

# 豆制品废水处理工程设计实例及分析

尤 鑫, 刘海燕, 邹 磊, 吴瑜红, 雷培树, 万年红  
(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

**摘 要:** 云南某园区豆制品废水具有水量水质变化大、有机污染物浓度高的特点。采用预处理与上流式厌氧污泥床反应器(UASB) +  $A^2/O$  生化处理以及絮凝沉淀池 + 滤布滤池深度处理结合的工艺处理。稳定运行后,出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。介绍了工艺流程、主要构筑物的设计参数及设计中的不足,可为同类工程设计提供借鉴。

**关键词:** 豆制品废水; 预处理; 生物处理; 深度处理; 滤布滤池

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)04-0106-04

## Design and Analysis of a Soybean Wastewater Treatment Project

YOU Xin, LIU Hai-yan, ZOU Lei, WU Yu-hong, LEI Pei-shu, WAN Nian-hong  
(Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China)

**Abstract:** The wastewater from soybean products in an industrial park in Yunnan has the characteristics of large variation of water quantity and quality and high concentration of organic pollutants. The pretreatment was combined with the biochemical treatment of UASB and  $A^2/O$  tank, as well as the advanced treatment of coagulation sedimentation tank and cloth filter. After stable operation, the effluent quality reached the first level A criteria in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). The technological process, the design parameters of main structures and the design shortcomings were introduced, which could provide reference for similar project design.

**Key words:** soybean wastewater; pretreatment; biological treatment; advanced treatment; cloth filter

豆制品生产主要工艺:黄豆经选豆、泡豆、磨浆、煮浆、挑皮、干燥后再加工为成品。根据调研结果发现,豆制品废水主要为黄豆浸泡排水、清洗排水。各股废水的水量和浓度会随着生产工艺、产品类别、生产习惯等的不同而不同,对其进行达标处理难度较大<sup>[1-3]</sup>。通过对云南某园区豆制品废水处理实际工程设计进行总结,可以为类似废水处理工程设计和节能减排提供参考。

### 1 工程概况

云南某豆制品园区主产品是 85 000 t/a 豆腐

皮,副产品是 121 430 t/a 豆渣和 36 433 t/a 锅巴。该生产废水中主要污染物为悬浮物和有机物等。设计废水处理量为 2 500 m<sup>3</sup>/d。

### 2 设计水质与工艺流程

#### 2.1 设计进、出水水质

豆制品废水的水质、水量差异较大,因此设计进水水质主要根据业主提供的现状水质资料确定,否则参考附近地区同类工程进水水质确定;出水水质主要依据环保环评要求,结合行业标准和保证排放水体的环境标准确定。

设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项目	pH 值	COD/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	SS/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	BOD <sub>5</sub> / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TN/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	TP/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
设计进水	5~6	2 000	1 000	750	140	20
设计出水	6~9	50	10	10	15	1

2.2 工艺流程及特点

该废水 B/C 值为 0.375,属于可生化废水,C/N 为 5.36,可采用生物脱氮处理工艺。BOD<sub>5</sub>/TP 为 37.50,可采用生物除磷工艺。由于出水水质要求较高,单纯使用生化处理不能达到排放要求,必须增加深度处理。根据进水水质和出水水质情况,总体工艺确定为预处理+生物处理+深度处理,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。工艺流程见图1。

