

广州生活小区污水处理厂设计及运行研究

迟 军¹, 王宝贞¹, 李高奇²

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090;
2. 广州番禺环境工程股份有限公司, 广东 番禺 511400)

摘 要 采用淹没式生物膜工艺的广州市某生活污水处理厂, 自 1998 年 5 月投产以来运行性能良好, 在正常条件下出水水质 BOD_5 为 0.7~1.5 mg/L(平均 1.1 mg/L), COD_{Cr} 为 8~20 mg/L(平均 13.6 mg/L), TSS 为 19~30 mg/L(平均 25 mg/L), NH_3-N 为 1.7~2.5 mg/L(平均 2 mg/L)。以该厂近 3 年的实际运行为背景, 总结了运行和管理经验, 提出了切实可行的运行参数和管理办法, 对在实际工作中遇到的污泥减量、浮萍过度繁殖等问题进行了分析, 并给出了解决方法。

关键词 运行管理; 淹没式生物膜; 污水处理

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1672-0946(2003)02-0183-04

Study on design and operation management of wastewater treatment plant in Panyu

CHI Jun¹, WANG Bao-zhen¹, LI Gao-qi²

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China;
2. Panyu Environmental Engineering Co. Ltd., Panyu 511400, China)

Abstract: Describes the design and operation of a wastewater treatment plant in Panyu, Guangdong, the plant employing submerged biofilm process achieved good performance under normal conditions in the first year operation with effluent quality of BOD_5 0.7~1.5 mg/L (1.1 mg/L in average); COD_{Cr} 8~20 mg/L (13.6 mg/L in average), TSS 19~30 mg/L (25 mg/L in average), NH_3-N 1.7~2.5 mg/L (2 mg/L average). Grounded on the three years' operation, which employs submerged biological membranes technology, concludes the experience of management. It provides available operating parameters and administration method. Analyzed the problem of sludge's reduction and duckweed's abnormal reproduction and put forward the solutions.

Key words: operation management; submerged biological membranes; wastewater treatment

广州地区由于其气候炎热、潮湿、多雨, 其生活小区污水排水量及水质与北方地区相比有很大不同。在许多生活小区的实际运行当中发现, 许多污水处理厂的进厂污水浓度明显低于设计浓度^[1], 由于在设计中没有充分考虑, 导致实际运转费用偏高^[2]等问题。

本设计中的生活小区位于广州西北部, 是规模

较大的生活小区, 8 000 m³/d 的第一生活污水处理厂一期工程(4 000 m³/d)于 1998 年底投入运行。通过不断地总结经验, 寻找最合理的运行方式, 不但使出厂水质一直保持稳定, 而且还大幅度节省了运转费用。为同类污水处理厂的设计、运行提供了许多有益的参考资料。

收稿日期: 2002-11-17.

作者简介: 迟 军(1975-), 男, 博士, 研究方向: 污水处理;

王宝贞(1932-), 男, 博导, 国际水科学终身院士, 国际水协理事, 研究方向: 污水物、化、生处理, 饮用水深度净化。

1 工艺流程

第一生活污水处理厂的进厂污水主要为居民、员工生活区(不包含食堂)生活用水,因而浓度较低.

淹没式生物膜法是在传统活性污泥法基础上发展起来的一种污水处理方法.由于在曝气池中装入填料,与常规活性污泥法相比,其曝气池中的生物量显著提高,从而缩短了流程的水力停留时间.在保证出水水质的前提下,由于其形成了较长的食物链,一方面提高了耐冲击负荷能力,另一方面,剩余污泥量大幅度减少,这样就大大降低了处理、处置及运行维护的费用^[3].

考虑到进厂水质和实际情况,在设计上采用了淹没式生物膜法污水处理工艺,相关数据见表 1.

表 1 水质参数情况

Table 1 Parameters of water quality

项目	现场监测值	设计采用值	广东省出水标准 (DB 4437-907)
COI(mg/L)	57~195	200	<120
BOD ₅ (mg/L)	29~80	10	<30
TH(mg/L)	1.3~2.5	5.0	<0.5
TKN(mg/L)	11~15	20	<15
TSS(mg/L)	90~537	120	<30

注 水温冬季 12~15℃ 夏季 23~26℃

由于原水浓度低,且水量较小,因此不设初次沉淀池.原水经粗、细格栅去除大块漂浮物,经曝气沉砂池砂水分离后进入淹没式生物膜曝气池.在曝气池内污水中的有机物被附着在填料上的大量微生物分解后进入辐流沉淀池,泥水分离后外排.辐流沉淀池采用向心穿孔管出水,可保证在生物膜曝气池中剥落的生物膜不会随水流出,也使整个工艺布局合理、结构紧凑.工艺流程如图 1.

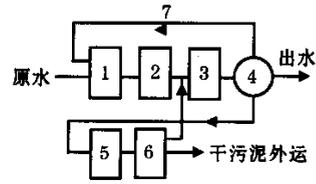
粗格栅 两套全自动 phenixpure 型格栅除污机,栅条间距 20 mm.

