



移动扫码阅读

肖艳. 城镇污水处理厂提标改造多污染物深度去除实践[J]. 能源环境保护, 2020, 34(6): 51-54.

XIAO Yan. Advanced removal of multi-contaminant in upgrading construction of municipal sewage treatment plant [J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(6): 51-54.

城镇污水处理厂提标改造多污染物深度去除实践

肖 艳

(煤科集团杭州环保研究院有限公司, 浙江 杭州 311201)

摘要: 神木市某城镇污水处理厂设计规模 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$, 原处理工艺采用间歇式循环延时曝气活性污泥法(ICEAS), 实际出水 NH_4^+-N $2.6\sim 3.9\ \text{mg/L}$ 、 TN $9\sim 14\ \text{mg/L}$ 、 BOD_5 $3\sim 8\ \text{mg/L}$ 、 TP $0.3\sim 0.9\ \text{mg/L}$, 均超出《陕西省黄河流域污水综合排放标准》(DB61/224—2018)。采用同步生物氧化工艺(SBOT)对原有系统进行提标改造后, 出水 NH_4^+-N $\leq 0.1\ \text{mg/L}$ 、 TN $\leq 7.0\ \text{mg/L}$ 、 BOD_5 $\leq 4\ \text{mg/L}$ 、 TP $\leq 0.2\ \text{mg/L}$ 。新工艺具有流程简单、占地面积省、操作管理方便等优点, 达到了预期目标。

关键词: 城镇生活污水; 提标; 脱氮; SBOT 工艺

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2020)06-0051-04

Advanced removal of multi-contaminant in upgrading construction of municipal sewage treatment plant

XIAO Yan

(Hangzhou Environmental Protection Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group, Hangzhou 311201, China)

Abstract: Shenmu municipal sewage treatment plant used to apply the process of Intermittent Cycle Extended Aeration System (ICEAS) and its design scale was $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$. The concentrations of NH_4^+-N , TN , BOD_5 , and TP in the effluent were $2.6\sim 3.9\ \text{mg/L}$, $9\sim 14\ \text{mg/L}$, $3\sim 8\ \text{mg/L}$, and $0.3\sim 0.9\ \text{mg/L}$, respectively, which exceeded the standards of Integrated wastewater discharge standard of Yellow river basin in Shaanxi province (DB61/224—2018). After upgraded by using Synchronous Biological Oxidation Tank (SBOT) process, the effluent quality reached NH_4^+-N $\leq 0.1\ \text{mg/L}$, TN $\leq 7.0\ \text{mg/L}$, BOD_5 $\leq 4\ \text{mg/L}$, TP $\leq 0.2\ \text{mg/L}$. The SBOT process satisfied the design objective and had the advantages of simple process, small area occupancy, and convenient operation and management.

Key Words: Municipal sewage; Upgrading; Denitrification; SBOT process

1 项目概况

1.1 项目背景

神木市某城镇污水处理厂地处神木市北部, 主要承担城镇居民生活污水和煤矿生活、生产区污水, 始建于1992年。经过多次扩建提标, 2016年总体处理规模达 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$, 核心工艺采用间歇式循环延时曝气活性污泥法(ICEAS), 出水经絮凝、沉淀、过滤及消毒后, 满足《城镇污水处理厂

污染物排放标准》(GB18918—2002)一级A标准后回用于绿化、道路洒水, 剩余部分达标外排。该污水处理厂原工艺流程如图1所示。

为进一步提升陕西省水环境质量, 落实国务院《水污染防治计划》和《黄河流域生态保护和高质量发展》国家战略, 陕西省生态环境厅对《陕西省黄河流域污水综合排放标准》(DB61/224—2011)进行了修订, 将标准中 NH_4^+-N 、 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 TP 指标提高至《地表水环境质量标准》

