

工程实例

DOI: 10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.22.014

温州市南片污水处理厂提标改造工艺调试及运行

朱爽, 杨万全, 汪和方, 黄峰, 刘周弢

(中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122)

摘要: 对温州市南片污水处理厂提标改造工程的工艺调试过程进行了总结,并对工艺调试期间各主要处理单元的进、出水水质进行了分析。结果表明,内回流与碳源投加的耦合控制可以有效提高碳源利用率和生物脱氮效率,降低运行成本;通过控制外回流比和监测厌氧池氧化还原电位可以有效提高生物除磷效率。实践证明,采用以改良Bardenpho工艺+二沉池+加砂高密度沉淀池为核心的脱氮除磷工艺,出水水质可稳定达到浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)中新建城镇污水处理厂的标准。

关键词: 提标改造; 工艺调试; 改良Bardenpho工艺; 加砂高密度沉淀池; 脱氮除磷
中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)22-0084-07

Commissioning and Operation of Upgrading and Reconstruction Project in Wenzhou South WWTP

ZHU Shuang, YANG Wan-quan, WANG He-fang, HUANG Feng, LIU Zhou-tao
(PowerChina Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 311122, China)

Abstract: The commissioning process of upgrading and reconstruction project in Wenzhou South wastewater treatment plant (WWTP) is summarized, and the influent and effluent quality data of each main processing unit during the commissioning process are analyzed. The results show that coupled control of internal reflux and carbon source dosing can effectively improve carbon source utilization, biological nitrogen removal efficiency and reduce operating costs. In addition, the efficiency of biological phosphorus removal can be effectively improved by controlling the proportion of external reflux and monitoring the ORP in the anaerobic tank. The effluent quality of the nitrogen and phosphorus removal process which takes improved Bardenpho process, secondary sedimentation tank, and Densadeg clarifier as the core process, can meet standards for new municipal wastewater treatment plants in the *Discharge Standard of Major Water Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (DB 33/2169—2018) in Zhejiang Province.

Key words: upgrading and reconstruction; process commissioning; improved Bardenpho process; Densadeg clarifier; nitrogen and phosphorus removal

为贯彻落实党的“十九大”精神,深化美丽浙江建设,浙江省于2018年发布了《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018),即“清洁排放标准”,强化对COD、氨氮、总磷、总氮四项主

要水污染物指标的管控。

传统Bardenpho工艺相较于AO工艺,后端增加了二级缺氧反应池和快速好氧反应池。一级好氧反应池出水中残留的硝酸盐进入二级缺氧反应池后能

继续进行反硝化反应,且当原水碳源不足时,还可以通过外加碳源确保二级反硝化反应的正常进行,这一改进强化了生物脱氮能力^[1]。而改良 Bardenpho 工艺在传统 Bardenpho 工艺的前端增加了一个厌氧反应池,有效避免了内回流溶解氧和硝酸盐对聚磷菌释磷的影响^[2],强化了生物除磷能力。近年来,改良 Bardenpho 工艺因脱氮除磷效率高、抗冲击负荷能力强的优势,被广泛用于浙江省城镇污水处理厂的清洁排放技术改造。

温州市南片污水处理厂提标改造工程作为浙江省最早一批按照“清洁排放标准”实施的项目,虽系改建工程,但为了进一步保护受纳水体(温瑞塘河)的水质,设计出水水质标准执行“清洁排放标

准”中新建城镇污水处理厂排放标准。2020 年 12 月,该提标改造工程顺利通过环保验收,出水水质稳定达标。

1 工程概况

温州市南片污水处理厂设计规模为 $4\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,提标改造工艺:在曝气沉砂池后分流 $1.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 污水,采用“改良 Bardenpho 工艺+二沉池+加砂高密度沉淀池”进行二级处理,而后与原一期工艺出水 $2.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 合并为 $4\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 进行深度处理,深度处理工艺为反硝化深床滤池+臭氧接触+消毒。出水 COD、氨氮、总氮、总磷执行“清洁排放标准”中新建城镇污水处理厂标准,其他指标执行一级 A 标准。

