

# IC 工艺和接触氧化工艺在巧克力废水处理中的应用实例

白新安<sup>1</sup>, 邢思永<sup>2</sup>, 肖国芽<sup>3</sup>

(1. 深圳市威创环保实业有限公司, 广东 深圳 518049; 2. 中冶长天国际工程有限责任公司深圳分公司, 广东 深圳 518057; 3. 山东省化工研究院设计所, 山东 济南 250014)

**摘要:**针对某食品公司巧克力生产的特点,采用高效厌氧反应器——内循环厌氧反应器(Internal Circulation,简称 IC 工艺)+接触氧化工艺进行治理,处理后出水水质稳定,达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)二时段一级标准。

**关键词:**内循环厌氧反应器(IC);接触氧化;废水处理

中图分类号:X703.1

文献标识码:B

文章编号:1008-021X(2006)05-0033-04

## Application Examples of IC Processes and Contacts Oxidation Processes in the Chocolate Waste water Treatment

BAI Xin-an<sup>1</sup>, XING Si-yong<sup>2</sup>, XIAO Guo-ya<sup>3</sup>

(1. Environmental Industries Ltd. of Weichuang Shenzhen, Shenzhen 518049, China; 2. Zhongye Changtian International Engineering Co., Ltd. SZ Branch, Shenzhen 518057, China; 3. Design Institute of Shandong Chemical Industry Research Institute Jinan 250014, China)

**Abstract:** In view of a food company chocolate production characteristics, the use of highly efficient anaerobic reactor - cycle anaerobic reactor (Internal Circulation, called IC processes) + contacts oxidation processes governance, processed water quality standards for local stability to Guangdong Province "water pollutant discharge limits" (DB44/26-2001) 2 hours level standards.

**Key words:** anaerobic reactor cycle (IC); contact oxidation; wastewater treatment

巧克力的生产,在熔糖、拌糖、注模压块、包装的过程中,产生冲洗熔糖锅、模具、生产设备和地面的冲洗废水,废水中的脂肪类、SS、COD、BOD 等指标超出排放标准,属高浓度有机废水,废水的生化性较好。综合比较其他食品生产的有机废水,本着投资省、运行费用低、操作管理方便以及运行稳定的原则,结合多年的废水处理成功经验,我们采用高效厌氧反应器——内循环厌氧反应器(IC 工艺)+接触氧化工艺进行治理。该工艺运行一年多来,管理方便,运行正常,出水稳定达标,为企业赢得了很好的经济效益、社会效益和环境效益。

### 1 废水的水量和水质要求

该公司废水主要为冲洗熔糖锅、模具、生产设备和地面的冲洗废水,巧克力废水排放量为 80m<sup>3</sup>/d, JELLY 糖车间废水排放量为 70m<sup>3</sup>/d,合计污水排

放量达到 150 m<sup>3</sup>/d,处理时间为 24h,水质情况见表 1。经处理后出水稳定达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)二时段一级标准(表 2),并可以回用于环境绿化。

表 1 原水水质情况汇总表 mg/L

项目	pH	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	油类
巧克力车间	5.5	5300	2600	1100	1780.0
JELLY 糖车间	1~3	25000	14000	3500	50

