

设计经验

CAST-MBBR 及 SF-AO 工艺在污水处理中的应用比较

杨祝平

(天津市市政工程设计研究院 天津市基础设施耐久性企业重点实验室, 天津 300392)

摘要: 某污水处理厂一期工程规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用 CAST 工艺, 出水水质执行一级 B 排放标准, 提标扩建工程规模为 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 出水水质提高至一级 A 标准。对一期工程, 通过投加填料形成 CAST-MBBR 系统, 并调整运行周期、投加碳源、一二期出水混合、增加三级处理; 另外, 新建 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 二期工程, 二级处理选用节地、节能、集约化的多级 AO 工艺。一、二期工程出水一并进入新建的三级处理系统中, 选用高负荷、节地、出水水质好的“CoMag 磁混凝澄清+纤维转盘过滤”工艺。工程总占地面积为 5.64 hm^2 (折合单位占地为 $0.226 \text{ m}^2/\text{m}^3$), 项目总投资为 39 558.88 万元, 污水处理成本为 1.28 元/ m^3 。实际运行效果表明, 出水水质优于一级 A 标准。其中, CAST-MBBR 对有机物、SS 的去除效果好于 SF-AO, 而 SF-AO 对氨氮、总氮的去除效果及稳定性优于 CAST-MBBR, 总磷去除效果两者基本相当。CoMag 出水 SS 稳定在 5 mg/L 以下, 出水 TP 稳定在 0.1 mg/L 以下, 工程效果达到并超过了预期。

关键词: CAST-MBBR; 多级 AO; 磁混凝澄清

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)14-0041-06

Application and Comparison of CAST-MBBR & SF-AO Process in Municipal Wastewater Treatment

YANG Zhu-ping

(Tianjin Enterprise Key Laboratory of Infrastructure Durability, Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute, Tianjin 300392, China)

Abstract: The scale of the phase I project of a sewage treatment plant was $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. The effluent quality was carried out according to the first grade B discharge standard by the CAST process. The scale of the upgrading project was $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, and the effluent water quality was raised to first grade A standard. The original CAST of phase I was alternated to CAST-MBBR system by addition of suspended biological fillers. Then, the operating cycle was regulated, carbon source was added, the phase I and phase II effluents were mixed, add tertiary treatment stage was adopted to improve the treatment performance. The secondary treatment of phase II (new construction $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$) adopted the technology of “SF-AO”, which was land saving, energy saving and intensive. The new three-stage treatment ($25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ for phase I and II) adopted the CoMag magnetic coagulation clarification + fiber rotary table filtration process with high load, land saving and good effluent quality. Project scale was $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, land use area was about 5.64 hm^2 (equivalent to $0.226 \text{ m}^2/\text{m}^3$), total investment of the project was about 396 million yuan, treatment cost of wastewater was 1.28 yuan/ m^3 . The actual operation results showed that the effluent was superior to the first grade A standard. CAST-MBBR had a

better removal effect on organics and SS than SF-AO, while SF-AO had a better removal effect and stability on $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ and TN than CAST-MBBR, and TP removal rate was basically similar. The effluent SS of CoMag was stable below 5 mg/L, and effluent TP was stable below 0.1 mg/L, and the project had achieved and exceeded expectations.

Key words: CAST-MBBR; SF-AO process; CoMag magnetic coagulation clarification

1 概述

某污水处理厂是市政府 BOT 项目,工程始建于 2009 年,一期规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,于 2011 年 1 月建成投运,执行一级 B 标准。工程总控制用地 5.67 hm^2 ,一期工程占地 3.2 hm^2 ,提标及二期扩建预留 2.47 hm^2 (见图 1),鉴于用地极为紧张及一期工程采用 CAST 工艺可通过投加填料提高处理能力,故此次对一期提标及二期扩建分别采用差异化、针对性的两种不同处理工艺,有效利用现有一期 CAST 处理构筑物、减少投资与建设周期。一期提标及二期扩建工程新址位于现状一期西南侧,甬温高铁以东、职业技术学校以北范围内,二期建成后,处理总规模达到 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。



