

DOI: 10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.16.015

工程实例

## 杭州城西污水厂提标改造实践与思考

虞佳庆<sup>1</sup>, 武丹丹<sup>1</sup>, 王海峰<sup>1</sup>, 韩丽<sup>2</sup>

(1. 杭州市水务集团有限公司, 浙江 杭州 310009; 2. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

**摘要:** 杭州城西污水处理厂按照浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)进行技术改造,将原一期生物池AAO处理工艺改造成Bardenpho+MBBR工艺,同时增加了低温带式干化污泥深度处理设施。改造完成后出水水质稳定达到设计标准,干化出泥含水率可降至30%左右,但也出现了MBBR填料偶发性堵塞、干化车间臭气浓度高、产泥量提升难度大等问题,值得同类污水厂升级改造时注意。

**关键词:** 提标改造; Bardenpho; MBBR; 低温带式干化

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)16-0089-07

### Practice and Thinking on Upgrading of Hangzhou Chengxi WWTP

YU Jia-qing<sup>1</sup>, WU Dan-dan<sup>1</sup>, WANG Hai-feng<sup>1</sup>, HAN Li<sup>2</sup>

(1. Hangzhou Water Group Co. Ltd., Hangzhou 310009, China; 2. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

**Abstract:** Hangzhou Chengxi wastewater treatment plant was reconstructed technically in accordance with the *Discharge Standard of Major Water Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (DB 33/2169—2018) in Zhejiang Province. The original biological tank AAO treatment process in phase I is transformed into Bardenpho and MBBR process, and the advanced treatment facilities of low temperature belt drying sludge are added. After the transformation, the effluent can reach the design standard stably, and the water content of dried sludge can be reduced to about 30%. However, there are also some problems, such as the occasional blockage of MBBR filler, high odor concentration in drying workshop and difficulty to improve sludge production, which can provide reference for the upgrading and reconstruction of similar WWTPs.

**Key words:** upgrading and reconstruction; Bardenpho; MBBR; low temperature belt drying

### 1 项目背景

杭州城西污水处理厂设计规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,分两期建设。一、二期工程分别采用改良AAO和五段式Bardenpho工艺,尾水混合排放至余杭塘河,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB

18918—2002)的一级A标准(但要求 $\text{COD} \leq 30 \text{ mg/L}$ 、氨氮 $\leq 3 \text{ mg/L}$ )。2018年12月,浙江省发布《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018),由于现有处理工艺不能完全满足新标准要求,该厂需进行提标改造。

## 2 设计进、出水水质

自2018年1月以来,城西污水厂开始接纳余杭未来科技城东片部分污水,该路进水的污染物浓度较高。同时二期通水后将新增由原三污系统中3~2号泵站转输过来的 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 污水。对该污水厂2016年—2017年的进水水质(不含余杭区的污水)、2018年1月—3月的进水水质(包含余杭区的污水)、3~2号泵站的实测水质进行保证率分析,并与二期工程设计进水水质进行对比,结果见表1。

表1 实测进水水质对比

Tab.1 Comparison of measured data of influent quality  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	SS	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP	TN	$\text{BOD}_5$
一期2016年	89	263	32.4	3.68	38.2	96
—2017年	110	303	35.2	4.14	41.6	109
一期2018年	110	314	34.7	3.98	38.6	103
1月—3月	121	341	38.1	4.28	40.2	118
3~2号	189	476	47.2	5.55	56.8	187
泵站	213	553	49.8	6.32	60.5	257
二期进水设计值	160	440	38	4.5	50	145
95%保证率取平均值	167	447	44	5.0	50	188

采用2018年1月—3月及3~2号泵站水质统计结果95%保证率时的水质数据,取其平均值,并结合城西污水厂2016年—2017年实测进水水质,确定了提标改造的设计进水水质。出水按照浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)要求执行。提标设计进、出水水质见表2。

