


城镇给排水工程设计案例专栏

杨虎林, 刘桂文, 马永强, 等. AOA工艺耦合 MCCE 技术在老旧污水处理站提标改造中的应用[J]. 净水技术, 2022, 41(5): 131-138, 159.

YANG H L, LIU G W, MA Y Q, et al. Application of AOA process coupled with MCCE technology for upgrading and reconstruction project in old WWTP[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(5):131-138, 159.



扫我试试?

AOAO 工艺耦合 MCCE 技术在老旧污水处理站提标改造中的应用

杨虎林¹, 刘桂文², 马永强^{3,*}, 方建⁴, 方剑兴⁴, 李磊¹

(1. 浙江省环保集团有限公司, 浙江杭州 310000; 2. 南京高新工大生物技术研究院有限公司, 江苏南京 210044; 3. 浙江富春紫光环保股份有限公司, 浙江杭州 310000; 4. 浙江省环保集团象山有限公司, 浙江杭州 315700)

摘要 提标改造后某污水处理站处理能力为 1 200 m³/d, 主要处理乡镇生活污水, 现出水指标达到《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)。基于对进水水质、污水站运行状况以及运行成本等因素的综合考虑, 本次改造仅将原好氧池的结构划分为好氧池 1、兼氧池和好氧池 2, 处理系统运用 AOA(缺氧+好氧+兼氧+好氧)工艺耦合基于介质的细胞集群效应(medium-based cell cluster effect, MCCE)技术。提标改造运行结果表明, 当进水水质在一定波动范围内, 系统的去碳脱氮能力显著增强, 具有优异的抗水质、水量冲击负荷能力, 出水可稳定达到改造后设计排放标准。

关键词 提标改造 AOA 工艺 MCCE 技术 生物去碳脱氮 污水处理站

中图分类号: TU992 文献标识码: B 文章编号: 1009-0177(2022)05-0131-09

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.05.020

Application of AOA Process Coupled with MCCE Technology for Upgrading and Reconstruction Project in Old WWTP

YANG Hulin¹, LIU Guiwen², MA Yongqiang^{3,*}, FANG Jian⁴, FANG Jianxing⁴, LI Lei¹

(1. Zhejiang Environmental Protection Group Co., Ltd., Hangzhou 310000, China;

2. Nanjing Hi-Tech Biological Technology Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210044, China;

3. Zhejiang Fuchun Ziguang Environmental Protection Co., Ltd., Hangzhou 310000, China;

4. Zhejiang Environmental Protection Group Xiangshan Co., Ltd., Hangzhou 315700, China)

Abstract Treatment capacity of wastewater treatment plant (WWTP) after upgrading and reconstruction project is 1 200 m³/d, it mainly deals with rural wastewater. The effluent should meet *Discharge Standard of Major Water Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (DB 33/2169—2018). Based on comprehensive consideration of influent quality, operating status of WWTP and operating cost, the original aerobic pool is turned into aerobic pool 1, facultative pool and aerobic pool 2. AOA process coupled with MCCE technique are adopted for upgrading and reconstruction project. Engineering operation results show that when the influent quality is within a certain fluctuation range, the carbon and nitrogen removal capacity of the system is significantly enhanced. Modified process has excellent resistance to water quality and water impact load, and the quality of effluent could reach up the designed discharge

[收稿日期] 2021-08-23

[作者简介] 杨虎林(1986—),男,博士,主要从事市政污水处理及固废综合利用,E-mail:yanghulin2612261@163.com。

[通信作者] 马永强(1974—),男,主要从事市政污水厂高效运维管理,E-mail:zgemyq@126.com。

standards.

Keywords upgrading and reconstruction AOAO process MCCE technology biological carbon and nitrogen removal wastewater treatment plant (WWTP)

目前,我国的水资源现状存在总量紧缺、人均占有量低、地区分布不均、水体污染日益加重、城市缺水情况凸显等问题^[1-2]。为了改善和提升水环境质量,提高城镇污水处理排放标准成为必然。截至2020年,全国城市污水处理能力总量为19 267 m³/d,污水处理率为95.05%,其中浙江省污水处理率达到97.43%。2018年,浙江省地方标准《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)针对新建或者改扩建污水处理厂提出了更为严格的出水排放要求,包括化学需氧量(COD_{Cr})、总氮(TN)、氨氮和总磷(TP)这4项指标。在新形势、新标准之下,污水处理厂(站)的提标改造工作也变得更为迫切。而污水厂(站)的提标改造工作是在原有工程现状的基础上,秉持经济节能效益原则,优化工艺、技术、设备以及运行参数等条件,增强污水处理厂(站)处理能力,以满足更高的出水排放标准^[3-4]。