细格栅 两套全自动同上型号的细格栅除污机,栅条间距 5 mm.

曝气沉砂池 两池并联,单池尺寸($l \times b \times h$)为 12 m × 1.4 m × 1.5 m,装有移动式吸砂机和砂水分离设备.

淹没式生物膜曝气池 两个系列并联运行,每个系列三个廊道,设计尺寸($l \times b \times h$)为 40 m × 12 m × 4.7 m,有效容积为 2 000 m³,设计水力停留时间(HRT)为 6 h,在池底装有锈钢管系统的穿孔管压缩空气扩散器.生物膜填料由合成丝制成(型号 PWT-50),该填料除了起挂膜作用外,还起到了水流均匀

分布和在剪切力作用下将大气泡变成微气泡的扩散作用.



- 1. 粗、细格栅 2. 曝气沉砂池;
- 3. 淹没式生物膜曝气池;
- 4. 辐流式沉淀池 5. 污泥浓缩池;
- 6. 污泥脱水机房 7. 再循环污泥;
- 8. 剩余污泥

图 1 工艺流程示意图

Figure 1 Sketch map of technical process

二沉池 两个直径为 18 m 的辐流式二沉池,沉淀区水深为 3 m,设计停留时间为 2.3 h.

流量计量设备 装有 Miltronics 型敞口式超声波流量计的巴式计量堰.

鼓风机 两台 SSR150 型鼓风机,空气流量为 16 m³/min,压力为 49 kPa,功率为 30 kW.

污泥浓缩池 两个直径为 6 m 的浓缩池,有效高度为 4 m,设计污泥停留时间为 24 h.

污泥脱水:一套 Teknofanghi 型带式压滤机,带宽 1.2 m,处理能力为产脱水污泥 380 kg/d.

2 实际运行效果

2.1 水量变化情况

从 1998 年底正式投产以来,由于小区的不断发展,居民人数不断变化,天气变化情况等原因,水量变化幅度较大.图 2 为 2000 年 3 月到 12 月的日平均水量变化图.日平均流量在 500~6 000 m³/d 之间,年平均流量为 2 500 m³/d.图 2 中的几个极值点,对比降雨记录可知当日为暴雨.

可以发现,生活小区的污水排量是非常不稳定的,设计时应该对此给予充分的重视,设计流量过大可能造成浪费及水厂运动不正常,过小则可能发生下雨时,污水漫流的后果.

2.2 处理效果情况

污水处理厂运行效果良好,出水水质一直保持在较稳定的范围内,处理情况见下图 3、4.从表 2 中可见,淹没式生物膜法对污水中的多种污染物有相当高的去除率,而且由于生物相种类较多,有一定的抗冲击负荷能力,在进水浓度变化较大的情况下,处

理效果相对稳定。



图 2 日平均流量年变化图

Figure 2 Diagram of average flow per day changing in a year

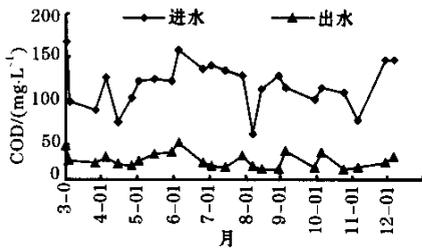


图 3 COD 处理效果图

Figure 3 Diagram of COD after treated

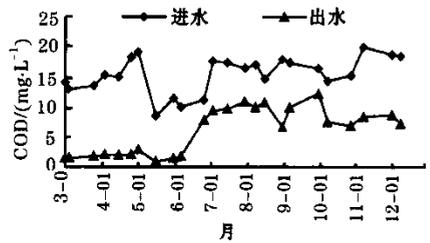


图 4 COD 处理效果图

Figure 4 Diagram of COD after treated

表 2 污染物平均去除情况表

Table 2 Removal results of contamination

指标 (mg/L)	进水	出水	平均去除率 (%)	指标 (mg/L)	进水	出水	平均去除率 (%)
BOD ₅	29~80	1.7~6.5	93.4	COD	57~195	8~40	88.8
SS	90~537	19~30	92.2	NH ₃ -N	9~15	1.7~13	82.5

3 运行管理

该污水处理厂运行操作人员目前共有 4 人,其中 3 人为倒班操作员,主要职责为清除砂水分离器所分离出的砂及格栅间垃圾,维护、保养设备;1 人为化验分析员。

3.1 格栅间

格栅间包括格栅机(粗 20 mm、细 5 mm)、曝气沉砂池和外部的砂水分离器。

转刷式不锈钢格栅机运行十分稳定。在实际运行中,针对祈福新污水的特点,逐渐调整格栅机的开启时间。格栅机从初期的每天 24 h 连续运行调整到如今每天平均开启 10 次,每次运行 2~3 min 即可。

