

# 二级絮凝沉淀—厌氧—生物接触氧化法治理糠醛废水

庞艳<sup>1</sup>, 冀强<sup>1</sup>, 勾怀亮<sup>1</sup>, 王伟伟<sup>1</sup>, 冀贞泉<sup>1</sup>, 叶新强<sup>2</sup>, 胡雪莲<sup>2</sup>, 林峰<sup>3</sup>

(1. 济南啤酒集团白马山啤酒厂环保研究所, 山东 济南 250022; 2. 济南市环境保护监测站, 山东 济南 250022;  
3. 济南市环境监理总站, 山东 济南 250022)

[摘要] 针对糠醛生产工艺与生产废水水质特点, 采用二级化学絮凝沉淀、厌氧、生物接触氧化法治理糠醛废水, 工艺手段成熟可靠, 确保达标排放, 且运行成本低, 适宜大、中、小型糠醛生产厂家采用。

[关键词] 糠醛生产废水; 絮凝沉淀; 生物接触氧化

[中图分类号] X703.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2006)03-0083-04

## 1 污水水量与水质处理要求

### 1.1 污水处理规模

吉林某化工厂采用玉米芯为原料生产重要化工原料糠醛, 按产糠醛 6 t/d 计, 排生产污水约 96 m<sup>3</sup>/d, 加上少量生活污水, 排污水总量为 120 m<sup>3</sup>/d。因此, 确定该厂配套废水处理装置的设计处理量为 120 m<sup>3</sup>/h, 按 24 h 三班制连续运行, 平均 5 m<sup>3</sup>/h。

### 1.2 污水水质

本工程主要污水来自糠醛生产中的粗醛蒸馏釜底水, 糠醛反应釜污水, 不回收醋酸钠或回收醋酸钠时的工艺污水, 设备冲洗及地面冲洗污水, 锅炉房排水及办公区、生活区所排污水。

糠醛生产污水中主要污染物为戊糖、糠醛、醋酸、硫酸、悬浮物等, 其特点是污水呈强酸性, 有机污

染负荷(COD、BOD<sub>5</sub>)高, 呈棕色, 处理难度大。污水水质见表 1。处理后出水应符合国家污水综合排放标准 GB 8978—1996 中的二级标准, 见表 1。

表 1 污水处理站进水、出水水质的设计值

参 数	pH	COD <sub>Cr</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	BOD <sub>5</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	SS/ (mg·L <sup>-1</sup> )
原始污水	0.5~1.0	1.1×10 <sup>4</sup>	5×10 <sup>3</sup>	400
达标值	6~9	≤150	≤60	≤150

## 2 污水处理站工艺流程

糠醛生产污水酸性强, COD、BOD<sub>5</sub> 高, 有一定色度和悬浮物, 但可生化性尚好; 为此选择了石灰水中和、混凝沉淀(一级)、厌氧、生物接触氧化、混凝沉淀(二级)的处理工艺, 流程见图 1。

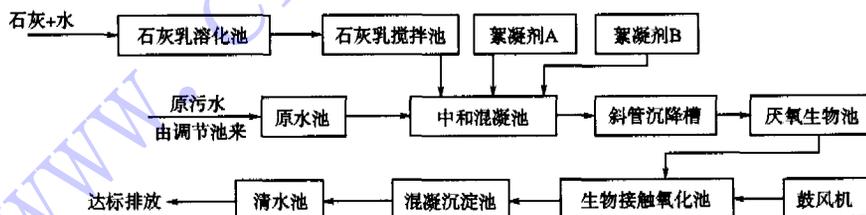


图 1 工艺流程

## 3 主要构筑物和建筑物

(1) 调节池: 钢砼、地下池, 内壁用环氧树脂玻璃钢布防腐, 设自吸式不锈钢泵 1 台, 抽污水去原水池, 有效池容 40 m<sup>3</sup>, 1 座。