基于介质的细胞集群效应(medium-based cell cluster effect, MCCE)的高效生物处理技术,是在污水处理构筑物内投加载体,在充氧的环境中,填料表面聚集附着大量微生物从而形成生物膜,生物膜中的微生物吸收分解水中的有机物。当生物膜增长到一定厚度时,生物膜内部/外部会形成好氧/厌氧环境,为短程硝化-厌氧氨氧化工艺创造了适宜的环境。

本文以宁波市象山县级高塘污水处理站提标改

造方案为例,介绍了该污水处理站提标改造的主体工艺,并对比分析了该项目的运行效果,为同类污水处理站相关工程建设提供参考。

1 工程介绍

1.1 项目概况

该污水处理站原设计规模为800 m³/d,采用AO(anoxic/aerobic)工艺,主要处理周边农村污水,另含有少量海鲜加工废水和垃圾渗滤液,其中海鲜加工废水比重较大。原有AO工艺设备老化,且进水水质与水量波动较大,现有的污水处理能力只能勉强达到浙江省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB 33/973—2015)一级标准,无法满足规定的更高出水标准。而处理后的水直接排入附近河道,对周边的生态环境造成一定的影响,因此,从经济、效率角度出发,对原有污水处理站工艺进行提标改造,改造后应达到浙江省对省内污水厂出水水质要求,出水执行《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)限值标准。

1.2 设计进、出水水质

提标改造后,项目出水排放水质执行浙江省地方标准《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)。项目设计进、出水水质如表1所示。

表1 设计进、出水水质
Tab. 1 Designed Water Quality of Influent and Effluent

指标	COD _{Cr}	氨氮	TN	TP
设计进水水质/(mg·L ⁻¹)	400.00	40.00	50.00	8.00
生化段设计出水水质/(mg·L ⁻¹)	40.00	2.00(4.00)	12.00(15.00)	4.00
最终出水水质/(mg·L ⁻¹)	40.00	2.00(4.00)	12.00(15.00)	0.30

注:括号内数值为每年11月1日—次年3月31日执行标准限值

1.3 提标改造工艺流程

根据设计进、出水水质和原有工艺情况,本次项目改造应用MCCE技术耦合AOAO(缺氧+好氧+兼氧+好氧)工艺,将原好氧池改造为好氧池1、兼氧池和好氧池2以提高系统去碳脱氮能力。即原生化系

统改造为缺氧+好氧+兼氧+好氧,其中新增提升池至兼氧池的进水管路,同时将二沉池改造成高效沉淀池,在生化除磷基础上耦合化学除磷手段。提标改造后工艺流程如图1所示。

传统上,AAO(厌氧+缺氧+好氧)工艺用于同时

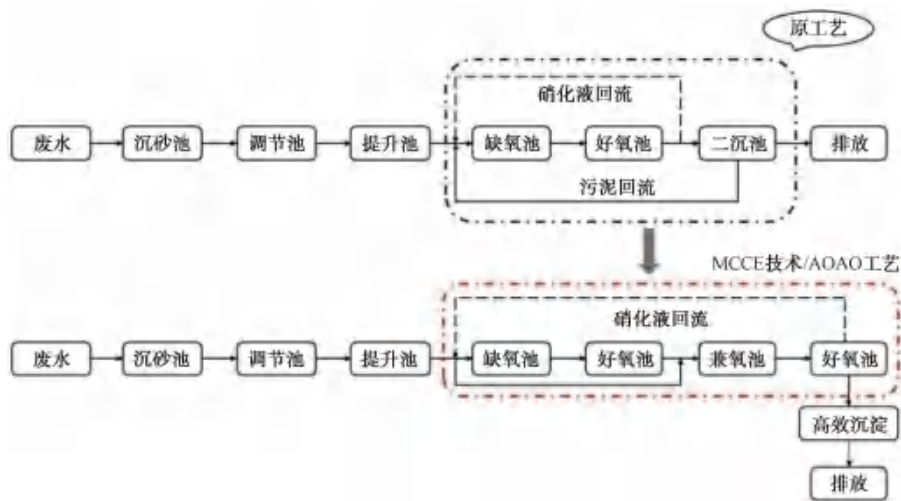


图 1 改造前后污水处理工艺对比

Fig. 1 Comparison of Wastewater Treatment Process before and after Reconstruction