表2 设计进、出水水质

Tab.2 Design influent and effluent quality  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	$\text{BOD}_5$	SS	$\text{NH}_3\text{-N}$	TN	TP
设计进水	447	188	167	44	50	5.0
设计出水	$\leq 30$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 2(4)$	$\leq 12(15)$	$\leq 0.3$
浙江标准出水 (现有厂改、扩建)	$\leq 40$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 2(4)$	$\leq 12(15)$	$\leq 0.3$
注: 要求COD去除率 $\geq 93.3\%$ , $\text{BOD}_5$ 去除率 $\geq 94.7\%$ , SS去除率 $\geq 94.0\%$ , $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率 $\geq 96.6\%$ , TN去除率 $\geq 76.0\%$ , TP去除率 $\geq 94.0\%$ 。						

## 3 工艺路线及改造方案

### 3.1 工艺路线

按照新设计出水标准对2017年现状出水水质进行保证率分析,其中COD、 $\text{BOD}_5$ 、SS都可稳定达

标,TN、氨氮、TP与新地标还有一定差距,出水氨氮达标率为95.33%,TN和TP达标率约98%。由于2018年后的进水中有余杭区的污水汇入,再次对2018年1月—3月的实测出水水质进行复核,氨氮达标率降至75.86%。

一期工程采用AAO工艺,生物池总平面尺寸 $L \times B \times H = 105 \text{ m} \times 50.7 \text{ m} \times 8.0 \text{ m}$ (含超高1.0 m),有效容积 $37\,051 \text{ m}^3$ ,回流污泥反硝化段 $3\,098 \text{ m}^3$ ,厌氧段 $3\,098 \text{ m}^3$ ,缺氧段 $11\,932 \text{ m}^3$ ,好氧段 $18\,923 \text{ m}^3$ ;总停留时间17.7 h,回流污泥反硝化段1.48 h,厌氧段1.48 h,缺氧段5.70 h,好氧段9.04 h;污泥负荷 $0.066 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,悬浮固体浓度(MLSS)为 $3\,000 \text{ mg/L}$ ,泥龄17.1 d,气水比6:1。

二期工程采用五段式Bardenpho工艺,生物池单座尺寸 $L \times B \times H = 106 \text{ m} \times 53.7 \text{ m} \times 8.0 \text{ m}$ (含超高1.0 m),有效容积 $38\,166 \text{ m}^3$ ,厌氧段 $3\,594 \text{ m}^3$ ,第一缺氧段 $12\,457 \text{ m}^3$ ,第一好氧段 $15\,352 \text{ m}^3$ ,第二缺氧段 $5\,624 \text{ m}^3$ ,第二好氧段 $1\,139 \text{ m}^3$ ;总停留时间18.3 h,厌氧段1.73 h,第一缺氧段5.98 h,第一好氧段7.36 h,第二缺氧段2.65 h,第二好氧段0.58 h;污泥负荷 $0.08 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,MLSS为 $3\,500 \text{ mg/L}$ ,泥龄16 d,气水比5.5:1。

二期工程五段式Bardenpho工艺生物池已按地表水准Ⅳ类出水标准设计,经核算,现有池容满足提标工程对污染物的去除要求,不需要再次提升改造。

通过对保证率的复核,一期现有AAO工艺不能实现出水达到新的排放要求,如要满足TN去除率,内回流比需提升至600%,不符合规范的要求。因此参照二期工程,也将一期生物池改造为Bardenpho工艺。在优先保证缺氧池容满足脱氮要求的前提下好氧池容不足,针对这一情况采取在好氧段设置MBBR区,投加悬浮填料强化硝化效果。整体将现有AAO工艺改造为Bardenpho+MBBR复合工艺,土建基本不动,原工艺运行方式保持不变,填料区设置底部微动力辅助曝气系统以及出水拦截筛网,保证填料流化良好且不随水流失。

由于夜间进水COD偶尔超标,因此增加深度处理设施保证COD的去除及色度的达标。考虑到臭氧催化氧化的高投资及运行管理不便,提标工程采用粉末活性炭吸附工艺,对水中的微污染物、色度等均有较好的去除率,作为应急投加可以保证出水