提标改造后的污水处理工艺流程如图 1 所示。

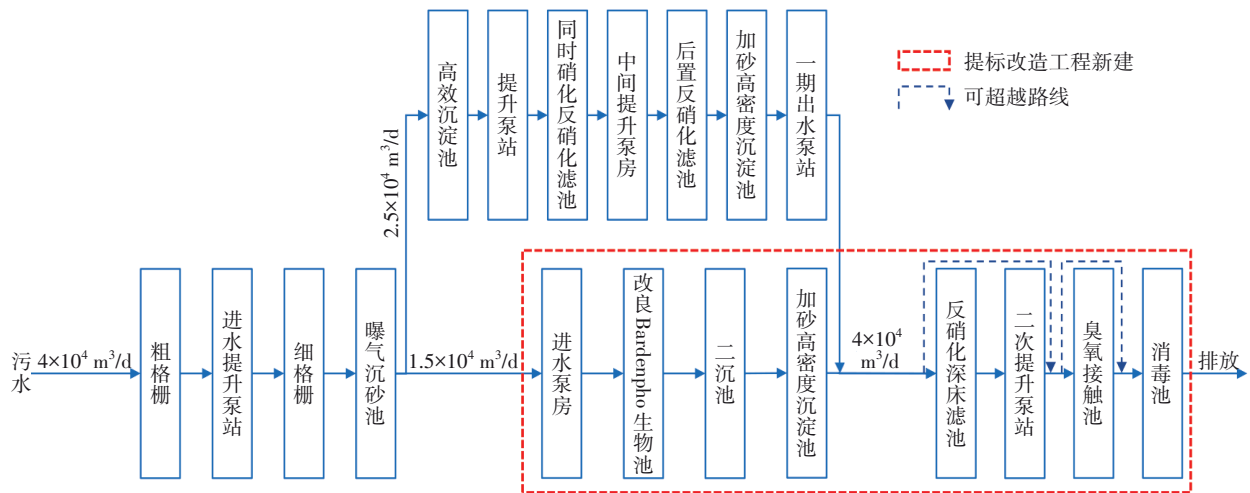


图 1 改造后的污水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process after reconstruction

提标改造工程设计进、出水水质见表 1。 2 所示。

表 1 提标改造工程设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality of upgrading and reconstruction project

| 项目 | BOD ₅ / (mg·L ⁻¹) | COD/ (mg·L ⁻¹) | SS/ (mg·L ⁻¹) | NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹) | TP/ (mg·L ⁻¹) | TN/ (mg·L ⁻¹) | pH |
|------|--|----------------------------|---------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-----|
| 设计进水 | 150 | 300 | 200 | 40 | 5 | 50 | 6~9 |
| 设计出水 | 10 | 30 | 10 | 1.5(3) | 0.3 | 10(12) | 6~9 |

注: 括号内数值为每年 11 月 1 日一次年 3 月 31 日的执行标准。

2 工艺调试

2.1 改良 Bardenpho 生物池工艺调试

改良 Bardenpho 生物池 1 座,池体平面布置如图

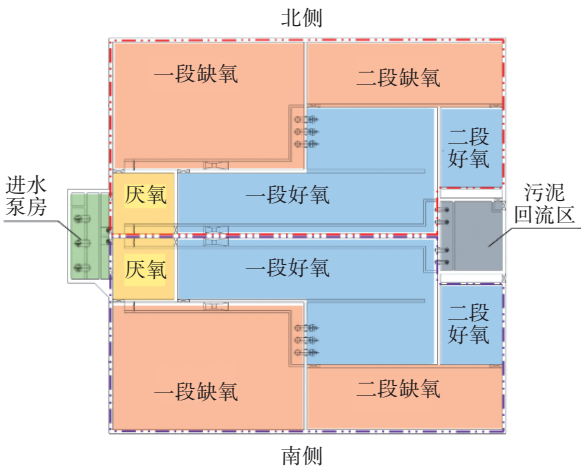


图 2 改良 Bardenpho 生物池平面布置

Fig.2 Layout of improved Bardenpho biological tank

改良 Bardenpho 生物池池体分南北两组对称布置,单组有效容积约为 $6\,500\text{ m}^3$,设计污泥浓度 (MLSS) 为 $4\,000\text{ mg/L}$ 。改良 Bardenpho 生物池的工艺调试分为污泥接种和培养驯化两个阶段。