去除废水中的氮和磷。AOAO 工艺则是将工艺流程顺序调整为缺氧、好氧、兼氧和好氧反应池。在缺氧池中,磷从生物质中被释放,并消耗其中的碳源。氮氧化物在好氧池中被氧化为硝酸盐和亚硝酸盐,继而在缺氧池中被还原为氮气^[5]。微生物在交替缺氧/好氧环境下生长,能够利于生物自身活性的增强,可实现短程硝化,强化系统脱氮除磷效果,大大提高工艺的处理效率^[6]。

同时,在运用 AOAO 工艺基础上耦合 MCCE 技术,以生物膜替代活性污泥,可大幅提高生物量及生物活性,增强系统抗冲击力,获得更高的脱氮效率,保证工艺稳定运行。

总体上,MCCE 技术主要有以下优势。

(1)特有的载体填料^[7]。载体由南京高新工大生物技术研究院有限公司自主研发,圆柱形,直径为 25 mm,高度为 10 mm,密度为 0.96 g/cm³,孔隙率为 85%,填充量为 40%。该填料可促使微生物快速形成生物膜,挂膜牢固。

(2)高效的去碳脱氮除磷菌剂,辅以特有的锚定剂^[8]。锚定剂由南京高新工大生物技术研究院有限公司自主研发,可显著促进挂膜效率。基于细胞集群效应,通过复配各种诱导物形成锚定剂,促进胞外聚合物(EPS)形成,可在 3 d 左右形成生物膜,7 d 左右稳定。

(3)剩余污泥量少。以在生物填料上形成的 EPS 生物膜替代活性絮状污泥,微生物不易流失,生

物量为活性污泥法的 5~10 倍,无需污泥回流。因此,反应池的污泥量大幅度降低,剩余污泥量显著降低,可综合降低 50% 以上,减少后续污泥处理的成本及设备投资。

(4)生物量及生物活性翻倍式增长,可大幅处理污水处理效率,为本次提标改造提供了可行性的技术基础。

2 提标改造工程设计方案

2.1 进水系统

进水系统原有一台进水泵,额定流速为 35 m³/h,实际流速为 50 m³/h 左右,因存在实际进水量(1 200 m³/d)大于设计水量的情况,对进水系统进行改造,在泵站增加一台 35 m³/h 的新泵,并根据浮球控制新泵和老泵的开关。当液位在低位时,关闭两台进水泵;当液位达到中高位时,开启新泵,维持进水流速恒定;当液位达到高位(危险位)时,即日处理量大于设计处理量时,将会同时开启两台泵,维持水站中的水量不会超过调节池警戒水位,导致溢出,并将进水口一分为二,约 1/2 进入现有的缺氧池,剩余部分进入兼氧池。

2.2 生化系统

生化系统的改造主要是:①在现有的缺氧池到好氧池溢流口上添加一块格栅网,防止载体流失;②在现有的好氧池中添加两块不锈钢板(4.8 m×5 m×0.01 m),将好氧池分为 3 个反应池,分别为好氧池 1、兼氧池和好氧池 2(图 2~图 3),其中每块钢

板都有 6 根工字钢固定在水池中,每块钢板都留有一个格栅孔;③在兼氧池中放置一台潜水搅拌机,利于载体的翻动;④将二沉池改造成高效沉淀池;⑤在好氧池 2 到高效沉淀池的溢流口上也添加一块格栅,防止载体流失。



图 2 改造前池型设计

Fig. 2 Design of Pool Type before Reconstruction

工程改造完成后在反应池中投加载体、菌剂和锚定剂,同时减缓外回流比例,当载体成功挂膜后,



图 3 改造后池型设计

Fig. 3 Design of Pool Type after Reconstruction

停止外回流,这样能保证在不影响出水水质的情况下完成挂膜驯化工作。

2.3 工艺参数对比

如表 2 所示,污水处理站改造后由原始 800 m³/d 的处理水量提升至 1 200 m³/d,总水力停留时间由初始 11.4 h 缩短至 7.6 h,有效提高了污水处理站的处理效率,降低了时间成本。

表 2 改造前后相关工艺参数对比

Tab. 2 Comparison of Related Process Parameters before and after Reconstruction

项目	改造前		改造后			
	缺氧池	好氧池	缺氧池	好氧池 1	兼氧池	好氧池 2
处理水量/(m ³ ·d ⁻¹)		800			1 200	
池容/m ³	40	340	40	113	113	113
水力停留时间/h	3.8	7.6	0.8	2.4	1.1	3.3

3 提标改造工程运行成本分析

3.1 系统污泥总产量

本污水处理站提标改造后运用 MCCE 技术,无需污泥回流,好氧池 2 出口 SS 检测值即为生化污泥产生量,综合高效沉淀池化学除磷产生的污泥增加量和污泥脱水的增加污泥量,即为总污泥产量。