稳定达标。提标改造工艺流程见图 1。

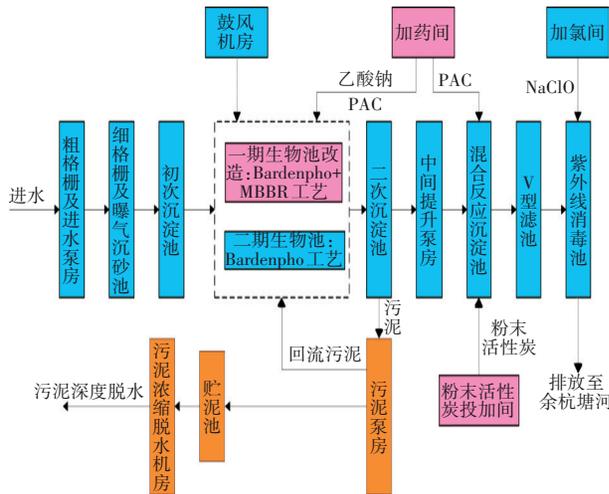


图 1 提标改造工艺流程

Fig.1 Flow chart of upgrading and reconstruction process

综合比较国内主要的 6 种污泥处理工艺(电渗透高干脱水、板框脱水、热干化、消化+板框脱水+热干化、热水解+板框脱水、热水解+高温消化+板框脱水+热干化),考虑以工艺的技术成熟度及环境影响最低为首要因素,低温带式干化工艺自动化程度高,设备全密闭不产生臭气外逸,且含干泥运输及处置费的单位经营成本最低。因此污泥深度处理采用低温带式干化工艺,污泥处理流程见图 2。

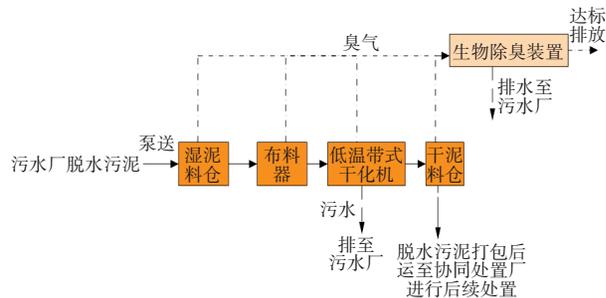


图 2 污泥处理流程

Fig.2 Flow chart of sludge treatment process

### 3.2 改造方案

将一期生物池原有 AAO 工艺改为五段式 Bardenpho 同时内嵌 MBBR 工艺,充分利用现有构筑物,对池内土建改动较小,仅对部分廊道隔墙进行改造,同时调整了出水渠位置。重新调整池内各功能区(见图 3):将原回流污泥反硝化区改为厌氧区,原厌氧区改为第一缺氧区,原缺氧池保持不变,依旧作为第一缺氧区,分隔部分好氧区为第二缺氧区。进水碳源优先满足第一缺氧区反硝化脱氮所

需,第二缺氧区利用外投碳源进一步去除 TN。

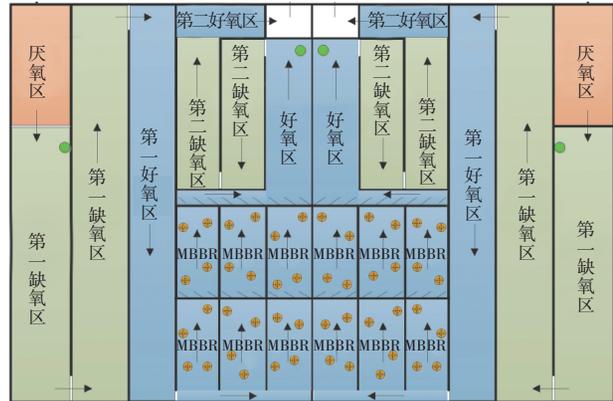


图 3 生物池改造示意

Fig.3 Schematic diagram of biological tank transformation

在好氧区设置 MBBR 区,采用微动力混合池型,投加悬浮填料强化硝化效果,设置底部及筛网前辅助曝气系统(由 2 台螺杆风机单独提供气源),保证填料流化良好。将原串联的好氧廊道改造成并联运行的 MBBR 区,各廊道设置两级不锈钢拦截筛网,确保填料不流失。第二好氧区为出流污泥混合液提供足够 DO 并保证出水 COD 稳定达标。

