

# 水解酸化/AO/臭氧氧化/SAF<sup>TM</sup>工艺处理煤化工园区废水

王艳<sup>1</sup>, 刘凯男<sup>1</sup>, 谢长血<sup>2</sup>, 刘立国<sup>2</sup>

(1. 博天环境集团股份有限公司, 北京 100083; 2. 北京中电加美环保科技有限公司, 北京 100083)

**摘要:** 以宁夏某煤化工园区废水处理工程为例, 针对煤化工园区废水水质成分复杂、可生化性差、难生物降解、宁夏地区富煤缺水等特点, 采用水解酸化 + A/O + 臭氧氧化 + 淹没式好氧生物滤池 + 滤布滤池工艺处理, 出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005) 中锅炉补给水标准, 回用于园区内部分企业的锅炉补给水处理系统, 实现了废水资源化、开源节流的目的。运行实践表明, 该系统对废水中的有机物和氨氮去除效率高、运行稳定可靠、运行成本低、节水效果显著。

**关键词:** 煤化工园区废水; 臭氧氧化; 淹没式好氧生物滤池; 节水

**中图分类号:** TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)06-0057-03

## Hydrolysis Acidification/AO/Ozone Oxidation/SAF<sup>TM</sup> Process for Wastewater Treatment in Coal Chemical Industrial Park

WANG Yan<sup>1</sup>, LIU Kai-nan<sup>1</sup>, XIE Chang-xue<sup>2</sup>, LIU Li-guo<sup>2</sup>

(1. Poten Environment Group Co. Ltd., Beijing 100083, China; 2. Beijing CM Environmental Engineering Co. Ltd., Beijing 100083, China)

**Abstract:** A coal chemical industrial park wastewater treatment project in Ningxia Province was taken as an example. With regard to the characteristics of complicated composition of raw wastewater, low biodegradability and refractory biodegradation, the wastewater was treated with the process of hydrolysis acidification + A/O + ozone oxidation + submerged aerobic biofilter + cloth filter. The effluent quality can meet the requirement on boiler make-up water in *The Reuse of Urban Recycling Water—Water Quality Standard for Industrial Uses* (GB/T 19923 - 2005). The effluent was reused in water supply system of boiler inside the park. As a result, wastewater reused and expenditure were achieved. After a period of operation, the results indicated that the effect of organics and ammonia nitrogen removal rate was high, the system operation was stable; cost was low and water saving effect was remarkable.

**Key words:** coal chemical industrial park wastewater; ozone oxidation; submerged aerobic biofilter; water conservation

### 1 项目概况

宁夏某煤化工园区为新建煤化工工业园区, 规划建设有  $30 \times 10^4$  t/a 二甲醚、 $40 \times 10^4$  t/a 合成氨、 $70 \times 10^4$  t/a 尿素、 $120 \times 10^4$  t/a 甲醇、 $30 \times 10^4$  t/a 醋酸、 $45 \times 10^4$  t/a 醋酸乙烯及氯乙烯醇等化工生产装置。根据园区规划, 凡入驻园区的企业必须进行废

水预处理, 使工业废水达到《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010) A 等级标准, 同时无机污染物满足《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005) 后接入园区排水管网, 通过排水管网排入园区污水处理厂。

宁夏地区属于富煤缺水地区, 为达到节水目的,

本工程将园区的工业废水经生物处理及深度处理达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)中的锅炉补给水标准后回用于园区的热电厂锅炉补给水处理系统,实现废水资源化。

## 2 处理水量及进、出水水质

根据园区总体规划,污水处理厂近期总设计规模为  $20\,000\text{ m}^3/\text{d}$ ,由于园区初期进驻企业较少,污水处理厂先进行一期建设,一期规模按照  $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$  进行设计。

园区污水处理厂进水水质满足《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010) A 等级标准,同时无机污染物满足《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)。出水水质指标需满足《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)要求。