表 2 出水水质要求 mg/L

pH	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	油类
6~9	90	20	60	10.0

### 2 处理工艺及流程说明

#### 2.1 处理工艺

处理工艺流程图如图 1 所示。

收稿日期:2006-04-13

作者简介:白新安(1974-),男,河北赵县人,大学本科,毕业于南昌航空工业学院,环境工程系,主要研究方向:废水处理和噪声治理。

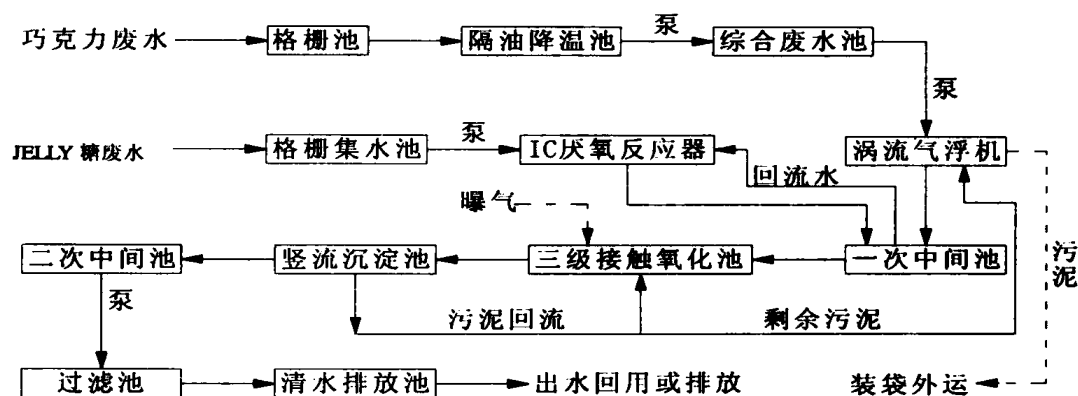


图1 工艺流程图

## 2.2 流程说明

**巧克力格栅池:**巧克力废水出水处设置格栅拦截较大的悬浮物。

**隔油降温池:**对巧克力出水除具有隔油沉渣功能外,还有对排放的水进行降温散热功能。

**综合调节池:**对进水水质进行调节,起均质均量作用。

**JELLY 格栅集水池:**废水出水处设置格栅拦截较大的明胶和其他悬浮物。

**IC 厌氧反应器。**内循环厌氧反应器(简称 IC)是在 UASB 反应器基础上开发出的第三代超高效厌氧反应器,其特征是在反应器中装有两级三相分离器,对气、液、固体三相进行分离,反应器下半部分可在极高的负荷条件下运行。本单元采用半地上式钢混结构,整个反应器利用新车间排水的水温(35-50)高的特点,反应器处于高温运行状态,整个反应器的有机负荷和水力负荷也较高,并可实现液体内部的无动力循环,从而克服了 UASB 反应器在较高的上升流速下颗粒污泥易流失的不足<sup>[1-3]</sup>。产生的沼气由于气量少,可利用性低,沼气由三相分离器收集气室收集后高空排放。另外,在池顶部安装脉冲器一台,用于对 IC 厌氧反应器池底的污泥进行强烈冲击,从而起到搅拌 IC 池底部污泥的作用,加快反应速度。

高浓度废水进入 IC 反应器,通过厌氧分解后,COD 的去除率达 86% 以上,并产生沼气。IC 反应器尺寸为 5.5m × 5.5m,高 8.0m,有效容积为 180m<sup>3</sup>,水力停留时间为 54h。污泥床活性污泥浓度 MLSS = 50 ~ 60kgVSS/m<sup>3</sup>,污泥床高度 6 ~ 7.2m,容积负荷可达 15 ~ 20kgCOD/(m<sup>3</sup>·d),厌氧消化温度 35 ~ 38,回流比 80%,pH 为 7 ~ 8.5。每去除

1kgCOD,沼气产率达到 0.45m<sup>3</sup>。

**涡流气浮:**综合调节池出水泵入气浮机,废水、混凝剂在水力作用下充分混合进入反应区,混凝剂的絮凝作用使废水中的悬浮物和乳化状态的脂肪、动植物油等以絮体形式析出来。在涡流气浮机的分离段,已经良好絮凝反应的溶气水充分混合,溶气水中析出的微气泡粘附在絮体上,使絮体上浮,与废水分离开来。气浮上来的浮渣用刮渣机刮至浮渣储池,气浮机的浮渣含水率低于 95%,可以直接装袋处理。气浮机出来的清水流入厌氧酸化池。

**一次中间水池:**一次中间水池为过渡性设施,为后续好氧处理提供稳定水源。

**三级接触氧化池:**本单元是由三级接触氧化池串联而成,对填料和菌种进行强化改善。本处理单元选用新型 LWT 型的立体网状堆装填料,此填料为多重交叉螺旋结构,废水在填料中以三维流态流运,有利于污染物、溶解氧及各种必需营养物很快的经液相扩散到生物表面,进而到生物膜内部,因此 LWT-S 系列填料是最适宜微生物附着、生长繁衍的温床,接触氧化池挂膜面积大、不易堵塞、也不会产生污泥膨胀等问题,而且填料使用时间长,不必更换。本单元采用罗茨风机曝气,采用穿孔管进行布气。这样也避免了使用曝气头等产生损坏和曝气孔堵塞,更有利于维护保养。LWT 型立体网状堆装填料由于它的立体结构,气泡在上升过程,还具有对气泡切割的作用,进而提高了氧气的利用率。

实际应用监测数据表明,本单元在进水 COD 为 2800 ~ 3000mg/L 的情况下,经竖流沉淀后,出水 COD 低于 90mg/L。去除率高,处理效果明显。