由表 3 计算可知,改造后生化系统每处理万吨水平均产生 0.330 t(绝干)污泥,即 1 200 t/d 污水量产生化学污泥 39.6 kg/d。

根据实际污水处理站进水检测数据,系统平均进水 TP 含量为 3.24 mg/L,项目改造完成后出水水质 TP 排放标准为 0.30 mg/L,依据项目稳定运行月余的生化池出水实测 TP 数据,生化池平均去除率

以 65%计,则需化学除磷量为 1.03 mg/L。

化学除磷工艺选用药剂聚合氯化铝(PAC),根据式(1),理论去除 1 g 的 P 需 0.87 g 的 Al,则去除质量浓度为 1.03 mg/L 的 TP 需 Al 量为 1.03×0.87≈0.9 mg/L。理论 1 mg 的 Al 可产生 4.52 mg 磷酸盐,根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2021)中第 6.7.5 条规定,本提标改造项目采用最大安全系数 3,则产生化学污泥量为 0.9×4.52×3=12.2 mg/L,即每处理万吨水平均产生 0.12 t(绝干)污泥,1 200 t/d 污水量产生化学污泥 18.6 kg/d。



由于污泥脱水需添加药剂,该阶段增加的污泥量为处理量的 10%左右。即污泥脱水增加污泥量

表3 好氧池2出水口剩余污泥量测算值
Tab.3 Measured Value of Excess Sludge at the Outlet of Aerobic Tank 2

序号	生化污泥量 /[t·(万t水) ⁻¹]	序号	生化污泥量 /[t·(万t水) ⁻¹]
1	0.980	16	0.130
2	0.545	17	0.100
3	0.815	18	0.120
4	0.890	19	0.140
5	0.655	20	0.170
6	0.730	21	0.370
7	0.110	22	0.290
8	0.140	23	0.310
9	0.360	24	0.340
10	0.320	25	0.220
11	0.120	26	0.270
12	0.080	27	0.290
13	0.130	28	0.390
14	0.170	29	0.300
15	0.060	30	0.260

为(0.33+0.12)×10%=0.045 t。

综上,总污泥产量为0.33+0.12+0.045=0.495 t DS/万 m³。

3.2 运行成本分析

本次提标改造项目仅新增设备进水提升泵1台、潜水搅拌机1台和刮泥机1台,该污水处理站内主要设备的用电情况如表4所示,合计计算每日总用电量为584.4 kW·h。根据计算,该污水站经营成本为37.07万元/a,污水处理量为43.8万 m³/a,合计吨水经营成本为0.819元/m³(表5)。

4 运行结果分析

4.1 提标改造前出水

如表6所示,该污水处理站出水中COD_{Cr}、氨氮、TN、TP各指标基本都未达到浙江省清洁排放标准,均需进一步优化废水处理系统。

4.2 提标改造后

4.2.1 提标改造后运行状况

提标改造项目中,载体以40%填充率进行投加,正常运行后,曝气均匀,载体均匀翻滚,局部无死角,具体生化池载体状态如图4所示。

表4 主要设备用电情况
Tab.4 Power Consumption of Main Equipments

设备名称	单台功率/kW	数量/台	总功率/kW	每日工作周期/h	每日耗电/(kW·h)	备注
提升泵1	2.2	1	2.2	24	52.8	-
提升泵2	1.5	2	3.0	24	72.0	-
罗茨风机	11.0	1	11.0	24	264.0	-
回流泵	2.2	1	1.0	24	52.8	-
脱泥系统	5.0	1	5.0	6	30.0	降低50%
进水提升泵	2.0	1	2.0	12	24.0	MCCE工艺改造新增
潜水搅拌机	1.5	1	1.5	24	36.0	
刮泥机	2.2	1	2.2	24	52.8	高效沉淀池新增

污水处理站进水的水量水质变化会影响污水处理站的稳定运行以及出水稳定达标排放。因而本次提标改造处理效果将从以下4个方面分别进行讨论分析。

4.2.2 设计进水量、水质

设计进水是指进水指标符合表1设计进水指标,进水水量为1200 m³/d左右,因有效控制了前段进水水质,出水连续检测时段为2021年8月5

日—9月1日,主要分析水质指标有COD_{Cr}、氨氮、TN和TP,各项指标均能连续稳定达到《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)排放标准,如图5~图8所示。