改造后生物池有效容积 37 316 m<sup>3</sup>,厌氧区 3 131 m<sup>3</sup>,第一缺氧区 12 613 m<sup>3</sup>,第一好氧区 16 410 m<sup>3</sup>,第二缺氧区 3 680 m<sup>3</sup>,第二好氧区 1 482 m<sup>3</sup>;总停留时间 17.9 h,厌氧区 1.5 h,第一缺氧区 6.06 h,第一好氧区 7.87 h,第二缺氧区 1.77 h,第二好氧区 0.7 h;MLSS 为 3 700 mg/L,泥龄 18 d,气水比 6:1。MBBR 区 HDPE 悬浮填料规格 Ø25 mm×10 mm、比表面积 800 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>,填料填充比 30%<sup>[1-2]</sup>,投加量 1.889 8×10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>。

新建粉末活性炭投加间,包括有效容积为 30 m<sup>3</sup> 的炭粉料仓,有效容积为 3 m<sup>3</sup> 的溶解罐和贮存罐,3 台螺杆泵和螺旋输送机、空压机系统。投加时将粉末活性炭与水混合成 2%~5% 的悬浊液,投加点位为混合反应沉淀池进水端,按照 5 mg/L 的难降解 COD 去除率进行核算,粉炭最大投加量为 30 mg/L。

脱水机房东侧新建一座占地面积 2 000 m<sup>2</sup> 的污泥干化车间,设计规模为 80% 含水率的湿污泥处理量 100 t/d。干化车间内安装 8 台 140 kW 热泵型低温带式干化机,单台干化机内设置 6 组相同运行模块。采用双层布置,上下各 4 台,单台 24 h 最大蒸发量 10.8 t,出泥含水率控制在 30%,配套 1 座处理风量为 10 000 m<sup>3</sup>/h 的生物除臭滤池及总处理量为 50 000

m<sup>3</sup>/h 的离子新风系统。主要设备为 8 台干化机、有效容积 100 m<sup>3</sup> 的湿泥料仓、60 m<sup>3</sup> 的干泥料仓、干泥水平输送及提升刮板、布袋除尘器、与干化机一一对应的污泥泵及挤条机。

#### 4 调试与运行效果

##### 4.1 五段式 Bardenpho 和 MBBR 复合工艺

改造后的一期生物池于 2020 年 3 月启动单组调试,由于前期污泥接种浓度近 8 000 mg/L,MBBR 泥膜复合系统中泥膜对基质和 DO 存在一定程度的竞争,导致填料挂膜速度较慢;3 个月左右开始显现挂膜迹象,6 个月后挂膜才基本成熟,各廊道因 DO 浓度偏差,填料挂膜情况也呈现一定差异,其中第二级填料挂膜程度均较第一级丰富。随着挂膜逐渐成熟,镜检发现填料上指示生物的种类和数量逐步多于污泥,呈现多样性和活跃性,固着型纤毛虫、钟虫、累枝虫数量居多,后期甚至出现大量仙女虫和红斑颤体虫。

通过对泥膜微生物进行高通量测序(见图 4),生物膜上富集硝化菌(*Nitrospira*)和异养反硝化菌(*Candidatus Alysiosphaera*)相对丰度高于活性污泥 4 倍以上,可见生物膜一定程度上可实现同步硝化和反硝化<sup>[3-4]</sup>。