2.1.1 污泥接种

为了降低接种污泥的运输成本,在污泥接种时只接种北侧生物池。接种污泥来自市政污水处理厂 AAO 工艺的剩余污泥,含水率 99%,污泥活性良好。计划北侧生物池接种污泥 MLSS 为 $2\,000\text{ mg/L}$,干污泥投加量为 13 t ,所需接种污泥量为 $1\,300\text{ t}$ 。污泥投加分 4 d 完成,平均投加量为 325 t/d ,投加时根据改良 Bardenpho 生物池各反应段的有效容积大小均匀投加。污泥接种期间同时开启厌氧池、缺氧池的搅拌器,并启动好氧池的曝气系统,控制好氧池溶解氧为 $1.0\sim 2.0\text{ mg/L}$,加快泥水混合并维持微生物的活性。

2.1.2 培养驯化

培养驯化分为间歇进水和连续进水两个阶段,培养驯化进水为曝气沉砂池处理后的出水。在培养驯化期间,为避免未达标清水溢流至后续处理单元,改良 Bardenpho 生物池和二沉池通过放空管/半放空管,将未达标清水回流至一期进水井,重新进入系统处理,确保了培养驯化期间的出水达标排放。

① 间歇进水阶段。每天一个循环周期,依次进行进水(排水)、闷曝、静沉,其中:进水 5 h、闷曝 $15\sim 18\text{ h}$ 、静沉 $1\sim 4\text{ h}$,然后在下一轮进水期间排放上一轮处理后的清水。生物池注满后开启内回流,内回流比为 200%。二沉池注满后开启外回流,外回流比为 100%。控制二沉池水位处于出水堰标高以下,并通过放空管/半放空管排放清水,避免未达标清水进入后续处理单元。调试人员每天测定生物池 MLSS 和 SV_{30} ,并做好记录。

间歇进水期间,改良 Bardenpho 生物池 MLSS 检测数据如图 3 所示。

由图 3 可知:污泥接种后,MLSS 整体呈先下降、后上升趋势,在污泥接种后第 7 天 MLSS 降至最低 (912 mg/L)。污泥浓度的变化表明:在培养驯化初期,不适应系统运行环境的微生物被抑制或淘汰,随清水排出或作为营养物质供其余微生物生长;同时,适应系统运行环境的微生物逐步增殖,成为优势菌种,使 MLSS 逐步回升^[3]。由于实际进水污染物

浓度低于设计进水指标,生物池内 MLSS 可维持在 $1\,900\sim 2\,200\text{ mg/L}$ 。生物池 MLSS 稳定后,且溶解氧处于设计要求范围时,开始进入连续进水阶段。

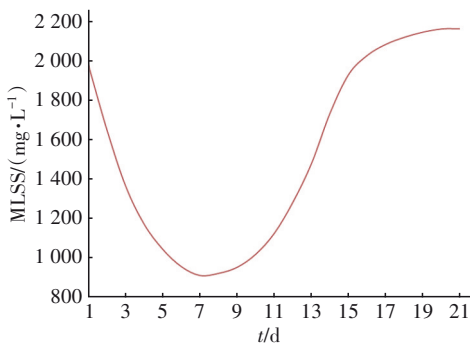


图3 改良 Bardenpho 生物池 MLSS 的变化

Fig.3 Variation of MLSS of improved Bardenpho biological tank

② 连续进水阶段。每天连续进水、连续排放清水,充分利用原水中的营养物质对活性污泥进行培养驯化,并根据二段缺氧池进口硝态氮的检测浓度,在二段缺氧池内投加适量碳源,确保反硝化反应的正常进行。取污泥样品进行镜检,观察污泥的生物相组成,了解菌胶团及指示微生物的生长情况;同时监测二沉池上清液水质,每隔 2 h 取样,取 24 h 混合样检测化验,观察 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 等指标变化,结合污泥生长状况和处理水质情况调整生物池的内、外回流比及溶解氧浓度。

本工程进水主要为生活污水,且由于厂外污水管网存在一定的缺陷,导致地下水入渗较为严重,进水 COD 浓度一直低于设计进水标准。因此,在调试期间发现改良 Bardenpho 工艺出水 COD 基本达到设计排放标准。考虑到改良 Bardenpho 工艺对各项污染物指标的去除效果,除 TP 和 SS 指标外,当二沉池出水 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN 实测值分别为 $9.37\sim 24.00$ 、 $0.03\sim 0.50$ 、 $6.37\sim 9.93\text{ mg/L}$,基本达到设计出水标准后,开始提升进水负荷,每次提升 20% 直至满负荷。