如图5和图7所示,污水处理站存在进水COD_{Cr}≤80 mg/L的情况,水质C/N失衡现象严重,此时需要额外添加碳源。

表 5 运行成本汇总
Tab. 5 Summary of Operation Costs

类别	单位	数值	备注		
污水量	处理规模	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	1 200	-	
	年污水处理量	$\text{万 m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	43. 8	年运行天数按 365 d 计	
污泥总量	产泥系数	$\text{t DS} \cdot (\text{万 m}^3)$	0. 495	以总减量系数 50% 计	
	污泥总量	$\text{t DS} \cdot \text{a}^{-1}$	21. 68	绝干污泥	
污泥处置费用	污泥处置费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	4. 34	污泥含水率为 70% 计	
	吨水污泥处置费	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 099	-	
药剂费	脱泥药剂 PAM	PAM 药剂费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	0. 146	-
		吨水 PAM 药剂费用	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 003	-
	除磷药剂 PAC	除磷药剂费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	2. 102	28% PAC
		吨水除磷药剂费用	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 048	化学除磷量为 1. 03 mg/L
	碳源药剂	葡萄糖药剂费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	1. 836	按全年 150 d 投加计
		吨水葡萄糖药剂费用	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 042	-
	10%次氯酸钠	10%次氯酸钠	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	2. 238	-
		吨水 10%次氯酸钠药剂费	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 051	-
		年药剂费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	7. 37	-
		吨水药剂费	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 168	-
运行电费	电费	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	14. 36	-	
	吨水电费	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 328	-	
人工费	员工福利待遇	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	11. 00	管理人员以 2 人计	
	吨水人工费用	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 251	-	
经营成本	年经营成本	$\text{万元} \cdot \text{a}^{-1}$	37. 02	-	
	吨水经营成本	$\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$	0. 819	-	

注:(1)污泥处置单价为 600 元/t;(2)PAM 每吨绝干污泥投加量为 3 kg/t DS, PAM 药剂单价为 22 500 元/t;(3)28%PAC 投加量为 20 mg/L, 28%PAC 药剂单价为 2 400 元/t;(4)每吨污水葡萄糖投加量为 0. 025 kg/m³, 葡萄糖药剂单价为 4 080 元/t;(5)10%次氯酸钠每吨投加量为 0. 007 kg/m³, 10%次氯酸钠单价为 730 元/t;(6)电费单价 0. 673 6 元/(kW·h)

表 6 提标改造前污水处理站实际进、出水水质
Tab. 6 Actual Water Quality of Influent and Effluent before Upgrading and Reconstruction

项目	COD _{Cr}	氨氮	TN	TP
平均进水质量浓度/(mg·L ⁻¹)	199. 22	24. 48	30. 55	3. 24
平均出水质量浓度/(mg·L ⁻¹)	43. 22	8. 56	17. 30	1. 53
平均去除率	78. 31%	65. 03%	43. 37%	52. 78%
浙江标准(DB 33/2169—2018) 出水标准/(mg·L ⁻¹)	40. 00	2. 00(4. 00)	12. 00(15. 00)	0. 30
达标率	45. 45%	81. 82%	72. 72%	13. 22%

注:提标改造前污水处理站实际进、出水水质为 2019 年 12 月—2020 年 3 月连续 3 个月的进、出水水质监测数据平均值;达标率指 3 个月中出水指标实测值达到排放标准的天数占比

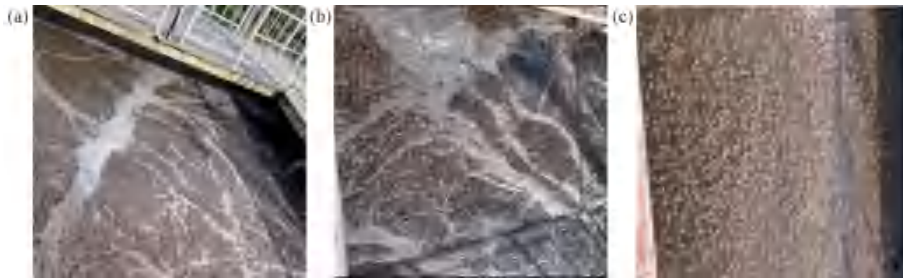


图4 (a)好氧池1、(b)兼氧池和(c)好氧池2载体翻动情况

Fig. 4 Carrier Turnover of (a) Aerobic Tank 1, (b) Facultative Tank and (c) Aerobic Tank 2

