



# 气浮-水解-SBR 工艺处理化妆品厂废水

杨敏珊<sup>1</sup>, 胡勇有<sup>1</sup>, 陈秋燕<sup>2</sup>

(1.华南理工大学 环境科学与工程学院, 广州 510640; 2.佛山科学技术学院, 广东 佛山 528000)

**摘要:** 采用气浮-水解-SBR 工艺处理广州某化妆品厂生产废水和生活污水。运行结果表明: 当生产废水水质 pH 值为 6~9, COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, LAS 的质量浓度分别为 4 830~9 245, 2 230~4 860, 82~335, 17~25 mg/L 时, 经处理后出水水质达到广州市污水排放标准的一级标准: pH 值为 6~9, COD<sub>Cr</sub>, BOD<sub>5</sub>, SS, LAS 的质量浓度分别不大于 80, 30, 65, 4 mg/L。对该工程的设计、启动和运行作了简介。

**关键词:** 化妆品厂废水; 气浮; 水解; SBR

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-2455(2005)02-0078-03

从事护肤类(如膏霜)、彩妆类(如唇膏、眼影、粉饼)及洗涤剂类(如洗发水)等生产的化妆品企业, 由于其生产废水的水量较小, 水量和水质波动较大, 不宜采用连续式生物处理工艺, 而应该选择高效、经济、操作简便的废水处理工艺。本文重点介绍应用气浮-水解-SBR 组合工艺处理广州某化妆品厂废水的工程实例, 为以护肤、彩妆、洗涤剂类生产为主的化妆品企业的废水处理提供一条新途径。

## 1 废水水量、水质和处理要求

### 1.1 废水水量

广州某化妆品厂废水包括生产废水和员工生活污水。其中, 生产废水主要来自生产线在更换产品品种时的设备及反应釜清洗水, 平均水量为 70 m<sup>3</sup>/d, 生活污水来自员工食堂和日常生活用水, 水量为 100 m<sup>3</sup>/d。经气浮、水解反应预处理后的生产废水与生活污水混合进入 SBR 生化处理系统。

### 1.2 废水水质及排放标准

根据实测, 该厂的生产废水和生活污水的水质情况列于表 1。该厂执行《广州市污水排放标准》(DB 4437-90)新扩改一级标准, 主要考核指标也列于表 1。

## 2 处理工艺流程

### 2.1 确定处理工艺的依据

① 该厂废水量较小, 排放量不稳定, 因此设计中采用容积较大的调节池, 对水质水量进行有

表 1 废水水质及排放标准

项目	生产废水	生活污水	排放标准
pH值	6~9	6~9	6~9
$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	4 830~9 245	175~235	80
$\rho(\text{BOD}_5)/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2 230~4 860	95~145	30
$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	82~335	85~122	70
$\rho(\text{LAS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	17~25	未检出	5

效调节。

② 彩妆类生产需在产品中掺和粉质颜料(如滑石粉、云母粉等), 因此该厂废水中含有大量颗粒细小的无机悬浮物。采用气浮工艺, 在混凝剂和助凝剂的作用下, 可使这些颗粒细小的悬浮物形成较大的颗粒絮凝体, 再经气浮去除。

③ 厌氧的水解反应阶段, 可使废水中难降解的大分子有机物转变为易降解的小分子有机物, 提高废水的可生化性, 同时, 水解工艺可除去大部分 LAS, 避免废水产生泡沫<sup>[1]</sup>, 所以在 SBR 处理单元前设置厌氧水解预处理工艺是必要的。

④ SBR 工艺是一种间歇运行的废水生物处理工艺, 该工艺具有抗冲击负荷能力强、操作运行灵活等特点, 对间歇排放、水量及水质波动较大的生产废水来说, 有很好的缓冲作用。

### 2.2 处理工艺流程

生产废水首先进入气浮机, 经絮凝气浮, 除去大部分悬浮物和不可降解物质。出水进入中间水

池, 然后由提升泵打入水解反应池底部。废水在水解反应池内上升的过程中, 与填料上的生物膜充分接触, 在生物膜上微生物的作用下, 发生水解反应, 污水中的有机物得到降解。水解反应池出水在调节池与生活污水汇合, 由水泵定时注入 SBR 池进行好氧生物降解。水解反应池和 SBR 池产生的剩余污泥排入污泥厌氧消化池。剩余污泥在池中进行浓缩和自然消化分解, 以减少污泥的体积和提高污泥的稳定性。污泥池中的上清液回流至调节池, 污泥池中的污泥和气浮机的浮渣定期用吸粪车抽吸外排, 处理工艺流程见图 1。