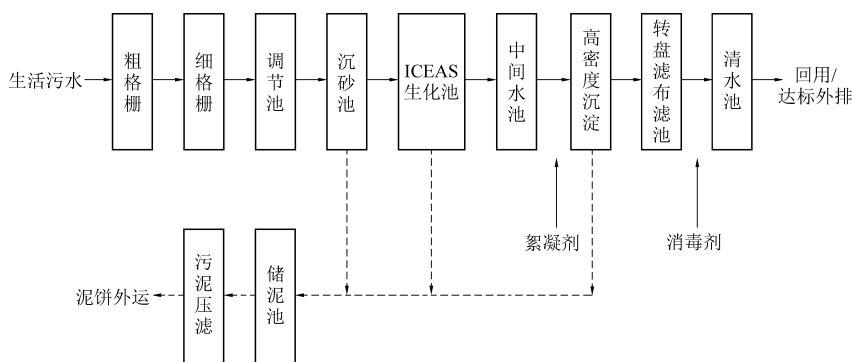


图1 污水处理厂原工艺流程图

(GB3838—2002) IV类要求。对照该标准,该污水处理厂外排水中的 NH_4^+-N 、 BOD_5 、TP、SS 均不能满足要求,需要提标治理。

1.2 水质情况

该污水处理厂接纳的污水主要为城镇居民生活污水和煤矿生产区的少量工业废水。矿区的工

业废水为机修厂废水,按要求须处理达到《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ343—2010)才能排放至污水管网,但实际上因缺少处理设施,该废水未经处理直接排至污水管网。经实测,该污水厂原来进水、处理后出水和排放要求对照见表1。

表1 该污水处理厂原进出水水质情况表

项目	NH_4^+-N	COD_{Cr}	BOD_5	TP	TN	SS	pH
进水水质	13~19	78~262	23~85	1.8~5.0	16~32	57~110	7.4~7.6
出水水质	2.6~3.9	14~24	3~8	0.3~0.9	9~14	10~17	7.4~7.6
GB18918—2002 一级 A	5(8)	50	10	0.5	15	10	7~9
DB61/224—2018 A 标准	1.5(3)	30	6	0.3	15	10	7~9

注:括号外数值为水温 $>12\text{ }^\circ\text{C}$ 时的控制指标,括号内数值为水温 $\leq 12\text{ }^\circ\text{C}$ 时的控制指标。

2 存在问题分析及处理工艺改进

2.1 存在问题分析

(1) 污水 NH_4^+-N 、 BOD_5 、TP、SS 超标

污水进水 B/C 比为 0.24~0.33, C/N 比 0.85~2.88, 可生物降解有机物含量低, 主要原因是污水中含有部分工业废水和道路冲洗废水, 属于低碳源生活污水。 NH_4^+-N 去除效率低, BOD_5 超标, 说明有机物降解不彻底, 硝化过程不充分。 TP 和 SS 超标生物除磷不能满足需求, 需要辅助化学除磷。

(2) 缺少臭气收集及处理设施

污水厂缺少臭气收集及处理设施, 项目所在地冬季寒冷, 格栅井、泵房、生化池、污泥压滤等设施均设置在室内, 取暖季节室内通风效果差, 臭气聚集在室内, 臭气中含有 H_2S 等有毒有害气体, 给工作人员及周边居民健康带来危害, 且 H_2S 浓度过高存在一定安全隐患。

(3) 剩余污泥含水率高

污水厂设带式压滤机, 污泥产量 1.5~2 t/d, 含水率 75%~80%, 地方环保要求污泥含水率不高于 50%, 污泥含水率降低可大大减小污泥体积, 降

低运输和处置成本, 对节约土地资源具有积极的意义。

(4) 可利用场地有限

污水厂经过多次提标改造后, 场区构建筑物布置十分紧凑, 提标施工期间污水厂需要持续运营, 不能将原构筑物拆除, 因此选择工艺时既要考虑与现有工艺的匹配性, 又要节省占地面积。

