进水浓度曲线具有非常好的一致性。

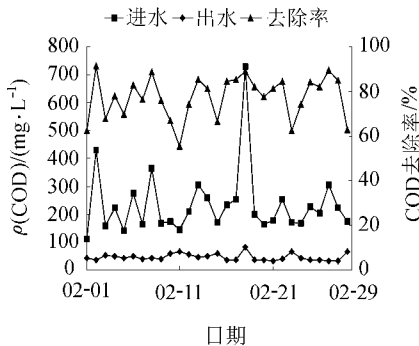


图 1 2 月份 COD 去除效果

污水处理厂 8 月份对 COD 的去除效果见图 2 ,进水浓度的变化依然很大 ,在 8 月 3 日和 8 月 15 日进水 COD 质量浓度为 718 mg/L 和 816 mg/L ,是 2 次很大的冲击负荷。其他大部分时间进水 COD 浓度为 100~250 mg/L ,明显低于设计负荷。出水 COD 浓度依然平稳 ,为 31~115 mg/L ,只有进水负荷为 816 mg/L 那天 ,出水 COD 浓度为 115 mg/L ,其余时间出水浓度均在 75 mg/L 以下 ,运行良好稳定。

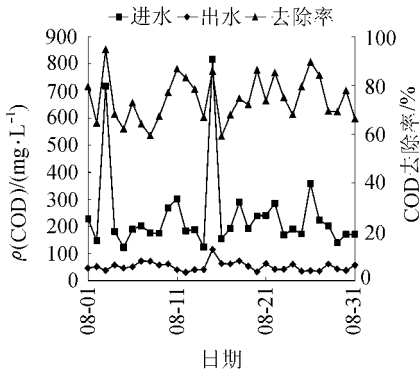


图 2 8 月份 COD 去除效果

冬季和夏季污水处理厂 COD 的去除效果都较好 ,尤其对于冲击负荷的适应能力较强。由文献 [3] 可知 ,夏季温度较高 ,微生物活性强 ,冬季温度低 ,微生物活性相对较弱 ,处理效果夏季应该优于冬季 ,但从图 1 和图 2 中分析可知 ,冬季和夏季对于 COD 的去除效果相差不大。因为 2 月份进水的 COD 平均浓度比 8 月份高(但仍未达到设计浓度) ,而在一定范围内 ,进水浓度越高 ,污泥负荷越大 ,从而提高了污泥的活性 ,提高 COD 的去除率 ,而 8 月份进水 COD 浓度偏低 ,故对去除率产生一定负面影响 ;其次 ,污水处理厂的进水从市政地下管网流入 ,即使是在冬季 ,其水温仍然可以保持在 10℃ 以上 ,对微生物保持活性产生一定积极影响 ,所以 2 月份和 8 月份的 COD 去除效果非常接近。

2.2 BOD 去除效果

污水处理厂 2 月份对 BOD 的去除效果见图 3 ,进水 BOD 质量浓度为 32.8~141.9 mg/L ,平均质量浓度仅为 60.9 mg/L ,明显低于设计要求(150 mg/L) 。出水 BOD 质量浓度相当稳定 ,仅为 1~4 mg/L ,说明系统对 BOD 的去除效果相当彻底 ,完全达到排放标准(30 mg/L) 。从 BOD 去除率曲线可以看出 ,其去除效率为 93.45%~99.11% ,平均去除率为 96.51%。

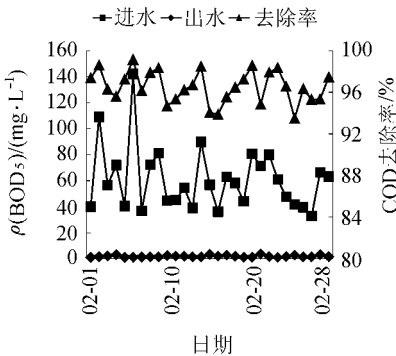


图 3 2 月份 BOD 去除效果

污水处理厂 8 月份对 BOD 的去除效果见图 4 ,进水 BOD 质量浓度 36.4~183.8 mg/L ,只有 1 天的进水浓度大于 150 mg/L ,进水平均浓度为 73.7 mg/L ,

