



工程实例

柠檬酸综合废水的处理工艺

马三剑¹, 王江权¹, 刘 锋¹, 蒋京东¹, 金 海², 林云明³

(1. 苏州科技学院 环保系, 江苏 苏州 215011; 2. 上虞市环保局, 浙江 上虞 312300;

3. 杭州天宇环保公司, 浙江 杭州 310012)

摘 要: 柠檬酸综合废水经预处理—UASB—曝气沉淀池—氧化沟工艺处理后, 排放水可达到国家第二类污染物一级排放标准, 厌氧所产生沼气的回收价值可与整个系统的运行费用持平。

关键词: 柠檬酸废水; 厌氧; 氧化沟; 沼气

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2002)09-0069-02

1 废水水质与水量

某柠檬酸厂生产过程中排放多股废水(浓糖水、洗糖水、洗滤布水等), 主要含有大量的可溶性有机物(糖类、脂肪酸、蛋白质、淀粉等), 其可生化性很好, 不含有毒有害物质, 呈现黄色。该厂柠檬酸产量为 6×10^4 t/a, 其废水水质、水量见表 1。

表 1 柠檬酸综合废水水质、水量

水量 (m^3/d)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	pH	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	SS (mg/L)	色度 (倍)
7 000	10 000	6 000	3~5	60~70	1 000	250

2 工艺流程

柠檬酸废水采用以预处理、厌氧 UASB 为主体, 三级好氧为后处理的工艺流程(见图 1)。

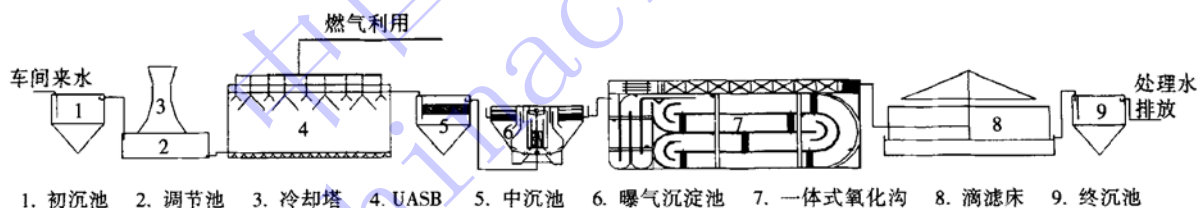


图 1 废水处理工艺流程图

2.1 预处理

废水首先通过预处理除去固体物质、降低水温、均化水质。预处理构筑物包括初沉池、调节池、冷却塔, 经预处理后废水水温降至 37°C 左右, 达到中温厌氧发酵所需的要求, 同时它还能保证处理系统运行的稳定性。

2.2 UASB 反应器

建有 2 座 UASB 反应器, 总体尺寸为 $40\text{ m} \times 24\text{ m} \times 12.8\text{ m}$, 有效区高度为 9.8 m 。每座反应器的总体积为 $6\,144\text{ m}^3$ (为目前我国最大的单体单室反应器), 有效体积率也高达 76%。实际运行的水力停留时间为 32 h, 容积负荷为 $8\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,

COD 去除率为 92%~93%, 这在我国大型的 UASB 反应器中也是较高的^[1-2]。

2.3 中沉池

由于厌氧出水中带有一定的污泥, 而好氧进水要求污泥含量较低, 因此在 UASB 反应器后建一座中沉池用来去除大部分的厌氧污泥。

2.4 曝气沉淀池

柠檬酸废水中含有大量的 Ca^{2+} (厌氧出水 Ca^{2+} 高达 $700\sim 900\text{ mg/L}$), 如不去除会对好氧设备及构筑物产生较大影响, 曝气沉淀池就是针对去除 Ca^{2+} 而设计的。在池中 Ca^{2+} 因适量曝气形成钙盐沉淀或被污泥吸附最终通过排放污泥将其去除。设有两



座曝气沉淀池,总尺寸为 $18\text{ m} \times 9\text{ m} \times 8\text{ m}$,其对 Ca^{2+} 的去除率达到 30% 以上,同时对 COD 的去除率为 40%~50%。