2.2 处理工艺改进

通过对污水厂现有水质及存在问题进行分析, 本着尽可能利用原有构建筑物的原则, 在 ICEAS 生化池和高密度沉淀之间增加脱氮设施, 利用原高密沉淀池和转盘滤布滤池同步除磷、除悬浮物, 增加除臭设施和污泥干化设施。污水经过 ICEAS 生化池处理后, C/N 比为 0.16~0.61, 有机物含量极低, 针对低碳源生活污水脱氮, 通过外加碳源来提高脱氮效率。采用多点进水 A/O 工艺^[1-2], 在缺氧池布置多个进水点, 充分利用原水中碳源, 回流污泥和混合液与始端进水点混合, 降低后续进水点溶解氧含量, 提高反硝化效果, 结果表明, NH_4^+-N 去除率可达 90% 以上, TN 去除率达

50%以上。利用沸石、陶粒作生物床填料^[3-4],采用厌氧/好氧生物床去除水中氨氮和总磷,出水 $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 5 \text{ mg/L}$, $\text{TP} \leq 0.4 \text{ mg/L}$ 。采用多段 A/O 结合 MBR 工艺^[5],反硝化效率达 94% 以上。综上,通过提高碳源或短程硝化反硝化^[6-7]均能够实现 NH_4^+-N 的去除,但投加碳源会增加运行成本^[8-9],采用 A/O 工艺需要对原 ICEAS 池进行改造^[10-12],施工期间无法正常运行,采用生物滤池或 MBR 工艺需要定期反冲洗^[13],能耗高,运行管理复杂。根据该污水处理厂的水质、水量及现场

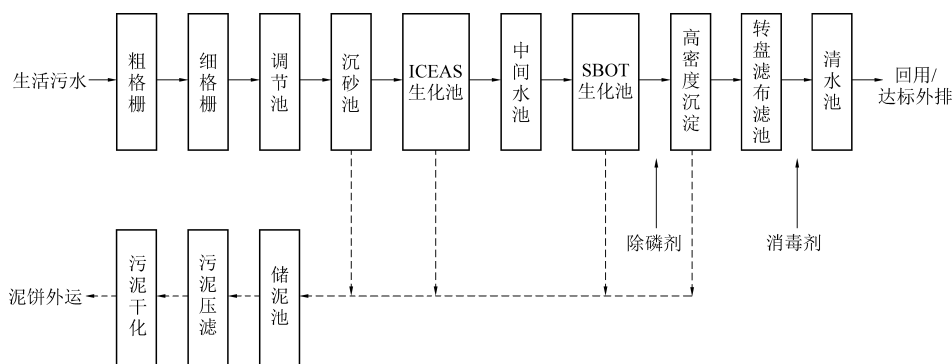


图 2 污水处理厂工艺流程现状

3.2 主要单元设计

(1) SBOT 生化池

SBOT 生化池底部设有排泥管、穿孔曝气管、中间装填流动多孔生物载体,脱氮负荷为 $0.15 \text{ kg NH}_4^+-\text{N}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,气水比 3:1,总水力停留时间 2.7 h,载体区水力停留时间 1.65 h,平面尺寸 $L \times B = 17.6 \text{ m} \times 13.0 \text{ m}$,有效水深 6.6 m,设两组,单组处理量 $5000 \text{ m}^3/\text{d}$,每组 4 格。底部排泥管连接电动排泥阀和 PLC 控制箱,可通过程序设置排泥时间和间隔实现自动排泥,每格水池曝气管设置气动调节阀,可通过 PLC 调节单格曝气量,并实现间歇曝气,运行方式灵活。

(2) 加药单元

污水经 SBOT 生化池后产生絮体质量轻、粒径细小、数量少,聚合硫酸铁(PFS)较聚合氯化铝(PAC)形成矾花密实,沉降速度快,本项目采用 PFS 替代 PAC。原系统在 ICEAS 生化池出水处投加 PAC,高密度沉淀池絮凝池中投加 PAM,改造后将原 PAC 和 PAM 加药点取消,在高密度沉淀池絮凝池中投加 PFS,由于 SBOT 池出水悬浮物大大减少,加药计量泵规格由原来的 500 L/h 调整为 200 L/h 。

