

Bardenpho + MBR 工艺用于污水处理厂的升级改造

高飞亚¹, 李金河²

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381; 2. 天津创业环保集团股份有限公司, 天津 300381)

摘要: 海宁尖山污水处理厂的升级改造工程处理规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 在综合分析污水厂现有工艺、占地、进出水指标及运行状况的基础上, 采用 Bardenpho + MBR 工艺进行升级改造, 出水水质稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准, 并有继续提升的空间。

关键词: 污水处理厂; 升级改造; MBR

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)06-0099-03

Application of Bardenpho and MBR Process in the Upgrading and Reconstruction of a WWTP

GAO Fei-ya¹, LI Jin-he²

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China;
2. Tianjin Capital Environmental Protection Group Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: The design capacity of upgrading and reconstruction project of Haining Jianshan WWTP was $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. Based on the comprehensive analysis of existing process, footprint, influent and effluent quality indexes and operation situation of the WWTP, Bardenpho and MBR process was adopted in the upgrading and reconstruction. The effluent quality met the first class A standard in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002) and could be further improved.

Key words: wastewater treatment plant (WWTP); upgrading and reconstruction; MBR

1 项目背景

浙江海宁尖山污水处理厂一期工程规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 二级标准, 采用粗格栅及进水提升泵房→细格栅→调节池→初沉池→水解酸化池→SBR 生物池→终沉池→紫外消毒及排江泵池的工艺流程。尾水排放到钱塘江, 根据《浙江省近岸海域环境功能区划(调整)》, 该江段为三类海域。浙江省有关部门要求尖山污水处理厂在 2017 年出水水质达到一级 A 标准。应业主要求, 设计时需留有水质进一步提升的空间。

2 工艺选择

合理确定设计进水水质是升级改造工程应重点研究的问题。设计以尖山污水处理厂近年来的实测数据为基础, 采用适当的保证率确定进水水质。

设计进、出水水质见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

mg · L ⁻¹						
项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ - N	TP
进水水质	500	200	350	60	35	4.0
排放标准	50	10	10	15	5(8)	0.5

污水处理厂 SBR 工艺按二级标准设计, 泥龄较

短,除磷脱氮功能较弱。对于 SBR 类污水处理厂,强化生物处理的主要方式有:①增加系统内有效微生物的数量和活性;②增加系统内微生物的有效工作时间^[1]。因此,本次提标改造二级处理采用改良 Bardenpho 生化工艺,它适于处理低碳、高氮的废水,具有运行方式更加灵活、节约投资、更能应对水质变化冲击等优势^[2]。并且,在 SBR 生物池内构造膜池,用 MBR 进行泥水分离,节约用地,方便改造工程的实施。

提标改造的工艺流程:粗格栅及进水泵房→分配井、细格栅及曝气沉砂池→调节池→初沉池→水解酸化池→膜格栅(改造)→Bardenpho 生物池(改造)→MBR 膜池及膜设备间(改造)→终沉池→臭氧氧化(预留)→紫外消毒渠及排江泵房。

3 工艺设计

膜格栅、生物池、膜池和膜设备间均由现状 SBR 池改造而来。改造后的平面布局见图 1。

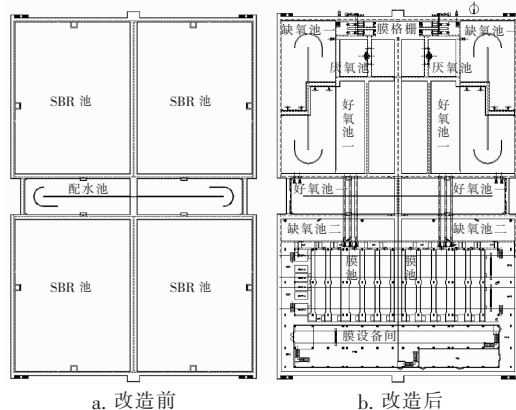


图1 生化系统改造前、后示意

Fig.1 Biochemical system before and after reconstruction

改造方案:北侧 SBR 池和原中间配水池内设置隔墙,构造出膜格栅及 Bardenpho 的一段 A²O 生物池;南侧 SBR 池设置隔墙,构造出 Bardenpho 二段缺氧池、MBR 膜池和膜设备间。因膜池处于好氧状态,可兼作 Bardenpho 的二段好氧池。