低于设计要求。而 BOD 的出水浓度非常低,为 1 ~ 5 mg/L,去除效果非常彻底,完全达到排放标准。且 BOD 的去除率曲线非常平稳,去除率为 94.12% ~ 99.21%,平均去除率为 97.4%,几乎不受进水 BOD 浓度的影响,去除效率很高,效果非常好。

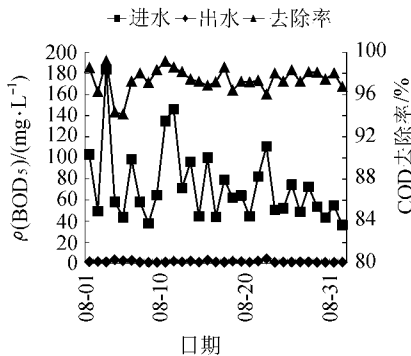


图 4 8 月份 BOD 去除效果

冬季和夏季出水 BOD 浓度都完全能够达到排放标准,去除效果良好。虽然进水 BOD 负荷低于设计要求,但去除效果几乎不受进水负荷的影响。对于去除率,夏季和冬季相差无几,去除效果都非常彻底,完全达到排放标准。

2.3 ρ(BOD)与 ρ(COD)的比值分析

冬季和夏季的 ρ(BOD)与 ρ(COD)比值不同,冬季进水平均值为 0.29,夏季为 0.33,夏季 ρ(BOD)与 ρ(COD)比值略高于冬季,但都属于较难进行生化处理的范围,而且由于进水水质的波动比较大,导致进水 ρ(BOD)与 ρ(COD)比值的波动性也较大,最低只有 0.08。分析原因可能是污水处理厂所处的开发区内多为工厂企业,而居民区较少,致使进水中含有大量的工业废水(约占 80%),而生活污水较少,造成水质的可生化性较差,这将对污水处理厂的处理效果产生了一定的不利影响。

2.4 SS 去除效果

污水处理厂 2 月份对 SS 的去除效果见图 5,进水 SS 质量浓度为 51 ~ 577 mg/L,变化很大,最高达到 577 mg/L,大大高于设计值(200 mg/L),但对应的

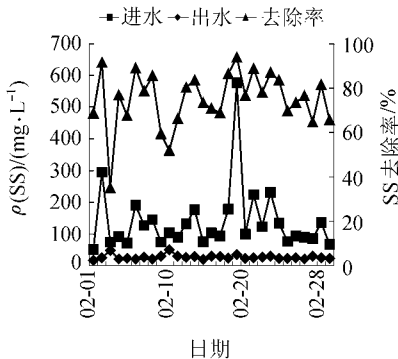


图 5 2 月份 SS 去除效果

去除率达 93.93%,出水 SS 质量浓度为 35 mg/L,说明系统对 SS 冲击负荷具有一定的缓冲能力。出水 SS 曲线相对比较平稳,89.66%的出水 SS 质量浓度达到了排放标准(30 mg/L),平均去除率为 74.97%。

污水处理厂 8 月份对 SS 的去除效果见图 6,进水 SS 质量浓度为 72 ~ 871 mg/L,8 月 15 日的冲击负荷为 871 mg/L,高出设计标准 4 倍以上,其他大部分时间 SS 负荷基本满足设计要求。出水 SS 质量浓度为 17 ~ 60 mg/L,83.87%的出水 SS 质量浓度达到了排放标准,平均去除率为 79.14%。