(2) 石灰溶化池及石灰乳搅拌池: 钢砼, 有效容积 5 m<sup>3</sup>, 池内安装减速搅拌机 2 台, 用以搅拌池内石灰乳液(CaO 质量分数 6%)防止乳液中悬浮态的 Ca(OH)<sub>2</sub>

颗粒沉淀, 石灰乳液面不得超过联轴器下沿以下 15 cm。

本池中安装潜污水泵 1 台, 用于向中和混凝池中不断供应石灰乳液, 泵出口设供料管(有球阀 1 个)及回流管(球阀 1 个), 供料阀开启大小应以中和混凝池中的混合液 pH 达到 7.5~8.0 为准, 多余的由回流管返回搅拌池。



(3)原水池:钢砼,内设进水槽及出口槽。池内用玻璃钢布防腐。

(4)中和混凝池:钢砼,有效容积  $10\text{ m}^3$ 。池内设穿孔管多排,利用压缩空气对池内混合液进行搅拌,使石灰乳、混凝剂 A 和混凝剂 B 与原污水发生中和及化学混凝反应,并使生成的絮凝物不沉积于池底。

本池上也安装无堵塞自吸排污泵(1 备 1 用),提升池中含絮凝物的污水去斜管沉降槽。

(5)水解厌氧生物池:钢砼,半地下池,有效池容  $68\text{ m}^3$ ,池内安装弹性生物填料,以利于高浓度微生物在池内上、中、下各部位均匀分布,该池接收来自斜管沉淀池之后中间池出水。

厌氧池池深  $4.57\text{ m}$ ,有效水深  $4.07\text{ m}$ ,内装弹性生物填料( $3\text{ m}$  长),可固定大量厌氧微生物。污水由池底布水管自下向上流经弹性填料后,再进入下一步好氧生物池。

(6)生物接触氧化池:该池为半地下池,钢砼结构,与厌氧池之间相隔一中间池。该池深度  $3.87\text{ m}$ ,有效水深  $3.37\text{ m}$ ,安装有弹性生物填料( $2\text{ m}$  长),自上而下分别设置有生物填料、布气及膜片式微孔曝气盘、布水管、排泥管。空气由鼓风机经专用管路供入。污泥 COD 负荷为  $4\text{ kg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ,该水接收厌氧生物池出水,利用好氧微生物对厌氧生物处理出水进一步处理,污水自下经填料上层排出。

(7)二沉池:经好氧生物处理后出水,经出水槽流入二沉池进行沉淀,当好氧生物处理出水因为厌氧及好氧微生物的数量在培菌初期不足而未达到设计要求时,可向生物接触氧化池出水槽前、后两处投加少量 PAC 及 PAM 药液,使发生化学混凝反应生成絮凝物,经二沉池沉淀,使 COD、BOD<sub>5</sub> 及 SS 外排达标。