改造后生物池和膜池均为两组,对称布置,其主要设计参数如下:

① 膜格栅

设 2 组板式膜格栅,1 用 1 备,栅条间隙为 1 mm,用于拦截纤维类杂物,避免对 MBR 工艺微滤膜产生绕丝等,保护膜处理单元的正常运行;膜格栅渠前后装有闸门以便检修;膜格栅拦截的栅渣经过溜

槽进入螺旋压榨机,压实后送往栅渣箱。

② 生物池

生物池设 2 组,第一段 A²O 生物池总停留时间为 13.5 h,其中厌氧池 1.5 h、缺氧池 5.0 h、好氧池 7.0 h,第二段缺氧池停留时间 2 h,第二段好氧池(由膜池兼作)停留时间 1.8 h。设计最大曝气量为 232 Nm³/min。一段缺氧区和二段缺氧区均设置外碳源投加点,可灵活投加外碳源;二段缺氧区设有曝气器,可切换为好氧池运行。

膜池污泥回流至生物池好氧段进水端,以充分利用污泥中的溶解氧,最大回流比为 500%,好氧池混合液浓度为 8.33 g/L;好氧池混合液回流至缺氧池进水端,最大回流比为 400%,缺氧池混合液浓度为 6.67 g/L;缺氧池混合液回流至厌氧池进水端,最大回流比为 200%,厌氧池混合液浓度为 4.44 g/L。厌氧池和缺氧池均为完全混合式,好氧池为推流形式,既能抗冲击负荷,又能保证污染物充分降解。厌氧池设立式涡轮搅拌器 2 台, $N=5.5$ kW;一段缺氧池设置 8 台潜水推进器, $N=5.5$ kW;二段缺氧池设 4 台潜水搅拌器, $N=3.0$ kW。

③ MBR 膜池

MBR 膜池设 2 组、10 个廊道,每个廊道安装 6 个膜组器,预留 2 个备用空位,每个廊道进水设手电两用闸板阀,出水设手电两用调节堰门;采用 PVDF 中空纤维带衬膜,设计通量为 15~18 L/(m²·h),平均产水量为 834 m³/(d·组);设计最大污泥浓度为 10 g/L,膜吹扫风量为 390 Nm³/min。

④ MBR 膜设备间

MBR 膜设备间设有产水泵、清洗泵、剩余污泥泵、次氯酸钠等药剂制备投加设备和真空泵等辅助生产设备。

4 工艺特点

① 两段缺氧,强化脱氮

生物池采用 Bardenpho 工艺,第一段缺氧池利用原水中的碳源进行脱氮,第一好氧段硝化液回流比最高为 400%,理论脱氮率达 80%。当进水 TN 过高,或者出水标准提高时,第二段缺氧池可根据需要调节外碳源投加量,保证 TN 达标。

② 前端进水,保障 COD、NH₃-N 达标

为强化脱氮,多点进水应用较多,比如多级 AO 工艺等。但是,当出水水质标准进一步提高时,低温环境下硝化菌活性低,后端进水的 COD 也难以被充

分降解,出水 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 有超标的风险。为保障达标,在生物池前端进水,第一段好氧区停留时间达到 7 h,保障了硝化菌的生长和 COD 的充分降解。

③ 用地节约,改造过程安全可靠

将 SBR 生物池改造成 Bardenpho + MBR,通过提高生化系统微生物的数量、延长微生物的有效工作时长来提高生物池效率,因此不需要新增构筑物。改造工程只在生物池内部构造隔墙,不破坏生物池主体结构,安全可靠。