(3) 高密度沉淀池

原高密度沉淀池絮凝池和反应池内搅拌机损

实际条件,结合类似项目经验,提标后脱氮采用同步生物氧化(SBOT)工艺^[14]。

3 提标工艺流程及主要单元设计

3.1 提标工艺流程

提标后工艺流程见图 2。在利用原有构建筑物的基础上,于中间水池后增加 SBOT 生化池,进一步去除水中 BOD_5 和 NH_4^+-N ,对原加药系统、高密度沉淀池、转盘滤布滤池进行改造,确保 TP 和 SS 达标,增加污泥干化设施。

坏,更换絮凝池和反应池搅拌机,参数分别为 $D = 1000 \text{ mm}$, $n = 80 \text{ r/min}$, $N = 11 \text{ kW}$; $D = 2500 \text{ mm}$, $n = 11 \text{ r/min}$, $N = 4 \text{ kW}$,更换高密度沉淀池斜管。

(4) 转盘滤布滤池

更换纤维转盘 2 台,单台 6 组滤盘,滤盘直径 2.5 m,单盘过滤面积 $\geq 8.8 \text{ m}^2$,滤布孔径 $< 10 \mu\text{m}$,平均滤速 $12 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

(5) 污泥干化系统

污泥干化系统选用污泥低温干化机 1 套,热源为电加热,去水量 200 kg/h ,装机功率 51 kW ,主要材质为 SUS304。

(6) 除臭系统

除臭采用“活性氧+化学洗涤”复合工艺,2 套,单套处理风量 $Q = 25000 \text{ m}^3/\text{h}$,活性氧利用高频高压静电的特殊脉冲放电方式,产生高密度活性氧,与污染物迅速碰撞并将其破坏,化学洗涤作为保障措施。

4 运行效果及成本分析

4.1 运行效果

污水厂提标后,经过一周的调试,系统出水各项指标均达标。为缩短调试周期,调试期间投加硝化菌(DeCN-Bacteria) 150 kg ,经过三个多月的稳定运行,连续检测出水各项指标,远优于设计要

求。运行期间每间隔2天取样化验,结果 NH_4^+-N 、TN指标见图3和图4。由于SBOT生物载体生物附着量大,污泥龄长,微生物种类多,载体由外至内形成好氧、厌氧、缺氧的微环境,能够实现短程硝化反硝化脱氮^[15],出水 $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 0.1 \text{ mg/L}$,去除率达96%; $\text{TN} \leq 7.0 \text{ mg/L}$,去除率达49%; $\text{TP} \leq 0.2 \text{ mg/L}$,去除率达70%, $\text{BOD}_5 \leq 4 \text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 5 \text{ mg/L}$ 。提标后污泥量大大减少,运行期间SBOT生化池无污泥外排,混凝剂较提标前减少2/3,高密池产泥量较之前减少2/3。