图 1 项目位置

Fig. 1 Project location

污水处理厂(含一期、二期)服务范围为 LC 区西片区的西郊、双屿、仰义、中国鞋都污水系统,三溪片区新桥娄桥污水系统,总服务面积约 56 km^2 ,服务人口为 55 万人。

工程建设目标:

① 处理规模:一期改造 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,二期扩建 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,总规模 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的污水、污泥处理系统,出水执行一级 A 标准,出泥含水率 $\leq 80\%$ 。

② 建造模式:生化池加盖绿化,其余敞口,主要处理单元联建、叠建。

③ 环境空气质量执行二类功能区标准,噪声执行 3 类标准,项目尾水经外排泵站排入甬江(Ⅲ类水),处理出泥外运至经济技术开发区污泥综合利用热电工程焚烧处置。

2 设计水质

设计进水指标参照一期工程多年统计值保证率选取。出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准,具体设计水质见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	进水	出水
$\text{BOD}_5/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 120	≤ 10
$\text{COD}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 270	≤ 50
$\text{SS}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 160	≤ 10
$\text{TN}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 50	≤ 15
$\text{NH}_3 - \text{N}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 40	$\leq 5(8)$
$\text{TP}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	≤ 6	≤ 0.5
大肠菌群/ $(\text{个} \cdot \text{L}^{-1})$		$\leq 1\ 000$

表 1 表明,本工程对 TN、TP 去除率要求较高,工艺选择时需重点考虑系统的脱氮除磷功能,充分利用污水内碳源,尽可能减少对外加碳源的依赖程度,降低运行成本。

3 处理工艺

二期工程二级处理 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 及一二期深度处理单元 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 可用预留地仅 2.47 hm^2 ,因此,用地受限是本工程主要限制因素;另外,本工程建设工期紧张,因此选用的处理工艺应流程简洁、方便集约化建设、施工难度低、施工周期短,同时还要兼顾 BOT 项目建设成本低、运行费用省、处理效果稳定的要求。

预处理沿用一期旋流沉砂池型,为强化细格栅的除渣效果,减少现状 CAST 反应池表层浮渣量,将现状阶梯式细格栅更换成板式细格栅,同时新增两套旋流除砂设施。根据近几年实测进水水质,本工程进水 SS 浓度不高,并存在碳源不足,流程中不宜设初沉池,以尽可能保留进水中有限碳源。

3.1 二期生化工艺选择

项目可研阶段针对二期生化工艺进行比选,选用节地、节能、集约化核心处理工艺,对比方案:

方案一:二级处理($15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)采用多级 AO + 矩形周进周出沉淀池,三级处理($25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)采用磁混凝澄清池 + 纤维转盘滤池;

方案二:一级处理增加曝气隔油沉砂池 + MULTIFLO 沉淀池,二级处理($15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)采用同步硝化反硝化 CN 生物滤池 + 后置反硝化 DN 生物滤池,三级处理($25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)采用 Actiflo 加砂沉淀池 + 纤维转盘滤池。

两方案的技术、经济对比见表 2。

表 2 生物处理方案比较

Tab. 2 Comparison of biological treatment schemes

项目	方案一	方案二
基建投资	较小	较大
运行费用	较省	较高
工艺流程	简洁	复杂
碳源利用	污水内碳源利用充分,最大程度减少外碳源	内碳源浪费,需要大量投加外碳源
水力停留时间	较长	较小
耐冲击负荷	较好	一般
操作管理	一般	复杂
自控要求	一般	高
工艺成熟度	成熟	较成熟

方案一具有对预处理要求较低、工艺流程较短、设备数量较少、对施工精度和设备集成商的依赖程度更小,在相同条件下施工周期更短等工程建设优势;同时又具有工艺成熟可靠、核心设备材料国产化程度高、设备投资低且使用延年、设备更换费用低、装机容量低、进水中内碳源利用充分、电耗药耗量更低、运行模式可根据水质变化调节、运行经验丰富、风险低等巨大的后期运营优势。方案二在强化预处理的过程中对有限的碳源进行了进一步去除,后续反硝化过程需要补充更多的碳源,从而大大提高了运行成本,此外方案二对预处理要求较高、工艺流程更长、设备数量较多、对施工精度和设备集成商的依赖程度很大、施工周期更长、运行管理复杂。

