

# Analysis of phased implementation measures to increase production, cost reduction and efficiency in domestic sewage treatment plant

Yanyun Tang<sup>1</sup> Xingchen Zeng<sup>1</sup> Jian'en Luo<sup>2</sup>

1. Guangdong Shunkong Water Environment Treatment Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528300, China

2. Foshan HSBC Environmental Protection Engineering Management Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528329, China

## Abstract

This paper introduces an old domestic sewage treatment plant, the original sewage treatment system is in disrepair, equipment failure affects the operation of the system. The operator does not control the process parameters in place, which affects the treatment capacity and the effluent quality. The design defects of sludge discharge system, high sludge concentration of biochemical tank, high power consumption and drug consumption, high sewage treatment cost and heavy personnel workload. After field investigation, analysis, equipment maintenance, taking a series of technical improvement measures, increasing the mud discharge, adjusting the sludge concentration of the biochemical tank, controlling the dissolved oxygen of the AAO pool in a reasonable value, expanding the scope of pharmaceutical selection, the sewage treatment capacity reaches the design capacity, the consumption decreases, and the water quality becomes better.

## Keywords

maintenance; technical transformation; process adjustment; pharmaceutical selection; energy saving; consumption reduction

# 生活污水处理厂提产降本增效分阶段实施措施分析

唐艳云<sup>1</sup> 曾星晨<sup>1</sup> 罗建恩<sup>2</sup>

1. 广东顺控水环境治理有限公司, 中国·广东 佛山 528300

2. 佛山汇丰源环保工程管理有限公司, 中国·广东 佛山 528329

## 摘要

本文介绍一老旧生活污水处理厂, 原污水处理系统年久失修, 设备故障影响系统运行。运行人员对工艺参数控制不到位, 影响处理量和出水水质。排泥系统设计缺陷, 生化池污泥浓度高, 电耗、药耗高, 污水处理成本高, 人员工作量大。经现场调研、分析、设备检修、采取一系列技改措施、加大排泥, 调整生化池污泥浓度, 控制AAO池的溶解氧在合理值, 扩大药剂选型范围后, 污水处理能力达设计产能, 各项消耗下降、产水水质变好。

## 关键词

检修; 技改; 工艺调整; 药剂选型; 节能; 降耗

## 1 引言

污水厂分两期建设, 一期二期设计产能都是2万吨/天, 合计4万吨/天。出水标准按《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准与广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级规定标准两者中的较严值执行。

2023年8月, 收购该污水处理厂时, 二期处理能力只能达到设计处理能力的80%, 电耗高, 磁粉、固体PAC消

耗高。值班员把主要精力用于配药及紧急问题处理上, 工作量大。收购后, 通过论证分析、一系列检修、技改、药剂选型、工艺调整后, 该污水处理厂成功实现了超产、降耗<sup>[1]</sup>。

## 2 解决二期CAST池排水SS含量高, 磁混凝池不能连续进水问题, 提高二期污水处理能力

二期处理工艺采用预处理 CAST池 磁混凝 精密过滤器 紫外消毒处理工艺。设计处理能力2万吨, 二期生化系统实际处理能力能达到2万吨/天, 但磁混凝处理效果欠佳, 出水水质差, 实际每天处理水量约1.8万吨。经分析影响磁混凝处理效果的原因有: 一是CAST池出水悬浮物含量高, 水质差。二是CAST池排水不连续。我们着手从这两方面解决问题:

【作者简介】唐艳云(1973-), 女, 中国湖南邵阳人, 本科, 分析化学中级职称, 从事水环境治理、臭气治理、污水处理节能降耗研究。

①解决 CAST 池出水 SS 含量高，水质差的问题：经排查，是 CAST 池排泥泵排不出泥，CAST 池污泥浓度高，污泥沉降性能差。排泥通过 CAST 池放空阀排泥到提升泵房，通过提升泵又回到 CAST 池，CAST 池污泥浓度长期偏高，污泥沉降性能差，生化池池面浮泥较多，影响磁混凝的处理效率。分析排泥泵：每次检修排泥泵后开始半小时能正常排泥，半小时后排泥流量逐渐下降，是典型的排泥泵被堵塞症状，怀疑是泵坑污泥沉积影响泵的出力，经清池后排泥泵恢复正常运行，CAST 池污泥浓度逐渐下降。

