

温州南片污水处理厂曝气生物滤池工艺调试

王兴戩, 李宏斌, 袁铁夫, 李昌兵, 高 桢, 魏 迅

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074)

摘 要: 对温州南片污水处理厂曝气生物滤池工艺的调试过程进行总结,对比了氮、磷等主要污染物的去除效果,分析了运行过程中遇到的碳源、碱度对脱氮的影响等问题并提出了解决办法。实践证明,采用 BIOSTYR[®]曝气生物滤池工艺的出水水质可满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 A 标准。

关键词: 曝气生物滤池; 脱氮除磷; 调试运行

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)08-0112-04

Commissioning of Biological Aerated Filter (BAF) in Wenzhou South Wastewater Treatment Plant

WANG Xing-jian, LI Hong-bin, XI Tie-fu, LI Chang-bing, GAO Zhen, WEI Xun
(North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: The commissioning process of biological aerated filter (BAF) in Wenzhou South Wastewater Treatment Plant was summarized. The water quality and removal rate of pollutants such as nitrogen and phosphorus were investigated, and the problems such as carbon source, effect of alkalinity on denitrification and the relevant solutions were put forward. The effluent quality of BAF can meet the first level class A criteria specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002).

Key words: biological aerated filter (BAF); nitrogen and phosphorus removal; commissioning and operation

BIOSTYR[®]曝气生物滤池是一种上向流淹没式生物滤池,其滤料为密度小于水的球形颗粒并漂浮在水中。20 世纪 90 年代以来的众多学者针对 BIO-STYR[®]曝气生物滤池开展了大量的研究。该工艺具有运行可靠、出水水质好、抗冲击能力强和节约能耗的特点。BIOSTYR[®]以单位体积生物量多、设计紧凑而著称。对于相同的处理水量,BIOSTYR[®]将生化反应器与滤池相结合,无需二沉池,较传统方法可以节省大量占地面积^[1]。

1 工程概况

2015 年采用 BIOSTYR[®]曝气生物滤池为主工艺的温州市南片污水处理厂一期工程投入运行。

工艺流程见图 1。

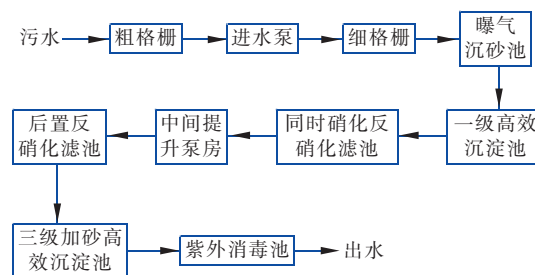


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of sewage treatment process

温州市南片污水处理厂一期设计规模为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 总服务面积约 25.56 km^2 , 采用前置同时硝化反硝化 + 后置反硝化 (NDN + PDN) 工艺, 主要处理南白象及高教园区系统的生活污水。该项目于

2012年开始建设,2015年4月开始进行菌种培养,同年11月通过环保验收,出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。

设计进、出水水质见表1。

表1 南片污水处理厂设计进、出水水质

Tab.1 Influent qualities and discharge standards of Wenzhou South Wastewater Treatment Plant

项 目	设计进水水质	设计出水水质
COD/(mg · L ⁻¹)	350	50
BOD ₅ /(mg · L ⁻¹)	180	10
SS/(mg · L ⁻¹)	250	10
TN/(mg · L ⁻¹)	40	15
NH ₃ - N/(mg · L ⁻¹)	30	5(8)
TP/(mg · L ⁻¹)	5.0	0.5
pH 值	6~9	6~9
注: 要求出水粪大肠菌群 <1 000 个/L。		

