

工程实例

# 常山县某污水处理厂扩建及提标改造工程设计

遇光禄<sup>1</sup>, 周文明<sup>1</sup>, 陈锦萍<sup>1</sup>, 叶杰旭<sup>2</sup>

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122; 2. 浙江工业大学  
环境学院, 浙江 杭州 310032)

**摘要:** 针对常山县某污水处理厂处理规模增加、排放标准提高和出水偶尔不达标等问题, 采用改造生化处理单元和增设深度处理单元等措施, 对污水处理设施进行了扩建和提标改造。实际运行结果表明, 改造后污水处理厂采用厌氧水解—CAST—反硝化深床滤池组合工艺, 处理效果良好, 出水水质稳定并达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。

**关键词:** 污水处理厂; 提标改造; CAST工艺; 反硝化深床滤池

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)16-0077-04

## Design of Expansion and Upgrading Reconstruction Project of a Wastewater Treatment Plant in Changshan County

YU Guang-lu<sup>1</sup>, ZHOU Wen-ming<sup>1</sup>, CHEN Jin-ping<sup>1</sup>, YE Jie-xu<sup>2</sup>

(1. PowerChina Huadong Engineering Co. Ltd., Hangzhou 311122, China; 2. College of  
Environment, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

**Abstract:** Considering the increasing amount of wastewater, the improvement of discharge standard and the occasionally failing to meet the discharge standards, the sewage treatment facilities were expanded and upgraded by several measures including reconstructing biochemical treatment unit and adding advanced treatment unit. The actual operation results showed that after the reconstruction, the combined process of anaerobic hydrolysis, cyclic activated sludge technology (CAST), and denitrification deep-bed filter, had good treatment effect. The final effluent could meet the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918-2002).

**Key words:** wastewater treatment plant; upgrading reconstruction; cyclic activated sludge technology (CAST); denitrification deep-bed filter

常山县某污水处理厂一期工程处理规模为  $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 采用水解—CAST—紫外线消毒组合工艺, 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B标准。在多年的运行过程中, 污水处理厂出水稳定达标, 尾水通过江心

多点排放管排入常山港。然而, 随着常山县工业企业和人口的不断增多, 污水处理厂的进水量稳步增长, 最高进水量已达到了  $2.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 突破了该污水处理厂一期工程的设计能力。另外, 根据《浙江省人民政府关于印发浙江省清洁水源行动方案的

通知》(浙政发[2011]60号)的要求,到2015年太湖流域、钱塘江流域城镇污水处理设施需执行一级A标准,而常山港正属于钱塘江上游。因此,该污水处理厂的处理设施必须进行扩建及提标改造。

### 1 提标改造前污水处理厂运行状况

该污水处理厂一期工程平均污水处理量达 $(1.7 \sim 2.2) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,进水中生活污水约占60%,工业废水约占40%。对污水处理厂改造前的半年水质进行分析,发现在进水水量和水质冲击负荷较大的情况下,出水不能稳定达到一级A标准,SS、BOD<sub>5</sub>和TP达标率分别为56.5%、62.5%和65.3%。

表1 提标改造工程进水水质及排放标准

Tab.1 Design influent quality and discharge standard of upgrading and reconstruction project

项 目	pH 值	COD/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	BOD <sub>5</sub> / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	SS/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	NH <sub>3</sub> - N/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TN/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TP/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
进水水质	6~9	≤450	≤140	≤180	≤35	≤40	≤3.0
排放标准	6~9	≤50	≤10	≤10	≤5(8)	≤15	≤0.5

注: 括号外数值为水温>12℃的控制指标,括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

## 2.2 改造方案及工艺特色

### 2.2.1 改造方案

针对进水规模增加、出水水质标准提高以及一期工程运行中存在的一些问题,提标改造工程采取相应优化措施以改善出水水质,使其满足新排放标准。一期工程运行数据表明,厌氧水解-CAST-消毒池工艺处理效果稳定,耐冲击负荷性强,工艺组合合理。因此,提标改造工程的二级生化单元仍采用CAST工艺,即在改造一期CAST池的基础上,扩建二期CAST池,以适应进水处理规模。CAST工艺通过活性污泥中的微生物进行生物氧化反应、硝化和反硝化反应以及除磷反应,降解污水中的有机污染物,并进行脱氮除磷,达到预期的水质净化目标<sup>[1,2]</sup>。此外,增设调节池对CAST池出水进行调节,以保证后续处理构筑物连续进水,稳定系统的处理效果。