二沉池与生物接触氧化池合建。池内安装有斜管填料及排泥管等。

(8)中间池:接受二沉池出水,可使二沉池出水中未沉下来的少量悬浮物进一步沉降,中间池与二沉池合建。

(9)清水池:该池接收中间池出水,有一定容量,有排出口与地下排水管相连,将达标污水外排。

(10)综合操作间:鼓风机房 1 间,安装鼓风机 2 台;压滤机房 1 间,安装厢式压滤机 1 台;配药间 1 间,安装加药设备及磁力加药泵 4 台。

## 4 调试运行

### 4.1 厌氧生化池

厌氧微生物的培养与驯化:本工程以物化处理

做先导,目的在于调节原水的 pH(强酸性),适当去除部分有机污染物、硫酸根,创造适宜的生化处理环境。

#### 4.1.1 菌种类型

糠醛污水中含有少量糠醛成分,因此引进酿酒及淀粉行业的生物处理设施中的菌种污泥较适宜,如果引入化工厂的活性污泥,应选择生产同类产品的化工厂,否则不引进。

#### 4.1.2 引进污泥菌种数量

在日产  $6\text{ t}$  糠醛情况下,生产污水排放量约  $100\text{ m}^3$ ,污水加石灰中和混凝处理后,COD 从约  $1.1\times 10^4\text{ mg/L}$  降至  $8\times 10^3\text{ mg/L}$  左右,BOD<sub>5</sub> 约为  $5\times 10^3\text{ mg/L}$ ,按单位 MLVSS BOD<sub>5</sub> 负荷为  $0.05\sim 0.15\text{ kg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$  计算,BOD<sub>5</sub> 总量为  $5\times 100=500\text{ kg}$ ,则需 MLVSS  $3333\sim 10\ 000\text{ kg}$ ,若污泥含水率为  $75\%$ ,MLVSS 占 MLSS 的  $50\%$ ,则厌氧池需菌种  $27\sim 80\text{ t}$ 。如果引入的菌种并不是糠醛生产厂的活性污泥,不按上量引入,应当先引进不超过  $20\text{ t}$ ,投入厌氧池中观察效果后,再决定是否引进。由于建设的厌氧池过大,不能按池容投泥。应按每日排入的 COD、BOD 总量来计算投泥量。先将池内充水一半体积,再用立筛( $5\text{ mm}$  孔)将外运干污泥进行过筛,去除杂物(石子、砂粒、线、塑料布、铁丝等),将泥倒入临时水池,用清水溶成泥汤,用泵抽出打入厌氧池。

向池中投入营养基料,如果不投入高级营养源(如白糖、蛋白粉、牛肉浸膏、尿素、磷酸盐),可用过筛的人畜粪便代替,但一定要注意安全卫生。

投加量:绝干粪块  $5\text{ kg}/\text{m}^3$ ,尿与稀粪便  $50\text{ L}/\text{m}^3$ 。

加入池中  $1/10$  体积的经中和处理后的污水。在投入污水后,水温应保持在  $35\sim 40\text{ }^\circ\text{C}$  之间。由于污水本身入中和池时可达  $90\text{ }^\circ\text{C}$ ,在经过中和、鼓空气及沉降后,温度有所下降,因此不必调温。

在投入污水当天,从大池中取水样测 pH、COD,然后每天取水样测 COD 变化,连续测  $5\text{ d}$ ,如果每天下降  $10\%$ ,则按每天投入池容  $1/20$  的做法,陆续加入物化处理后的污水。再取水样,观察投入污水后的 COD 的每天变化情况,没有  $10\%$  的去除率切勿多加污水。

由于污泥适应糠醛污水的情况因污泥品种、品质而异,故不能准确确定培养时间,在各种条件适宜的情况下,大约三个月可完成。

其他营养盐的投入:铁按  $108\text{ g}/\text{m}^3$ (按 Fe 计)投入,可用  $\text{FeCl}_3$  盐;氮按  $400\text{ g}/\text{m}^3$ (按 N 计)投入,可



用尿素或人畜尿;磷按  $80 \text{ g/m}^3$  (按 P 计)投入,可用磷酸或磷肥。

以上这些营养盐在开始培养污泥半个月后,每 2 d 投加 1 次。按每天排入污水  $100 \text{ m}^3$  计算,不按池容计算。

当厌氧池中水位达到出水口时,上部出水先流入池后的中间池,再由中间池池壁的出水管流入好氧生化池。

#### 4.2 生物接触氧化池

好氧生物池污泥的培养和驯化:好氧生化池中活性污泥应由同行糠醛生产厂的生化处理设施中引入。如不可能得到同行厂活性污泥,可引进酿酒厂、淀粉厂或城市生活污水处理厂的好氧活性污泥。

引进污泥量:按每日进入污水  $100 \text{ m}^3$ ,其  $\text{BOD}_5$  质量浓度约  $0.5 \text{ kg/m}^3$ ,MLVSS 的  $\text{BOD}_5$  负荷为  $0.05 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$  计算,即  $100 \text{ m}^3 \times 0.5 \text{ kg/m}^3 \div 0.05 = 1000 \text{ kg MLVSS}$ ,按 MLVSS 占 MLSS 的质量分数为 50%,污泥含水率 75%计,则引入污泥量为 8 t 即可。