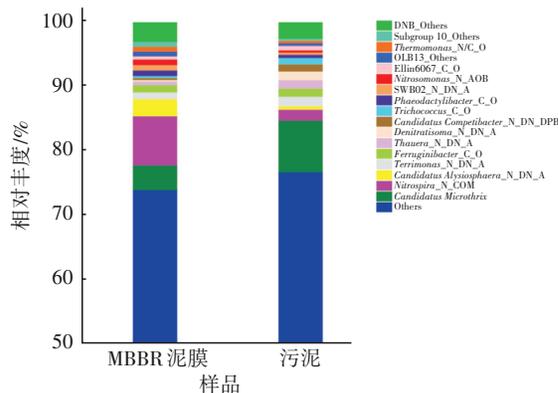


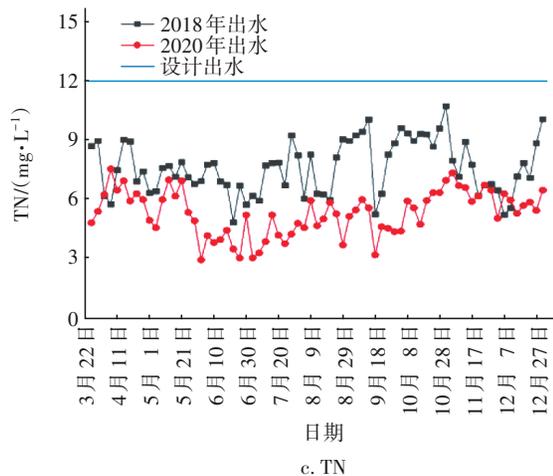
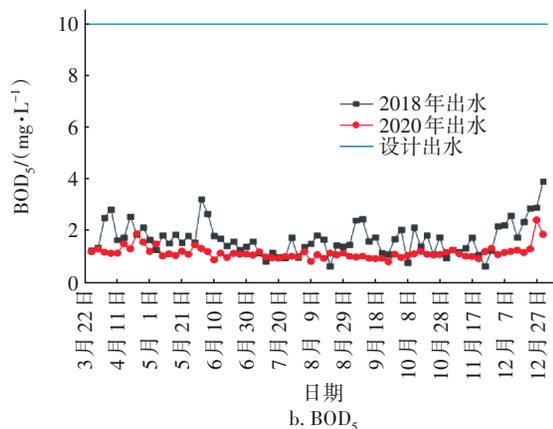
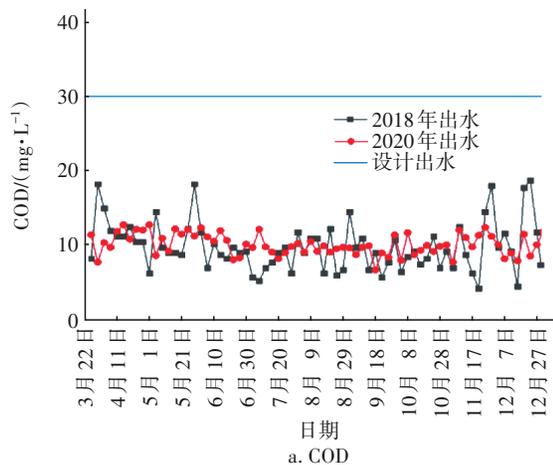
图 4 泥膜微生物高通量测序结果

Fig.4 High-throughput sequencing results of sludge and membrane microorganism

##### 4.1.1 出水水质

由于 2019 年 9 月二期工程开始通水调试,为使数据更具代表性,取 2020 年 4 月—12 月与 2018 年同期一期生物池进、出水水质数据进行对比(见图 5),可见改造后出水 COD、NH<sub>3</sub>-N 更加稳定,TN、BOD<sub>5</sub> 明显下降,其中 TN 平均降低 2 mg/L 以上且基本稳定在 9 mg/L 以下。经分析,认为提标后出水 TN 更

加稳定的原因有:①改成五段式 Bardenpho,碳源利用率提高,有利于对 TN 的去除;②缺氧有效池容增加 4 188 m<sup>3</sup>,相应增加了缺氧区的停留反应时间;③虽好氧有效池容减少,但悬浮填料上富集的生物量有效弥补了减少的池容,同时填料上可能亦存在同步硝化反硝化。可见生物池改造后实际运行效果符合设计预期,出水稳定达标。



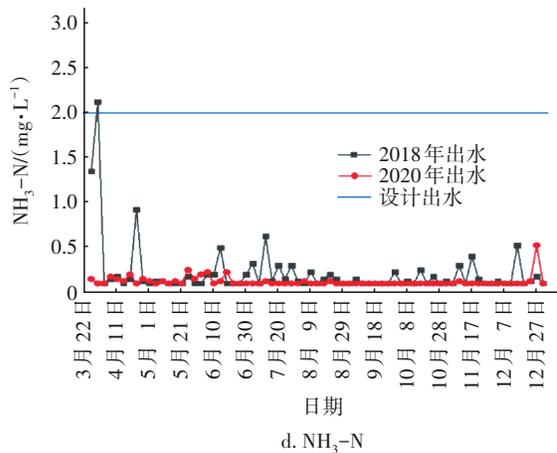


图5 2018年、2020年4月—12月的出水水质

Fig.5 Effluent quality from April to December in 2018 and 2020

#### 4.1.2 一、二期水质对比

2020年4月—12月一、二期平均出水水质对比见表3(实际取样为二沉池出水),可见除TN、NH<sub>3</sub>-N指标外,一期数值均略低于二期。一、二期二沉池出水TN都维持在较低值,但一期较二期高出12%左右,分析原因:①二期缺氧段池容大于一期,水力