在此期间,充分利用原水中的营养物质对活性污泥进行培养驯化,待北侧生物池 MLSS 持续稳定在 $1\,900\sim 2\,200\text{ mg/L}$ 时,每天通过污泥回流泵将多余的污泥回流至南侧生物池,逐步启动南侧生物池的进水调试。最终,南北两组生物池的 MLSS 均稳定在 $1\,900\sim 2\,200\text{ mg/L}$,且二沉池出水指标除 TP 和 SS 外,均稳定达到“清洁排放标准”中新建城镇污水

处理厂标准,即可启动后续处理单元的工艺调试。

2.2 加砂高密度沉淀池工艺调试

为了强化对 TP 和 SS 的去除效果,采用了加砂高密度沉淀池工艺。其原理与高密度沉淀池类似,改进之处在于加入了不断循环更新的微砂作为絮体的凝结核,由于大量微砂的存在,增加了絮体凝聚的几率和密度,使得工艺的沉降性能和抗冲击负荷能力显著提升。本工程加砂高密度沉淀池表面负荷为 $17.36 \sim 24.31 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

加砂高密度沉淀池工艺调试的首要工作是确定药剂的最适投加量。为了提高调试效率,首先取二沉池出水水样进行小试。将二沉池出水按 TP 浓度为 $0.2 \sim 0.5$ 、 $0.5 \sim 1.0$ 、 $1.0 \sim 1.5 \text{ mg/L}$ 分为 3 类,通过小试分别得出各类进水 TP 浓度对应的聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)的最适投加量。小试结果如表 2 所示。

表 2 小试结果

Tab.2 Results of lab-scale test $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

| 进水总磷 | PAC 投加量 | PAM 投加量 | 出水总磷 |
|---------|---------|---------|------------|
| 0.2~0.5 | 5 | 0.4 | ≤ 0.2 |
| 0.5~1.0 | 9 | 0.8 | ≤ 0.2 |
| 1.0~1.5 | 15 | 0.9 | ≤ 0.2 |

根据小试结果,加砂高密度沉淀池启动进水调试,主要工作是确定微砂浓度控制范围、循环比等工艺参数。经调试,确定最佳运行参数如下:微砂密度 2300 g/L ,微砂浓度控制在 $1.5 \sim 2.5 \text{ g/L}$,循环比为 5%,旋流器下口流量为 $6.0 \sim 7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在上述运行条件下,加砂高密度沉淀池出水 TP 和 SS 可连续稳定达标。

3 对主要污染物的去除效果及分析

对 2020 年 11 月 5 日—12 月 20 日期间改良 Bardenpho 生物池+二沉池和加砂高密度沉淀池进、出水水质的变化情况进行统计分析。

3.1 对 COD 的去除效果及分析

工艺对 COD 的去除效果见图 4。

调试期间,污水厂进水 COD 为 $76 \sim 187 \text{ mg/L}$,平均 COD 仅为 132.63 mg/L ,远低于设计进水 COD 浓度,呈现明显的“低碳”特征。二沉池出水 COD 为 $5.67 \sim 24.0 \text{ mg/L}$,平均为 11.34 mg/L ,COD 平均去除率为 91.53%。可见,经过改良 Bardenpho 工艺处理后,二沉池出水 COD 可满足设计出水标准($\text{COD} \leq 30 \text{ mg/L}$)。

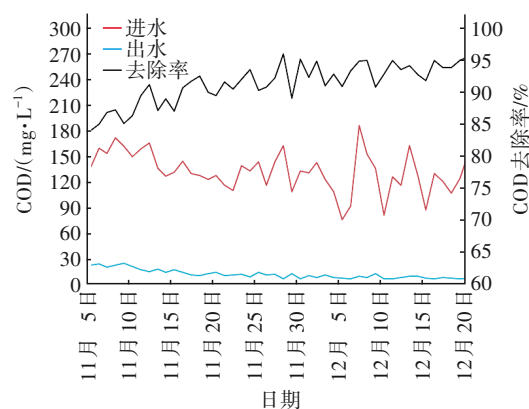


图 4 工艺对 COD 的去除效果

Fig.4 Removal effect of COD

工艺调试前期,适应环境的微生物数量较少、活性差,COD 去除率较低,经过约半个月的培养驯化,活性污泥系统逐渐成熟稳定,COD 去除率也逐渐升高并趋于稳定^[4]。