最终二期主体处理工艺采用方案一。

3.2 一期CAST改造工艺

一期工程 CAST 二级处理系统按一级 B 标准设计,运行周期为 4 h,实际运行时 COD、BOD₅、NH₃ - N

基本可达一级 A 标准,TN、TP 和 SS 则很难达标。一期提标可通过增加三级处理保证出水 SS 和 TP 达标,因此,CAST 改造的重点是 TN 指标。

二级生化系统保障出水 TN 稳定达标有两种方式:一是后续新建反硝化滤池;二是充分挖掘 CAST 生物反应池脱氮潜能。鉴于用地极为紧张及一期工程采用 CAST 工艺可通过投加填料提高处理能力,故此次对一期提标及二期扩建分别采用差异化、针对性的不同处理工艺,有效利用现有一期 CAST 处理构筑物,减少投资与建设周期。

一期改造通过投加填料形成 CAST - MBBR 系统、优化运行方式、投加碳源、与二期工程出水混合等措施确保出水 TN 达到一级 A 排放标准。

3.3 三级深度处理工艺选择

三级处理着重考虑选用高效能混合反应沉淀池型,增加运行负荷,减少占地同时提高出水水质。常用池型有 Actiflo 加砂沉淀池、Densadag 高密度澄清池、CoMag 磁混凝澄清池等。CoMag 磁混凝澄清池在载体密度、SS 进水适应性、表面负荷、去除污染物效能、出水 SS 及 TP 保障性、整体造价方面具有优势,符合本工程要求。滤池选型时,则优先考虑占地省、水损小的表面过滤形式,如纤维转盘滤池、精密过滤器等,在高效沉淀运行工况较好时,滤池可超越运行,进一步节能降耗。

3.4 工艺流程

二级处理工段:一期改造采用 CAST - MBBR,二期扩建采用多级 AO + 矩形周进周出二沉池。

三级处理工段:磁混凝澄清池 + 纤维转盘滤池。污水处理工艺流程见图 2。

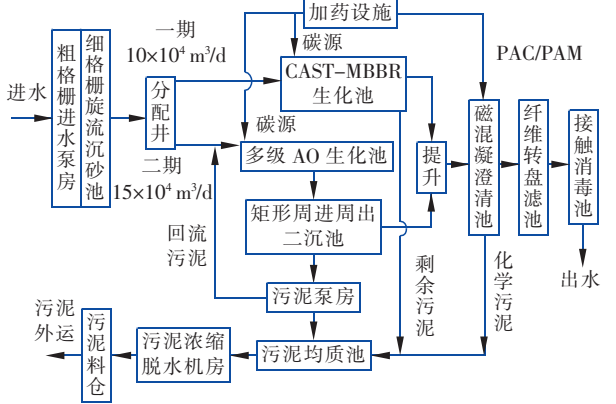


图 2 污水处理工艺流程

Fig. 2 Flow chart of sewage treatment process

4 集约化布局

一期、二期处理规模为 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 仅用地 5.64 hm^2 , 折合 $0.226 \text{ m}^2/\text{m}^3$, 大大低于 II 类污水厂二级处理建设用地标准 ($0.50 \sim 0.60 \text{ m}^2/\text{m}^3$)。

一期工程中脱水机房与鼓风机房联建, 其余按常规布置, CAST 池本身集反应、沉淀、排泥于一体, 属集成化工艺。

二期工程总图布局时, 将二期生化区域、深度处理区域等单元组合联建、叠建, 在保证处理流程衔接顺畅的前提下, 在有限的空间内布置了新建 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 二级处理单元和 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 三级处理单元, 共壁联建、渠道直连实现了节地、节能目标。

全厂构(建)筑物占地 62%, 绿化率约 25.8%。

5 核心工艺介绍

5.1 多级 AO(SF-AO)