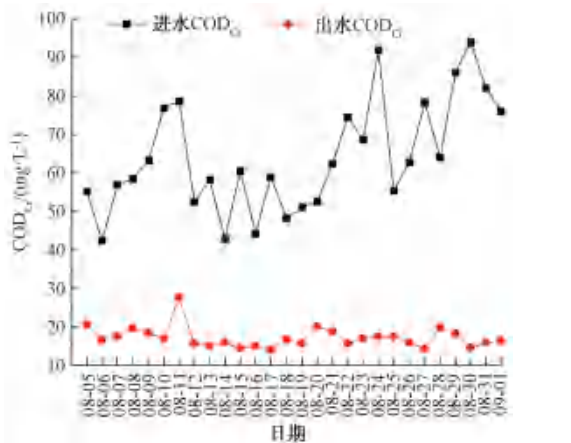


图5 COD_{Cr} 去除效果

Fig. 5 Effect of COD_{Cr} Removal

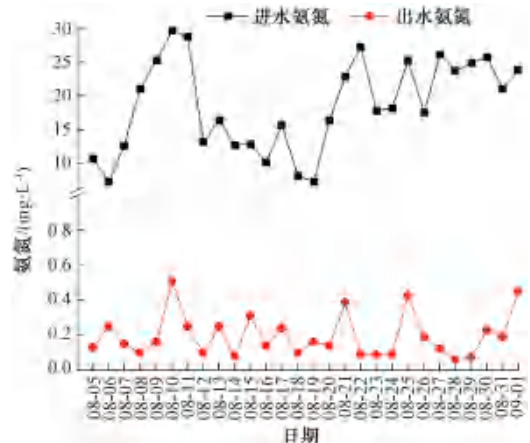


图6 氨氮去除效果

Fig. 6 Effect of Ammonia Nitrogen Removal

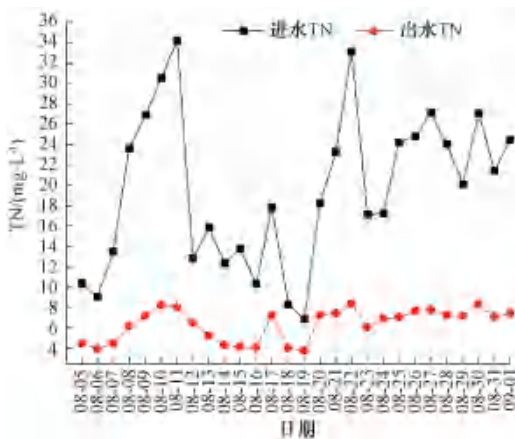


图7 TN 去除效果

Fig. 7 Effect of TN Removal

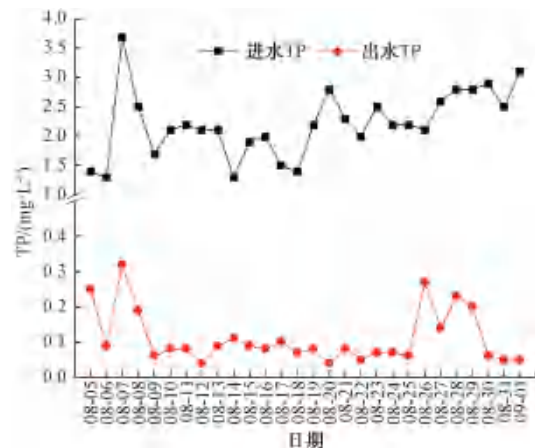


图8 TP 去除效果

Fig. 8 Effect of TP Removal

4. 2. 3 设计进水量、COD_{Cr} 超标

在项目运行期间,管网沿线偶尔存在海产品副业加工厂偷排生产污水情况,偶发性会发生进水水质波动较大的情况,首先分析在进水水量正常、进水COD_{Cr} 较高情况下本项目的运行情况。

如表7所示,在进水水量≤1 200 m³/d、COD_{Cr} ≥

400 mg/L时,对污水站废水处理系统冲击影响不大,随机选取的5 d出水中各指标均能达到排放标准。当进水COD_{Cr} 最大质量浓度为495 mg/L时,出水COD_{Cr} 质量浓度为35.1 mg/L,去除率为92.9%;氨氮质量浓度由原水中的77.91 mg/L降至0.22 mg/L,去除率为99.7%;TN质量浓度由80 mg/L降至10.78

mg/L,去除率为 86.5%;TP 质量浓度由原水中的 3.22 mg/L 降至 0.08 mg/L,去除率为 97.5%。

表 7 COD_{Cr} 超标时进、出水水质
Tab. 7 Water Quality of Influent and Effluent while COD_{Cr} Exceeding

