

# 水解酸化/CASS 工艺用于某城镇污水处理厂改造

韩晋科<sup>1,2</sup>, 罗艳丽<sup>1</sup>, 倪亭亭<sup>1</sup>, 孙艳龙<sup>2</sup>, 毕东海<sup>2</sup>, 刘 阳<sup>2</sup>

(1. 新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 嘉诚环保工程有限公司, 河北 石家庄 050000)

**摘 要:** 邢台市某污水处理厂建设规模为  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 原采用 CASS 工艺 + 深度处理工艺, 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) 的一级 A 标准。因为大量工业废水混入, 进水负荷波动大, 水质复杂, 可生化性较差, 现有工艺达不到设计处理效果。为保证该厂出水稳定达标排放, 采用水解酸化 + CASS + 深度处理工艺进行了技术改造。运行结果表明, 出水水质优于一级 A 标准。详细介绍了改造方案、主要构筑物的设计参数及工艺特点, 并对运行情况进行了总结。

**关键词:** 污水处理厂; 技术改造; 工艺设计; 水解酸化; CASS

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)04-0106-04

## Application of Hydrolysis Acidification and CASS Process in a Wastewater Treatment Plant Reformation

HAN Jin-ke<sup>1,2</sup>, LUO Yan-li<sup>1</sup>, NI Ting-ting<sup>1</sup>, SUN Yan-long<sup>2</sup>, BI Dong-hai<sup>2</sup>,  
LIU Yang<sup>2</sup>

(1. Grassland and Environmental Science College, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Jiacheng Environmental Protection Co. Ltd., Shijiazhuang 050000, China)

**Abstract:** The original process of a wastewater treatment plant with the capacity of  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  in Xingtai City was CASS and advanced treatment process in order to meet the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). Due to a large amount of industrial wastewater mixing with original water, not only was the influent complicated and bio-refractory, but also the load fluctuated greatly, as a result, the effluent quality was unstable. Hydrolysis acidification was added to the original CASS and advanced treatment process during reformation. The operation results indicated that the effluent quality was superior to the first level A criteria. The reconstruction scheme, design parameters of the main constructs and process characteristics were introduced, and the operation conditions were summarized and analyzed.

**Key words:** sewage treatment plant; technical transformation; process design; hydrolysis acidification; CASS

### 1 工程概况

邢台市某污水处理厂建设规模为  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,

服务人口为 16 万人, 于 2010 年 8 月完工进入运行阶段, 采用 CASS + 纤维转盘滤池工艺, 设计进、出水

水质见表 1。出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 A 标准。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	mg · L <sup>-1</sup>					
	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> - N	TN	TP
设计进水水质	500	200	200	25	40	3
设计出水水质	50	10	10	5(8)	15	0.5

改造前该污水处理厂采用的工艺流程如图 1 所示。在 CASS 反应池前部设置了生物选择区,后部设置了可升降的自动滗水装置<sup>[1,2]</sup>。该污水处理厂

生物处理单元由 8 座 CASS 生化反应池组成,4 座一组,两组交替运行。其工作过程可分为进水 1 h、曝气 2.5 h、沉淀 1 h、排水 1 h 和闲置 0.5 h 四个阶段,周期循环进行。污水连续进入预反应区,经过隔墙底部进入主反应区,在保证供氧的条件下,水中有机物被微生物降解,根据进水水质可对运行参数进行调整。CASS 工艺与传统活性污泥法相比,可省去初沉池和二沉池,基建费用较传统的活性污泥法减少 20% ~ 30%,构筑物结构紧凑,占地面积较少。不同的曝气阶段氧传递速率不同,传递效率较高,节能效果显著,直接运行费用可降低 10% ~ 20%。