多级 AO(SF-AO) 工艺流程见图 3。

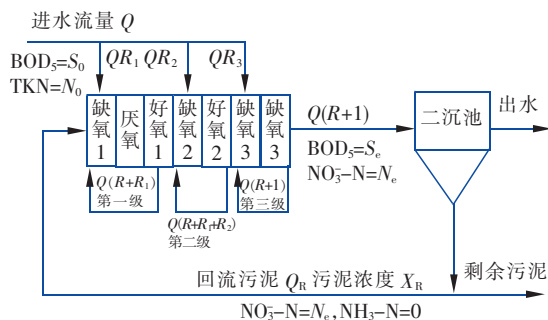


图3 多级AO工艺流程

Fig. 3 Flow chart of SF-AO

工艺特点: ①回流污泥一段前端进入, 污水多段进入, 形成由高到低污泥浓度梯度, 生物池内平均 MLSS 高, 抗冲击负荷能力强, 生物池池容节省 20% ~ 30%。②多段配水, 充分合理利用碳源; 硝化、反硝化交替进行, 生物系统中碱度变化较小, 减少或避免外加碳源和碱度。③采用多级好氧/缺氧段, 上一级的硝化液全部进入到下一级缺氧区, 无内回流, 节能降耗。④污水经多级缺氧/好氧的环境, 较好地抑制污泥膨胀的发生, 污泥沉降性能好。⑤属后置反硝化, 污水碳源利用率高^[1-2]。⑥污水分多段不同比例配入, 运行控制灵活。雨季时, 加大生物池后段的配水量, 可有效防止池内污泥的流失。

功能描述: 本工程多级 AO 由三段 AO 组成。缺氧段 1: 反硝化去掉回流污泥中硝态氮, 增强除磷效果; 厌氧段: 生物除磷, 厌氧释磷; 缺氧段 2 ~ 3: 利

用污水中碳源将上一级好氧段处理后的硝态氮还原成氮气, 完成脱氮, 同时, BOD_5 浓度下降; 好氧段 1 ~ 3: 氧化有机物, 硝化, 好氧吸磷。

主要设计参数: $Q_{\max} = 15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 共 3 个系列; $V_{\text{总}} = 71\,325 \text{ m}^3$; $V_{\text{单池}} = 23\,775 \text{ m}^3$; 单座内尺寸为 $62.1 \text{ m} \times 50.1 \text{ m} \times 8.52 \text{ m}$, 有效水深为 8.07 m ; 反应泥龄为 12.5 d , 总泥龄为 14.4 d ; 设计水温为 12°C ; MLSS 平均浓度为 $4\,600 \text{ mg/L}$; MLSS 梯度为 $5\,628 \sim 4\,310 \sim 3\,750 \text{ mg/L}$; 污泥负荷为 $0.083 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$; 剩余污泥产率为 $1.053 \text{ kgDS/kgBOD}_5$; 剩余污泥量为 25.677 t/d (均日); 回流比: 外回流 50% ~ 100%, 内回流 100% (好氧区 3 至缺氧区 3); 设计停留时间为 11.4 h , 厌氧区为 1.5 h (13%), 缺氧区 1 ~ 3 分别为 $0.341 \sim 2.023 \sim 1.668 \text{ h}$ (35%), 好氧区 1 ~ 3 分别为 $1.366 \sim 2.477 \sim 2.036 \text{ h}$ (52%); 实际需氧量 (AOR) 为 $1\,854 \text{ kgO}_2/\text{h}$; 标准需氧量 (SOR) 为 $2\,305 \text{ kgO}_2/\text{h}$; 供气量为 $32\,935 \text{ m}^3/\text{h}$, 气水比为 $5.27 : 1$ 。