3.2 对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果及分析

工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果见图 5。

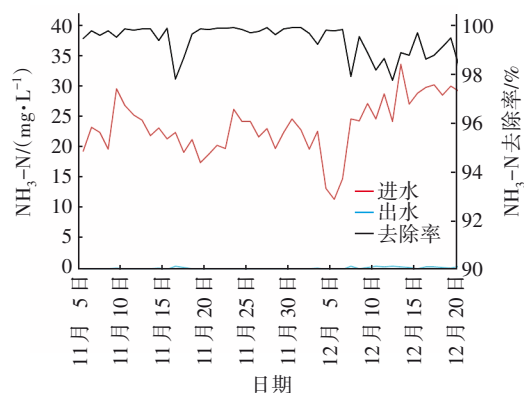


图 5 工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果

Fig.5 Removal effect of $\text{NH}_3\text{-N}$

调试期间,污水厂进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 $11.49 \sim 33.56 \text{ mg/L}$,平均进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 23.39 mg/L ;二沉池出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 $0.03 \sim 0.55 \text{ mg/L}$,平均为 0.16 mg/L , $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均去除率为 99.35%,优于设计出水标准 [$\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.5(3) \text{ mg/L}$]。

本工程改良 Bardenpho 工艺两级好氧反应池停留时间长(一段好氧池 8.1 h ,二段好氧池 1.0 h),硝化反应充分,出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 可以稳定达标。相关研究表明,亚硝酸盐积累会抑制氨氧化菌和亚硝酸盐氧化菌的活性,从而对硝化反应产生抑制作用^[5]。经检测,本工程不存在亚硝酸盐积累的情况,说明改良 Bardenpho 工艺硝化菌群培养驯化成熟,硝化反

应良好, $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果良好。

3.3 对 TN 的去除效果及分析

工艺对 TN 的去除效果见图6。

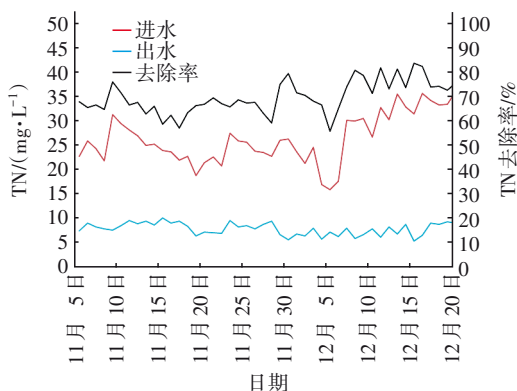


图6 工艺对 TN 的去除效果

Fig.6 Removal effect of TN

调试期间,污水处理厂进水 TN 为 15.83~35.83 mg/L,平均进水 TN 为 26.18 mg/L;二沉池出水 TN 为 5.25~9.93 mg/L,平均为 7.77 mg/L, TN 平均去除率为 69.37%,优于设计出水标准 $[\text{TN} \leq 10(12) \text{mg/L}]$ 。

进水 TN 波动幅度较大,且存在进水碳源不足的情况,但二沉池出水 TN 已稳定达标。上述现象表明:改良 Bardenpho 工艺设置两级“缺氧+好氧”,硝化和反硝化作用充分,对于 TN 浓度波动较大的进水水质具有很好的抗冲击性;通过在二段缺氧池进口设置硝态氮检测仪表和外加碳源补充点,根据进口硝态氮检测浓度,补充适量外加碳源,确保二级反硝化反应正常进行,有效解决了“低碳水”的脱氮难题。

本工程改良 Bardenpho 工艺,通过进水流量计、一段缺氧池出口硝态氮检测仪表(检测值为 N_1)、内回流泵出口流量计、变频泵实现动态、精细控制内回流比。其控制逻辑:当 $N_1 < 3 \text{ mg/L}$ 时,内回流比设置为 300%;当 $N_1 \geq 3 \text{ mg/L}$ 时,内回流比设置为 200%。本工程改良 Bardenpho 工艺,碳源动态投加则通过二段缺氧池进口硝态氮检测仪表(检测值为 N_2)、碳源投加计量泵、计量泵出口流量计联合控制实现。其控制逻辑:当 $N_2 \leq 5 \text{ mg/L}$ (二段缺氧池出口硝态氮的目标控制浓度为 5 mg/L) 时,不补充投加碳源;当 $N_2 > 5 \text{ mg/L}$ 时,外加碳源投加量为 $T = K \times (N_2 - 5) / M$,其中 K 为反硝化反应的最适 BOD_5/TN ,其取值范围为 3~5, M 为外加碳源乙酸钠的 BOD_5 当量,其值为 0.52。相关研究表明,改良 Bardenpho 工艺在内回