具体进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

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

项 目	进水	出水	项 目	进水	出水
COD	500	60	TP	2	1
BOD <sub>5</sub>	300	10	TDS	1 000	1 000
SS	400	5	Cl <sup>-</sup>	250	250
NH <sub>3</sub> -N	45	10	硫酸盐	250	250
TN	70	—	铁	0.3	0.3
总硬度	450	450	锰	0.2	0.1
总碱度	350	350	二氧化硅	30	30
			石油类	30	—

## 3 工艺比选

该煤化工园区废水具有如下典型特征:①由于各企业的生产废水都经过了厂内预处理,大部分可生化降解的有机物都已得到去除,导致排入园区污水处理厂的废水可生化性较差;②煤化工废水以煤气洗涤废水为主,其组成复杂,且残留有一定浓度的氰化物、酚类、砷、锰等有毒有害物质;③醋酸乙烯、聚乙烯醇等生产装置排出的废水中含有很多普通微生物难以生物降解的水溶性有机大分子化合物。

根据来水水质特点,在生化单元段前端采用水解酸化工艺,可提高废水的可生化性。

鉴于 A/O 工艺流程简单、投资省、耐负荷冲击能力强、处理效果好,该工程采用 A/O 工艺。

深度处理工艺采用臭氧+曝气生物滤池+滤布滤池。为降低投资和运行成本,该工程生物滤池型

式采用淹没式好氧生物滤池(SAF<sup>TM</sup>池)<sup>[1]</sup>。

## 4 工艺流程

该园区污水处理厂工艺流程见图1。

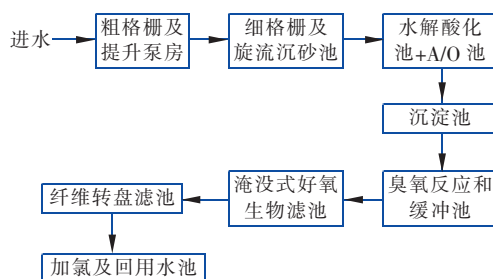


图1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

废水经预处理后进入水解酸化池,水解酸化池出水依次自流进入 A 池、O 池。O 池出水自流进入沉淀池以实现泥水分离,沉淀池出水进入后续的臭氧反应池以利用臭氧的强氧化性分解污水中难降解性有机物,臭氧缓冲池出水再经过淹没式好氧生物滤池去除水中能降解的有机物和氨氮。出水再经纤维转盘滤池使 SS 达到排放标准,同时在纤维转盘滤池前端投加 PAC 除磷。滤布滤池出水经加氯消毒后进入回用水池待回用。

## 5 主要工艺单元设计参数

### ① 水解酸化池

水解酸化池采用上升流式,尺寸为  $22.25\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 5.8\text{ m}$ ,2 座,有效水深为  $5.0\text{ m}$ ,停留时间为  $6.5\text{ h}$ ,上升流速为  $0.78\text{ m/h}$ 。池内设立式弹性填料,规格为  $\varnothing 160\text{ mm} \times 3\,000\text{ mm}$ 。

### ② A/O 池

A 池尺寸为  $26\text{ m} \times 6.4\text{ m} \times 6.3\text{ m}$ ,1 座,有效水深为  $5.8\text{ m}$ ,停留时间为  $4.5\text{ h}$ 。池内设 4 台推流器,功率为  $2.2\text{ kW}$ 。

O 池尺寸为  $33.8\text{ m} \times 26\text{ m} \times 6.3\text{ m}$ ,1 座,有效水深为  $5.8\text{ m}$ ,停留时间为  $24.3\text{ h}$ ,池内设规格为  $\varnothing 260\text{ mm}$  的微孔曝气器 895 个。

BOD<sub>5</sub> 负荷为  $0.077\text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,总氮负荷为  $0.015\text{ kgTN}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ ,污泥浓度为  $3\,000\text{ mg/L}$ ,混合液回流比为  $400\%$ ,污泥回流比为  $100\%$ ,气水比为  $12:1$ 。

### ③ 臭氧反应及缓冲池

臭氧反应池尺寸为  $8.5\text{ m} \times 5.0\text{ m} \times 5.5\text{ m}$ ,有效水深为  $4.8\text{ m}$ ,1 座,反应时间为  $1\text{ h}$ 。臭氧缓冲池