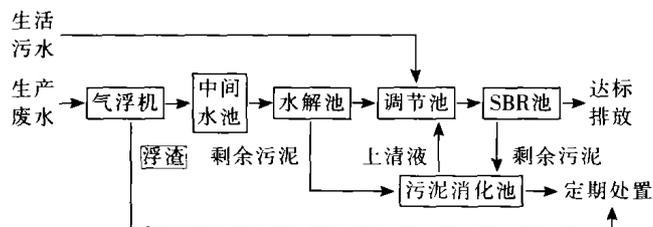


图 1 处理工艺流程

### 3 主要构筑物及设备

#### 3.1 气浮机

气浮机处理能力为  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , 溶气罐压力  $0.3 \text{ MPa}$ , 气水停留时间  $3 \sim 5 \text{ min}$ , 反应时间  $30 \text{ min}$ , 停留时间  $20 \text{ min}$ 。有效水深  $2 \text{ m}$ , 表面负荷为  $5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ , 浮渣定期用吸粪车抽吸外排。

#### 3.2 中间水池和调节池

中间水池有效容积为  $5 \text{ m}^3$ , 用于收集气浮机出水, 池内设 2 台流量为  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  的潜水泵, 1 用 1 备。调节池有效容积为  $100 \text{ m}^3$ , 内设 2 台流量为  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  的潜水泵, 1 用 1 备。

#### 3.3 水解反应池

该池采用升流式接触工艺, 有效容积为  $130 \text{ m}^3$ , 水力停留时间为  $15 \text{ h}$ , 池内安装  $95 \text{ m}^3$  的半软性填料, 设计负荷(以  $\text{BOD}_5$  计)为  $0.8 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

#### 3.4 SBR 池

SBR 池共设 3 个, 有效容积分别为  $25, 28, 33 \text{ m}^3$ , 每天各运行 2 个周期。SBR 池的主要设计工艺参数为: 污泥容积负荷(以  $\text{BOD}_5$  计)为  $0.6 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ,  $\rho(\text{MLSS})$  为  $3000 \text{ mg}/\text{L}$ ,  $\text{SVI}$  为  $90 \sim 100 \text{ mL}/\text{g}$ 。工作周期为  $12 \text{ h}$ , 运行程序为: 进水  $1 \text{ h}$ , 曝气  $7 \text{ h}$ , 沉淀  $1 \text{ h}$ , 排水  $1 \text{ h}$ , 闲置  $2 \text{ h}$ 。

#### 3.5 风机房

风机房设 D22X21-5/5000 罗茨鼓风机 2 台(1

用 1 备), 功率  $P = 7.5 \text{ kW}$ , 门、窗均采用隔声门窗, 进出风口装消声器。

#### 3.6 污泥消化池

污泥消化池有效容积为  $10 \text{ m}^3$ , 清泥周期为 3 个月, 污泥定期用吸粪车抽吸外排。

### 4 启动和运行结果

#### 4.1 生化系统的启动

生化系统的启动采用污泥接种法, 取用广州市大坦沙污水处理厂回流污泥, 分别投加到水解反应池和 SBR 池, 接种量为  $2 \text{ m}^3$ 。

水解反应池注满生活污水, 按回流比  $100\%$  连续回流。1 周后, 开始注入占有有效容积  $10\%$  的生产废水。以后每隔  $3 \text{ d}$  增加占有有效容积  $10\%$  的生产废水量, 直至设计水量。35 d 后, 可观察到水解反应池内的半软性填料表面有一层薄薄的生物膜。再经过  $80 \text{ d}$  后, 半软性填料挂膜约  $2 \text{ mm}$  厚, 出水水质达到设计要求。

在 SBR 池注入占有有效容积约  $30\%$  的生活污水, 然后投加适量淀粉、氮肥, 闷曝  $1 \text{ d}$ , 接着每天增加少量混合污水,  $7 \text{ d}$  后 SBR 池开始按设计水量和设计周期运行。20 d 后 SBR 池泥水分层效果好, 出水清澈。

气浮机、水解反应池和 SBR 池运行稳定后, 按照设计的工艺流程联动运行。20 d 后, 系统出水水质稳定达标。

#### 4.2 系统运行结果

##### 4.2.1 进水水质稳定时的运行结果

本工程建成并经环保部门验收后, 正式投入运行已超过两年时间。每周对进、出水各项指标的检测数据列于表 2 和表 3。

运行结果表明, 各工段的实际进出水水质符合设计参数, 达到设计要求。

水质为  $\text{pH} = 6 \sim 9$ ,  $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}}) = 4830 \sim 9245$

表 2 进水水质稳定时的系统处理效果

项目	生产 废水	生活 污水	SBR 出水	系统总去 除率/%
pH 值	7	7	7	
$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	6 629	220	67	97
$\rho(\text{BOD}_5)/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	2 519	125	28	97
$\rho(\text{SS})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	315	105	63	67
$\rho(\text{LAS})/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	22	未检出	2	91