流与碳源投加的耦合控制下,可以有效降低内回流泵和曝气系统的能耗,节省外加碳源的药剂成本,提高工艺的抗冲击负荷能力^[6]。

由于 TN 在生化工艺段已能够稳定去除,反硝化深床滤池在运行时可以视情况超越,或仅作为去除 SS、TP 的保障措施,减少了碳源投加和二次提升,进一步降低了运营成本。

3.4 对 TP 的去除效果及分析

改良 Bardenpho 生物池对 TP 的去除效果见图7。

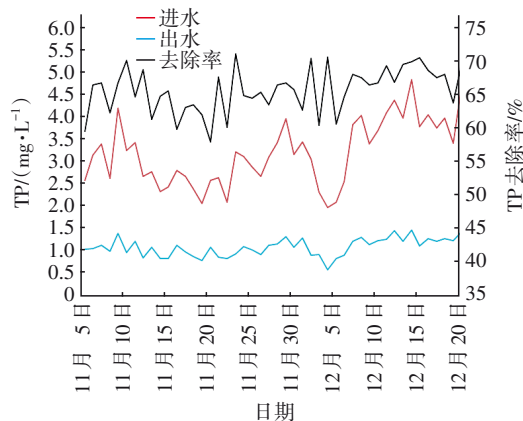


图7 改良 Bardenpho 生物池对 TP 的去除效果

Fig.7 Removal effect of TP in improved Bardenpho biological tank

加砂高密度沉淀池对 TP 的去除效果见图8。

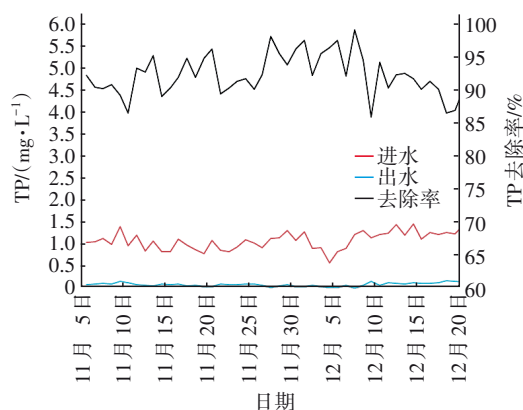


图8 加砂高密度沉淀池对 TP 的去除效果

Fig.8 Removal effect of TP in Densadeg clarifier

改良 Bardenpho 生物池进水 TP 为 1.97~4.83 mg/L,平均为 3.19 mg/L;二沉池出水 TP 为 0.58~1.46 mg/L,平均为 1.08 mg/L;生物池对 TP 的去除率为 57.92%~71.03%,平均为 65.59%。虽然生物池进水 TP 波动较大,但二沉池出水 TP 一直维持在

1.5 mg/L 以下,说明改良 Bardenpho 工艺对进水 TP 的波动具有很强的承受能力。

改良 Bardenpho 工艺厌氧池创造了良好的厌氧环境,保障了原水碳源优先用于聚磷菌释磷。本工程在厌氧池设置了氧化还原电位测定仪,通过氧化还原电位来监控和调节 Bardenpho 工艺外回流比,以确保获得理想的生物除磷效果。本工程的氧化还原电位目标控制范围为-500~-150 mV。

相关研究表明,生物脱氮除磷在泥龄、碳源等方面存在着矛盾,出水要求达到一级 A 或更高标准时,需要进行化学除磷^[7]。本工程设置加砂高密度沉淀池强化 TP 的去除,确保出水 TP 稳定达标。

加砂高密度沉淀池出水 TP 为 0.01~0.17 mg/L,平均为 0.08 mg/L,对 TP 的去除率为 85.96%~99.18%,平均为 92.38%。出水 TP 浓度优于设计排放标准(TP≤0.3 mg/L)。