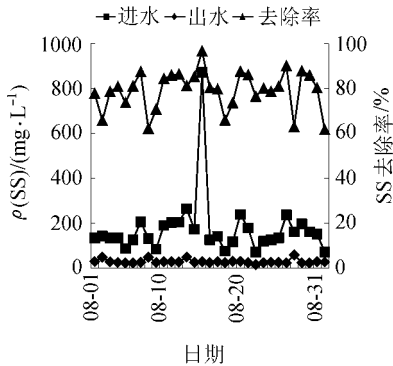


图 6 8 月份 SS 去除效果

冬季和夏季 SS 的去除效果相比,均有几天不能达到排放标准,但所占比例较小,超标的数值也不大。其中 2 月 18 日出水 SS 质量浓度为 35 mg/L,超出了排放标准,分析原因应该是当天进水 SS 质量浓度过大,即使系统保持较高的去除率,出水仍然达不到排放标准。8 月 15 日,虽然进水 SS 的冲击负荷达到 871 mg/L,但出水仍能达到排放标准,可见系统具有很强抵御冲击负荷的能力。8 月 27 日,进水 SS 质量浓度仅为 162 mg/L,而出水为 60 mg/L,没能达到排放标准,分析原因可能是当天的污泥沉降性能较差,或者是由于混合出水水样的水质存在一定偏差的缘故。

总之,污水处理厂对 SS 的去除效果比较好,主要原因应该是 DAT-IAT 工艺接近静态沉淀的特点,绝大多数悬浮物能在预定时间内得以沉淀去除。从水质特点上分析,在低温环境下,当水的黏滞性增大,固体颗粒沉降阻力也随之增大时,会降低泥水分离效果,但从实际运行中可见,冬季 SS 的去除效果并没有受到多大影响,相反夏季出水 SS 的不达标情况还要多于冬季,分析原因可能是夏季进水中,不可沉降的悬浮物较多,致使 IAT 池存在较多浮渣,影响了 SS 的去除效果。从工艺上看^[4],DAT-IAT 工艺的污泥负荷较低,泥龄较长,污泥缺乏营养,老化严重,致使污泥沉降速度太快,还没有来得及吸附水中的悬浮物就沉到了池底,这也是冬季或夏季部分出水不能达标的影响因素。

2.5 DAT池、IAT池在运行中的作用分析

为探讨 DAT 池和 IAT 池在运行中的作用,将 DAT 池出水有机物浓度与总出水有机物浓度进行比较,设计试验,对 1 号 SBR 反应池中的 DAT 池和 IAT 池分别进行监测分析,在 DAT 池中靠近导流墙 1/3 处取水样作为 DAT 池出水水样,沉淀 0.5 h 后测定。

由图 7 和图 8 可以看出,在 8 次试验中,COD 平均去除率为 75.39%。IAT 池平均去除率为 18.82%。DAT-IAT 整体工艺对 COD 的平均去除率为 80.97%。对于 BOD 的去除效果,DAT-IAT 整体工艺对 BOD 的平均去除率为 96.85%,而在 DAT 池中 BOD 的平均去除率就已经达到 96.41%,有机物在 DAT 池中的去除率和 DAT-IAT 整体工艺的去除率相差很小,绝大部分有机物在 DAT 池中就已经被去除,在 IAT 池中去除的有机物量微乎其微。