温州市南片污水处理厂一期工程的出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。

2 调试及运行

2.1 挂膜及驯化

生物滤池是核心单元,在调试阶段需要对滤料进行挂膜培养。

曝气生物滤池调试期间水温为17℃左右。挂膜分为两个阶段:第一阶段,曝气量控制在设计风量的35%左右,连续曝气供氧,按设计流量的30%泵入污水,闷曝24h后换水,如此反复3次,接着在间歇曝气条件下运行,间歇曝气8h(白天曝气,晚上停止),该过程持续10d,随后按设计水量的30%逐步增加进水量,同时逐步增大曝气量。在此期间,每天通过测定曝气生物滤池进、出水的水质变化,间接反映生物膜的生长情况,并注意观察在线监测仪pH、DO的数值变化,及时对运行参数进行调整,直至出水水质稳定,尤其是在线监测硝酸盐数值稳定,表明初步挂膜成功;第二阶段,进一步增加进山水力负荷和曝气负荷,对生物膜进行驯化,避免因水力负荷的突然增加对尚未完全成熟的生物膜造成不利影响。水力负荷达到满负荷时,池中已培养了足量的高活性微生物膜,曝气亦调节至满负荷。

2.2 滤池的反冲洗

反冲洗过程的频率在培养阶段逐渐增加,开始时次数较少,以避免冲掉过多的生物膜。

在正常情况下,提供给滤池的气量将根据污水的流量以及污染物浓度的变化而变化。通过设置在线仪表,监测BIOSTYR®进、出水的氨氮浓度和池内溶解氧含量,据此计算相应的曝气量。总空气流量是通过调节鼓风机导叶片的位置或变频器来控制的。在反冲洗状态,采用固定的空气流速。每个单元的空气流量均通过调节阀控制。

2.3 调试运行情况

该厂总平均进水量为1 670 m³/h,全部进入Multiflo沉淀池后再进入同时硝化反硝化滤池。同时硝化反硝化滤池回流水量为835 m³/h(回流比为50%),同时硝化反硝化滤池出水进入后置反硝化滤池的水量为800 m³/h,另外870 m³/h直接进入后置反硝化滤池之后的Actiflo沉淀池。

由于进水悬浮物浓度较低(SS平均为33 mg/L),COD几乎全部为溶解性的,因此Multiflo沉淀池的处理效果不太理想,其作用主要体现在去除了平均约69%的溶解性TP,以及14%的溶解性COD。

同时硝化反硝化滤池对COD、NH₃ - N、TN的去除率分别平均为54%、93%和17%,滤池主要功能为硝化,反硝化作用较弱。后置反硝化滤池对TN、NO₃⁻ - N和COD的去除率分别平均为37%、47%和43%。

运行成本:药剂费约为0.37元/m³,电费约为0.4元/m³,运行成本相对传统活性污泥法偏高。

3 遇到的问题及解决办法

3.1 碳源不足

实际进水浓度总体上低于设计水质,可供利用的碳源在本底浓度较低的情况下,再经过混凝沉淀,碳源更显不足。

氨氮在同时硝化反硝化滤池几乎全部参加硝化反应,但因进水浓度低,不足以全部完成反硝化,出水TN超标。为了保证出水TN达标,后期在反硝化滤池调试过程中外加碳源,此时,出水TN能够满足15 mg/L的标准,达标率为100%。

外加碳源选择乙酸钠(固体),其具有溶解性好、设备简便、相对安全等优点。乙酸钠采购纯度为58%~60%,配制浓度为25%。投加方式:采用加药泵变频自动控制,投加量随同时硝化反硝化滤池出水硝酸盐的浓度变化而变化。

3.2 碱度不足

硝化反应消耗碱度,反硝化过程产生碱度,但反

硝化产生的碱度不足以弥补硝化反应的损耗。在调试过程中,硝化过程碱度的消耗为 7.14 : 1, 剩余碱度为 30 ~ 50 mg/L。

进水碱度越高,则其相应的 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率也就越高。当进水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度升高,而碱度没有按比例提高时,就会出现 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 超标的现象。因此调试工作采取在 Multiflo 一级高效沉淀池的出水处投加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的措施以增加碱度,满足硝化反应的需要。