**竖流沉淀池:**对接触氧化池出水进行泥水分离阶段,沉淀的污泥经污泥气提装置提升回接触氧化

池,多余污泥回流入气浮系统除去。上清液自流入二次中间水池。

二次中间水池:二次中间水池为过渡性设施,为后续过滤处理提供稳定水源。

过滤池:竖流沉淀池出水还有少量悬浮污泥,为使出水达到回用程度,节约用水,设置过滤器进一步去除水中悬浮物,使出水的悬浮物低于 2 mg/L。

清水排放池:出水回用或排放。

### 2.3 工艺特点

(1) 系统的运行由设于控制室内的主控计算机,采用 PLC 可编程控制器集中控制,管理方便。

(2) 处理成本低,比传统操作工艺的成本低 50%,并可与传统工艺相互转换,有较强灵活性。

(3) 高层布置多为自流式,减少动力消耗。

(4) 采用新型 LWT 填料,不易堵塞,无需更换,效果好。

### 2.4 主要构筑物及工艺参数

主要构筑物及工艺参数参数见表 3

表 3 主要构筑物及工艺参数

构筑物	规格型号	数量	设计运行参数
巧克力隔油降温池	5.0m ×2.0m ×2.5m	1 座	HRT = 6h
提升泵	40HYF - 13T	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{h}$ , $H = 20\text{m}$ , $N = 2.2\text{kW}$
机械格栅	REG700	1 台	$Q = 60\text{m}^3/\text{h}$ , 栅距 $D = 3\text{mm}$ , $N = 1.1\text{kW}$
JELLY 格栅集水池	7.0m ×2.0m ×2.5m	1 座	HRT = 9.5h
提升泵	40HYF - 13T	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{h}$ , $H = 20\text{m}$ , $N = 2.2\text{kW}$
机械格栅	REG700	1 台	$Q = 60\text{m}^3/\text{h}$ , 栅距 $D = 3\text{mm}$ , $N = 1.1\text{kW}$
加药泵	P1 - 02	1 台	$Q = 102\text{L}/\text{h}$ , $N = 0.2\text{kW}$
搅拌机	BL Y12 - 23 - 2.2	1 台	转速 = 120r/min, $N = 2.2\text{kW}$
IC 厌氧反应器	5.0m ×5.0m ×8.0m	1 座	HRT = 54h, 容积负荷 $20\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ , 污泥浓度 MLSS = 50 ~ 60kgVSS/ $\text{m}^3$ , 厌氧消化温度 35 ~ 37
综合调节池	12m ×3.5m ×3.5m	1 座	HRT = 17.6h
提升泵	40HYF - 13T	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{h}$ , $H = 20\text{m}$ , $N = 2.2\text{kW}$
气浮机	SDF800	1 台	$Q = 8\text{m}^3/\text{h}$ , 5.5kW
一次中间水池	4.0m ×3.5m ×4.0m	1 座	HRT = 6.2h
提升泵	40HYF - 13T	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{h}$ , $H = 20\text{m}$ , $N = 2.2\text{kW}$
三级接触氧化池	4.5m ×3.5m ×4.0m	3 座	曝气量 = $10\text{m}^3/\text{min}$ , HRT = 27.2h, 污泥负荷 $2.5\text{kg COD}_{\text{Cr}}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
罗茨鼓风机	GRB - 100	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{min}$ , 水压 $H = 4\text{m}$ , $N = 11\text{kW}$
竖流沉淀池	3.5m ×3.5m ×4.0m	1 座	表面负荷 $0.62\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
二次中间水池	1.0m ×3.5m ×4.0m	1 座	—
提升泵	40HYF - 13T	2 台	$Q = 10\text{m}^3/\text{h}$ , $H = 20\text{m}$ , $N = 2.2\text{kW}$
过滤池	2.0m ×2.0m ×4.0m	1 座	过滤流速 $0.73\text{m}/\text{h}$
清水排放池	3.0m ×3.5m ×4.0m	1 座	—
风机房	3.0m ×2.5m ×2.2m	1 座	—

## 3 运行及处理效果

### 3.1 调试运行

(1) IC 的启动:接种污泥取自城市污水厂的消化污泥进行驯化。经筛网过滤后污泥投加 IC 反应器,注入 JELLY 糖废水浸泡。在 48h 后开始阶段采用间歇进水,同时由于甲烷菌活性在酸性条件下会受到抑制,IC 反应器内的最佳 pH 值为 6.8 ~ 7.2,在启动开始时应投入石灰和氢氧化钠调节 pH 值在 6.5 ~ 7.5 范围内,后逐步用出水回流调节 pH 值,