②实现 CAST 池排水的连续性：CAST 池正常的运行程序为，进水 1 小时、曝气 1 小时、沉淀 1 小时、滗水 1 小时，但现场滗水时间只有 45 分钟，磁混凝有 15 分钟没有进水，为保证磁混凝的连续性，我们邀请了原程序供应商对 CAST 系统控制程序做了优化，将滗水阶段设置到沉淀阶段后 45 分钟开始滗水，并将滗水器下沉高度从原来的 1.3 米调整到 1.5 米，保证滗水时间有 60 分钟，保证了磁混凝进水的连续性，提高了处理效率 20%<sup>[2]</sup>。

经采取以上处理措施后，二期系统处理能力由 2023 年的 1.8 万吨/日提高到 2024 年日均产量 2.08 万吨/日，由于 CAST 池出水也就是磁混凝进水质改善，磁混凝处磁粉的投加量也有所降低，经营收入明显上升，吨水消耗下降。

### 3 通过技改解决污水处理系统排泥去向问题，减少除磷药剂投加量

解决了二期处理能力及产水水质的问题，电耗也有 10% 左右的下降，但仍然存在除磷药剂消耗高、一期污泥浓度高、一期 SV30 高，沉降速度慢等问题，经采取一系列技改解决：

解决磷在系统内循环的问题，降低除磷药剂用量：二期磁混泥排泥至一期污泥回流泵房，这些泥大部分回流至一期生化系统；一期高密池由于缺少排泥管道，高密池的泥直排至提升泵房。导致通过化学方法处理沉降下来的磷在系统内循环。采取措施：增加排泥管道，将磁混凝和一期高密池的剩余泥直排污泥浓缩池后直接进污泥浓缩池后脱水。采取以上措施后减少了磷在系统内循环，除磷药剂用量减少。

原排泥方式：

二期：预处理 CAST 池 磁混凝 精密过滤器 紫外消毒  
排泥

一期污泥回流泵房 直排至提升泵房  
排泥

一期：预处理 AAO 池 二沉池 深度处理系统  
调整后的排泥方式：

二期：预处理 CAST 池 磁混凝 精密过滤器 紫外消毒  
污泥浓缩池  
排泥 排泥

一期：预处理 AAO 池 二沉池 深度处理系统

经以上技改后，一期二期生化系统的污泥浓度可达到

正常工艺要求的范围 3000~5000mg/l。脱泥问题得到解决后，排泥量增加，也减少了除磷药剂的用量。

### 4 扩大除磷药剂、PAM 药剂选型，选择性价比效果更好的药剂，降低使用成本；通过调整工艺运行参数，合理降低各项消耗；通过加药系统技改实现远程调整，降低工人工作量和调控的主动性<sup>[3]</sup>

①扩大阳离子 PAM 选型范围，重新选出的 PAM，药剂用量下降接近一半，污泥干度从 84% 降低至 83%，每天减少污泥处置量约 0.7 吨。

②加大除磷药剂选型范围：先后对比了固体 PAC、液体 PAC 和聚合硫酸铝铁三种不同类型的药剂，液体 PAC 和聚合硫酸铝铁对比固体 PAC 都有明显降低成本的效果，对于每 1kg 总磷去除成本分别下降 30.37% 和 43.39%。结果如表 2、图 1。

表 2：除磷药剂中试结果

药剂种类	固体 PAC	液体 PAC	聚合硫酸铝铁
日平均处理水量 (m <sup>3</sup> )	22064	22686	22610
二沉池出水总磷 (mg/L)	0.80	0.85	0.87
出水总磷 (mg/L)	0.31	0.29	0.25
日均成本 (元)	547.25	410.40	411.90
日均药品单耗 (mg/L)	11.51	29.71	32.62
日平均去除总磷 (kg)	10.79	11.86	14.02
每去除 1kgTP 所需要的药剂量 (kg)	23.22	52.32 (折固 18.69)	53.15 (折固 15.19)
每去除 1kgTP 所需要的成本 (元)	51.09	35.58	29.76
药剂参考单价 (元/吨)	2200	680	560

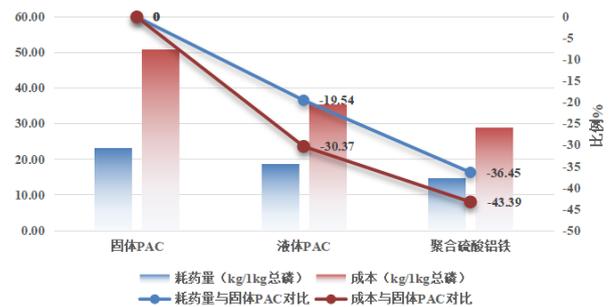


图 1 药剂选型对比分析

③技改加药系统：原一期二期除磷药剂用固体 PAC，每天 PAC 共投加量约 500 公斤，工人工作量大，配药时药剂外洒，加水计量不准，配药浓度难保证。除磷系统未装精准加药系统，药剂添加泵只能就地操作，不能远程调控，操作不便利。药剂改用液体聚合硫酸铝铁后，对加药系统也实施了技改，可远程调控加药计量泵，增加了操作的便利性，减少了值班员配药工作量，值班员有更多的精力用于监盘。系统运行更加稳定。如表 3。