操作方法:在好氧池中加入 1/2 体积自来水,将用过筛网清除各种杂物后的外引活性污泥在临时池中溶化后,用泵打入好氧池(同厌氧池操作),向池中加入营养基料(如厌氧池),投加量是厌氧池的 1/3,进行通风曝气,接收厌氧池出水或投入好氧池池容的 1/20 体积经物化处理后的糠醛污水(上述污水只允许投加 3~4 次,主要来自厌氧池出水来培养)。曝气操作 24 h 不停止运行。

其他营养盐的投入:按每日  $100 \text{ m}^3$  污水,投加量是厌氧池操作投入量的 1/5。

水样观察:自进入污水后,每天取一水样测 COD,在每天降低 COD 10%的情况下,连续 3 d 不进水,然后再进污水,如果进入厌氧池出水则不限制。

#### 4.3 二级混凝处理及沉淀池

##### 4.3.1 二级混凝处理

当生物接触氧化池出水流入二沉池后,出水 COD 指标仍超过  $150 \text{ mg/L}$  时,需做二级混凝处理。

该处加药仍为 PAC 和 PAM,PAC 投加质量浓度为  $0.2 \text{ kg/m}^3$ ,PAM 投加质量浓度为  $2.5 \text{ g/m}^3$ 。

操作方法:在不断向中和混凝池投加 PAC、PAM 液时,分别打开通向好氧生化出水槽的加药阀,在槽内进水端加入 PAC,中段加入 PAM,观察水槽形成絮凝矾花情况。

在厌氧与好氧生化处理处于污泥培养阶段时,不必进行二级混凝操作,等污泥培养完成后(3 个月),生化出水超标(二级)时进行二级混凝处理。

为了观测二级混凝效果,可在生化污泥培养驯化阶段做 2~3 次二级混凝处理。是否达到二级排放标准,以沉淀池后面的清水池取样的 COD 测定值为准。

当生化处理进入正常运行阶段后(已完成污泥培养驯化工作),不加药不达标,可以连续进行二级混凝处理。具体加药量以调试中摸索出的数据为准。

##### 4.3.2 沉淀池

沉淀池的进水来自生物接触氧化池出水,该进水可能加入混凝剂或未加入(见 4.3.1 一节),设置沉淀池的目的是沉淀好氧生化出水中的悬浮物(好氧生化处理池中排出的活性污泥颗粒或化学絮凝沉淀颗粒)。

沉淀池内安装有斜管蜂窝填料,入水自下而上经蜂窝孔从填料上溢出。

当沉淀层逐步积累,上升至离液面 60 cm 时,打开排泥阀及抽泥泵向污泥浓缩罐排泥,一次排不净,可分多次排。

#### 5 处理效果

各工序处理效果见表 2。

#### 6 主要技术经济指标

总投资 90 万元,电费  $1.0856 \text{ 元/m}^3$ ,药剂费  $2.51 \text{ 元/m}^3$ ,人工费  $1 \text{ 元/m}^3$ 。

效益分析:每年减少 COD 排放量 47.586 t,  $\text{BOD}_5$  23.9 t,从而避免了对当地生态环境与地面水的污染,提高了环境质量。

表 2 各工序处理效果

工 序	COD/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		COD 去除率/%	BOD <sub>5</sub> /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		BOD <sub>5</sub> 去除率/%	SS/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )		SS 去除率/%	pH	
	进水	出水		进水	出水		进水	出水		进水	出水
中和混凝池	11 000	7 700	30	5 000	2 350	35	400	120	80	2~3	6.5~7.2
厌氧池	7 700	770	90	2 350	235	95	120	48	60	6.5~7.2	
好氧曝气池	770	116	85	235	35.2	85	48	24	50	7.5	6~9
混凝沉淀池	116	81.2	30	35.2	14.8	30	24	16.8	30	6~9	6~9