水量/(m ³ ·d ⁻¹)	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)		氨氮/(mg·L ⁻¹)		TN/(mg·L ⁻¹)		TP/(mg·L ⁻¹)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
749	425.90	39.30	48.21	0.28	50.98	11.78	3.16	0.07
616	495.00	35.10	77.91	0.22	80.00	10.78	3.22	0.08
606	443.20	34.90	82.72	0.29	81.28	11.42	3.41	0.10
550	478.50	38.40	53.53	0.17	58.17	10.98	3.33	0.11
541	400.70	25.60	70.22	0.26	65.63	11.52	3.61	0.07

4.2.4 水量、氨氮指标超标

表 8 为进水水量 ≥1 200 m³/d、氨氮 ≥40 mg/L 情况下,污水处理站出水达标排放率约为 83%。项目进水 COD_{Cr}(358.3 mg/L)和氨氮(104.52 mg/L)

指标含量都较高的状况下,对污水处理系统瞬时冲击太大,频繁高浓度进水冲击不利于硝化细菌等自养细菌的驯化,从而导致出水水质氮含量超标,而 COD_{Cr}、TP 可稳定达标。

表 8 水量、氨氮超标时进、出水水质
Tab. 8 Water Quality of Influent and Effluent while Water Quantity and Ammonia Nitrogen Exceeding

水量/(m ³ ·d ⁻¹)	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)		氨氮/(mg·L ⁻¹)		TN/(mg·L ⁻¹)		TP/(mg·L ⁻¹)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1 772	373.20	32.00	67.41	0.26	68.68	11.92	2.76	0.13
1 751	358.30	39.50	104.52	0.43	110.28	13.22	3.52	0.17
1 433	390.40	31.80	40.80	0.20	43.34	10.25	3.17	0.08
1 338	222.00	39.70	70.86	0.28	73.54	11.61	3.66	0.06
1 517	276.10	19.70	52.71	0.16	54.90	11.23	2.98	0.09
1 670	347.60	33.80	48.41	0.27	52.99	10.98	3.05	0.11

4.2.5 水量、水质超标

污水站处于海域范围内,随着春季禁渔期的到来,渔业加工产业进入休整状态,会造成大量的冲洗废水进入污水管网,高浓度进水及高进水量会使得污水站运行负荷远远超过设计负荷,直接导致生化

段、沉淀段水力停留时间大大缩短,造成污水处理效率的下降。由表 9 可知,当进水水量 ≥1 200 m³/d、COD_{Cr} ≥400 mg/L、TN ≥40 mg/L 时,对生化处理系统造成较大冲击,DO 迅速下降,硝化速率无法充分满足对进水 TN 的降解要求。

表 9 水量、水质超标时进、出水水质
Tab. 9 Water Quality of Influent and Effluent while Water Quantity and Water Quality Exceeding

水量/(m ³ ·d ⁻¹)	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)		氨氮/(mg·L ⁻¹)		TN/(mg·L ⁻¹)		TP/(mg·L ⁻¹)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1 500	530.70	35.90	33.50	0.34	69.65	10.84	3.16	0.16
1 444	490.50	38.30	34.25	0.21	45.84	11.20	2.88	0.12
1 513	540.90	37.60	33.33	0.35	46.03	12.56	3.37	0.10
1 254	487.00	37.20	32.94	0.26	44.56	11.18	2.95	0.08
1 383	421.50	32.60	33.00	0.27	64.44	11.23	2.62	0.09
1 479	462.40	29.60	33.65	0.23	74.66	10.65	3.14	0.11

(下转第 159 页)

参考文献

- [1] SHEWHART W A. Quality control charts [J]. Bell System Technical, 1926; 593-603. DOI: 10.1002/j.1538-7305.1926.tb00125.x.
- [2] 辜明, 陈凯. 休哈特控制图—实验室常用的质量监控手段 [J]. 电子质量, 2017(11): 64-67, 89.
- [3] MOSTAFA E E. Shewhart control chart in microbiological quality control of purified water and its use in quantitative risk evaluation [J]. UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences, 2016, 4 (1): 45-51.
- [4] 王永智, 邱文娜, 史长军, 等. 休哈特控制图在药品水分含量测定中的应用 [J]. 西北药学杂志, 2015, 30(5): 578-581.
- [5] SAURAV M, TANMOY R, ALOK B. Pattern of genomic variation in SARS-CoV-2 (COVID-19) suggests restricted non-random changes; Analysis using Shewhart control charts [J]. Journal of Biosciences, 2021, 46(11): 1-7.
- [6] 王乙红, 徐艳, 杨波, 等. 休哈特控制图原理在医疗安全信息报告中的应用探讨 [J]. 中国卫生资源, 2009, 12(1): 41-43.
- [7] 周玮婧, 何平, 王澍, 等. 质控图在食用油中硫丹与多氯联苯残留检测国际比对中的应用 [J]. 粮食与油脂, 2019, 32(2): 73-76.
- [8] 段朋. 累积和-休哈特控制图在 GNSS 变形监测中的应用 [J]. 科技创新与生产力, 2020(8): 61-65.
- [9] 吴迷芳. 城市二次供水系统的优化改造 [D]. 天津: 天津大学, 2006.
- [10] 世界卫生组织. 饮用水水质准则 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2014: 224-224.