5.2 CAST-MBBR

工艺特点: ①泥膜共池工艺, 耐冲击负荷能力强, 容积负荷高, 占地省, 适合一期 CAST 生化池升级改造。②同池可实现活性污泥泥龄与悬浮填料生物膜泥龄分离, 保证硝化菌群与聚磷菌群共生, 生物相丰富。③控制活性污泥体系为短泥龄, 除磷效果提升; 生物填料作为硝化菌群载体, 提高硝化泥龄, 脱氮能力强。④泥-膜在曝气与水流充分流化作用下, 生物膜更新条件好, 脱落生物膜可为活性污泥起持续接种作用, 冬季时维持硝化性能不下降。⑤生物膜厚度薄 ($50 \sim 200 \mu\text{m}$), VSS 占比 (90% ~ 95%) 高、活性好, 生物膜硝化作用强 (占全部硝化作用的 65% ~ 85%)。⑥CAST-MBBR 系统填料流化充分, 实现生物膜工艺的活性污泥方式运行, 悬浮填料有同步硝化反硝化 (SND) 现象出现, 同步脱氮除磷能力强于传统活性污泥系统。

功能描述: CAST-MBBR 共 8 个系列, 在一期 CAST 工艺基础上, 向主反应区投加生物填料, 形成泥-膜共生 CAST-MBBR 生化系统, 通过时序控制, 经间歇进水、搅拌、曝气反应、沉淀、滗水等功能段, 实现脱氮除磷、有机物去除及泥水分离。

主要设计参数: $Q_{\max} = 10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 共 8 组池; $V_{\text{总}} = 70\,222 \text{ m}^3$; $V_{\text{单池}} = 8\,778 \text{ m}^3$; 单座内尺寸为 $44 \text{ m} \times 28.5 \text{ m} \times 8 \text{ m}$, 有效水深为 7 m ; 设计水温为 12°C 。

℃;回流比为20%;设计停留时间为16.85 h,周期为6 h,单循环进水1.5 h、反应4 h(缺氧1.5 h,好氧2.5 h)、沉淀1 h、滗水1 h。悬浮填料主反应区投加比例约27%,填料体积为15 700 m³,比表面积为620 m²/m³,规格Ø25 mm×10 mm,材质HDPE,孔隙率>90%,密度为0.94~0.97 g/cm³;滗水器前段设填料拦截筛网,孔径Ø15~20 mm;增加搅拌系统,每池设4台填料流化用搅拌器。曝气系统实际需氧量(AOR)为40 962 kgO₂/d;标准需氧量(SOR)为56 111 kgO₂/d;总供气量为626 236 Nm³/d,单池小时供气量为7 826.76 Nm³/(池·h),气水比为6.26:1,池底曝气系统更新为硅胶膜片曝气器。

5.3 CoMag 磁混凝澄清池

工艺特点:①对胶体及悬浮态污染物去除效果好,出水水质优于一级A标准。②沉速快,表面负荷高,可达到20 m/h以上。③高效深度除磷,出水TP优于一级A。④耐冲击负荷。⑤磁粉损耗很低,回收率达99%以上。⑥有效降低絮凝剂用量,运行费用低,减少化学品残留对水环境的危害。

功能描述:磁混凝澄清池由快混池、絮凝反应池及高密度斜管澄清池组成。快混区T1:进水与混凝剂的快速混合;絮凝反应区T2~T3:通过在T2投加磁粉(磁分离回收及外加补充)和回流污泥返混,在T3投加絮凝剂,使微絮粒间相互接触碰撞,以磁粉为晶核形成较大高密度絮粒,加快沉降速度;预沉-浓缩区:絮体进入预沉区后流速减缓,避免矾花破裂及涡流形成,绝大部分的悬浮固体在此沉淀浓缩,回流部分浓缩污泥至反应池入口返混,剩余污泥排出;斜管分离区:在斜管沉淀区除去剩余的矾花,斜管区的配水均匀,水流顺畅,沉淀在最佳状态下完成。

主要设计参数: $Q_{\max}=25\times10^4\text{ m}^3/\text{d}$,变化系数1.3,共5个系列;快混池T1共5座,停留时间 t_1 为60 s;絮凝反应池T2、T3分别为5座, $t_2=60\text{ s}$, $t_3=140\text{ s}$;高密度斜管澄清池5座,单池斜管面积为144 m²,斜管最大上升流速 $v_{\max}=23.5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,平均日表面负荷为18.8 m³/(m²·h)。