本工程的除磷要求高,出水TP需降至0.5 mg/L以下,单靠生物除磷工艺,出水达标的保证率不高。反硝化深床滤池是一种可同时起到物理过滤截留SS、化学微絮凝去除TP、生物反硝化去除TN作用的处理单元<sup>[3]</sup>,因此在CAST池后增设微絮凝反应池和反硝化深床滤池,在降低TN、TP和SS浓度的同时,还可以进一步降低COD和BOD<sub>5</sub>浓度,确

## 2 工程设计方案

### 2.1 设计进、出水水质

预计该污水处理厂提标改造工程平均污水处理量达 $(3.2 \sim 4.25) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,进水中生活污水约占60%,工业废水约占40%。因此,提标改造工程的总规模为 $4.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,其中已建规模为 $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,故二期工程需扩建 $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。设计进水水质结合区域内各企业预处理后污水的特点以及污水处理厂一期工程进水水质监测统计资料,进行了分析预测。设计进、出水水质见表1。

保出水达标排放。

综合以上分析,提标改造工程采用厌氧水解-CAST-反硝化深床滤池组合工艺,具体工艺流程见图1。

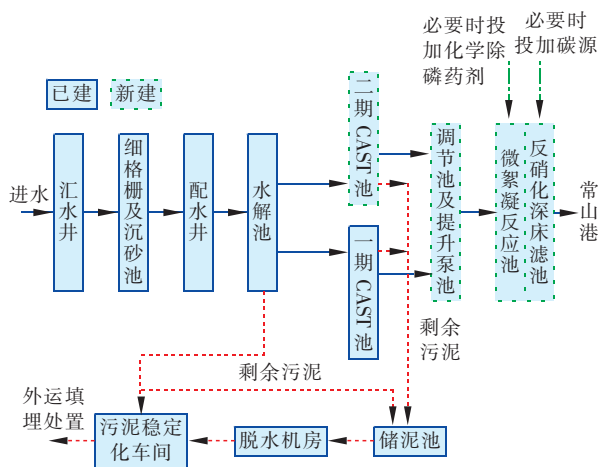


图1 提标改造工艺流程

Fig.1 Flow chart of upgrading and reconstruction process

### 2.2.2 工艺特色

在本工程设计中,二期CAST池采用了与一期CAST池不同的设计方案。该CAST池分成若干格,池外壁设有连接出水总管的出水总渠,池内每格均设有滗水器和若干出水井,出水井与同一格内的滗

水器连通,并经过流通道连通 CAST 池外的出水总渠。该设计结构简单、维护成本低,有效解决了原有 CAST 池各分格出水水位不同的问题,出水水头损失减小,系统总能耗降低。

反硝化深床滤池采用特殊规格及形状的石英砂作为微生物的挂膜介质,深床为  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  及 SS 的去除提供了更有利的条件。经生化处理后的污水在调节池内混合好后,由布水器均匀配水。污水经滤料截留去除悬浮物,微絮凝直接过滤除磷,污水中的硝态氮被附着在滤料上的反硝化菌通过脱氮反应转化成  $\text{N}_2$ ,有机物则作为微生物的营养物质被利用,处理后的水由滤池下端的出水堰排出<sup>[4]</sup>。该工艺可同步去除 TN、TP 和 SS,简化污水处理厂的工艺流程,降低投资费用,减少运行成本。

## 2.3 扩建及提标改造工程设计

### 2.3.1 一期工程提标改造设计

#### ① 细格栅及沉砂池

为去除进水中携带的部分细小浮渣,采用网板式阶梯格栅替换原有的回转式细格栅,并设网板式阶梯格栅清污机 2 台( $N=1.5 \text{ kW}+0.75 \text{ kW}$ )。