由于 TP 在加砂高密度沉淀池已能够稳定去除,反硝化深床滤池在运行时可以视情况超越,仅在前端工艺除磷效果异常时启用,这样进一步降低了运营成本。

4 直接运行费用

提标改造前、后全厂的直接运行费用见表 3。

表 3 直接运行费用

Tab.3 Direct operating cost 元·m⁻³

| 项 目 | 提标改造前 | 提标改造后 | 节约数 |
|------------|-------|-------|-------|
| 电 | 0.34 | 0.30 | 0.04 |
| 乙酸钠 | 0.32 | 0.24 | 0.08 |
| 聚合氯化铝(液体) | 0.10 | 0.07 | 0.03 |
| 沉降 PAM(固体) | 0.02 | 0.02 | 0 |
| 脱水 PAM(固体) | 0.02 | 0.02 | 0 |
| 氢氧化钙(固体) | 0.01 | 0.01 | 0 |
| 次氯酸钠(液体) | | 0.02 | -0.02 |
| 微砂 | 0.03 | 0.03 | 0 |
| 合计 | 0.84 | 0.71 | 0.13 |

注: 提标改造前数据取自 2019 年 9 月 1 日—2020 年 8 月 31 日,提标改造后数据取自 2021 年 1 月 1 日—4 月 30 日。

由表 3 可知,提标改造后处理成本节省了 0.13 元/m³。其中,电费节省了 0.04 元/m³,主要原因是新增的提标工艺线在水泵中间提升和回流上节省了电费成本;乙酸钠药剂费节省了 0.08 元/m³,主要原因是改良 Bardenpho 工艺的两级缺氧反应池反硝化作用充分,对原水碳源利用率高,降低了外加碳

源(乙酸钠)的消耗量;聚合氯化铝节省了 0.03 元/m³,主要原因是改良 Bardenpho 工艺生物除磷效率高,降低了化学除磷单元加砂高密度沉淀池的药剂消耗。

5 结论

① 改良 Bardenpho 生物池工艺调试,采用污水厂 AAO 池剩余污泥接种(含水率 99%),生化系统培菌启动快,通过“间歇进水+连续进水”的方式进行培养驯化,加快了生化系统的调试进度。

② 改良 Bardenpho 生物池运营中,通过内回流与碳源投加的耦合控制提高原水碳源利用率和生物脱氮效率,通过控制外回流比和监测厌氧池氧化还原电位提高生物除磷效率。

③ “改良 Bardenpho 生物池+二沉池”出水 COD、NH₃-N、TN 平均浓度分别为 11.34、0.16、7.77 mg/L,加砂高密度沉淀池出水 TP 平均浓度为 0.08 mg/L,各出水指标均优于浙江省《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》(DB 33/2169—2018)中的新建城镇污水处理厂排放标准。

④ 提标改造后,处理成本降低了 0.13 元/m³,成本降低主要表现在:电费、乙酸钠和聚合氯化铝药剂费。处理成本降低的主要原因是:以“改良 Bardenpho 生物池+二沉池+加砂高密度沉淀池”为核心的提标工艺,节省了水泵中间提升和回流的电耗,降低了乙酸钠和聚合氯化铝药剂的消耗量。

⑤ 实践表明,以“改良 Bardenpho 工艺+二沉池+加砂高密度沉淀池”为核心的提标工艺,具有脱氮除磷效率高、抗冲击负荷能力强、处理效果稳定、运行成本低的优点,在城镇污水处理厂提标改造工程中的应用前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 姚伟涛,肖社明,张永祥. 改良 Bardenpho 工艺处理低 BOD₅/TN 混合污水工程设计[J]. 中国给水排水, 2018, 34(14): 67-70.
YAO Weitao, XIAO Sheming, ZHANG Yongxiang. Project design of modified Bardenpho process for treatment of low BOD₅/TN mixed wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34 (14): 67-70 (in Chinese).
- [2] 郭远凯,黎松强,吴馥萍. 改良 Bardenpho 工艺同步脱氮除磷处理小区生活污水 [J]. 水处理技术,