碱度的投加量按处理水量为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 计,每增加 7 mg CaCO_3/L (即去除 1 mg/L $\text{NH}_3 - \text{N}$),需要投加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 207 kg/d。

4 对主要污染物的去除效果

4.1 对 COD 的去除效果

图 2 是 5 月—10 月期间生物滤池进、出水 COD 浓度及去除率随时间的变化曲线。

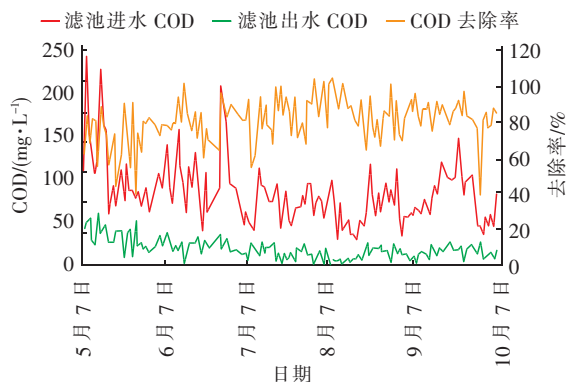


图2 生物滤池对 COD 的处理效果

Fig. 2 Removal effect of COD by BIOSTYR®

可以看出:

① 当进水 COD 在 30 ~ 242 mg/L 之间变化时,对 COD 的去除效果良好,出水 COD 从最初的不稳定,随着调试过程进行而逐渐稳定在一级 A 标准 (50 mg/L) 以下。出水 COD 在统计区间内最高为 58 mg/L,出水 COD 平均为 19.54 mg/L。

② 在进水 COD 较低的情况下,出水 COD 稳定。

③ 进水 COD 和去除率存在基本一致的变化趋势,进水 COD 浓度越高,即有机负荷越高,COD 的去除率就越高。

4.2 对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除效果

图 3 是对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除效果。图 4 是 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率与水温变化的对比。

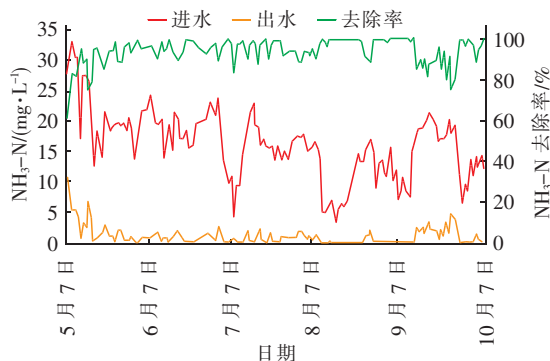


图3 生物滤池对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的处理效果

Fig. 3 Removal effect of $\text{NH}_3 - \text{N}$ by BIOSTYR®

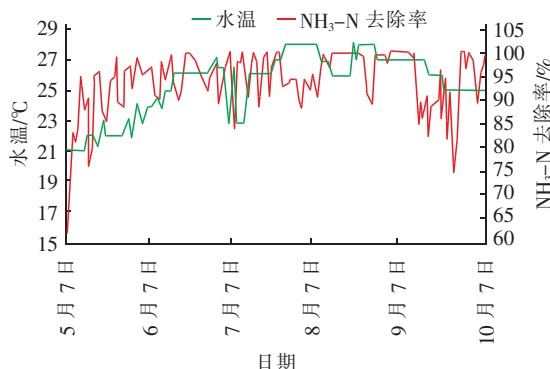


图4 生物滤池 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率与水温变化的关系

Fig. 4 Relationship of $\text{NH}_3 - \text{N}$ removal rate and water temperature of BIOSTYR®

可以看出:

① 对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的平均去除率为 94.12%, 最低为 61.82% ;

② 氨氮的去除率与水温相关,变化趋势与水温的变化趋势相符。

相关研究表明:曝气生物滤池中 HRT 与 SRT 相分离,有利于世代时间较长的硝化细菌的富集,因而硝化性能良好。此外,曝气生物滤池沿水流方向的生境不同,优势菌种呈梯度分布,菌群结构合理,使得除碳、硝化能同时高效率的实现^[2]。