3.2 淹没式生物膜曝气池

淹没式生物膜曝气池采用组合填料,在其底部铺设不锈钢曝气管。由于组合填料同时具有挂膜及切割气泡的作用,在合理的填料装填密度下,当不锈

钢曝气管中逸出的气泡上升至填料时,气泡被切割成微小气泡,利于氧气溶于水,既可以达到充氧目的,同时又节省了装置微孔曝气器的费用,下表为监测所得的各点溶解氧值^[4]。

表 3 溶解氧变化情况表 (mg/L)

Table 3 Changes of dissolved oxygen

进水	第 1 廊道	第 2 廊道	曝气池出水	二沉池出水
0.4	1.7	3.1	3.7	3.8

该曝气池运行十分稳定,但在 2000 年夏季的运行中却出现了藻类过量生长的问题。曝气池内水生植物(主要是一种绿色水草)大量繁殖,越是曝气池末端廊道,水草生长越多。随着时间的延长,死亡的水草腐烂、分解后变成小微絮,随水流进入沉淀池,引起出水中 SS 上升,有时甚至超标;但对 COD、BOD₅ 影响不大。经过几次捞除,发现该种水草生长非常迅速,捞过后几天之内就可以重新快速生长。当天气逐

渐变冷(进入 11 月)后,水草生长变缓,最后全部死亡.对此种水草的种类及生长规律还有待进一步研究.

另外,本淹没式生物膜曝气池为地上敞开式,在运行过程中出现了蚊虫大量滋生的问题.由于在曝气池中的生物种类多,食物链相对较长,得以产生大量的蚊子.因此,要注意灭蚊.在实际管理中采用人工喷药的方式,平均每月灭蚊一次(冬天可适当减少),有效地控制了蚊子的生长.

3.3 沉淀池

沉淀池采用向心穿孔管辐流式沉淀池.由于淹没式生物膜曝气池会出现生物膜老化脱落的问题,为防止剥落的生物膜,其比重一般小于水,随水流溢出而采用了淹没式向心不锈钢穿孔管出水,运行近 3 年来效果十分理想.

在 2000 年的夏季,沉淀池同样出现了水草过量生长的问题.但该处的水草与曝气池内的种类不同,主要是水浮萍的大量生产.淹没式向心不锈钢穿孔管成功地阻挡了水浮萍流出,但大量的绿色水浮萍覆盖了沉淀池的整个水面.后经多次试验,在沉淀池中投入了部分以水生植物为食的特种鱼苗,成功地解决了这一问题.

3.4 污泥处理装置

由于生活污水中所含无机物相对较少,进水浓度偏低,淹没式生物膜曝气池中填料上生长了大量的生物相.它们彼此形成了较长的食物链,消化截留了大部分的污染物,SS 沿廊道呈显著降低.所以其沉淀池负荷相对较小,其剩余污泥产量非常小.3 年以来,其污泥处理装置一直没有正式运行过.在实际操作中每月定期从沉淀池向曝气池前端回流部分污泥,节省了大量的运转费用.

3.5 能耗

由于能耗只来自于鼓风机、除砂机、自动格栅除污机的运行.鼓风机的装机容量为 30 kW,每天运行 6 h,格栅的装机容量为 1.5 kW,每天运行时间为 3 h,除砂机的装机容量为 2.15 kW,每天运行 2 h.该污水厂处理污水的能耗为 $0.05 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$,这远低于常规活性污泥系统的处理能耗($0.15 \sim 0.3 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$).

4 结语

(1) 浙福新 生活污水处理厂采用淹没式生物膜法工艺,对 BOB_5 、 COD_{Cr} 、TSS、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 等污染物的去除可以达到非常好的效果,非常适合应用于小区生活污水处理.

(2) 特殊的气候条件及生活小区自身特点使广州地区生活小区污水厂的设计、运行、管理有别于其他地区,应该对小区内污水的水理、水质进行认真的考查,在设计时应该予以充分的重视.必要时应为可能发生的各种情况预留空间,设计时采用比较灵活的运行方式,避免造成不必要的浪费.

(3) 设计合理并配合有效管理的污水厂在运行参数上仍有许多潜力可挖.通过不断试验,在保证出水水质的前提下,可以大幅度节省运转费用.

参考文献:

- [1] LIU J X, WANG Bao-zhen. Removal of nitrogen and phosphorus using a nwe biofilm - activated sludge process, Appropriate Waste Technology - Waste Stabilization Ponds[A]. Proceedings of Water Quality International 9[C]. Singapore: 1996.
- [2] 邵林广. 南方城市污水厂实际运行水质小于设计值的原因及其对策[J]. 给水排水, 1999, 25(2): 11 - 13.
- [3] WANG Baozhen, LI Jun, WANG Lin. Mechanism of phosphorus removal by SBR submerged biofilm system[J]. Water Research, 1998, 32(9): 2633 - 2638.
- [4] 王宝贞, 李高奇. 淹没式生物膜法污水处理厂的设计及运行[J]. 中国给水排水, 2000, 3: 16 - 9.