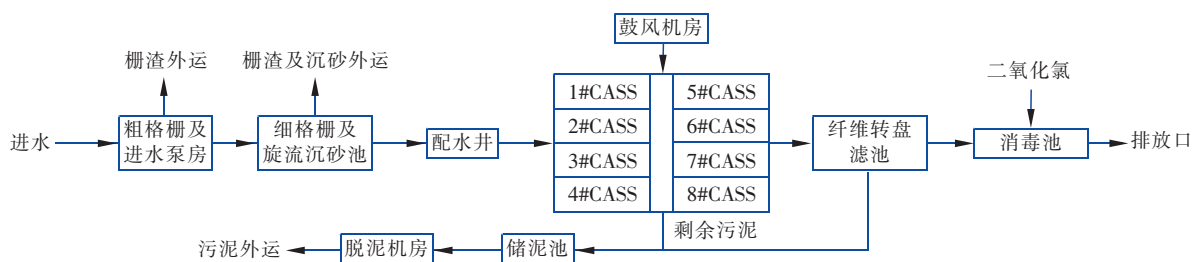


图 1 改造前污水处理厂工艺流程

Fig. 1 Flow chart of WWTP before transformation

该污水处理厂在实际运行中存在如下问题:①随着集水管网的日趋完善,工业进水量比例增加,60% ~ 70% 的进水为城区周边造纸、化工企业废水,混合型进水负荷波动较大。②进水水质复杂,进水 COD 和 SS 值较高,进水平均 B/C 值只有 0.2,可生化性较差,导致出水 COD、BOD<sub>5</sub> 严重超标。③目前实际进水量为 6 000 m<sup>3</sup>/d 左右,仅为设计负荷的 12%,造成了污水处理设施的闲置浪费。为充分发挥该污水处理厂的作用,提高污水处理设施利用率,增加处理负荷,提高处理效率,需在原有构筑物的基础上进行技术改造。

## 2 技术改造方案

### 2.1 技术改造方案

此次改造主要针对污水处理厂存在的问题,在原有构筑物的基础上进行改扩建。主要考虑以下几个方面:

① 优化预处理单元,提高整个系统的抗冲击负荷能力。通过增设事故池和进水调节池进行阶段性高浓度工业废水的临时存储和调节,从而使整个处理系统处于稳定的运行环境。

② 增加液态 PAC 投加系统,提高废水前期预处理的混凝沉淀效果,改善原沉淀效果不佳导致后

期处理负荷过大的状况。

③ 增设内置组合填料式水解酸化池,减轻大量工业废水的流入对后续好氧生化阶段的影响。原水中难以生物降解物质通过水解酸化后转变为易生物降解物质,提高了废水的可生化性,以利于后续的生物处理,也提高了工艺整体处理负荷能力,降低了后续 CASS 生化处理阶段的曝气量。

### 2.2 改造技术路线

改造部分将原 8 座 CASS 池的 4 座分别改建为事故池、进水调节池、混凝沉淀池和水解酸化池。

① 保留原预处理工艺粗格栅、旋流沉砂池、细格栅预处理单元。

② 原 1#CASS 池改为事故池,主要容纳阶段性高负荷的工业废水,进水 COD ≥ 500 mg/L、NH<sub>3</sub> - N ≥ 35 mg/L。

③ 原 2#CASS 池加设中间导流墙、底部安装搅拌器,改造成进水调节池,末端增设液态 PAC 投加装置;在混凝剂的作用下,使废水中的胶体和细微悬浮物凝聚成絮凝体,通过沉淀分离去除,提高 SS 去除效果。在絮凝反应池中采用螺旋絮凝器,可以有效解决现有混凝技术存在的应用局限性大、絮凝效果差、占地面积大的问题,具有对水流的扰动效果

好、反应池占地面积小、安装简单及节能等优点。

④ 原3#CASS改造成混凝反应沉淀池。沿长边方向,中间用隔墙隔开,隔墙上部设置排泥槽,沿池宽方向安装桁车式刮吸泥机,吸泥泵将污泥抽上来后排入排泥槽,再进入原有的储泥池。

⑤ 原4#CASS改造成水解酸化池。池底安装高强度PVC穿孔配水管,池内安装填料支架系统、组合填料,顶部安装横向集水槽和纵向出水槽,反应器内设置一定的固定填料,增加反应器的生物量,延长微生物与废水的接触时间。复合式水解反应器内厌氧污泥的浓度可达 $10 \sim 20 \text{ gVSS/L}$ ,污水经出水堰汇集排到排水渠,再进入后续好氧处理单元。