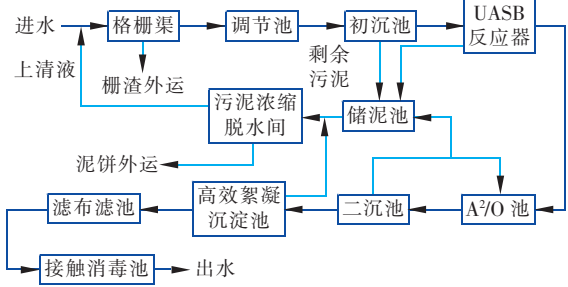


图1 废水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process

豆制品加工废水悬浮物(主要是豆渣类)高,为确保进水泵及后续处理工段的正常运行,设置了粗格栅及旋转滤网。选择工艺时充分考虑了废水较难处理、水质水量波动较大的特点,故调节池水力停留时间足够长。生物处理部分,综合考虑废水处理的服务对象、进出水水质要求、场地控制条件、技术经济等方面,厌氧采用上流式厌氧污泥床反应器(UASB)。考虑到工艺设计应既适于建设,又要易于运行,设计中采用了常规 A<sup>2</sup>/O 工艺。深度处理部分,考虑到污水处理厂用地面积较为紧张,故将絮凝池和沉淀池合建,采用了絮凝斜管沉淀池。考虑到该废水处理厂已设置了二沉池和絮凝斜管沉淀池,SS 一般较为稳定,因此深度处理采用滤布滤池。

3 主要构筑物参数和设计特点

3.1 预处理

预处理主要包括:格栅渠、调节池和混凝反应初

沉池。

3.1.1 格栅渠

格栅渠设置了粗格栅及旋转滤网,目的是拦截污水中粒径较大的颗粒物,调节进水水质。

① 粗格栅。去除较粗大的漂浮物(如树叶、木块、废塑料等),保护水泵的正常工作。设1座粗格栅井,钢筋混凝土结构。采用一台回转式格栅除污机,栅宽为0.5 m,栅隙为20 mm,功率为0.55 kW。设置1台带式输送机输送栅渣。

② 旋转滤网。进一步去除废水中漂浮物(如树叶、木块、废塑料等)和悬浮物,保护水泵的正常工作。设置一套旋转滤网(含配套设备),宽为600 mm,N=2.2 kW。

3.1.2 调节池及进水泵房(合建)

① 调节池。保证生产设施的正常稳定运行,起到均质均量的作用。调节池平面尺寸为20.8 m×15.8 m,高度为4.5 m。设置4台潜水搅拌机,单台功率为2.2 kW。

② 进水泵房。将进厂污水提升,保证后续处理工艺正常进行。调节池内设置提升潜污泵3台,2用1备,Q=60 m<sup>3</sup>/h,H=160 kPa,N=7.5 kW。

3.1.3 混凝反应初沉池

主要去除 SS 中的可沉固体物质及漂浮物质,降低15%~30%的 BOD<sub>5</sub>,同时可均和水质,便于后续生化处理。采用一座竖流式沉淀池,表面负荷为3.21 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h),池长为11.2 m,池宽为7.1 m,池深为6.0 m,沉淀时间为1.5 h。

3.2 生化处理

生化处理主要包括上流式厌氧污泥床反应器(UASB)、A<sup>2</sup>/O 池和二沉池。

3.2.1 UASB

设2座 UASB 反应器(含配套设备),1用1备,容积负荷为10 kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),水力停留时间(HRT)为26 h。每座反应器尺寸为Ø10 m×8.4 m,有效水深为8.1 m。

3.2.2 A<sup>2</sup>/O 池

设计两组生物处理池(合建),污泥负荷为0.12 kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d),混合液污泥浓度为3.0 g/L,回流污泥浓度为8.0 g/L,厌氧区 HRT=7 h,缺氧区 HRT=7 h,好氧区 HRT=20 h,污泥回流比为60%,混合液外回流比为200%,混合液内回流比为200%,总平面尺寸为28.1 m×26.2 m,有效水深为

5.5 m。生物处理池的厌氧区内每组设1台潜水搅拌机,每台功率为0.75 kW;缺氧区内每组设1台潜水搅拌机,每台功率为0.75 kW;好氧区采用盘式橡胶膜微孔曝气器,每个直径为215 mm,共布置曝气器792个。推流式曝气池出口处设置混合液回流泵,回流至缺氧池,选用2台潜水排污泵,每台 $Q=65\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=80\text{ kPa}$ , $P=4.0\text{ kW}$ 。

### 3.2.3 二沉池

采用1座辐流式二沉池,最大表面水力负荷为 $0.7\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ , $D=14.8\text{ m}$ 。沉淀池配中心传动刮吸泥机一台,电机功率为0.75 kW。