尺寸为5.0 m×4.2 m×5.5 m,有效水深为4.8 m,1座,反应时间为0.5 h。设计臭氧投加量为35 mg/L,设置2台4 kg/h空气源臭氧发生器。

#### ④ 淹没式好氧生物滤池(SAF<sup>TM</sup>池)

SAF<sup>TM</sup>池尺寸为9.2 m×4.9 m×8.3 m,1座(分2格),由进水分配渠道、池体和排泥池组成。SAF<sup>TM</sup>池滤料高度为5.55 m,气水比为1.35:1,滤速为7.2 m/h,COD负荷为2.1 kgCOD/(m<sup>3</sup>滤料·d),水头损失为7 kPa。

#### ⑤ 纤维转盘滤池

纤维转盘滤池尺寸为9.7 m×6.3 m×3.5 m,有效水深为3.0 m,1座(分2格)。设2台滤布滤池纤维转盘滤池成套设备,滤盘直径为2 m,过滤网孔孔径≤10 μm,功率为0.55 kW;设2台反冲洗水泵, $Q=30\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=90\text{ kPa}$ ,功率为1.5 kW。同时在滤布滤池前端投加PAC除磷,PAC设计投加量为20~30 mg/L。

#### ⑥ 加氯水池及回用水池

加氯水池尺寸为12.6 m×2.0 m×5.5 m,有效水深为4.8 m,停留时间为35 min。消毒采用次氯酸钠,次氯酸钠投加量为15 mg/L。

回用水池尺寸为12.6 m×3.5 m×5.5 m,有效水深为4.8 m,停留时间为1 h。在回用泵房内设置3台回用水泵, $Q=110\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=180\text{ kPa}$ ,2用1备,功率为11 kW。

### 6 运行效果

该项目自调试完成投运以来,出水水质稳定达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)中锅炉补给水标准,具体数据如表2所示。

表2 各处理单元运行效果

Tab. 2 Operation effect of each unit  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项 目	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
进水水质	500	300	400	45	70	2
A/O+沉淀池出水	80	20	10	10	15	1
SAF <sup>TM</sup> 池出水	60	10	10	8	13	0.8
纤维转盘滤池出水	58	8	4	8	13	0.8
回用水标准	60	10	5	10	—	1

### 7 运行成本

该项目主要运行成本包括药剂费、电费、人工费等,不含设备大修及折旧,具体成本分析见表3。可见,成本合计为2.253元/m<sup>3</sup>。

表3 运行成本

Tab. 3 Operating cost

项 目	耗 量	单 价	费用/ (元·m <sup>-3</sup> )
次氯酸钠	3.13 kg/h	1.1元/kg	0.017
PAC	6.25 kg/h	2.0元/kg	0.06
PAM	0.21 kg/h	30元/kg	0.03
电	2.1 kW·h/m <sup>3</sup>	0.8元/(kW·h)	1.68
污泥外运	7 t/d	45元/t	0.063
自来水	0.2 m <sup>3</sup> /h	3元/m <sup>3</sup>	0.003
人工			0.4
合 计			2.253

### 8 结论

① 对煤化工园区废水采用水解酸化+A/O+臭氧氧化+淹没式好氧生物滤池+纤维转盘滤池工艺处理,出水可达到《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)中锅炉补给水标准,可回用166×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/a的再生水,节水效果十分显著。

② 深度处理采用淹没式好氧生物滤池(SAF<sup>TM</sup>池)新型技术,可用自身水头定期通过池底管道排泥,不需气洗,降低了工程投资和运行成本。

### 参考文献:

- [1] 姜志凯,石淑倩,翟海霞. 淹没式生物滤池—BIOSTYR工艺[J]. 中国给水排水,2002,18(7):88-90.  
Jiang Zhikai, Shi Shuqian, Zhai Haixia. Submerged bio-film reactor BIOSTYR[J]. China Water & Wastewater, 2002,18(7):88-90(in Chinese).



作者简介:王艳(1986—),女,河南漯河人,硕士,国家注册环保工程师,主要从事市政污水及工业污水处理设计工作。

E-mail:w1316y@163.com

收稿日期:2017-08-15