6 运行效果

本工程于2015年12月开工建设,2018年1月投产试运行。项目于2018年9月27日—28日由第三方检验检测机构进行了工程竣工环保验收监测,11月9日由验收工作组确定竣工环保验收合格。验收结果见表3,出水指标全部达到了一级A标准。

表3 废水监测结果

Tab.3 Monitoring results of wastewater

项目	进水均值	出水均值	一级A
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	31.75	0.71	10
SS/(mg·L ⁻¹)	146.8	4	10
COD/(mg·L ⁻¹)	94.4	8	50
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	15.71	0.058	5(8)
总氮/(mg·L ⁻¹)	18.56	7.668	15
总磷/(mg·L ⁻¹)	2.501	0.05	0.5
石油类/(mg·L ⁻¹)	0.04	0.04	1
动植物油/(mg·L ⁻¹)	0.19	0.04	1
LAS/(mg·L ⁻¹)	0.455	0.05	0.5
粪大肠菌群/(个·L ⁻¹)	5.9×10^8	20	1 000
色度/倍	48	4	30
总汞/(mg·L ⁻¹)	4×10^{-5}	4×10^{-5}	0.001
总镉/(mg·L ⁻¹)	6×10^{-3}	6×10^{-3}	0.01
总铬/(mg·L ⁻¹)	0.03	0.03	0.1
总砷/(mg·L ⁻¹)	3×10^{-4}	3×10^{-4}	0.1
总铅/(mg·L ⁻¹)	0.018	0.018	0.1
六价铬/(mg·L ⁻¹)	0.004	0.004	0.05

实际进水浓度较低,原因是污水厂服务范围内收水量增幅较大(由 $10\times10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 增至 $25\times10^4\text{ m}^3/\text{d}$),大量雨污合流水接入,导致实际进水浓度大幅度下降,远低于一期原进水浓度范围。

7 各功能段运行效果分析

7.1 设计/实际去除率分析

设计去除率与实际去除率的比较见表4。

表4 污水处理厂各指标去除率比较

Tab.4 Removal rate comparison of WWTP %

项 目	实际去除率	关系	设计去除率
BOD ₅	97.8	>	91.7
COD	91.5	>	81.5
SS	97.3	>	93.8
TN	58.7	<	70.0
NH ₃ -N	99.6	>	87.5
TP	98.0	>	91.7

实际去除率除TN外均超过了设计去除率,说明污水处理系统运转良好;TN去除率低于设计值,分析原因是进水碳源不足,导致总氮去除率下降。

7.2 CAST-MBBR/SF-AO去除效能比较

一期改造采用CAST-MBBR工艺,二期扩建采用多级AO工艺,两期实际出水情况比较见表5。实测结果表明,CAST-MBBR对有机物、SS的去除效果好于SF-AO,而SF-AO对于氨氮、总氮的去除效果及稳定性优于CAST-MBBR,总磷去除效果两

者基本相当。分析原因如下: CAST 采用静止沉淀,出水 SS 控制更好,更低的 SS 同时带来 COD、BOD₅ 出水水质更优;多级 AO 则因其对污水中碳源利用较好,三段交替缺氧/好氧处理后,氨氮、总氮处理效果、处理稳定性明显好于 CAST;同时,CAST-MBBR 工艺中泥膜共池,也较好地解决了原 CAST 池容不足的问题。

表 5 一、二期出水水质比较

Tab. 5 Comparison of effluent quality between phase I and II project

项目	CAST-MBBR		SF-AO	
	出水水质/ (mg·L ⁻¹)	去除率/ %	出水水质/ (mg·L ⁻¹)	去除率/ %
BOD ₅	1.2~1.5	95.8	2.6~2.9	91.5
SS	7~10	94.2	10~16	91.6
COD	11~14	86.4	16~19	81.5
NH ₃ -N	2.98~4.51	75.9	0.21~0.25	98.6
总氮	7.37~10	51.9	8.05~8.71	55.0
总磷	0.71~0.74	71.0	0.73~0.76	70.3
石油类	<0.04	—	<0.04	—
动植物油	0.04~0.06	75.5	<0.04	75.5