- [11] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水标准检验方法 微生物指标: GB/T 5750.12—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [12] Standing Committee of Analysts. The microbiology of waters and associated materials (2017) practices and procedures for laboratories [M]. Nottingham: Environment Agency, 2017: 74-79.
- [13] 白林凯, 杜一娇, 岳滔, 等. 山西省集中式供水及二次供水卫生状况 [J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(1): 58-60.
- [14] 刘颖, 蔡欢欢, 舒诗湖, 等. 华东某地二次供水水质检测结果分析 [J]. 净水技术, 2018, 37(s2): 41-44.
- [15] 魏金梅, 钟国庆. 生活饮用水中总大肠菌群检测方法探讨 [J]. 现代食品, 2020(15): 154-156.
- [16] 葛英亮. 净水工艺单元微生物群落结构及其生物风险研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.
- [17] LI X Z, ZHANG D H, CHEN F, et al. *Klebsiella singaporensis* sp. nov., a novel isomaltulose-producing bacterium [J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2004, 54: 2131-2136. DOI: 10.1099/ijs.0.02690-0.
- [18] PODSCHUN R, ULLMANN U. *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens: Epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors [J]. Clinical Microbiology Reviews, 1998, 11(4): 589-603.
- [19] 伍海燕, 宋燕, 张萍, 等. 一起由非脱羧胺杆菌引起食物中毒的调查和实验室检验与分析 [J]. 中国医药导报, 2012, 9(33): 136-137, 140.
- [20] 苗正. 崇明县住宅小区二次供水现状调查及影响因素研究 [D]. 上海: 复旦大学, 2013.

(上接第 138 页)

5 结语

(1) 提标改造项目中, 利用 AOA O 工艺耦合 MCCE 技术, 实现生化系统高效去碳脱氮, 同时以化学除磷法为辅可有效提高污水处理系统总体的除磷效率。

(2) 污水站提标改造仅新增 3 台设备, 污水处理量为 43.8 万 m³/a, 吨水经营成本为 0.819 元/m³, 具有项目建设费用低、工艺运行成本省等特点。

(3) 污水站主要针对乡镇生活污水处理, 建议类似项目容积过小的调节池水力停留时间可控制在 8 h 左右, 以平衡进水水质、水量, 利于项目工艺的稳定运行。

(4) 污水站的设计经验对出水水质要求高、用地紧张、经费有限、进水波动较大等条件的农村生活污水处理站的提标改造提供了一定的参考。

参考文献

- [1] 范腾腾. 水文水资源监测现状及应对措施的思考 [J]. 信息

周刊, 2020(5): 109-109.

- [2] 李娜. 水资源管理现状问题及应对措施思考 [J]. 河北农机, 2021(5): 29-30.
- [3] 蔡吴章. 污水处理厂提标改造工程经济评价研究 [J]. 上海水务, 2020(2): 20-22.
- [4] 曹正胜, 王小庆. 叠加式 AO 工艺在老旧污水处理厂提标改造中的应用 [J]. 净水技术, 2021, 40(s1): 127-131.
- [5] CHANG H Y, OUYANG C F. Improvement of nitrogen and phosphorus removal in the anaerobic-oxic-anoxic-OXIC (AOA O) process by stepwise feeding [J]. Water Science and Technology, 2000, 42(3-4): 89-94. DOI: 10.2166/wst.2000.0363.
- [6] FENG Y, PENG Y Z, WANG B, et al. A continuous plug-flow anaerobic/aerobic/anoxic/aerobic (AOA O) process treating low COD/TIN domestic sewage: Realization of partial nitrification and extremely advanced nitrogen removal [J]. Science of the Total Environment, 2021, 771: 145387. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145387.
- [7] 应汉杰, 刘桂文, 陈勇, 等. 一种改性聚乙烯微生物载体填料: CN108946933A [P]. 2018-08-03.
- [8] 应汉杰, 刘桂文, 朱杰, 等. 一种生物锚定剂及其制备方法与应用: 2021100237360 [P]. 2021-04-27.