4.3 对 TN 的去除效果

对 TN 的去除效果如图 5 所示。TN 的去除,一部分是由微生物合成代谢完成,另一部分依赖于溶解氧的变化,通过硝化、反硝化反应完成,这也是生物脱氮的主要途径。反硝化去除总氮所需的 BOD_5/TN 的比值约为 5 : 1,而南片污水厂滤池进水 BOD_5 较低,进水 BOD_5/TN 仅为 (1.36 ~ 5.56) : 1,平均值约为 2.67 : 1,同时一级高效沉淀池去除了 14%

的溶解性 COD,导致曝气生物滤池进水反硝化去除 TN 的可利用有机碳源显著减少,反硝化难以完成。

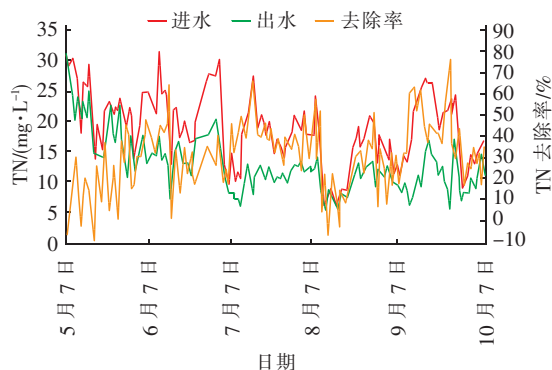


图5 生物滤池对 TN 处理效果

Fig. 5 Removal effect of TN by BIOSTYR®

4.4 对 TP 的去除效果

生物滤池对 TP 的去除效果见图 6。

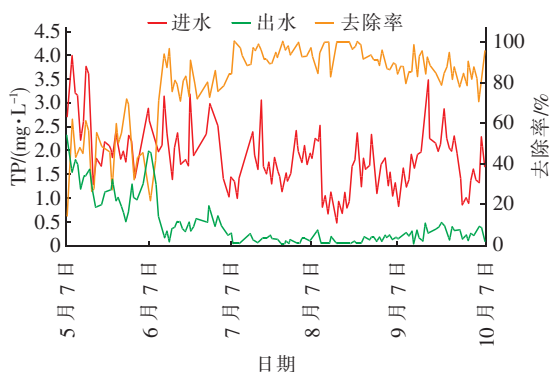


图6 生物滤池对 TP 去除效果

Fig. 6 Removal effect of TP by BIOSTYR®

从图 6 可以看出:

① 调试期间生物滤池进水 TP 为 0.47 ~ 3.82 mg/L,出水 TP 为 0 ~ 2.31 mg/L,平均出水 TP 为 0.46 mg/L,平均去除率为 78.73% ;

② 虽然进水 TP 浓度变化较大,但去除率相对

稳定,出水 TP 能够稳定达到一级 A 标准($TP \leq 0.5$ mg/L)。

5 结论

① 曝气生物滤池在夏季水温较高时具有很强的氨氮硝化能力。

② 由于进水有机物浓度较低,没能实现同时硝化反硝化,在实际的调试过程中前置同时硝化反硝化滤池全部作为硝化滤池使用。

③ 运行中合理地控制溶解氧并确定合理的反冲洗周期及时间间隔,可以显著提高滤池的运行效果。

参考文献:

- [1] 孙滴青,甘一萍,魏薇,等. Biostyr®曝气生物滤池中试研究[J]. 给水排水,2005,31(8):14-18.
- [2] 窦娜莎. 曝气生物滤池处理城市污水的主要影响因素及细菌多样性[D]. 青岛:中国海洋大学,2010.



作者简介:王兴戡(1974 -), 男, 吉林四平人, 硕士, 高级工程师, 主要从事污水处理、工程总承包与项目管理工作。

E-mail:wang-xingkan@163.com

收稿日期:2016-12-02

转变用水观念,创新发展模式