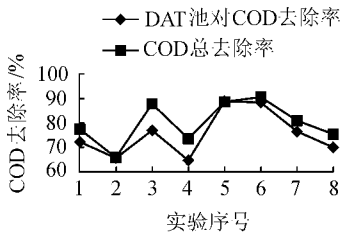


图 7 多次实验的 COD 去除率比较

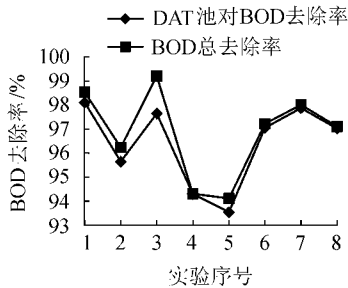


图 8 多次实验的 BOD 去除率比较

DAT-IAT 工艺实现了连续进水的运行方式,污水连续进入非限制曝气的 DAT 池,在好氧条件下,绝大多数有机物在此过程中被降解。在 IAT 池中,按照曝气、沉淀、滗水的运行周期,对污水中 COD、BOD、SS 等污染物进行进一步的去除,同时还要完成脱氮除磷,但进入 IAT 池的污水中可生物降解有机物已经近乎全部耗尽,DAT 池的非限制曝气虽然能够大量去除污水中的有机物,而且保持很高的去除率,但其完全混合的状态不利于反应池内基质的积累^[6-7],降低了反应推动力,不利于 DAT-IAT 整体工艺对难降解有机物的去除,加之 DAT 池对有机物的高去除率致使流入 IAT 池中污水的 BOD 含量非常少,远远低于除磷脱氮的最优氧氮比($\rho(\text{BOD})/\rho(\text{TN})$ 为 6~9)、氧磷比($\rho(\text{BOD})/\rho(\text{TP}) > 20$)^[7-8],因此也必然降低除磷脱氮的效果。

3 污水处理厂运行效果总结

a. 污水处理厂设计进水量为 10 万 t/d,但实际进水量仅 5~6 万 t/d,水量不充足,且水质水量变化很大,影响了 DAT-IAT 工艺处理效果。

b. 污水处理厂实际运行中,对 BOD 的去除效果很好,平均去除率在 96% 以上;对 COD 的去除效果较好,平均去除率在 75% 左右,出水能够达到排放标准,且系统抗冲击负荷能力较强。

c. 进水 $\rho(\text{BOD})$ 与 $\rho(\text{COD})$ 的比值偏低,在 0.3 左右,属于刚刚能够进行生化处理的范围,对污染物的去除产生一定不利影响,应增加生活污水的进水量,以提高 $\rho(\text{BOD})$ 与 $\rho(\text{COD})$ 之比值。

d. SS 的去除效果基本达到排放标准,但在夏季少数时候达不到排放标准,是因为夏季进水中不可沉降的悬浮物较多,致使 IAT 池上存在较多浮渣,而且污泥龄较长致使污泥易老化,影响了 SS 的去除效果。

e. 该工艺 DAT 池虽然具有很高的 BOD 去除率,但对后续的脱氮除磷效果会产生不利影响,而且其非限制性曝气工艺也不利于节省能源,可以考虑改变 DAT 池的曝气形式或工艺参数,适当减少曝气量。

参考文献:

[1] 孙卫红. 新型 SBR 工艺及其在水处理中的应用[J]. 江苏环境科技, 2004, 17(4): 45-47.

[2] PIERSON A, PARLOSTATHIS G. Real-time monitoring and control of sequencing batch reactors for secondary treatment of a poultry processing wastewater[J]. Water Environment Research, 2000, 72(5): 585-592.

[3] BOON A G. Sequencing batch reactors: A review[J]. Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management, 2003, 17(2): 68-73.

[4] 张统. 间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[5] 周震. SBR 工艺的分类和特点[J]. 给水排水, 2001, 27(2): 31-33.

[6] DAE S L, CHE O J, JONG M P. Biological nitrogen removal with enhanced phosphate uptake in a sequencing batch reactor using sludge system[J]. Water Research, 2001, 35(16): 3968-3976.

[7] RUIZ G, JEON D. Nitrification with high nitrite accumulation for the treatment of wastewater with high ammonia concentration[J]. Water Research, 2003, 37(6): 1371-1377.

[8] MERZOUKI M, BERNET N. Biological denitrifying phosphorus removal in SBR: effect of added nitrate concentration and sludge retention time[J]. Wat Sci Tech, 2001, 43(3): 191-194.

(收稿日期: 2005-09-20 编辑: 舒建)