停留时间较一期增加了0.5 h;②生物处理系统内活性污泥持续处于高浓度状态,随着MBBR填料生物膜的成熟加速了对有机质的消耗,造成第二缺氧段的可利用碳源不足,影响反硝化脱氮效果。

表3 2020年4月—12月一、二期二沉池出水水质

Tab.3 Effluent quality of the first and second phase secondary sedimentation tanks from April to December in 2020

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
一期	14.78	1.58	6.75	0.13	5.86	0.23
二期	15.64	1.63	6.96	0.13	5.22	0.29

#### 4.2 低温带式污泥干化

污泥干化系统于2020年10月底启动调试,热泵模块温度控制在65~70℃,前期低负荷运行出泥含水率最低至4.08%,平均含水率为27.67%,处理80%含水率的湿泥接近设计处理能力,为日均94.5 t。2021年1月—6月干化车间整体能耗基本维持在360 kW·h/m<sup>3</sup>冷凝水,干化机设备本体能耗为324 kW·h/m<sup>3</sup>冷凝水(见表4),能耗满足性能考核要求。

表4 污泥干化运行能耗

Tab.4 Energy consumption of sludge drying operation

月份	干泥产量/t	冷凝水量/m <sup>3</sup>	含水率/%	车间用电量/(kW·h)	干化机用电量/(kW·h)	车间单位电耗/(kW·h·m <sup>-3</sup> 冷凝水)	干化机单位电耗/(kW·h·m <sup>-3</sup> 冷凝水)
1	701.18	1 794	24.91	654 900	587 463	365.05	327.46
2	773.64	2 293	24.28	817 860	741 522	356.68	323.39
3	694.89	1 941	21.96	687 180	622 041	354.03	320.47
4	836.62	2 058	32.78	763 680	690 742	371.08	335.64
5	806.53	2 078	30.37	744 000	672 301	358.04	323.53
6	816.25	1 837	31.74	657 840	588 416	358.11	320.31

## 5 问题与思考

### 5.1 MBBR独立气源的优、缺点

该提标工程MBBR工艺采用独立气源供气,通过新增螺杆风机单独为填料流化提供辅助穿孔曝气,辅助穿孔与好氧区微孔曝气管路相互独立,大大提高了气源的稳定性,确保DO的有效控制和氨氮的稳定达标。但独立气源在填料流化过程中,当进水量和进水浓度快速变化时,穿孔曝气和微孔曝气调节不同步易造成相互扰动,严重时易出现堵料。而非独立气源在风量调节时,因管路孔隙大小不一致优先保障了穿孔气量的供应,填料流化相对稳定可靠,但穿孔曝气由于溶氧利用率低于微孔曝

气,在进水有机负荷突增的状态下易出现好氧段整体DO偏低而影响硝化并造成出水氨氮的波动,同时也在一定程度上增加了鼓风机能耗。

### 5.2 MBBR运行存在的问题

#### ① 曝气均匀性

MBBR填料区为三个廊道并列运行的形式,设置的统一进水分配渠与池内液位有15 cm左右的落差,导致填料区前端的好氧廊道液位高于好氧填料区15 cm,因池内有效水位的偏差造成两侧微孔曝气不均,填料前端好氧区整体分配气量较小并难以通过调节支管阀门开度来实现优化。该问题需要在工程施工时预先采取纠偏措施,在底部曝气盘安装过程中,对不同区段的曝气盘安装高度进行调

整以保证具有相同的出口背压,实现前后廊道相对均匀曝气。

### ② 填料堵塞

MBBR系统调试期间先后出现3次填料堵塞现象,给安全生产运行带来较大影响,堵塞程度严重时甚至影响生物池的正常过水,造成池内液位抬升,池内污水通过除臭管道溢流至池外。为避免堵料造成的严重后果,项目建设方在现场增加了MBBR智能管家系统,即在各填料区和出水区设置超声波和电极式双重液位计,对运行液位差进行实时监控,出现堵料趋势时能提前预警,以便及时调整和恢复。