- 2008, 34(10): 57-59.
- GUO Yuankai, LI Songqiang, WU Fuping. Synchronous removal of phosphorus and nitrogen compound in domestic sewage by improved Bardenpho process [J]. Technology of Water Treatment, 2008, 34(10): 57-59 (in Chinese).
- [3] 朱铁群, 李凯慧, 张杰. 活性污泥驯化的微生物生态学原理 [J]. 微生物学通报, 2008(6): 939-943.
- ZHU Tiequn, LI Kaihui, ZHANG Jie. Microbial ecology principle of activated sludge acclimation [J]. Microbiology China, 2008(6): 939-943 (in Chinese).
- [4] 李宏斌, 刘保成, 李昌兵, 等. 杭州某城镇污水处理厂五段式Bardenpho工艺调试运行 [J]. 中国给水排水, 2020, 36(12): 150-154.
- LI Hongbin, LIU Baocheng, LI Changbing, et al. Commissioning and operation of five-stage Bardenpho process in a municipal sewage treatment plant in Hangzhou [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(12): 150-154 (in Chinese).
- [5] 张彬, 邓佳, 陈杨武, 等. 游离亚硝酸对硝化过程的影响 [J]. 应用与环境生物学报, 2020, 26(5): 1260-1267.
- ZHANG Bin, DENG Jia, CHEN Yangwu, et al. Effect and quantitative characterization of free ammonia on nitrification process [J]. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 2020, 26(5): 1260-1267 (in Chinese).
- [6] 孙月娣. Bardenpho工艺内回流与碳源投加耦合控制动态模拟 [J]. 中国给水排水, 2017, 33(23): 66-70.
- SUN Yuedi. Dynamic simulation of coupled control between internal reflux and carbon source dosing in Bardenpho process [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(23): 66-70 (in Chinese).
- [7] 高飞亚, 李金河. Bardenpho+MBR工艺用于污水处理厂的升级改造 [J]. 中国给水排水, 2019, 35(6): 99-101.
- GAO Feiya, LI Jinhe. Application of Bardenpho and MBR process in the upgrading and reconstruction of a WWTP [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(6): 99-101 (in Chinese).

作者简介: 朱爽(1983-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士, 高级工程师, 主要从事给排水工程设计、工程总承包与项目管理工作。

E-mail: zhu_s@hdec.com

收稿日期: 2021-06-12

修回日期: 2021-08-27

(编辑: 衣春敏)

· 信息 ·

第二届《中国给水排水》智慧水务×智慧建造融合创新技术论坛延期征文通知

由于近期疫情原因,《中国给水排水》杂志社原计划于2022年11月举办的第二届智慧水务×智慧建造技术论坛需要延期举行。会议继续围绕以下议题征文,欢迎投稿,收稿E-mail: ycm0128@126.com,截止日期为2023年2月15日。

(一)智慧水务产品。仪表仪器:城市水系统中的传感器、仪表与物联网;三维产品:三维建模,三维技术在工程设计、项目管理中的应用;检测产品:QV、CCTV等;软件产品:应用软件、数据中台、控制系统等。

(二)智慧水务技术。现状诊断技术:监测、检测等技术在现状诊断中的应用;城市排水系统匹配性分析;供水管网漏损控制技术:分区管理、漏损监测与分析、漏损控制、漏损绩效评价;排水系统联合调度技术:排水控制仿真与模拟、策略优化、实时控制、数据治理技术;污水处理智能控制技术:污水处理厂无人值守、精确曝气与智能加药、节能降耗;人工智能技术:机器学习、深度学习、神经网络、数据挖掘、模糊识别、知识图谱在智慧水务中的应用。

(三)智慧水务应用。水务企业管理:生产运行管理、项目公司及项目全过程跟踪与管理、绩效考核、集团化管理;运营优化:厂-网-河一体化运行、运营绩效评价;水务设施资产管理:检测数字化、故障风险评估与预测、运维和更新决策、管网普查平台、资产管理决策支持算法和工具;应急管理:安全运行、应急调度;供排水一体化:综合信息管理、综合运营、客户服务;水务一体化:从整体水循环角度出发的一体化管理理念和探索;规划设计:模型在城市水系统规划设计中的应用、规划设计决策支持工具、规划管控;数字化技术对打造可靠、可持续的城市水系统的决策支持作用。

(四)智慧建造。城市建设:智慧城市、海绵城市、CIM技术应用;信息化建设:信息云建设、物联网建设、大数据中心建设;智慧建造:5G智造、新型建筑工业化、建筑机器人、BIM技术应用、智能运维等。

(本刊编辑部)