2.5 一体式氧化沟

一体式氧化沟由厌氧段、兼氧段、好氧段、沉淀区、污泥回流区组成,在沟内完成废水中剩余有机污染物的水解、氧化及污泥回流过程,降低水中的污染物含量。氧化沟尺寸为 $65\text{ m} \times 30\text{ m} \times 8\text{ m}$,其出水 COD 在 100 mg/L 左右, COD 去除率达 60% 以上。

2.6 滴滤床

氧化沟的出水只能接近排放要求,因此须再加一级滴滤床进行深度生物处理以确保废水的达标排放。设计两座直径为 16 m 的滴滤床,经终沉池沉淀后的出水 COD 为 $80\sim 90\text{ mg/L}$ 。

3 运行情况

整个废水处理系统自 1999 年 12 月投入运行以来,处理效果一直很稳定,运行情况见表 2、图 2。

表 2 废水处理系统运行情况

处理单元	原水	初沉池	UASB 反应器	曝气沉淀池	一体化氧化沟	滴滤床
$\text{COD}(\text{mg/L})$	9 000	10 000	700	400	120	90
pH	4.5	4.5	7.1	7.8	8.0	8.0
$\text{SS}(\text{mg/L})$	400	1 000	200	100	50	40
色度(倍)	180	200	20	50	30	25
温度($^{\circ}\text{C}$)	65	70	34	30	30	25

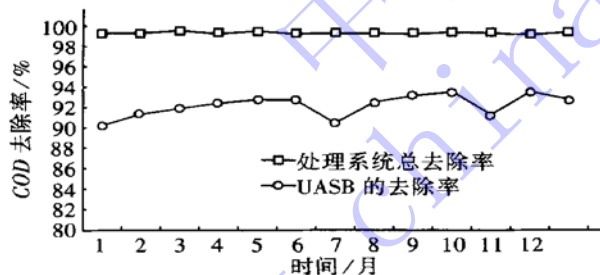


图 2 系统及 UASB 的 COD 去除率

几个月的运行表明,整个废水处理系统对 COD 的去除率较高(99% 以上),同时具有较高的耐

冲击能力。

4 污泥处置

初沉池污泥主要由柠檬酸钙、玉米渣、菌丝体等组成,厌氧污泥的产量很低($0.05\sim 0.1\text{ kgSS/kg-COD}$),所产的污泥大部分留在反应器内,少部分在中沉池沉淀,极少部分进入好氧系统中。污泥经浓缩后用板框压滤机脱水,干污泥可利用。厌氧污泥为均匀颗粒(粒径为 $1\sim 3\text{ mm}$),脱水非常容易且不需添加絮凝剂。曝气沉淀池的污泥含有大量的钙盐且污泥量较大,氧化沟的污泥量较少,滴滤床的污泥量更低,这些好氧污泥经浓缩后用带式压滤机进行脱水后外运填埋。

5 经济分析

整个污水处理系统的总运行功率约为 400 kW ,运行费用约为 $0.8\text{ 元}/\text{m}^3$ 。厌氧过程中沼气的产率为 $0.6\text{ m}^3/\text{kgCOD}$,满负荷运行时沼气产量为 $29\,000\sim 34\,000\text{ m}^3/\text{d}$ (1 m^3 废水产 $4\sim 5\text{ m}^3$ 沼气),沼气的热值在 $35\text{ MJ}/\text{m}^3$ 以上。目前设计了一台 4 t/h 的燃气锅炉(蒸汽用于生产上加热)和一台 $1.68 \times 10^7\text{ kJ/h}$ 的直燃机(用于生产上溴化锂制冷)专门对沼气进行利用,由其回收价值每年可达 200 余万元,超过了废水处理系统的电耗费用。另外,还有部分沼气供给食堂替代燃煤。锅炉及溴化锂直燃机不运行期间(或用气量小于产气量时)安全自动燃烧系统自动启动进行高空焚烧。

参考文献:

- [1] 蒋京东,刘锋.蚌埠柠檬酸厂综合废水的 UASB 法处理[J].苏州城建环保学院学报,1998,12(1):33-38.
- [2] 张自杰.环境工程手册(水污染防治卷)[M].北京:高等教育出版社,1996.

电话:(0512) 68245831

收稿日期:2002-02-04