同时进一步在各填料区加装监控摄像头,将筛网画面接入中控室,运行人员可实时监控池面状态。对前述辅助曝气独立气源管道和微孔曝气管道进行连通改造,一旦螺杆风机故障或风量不足,则可由微孔气量提供应急补充。

## 5.3 污泥低温带式干化存在的问题

### ① 产能

按照招投标要求,干化系统需满足两种运行模式,即在80%含水率污泥处理能力为100 t/d的情况下,出泥含水率控制到30%以内,如因生产运行需要污泥处理能力增加至120 t/d,相应出泥含水率需放宽至40%以内;但由于随着干化的进行,污泥干度逐步升高,污泥的物理化学性状不断发生变化,当含水率降至35%~55%时,污泥呈“黏滞”状态,具有很强的黏附和结团能力,按照40%含水率控制极易在后端长距离的输送刮板及料仓上黏滞挂壁,最终造成结团堵塞。因此污泥处理量无法有效提升至120 t/d,在城西污水厂春秋季产泥高峰(平均产泥率为0.12%)时易出现产能瓶颈,干化车间实际处理量尚不能满足生化系统的正常排泥需求,可见干化系统冗余不足。

### ② 干化机臭气外逸

为改善干化车间内的作业环境,引入风量50 000 m<sup>3</sup>/h的离子新风,同时对8台干化机整体加装玻璃罩,罩内由离心风机抽吸形成负压,臭气送至生物滤池进行处理。但由于干化机的密闭性与设想存在较大偏差,实际运行过程中干化机内部呈现正压状态,大量臭气从干化机柜体多点位的缝隙处外逸,造成罩内臭气浓度高达13 000,同时检测到挥发性有机物(VOC)。罩内设计换风次数与实际状况不

匹配,除臭效果十分有限,罩内作业环境恶劣,需进一步采取改善措施:一方面对干化机封闭性能进行充分改进,柜体拼接处加装密封条的同时用玻璃胶双重密闭,在清灰料斗及泥样观察口处加装两道密封防护罩,从源头减少臭气逸出量;另一方面对原有10 000 m<sup>3</sup>/h处理能力的生物除臭滤池进行扩容改造,大幅增加玻璃罩内抽风量和换风次数,降低臭气浓度。

### ③ 料仓

干泥料仓容积按照干化车间两天的产量周转设计为60 m<sup>3</sup>,但实际生产中发现污泥含水率下降后颗粒间孔隙率大幅增加,干化后污泥堆积密度约为0.5 g/cm<sup>3</sup>。因此,料仓的实际存储量仅为30 t干泥,贮存周期降为设计值的1/2,增加了污泥清运频次,同时干泥密度过低也极大影响了污泥的运输成本。

### ④ 能耗

调试过程中污泥车间整体能耗虽满足设计考核要求,但是大幅提升了污水厂的能耗,仍需进一步探索节能降耗措施。需考量不同出泥含水率下的运行电耗、污泥运输及处置费用、车间臭味等关键因素,以便确定最优运行模式。

## 6 经济分析

该工程总投资为9 000万元,其中生物池改造及粉炭投加部分为1 850万元,污泥干化及其他费用为7 150万元。污水处理部分单位电耗为390 kW·h/10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>,新增污泥干化单位电耗360 kW·h/t冷凝水。提标改造后污水处理经营成本由改造前的0.98元/m<sup>3</sup>增至1.12元/m<sup>3</sup>,其中电费0.44元/m<sup>3</sup>,污泥处置费0.18元/m<sup>3</sup>,药剂费0.11元/m<sup>3</sup>,维修、人工及其他成本0.39元/m<sup>3</sup>;污泥处理采用带式低温干化,综合核算运输、处置、电耗等费用,污泥运行成本降低80元/t湿泥(含水率为80%)。

## 7 结论

杭州城西污水处理厂采用五段式Bardenpho和MBBR复合工艺提标改造后,出水效果初步显现,COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N指标稳定,TN下降明显,出水水质稳定达到浙江省标准;污泥干化车间运行稳定,出泥含水率最低达4.08%,且能稳定控制在30%左右,干化后污泥由于未添加任何药剂且低温干化不损失污泥热值,后续处置途径广泛。因此,整个提标改造工程基本达到了预期目标,但是MBBR工艺