7.3 CoMag 去除效能分析

磁加载混凝澄清池的进、出水情况见表 6。

表 6 CoMag 进、出水水质

Tab. 6 Influent and effluent quality of CoMag

项目	进水/ (mg·L ⁻¹)	出水/ (mg·L ⁻¹)	去除率/%
BOD ₅	2.03~2.34	0.6~0.9	67.0
SS	8.8~13.6	4.0	63.0
COD	14~17	7~9	48.9
NH ₃ -N	1.32~1.95	0.038~0.081	96.5
总氮	7.78~9.23	7.37~7.85	10.6
总磷	0.72~0.75	0.04~0.06	93.2
石油类	<0.04	<0.04	—
动植物油	0.04~0.06	0.04	15.8

实测结果表明,CoMag 出水 SS 稳定在 5 mg/L 以下,出水 TP 稳定在 0.1 mg/L 以下,达到并超过了预期,并均已达到极限去除。SS 指标的去除,附带对 COD、BOD₅ 的去除作了贡献;CoMag 对氨氮的去除率很高,暂无法合理解释。

8 结论

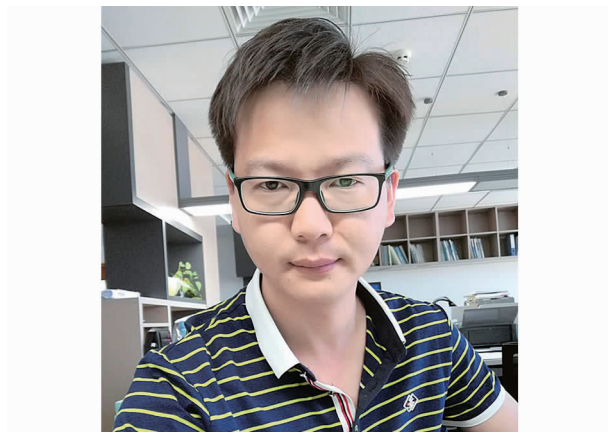
① 项目实际运行表明,本工程采用的“旋流沉砂池→CAST-MBBR(一期改造)&(多级 AO 生化池→矩形周进周出二沉池)(二期扩建)→磁混凝澄清池→纤维转盘滤池→二氧化氯消毒”主体处理

工艺具有良好处理效果,剩余污泥经机械浓缩脱水后达到低于 80% 含水率的预期效果。

② 实际运行效果表明,出水水质优于一级 A 标准。其中,CAST-MBBR 对有机物、SS 的去除效果好于 SF-AO,而 SF-AO 对于氨氮、总氮的去除效果及稳定性优于 CAST-MBBR,总磷去除效果两者基本相当;CoMag 出水 SS 稳定在 5 mg/L 以下,出水 TP 稳定在 0.1 mg/L 以下,达到并超过了预期,并均已达到极限去除。

参考文献:

- [1] 邱慎初,丁堂堂. 分段进水的生物除磷脱氮工艺[J]. 中国给水排水,2003,19(4):32-36.
Qiu Shenchu, Ding Tangtang. Biological phosphorus and nitrogen removal process by step-feed[J]. China Water & Wastewater, 2003, 19(4):32-36 (in Chinese).
- [2] 刘长荣,李红,常建一. 分点进水多级 A/O 污水处理工艺设计计算探讨[J]. 给水排水,2011,37(1):9-13.
Liu Changrong, Li Hong, Chang Jianyi. Discussion on the step feed multi-grade A/O wastewater treatment process design and calculation [J]. Water & Wastewater Engineering, 2011, 37(1):9-13 (in Chinese).



作者简介:杨祝平(1981-),男,江苏南京人,大学本科,高级工程师,工艺设计室主任,天津市土木学会理事,从事水处理、水环境治理等设计工作,完成各类水专业工程设计项目百余项,获得全国优秀工程勘察设计奖二等奖一项,省部级优秀勘察设计奖一等奖一项、二等奖三项、三等奖三项,优秀工程咨询成果三等奖一项。

E-mail:13571793@qq.com

收稿日期:2018-11-26