⑥ 经水解酸化处理的废水进入剩余4组CASS池间歇运行(见图2)。

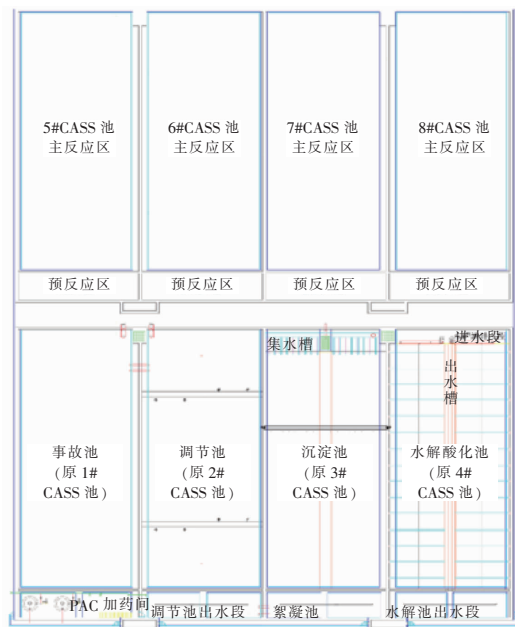


图2 改造后生化系统平面示意

Fig. 2 Plan graph of biological treatment system

按照实际进水量控制,运行周期为6 h,进水1 h、曝气2.5 h、沉淀1 h、滗水1 h、闲置0.5 h。池体主反应区对角安装两套高速搅拌器( $D=580 \text{ mm}$ ,  $N=7.5 \text{ kW}$ ),进水阶段在高速搅拌器的推动下,池内处于兼氧状态,同时增加进水的混合程度,为反硝化菌提供更多的碳源,提高反硝化脱氮效率。曝气期间回流污泥至CASS池前端设预反应区,对池内微生物进行筛选,防止污泥膨胀。经过絮凝降解、硝化、反硝化等一系列复杂的微生物作用,废水中绝大部分污染物得到去除,水质得到净化<sup>[2]</sup>。CASS出

水投加液态PAC搅拌混凝,经纤维转盘滤池过滤截留的悬浮物,通过反洗回流至储泥池,出水经过二氧化氯消毒稳定达标排放。

### 3 技术改造工艺设计

#### 3.1 预处理阶段

##### ① 事故池

事故池有效水深为5 m,有效容积为 $4\,800 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为4.6 h。主要设备:潜水排污泵3台(冷备用1台), $Q=150 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=80 \text{ kPa}$ 、 $N=5.5 \text{ kW}$ ;潜水排污泵手动开启,当液位 $<1 \text{ m}$ 时停泵;当事故池液位 $>3.0 \text{ m}$ 时报警。

##### ② 调节池

总容积为 $5\,300 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为5.1 h。主要设备:潜水排污泵3台(冷备用1台), $Q=520 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=70 \text{ kPa}$ 、 $N=15 \text{ kW}$ ;高速潜水搅拌机8套, $D=580 \text{ mm}$ , $N=7.5 \text{ kW}$ ;低速潜水搅拌机2套, $D=1\,400 \text{ mm}$ , $N=3.0 \text{ kW}$ ;潜水排污泵24 h运行,当液位 $<0.5 \text{ m}$ 时停泵,当调节池液位 $>3.0 \text{ m}$ 时报警;潜水搅拌机24 h运行,当液位 $<1.0 \text{ m}$ 时停止运行。

##### ③ 絮凝沉淀池

增设混凝剂加药装置,PAC储罐2台(1用1备), $V=20 \text{ m}^3$ ;投加量为 $25 \text{ mg/L}$ (干基)。计量泵2台(1用1备), $Q \leq 1\,000 \text{ L/h}$ , $N=0.75 \text{ kW}$ 。

絮凝池容积为 $500 \text{ m}^3$ ,停留时间为28.8 min,沉淀池表面负荷为 $1.2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ,停留时间为3.7 h;桁车式吸泥机一套;潜水排污泵4台(剩余污泥泵,冷备用1台), $Q=150 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=80 \text{ kPa}$ 、 $N=5.5 \text{ kW}$ ;低速潜水搅拌机2套, $D=1\,400 \text{ mm}$ , $N=3.0 \text{ kW}$ ;根据时间控制桁车式吸泥机的启停;根据储泥池液位控制潜水排污泵的启停,当液位 $>3.0 \text{ m}$ 时开泵并报警,当液位 $<1.6 \text{ m}$ 时停泵;潜水搅拌机24 h运行,当液位 $<1 \text{ m}$ 时停止运行。

#### 3.2 厌氧水解阶段

水解酸化池进水段总容积为 $208.5 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为12 min;水解酸化池总容积为 $4\,550 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为4.3 h;出水段总容积为 $180 \text{ m}^3$ ,水力停留时间为10 min;潜水排污泵3台(冷备用1台), $Q=520 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=120 \text{ kPa}$ 、 $N=30 \text{ kW}$ ;低速搅拌机2套;组合填料为 $2\,662 \text{ m}^3$ ,填料组合间距为 $100 \text{ mm}$ 、行距为 $100 \text{ mm}$ ;潜水排污泵24 h运行,当液位 $<1.5 \text{ m}$ 时停泵,当液位 $>3.0 \text{ m}$ 时报警;潜水搅拌机24 h运行,当液位 $<1.0 \text{ m}$ 时停止运行, $D=1\,400$