表3 加药系统主要设备

序号	设备	品牌	参数
1	加药计量泵		PVC 泵头, 2用1备 0.2kW 变频电机; 0-50L/H, 1.0MPa
2	在线稀释设备	南方泵业、慧昇泵业、 赛高 seko	DN20 进水 DN15 进药 DN25 出药带   止回阀   水射器   管道混合器   安装背板进水配电磁流量计、电动球阀 (电动球阀为 PVC 材质, 15 法兰 PN16, 220V, 4~20mA, 反馈信号可调开度, 智能型)
3	加药桶	新远栋、阿丽贝、 林辉	耐腐蚀 PE 材质、有效容积 6m <sup>3</sup> 的立式储桶。储罐为加厚品, 另配防腐加强筋, 筒体与出口法兰一体成型, 带有卸料接口和爬梯
4	控制柜	国产	304 不锈钢材质柜体, 室内型   西门子 PLC, 配套国产 7 寸触摸屏, 正泰元器件   含 3 台国产变频器, 接收 4~20mA 信号, 反馈 4~20mA 信号, 变频调节计量泵   就地 + 远程控制 + 自动控制自动控制时根据总磷信号, 做 PID 自动变频调节; 稀释装置可设定稀释浓度, 稀释 1~5 倍, 预留以太网接口。
5	电磁流量计	国产	碳钢衬 PTFE/DN15 法兰   输出 4~20mA 信号, 显示及输出瞬时流量, 累计流量。(100L/h, 0.8MPa, 硫酸铝铁)

## 5 其他改进措施

①解决二期溶解氧偏高问题, 由于罗茨风机频率调整有限, 已经调整至最低频率溶解氧仍然偏高, 考虑磁悬浮风机比罗茨风机更节能, 我们淘汰了罗茨风机, 并针对现场实际情况对磁悬浮风机重新选型, 二期溶解氧可以控制在 1~2mg/l, 并且风机电耗降低了约 30%。

②增加管道将旋流沉砂池出水引流至分配井底部, 避免了跌水引起的富氧问题, 厌氧池和缺氧池溶解氧 (ORP) 恢复正常, 创造了反硝化和厌氧释磷的环境, 碳源的投加量得到控制<sup>[41]</sup>。

③2023 年, 磁悬浮每天需要补充的磁粉量约 300 公斤, 远远超出了正常量, 生化运行正常后磁粉投加量降低至 150 公斤/天。经增加磁混凝处污泥的回流量, 将沉淀区到磁混凝加药区的回流比从原来的 3% 提高到 7%, 磁混凝效果得到改善, 磁粉的回收率提升, 磁粉的添加量进一步降低至 75 公斤/天, 磁混凝的冲洗频次从每周一次减少到两周一次。

## 6 结语

2023 年末至 2024 年 12 月, 污水处理厂开展了设备检

修更新和技术改造。二期系统在 2024 年 (1-10 月) 的日均产量达到了 2.08 万吨/日, 负荷率达 104%, 同比增长了 20%。这是该项目自建成以来首次实现全年达产, 标志着其在产能和效率上取得了显著突破。项目运营效率显著提升, 降本增效取得成效, 实现用电单耗同比下降 15%。通过优化工艺运行及主动开展药剂选型, 实现了磁粉用量下降到原来的 25%, PAM 阳离子消耗下降 50%, 除磷药剂成本下降约 50%。项目出水水质提升, 环境异常风险下降, 特别是针对氨氮、总氮等关键指标进行了重点监控和治理, 2024 年, 出水氨氮、总氮下降, 与往年相比, 出水水质有了明显的提升。减少了污染物的排放。

## 参考文献

- [1] 贾体沛, 王灿, 张亮, 等. 城镇污水处理厂生物除臭技术的关键影响因素及案例分析 [J]. 环境工程学报, 2022,16(04):1074-1082.
- [2] 邹博源, 陈广. 城镇污水处理厂臭气污染与除臭技术研究进展 [J]. 净水技术, 2020,39(05):109-115.
- [3] 王灿, 王佳易, 韩梦非. 地下污水处理厂的恶臭污染特征与技术需求分析 [J]. 给水排水, 2023,59(04):44-48.
- [4] 黄志杰. 污水处理厂生物除臭技术的研究与应用 [J]. 当代化工研究, 2022(14):73-75.