控制出水回流比为 1:0.5。待出水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  去除率达到 80% 时,再增加进水量和进水频率。每次当出水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  去除率 10d 内稳定在 80% 左右时,方可进入下一阶段提高负荷。运行 6 个月后,反应器内污泥浓度逐渐增大,产气量稳定,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  去除率稳定在 90% 左右。

(2) 三级接触氧化池的启动:接种污泥取自城市污水厂的消化污泥进行驯化。经筛网过滤后污泥投加入三级接触氧化池,注入巧克力糖废水并连续

闷曝 48h。随后全部开启整个系统进行试运行调试,开始阶段进水量为总进水量的 1/10 即  $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ,连续处理 10d 后,增加进水量为总进水量的 1/5,即  $1.0\text{m}^3/\text{h}$ ,以后按每 10d 增加进水量  $2\text{m}^3/\text{h}$ ,1 个月 后达满负荷运行,经过 2 个多月后微生物增殖,出水水质经检验,完全符合排放标准。

### 3.2 处理效果

表 4 IC 反应器部分

指标	原水/( $\text{mg L}^{-1}$ )	经格栅后出水/( $\text{mg L}^{-1}$ )	去除率/%	IC 反应器出水/( $\text{mg L}^{-1}$ )	去除率/%	
COD	JELLY 车间	25000	24500	2	2254	90.8
	巧克力车间	5300	5040	10	—	—
BOD	JELLY 车间	14000	13720	2	1193	91.3
	巧克力车间	2600	2340	10	—	—
动植物油	JELLY 车间	50	50	—	10	80
	巧克力车间	1780	534	70	—	—

表 5 综合处理部分

指标	调节池	涡流气浮机	三级接触氧化	竖流沉淀池	过滤器出水	清水池出水	总去除率
COD/( $\text{mg L}^{-1}$ )	4578	3146	100	68	43	43	
COD 去除效率/%	—	31	96	32	36.7	—	99.06
BOD/( $\text{mg L}^{-1}$ )	3043	1925	21	18	13	13	
BOD 去除效率/%	—	36.7	98.9	10	27.8	—	99.60
动植物油/( $\text{mg L}^{-1}$ )	254	5	3	3	2	2	
油去除效率/%	—	92	—	—	—	—	99.60
SS/( $\text{mg L}^{-1}$ )	600	480	—	25	2	2	
SS 去除效率/%	20	95	—	98	—	—	98.40

### 3.3 主要技术经济参数

主要技术经济参数见表 6。

表 6 主要技术经济指标

指标	数值	备注
工程总投资/万元	181.6	
占地面积/ $\text{m}^2$	200	
装机容量/kW	46.9	运行容量为 23kW
劳动定员/人	2	每人工资 650 元/月
运行费用/(元· $\text{m}^{-3}$ )	4.16	

## 4 结论

(1) 由 JELLY 糖出水,由于水中含柠檬酸,水质为酸性,因此 IC 池的进水必须投加碱 NaOH 和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  以补充碱度,控制 IC 池 pH 值在 6.8~7.5 之间,防止 IC 池停留在产酸阶段,抑制产甲烷菌的

设计采用 IC 工艺+接触氧化工艺,适当控制系统运行的条件,强化 IC 反应器的厌氧功能,以便于碳源的去除。本工艺工艺流程比较完善,处理水质稳定,由当地环境监测部门连续采样 4d,每次在处理设施处采样 5 次,监测数据取平均值,出水水质及处理效果如表 4、表 5 所示。

生长。

(2) 由于 IC 池的停留时间较长,因此可将好氧污泥排入其中进行厌氧消化,可节省污泥处理的费用。

(3) 本工程实施后,从根本上消除了对周围水环境的污染,为企业赢得了很好的经济效益、社会效益和环境效益。

## 参考文献

- [1] 武江津,王凯军,丁庭华. 三废处理工程技术手册(废水卷)[M]. 北京:化学工业出版社.
- [2] 魏先勋,陈信常,马菊元,等. 环境工程设计手册(修订版)[M]. 长沙:湖南科学技术出版社.
- [3] 张自杰,张忠祥,龙腾锐,等. 废水处理理论与设计[M]. 北京:中国建筑出版社.