mm,  $N = 3.0 \text{ kW}$ 。

### 3.3 生化阶段

4 组 CASS 池间歇运行。每组 CASS 池容积为  $5\,000 \text{ m}^3$  ( $L = 50 \text{ m}$ 、 $B = 20 \text{ m}$ 、 $H = 5 \text{ m}$ ), 水力停留时间为  $19.2 \text{ h}$ , 污泥回流泵 2 台(冷备用 1 台),  $Q = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H = 80 \text{ kPa}$ 、 $N = 5.5 \text{ kW}$ ; 高速潜水搅拌机 2 套,  $D = 580 \text{ mm}$ 、 $N = 7.5 \text{ kW}$ ; 污泥回流比控制值为  $25\% \sim 35\%$ , MLSS 控制值为  $3\,000 \sim 4\,000 \text{ mg/L}$ 。

### 4 调试运行

水解酸化池调试启动初期首次注入污水量以淹没填料  $0.5 \text{ m}$  为宜。

第一阶段( $1 \sim 5 \text{ d}$ )接种污泥。菌种为某市政污水处理厂含水率为  $80\%$  的污泥, 投加污泥浓度为  $4 \text{ g/m}^3$ , 阶段性进水, 以满足微生物的生长条件, 每间隔  $10 \text{ h}$  投加甲醇、尿素和磷酸二氢钾等营养物质, 投加比例为  $350 : 5 : 1$ , 直至调试结束。

第二阶段( $6 \sim 50 \text{ d}$ )提高负荷。污泥投加结束后, 每天引入原水  $1\,000 \text{ m}^3$  进行培养驯化, SV 值接近  $20\%$ 、MLSS 达到  $3\,000 \text{ mg/L}$  后, 提高进水比例。

第三阶段( $51 \sim 110 \text{ d}$ )稳定运行。通过排泥和回流生化污泥来控制微生物总量, MLSS 控制在  $10 \sim 15 \text{ g/L}$ 。水解酸化进水 SCOD/COD 均值为  $31.39\%$ , 出水为  $78.26\%$ , 对于混合型进水的城市污水厂既要考虑生活污水中非溶解性有机物转化为溶解性有机物, 同时也要考虑工业废水中难降解的长链有机物转化为易生物降解的短链有机物部分。

### 5 运行效果分析

技术改造后水质监测数据见表 2。

表 2 正常运行情况下进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP	SS
进水	267 ~ 763	63 ~ 184	9.8 ~ 39.3	14.4 ~ 45.7	1.4 ~ 4.2	180 ~ 296
平均值	503.2	138	20.8	27.9	2.6	263
出水	21.5 ~ 46.9	5.2 ~ 9.3	0.12 ~ 4.7	3.4 ~ 14.2	0.14 ~ 0.47	6.6 ~ 9.1
平均值	31.8	7.7	3.6	8.9	0.38	8.1

运行结果表明, 该技术改造工程达到了设计要求, 且各项出水指标均能够达到一级 A 标准。

### 6 结语

该污水处理厂技术改造工程处理能力由原  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  改造成  $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ , 主要处理工艺由 CASS 工艺改造为水解酸化 + CASS 工艺。改造后对于进水水质成分复杂、可溶解性 COD 较低且生化性较差的污水经过水质调节, 采用混凝沉淀和复合式水解酸化处理系统表现出较好的运行效果, 为后续好氧阶段 COD 进一步降解奠定了基础, 提高了处理系统整体抗负荷能力。改造后的系统具有出水水质好、耐冲击负荷能力强的特点, 可确保出水水质达到一级 A 标准, 对同类型的污水厂改造具有一定的借鉴意义。

### 参考文献:

- [1] 陈波. CASS + 深度处理工艺用于济宁市某污水处理厂升级改造[J]. 中国给水排水, 2017, 33(2): 61-64.
- [2] 丁晓涛, 殷其中, 徐世杰. 水解酸化 - CASS 工艺处理工业污水设计分析[J]. 工程技术: 全文版, 2016, 62(6): 261-262.
- [3] 胡家阳. 絮凝沉淀/IC/水解酸化/CASS 法处理制药废水[J]. 中国给水排水, 2013, 29(12): 83-85.



作者简介: 韩晋科(1987 - ), 男, 河北邯郸人, 硕士, 工程师, 主要研究方向为污染治理。

E-mail: 420805125@qq.com

收稿日期: 2017-09-25