#### ② 水解池

考虑到一期、二期 CAST 池合用水解池,故对水解池进行局部改造:增加沉砂池-水解池-二期 CAST 池间的进、出水管;更换水解池出水槽及斜管的托架和支架。

#### ③ 一期 CAST 池

因浮筒搅拌机运行操作管理较复杂,维修难度及费用较高,故将浮筒搅拌机更换为潜水搅拌机;更换回流污泥泵,增大污泥回流泵的流量,使混合液最大回流比提升至 120% 以上,并采用多点回流的方式,将污泥回流至 CAST 池的厌氧段和缺氧段。设潜水搅拌机 5 台( $N=7.5 \text{ kW}$ ,4 用 1 备),污泥回流泵 5 台( $Q=250 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H=40 \text{ kPa}$ , $N=7.5 \text{ kW}$ ,4 用 1 备)。

### 2.3.2 二期工程扩建设计

#### ① 二期 CAST 池

1 座,钢筋混凝土结构,单池按  $5\,000 \text{ m}^3/\text{d}$  规模设计,4 池共  $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  处理规模。设计平均流量为  $833.3 \text{ m}^3/\text{h}$ ,单体尺寸为  $81.35 \text{ m} \times 44.90 \text{ m} \times 5.6 \text{ m}$ ,有效水深为  $5.0 \text{ m}$ ,设计总停留时间为  $22 \text{ h}$ (厌氧池为  $1.2 \text{ h}$ ,缺氧池为  $3.0 \text{ h}$ ,好氧池为  $17.8 \text{ h}$ ),污泥负荷为  $0.075 \text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$ ,混

合液回流量为 120%。设两种潜水搅拌机各 5 台( $N=3.0 \text{ kW}$ ,4 用 1 备; $N=7.5 \text{ kW}$ ,4 用 1 备),污泥回流泵 5 台( $Q=250 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H=40 \text{ kPa}$ , $N=7.5 \text{ kW}$ ,4 用 1 备),剩余污泥泵 5 台( $Q=40 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H=200 \text{ kPa}$ , $N=5.5 \text{ kW}$ ,4 用 1 备),滗水器 4 台( $Q=1\,800 \text{ m}^3/\text{h}$ , $N=3.0 \text{ kW}$ ),曝气器 2 300 套。

#### ② 调节池及提升泵池

1 座,钢筋混凝土结构,尺寸为  $34 \text{ m} \times 16 \text{ m} \times 4.5 \text{ m}$ ,有效水深为  $4.0 \text{ m}$ ,水力停留时间为  $1.5 \text{ h}$ 。配置潜污泵 3 台( $Q=833.3 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H=75 \text{ kPa}$ , $N=30 \text{ kW}$ ,2 用 1 备),起重设备 1 台( $T=2 \text{ t}$ , $N=3.0 \text{ kW}+2 \times 0.4 \text{ kW}$ )。

#### ③ 处理系统

为节约占地和减少投资,反硝化深床滤池与微絮凝反应池、清水池及反冲洗废水池合建,其中投药间建于清水池上方,矩形钢筋混凝土结构;新增的碳源投加装置、加药装置等放置在清水池的上部;反冲洗风机房设置在鼓风机房内。

反硝化深床滤池 1 座(分 4 格),单格滤池尺寸为  $20 \text{ m} \times 3.56 \text{ m} \times 6.0 \text{ m}$ ,设计平均流量为  $1\,670 \text{ m}^3/\text{h}$ ,设计滤速为  $6.55 \text{ m/h}$ ,接触时间为  $19 \text{ min}$ ,配有进水系统和布水布气系统,设滤料介质和支撑介质。

微絮凝反应池 1 座,尺寸为  $3.6 \text{ m} \times 3.6 \text{ m} \times 6.0 \text{ m}$ ,设混合搅拌机 1 套( $N=1.1 \text{ kW}$ ),加药装置 1 套。

清水池 1 座,尺寸为  $8.80 \text{ m} \times 23.14 \text{ m} \times 4.50 \text{ m}$ ,设反冲洗水泵 3 台( $Q=550 \text{ m}^3/\text{h}$ , $H=100 \text{ kPa}$ , $N=30 \text{ kW}$ ,2 用 1 备)。

反冲洗废水池 1 座,尺寸为  $12 \text{ m} \times 9.0 \text{ m} \times 6.0 \text{ m}$ ;设反冲洗废水搅拌机 2 套( $N=1.5 \text{ kW}$ )。