及干化车间存在的问题需要进一步改进,以确保污水厂长期稳定运行。

#### 参考文献:

- [1] 刘浩,杨俊杰,于宁. Bardenpho五段法/MBBR用于青岛李村河污水厂三期扩建[J]. 中国给水排水,2016,32(24):62-66.  
LIU Hao, YANG Junjie, YU Ning. Design and operation of third-phase expansion project of Qingdao Licunhe WWTP by five-stage Bardenpho and MBBR process [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32 (24): 62-66(in Chinese).
- [2] 朱泽龙. 改良型Bardenpho与MBBR组合工艺在城市污水处理厂中的应用研究[D]. 保定:河北大学,2017.  
ZHU Zelong. Application of Modified Bardenpho and MBBR in Municipal Sewage Treatment Plant [D]. Baoding: Hebei University, 2017(in Chinese).
- [3] 吴迪,李闯修. 北方某污水处理厂Bardenpho-MBBR

改造运行分析[J]. 中国给水排水,2018,34(9):106-110,115.

WU Di, LI Chuangxiu. Operation analysis of Bardenpho-MBBR upgrading and retrofitting in a northern wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34 (9): 106-110,115(in Chinese).

- [4] 滕良方,吴迪,郑志佳,等. 某污水厂Bardenpho-MBBR准IV类水提标改造分析[J]. 中国给水排水,2019,35(11):33-39.

TENG Liangfang, WU Di, ZHENG Zhijia, et al. Upgrading and reconstruction to meet quasi class IV standard of surface water by Bardenpho-MBBR in a wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35 (11):33-39(in Chinese).

作者简介:虞佳庆(1992-),男,浙江绍兴人,本科,工程师,从事污水厂生产运行管理工作。

E-mail:821744137@qq.com

收稿日期:2021-10-15

修回日期:2021-11-08

(编辑:衣春敏)

#### · 信息 ·

### 2022年《中国给水排水》青年编委增选名单

为了凝聚优秀青年学者的强大力量,充分发挥青年学者的生力军作用,2020年本刊编辑部组建成立了《中国给水排水》杂志青年编委会。首届青年编委会成立后,各位编委积极参与审稿、推荐优秀论文、云直播等工作,对提升办刊质量和学术影响力起到了重要支撑作用。

根据编委会章程,2022年4月启动了《中国给水排水》第2届青年编委会的增选和组建工作。此次增选得到了业内的积极响应,共收到申请216份,在此对各推荐单位、专家和申请人表示衷心的感谢。综合考虑学历、职称、研究方向、科研成果、海外学习和工作经历等,经评审共遴选出青年编委102人,具体名单如下(按姓氏拼音为序):

安晓婵 陈广 陈明 陈学明 陈一 陈志豪 成小翔 邓靖 丁晶 杜尔登  
杜坤 杜睿 杜星 高小平 高伟楠 葛士建 顾俊 郭旋 韩琦 何皎洁  
何秋来 何旭 洪卫 黄魁 黄辉 皇甫小留 胡奕博 胡以松 胡玉璠 蒋永  
纪佳渊 纪莎莎 李兵 李建 李亮 李鹏峰 李文涛 黎雷 栗文明 廖兵  
刘百仓 刘文如 刘艳彪 刘永旺 卢先春 罗景阳 罗希 马斌 聂泽宇 庞鹤亮  
彭小明 钱进 秦晋一 邱微 孙巍 孙士权 孙胜鹏 孙文俊 孙志强 王冰  
王盼 王文东 王威 王亚军 王永 王泽阳 汪庆 魏俊 吴海明 吴江  
吴云生 夏德华 夏琼琼 邢学辞 徐杰 徐康宁 晏鹏 颜莹莹 鄢忠森 杨光  
杨庆 杨厚云 杨珊珊 殷冉 余华荣 余薇薇 张冰 张涵 张倩 张晓媛  
张万里 张伟 赵昕悦 赵迎新 赵子龙 曾涛涛 郑琬琳 周爱娟 周倩倩 周石庆  
朱先征 朱学武

(本刊编辑部)