### 3.3 深度处理

深度处理主要包括絮凝沉淀池、滤布滤池和紫外消毒。

① 絮凝沉淀池。对生化处理出水中密度较小的固体悬浮物进一步沉淀分离,提高出水水质,并进行化学除磷,确保出水达标排放。设一座絮凝斜管沉淀池,絮凝时间为20 min,斜管区上升流速为 $0.5\text{ mm/s}$ ,总平面尺寸(长×宽)为 $11.0\text{ m}\times 8.0\text{ m}$ ,高为2.97 m。

② 滤布滤池。用于去除悬浮杂质,使处理水SS达到一级A标准。设一座滤布滤池,总平面尺寸为 $2.5\text{ m}\times 2.6\text{ m}$ ,高为2.57 m。

③ 紫外线消毒渠。将处理后的尾水通过紫外线消毒,达标后排放。设一座紫外线消毒渠,总平面尺寸为 $9.13\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ ,有效水深为0.85 m。出水水位采用自动堰门控制。紫外线剂量为 $25\text{ mJ}/\text{cm}^2$ ,此外配备紫外强度连续监测系统和紫外灯管自动清洗系统。

### 3.4 污泥处理系统

污水处理厂剩余污泥在储泥池经过加药调理,送往高压隔膜压滤机压滤脱水,压滤后的泥饼(含水率 $\leq 60\%$ )运送至垃圾填埋场,与城市垃圾一并卫生填埋。污泥处理系统主要包括储泥池及污泥脱水车间。

① 储泥池。1座,HRT为4.8 h,平面尺寸为 $6.6\text{ m}\times 5.6\text{ m}$ ,高为5.5 m。

② 污泥脱水间。脱水机房、仪表间、机修间合建,总平面尺寸为 $28.0\text{ m}\times 11.7\text{ m}$ 。选用高压隔膜压滤机1台,过滤面积为 $40\text{ m}^2$ ,配用电机功率为8.8 kW。配套设备:浓缩污泥进料螺杆泵2台,1用

1备,流量为 $10\text{ m}^3/\text{h}$ ,电机功率为5.5 kW;药剂配制及投加装置2套。

### 4 运行效果及技术经济指标

该工程运行基本良好,出水各项指标均达到一级A标准。

实际运行进、出水水质见表2。

表2 实际进、出水水质

Tab.2 Actual influent and effluent quality

序号	项目	pH值	COD/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	SS/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	BOD <sub>5</sub> / ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	TN/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	TP/ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
1	进水	5.5	1 261	74	564	58.26	13.12
	出水	8.0	27	8	5	11.26	0.95
2	进水	5.7	1 348	71	496	44.73	17.49
	出水	6.2	27	9	4	11.72	0.88
3	进水	5.8	1 334	74	488	52.05	9.45
	出水	6.9	22	7	4	11.51	0.78
4	进水	5.2	1 324	68	566	44.61	9.19
	出水	7.0	21	9	5	7.85	0.98

该项目总投资约为3 697.31万元。其中工程费用为2 756.79万元、工程建设其他费用为628.91万元、预备费为270.86万元、建设期利息为27.17万元、铺底流动资金为13.58万元。生产成本为 $3.94\sim 4.66\text{ 元}/\text{m}^3$ ,平均为 $4.04\text{ 元}/\text{m}^3$ ,平均经营成本为 $1.99\text{ 元}/\text{m}^3$ 。

### 5 结论与建议

① 豆制品废水处理工程设计采用物化预处理+生化处理+深度处理工艺,经稳定运行后,出水水质达到一级A标准。

② UASB产生的大量沼气均在燃烧塔内燃烧,造成了大量浪费,建议对沼气进行回收利用。

③ 设计中未设置污泥浓缩池,仅设置了储泥池,剩余污泥停留时间较短,导致脱水机房进泥时间较长。现已提出解决对策:a.在储泥池内增设潜污泵,抽升底部污泥至调理池;b.同时再增设一格储泥池,使污泥在其内的停留时间 $>8\text{ h}$ ,起到污泥浓缩池的作用。在今后的设计中,建议在高压隔膜压滤机之前设置污泥浓缩池。

### 参考文献:

- [1] 许明,白永刚,涂勇,等.退浆印染废水处理工程设计实例[J].给水排水,2018,44(3):68-73.

(下转第112页)