表 3 沿程污染物去除率

项目	气浮机			水解反应池		
	进水	出水	去除率/%	进水	出水	去除率/%
$\rho(\text{COD}_G)/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	6 629	5 436	18	5 436	1 957	64
$\rho(\text{BOD}_5)/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2 519	2 267	10	2 267	1 246	45
$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	315	69	78	69	63	9
$\rho(\text{LAS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	22	22	0	22	6	73

项目	调节池			SBR出水		
	生产废水	生活污水	混合废水	进水	出水	去除率/%
$\rho(\text{COD}_G)/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	1 957	220	935	935	67	93
$\rho(\text{BOD}_5)/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	1 246	125	587	587	28	95
$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	63	105	88	88	63	28
$\rho(\text{LAS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	6	未检出	3	3	2	33

mg/L,  $\rho(\text{BOD}_5)=2\ 230\sim 4\ 860\text{ mg/L}$ ,  $\rho(\text{SS})=82\sim 335\text{ mg/L}$ ,  $\rho(\text{LAS})=17\sim 25\text{ mg/L}$  的生产废水,经气浮和厌氧水解工艺预处理后,与生活污水混合进入 SBR 池处理,出水水质稳定达标。系统  $\text{COD}_G$ ,  $\text{BOD}_5$ , SS 和 LAS 的总去除率分别为 97%, 97%, 67% 和 91%。

从表 3 数据可知,气浮机固液分离充分,可去除大部分悬浮物。废水经厌氧水解反应,  $m(\text{BOD}_5)/m(\text{COD}_G)$  比值可从 0.41 以下提高到 0.65 以上。比值的提高,是由于兼性及专性厌氧菌的作用,把难降解的大分子有机物转变为易降解的小分子有机物,说明废水可生化性有明显提高,为后续的 SBR 工艺创造条件。

水解阶段 LAS 去除率为 73%,基本解决了含 LAS 废水在好氧曝气时产生泡沫的问题。水解后出水再经过 SBR 处理,可使  $\text{COD}_G$  和 LAS 得到进一步去除,总去除率达到 97% 和 91%。

#### 4.2.2 进水水质突变时的运行结果

在生产废水水质波动较大的时期,连续 12 d 取样测定生产废水和 SBR 池进、出水的  $\text{COD}_G$  值。

生产废水水质产生波动时( $\rho(\text{COD}_G)=4\ 830\sim 9\ 245\text{ mg/L}$ ),SBR 池进水随之产生波动( $\rho(\text{COD}_G)=712\sim 1\ 310\text{ mg/L}$ ),但系统出水  $\text{COD}_G$  的质量浓度比较稳定( $\rho(\text{COD}_G)\leq 80\text{ mg/L}$ ),SBR 的抗冲击负荷能力在其中起了重要作用。SBR 具有抗冲击负荷能力,是因为 SBR 池的曝气时间可根据实际情况进行适当调整。当废水的质量浓度较低时,可适当缩短 SBR 曝气时间,节约能耗;当废水的质量浓度较高时,可适当延长曝气时间,以取得较佳的

出水水质。

#### 5 主要技术经济指标

本工程处理设计能力为  $170\text{ m}^3/\text{d}$ (其中生产废水  $70\text{ m}^3/\text{d}$ ,生活污水  $100\text{ m}^3/\text{d}$ ),占地面积为  $220\text{ m}^2$ ,工程总投资 45 万元,总装机功率为 20.9 kW,常开功率为 10.45 kW,耗电量为  $1.18\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 。运行费用主要为电费和药剂费用,电费为 0.60 元/ $\text{m}^3$ ,药剂费用为 0.08 元/ $\text{m}^3$ ,所以单位直接运行成本为 0.68 元/ $\text{m}^3$ 。

#### 6 结论

① 采用气浮-水解-SBR 工艺处理化妆品厂废水是可行的,系统出水稳定达标,  $\text{COD}_G$ ,  $\text{BOD}_5$ , SS 和 LAS 的总去除率分别为 97%, 97%, 67% 和 91%,吨水处理费用为 0.68 元。

② 经水解处理后,废水的  $m(\text{BOD}_5)/m(\text{COD}_G)$  比值从小于 0.41 提高到大于 0.65,明显改善了废水的可生化性。水解阶段 LAS 去除率为 73%,解决了含 LAS 废水在好氧曝气时产生泡沫的问题。

③ SBR 工艺抗冲击负荷能力强,适合化妆品厂废水水质变化大的情况。当 SBR 进水  $\text{COD}_G$  的质量浓度为  $712\sim 1\ 310\text{ mg/L}$  时,系统出水  $\text{COD}_G$  稳定达标( $\rho(\text{COD}_G)\leq 80\text{ mg/L}$ )。

#### 参考文献:

[1] 张天胜,厉明蓉.日用化工废水处理技术及工程实例[M].北京:化学工业出版社,2002.

作者简介:杨敏珊(1974-),女,广东普宁人,工程师,工程硕士生,主要从事水污染控制技术的研究,(电子信箱)yminshan@21cn.com.