④ 保留终沉池,强化化学除磷

生物除磷脱氮在泥龄、碳源等方面存在着矛盾,因此,出水要求达到一级 A 或更高标准时,需要进行化学除磷。如果在生化系统中投加 PAC 进行协同化学除磷,药剂投加量大,成本升高;同时,pH 值是协同除磷需要考虑的一个重要因素,Dorea 等^[3]的研究表明,当铝的投加量 $> 1 \text{ mg/L}$ 时,就应考虑 pH 值的变化对微生物呼吸作用的抑制。

因此,保留了原 SBR 生物池后的终沉池,衔接在 MBR 出水后,可根据需要投加 PAC,进行化学沉淀除磷,使出水水质进一步提高。

5 实际运行效果

该工程于 2017 年建成投运,至今出水水质稳定达标。2018 年实际运行水质见表 2。

表 2 2018 年 1 月—12 月进、出水水质

Tab. 2 Influent and effluent quality from Jan. to Dec. 2018

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	进水		出水	
	月平均	最大值	月平均	最大值
COD	375	636	33	49
氨氮	26.5	84.6	0.3	1.1
SS	327	428	6	10
TP	8.6	14.1	0.3	0.5
TN	34.5	91.4	11.4	14.8

从表 2 可知,实际进水 TP 比设计值偏高,其他指标与设计进水较接近,出水水质能够稳定达到一级 A 标准。实际运行中,通过调整 PAC 和外碳源投加量,可进一步提升 TN 和 TP 的去除效果。

6 结语

在 SBR 工艺提标改造工程中,将 Bardenpho + MBR 工艺用于 SBR 生物池的改造,具备如下优点:

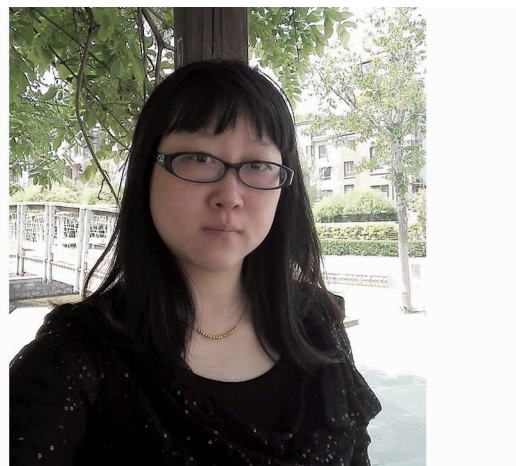
① MBR 工艺生物池污泥浓度高,不需要增加工程占地;

② 改造工程可不破坏生物池主体结构,安全性高;

③ Bardenpho 工艺具有很强的脱氮能力,MBR 工艺出水 SS 低,因此该工艺出水水质较好。

参考文献:

- [1] 沈晓铃,张万里,梁汀,等. SBR 类污水处理厂升级改造工艺选择及运行[J]. 给水排水,2010,36(7):38 - 41.
Shen Xiaoling, Zhang Wanli, Liang Ting, et al. Process selection and operation of upgrading reconstruction of SBR wastewater treatment plant [J]. Water & Wastewater Engineering, 2010, 36(7): 38 - 41 (in Chinese).
- [2] 郑兴灿. 城镇污水处理厂一级 A 稳定达标技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2015.
Zheng Xingcan. Technologies for Compliance with Effluent Discharge Standard of WWTP in China [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015 (in Chinese).
- [3] Dorea C C, Clarke B A. Effect of aluminium on microbial respiration[J]. Water Air Soil Pollut, 2008, 189(1/2/3/4): 353 - 358.



作者简介:高飞亚(1978 -),女,江苏常州人,大学本科,高级工程师,主要从事市政给排水工程设计工作。

E-mail: gaofeiya01@cemi.com.cn

收稿日期:2018 - 12 - 28