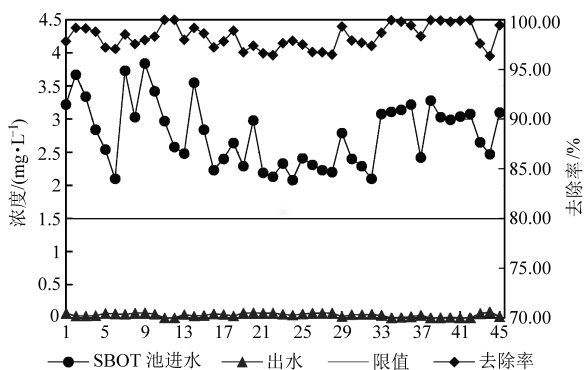


图3 提标改造后实际运行 NH_4^+-N 指标

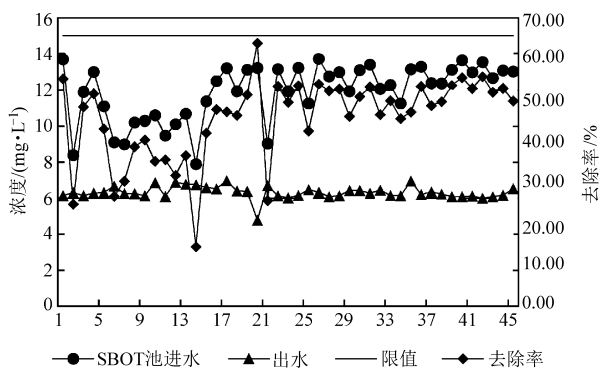


图4 提标改造后实际运行TN指标

4.2 成本分析

项目投产后,较提标前药剂费减少0.24元/吨水,污泥处置费减少0.3元/吨水,电费增加0.11元/吨水,设备维修、载体补充费增加0.13元/吨水,总运行成本较提标前减少0.3元/吨水。

5 结论

针对该污水处理厂C/N比低,出水氨氮要求高、可利用场地小、提标期间污水厂需要正常运行的特点,采用SBOT工艺进行提标改造,同时增加了污泥干化和除臭设施,进一步完善了污水厂设施,结果出水各项指标均能够满足排放要求,药剂投加量和污泥产量大大减少,比提标前减少固废产生量500吨/年,节省运行费用109.5万元/年。

该工艺具有脱氮效果好、占地面积省、无需外加碳源、运行成本低、污泥产量少的特点,适宜在污水提标项目中推广。

参考文献

- [1] 龚正,龙腾锐,曹艳晓,等.分点进水A/O工艺处理低碳源生活污水的脱氮性能研究[J].环境工程学报,2011(1):85-89.
- [2] 张星星,王昕竹,印雯,等.基于厌氧氨氧化技术处理市政污水的研究进展[J].工业水处理,2020,40(1):1-7.
- [3] 刘灵辉.厌氧/好氧生物床处理低碳源生活污水的研究[D].广州:广州大学,2011:10-15.
- [4] 赵远哲,董伟羊,王海燕,等.气水比对A/O-BF处理低碳氮比农村生活污水脱氮的影响[J/OL].环境科学学报:1-9[2020-12-07].https://doi.org/10.13671/j.hjkxxb.2020.0243.
- [5] 马宏伟,陈雅琼,陈阳.多级AO-MBR工艺用于污水处理厂提标扩建工程设计[J].给水排水,2017,53(6):30-34.
- [6] 邓时海,李德生,杨雪,等.集成式反应器SND对低碳氮比生活污水的深度脱氮效能及其动力学[J].北京交通大学学报,2016,40(1):49-55.
- [7] 汪传新,龚灵潇,彭永臻.低温下MBBR处理低碳氮质量比生活污水的同步硝化反硝化特性[J].中南大学学报(自然科学版),2014,45(8):2920-2927.
- [8] 杨晨宵,盛铭军,黄继会,等.“准IV类”标准下城镇污水处理厂提标改造的难点与举措[J].工业水处理,2020,40(11):15-21.
- [9] SHOW K Y, LEE D J, TAY J H. Aerobic granulation: Advances and challenges [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2012, 167(6): 1622-1640.
- [10] 张国珍,明驹,武福平,等.悬浮复合填料对改良多级A/O工艺处理低碳氮比生活污水同步脱氮除磷的影响[J].环境污染与防治,2017,39(10):1108-1110+1116.
- [11] 陈杰云,余薇薇,杜邦昊,等.HRT对多级A/O+悬浮填料组合工艺脱氮除磷的影响[J].中国给水排水,2017,33(9):31-34.
- [12] 阚睿哲,李军,卞伟,等.多级A/O耦合生物膜反硝化处理低C/N值生活污水[J].中国给水排水,2017,33(1):27-32.
- [13] 陈浪,勾曦,覃银红,等.生物炭滤池对污水处理厂尾水水质提标研究[J].环境科学与技术,2019,42(3):114-121.
- [14] 肖艳.煤矿工人村生活污水处理脱氮工业性试验研究[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2015,34(7):806-809.
- [15] 李昂,马放,张栋俊,等.基于好氧反硝化及反硝化聚磷菌强化的低温低碳氮比生活污水生物处理中试研究[J].微生物学通报,2019,46(8):1917-1926.