反冲洗风机房设空压机 2 台( $P=0.8 \text{ MPa}$ , $N=30 \text{ kW}$ ,1 用 1 备)。

## 3 扩建及提标改造效果

该污水处理厂于 2015 年完成扩建及提标改造,经调试后系统处理效果基本稳定。运行 24 个月以来,污水处理量达  $(3.0 \sim 4.5) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,出水水质稳定(见图 2)。系统出水 COD、 $\text{BOD}_5$ 、SS、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、TN 和 TP 的平均浓度分别为  $14.7$ 、 $0.60$ 、 $3.1$ 、 $0.72$ 、 $10.5$ 、 $0.21 \text{ mg/L}$ ,平均去除率分别为  $94.4\%$ 、 $99.3\%$ 、 $97.5\%$ 、 $95.7\%$ 、 $50.0\%$  和  $92.6\%$ ,各项指标均达到一级 A 排放标准。

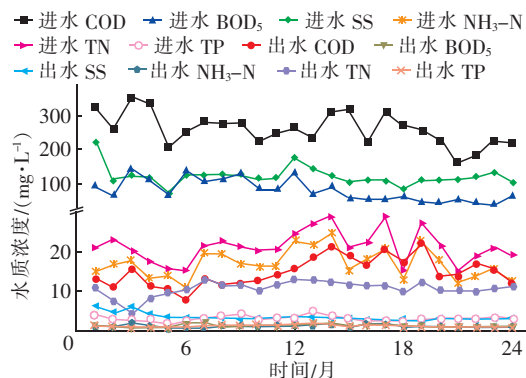


图2 提标改造后进、出水水质

Fig. 2 Influent and effluent quality after upgrading and reconstruction

#### 4 结语

运行实践表明,常山县某污水处理厂经扩建及提标改造后,日处理规模大幅增加,污水处理系统抗冲击负荷能力增强,对 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N 和 TP 的去除率均达到 92% 以上,较一期工程具有更好的去除效果。运行期间系统处理效果稳定,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准。

#### 参考文献:

- [1] 邓伟斌. 南方某污水处理厂 CAST 工艺提标改造[J]. 中国给水排水, 2016, 32(16): 77-79.  
Deng Weibin. Upgrading of cyclic activated sludge technology in a wastewater treatment plant in southern China [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(16): 77-79 (in Chinese).
- [2] 张勇, 韩京龙, 冉治霖, 等. CAST 工艺处理低温低碳氮比市政污水中试研究[J]. 环境工程, 2017, 35(9): 44-47, 63.  
Zhang Yong, Han Jinglong, Ran Zhilin, et al. Pilot study of CAST process treating low temperature municipal sew-

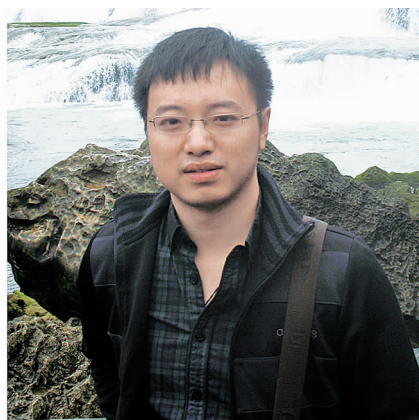
age with low C/N ratio[J]. Environmental Engineering, 2017, 35(9): 44-47, 63 (in Chinese).

- [3] 严国奇, 张丽丽. 七格三期污水处理厂反硝化深床滤池的调试与运行[J]. 中国给水排水, 2017, 33(16): 127-132.

Yan Guoqi, Zhang Lili. Commissioning and operation of deep-bed denitrification filter in Qige phase III wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(16): 127-132 (in Chinese).

- [4] 于跃, 李渊博. A<sup>2</sup>O 氧化沟-混凝沉淀-反硝化深床滤池工艺在大型经开区污水处理中的应用[J]. 工业用水与废水, 2016, 47(3): 1-5.

Yu Yue, Li Yuanbo. Application of A<sup>2</sup>O oxidation ditch-coagulation sedimentation-deep bed denitrification filter process in treatment of wastewater from large economic-technological development area[J]. Industrial Water & Wastewater, 2016, 47(3): 1-5 (in Chinese).



作者简介: 遇光禄(1982-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 工学硕士, 高级工程师, 从事给水及污水处理技术、污水深度处理技术研究与设计工作。

E-mail: yu\_gl@ecidi.com

ef-arthur@qq.com

收稿日期: 2018-04-26

治理水土流失 建设美丽中国